

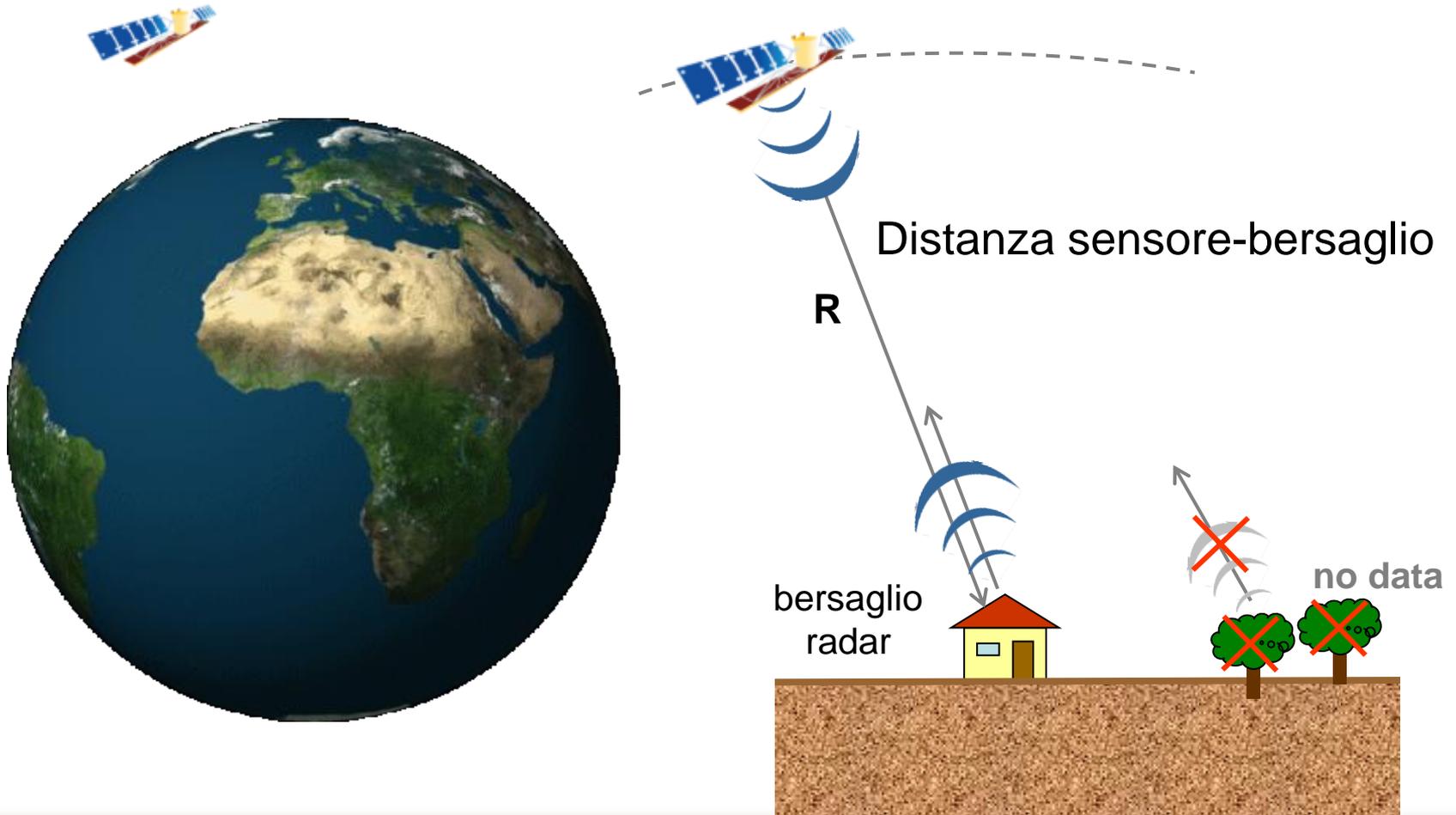
Il telerilevamento radar satellitare per il monitoraggio del territorio e delle infrastrutture: casi reali

DORIS_Net per le PMI Lombarde

Stefano Cespa, TRE

Andrea Zaccone, Regione Lombardia

Satelliti radar



Il principio di funzionamento



1 acquisizione

2 acquisizione

$\Delta t = 8/11/24/35$ gg

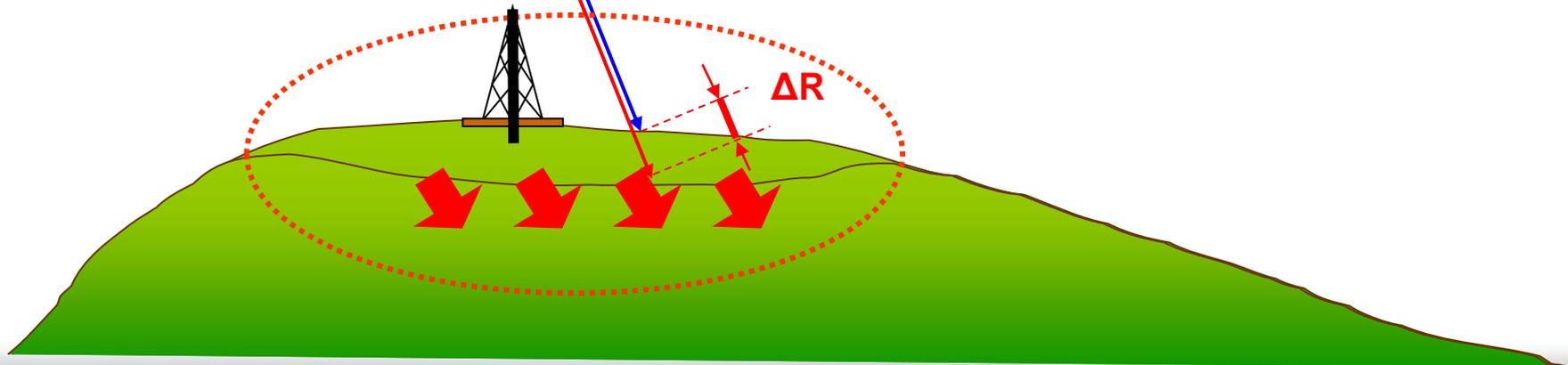
R1

R2

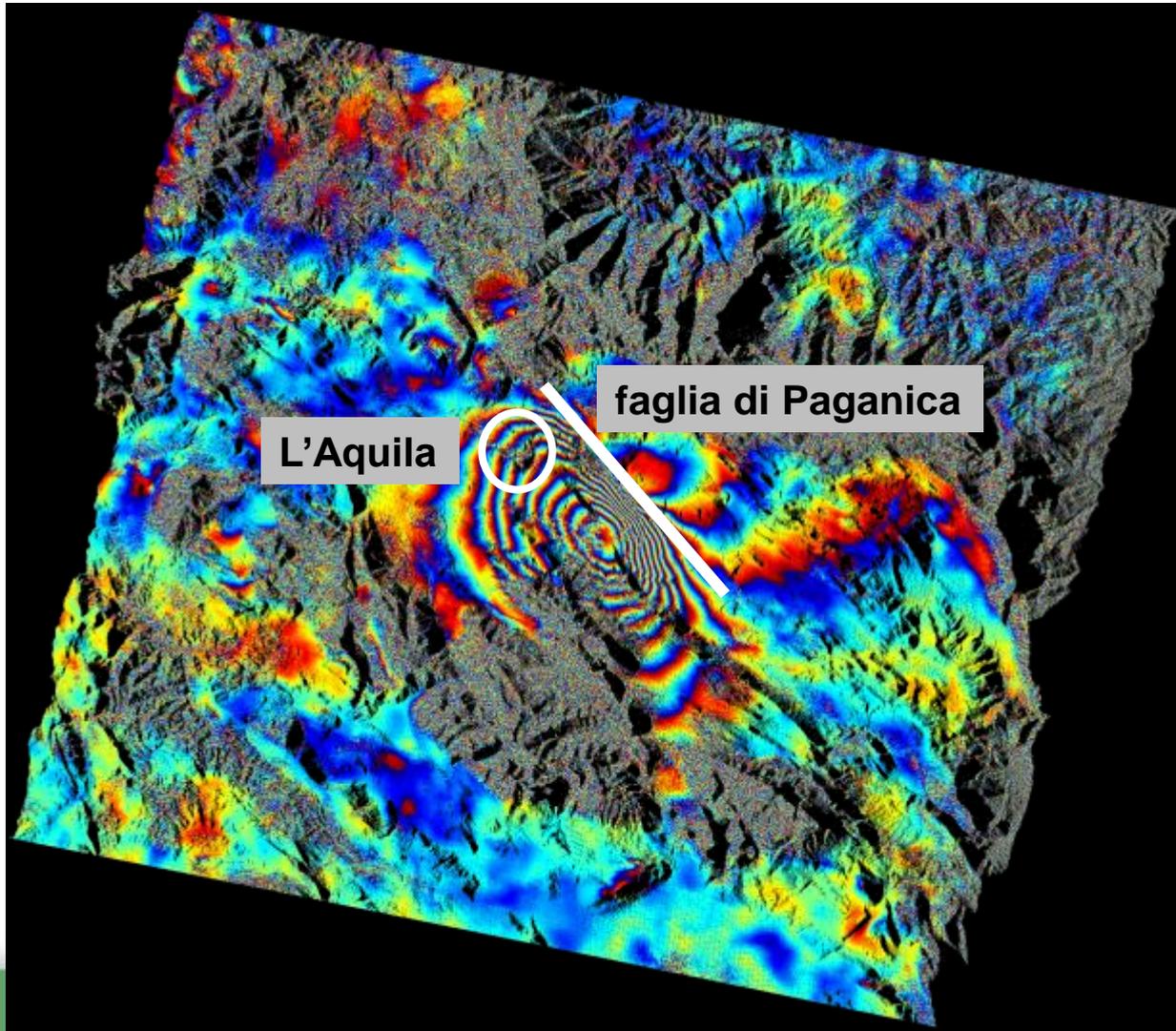
Area soggetta a fenomeni di
deformazione superficiale

