



**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO
(Classe delle Lauree in Ingegneria Civile ed Ambientale, Classe N. L-7)**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE ED AMBIENTALE

TESI DI LAUREA

**SPERIMENTAZIONE IN UN MODELLO FISICO
SULL'INFILTRAZIONE DI ACQUA IN TERRENI PIROCLASTICI**

RELATORE

Ch.mo Prof. Gianfranco Urciuoli

CORRELATORE

Dott. Ing. Raffaele Papa

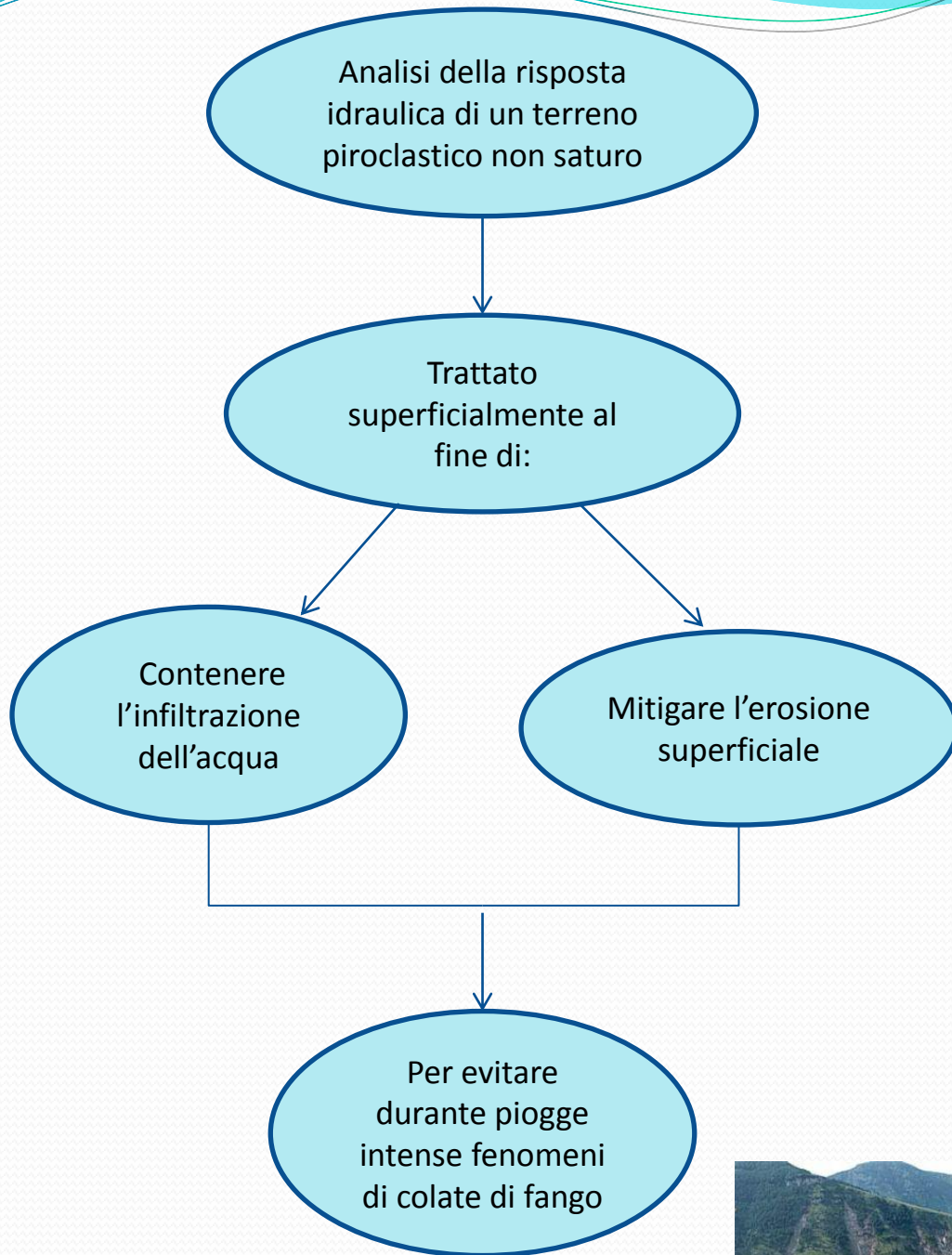
CANDIDATA

Marialaura Tartaglia

MATRICOLA

N49/154

Obiettivo della presentazione



Contenuti della presentazione

1. I terreni parzialmente saturi
2. Le colate di fango
3. Sperimentazione di laboratorio
4. Risultati ottenuti
5. Conclusioni

