UNIVERSITÀ DI PAVIA

irpi

A New integrateD hydROgeological Model to assEss landsliDes and flood prone Areas in Oltrepò Pavese

Fondazione CARIPLO

Il progetto ANDROMEDA: nuovi metodi di previsione di frane superficiali e alluvioni

Monitoraggio e modellazione idrologici delle coltri piroclastiche per la stima delle condizioni pluviometriche innescanti debris flows nelle aree perivulcaniche della Campania

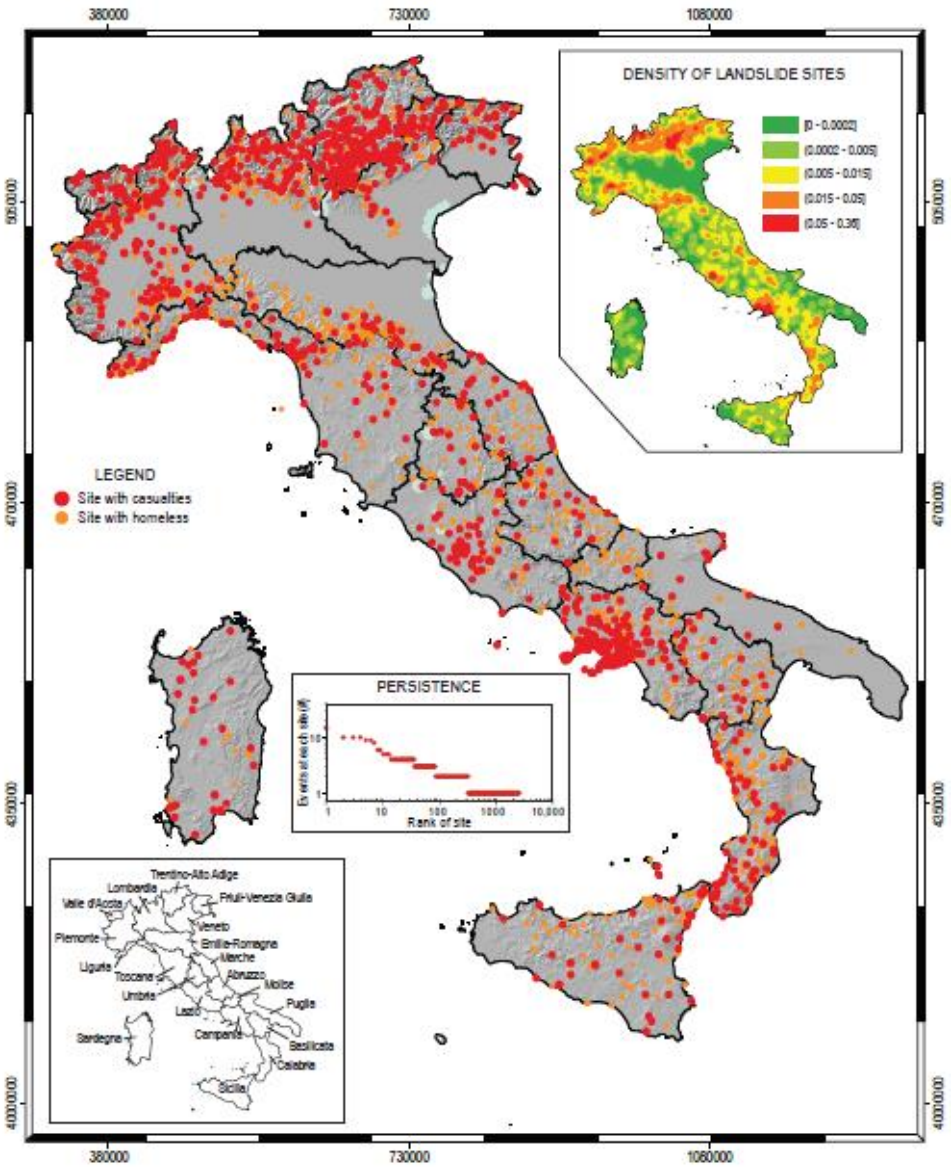
Pantaleone De Vita
padevita@unina.it

DiSTAR Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse

Università degli Studi di Napoli Federico II

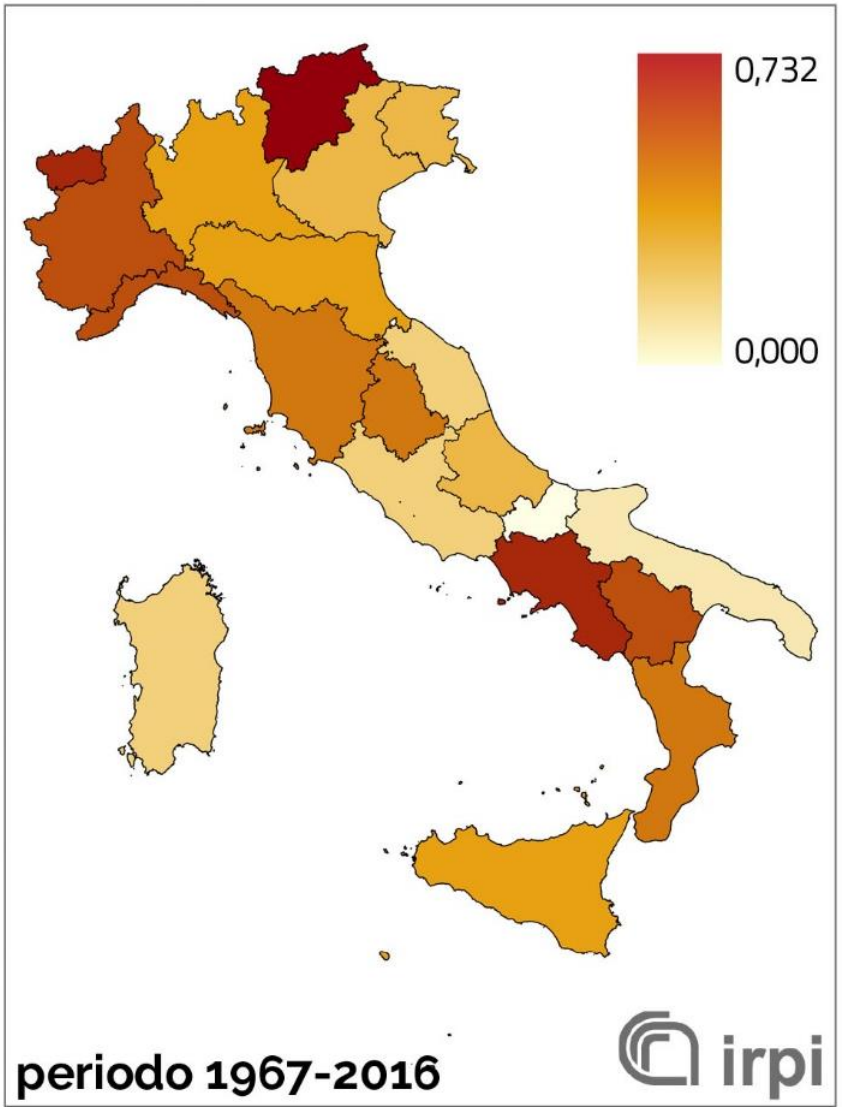
LE FRANE IN ITALIA (SALVATI ET AL., 2010)

(650 – 2008)



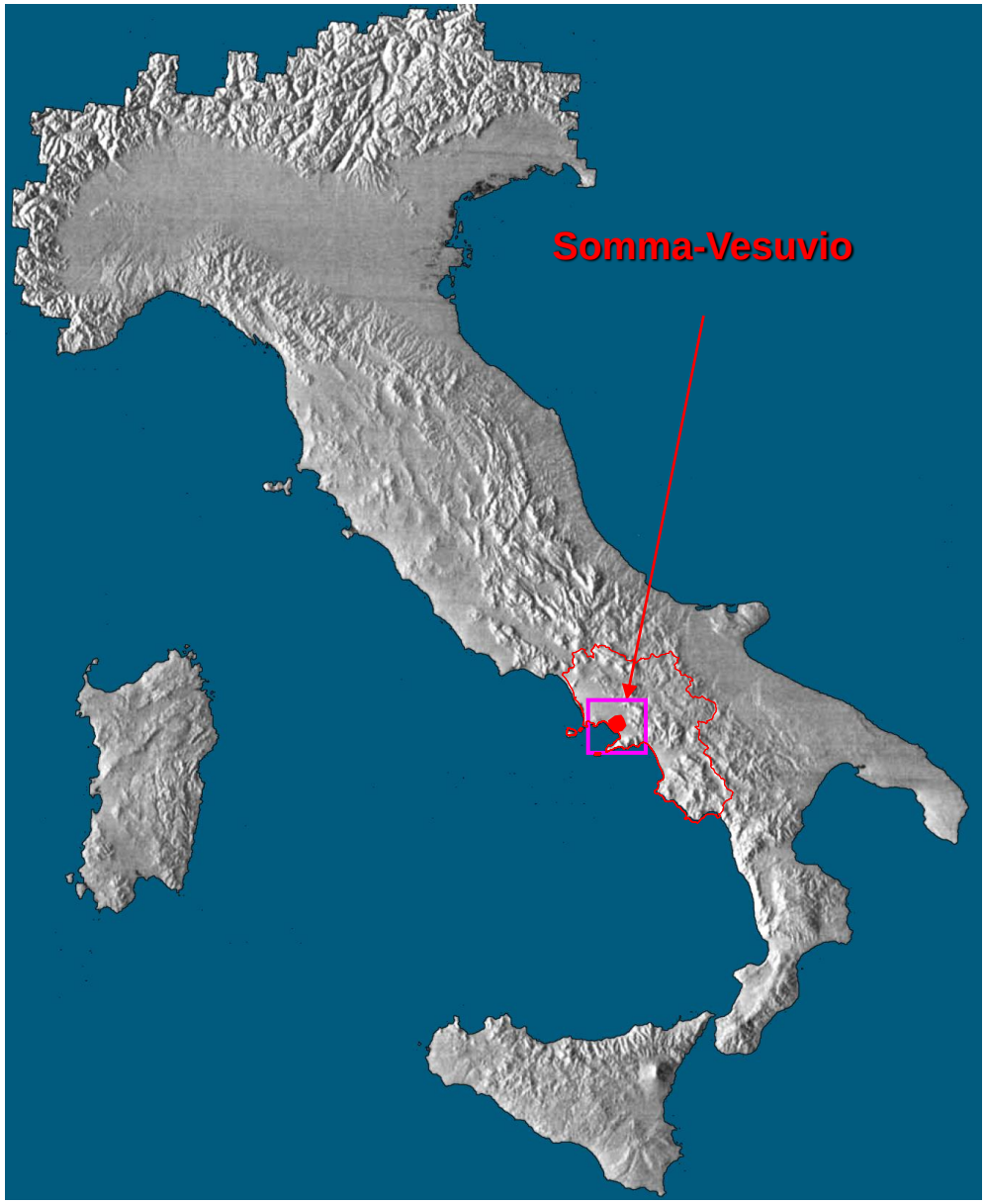
Salvati et al., 2010

(1967 – 2016)

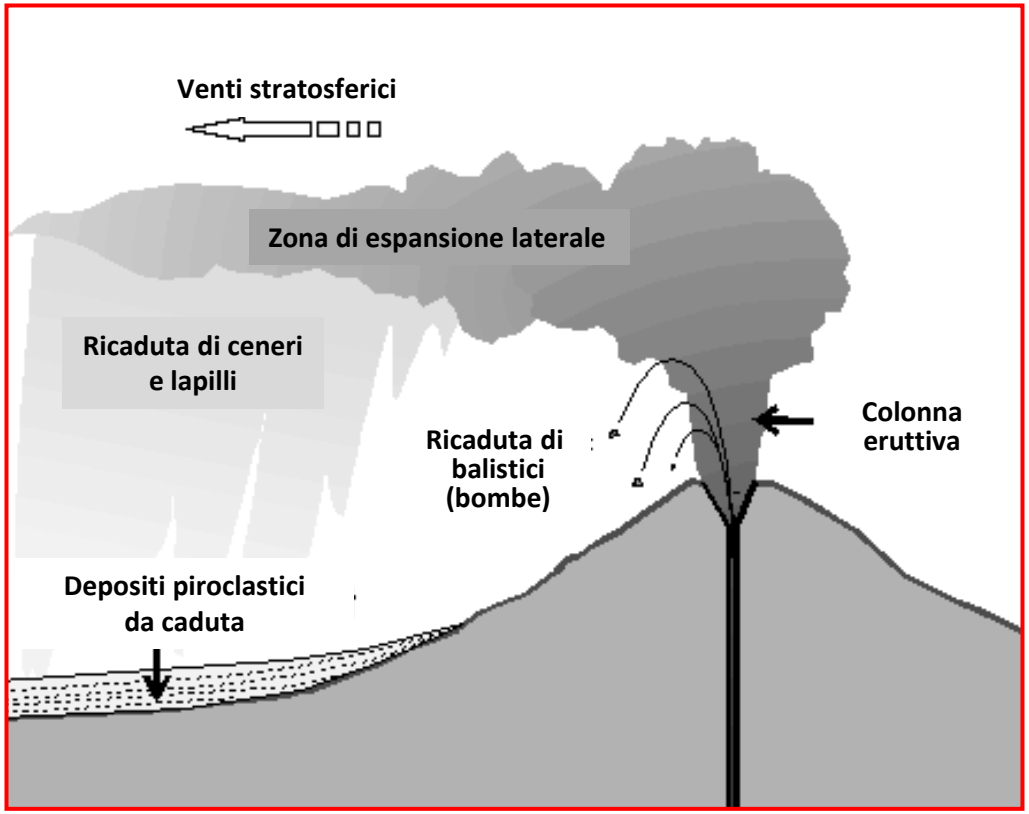


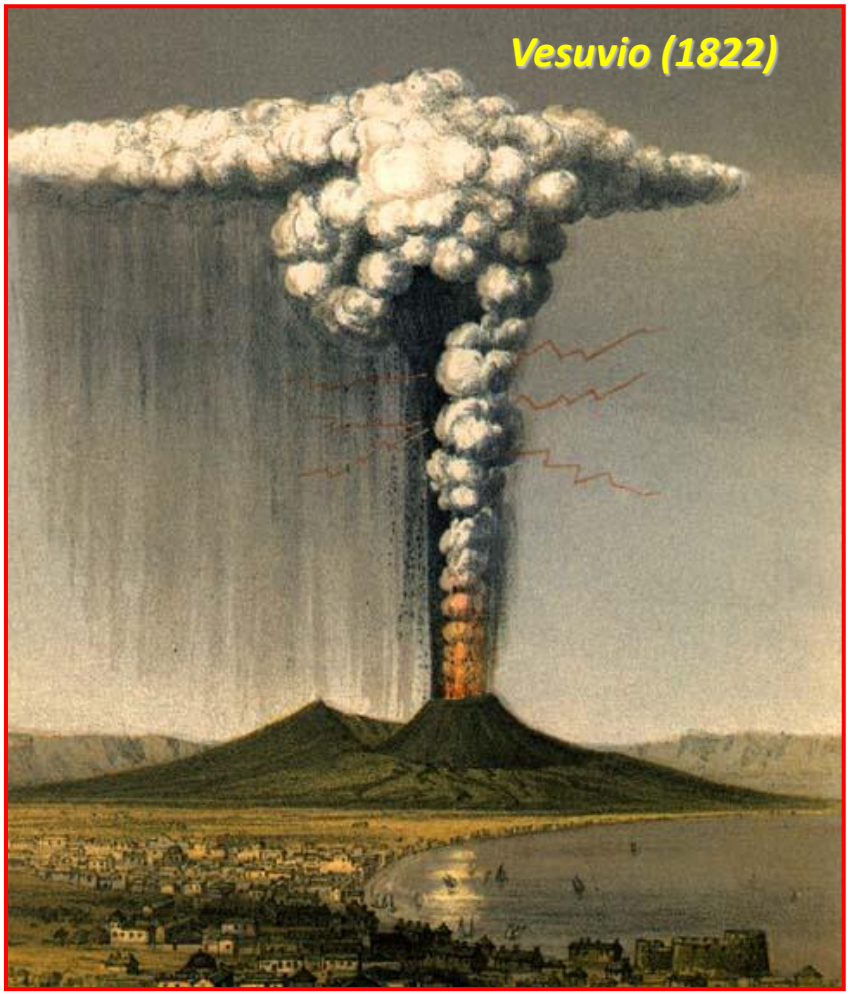
Numero di vittime e dispersi per anno ogni 100.000 abitanti

