



*Mitigazione dei rischi naturali per la sicurezza e la mobilità
nelle aree montane del Mezzogiorno*

**L'ANALISI CON LA TECNICA PSP-IFSAR SU IMMAGINI SAR PROVENIENTI DALLE
COSTELLAZIONI COSMO-SKYMED (ASI) E SENTINEL 1 (ESA-COPERNICUS)**

Gianfranco V. Pandiscia, Luca Ioppi



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Ministero dell'Università
e della Ricerca*



Estratto da: Secondo convegno annuale del progetto MITIGO - 22-23 Giugno 2023 - Sommari degli interventi e presentazioni

© 2023 Università degli Studi della Basilicata

Editrice Universosud – Potenza

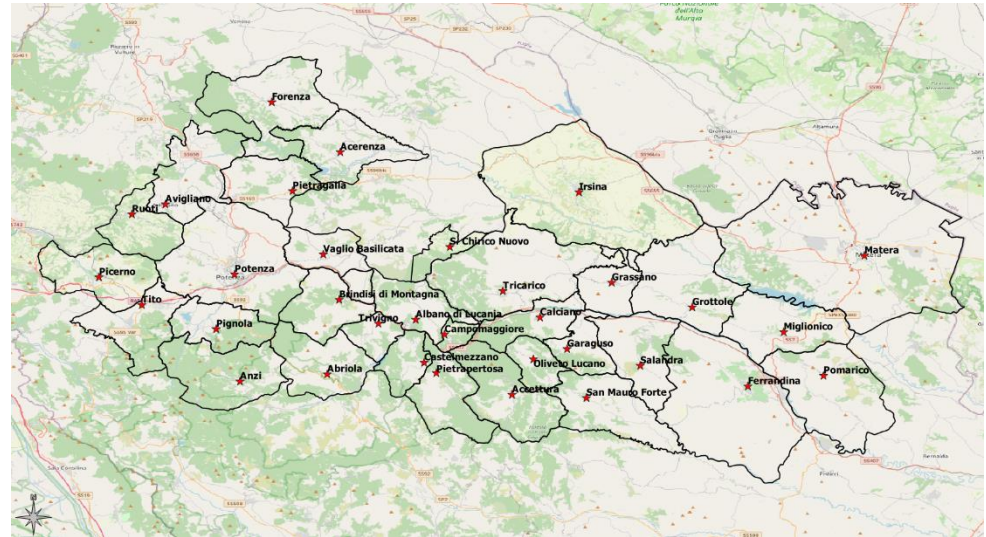
ISBN 9791281551008



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

www.ponricerca.gov.it

- Lo studio presentato prevede l'analisi delle deformazioni sull'area del progetto MITIGO comprendente alcuni comuni della Basilicata in provincia di Potenza e Matera.
- Il metodo di misura utilizzato è l'interferometria differenziale SAR, in particolare il metodo PSP-IFSAR, sviluppato e brevettato da e-GEOS S.p.A.
- I dati SAR utilizzati per l'analisi sono:
 - Dati in banda X ad alta risoluzione (3m x 3m), acquisiti dalla costellazione COSMO-SkyMed.
 - Dati in banda C a bassa risoluzione (~3m x 20m), acquisiti dalla costellazione Sentinel-1.
- Lo studio è stato effettuato in:
 - Singola geometria per la derivazione delle deformazioni lungo la LOS
 - Doppia geometria per la derivazione delle componenti est-ovest e verticali delle deformazioni a terra.
- Vengono presentati i risultati ottenuti ed espone le conclusioni



Area d'interesse e metodologia utilizzata



Area d'interesse

33 comuni in Basilicata tra le province di Potenza e Matera



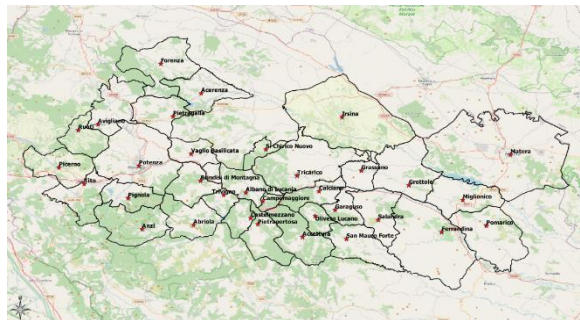
SAR dataset

Immagini della constellazione COSMO-SkyMed e Sentinel-1



Analisi PSP

Misure di velocità media di spostamento, andamento temporale delle deformazioni e posizionamento dei punti di misura



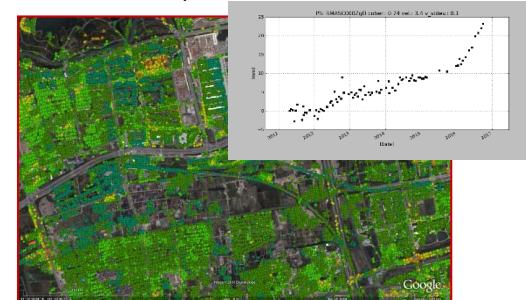
Missione satellitare	Sentinel-1	Sentinel-1
Modalità di acquisizione	IW	IW
Polarizzazione	VV	VV
Geometria di acquisizione	Ascendente	Discendente
Angolo d'incidenza a centro scena	39,0539°	39,0417°
Orario d'acquisizione (UTC)	16:47:55	05:03:36
Numero di scene utilizzate	336	332
Intervallo temporale analizzato	19/01/2015 - 28/06/2021	18/01/2015 - 27/06/2021

Sentinel-1 : Copertura totale dell'AOI

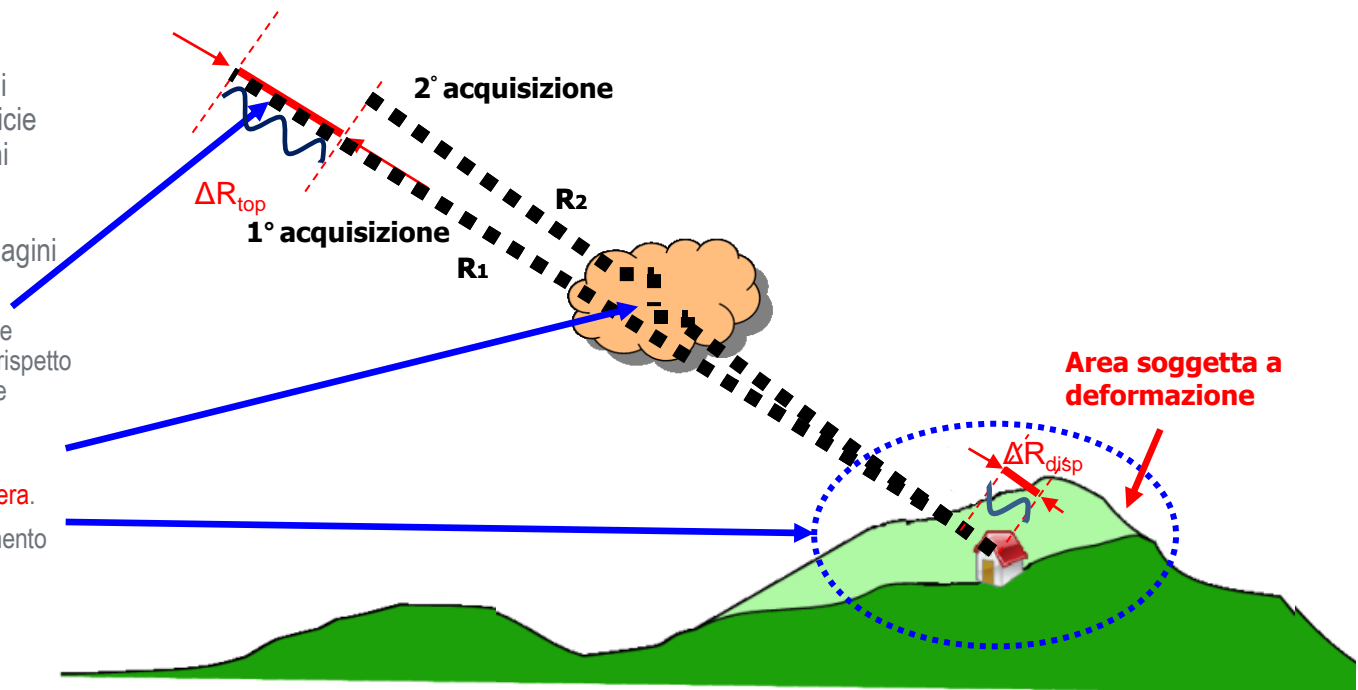
Missione satellitare	COSMO-SkyMed	COSMO-SkyMed
Modalità di acquisizione	HIMAGE	HIMAGE
Polarizzazione	HH	HH
Geometria d'acquisizione	Ascendente	Discendente
Angolo d'incidenza a centro scena	26,5702°	33,5629°
Orario d'acquisizione (UTC)	04:27:58	16:50:31
Numero di scene utilizzate	156	124
Intervallo temporale utilizzato	27/05/2011 - 10/08/2021	31/05/2012 - 28/08/2021

COSMO-SkyMed : Copertura parziale dell'AOI

- **Posizione:** posizione 3D (coordinate geografiche e quote) di ciascun punto di misura
- **Velocità media:** la velocità media di ciascun punto di misura lungo la direzione di vista del satellite, in mm/anno
- **Evoluzione temporale:** la deformazione misurata su ciascun PS in corrispondenza delle date d'acquisizione SAR, in mm



- L'interferometria SAR è un metodo efficace per la determinazione della topografia della scena osservata e di possibili movimenti lenti della superficie dovuti a subsidenza, frane, fenomeni sismici e vulcanici, ecc..
- La fase interferometrica tra due immagini SAR contiene tre contributi:
 - Un contributo legato alla posizione tridimensionale del target a terra rispetto alle posizioni dei sensori SAR che osservano la scena.
 - **Un contributo legato ai ritardi del segnale radar attraverso l'atmosfera.**
 - Un contributo legato allo spostamento del terreno lungo la linea di vista.



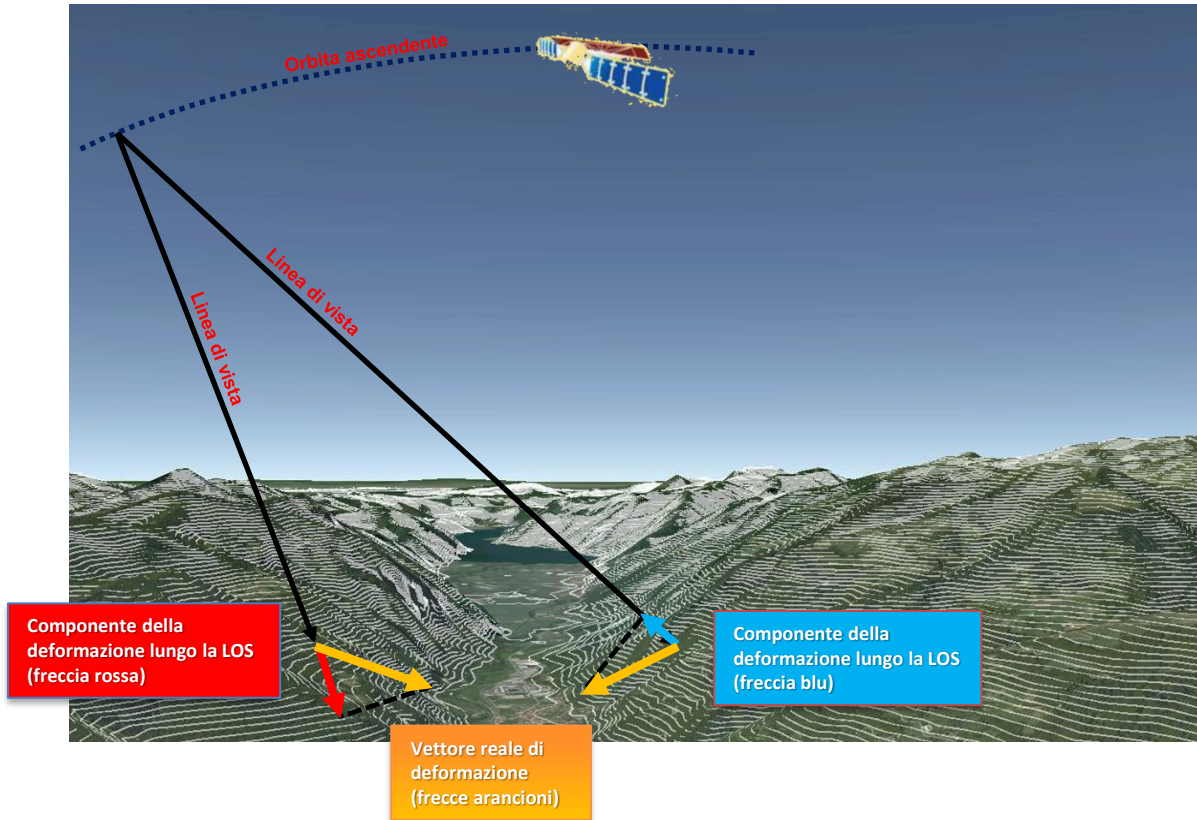
I sistemi SAR satellitari, tipicamente, percorrono orbite polari eliosincrone, catturando immagini con due geometrie d'acquisizione complementari:

