

**Analisi, Valutazione e Mitigazione del Rischio Idrogeologico (AVAMIRI)**  
Master Universitario di II livello  
Università degli Studi di Udine – Facoltà di Ingegneria

---

## studio di una frana in argille scagliose e dimensionamento degli interventi di stabilizzazione



---

**Sebastiano Rampello**



## frana di Alcara li Fusi in contrada Villicano



## frana di Alcara li Fusi in contrada Villicano



## frana di Alcara li Fusi in contrada Villicano



**frana di Alcara li Fusi in contrada Villicano**



**frana di Alcara li Fusi in contrada Villicano**



**spostamenti muri di sostegno (in costruzione)**



**spostamenti muri di sostegno (in costruzione)**



**spostamenti muri di sostegno (in costruzione)**



**spostamenti muri di sostegno (in costruzione)**



**spostamenti muri di sostegno (in costruzione)**



**spostamenti muri di sostegno (in costruzione)**



**studio di una frana in argille scagliose e  
dimensionamento degli interventi di stabilizzazione**



**Sebastiano Rampello**

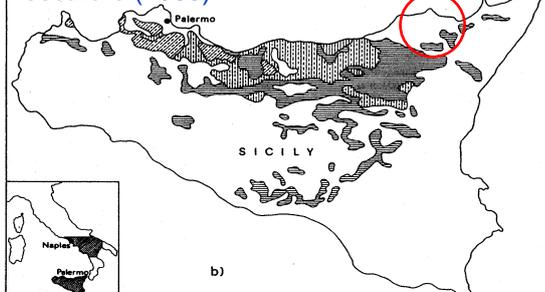


**argilla a scaglie di Alcara li Fusi (Unità Sicilidi)**

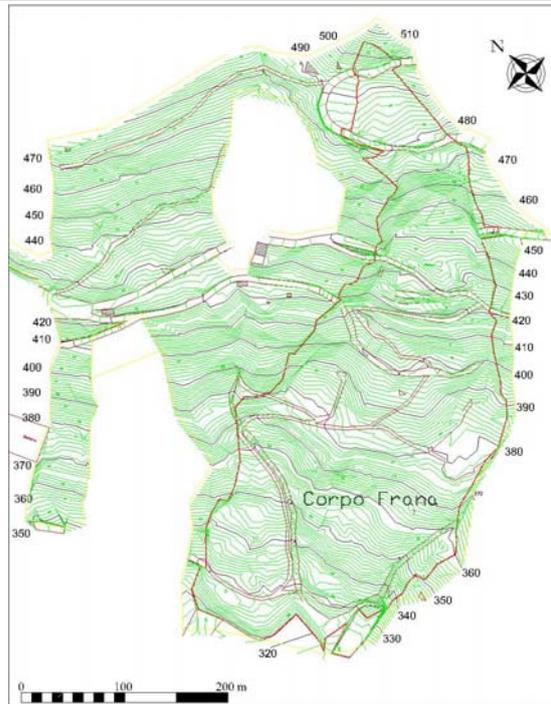
- con intercalazioni di marne scistose e calcari marnosi - molto consistente con struttura disordinata e caotica.
- classificabile come formazione strutturalmente complessa di classe B3 (Esu, 1977) (struttura caotica di elementi lapidei ed argille o argilliti da intensamente fessurate a scagliettate)

Alcara li Fusi

Pescatore (1985)

