

## **TIPICI MECCANISMI DI INNESCO DI COLATE RAPIDE DI FANGO IN TERRENI PIROCLASTICI**

Leonardo Cascini e Sabatino Cuomo

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Salerno*

[l.cascini@unisa.it](mailto:l.cascini@unisa.it), [scuomo@unisa.it](mailto:scuomo@unisa.it)

### **Premessa**

La presente comunicazione analizza la distribuzione spaziale delle aree nelle quali si originarono, nel maggio 1998, sei tipici meccanismi di innesco di fenomeni franosi che diedero successivamente luogo a colate rapide di fango di grande intensità. In particolare, la posizione delle aree di innesco e le caratteristiche dei fenomeni di primo distacco ad esse associati risultano strettamente connessi all'idrogeologia del substrato carbonatico, all'assetto geomorfologico delle coltri piroclastiche ed agli elementi antropici. Dai risultati conseguiti scaturisce un soddisfacente quadro di riferimento per le fenomenologie esaminate, che può considerarsi uno dei passi fondamentali per una zonazione delle aree a rischio più avanzata, e ad una scala di maggior dettaglio, rispetto a quella attualmente disponibile.

### **Premessa**

Come sottolineato in un'altra comunicazione, le colate rapide di fango pongono, per le aree urbanizzate di più di 200 Comuni della Regione Campania, un rischio da frana che risulta tra i più elevati in Italia (Cascini et al., 2007b). Le azioni intraprese per la mitigazione di tale rischio sono iniziate dopo i tragici eventi del 1998 che, in 5 Comuni della Campania, causarono 160 vittime e danni stimati in 500 milioni di Euro. In particolare, nei suddetti Comuni, si sono pianificati ed eseguiti interventi strutturali, quasi sempre di tipo passivo, mirati alla riduzione delle possibili conseguenze di eventi futuri. A scala areale, sono state perimetrate, in tutta la Regione Campania, le aree a rischio di colata rapida di fango e sono entrate in vigore soglie pluviometriche di allarme per l'evacuazione temporanea delle popolazioni residenti.

Limitando l'attenzione alla perimetrazione delle aree a rischio, si osserva che la cartografia sinora prodotta (a scala 1:25,000) è risultata decisamente affidabile in quanto tutti gli eventi occorsi dopo la sua redazione hanno avuto sede in aree classificate ad alta attenzione e/o rischio (Cascini et al., 2005). Appare, quindi, evidente l'utilità di proseguire le attività intraprese ampliando la scala dello studio (1:5,000 – 1:2,000) ed applicando il "Quantitative Risk Assessment" (Wong, 2005) secondo i più recenti indirizzi forniti a livello internazionale (Corominas et al., 2007). Il QRA richiede, tuttavia, una conoscenza approfondita di numerosi fattori; si citano, tra questi, i meccanismi di innesco dei fenomeni franosi di primo distacco la cui corretta identificazione è da ritenersi propedeutica alla valutazione della pericolosità a scala di dettaglio.

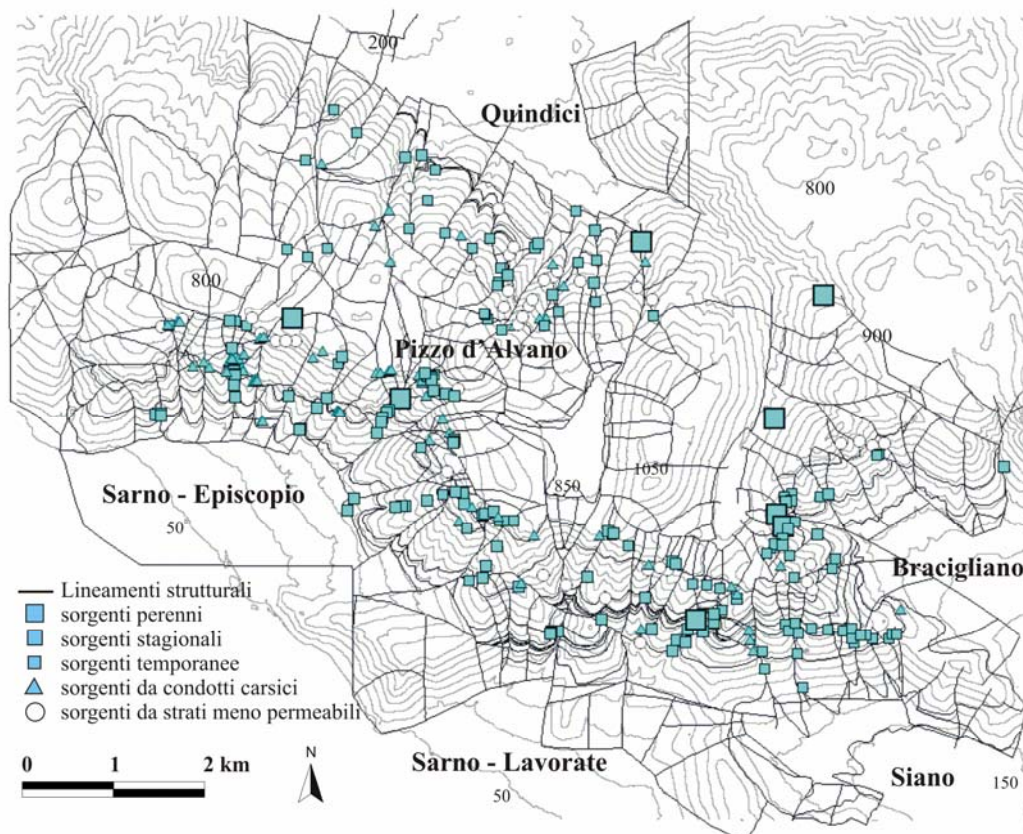
Seguendo la prassi consolidata in ambito geotecnico, che attribuisce grande rilevanza alla back-analysis dei fenomeni occorsi nel passato, la presente comunicazione intende fornire un contributo in tale direzione, soffermandosi sulle colate rapide di fango che, nel maggio 1998, coinvolsero gran parte del massiccio del Pizzo d'Alvano.

