



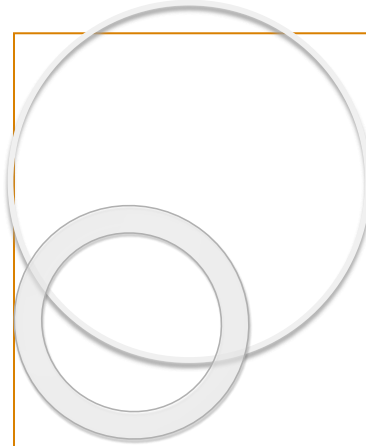
6° Edizione Premio ITCOLD
Tesi di Laurea su temi attinenti le Dighe

***Monitoraggio di Invasi Artificiali dell'Ecuador
tramite Interferometria Differenziale***

Giulia MANZONI

Relatore
Prof. Ing. Massimo RAMONDINI

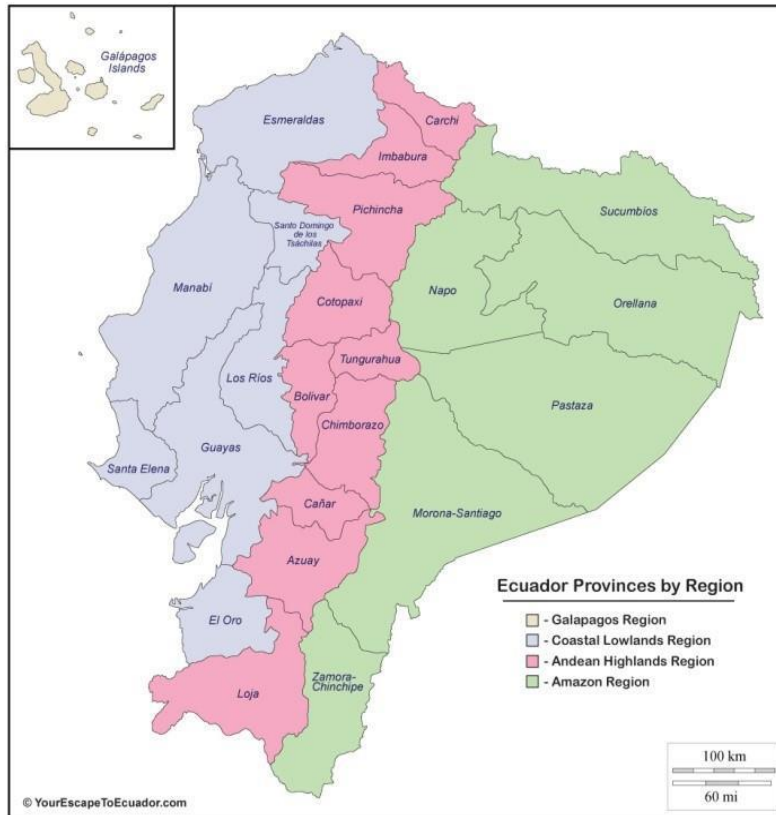
**Università degli Studi di Napoli
Federico II**

- 
- **Introduzione**
 - **Telerilevamento**
 - **Interferometria**
 - **Casi studio**
 - **Diga di Mazar**
 - **Diga Daniel Palacios**
 - **Diga La Esperanza**
 - **Applicazione e risultati ottenuti**
 - **Sviluppi successivi**
 - **Conclusioni**

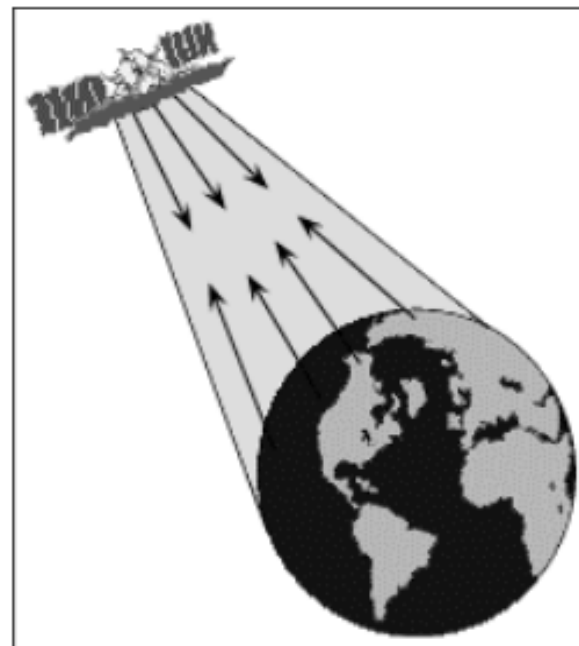
INTRODUZIONE



L'Ecuador è un paese dell'America del Sud, affacciato sull'oceano Pacifico. È diviso in 4 regioni geografiche ed ha 31 sistemi idrografici, divisi dallo spartiacque della catena montuosa delle Ande



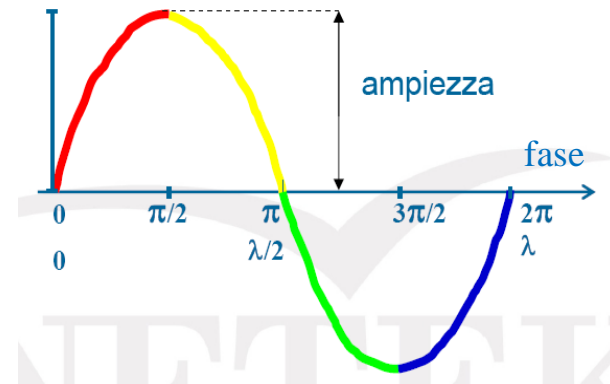
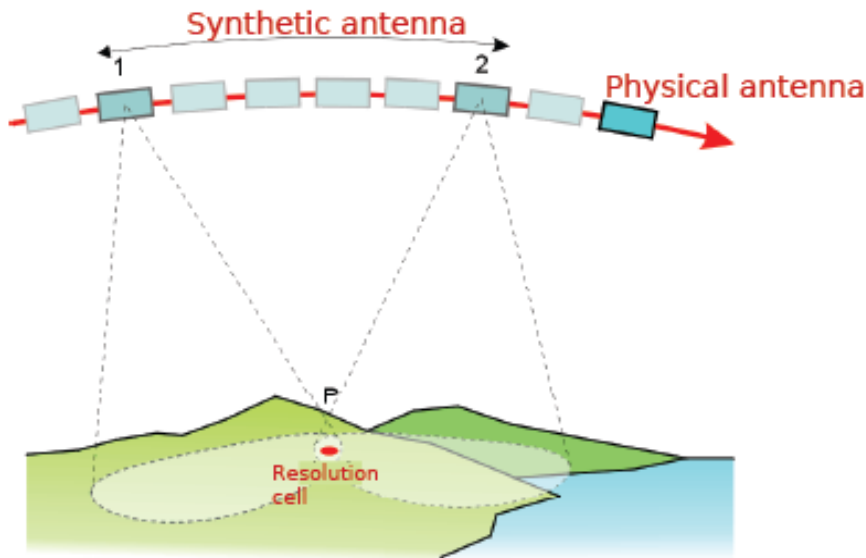
INTRODUZIONE



TELERILEVAMENTO

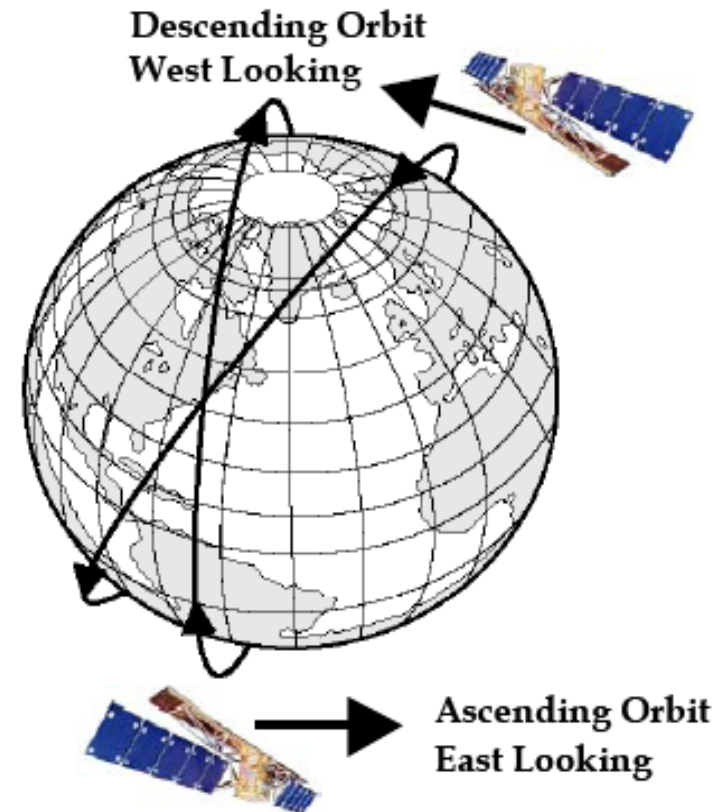
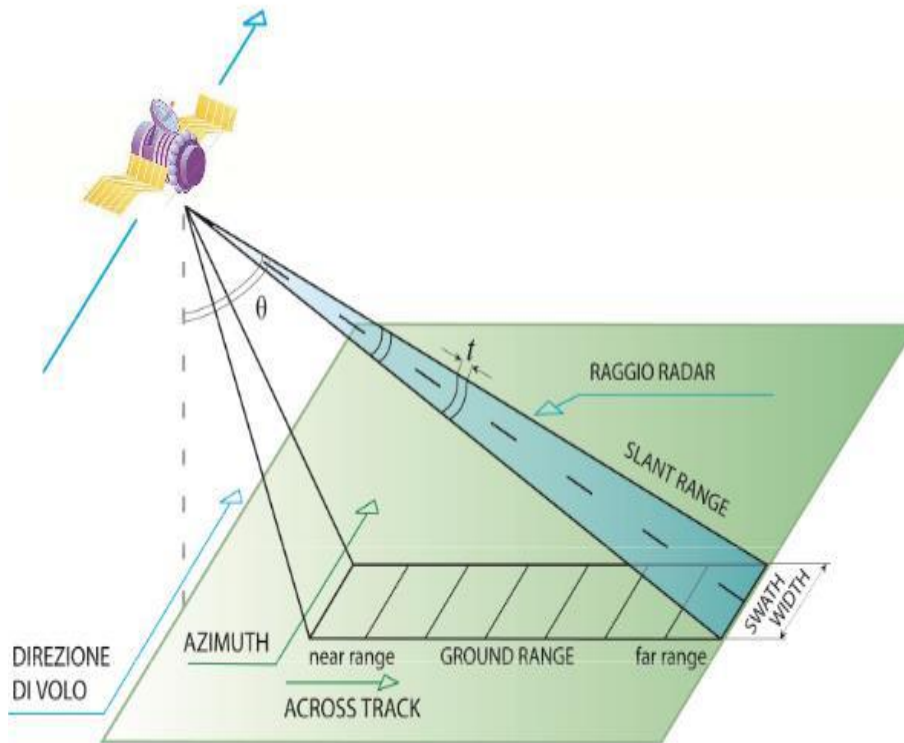
SAR (Synthetic Aperture Radar)

Il SAR è un sensore attivo posto su una piattaforma in movimento, costituito da un'antenna trasmittente/ricevente che invia sulla superficie terrestre impulsi elettromagnetici nel campo delle microonde e ne registra i ritorni.



