

UTILIZZO DI DATI SATELLITARI DI PIOGGIA E CONTENUTO D'ACQUA PER APPLICAZIONI IDROLOGICHE

Luca Ciabatta e il Gruppo di Idrologia

Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica
Consiglio Nazionale delle Ricerche



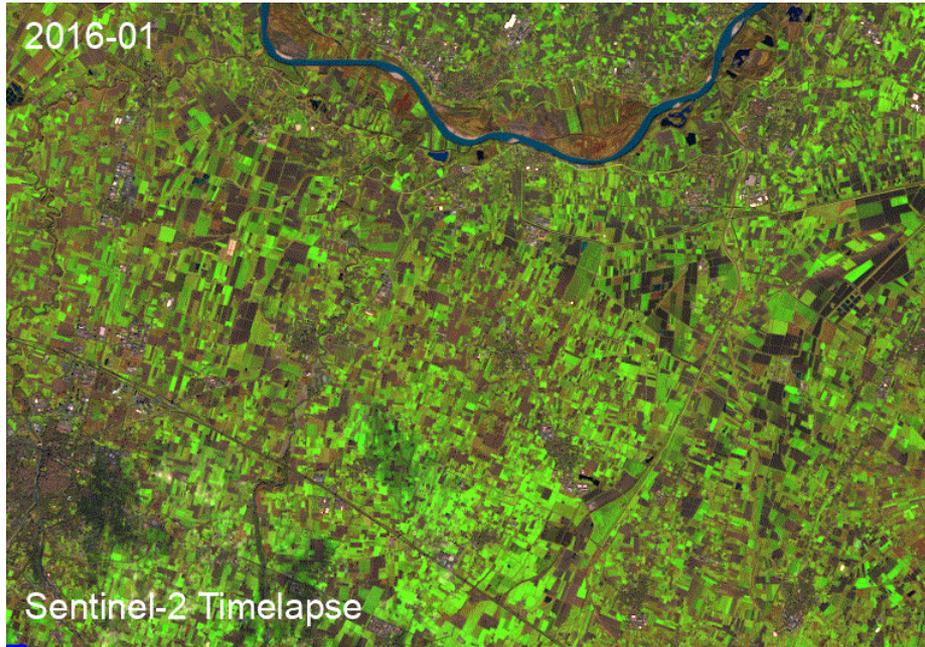
EVENTI ESTREMI E DATI DA SATELLITE

1. Il verificarsi di eventi estremi (piene, frane, siccità) sul territorio italiano ha prodotto (e purtroppo continua a produrre) elevati danni economici e sociali
2. L'impatto umano sul ciclo idrologico non è più trascurabile



EVENTI ESTREMI E DATI DA SATELLITE

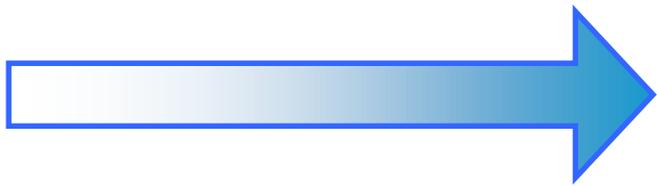
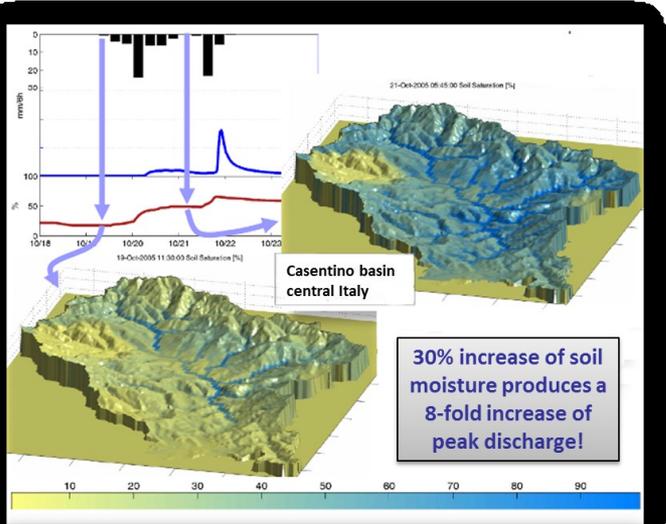
1. Il verificarsi di eventi estremi (piene, frane, siccità) sul territorio italiano ha prodotto (e purtroppo continua a produrre) elevati danni economici e sociali
2. L'impatto umano sul ciclo idrologico non è più trascurabile



I dati satellitari sono attualmente in grado di fornire dati e informazioni ad altissima risoluzione (<1 km) utili per la previsione e la mitigazione degli eventi estremi:

- Umidità del suolo
- Precipitazioni
- Evaporazione
- Neve
- Vegetazione
- ...

IMPORTANZA DELL'UMIDITÀ DEL SUOLO




FLOOD

DROUGHT




WEATHER PREDICTION

CLIMATE SYSTEM

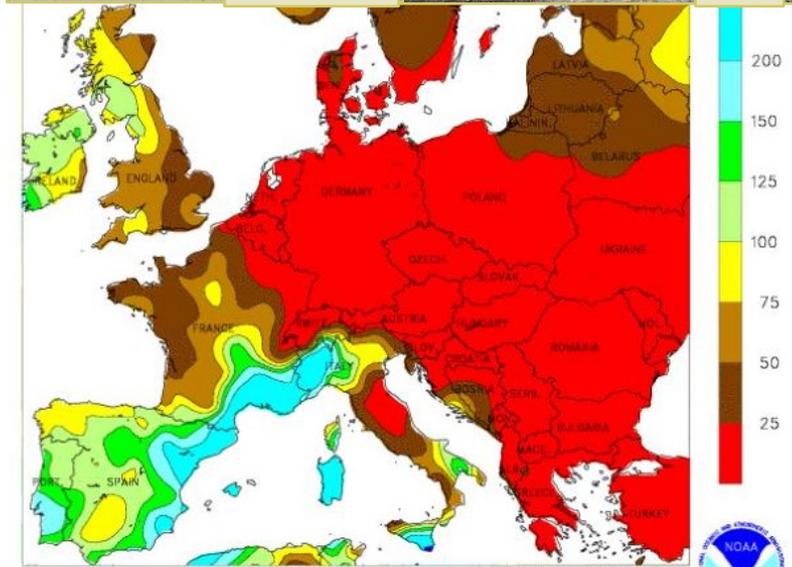



LANDSLIDES

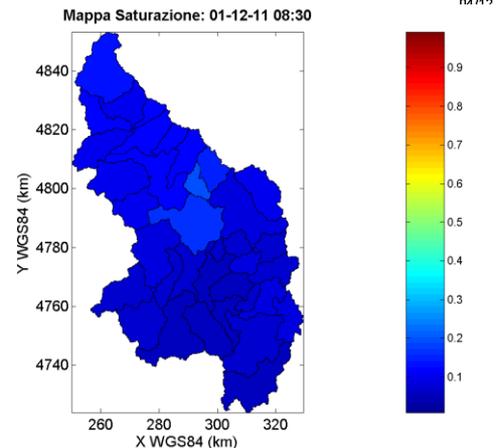
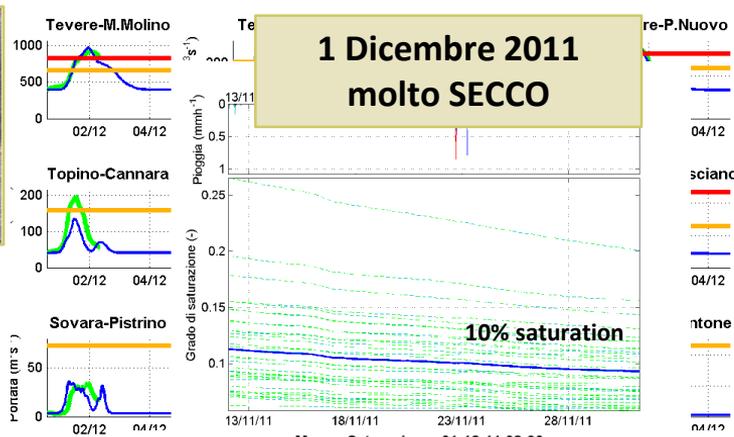
CROP PRODUCTION



IMPORTANZA DELL'UMIDITÀ DEL SUOLO



CLIMATE PREDICTION CENTER, NOAA
Computer generated contours
Based on preliminary data