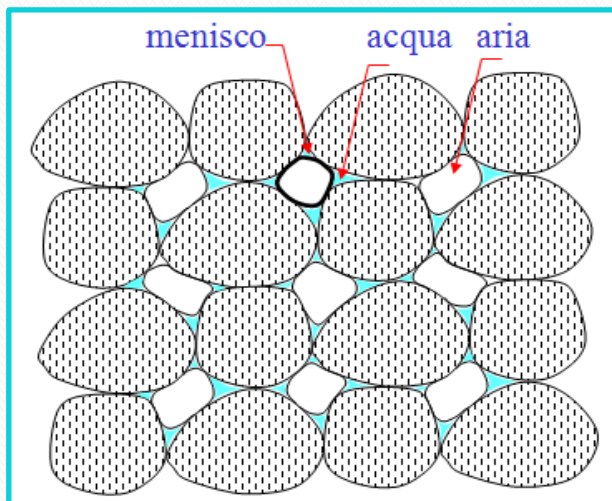
1. I Terreni parzialmente saturi

- Mezzi trifase costituiti da una fase solida, una liquida e una gassosa.
- La differenza di pressione tra la fase aeriforme e quella liquida è detta: **suzione di matrice**

↓

$$S = (u_a - u_w)$$

- L'acqua e l'aria sono separate da una sottile membrana detta menisco, in grado di sopportare sforzi di trazione il che consente di instaurarsi tale differenza di pressione.



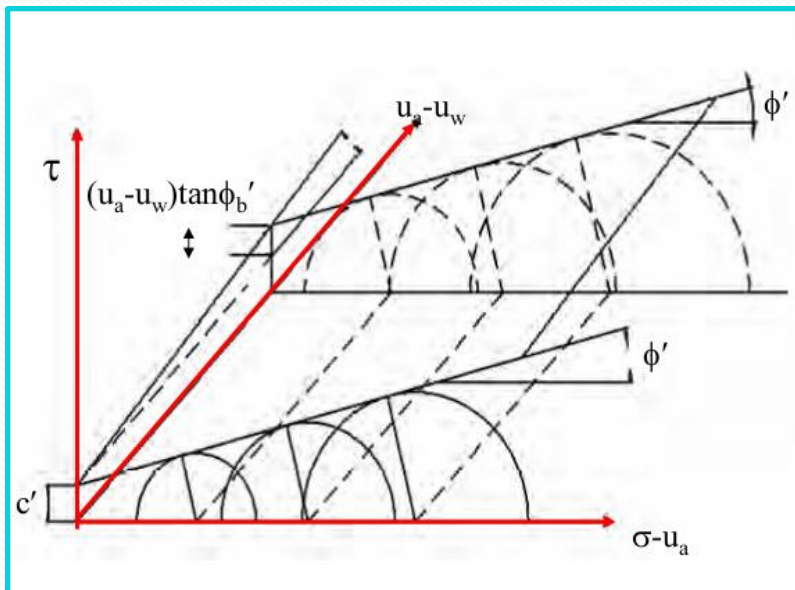
1. I Terreni parzialmente saturi

- La suzione aumenta le forze di serraggio tra le particelle di terreno determinando un incremento di resistenza a taglio.