TELERILEVAMENTO

SAR (Synthetic Aperture Radar)



TELERILEVAMENTO

Costellazioni di satelliti



- Copertura globale
- Tempo di rivisitazione di 8-16 giorni
- Precisione del mm
- Acquisizioni H24 ed indipendenti dalle condizioni meteo

TELERILEVAMENTO



I riflettori naturali

I riflettori sono edifici, viadotti, rocce, condotte, antenne, ecc

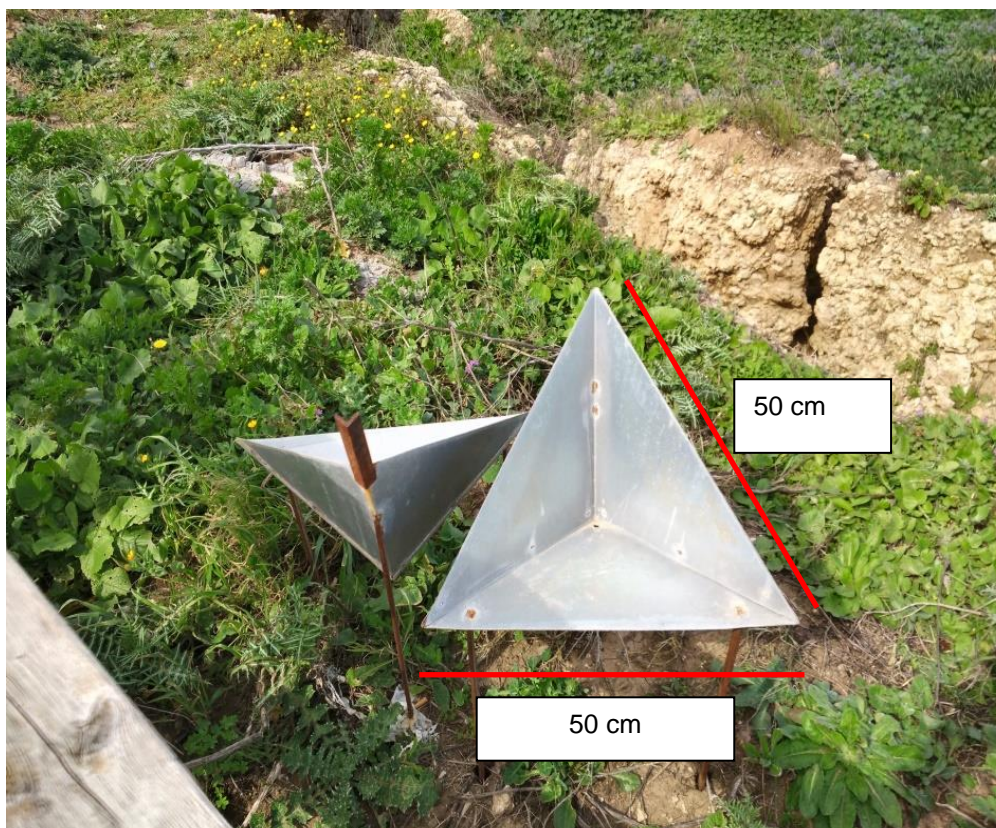


TELERILEVAMENTO



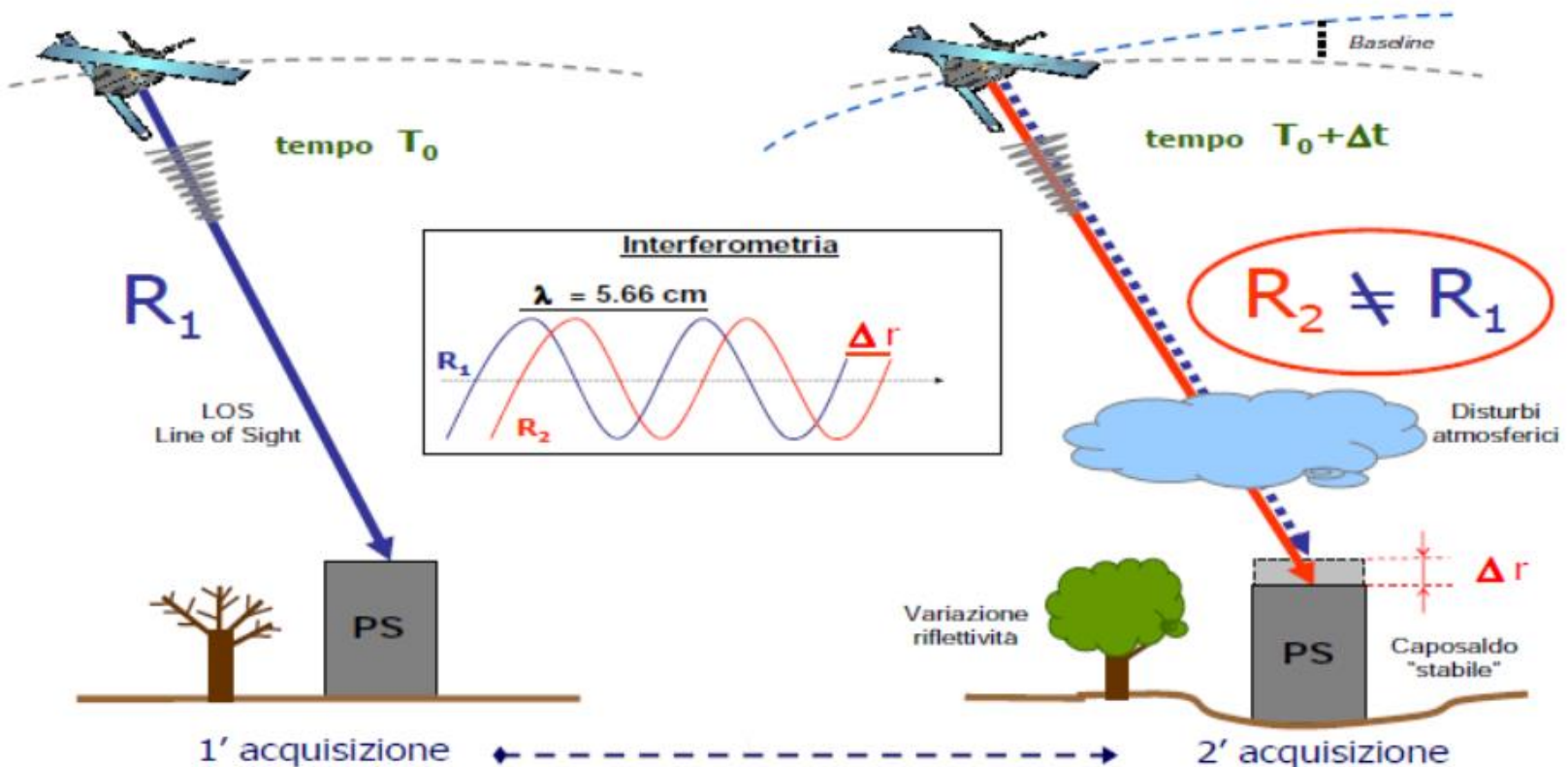
I riflettori artificiali

I Corner Reflectors si possono inserire dove ci sono pochi riflettori naturali



INTERFEROMETRIA

L'interferometria è un metodo di trattamento delle immagini SAR.
La tecnica Persistent Scatterers (PS) individua bersagli riflettenti, di cui acquisisce la storia di fase.





INTERFEROMETRIA



Interferometria differenziale

La Tecnica DInSAR permette di confrontare 2 o più immagini differenti, per ottenere misure topografiche o individuare spostamenti della superficie terrestre

Vantaggi

- Accuratezza
- Elevata risoluzione spaziale
- Non invasiva
- Copertura di vaste aree in poco tempo
- Costi contenuti
- Possibilità di osservazione di aree di difficile accesso
- Possibilità di osservazione di fenomeni nel passato, grazie alla copertura temporale dal 1992

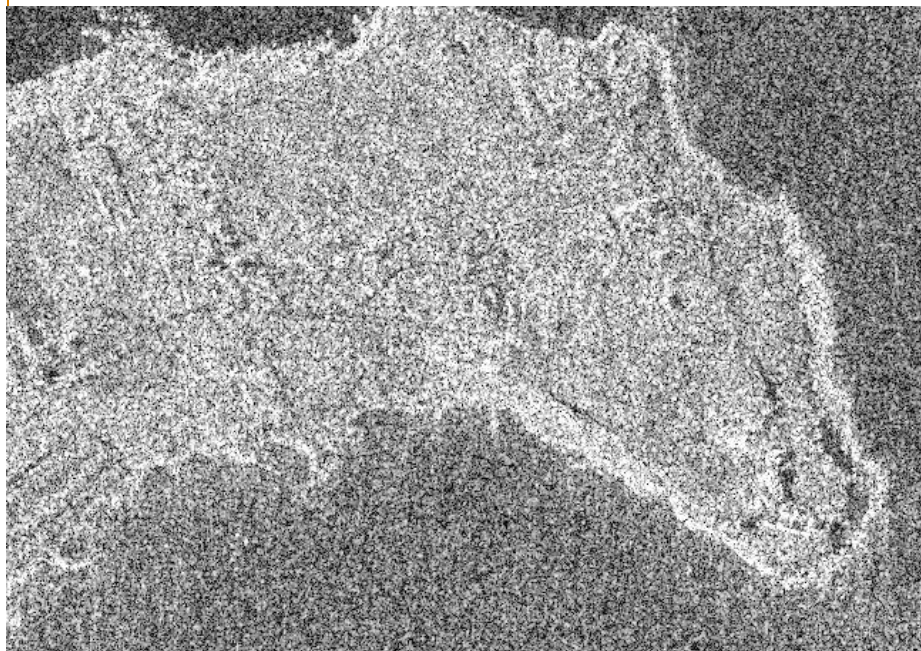
Svantaggi

- Acquisizione solo lungo la congiungente sensore bersaglio
- Necessità di avere riflettori al suolo
- Intervalli di velocità di deformazione misurabili limitati

