

LA FRANA DI COSTA DELLA GAVETA A POTENZA

Roberto Vassallo e Caterina Di Maio
Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata
Università della Basilicata
e-mail: roberto.vassallo@unibas.it, caterina.dimaio@unibas.it

Sommario

In questa nota si riportano ulteriori risultati dello studio della frana di “Costa della Gaveta” a Potenza, già presentato allo IARG del 2006 come analisi preliminare. Nell’ultimo anno sono state eseguite nuove prove di laboratorio, fra cui una prova di taglio diretto a carichi controllati. Sono state effettuate nuove misure piezometriche e inclinometriche e di permeabilità *in situ*. In due verticali sono state installate sonde inclinometriche fisse per valutare le velocità di spostamento. Inoltre sono stati analizzati numericamente i transitori di consolidazione e rigonfiamento associati alla serie storica di piogge. I risultati della modellazione indicano un’attenuazione degli effetti delle piogge con la profondità, in accordo con le misure sperimentali. Ciò sembra giustificare l’andamento delle misure di spostamenti: alle profondità alle quali le pressioni interstiziali risultano poco variabili le velocità di spostamento sono praticamente costanti, mentre a profondità minori si osservano per entrambe le grandezze notevoli variazioni.

Introduzione

Nell’ambito di due convenzioni con la Regione Basilicata si stanno studiando e monitorando, ormai da quasi due anni, due frane nella zona di Potenza denominata Costa della Gaveta. Le frane, che si sviluppano in terreni argillosi estremamente eterogenei e spesso scagliosi, occupano una superficie estesa ed intensamente abitata e sono caratterizzate da rilevante attività, come testimoniano i numerosi dissesti osservati.

L’analisi preliminare di una delle due frane è stata presentata allo IARG del 2006 (Vassallo e Di Maio, 2006). Da allora, sono state effettuate ulteriori misure *in situ* nelle 11 coppie di fori di sondaggio (figura 1) al fine di valutare pressioni interstiziali e deformazioni profonde (per queste ultime, si è utilizzata prima una sonda inclinometrica mobile e, in seguito, anche sonde fisse).

Inoltre l’analisi è stata approfondita tramite nuove prove di laboratorio, misure di permeabilità *in situ*, modellazioni bidimensionali e tridimensionali della distribuzione delle pressioni interstiziali, in condizioni sia stazionarie che transitorie (considerando la serie storica delle piogge).

Nuove misure *in situ*

Le misure inclinometriche sono state effettuate dapprima soltanto con sonda mobile. Risultano esemplificativi i casi delle verticali I3 e I9, riportati in figura 2. Per la verticale I3 del corpo di frana A è stata evidenziata una fascia di scorrimento a circa 10 m di profondità ed una seconda fascia più superficiale, caratterizzata da maggior velocità di deformazione. Per la verticale I9 del corpo di frana B è stata evidenziata una fascia di scorrimento a circa 20 m di profondità.

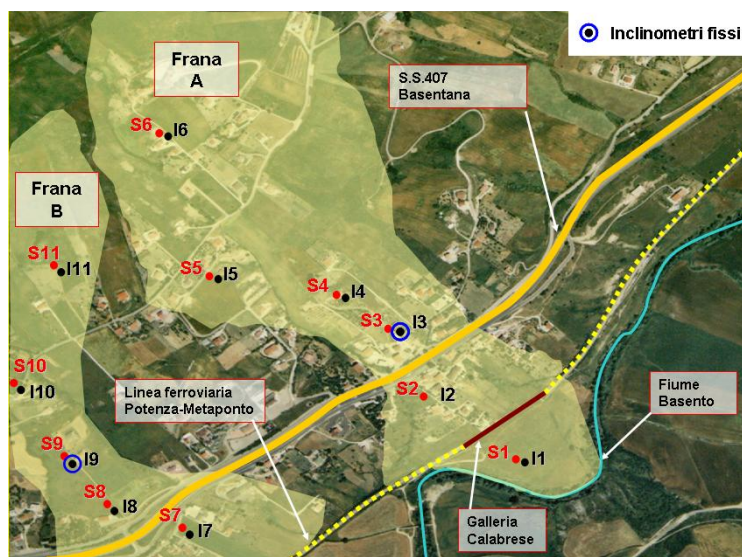


Figura 1. Foto aerea di “Costa della Gaveta con ubicazione delle verticali strumentate.

