



# **V** Convegno Nazionale dei **Giovani Ricercatori** di Geologia Applicata

**Università degli Studi  
di Cagliari**

**8-11 Ottobre 1996**



## **V** **Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori di Geologia Applicata**

**EVENTI DI PIOGGIA E FASI DI ATTIVITÀ DI UNA FRANA  
NEI PRESSI DI CALCIANO IN BASILICATA**

Maurizio Polemio & Francesco Sdao

## V Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori in Geologia Applicata

### EVENTI DI PIOGGIA E FASI DI ATTIVITÀ DI UNA FRANA NEI PRESSI DI CALCIANO IN BASILICATA

Maurizio POLEMIO, Consiglio Nazionale delle Ricerche, CERIST, Bari  
Francesco SDAO, DISGG, Università degli Studi della Basilicata, Potenza

**RIASSUNTO.** Nel lavoro vengono illustrati ed interpretati i risultati degli studi geologici, geomorfologici ed idrologici condotti al fine di accertare i caratteri geomorfologici ed evolutivi di un complesso e profondo movimento di massa e, in particolare, il ruolo svolto dalle piogge sulle sue periodiche rimobilitazioni prodottesi nel recente passato e che si sono rese responsabili di significativi danni alla linea ferroviaria Potenza - Metaponto.

#### 1. FINALITA' DELLO STUDIO

Da alcuni anni gli scriventi, nell'ambito di un organico progetto di ricerca, indagano sul ruolo svolto dalle piogge, di diverso tipo ed intensità, sulla notevole franosità che caratterizza l'Appennino meridionale, con particolare riguardo alle frane profonde (D'ECCLESIIIS *et alii*, 1991; POLEMIO, 1993 e 1996; POLEMIO & SDAO, 1996 a, b, c). Tali studi hanno evidenziato che: sono molto diversi e complessi i fenomeni che permettono alle piogge di condizionare la stabilità dei versanti; per un corretto approccio non si può prescindere da un'esaustiva conoscenza dei caratteri geomorfologici ed evolutivi della frana, in modo da interpretare opportunamente i risultati dell'analisi idrologica. Per quanto il metodo idrologico-statistico utilizzato (POLEMIO 1993; POLEMIO & SDAO, 1996 a) si ispiri allo studio delle relazioni tra piogge e piene, gli autori evidenziano che nello studio degli eventi piogge-frane sarebbe un grave errore non considerare le profonde mutazioni che l'oggetto dello studio, il versante, subisce a causa del movimento di massa, al contrario di quello che succede al bacino idrografico, oggetto dello studio piogge-pienu, che può ritenersi immutato al succedersi degli eventi alluvionali.

Nel lavoro, che prende le mosse da ricerche precedenti (GRASSI *et alii*, 1993; POLEMIO & SDAO, 1996 a), si illustrano ed interpretano i risultati degli studi geomorfologici ed idrologici che hanno interessato un imponente corpo di frana antico presente nei dintorni di Calciano, nella media valle del Fiume Basento (Basilicata) (Fig. 1). Tale movimento di massa ha subito, nel recente passato, varie fasi di parziale attivazione; le più significative fasi di movimento, prodottesi in periodi particolarmente piovosi, si sono rispettivamente verificate nel Maggio del 1985 e nell'inverno del 1991, periodo quest'ultimo per cui non sono disponibili dati idrologici.

Tali rimobilitazioni si sono rese responsabili di gravi danni ad un'importante linea ferroviaria che si sviluppa sul corpo di frana; per sopperire a tali situazioni di pericolo e di disagio, sono stati eseguiti interventi di consolidamento del corpo franoso (COTECCHIA & MONTERISI, 1995). L'evento del 1991 si è verificato quando erano già stati realizzati rilevanti interventi di stabilizzazione, che hanno mutato significativamente il corpo di frana. Pertanto, nel seguito sarà soltanto affrontata la discussione dell'evento di rimobilitazione del 1985.

I caratteri geomorfologici ed evolutivi della frana sono stati individuati e ricostruiti ricorrendo a rilievi di campagna, all'analisi di foto aeree di date diverse e all'interpretazione dei dati provenienti da indagini geognostiche e dalla letteratura (GRASSI *et alii*, 1993). La situazione geomorfologica ricostruita si riferisce a quanto presente prima degli interventi di stabilizzazione della frana, che ne hanno sostanzialmente modificato l'aspetto, specie per quanto riguarda la sua porzione medio-bassa.

Le connessioni esistenti fra le piogge cadute e le mobilitazioni franose recenti vengono discusse ricorrendo a un semplice modello empirico di natura idrologico-statistica, già proficuamente utilizzato (POLEMIO 1993; POLEMIO & SDAO, 1996 a, c). Il modello consente di quantificare il carattere di eccezionalità dell'evento meteorico associabile alla frana mediante lo studio dei massimi valori assunti dalla variabile idrologica prescelta. Tale risultato permette di stabilire con quale ciclicità statistica il pendio è stato soggetto a condizioni idrologiche analoghe a quelle esaminate.