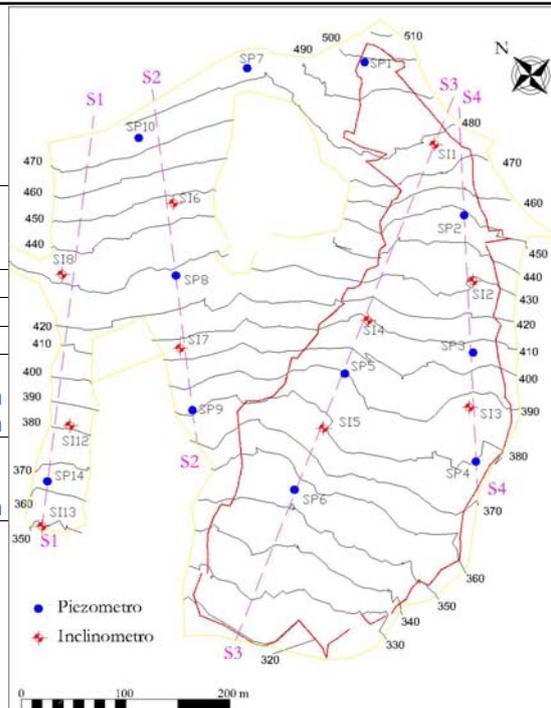


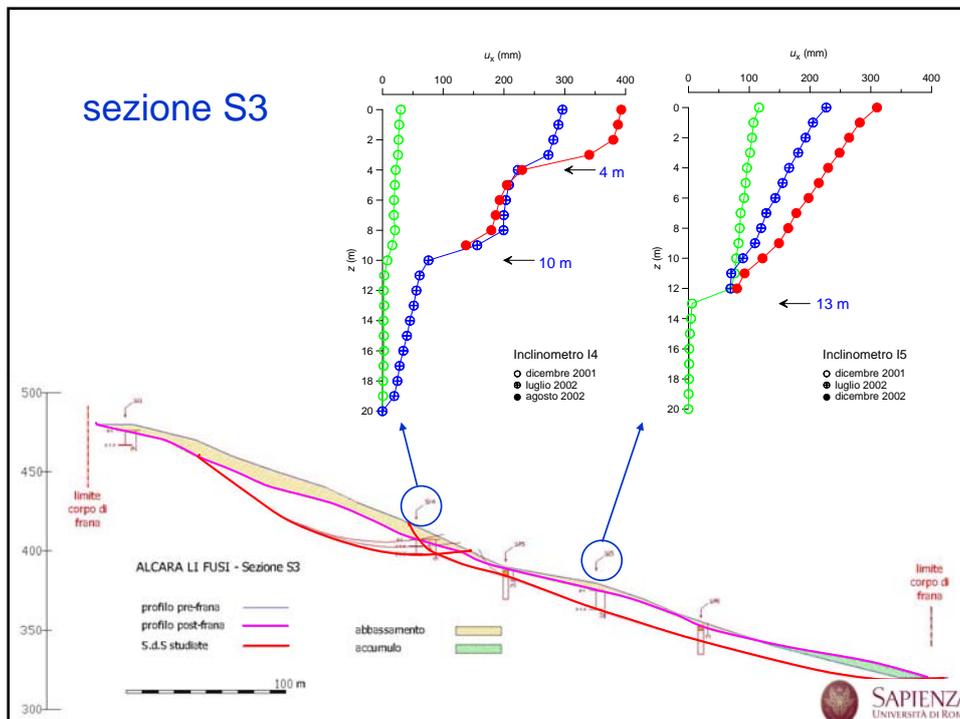
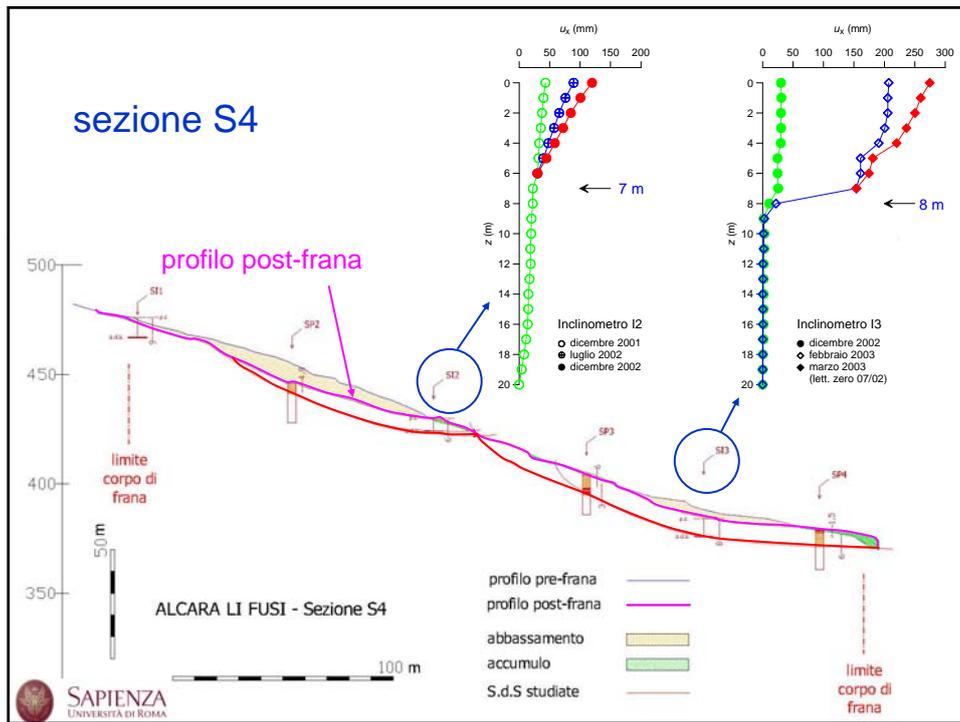
## frana di Alcara li Fusi



## Frana di Alcara li Fusi

<b>larghezza</b>	
parte alta	70 m
parte bassa	260 m
<b>lunghezza</b>	600 m
<b>dislivello</b>	150 m
<b>inclinazione media</b>	20°
<b>spostamenti max</b>	
orizzontali	40-50 m
verticali	17-19 m
<b>scarpata principale</b>	
inclinazione media	60°
altezza	15-20 m

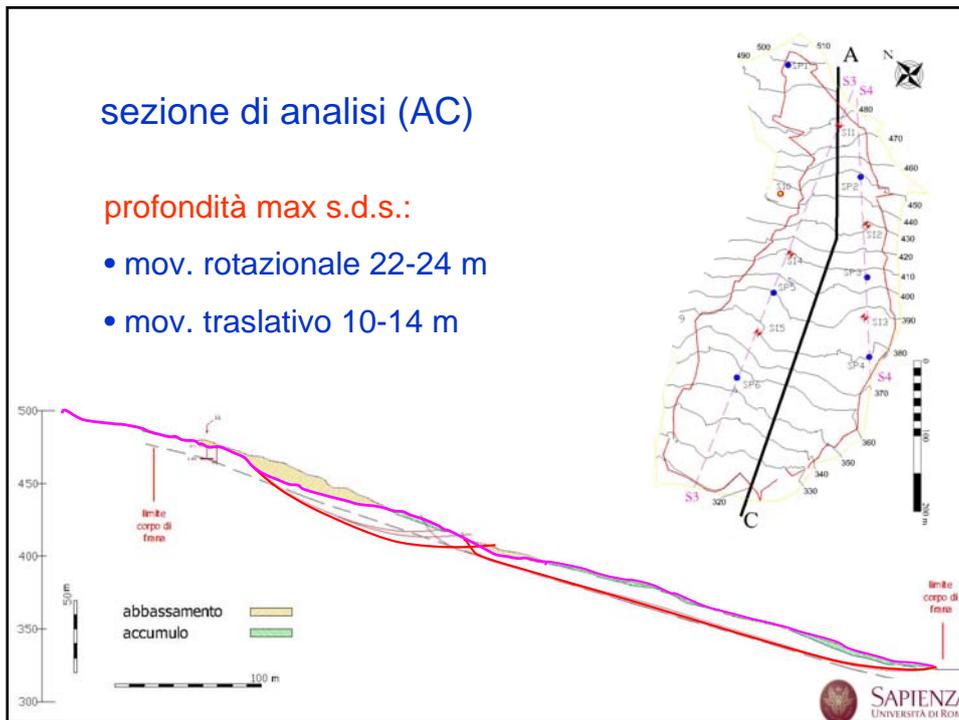




## sezione di analisi (AC)

profondità max s.d.s.:

- mov. rotazionale 22-24 m
- mov. traslativo 10-14 m



campione di argilla scagliosa  
( $z = 30.0-30.5$  m)

difficoltà di campionamento  
e caratterizzazione

campioni rappresentativi  
↓  
grandi dimensioni

decadimento resistenza per  
alterazione e/o allentamento



modalità rottura campioni triassiali  
( $D = 80 \text{ mm}$ ,  $H = 160 \text{ mm}$ )

SP4/C1 ( $z = 5.4 \text{ m}$ )



SP2/C3 ( $z = 15.3 \text{ m}$ )



SP1/C3 ( $z = 20.8 \text{ m}$ )



Campione SP1 – C1 ( $z = 8.0-8.5 \text{ m}$ )

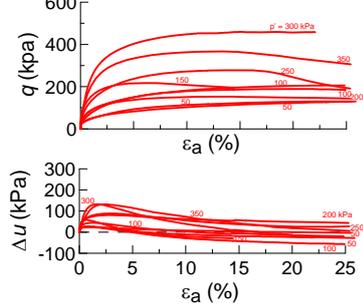


campione SP5 – C4 (z = 25.0-25.5 m)

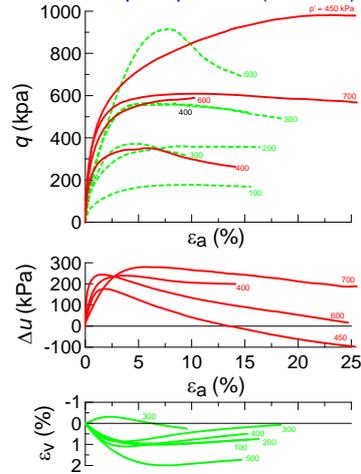


relazioni tensioni - deformazioni

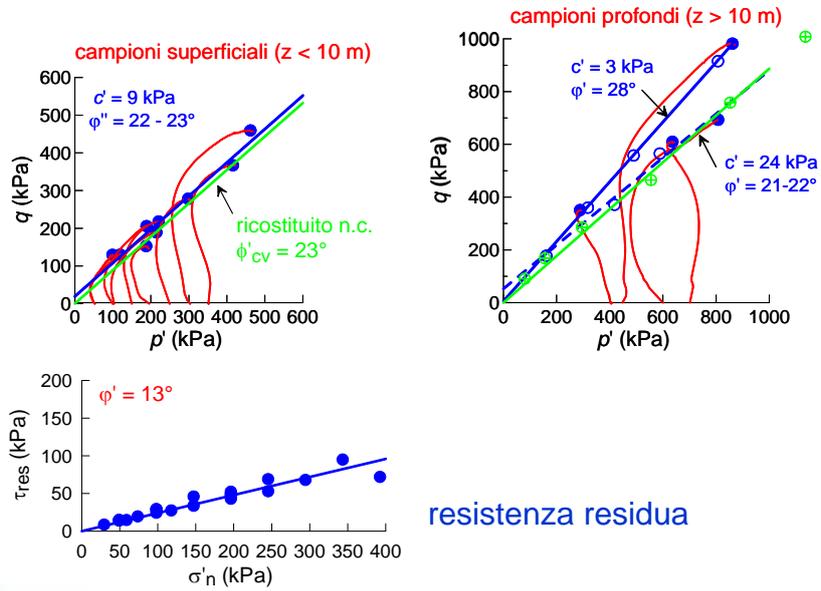
campioni superficiali (z < 10 m)



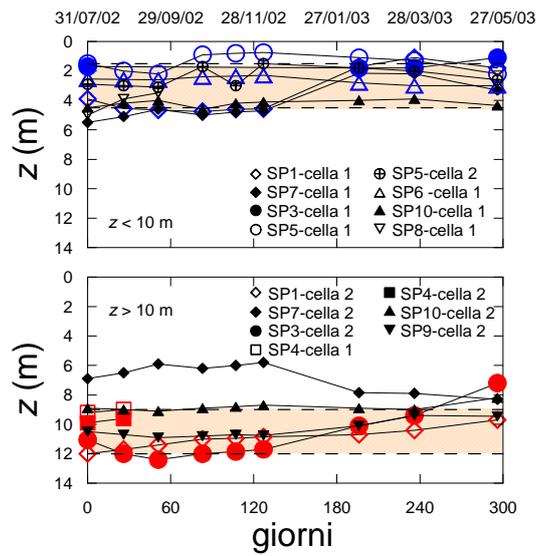
campioni profondi (z > 10 m)