Dal criterio di resistenza di Mohr-Coulomb si ha:

$$\tau = c' + (\sigma - u_a)_f \tan \phi' + (u_a - u_w)_f \tan \phi'_b$$

↓
incremento dovuto
alla suzione



2. Le colate di fango

- Sono movimenti di versante caratterizzati da deformazioni interne tali che il terreno assume le caratteristiche di un fluido viscoso
- Hanno luogo principalmente nei pendii dell'Appennino carbonatico campano ricoperti da depositi di piroclastiti durante le eruzioni del Somma-Vesuvio
- Il loro innesco è dovuto alla riduzione della suzione a causa dell'infiltrazione dell'acqua durante eventi meteorici intensi (e duraturi)



Il rischio da colate da fango può essere mitigato riducendo la permeabilità degli strati superficiali attraverso trattamenti condotti con la tecnica dell'idrosemina.

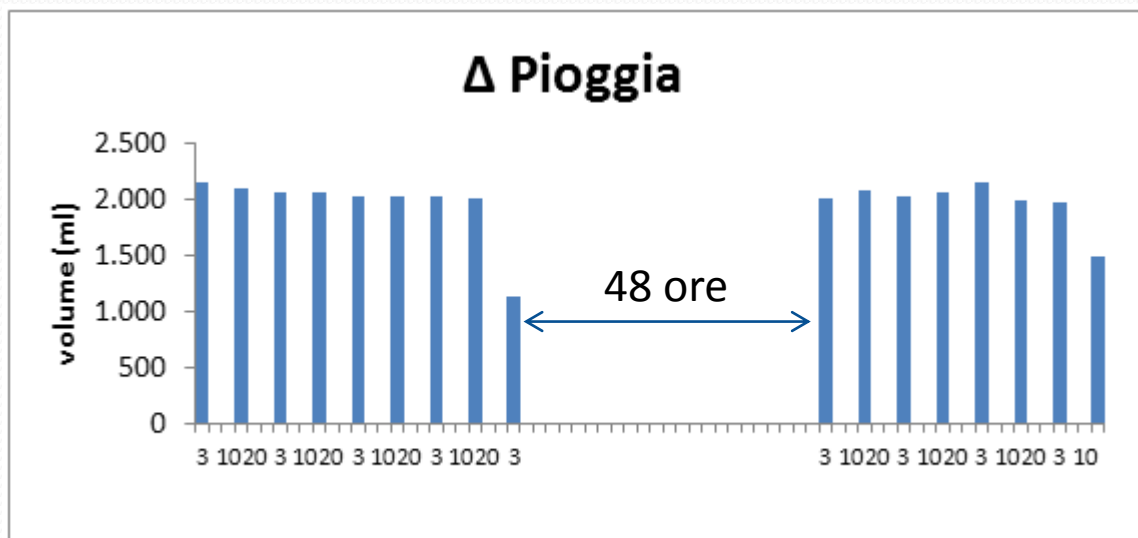
3. Sperimentazione in laboratorio

- La sperimentazione è stata effettuata sul modello fisico di pendio in scala ridotta all'interno del quale è stato messo terreno piroclastico prelevato nel sito di M.I.
- Il terreno è stato trattato con una miscela di collante, caolino e acqua per ridurre la permeabilità superficiale e sottoposto a cicli di pioggia.



3. Sperimentazione in laboratorio

- In ogni ciclo di pioggia è stata eseguita la seguente procedura:
 1. misure della suzione;
 2. misure del contenuto d'acqua
 3. erogazione della pioggia per una durata di 3';
 4. misure della suzione di matrice
 5. misure del contenuto d'acqua
 6. misura del volume d'acqua ruscellato
 7. misura del volume d'acqua drenato.
- Le fasi 4 e 5 sono state ripetute dopo 10' e 20' dal termine della pioggia.