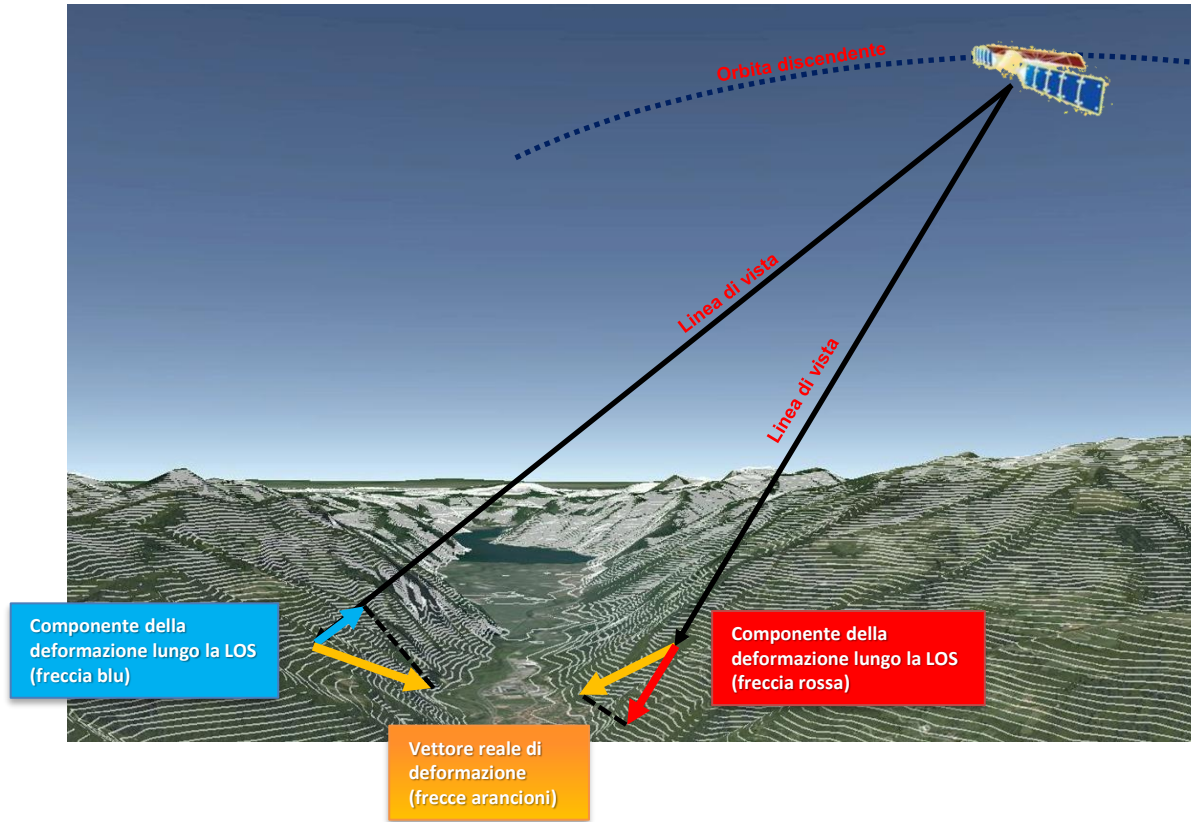
- **Ascendente**
- **Discendente**

I sistemi SAR satellitari misurano deformazioni lungo la linea di vista del sensore (LOS), per cui i satelliti polari sono:

- Sensibili alle deformazioni verticali ed est-ovest
- Non molto sensibili alle deformazioni nella direzione sud-nord

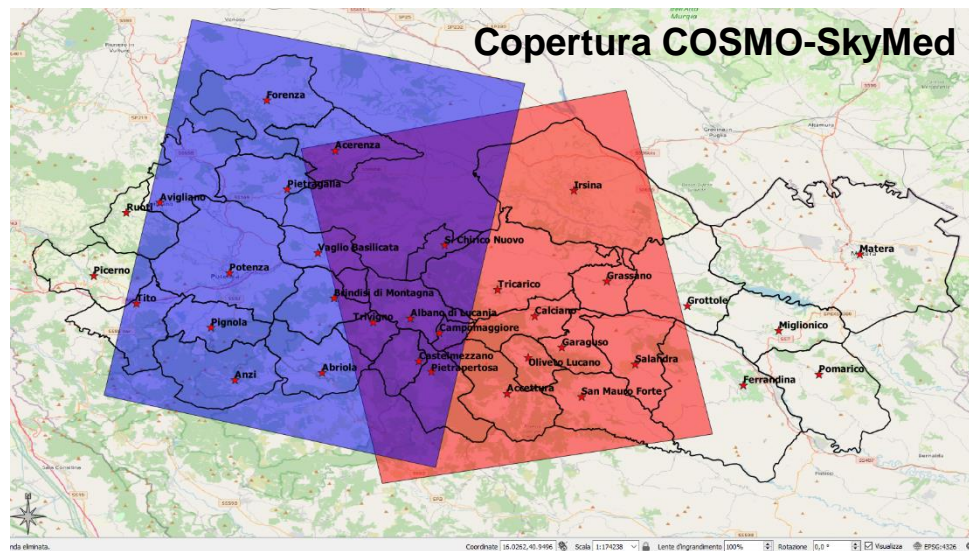






Attività svolte e risultati

- L'analisi dell'area di studio MITIGO ha riguardato diversi aspetti quali le **pendenze**, le **direzioni dei versanti**, la **copertura di uso del suolo** e la **possibile distribuzione dei punti di misura** per la rimozione degli artefatti. Tale attività ha consentito di impostare le attività di selezione immagini e di successivo processing, a comprendere come i nostri algoritmi possono lavorare al meglio per una restituzione adeguata.
- Considerando la morfologia del luogo si è deciso di elaborare entrambe le geometrie d'acquisizione per massimizzare l'informazione ottenibile sui vari **versanti collinari e montuosi della zona**.
- Con l'analisi in doppia geometria è stato possibile derivare le deformazioni **verticali ed est-ovest** sulle zone dove sono disponibili le misure ascendenti e discendenti.
- I dati CSK coprono parzialmente l'AOI, mentre i dati Sentinel-1 la coprono interamente



Analisi in singola geometria

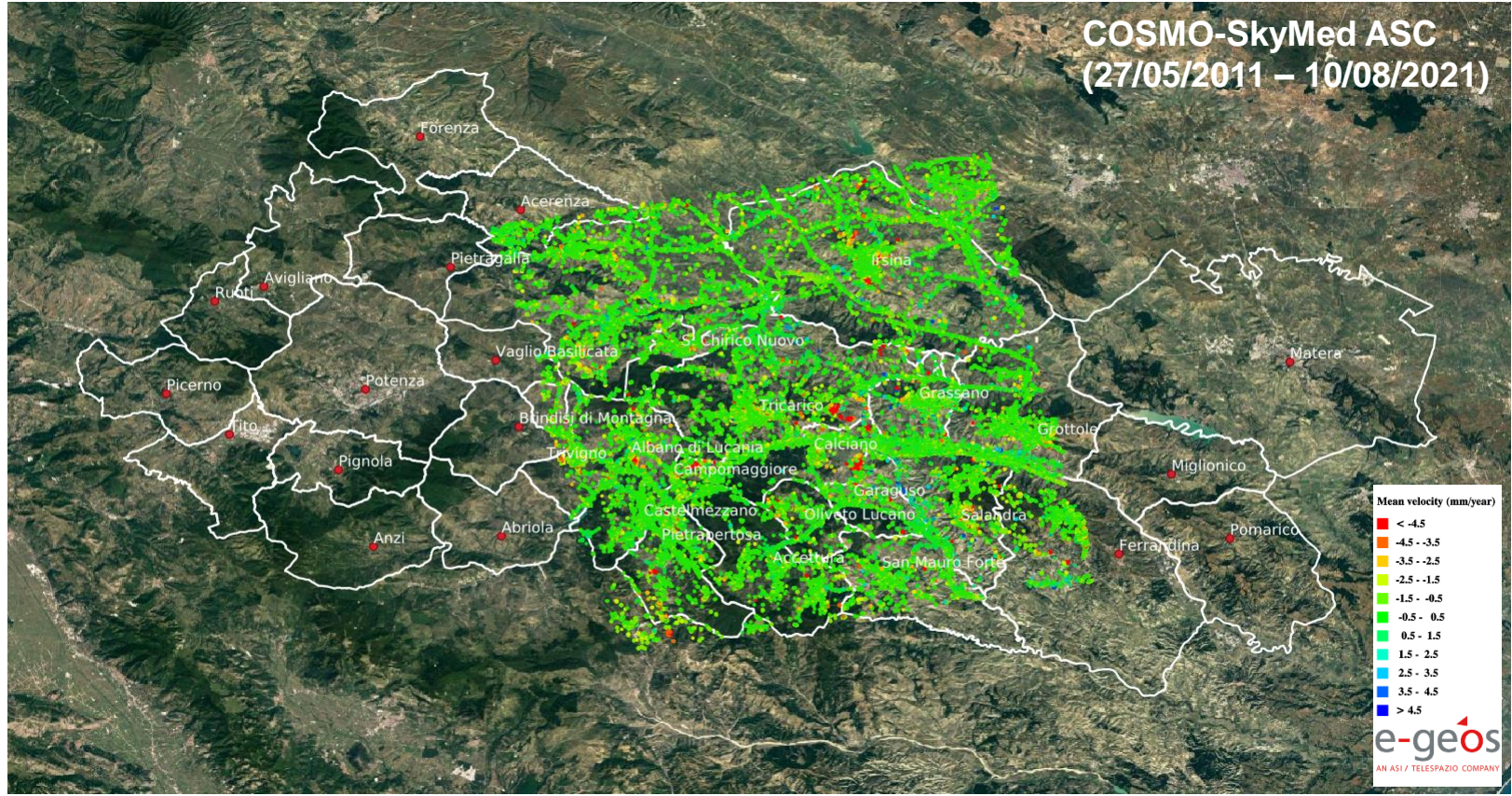
- Codice: codice alfanumerico che identifica in modo univoco ogni punto di misura.
- Posizione 3D: la posizione X e Y in coordinate geografiche e la quota in metri rispetto all'ellissoide WGS84 di ciascun punto di misura (MP).
- Velocità media: velocità media di spostamento di ciascun punto, espressa in mm/anno e relativa all'intervallo di tempo tra la prima e l'ultima acquisizione dello stack di immagini SAR.
- Ampiezza media delle oscillazioni stagionali con periodo annuale di ciascun punto, espressa in mm, e relativa all'intervallo di tempo tra la prima e l'ultima acquisizione dello stack di immagini SAR. Le ampiezze medie sono stimate lungo la LOS (linea di vista). Le ampiezze medie di spostamento sono state ottenute attraverso una regressione lineare sulle deformazioni misurate alle varie date. Esse sono indicative dei movimenti stagionali, causati ad esempio dalla dilatazione termica dei materiali.
- Evoluzioni temporali dello spostamento: in corrispondenza di ciascuna data d'acquisizione nel periodo analizzato è fornito lo spostamento dei punti di misura, espresso in millimetri lungo la LOS (linea di vista satellite-punto a terra).

