



*Mitigazione dei rischi naturali per la sicurezza e la mobilità
nelle aree montane del Mezzogiorno*

Gruppo di Geotecnica

**Le frane di argilla nei versanti argillosi appenninici lucani: elementi
per la riduzione della pericolosità**

**Mappe di intervento per la riduzione del rischio frana connesso alla
rete viaria lucana**

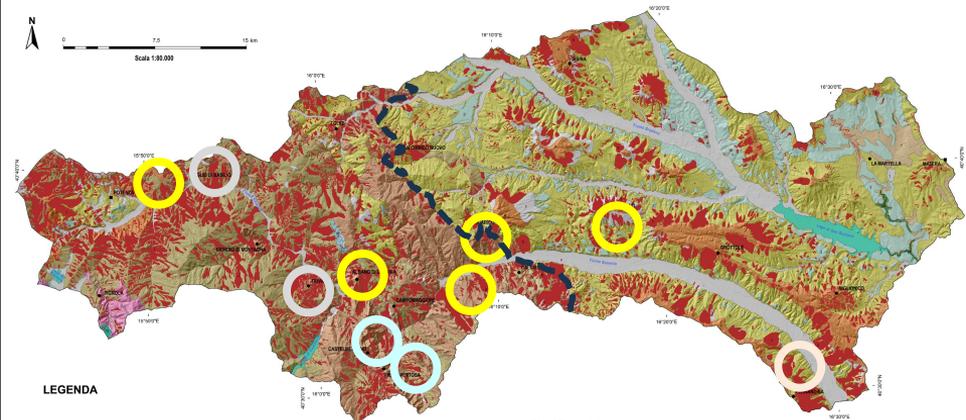
*Caterina Di Maio, Roberto Vassallo, Jacopo De Rosa, Giuseppe Armenio,
Marco G. Stoppelli, Maurizio Belvedere, Vincenzo Caputo*

27 febbraio 2024

AREA DI STUDIO DEL PROGETTO MITIGO CARTA GEOLITOLOGICA

Lucia Costillo, Giuseppe Corrado, Paolo Giannandrea, Marcello Schiattarella
Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo, Università degli Studi della Basilicata, Matera

Totale area di studio
1409,68 km²



LEGENDA

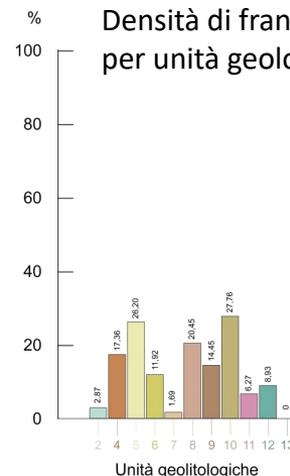
Unità litologiche

- I) Formazioni superficiali
 - 1 Depositi sciolti alluvialmente cementati attuali e recenti
 - 2 Ghiaie e sabbie
 - 3 Depositi di frane antiche e breccie a matrice argillo-sabbiosa
- II) Depositi della Fossa Bradanica e dei bacini intracanalici
 - 4 Anarenati con argilla
 - 5 Argille con arenarie e conglomerati
 - 6 Calcareniti
- III) Complessi litologici del substrato geologico
 - 7 Calcari e calcari marnosi con interstrati argilloso-arenacei
 - 8 Anarenati e argille marnose
 - 9 Argille, marne e calcari
 - 10 Rocce sedimentarie silicee
 - 11 Rocce sedimentarie calcaree
 - 12 Calcari con litite e noduli di selce
 - 13 Dolomie e calcari di piattaforma
 - 14 Anarenati con argille
 - 15 Argille con arenarie e conglomerati
 - 16 Calcareniti

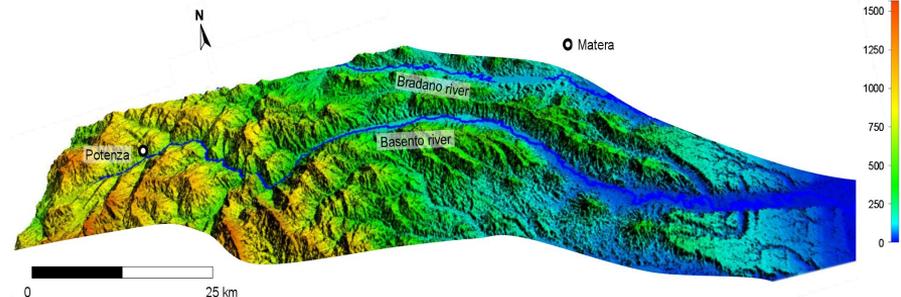
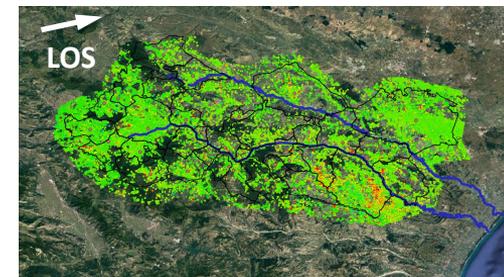
Classi litotecniche