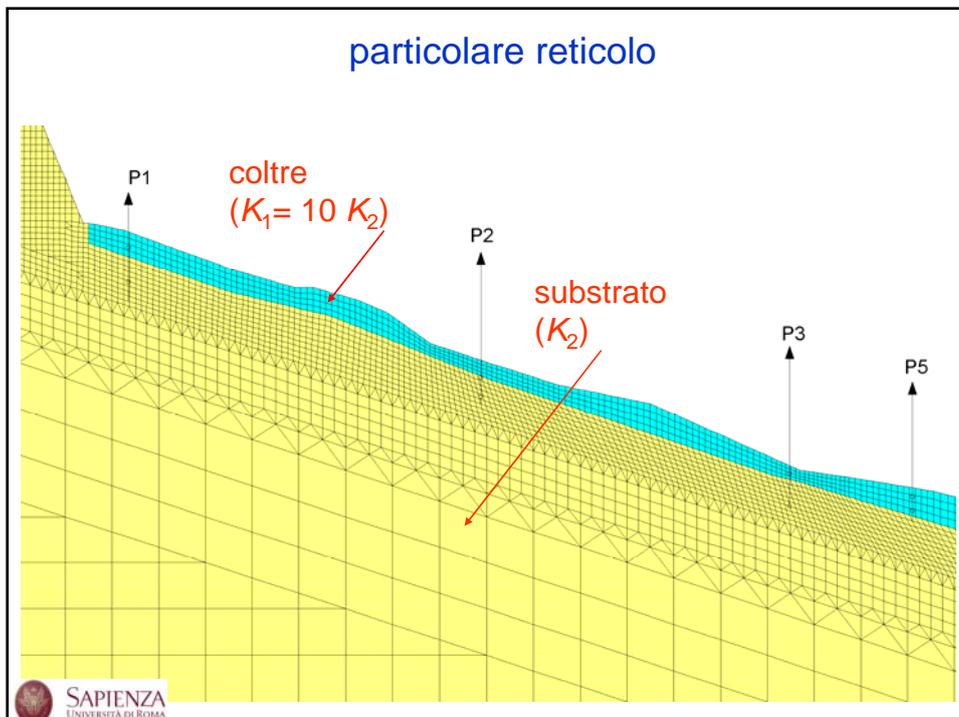
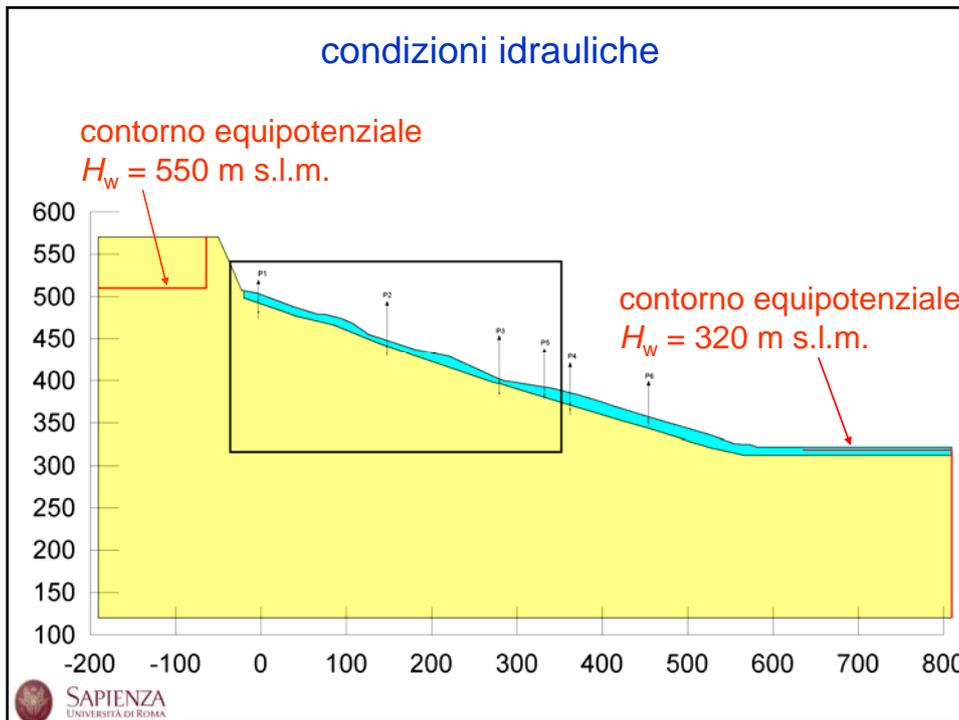