INTERFEROMETRIA

Le immagini SAR satellitari

Immagine SAR



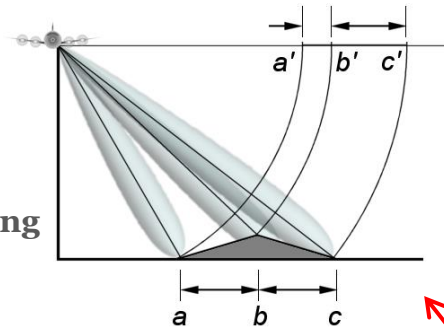
Stack di immagini processate



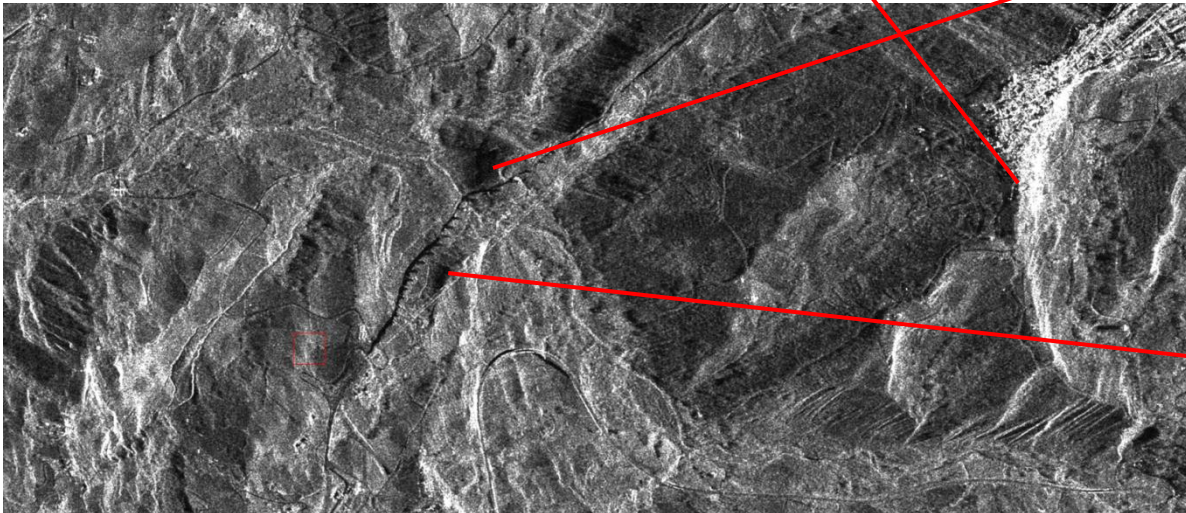
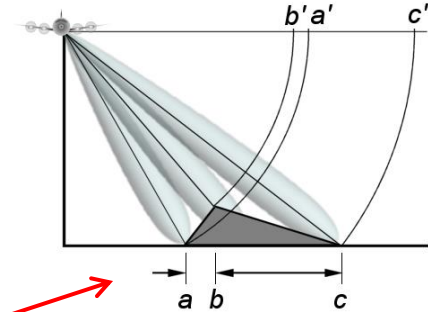
INTERFEROMETRIA

Distorsioni geometriche delle immagini

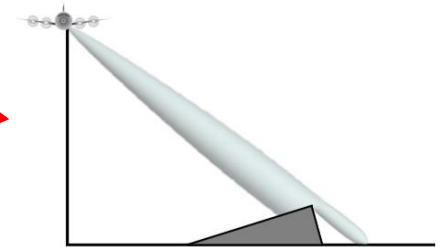
Foreshortening



Layover

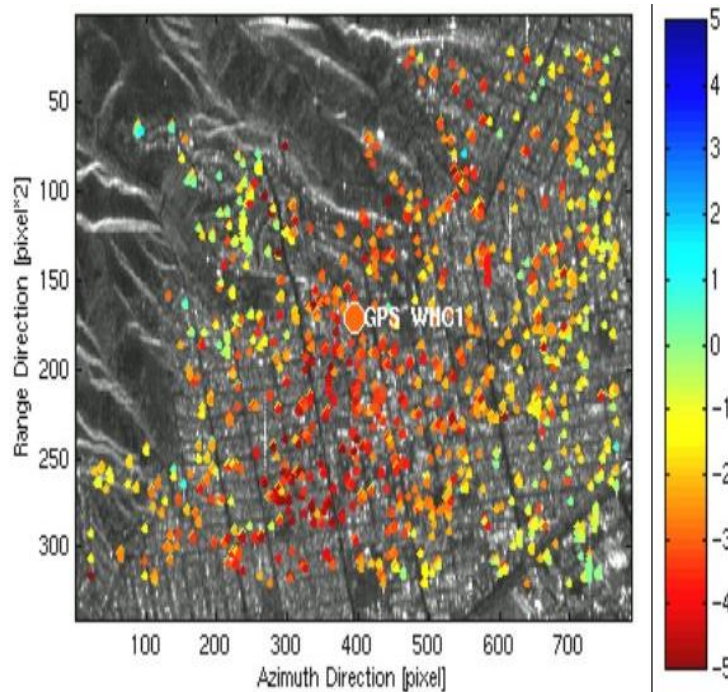


Shadowing

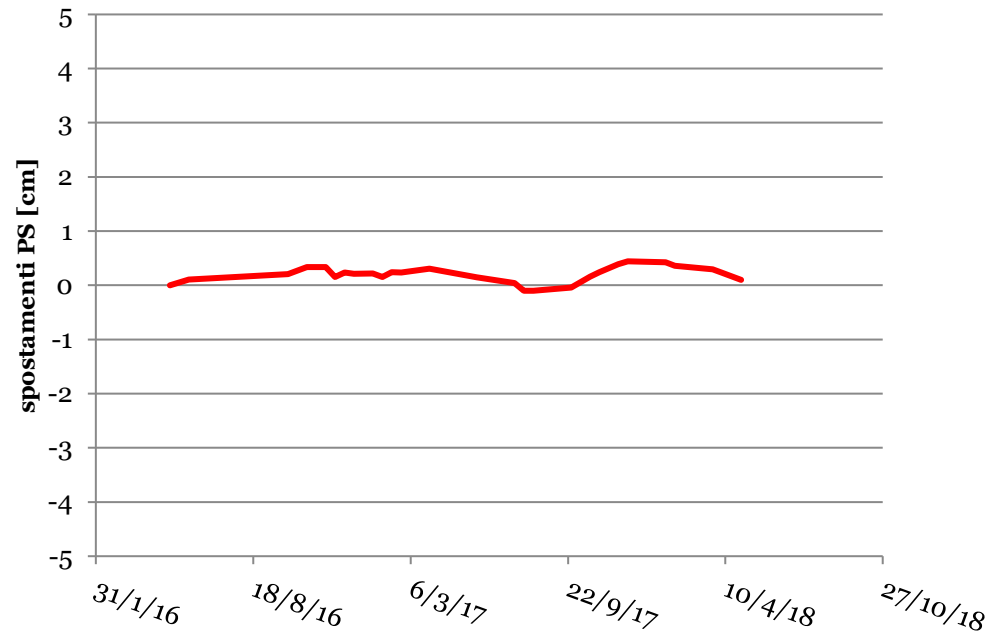


INTERFEROMETRIA

Output



Mappa dei PS



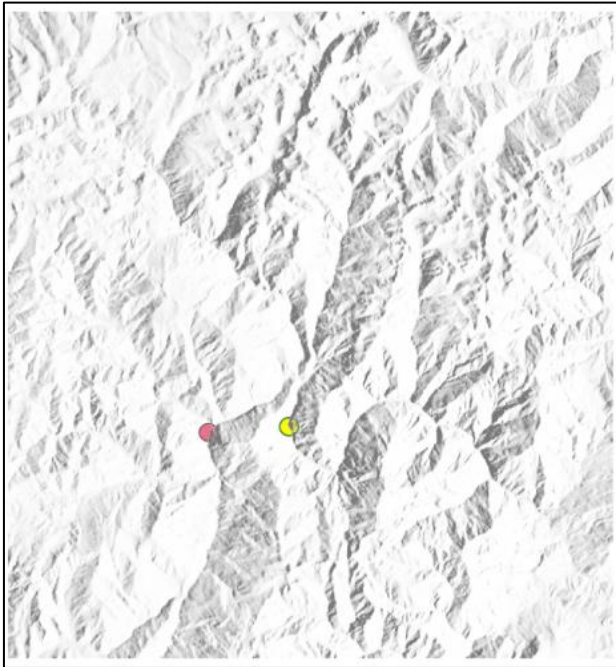
Serie temporale di un PS

APPLICAZIONE

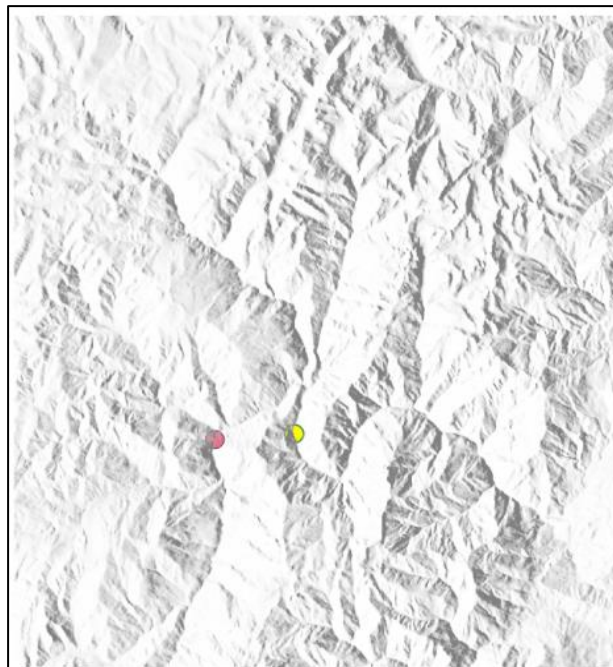


Procedura per l'individuazione delle aree critiche




I. Analisi della visibilità del satellite



Mappa di visibilità in ascending



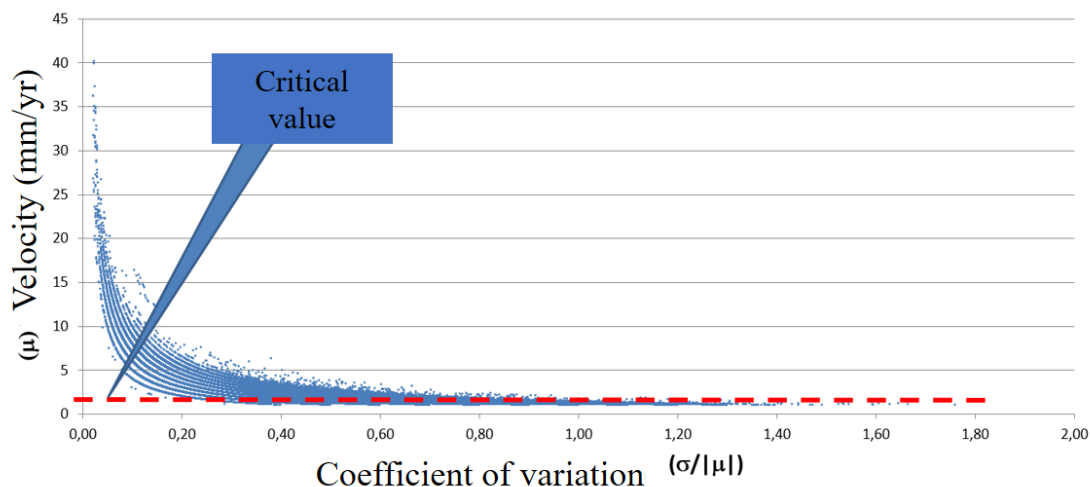
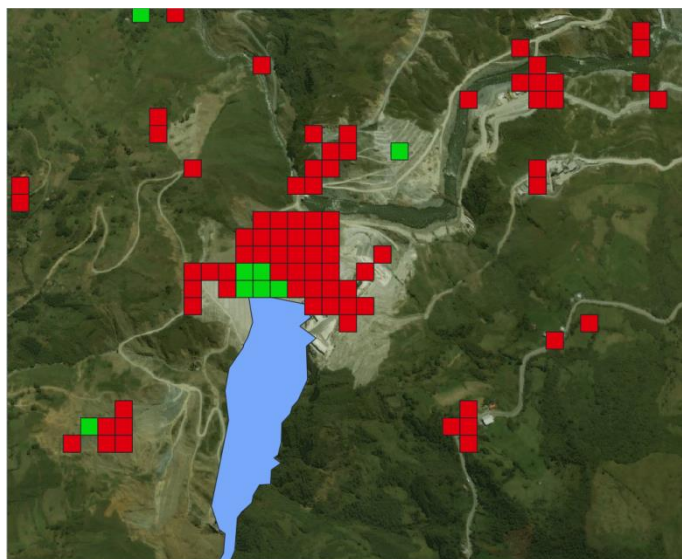
Mappa di visibilità in descending