- Classe A1 - Terreni in formazione e recenti, sciolti o prevalentemente sciolti
 - 1 Depositi sciolti in attiva sedimentazione da processi in corso o depositi cementati o sovrapposti cementati recenti (cumuli di frane, depositi alluvionali, coltiviati o versanti)
- Classe A2 - Unità litologiche fossili, costituite da terreni sciolti o prevalentemente sciolti non più in formazione
 - 2 Depositi clastici terrazzati
 - 3 Depositi di palustrina e frana antica (macerati di frane, spesso con blocchi in matrice argillosa)
- Classe A3 - Rocce frievoli o maggiormente erodibili
 - 4 Conglomerati con arenarie e silt argillose debolmente cementati
 - 5 Anarenati con argille
 - 6 Argille argillo-arenose con interstrati lottiformi di arenarie debolmente cementate e rari livelli di conglomerati
 - 7 Calcareniti
- Classe A4 - Rocce lapidee o prevalentemente lapidee
 - 8 Diapiri e noduliti (roccie sedimentarie silicee)
 - 9 Calcari con litite e noduli di selce
 - 10 Dolomie e calcari di piattaforma
- Classe A5 - Unità eterogenee (alterne arenaceo-calcareo-marnoso-argillose)
 - 11 Anarenati e calcari marnosi con interstrati argilloso-arenacei
 - 12 Argille, marne e calcari

Densità di frana per unità geologica

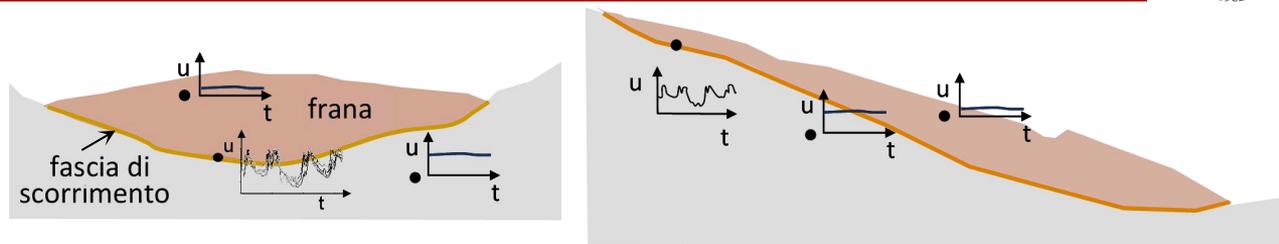
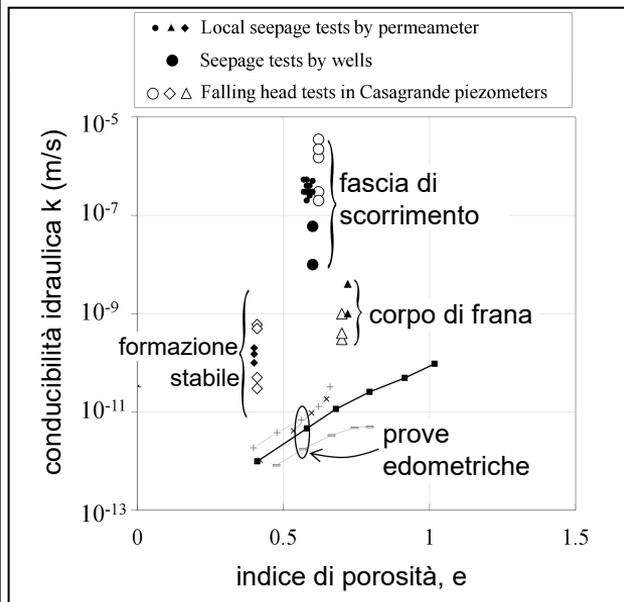


Sentinel-1 (2015-2021)
~ 30'000 km²

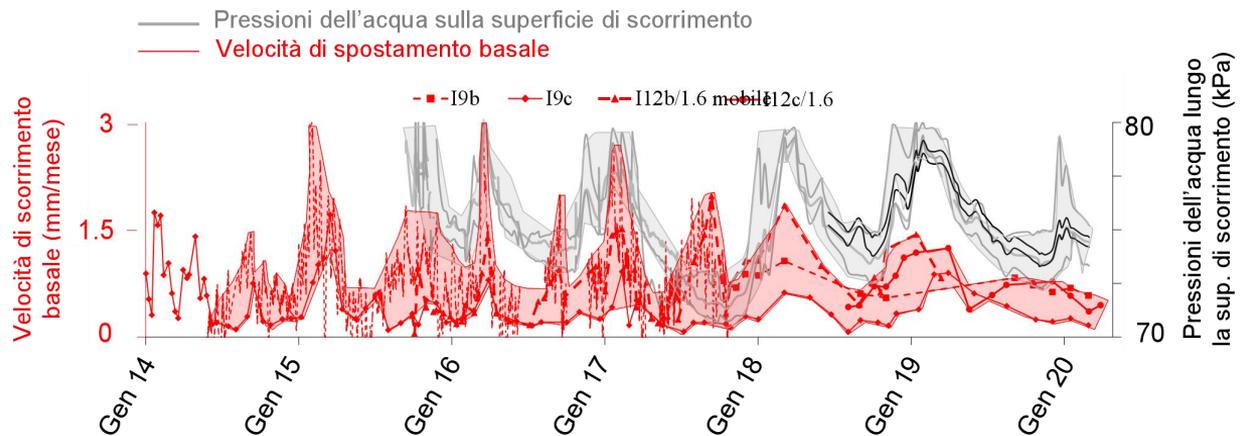


- **Comportamento delle frane che interessano le formazioni argillose affioranti nella catena appenninica lucana: *legame spostamenti – pressioni interstiziali – piogge***
- **Effetti dell'interazione chemo-meccanica argille-piogge: *decadimento meccanico delle argille sovraconsolidate***