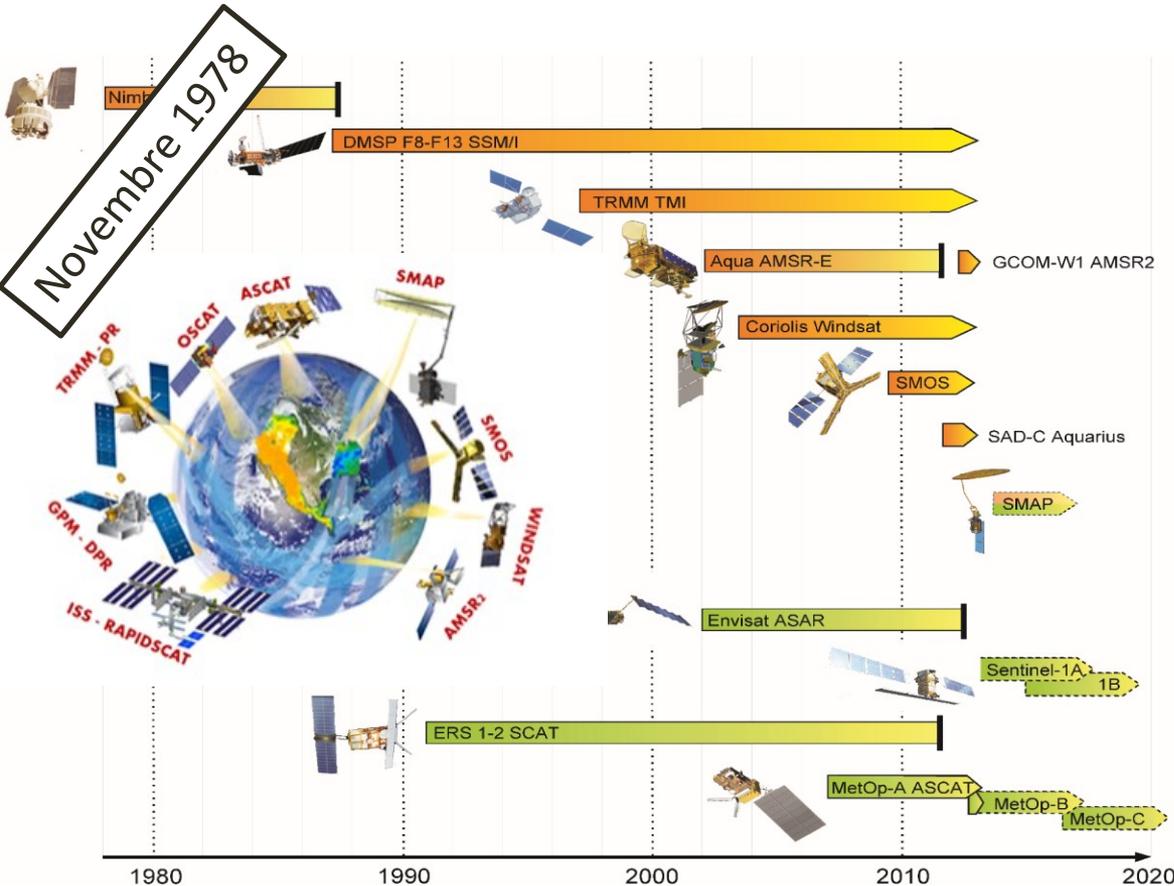


IMPORTANZA DELL'UMIDITÀ DEL SUOLO



**10 Novembre 2012
di nuovo molto
BAGNATO!**

TELERILEVAMENTO DELL'UMIDITÀ DEL SUOLO

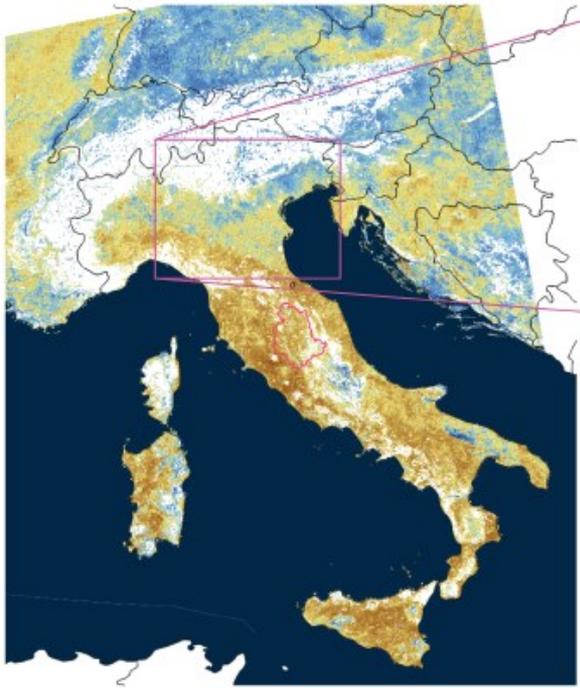


- E' disponibile una costellazione di sensori per la misura dell'umidità del suolo da satellite
- Di recente sono disponibili dati ad alta risoluzione (1km)
 - Sentinel-1
 - CYGNSS
- Missioni future permetteranno di ottenere accuratèzze e risoluzioni sempre migliori:
 - FSSCat
 - L-band SAR
 - G-CLASS (EE10)

TELERILEVAMENTO DELL'UMIDITÀ DEL SUOLO

a) Drought: Italy Summer 2017

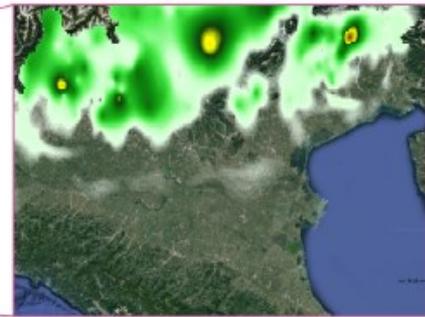
Sentinel-1 SSM Monthly Mean
2017 July



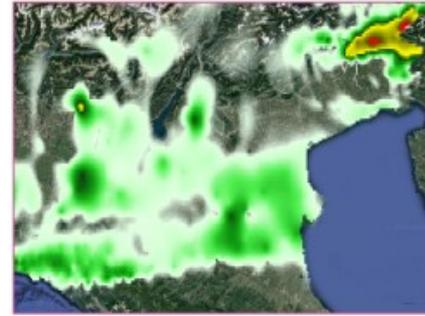
Surface Soil Moisture [%] Mask / No Data Outline Umbria
0 25 50 75 100

b) Rainfall Event: Po Valley 2017 July 11

Observed Cumulative Rainfall
2017 July 10 | 0-24h

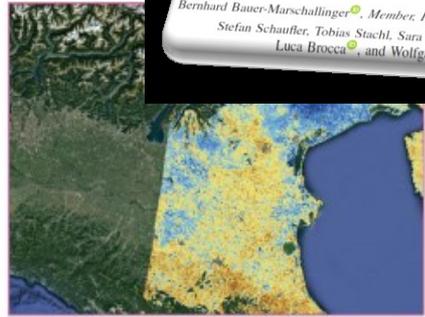


2017 July 11 | 0-24h

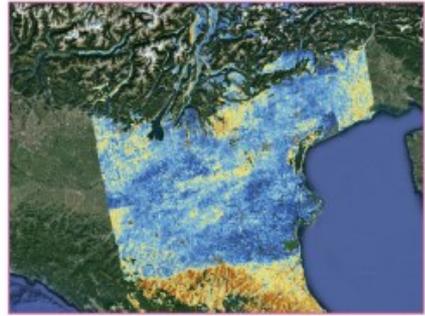


Precipitation [mm]
0 40 100 200

Sentinel-1 SSM
2017 July 10



2017 July 11 | 17:04

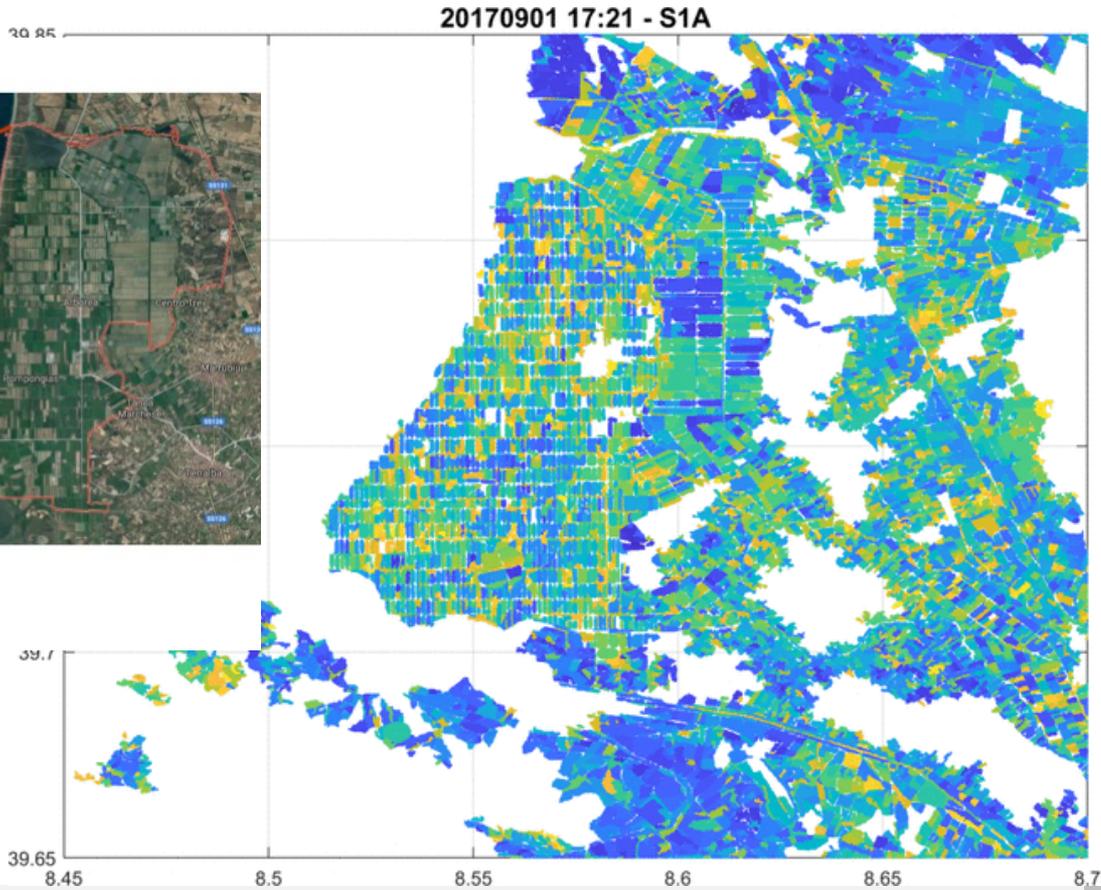
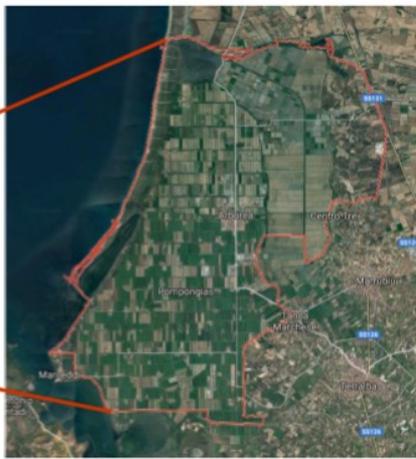
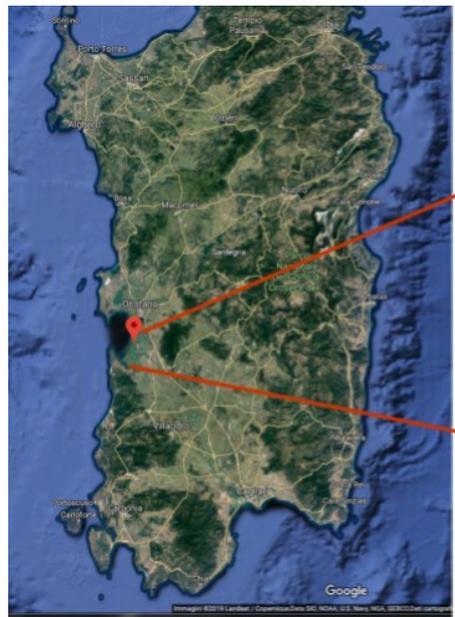