-  Distorsione da foreshortening
-  Distorsione da layover
-  Buona visibilità

APPLICAZIONE

Procedura per l'individuazione delle aree critiche

II. Creazione della fishnet



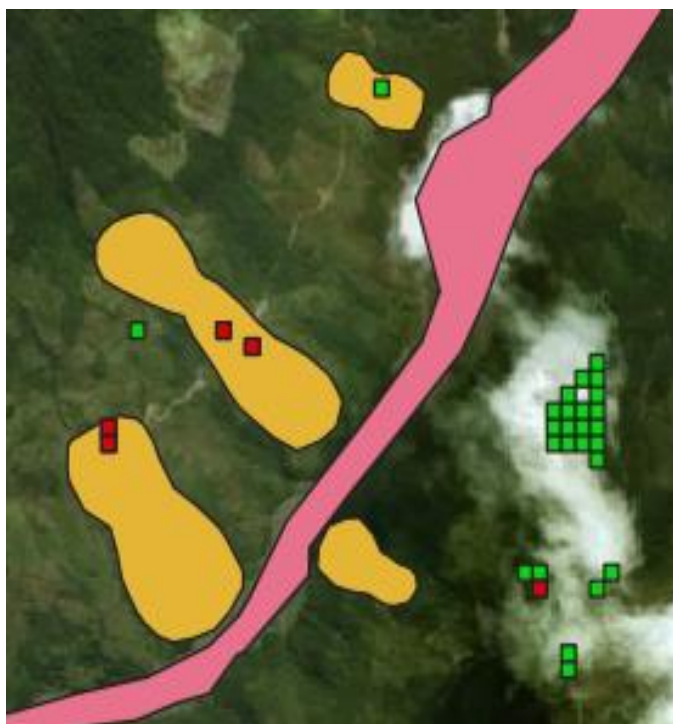
Il valore soglia di velocità è 3 mm/anno, cioè l'errore strumentale del satellite

APPLICAZIONE



Procedura per l'individuazione delle aree critiche

III. Correlazione delle celle della fishnet con fenomeni franosi nell'intorno dell'invaso



■ Le celle rosse contengono PS con velocità ≥ 3 mm/anno

■ Le celle verdi contengono PS con velocità < 3 mm/anno

■ Frane cartografate

■ Invaso artificiale

CASI STUDIO

Posizione delle dighe



CASI STUDIO



La diga di Mazar



La diga è un rilevato in roccia con paramento di monte impermeabile in calcestruzzo, con altezza massima di 183 m.

Il bacino di Mazar invasa 410 milioni di m³ di acqua

CASI STUDIO



La diga di Daniel Palacios

La diga è in cemento e di tipo arco-gravità,
ed è alta 170 m. Il bacino contiene 120
milioni di m³ di acqua



CASI STUDIO

La diga di La Esperanza



La diga è costituita da un terrapieno, di 47 m di altezza



Il bacino invasa 450 milioni di m³ di acqua

APPLICAZIONE

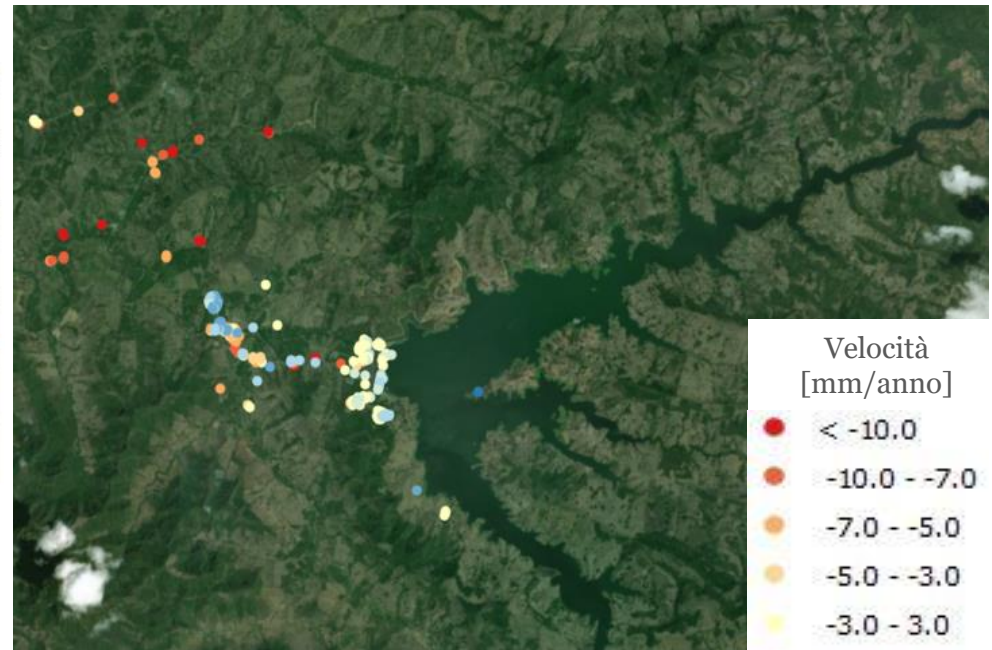


La diga di La Esperanza

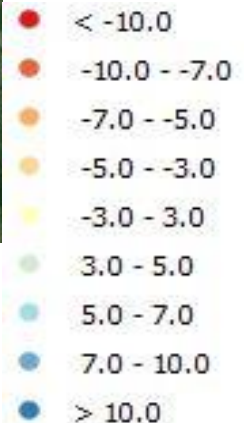
Carta dei PS in geometria di acquisizione ascending e descending



Sono state processate 33 immagini ascending e 65 immagini descending, acquisite a cadenza mensile, da aprile 2016 a novembre 2018



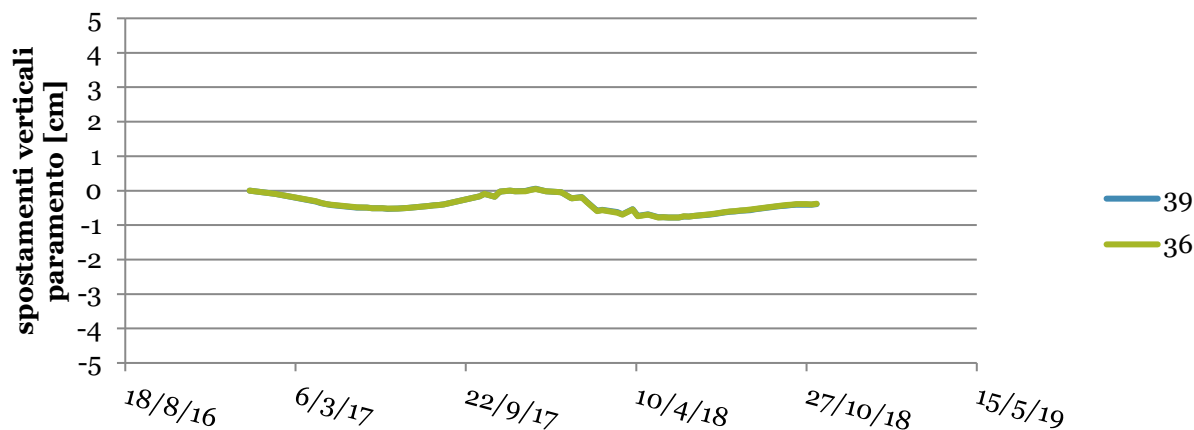
Velocità
[mm/anno]



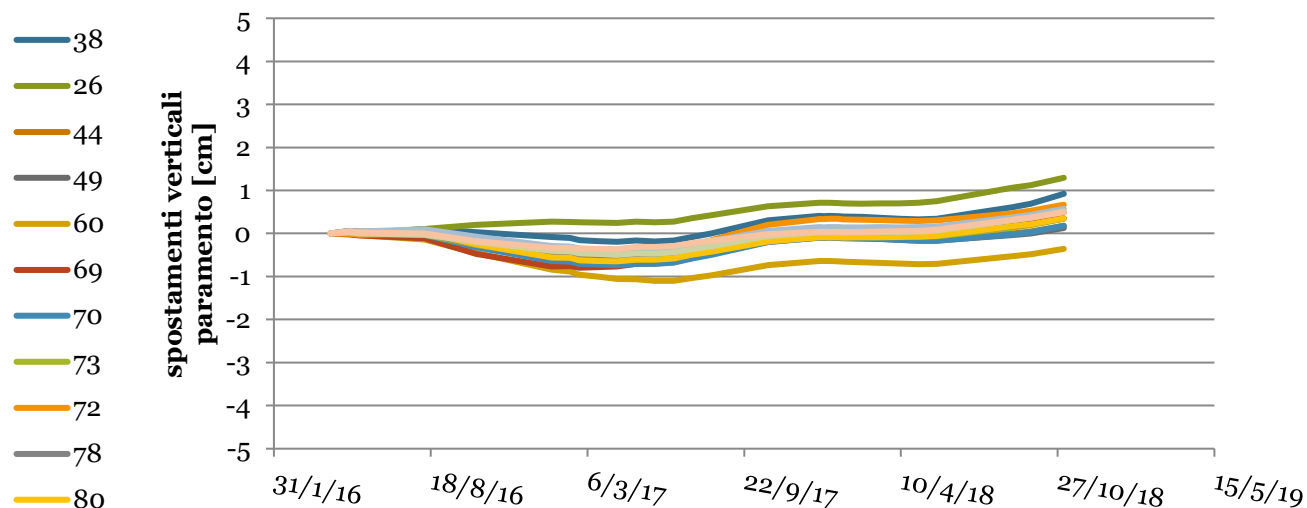
RISULTATI OTTENUTI



La diga di La Esperanza



Serie temporali dei
PS sul paramento
nelle due geometrie
di acquisizione



RISULTATI OTTENUTI



La diga di La Esperanza

Componenti dello spostamento

Posizione PS	spost_z [cm]	spost_x [cm]
Scuola di polizia dx	-0.01	1.60
	-0.16	1.36
Scuola di polizia sx	-0.17	1.66
	-0.01	1.53
	-0.15	1.05
	-0.10	1.36
paramento	0.29	1.52
	-0.11	0.65