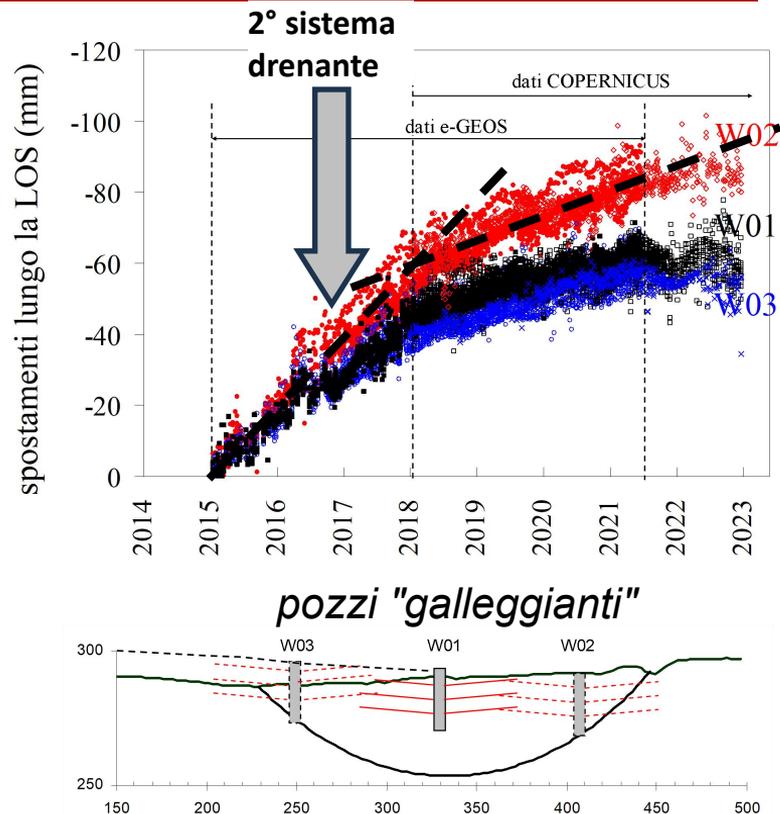
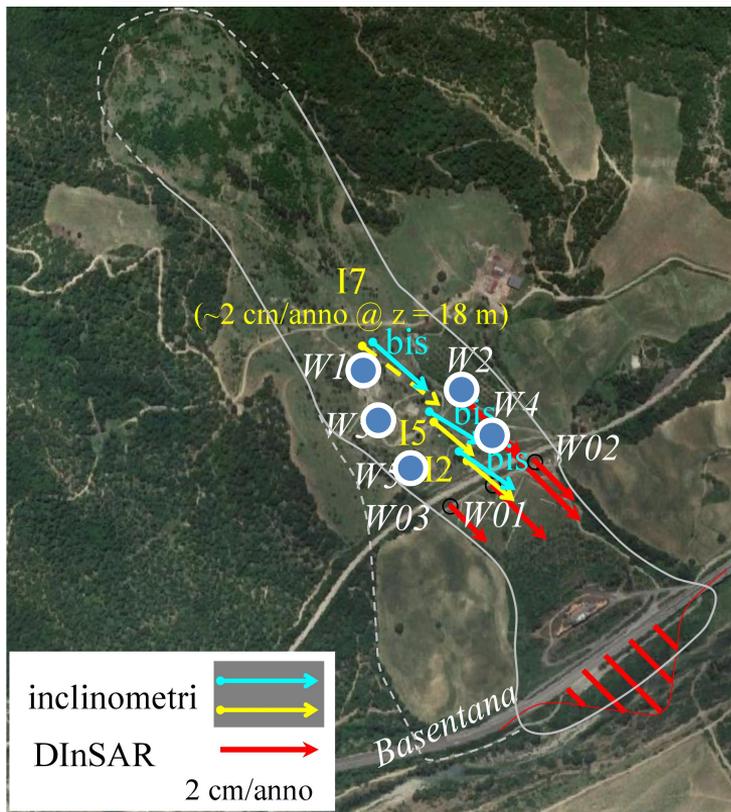
1. *I sistemi franosi di Costa della Gaveta, Potenza Est*
2. *La frana di bosco Santa Domenica, Calciano (MT)*
3. *La frana della SP13 a Pietrapertosa (PZ)*



Schemi validi in presenza di superficie di scorrimento



La presenza di superfici/zone di scorrimento molto permeabili comporta una risposta intensa e veloce alle piogge delle pressioni interstiziali e degli spostamenti, anche a profondità notevoli.
 La progettazione dei sistemi di mitigazione dovrebbe tener conto di questa possibilità!



Limitata efficacia dei sistemi drenanti verificata con inclinometri e dati DInSAR

Rischio di veloce decadimento del sistema drenante (piccoli dreni in grandi masse in movimento)

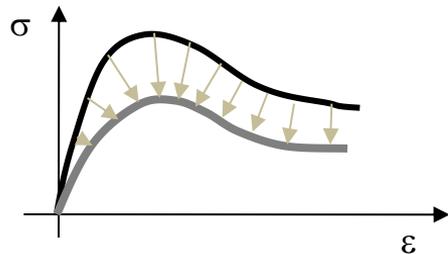
Nei terreni di origine marina l'acqua interstiziale è una soluzione acquosa ionica a composizione variabile nello spazio e nel tempo

La soluzione originaria è molto concentrata

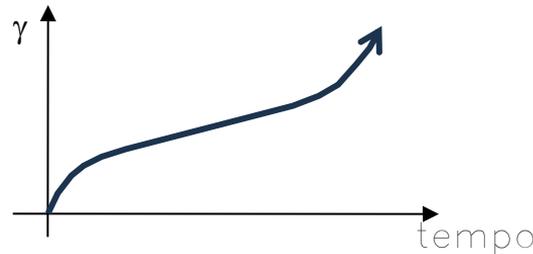
La concentrazione diminuisce negli strati che interagiscono con le acque piovane