Surface Soil Moisture [%]
0 25 50 75 100

Toward Global Soil Moisture Monitoring With Sentinel-1: Harnessing Assets and Overcoming Obstacles
Bernhard Bauer-Marschallinger[✉], Member, IEEE, Vahid Freeman[✉], Senmao Cao, Christoph Paulik[✉], Stefan Schaufler, Tobias Stachl, Sara Modanesi, Christian Massari[✉], Luca Ciabatta[✉], Luca Brocca[✉], and Wolfgang Wagner[✉], Senior Member, IEEE

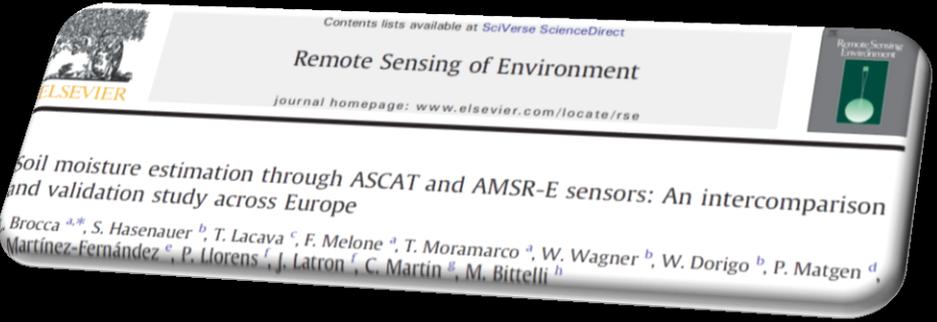
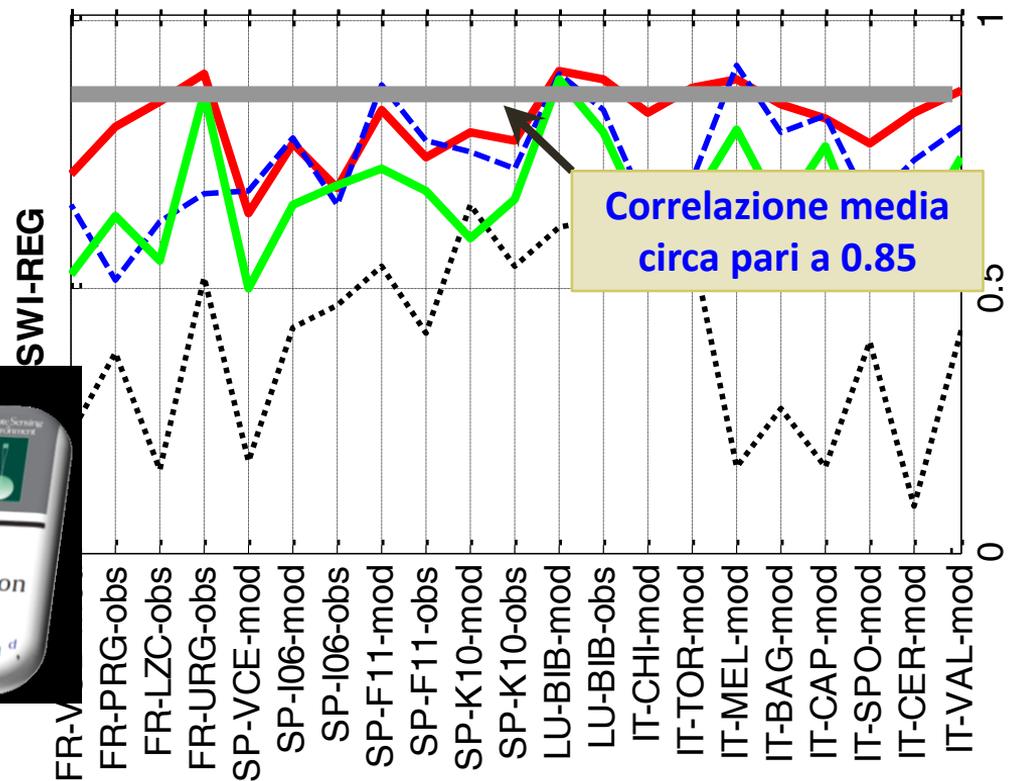
Sentinel-1
Soil Moisture

UMIDITÀ DEL SUOLO ALLA SCALA DI CAMPO (100 M)



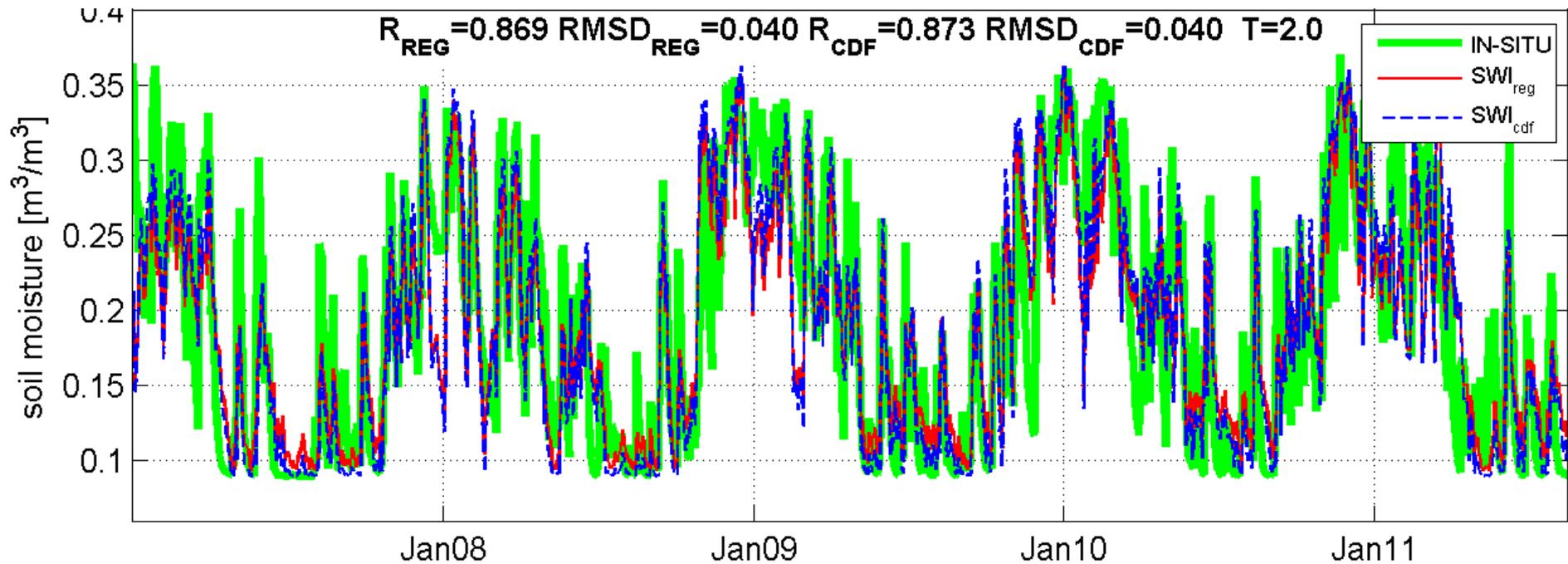
QUAL È L'ACCURATEZZA DEI PRODOTTI SATELLITARI?

Correlazione tra misure
in situ e dati satellitari
per diversi siti in Europa



— ASCAT - - - AMSRE-LPRM AMSRE-NASA — AMSRE-PRI

QUAL È L'ACCURATEZZA DEI PRODOTTI SATELLITARI?



ITALY

PRODOTTI LIBERAMENTE DISPONIBILI (COPERNICUS)

COPERNICUS C3S SOIL MOISTURE dal 1978 a oggi, 1/10 giorni, 25 km

Home Search Datasets Applications Your requests Toolbox Help & support

Soil moisture gridded data from 1978 to present

SOIL WATER INDEX: dal 2007 a oggi, 1/10 giorni, 10 km

Copernicus Global Land Service

Providing bio-geophysical products of global land surface

Home Products News Product Access Viewing Library Get Support

SURFACE SOIL MOISTURE: dal 2015 a oggi, 5 giorni, 1 km

Copernicus Global Land Service

Providing bio-geophysical products of global land surface

Home Products News Product Access Viewing Library Get Support

Burnt Area	NDVI
Dry Matter Prod.	Soil Water Index
FAPAR	Surf. Soil Moisture
FCOVER	VCI
Leaf Area Index	VPI
Land Cover	

Burnt Area	NDVI
Dry Matter Prod.	Soil Water Index
FAPAR	Surf. Soil Moisture
FCOVER	VCI
Leaf Area Index	VPI
Land Cover	

Water Index

Water Index quantifies the moisture condition at various depths in the soil. It is mainly driven by precipitation via the process of infiltration. Soil moisture is a very heterogeneous variable and varies scales with soil properties and drainage patterns. Satellite measurements integrate over relative to space, with the presence of vegetation adding complexity to the interpretation.