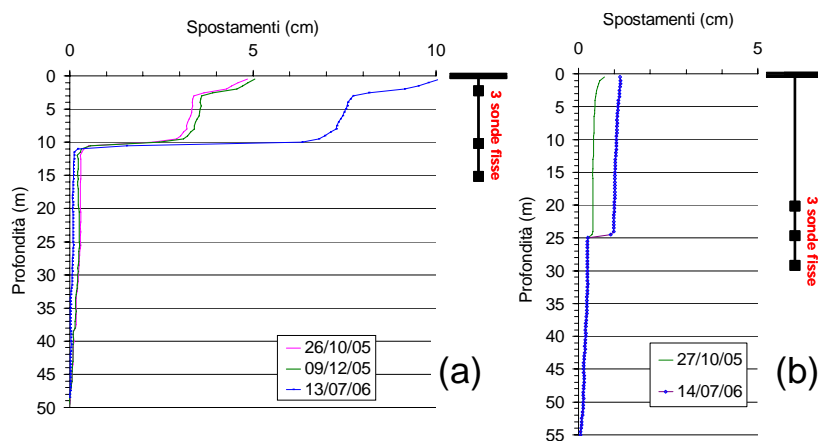


Figura 2. Misure inclinometriche con sonda mobile nelle verticali (a) I3 e (b) I9.

Nelle stesse verticali, a luglio 2006, sono state installate sonde fisse per la misura in continuo degli spostamenti (figura 2). In I3, la sonda centrale ha registrato riduzioni graduali di inclinazione, poi un brusco aumento e solo in seguito, in concomitanza di periodi di piogge, ha mostrato un andamento crescente, come ci si aspettava (figura 3a). Le rotazioni avvengono con velocità variabili, caratterizzate da repentini aumenti e successivi andamenti più regolari. Dalle poche misure effettuate con la sonda mobile non è possibile rilevare se in precedenza si è avuto un simile comportamento. In I9, la sonda centrale ha ruotato con una velocità praticamente costante nel periodo di osservazione, evidenziando quindi una velocità di scorrimento costante delle masse in frana. Questi risultati sono coerenti con quelli delle misure con sonda mobile, come mostra il diagramma “storico” delle rotazioni in figura 3b.

Le misure di pressione interstiziale realizzate in piezometri Casagrande, 2 per ogni foro a profondità diverse, mostrano che dopo un transitorio iniziale le pressioni interstiziali hanno subito oscillazioni pronunciate per i piezometri superiori e poco significative per quelli inferiori. Le celle piezometriche installate in S3 e in S9 hanno mostrato per un periodo letture in sostanziale accordo con quelle dei piezometri, poi sfortunatamente sono andate fuori funzione.