## 2. GEOLOGIA DELL'AREA

La frana è situata lungo il versante destro della media valle del Fiume Basento, a qualche Km ad Ovest dell'abitato di Calciano (Basilicata) (Fig. 1). In quest'area, posta nelle immediate vicinanze del fronte di accavallamento delle coltri appenniniche sui depositi plio-pleistocenici della Fossa Bradanica, affiora essenzialmente la Formazione di Serra Palazzo (Miocene superiore-medio), facente parte delle Unità Irpine (BOENZI *et alii*, 1968; S.G.I., 1969; BOIANO *et alii*, 1994). Tale formazione, quando non disturbata e/o dislocata da movimenti di massa, è ivi costituita da una fitta quanto irregolare successione di marne, di marne argillose e di argille marnose grigiastre, di calcari e di calcari marnosi biancastri, di calcareniti grigie. A luoghi, specie nella parte alta della successione, sono ospitati abbondanti livelli e banchi di arenarie ben cementate, a grana da media a fina. I terreni in parola, caratterizzati da una netta stratificazione, in strati e banchi potenti rispettivamente 30÷40 cm e 1÷2 m, risultano essere intensamente e diffusamente fratturati e deformati. L'assetto strutturale è controllato da una monoclinale orientata in senso NW-SE o NNW-SSE immergente verso SW o W e con inclinazioni anche molto accentuate (50÷60°).

## 3. LA FRANA ESAMINATA

La frana esaminata si è originata al margine settentrionale di un'estesa area (più di 20 Km<sup>2</sup>) intensamente e diffusamente interessata da deformazioni gravitative profonde di versante e da grandi frane, rispettivamente riconducibili ad espandimenti laterali e a scorrimenti rototraslazionali multipli e grandi colate. In particolare, essa si sviluppa al piede di un significativo fenomeno di espandimento laterale. Gli effetti e le rotture causate dalle D.G.P.V. hanno rappresentato una delle principali e più remote cause della frana in esame e della diffusa franosità che caratterizza le aree limitrofe. I caratteri geomorfologici ed evolutivi e le cause di tali grandi movimenti di massa sono stati esaminati e discussi in altri studi, ai quali si rimanda per un'esaustiva descrizione (GRASSI *et alii*, 1993).

### 3.1. Caratteri geomorfologici della frana

La frana è riconducibile ad uno scorrimento rototraslazionale multiplo, profondo, antico e quiescente (Fig. 2). La sua scarpata principale, in varia misura degradata, si sviluppa tra 400 e 325 m s.l.m.; il piede della frana è in parte sepolto sotto un modesto spessore di alluvioni recenti ed attuali del F. Basento (Fig. 3). Il corpo di frana è lungo circa 500 m, è largo mediamente 300 m ed è dotato di una pendenza media di circa 20°. La superficie di scorrimento principale, modellata nella Formazione di Serra Palazzo, è stata individuata ad una profondità massima di circa 35÷40 m (Fig. 3).

Subito a valle dell'isoipsa 350 m, l'ammasso di frana è frazionato in due distinti corpi detritici caratterizzati da evidenti scarpate (sviluppatasi tra le quote 350÷325 m s.l.m.) e da cigli secondari di

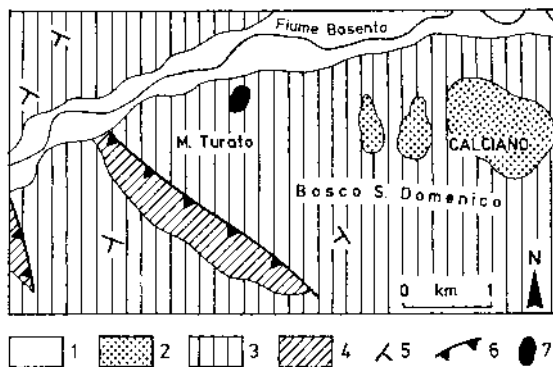


Fig. 1 - Schema geologico. 1) Depositi alluvionali, 2) Terreni sabbioso-argillosi (Pliocene). 3) Formazione di Serra Palazzo (Miocene superiore - medio), 4) Flysch Numidico (Miocene inferiore-medio), 5) giacitura degli strati, 6) sovrascorrimento, 7) ubicazione della frana esaminata.

distacco e da rotture (Fig. 2). Scarpate di minore entità e corpi di frana superficiali, sovrainposti a quello principale, sono presenti al di sotto della linea ferroviaria e testimoniano le periodiche rimobilitazioni parziali subite dalla frana in esame (Fig. 2).