## resistenza al taglio

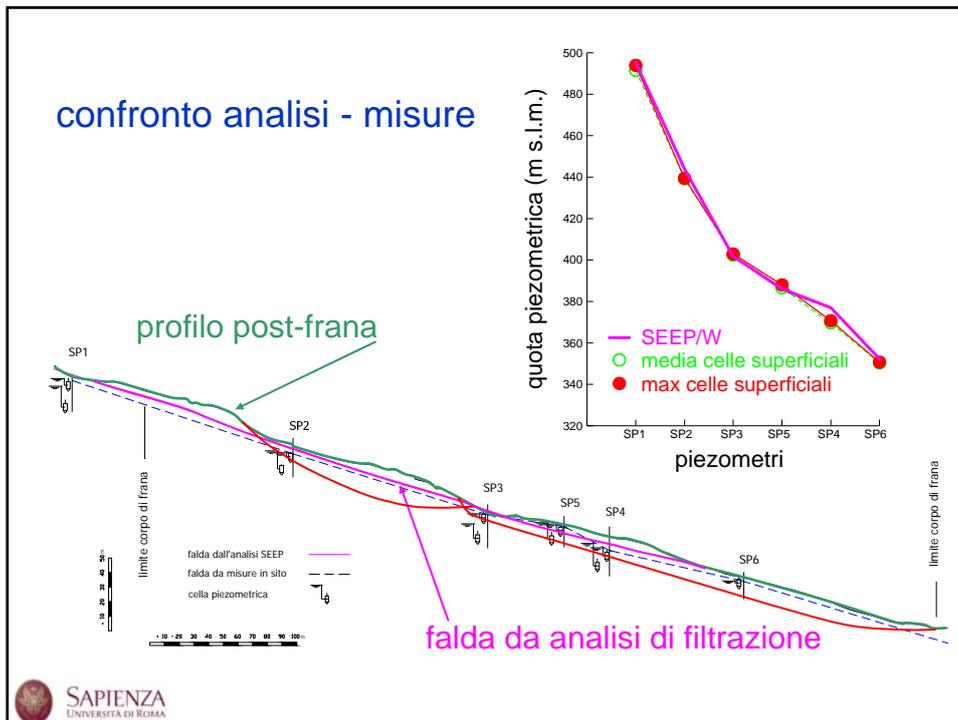


## misure piezometriche



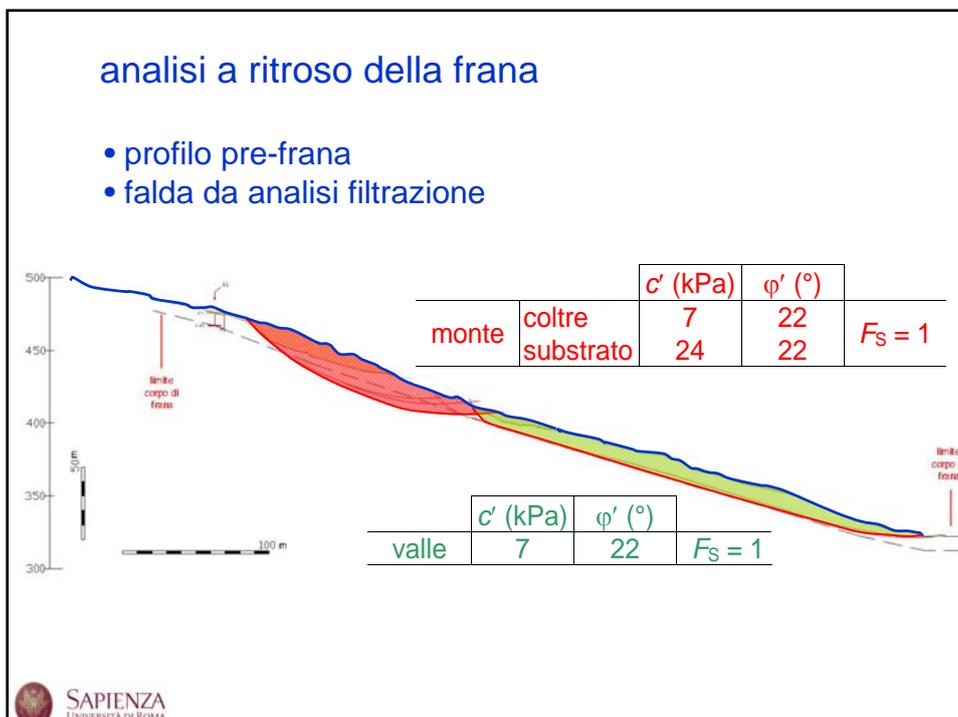


## confronto analisi - misure



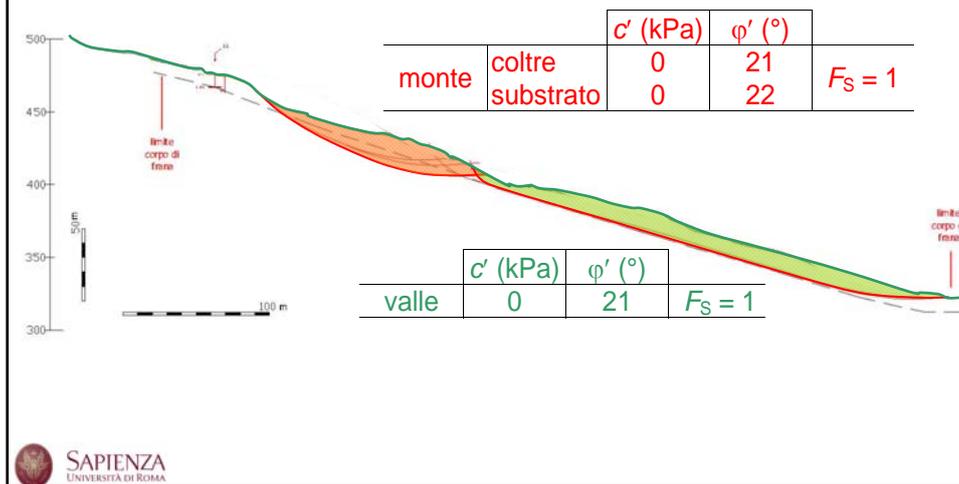
## analisi a ritroso della frana

- profilo pre-frana
- falda da analisi filtrazione

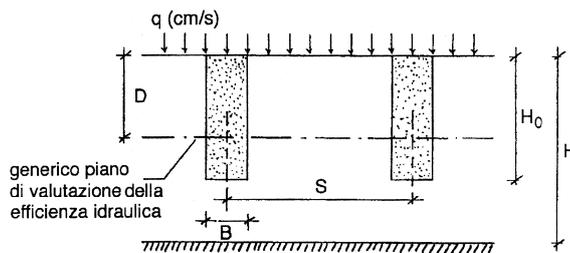


## analisi condizioni attuali

- profilo post-frana
- falda corrispondente a pressioni massime



## predimensionamento trincee drenanti – frana di valle



Per  $u = 0$ :  
 $F_{\max} = 1.44 \Rightarrow \Delta F_{\max} = 0.44$

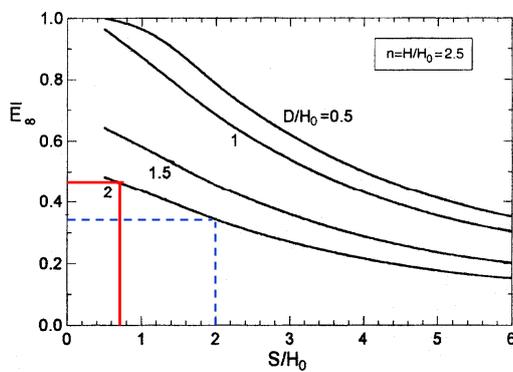
$F_{\text{progetto}} = 1.2 \Rightarrow \Delta F = 0.2$

$$E_{\infty} = \Delta F / \Delta F_{\max} = 0.46$$

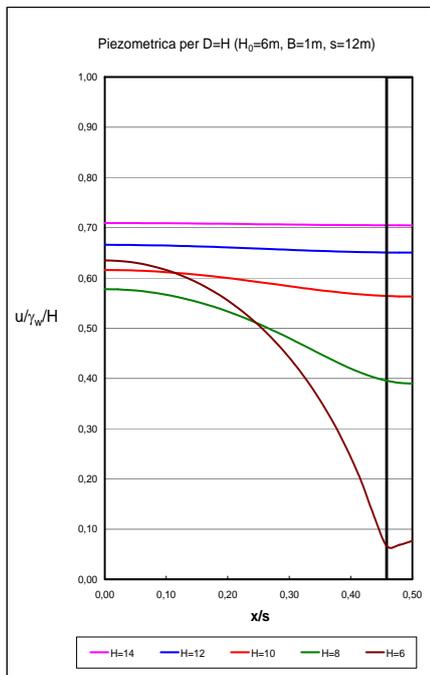
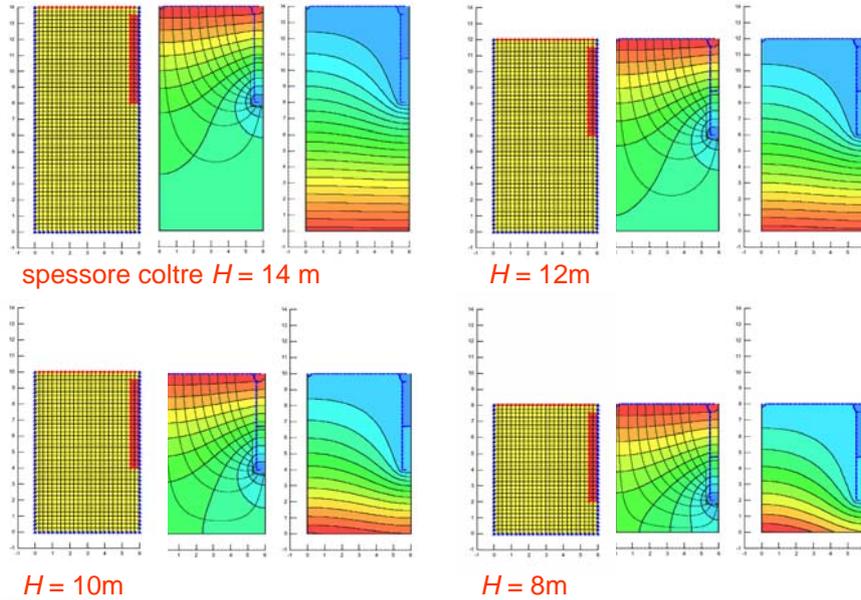
spessore coltre  $H = 8-14\text{m}$

