



Il ruolo dei cambiamenti climatici e delle variazioni d'uso del suolo sul dissesto idrogeologico



Claudia Meisina
Massimiliano Bordoni
Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente

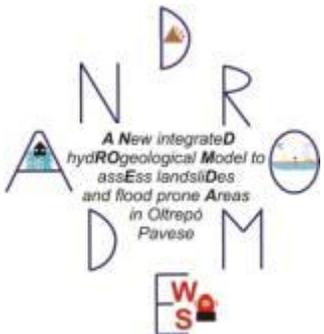
INDICE



- I cambiamenti climatici e le frane attraverso le stazioni di monitoraggio del suolo
- Uso del suolo e frane: Il progetto Oltrepò BioDiverso

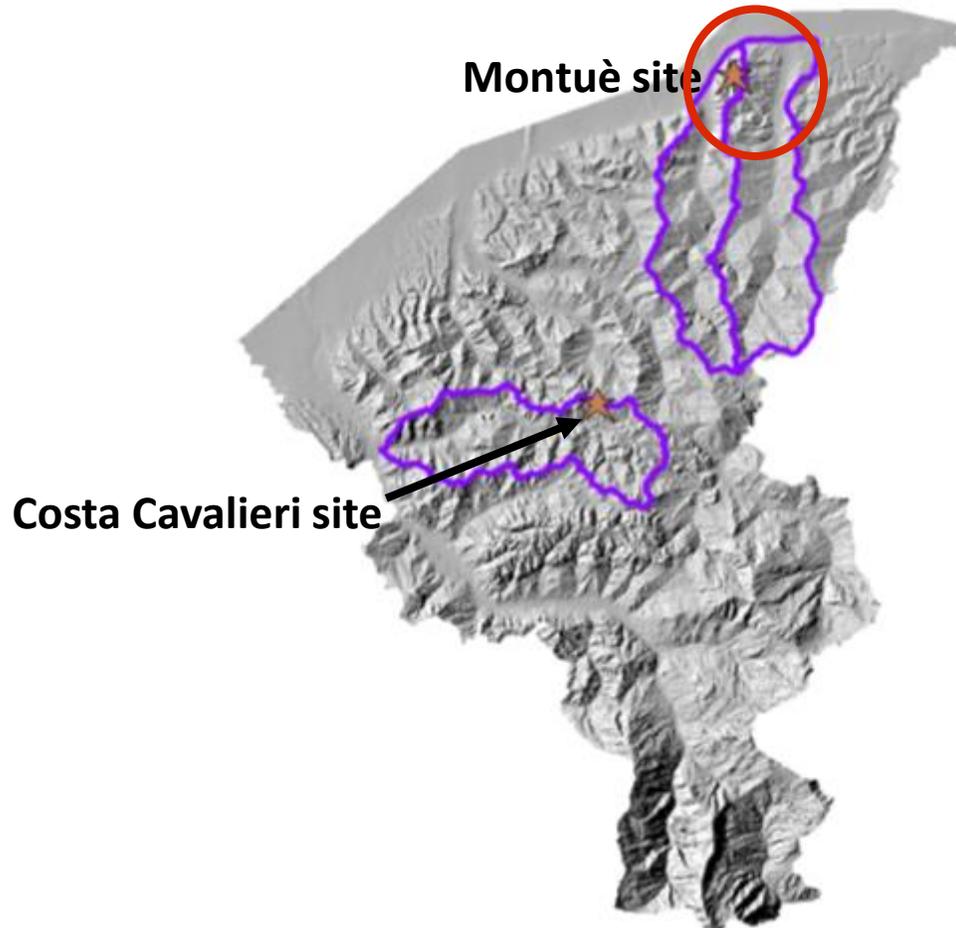


- I cambiamenti climatici attraverso le stazioni di monitoraggio: la siccità geotecnica

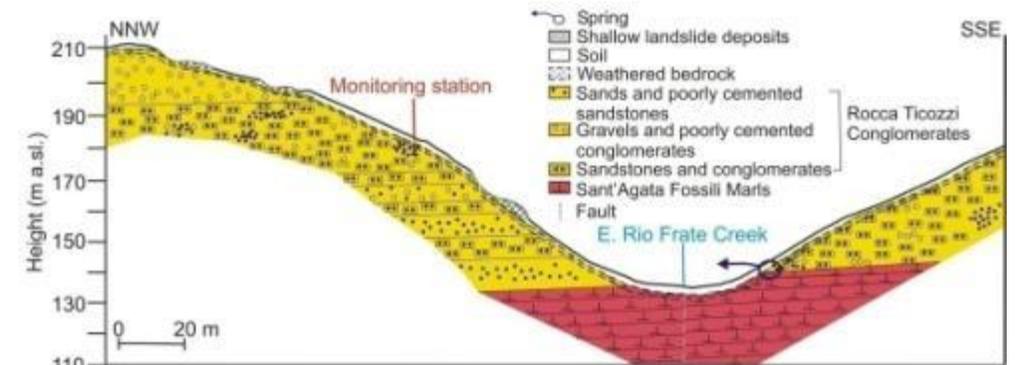
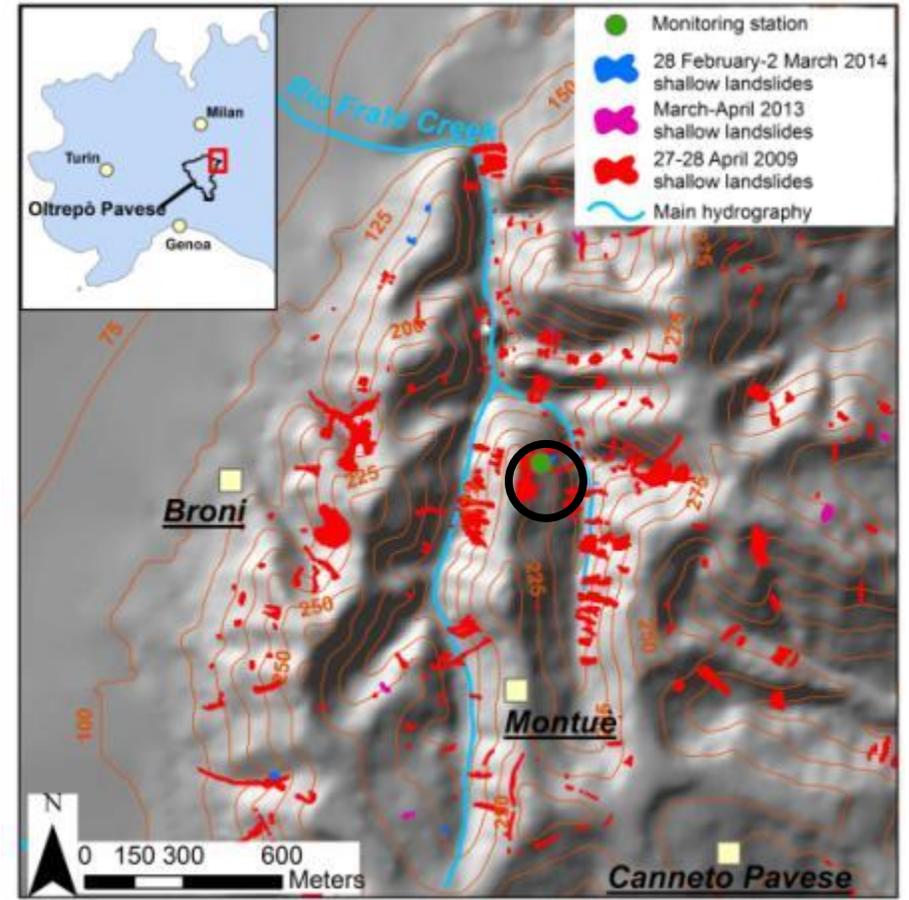


- Il progetto ANDROMEDA

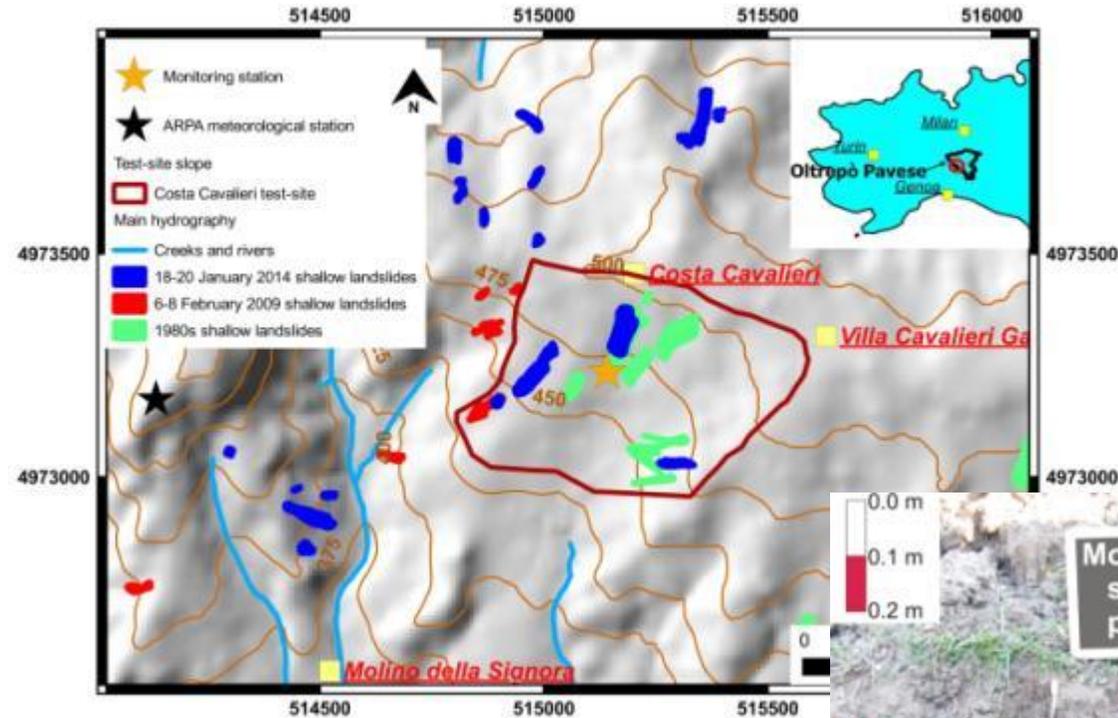
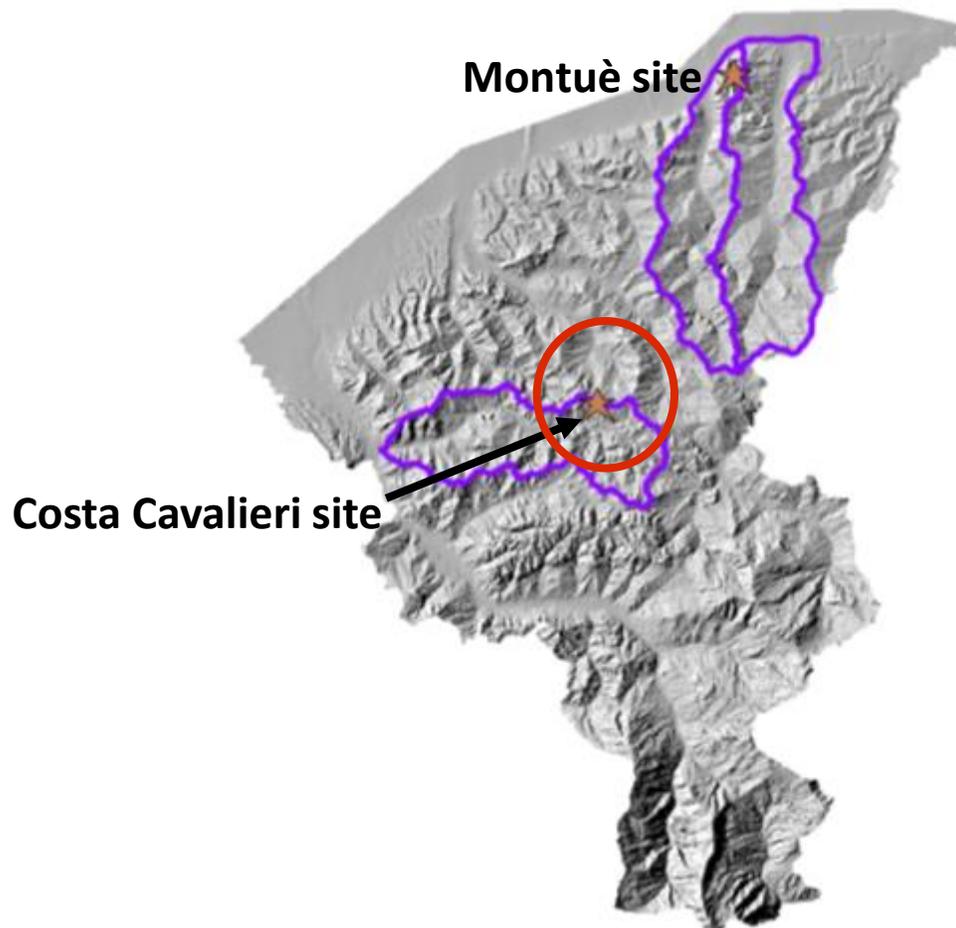
I cambiamenti climatici attraverso le stazioni di monitoraggio



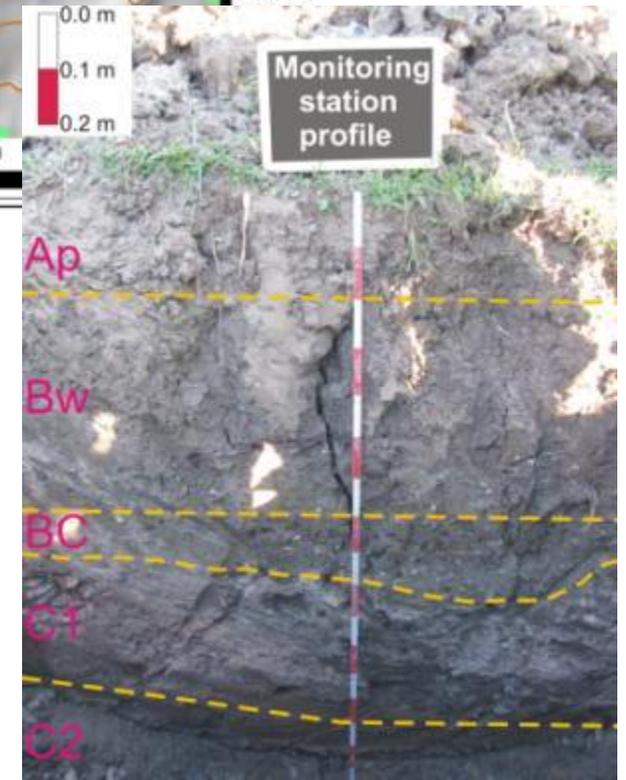
SUOLI LIMOSI-SABBIOSI (spessore < 2 m)