SWI product updates

SWI reformatting to netCDF4
 Mon, 24 Sep 2018
 Quality information on the SWI product available
 Mon, 24 Sep 2018

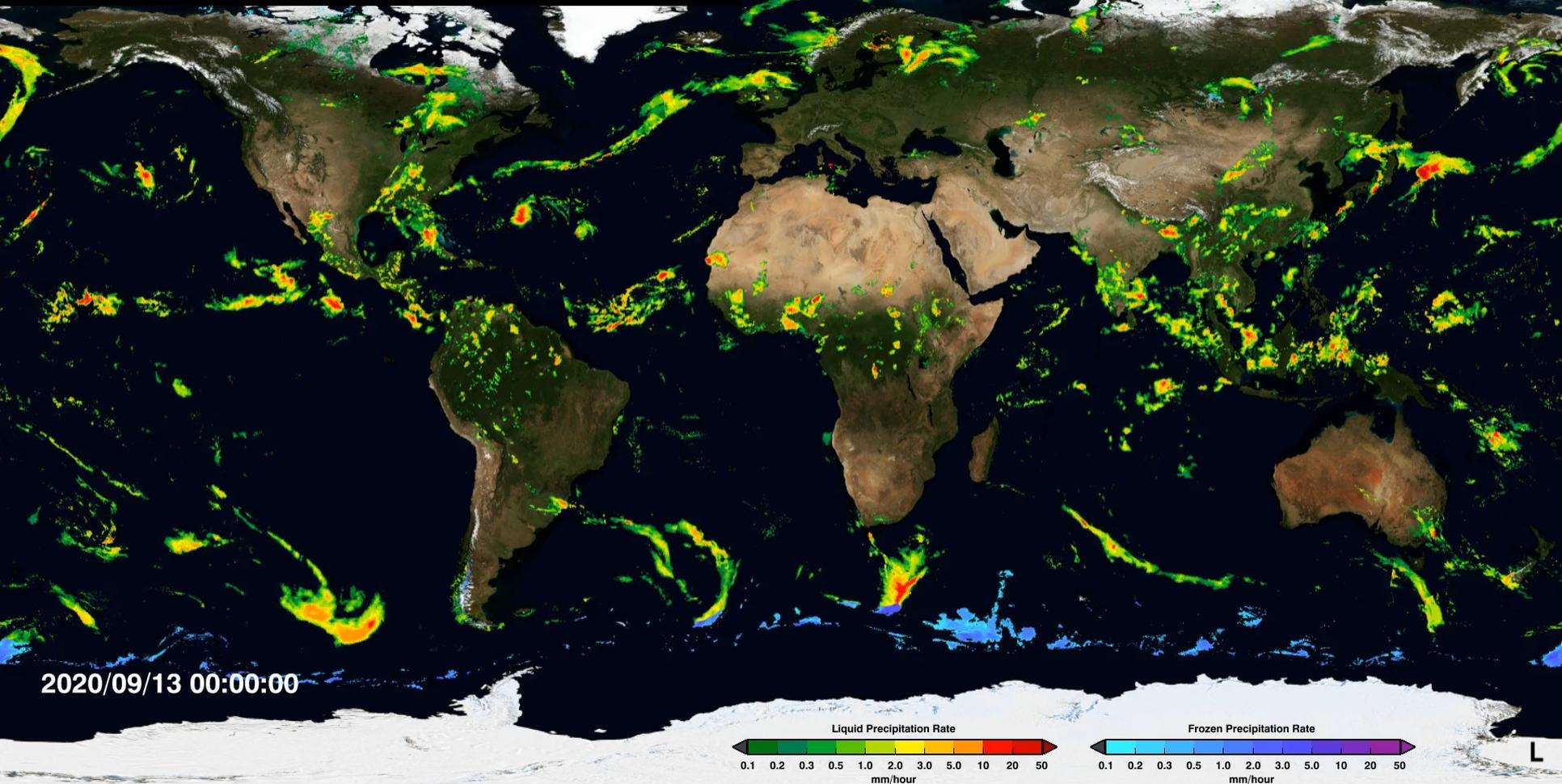
Surface Soil Moisture

Surface Soil Moisture (SSM) is the relative water content of the top few centimetres soil, describing how wet or dry the soil is in its topmost layer, expressed in percent saturation. It is measured by satellite

SSM product updates

Early Access - Surface Soil Moisture at 1km resolution over Europe

LA PIOGGIA DA SATELLITE



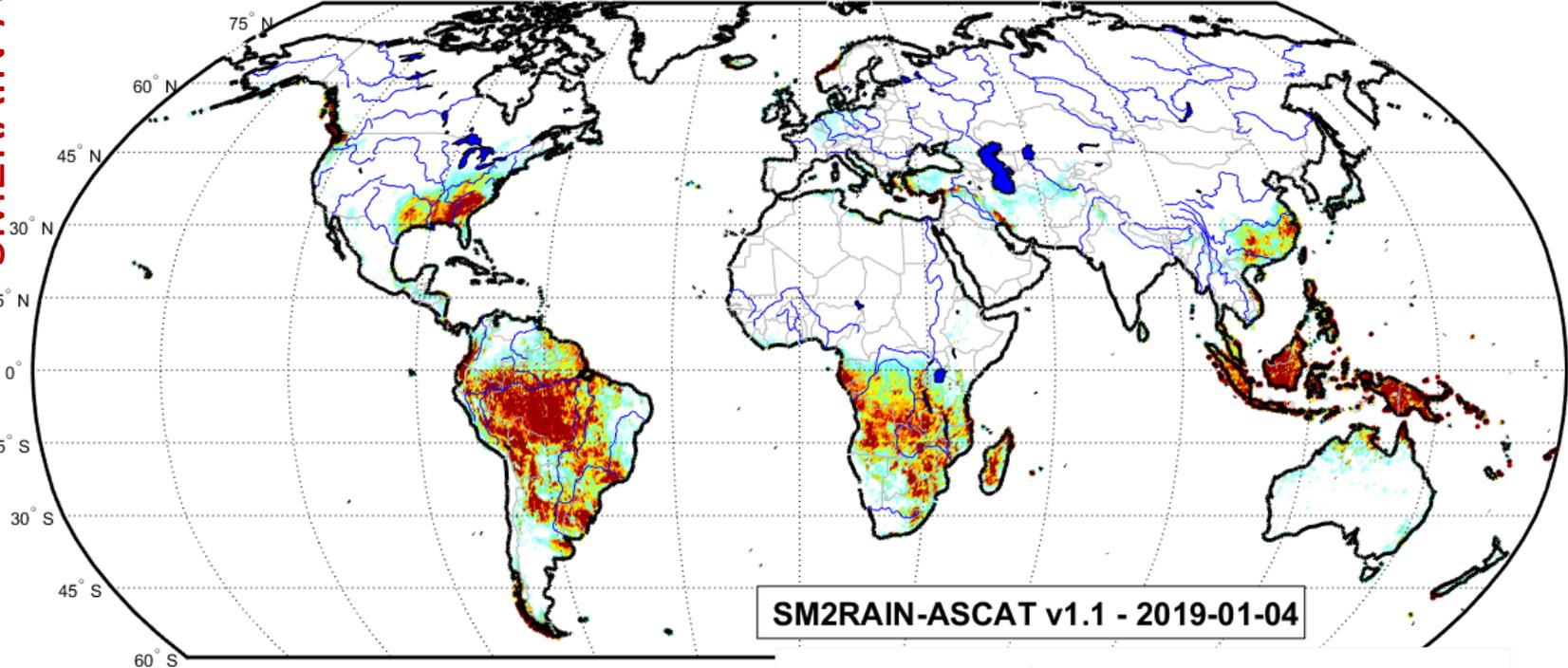
PIOGGIA DA SATELLITE (SM2RAIN)

Periodo: 2007-2020

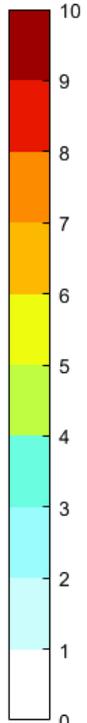
Risoluzione spaziale\temporale: 12.5 km\1 giorno

SM2RAIN-ASCAT

180° W 150° W 120° W 90° W 60° W 30° W 0° 30° E 60° E 90° E 120° E 150° E 180° E



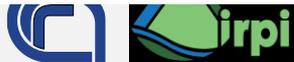
SM2RAIN-ASCAT v1.1 - 2019-01-04



Brocca et al. (2019 ESSD)
<https://doi.org/10.5194/essd-11-1583-2019>

Gratis @ Zenodo

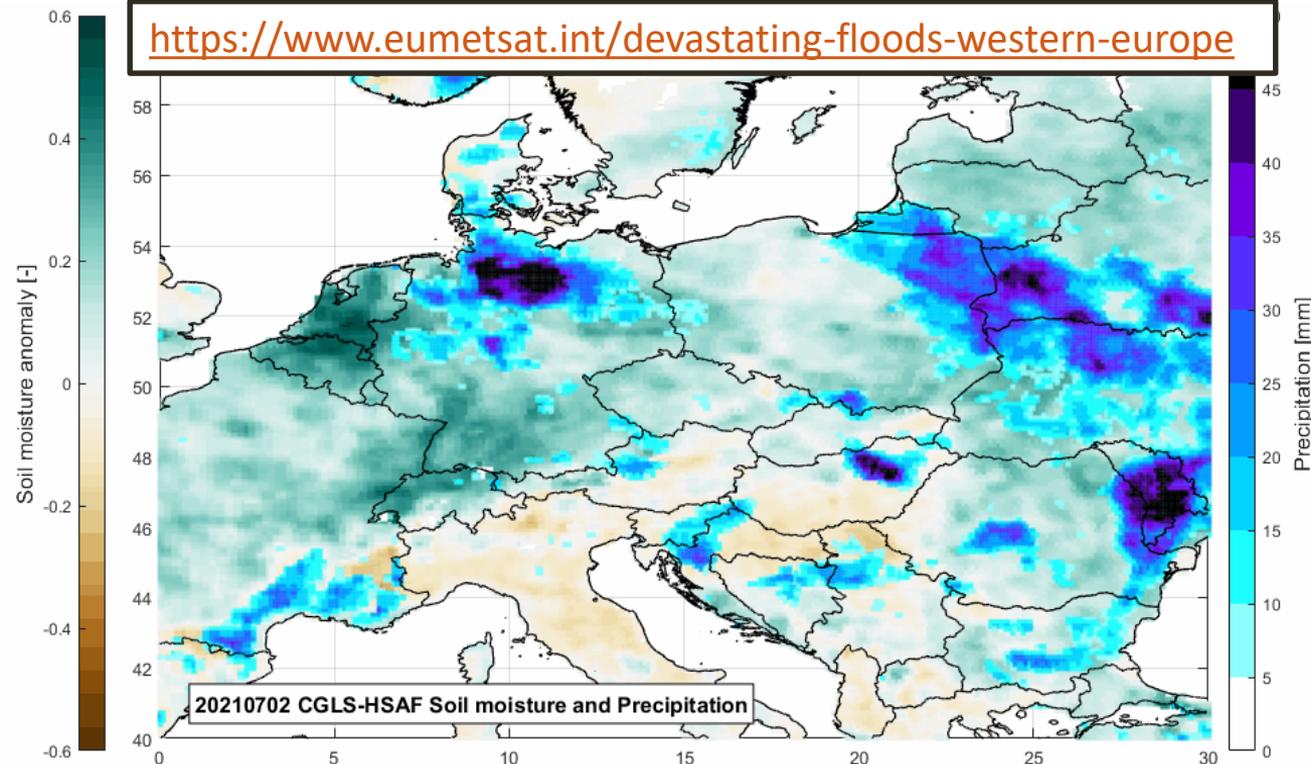
<https://doi.org/10.5281/zenodo.2591214>



www.irpi.cnr.it

Alluvione in Europa Centrale (Luglio 2021)