Rilevamento di possibili
variazioni di distanza in range

ΔR



Terremoto dell'Aquila, 6 Apr. 2009



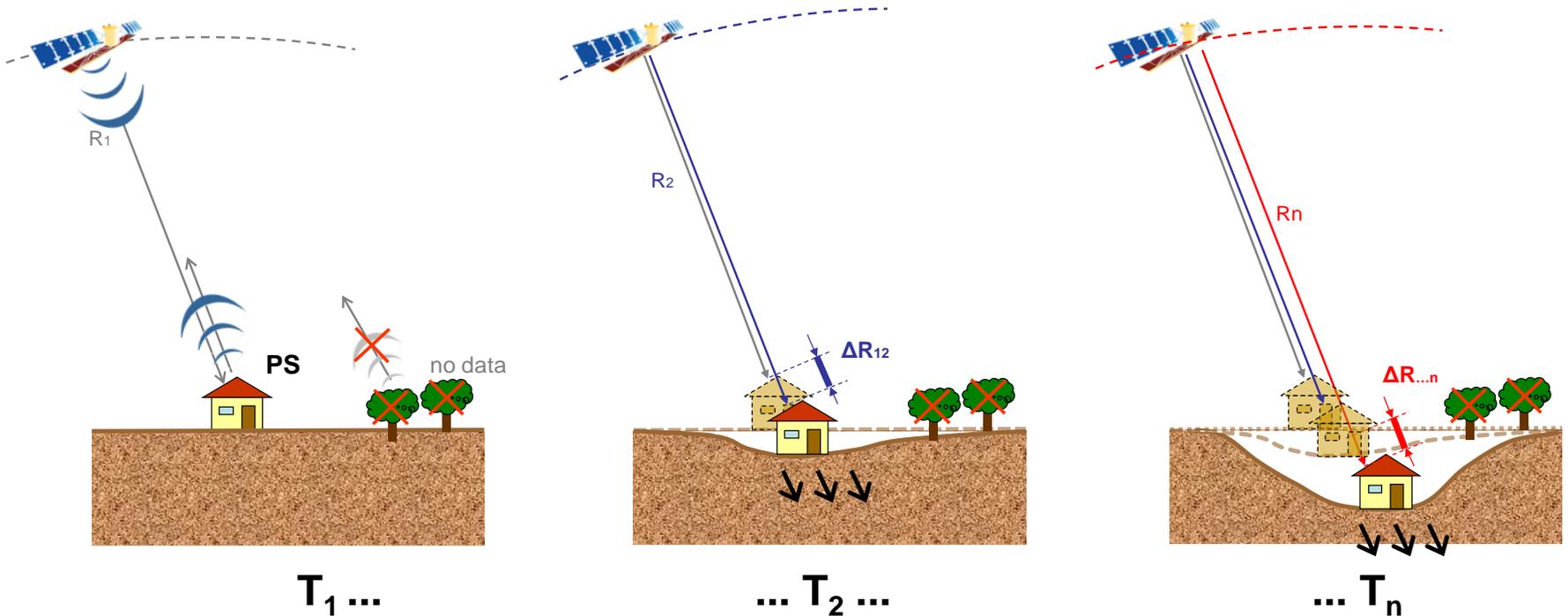
**Interferogramma
cosismico**

Satellite: ENVISAT

Date:
20090201 –
20090412

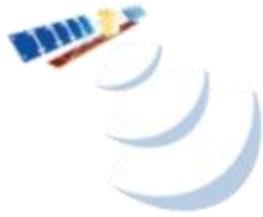
Bn = 148m
Bt = 70gg

Analisi multi temporale

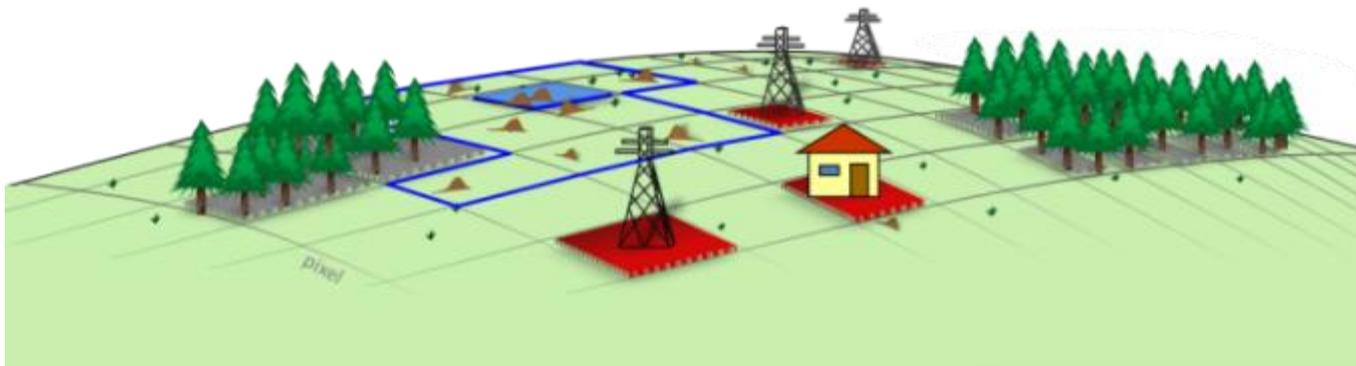


- Individuazione bersaglio in movimento
- Misura dello spostamento
- Distanza sensore-bersaglio
- Acquisizioni ripetute nel tempo

SqueeSAR, bersagli monitorabili



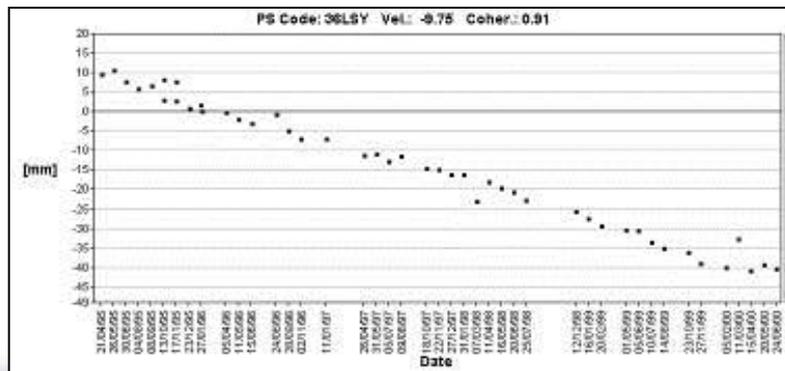
-  PS (Permanent Scatterers)
-  DS (Distributed Scatterers)
-  No data



SqueeSAR™: principali informazioni

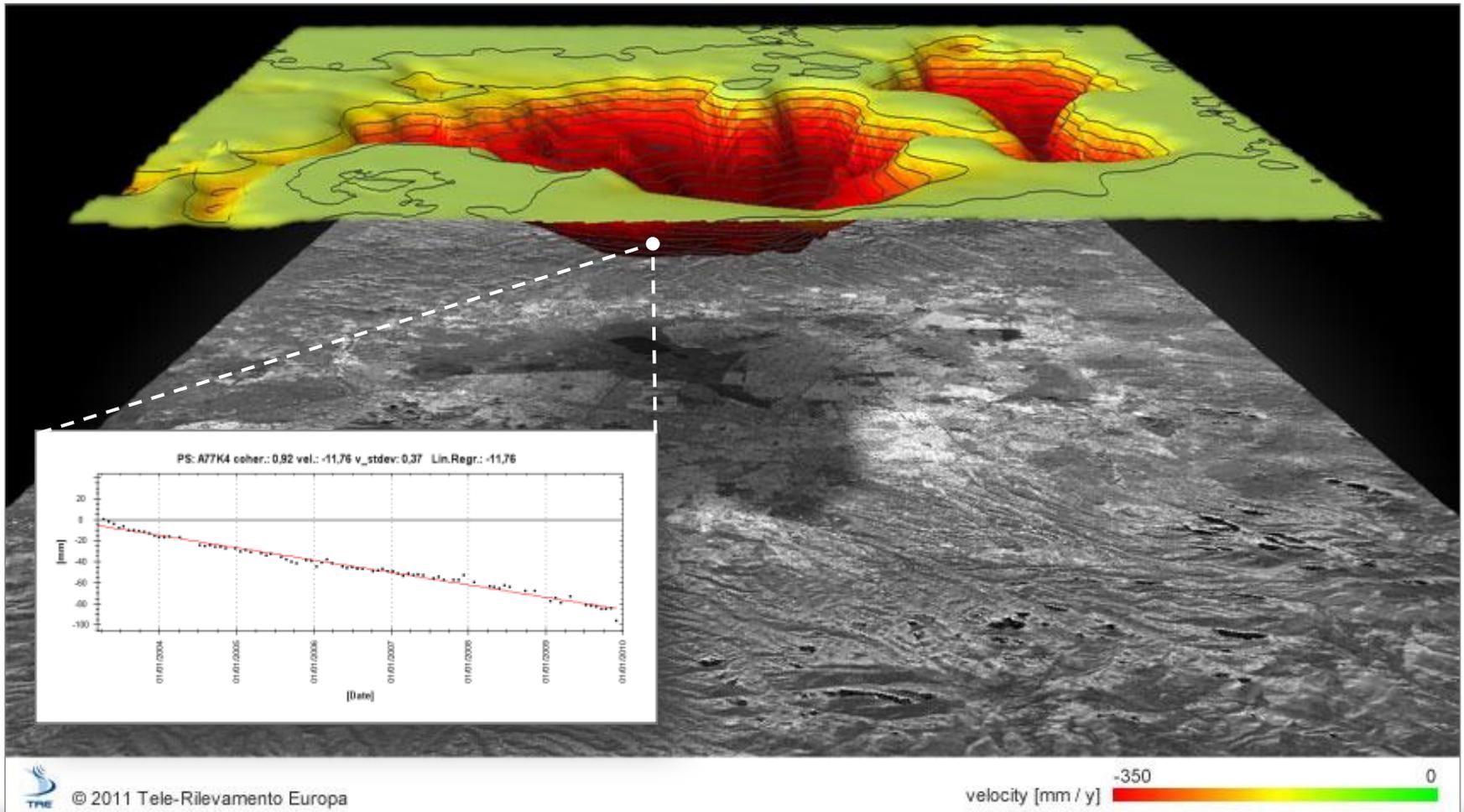


- **MP Posizione [m]**
(Lat, Lon, Height)
- **MP Velocità media [mm/aa]**
(velocità media annua)



- **MP Serie Storica [mm]**
(grafico spostamenti-tempo)

Mexico City



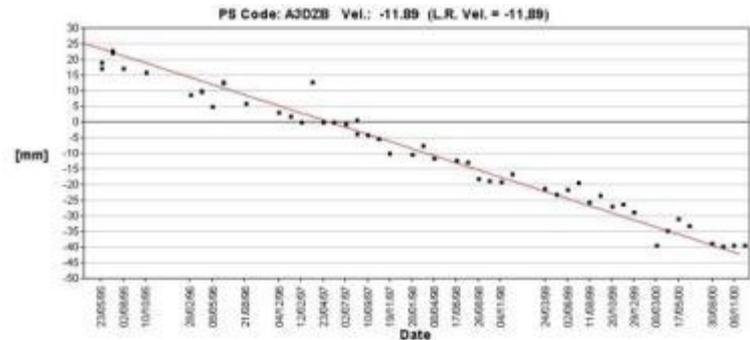
Cumulative displacement from Mar. 2003 – Oct. 2007

Precisione

Le misurazioni PS sono differenziali rispetto ad unico bersaglio radar di riferimento (REF).

La precisione dipende da:

- numero di immagini elaborate,
- la densità di punti di misura,
- distanza dal REF
- condizioni climatiche
- ...

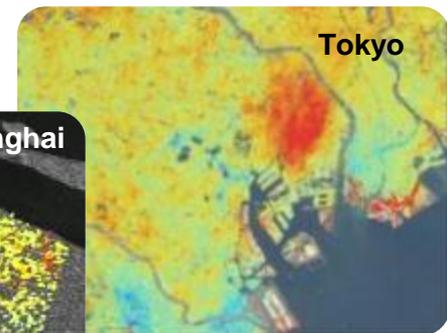
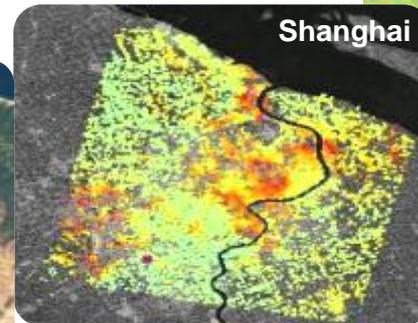
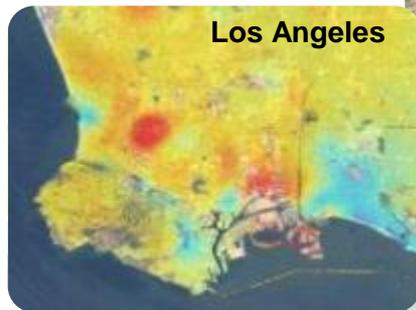


Valori tipici per distanze < 1 km dal punto di riferimento (REF) e dataset ca. 5 anni

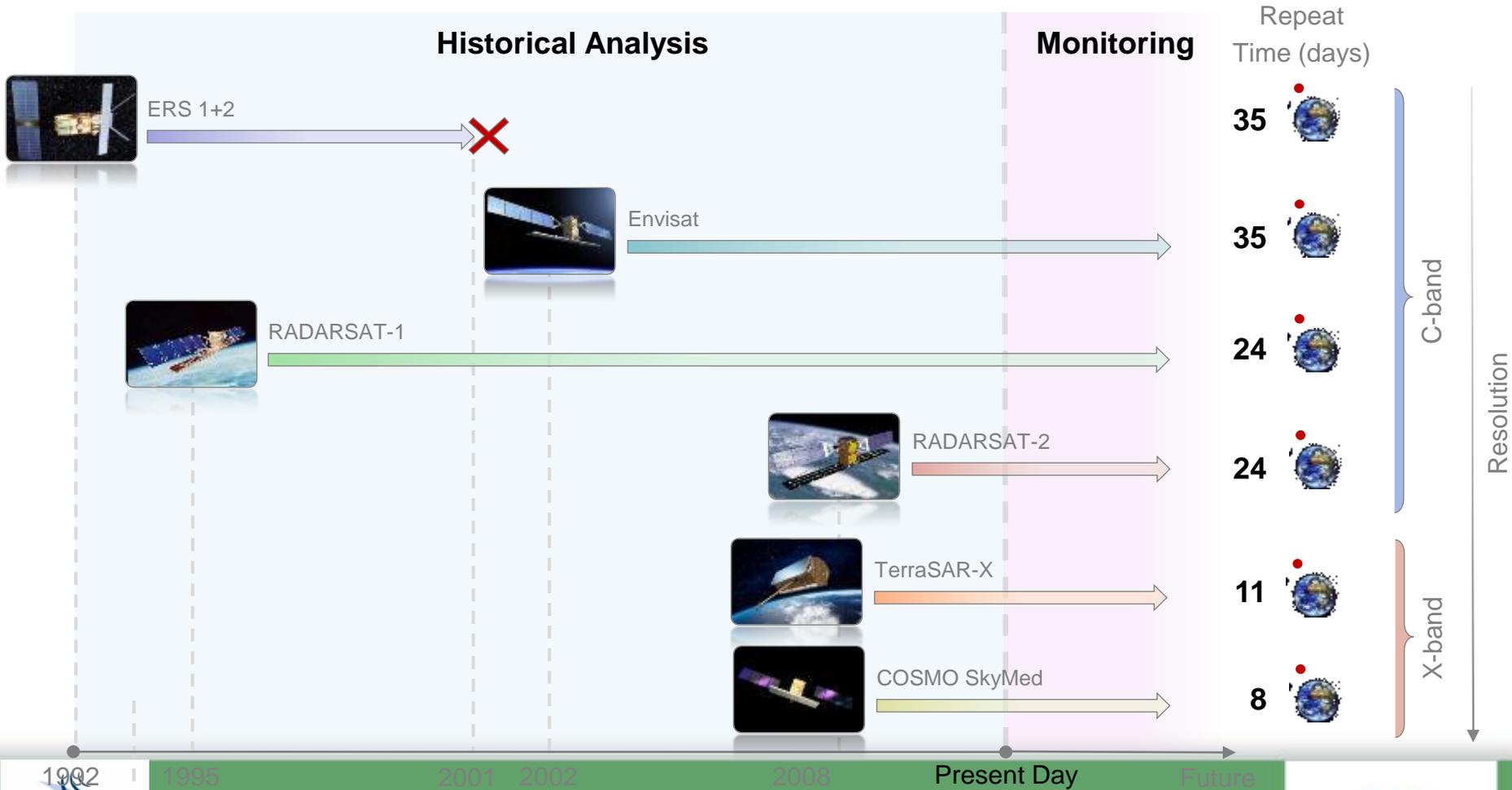
<i>Spostamento in direzione LOS</i>	Velocità media di spostamento	Misura Singola
Precisione (1σ)	± 1 mm/anno	± 5 mm

