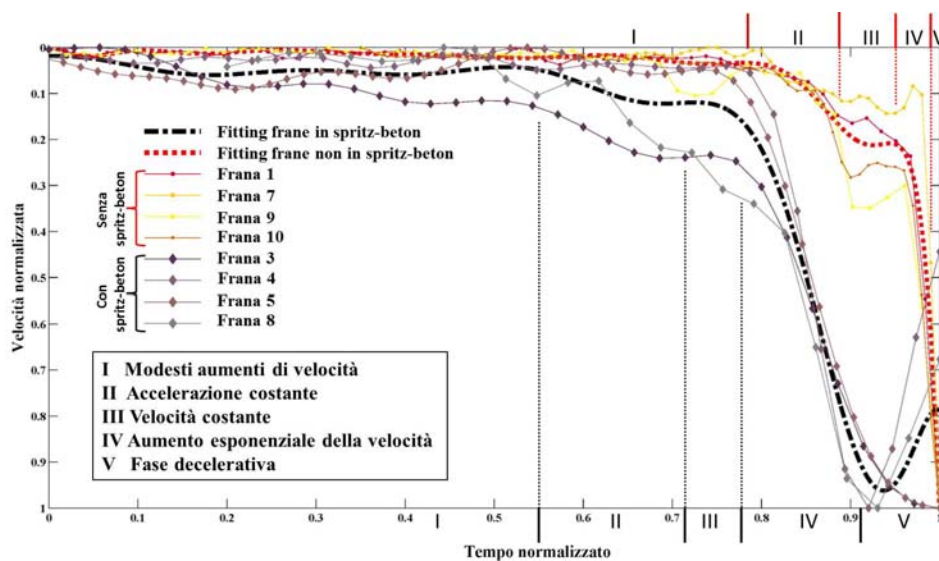


Analisi del comportamento deformativo pre-rottura di frane superficiali tramite monitoraggio con Interferometria SAR Terrestre

Cipriani Ivan⁽¹⁾, Mazzanti Paolo^(1,2,3)

- 1) *Dipartimento di Scienze della Terra, “Sapienza” Università di Roma, P.le Aldo Moro 5, 00185 Roma (Italia), ivan.cipriani@uniroma1.it*
- 2) *CERI, Centro di Ricerca per la Previsione, Prevenzione e Controllo dei Rischi Geologici, “Sapienza” Università di Roma, P.zza U. Pilozzi 9, 00038 Valmontone (Italia)*
- 3) *NHAZCA S.r.l., spin-off “Sapienza” Università di Roma, Via Cori snc, 00177 Roma (Italia)*

Interpretare il comportamento deformativo pre-rottura di un versante instabile è un ambizioso obiettivo nell’ottica della gestione del rischio da frana. Con questa finalità, nel presente lavoro, che costituisce parte delle ricerche svolte dal primo autore nell’ambito della propria tesi di dottorato in Scienze della Terra presso la “Sapienza” Università di Roma, sono presentati i risultati ricavati dall’analisi delle serie temporali di spostamento di dieci frane superficiali verificatesi in un versante oggetto di lavorazioni per la realizzazione dell’imbocco di una galleria stradale. A partire dal 2007, a seguito di un evento di frana che aveva distrutto il portale di ingresso della galleria appena realizzato, il Centro di Ricerca del CERI, Centro di Ricerca per la prevenzione, previsione e controllo dei Rischi Geologici, della “Sapienza” Università di Roma è stato chiamato a realizzare il modello geologico-tecnico del versante e a progettare e gestire un sistema integrato di monitoraggio del versante e delle opere presenti sullo stesso (Bozzano et al. 2008). Il sistema di monitoraggio, attivo anch’esso a partire dal 2007, è costituito da sensori inclinometrici, topografici, piezometrici, meteorologici, celle di carico e soprattutto da un sistema interferometrico SAR terrestre (TInSAR). In particolare il monitoraggio TInSAR, che fornisce immagini di spostamento del versante con una frequenza di campionamento di 5 minuti ed un’accuratezza millimetrica, ha permesso di misurare lo spostamento pre-rottura delle dieci frane verificatesi durante i circa 45 mesi di monitoraggio. Esse coinvolgono ammassi rocciosi costituiti da gneiss fratturato e depositi colluviali per uno spessore massimo stimato di 3 m, con meccanismi del tipo scivolamenti traslazionali. La localizzazione delle frane e il tempo di rottura sono stati confermati dalle immagini acquisite da un sistema fotografico automatico facente anch’esso parte del sistema di monitoraggio del versante. Le frane hanno coinvolto un volume variabile tra 10^1 e 10^3 m³, si sono evolute in lasso di tempo variabile tra 6 ore e 22 giorni e si sono localizzate in corrispondenza di tagli del versante effettuati per la realizzazione di una pista di cantiere; cinque di queste inoltre sono avvenute in porzioni di terreno ricoperte da spritz-beton. Le serie temporali di spostamento di tutti gli eventi mettono in luce un tipico processo evolutivo per creep (Varnes 1982) con l’eccezione della presenza di una fase di decelerazione più o meno marcata che precede la rottura. Più precisamente, le frane che coinvolgono versanti parzialmente coperti da spritz-beton, rispetto alle altre in cui tale copertura non è presente, subiscono in media accelerazioni di entità maggiore ma con spostamenti complessivi e velocità massime più basse, presumibilmente a causa della minore durata complessiva del processo evolutivo (Tab.1). I movimenti di questa tipologia mostrano anche una decelerazione pre-rottura più marcata che, in alcuni casi, conduce anche ad una diminuzione di velocità di movimento che precede la rottura.



