

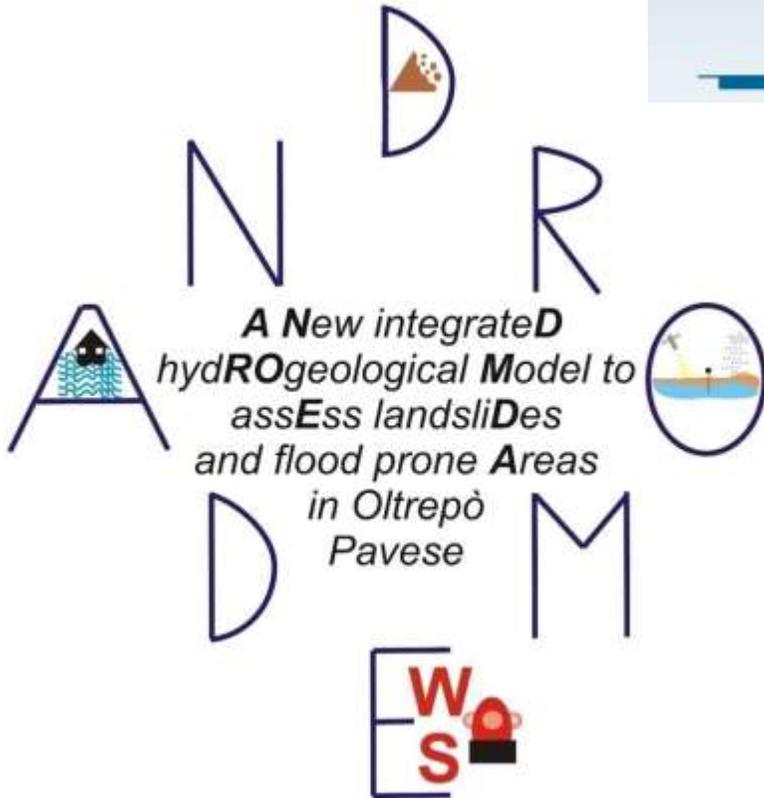
Fondazione
CARIPLO



WORKSHOP 2019 DISSESTO IDROGEOLOGICO FONDAZIONE CARIPLO



UNIVERSITÀ
DI PAVIA



ANDROMEDA:
**Un nuovo modello idrogeologico
integrato per l'individuazione delle
aree soggette a frane e alluvioni
nell'Oltrepò Pavese**

Claudia Meisina
Massimiliano Bordoni

Capofila



Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente DSTA
Principal Investigator: Claudia Meisina
Responsabile della Comunicazione: Massimiliano Bordoni
Team: Giovanni Toscani

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura DICAR
Responsabile scientifico: Gabriella Petaccia
Team: Guido Andreotti, Giuseppe Barbero, Enrico Creaco,
Domenico Ferraro, Carlo Lai, Sauro Manenti

Partner



Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica

Responsabile scientifico: Luca Brocca

Team: Luca Ciabatta

IL PROGETTO

Collaboratori sub-contractor:



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Dipartimento di Scienze
delle produzioni vegetali
sostenibili, Università
Cattolica, sede di
Piacenza

Supporters:



Ricerca sul Sistema
Energetico - RSE

Collaborazioni internazionali:



Colorado School of
Mines, Golden, USA



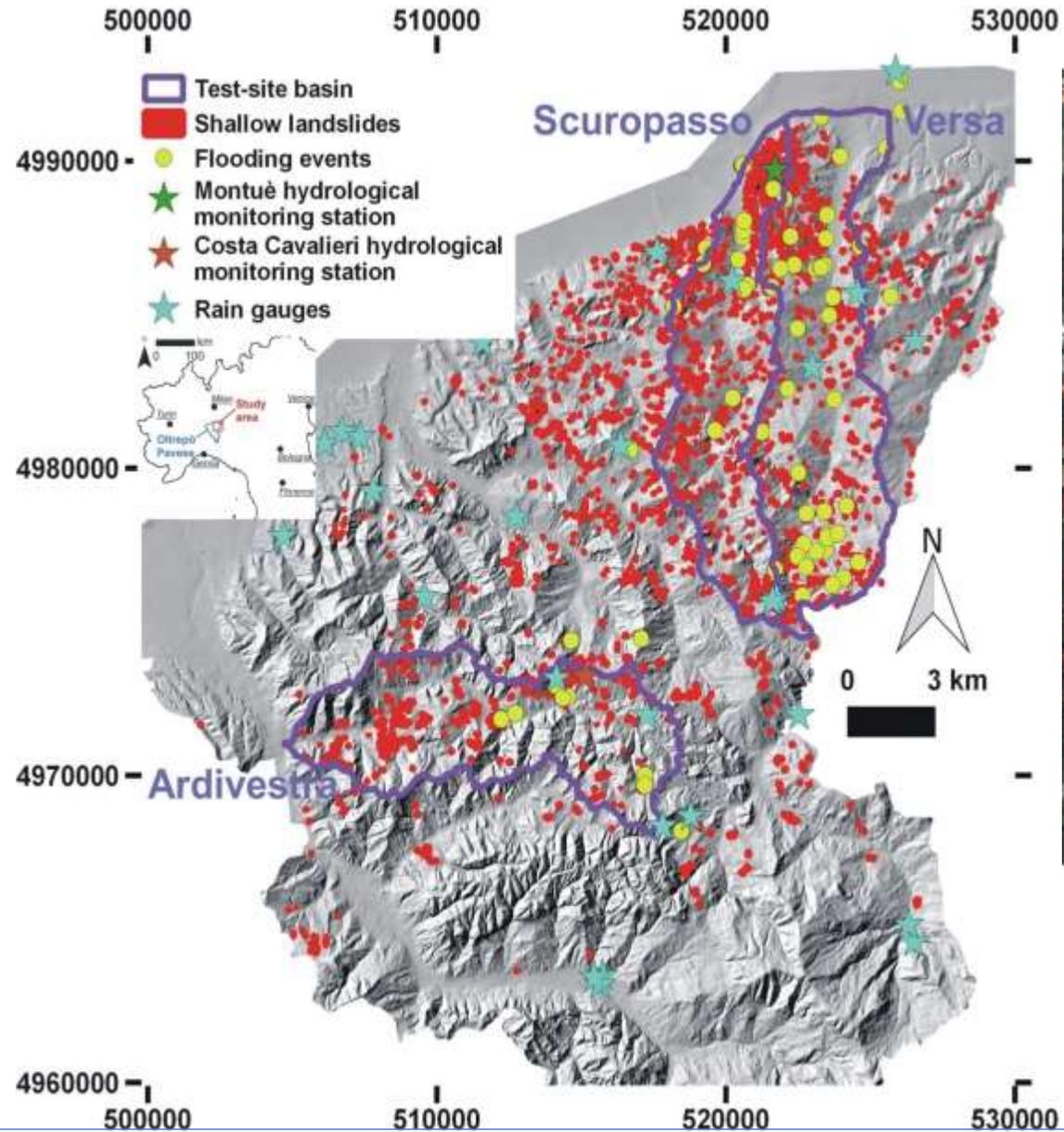
Universidad
Zaragoza Universidad Zaragoza,
Saragozza, Spagna



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Vienna University of
Technology, Vienna,
Austria

1. IL PROBLEMA



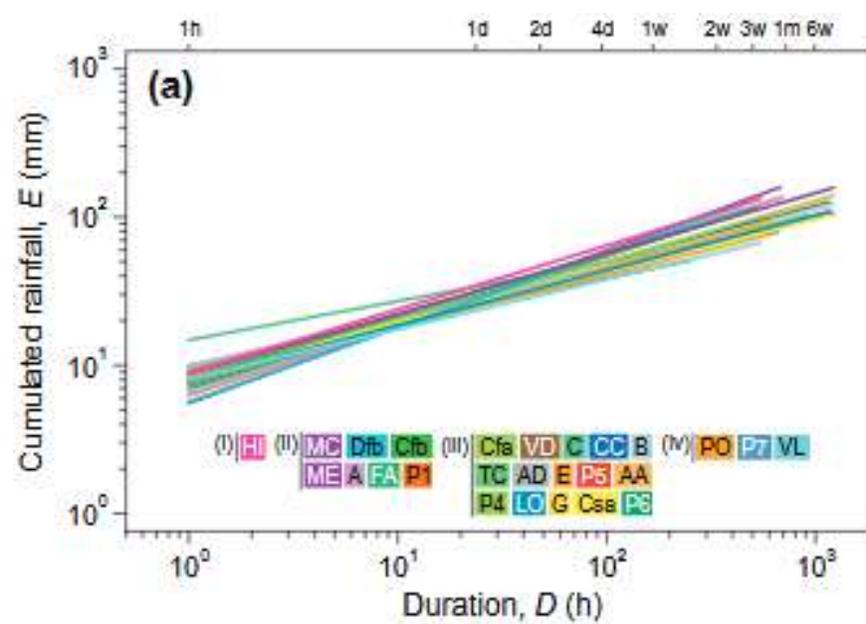
27th-28th April 2009 Event in Oltrepò Pavese (1639 shallow landslides in about 250 km²)



1. IL PROBLEMA

I sistemi di Early Warning – EWS – (frane superficiali e alluvioni) si basano sulle soglie di precipitazione