Applicazioni

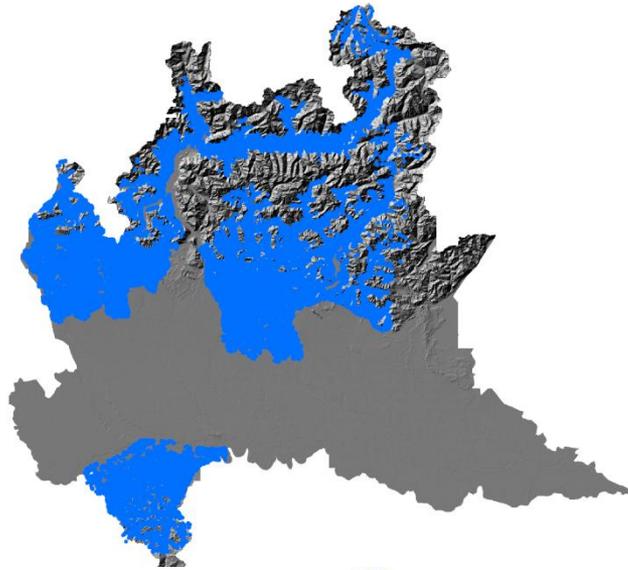
- Frane
- Subsidenze
- Terremoti
- faglie sismiche
- Infrastrutture
- Stabilità edifici



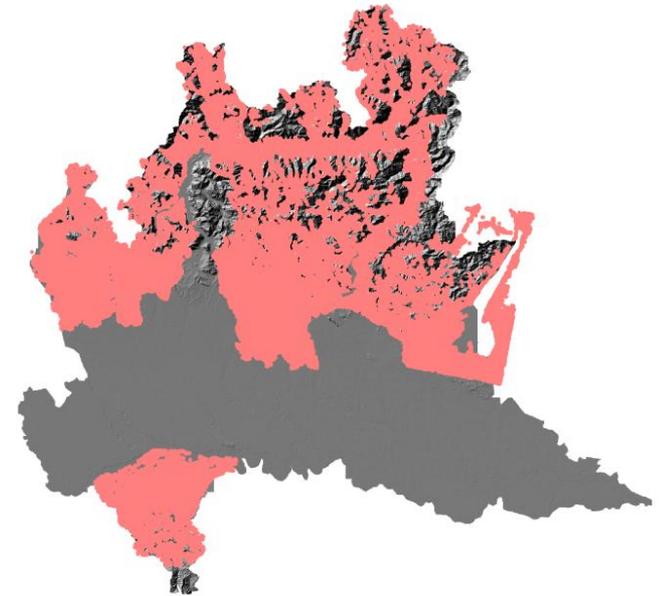
Satelliti Radar disponibili



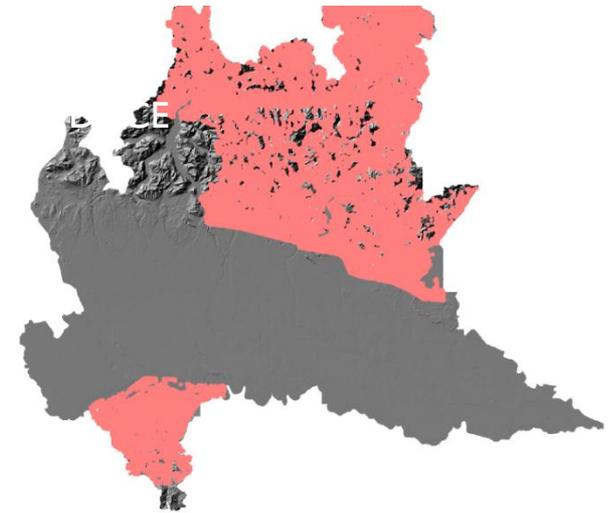
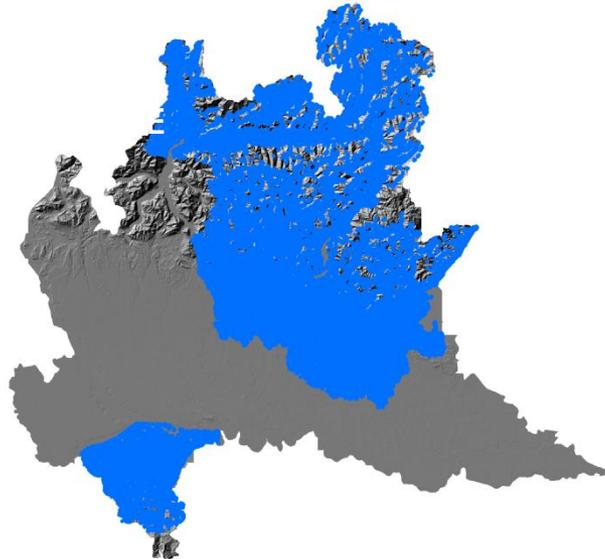
DATI SAR IN LOMBARDIA

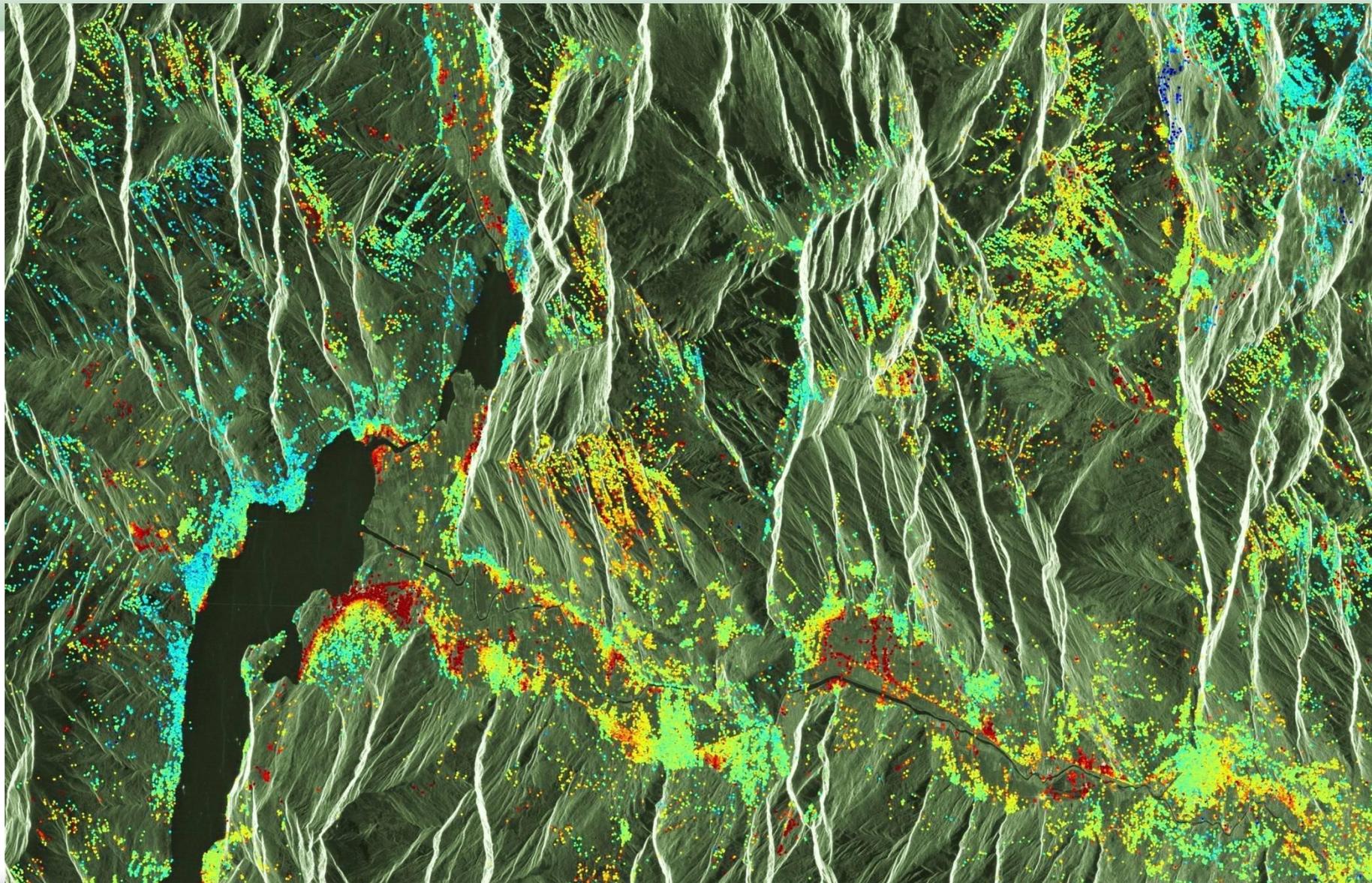


Dati ERS
1992-2000/2001



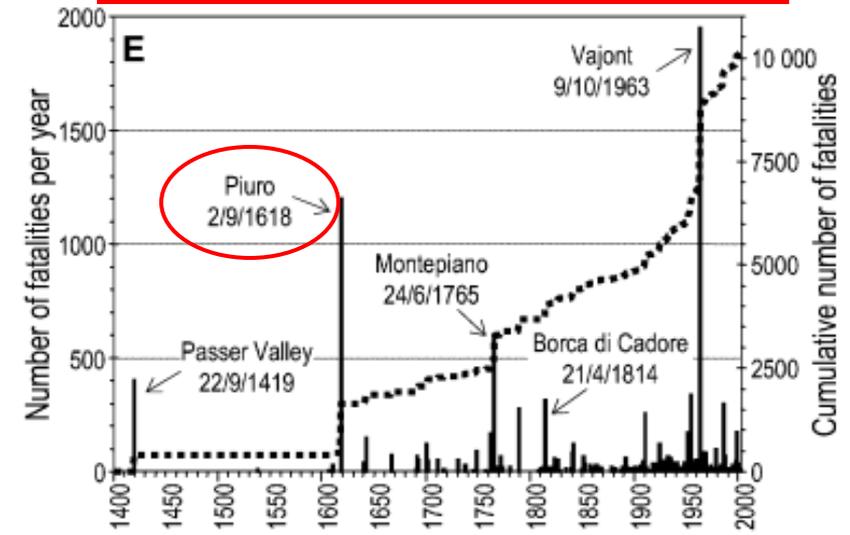
Dati RADARSAT
2003-2009





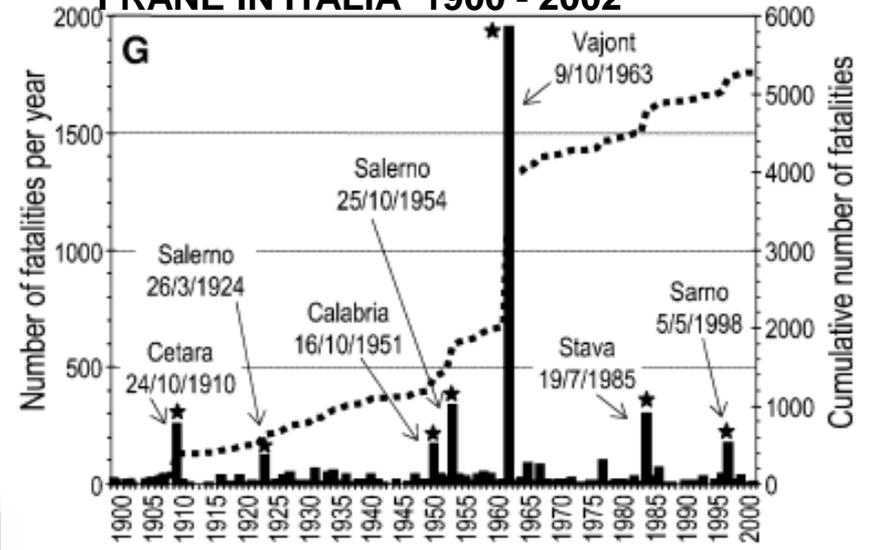


FRANE IN ITALIA 1400 - 2002



Vittime in Lombardia 1703 (10111 in Italia)

