

PAOLA REVELLINO - MASSIMILIANO BENCARDINO
GERARDO GRELLI - ANGELO DONNARUMMA
FRANCESCO MARIA GUADAGNO

LA PROBLEMATICITA' DELLA FRANOSITÀ NEL SANNIO CARATTERIZZAZIONE E DISTRIBUZIONE DELLE INSTABILITÀ DI VERSANTE

Introduzione. – Le instabilità di versante costituiscono eventi ricorrenti, nel tempo e nello spazio, nell'area della provincia di Benevento, così come in altre zone dell'Appennino (Del Prete, Guadagno e Hawkins, 1998; Guadagno e Revellino, 2005), determinando situazioni di significativo rischio per la presenza di abitati e infrastrutture. Le caratteristiche intrinseche della catena appenninica, indotte dall'evoluzione geologica che ha reso possibile lo sviluppo di assetti spesso complessi, sono alla base delle evoluzioni per frana che costituiscono, da una parte, un elemento fondamentale nello sviluppo delle forme morfologiche e, dall'altra, un elemento di pericolosità e, quindi, di rischio. Per l'area sannita, ove le instabilità hanno da sempre condizionato lo sviluppo economico di un settore di regione fisiograficamente articolato, numerosi sono stati gli approfondimenti mirati alla conoscenza di peculiari aspetti geologici e, specificamente, delle fenomenologie di frana (ad esempio: Guadagno e altri, 2006; Revellino e altri, 2010; Grelli e altri, 2011; Grelli, Revellino e Guadagno, 2011).

L'analisi della franosità dell'area costituisce, dunque, un contributo di conoscenza che si ritiene fondamentale per le future azioni di pianificazione. Tale considerazione nasce anche dalla consapevolezza che le problematiche connesse alle instabilità di versante dell'area sannita non attengono solo alle emergenze di tipo meteorologico, ma costituiscono un fenomeno secondario di possibili eventi sismici. Quanto detto apre ambiti di problematicità con ricadute particolarmente complesse, specie nella gestione dell'emergenza in aree comunali ove la percentuale di superficie coinvolta da eventi di frana, attivi o quiescenti, può essere considerata prossima alla totalità. Centri abitati, *life-lines*, reti stradali di attraversamento locale, provinciale, nazionale risultano coinvolti da tali eventi, determinando condizioni sfavorevoli allo sviluppo socio-economico di un intero ambito regionale.