- ✓ Le soglie non tengono conto delle caratteristiche litologiche dei terreni e delle condizioni di saturazione del suolo antecedenti le piogge
- ✓ Numero limitato di stazioni di misura



Soglie pluviometriche (Perruccacci et al., 2017)

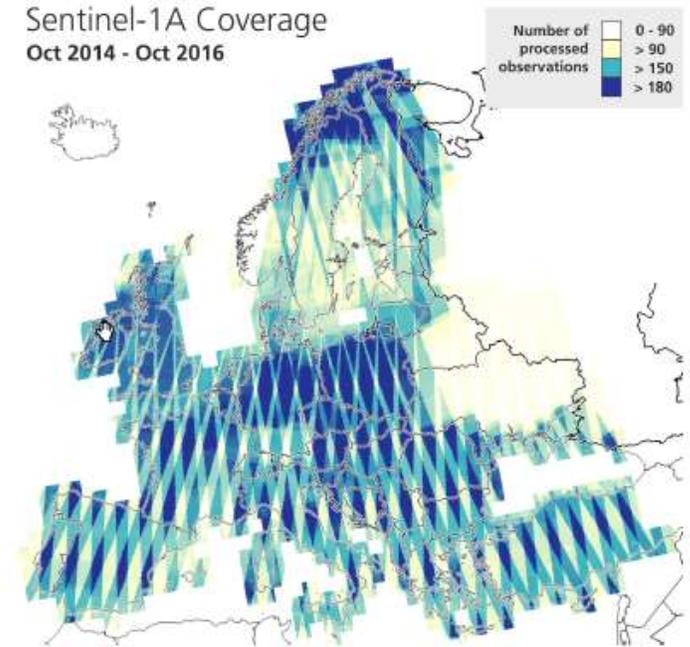
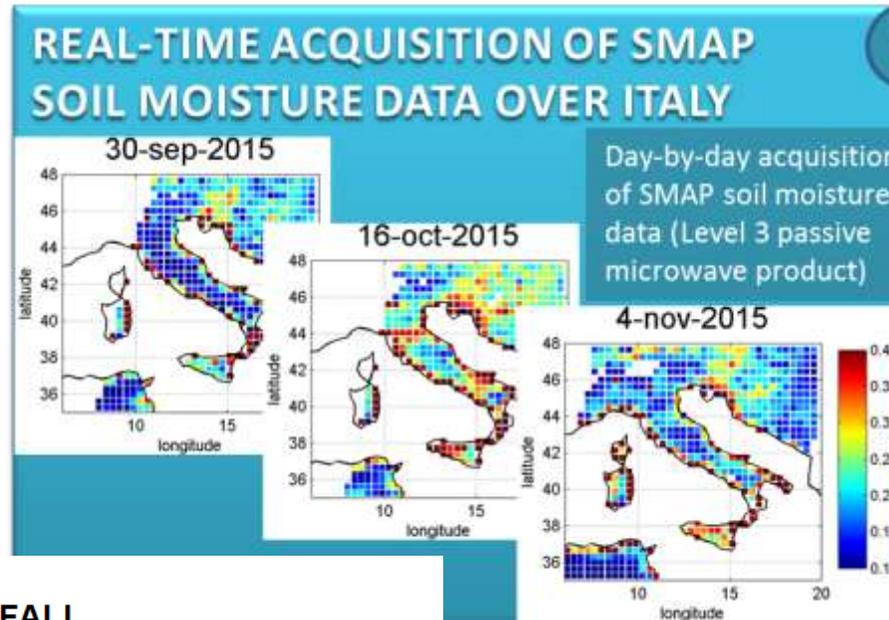


Rete di pluviometri di ARPA Lombardia nell'Oltrepò Pavese (7 stazioni in 800 km²)

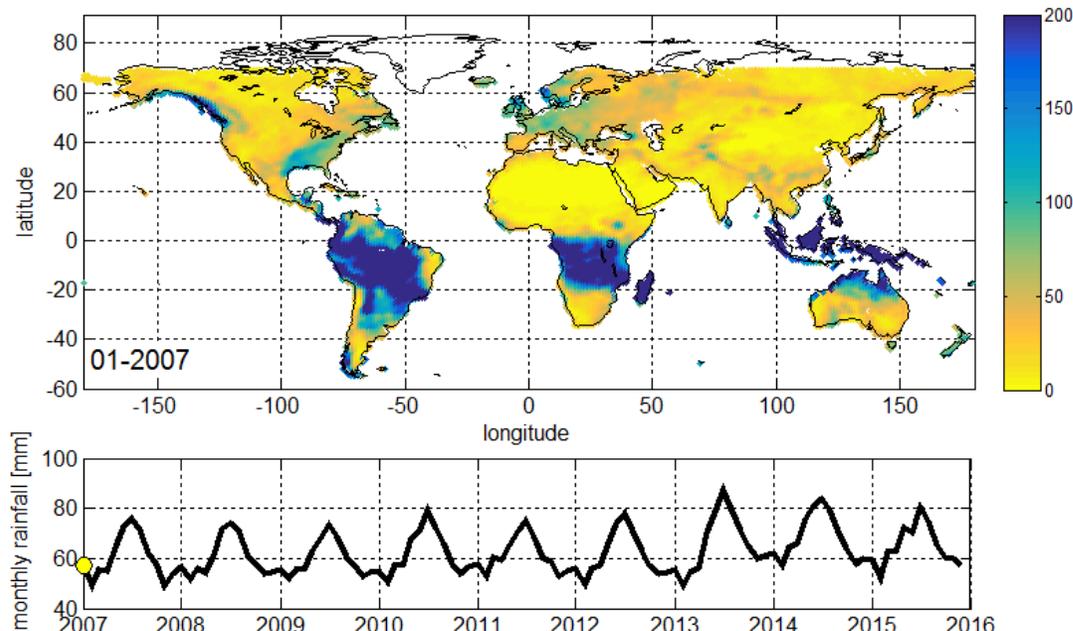
1. IL PROBLEMA

Satellite soil moisture
for hydrological app

- ASCAT (12.5 km, 12 ore)
- Sentinel-1 (1 km, 2-3 giorni)
- SCATSAR (1 km, giornaliero)
- SMAP, SMOS, AMSR2 (3-9-25 km, giornaliero)



SM2RAIN_{ASCAT} - MONTHLY RAINFALL



Detecting rainfall from the bottom up: using soil moisture observations for measuring rainfall (**SM2RAIN**) (Brocca et al., 2014)

- GPM-IMERG (10 km, 30 minuti)
- SM2RAIN-derived:
 - ASCAT (12.5 km, giornaliero)
 - SCATSAR (1 km, giornaliero)
- Integrati (GPM+SM2RAIN)

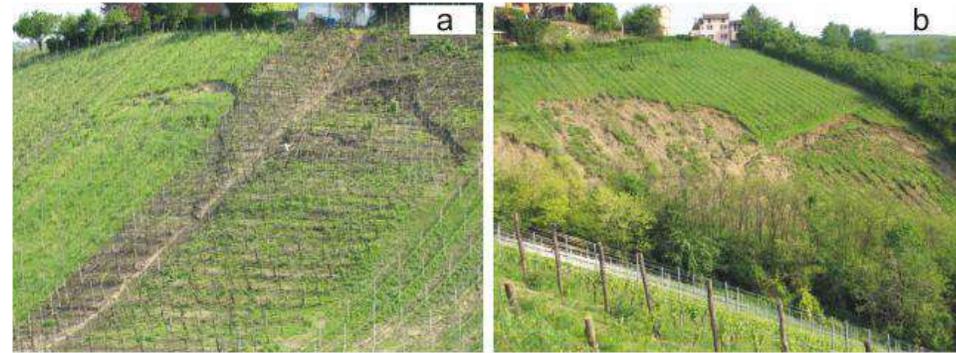
2. SCOPI DEL PROGETTO

1. Messa a punto di un **metodo per l'individuazione dei momenti di innesco e di propagazione di frane superficiali e delle piene** basati su dati satellitari di piogge e umidità del terreno
2. Prototipo di Sistema di Allerta (EWS) basato su soglie pluviometriche e di umidità del suolo misurate da satellite