LE ERUZIONI DEL SOMMA-VESUVIO

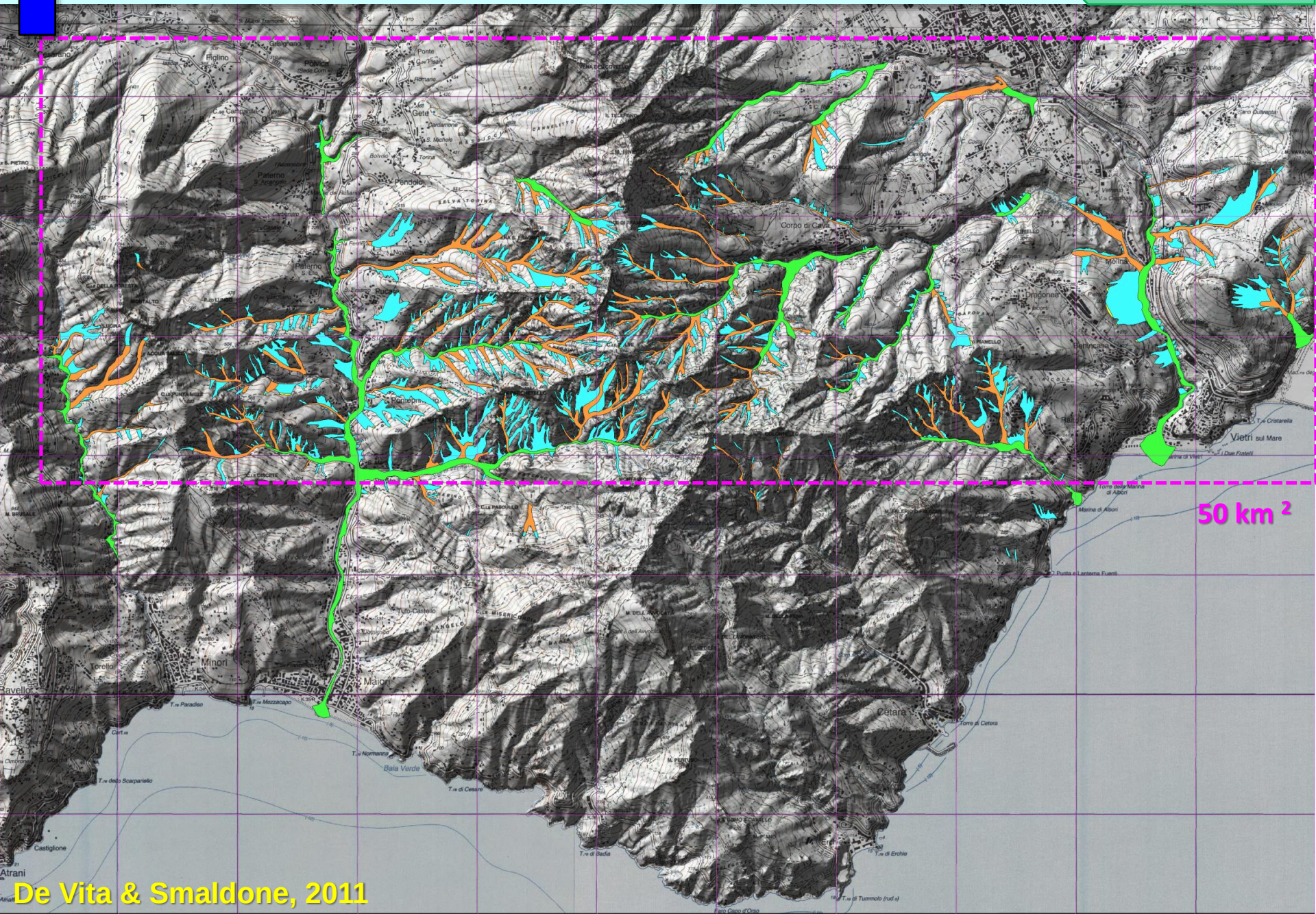


DEPOSIZIONE DEI PRODOTTI PIROCLASTICI DA CADUTA

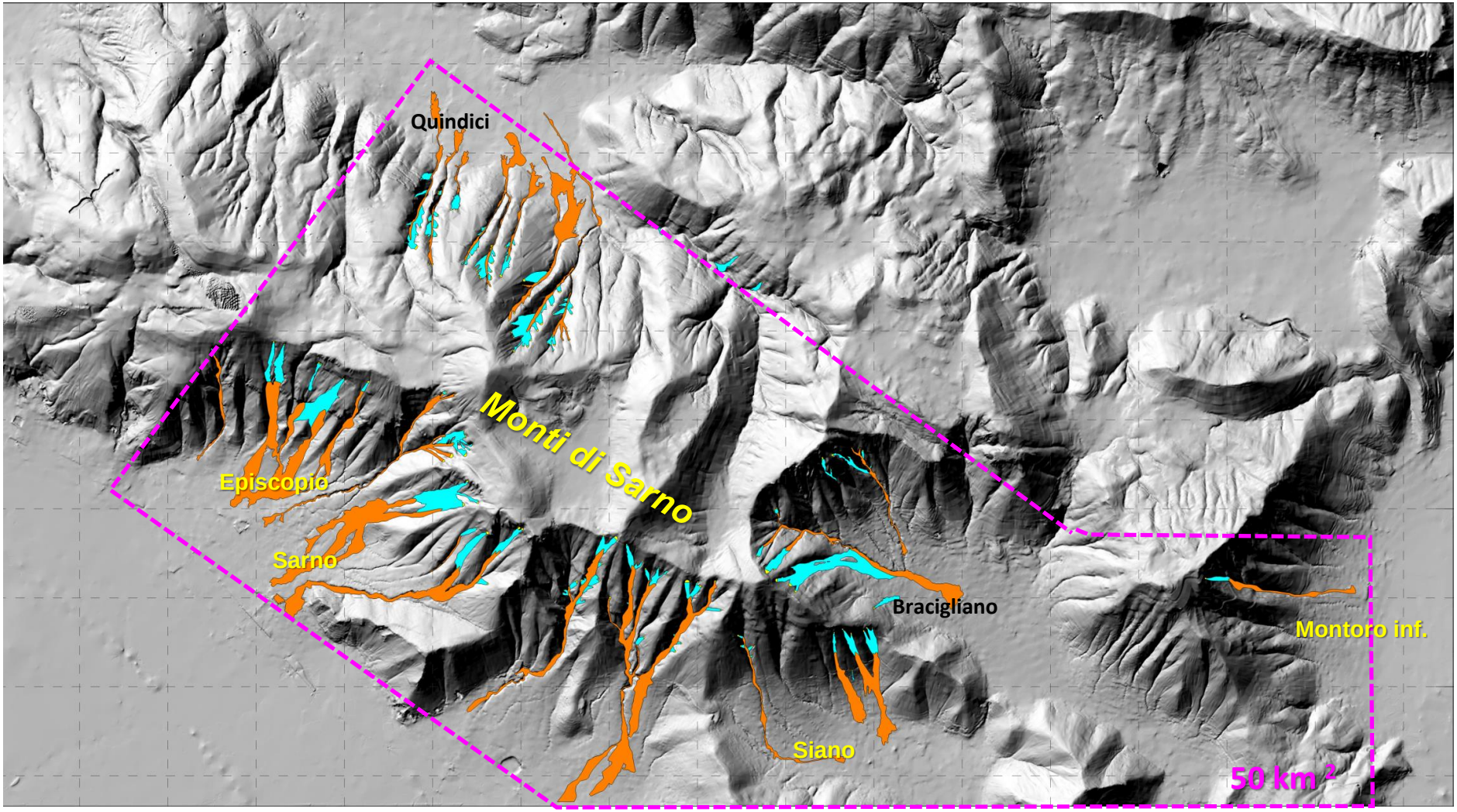




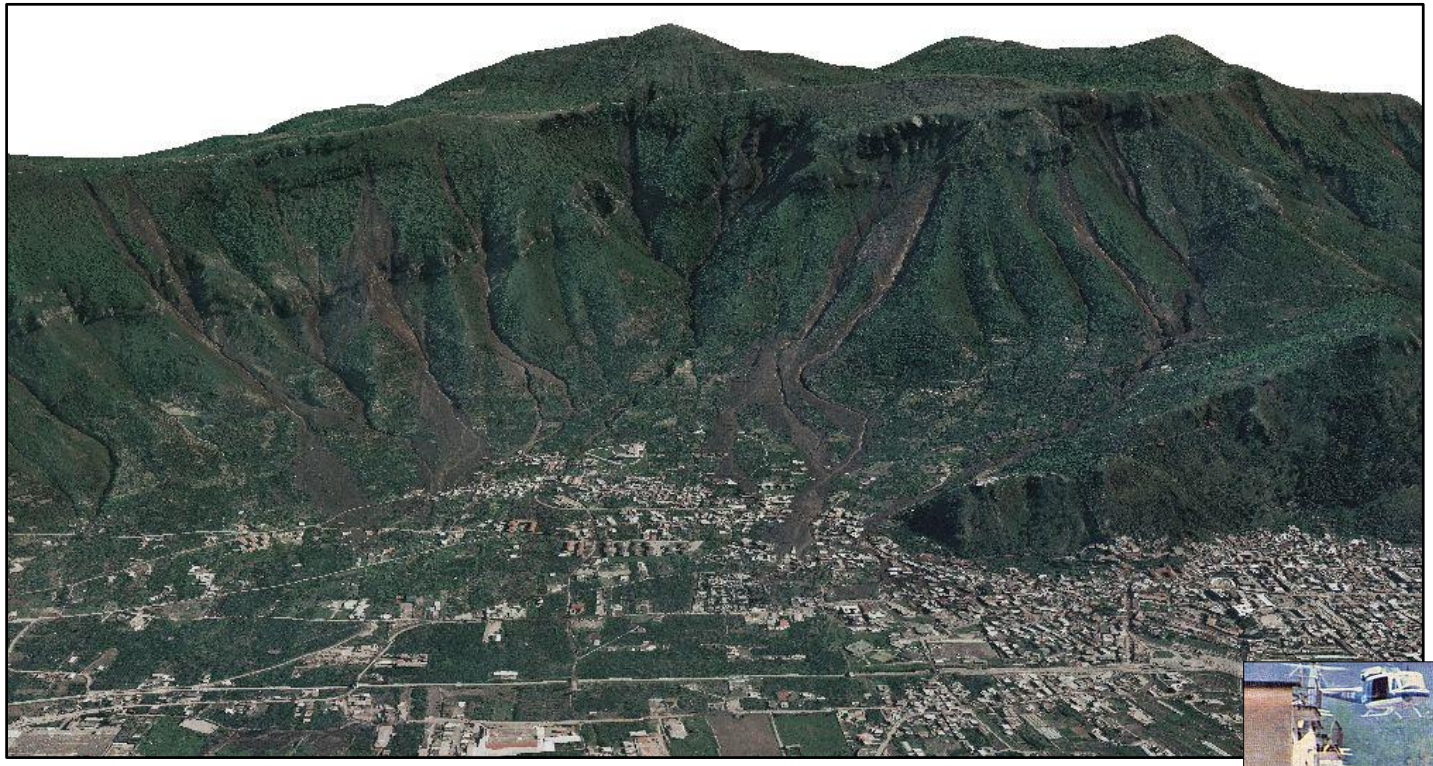
L'EVENTO DELLA COSTIERA AMALFITANA DEL 25-26 OTTOBRE 1954

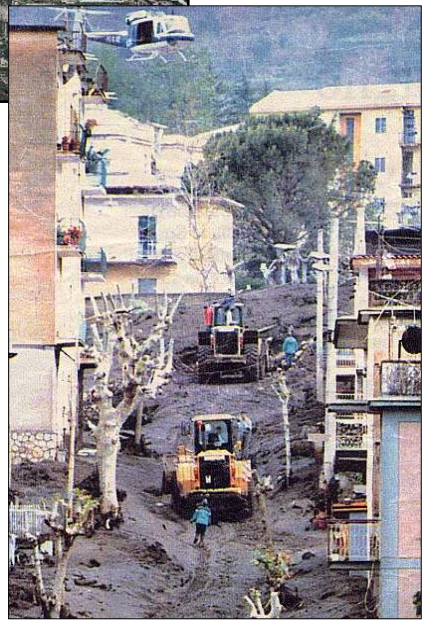


L'EVENTO DEI MONTI DI SARNO DEL 5-6 MAGGIO 1998



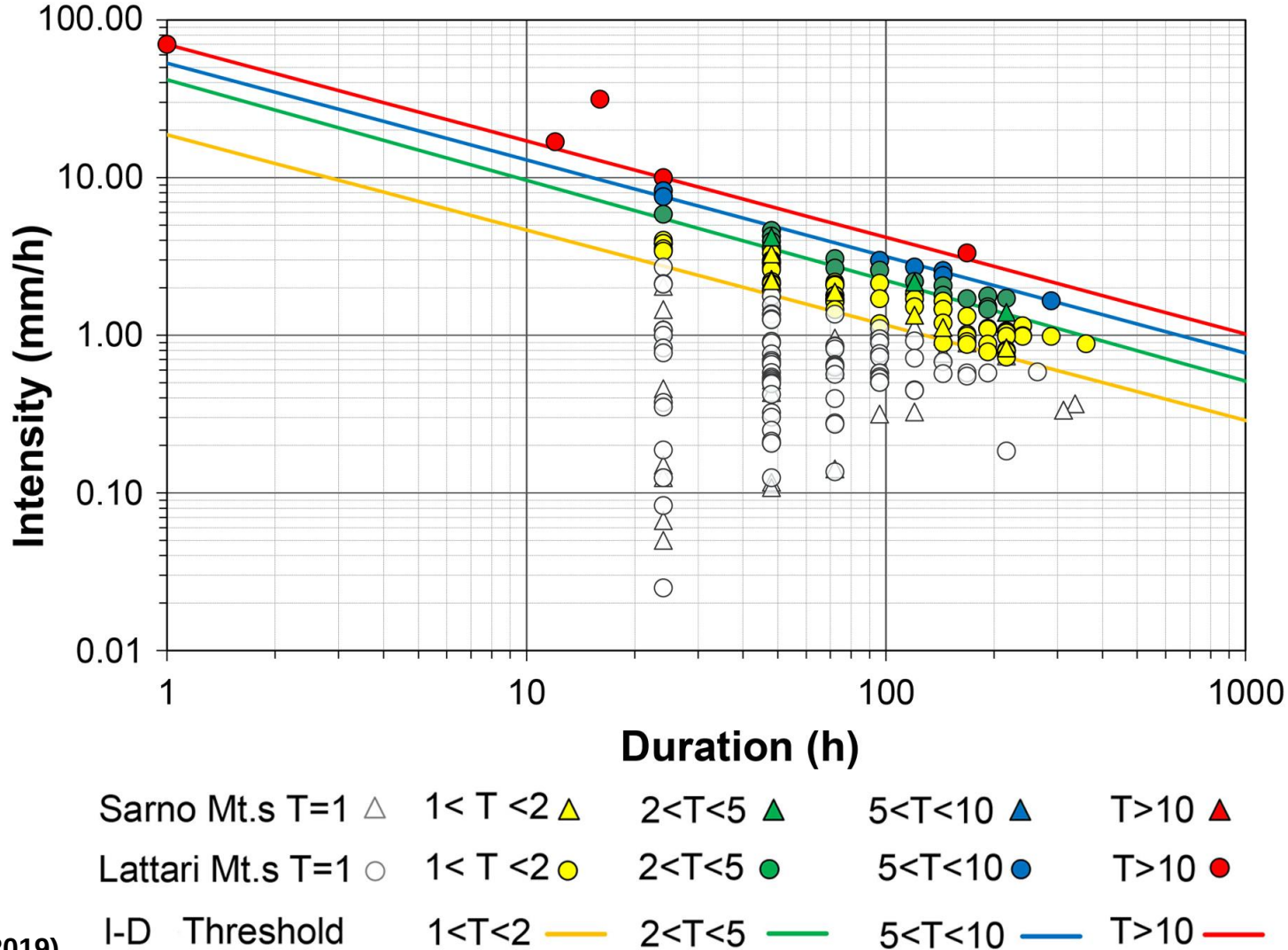
L'EVENTO DEI MONTI DI SARNO DEL 5-6 MAGGIO 1998





INCERTEZZA NEI DATI E NEI MODELLI PREVISIONALI

Soglie pluviometriche Intensità-Durata (I-D) classificate in base al tempo di ritorno (T) delle piogge innescanti (modello VAPI Campania; Rossi & Villani, 1994)



Tufano et al. (2019)

SCOPO

Stimare le condizioni idrologiche predisponenti (antecedenti) e pluviometriche innescanti (di soglia) mediante approccio deterministico

METODI

- **Ricostruzione del modello di distribuzione delle coltri piroclastiche e del modello geologico nelle aree di innesco**
- **Realizzazione di una stazione di monitoraggio idrologico dei depositi piroclastici**
- **Modellazione idrologica (VS2DTI; Hsieh, 2000) e di stabilità per la definizione di soglie pluviometriche deterministiche**
- **Modellazione degli effetti della variazione di spessore della coltre piroclastica sul regime delle pressioni di poro**

DECRETO LEGISLATIVO 2 gennaio 2018, n. 1
Codice della protezione civile. (18G00011)
(GU n.17 del 22-1-2018)

Art. 19

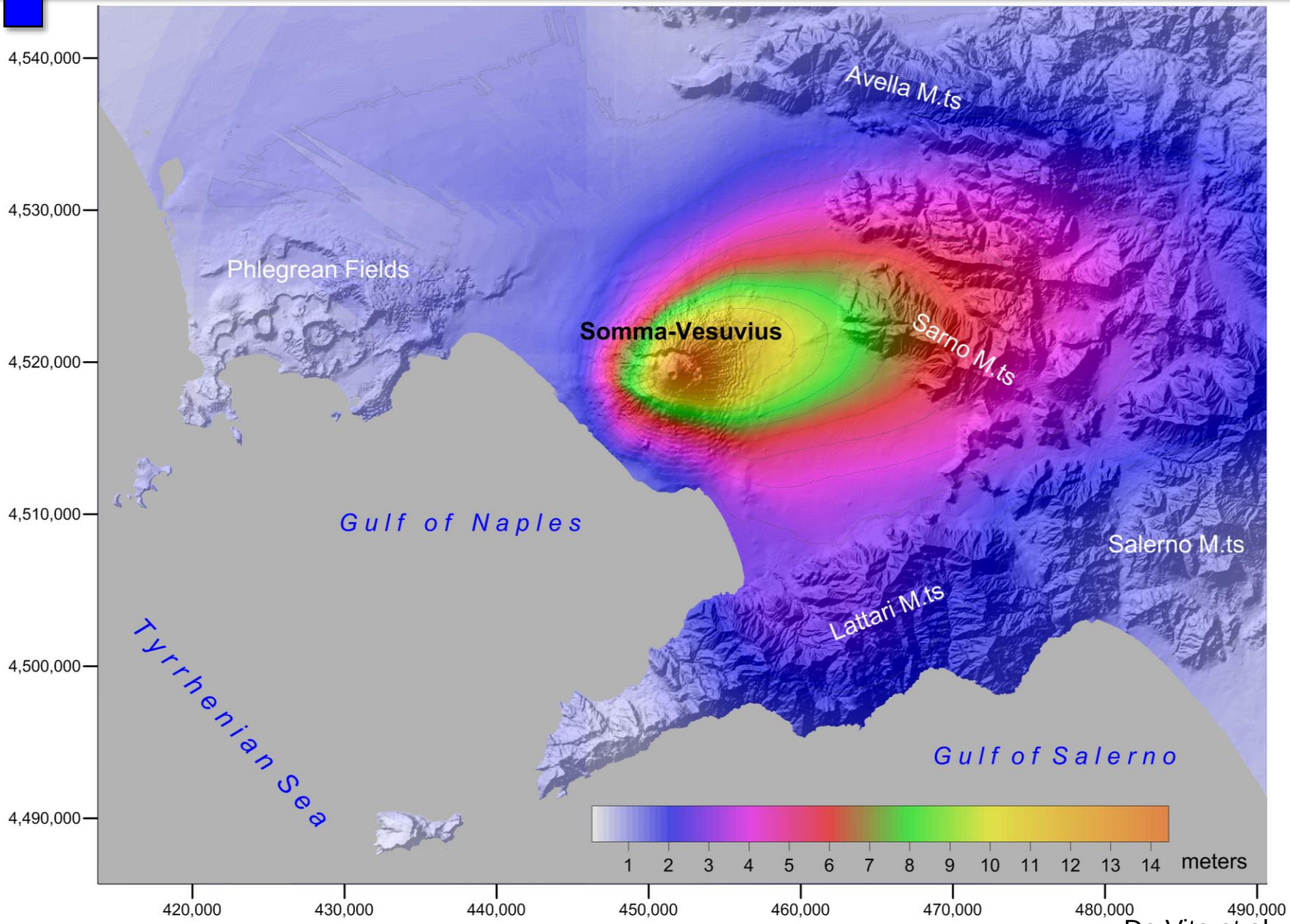
Ruolo della comunità' scientifica (Articoli 3-bis, comma 2, 9, 11 e 17, legge 225/1992; Articolo 5, commi 3-bis e 3-quater, decreto-legge 343/2001, conv. legge 410/2001)