4. Risultati ottenuti

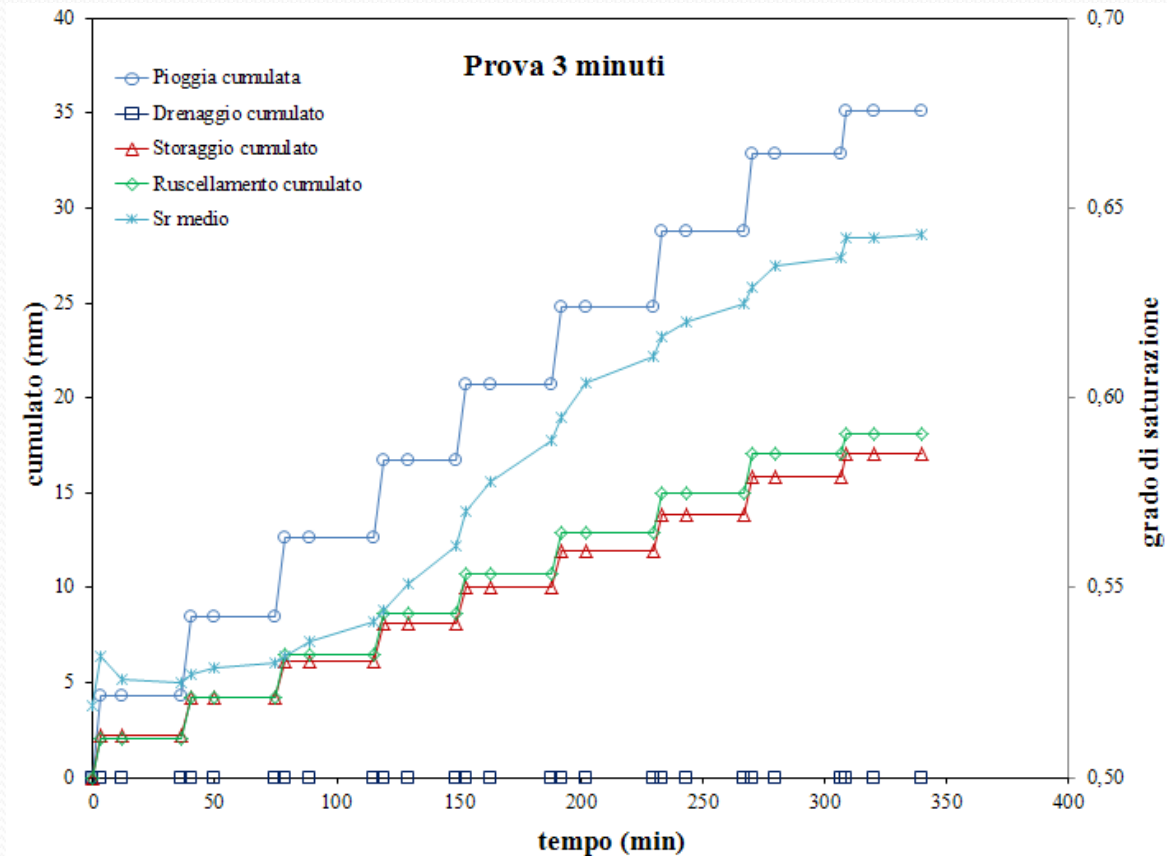
- Si riporta l'aspetto del provino di terreno durante il primo giorno di prove



- Si può notare come la presenza del trattamento annulli l'asportazione di terreno superficiale (a causa della pioggia) e quindi la formazione di crepe e fessure che sono fenomeni preparatori per la colata di fango