I cambiamenti climatici attraverso le stazioni di monitoraggio



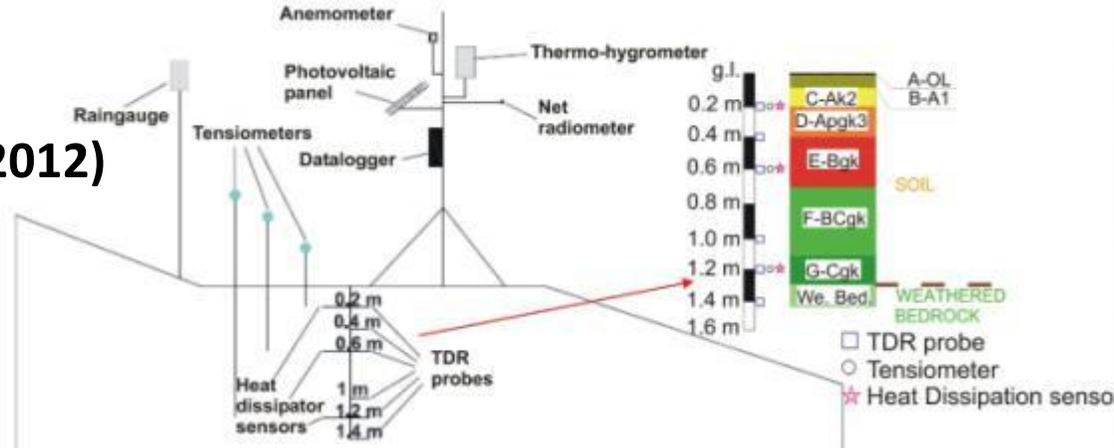
Haplic Vertisol Calcaric



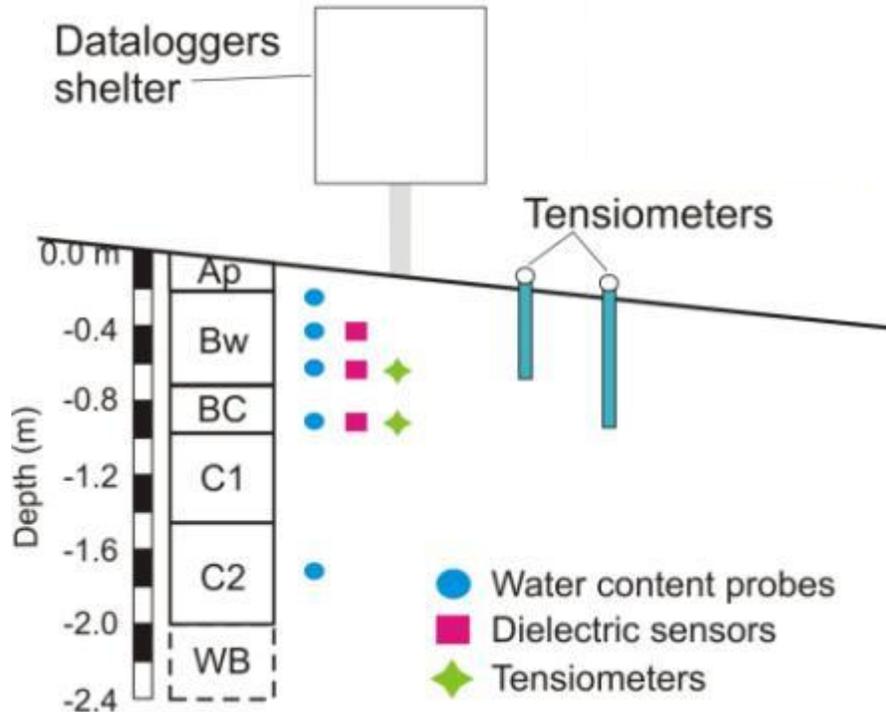
SUOLI LIMOSO-ARGILLOSI (spessore < 2 m)

I cambiamenti climatici attraverso le stazioni di monitoraggio

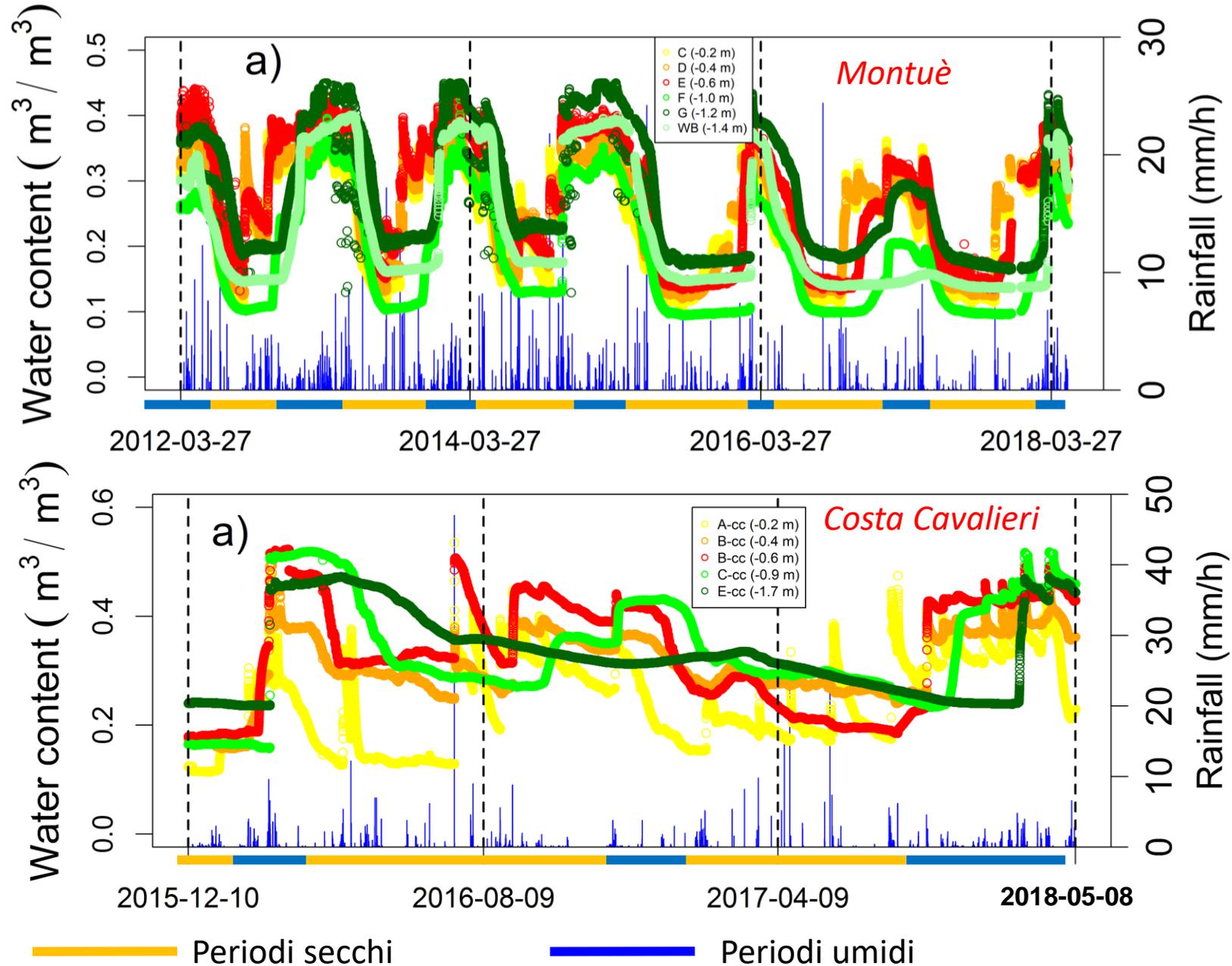
1. Montuè (da marzo 2012)



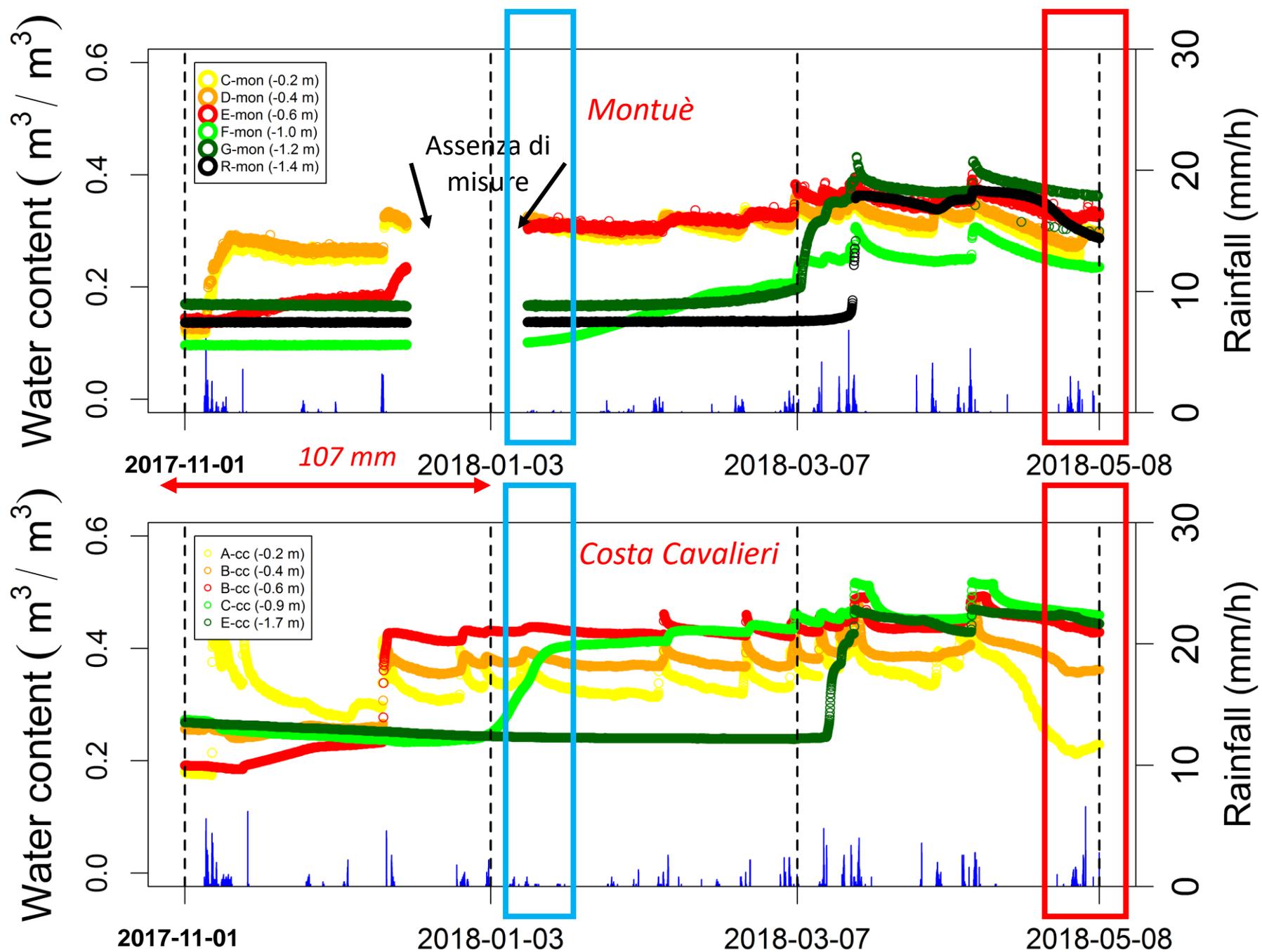
2. Costa Cavalieri (da novembre 2016)