Accurate indagini di campagna (sondaggi geognostici, misure inclinometriche, rilievi periodici dell'umidità e della densità in sito, prove di laboratorio) hanno permesso anche di individuare, all'interno del corpo di frana, due distinte porzioni, litologicamente e strutturalmente omogenee. In particolare, nei primi 20 metri di spessore, il corpo di frana risulta essere costituito da materiale argilloso-marnoso detritico, ospitante abbondante pezzame calcareo-marnoso; da circa 12÷15 m fino a 20 m di profondità dal p.c., grossi blocchi marnoso-calcarei, stratificati e a giacitura molto

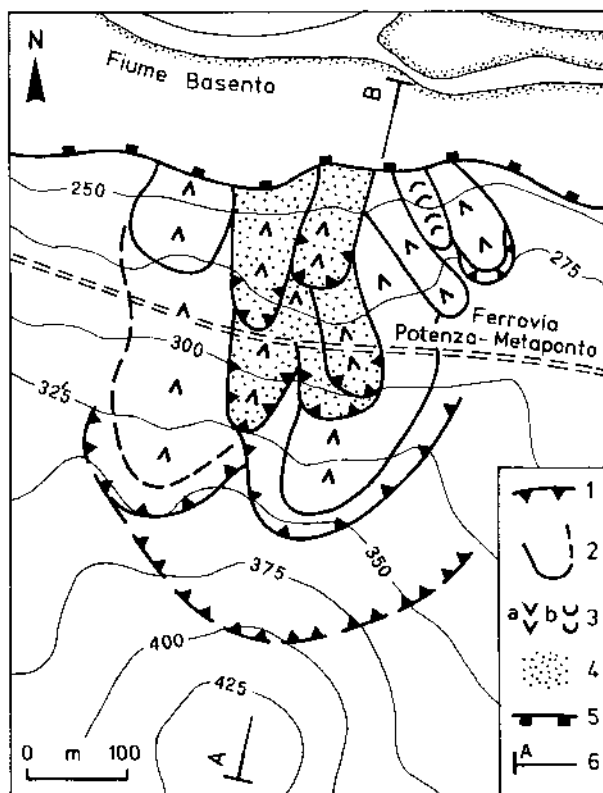


Fig. 2 - Schema geomorfologico della frana ( da GRASSI et alii, 1993, mod.). 1) Scarpatata di frana; a tratteggio quando degradata, 2) limite di corpo di frana; a tratteggio quando degradato o incerto, 3) scorrimento rorotraslazionale (a) e colata (b), 4) area interessata dalla rimobilizzazione franosa del maggio del 1985, 5) scarpata di terrazzo fluviale, 6) Traccia di sezione.

innescatesi in periodi particolarmente piovosi. L'ultima fase di riattivazione parziale è avvenuta nell'inverno 1991.

I periodici e in varia misura significativi movimenti della frana hanno generato gravi dissesti alla linea ferroviaria Metaponto-Potenza, che, sviluppantesi a mezzacosta, attraversa il corpo di frana. Tale critica situazione di instabilità del versante ha reso necessari appropriati interventi di consolidamento (COTECCHIA & MONTERISI, 1995).

Rilevanti danni alle infrastrutture ferroviarie si sono verificati a seguito dell'importante fase di rimobilizzazione della frana avvenuta nel 1985. In particolare, le prime avvisaglie di tale rimobilizzazione si sarebbero avute nell'ultima settimana del mese di aprile 1985, mentre la vera e propria fase di riattivazione franosa si sarebbe prodotta nei primi giorni del successivo mese di maggio.

Come si evidenzierà meglio successivamente, nei primi mesi del 1985 la zona di Calciano, e tutta la media valle del Basento, è stata sconvolta da intensi e prolungati eventi di pioggia.

La rimobilizzazione franosa ha interessato la porzione medio-bassa del preesistente corpo di frana, sviluppantesi, per circa 250 m di lunghezza, tra le quote 325 e 240 m s.l.m. (Fig. 2); lo spessore massimo di materiale rimobilizzato è stato dell'ordine dei 20 m (Fig. 3). In superficie il movimento franoso si è manifestato con scarpate, alte al massimo 1 ÷ 2 m, zone di rottura, rigonfiamenti e, nella parte bassa dell'area coinvolta, con alcune depressioni morfologiche. Gli spostamenti orizzontali subiti dalla parte più superficiale dell'ammasso rimobilitatosi sono stati dell'ordine di pochi metro. In profondità la rimobilizzazione franosa si è prodotta lungo due ben distinte superfici di scorrimento, rispettivamente ubicate a profondità massime di circa 10 ÷ 12 m e di 20 m dal p.c. (Fig. 3). L'attività del corpo di frana è durata alcuni mesi, anche se caratterizzata, lungo le predette superfici di scorrimento, da modestissimi spostamenti, dell'ordine di grandezza di alcuni millimetri al mese.