$S = 12\text{m} \Rightarrow E_{\infty} = 0.34 \Rightarrow$

$$\Delta F = 0.15$$



interasse trincee  $S = 12\text{m}$  ( $H_0 = 6\text{m} - B = 1\text{m}$ )



Trincee  $H_0 = 6\text{m}$   $B = 1\text{m}$   $S = 12\text{m}$

pendio indefinito ( $H = \text{cost}$ )

$H$ (m)	$h_{av}$ (m)	$E_\infty$	$F_\infty$
14	9.9	0.30	1.13
12	7.9	0.34	1.15
10	5.9	0.41	1.18
8	4.0	0.50	1.22

Analisi SLOPE:

$H$  variabile

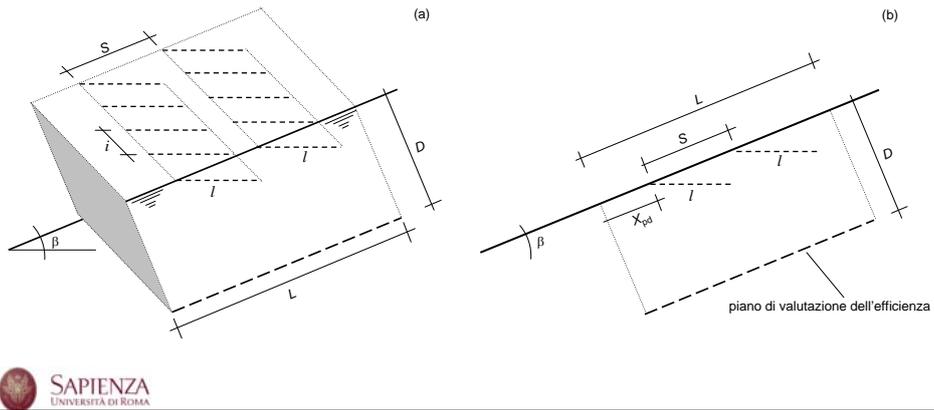
piezometrica imposta -  $h_{av} = f(H)$