4. Risultati della sperimentazione

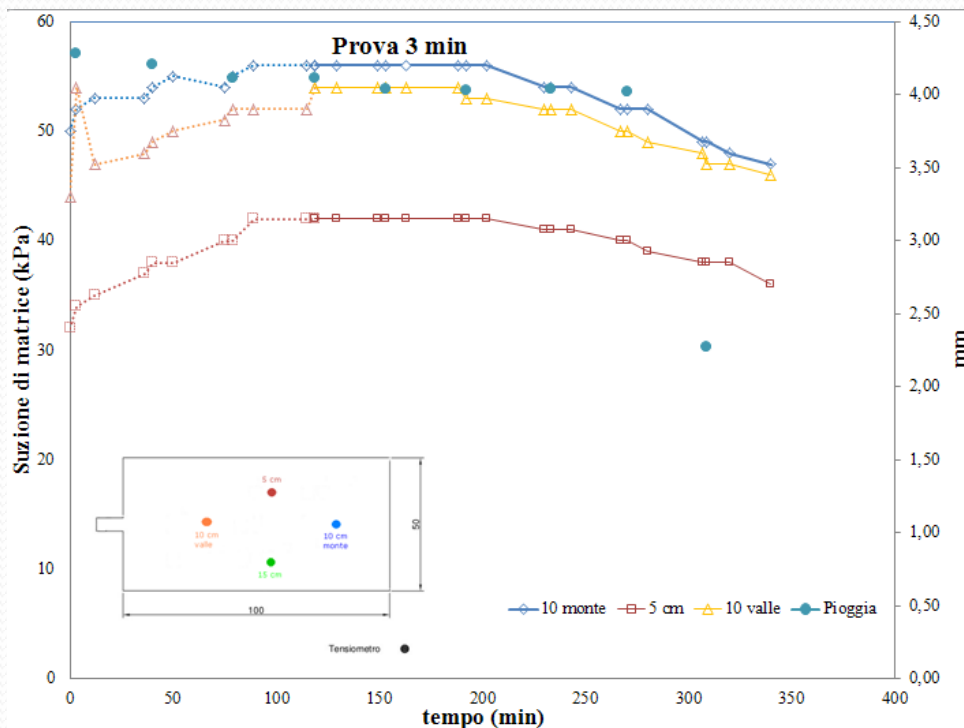
- Si riportano i risultati del primo giorno di prove



- L'infiltrazione dell'acqua è stata modesta ed è inferiore al ruscellamento per quasi tutti i cicli di pioggia anche partendo da una condizione di terreno secco
- Il drenaggio è assente per tutta la durata della prova
- La variazione del grado di saturazione (S_r) è stata limitata passando dal 52% al 64%.

4. Risultati della sperimentazione

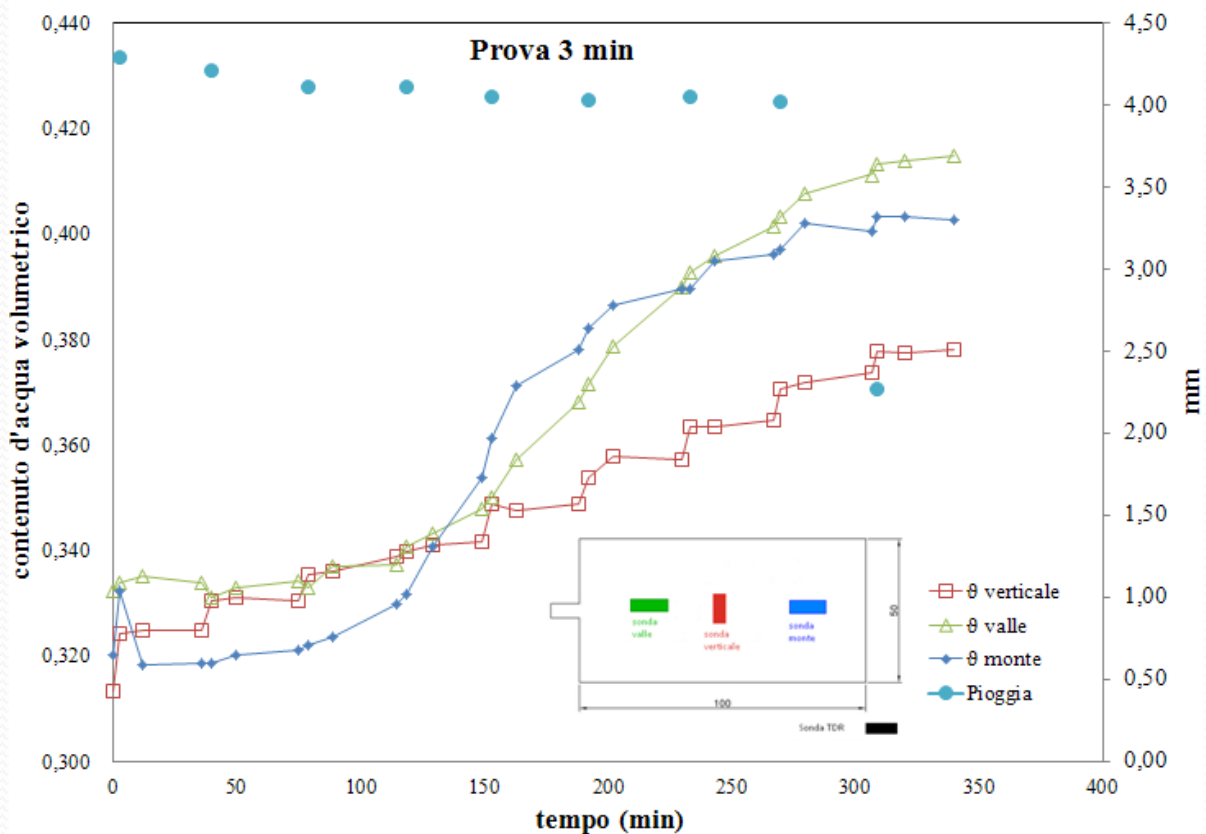
- Si riporta l'andamento delle suzioni a diverse profondità del pendio