inclinata, si ritrovano imballati nel materiale detritico. I rilievi eseguiti con sonde a radioisotopi hanno evidenziato valori di contenuto naturale d'acqua variabili tra il 5% (in corrispondenza dei livelli marnoso-calcarei) e il 40% (tipici dei livelli marcatamente detritici); il peso di volume del secco è risultato essere variabile tra 13 e 18 KN/m<sup>3</sup> (Fig. 4) (GRASSI et Alii, 1993; COTECCHIA & MONTERISI, 1995). La porzione inferiore del corpo di frana, sviluppantesi mediamente tra i 20 m ed i 35 ÷ 40 m circa di profondità dal p.c., è costituita da grosse bancate calcareo-marnose e calcarenitiche, fortemente disturbate e fratturate che si alternano con livelli, potenti anche qualche metro, di materiale detritico argilloso-marnoso. Siffatta porzione del corpo di frana ha mostrato valori di umidità in sito via via minori all'aumentare della profondità, variabili tra il 30 e il 5 %; il peso di volume del secco aumenta con la profondità, passando da valori minimi dell'ordine di 18 a valori massimi di circa 24 KN/m<sup>3</sup> (Fig. 4).

### 3.2 La rimobilizzazione franosa del Maggio 1985

L'antico corpo di frana è stato interessato, nel recente passato, da un'evidente evoluzione geomorfologica, estrinsecatasi mediante alcune significative, seppur parziali, rimobilizzazioni, non di rado

avvenuta

#### 4. LA STATISTICA IDROLOGICA APPLICATA AI VALORI ESTREMI DELLE PIOGGE CUMULATE

Determinare l'influenza delle precipitazioni sulle frane richiede un approccio completo, possibile se si matura una conoscenza globale del comportamento dei terreni costituenti il pendio. A tal fine si devono ricostruire le modalità di deflusso superficiale e sotterraneo, focalizzando l'attenzione, in questo secondo caso, sulla filtrazione, sia nella zona satura che in quella non satura, realizzando dei modelli idrologici completi di versante (BEVEN *et alii*, 1987; CALVER & WOOD, 1991). Una recente e interessante esperienza è stata condotta per una frana, dello spessore massimo di 25 m, che ha coinvolto una coltre detritica formatasi per alterazione di rocce gneissiche (CASCINI *et alii*, 1995). Comunque, nonostante la complessità, tali modelli non tengono conto di alcuni fenomeni non trascurabili, come il contro flusso dell'aria nella zona non satura (BRUSTKERN & MOREL-SEYTOUX, 1970).

Qualora siano indisponibili i numerosi e costosi dati necessari, preziose indicazioni vengono fornite dai semplici modelli idrologici. Si tratta generalmente di modelli empirici o semiempirici di analisi della relazione precipitazioni-frana. Tra questi, i modelli idrologico-statistici studiano il carattere di eccezionalità dell'evento meteorico associabile alla frana; in particolare, analizzano i massimi valori assunti dalla variabile idrologica prescelta (POLEMIO, 1993). Il carattere di eccezionalità dell'evento pluviometrico associato alla frana si può esprimere, grazie a tali modelli, in termini di tempo di ritorno. Tale risultato permette di stabilire con quale ciclicità statistica il pendio è stato soggetto a condizioni idrologiche analoghe a quelle esaminate.

Rinviano per brevità alla bibliografia, negli studi idrologico-statistici si suggerisce l'applicazione di due funzioni della distribuzione della probabilità, utilizzate in questo caso nel caso di studio (POLEMIO, 1993; POLEMIO & SDAO, 1996 a).

La funzione GEV (Generalized Extreme Value), di cui la ben nota funzione di Gumbel è un caso particolare, è univocamente definita da solo tre parametri, di scala, di posizione e di forma.

L'esperienza ha dimostrato che le tradizionali funzioni di distribuzione della probabilità, quali quella di Gumbel o la GEV, sono incapaci di soddisfare la condizione di separazione. La condizione si manifesta mediante il rilevamento di pochi valori, denominati *estranei*, tanto eccezionali e tanto significativamente più grandi degli altri, da sembrare statisticamente separati dai restanti. Per recepire tale effetto si fa ricorso a distribuzioni di probabilità definite mediante la sovrapposizione di due o più distribuzioni, ciascuna relativa ad una sola popolazione riconoscibile. Un esempio di tali funzioni è rappresentata dalla funzione di distribuzione della probabilità definita mediante un modello a doppia componente (ROSSI *et alii*, 1984). Si tratta di funzioni a quattro parametri quale la TCEV (Two Component Extreme Value) che nascono dalla sovrapposizione di due funzioni applicate alla stessa serie di dati.