1. La Comunità' Scientifica partecipa al Servizio nazionale mediante l'integrazione nelle attività' di Protezione Civile di cui all'articolo 2 di conoscenze e prodotti derivanti da attività di ricerca e innovazione, anche già disponibili, che abbiano raggiunto un livello di maturazione e consenso riconosciuto dalla comunità scientifica secondo le prassi in uso, anche frutto di iniziative promosse dall'Unione europea e dalle Organizzazioni internazionali anche nel campo della ricerca per la difesa dai disastri naturali.
2. La partecipazione di cui al comma 1 si realizza mediante le seguenti attivita': a) attivita' ordinarie e operative condotte in favore delle componenti del Servizio nazionale che includono, tra l'altro, il monitoraggio e la sorveglianza degli eventi, lo sviluppo di banche dati e ogni altra attivita' utile per la gestione delle emergenze e la previsione e prevenzione dei rischi che fornisca prodotti di immediato utilizzo; b) attivita' di sperimentazione propedeutiche alle attivita' di cui alla lettera a), e di realizzazione di contributi scientifici e di sintesi di ricerche esistenti utili a tal fine; c) ricerca finalizzata propedeutica alla realizzazione di prodotti utili alla gestione dei rischi di cui all'articolo 16 e allo studio dei relativi scenari; d) collaborazione nelle attivita' di predisposizione della normativa tecnica di interesse.

Distribuzione dei depositi piroclastici da caduta lungo i versanti peri-vulcanici

SPESSORE ATTESO DELLA COLTRE PIROCLASTICA

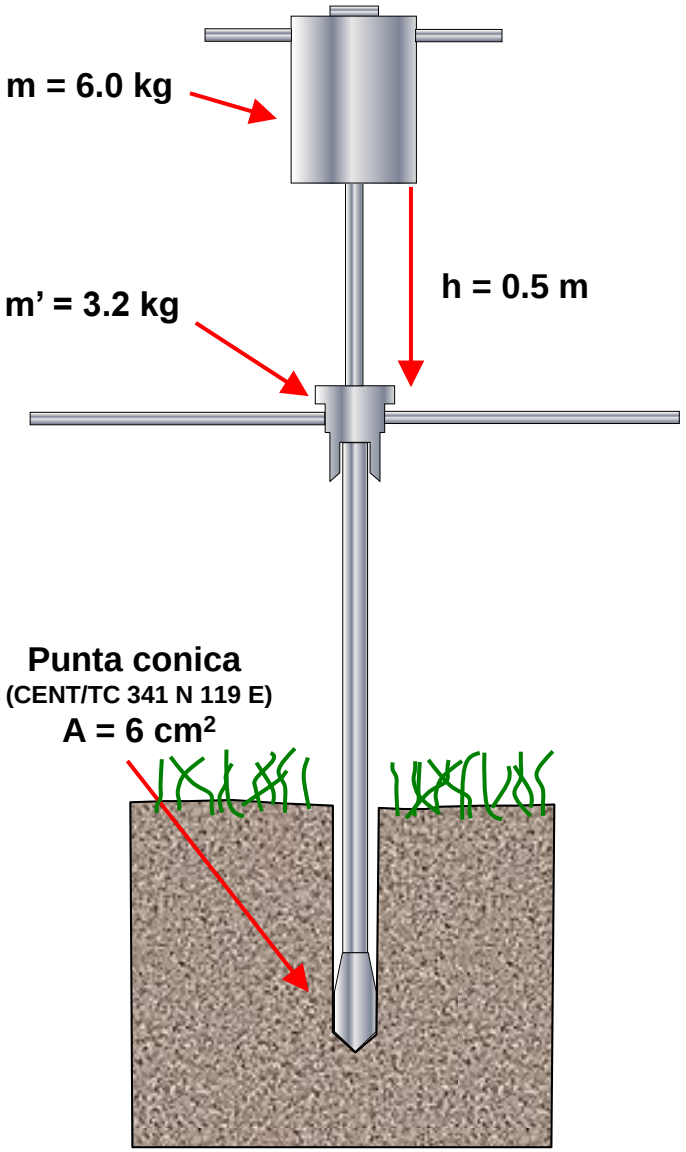
DATI E METODI



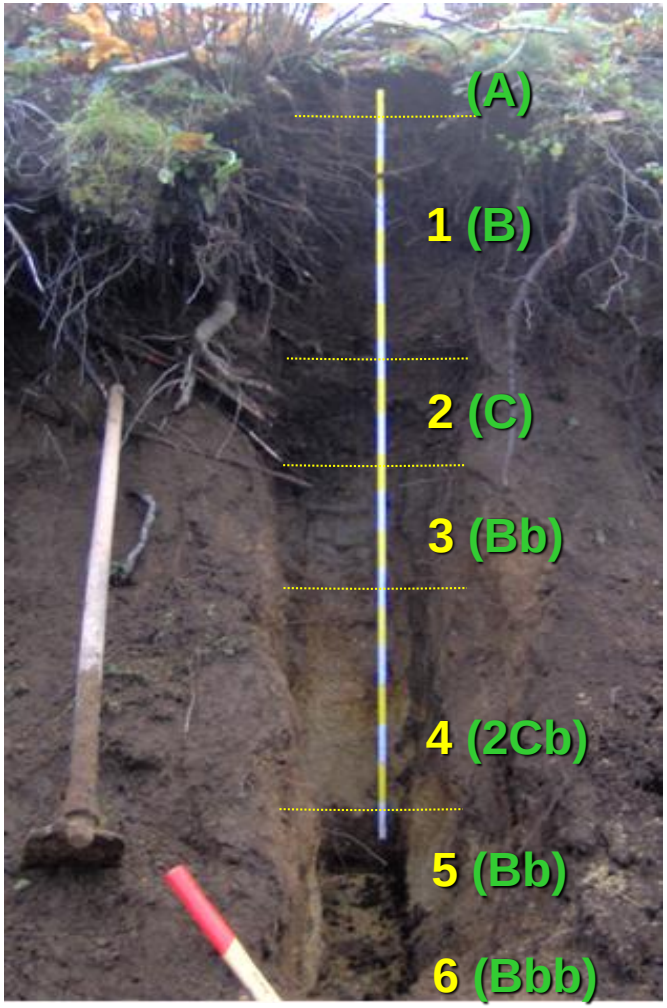
De Vita et al., 2018

INDAGINI IN CAMPO IN AREE DI VERSANTE

Penetrometro dinamico leggero (DPL)



ASSETTO STRATIGRAFICO DELLA COLTRE PIROCLASTICA

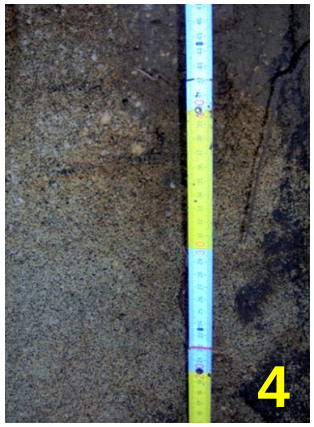


(Soil Survey Staff, 1998; Terribile et al., 2000)