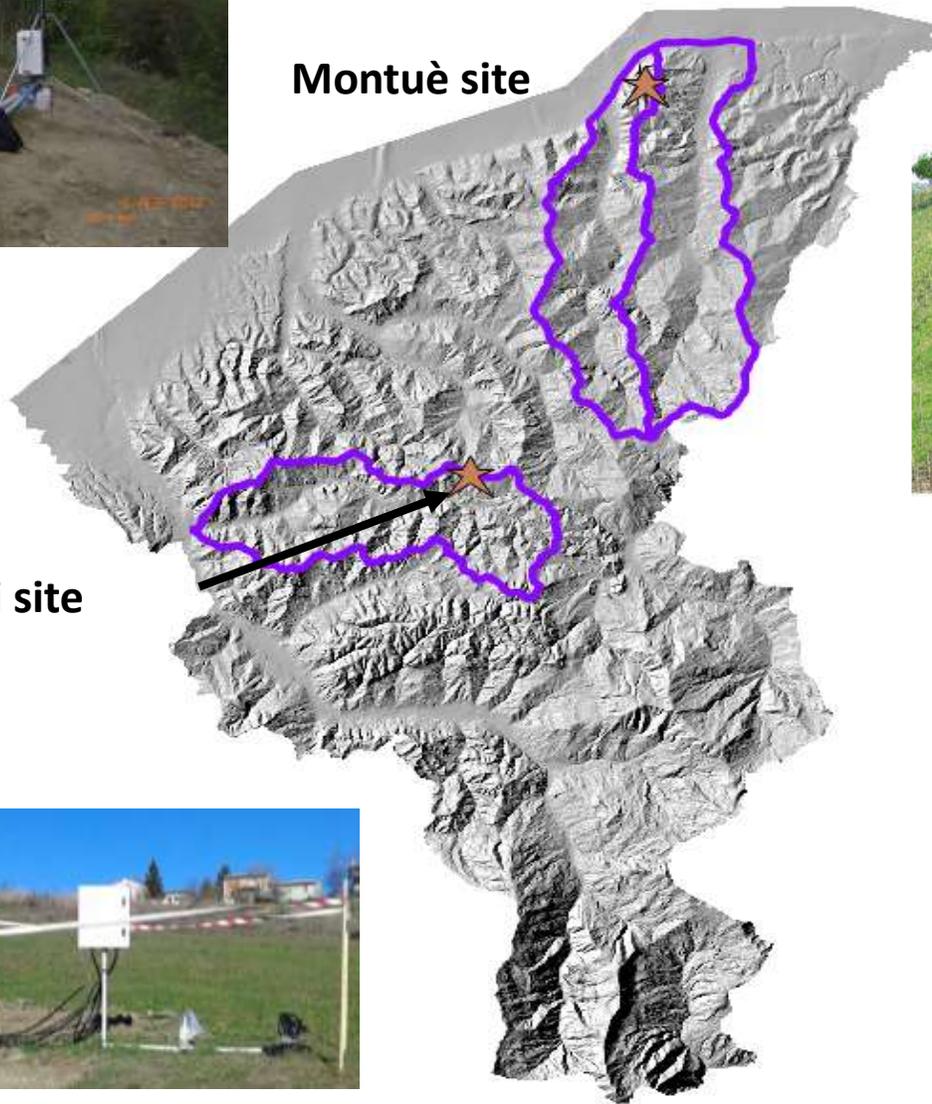
4. AREE DI STUDIO

- Bacino del **torrente Scuropasso** (35 km²)
- Bacino del **torrente Versa** (47 km²)
- Bacino del **torrente Ardivestra** (47 km²)

Montuè site



Costa Cavalieri site

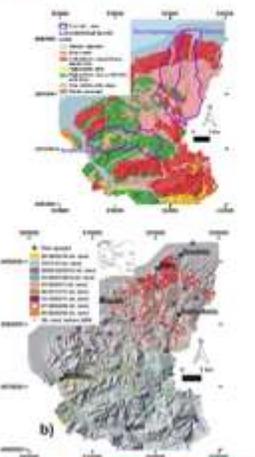


5. IL METODO

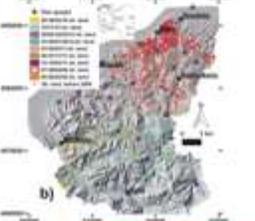
Comparison in situ and satellite data

INPUT DATA

DTM (1x1m)
Land use
Lithotechnical map



Shallow landslides / flood inventories



Field measured rainfall and soil moisture

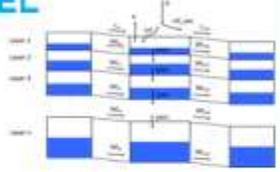


Satellite rainfall (GPM) a soil moisture (ASCAT, Sentinel)



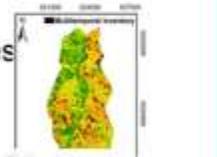
INTEGRATED HYDROLOGICAL-HYDRAULIC MODEL

Spatial and temporal model of soil moisture dynamics

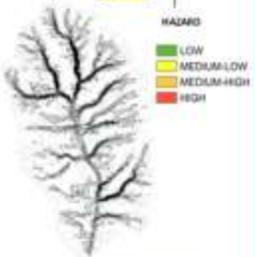


BASIN SCALE
hazard assessment integrating
satellite rainfall/soil moisture

Shallow landslides hazard

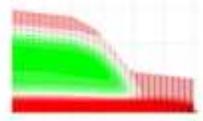


Floods hazard

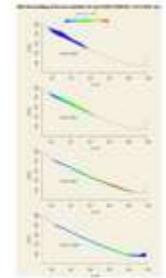


VALIDATION

Finite Elements Modeling



Triggering

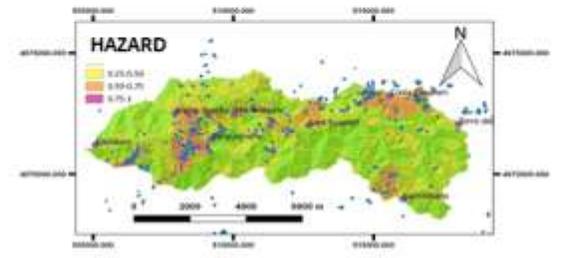


Run out

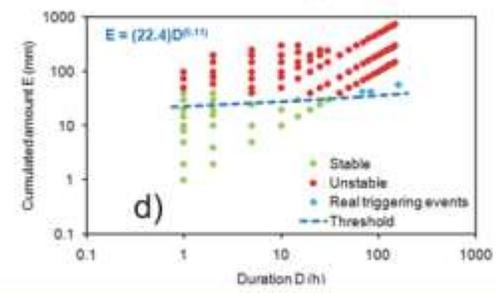


OUTPUTS

Shallow landslides / floods hazard and risk scenarios for different return periods



Soil moisture – rainfall thresholds for the occurrence of shallow landslides or floods

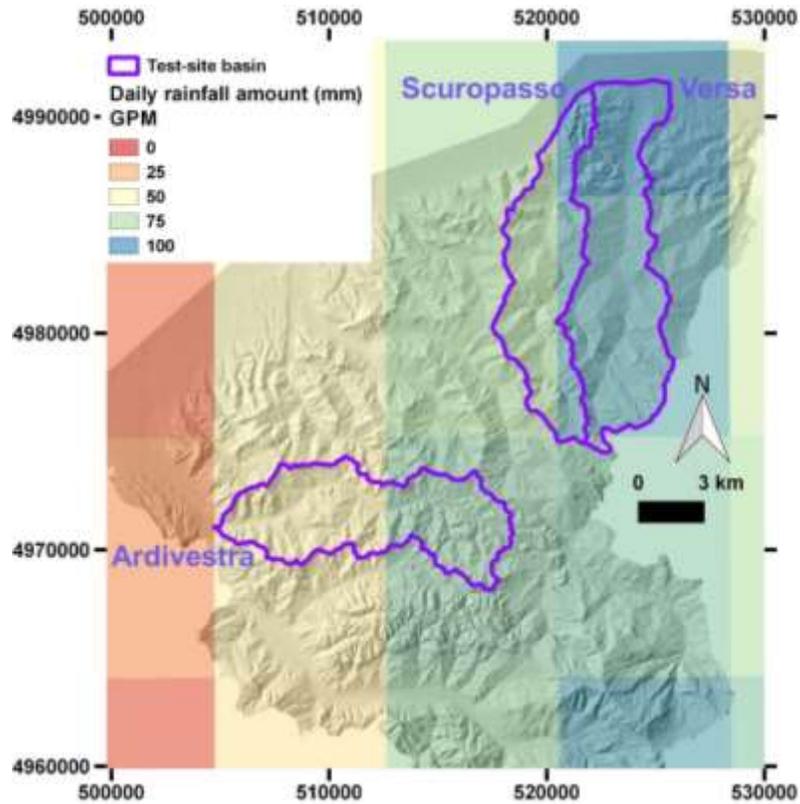


prototypal EWS validation

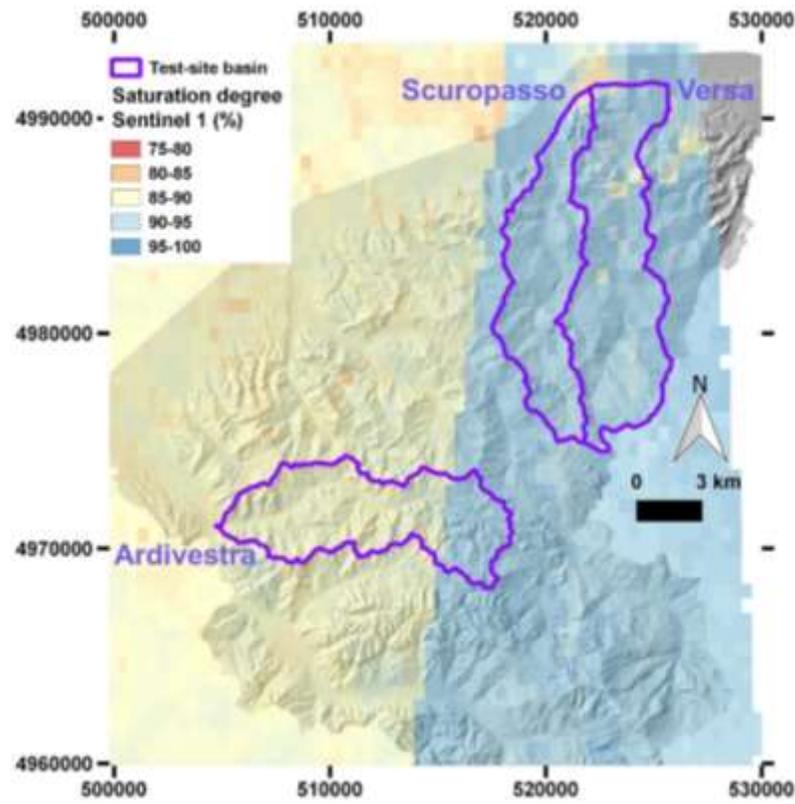
6. PRIMI RISULTATI – Confronti dati da terra e da satellite