<https://www.eumetsat.int/devastating-floods-western-europe>



Le condizioni di umidità del suolo antecedenti molto umide e le quantità di precipitazioni sono state i fattori chiave dell'inondazione catastrofica avvenuta il 14-15 luglio nell'Europa centrale

Umidità del suolo da satellite e precipitazioni durante l'evento alluvionale dell'Europa centrale (luglio 2021)

PIOGGIA AD ALTA RISOLUZIONE (1KM/1H)

Italy – Flash Floods and Landslides After 250mm of Rain in 12 Hours

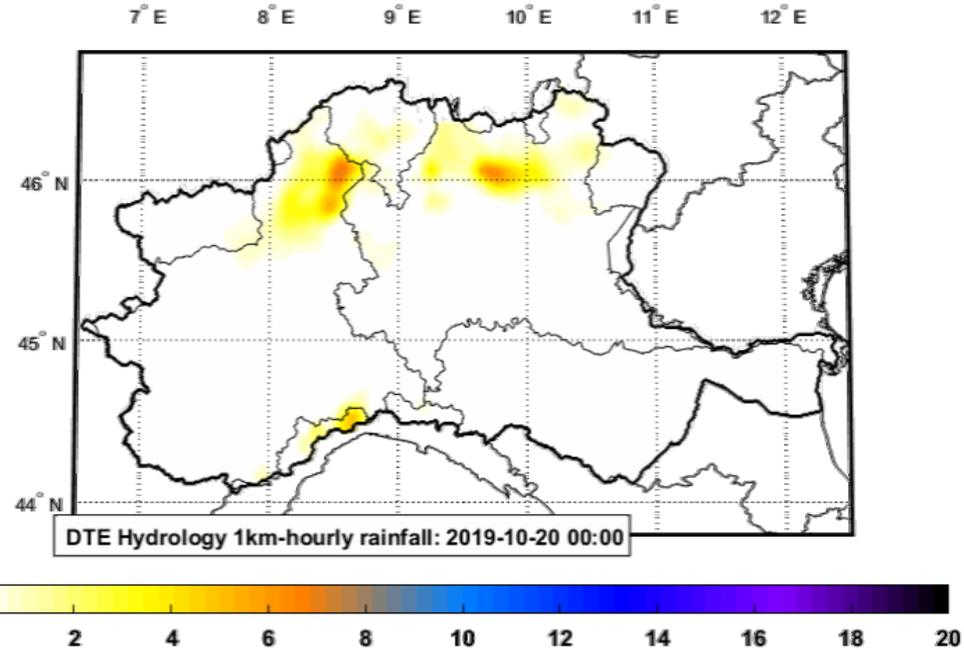
22 OCTOBER, 2019 BY FLOODLIST NEWS IN EUROPE. NEWS

f t g+ @ in

Heavy rain in northern Italy has caused floods and landslides in the regions of Lombardy, Piedmont and Liguria.



Heavy rain triggered landslides in northern Italy, 20 to 22 October 2019. Photo: Vigili del Fuoco

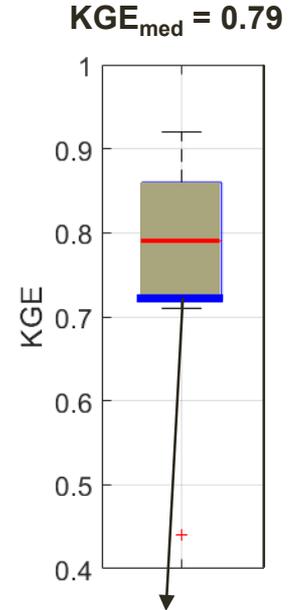
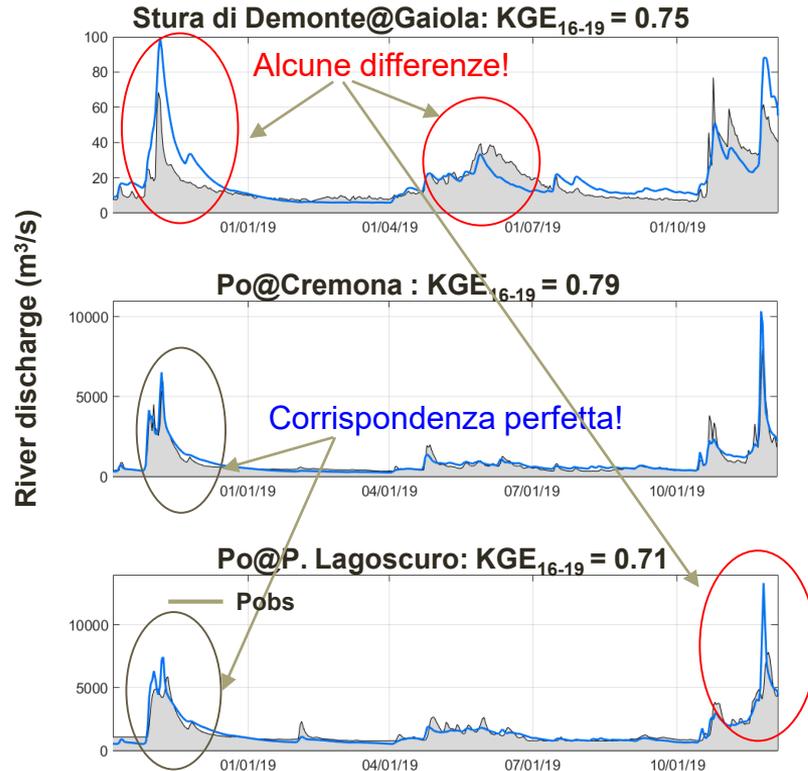
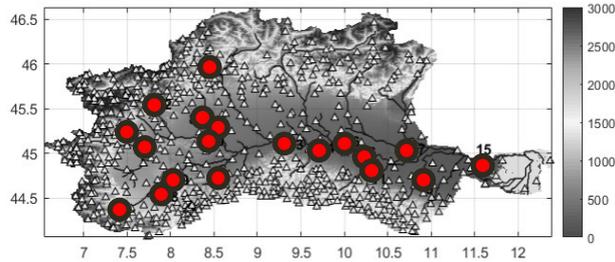


APPLICAZIONI: SIMULAZIONE DELLA PORTATA FLUVIALE

E' possibile ottenere risultati migliori con i dati satellitari?

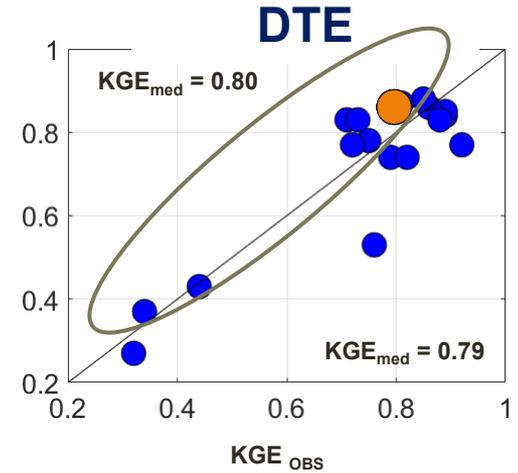
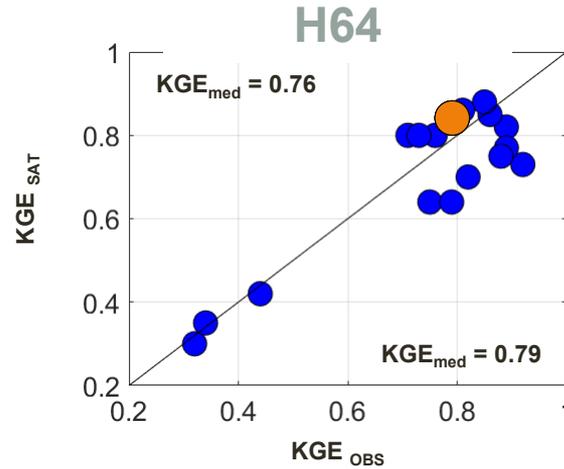
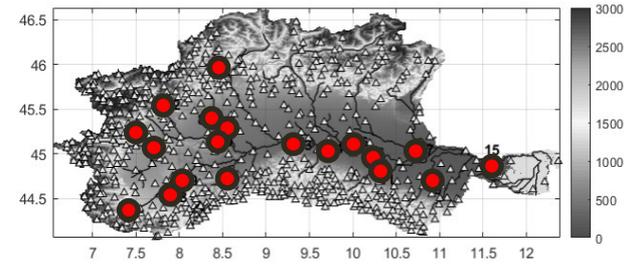
Per alcune sezioni

Per tutte le sezioni

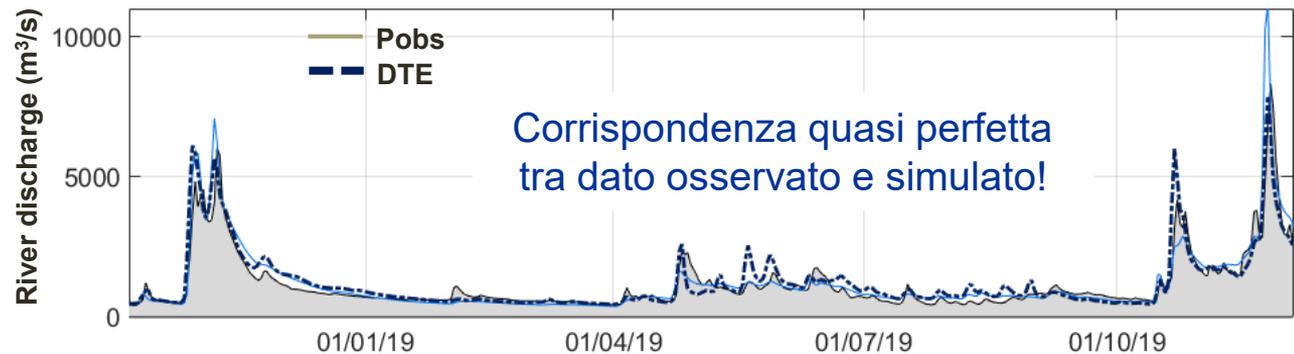


KGE > 0.72 in più del 75% delle stazioni!!