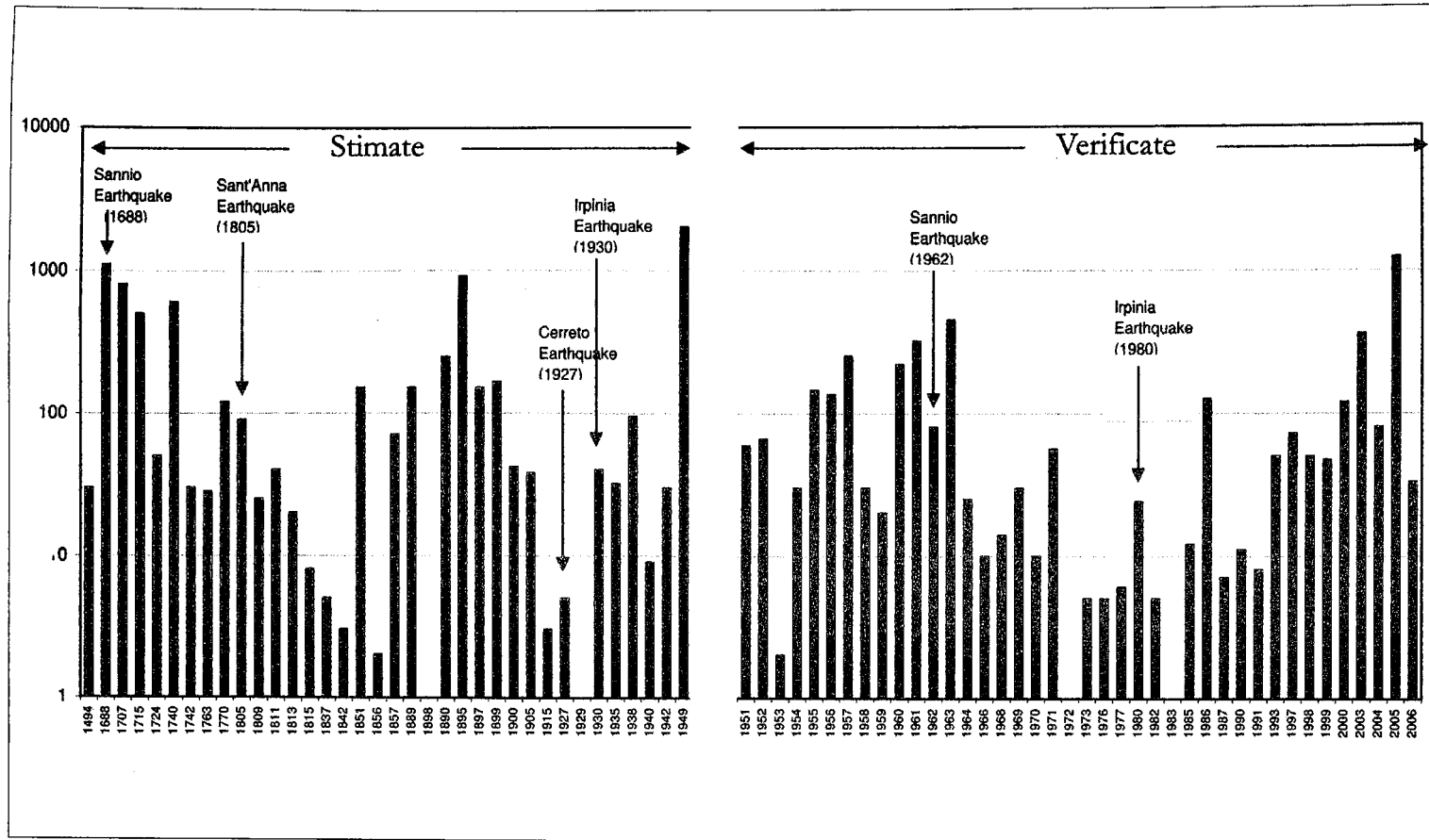


Fig. 1 – Distribuzione del numero di frane stimate e/o accertate per anno, dal 1494 al 2006, nella provincia di Benevento
Fonte: Revellino e altri (2010)

La franosità storica nella provincia di Benevento. – L'elevata frequenza dei fenomeni di frana nell'area della provincia di Benevento è testimoniata da numerosi documenti di varie epoche che descrivono di volta in volta lo scenario di danneggiamento, le ricadute sociali, le indagini effettuate o gli interventi eseguiti (Valentini, 1967; Genevois e Tecca, 1987).

Tali dati sulla franosità storica evidenziano un complesso quadro di accadimenti in cui si alternano cause innescanti legate sia ai sismi sia ai fenomeni piovosi. Emerge, altresì, un crescente impatto sui centri abitati e sulle infrastrutture il cui sviluppo, nel recente passato, spesso non ha tenuto in debita considerazione una realtà evolutiva dei versanti particolarmente complessa.

Nello specifico si evidenzia che fenomeni piovosi con specifiche caratteristiche di intensità e durata (quale ad esempio quello verificatosi nel marzo 2005) possono attivare un gran numero di movimenti di massa, inducendo situazioni di particolare criticità per il coinvolgimento, in modo spesso pervasivo, delle zone suscettibili.

Anche le ricostruzioni sulla franosità sismo-indotta connessa ai terremoti del passato, come quello del 1980 o quello più remoto del 1688, evidenziano l'elevata e diffusa possibilità che si riattivino fenomeni di frana in ambienti argillosi e che si inneschino fenomeni di crollo e collassi di roccia, principalmente lungo gli acclivi versanti calcarei. Da ciò potrebbero evolversi fenomeni di valanga di roccia, ad azione particolarmente distruttiva.