- I valori iniziali di suzione non sono riportati in quanto sono superiori al valore limite letto dai tensiometri
- I valori finali registrati sono sempre maggiori di 10 KPa e quindi ben lontani dal valore nullo

4. Risultati della sperimentazione

➤ Si riportano i valori di contenuto d'acqua



- Le curve registrano incrementi maggiori durante i 3' di pioggia
- Le variazioni del contenuto d'acqua sono modeste



Alla fine del primo giorno di prove il pendio è lontano dalle condizione, in termine di contenuto d'acqua e suzione
per cui avverrebbe la colata

4. Risultati della sperimentazione

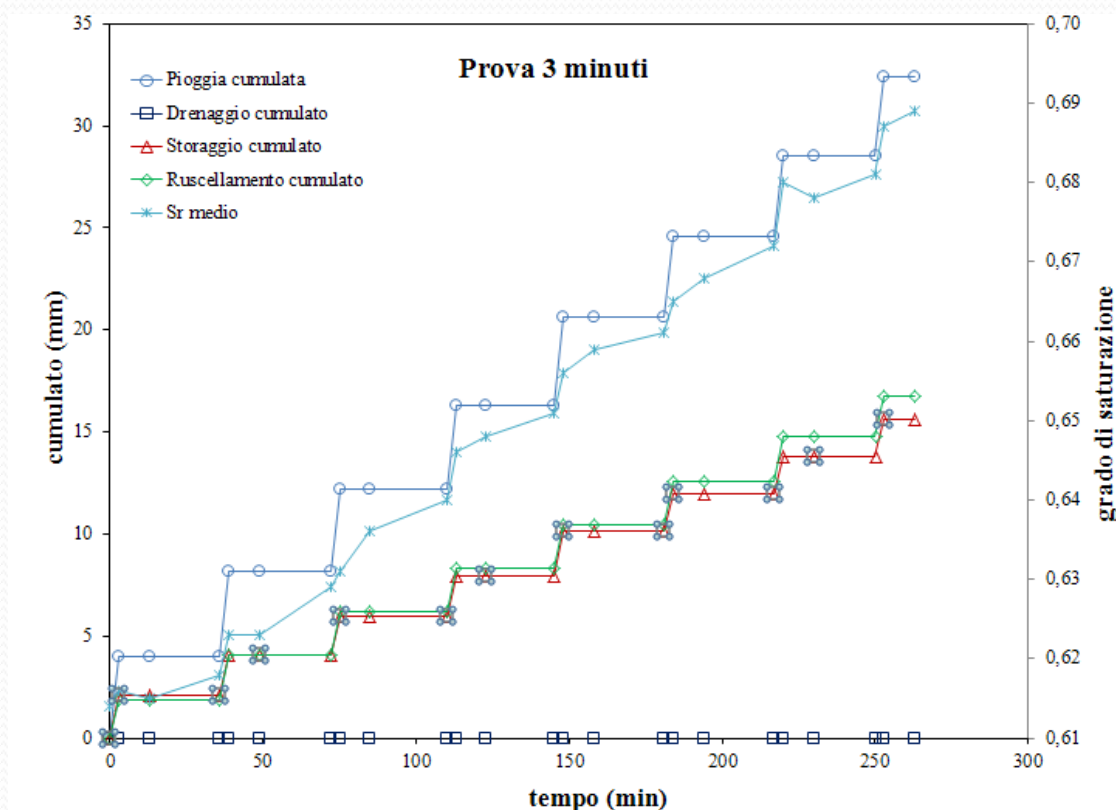
- Si riporta l'aspetto del provino di terreno durante il secondo giorno di prove