Alcuni effetti della riduzione di concentrazione ionica nell'acqua di porosità delle argille

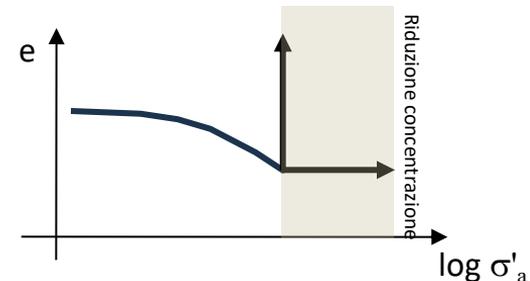
riduzione di resistenza

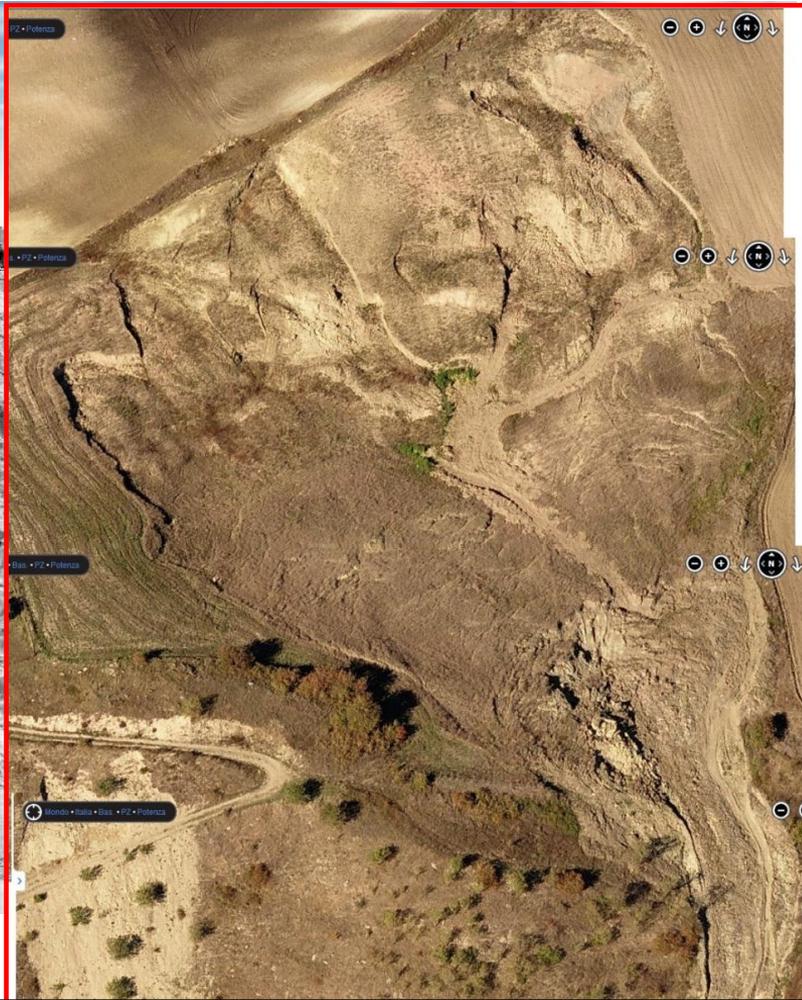


deformazione/scorrimento con σ' e τ cost

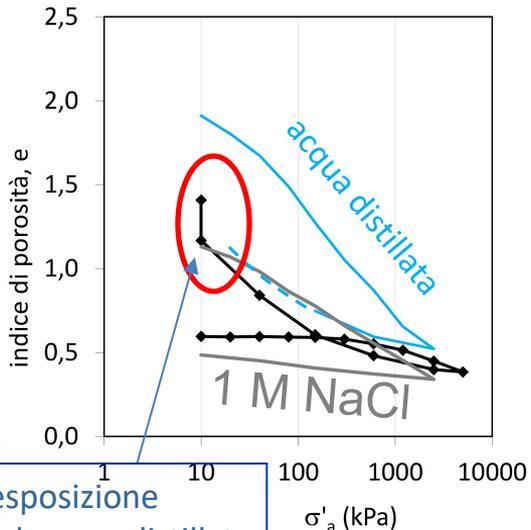
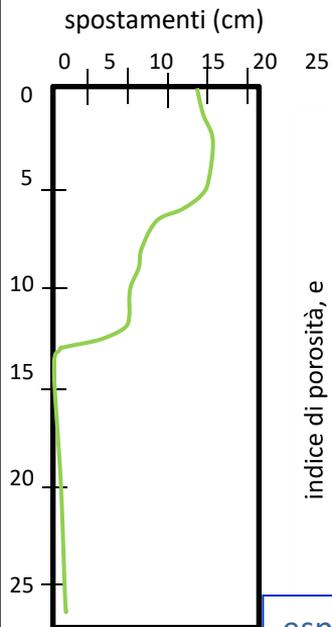