$$F_\infty = 1.1$$



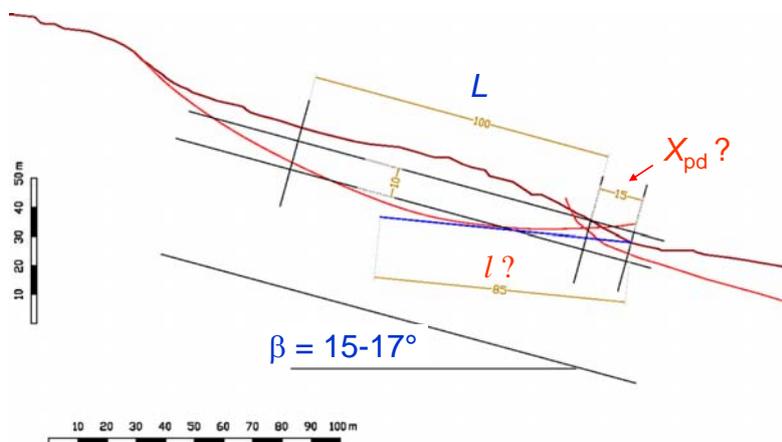
## predimensionamento dreni tubolari

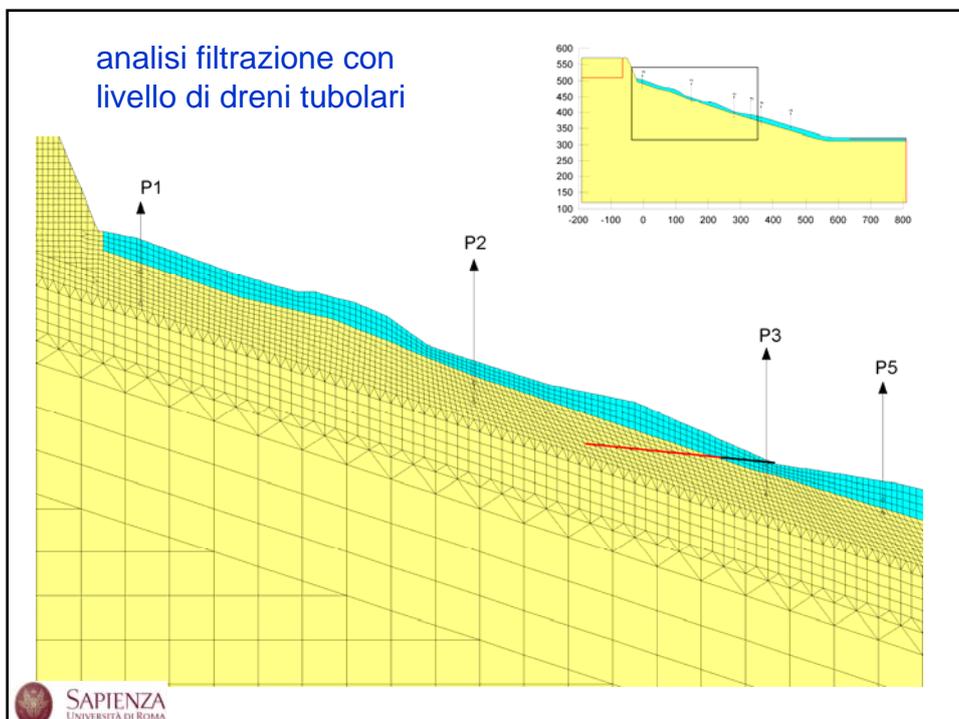
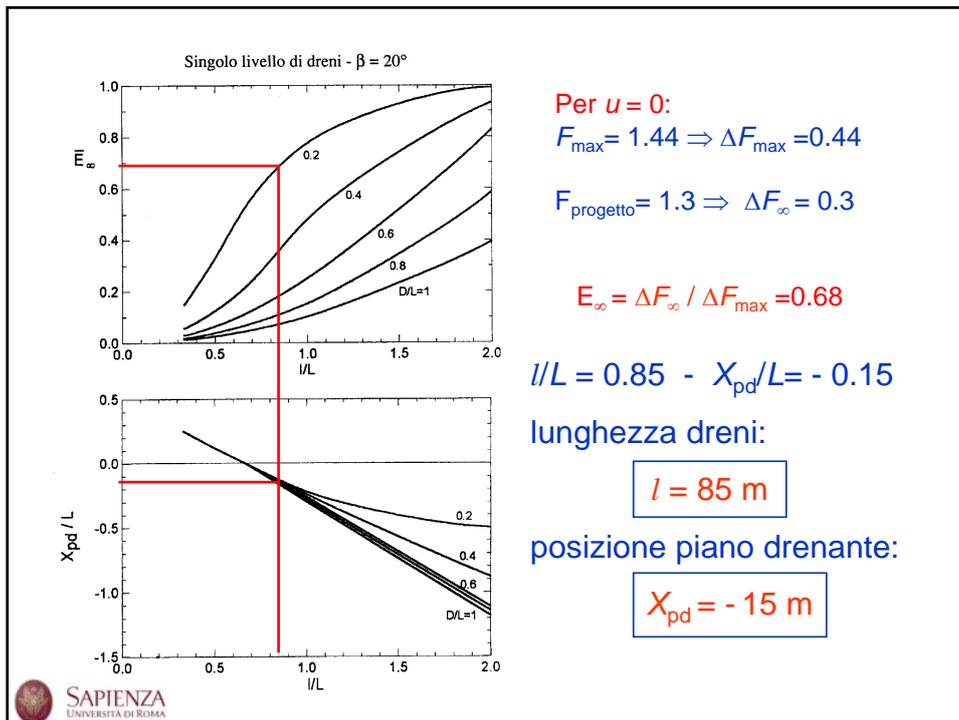
- pendio indefinito
- lama d'acqua
- terreno omogeneo e isotropo in  $K$



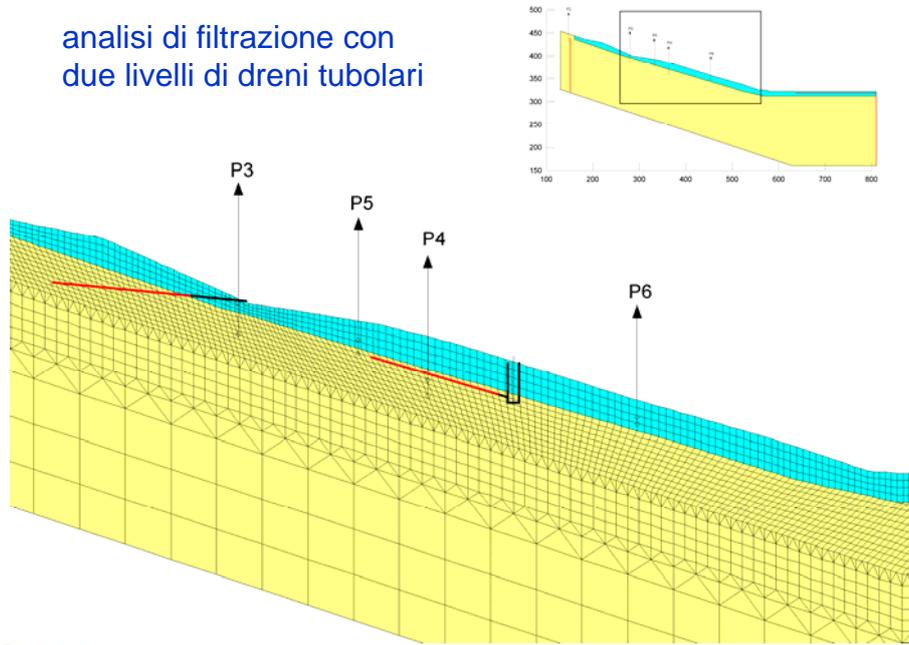
## schema di calcolo

$$L = 100 \text{ m}$$
$$D = 20 \text{ m} \Rightarrow D/L = 0.2$$





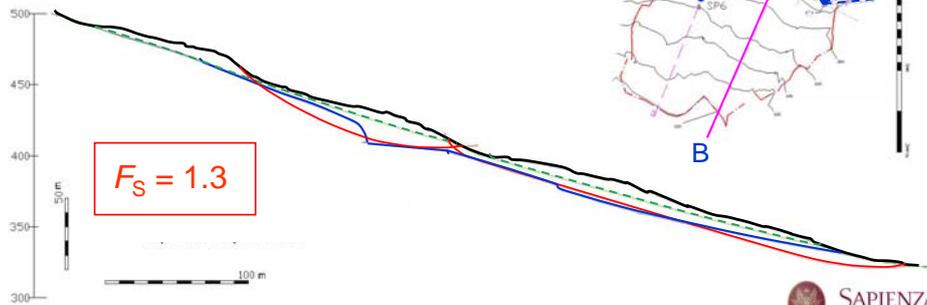
analisi di filtrazione con  
due livelli di dreni tubolari