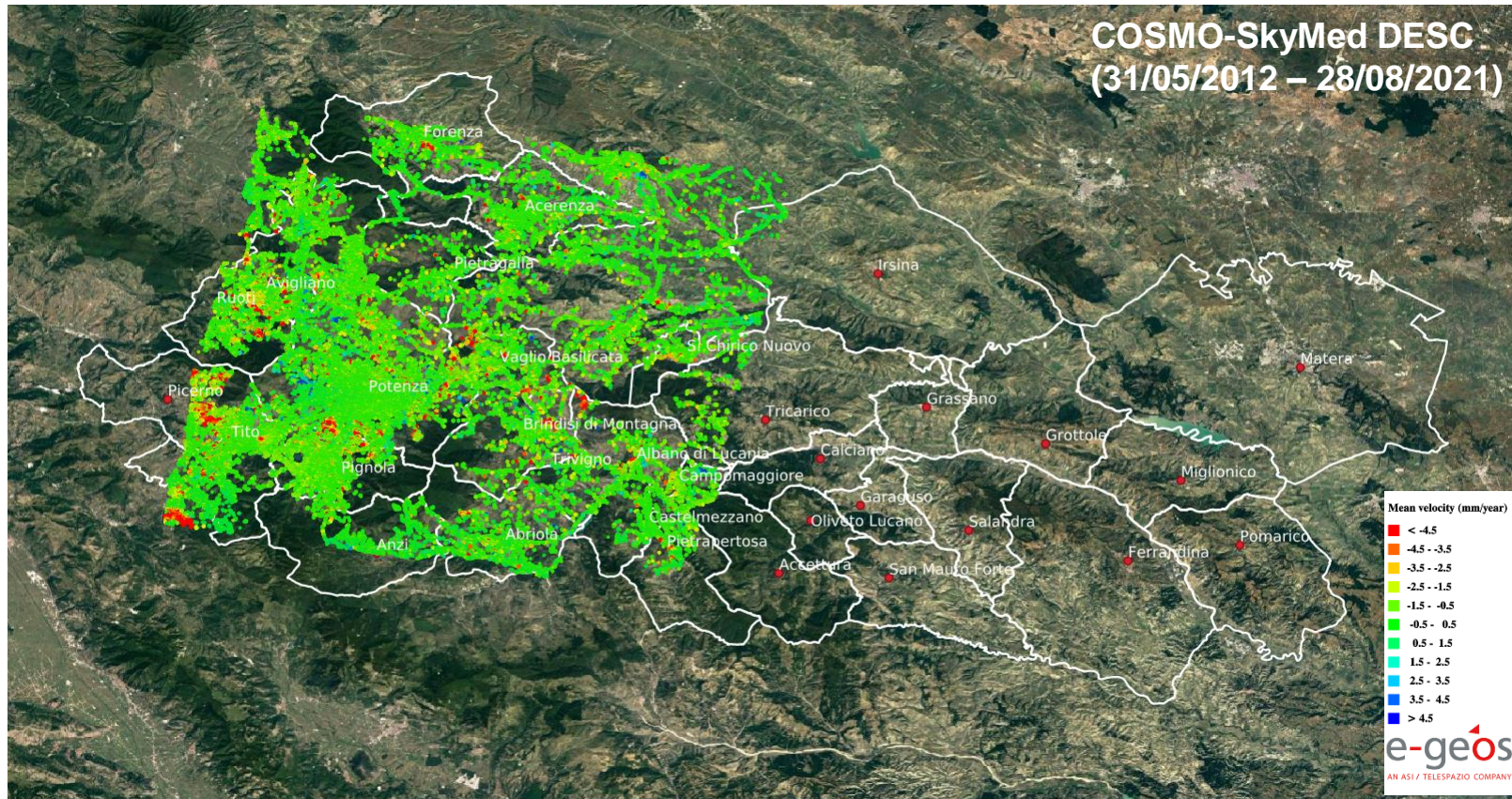
Componenti est-ovest e verticali

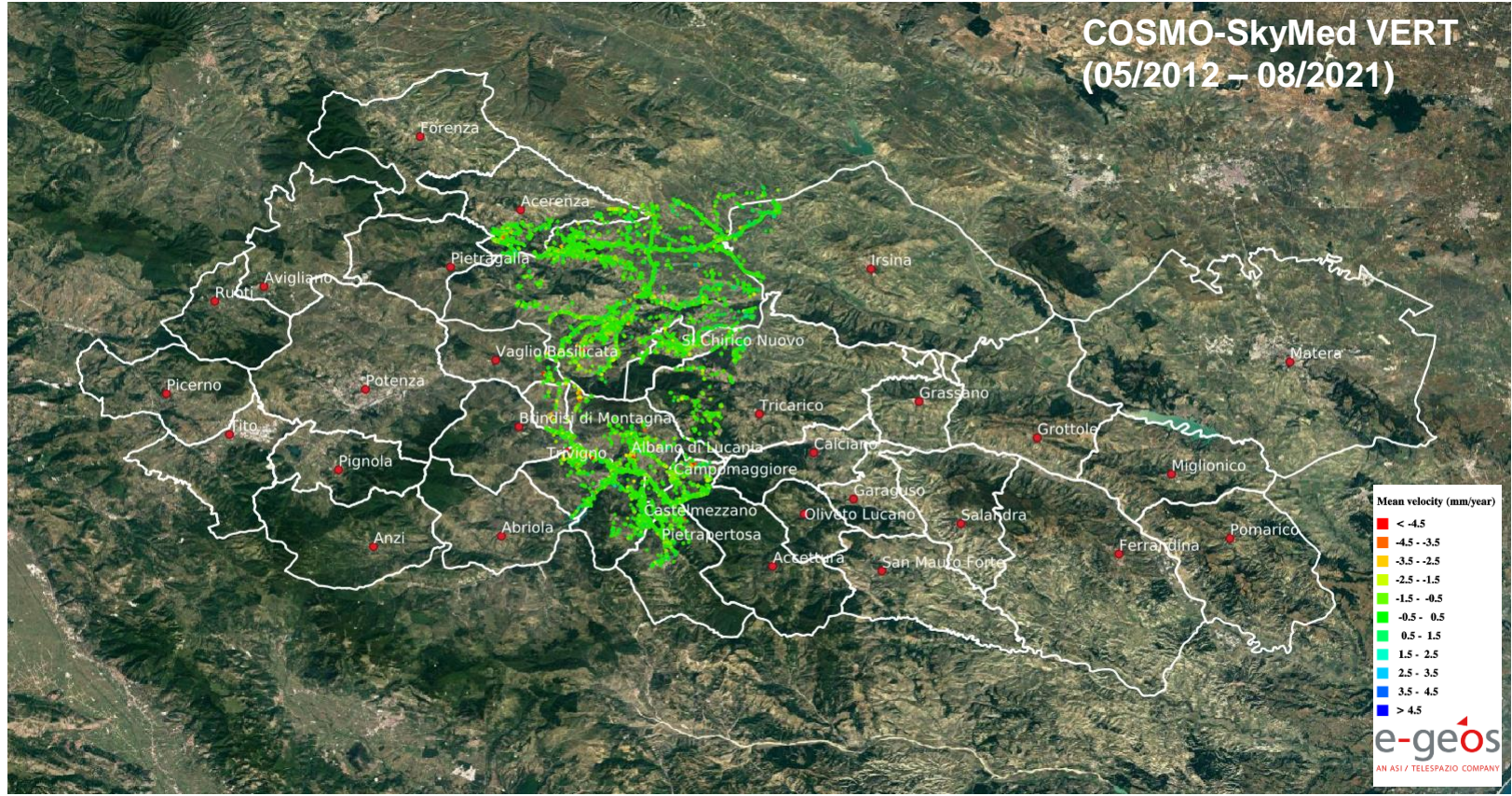
- Codice: codice alfanumerico che identifica in modo univoco ogni punto di misura.
- Posizione: la posizione (2D) X e Y in coordinate geografiche di ciascun punto riferito alla cella di misura ottenuta dalla scomposizione del dato.
- Componente est-ovest della velocità media dello spostamento.
- Componente verticale della velocità media dello spostamento.
- Componente est-ovest dell'ampiezza.
- Componente verticale dell'ampiezza.
- Componente est-ovest dello spostamento.
- Componente verticale dello spostamento.

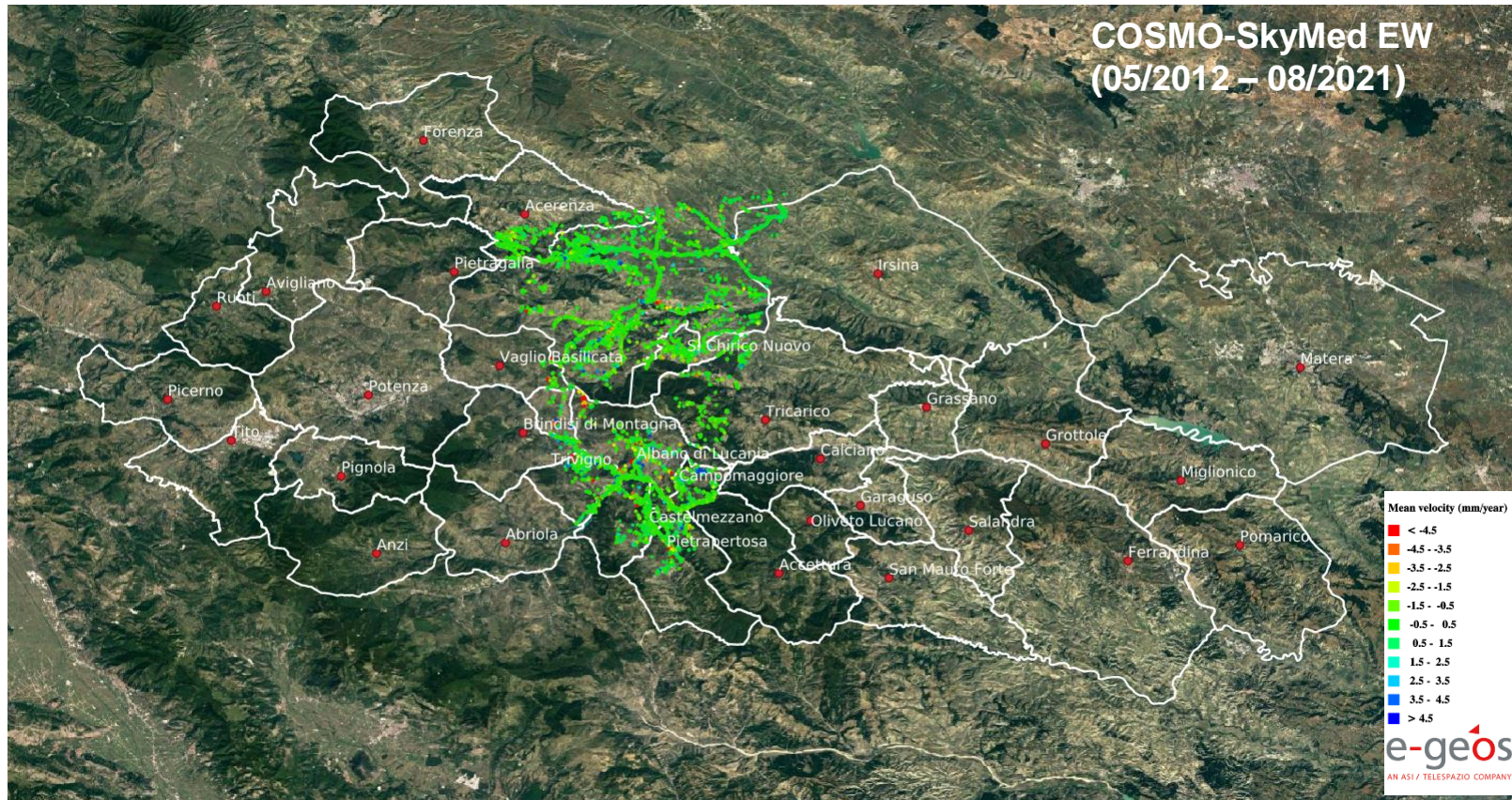
Le misure est-ovest e verticali di riferiscono ad una cella a terra di dimensione:

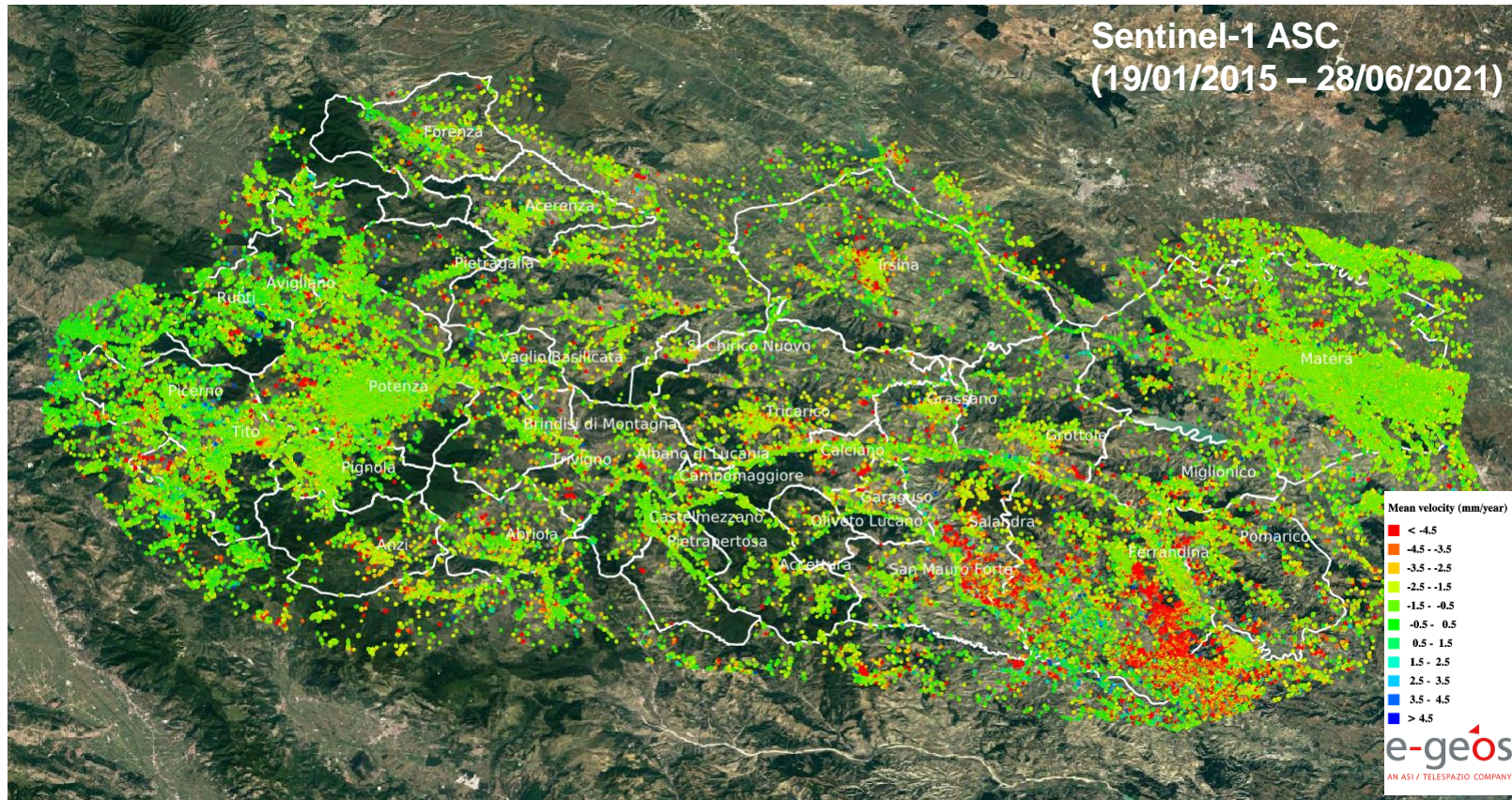
- 30 m x 30 m per COSMO-SkyMed
- 100 m x 100 m per Sentinel-1