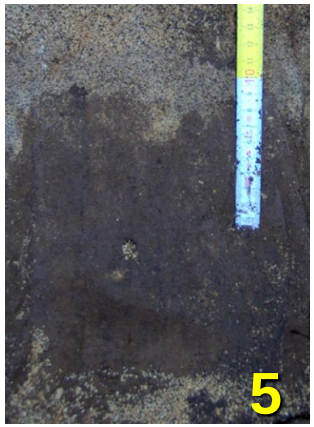
Pedogenised fine and coarse ash-fall deposits (A+B horizons)

Pumiceous lapilli (gravel) scarcely weathered (C horizons)

Pedogenised fine ash-fall deposits (upper paleosoil – Bb horizon)



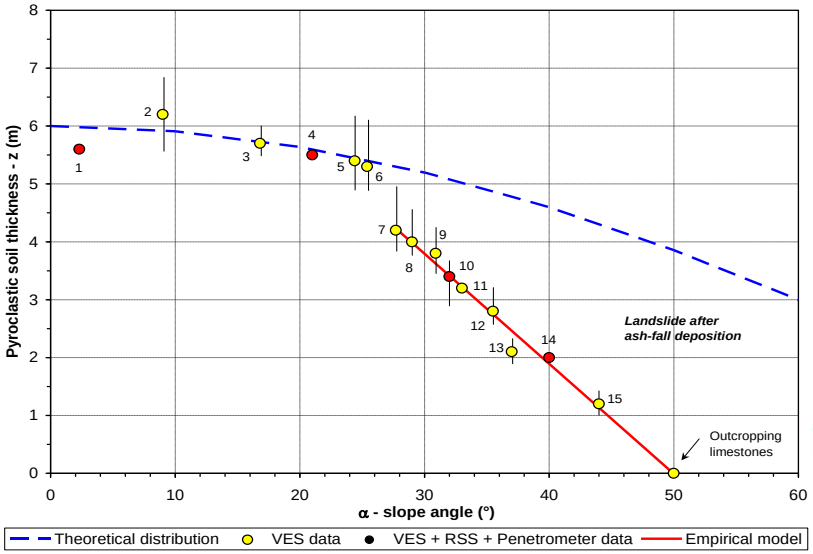
Pumiceous lapilli (gravel) scarcely weathered (buried C horizon - 2Cb horizon)



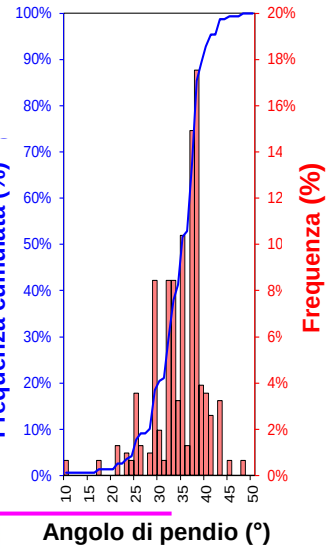
Pedogenised ash-fall deposits (lower paleosoil - Bb horizon)

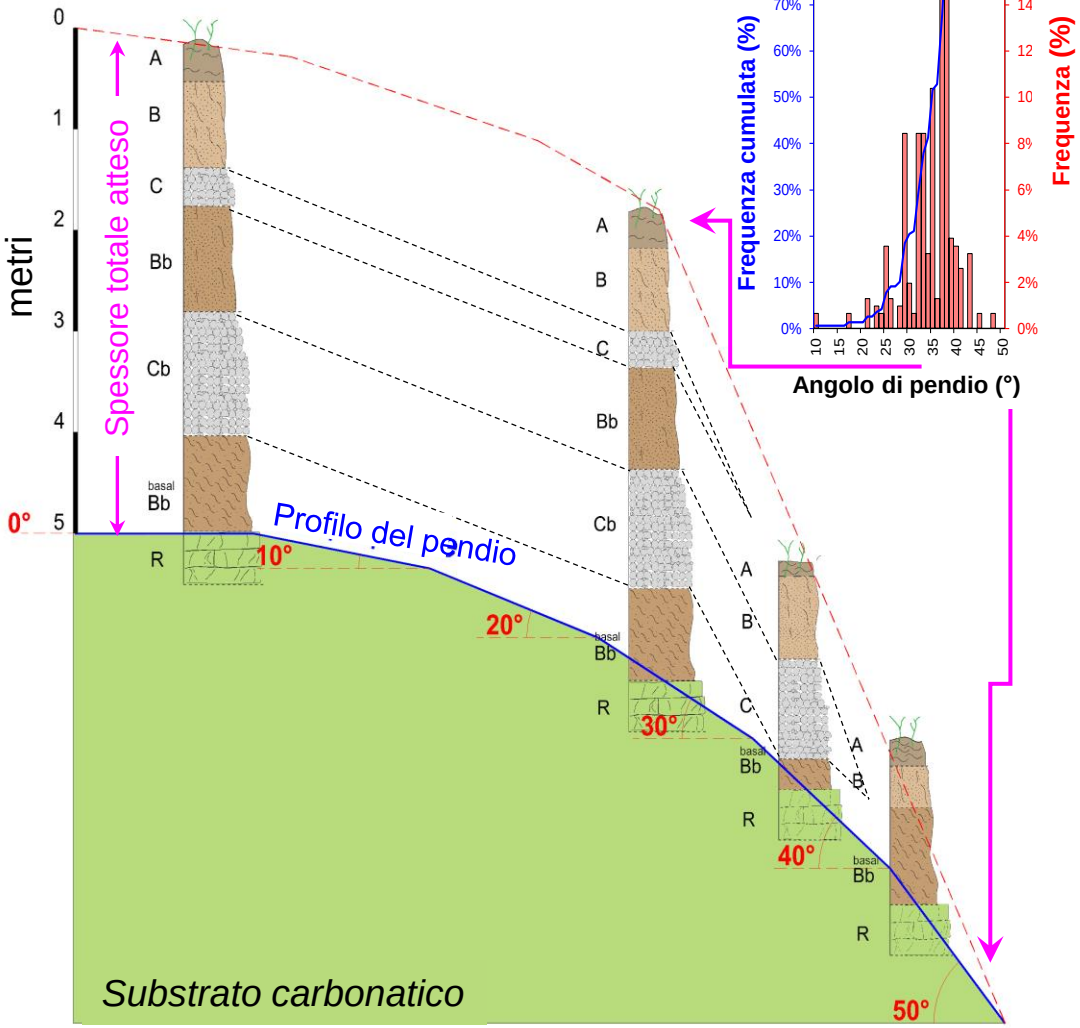
Pedogenised fine ash-fall deposits (basal paleosoil – Bb basal horizon)

DISTRIBUZIONE REALE DELLA COLTRE PIROCLASTICA



Angolo di pendio nelle aree di innesco
(*De Riso et al., 1999*)

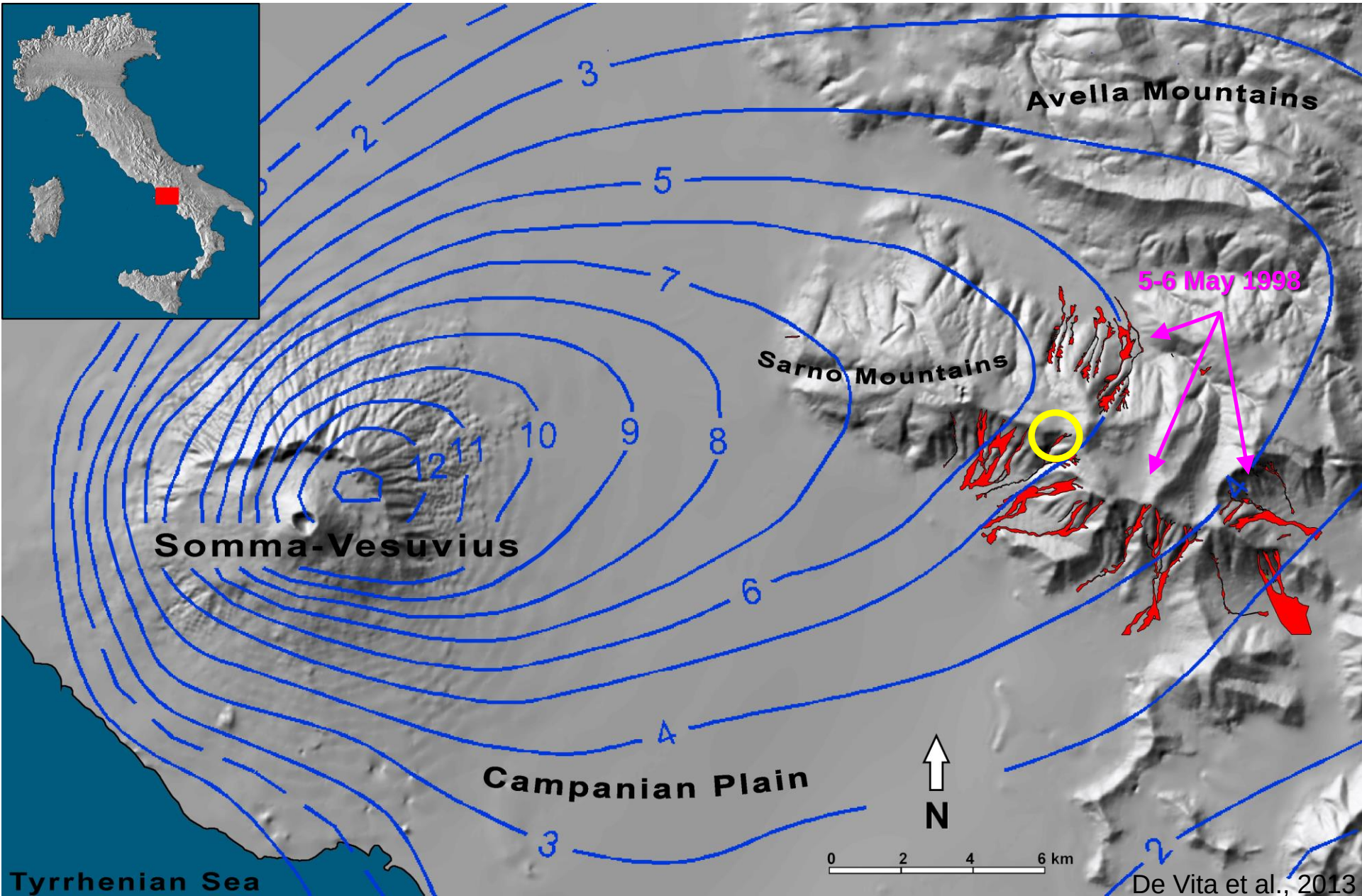




De Vita et al., 2018

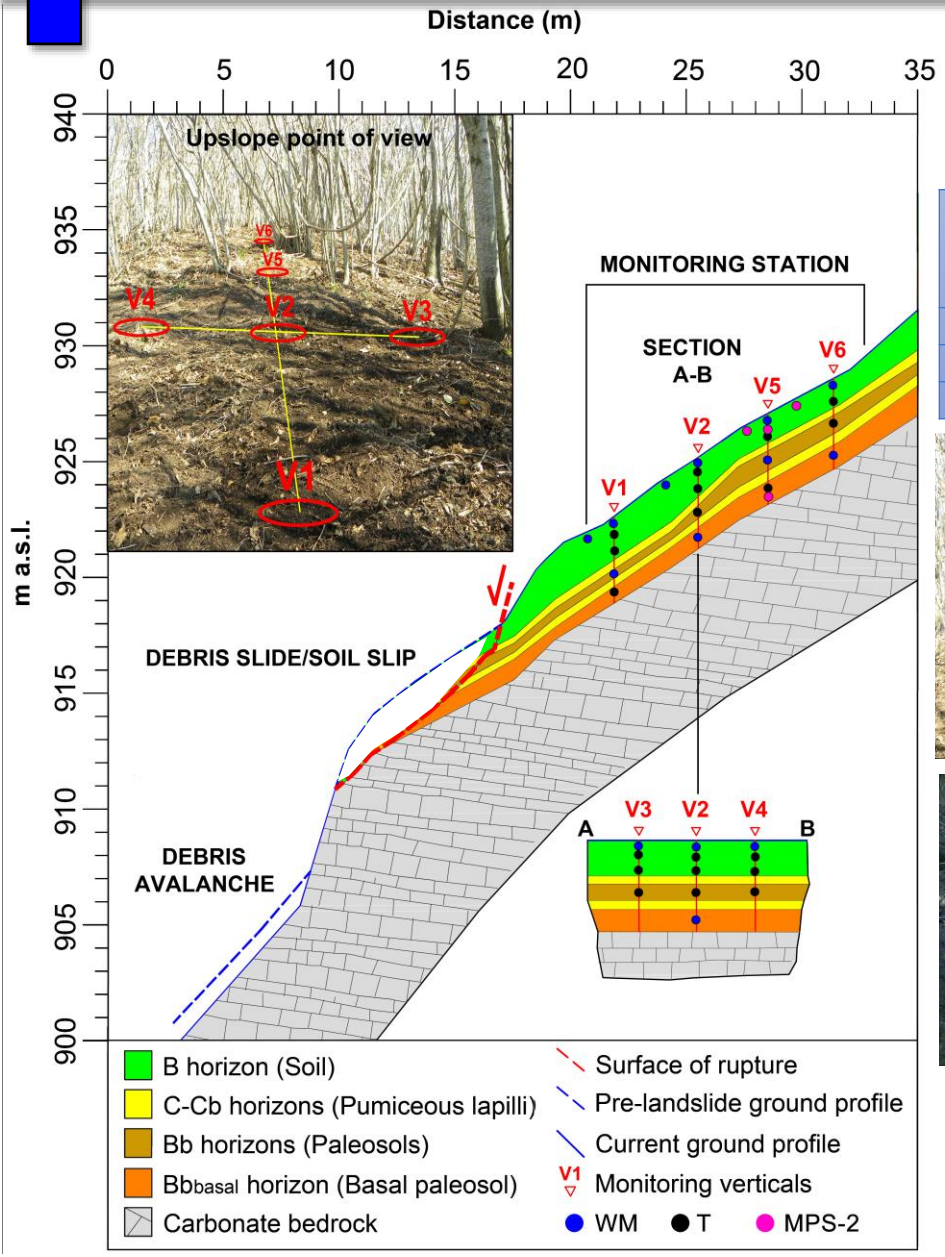
Monitoraggio idrologico della coltre piroclastica

LOCALIZZAZIONE DELLE AREE CAMPIONE



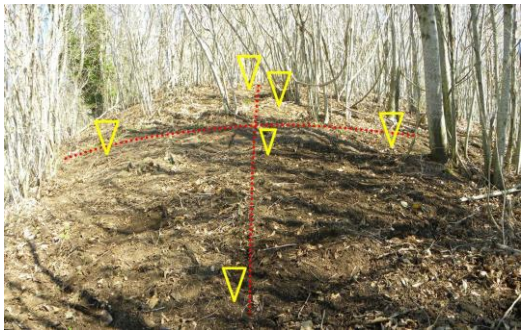
De Vita et al., 2013

LA STAZIONE DI MONITORAGGIO IDROLOGICO



Monitoraggio della coltre pircolastica (Dicembre 2010-Dicembre 2016)