Il ricorso alla miscela di funzioni non ha solo una valenza statistica ma può presentare un significato fisico. PEGRAM & ADAMSON (1988) hanno applicato la funzione TCEV alle piogge di alcuni

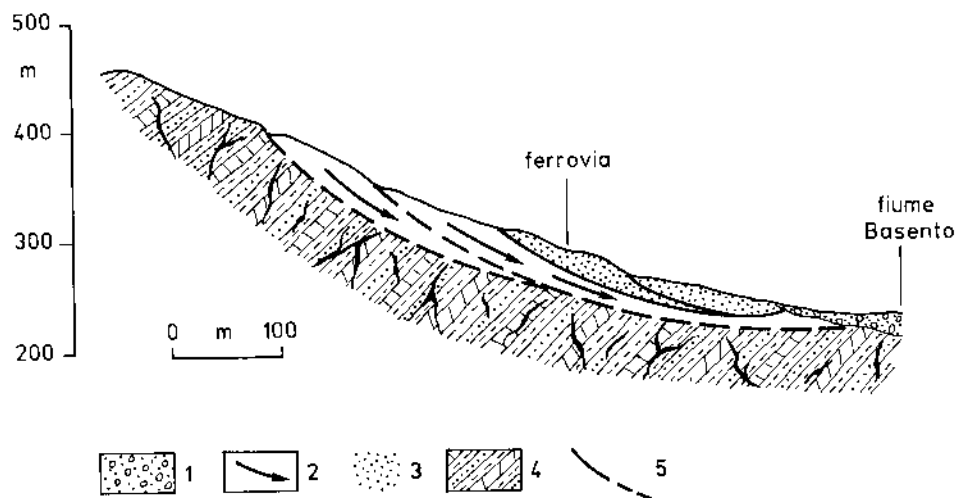


Fig. 3 - Sezione Geomorfologica. 1) Depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Basento. 2) detriti di frana, 3) corpi di frana rimobilitatisi nel maggio 1985, 4) Formazione di Serra Palazzo interessata da deformazioni gravitative profonde di versante, 5) superficie di scorrimento; in continuo sono riportate le superfici di rottura delle rimobilitazioni del maggio 1985

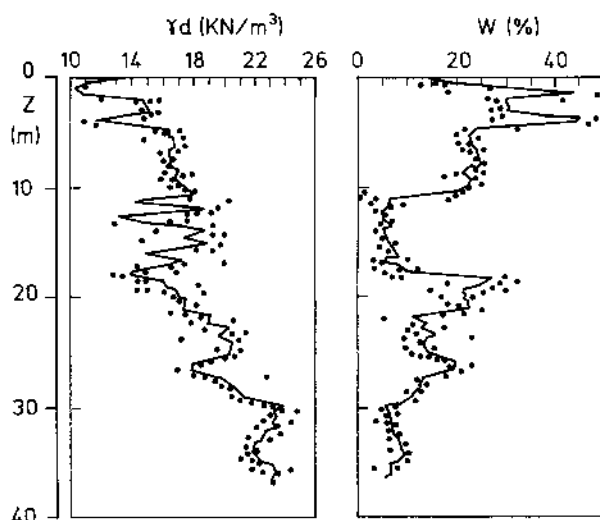


Fig. 4 - Andamento, con la profondità, del contenuto naturale d'acqua del peso di volume del secco dei terreni di frana, ricavato da rilievi eseguiti con sonde a radioisotopi (da GRASSI et alii, 1993).

parte, il numero limitato di dati disponibili rende le funzioni sempre più imprecise e inefficienti al crescere del numero di parametri; inoltre crescono le difficoltà connesse alla determinazione del valore dei parametri stessi. Si dovrà quindi procedere per gradi, valutando l'attendibilità del risultato (POLEMIO, 1993). L'uso della funzione GEV, a tre parametri, è ormai molto diffuso e sostituisce quello della funzione di Gumbel, ma è di limitata efficacia nei casi in cui si manifesti la condizione di separazione. In tali casi si giustifica il ricorso alle più complesse miscele di funzioni quali la TCEV.

territori dell'Africa meridionale. In tale contesto, le piogge sono dovute a due differenti tipi di perturbazioni, uno a scala locale, che induce piogge intense più frequenti e meno rilevanti, e l'altro dovuto ai cicloni. La TCEV interpreta perfettamente la natura delle due popolazioni di dati, quella legata ai fenomeni meteorologici locali, associati alla funzione di base, e quella dovuta ai caratteri sinottici del clima, descritti dalla funzione secondaria. Gli autori hanno determinato la percentuale di estranei presenti nelle serie di dati, osservando che tale percentuale decresce dal 58 allo 0 %, man mano che si procede dalla costa, dove massimo è l'effetto dell'impatto delle masse d'aria di provenienza ciclonica, verso l'interno.

Dal punto di vista teorico, quanto più aumenta il numero di parametri delle funzioni di distribuzione della probabilità utilizzate, tanto più strettamente si rappresenta il fenomeno studiato. D'altra

## 5. GLI EVENTI DI PIOGGIA-FRANA STUDIATI

Nell'area di studio il regime delle piogge è di tipo marittimo o mediterraneo mentre quello termico è moderato; la non elevata piovosità media annua e la bassa temperatura media annua determinano un clima subumido (COTECCHIA et alii, 1991). In particolare, in 53 anni di osservazioni la piovosità media annua è risultata di 691 mm, con un massimo delle medie mensili relativo a novembre, pari a 88 mm, e un minimo di 29 mm, relativo a luglio e ad agosto.