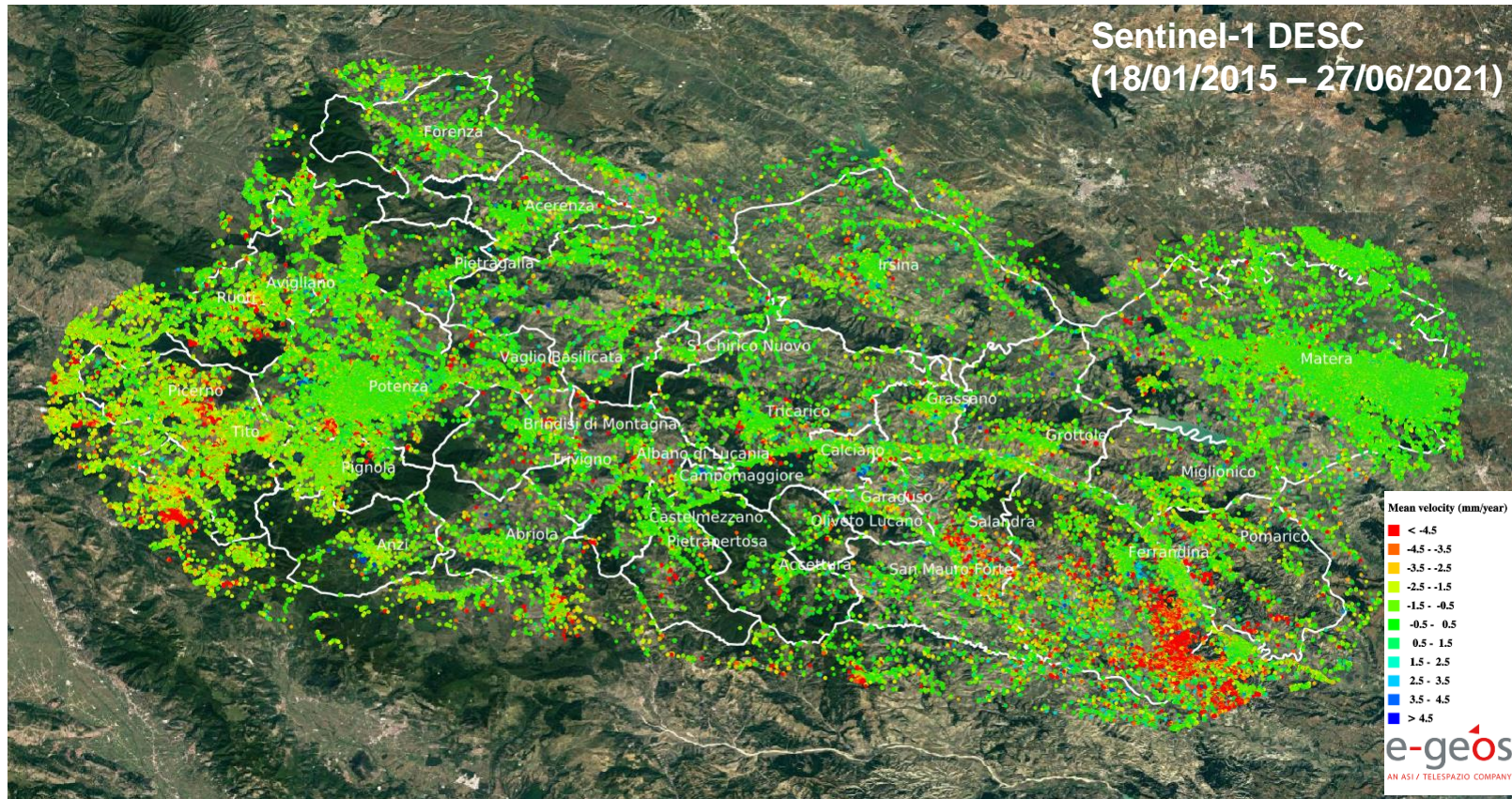


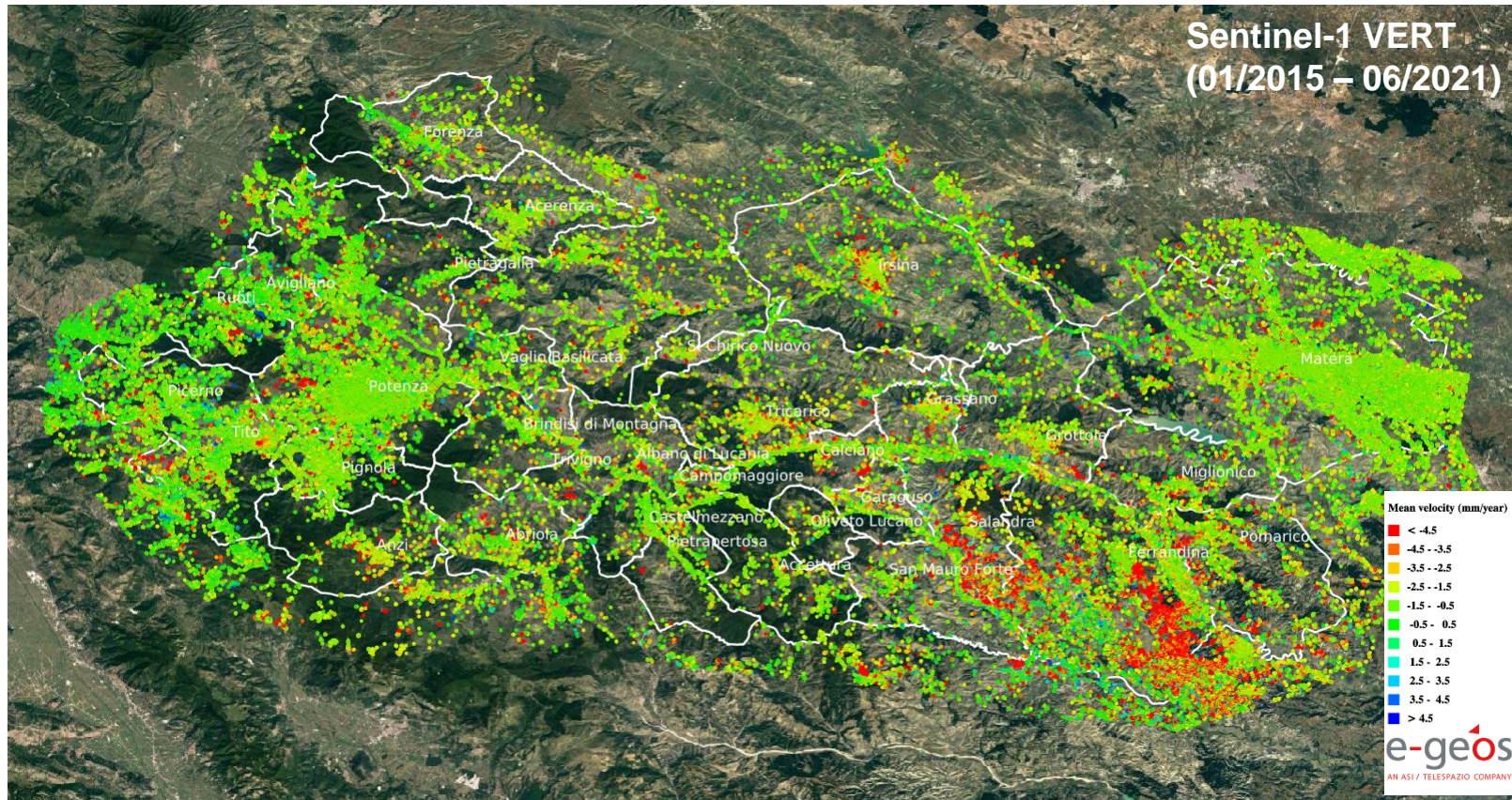


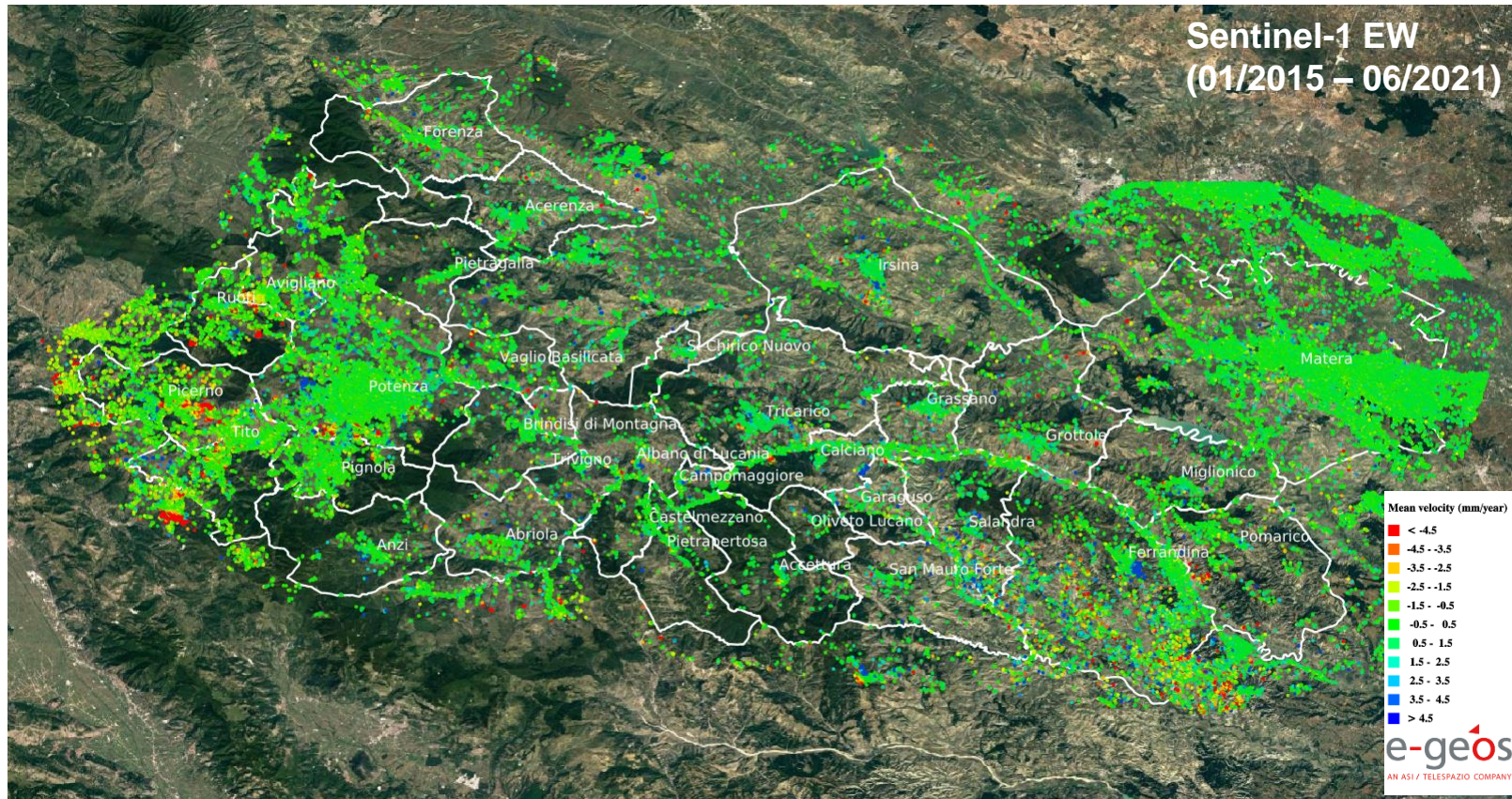


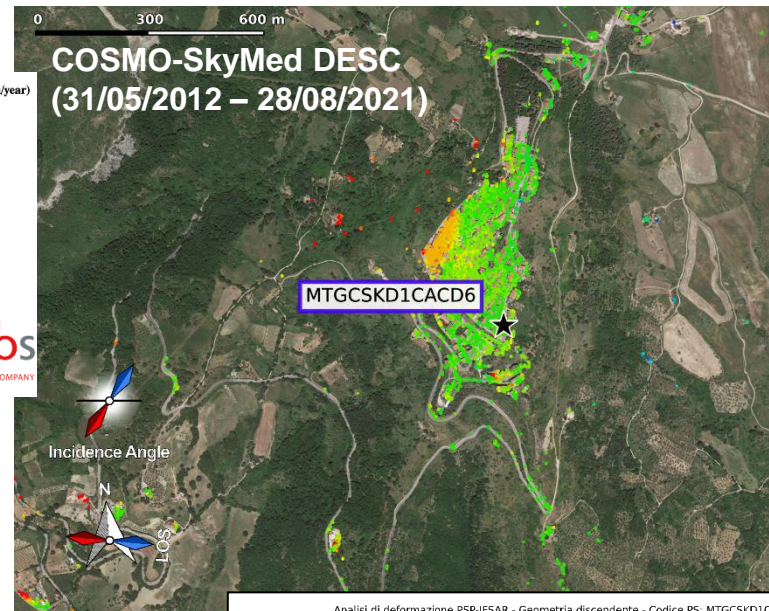
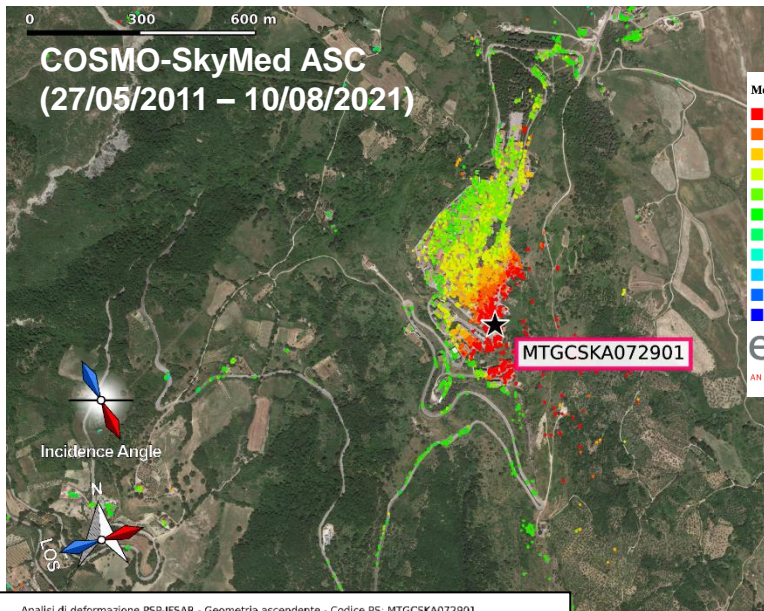




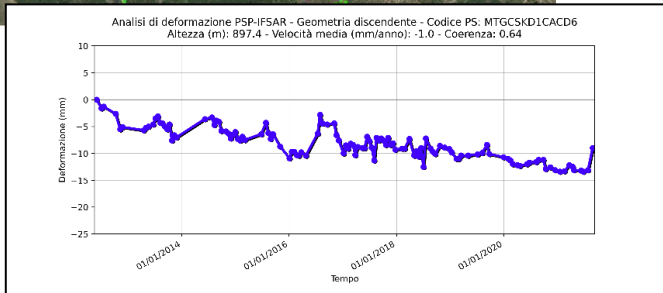
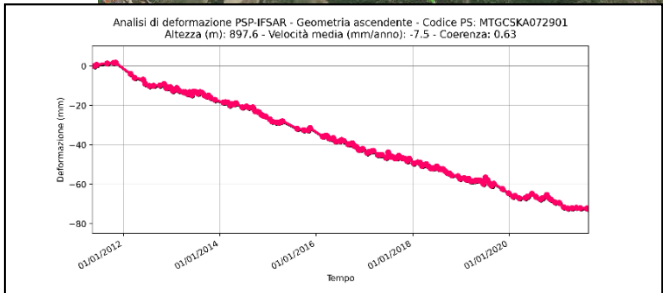


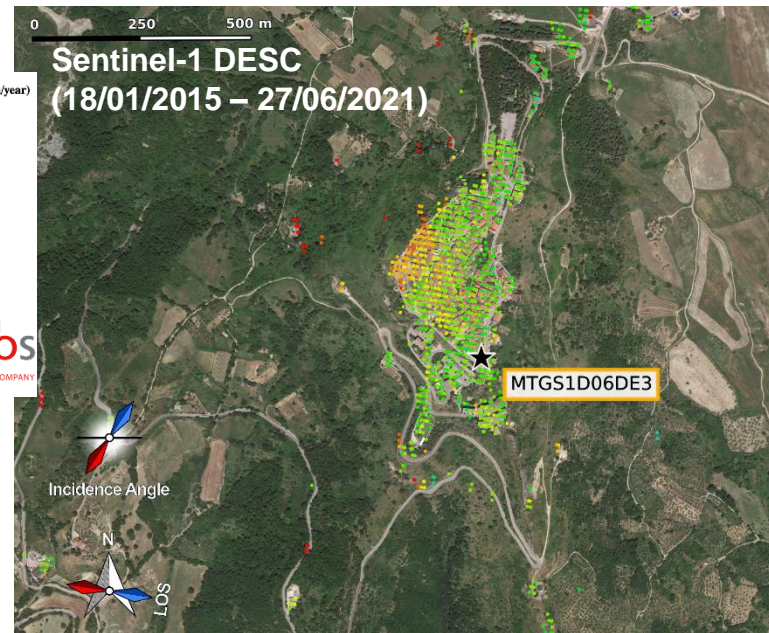
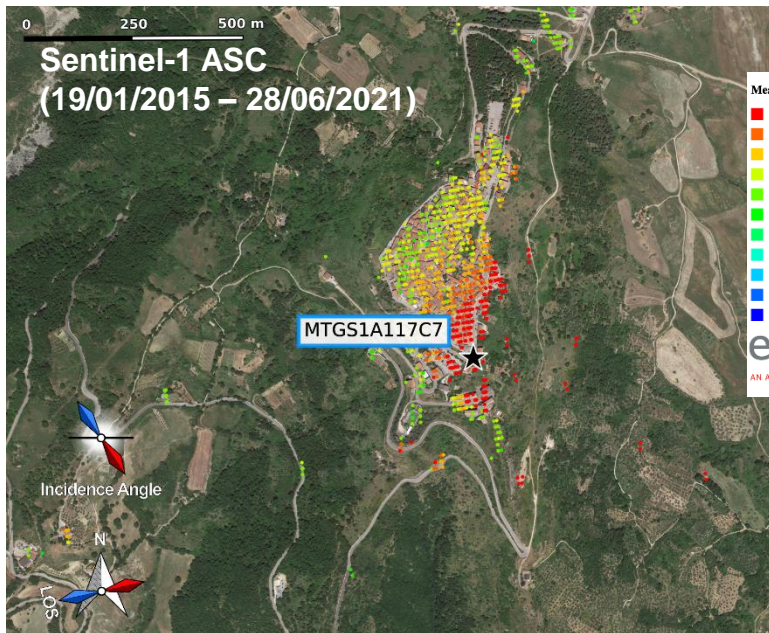




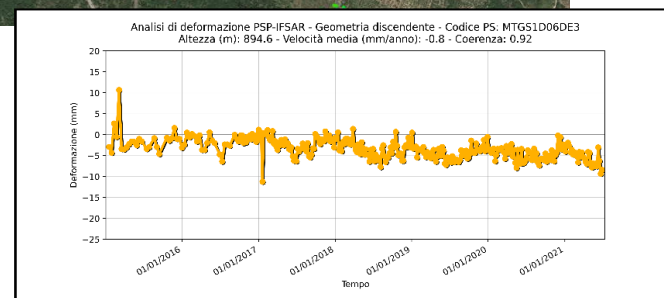
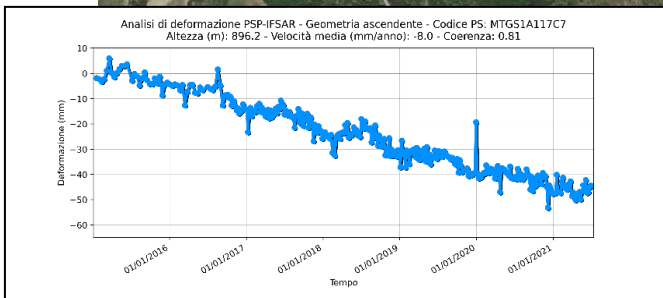