La figura 1 mostra il numero di frane stimate e/o accertate per evento sismico e/o meteorologico significativo dal 1494 al 2006 nell'intera area sannita, evidenziando la natura ricorrente e diffusa della franosità. Dal 1951 (fig. 1b) il calcolo del numero di frane per evento (sismico o meteorico) è basato su dati oggettivi che includono quelli ottenuti dall'analisi di foto aeree e di dati bibliografici. Il numero delle frane per il periodo di tempo precedente (fig. 1a) è invece stimato comparando gli effetti sul territorio di recenti eventi piovosi/sismici con le ricostruzioni delle conseguenze di alluvionamenti storici (Diodato, 1999; Mazzearella, Diodato ed Esposito, 2002).

Un fragile ambiente geologico. – Il territorio della provincia di Benevento è situato in una delle aree a più alta complessità geologica in Italia. La catena appenninica, infatti, può essere rappresentata come costituita da una struttura a falde di ricoprimento frutto di una serie di eventi tetto-genetici, succedutisi in un periodo di tempo compreso tra il Miocene e il Pliocene, che hanno portato allo smembramento e all'accavallamento di diverse unità paleogeografiche (D'Argenio, Pescatore e Scandone, 1973; Patacca e Scandone, 1989). La catena così derivata appare, quindi, come una successione di falde embricate, costituite in prevalenza da rocce calcareo-dolomitiche e depositi terrigeni in *facies* di flysch.

In tale complesso quadro geologico-strutturale si inserisce l'area corrispondente alla provincia di Benevento, che vede l'affioramento di terreni litologica-

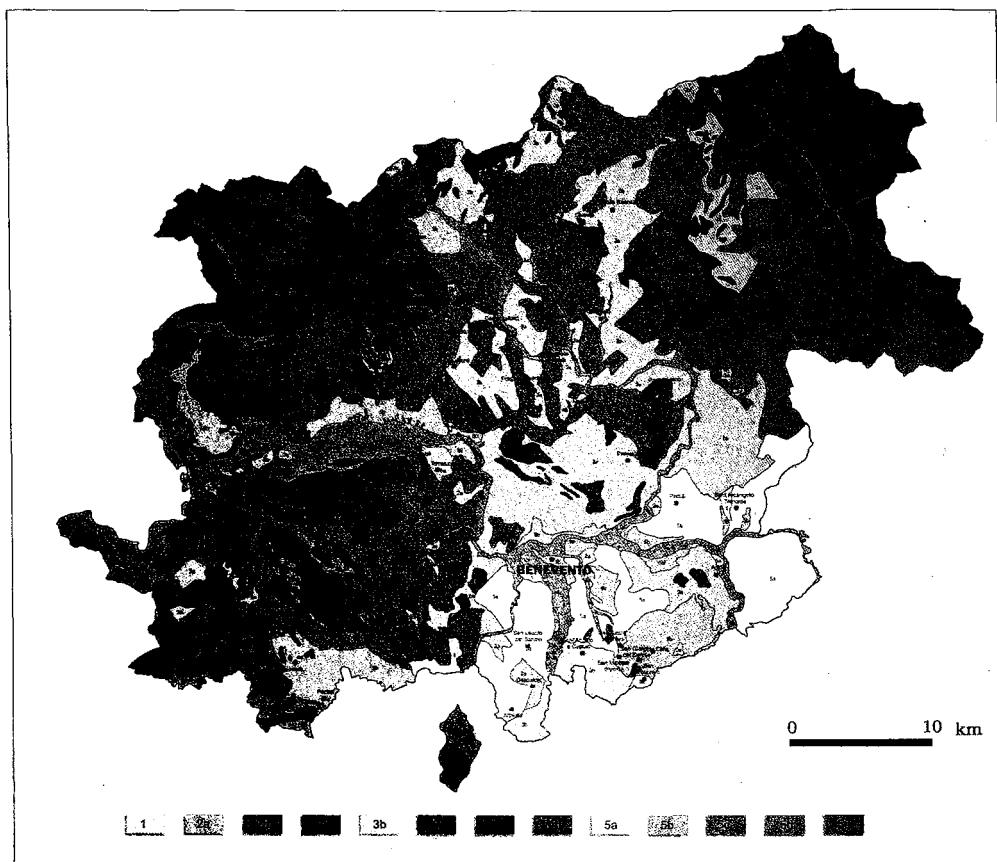


Fig. 2 – *Carta delle successioni litotecniche affioranti in provincia di Benevento*