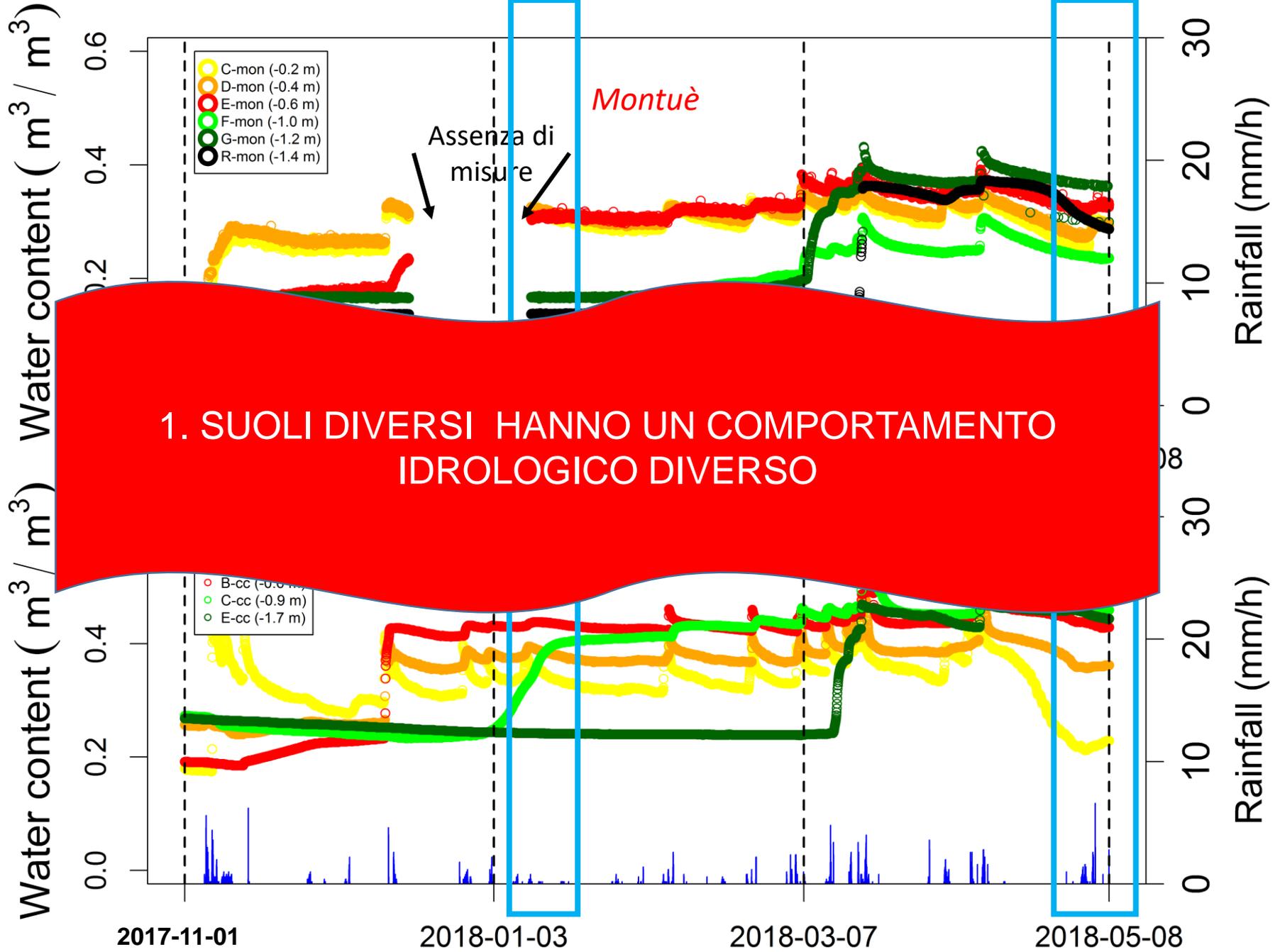


I cambiamenti climatici attraverso le stazioni di monitoraggio

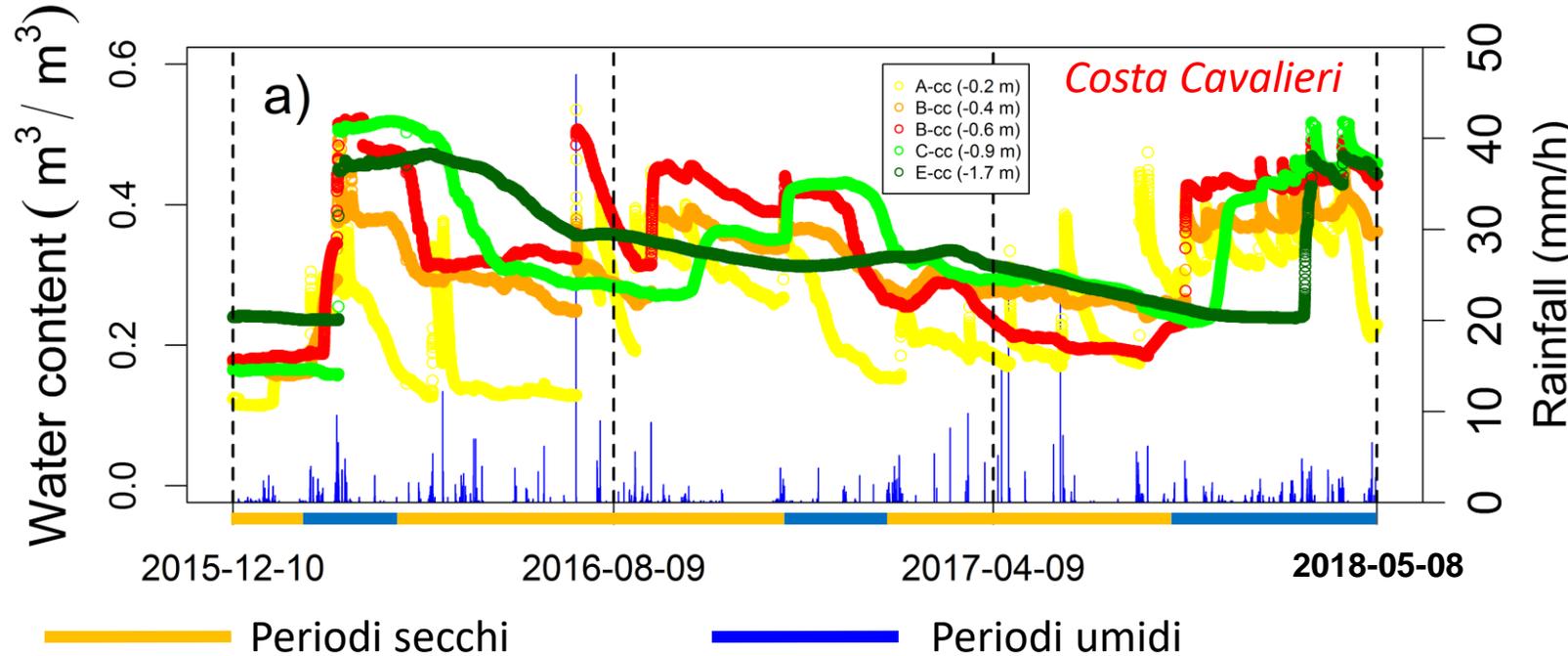
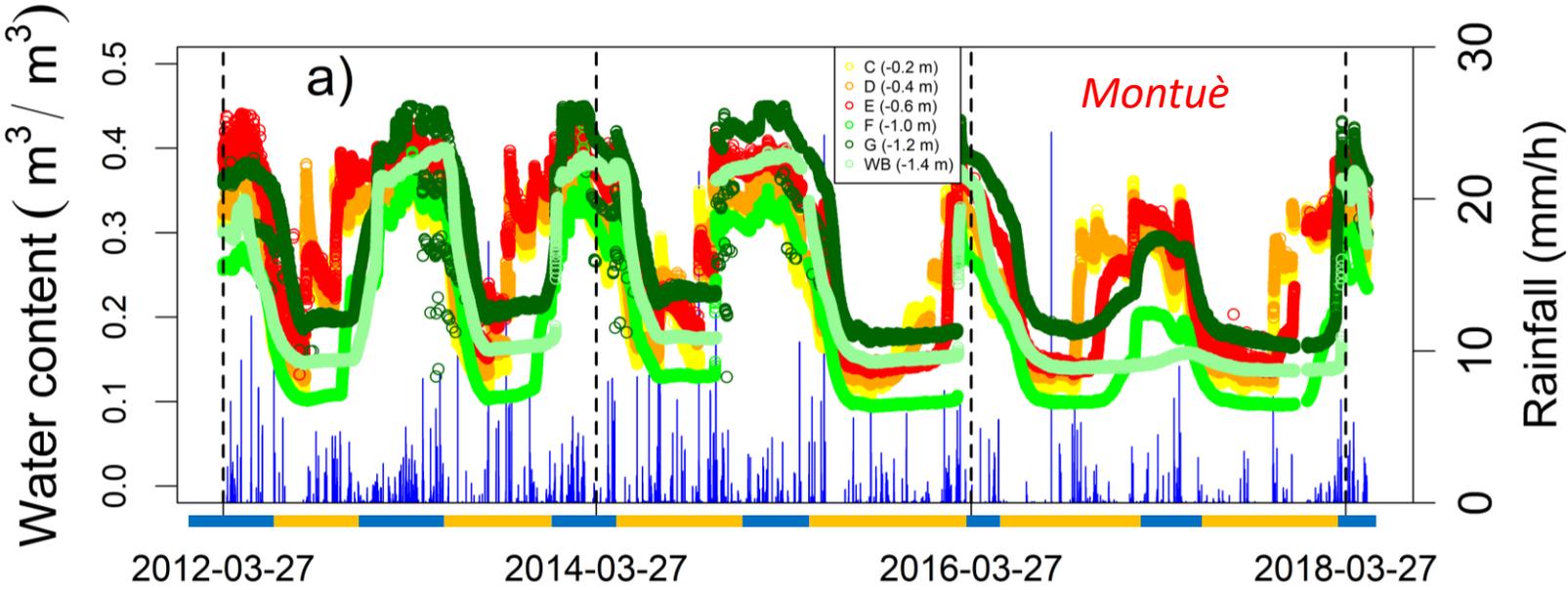


 SATURAZIONE
 DESATURAZIONE



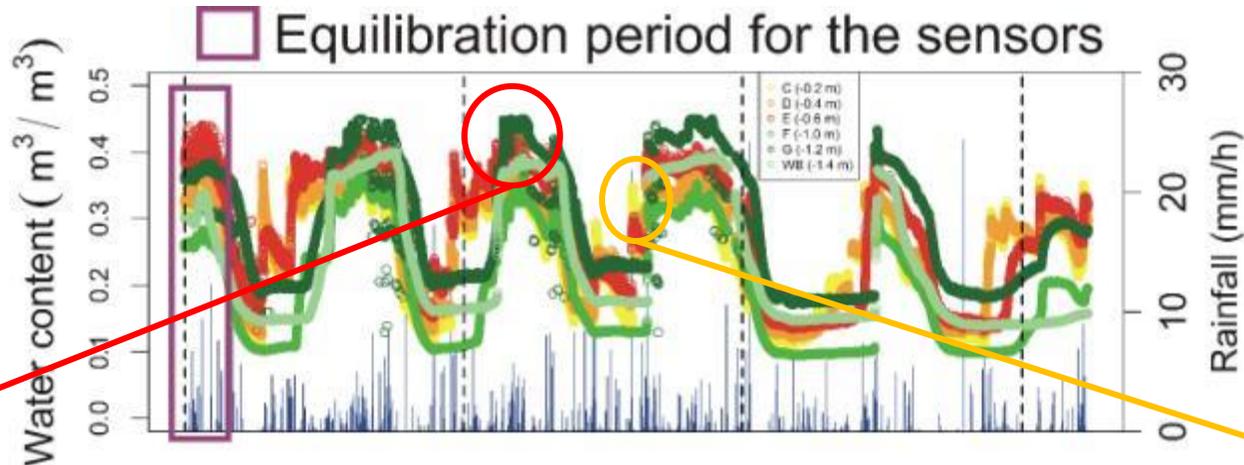


I cambiamenti climatici attraverso le stazioni di monitoraggio



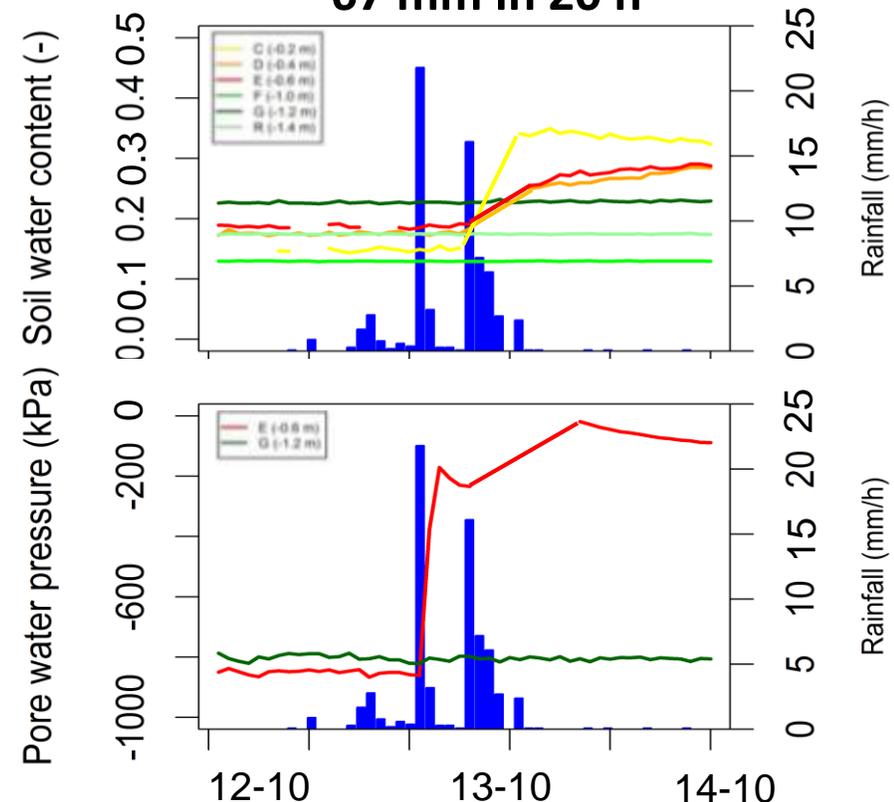
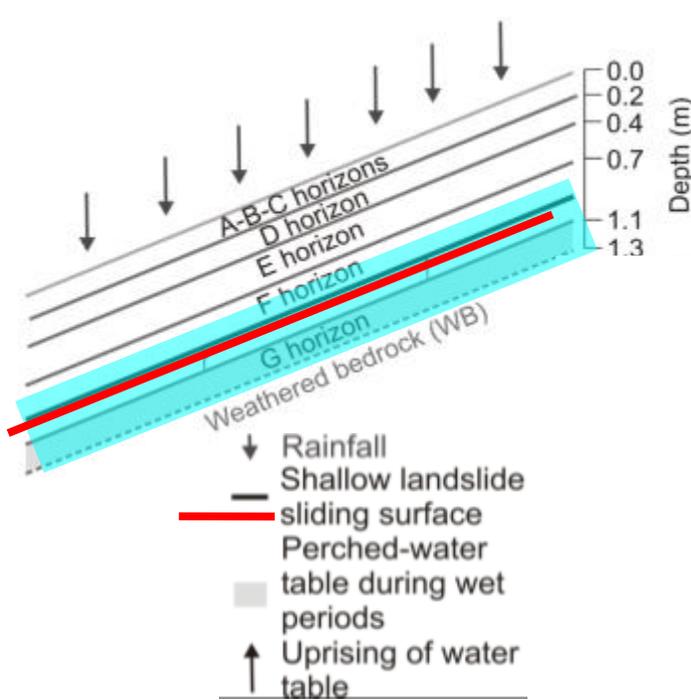
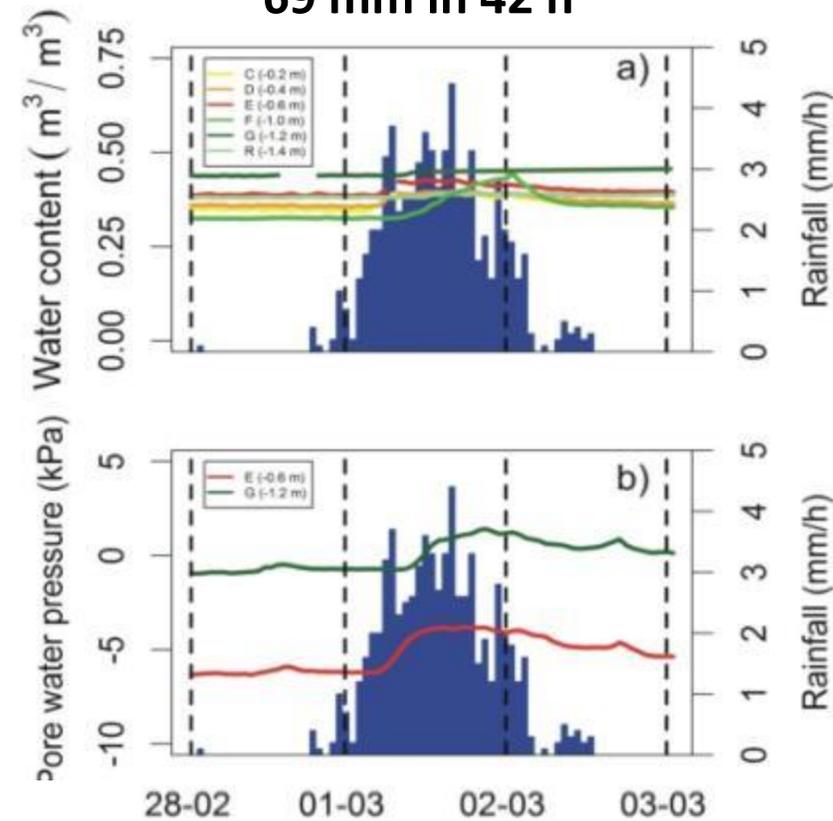
Eventi di intensa precipitazione	Pioggia mm	Innesco di frane superficiali
Marzo-Aprile 2013	273.9 mm in 60 d	SI
18-20 Gennaio 2014	70 mm in 60 h	SI
28 Febbraio-2 Marzo 2014	69 mm in 42 h	SI
Luglio 2014	103 mm in 30 d	NO
13 Ottobre 2014	67 mm in 20	NO
15 Novembre 2014	60 mm in 20 h	NO
27 Febbraio-1 Marzo 2016	101 mm in 48 h	NO
30 Agosto 2016	85 mm in 3 h	NO
Marzo 2018	110 mm in 30 d	NO