- La presenza del trattamento superficiale ha reso minima l'erosione superficiale (a causa della pioggia) anche dopo il secondo giorno di sperimentazione

4. Risultati della sperimentazione

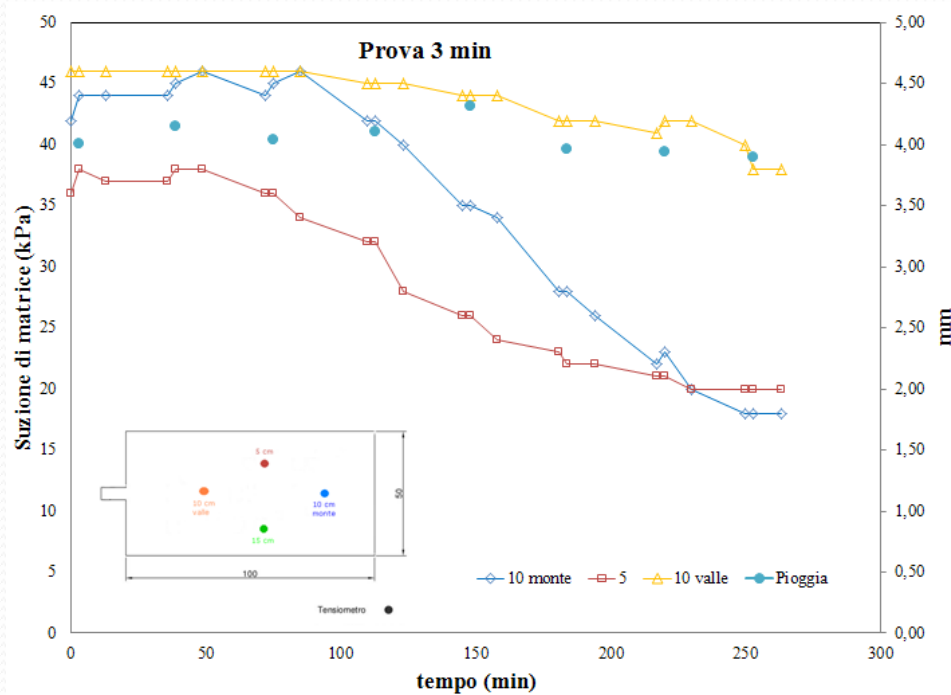
- Si riportano i risultati del secondo giorno di prova



- L'infiltrazione è inferiore al ruscellamento per tutta la durata della prova
- Il drenaggio è assente in tutti i cicli di pioggia
- Il grado di saturazione (S_r) ha variazioni modeste passando dal 62% al 69%