Le relazioni empiriche piogge-frane basate sull'intensità-durata delle piogge antecedenti alle frane stesse permettono di definire semplici e comode rette critiche in un piano bilogarithmico (CAINE, 1980; GOSTELOW, 1991). Tali rette critiche cambiano a secondo delle condizioni climatiche e geomorfologiche e spesso forniscono indicazioni non chiare sul legame tra piogge precedenti e frana avvenuta (JIBSON, 1989; POLEMIO, 1993; COTECCHIA et alii, 1995).

In alternativa, la metodologia studiata è stata applicata alle variabili piogge giornaliere cumulate  $P_{c,n,j}$ , con  $n$  da 1 a 180 giorni consecutivi e  $j$  numero di ordine dei giorni di misura del periodo di osservazione, lungo 53 anni nel caso esaminato. A questo fine, i dati di pioggia giornalieri, relativi alla stazione pluviometrica "Calciano" del Servizio Idrografico, sono stati soggetti ad un'analisi di validità, finalizzata ad individuare eventuali valori erronei, utilizzando criteri statistici ed idrologici. Le brevi lacune presenti nella serie di dati sono state colmate mediante un'attenta analisi idrologica comparativa a scala di bacino idrografico (COTECCHIA et alii, 1991), basata sui dati disponibili nelle stazioni contermini.

Dalle serie di dati giornalieri, calcolati mediante le cumulate, sono stati estratti, per ciascun anno  $y$ , i valori massimi  $PCMAX_{n,y}$ . Per ciascuna serie di cumulate massime annuali sono stati determinati i parametri della funzioni di distribuzione della probabilità mediante il metodo Probability-Weighted Moments, noto come PWM (HOSKING et alii, 1985).

La ricerca di valori estranei ha dato esito positivo nel caso delle serie di dati delle cumulate per 1, 5 e 10 giorni. Per ciascuna variabile si è verificato un solo valore estraneo, relativo all'anno 1972. A gennaio del 1972 si verificò una tremenda alluvione che colpì buona parte del territorio lucano, provocando

l'erosione dei fiumi Basento e Bradano, e danni nella valle del Cavone e dell'Agri. A Calciano, nonostante l'eccezionale alluvione, non si verificarono rilevanti fenomeni di instabilità dei versanti. In effetti, il 19 gennaio 1972 a Calciano caddero 310 mm di pioggia, definendo il massimo giornaliero assoluto, pari a 5,36 volte la media dei massimi giornalieri annuali e 2,82 volte il secondo valore, in ordine decrescente, della stessa serie di dati. Questo valore estraneo è stato tanto eccezionale da causare un effetto memoria, risentito dalle cumulate per 5 e 10 giorni.

In buona parte della Basilicata, durante l'inverno 1985, si verificarono precipitazioni notevoli, che causarono diffusi effetti disastrosi (LAZZARI *et alii*, 1991). A Calciano, durante l'autunno 1984, iniziò un periodo di frequenti precipitazioni, proseguito fino a maggio 1985. Come conseguenza, già a metà aprile 1985 le cumulate da 120 a 180 giorni avevano raggiunto valori rilevanti (Fig. 5). Il 19 aprile le cumulate per 120 e 180 giorni assunsero rispettivamente un tempo di ritorno di 21 e 67 anni, quest'ultimo dovuto a un valore di pioggia, pari a 944 mm, mai verificatosi così grande. Allo stesso tempo, tutte le cumulate di più breve durata risultavano abbastanza comuni, con tempo di ritorno non superiore ai sei anni. Sotto l'azione di piogge giornaliere frequenti e assolutamente ordinarie, le cumulate di maggiore durata si mantennero elevate fino alla fine di aprile e, nel solo caso della cumulata per 180 giorni, il 9 maggio fu raggiunto nuovamente il massimo assoluto.

Questi risultati ci permettono di ritenere che la rimobilizzazione del 1985 sia dovuta ad una rilevante influenza delle piogge (POLEMIO & SDAO, 1996 a), in particolare alle piogge di lunga durata.

E' attendibile ipotizzare che già dalla metà del mese di aprile 1985 si determinarono condizioni di scarsissima stabilità del versante, lentamente evolute e manifestatesi nella vera e propria frana, i cui primi movimenti noti furono rilevati l'ultima settimana di aprile e che diventarono consistenti nei primi giorni di maggio.