1) successioni argilloso-limose; 2a) successioni argilloso-marnose; 2b) successioni argillose; 3a) successioni calcaree; 3b) successioni conglomeratiche; 3c) successioni tufacee; 4a) successioni calcaree (calcaree s.s. e calcareo-argillose); 4b) successioni arenaceo-argillose e arenaceo-conglomeratiche; 5a) successioni sabbioso-arenacee; 5b) successioni alluvionali; 5c) successioni fluviali; 5d) successioni detritiche cementate; 5e) successioni detritiche sciolte.

mente differenziati appartenenti a successioni sedimentarie marine, di età compresa tra il Cretaceo e il Pliocene, e successioni continentali di età quaternaria. Dal punto di vista geomorfologico possono essere evidenziate le influenze degli assetti geologico-strutturali sulle configurazioni morfologiche. Se, infatti, la porzione occidentale della provincia è caratterizzata dall'imponente presenza delle successioni calcaree dei monti del Taburno-Camposauro e del Matese, il settore orientale è caratterizzato da tipiche morfologie collinari. Nell'ambito centrale, invece, si sviluppa la depressione corrispondente al bacino di Benevento, in cui affiorano depositi clastici marini e continentali pleistocenici e lungo il quale scorrono i due principali fiumi, il Calore e il Sabato.

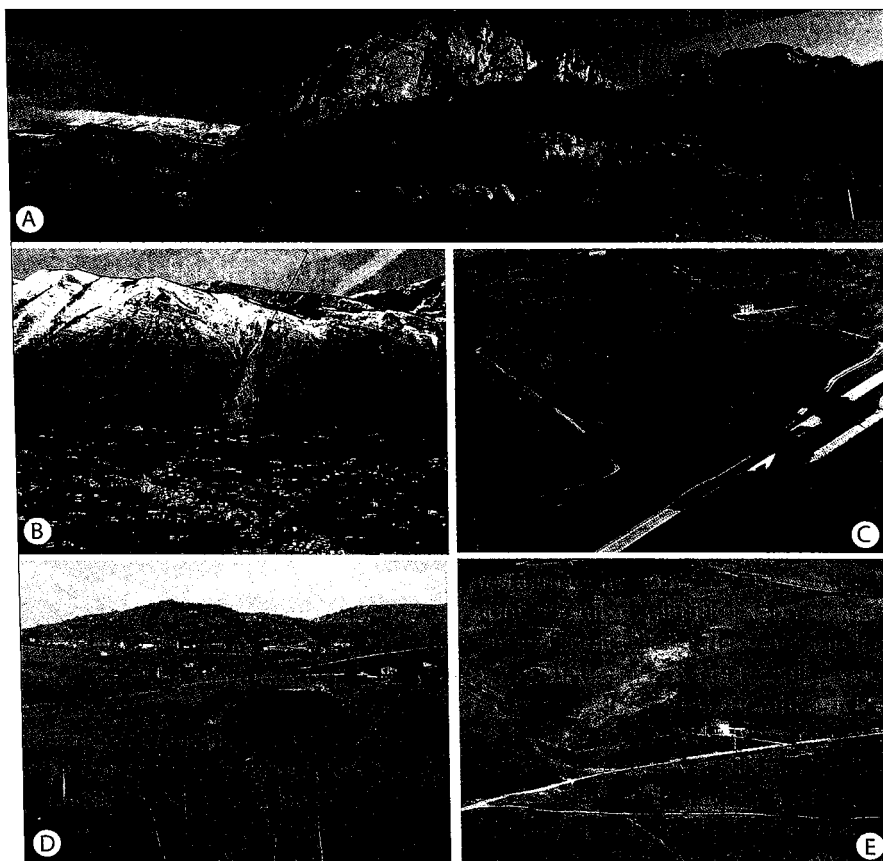


Fig. 3 – Tipi di frane nell'area sannitica

A) versanti calcarei interessati da fenomeni di crollo (Pietraroja); B) valanghe e colate detritiche a monte dell'abitato di Cusano Mutri; C) veduta aerea obliqua della frana di Sant'Agata de' Goti l'11.I.1997 (foto gentilmente concessa da Italo Abate); D) scorrimento composito (Apice); E) bacino interessato da colate coalescenti (San Bartolomeo in Galdo).