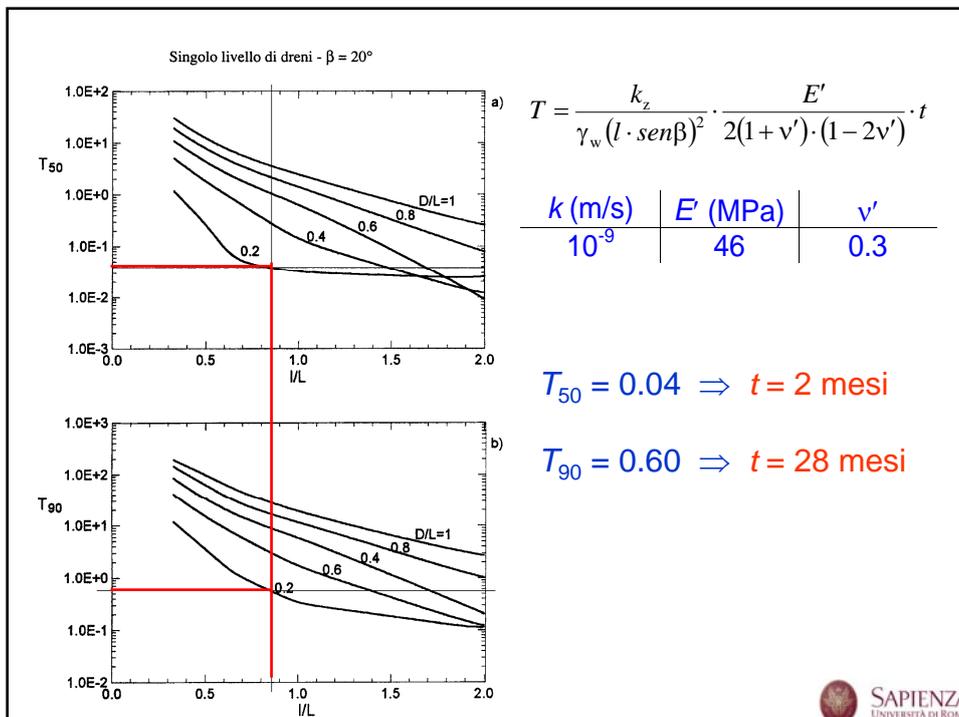
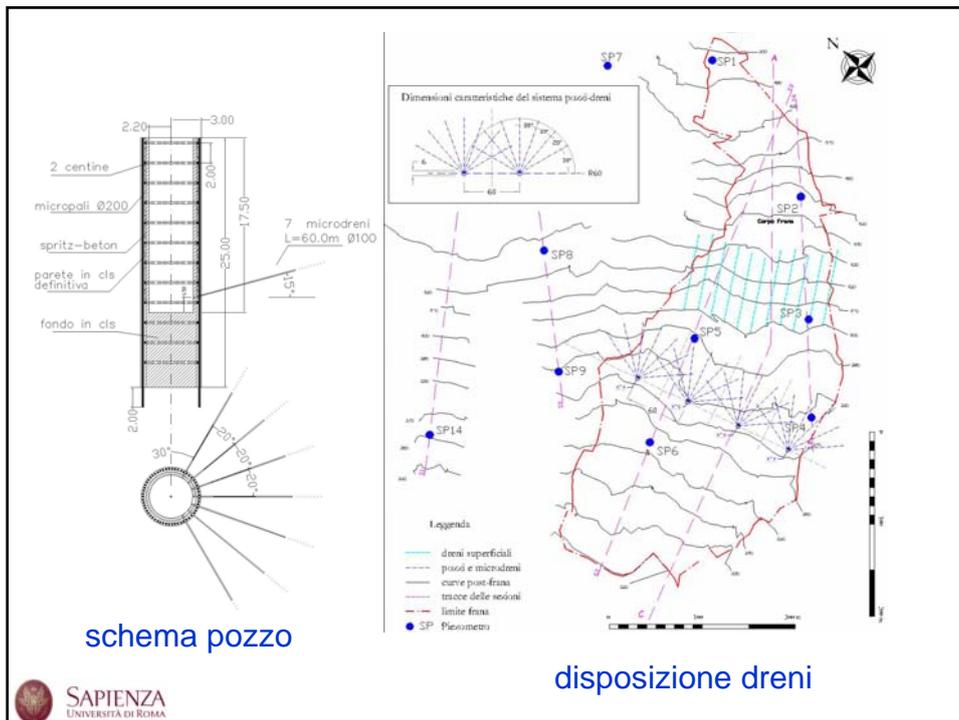


stabilizzazione mediante dreni

monte (400 m s.l.m.):  
dreni tubolari sub-orizzontali  
 $l = 80\text{m} - i < 0.2l = 15\text{m} - \alpha = 10^\circ$

valle (370 m s.l.m.):  
dreni tubolari da pozzo  
 $l = 60\text{m} - z = 16\text{m} - \Delta\theta = 20^\circ - \alpha = 15^\circ$





## conclusioni

### **misure inclinometriche e piezometriche:**

- ricostruzione attendibile del cinematismo di collasso
- valutazione del regime delle pressioni interstiziali calibrato sulle misure

### **prove di laboratorio su campioni di grandi dimensioni:**

- caratteristiche di resistenza rappresentative del comportamento in massa delle argille scagliose
- ⇓
- riproduzione delle condizioni di collasso incipiente sia per le condizioni di innesco (pre-frana) sia per quelle attuali (post-frana)
  - dimensionamento di un intervento di stabilizzazione mediante drenaggi a gravità



## **Analisi, Valutazione e Mitigazione del Rischio Idrogeologico (AVAMIRI)**

Master Universitario di II livello

Università degli Studi di Udine – Facoltà di Ingegneria

## **studio di una frana in argille scagliose e dimensionamento degli interventi di stabilizzazione**



**Sebastiano Rampello**