rigonfiamento – pressione di rigonfiamento

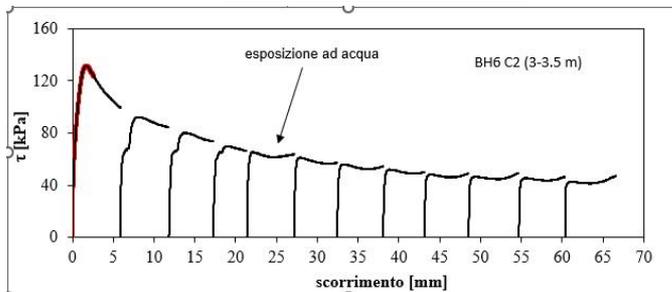
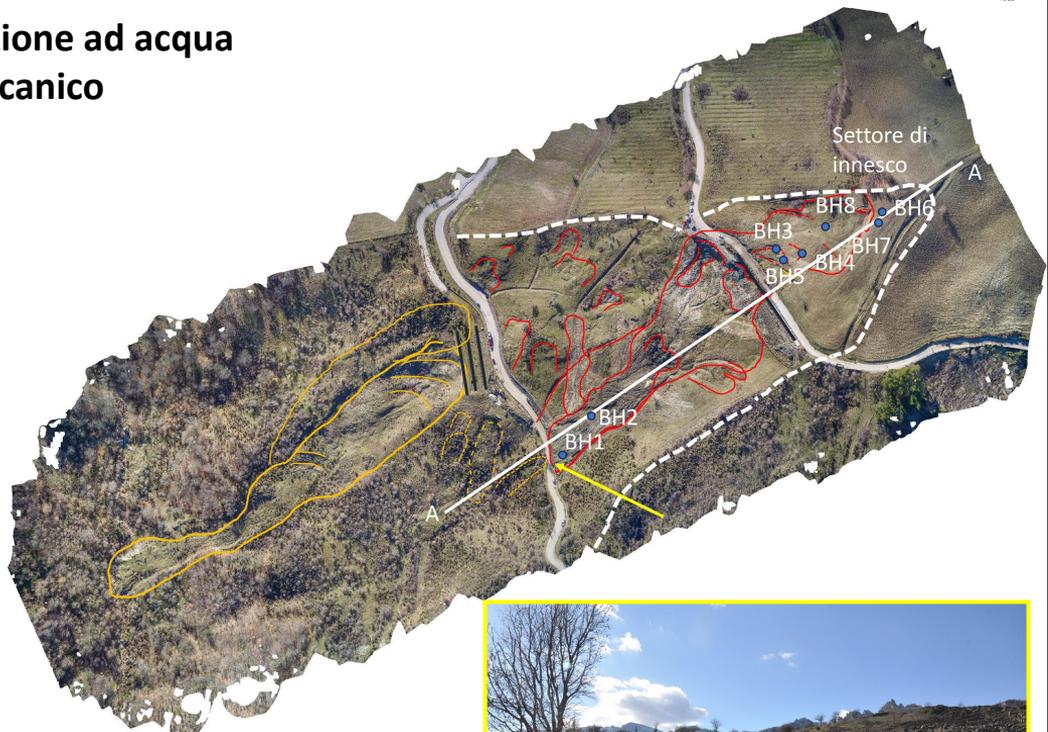