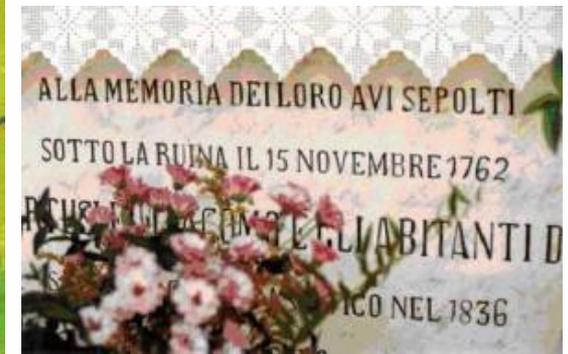
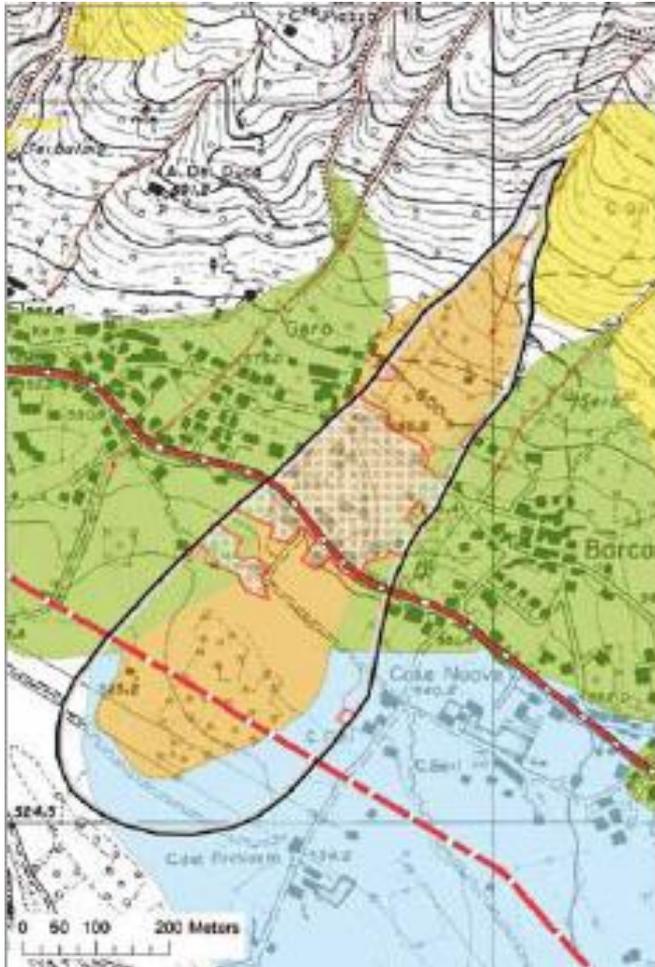
FRANE IN ITALIA 1900 - 2002



Vittime in Lombardia (200??)

FRANA DI GERO E BARCONE 15 NOVEMBRE 1762

Era il 15 novembre verso mezzodi, il cielo sereno e tranquillo, quando ad un tratto cento e quindici individui vi ebber morte e tomba ad un tempo. Imperciocchè, distaccatosi il terreno dal monte alla terza parte dell'altezza e fin sotto il villaggio di Gero, via discorse trascinando seco le case sovrapposte a riserva di tre verso settentrione, ove non giunse lo smottamento del terreno. Rasato dalle fondamenta scivolò il paese di Gero fino alla distanza di metri centocinquantasei, ossia fino al piano presso la Pioverna. - Anigoui; Memorie storiche di Fedeseta,



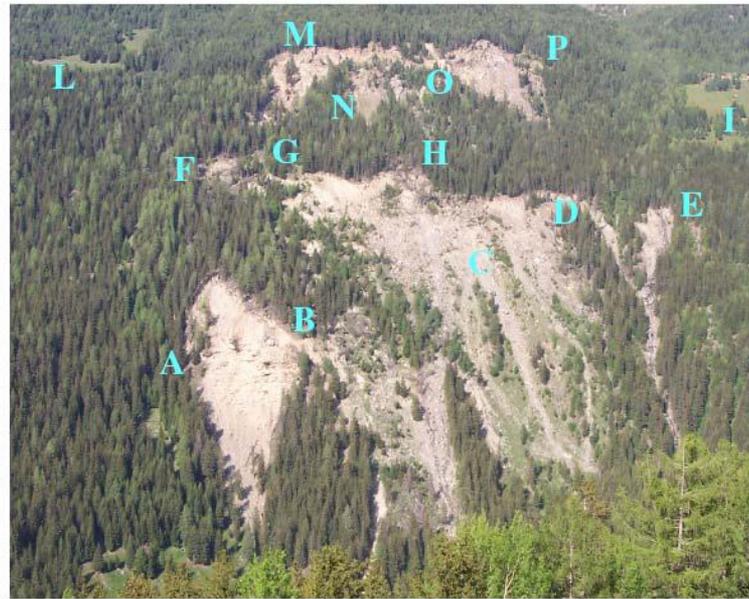
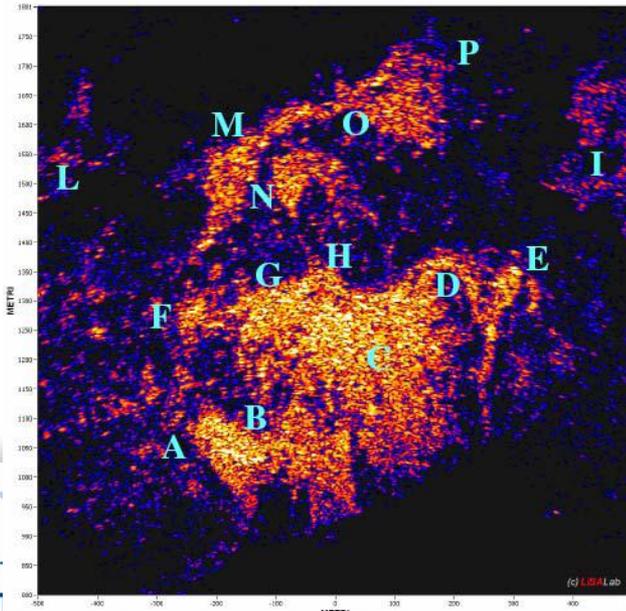
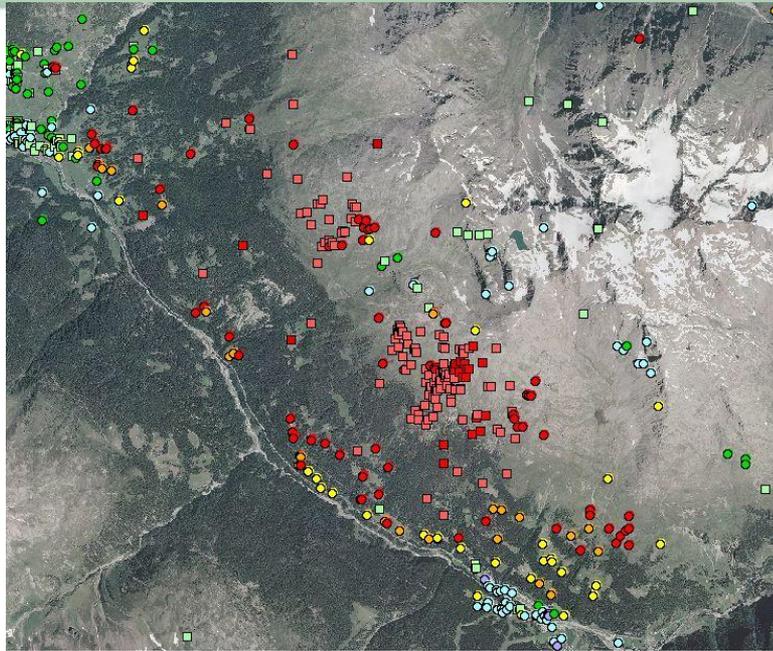
FRANA BINDO-CORTENOVA (LC) 1 DICEMBRE 2002