4. Risultati della sperimentazione

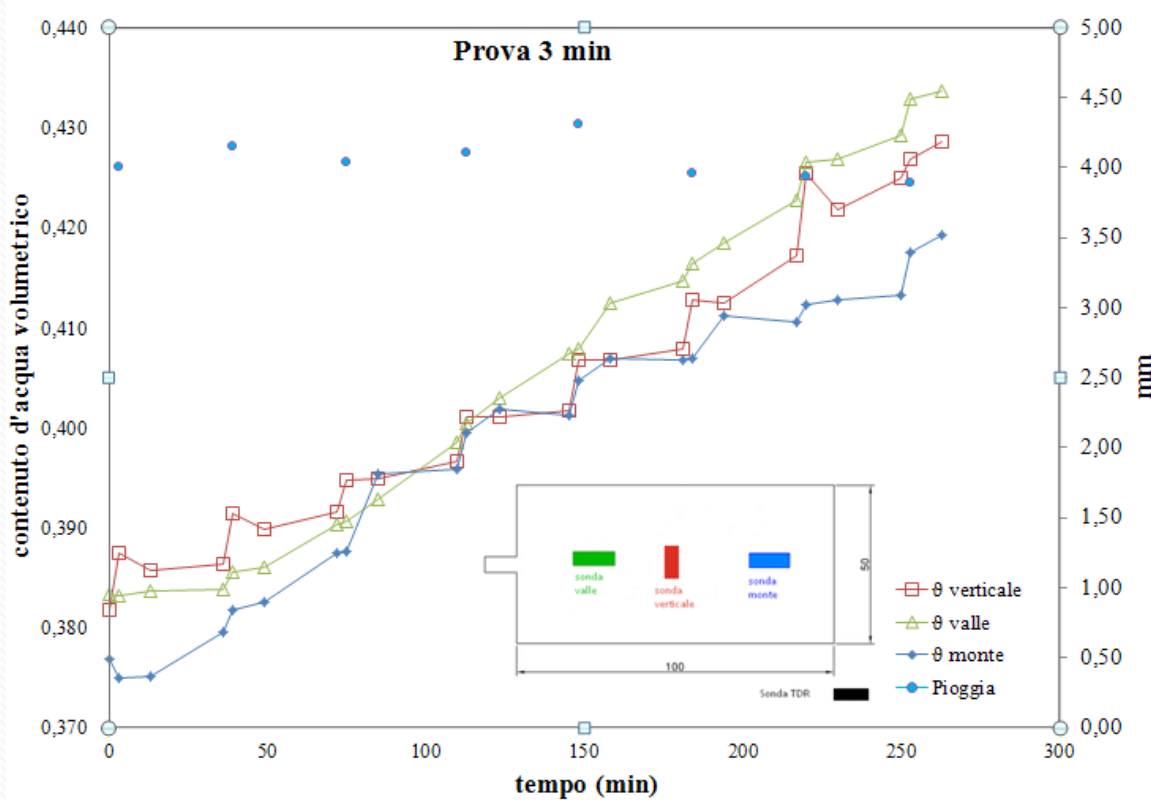
- Si riporta l'andamento delle suzioni a diverse profondità del pendio



- I valori di suzione decrescono con il susseguirsi dei cicli di pioggia restando ben lontani dal valore nullo
- Le variazioni di suzione sono maggiori rispetto al primo giorno di prove in quanto il contenuto d'acqua del terreno è maggiore e in quanto i tensiometri già sono equalizzati

4. Risultati della sperimentazione

- Si riportano i valori del contenuto d'acqua



- Le variazioni di contenuto d'acqua sono modeste
- L'acqua con il passare del tempo è defluita verso la parte bassa del pendio dove si registrano dei contenuti d'acqua maggiori rispetto a quelli di monte



Anche dopo due giorni di prove il pendio è lontano dalla condizione, in termini di contenuto d'acqua e suzione per cui avverrebbe la colata

4. Risultati della sperimentazione

- Fra i risultati dei due giorni di prova non vi sono differenze sostanziali in termini di acqua caduta, ruscellata ed infiltrata
- Nel primo giorno di prove anche partendo da una condizione iniziale caratterizzata da terreno secco con un bassissimo contenuto d'acqua, l'infiltrazione è stata minima.
- Nonostante il trattamento sia stato effettuato nel mese di Maggio e il terreno non sia stato più sottoposto a piogge fino ad ora, l'infiltrazione è stata modesta e l'erosione superficiale praticamente assente

5. Conclusioni

- Il trattamento ha evidenziato buona durabilità anche se sottoposto ad eventi meteorici prolungati e a carattere discontinuo
- Gli effetti erosivi della pioggia caduta sul pendio trattato sono praticamente trascurabili, mentre su quello non trattato sono stati tali da indurre la colata di fango



E' stata dimostra l'efficacia del trattamento superficiale quale misura di mitigazione delle frane meteo-indotte