Gli spostamenti delle sponde sono degli scivolamenti planari. Le zone risultano comunque stabili, in accordo anche con la bassa pendenza dei versanti

APPLICAZIONE

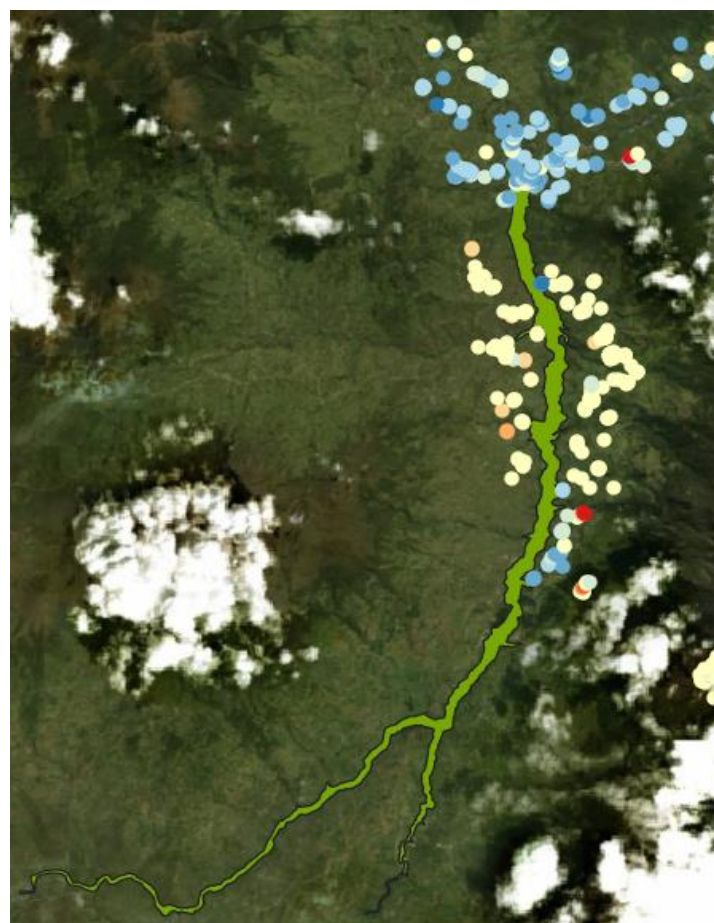


La diga di Mazar

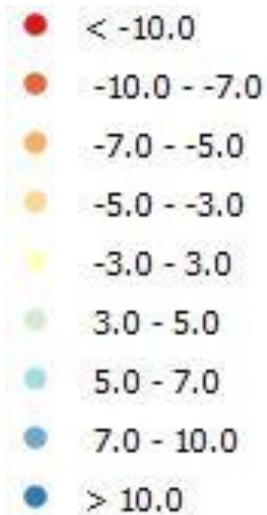
Carta dei PS



Sono state processate 27
immagini ascending, acquisite a
cadenza circa mensile, da maggio
2016 ad aprile 2018



Velocità
[mm/anno]