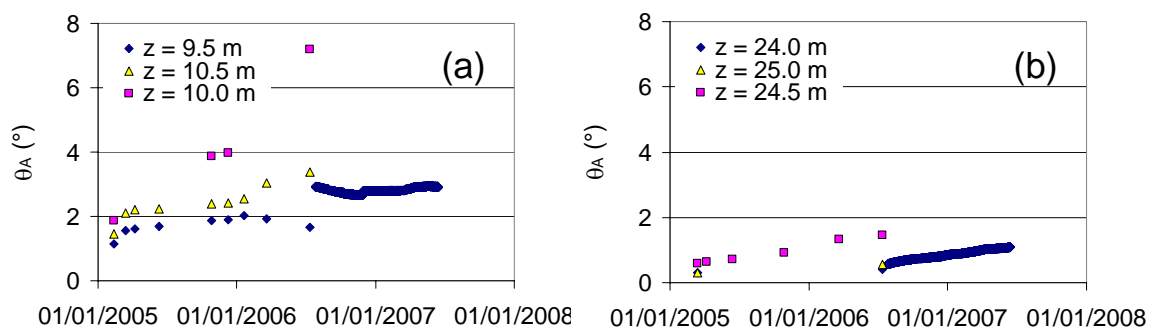


Figura 3. Rotazioni assolute rispetto alla verticale nelle principali fasce di scorrimento delle verticali (a) I3 e (b) I9.

I piezometri sono stati utilizzati per misure di permeabilità in S1, S2, S5, S6, effettuando prove a carico variabile. Lungo ogni verticale, escludendo i risultati del foro S1 in cui il piezometro inferiore ricade nel paleoalveo del fiume Basento, la permeabilità si riduce con la profondità. I valori misurati sono di almeno due ordini di grandezza superiori a quelli ottenuti interpretando i risultati di prove edometriche. Ciò dimostra l'effetto della struttura del materiale a grande scala.

Nuove prove di laboratorio

La sperimentazione di laboratorio è proseguita su campioni indisturbati, in numero non elevato data la natura del terreno, e soprattutto su campioni prelevati dalle cassette e opportunamente ricostituiti. Su questi ultimi, sono state eseguite numerose prove di identificazione, in modo da poter caratterizzare alcune verticali quasi con continuità. Le curve granulometriche testimoniano la disomogeneità anche a piccola scala del materiale. La frazione argillosa è sempre notevole e spesso molto attiva, come mostrato dall'andamento del w_L in funzione della profondità.

La resistenza residua è stata valutata mediante prove di taglio diretto. I valori di ϕ'_R del materiale argilloso si aggirano attorno ai 10° . In alcuni strati, particolarmente attivi, sono stati ottenuti valori bassissimi ($\phi'_R \approx 3^\circ$ per terreno ricostituito con acqua distillata ed esposto allo stesso fluido). Su un campione ricostituito con acqua distillata, proveniente dal sondaggio S3 a profondità di circa 15 m, è stata eseguita dapprima una prova di taglio diretto tradizionale, ottenendo $\phi'_R \approx 8^\circ$ (figura 4). Poi, la configurazione della scatola di taglio è stata modificata per poter effettuare prove a carico orizzontale controllato. Applicando uno sforzo orizzontale tale da mobilitare tensioni tangenziali medie prossime alle τ_R precedentemente misurate, si sono osservati spostamenti orizzontali che procedono alla velocità di circa 2μ a settimana. Considerando una fascia di taglio *in situ* di spessore maggiore di due ordini di grandezza rispetto a quella del

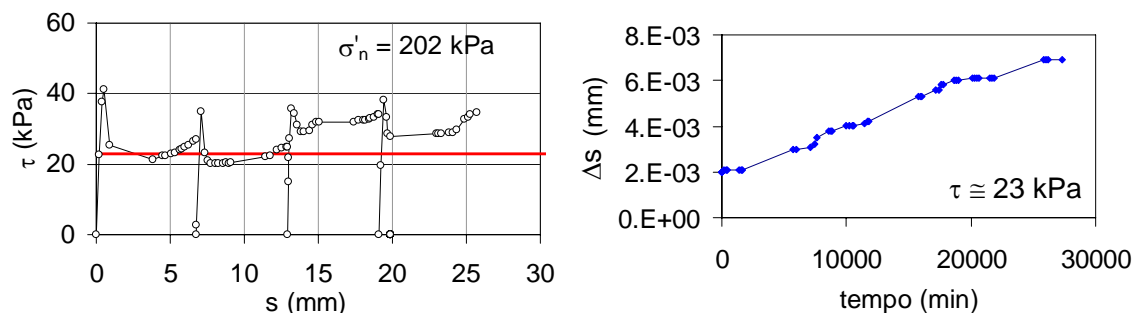


Figura 4. Risultati di una prova di taglio diretto su un campione prelevato a 15 m di profondità dalla verticale I3.

provino di laboratorio, tali deformazioni giustificerebbero uno spostamento orizzontale annuo del piano campagna dell'ordine dei centimetri.