Mappe di distribuzione di pioggia e umidità misurate da satellite

Pioggia GPM

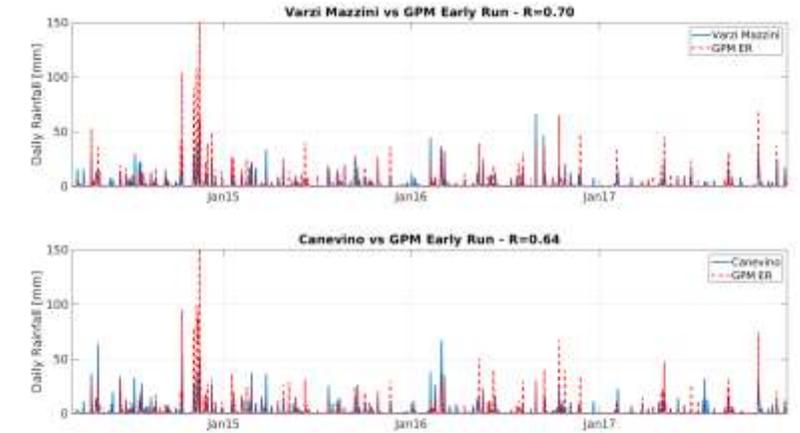


Umidità Sentinel 1

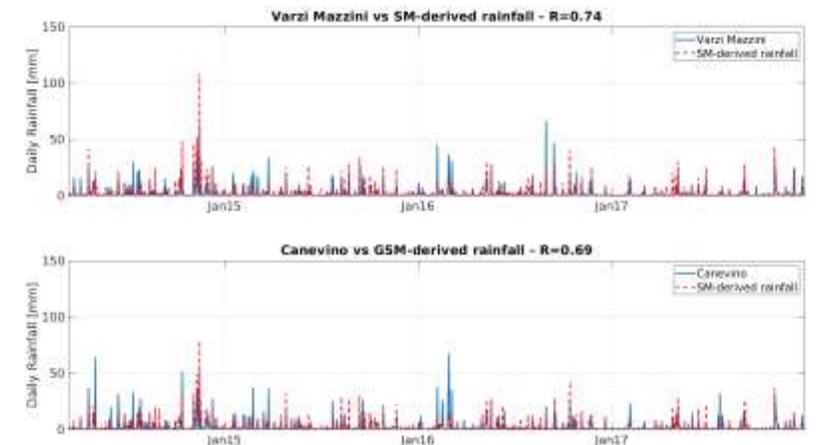


Validazione dei dati satellitari: confronto con dati misurati da stazioni a terra

Pluviometri vs Sensore GPM



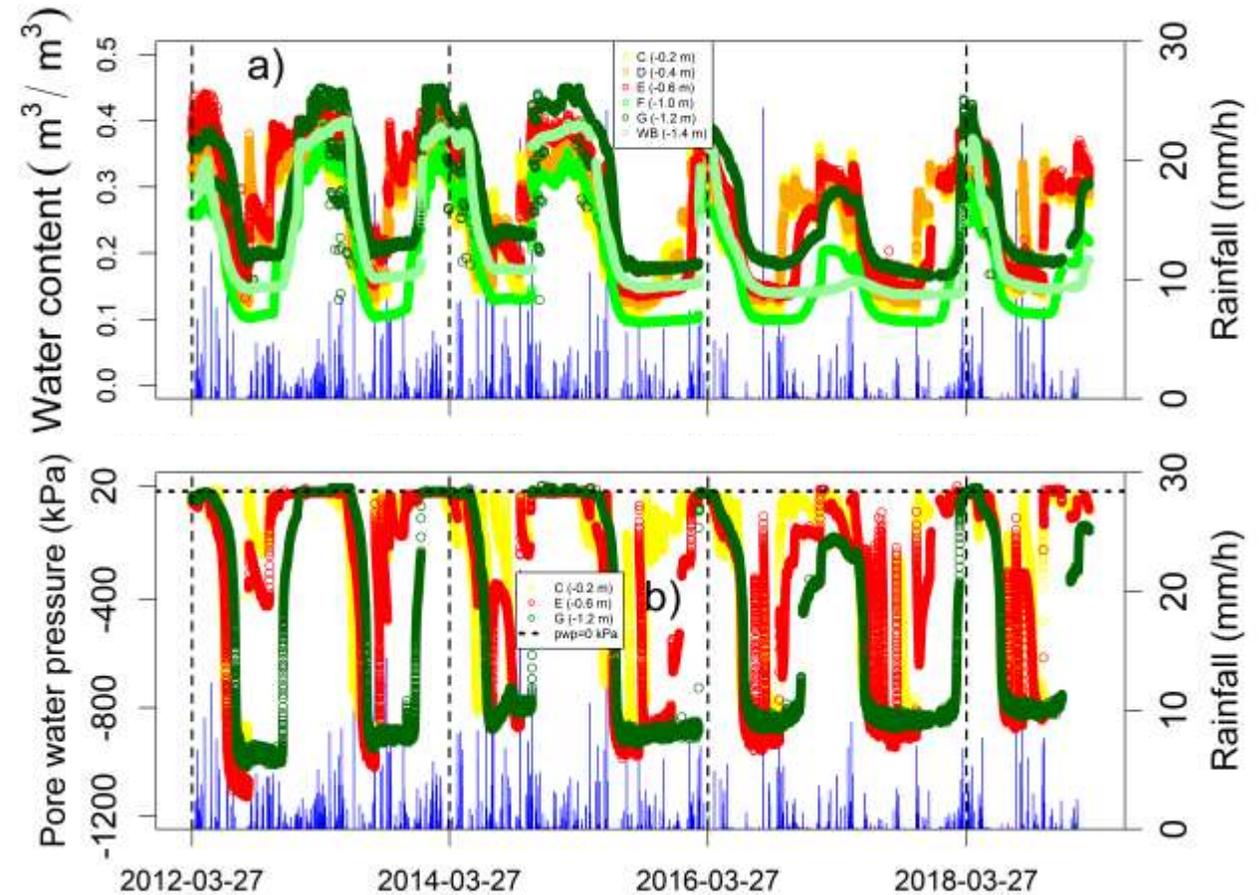
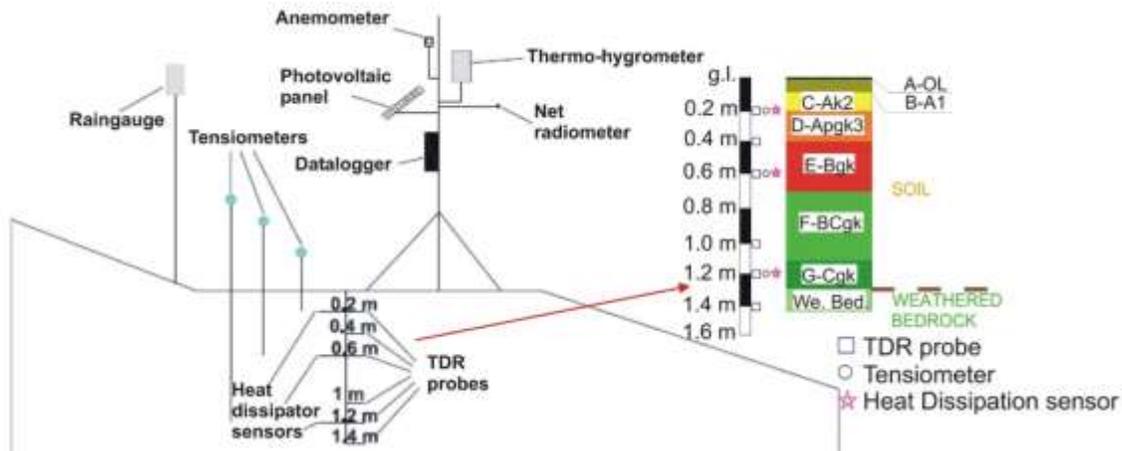
Pluviometri vs Pioggia derivata da Sentinel 1