Allo scopo di correlare la franosità con le caratteristiche geologico-tecniche delle rocce sono state sviluppate specifiche analisi tendenti a classificare gli ammassi secondo parametri atti a definirne il comportamento meccanico, consentendo di effettuare una serie di accorpamenti tra le varie successioni in funzione di caratteristiche meccaniche e litologiche comuni. I principali gruppi individuati sono mostrati e descritti in figura 2.

Le instabilità di versante della provincia di Benevento. – Per rappresentare il quadro attuale del dissesto della provincia è stata redatta una «carta-inventario delle frane» comprensiva dell'intera provincia di Benevento alla scala 1:75.000 (Gua-

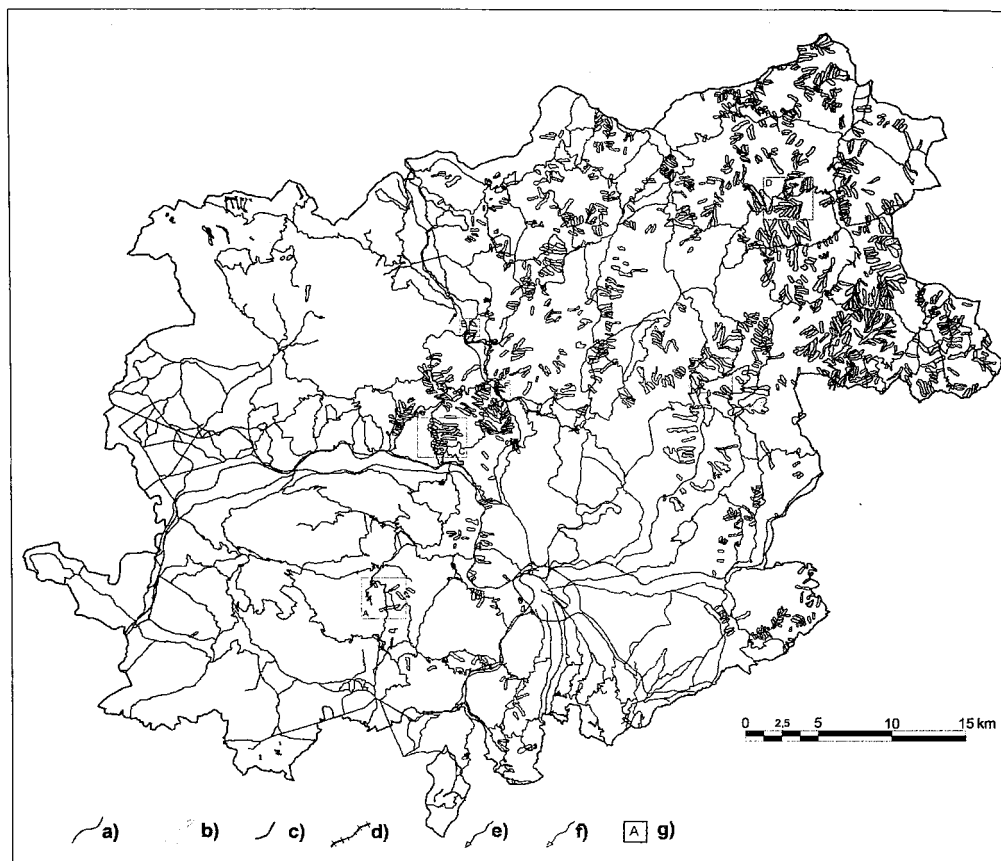


Fig. 4 – *Carta delle frane attivate nel marzo 2005*

a) idrografia; b) aree in frana; c) strada statale o provinciale coinvolta da movimenti franosi; d) tratta ferroviaria coinvolta da movimenti franosi; e) direzione di movimento di frane quiescenti; f) direzione di movimento di frane attive; g) ubicazione delle aree riportate in dettaglio.