Orizzonte	Tensiometro Jet-fill	Irrometer Watermark	Decagon MPS-2	Intervallo di profondità (m)
B	16	8	3	0.0 ÷ 1.5
Bb	5	2	1	1.8 ÷ 2.5
Bb_{basal}	2	2	1	3.5 ÷ 4.0



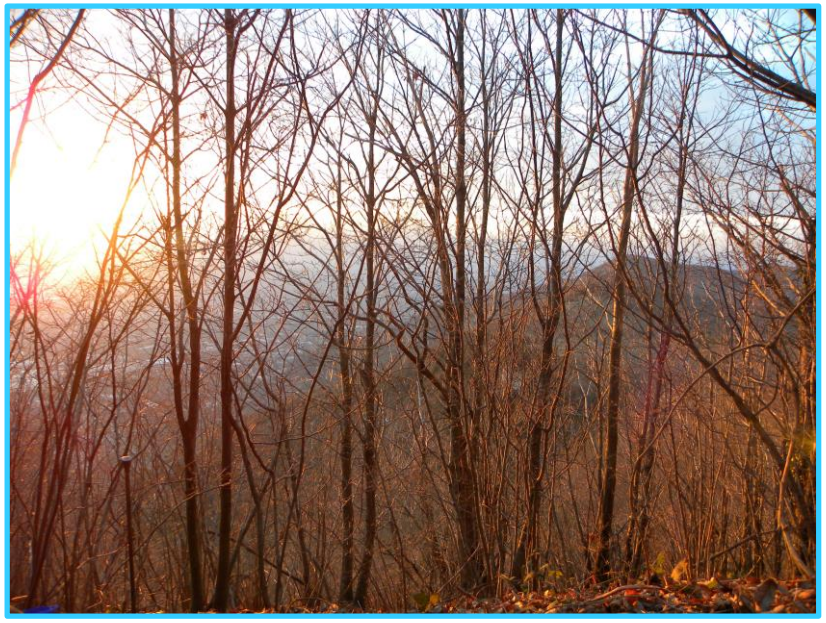
40 sensori distribuiti in 6 verticali di misura (fino alla profondità di 4 m)

Contenitori in plastica sepolti per preservare i datalogger

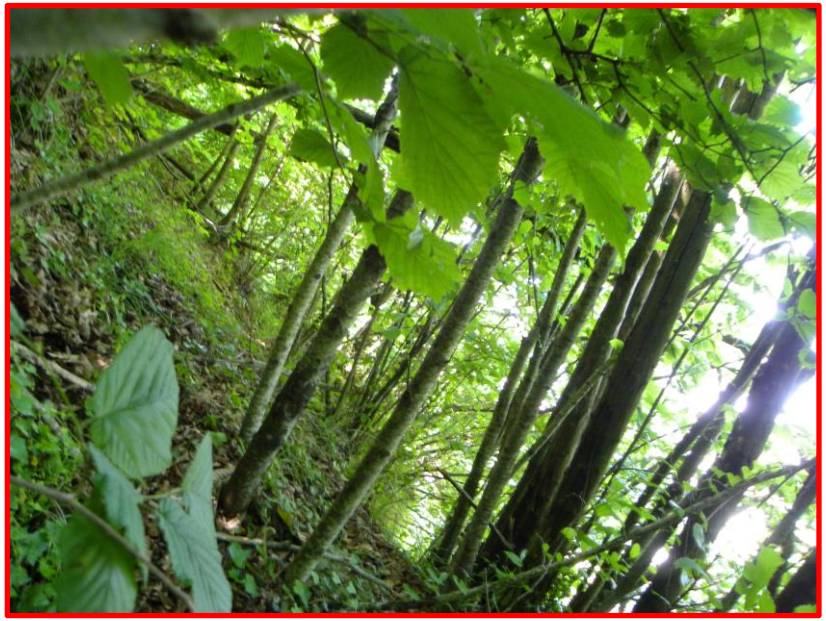
Fusco et al., 2017

COPERTURA VEGETALE (*Castanea Sativa*)

Autunno-Inverno

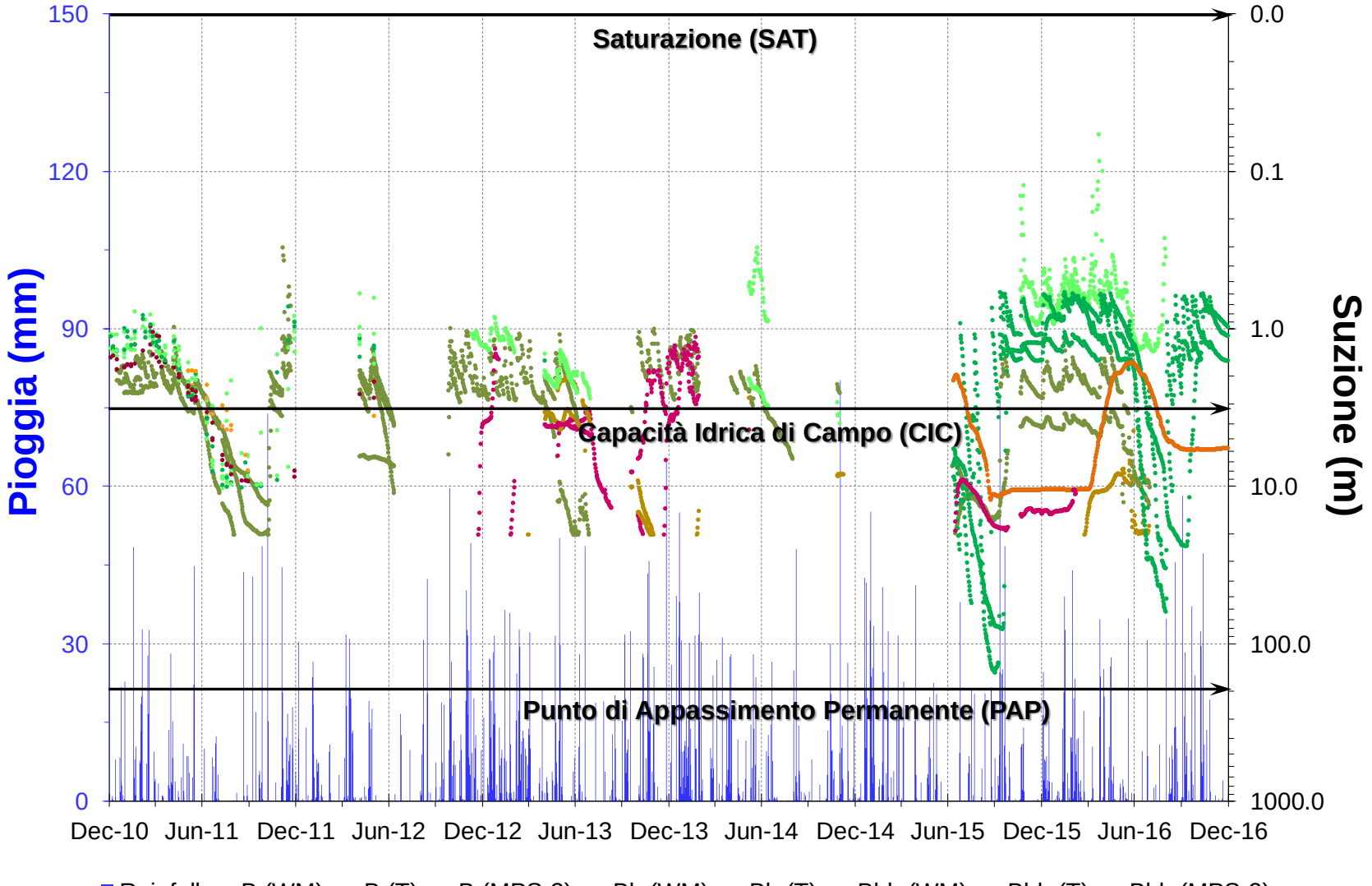


Primavera-Estate



MONITORAGGIO IDROLOGICO DELLA COLTRE PIROCLASTICA

RISULTATI

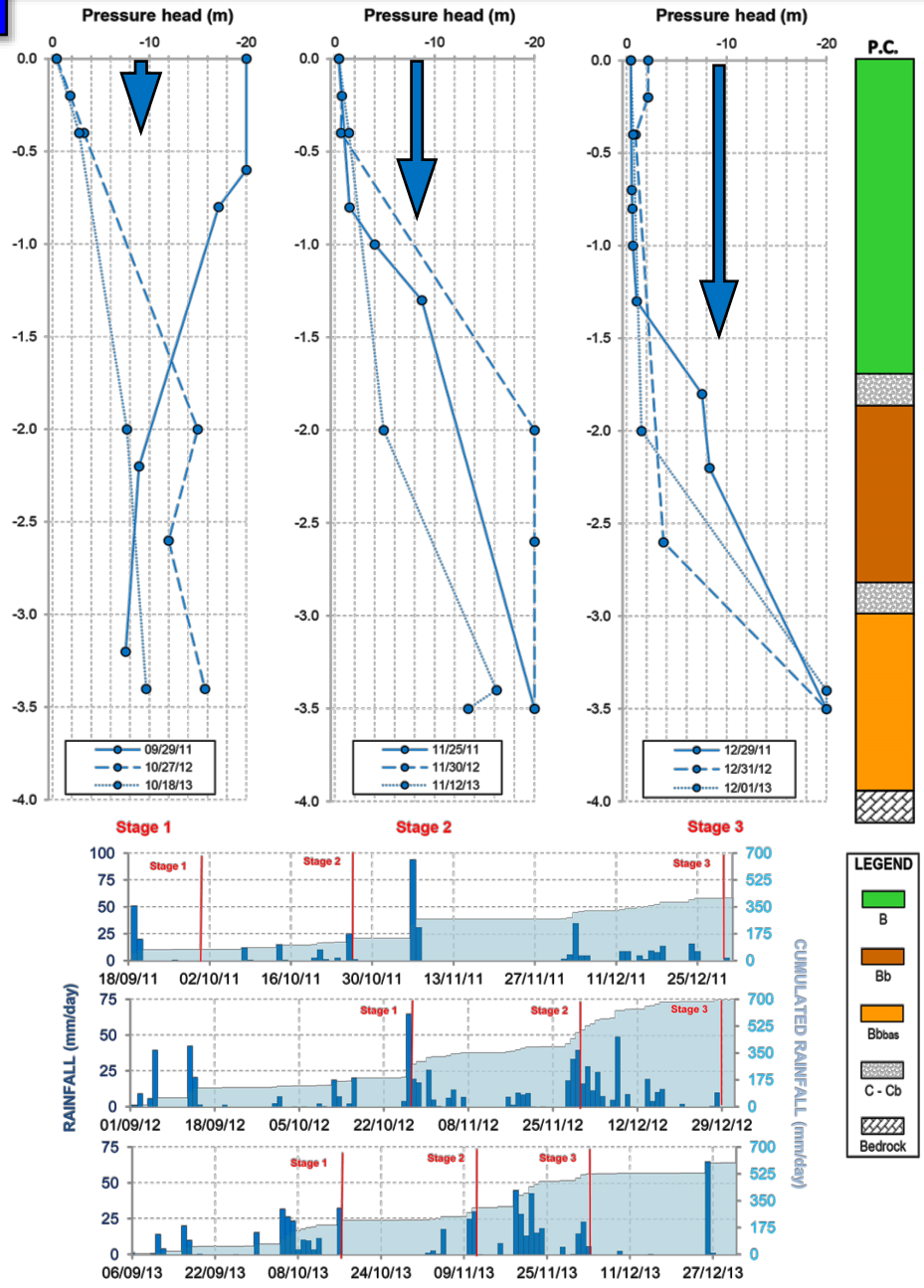


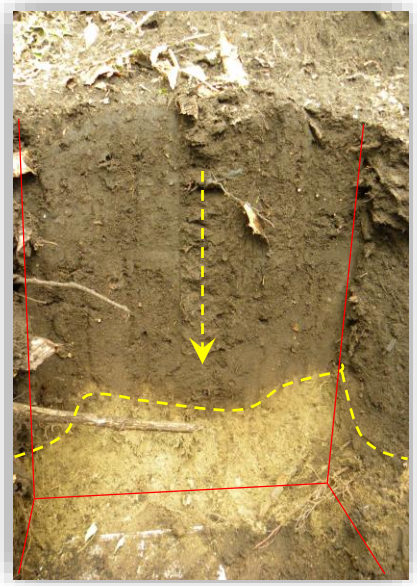
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
B	-2.2	-1.6	-2.2	-2.4	-4.0	-1.0	Mediana
Bb	-2.5	-2.7	-4.5	-2.5	-14.7	-14.2	
Bb_{bas}	-3.2	-3.6	-4.2	-8.4	-10.5	-5.9	
Cover	-2.3	-2.1	-3.4	-2.5	-7.6	-5.8	