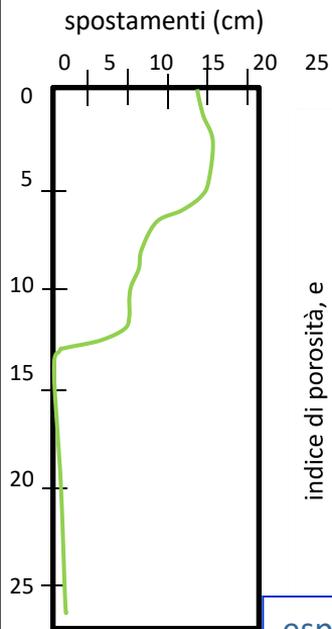


Scarico tensionale ed esposizione ad acqua di pioggia: decadimento meccanico

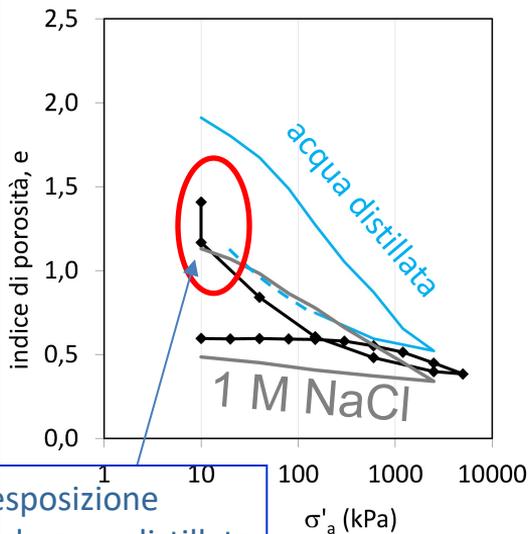


esposizione ad acqua distillata

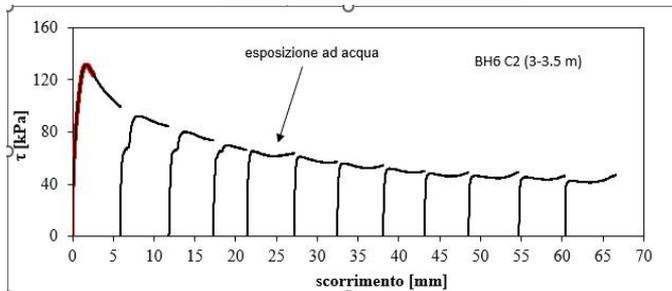




Scarico tensionale ed esposizione di pioggia: decadimento meccanico



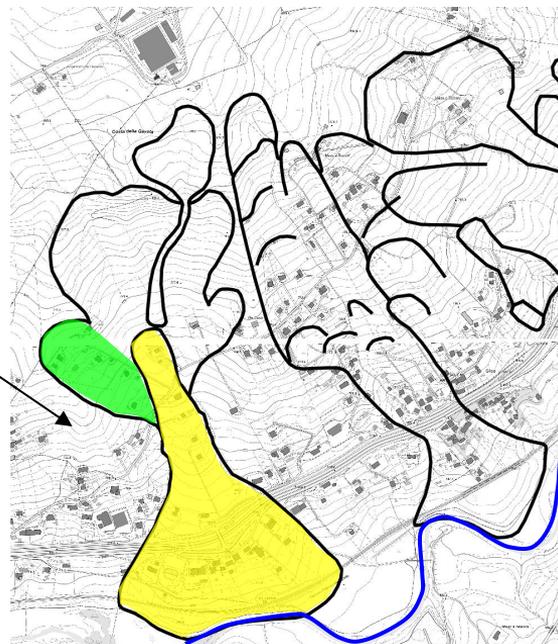
esposizione ad acqua distillata



Impedire lo scarico tensionale con esposizione alle piogge è prioritario!

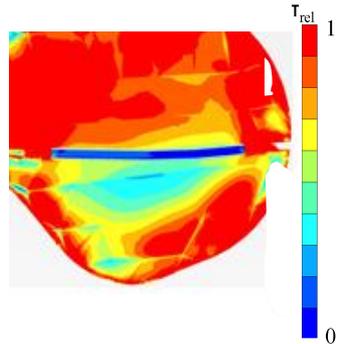
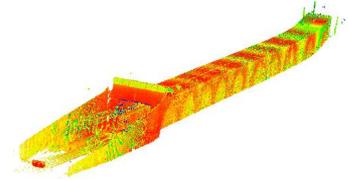
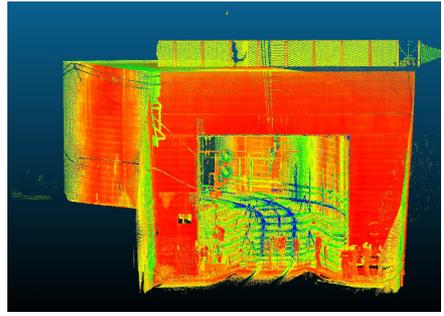
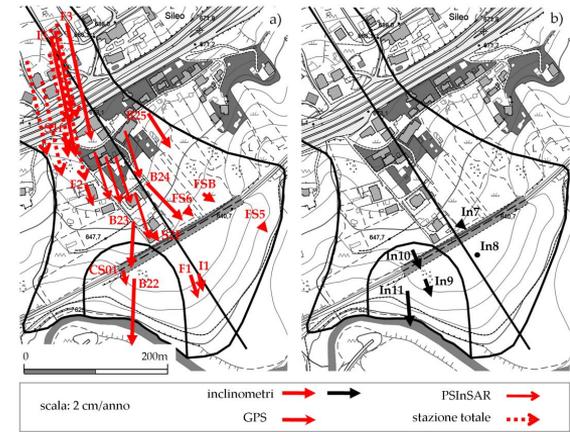
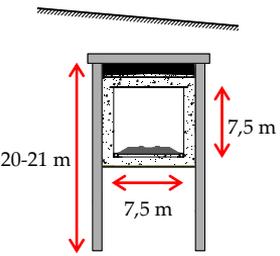
- Continuare le attività di monitoraggio e sperimentazione nei campi prova
- Proseguire nella generalizzazione dei risultati ottenuti
- **Mappe di intervento** per la riduzione del rischio frana connesso alla rete viaria lucana

Colata di Costa della Gaveta



Possibili interventi:

- drenaggi dove le superfici di scorrimento sono molto profonde  ;
- opere di sostegno per le riattivazioni meno profonde  ;
- interventi sull'alveo del Basento dove il fiume è concausa dell'attività delle frana;
- piantumazione di specie vegetali opportunamente scelte nelle restanti parti del versante.