## **Individuazione e distribuzione spaziale dei meccanismi di innesco**

Per la rilevanza dei fenomeni occorsi (oltre cento frane in poche ore) e delle conseguenze prodotte nei quattro Comuni ubicati alle pendici del Pizzo d'Alvano (159 vittime), sono presenti in letteratura numerosi contributi scientifici che analizzano la fase di innesco sulla base di analisi morfometriche, geomorfologiche, idrogeologiche nonché geotecniche (Cuomo, 2006; Cascini et al., 2007a). Partendo dalla letteratura scientifica sull'argomento e con l'ausilio di ulteriori rilievi e dati di campo (Cascini et al., 2006b), nel seguito si fornisce un inquadramento dei fenomeni occorsi che deve considerarsi l'indispensabile presupposto per il conseguimento degli obiettivi delineati in premessa.

Il Pizzo d'Alvano è un massiccio carbonatico costituito da una sequenza di strati calcarei e dolomitici altamente fratturati e carsificati. Nella parte sommitale del massiccio, gli strati sono caratterizzati da un regime idrico sospeso che dà origine, lungo i versanti, a numerose sorgenti (perenni, stagionali e temporanee) collocate a differenti altitudini e caratterizzate da differenti portate (da  $10^{-6}$  m<sup>3</sup>/s a  $10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s) (Cascini et al., 2007a) (Fig. 1). Attraverso l'analisi strutturale del substrato è possibile porre in relazione alcune tipologie di sorgenti a sistemi di fratture che costituiscono strutture a forma di cuneo capaci di favorire la percolazione dell'acqua verso il loro apice inferiore. Altre sorgenti possono essere associate a condotti carsici oppure ad orizzonti meno permeabili all'interno del substrato.

Passando ai depositi piroclastici suscettibili di fenomeni di primo distacco, si osserva che lungo i versanti gli ambiti geomorfologici più significativi sono i bacini di ordine zero, i versanti piatti, le testate di impluvi ed i fianchi dei canali (Fig. 2), che risultano non casualmente distribuiti sul Pizzo d'Alvano e possono inquadrarsi in tre modelli di versante corrispondenti a diversi settori del massiccio (Cascini et al., 2007a).