6. PRIMI RISULTATI – Le misure a terra

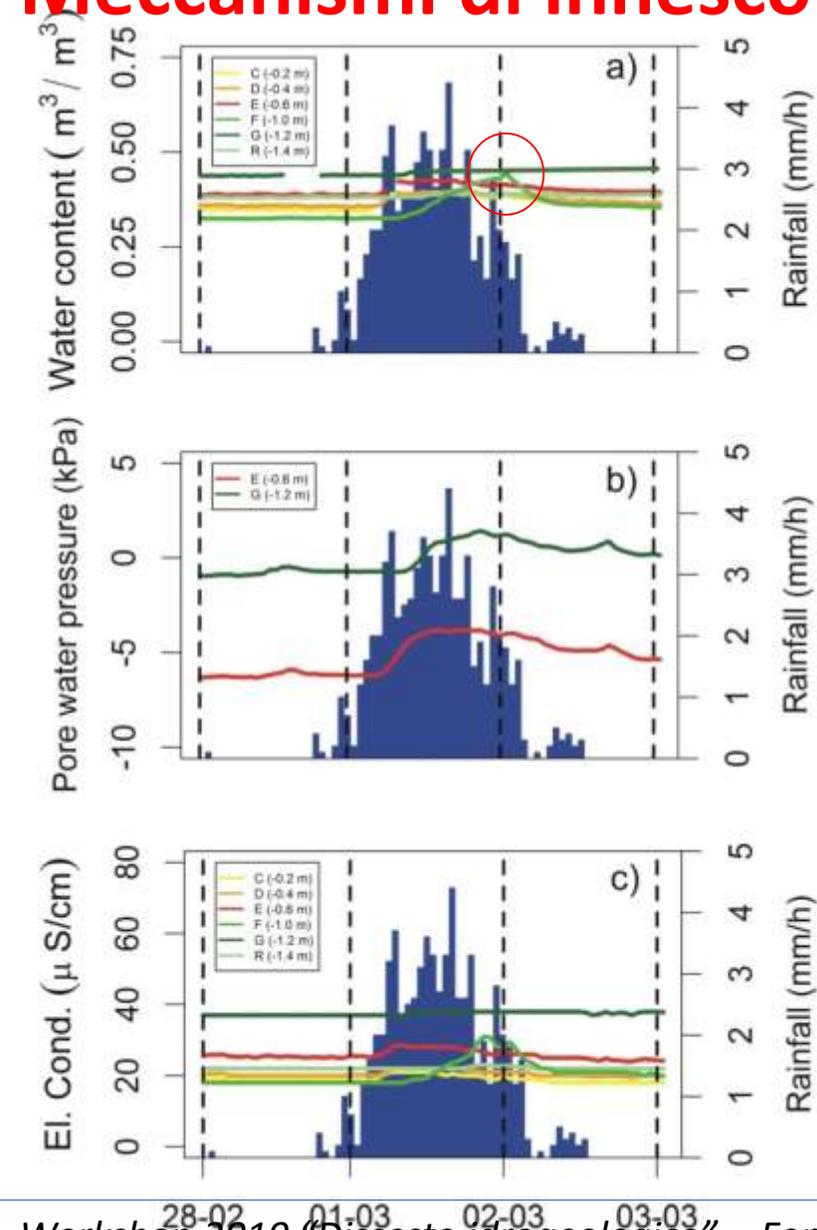
Meccanismi di innesco frane superficiali

Le stazioni di monitoraggio - Montuè

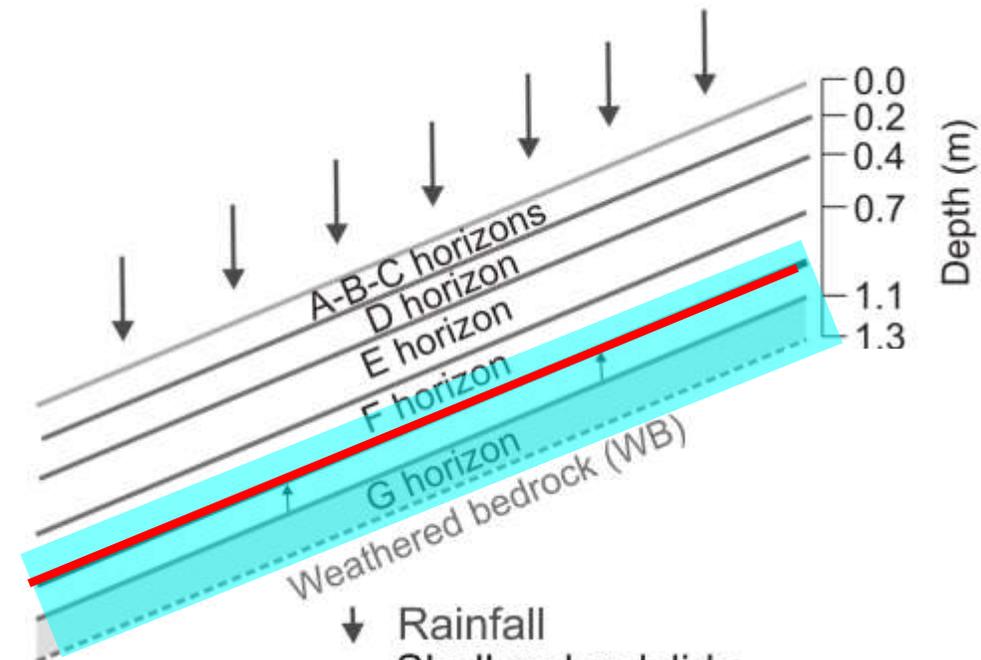


6. PRIMI RISULTATI – Le misure a terra

Meccanismi di innesco frane superficiali



28 February-2 March 2014 event (69 mm in 42 h)



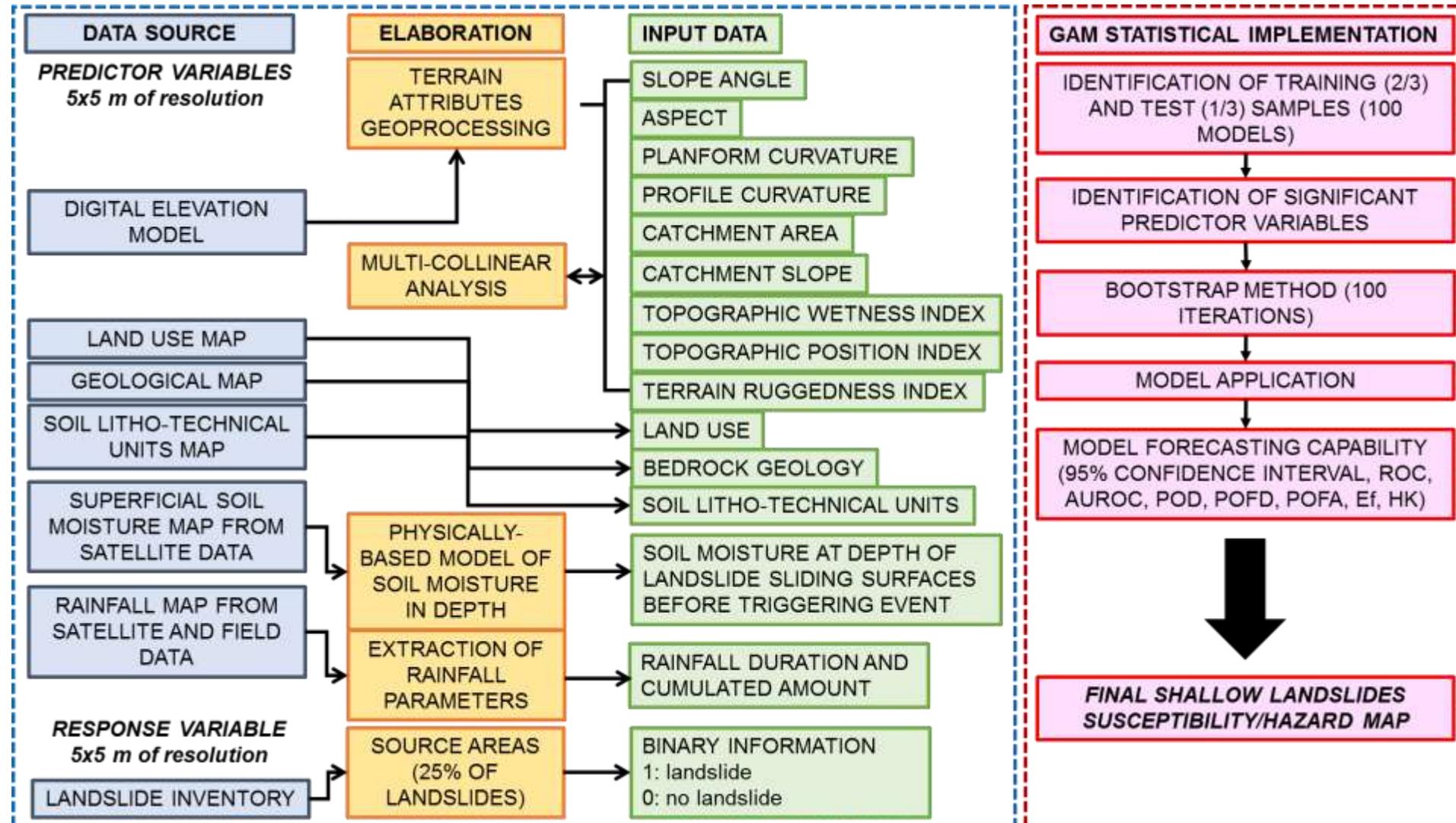
- ↓ Rainfall
- Shallow landslide sliding surface
- ▬ Perched-water table during wet periods
- ↑ Uprising of water table

—	C (-0.2 m)
—	D (-0.4 m)
—	E (-0.6 m)
—	F (-1.0 m)
—	G (-1.2 m)
—	R (-1.4 m)

6. PRIMI RISULTATI – INNESCO carte di suscettibilità/pericolosità da frana a scala di bacino

Workflow di applicazione di un metodo data-driven (GAM) per la valutazione della suscettibilità/pericolosità da frana superficiale a scala di bacino

- Facilità di applicazione a grande scala
- Duttività di applicazione per diversi tipi di eventi
- Possibilità di considerare inventari multi-temporali (suscettibilità)
- Considerare molteplici parametri predisponenti e innescanti e loro inter-relazioni