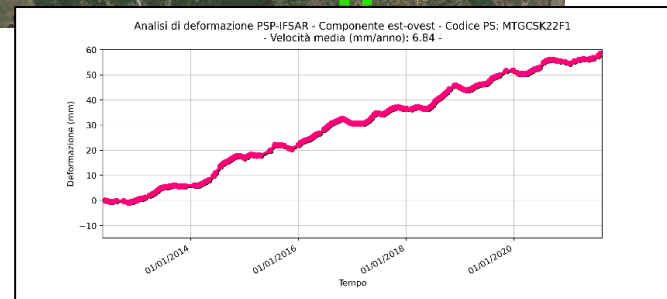
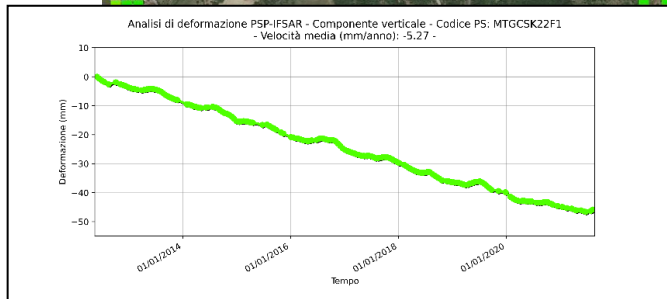
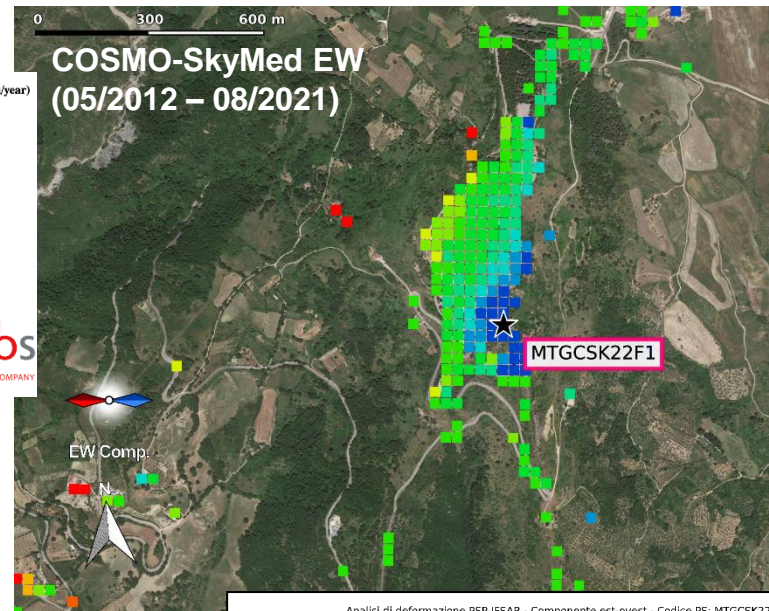
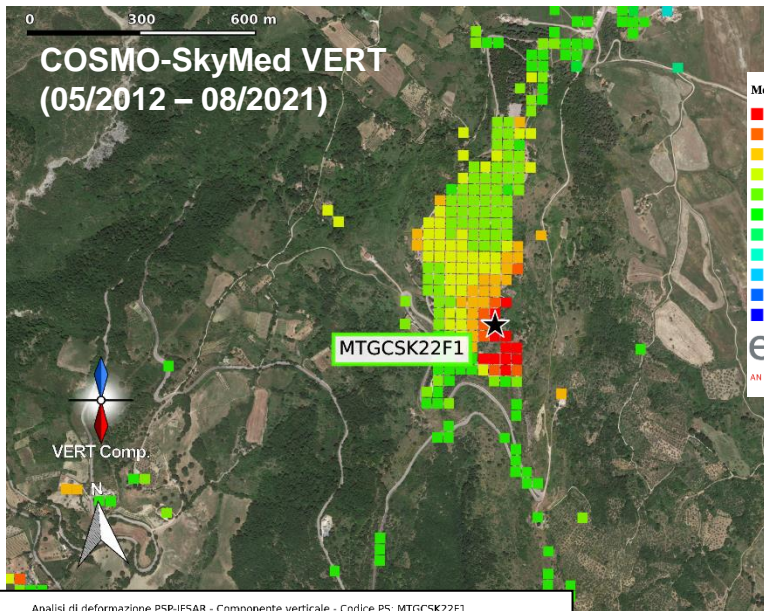
e-geos
AN ASI / TELESPAZIO COMPANY

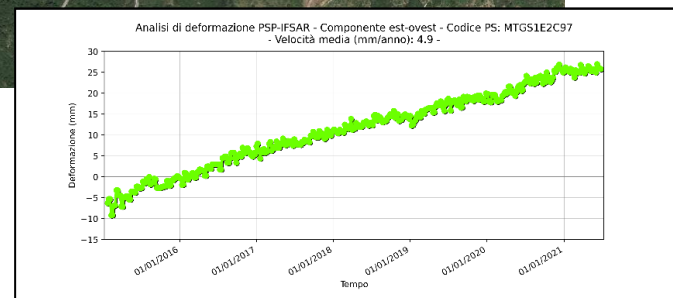
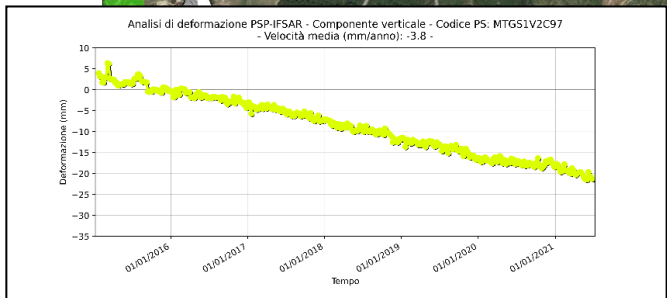
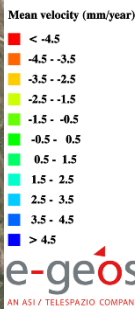
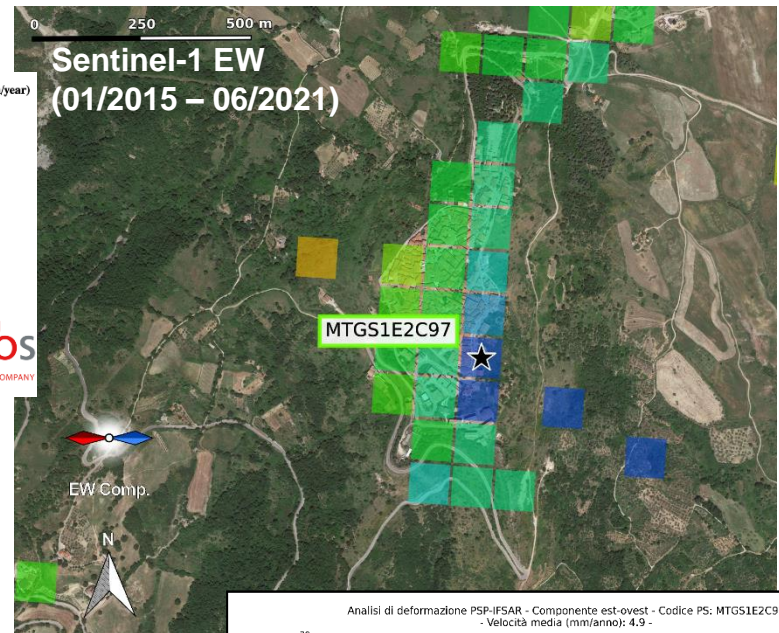
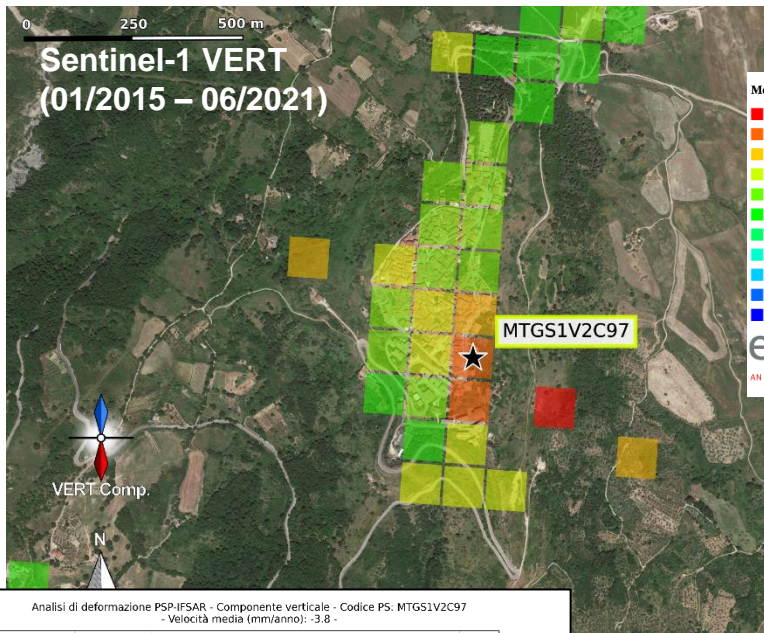


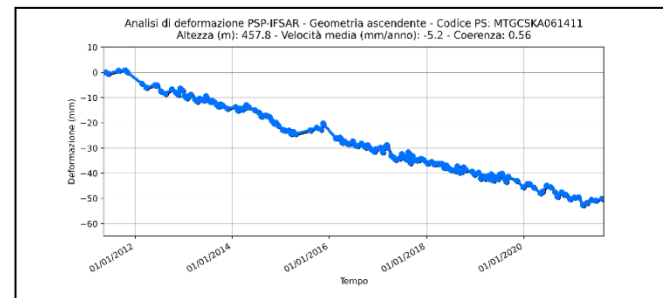
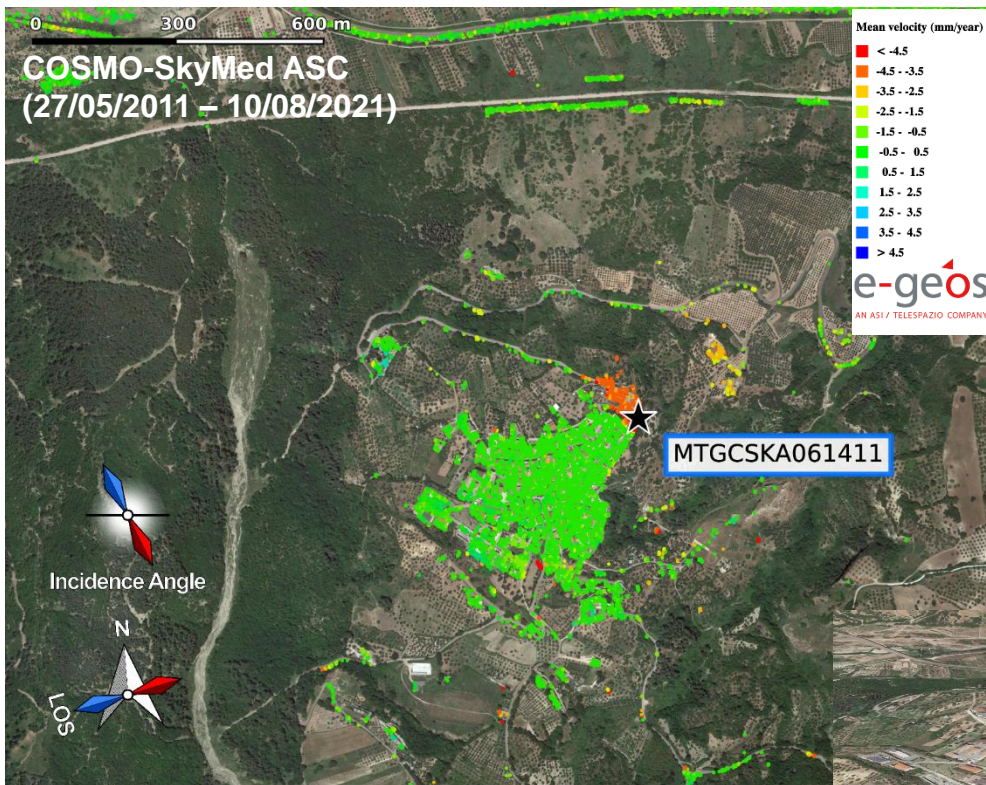