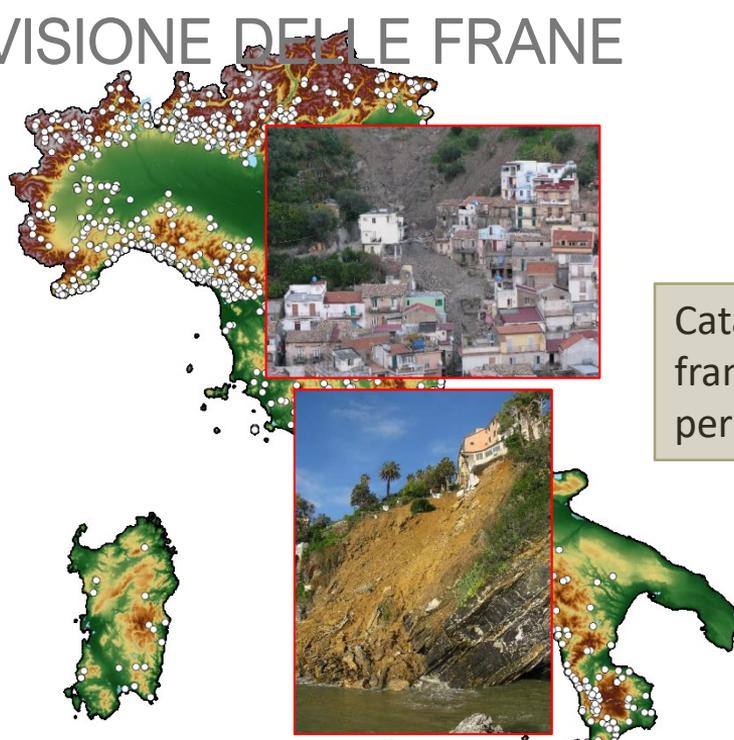
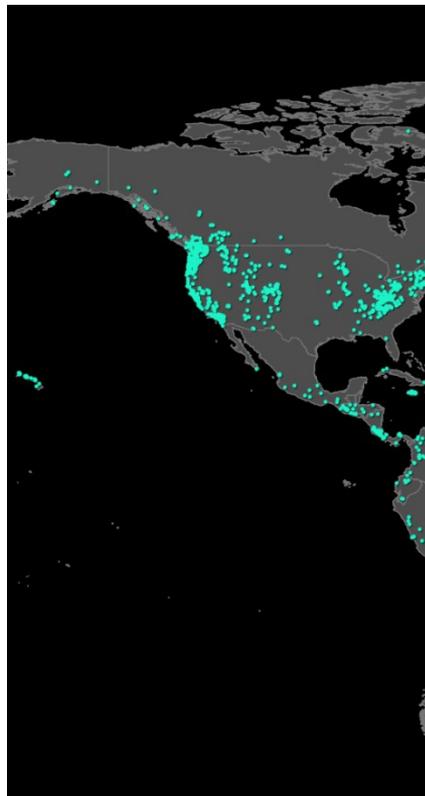
APPLICAZIONI: SIMULAZIONE DELLA PORTATA FLUVIALE



Po@Cremona: $KGE_{obs} = 0.79$ | $KGE_{DTE} = 0.86$



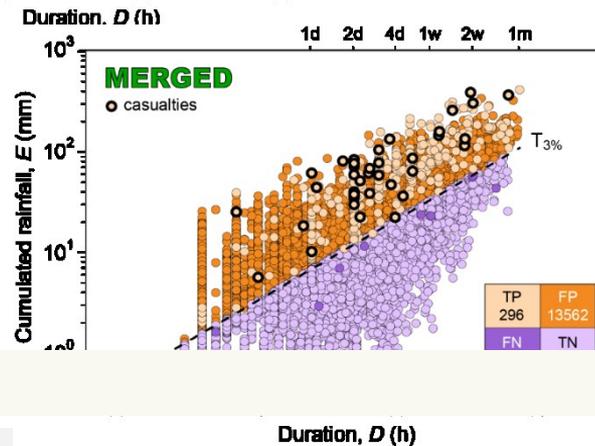
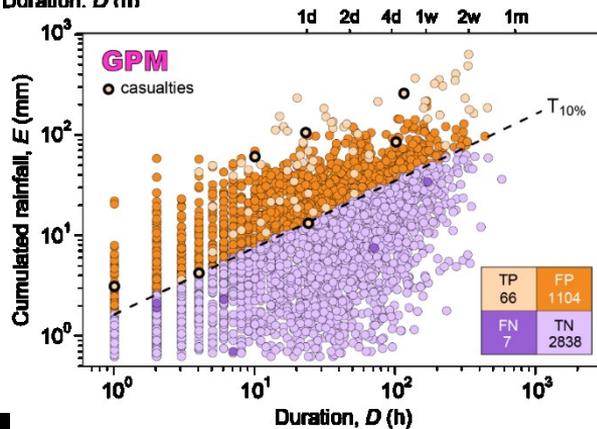
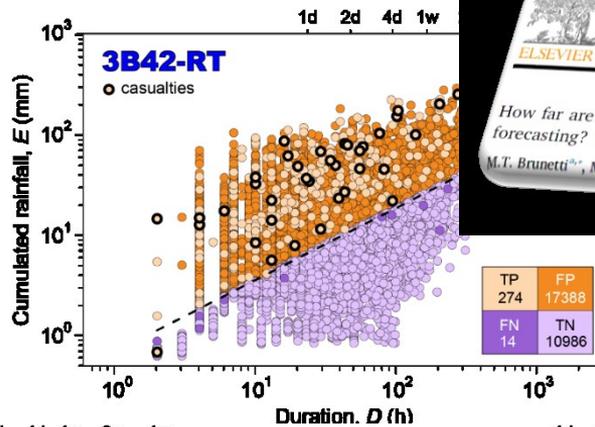
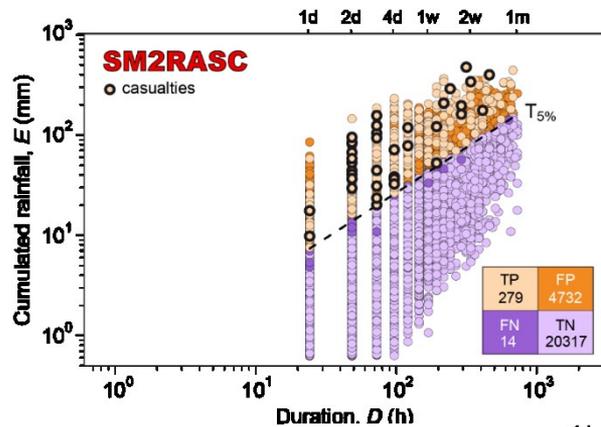
APPLICAZIONI: PREVISIONE DELLE FRANE



Catalogo di 2238
frane pluvio-indotte nel
periodo 2007-2017

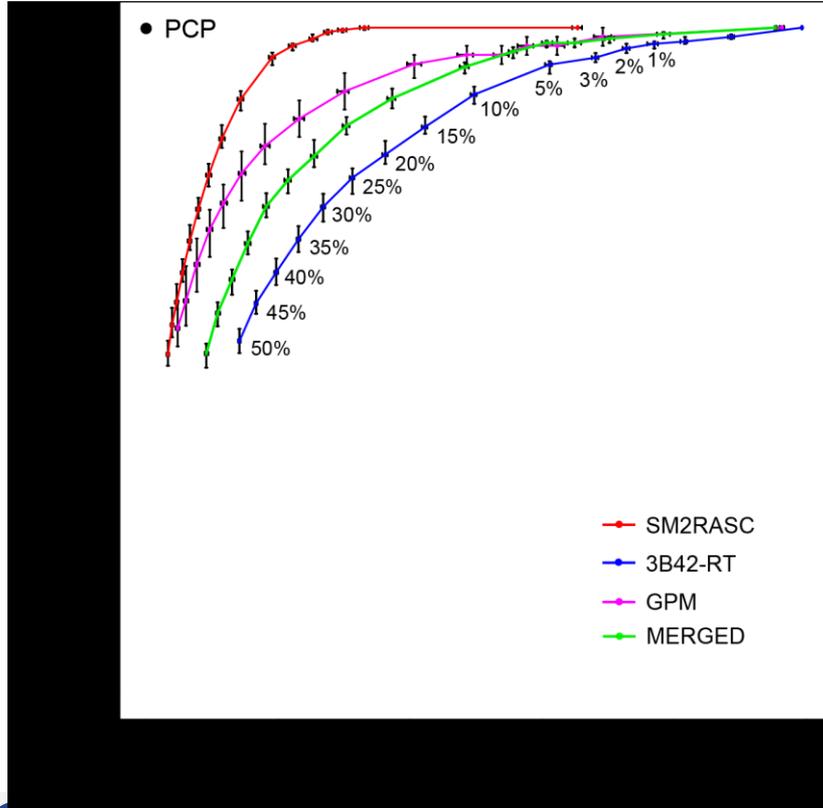


APPLICAZIONI: PREVISIONE DELLE FRANE



Brunetti et al. (2018)