MONTUE' TEST SITE

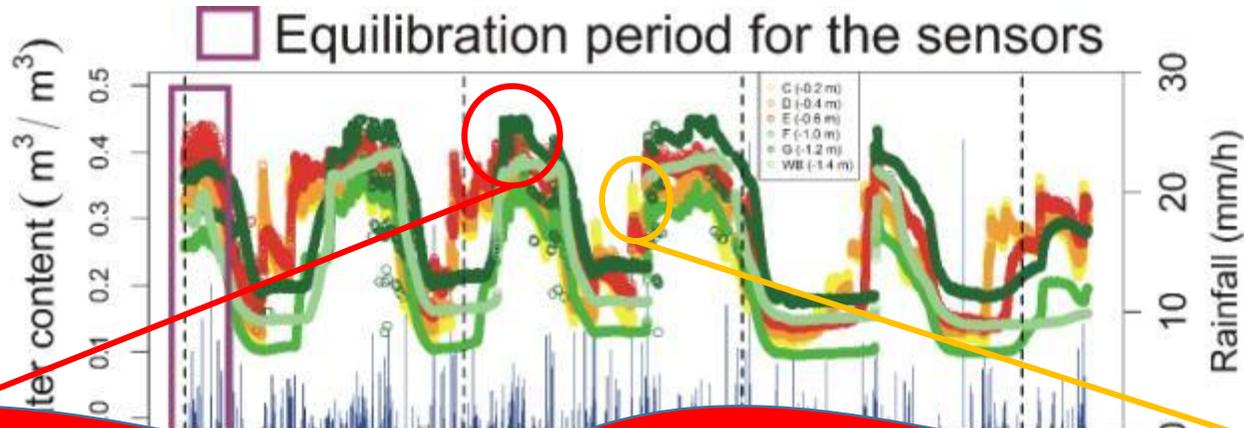


28 Febbraio-2 Marzo 2014
69 mm in 42 h

13 Ottobre 2014
67 mm in 20 h



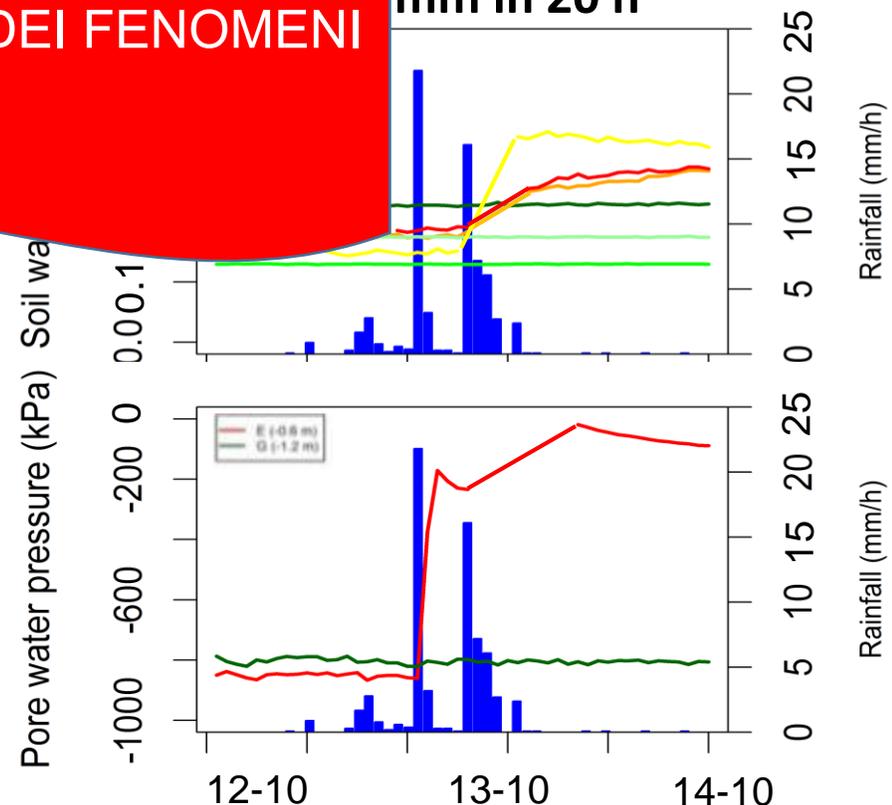
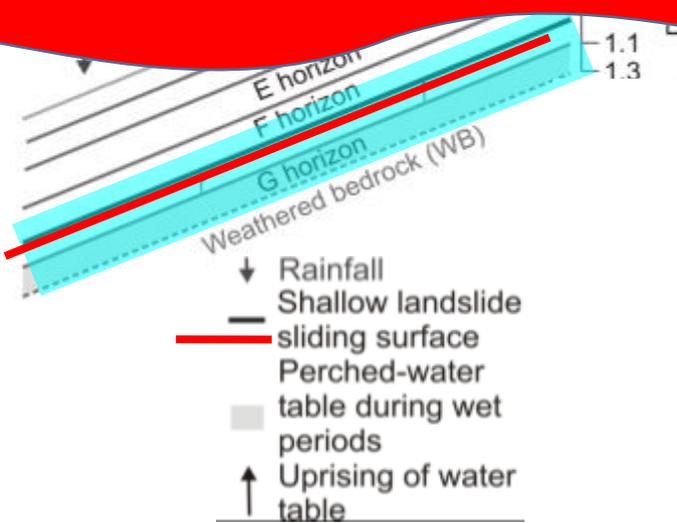
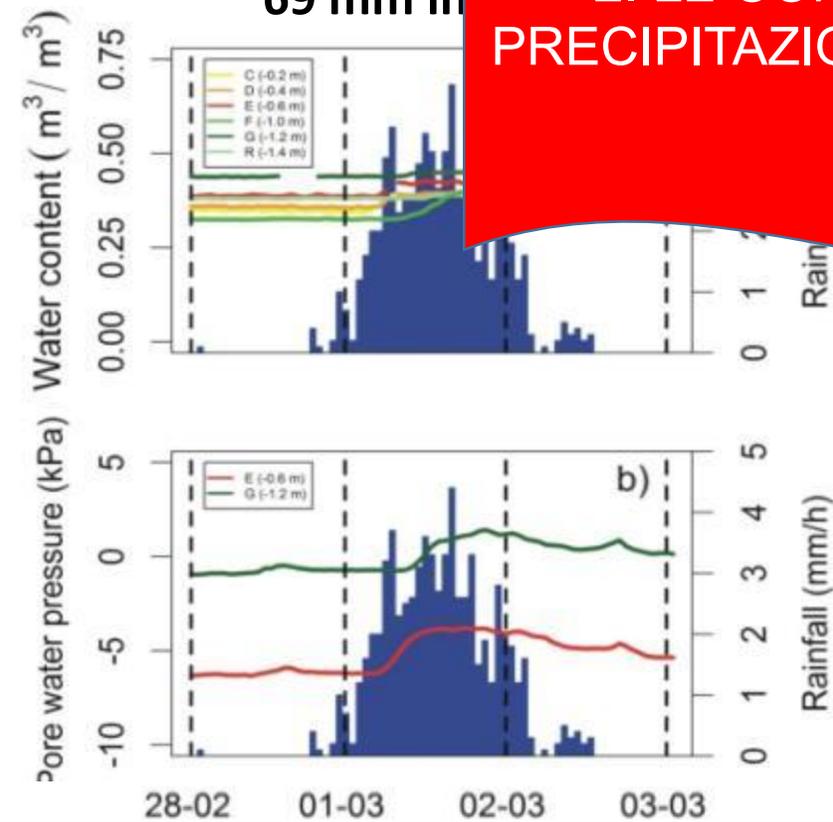
MONTUE' TEST SITE



28 Febbraio-2 Marzo 2014
69 mm in 20 h

12-13 Ottobre 2014
69 mm in 20 h

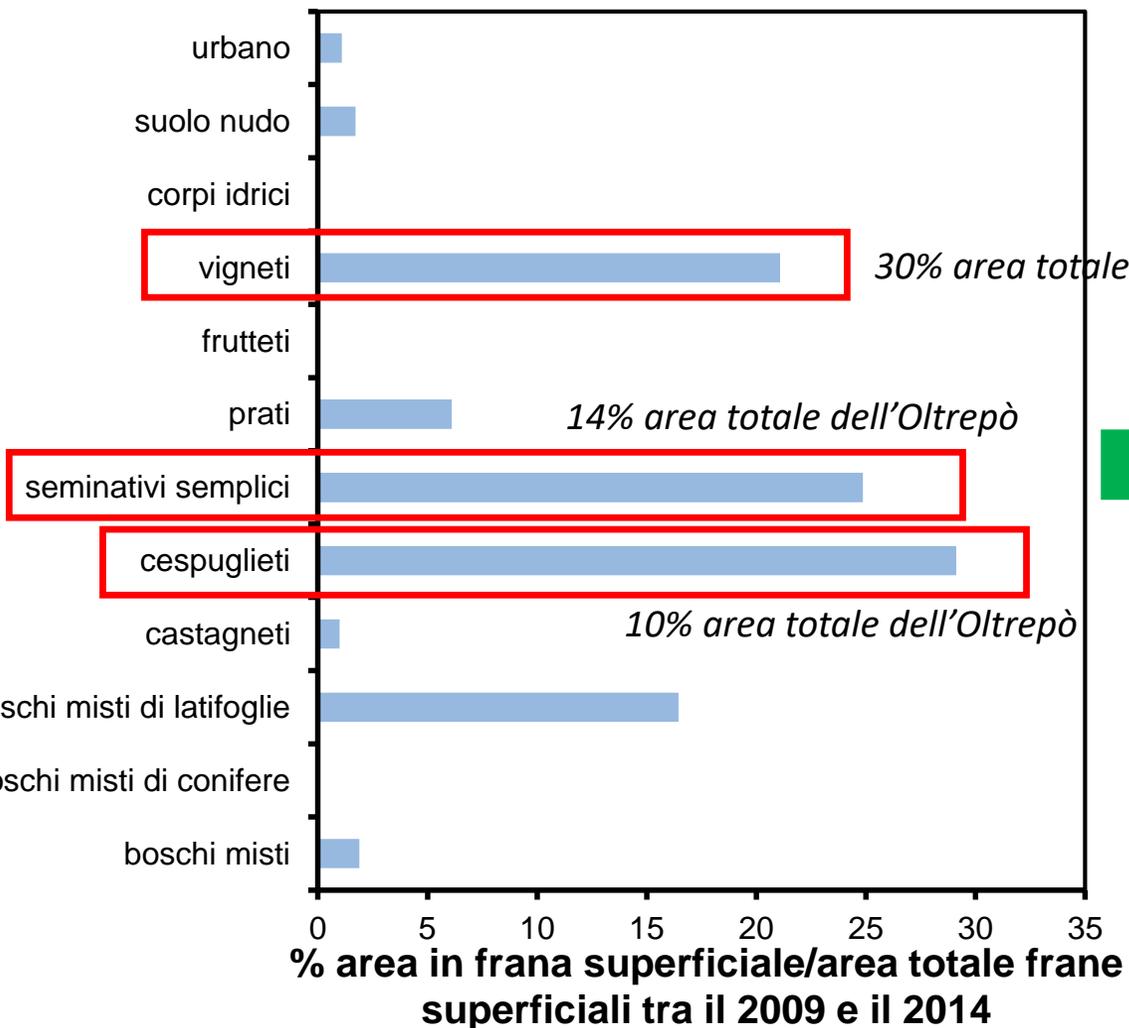
2. LE CONDIZIONI DEL SUOLO ANTECEDENTI ALLE PRECIPITAZIONI INFLUENZANO L'INNESCO DEI FENOMENI FRANOSI