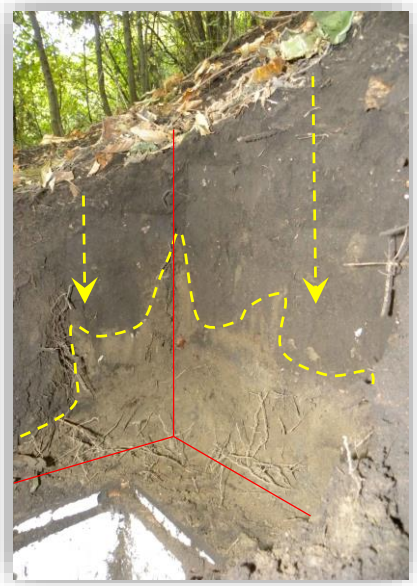
Fusco et al., 2017

MONITORAGGIO IDROLOGICO DELLA COLTRE PIROCLASTICA

RISULTATI





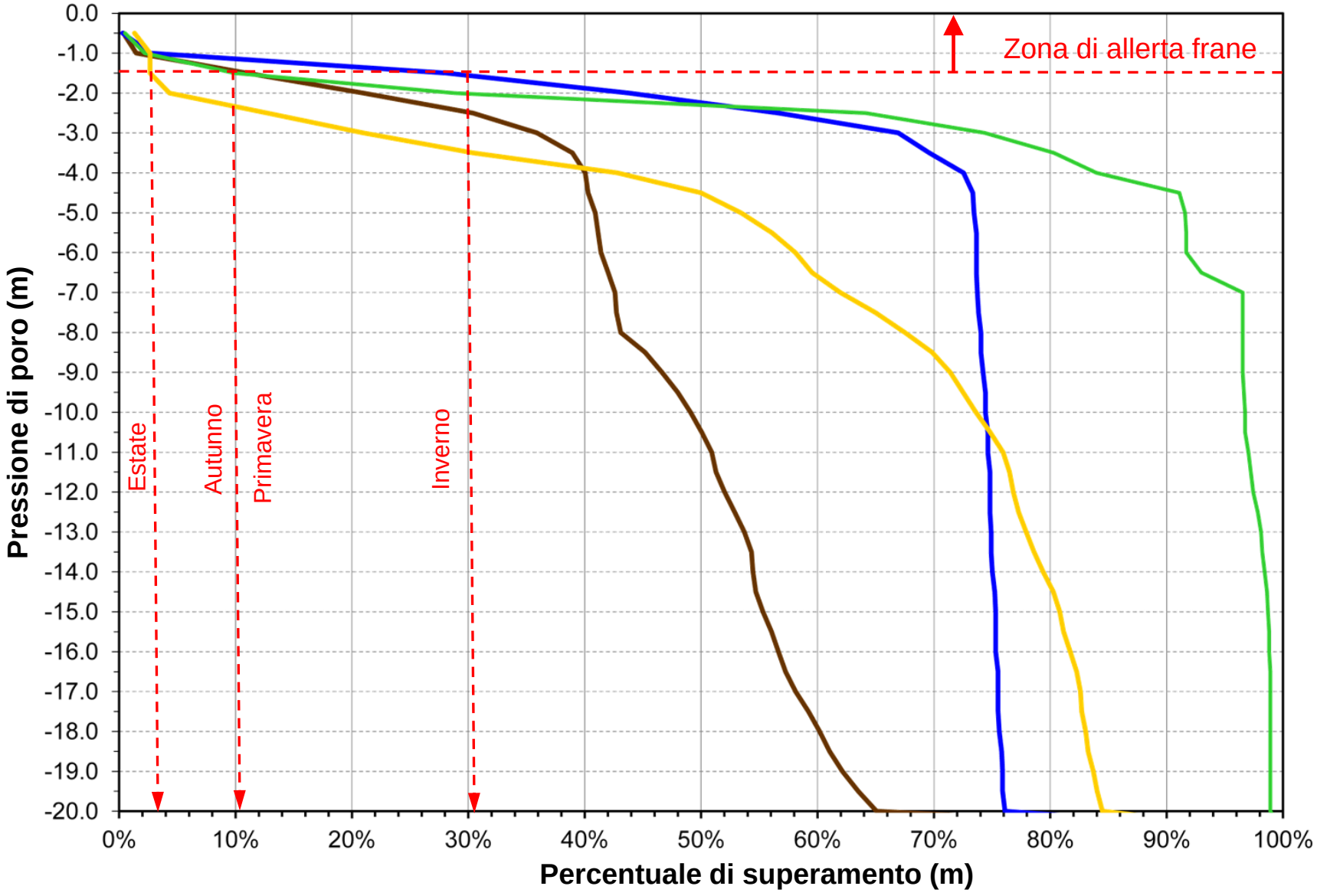


Approfondimento graduale del fronte di infiltrazione

Fusco et al., 2017

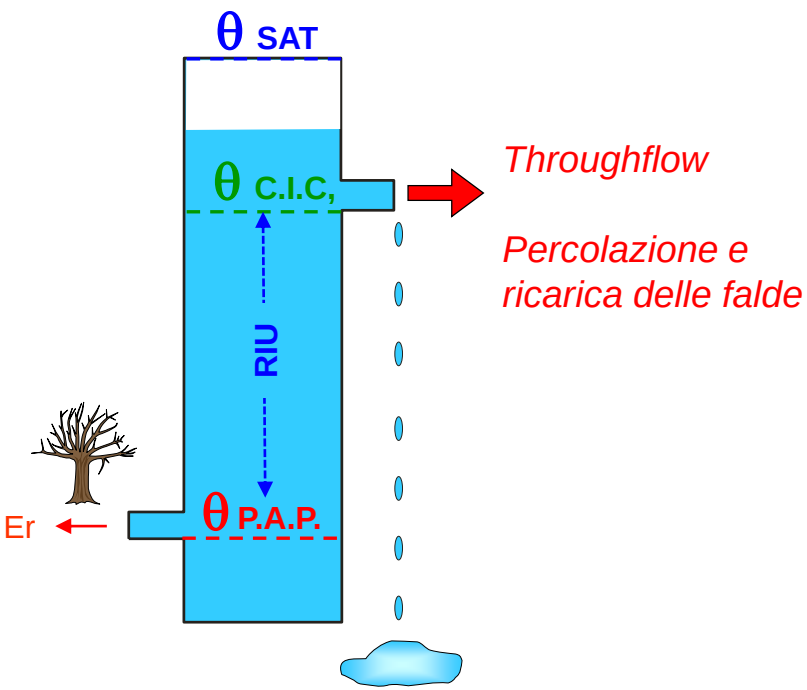
CURVE DI DURATA DELLA PRESSIONE DI PORO DELLA COLTRE

RISULTATI

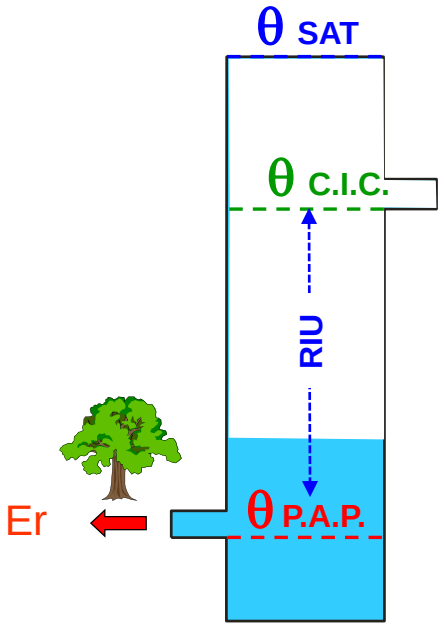


Fusco et al., 2017

Inverno – Inizio primavera



Primavera-Estate-Autunno



Riserva Idrica Utile (mm) = (θ C.I.C. - θ P.A.P.) × Spessore di suolo (mm)

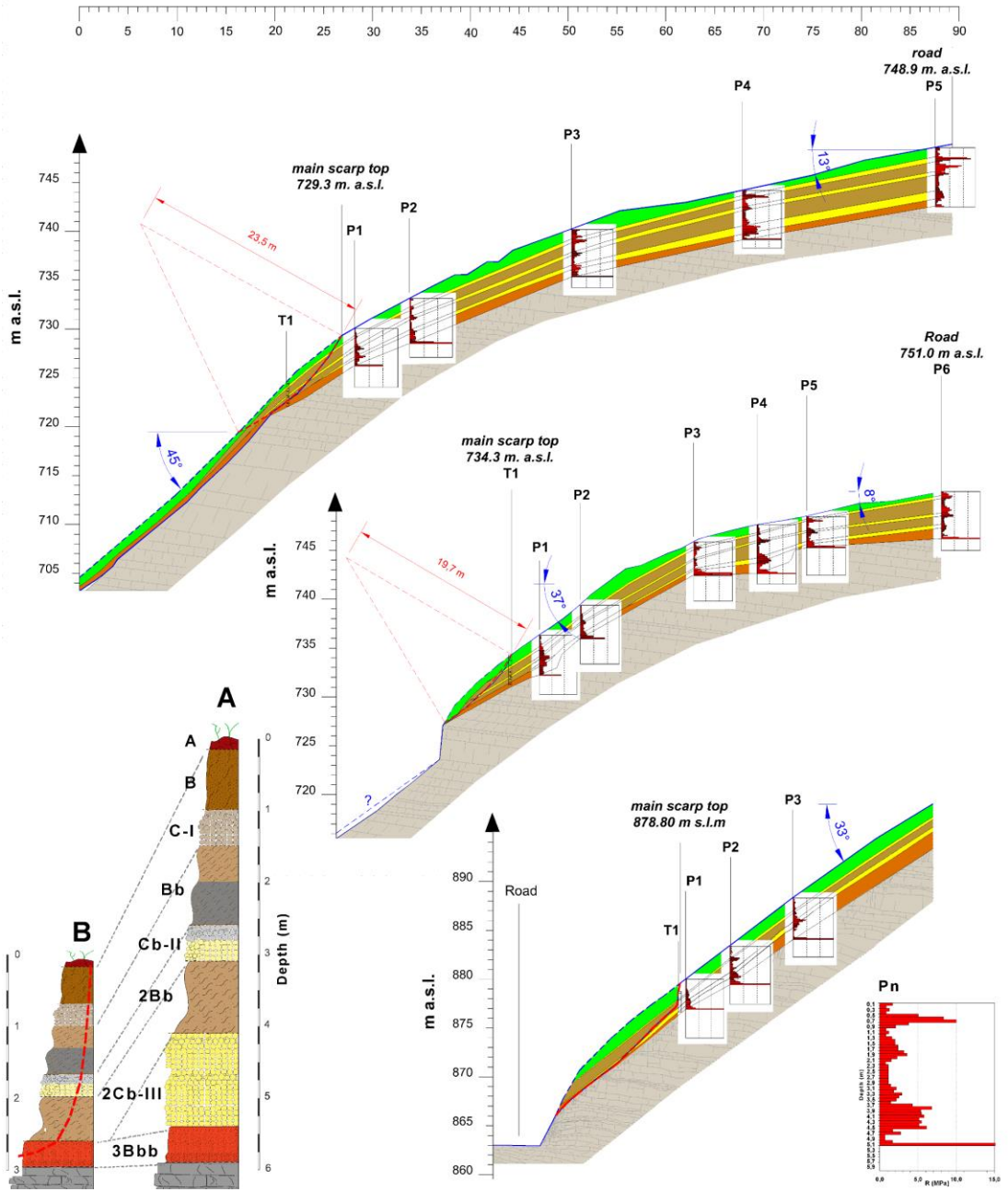
Quale valore di spessore?

Quello dell'intera coltre piroclastica!

Stima di soglie pluviometriche mediante approccio deterministico

RICOSTRUZIONE DEI MODELLI GEOLOGICI NELLE AREE DI INNESCO

RISULTATI

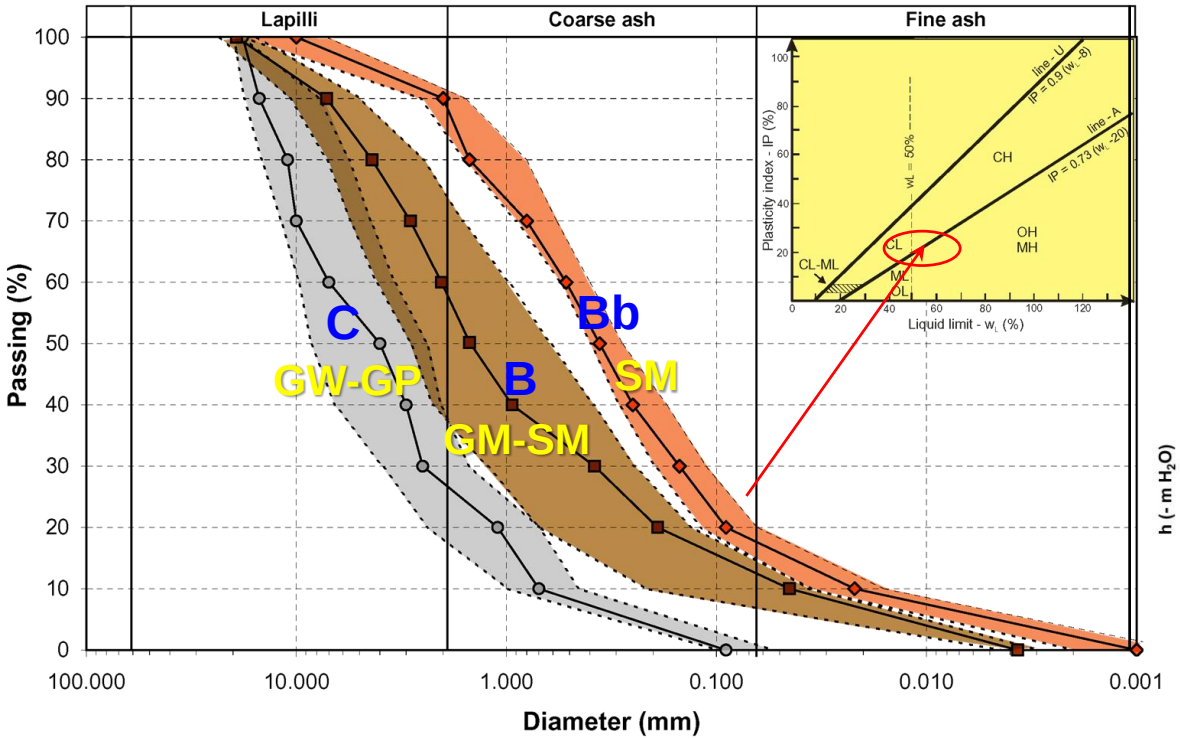


De Vita et al., 2013

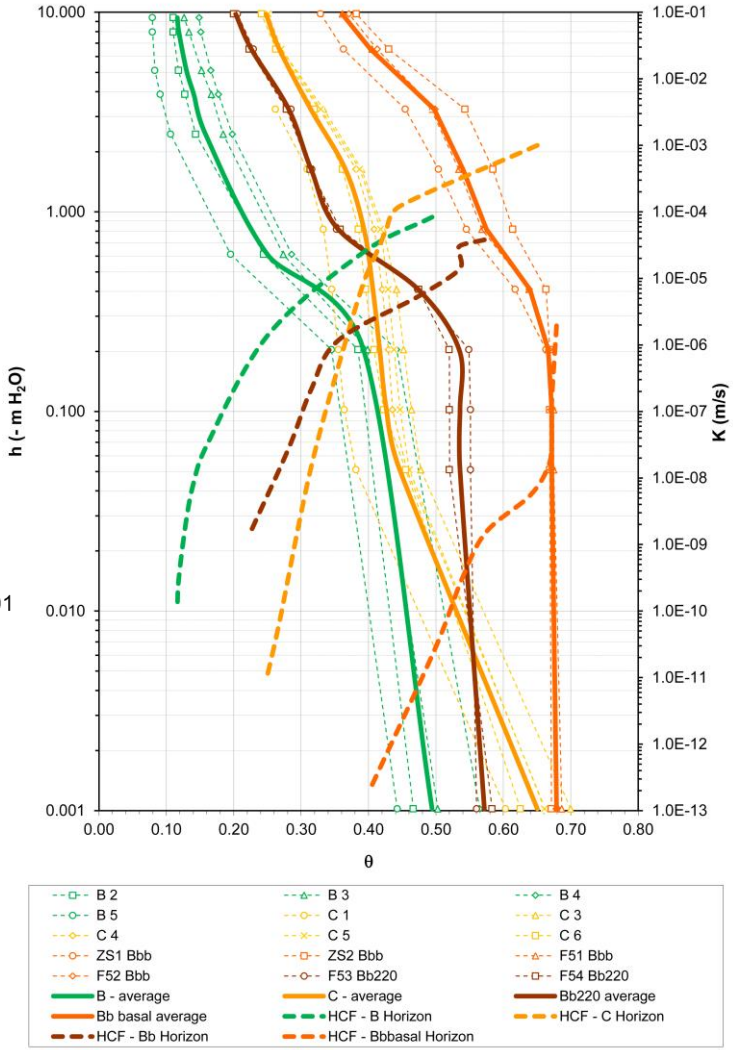
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ED IDRAULICA