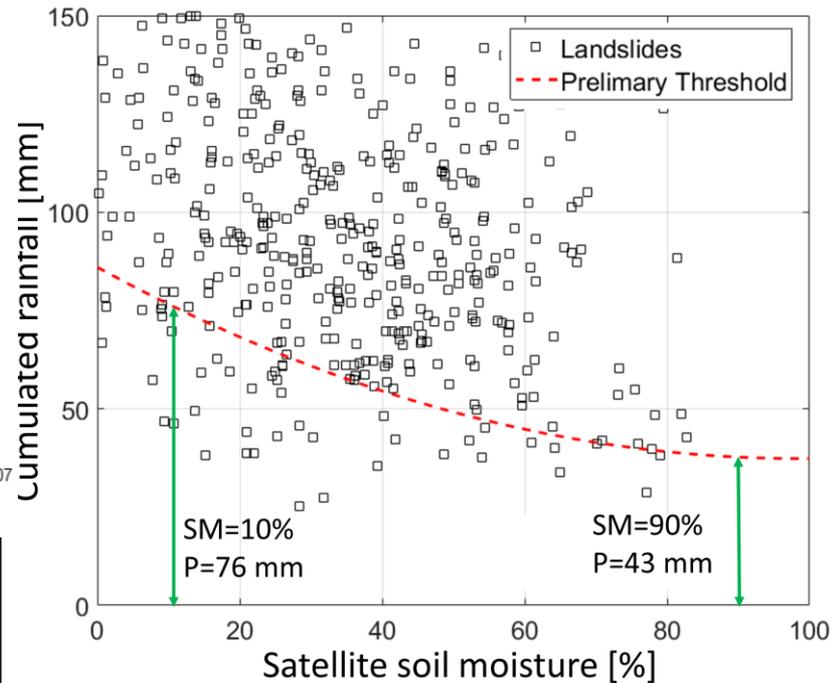
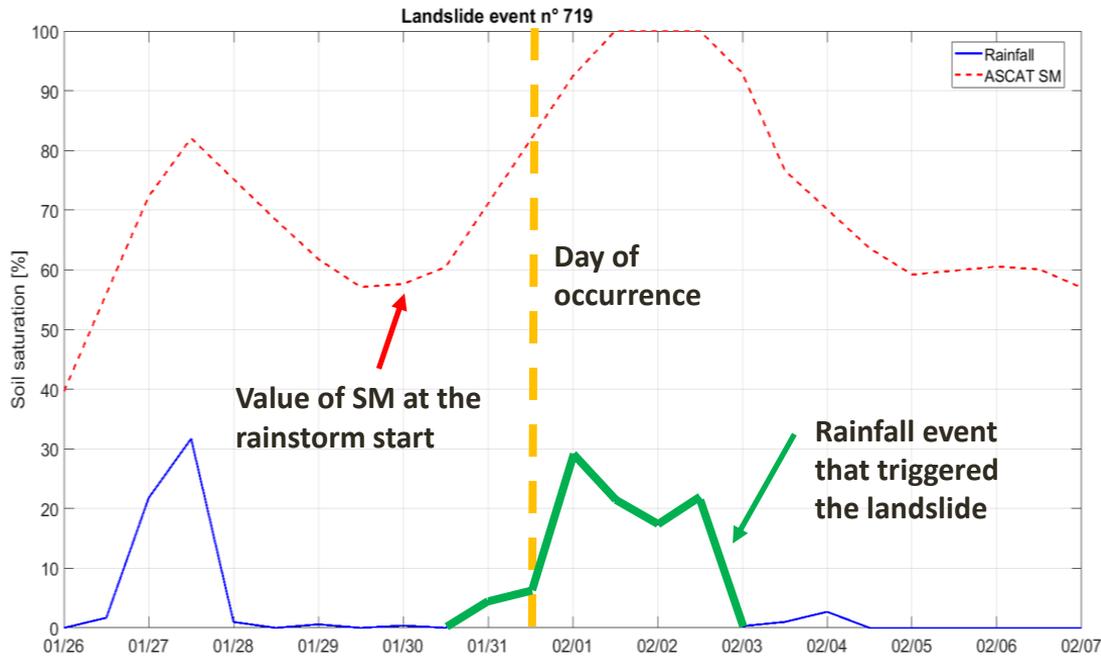
APPLICAZIONI: PREVISIONE DELLE FRANE



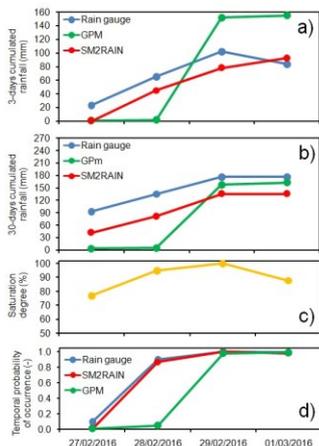
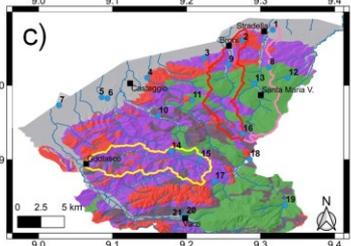
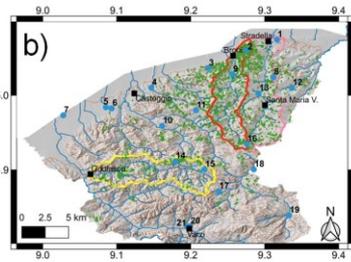
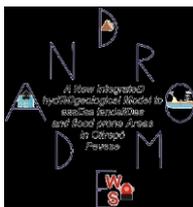
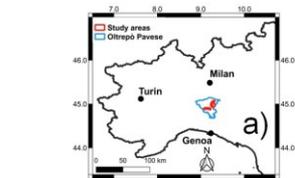
I prodotti satellitari di pioggia sono stati usati per la previsione delle frane, anche a seguito di integrazione con dati di contenuto d'acqua del suolo

APPLICAZIONI: PREVISIONE DELLE FRANE

- 1184 frane tra il 2007 e il 2014
- ASCAT SM 12.5 km
- Pioggia osservata da pluviometri



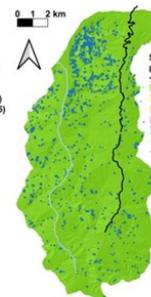
APPLICAZIONI AD ALTA RISOLUZIONE



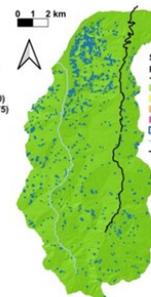
25/04/2009 Rain gauge



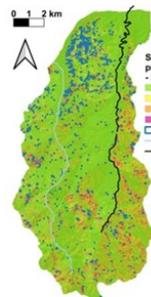
25/04/2009 SM2RAIN



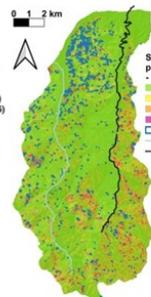
26/04/2009 Rain gauge



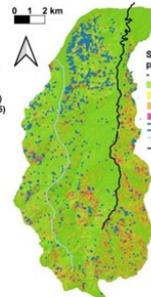
26/04/2009 SM2RAIN



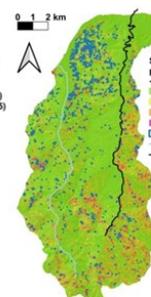
27/04/2009 Rain gauge



27/04/2009 SM2RAIN

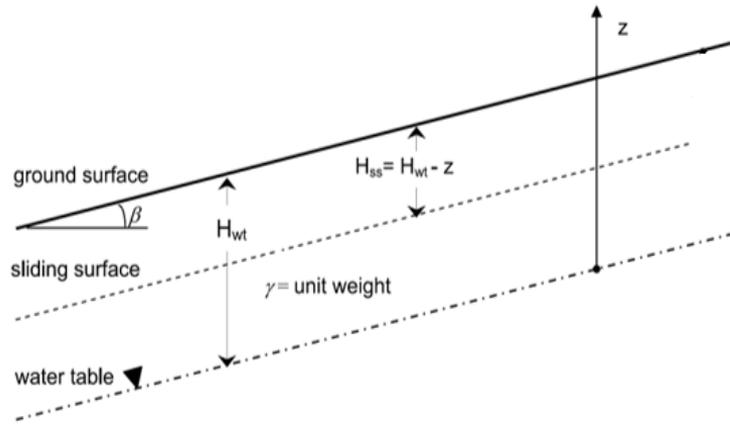


28/04/2009 Rain gauge



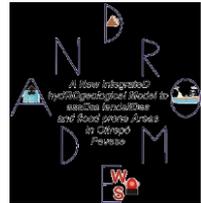
28/04/2009 SM2RAIN

APPLICAZIONI AD ALTA RISOLUZIONE

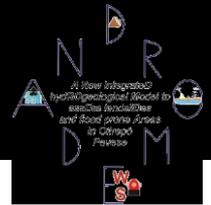
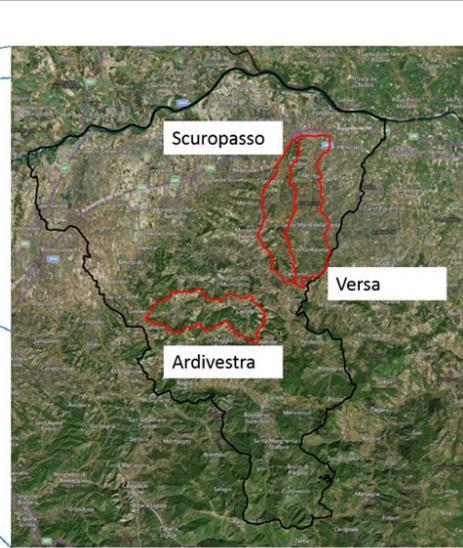


Applicazione di un modello basato sul metodo del pendio indefinito per la valutazione della stabilità dei versanti in funzione del grado di saturazione del suolo

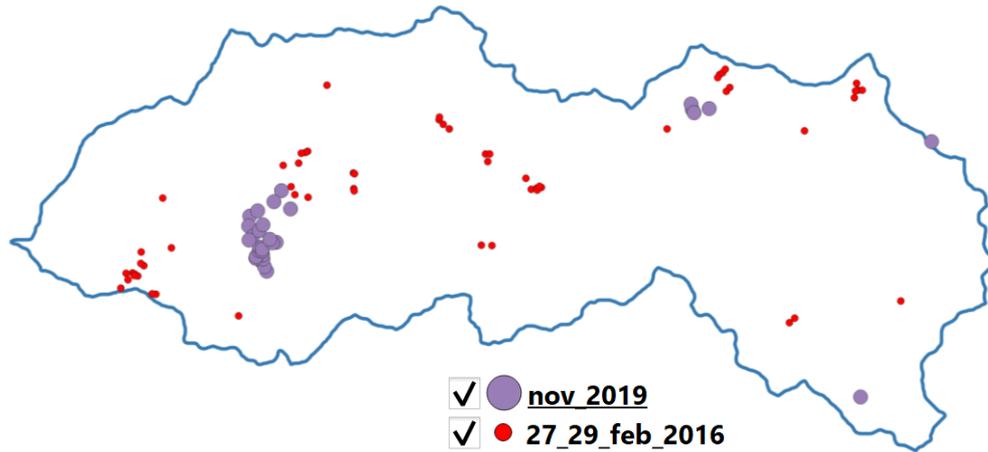
$$FS = \frac{\tan\varphi}{\tan\beta} + \frac{2c}{H_{SS}\gamma\sin 2\beta} - \frac{\sigma^s}{H_{SS}\gamma} (\tan\beta + \cot\beta)\tan\varphi$$