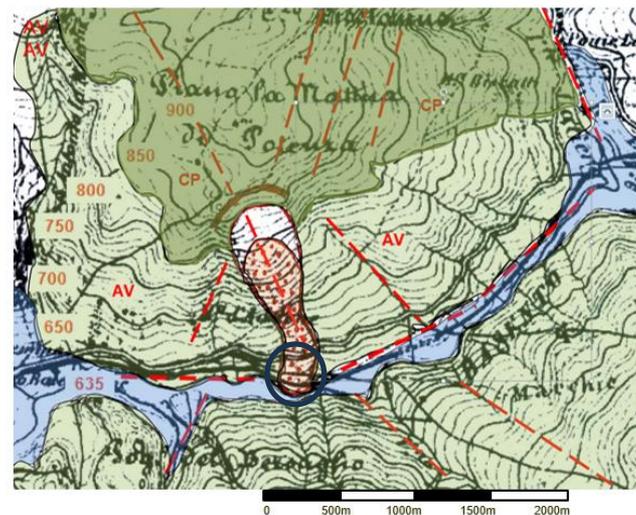
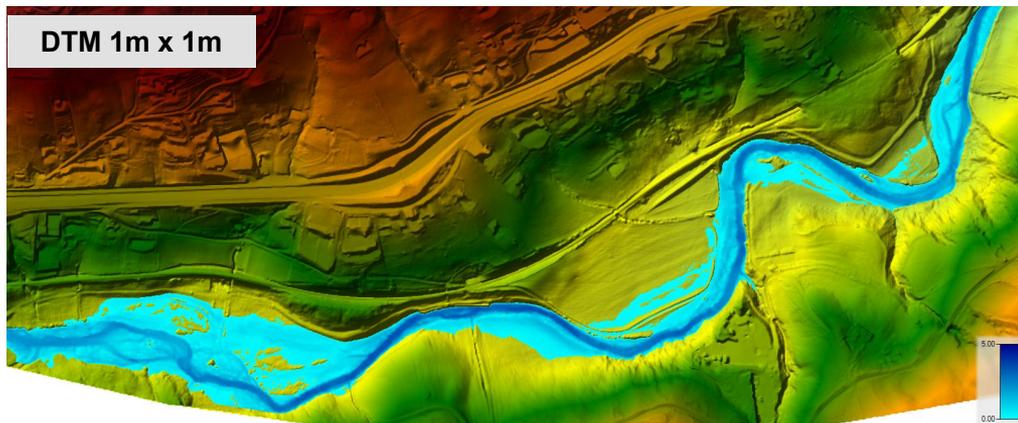
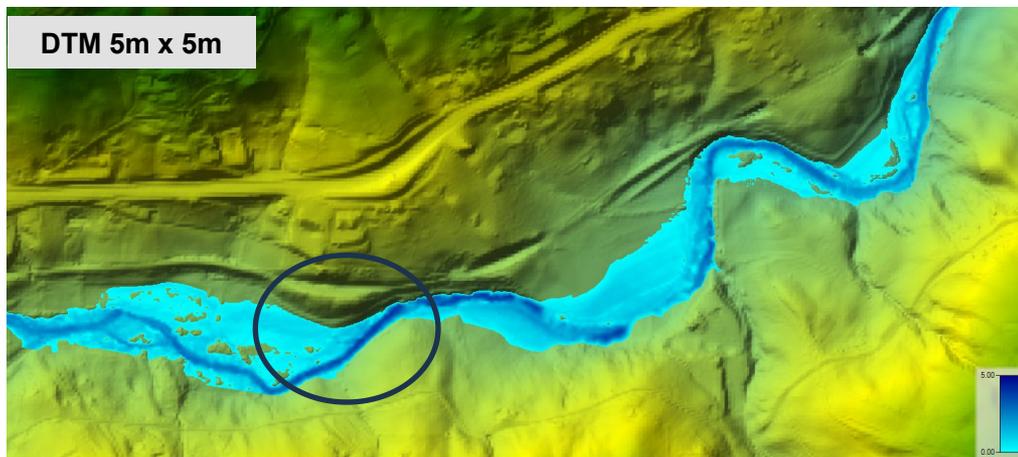


$$\tau_{rel} = 1/FS_{locale}$$



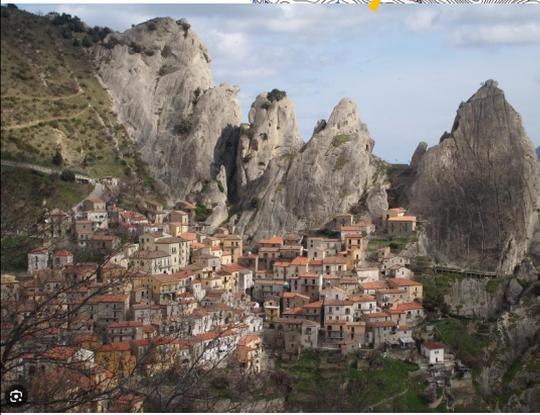
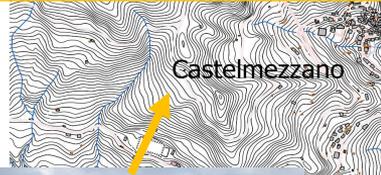
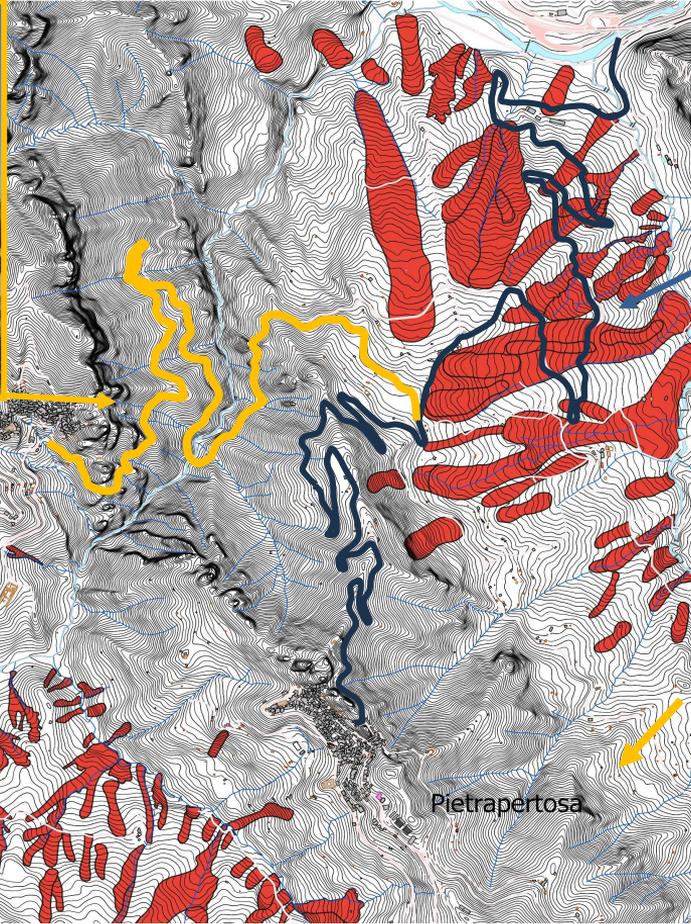
Vassallo R., Mishra M., Santarsiero G., Masi A. (2019) Modeling of Landslide-Tunnel interaction: the Varco d'Izzo case study. Geotech. Geol. Eng. 37, 5507-5531.