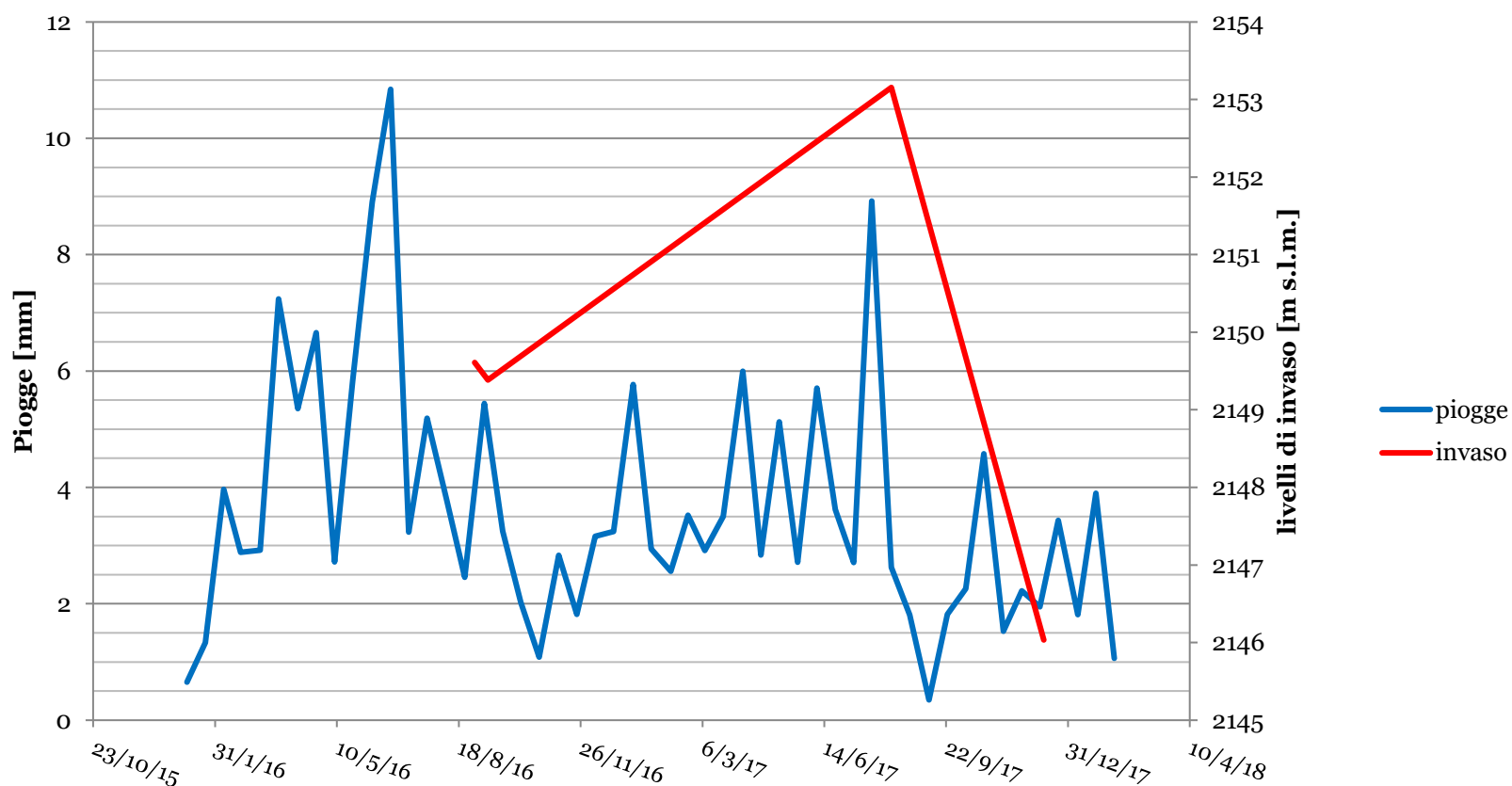


RISULTATI OTTENUTI



La diga di Mazar

Correlazione tra livelli di invaso e piogge medie quindicinali

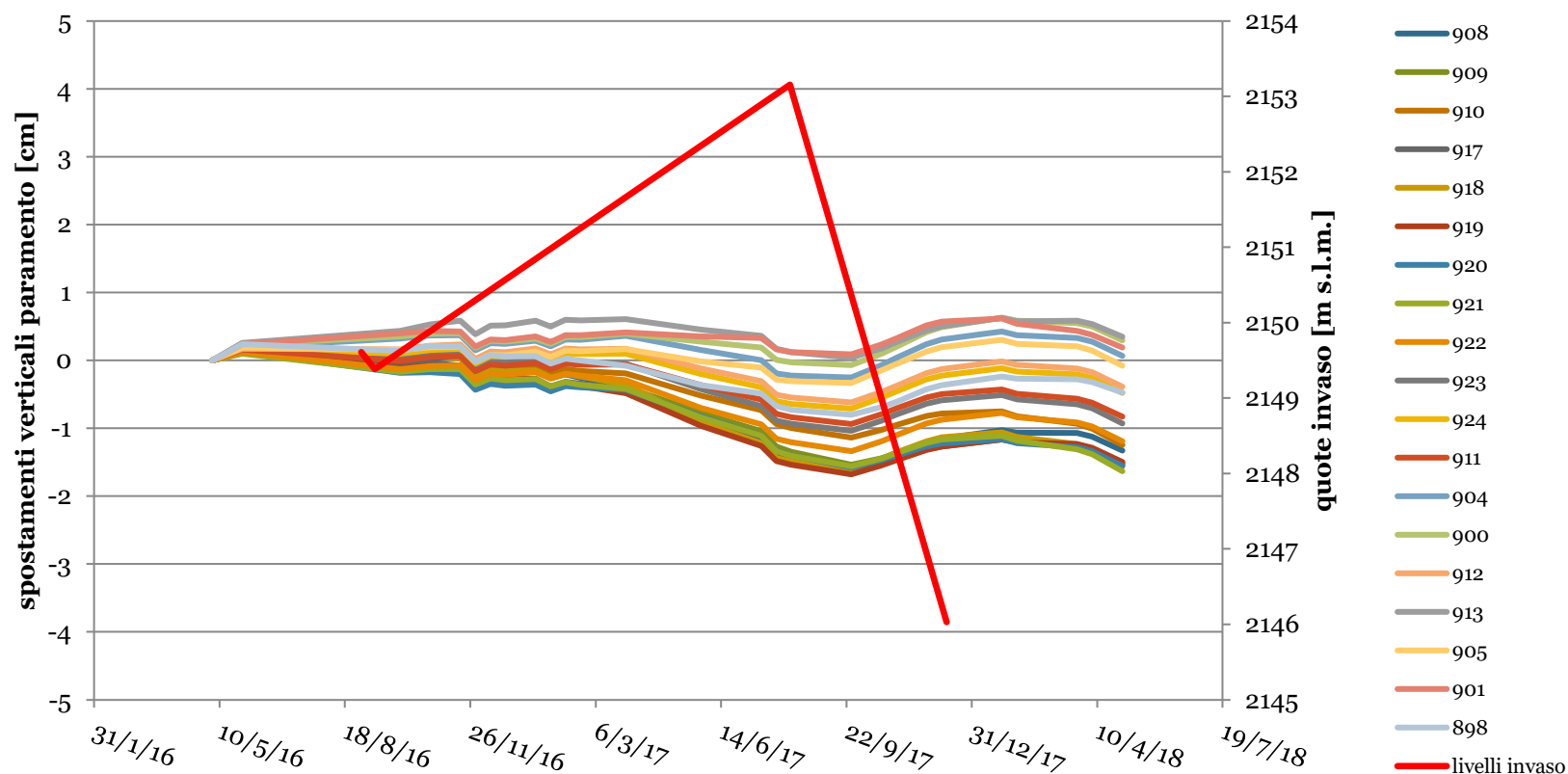


APPLICAZIONE



La diga di Mazar

Serie temporali degli spostamenti dei PS sul paramento

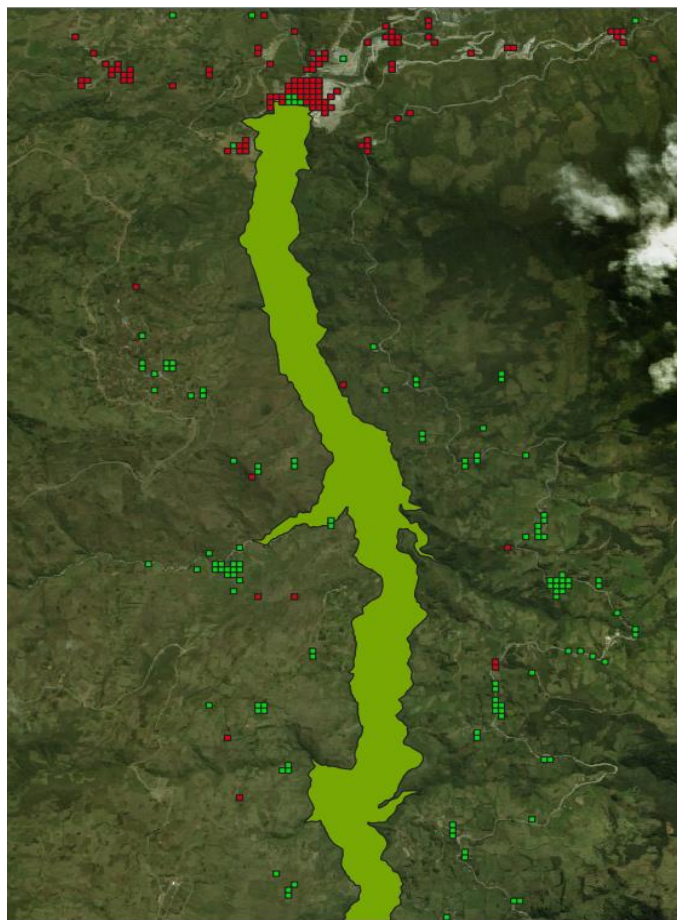


APPLICAZIONE



La diga di Mazar

Celle della fishnet



-  Aree instabili
-  Aree stabili
-  Invaso

APPLICAZIONE

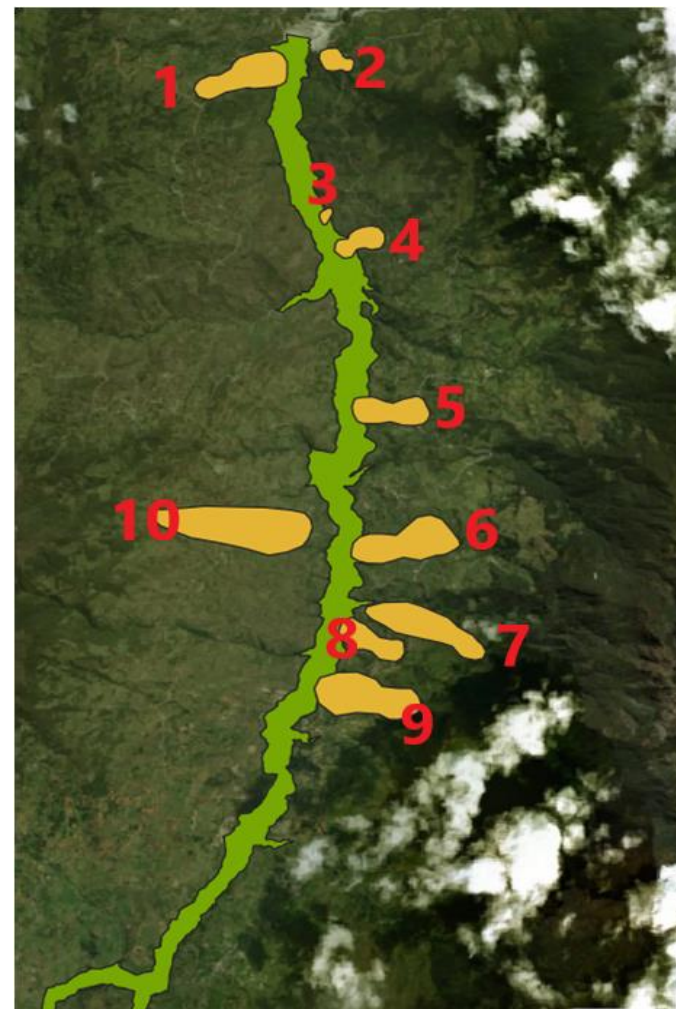


La diga di Mazar

Carta delle frane



La frana numero 3

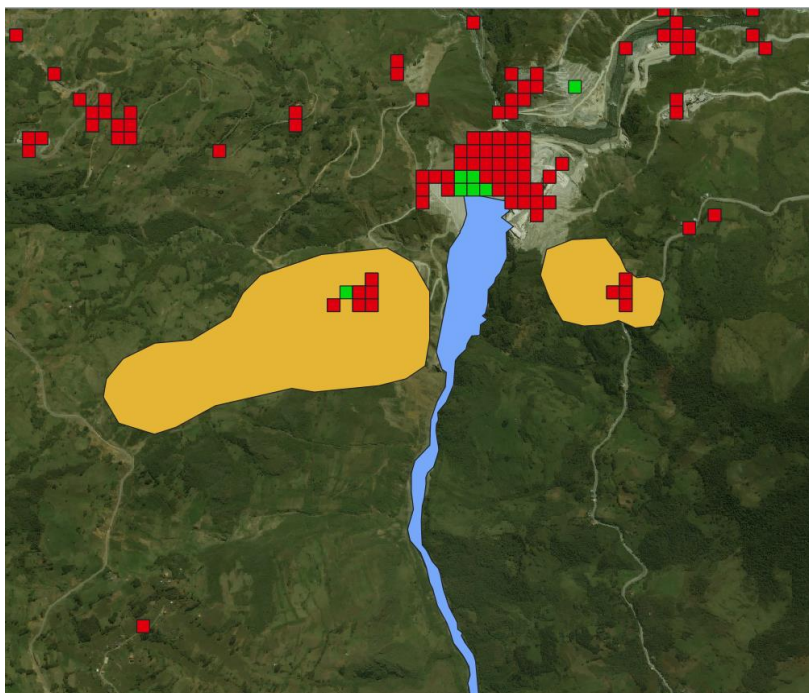


APPLICAZIONE



La diga di Mazar

Correlazione frane – fishnet
Zona paramento



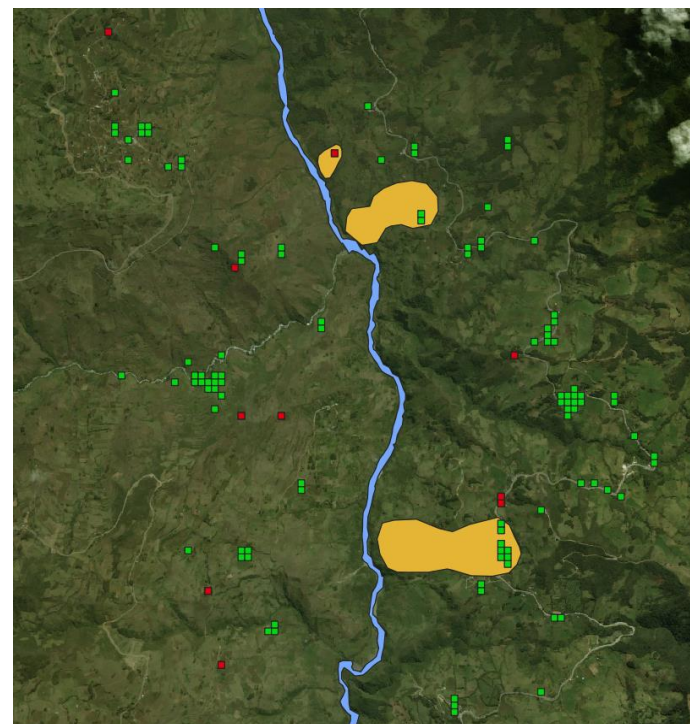
 Aree instabili

 Aree stabili

 Frane

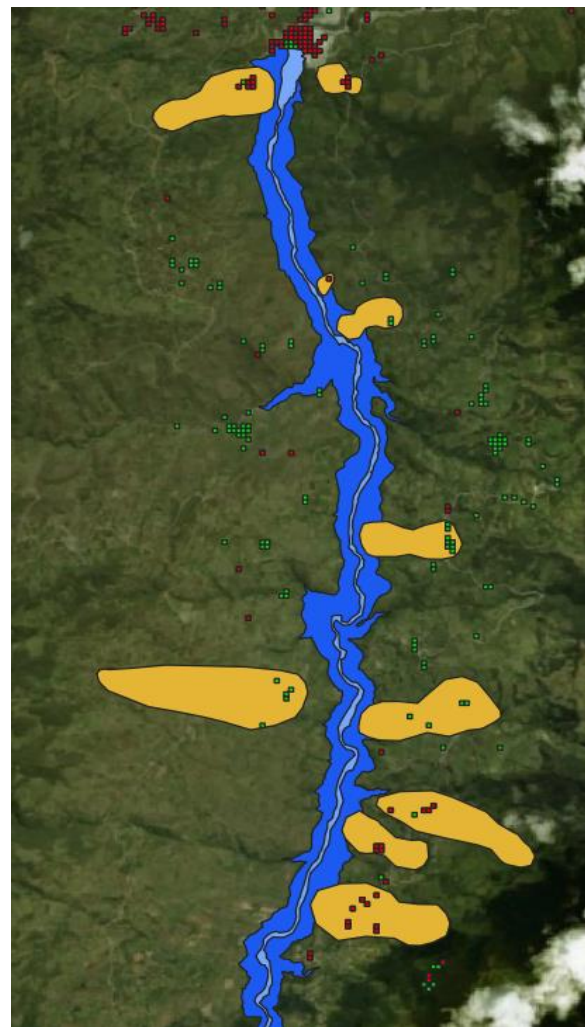
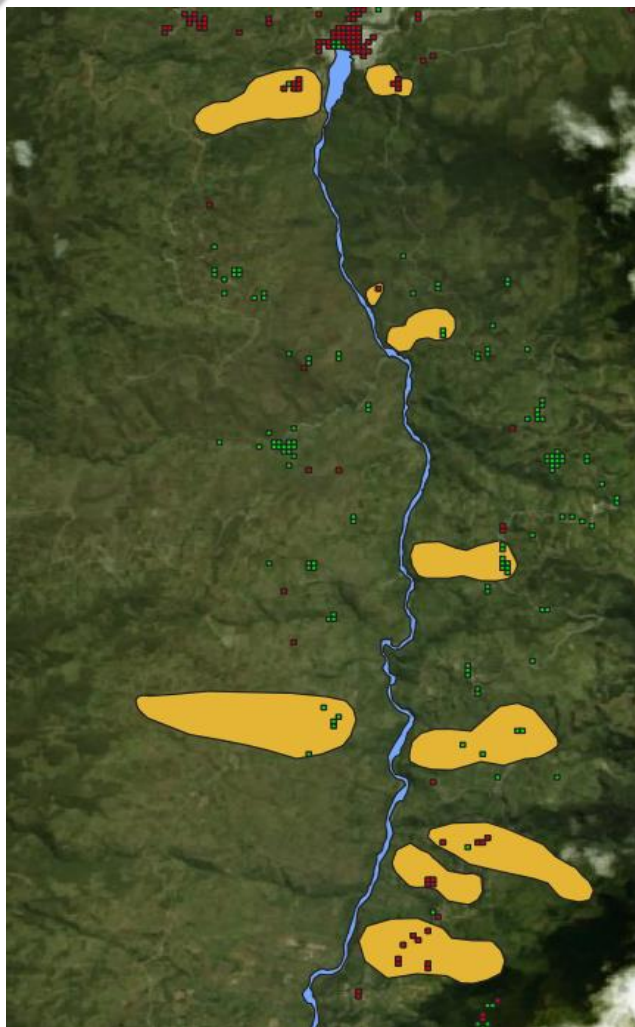
 Invaso