dagno e altri, 2006), attraverso l'analisi dell'aerofotogrammetria storica e rilievi di campo. In generale, i rilievi sono stati effettuati sulla base della carta topografica 1:25.000, mentre le aree caratterizzate dalla singolarità degli eventi o dalla presenza di centri abitati o di specifiche infrastrutture sono state rilevate sulla base di cartografie di dettaglio (scala superiore a 1:10.000). I criteri classificativi adottati fanno riferimento agli schemi di Cruden e Varnes (1996) e Hungr e altri (2001). Alcuni di essi sono specifici per le caratteristiche di franosità e hanno permesso di descrivere le condizioni morfoevolutive del territorio, spesso particolarmente articolate.

Considerati i peculiari caratteri dell'area sannita in termini di assetti litostrutturali e morfologici, è stato possibile distinguere differenti ambiti tipologici (fig. 3), costituiti da: crolli e ribaltamenti; valanghe e colate detritiche; scorrimenti traslativi, rotazionali e compositi; colate – distinte in singole, plurisorgenti e coalescenti.

Le analisi effettuate evidenziano che diversi settori, prevalentemente caratterizzati dall'affioramento delle successioni pelitiche e complesse, da moderatamente a molto tettonizzate, sono stati e sono interessati da più generazioni di frane che si sono attivate, o si attivano, interagendo tra loro. Questi insiemi di frane, definiti quali colate coalescenti e che in definitiva costituiscono un *unicum* morfoevolutivo, sono specificamente localizzati all'interno di sottobacini imbriferi unitari.

I rilievi svolti hanno, inoltre, permesso di definire un quadro attualizzato della franosità del territorio della provincia di Benevento, ove nei vari contesti geologici si sviluppano fenomenologie franose differenziate.

In tale quadro, un'analisi globale della franosità desta problemi di natura comparativa. Da una parte vi sono infatti fenomeni da considerare sostanzialmente puntuali, quali i crolli, che coinvolgono ristrette porzioni o fasce di territorio; dall'altra troviamo fenomeni tipicamente areali, come le colate. Da ciò deriva un'intrinseca complessità nelle considerazioni valutative globali.

Appare interessante in tutti i casi evidenziare che, in totale, sono stati rilevati 3.756 eventi, a carattere sia areale sia puntuale. Essi occupano un'estensione approssimativa di 358 km², pari a circa il 18% dell'intera superficie provinciale. Considerando anche le aree di invasione dei crolli, che ammontano a circa 42 km², la percentuale globale raggiunge il 20%. Questa significativa percentuale è relativa alla porzione di territorio già coinvolta e cartografabile alla scala di rappresentazione. Essa non considera quelle aree ove sussistono accertate condizioni predisponenti che indicano possibili future evoluzioni per frana. Queste riguardano una gran parte del territorio.

Inoltre, le maggiori concentrazioni di eventi sono localizzate, come peraltro è da attendersi, nelle aree di affioramento delle formazioni appartenenti alle successioni a elevato grado di tettonizzazione, ove hanno luogo fenomeni di tipo colata. Gli studi successivi all'evento pluviometrico del marzo 2005, che ha costituito condizione paradigmatica, hanno consentito di definire taluni caratteri di particolare importanza nell'ambito dell'evoluzione per frana dei versanti. Sono stati, infatti, censiti ben 1.236 fenomeni (fig. 4 e fig. 5) attivatisi a seguito dall'evento piovoso, che risultano costituire circa il 39% del totale di eventi rilevati.

Al riguardo sono da evidenziare le condizioni meteorologiche che hanno innescato i movimenti. Studi sulle caratteristiche delle precipitazioni confermano la non particolare eccezionalità dell'evento piovoso del 2005, che però è avvenuto a seguito di piogge antecedenti di particolare rilievo (fig. 6). In figura 7 è anche riportata una elaborazione svolta da Fiorillo e Revellino (2006) che indica tempi di ritorno, per l'evento del 2005, di 12 anni per piogge cumulate a 24 ore, che quindi non possono definirsi eccezionali.