Simulazione 2D dei tiranti idrici



- RISULTATI ATIPICI RISPETTO AI VALORI ATTESI PER GLI ALVEI ALLUVIONATI LARGHI
- PORTATE DI PIENA SOSTANZIALMENTE DEFLUENTI NELL'ALVEO INCASSATO

$T_R = 10$ anni



Di Maio C., De Rosa J., Vassallo R., 2021. Pore water pressures and hydraulic conductivity in the slip zone of a clayey earthflow: experimentation and modelling. *Engineering Geology*, vol. 292, <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2021.106263>.

Ghalamzan Esfahani F., De Rosa J., Gajo A., Di Maio C., 2022. Swelling and swelling pressure in a clayey landslide: experimental data and model simulations. *Engineering Geology*, 297, 106512, <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2021.106512>. 1.

Picarelli L., Di Maio C., De Rosa J., 2021. Processes and mechanism governing the transition of slides in tectonized clay shales into rapid earthflows. *Rivista Italiana di Geotecnica*, LV, 4, 53-67.

Picarelli L., Di Maio C., Tommasi P., Urciuoli G., Comegna L., 2021. Pore water pressure measuring and modeling in stiff clays and clayey flysch deposits: A challenging problem. *Engineering Geology*, 296, 106442, <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2021.106442>.

Picarelli L., Santo A., Di Crescenzo G., Vassallo R., Urciuoli G., Silvestri F., Olivares L., 2022. A complex slope deformation case—history. *Landslides*, 19, 1649–1665, <https://doi.org/10.1007/s10346-022-01866-y>.

Vassallo R., De Rosa J., Di Maio C., Reale D., Verde S., Fornaro G., 2021. In situ and satellite long-term monitoring of slow clayey landslides and of the structures built on them. *Rivista Italiana di Geotecnica*, vol. 55, 4, pp. 77-95.

Di Maio C., De Rosa J., Vassallo R., Cutrera G., Murtas R., 2023. Earthflows in the Basento valley: hydraulic characteristics influencing their kinematics. *CNRIG2023*, Palermo. In: *Geotechnical Engineering in the Digital and Technological Innovation Era*, Springer Series in Geomechanics and Geoengineering, pp. 495-502, https://doi.org/10.1007/978-3-031-34761-0_60.

Di Maio C., Vassallo R., De Rosa J., Cutrera G., Murtas R., 2023. Pore water pressures and displacement rates in a deep landslide in structurally complex formations. *MSL2023 - The second Mediterranean Symposium on Landslides Hammamet (Tunisia)* 5, 6, 7 October 2023.

Vassallo R., De Rosa J., Di Maio C., Reale D., Verde S., Fornaro G., 2022. Ground and satellite long-term monitoring of two slow-moving urbanized earthflows of the Italian southern Apennines. *Proceedings International Geosciences and Remote Sensing Symposium, IGARSS2022*, Kuala Lumpur, 17-22 July 2022, pp. 4758-4761, <https://doi.org/10.1109/IGARSS46834.2022.9884677>.

Vassallo, R., De Rosa, J., Di Maio, C., Pandiscia G.V., Trillo, F., Cutrera, G., Murtas, R., 2023. DInSAR data for landslides in Basilicata region: geotechnical calibration and interpretation. *CNRIG2023*, Palermo. In: *Geotechnical Engineering in the Digital and Technological Innovation Era*, Springer Series in Geomechanics and Geoengineering, pp. 283-291, https://doi.org/10.1007/978-3-031-34761-0_35

De Rosa J., Di Maio C., Vassallo R., 2021. Conducibilità idraulica e pressioni interstiziali in una colata in Argille Varicolori. *Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica (IARG 2021)*, online. ©Edizioni AGI, Roma, ISBN 9788897517153.

De Rosa J., Di Maio C., Vassallo R., Cutrera G., Murtas R., Pandiscia G., Trillo F., Lacovara B., 2022. In Situ and Satellite Monitoring of a Landslide and of a Drainage System. *3rd JTC1 Workshop on Impact of Global Changes on Landslide Hazard and Risk- Oslo 2023*.

Ghalamzan Esfahani F., De Rosa J., Gajo A., Di Maio C., 2021. Some new insights into swelling and swelling pressure of low active clay. *Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica (IARG 2021)*, online. ©Edizioni AGI, Roma, ISBN 9788897517153.

Vassallo R., De Rosa J., Di Maio C., Cutrera G., Murtas R., G.V. Pandiscia, Trillo F., 2022. Spostamenti e pressioni interstiziali di una grande frana in formazioni strutturalmente complesse: effetti di un sistema di pozzi drenanti. *IARG, Caserta, 9 Settembre 2022*. ©Edizioni AGI, Roma, ISBN 9788897517108.

Di Maio C., Vassallo R., De Rosa J., Caputo V., Belvedere M., Murtas R., 2022. Spostamenti superficiali e profondi della frana di Costa della Gaveta (PZ). Rapporti tecnici di disseminazione del Progetto MITIGO ARS01-00964. Editrice Universosud – Potenza. ISBN 9788899432874

Ghalamzan F., De Rosa J., Gajo A., Di Maio C., 2022. Fenomeni di Rigonfiamento nei terreni in frana di Costa della Gaveta. Rapporti tecnici di disseminazione del Progetto MITIGO ARS01-00964. Editrice Universosud – Potenza. ISBN 9788899432881

Applicazione MITIGO per la visualizzazione 4D dei dati di spostamento di superficie (Exprivia in collaborazione con unibas)