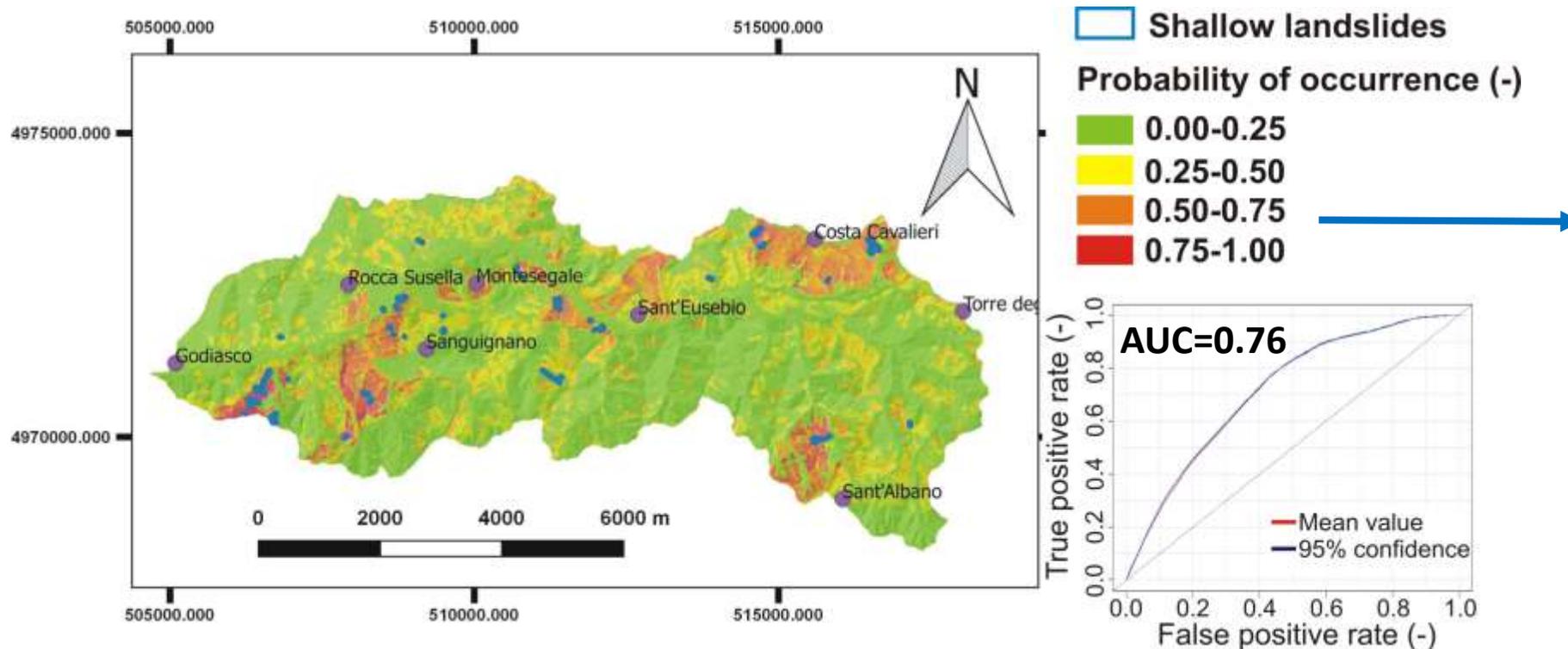


6. PRIMI RISULTATI – INNESCO carte di suscettibilità/pericolosità da frana a scala di bacino

Probabilità di accadimento di frane superficiali per il bacino del torrente Ardivestra per l'evento del 27-29 Febbraio 2019 (102 mm in 50 h).

Parametri predisponenti: pendenza, twi, catchment area, unità litotecniche dei terreni, uso del suolo

Parametri innescanti: intensità media dell'evento, pioggia cumulata 30 giorni antecedenti → mappa ottenuta da kriging di dati di stazioni meteo



- Scenari durante altri eventi
- Dati satellitari di pioggia e umidità
- Scenari di pericolosità con piogge a diversi tempi di ritorno

6. PRIMI RISULTATI – INNESCO carte di suscettibilità/pericolosità da frana a scala di versante

**METODOLOGIA PROPOSTA
PER LO STUDIO DELL'INNESCO**

CONDIZIONI INIZIALI

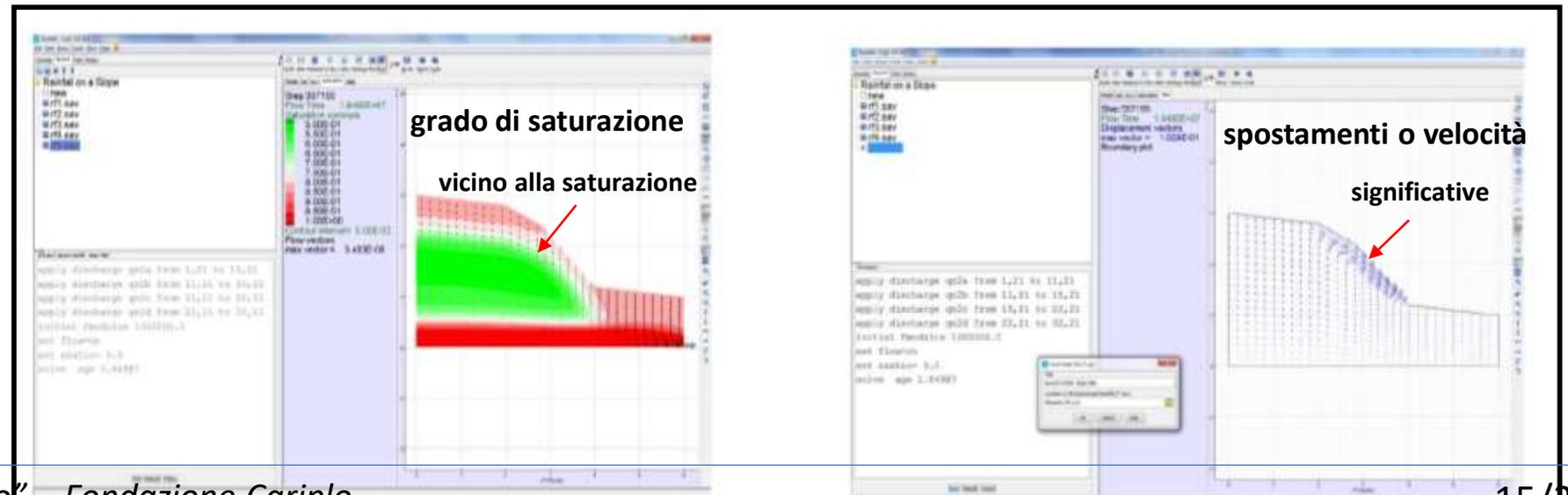
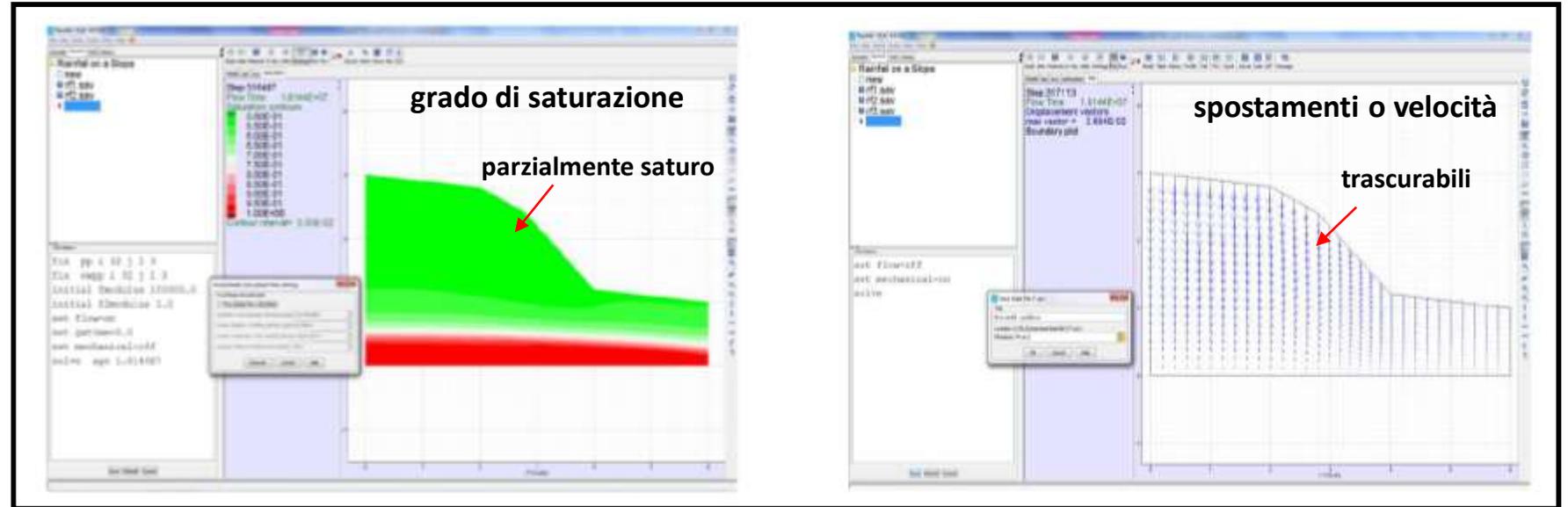