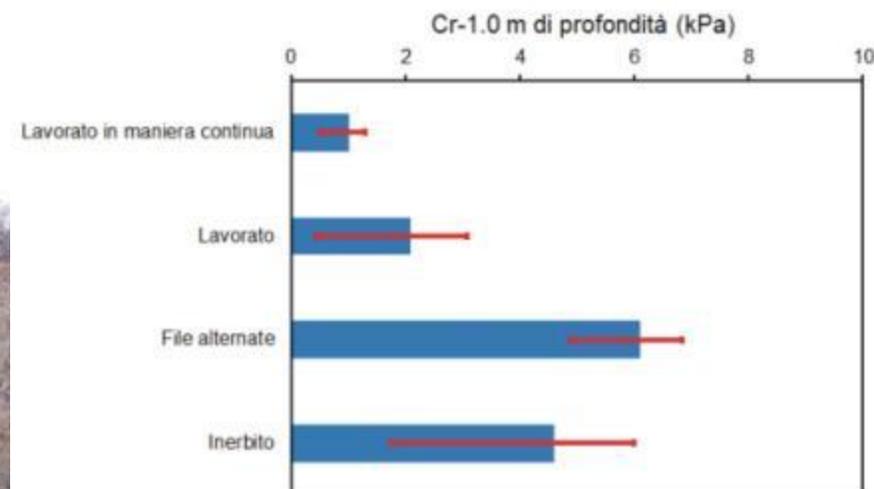
Uso del suolo e frane

Il progetto Oltrepò BioDiverso

Le frane superficiali si innescano sia in aree coltivate, soprattutto a **vigneti o a seminativi**, sia in aree abbandonate (**cespuglieti/incolti**)



Strategie di gestione agricola sostenibile nelle aree coltivate a vigneto e/o vocate al medesimo uso per garantire la diminuzione delle aree soggette a dissesto idrogeologico

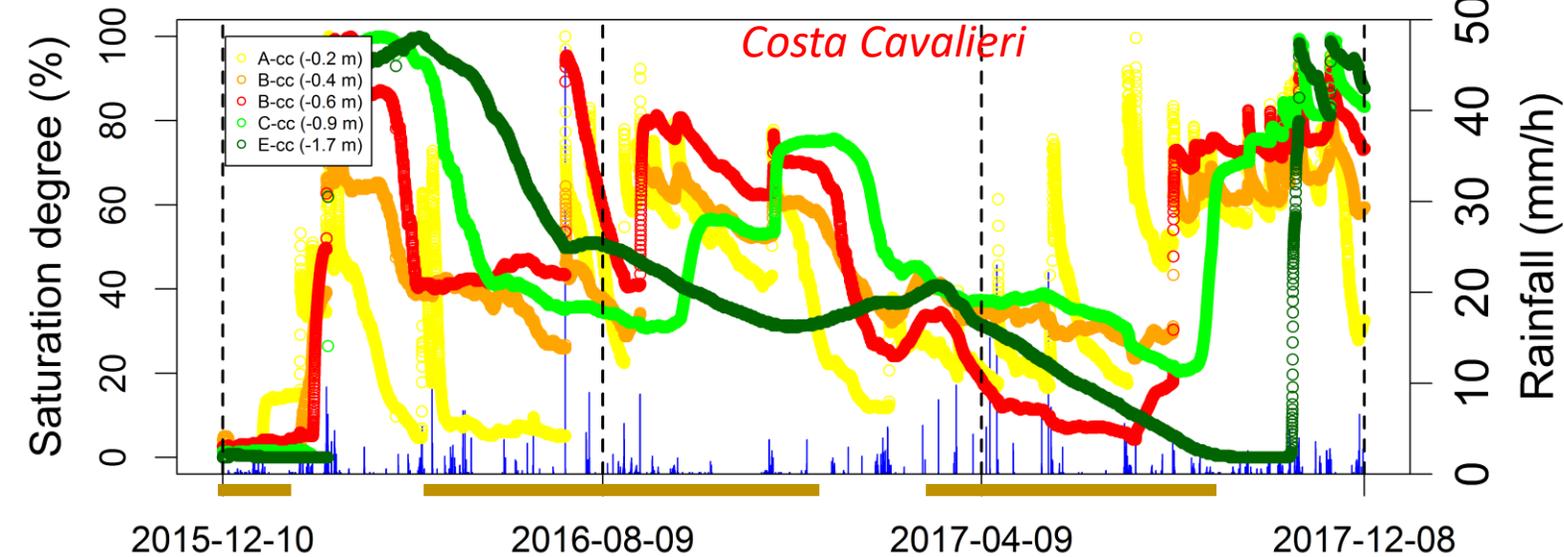
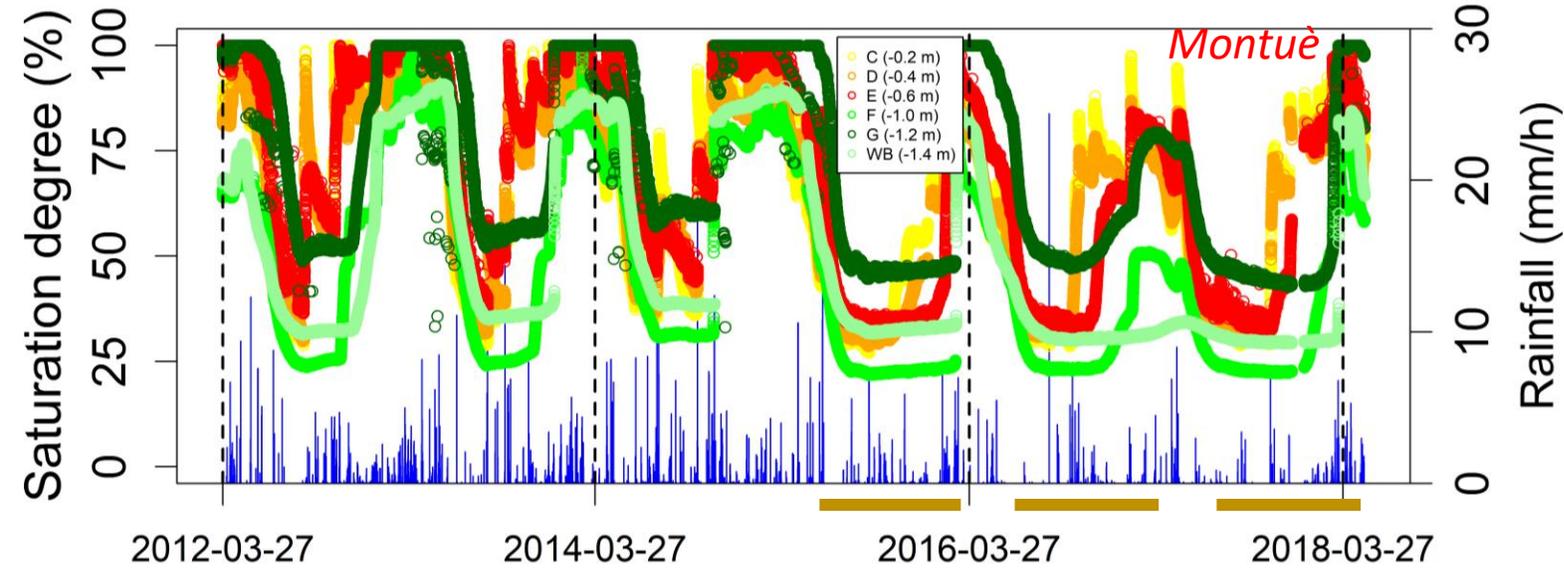


Rinforzo radicale (Cr) per diverse pratiche gestionali dell'interfila in vigneti – Primi risultati

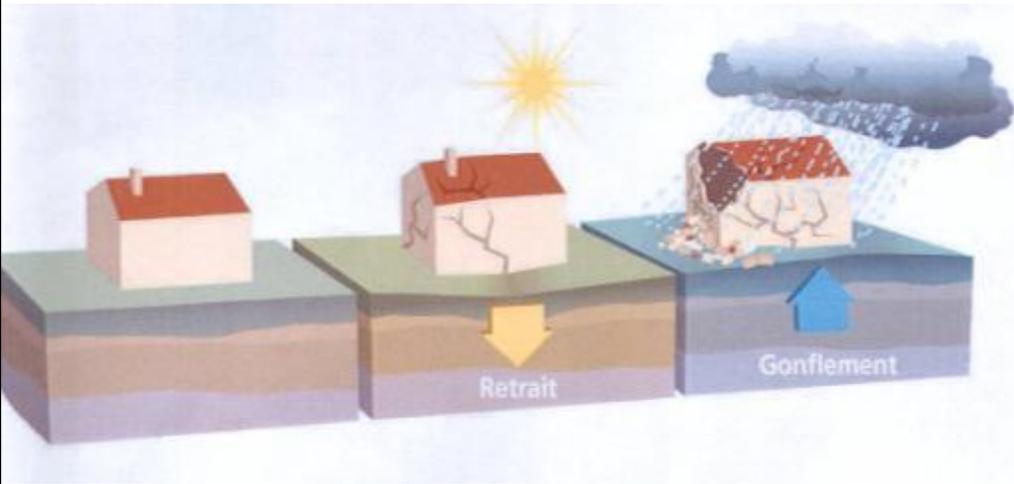
I cambiamenti climatici attraverso le stazioni di monitoraggio

Periodi siccitosi

Eventi siccitosi



Periodo siccitoso	Pioggia mm
Settembre 2015 – Gennaio 2016	129 mm in 5 mesi rispetto a una media di 325 mm
Giugno 2016 – Agosto 2016	41 mm in 3 mesi rispetto a una media di 150 mm
Novembre 2016 – Marzo 2017	113 mm in 5 mesi rispetto a una media di 320 mm
Giugno 2017 – Ottobre 2017	61 mm in 5 mesi rispetto a una media di 280 mm



CARATTERISTICHE DEL FENOMENO

- ✓ Estremamente lento
- ✓ Non è un “rischio maggiore”
- ✓ Causa di lesione a numerosi edifici e infrastrutture (strade, life lines)



ALLARME

Gli altri danni della siccità: dissesti e crepe nelle case

Nel Riminese due sopralluoghi al giorno

CREPE E CEDIMENTI negli edifici a causa della prolungata siccità che, nel giro di un anno, ha fatto abbassare il terreno di oltre un centimetro. Quella in corso sarà ricordata come uno degli anni più terribili, per quanto riguarda la stabilità delle abitazioni, proprio a causa della mancanza di piogge consistenti: peggiorare anche del lampugnino 2003. A dirlo sono le imprese edili che si occupano in particolar modo di interventi sui dissesti degli stabili.

«Quest'anno è senz'altro l'anno più difficile: è peggio anche del 2003» — dichiara Renato Ceneri, titolare della Novotek, grossa azienda di Verona che fa interventi in tutta Italia, Riminese compreso. Più difficile perché stanno arrivando da un inverno senza piogge consistenti o senza praticante neve. Anche nel lampugnino 2003 la situazione per la stabilità delle abitazioni fu molto difficile, ma un po' meno perché allora nei mesi invernali c'erano state maggiori precipitazioni.

TECNICO it'anno ancora peggio nel 2003

A SOFFRIRNE, in modo particolare, sono quelle abitazioni che si trovano su terreni argillosi, spiega l'architetto Raimondo Ilicini che effettua i sopralluoghi che, in questo ultimo mese e mezzo, sono arrivati a essere circa due al giorno. A richiedere gli interventi, nel territorio provinciale, sono un po' tutti: «ci va dalle case coloniche, ma anche agli edifici costruiti negli anni Cinquanta e Sessanta. I proprietari ci chiamano perché hanno crepe in casa. Fosse — va avanti — che prima erano solo delle interstazioni, alle quali nessuno presta attenzione, ma nel giro di tre-quattro settimane sono diventate di un centimetro».

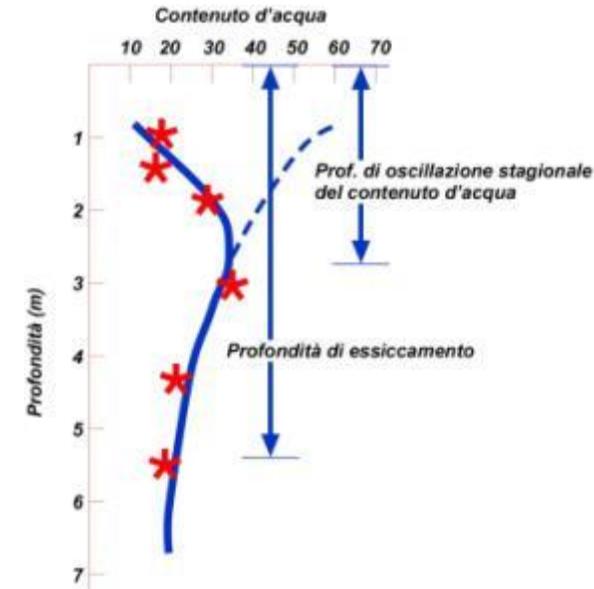
SOLO SAN MARINO si salva. Ed è facile, anche per un profano insonne perché: è qui si tutta concentrata sulla recita che non riesce certo del successo. Colpisce soprattutto i terreni argillosi.

«Le argille — spiega Ceneri — nei periodi invernali vengono irrigate dalle piogge o dalle nevi. Chiarimento: «quando a mancare l'acqua si restringono e anche se le abitazioni sono state costruite con i dovuti accorgimenti, per dirla in modo molto semplice, viene loro a mancare il "terreno sotto i piedi". E' chiaro — prosegue — che se le fondamenta sono poco profonde, il problema è più grave. Per fondamenti poco profondi si ammorbidisce quella fino a due metri sotto il piano terreno».

ALLARME Crepe sottili sono arrivate al centimetro

IL TITOLARE della Novotek fa notare che pur essendo questioni rilevanti, quelle determinate dalla vicinanza alle abitazioni, sono quasi sempre risolvibili se nemmeno con interventi invasivi. Facciamo delle iniezioni con delle resine espandenti che aiutano la struttura a sollevarsi. A questo affianchiamo delle operazioni di ancoramento della casa con tiranti pali».