Correlazione frane – fishnet
Zona centrale dell'invaso



APPLICAZIONE

La diga di Mazar

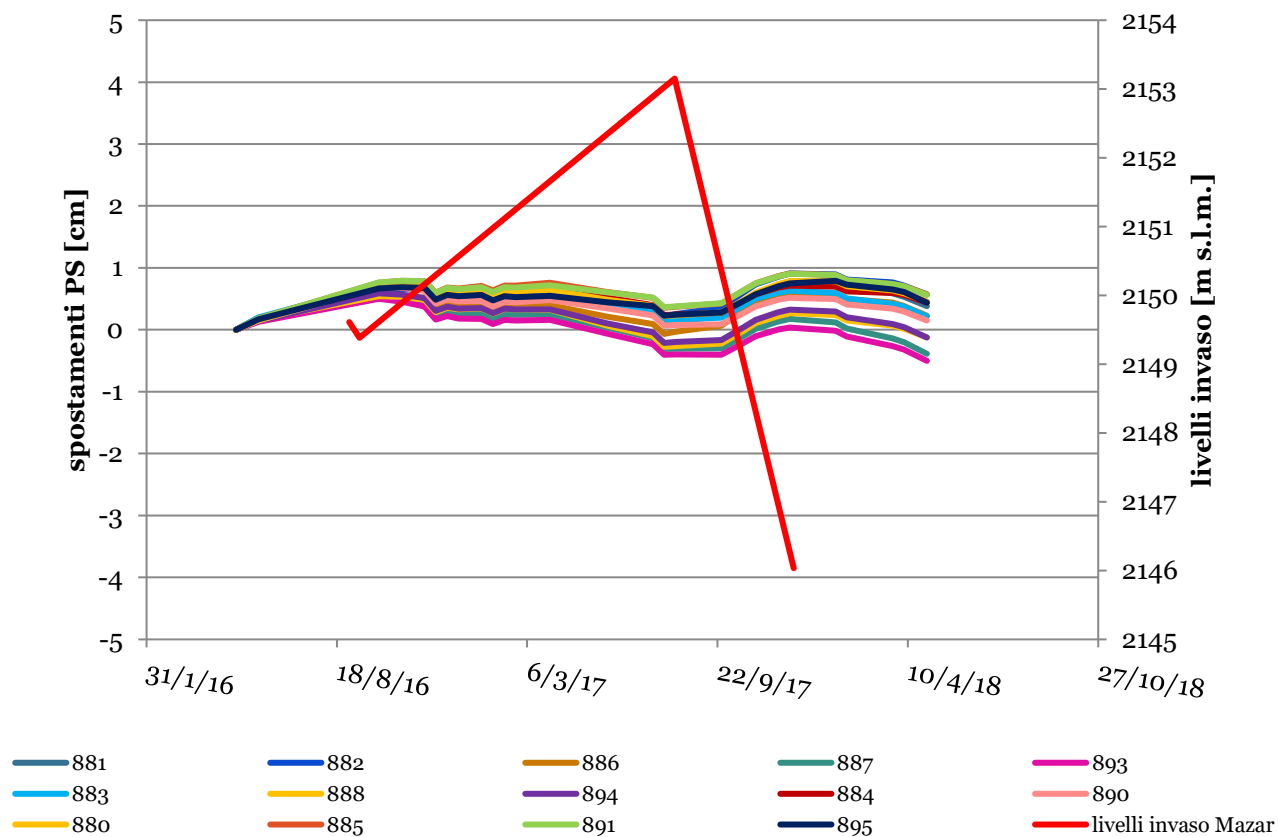


RISULTATI OTTENUTI



La diga di Mazar

Serie temporali degli spostamenti dei PS della frana 1

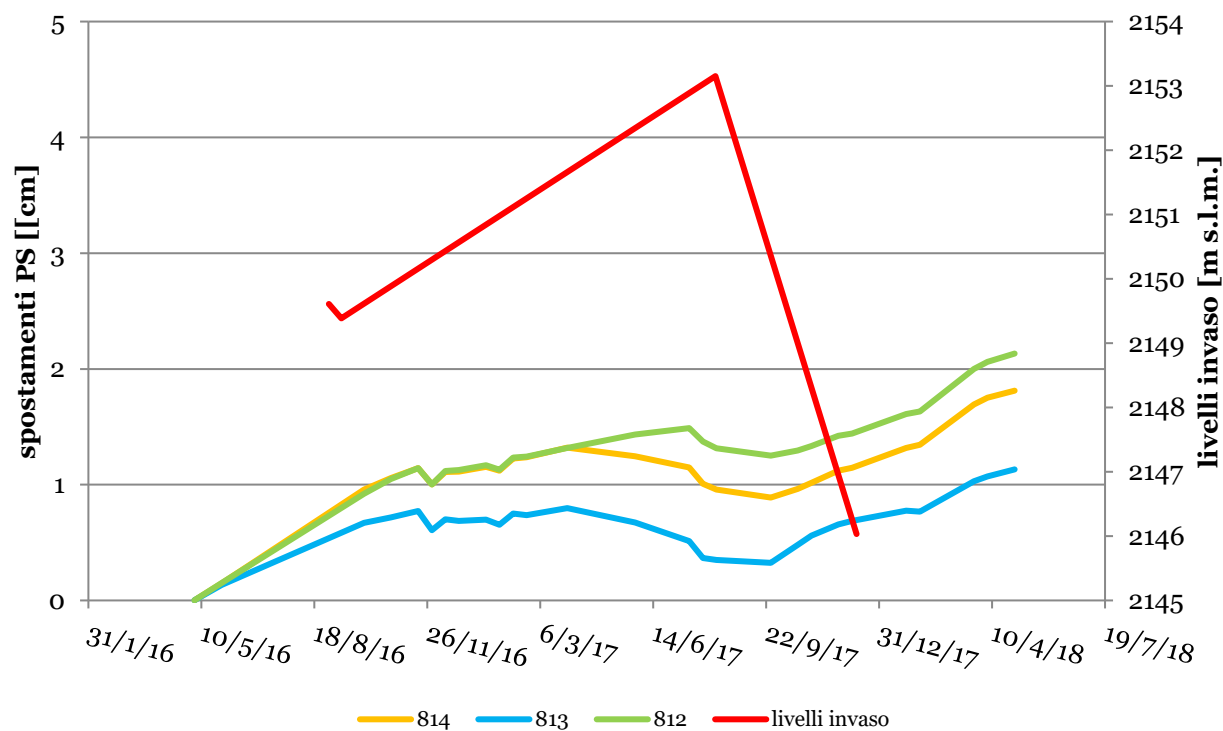


RISULTATI OTTENUTI



La diga di Mazar

Serie temporali degli spostamenti dei PS della frana 3



APPLICAZIONE



La diga Daniel Palacios

Carta del PS



Celle della fishnet

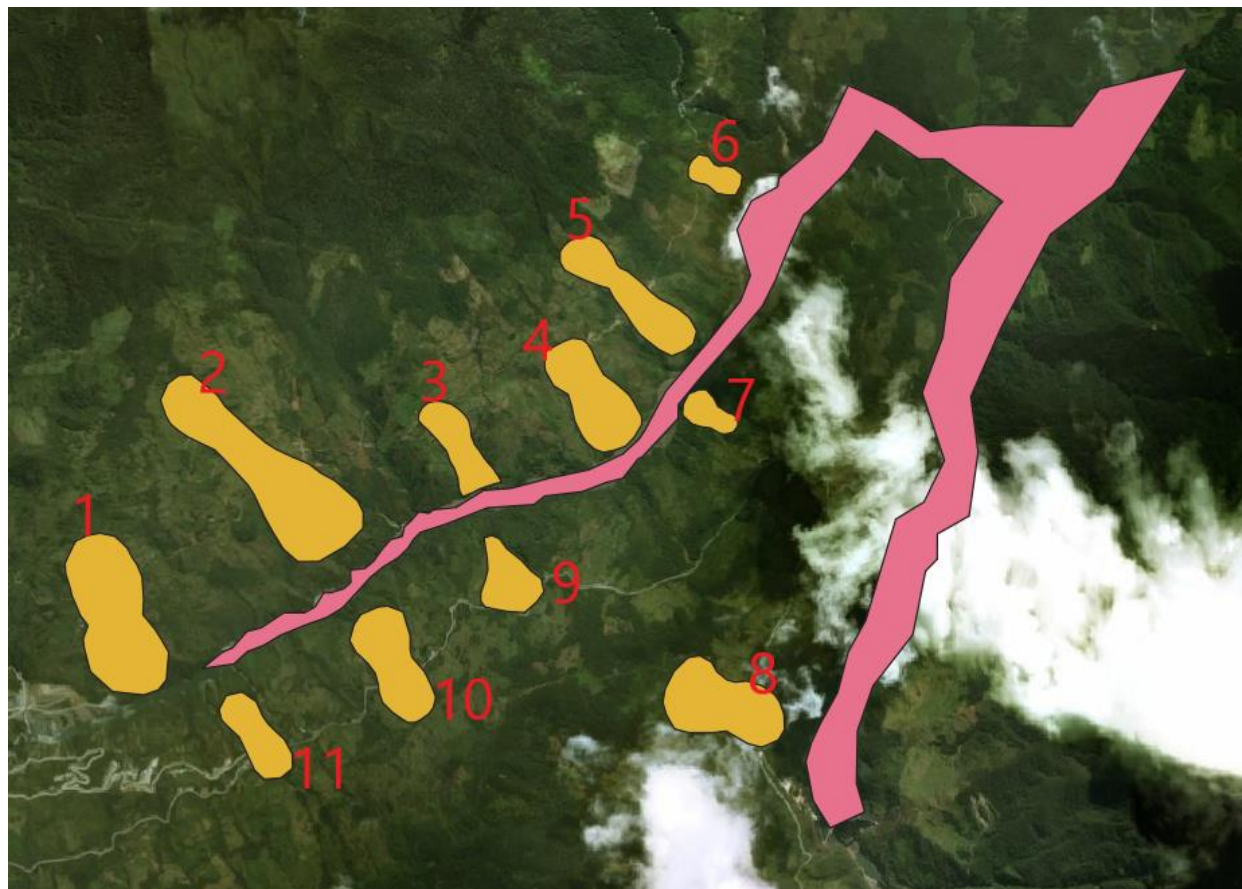


APPLICAZIONE



La diga Daniel Palacios

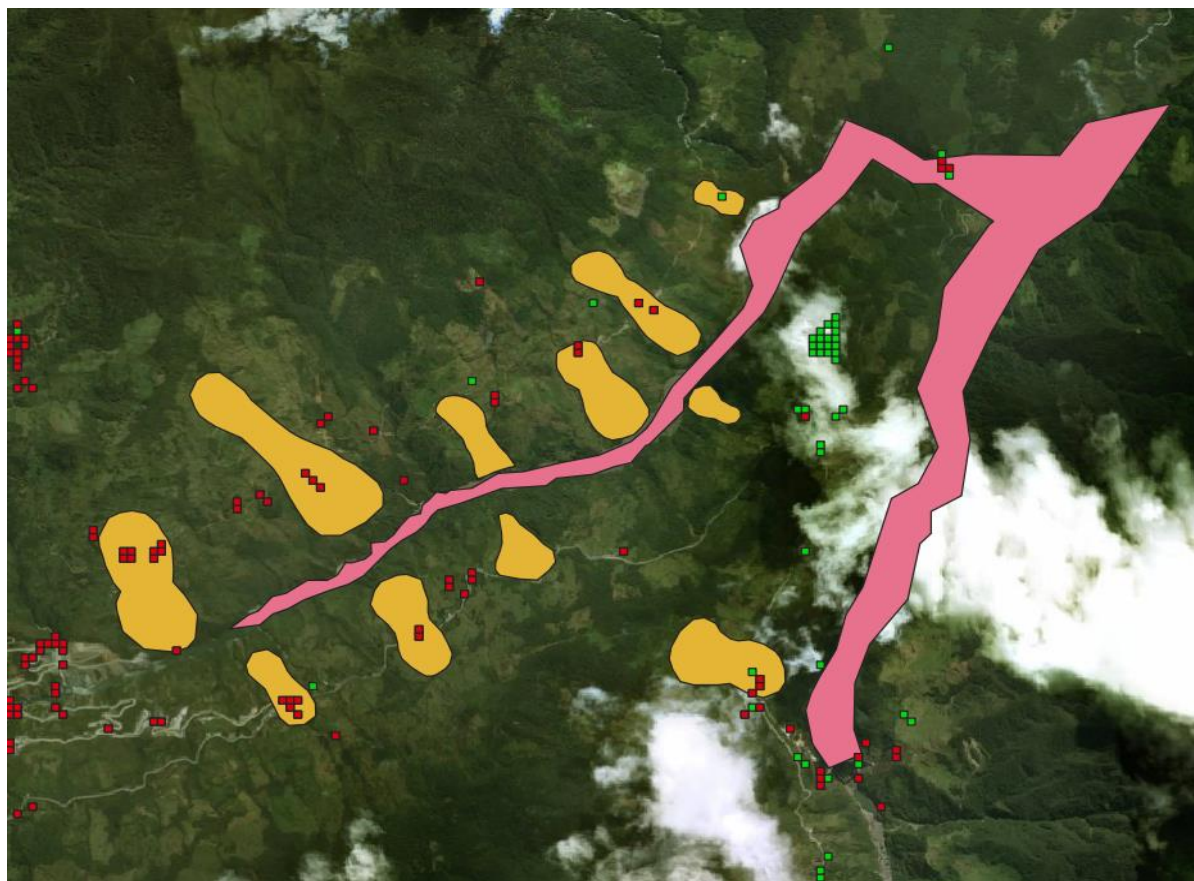
Carta delle frane



APPLICAZIONE

La diga Daniel Palacios

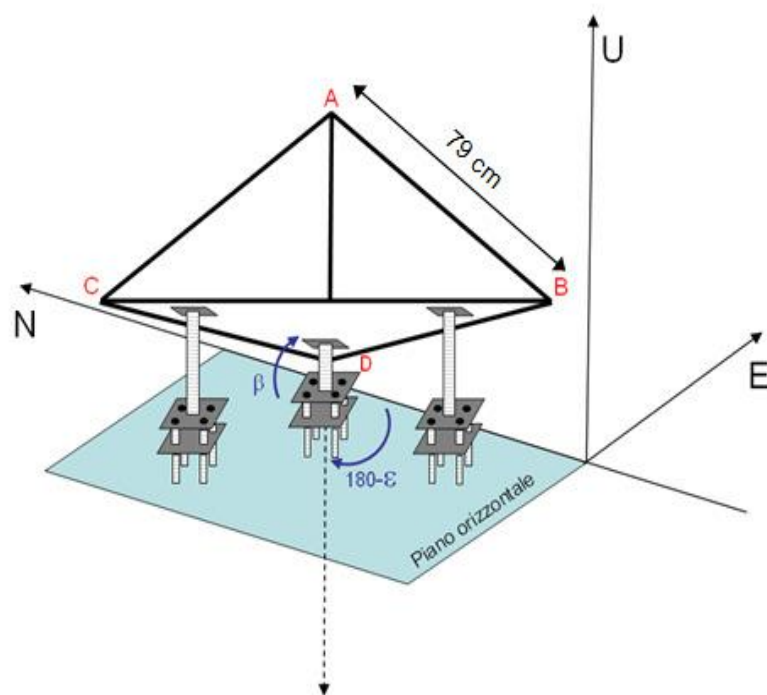
Correlazione della fishnet con i fenomeni franosi



SVILUPPI SUCCESSIVI

I riflettori artificiali

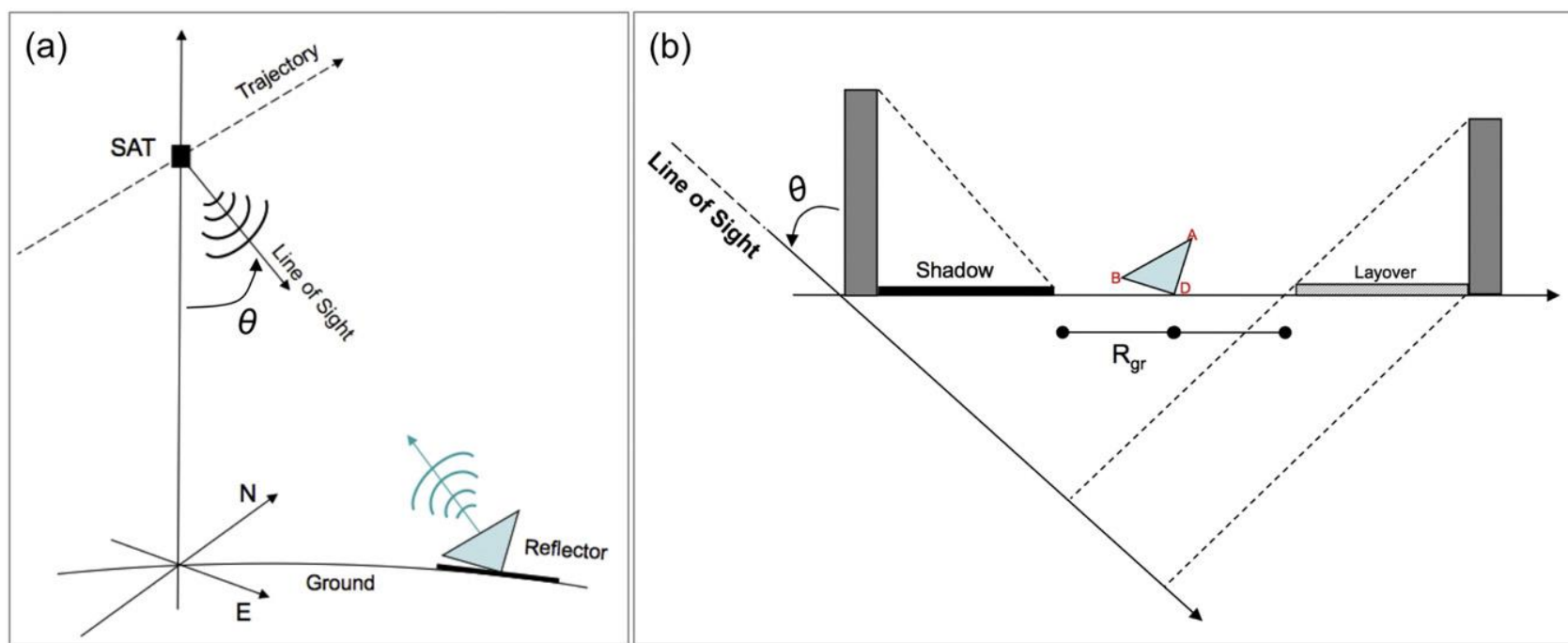
Utilizzo dei riflettori passivi, gli AR Trihedral Corner Reflectors



SVILUPPI SUCCESSIVI

I riflettori artificiali

Utilizzo dei riflettori passivi, gli AR Trihedral Corner Reflectors



I riflettori artificiali

La nuova frontiera: i riflettori artificiali attivi



La sfida dell'Università di Napoli
Federico II:

- Abbattere i costi di produzione e installazione
- Ottimizzare il design
- Brevettare riflettori contenuti in strutture prefabbricate

CONCLUSIONI



- Il SAR permette il monitoraggio vaste aree, ottimizzando tempi e costi, e si è dimostrato uno strumento utile nel monitorare strutture a grande sviluppo areale, quali le dighe, integrando i risultati forniti con le misure di monitoraggio tradizionale.
- Nei luoghi dove non vi sono sufficienti PS visibili a causa della vegetazione, è necessario inserire riflettori artificiali.
- Per superare le limitazioni dei riflettori passivi (visibilità dal satellite e manutenzione), finora maggiormente utilizzati, l'ultima frontiera sono i riflettori artificiali attivi, che emettono un segnale radar, per i quali si stanno studiando nuove e più efficienti configurazioni.

A horizontal dashed orange line spans the width of the slide. On the left side of this line is a blue bubble with a smaller white bubble inside it. In the center of the line is a large orange circle with a smaller orange circle inside it.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

24 febbraio 2021

A solid orange horizontal bar at the bottom of the slide.