*Figura 1. Mapa idrogeologica del Pizzo d'Alvano (da Cascini et al., 2007a).*

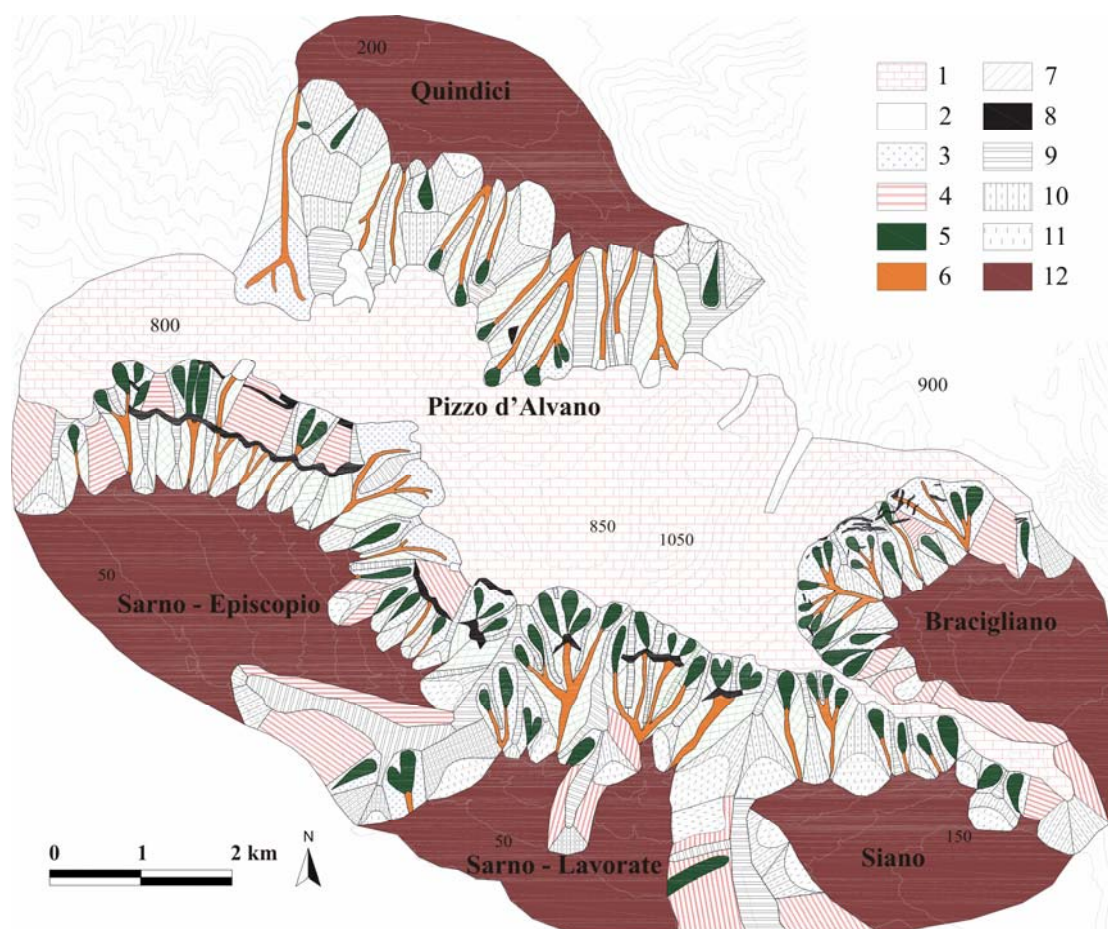


Figura 2. Mappa geomorfologia. 1) sommità, 2) vallone interno, 3) testata di impluvio, 4) versane aperto, 5) bacini di ordine zero, 6) canale principale, 7) fianchi vallivi, 8) scarpata del substrato, 9) displuvio, 10) faccette triangolari, 11) talus, 12) conoide (da Cascini et al., 2007a).

La sovrapposizione della carta geomorfologica (Fig. 2), di quella idrogeologica (Fig. 1), dei principali fattori antropici (sentieri e tagli all'interno delle coltri piroclastiche) e delle aree di innesco dei fenomeni occorsi nel maggio 1998 consente di delineare, sull'intero Pizzo d'Alvano, la distribuzione spaziale dei meccanismi di innesco (Fig. 3), discussi in dettaglio da Cascini et al. (2006a, 2007b). In particolare, le tipiche aree di innesco sede dei fenomeni di primo distacco differiscono per forma (affusolata, triangolare, a grappolo, lineare o composita), estensione (da 100 m<sup>2</sup> a 20.000 m<sup>2</sup>) ed ambito geomorfologico (bacino di ordine zero, versante aperto, testata di impluvio). Inoltre, i meccanismi di innesco ad esse associati si differenziano notevolmente in quanto legati a molteplici fattori quali: le immissioni dal substrato, l'impatto di masse di terreno instabili, nonché portate idriche concentrate e ruscellamento superficiali (Cascini et al., 2007a).

Ai fini dell'applicazione del QRA, i meccanismi di innesco, individuati essenzialmente sulla base di criteri geologici, devono essere necessariamente validati con modelli geotecnici a piccola e grande scala. Esempi in tal senso, sono forniti a piccola scala per il meccanismo di innesco M1 in Cascini et al. (2006a) e per il meccanismo M4 in Sorbino et al. (2007). Esempi di validazione a grande scala sono proposti in Cascini et al. (2006a) per il meccanismo di innesco M1 ed in Cuomo (2006) per i meccanismi di innesco M2 ed M3.

In definitiva, i risultati sin qui conseguiti appaiono più che promettenti e lasciano intravedere la concreta possibilità di compiere gli indispensabili passi per l'applicazione del QRA ai fenomeni di colata rapida che si verificano nei depositi piroclastici della regione Campania.