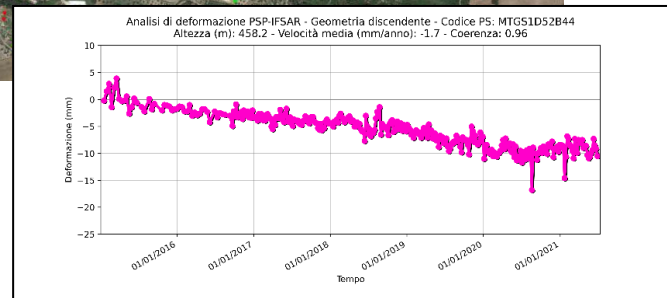
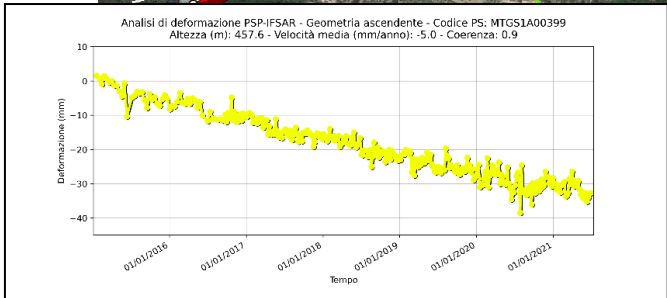
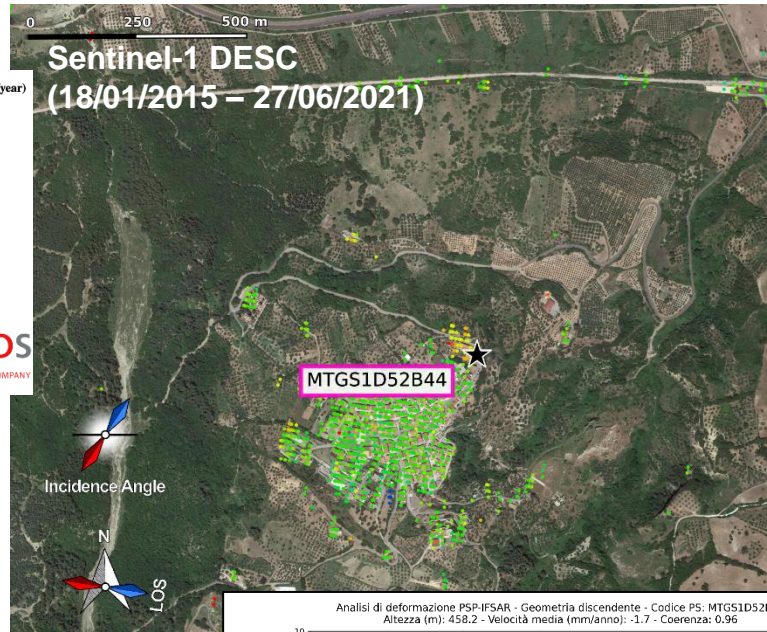
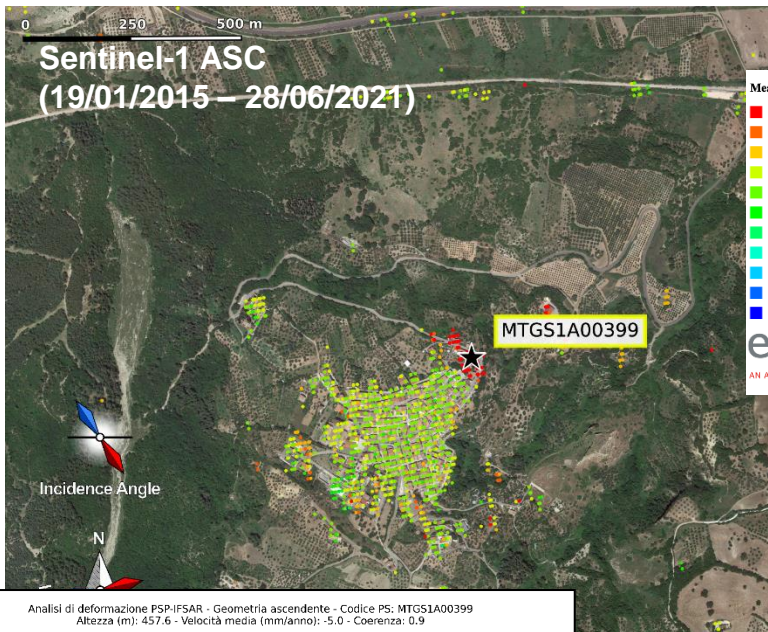
e-geos
AN ASI / TELESPIAZIO COMPANY

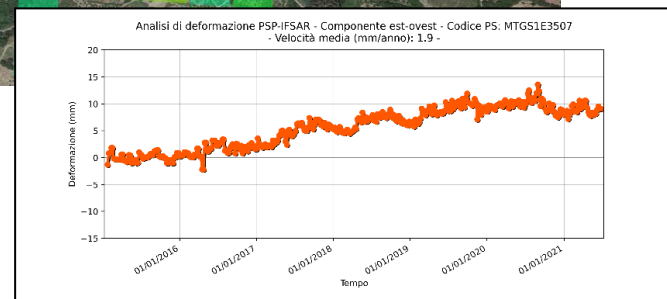
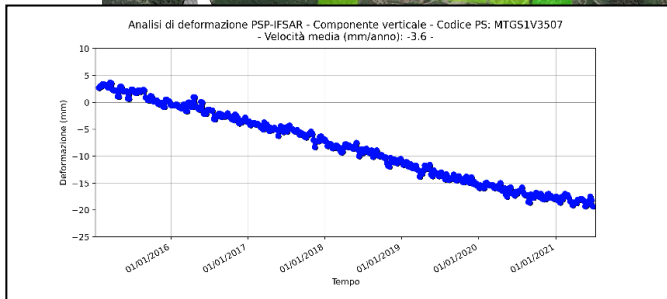
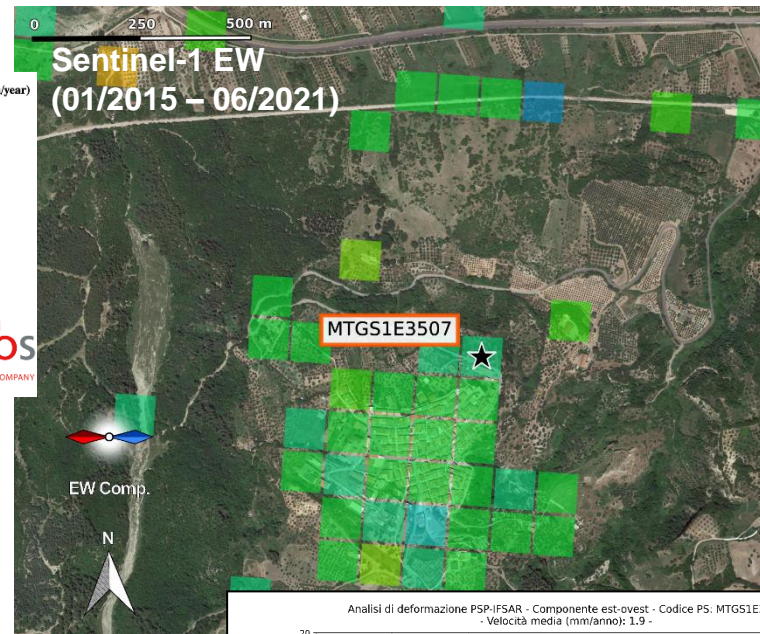
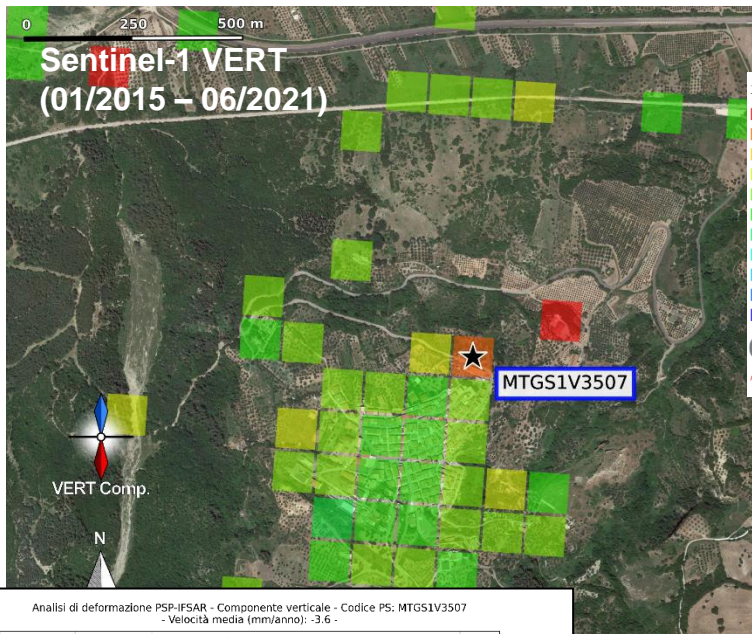


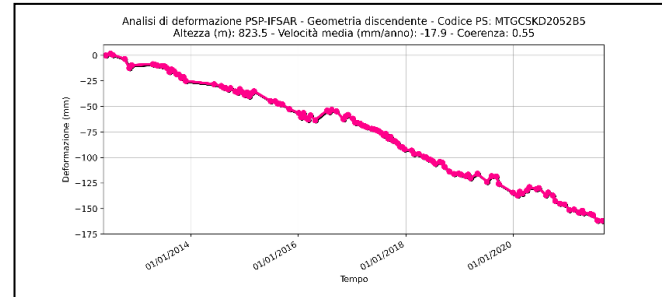
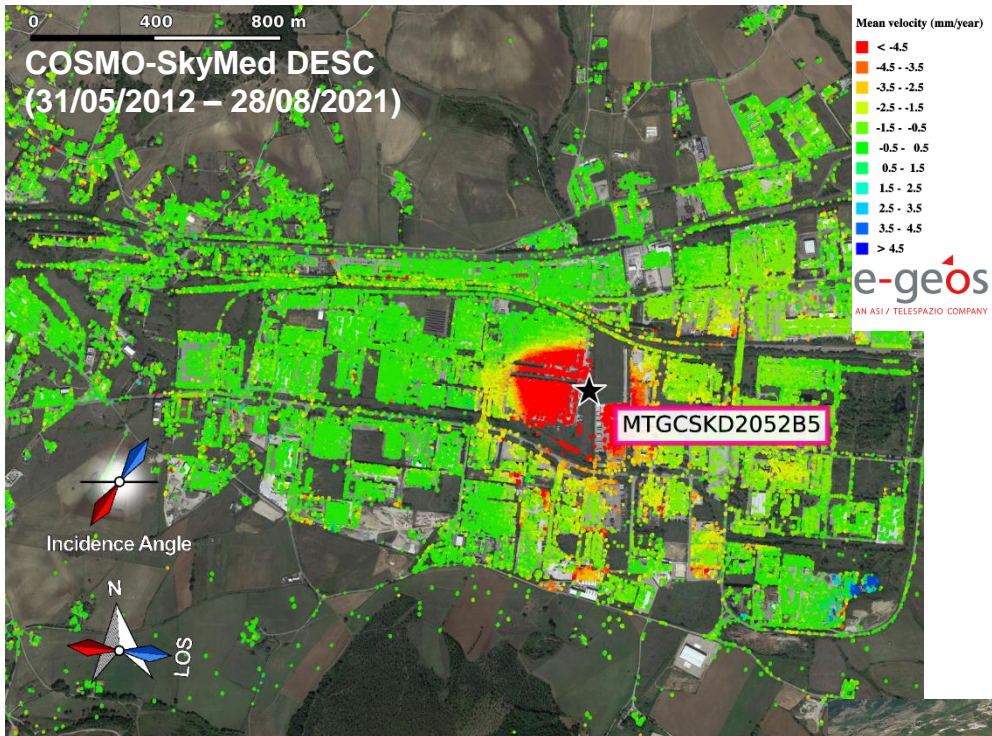