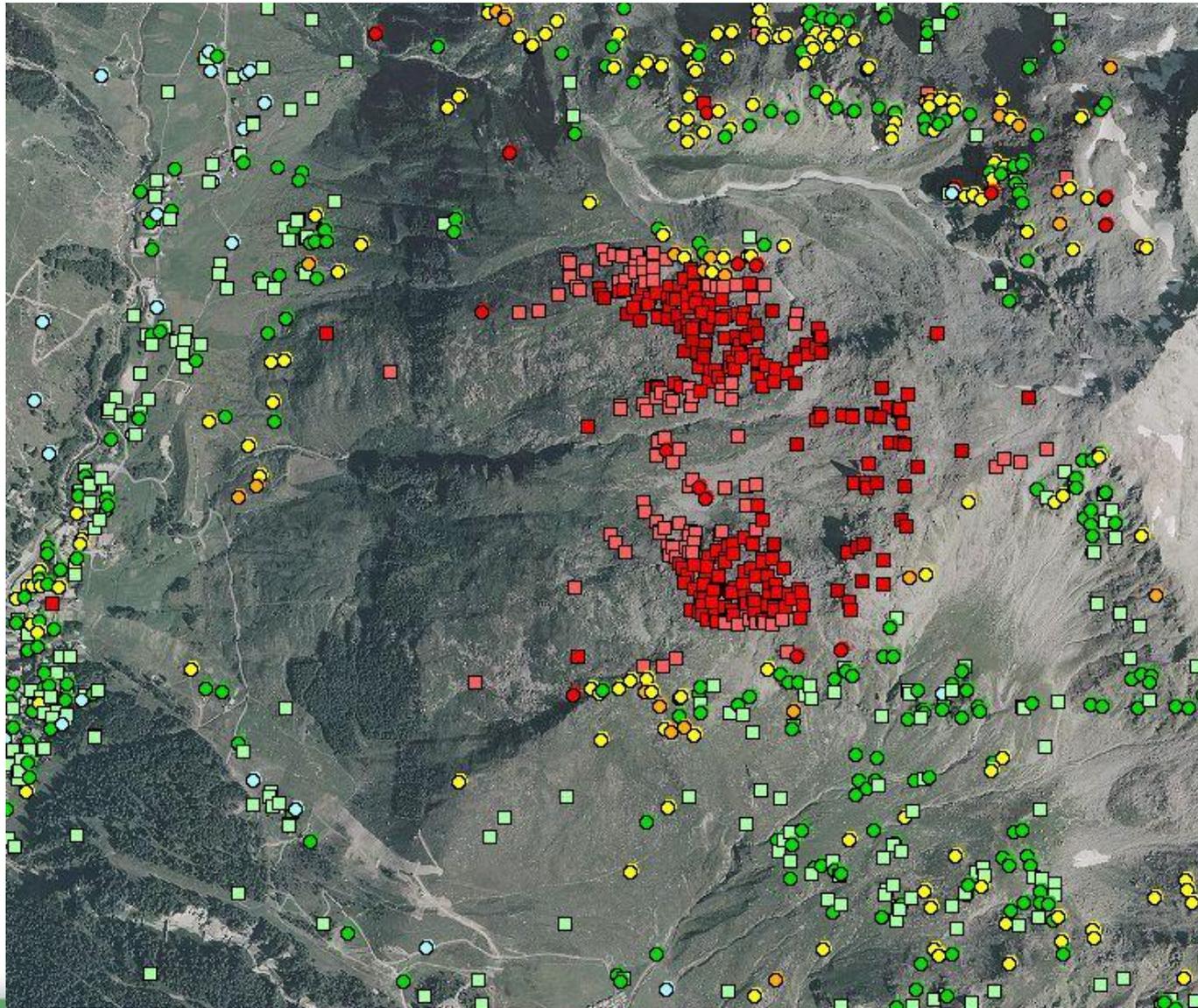
FRANA DELLA VAL POLA 28 LUGLIO 1987



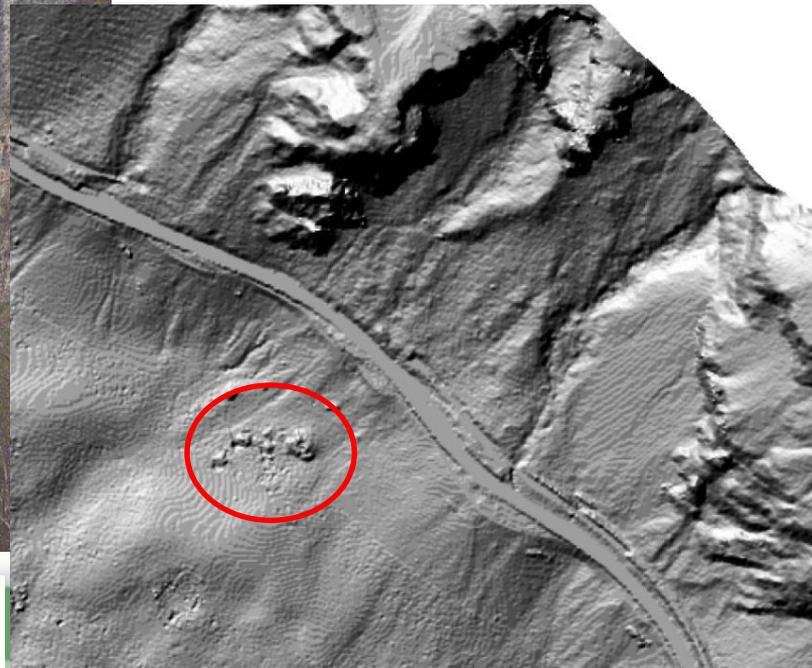
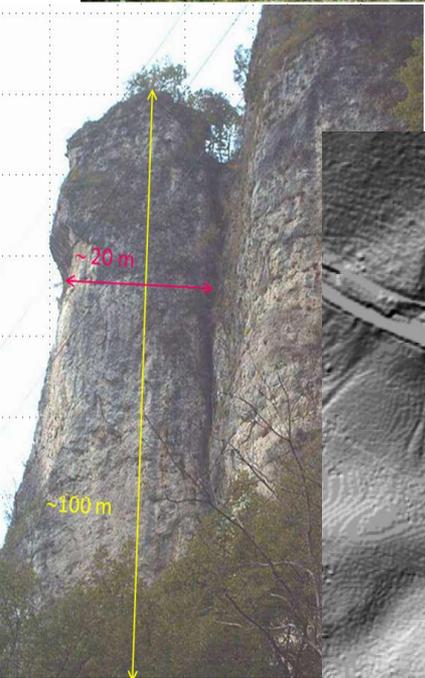
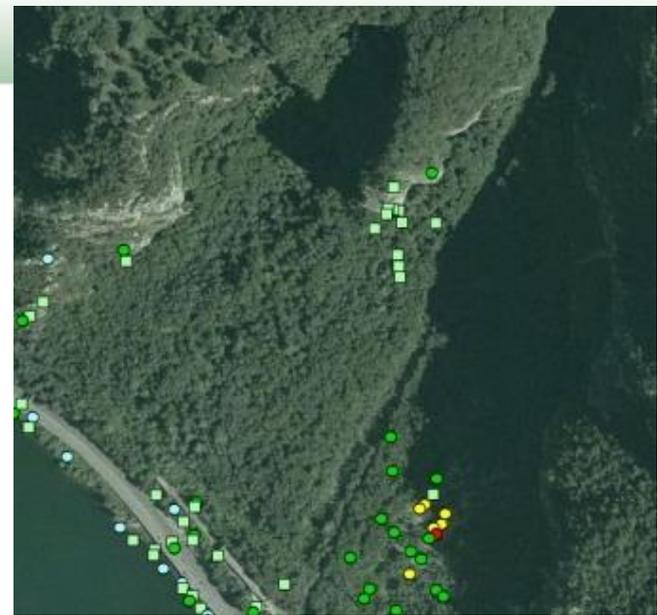
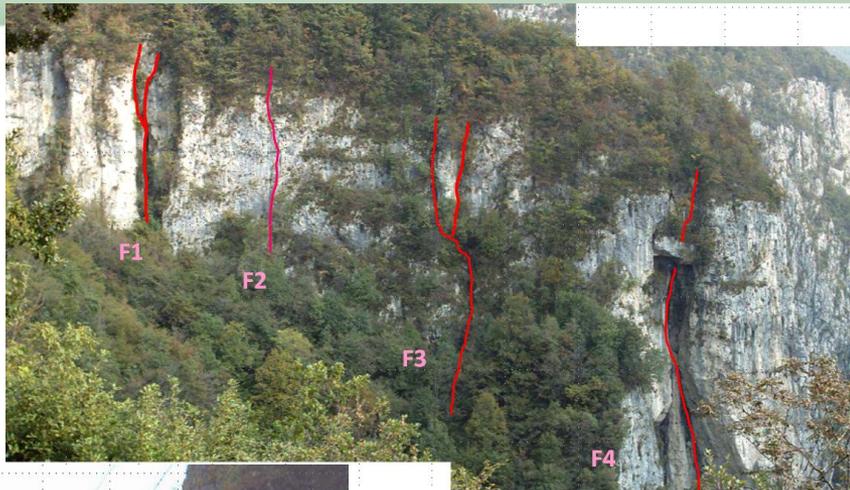
FRANA DEL RUINON DI VALFURVA (SO)



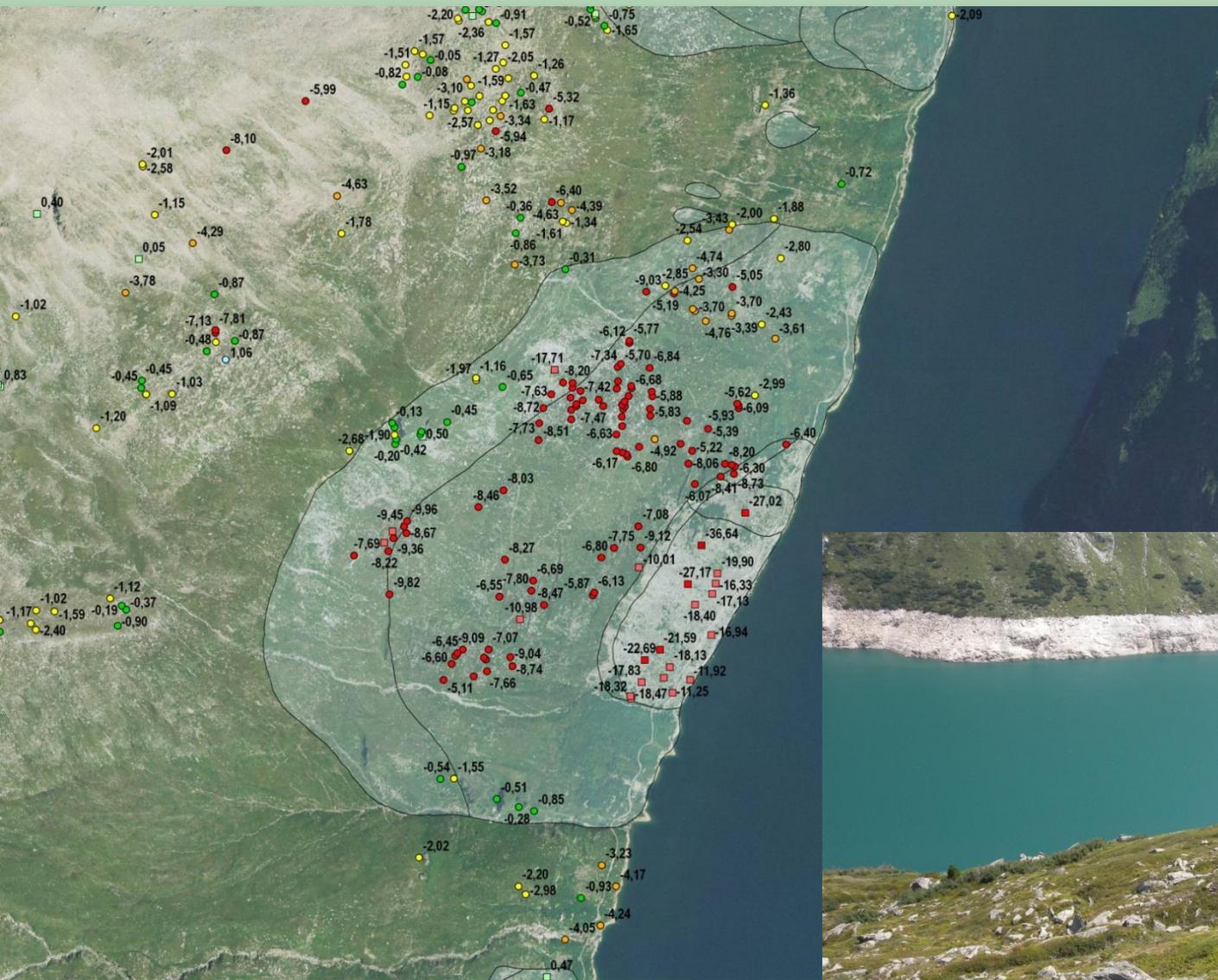
FRANA DEL MONTE MATER (SO)



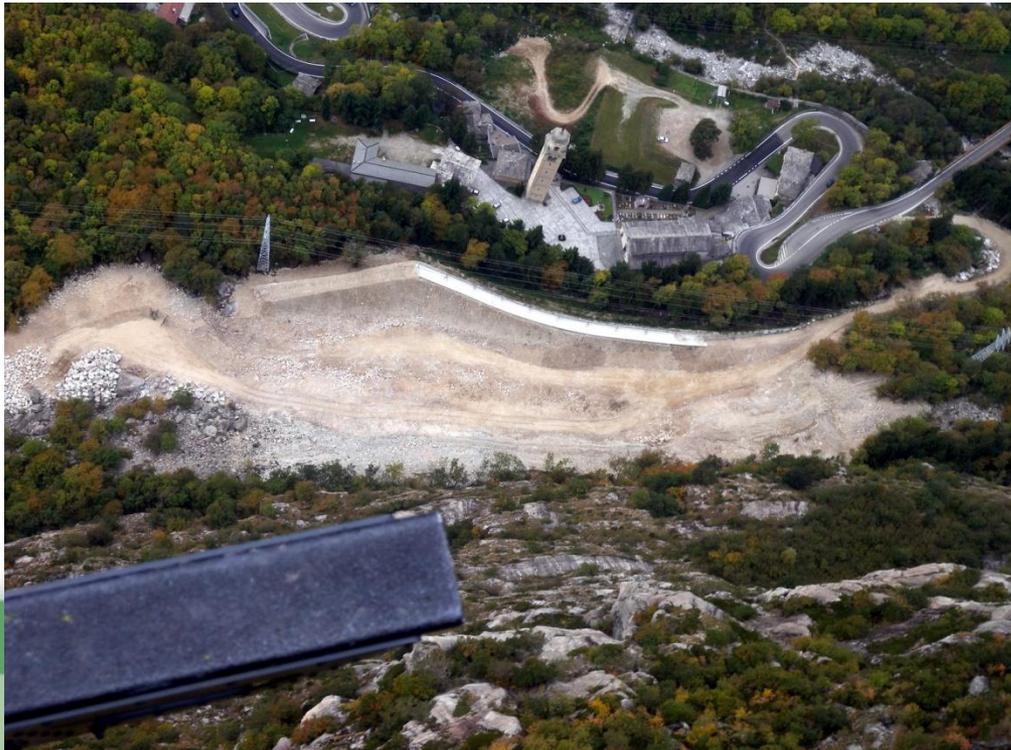
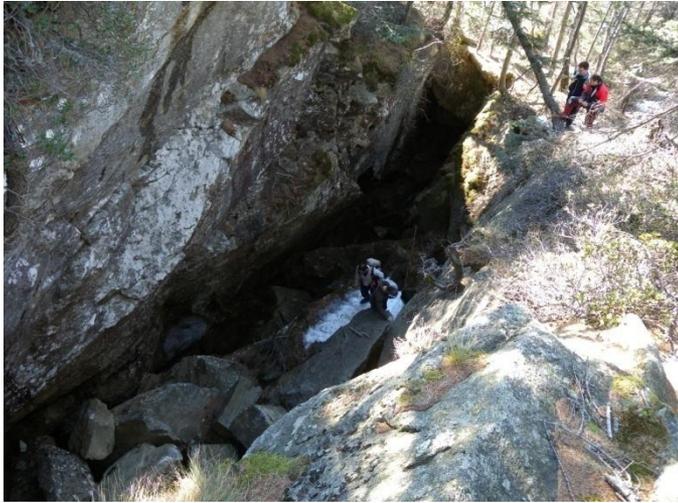
TORRIONI DI RIALBA (LC)