**SIMULAZIONE EVENTO
METEORICO**

(mm pioggia per intervallo di t)



INNESCO FRANA

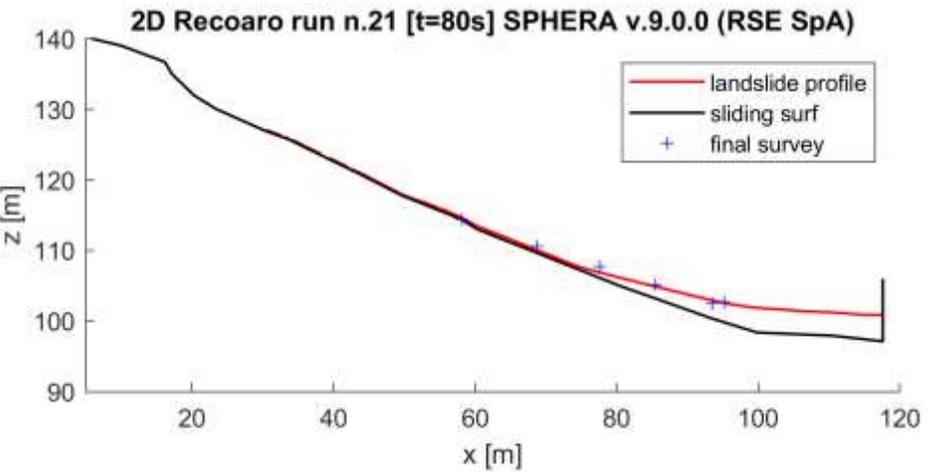
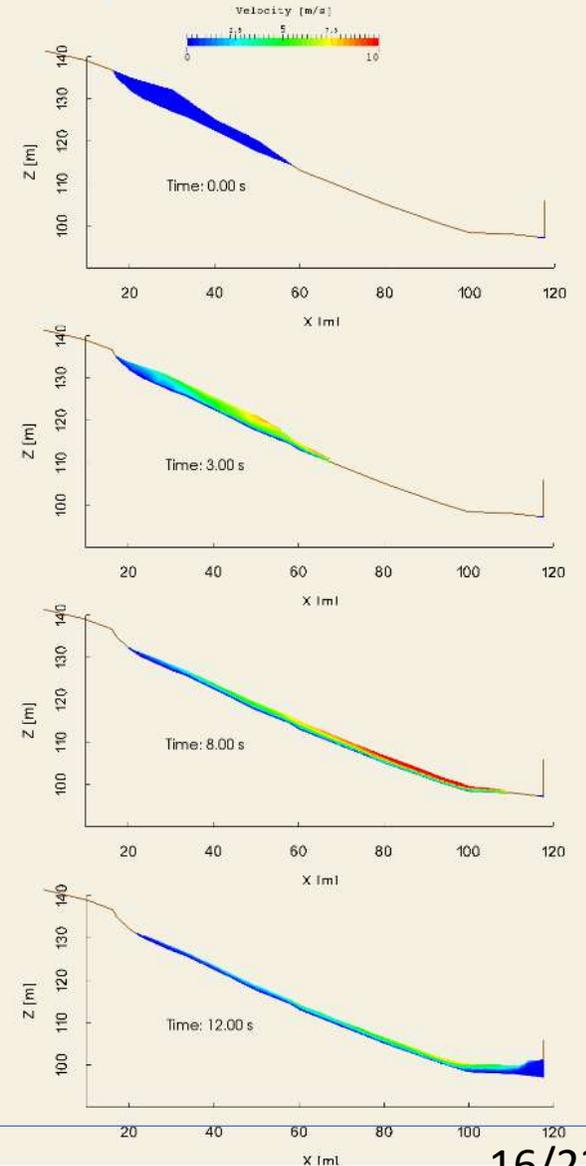


6. PRIMI RISULTATI – RUN OUT carte di suscettibilità/pericolosità da frana a scala di versante

A rainfall induced landslide occurred on April 28th 2009 in the Recoaro valley (south of Pavia) has been modeled with SPH Lagrangian meshfree particle technique. The code adopted (SPHERA v.9.0.0-RSE SpA) is fully 3D, but the peculiar features of the narrow slide allows using 2D approach to properly simulate the phenomenon.



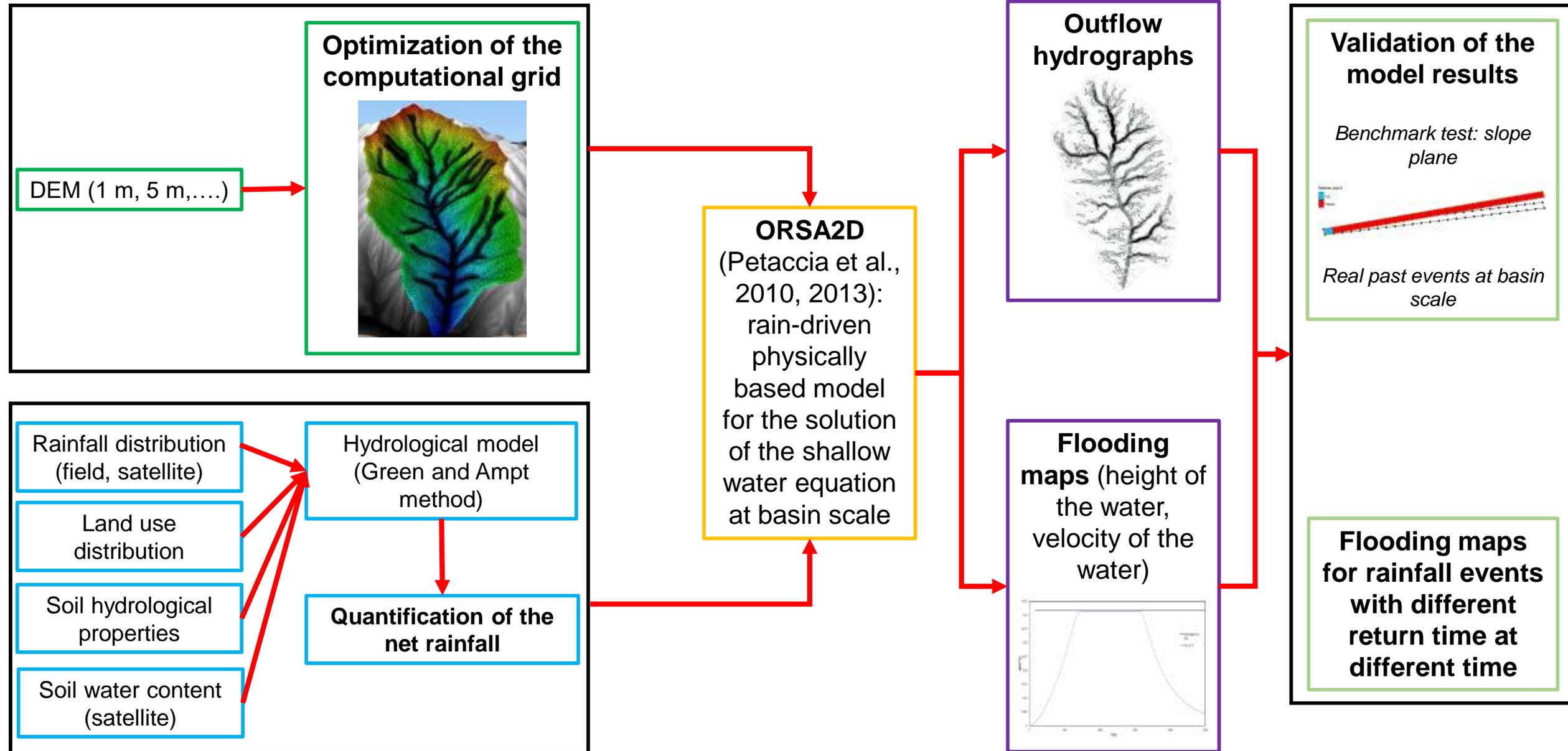
SPH 2D modelling of Recoaro landslide (28 April 2009) SPHERA v.9.0.0 (RSE SpA)



The run-out of the landslide can be simulated and the obtained post-event profile shows good agreement with the experimental points obtained from the post event survey.

The SPH model seems promising for the analysis of the dynamic behavior of rainfall induced shallow landslide. When coupled with triggering model, an estimate of the risk level induced by landslide propagation can thus be obtained.