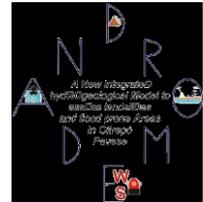
APPLICAZIONI AD ALTA RISOLUZIONE



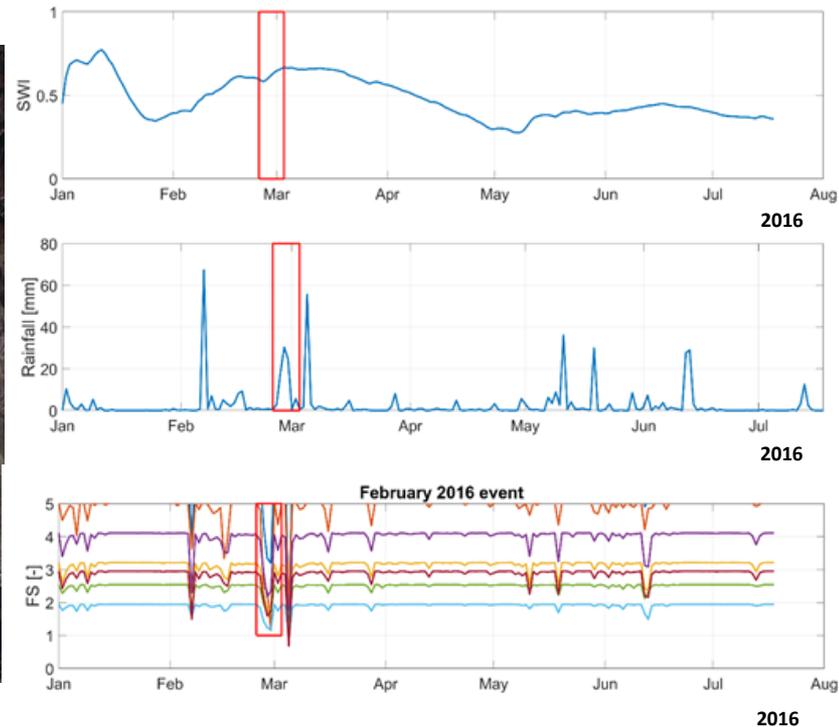
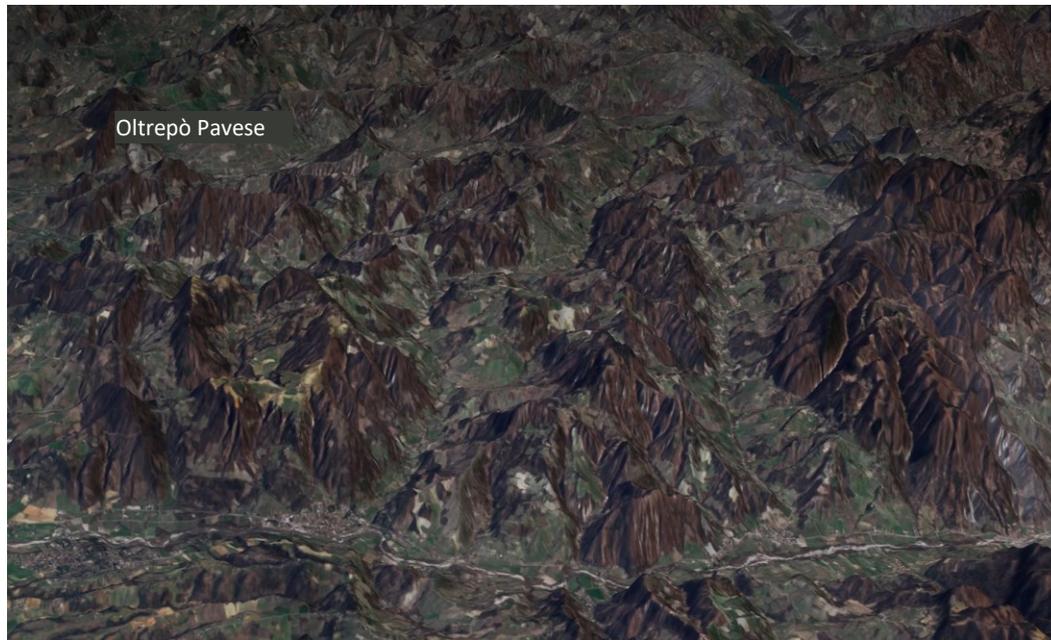
APPLICAZIONI AD ALTA RISOLUZIONE



- 2 principali eventi pluviometrici avvenuti nell'area di studio;
- Circa 100 frane censite;
- Parametri del modello ottenuti tramite campagne di misura, test di laboratorio e analisi di letteratura;
- Modello digitale del terreno ad alta risoluzione

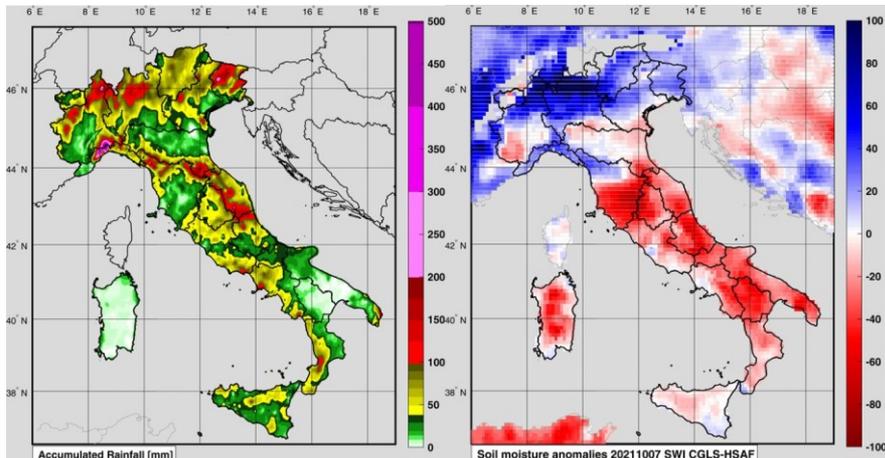


APPLICAZIONI AD ALTA RISOLUZIONE



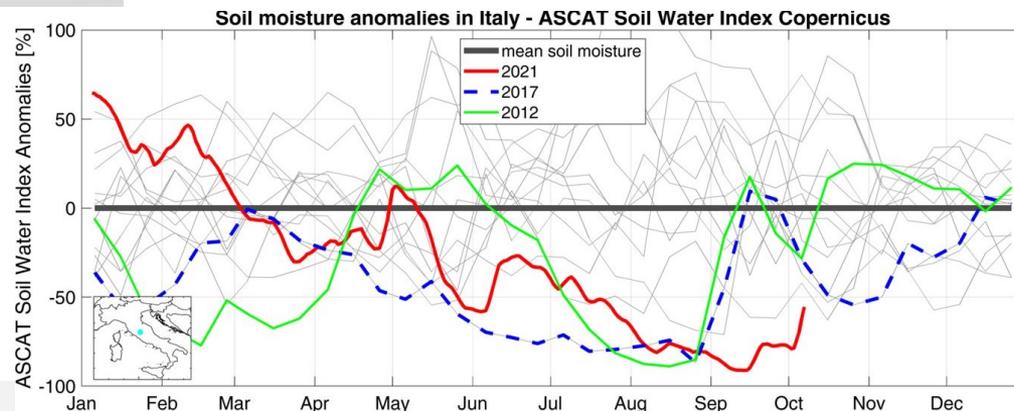
Abbiamo testato per la prima volta l'utilizzo di dati satellitari ad alta risoluzione di pioggia e contenuto d'acqua per la valutazione del rischio da frana. L'applicazione del modello sviluppato ha fornito risultati incoraggianti

ALTRE APPLICAZIONI: SICCIÀ



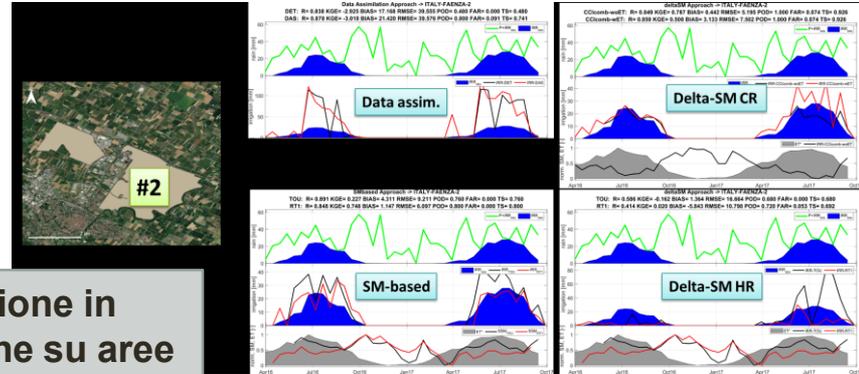
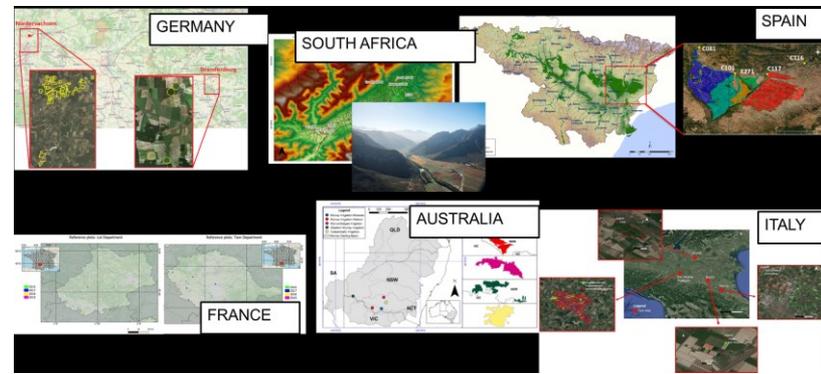
Condizioni di umidità del suolo nell'ultimo anno.

Settembre 2021 è stato il più secco degli ultimi 20 anni.



ALTRE APPLICAZIONI: IRRIGAZIONE

Cosa è stato fatto



Abbiamo testato molteplici algoritmi di stima dell'irrigazione in vari siti di test, e abbiamo iniziato la loro implementazione su aree più grandi.

Grazie per l'attenzione

luca.ciabatta@irpi.cnr.it