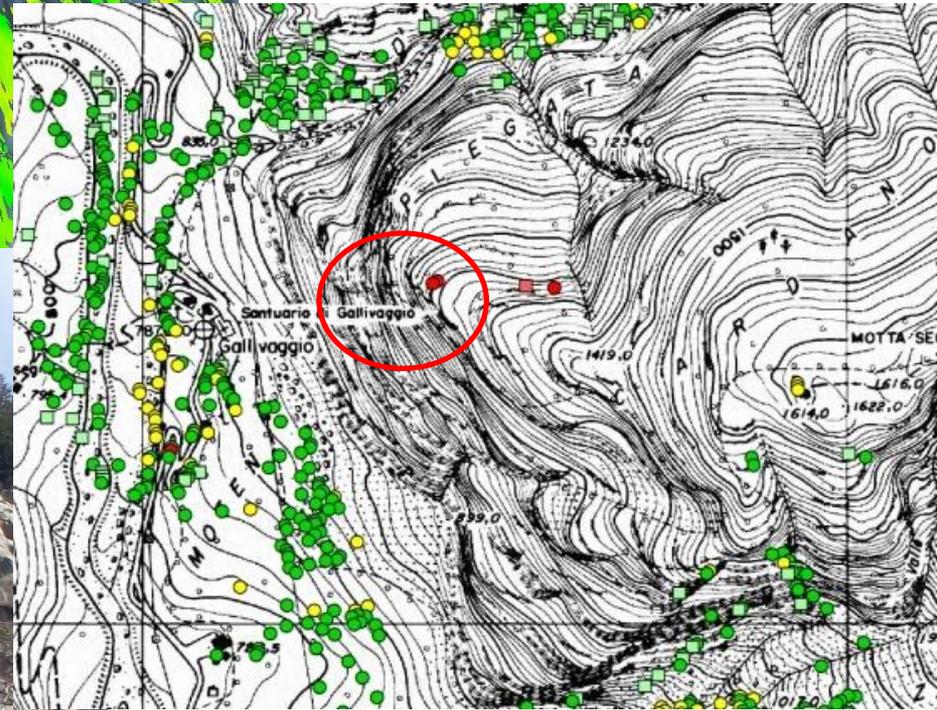
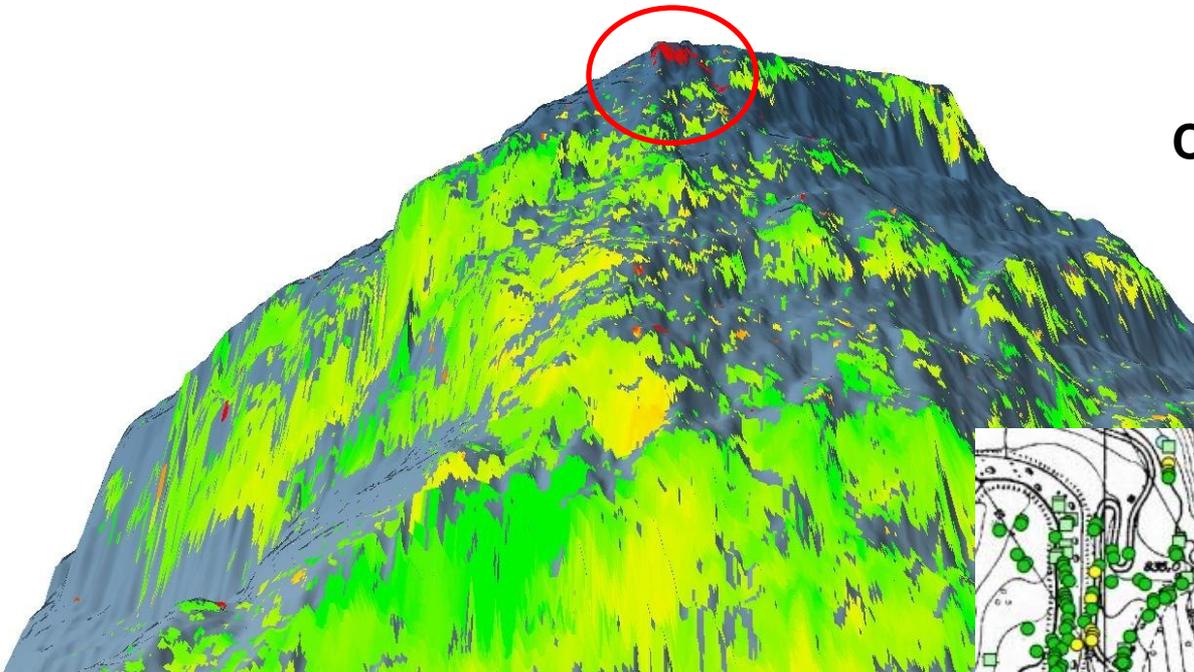
FRANA GANDA NERA VAL DI LEI (SO)



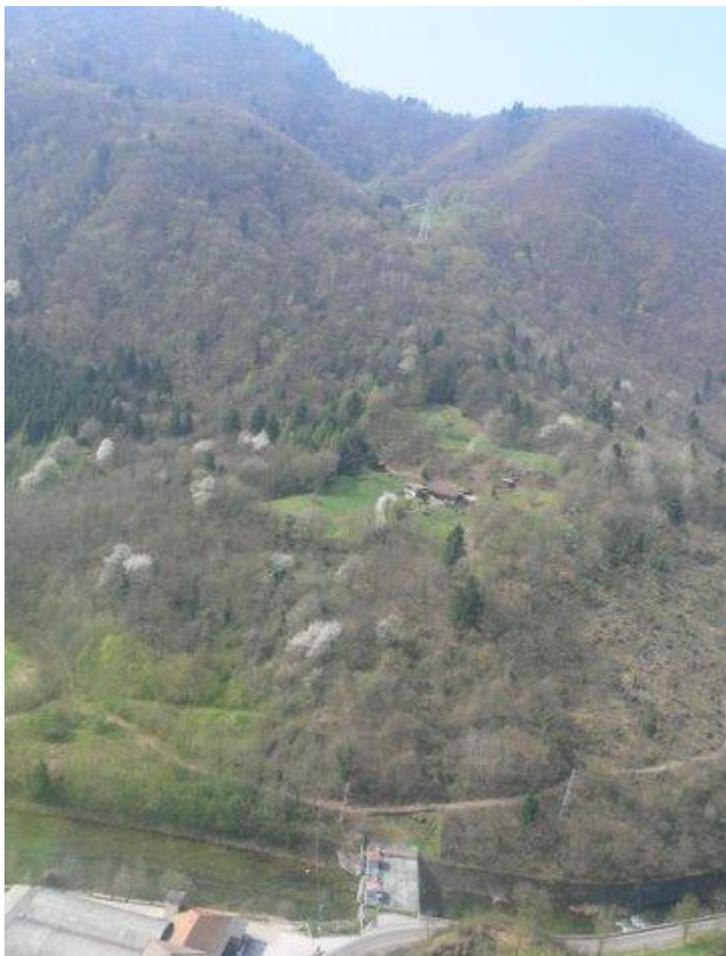
CROLLI GALLIVAGGIO (SO)



CROLLI GALLIVAGGIO (SO)



FRANA DI IDRO (BS)



I riflettori artificiali installati: triedri quadrati con piastre forate



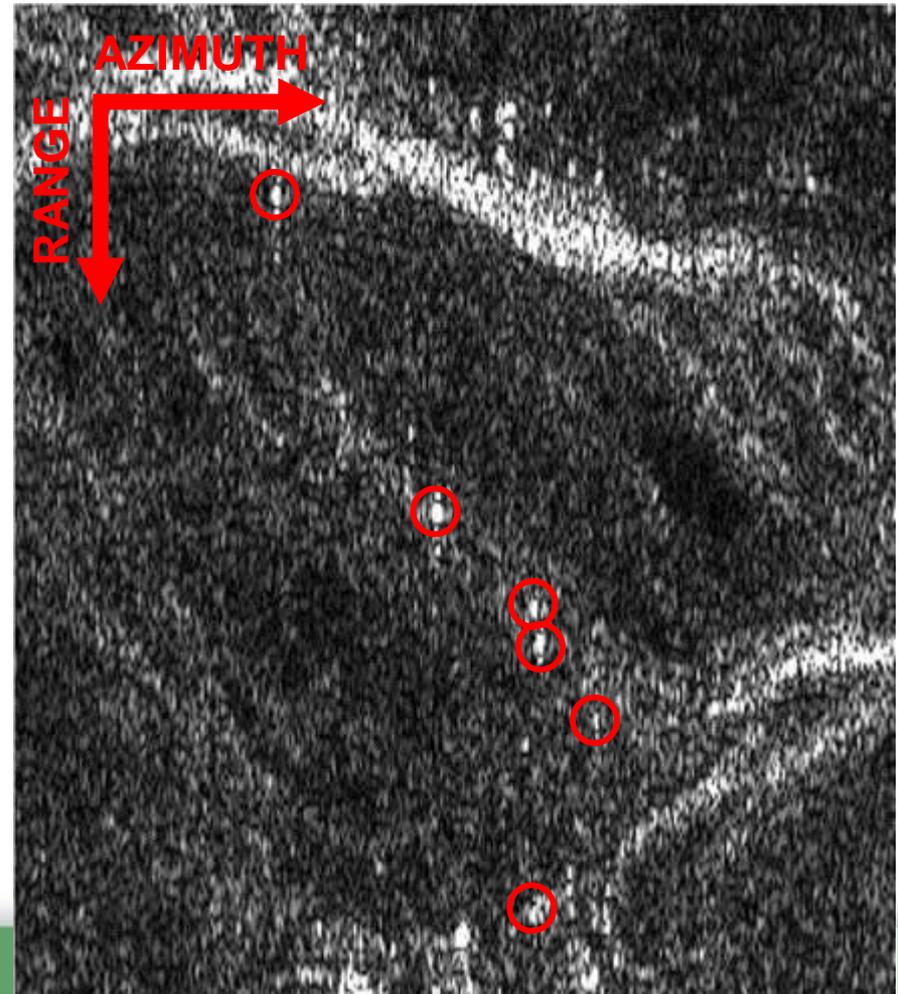
- 2 prototipi di dimensioni diverse: **80 cm** e **100 cm**