Monica Ranchi

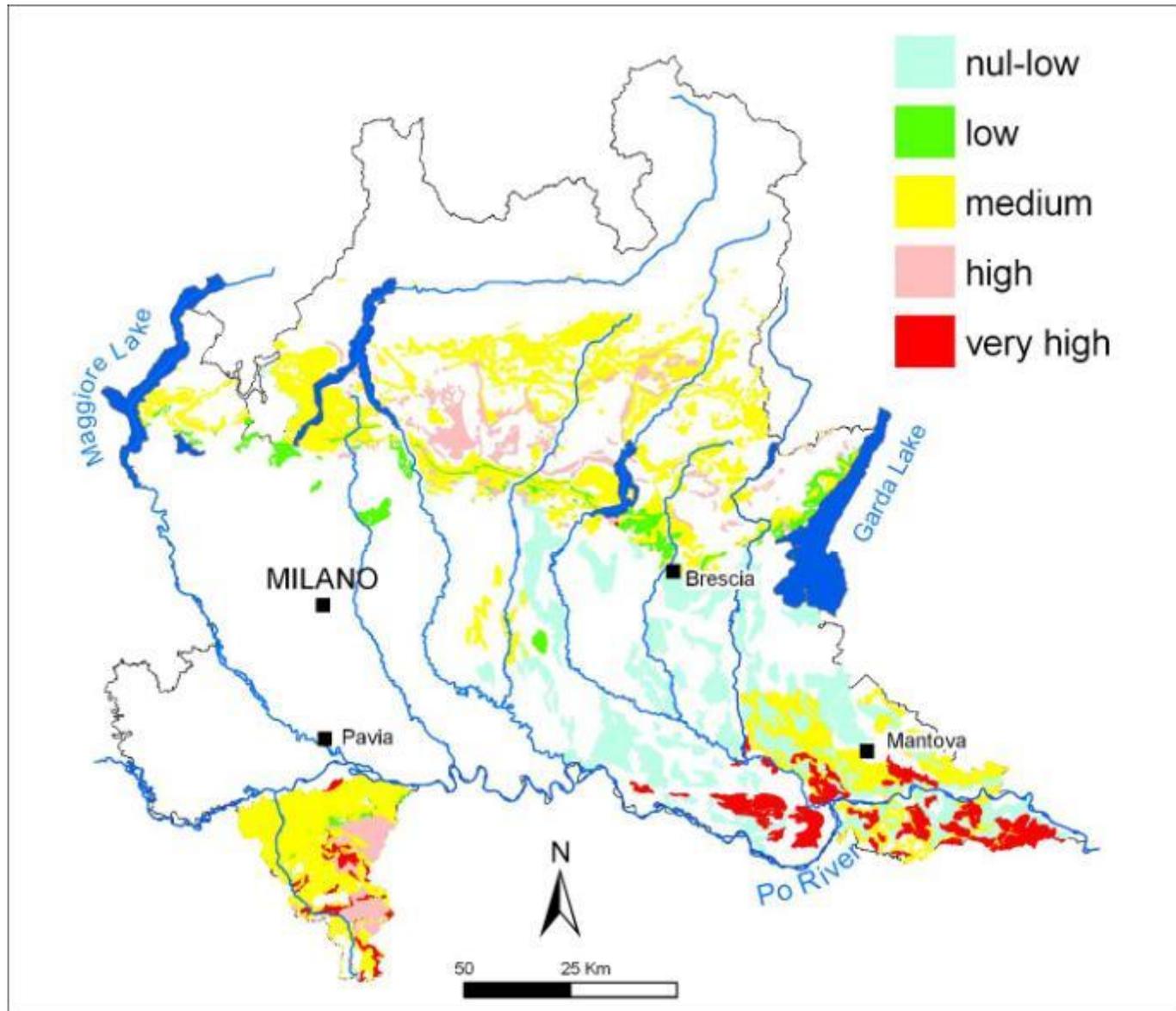


Il fenomeno che si osserva più comunemente nelle nostre zone è il ritiro per essiccamento



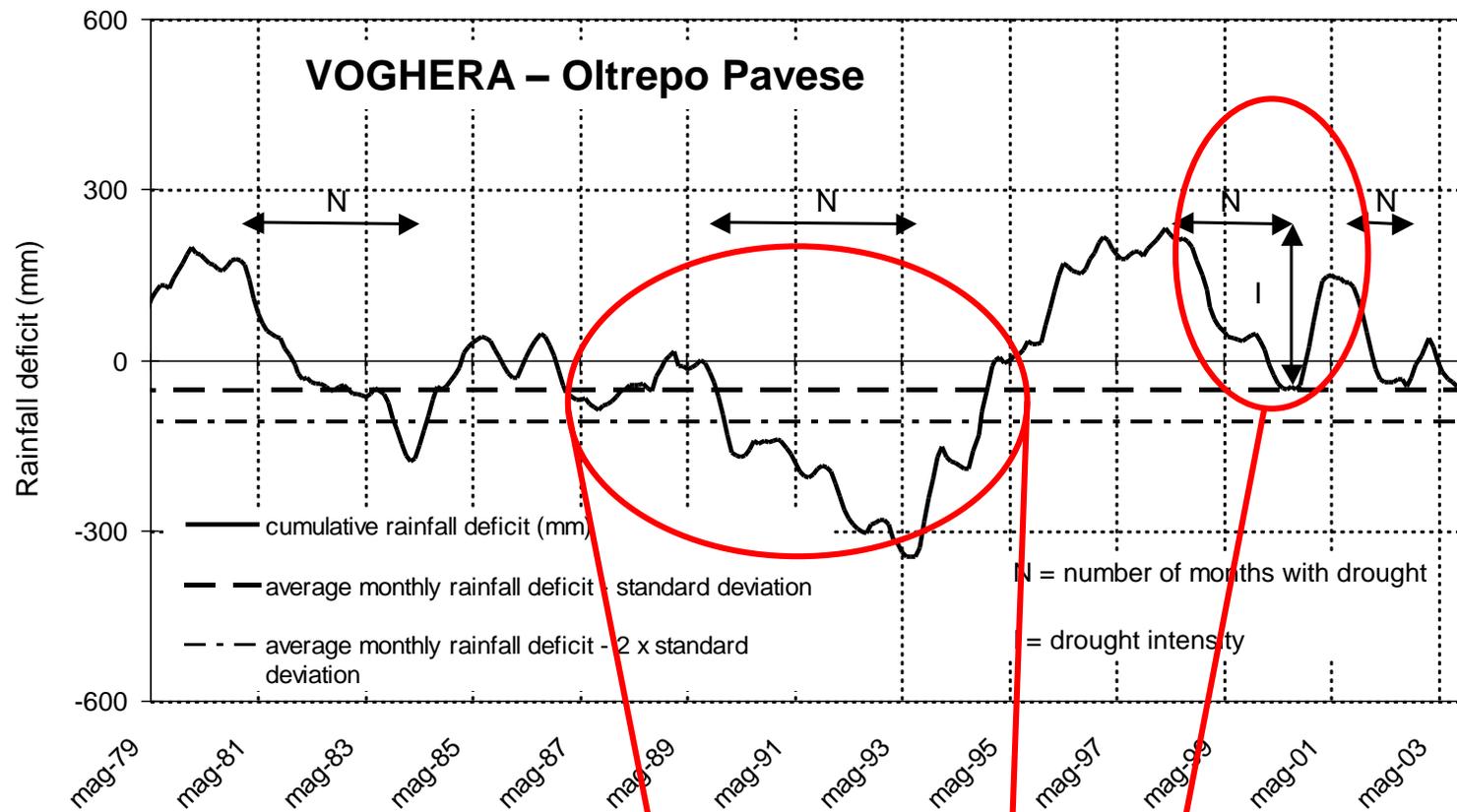
SICCITA' GEOTECNICA

(Blanchard et al. 2007)

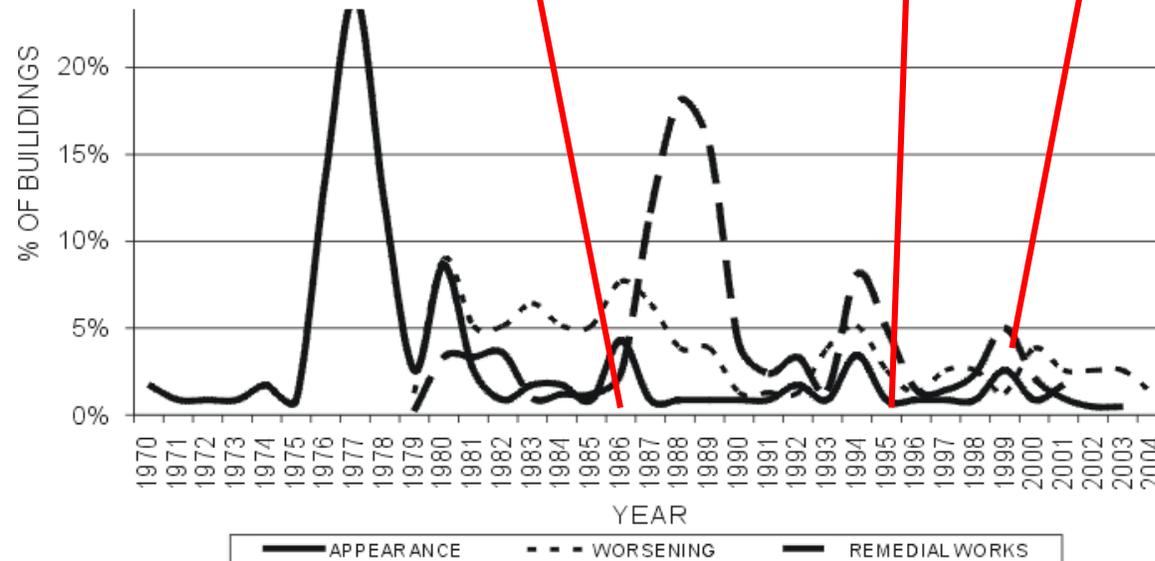


Carta della pericolosità al ritiro-rigonfiamento dei terreni argillosi

DEFICIT IDRICO

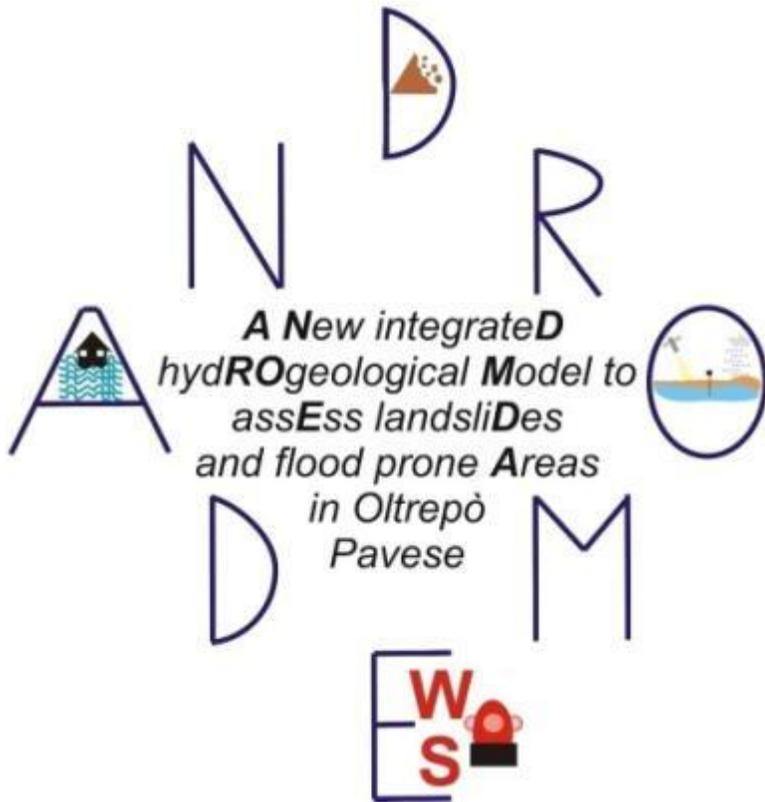


DATA DI COMPARSA
 LESIONI EDIFICI IN
 OLTREPO PAVESE



Spunti conclusivi

- Il **monitoraggio** dei parametri idrologici del suolo (contenuto in acqua, saturazione pressione interstiziale) è fondamentale per **individuare periodi siccitosi e momenti con elevate precipitazioni meteoriche**
- **Differenze nella risposta** (siccità / fenomeni di dissesto a seguito di intense precipitazioni) in funzione del **tipo di terreno e dell'uso del suolo**
- L'utilizzo delle sole caratteristiche pluviometriche di un evento (pioggia cumulata, durata, intensità) può non essere sufficiente per determinare gli inneschi di fenomeni di dissesto idrogeologico tramite soglie pluviometriche → **contenuto in acqua del suolo prima dell'evento**



IL PROGETTO ANDROMEDA



Claudia Meisina
Massimiliano Bordoni

IL PROGETTO

Finanziato da:

Fondazione
CARIPLO



Bando Dissesto Idrogeologico 2017

Capofila



Università di Pavia - Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente

Principal Investigator: Claudia Meisina

Responsabile della Comunicazione: Massimiliano Bordoni

Università di Pavia - Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura

Responsabile scientifico: Gabriella Petaccia

Partners



Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica

Responsabile scientifico: Luca Brocca

IL PROGETTO

Collaboratori sub-contractor:



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



Librarisk

Ing. Giuseppe Barbero

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

IL PROGETTO

- FINANZIAMENTO: 199500 Euro
- DURATA: 30 mesi (1 maggio 2018- 31 ottobre 2020)

IL PROGETTO

Stakeholders:

Manifestazione di interesse già mostrata

- Regione Lombardia – Direzione generale Sicurezza, Protezione Civile e Immigrazione