In Figura 1 sono rappresentate le serie temporali di velocità di spostamento delle frane in un grafico normalizzato sia nel tempo che nella velocità dove 0 corrisponde all'inizio del movimento e 1 al momento di rottura. Si osserva inoltre come le serie temporali di tutte le frane identifichino quattro fasi di

Fig. 1: grafico delle velocità di spostamento rispetto al tempo. Si precisa che sia i valori di velocità e spostamento sono stati normalizzati.

comportamento in analogia a quanto osservato da Fukuzono e Terashima (1985) negli esperimenti di versanti su scala reale. Le quattro fasi sono caratterizzate dalle seguenti caratteristiche: I) fase con modeste accelerazioni; II) fase ad accelerazione costante; III) fase a velocità costante; IV) fase ad accelerazione esponenziale (Fig.1). Inoltre, è interessante osservare che le due tipologie di frana (con e senza copertura di spritz-beton), presentano una distribuzione evolutiva delle quattro fasi molto diversa tra di loro a testimonianza del diverso comportamento reologico. Tuttavia, a differenza degli esperimenti di Fukuzono e Terashima (1985), svolti in condizione controllate e con carico di precipitazione costante, le 10 frane descritte in questo lavoro mostrano una quinta fase decelerativa che precede il collasso e che è maggiormente accentuata nelle frane avvenute in zone con copertura di spritz-beton.

Tab. 1: media dei parametri più rilevanti delle due tipologie di frane registrate sul versante.

Frane	Volume (m ³)	Tempo di evoluzione (giorni)	Spostamento totale (mm)	Velocità massima (mm/ore)	Massima accelerazione (mm/ore ²)	Tempo tra il picco di accelerazione e il collasso (ore)	Δ accelerazione tra il picco di accelerazione e il collasso (mm/ore ²)
Senza spritz-beton	150.40	6.55	386.25	34.38	14.52	9.17	11.34
Con spritz-beton	251.80	0.74	45.73	18.65	28.18	1.73	48.39

Bibliografia

- Bozzano, F., Mazzanti, P. e Prestininzi, A. 2008. A radar platform for continuous monitoring of a landslide interacting with an under-construction infrastructure. *Italian Journal of Engineering Geology and Environment* 2: 35-50.
- Fukuzono T e Terashima, H. 1985. Experimental study of slope failure in cohesive soils caused by rainfall. *Proc. International Symposium on Erosion, Debris Flow and Disaster Prevention*, Tsukuba, p.346-349.
- Varnes, D.J. 1982. Time-deformation relations in creep to failure of earth materials. *Proceedings of the Seventh Southeast Asian Geotechnical Conference*, (McFeat-Smith & Lumb ed.) Hong Kong, 2: 107-130.