La risposta radar dei triedri

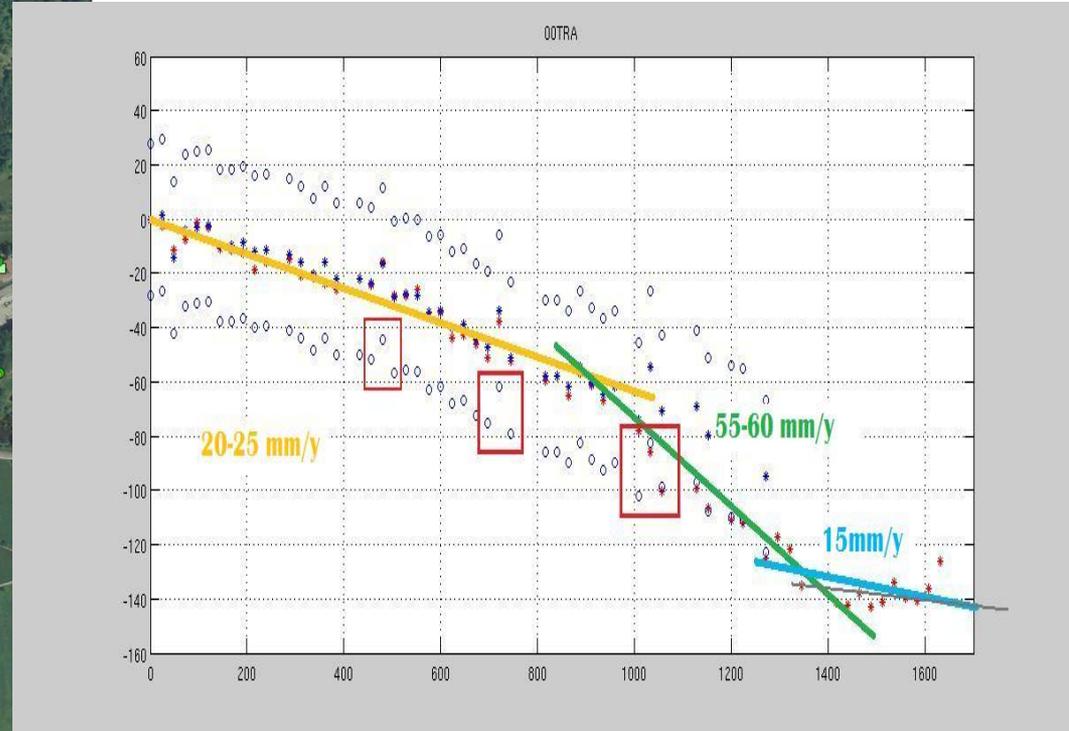
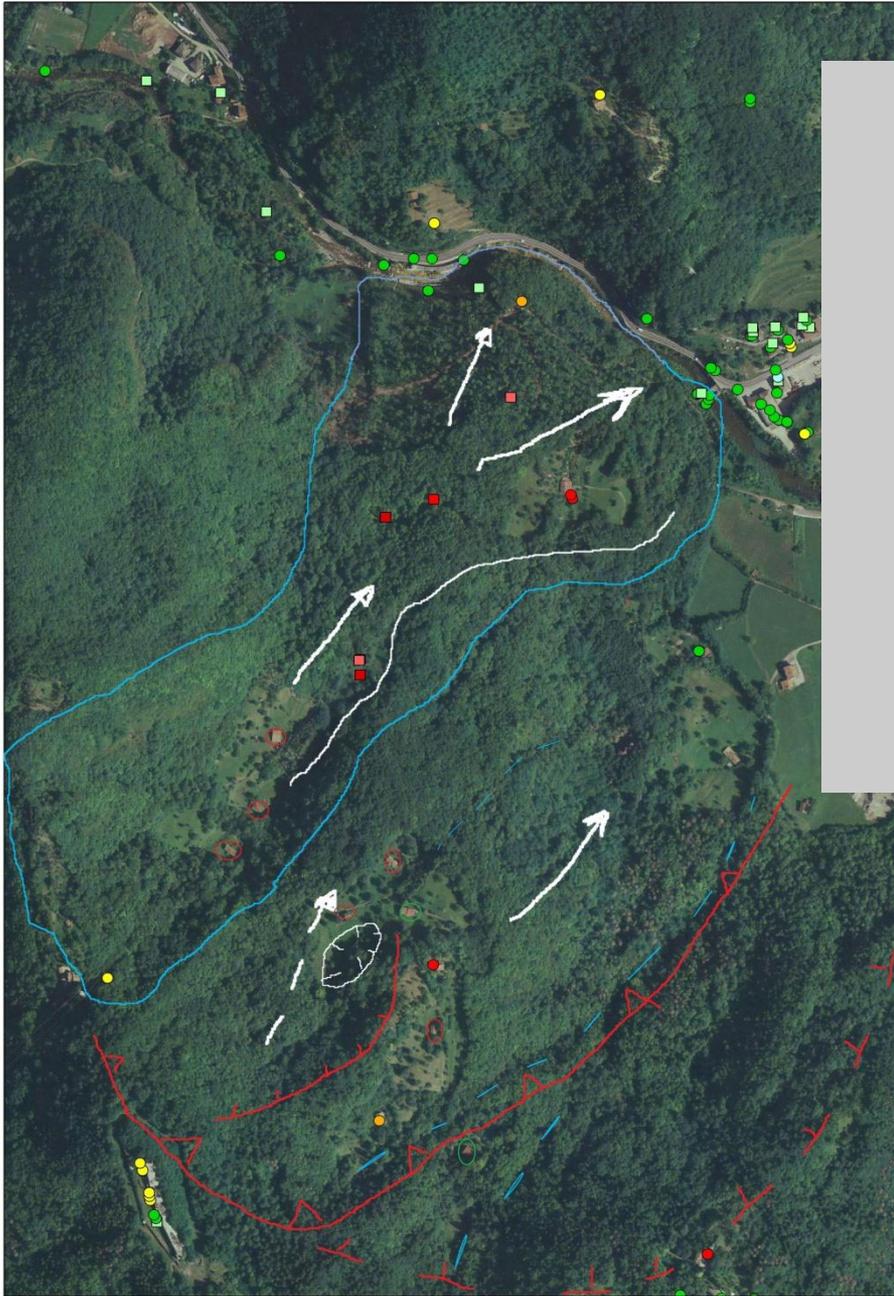
Mappa di riflettività multi-immagine



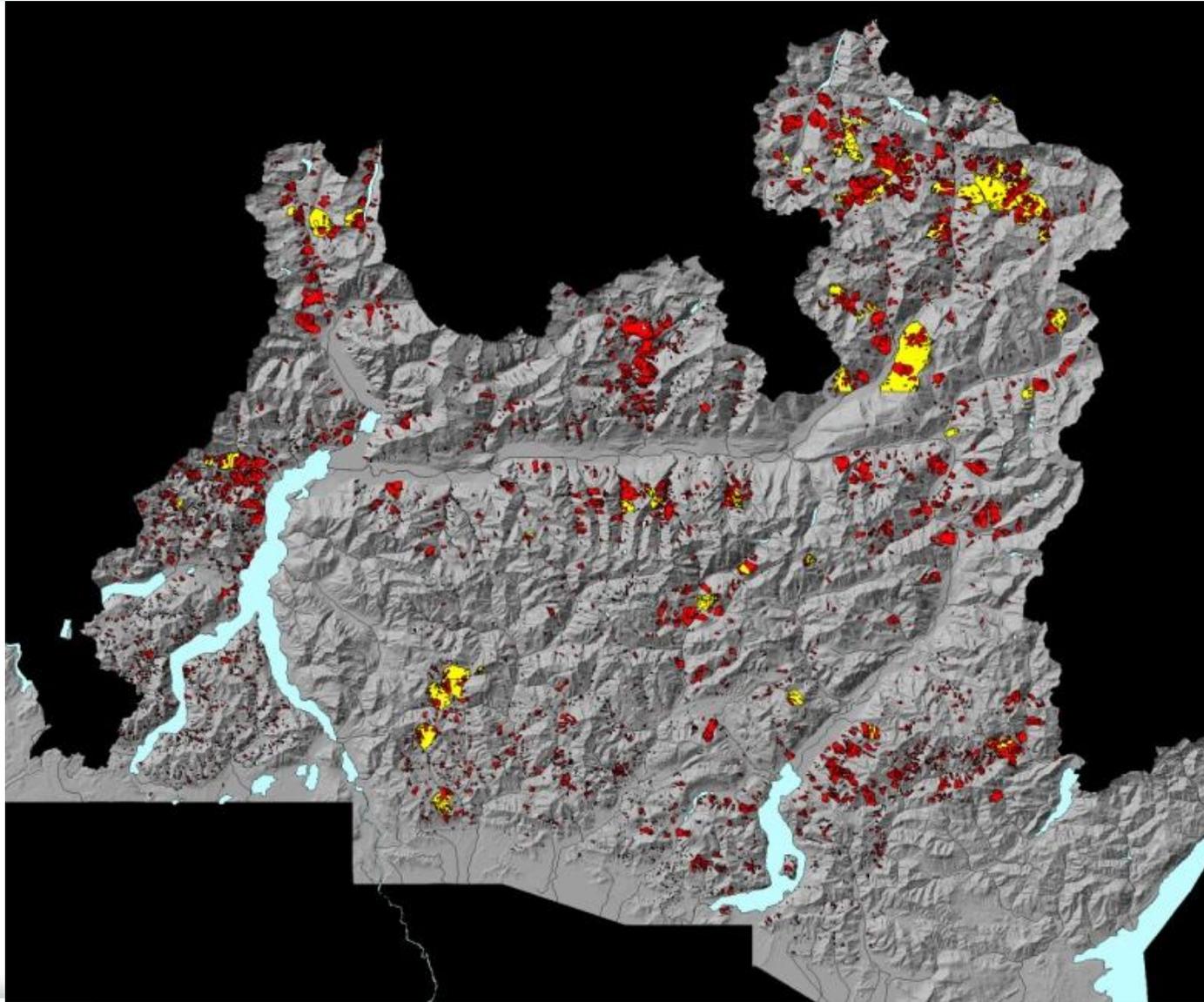
Radarsat S3 – 10 Aprile 2007



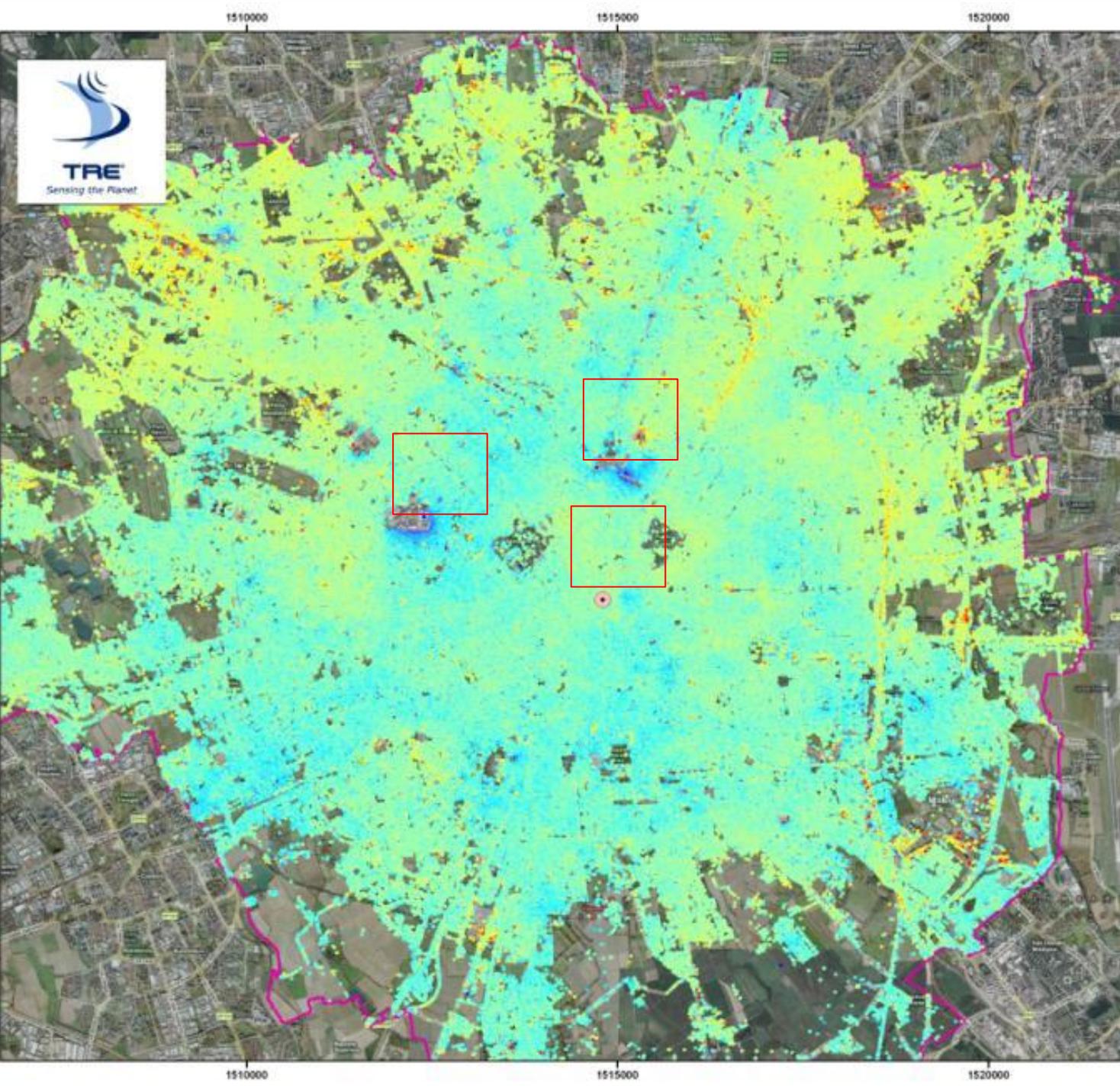
FRANA DI IDRO (BS)



FENOMENI FRANOSI DI GRANDE DIMENSIONE IN LOMBARDIA



**Molta
osservazione
poco
ragionamento
conducono
alla verità,
molto
ragionamento
e poca
osservazione
conducono
all'errore
(A. Carrel)**