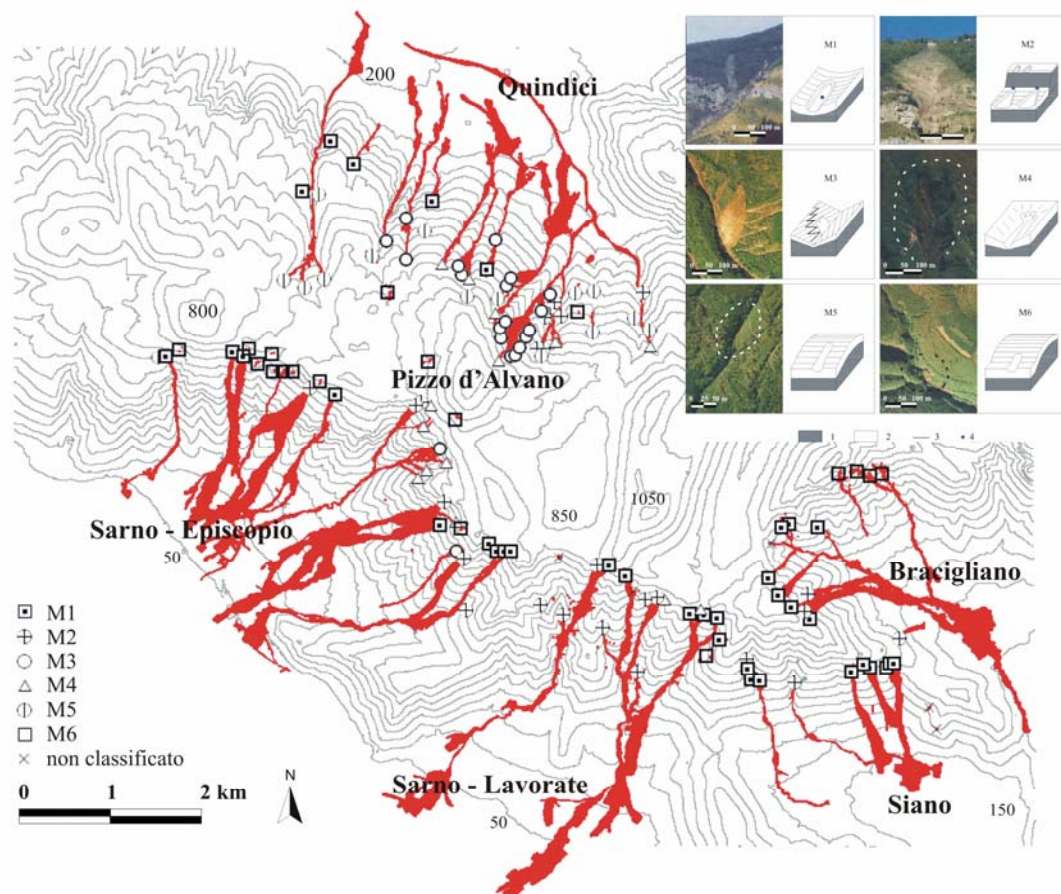


Figura 3. Tipici meccanismi di innesco delle colate rapide del maggio 1998 (da Cascini et al., 2007a).

## Bibliografia

- Cascini L., Bonnard C., Corominas J., Jibson R., Montero-Olarte J. (2005). Landslide hazard and risk zoning for urban planning and development. In *Landslide Risk Management* O. Hungr, R. Fell, R. Couture and E. Eberhardt eds., Taylor and Francis, London. pp. 199 – 235.
- Cascini L., Cuomo S., Sorbino G. (2006a). Flow-like mass movements in pyroclastic soils: remarks on the modelling of triggering mechanisms. *Italian Geotechnical Journal* 4, pp. 11 – 31
- Cascini L., Guida D., Sorbino G. (2006b). Il presidio territoriale: un'esperienza sul campo. GNDICI-CNR Editore, pp. 139.
- Cascini L., Cuomo S., Guida D. (2007a). "Typical source areas of May 1998 flow-like mass movements in the Campania region, Southern Italy" (sottoposto a Engineering Geology).
- Cascini L., Ferlisi S., Vitolo E. (2007b). Rilevanza del Rischio da Frana nella Regione Campania. *Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica, IARG 2007*. Università degli Studi di Salerno.
- Corominas J., Fell R., Bonnard C., Cascini L., Leroi E., Savage B. (2007). Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning, (in corso di redazione).
- Cuomo S. (2006). Geomechanical modelling of triggering mechanisms for flow-like mass movements in pyroclastic soils. Tesi di dottorato, Università di Salerno, pp. 274.
- Sorbino G., Sica C., Cascini L., Cuomo S. (2007). On the forecasting of flowslides triggering areas using physically based models. *Atti della First North American Landslide Conference*, (Colorado, USA), Schaefer, Schuster, Turner eds, AEG Special Publication 23, pp. 305 – 315.
- Wong H.N. (2005). Landslide risk assessment for individual facilities. In *Landslide Risk Management*, O Hungr, R Fell, R Couture and E Eberhardt eds., Taylor and Francis, London, pp. 237 – 298.