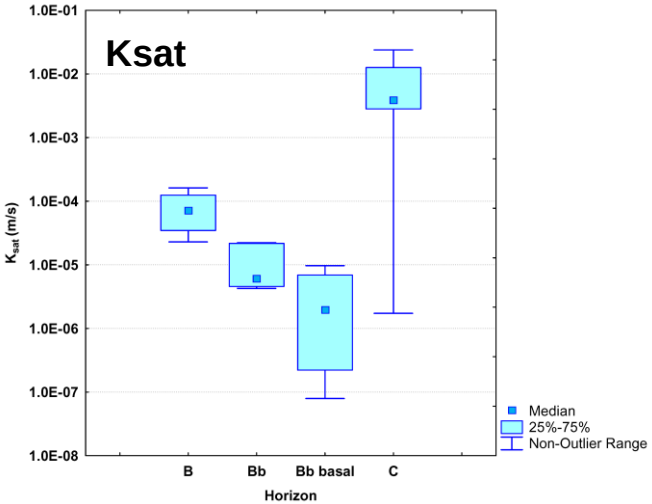
RISULTATI

Granulometria



Curve di ritenzione idrica e di conducibilità idraulica





De Vita et al., 2013

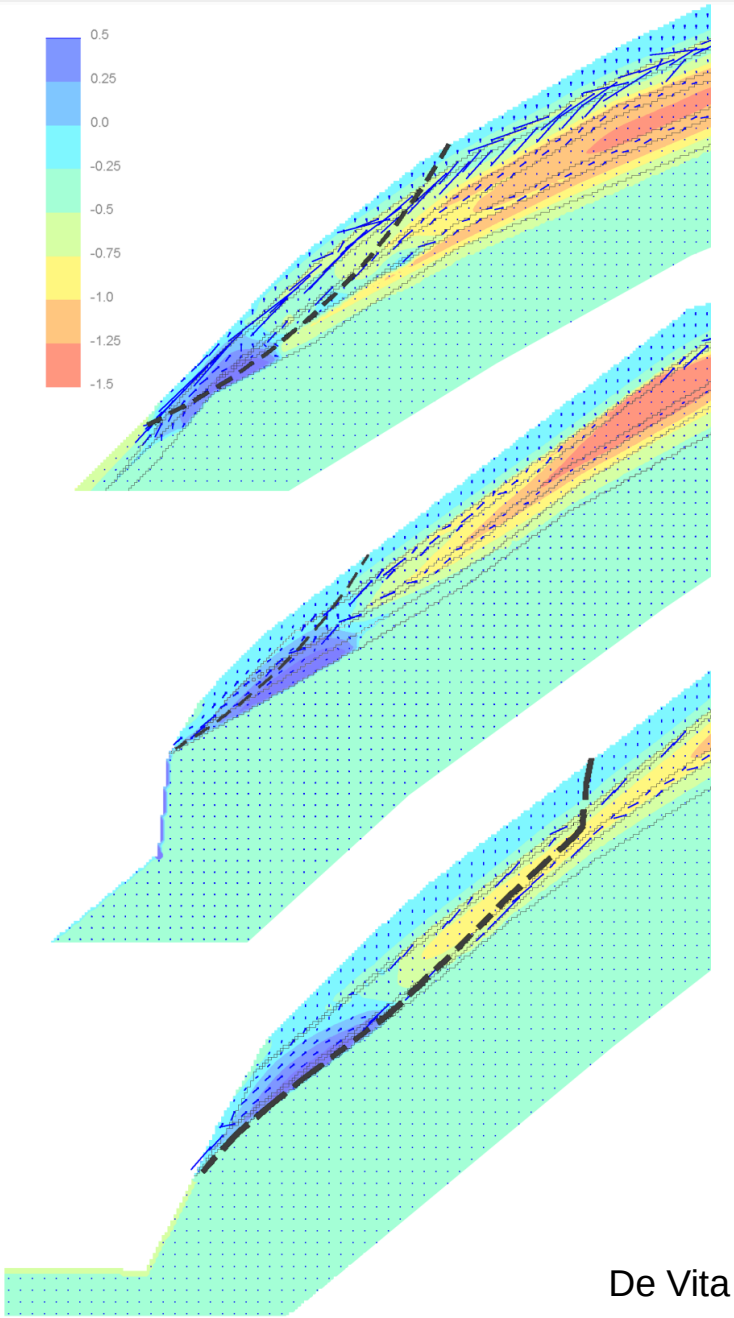
MODELLAZIONE IDROLOGICA (VS2DTI) DELLE AREE DI INNESCO

RISULTATI

•Condizioni iniziali: pressioni di poro derivate dalla modellazione allo stato stazionario di una pioggia di intensità costante pari a 0.5 mm/h (Pressione di poro = - 0.5 m ÷ - 2.0 m)

•Differenti condizioni di ricarica con intensità di pioggia costanti (2.5 mm/h; 5.0 mm/h; 10 mm/h; 20 mm/h; 40 mm/h)

•Modellazione della stabilità mediante il metodo di Bishop, considerando l'incremento di resistenza al taglio nel dominio insaturo (Lu and Licos, 2006).

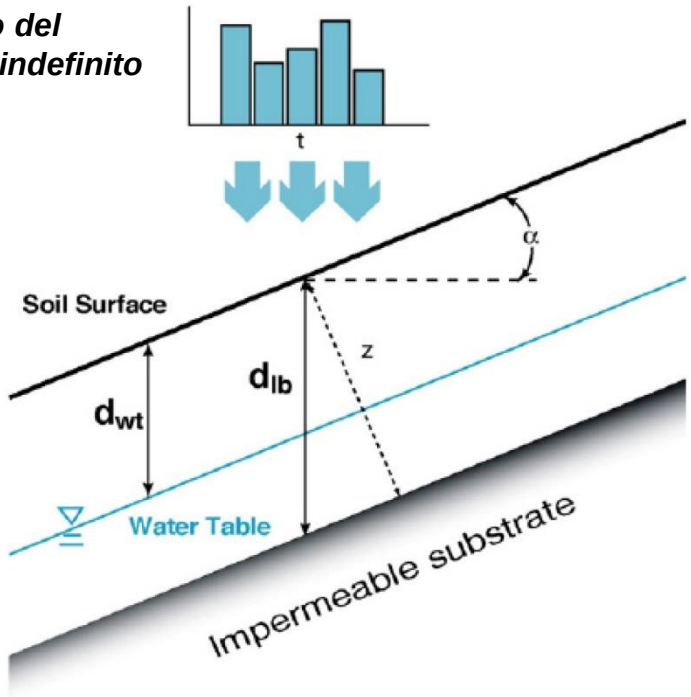


De Vita et al., 2013

ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO

Rainfall input: Intensità costante e condizioni idrologiche antecedenti variabili