Comune di Milano

**Analisi delle deformazioni superficiali
con Tecnica PSInSAR™**



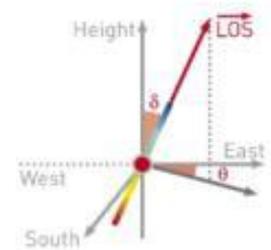
DATI DI ELABORAZIONE

Satellite	TerraSAR-X
Geometria	Discendente
Track	78
Numero Immagini Elaborate	25
Intervallo di osservazione	Febbraio 2008- Giugno 2009

LEGENDA

Punto di riferimento

Velocità media annua lungo la direzione di vista del satellite (LOS):



Vettore di LOS

$\delta \sim 37^\circ$

$\theta \sim 7^\circ$



Supporto cartografico:
Microsoft Virtual Earth© 2009 Microsoft Corpora
© Tele-Rilevamento Europa 2009

Zona Fiera Milano City

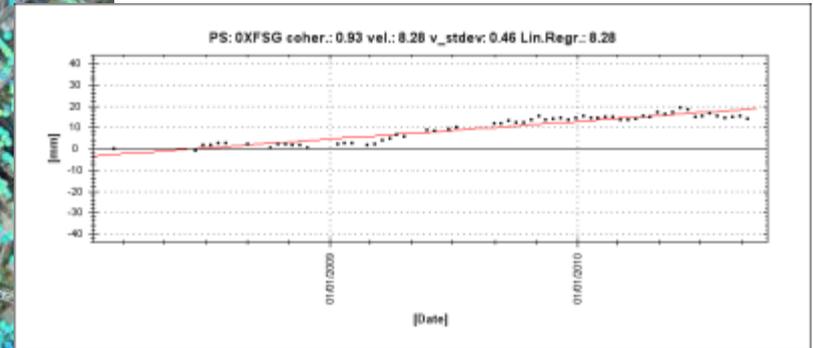
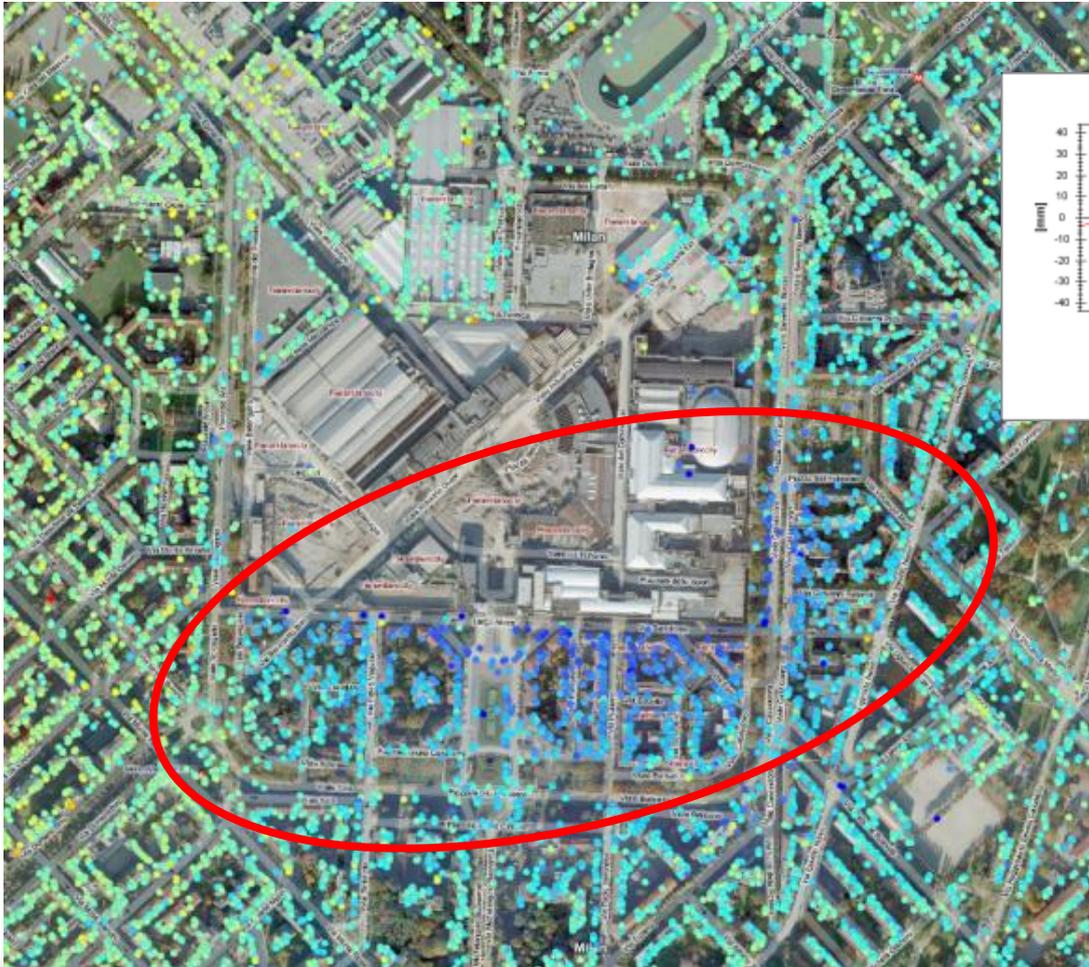


Dicembre 2001



Luglio 2008

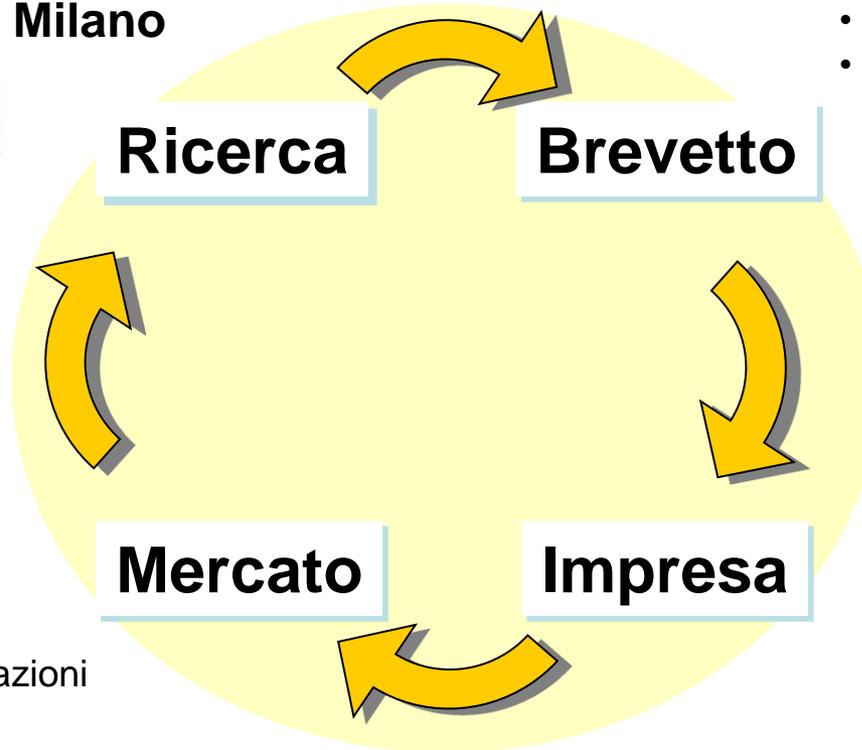
Zona Fiera Milano City



Effetto “rebound”
dovuto a sbancamento
e demolizione degli edifici

Come fare impresa

Politecnico di Milano



Tecnica PS

- IT: No. MI99A001154
- US: No. 6,583,751 B1
- EU: No. 1183551

Marchi

- POLIMI PS Technique™
- PSInSAR™
- SqueeSAR™
- DespeKS™

- Pubbliche amministrazioni
- Protezione Civile
- Oil companies
- Settore energia
- Enti di ricerca



Tele-Rilevamento Europa
a POLIMI spin-off company

Dalla ricerca all'impresa

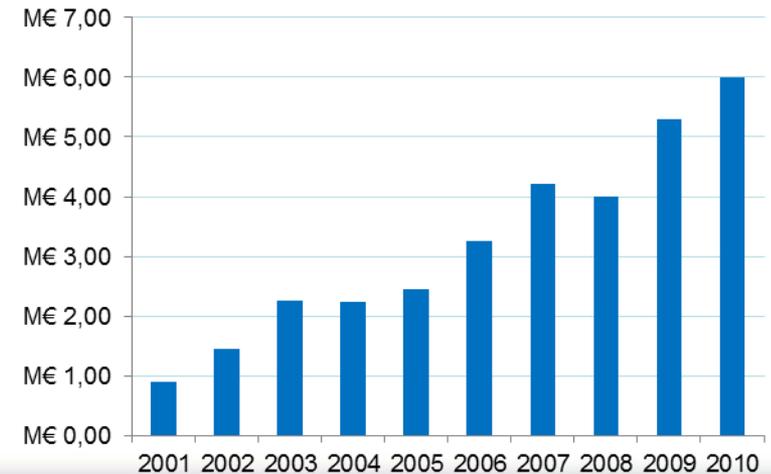
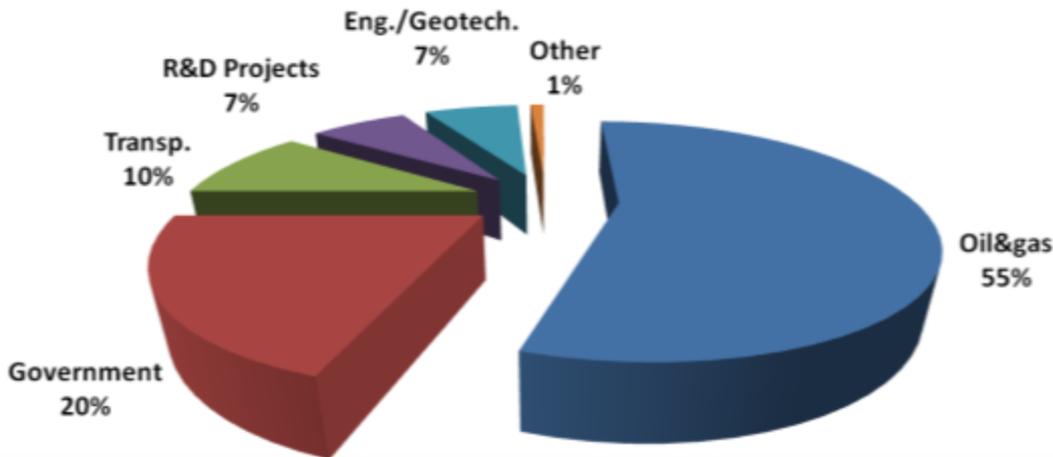


- Gruppo SAR POLIMI:
 - 20 anni ricerca elaborazione immagini satellitari
- **1999: Brevetto tecnica PSInSAR™**
 - IT, EU, USA, AUS, JAP
- **2000: TRE, primo *spin-off* del Politecnico di Milano**
 - Licenziataria esclusiva della Tecnica PS
 - Ricerca e Sviluppo
 - Promozione e commercializzazione delle analisi SqueeSAR™
- **2005:** certificazione ISO 9001:2000
- **2008: TRE Canada** a Vancouver
- **2010: SqueeSAR™** (patend pending)



TRE in 10 anni...

- Tecnologia proprietaria brevettata (PSInSAR™/SqueeSAR™)
- Eccellenza scientifica e background tecnico
- Leader servizi
- Staff: 35 + 6 persone (Milano + Vancouver)
- Diversificazione applicazioni e mercati
- Centro Elaborazione e Uffici di proprietà (1000 mq)



Principali clienti

PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

- Protezione Civile
- Ministero dell'Ambiente
- Regione Lombardia
- Arpa Emilia – Romagna
- Arpa Piemonte
- Regione Lazio, Liguria, Valle d'Aosta...

UNIVERSITA' E CENTRI RICERCA

- INGV
- Politecnico di Milano
- Università di Firenze, di Bologna, della Calabria
- Stanford University, Univ. of California, Berkeley, of Miami, of Alaska, of Nevada

OIL & GAS

- Eni S.p.A.
- Shell
- BP
- Conoco Phillips
- Devon Canada
- GDF Suez GmbH
- Petrobras
- Petroleum Dev. Oman
- WesternGeco
- Whiting Petroleum

ENERGIA

- Snam Rete Gas
- A2A S.p.a.
- Hera S.p.a.
- CESI

INGEGNERIA

- ITALFERR
- Autostrade S.p.a.
- CAVET
- SIS scpa

Piano Straordinario Telerilevamento