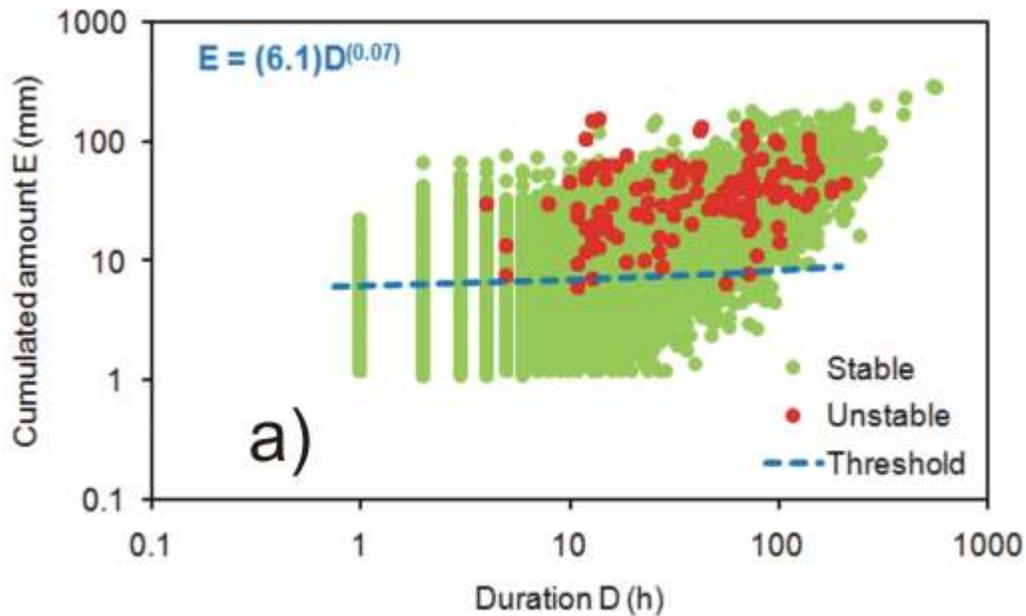
6. PRIMI RISULTATI – carte di pericolosità da alluvioni



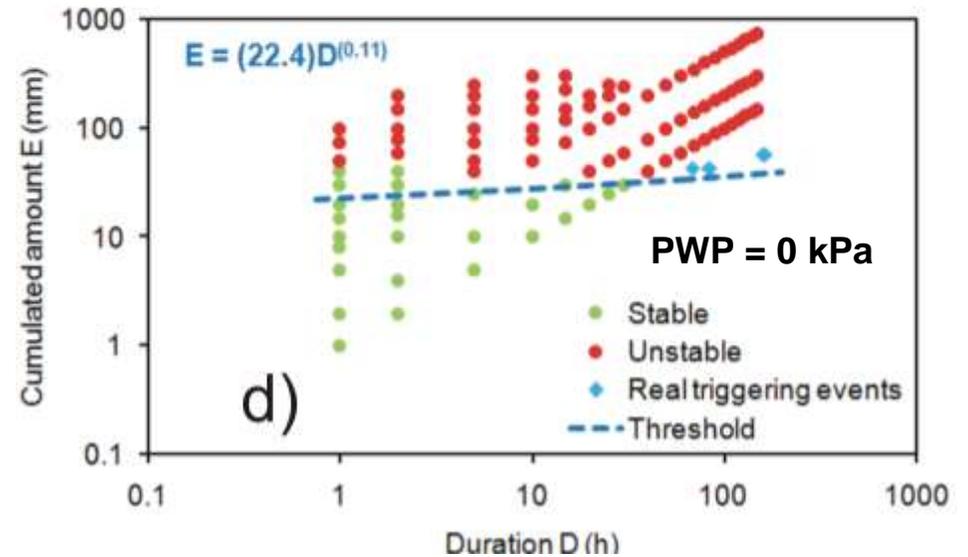
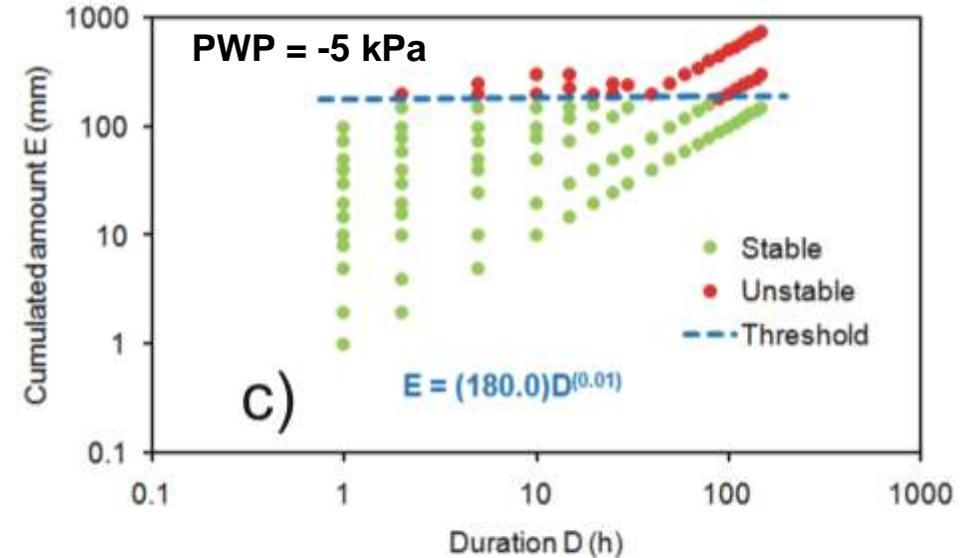
6. PRIMI RISULTATI – soglie

Confronto tra classiche soglie pluviometriche empiriche e soglie pluviometriche fisicamente basate, ricostruite un diverso valore di pressione interstiziale antecedente all'evento

Empirical rainfall thresholds (CTRL-T; Melillo et al., 2018)



Physically-based rainfall thresholds



7. SVILUPPI FUTURI

- ❑ Confronto del modello data-driven con un modello deterministico-probabilistico per la valutazione della pericolosità da frana superficiale
- ❑ Scenari di pericolosità da frana superficiale e da alluvione con diversi tempi di ritorno
- ❑ Utilizzo dei dati satellitari (umidità, pioggia) nella ricostruzione delle soglie pluviometriche
- ❑ Confronto delle soglie pluviometriche con le soglie attualmente in uso (Regione Lombardia) e validazione con eventi futuri

8. COMUNICAZIONE

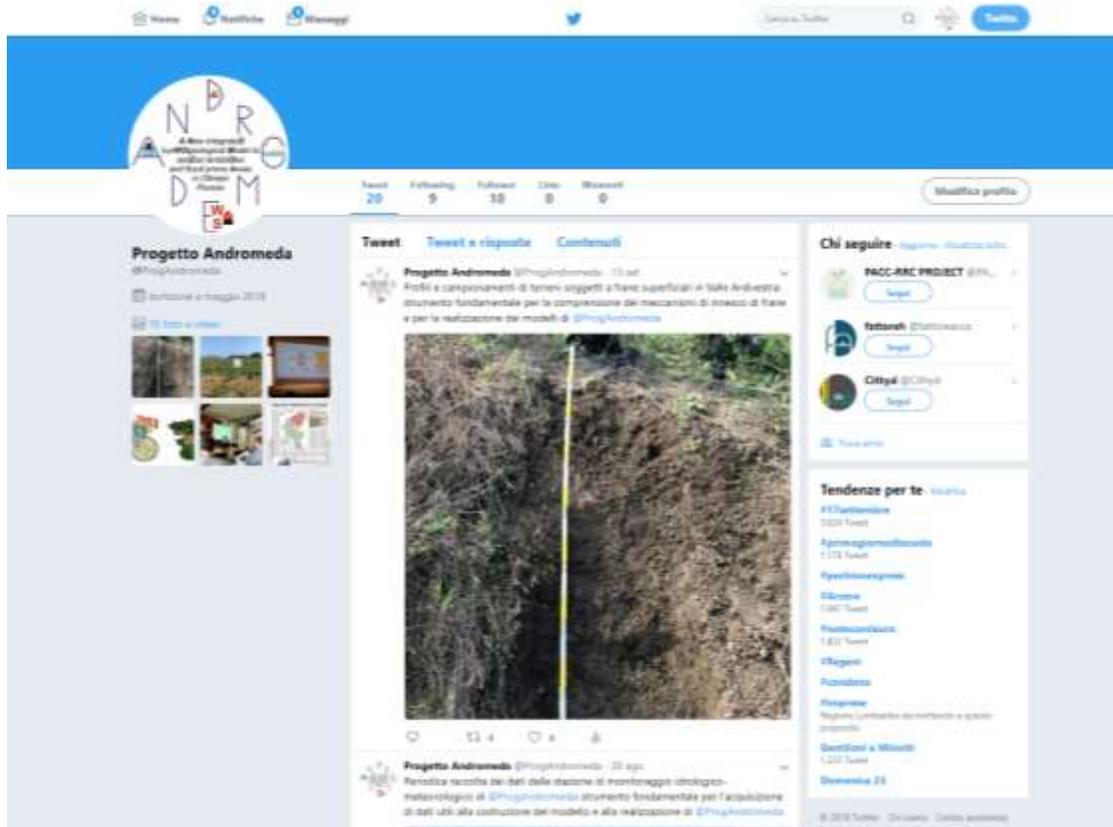
Sito internet

<https://progettoandromeda.unipv.it/>



8. COMUNICAZIONE

Continuo aggiornamento dei profili **Facebook** e **Twitter** con notizie relative al progetto



@ProgAndromeda

https://www.facebook.com/ProgAndromeda-1922388478072055/?modal=admin_todo_tour



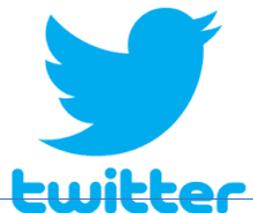
CONTATTI

- Principal Investigator: Prof.ssa Claudia Meisina
claudia.meisina@unipv.it
- Responsabile della Comunicazione: Dott. Massimiliano Bordoni
massimiliano.bordoni@unipv.it

Mail ufficiale: andromeda@unipv.it



**Pagina ufficiale: ProgAndromeda
(https://www.facebook.com/ProgAndromeda-1922388478072055/?modal=admin_todo_tour)**



@ProgAndromeda