Il risultato idrologico-statistico, determinato a prescindere dalla natura dei terreni, è risultato coerente con le condizioni idrogeologiche del versante e le caratteristiche dei terreni coinvolti. In effetti, al corpo di frana, vista la notevole incidenza delle frazioni granulometriche coesive (GRASSI *et alii*, 1993), è associabile un basso valore della conducibilità idraulica che, visto lo spessore del corpo di frana, permette di stimare una durata di un episodio critico d'infiltrazione, così come calcolato per la frana di Agrigento (COTECCHIA *et alii*, 1995), di circa 6 mesi.

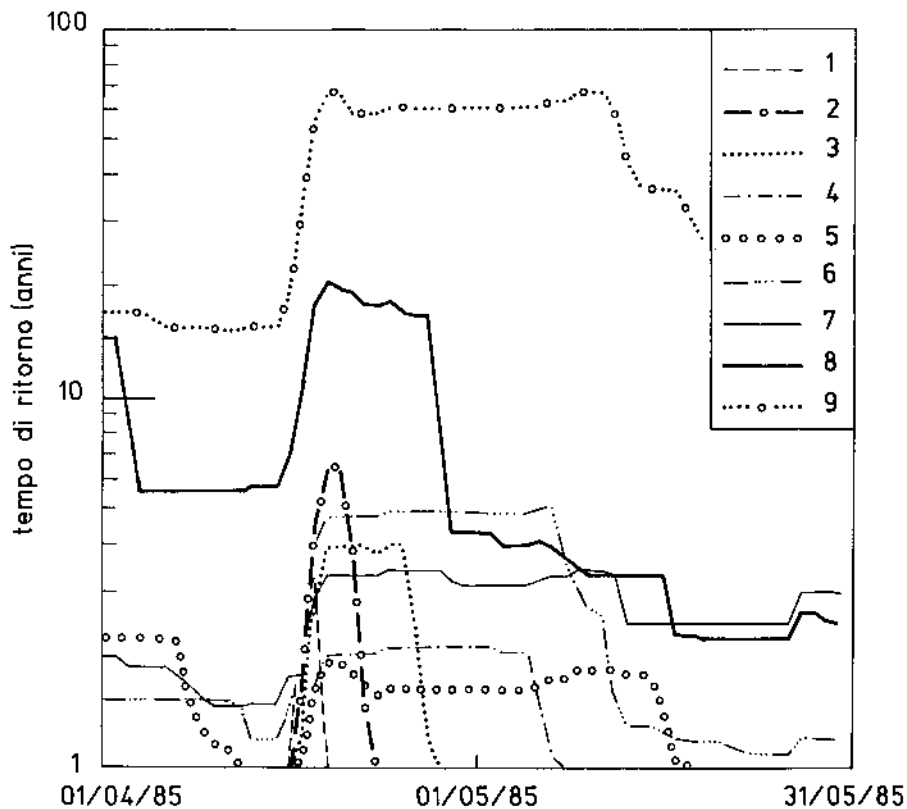


Fig. 5 - Tempo di ritorno delle cumulate giornaliere di pioggia relative alla rimobilizzazione del 1985. Piogge cumulate per 1) un giorno, 2) 5, 3) 10, 4) 20, 5) 30, 6) 60, 7) 90, 8) 120, e 9) 180 giorni.

## 6. CONCLUSIONI

L'esperienza descritta da questo contributo ha evidenziato che nello studio del ruolo delle precipitazioni meteoriche nei fenomeni di instabilità dei versanti, finalizzato alla realizzazione di strumenti di previsione e prevenzione, non si possa prescindere da una dettagliata conoscenza geomorfologica dei processi evolutivi del versante. Queste conoscenze hanno permesso di inquadrare i risultati dello studio idrologico-statistico in un contesto fisicamente coerente con i complessi fenomeni che determinano gli effetti delle precipitazioni meteoriche sulle frane. Il metodo idrologico-statistico proposto ha evidenziato il rilevante ruolo svolto dalle piogge di durata pari a circa sei mesi nella rimobilitazione del 1985, mai verificatesi, nel periodo di osservazione, così copiose come accaduto immediatamente prima della frana.