- Provincia di Pavia

- Comunità Montana dell'Oltrepò Pavese

- Fondazione per lo Sviluppo dell'Oltrepò Pavese

Potenziabili

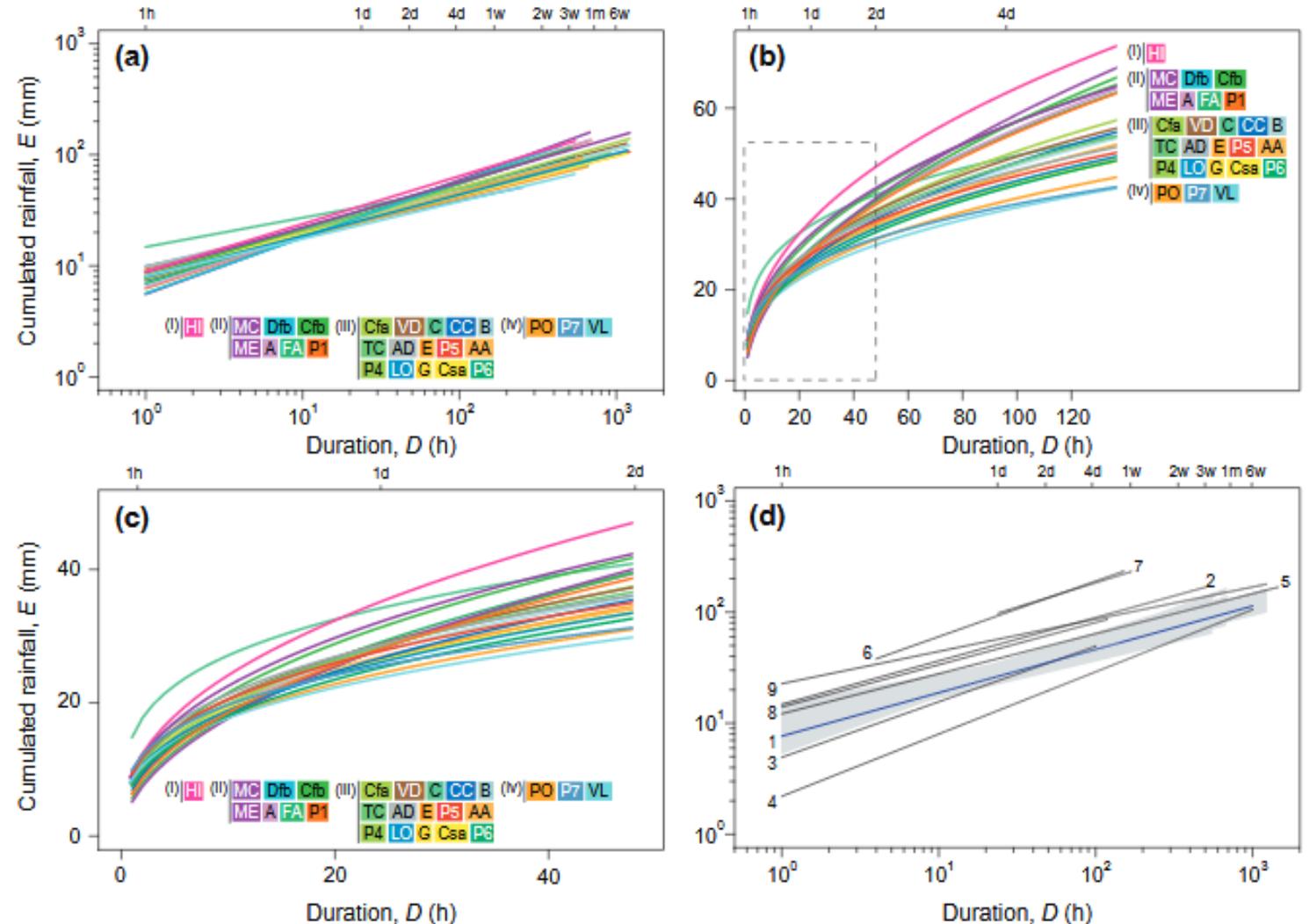
- Comuni delle aree campione (Broni, Stradella, Canneto Pavese, Cigognola, Castana, Pietra dè Giorgi, Mornico Losana, Santa Maria della Versa, Lirio, Montecalvo Versiggia, Montalto Pavese, Canevino, Ruino, Montù Beccaria, Montescano, Rovescala, Rocca dè Giorgi, Golferenzo, Volpara, Rocca Susella, Montesegale, Fortunago, Godiasco Salice Terme, Val di Nizza, Valverde, Ponte Nizza)

IL PROBLEMA

I sistemi di allerta meteo (Early Warning System -EWS) utilizzati per individuare i possibili momenti di innesco di eventi di rischio idrogeologico (frane superficiali e alluvioni) si basano sulla definizione di valori di **soglie di precipitazione (soglie pluviometriche)**, che se oltrepassati possono comportare l'innesco di fenomeni di dissesto idrogeologico

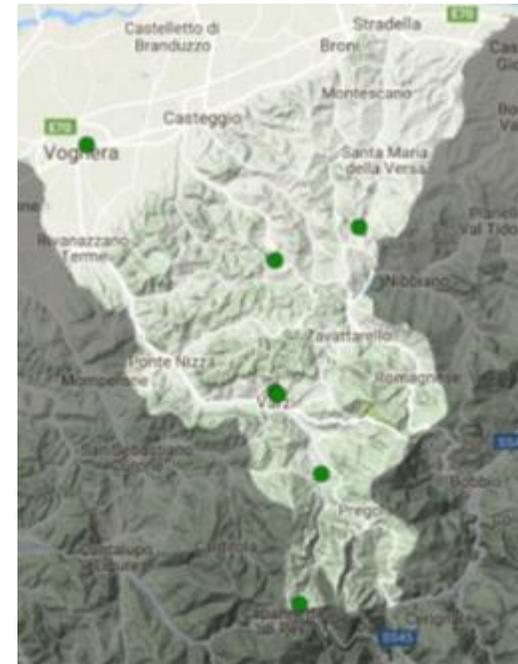
Le soglie sono state definite per tutto il territorio italiano, basandosi su una analisi statistica degli eventi passati che hanno causato l'innesco di frane/alluvioni in una certa area

Soglie pluviometriche per le regioni Italiane per l'innesco di frane (Perruccacci et al., 2017)



Nel territorio dell'Oltrepò Pavese un sistema di early warning deve essere definito tenendo conto delle caratteristiche peculiari di quest'area

- Integrare i valori di precipitazioni con le caratteristiche litologiche dei terreni dell'area e con le condizioni di saturazione del suolo prima dell'inizio di un certo evento di pioggia
- Per sopperire al numero limitato di stazioni di misura della precipitazione in un'area così vasta (7 stazioni in 800 km²), è opportuno utilizzare anche dati ottenuti a scala regionale con tecniche innovative, quali misure satellitari

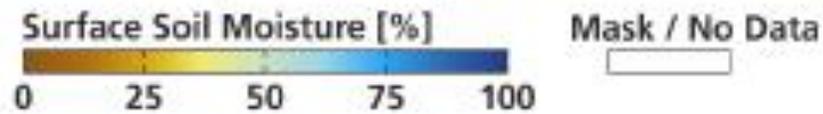
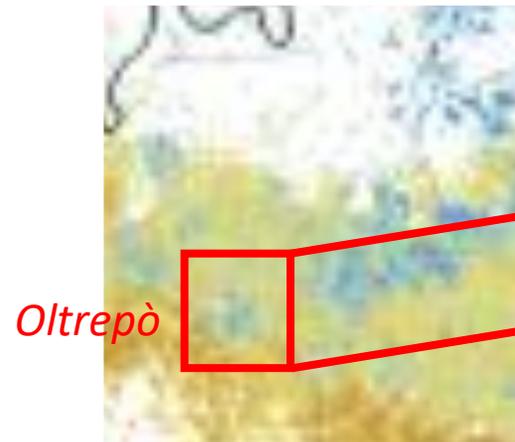
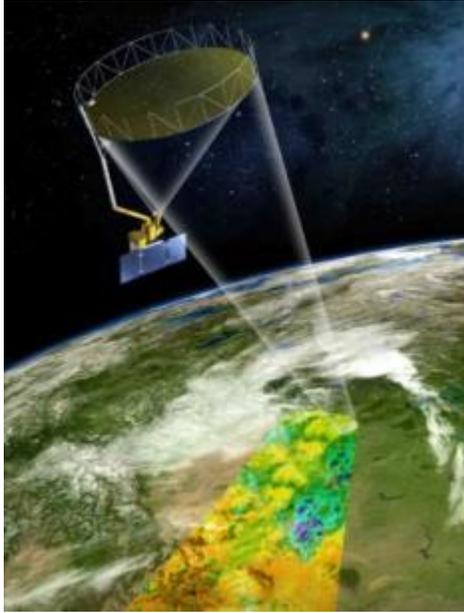


Rete di pluviometri di ARPA Lombardia nell'Oltrepò Pavese (7 stazioni in 800 km²)

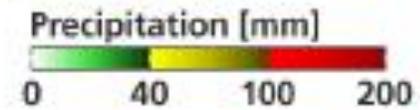
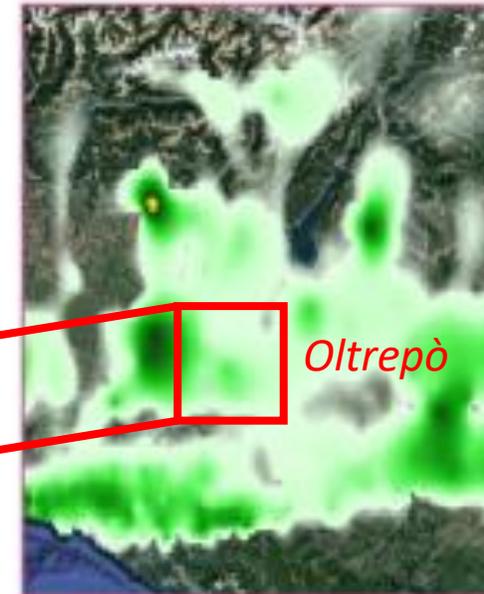
Mappa di misura delle precipitazioni misurate da satelliti NASA per gli Stati Uniti tra 4 e 11 Agosto 2016



Misura dell'umidità del suolo a scala regionale mediante l'utilizzo di dati satellitari



2017 July 11 | 0-24h



(modificato da Brocca, 2018)

SCOPI DEL PROGETTO

ANDROMEDA (A New integrated hydROgeological Model to assEss landsliDes and flood prone Areas in Oltrepò Pavese – *Un nuovo modello idrogeologico integrato per l'individuazione delle aree soggette a frane e alluvioni nell'Oltrepò Pavese*)

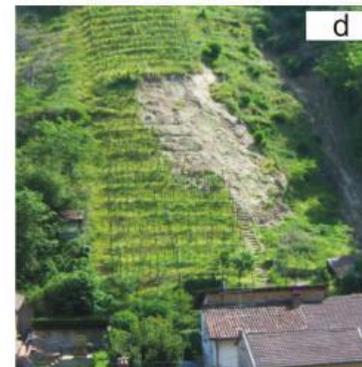
1. Messa a punto di un metodo per l'individuazione dei momenti di innesco di frane superficiali e alluvioni in alcuni bacini campione dell'Oltrepò Pavese, che si basa su modelli innovativi che sfruttino anche dati satellitari di piogge e umidità del terreno
2. Prototipo di Sistema di Allerta basato su questo modello per la definizione delle aree a maggiore rischio durante particolari eventi

AREE CAMPIONI



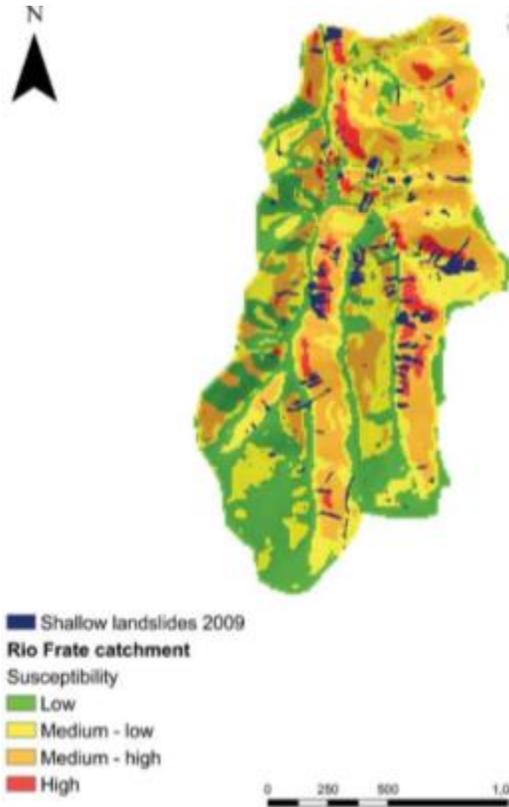
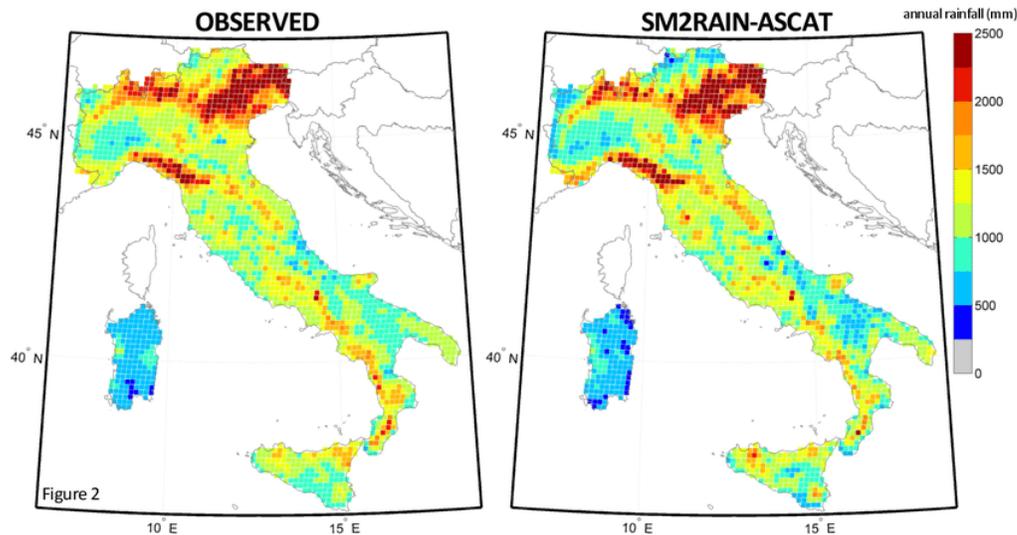
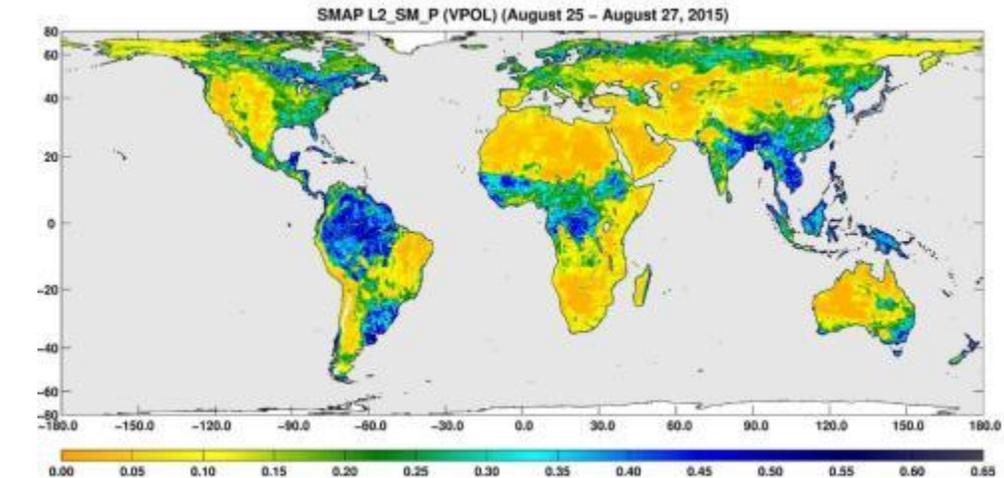
bacini idrografici particolarmente colpiti in passato da simili eventi:

- Bacino del **torrente Scuropasso**
- Bacino del **torrente Versa**
- Bacino del **torrente Ardivestra**

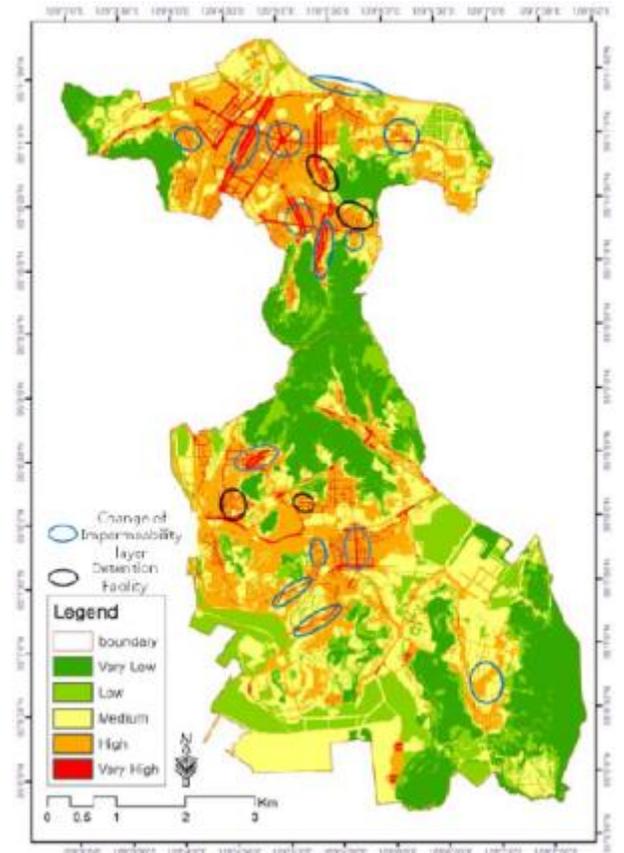


IL METODO

Saranno ricostruiti gli **inventari delle frane superficiali e delle zone alluvionate** degli eventi passati che hanno interessato le aree campione. Questi saranno integrati con **dati geologici, geomorfologici e di uso del suolo** ottenuti per le stesse aree, ottenendo un modello matematico-quantitativo che consentirà di individuare i **settori suscettibili a frane superficiali e ad alluvioni**.



Mappa di suscettibilità a frane superficiali nel bacino del torrente Rio Frate (Oltrepò nord-orientale)

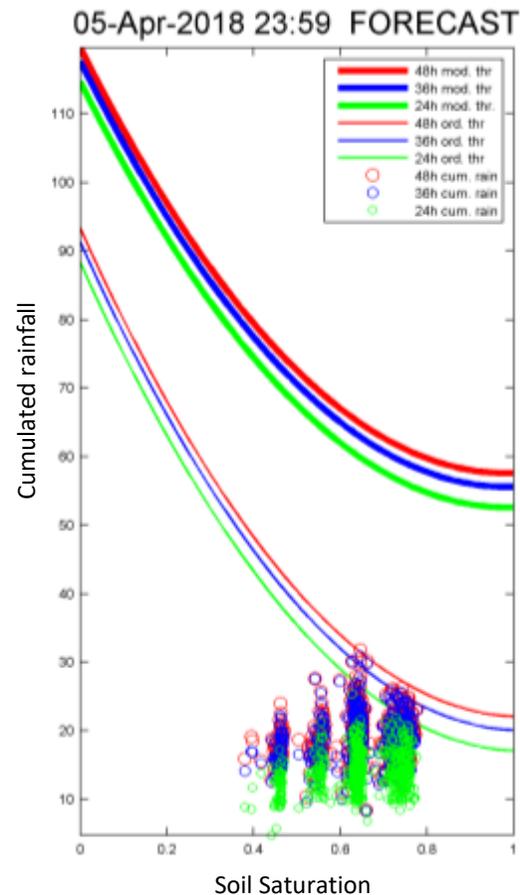


Mappa di suscettibilità ad alluvioni della città di Busan (Corea del Sud) (da Lee et al., 2012)

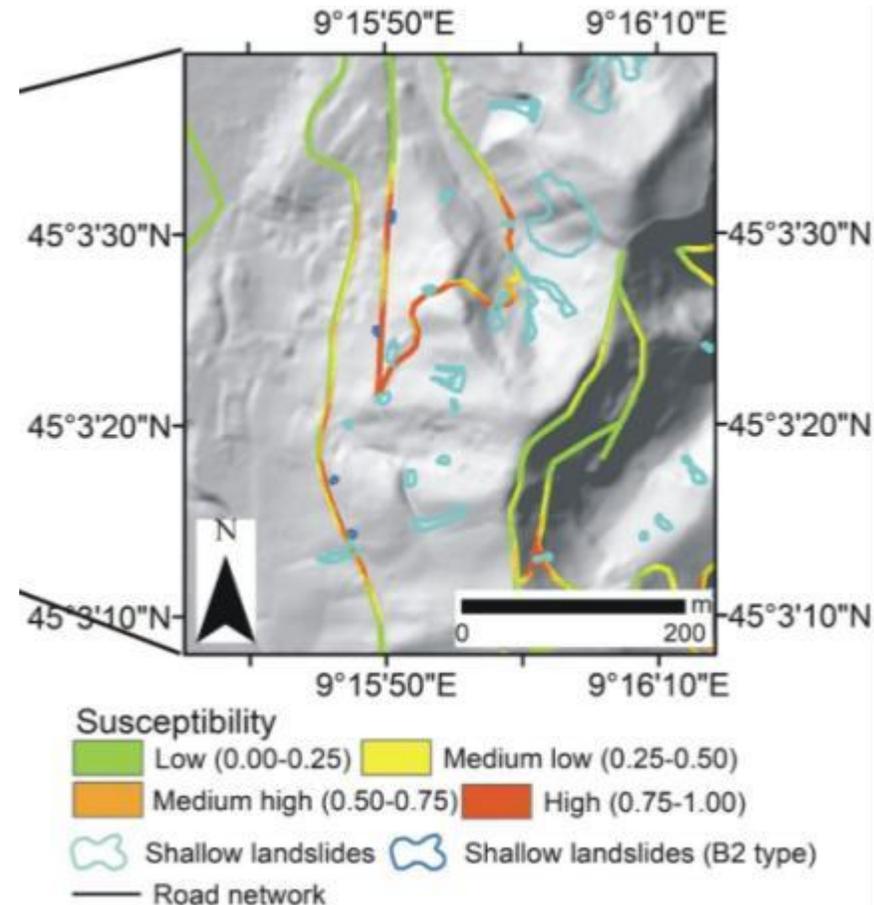
IL METODO

Il modello integrato messo a punto per valutare i momenti di innesco di frane e alluvioni permetterà di ottenere alcuni strumenti utili per la valutazione della pericolosità e del rischio:

- 1) mappe di distribuzione di zone potenzialmente soggette a frane e/o alluvioni, in relazione a particolari condizioni pluviometriche
- 2) soglie pluviometriche, in cui i dati di pioggia saranno integrati a dati di umidità del terreno
- 3) carte di scenari di rischio per particolari elementi individuati nei diversi comuni



Soglie precipitazione cumulata/saturazione del suolo per l'innesco di frane messe a punto per la regione Umbria



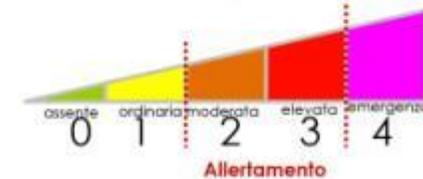
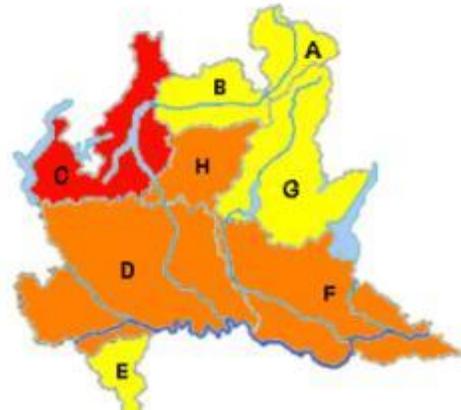
Probabilità che un tratto di strada sia colpito da una frana superficiale nel bacino del torrente Rio Frate (Oltrepò nord-orientale)

IL METODO

I risultati ottenuti da questo modello saranno **validati confrontandoli con le condizioni di innesco di eventi passati e con le soglie attualmente utilizzate per l'area di studio** (Centro Funzionale Monitoraggio Rischi – Regione Lombardia). Questa validazione servirà anche per testare la sua potenziale applicazione come sistema di early warning, considerando quegli eventi che accadranno negli ultimi 6 mesi del progetto (Maggio 2020-Ottobre 2020).

SCENARI E LIVELLI DI ALLERTAMENTO				
ZONA OMOGENEA DI ALLERTA	DENOMINAZIONE	CODICI DI ALLERTA	LIVELLI DI CRITICITA'	SCENARI DI RISCHIO
A (SO)	Alta Valtellina	1	Ordinaria	Idrogeologico
B (SO)	Media-bassa Valtellina	1	Ordinaria	Idrogeologico - idraulico
C (CO, LC, SO, VA)	Nordovest	3	Elevata	Idrogeologico - idraulico
D (BG, CO, CR, LC, LO, MB, MI, PV, VA)	Pianura Occidentale	2	Moderata	Idraulico
E (PV)	Oltrepò Pavese	1	Ordinaria	Idrogeologico - idraulico
F (BG, BS, CR, MN)	Pianura Orientale	2	Moderata	Idraulico
G (BG, BS)	Garda – Valcamonica	1	Ordinaria	Idrogeologico - idraulico
H (BG, LC)	Prealpi Centrali	2	Moderata	Idrogeologico
		1	Ordinaria	Idraulico

Segnalare ogni evento significativo al numero verde della Sala Operativa: 800.061.160.



Al presente avviso si intendono allegati i seguenti documenti che sono parte integrante della Direttiva regionale per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allerta per i rischi naturali ai fini di protezione civile:

- 1) Scenari di rischio e soglie descritti nell'allegato 1;
- 2) Elenco aree a maggior rischio descritte nell'allegato 4.

Il testo completo della Direttiva, compresi gli allegati, sono consultabili sul sito internet: www.protezionecivile.regione.lombardia.it

Previsioni meteo a cura di ARPA SMR

RISULTATI ATTESI

- **Inventari delle frane superficiali** (da inserire nell'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani-IFFI) e **delle aree alluvionate** nelle aree campione: Ottobre 2018
- **Database delle proprietà geologiche e geotecniche** delle aree campione: Ottobre 2018
- **Mappe** derivate da satellite delle **piogge** e dell'**umidità del suolo**, che possano essere utilizzabili anche per altri studi (es. ambito agricolo): Marzo 2019
- **Carte di scenario di rischio riguardo frane superficiali e alluvioni, da inserire nei Piani di Emergenza Comunali** dei comuni delle aree campione: Aprile 2020
- **Soglie di innesco basate su piogge e umidità del terreno** per le aree campione, validate dal confronto con eventi realmente accaduti e con le soglie attualmente utilizzate da Regione Lombardia: Febbraio 2020
- **Prototipo di un sistema di allerta basato sulle soglie di innesco definite**, che possa essere considerato come valido per le aree campione: Ottobre 2020

Dati di interesse da richiedere agli stakeholders

- **Segnalazioni/Inventari di frane superficiali e di aree alluvionate**, con eventualmente il momento (giorno, periodo della giornata, ora) in cui sono avvenuti i fenomeni
- **Mappe dei Piani di Governo del Territorio e dei Piani di Emergenza Comunale**
- **Indagini geognostiche**
- **Avvisi di criticità emessi dalla Protezione Civile di Regione Lombardia**

Richieste degli stakeholders (risultati, prodotti, formati,...)?

PIANO DI COMUNICAZIONE

Prossimi incontri con gli stakeholders

Entro Agosto 2018:

- ❑ Incontri operativi con gli stakeholders che già hanno manifestato interesse (Regione Lombardia, Provincia di Pavia, Comunità Montana dell'Oltrepò Pavese, Fondazione per lo Sviluppo dell'Oltrepò Pavese) per capire le loro necessità e richieste e per richiedere dati utili allo sviluppo del progetto
- ❑ Incontro con i comuni delle aree campione per una presentazione dettagliata del progetto, per capire le loro necessità e richieste e per richiedere dati utili allo sviluppo del progetto

PIANO DI COMUNICAZIONE

Librarisk

- **Target: Società, Stakeholders**
- Applicazione per cellulare e tablet, dove per un singolo comune è possibile **consultare i Piani di Protezione Civile, le aree a rischio, gli scenari e le risorse di Piano in modo interattivo e multimediale**
- Servizio che informa anche su **criticità previste** dal Dipartimento o dai Centri Funzionali Regionali della **Protezione Civile**

Collaborazione nell'ambito del progetto:

- **Informazioni sul progetto e sui risultati raggiunti**
- **Mappe di scenari di rischio e relative ai piani di emergenza comunale** per le aree campione
- **Informazioni sul gruppo di ricerca e sull'ente finanziatore, articoli scientifici e altre pubblicazioni inerenti al progetto**



CONTATTI

- Principal Investigator: Prof.ssa Claudia Meisina
claudia.meisina@unipv.it
- Responsabile della Comunicazione: Dott. Massimiliano Bordoni
massimiliano.bordoni01@universitadipavia.it



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



@ProgAndromeda