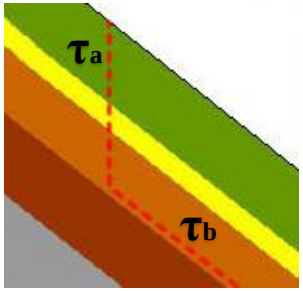
Modello del pendio indefinito

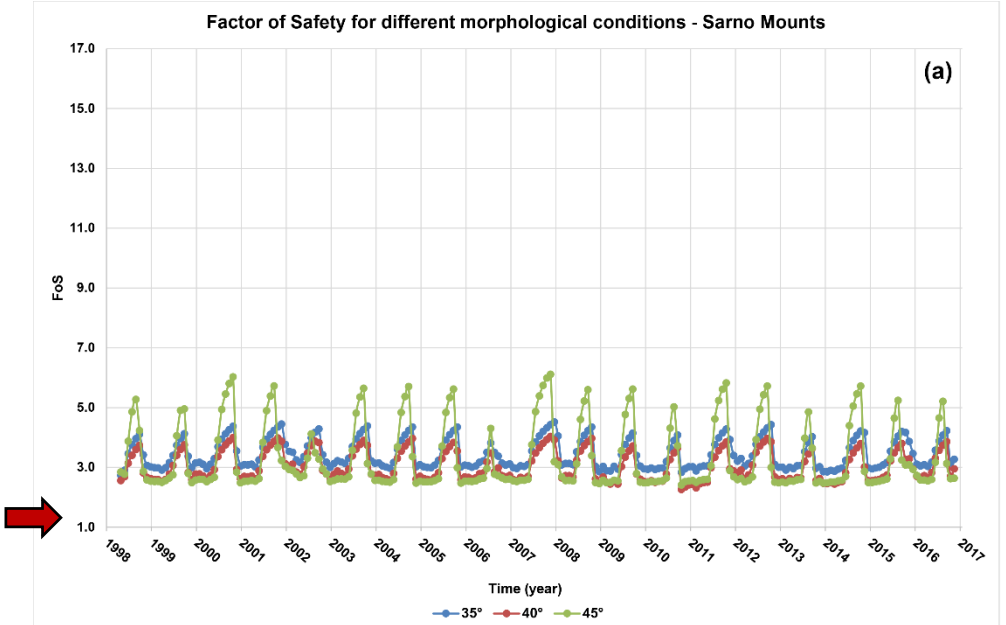


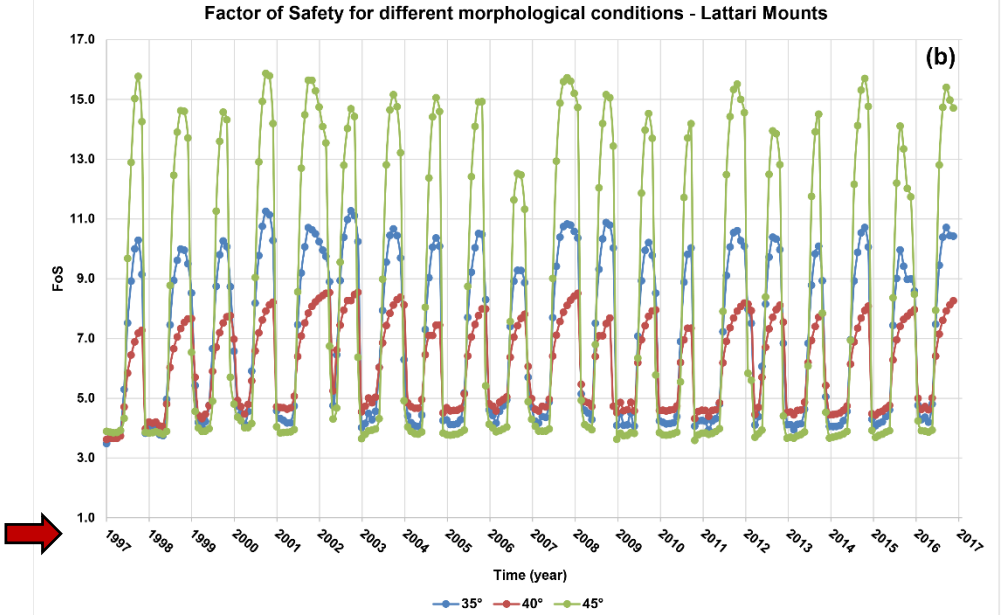
$$\frac{F_{RESISTENTI}}{F_{AGENTI}}$$

$F_{RESISTENTI}$ ➡
- c_a
- τ_a
- τ_b

F_{AGENTI} ➡
- $\gamma_n \Theta$
- $\sigma' \, tg\alpha$

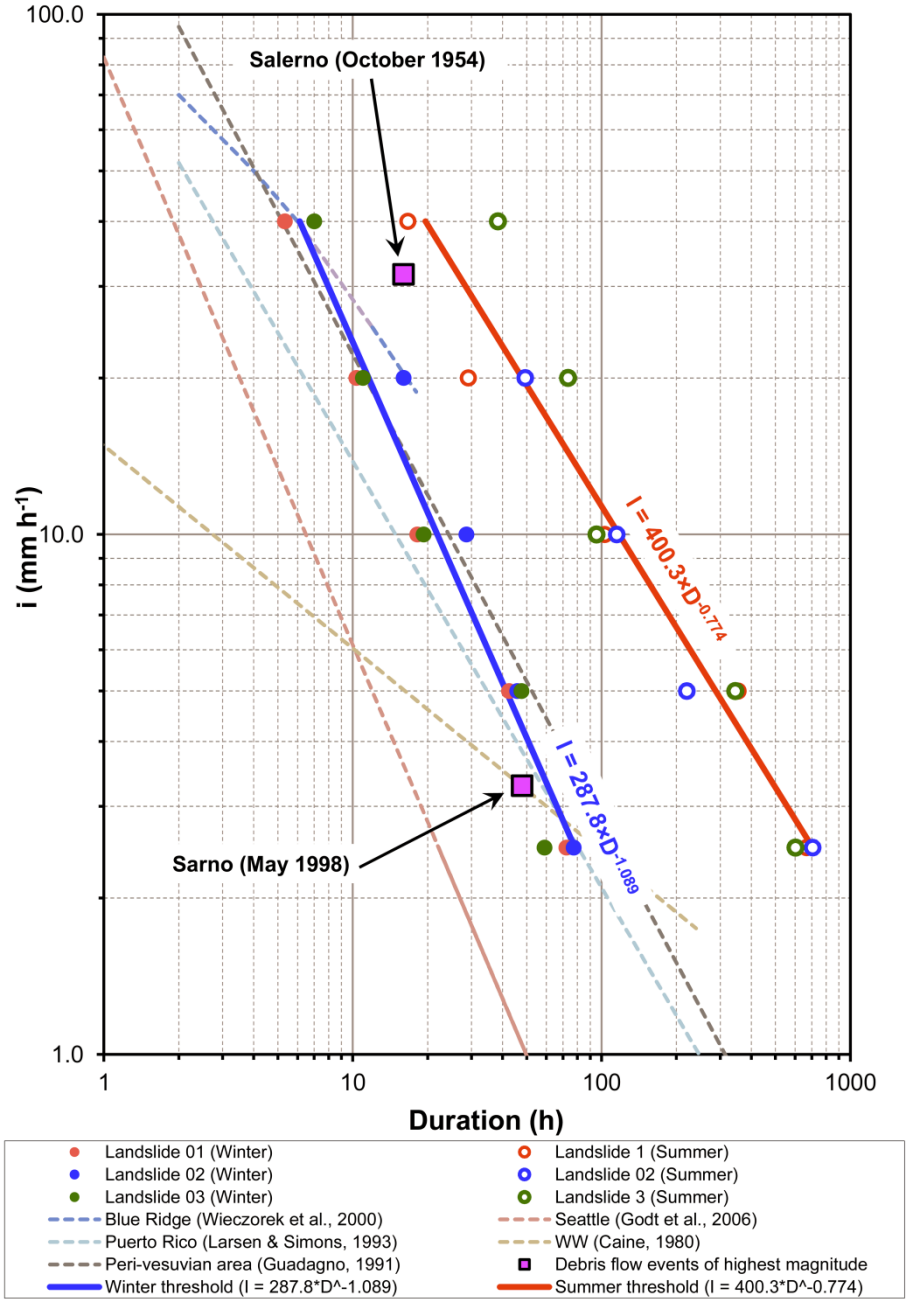






SOGLIE PLUVIOMETRICHE DETERMINISTICHE STAGIONALI

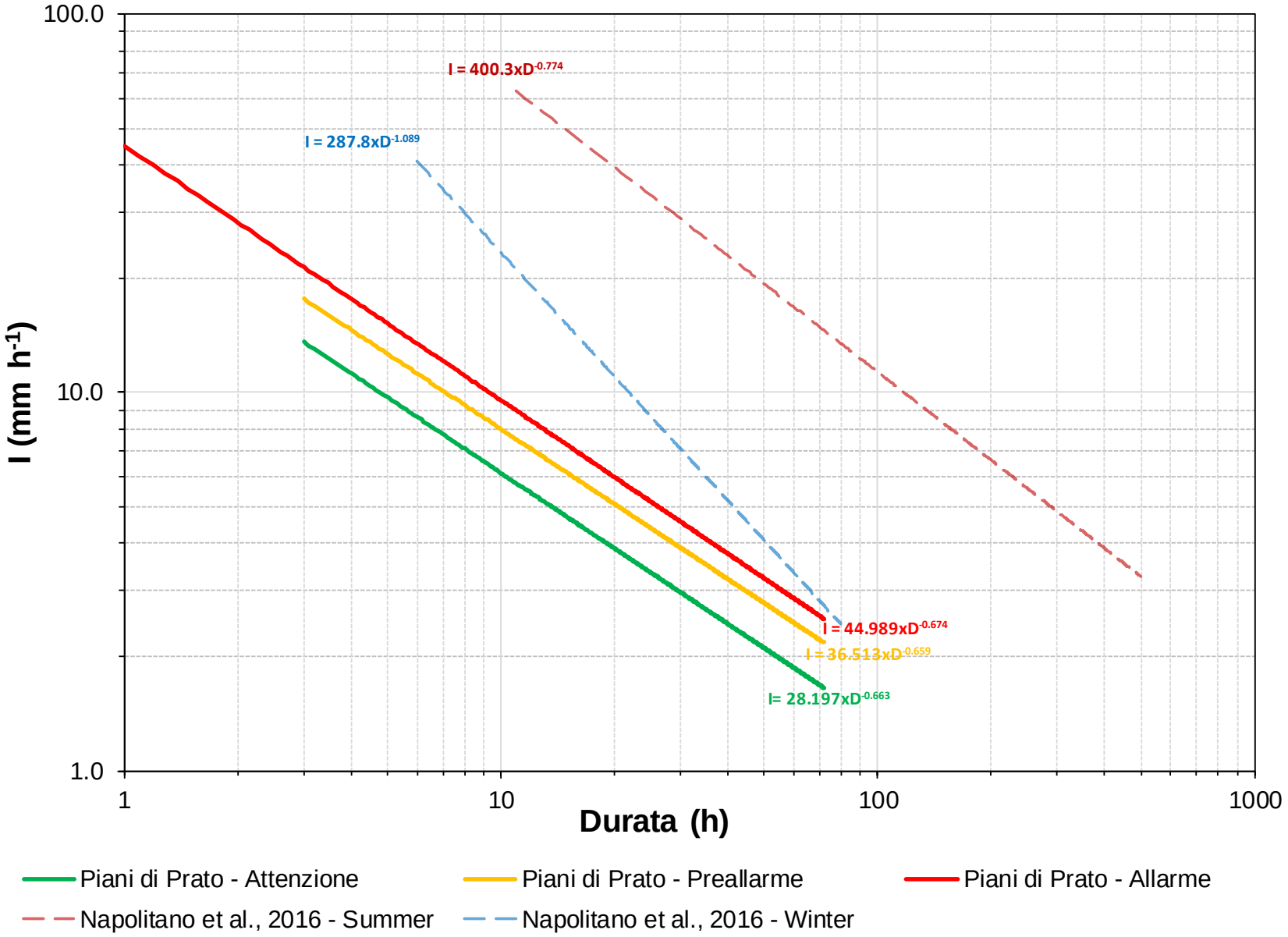
RISULTATI



Napolitano et al., 2015

CONFRONTO CON LE SOGLIE DELLA PROTEZIONE CIVILE (2018)

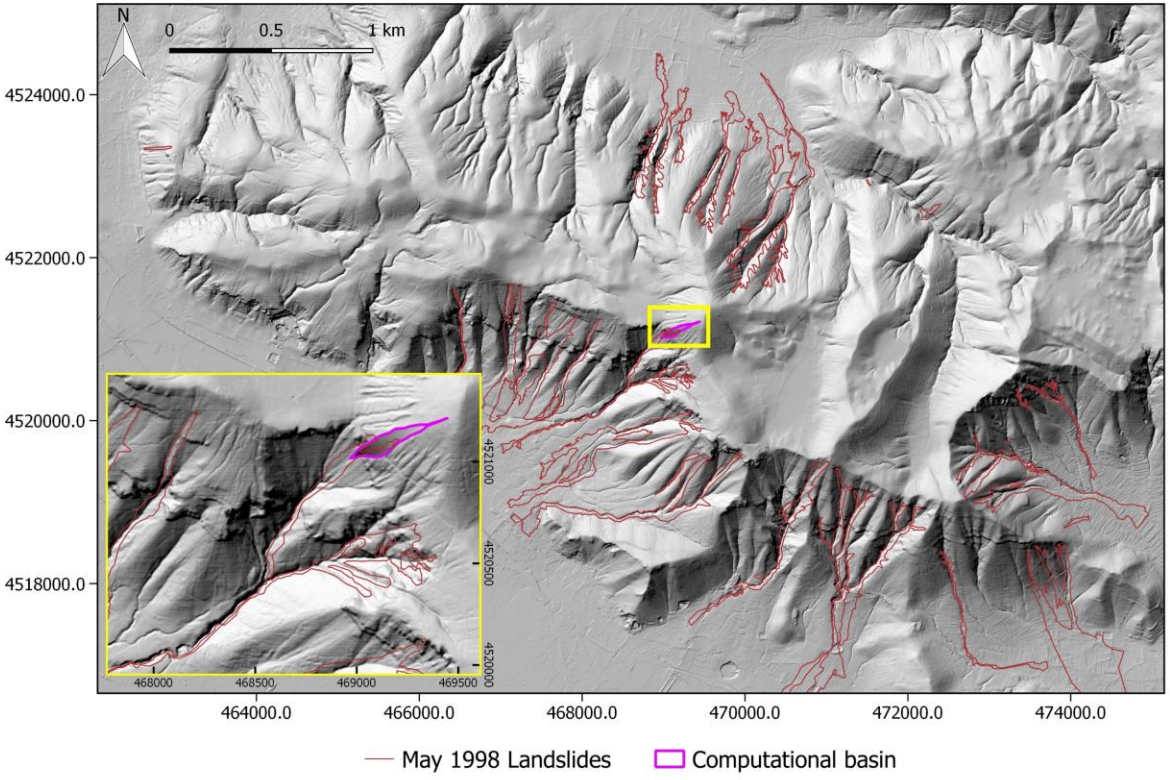
RISULTATI

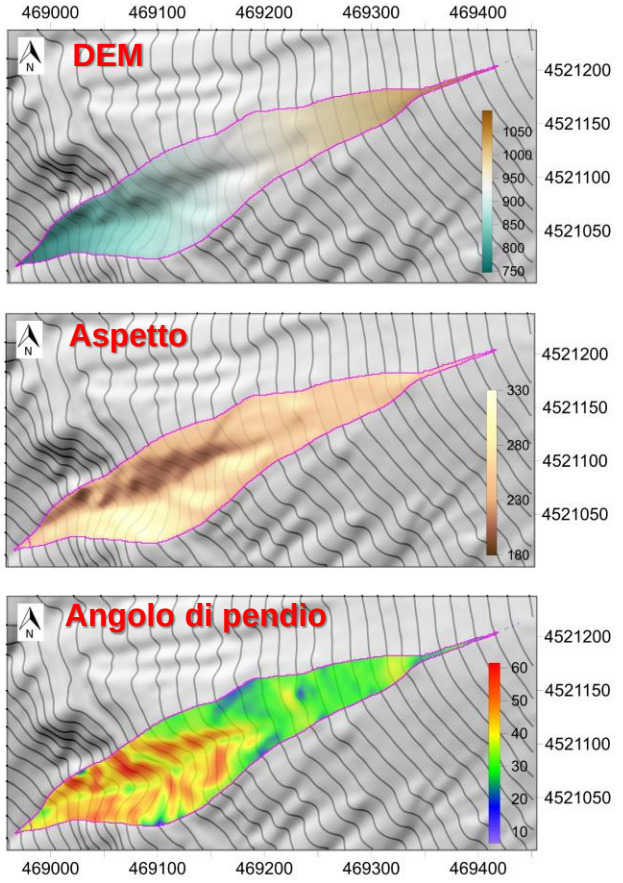


Modellazione spaziale della risposta idrologica del versante

MODELLAZIONE DISTRIBUITA CON GEOTOP (RIGON ET AL., 2006)

VS2DTI (Hsieh, 2000) **Scala locale** → **GEOTOP** (Rigon et al., 2006) **Scala distribuita**

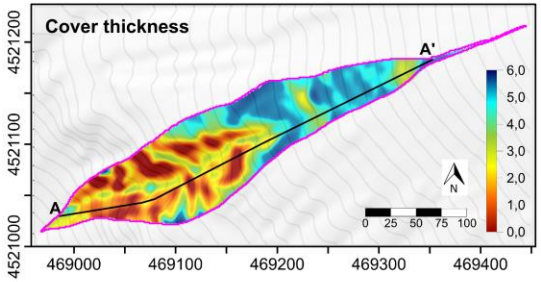


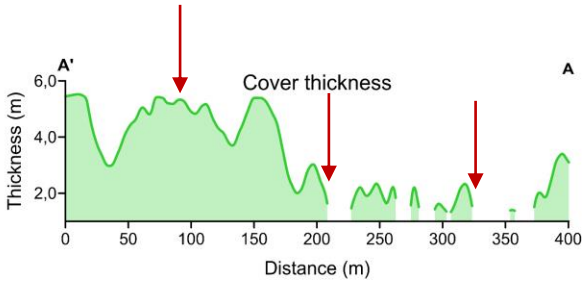


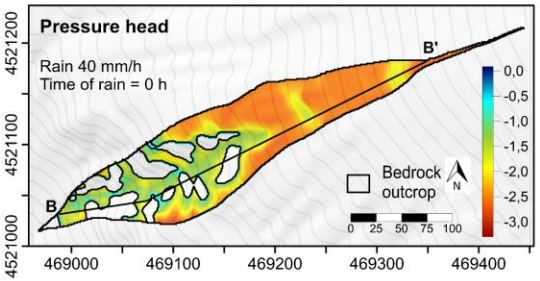
Tufano et al, 2021

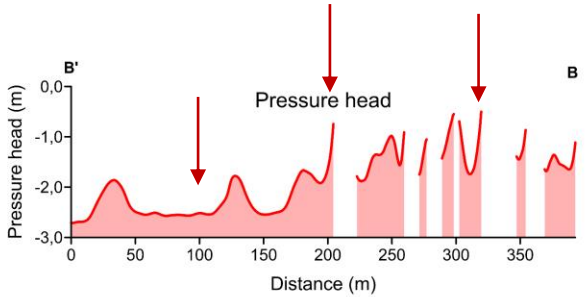
MODELLAZIONE DISTRIBUITA CON GEOTOP (RIGON ET AL., 2006)

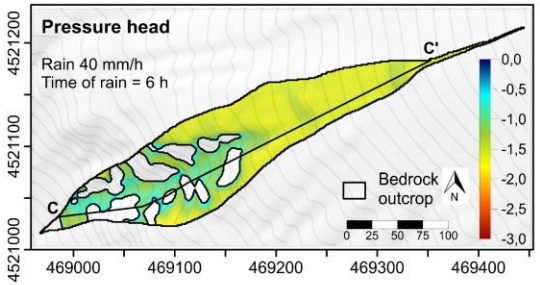
RISULTATI

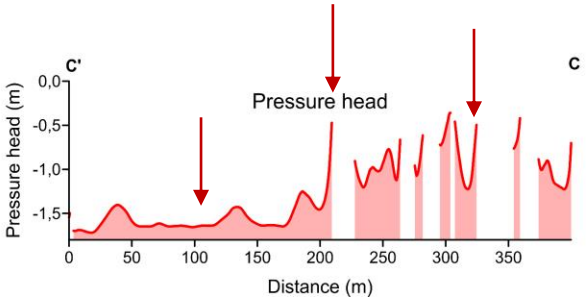


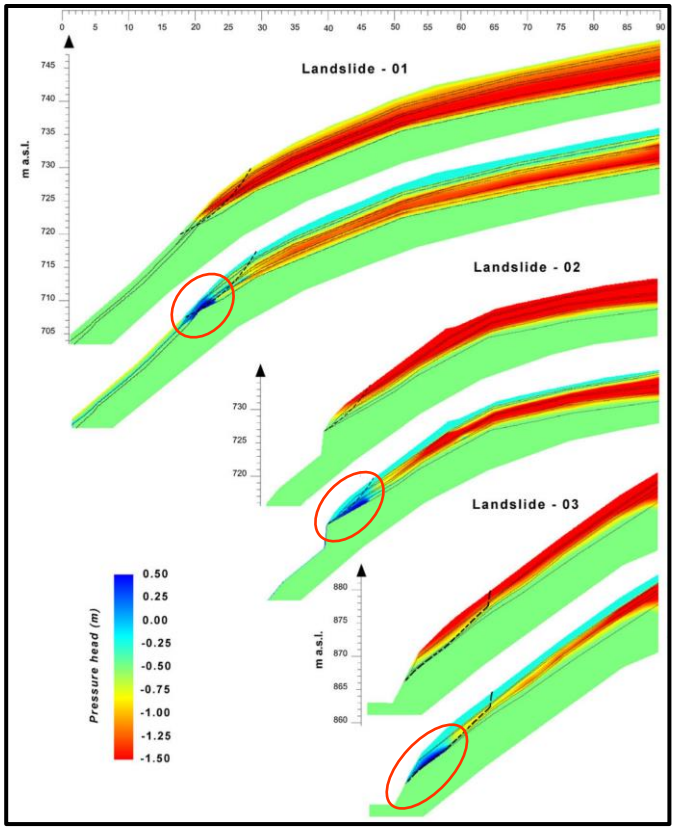












Tufano et al, 2021

De Vita et al., 2013

CONCLUSIONI

- **Lo spessore della coltre piroclastica** (e l'**angolo di pendio**) sono i fattori principali che controllano la risposta idrologica del pendio e la pericolosità all'innesco dei debris flows.
- **Le condizioni idrologiche antecedenti** esercitano un **ruolo fondamentale** nell'intensificazione o riduzione degli effetti di un singolo evento di pioggia sulla stabilità del pendio.
- La pericolosità all'innesco delle colate detritiche può essere considerata come la **probabilità composta** dell'occorrenza di una determinata condizione idrologica antecedente (p.e. h > -1.5 m) e di un determinato evento pluviometrico innescante.