Analisi delle pressioni interstiziali

L'analisi teorica della distribuzione di pressioni interstiziali nella frana A è stata condotta in condizioni stazionarie e transitorie. Per le analisi 2D in condizioni stazionarie sono stati considerati quattro materiali a permeabilità differente: l'argilla è stata suddivisa in due strati con permeabilità in rapporto di 1:10, valori maggiori sono stati utilizzati per le calcareniti in sommità del pendio e per il materiale alluvionale che proviene dal paleoalveo del Basento. I risultati sono in generale accordo con le misure tranne che per le verticali S5 ed S6, a causa di scavi e drenaggi in prossimità della sezione studiata, non considerabili opportunamente nel modello. Per lo studio dei transitori di consolidazione e di rigonfiamento indotti rispettivamente dal tempo asciutto e dalle piogge si è considerata la serie storica delle piogge registrate in una stazione pluviometrica di Potenza. Dal confronto fra l'andamento delle piogge e quello letture piezometriche si è osservato che le pressioni aumentano in corrispondenza di intensità di pioggia [i] maggiori della permeabilità del terreno [k], e diminuiscono o rimangono costanti in caso contrario.

Tra le numerose simulazioni effettuate, quella che conduce a risultati più soddisfacenti considera la condizione al contorno di $u=0$ sul piano campagna quando si ha $i>k$, e di flusso nullo in caso contrario. I risultati ottenuti, riportati in figura 5 per S1, mostrano un buon accordo con le misure. Come atteso, le oscillazioni di h previste diminuiscono con la profondità.

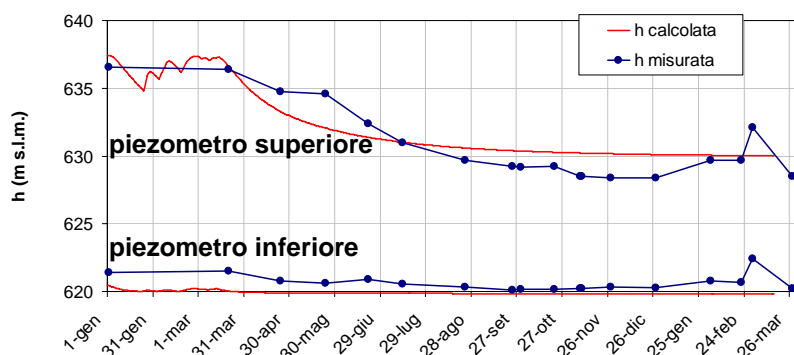


Figura 5. Quote piezometriche in S1: confronto tra misure e risultati della modellazione numerica.

Conclusioni

Il comportamento della frana A risulta inquadrato in modo piuttosto soddisfacente grazie alle numerose misure *in situ*, prove di laboratorio e analisi teoriche finora effettuate. Le misure ed i risultati della modellazione, coerenti tra loro, mostrano un'attenuazione dell'influenza delle piogge con la profondità. Ciò è a sua volta congruente con le misure in continuo di spostamenti: lì dove le pressioni risultano poco variabili, come nella fascia di scorrimento di I9, anche le velocità di spostamento sono praticamente costanti. Al contrario, più in superficie, come nella fascia di scorrimento di I3, entrambe le grandezze subiscono notevoli variazioni nel tempo.

Bibliografia

Vassallo e Di Maio (2006). La frana di Costa della Gaveta a Potenza: analisi preliminare. Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica 2006 - IARG 2006. Pisa, 26-28 Giugno 2006.