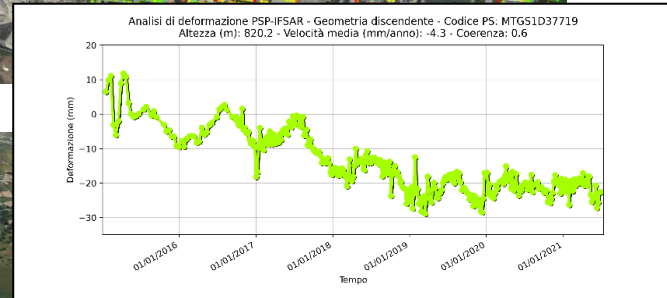
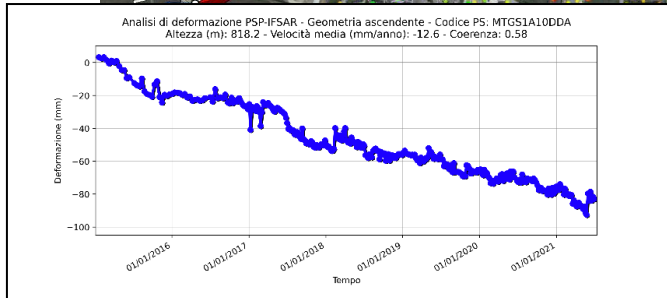
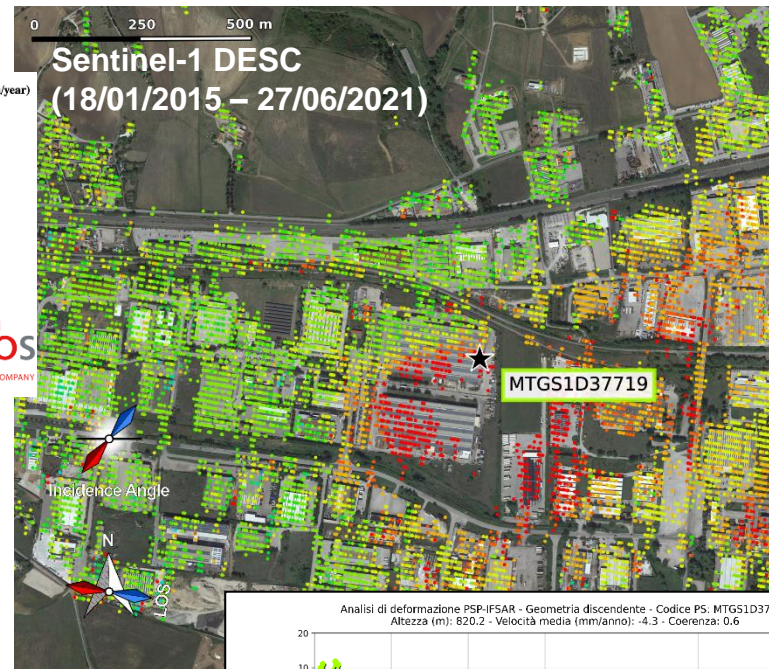
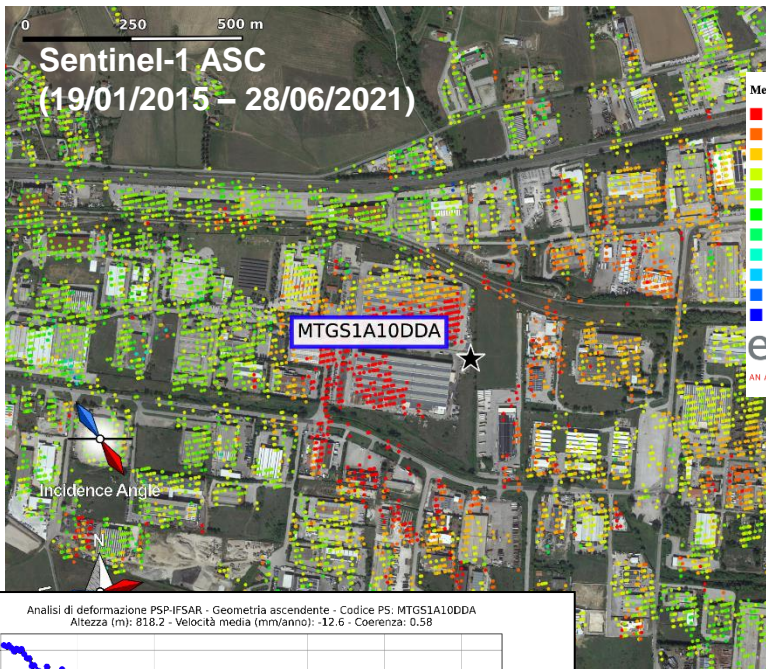


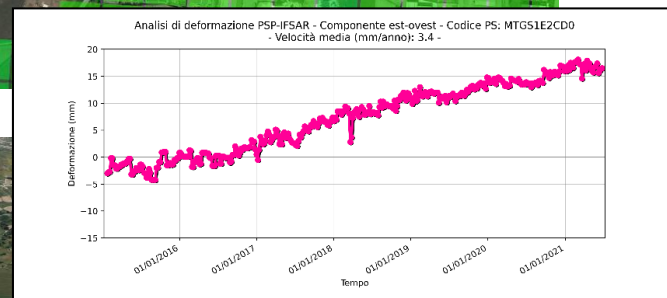
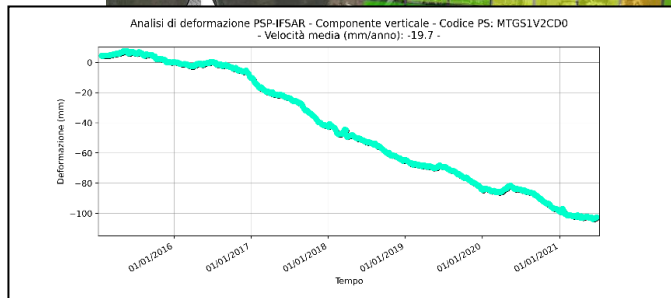
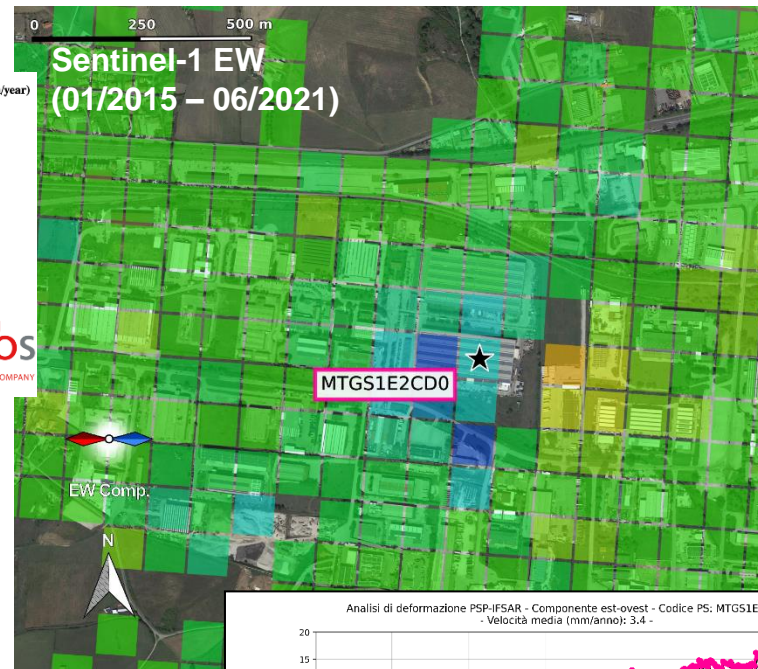
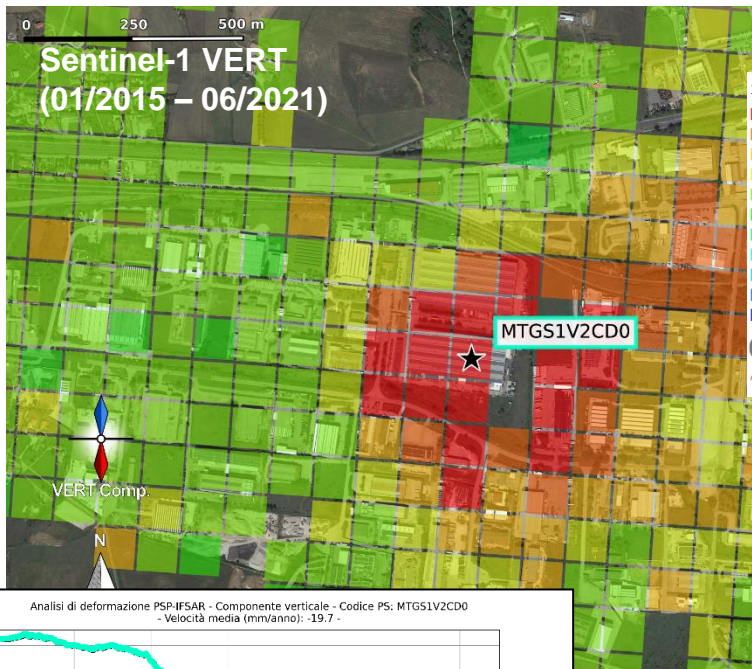




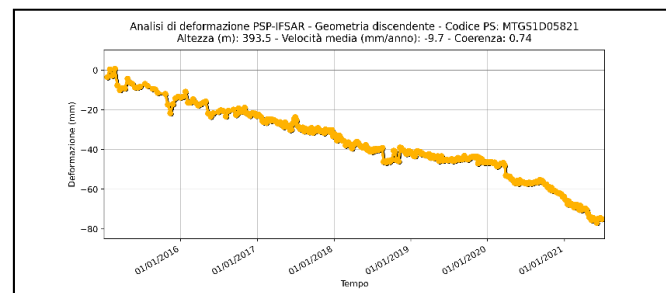
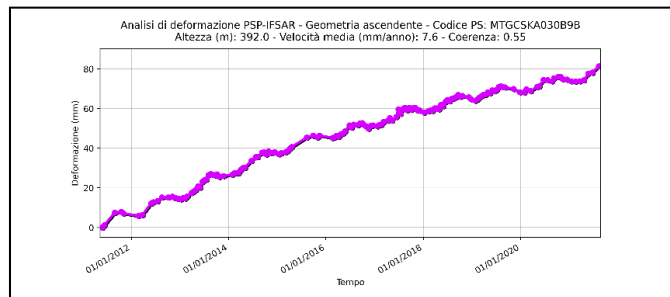
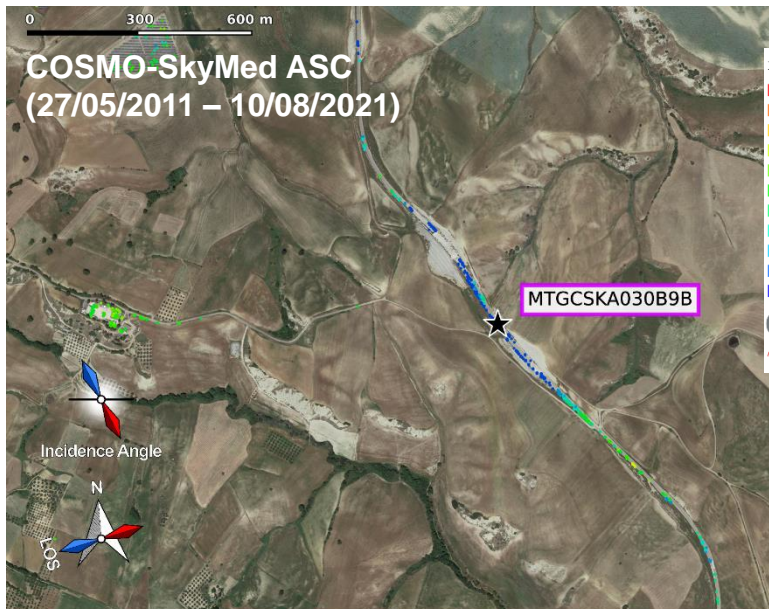








e-geos
AN ASI / TELESPAZIO COMPANY



- La tecnica presentata è stata utilizzata per misurare le deformazioni del terreno con l'uso di dati acquisiti dai satelliti COSMO-SkyMed e Sentinel-1
- I prodotti descritti contengono informazioni utili ad altri esperti di dominio per l'interpretazione e l'analisi dei fenomeni identificati
- Gli esempi mostrati evidenziano come la metodologia applicata possa essere utilizzata per lo studio di vari tipi di fenomeni di deformazione (frane lente, subsidenza, analisi di infrastrutture, ecc.)
- In collaborazione con UNIBAS (Prof.ri Di Maio e Vassallo) sono iniziate attività di studio dei risultati interferometrici con altre informazioni e conoscenze disponibili, i cui risultati preliminari sono stati poi riportati in due prime pubblicazioni.
- Ulteriori analisi di correlazione delle misure interferometriche con altri dati possono essere presi in considerazione per sviluppi futuri