## BIBLIOGRAFIA

- BEVEN K., CALVER A., MORRIS E.M. (1987) - *The institute of hydrology distributed model*. Inst. of Hydrol. report n. **98**, 1-33
- BOENZI F., CIARANFI N., PIERI P. (1968) - *Osservazioni geologiche nei dintorni di Accettura e di Oliveto Lucano*. Mem. Soc. Geol. d'It, **7**, 379 - 392
- BOIANO U., CRITELLI S., LOIACONO F., PESCATORE T., SBARRA R. (1994) - *Le successioni terrigene esterne dell'Appennino lucano*. In Guida alle Escursioni. 77; Congr. Naz. Soc. Geol. It., Bari. Quad. Bibl. Prov. Matera, **15**, 157 - 203.
- BRUSTKERN, MOREL-SEYTOUX (1970) - *Analytical treatment of two-phase infiltration*. Journal of Hydraulics.
- CAINE N. (1980) - Rainfall intensity-duration control of shallow landslide and debris flows, Geograf. ann., **62A**, pp 23-27.
- CALVER A., WOOD W. L. (1991) - *Dimensionless hillslope hydrology*. Proc. Instn Civ. Engrs, part. 2, **91**, 593-602.
- CASCINI L., GULLÀ G., SORBINO G. (1995) - *Modellazione delle acque sotterranee di una coltre di detrito in frana: risultati preliminari*. Rivista Italiana di Geotecnica, **3**, 201-222.
- COTECCHIA V., MONTERISI L. (1995) - *Stabilizzazione di una scarpata in trincea lungo la linea ferroviaria Metaponto* - Potenza. Atti XIX Convegno Nazionale di Geotecnica, **vol. I**, 211 - 220, Pavia Settembre 1995
- COTECCHIA V., D'ECCLESII G., POLEMIO M. (1995). *La dinamica dei versanti della Valle dei Templi di Agrigento*. Atti del I Conv. Naz. di Geologia Applicata "La città Fragile", Giardini Naxos (Me), 369-383.
- COTECCHIA V., POLEMIO M., RICCHETTI E. (1991). Studio delle caratteristiche morfoevolutive del fondovalle del F. Basento fra Pisticci scalo e la foce. Mem. Soc. Geol. It., **47**, 587-608.
- D'ECCLESII G., GRASSI D., MERENDA L., POLEMIO M., SDAO F. (1991) - *Evoluzione geomorfologica di un'area suburbana di Castronuovo S. Andrea (PZ) ed incidenza delle piogge su alcuni movimenti di massa*. Geol. Appl. e Idrogeol. vol. XXVI, (1991), 141 - 163, 10 ff, Bari. Pubbl. n. 564 del G.N.D.C.I., C.N.R..
- GOSTELOW T. P. (1991): *Rainfall and landslides*, CEC Rep. EUR 12918 EN, Prevention and control of landslides and other mass movements, 139-161, Brussels.
- GRASSI D., MONTERISI L., SDAO F. (1993) - *Remobilization phenomena of a landslide body occurred in a structurally complex formation and in an area already affected by deep-seated gravitational slope deformations (Basento River, Southern Italy)*. Proc. of Intern. Conf. on " Environmental Management, Geo - Water & Engineering Aspects ", (Chowdury and Sivakumar eds), 305 - 310, Wollongong Un. (Australia), 1993.
- HOSKING J. R. M., WALLIS J. R., WOOD E. F. (1985) - *Estimation of the generalised extreme value by the method of probability-weighted moments*. Technometrics, 27, 3, 251-261.
- JIBSON R. W. (1989): *Debris flows in southern Puerto Rico*. Geol. Soc. AM., **236**.
- LAZZARI S., CALOIERO D., GABRIELE S., LAMBIASE S., MERCURI T. PESCE F., TRAMUTOLI M., VERSACE P. (1991). *Effetti prodotti in Basilicata dagli eventi meteorici verificatisi nel periodo dicembre 1984 - aprile 1985*. CNR IRPI, Geodata, 37, Cosenza.
- POLEMIO M. (1993) - *Le precipitazioni meteoriche e i fenomeni di instabilità dei versanti in ambiente mediterraneo*. Medit, **4/93**, Bologna.



- POLEMIO M. (1996) - *Rainfall and landslides in the Sele Valley (Southern Italy): The Senerchia Landslides. First results.* European Geophysical Society - Proc. of XXI General Assembly, The Hague, Netherlands, 6 - 10 May 1996.
- POLEMIO M., SDAO F. (1996 a) - *Landslide risk and critical rainfalls in Southern Italy.* Landslides, Proc. of 6th Intern. Symp. on Landslides, **2**, 847 - 852, 6 ff, 1 tab. TRONDHEIM, GIUGNO 1996. Seneset K. ed., Balkema, giugno 1996.
- POLEMIO M., SDAO F. (1996 b) - *Rainfall and landslides in Avigliano urban area (Basilicata, Southern Italy).* European Geophysical Society - Proc. of XXI General Assembly, The Hague, Netherlands, 6 - 10 May 1996.
- POLEMIO M., SDAO F. (1996 c) - *Rischio di frana indotto dagli eventi di pioggia in Avigliano (Basilicata).* In corso di stampa su Geol. Appl. e Idrogeol. vol. XXXI, Bari.
- ROSSI F., FIORENTINO M., VERSACE P. (1984) - *Two Component Extreme Value distribution for flood frequency analysis.* Water Resour. Res., 20(7), pp. 847-856.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) - *Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000, Foglio 200 "Tricarico", Roma.*

**ABSTRACT.** *This work provides an illustration and interpretation of the results of geologic, geomorphologic and hydrologic studies carried out in order to ascertain the geomorphologic and evolutionary traits of a complex and deep mass movement and the role played by rainfalls in recent periodic land displacements which have significantly damaged the Potenza-Metaponto railway line.*