In effetti, le situazioni di infiltrazione che inducono le condizioni di pressione interstiziale necessarie all'innescio variano significativamente in funzione della storia delle precipitazioni e della loro durata e intensità. Piogge immediatamente antecedenti superiori a 60 mm combinate con una pioggia giornaliera su-

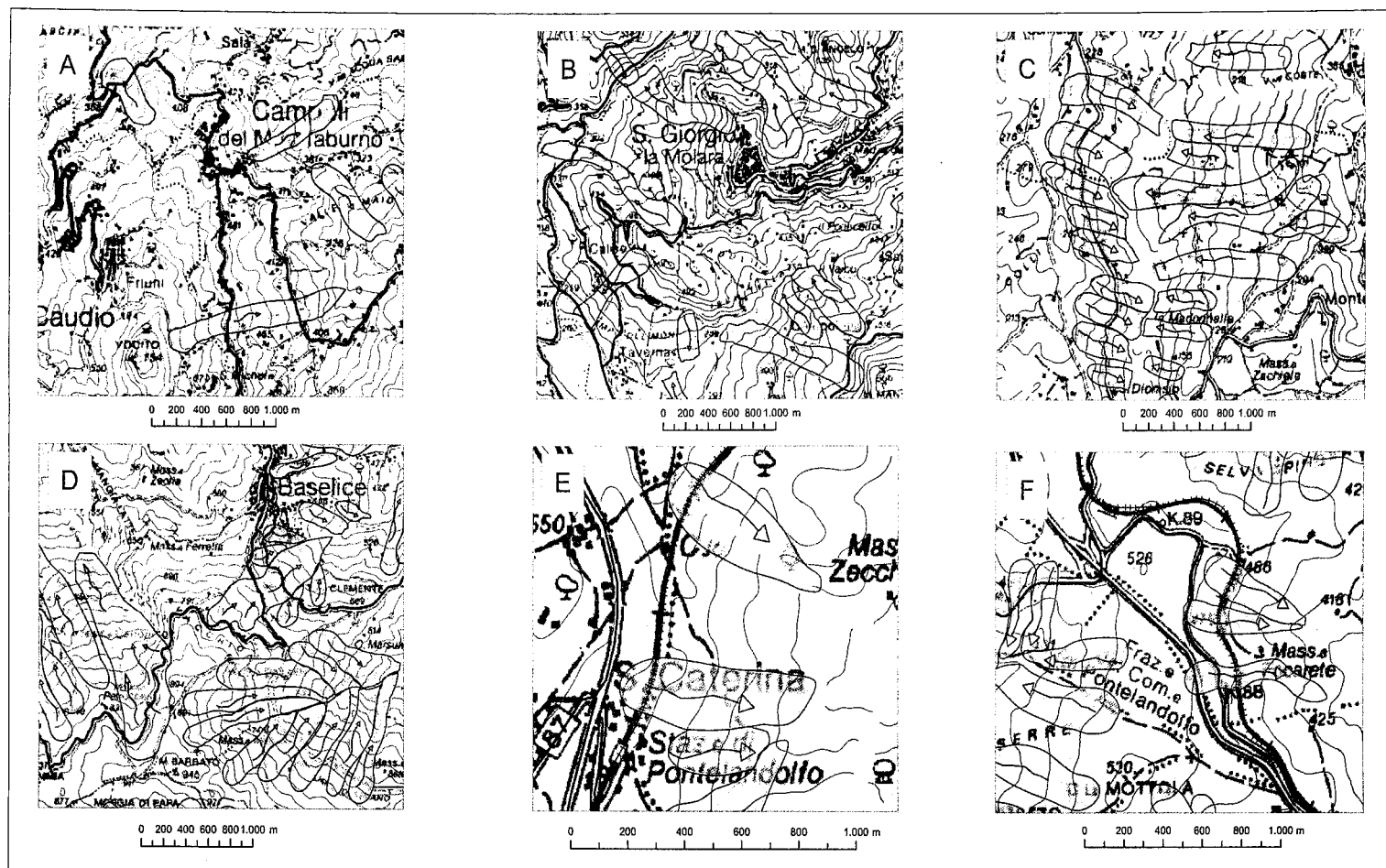


Fig. 5 – Alcune aree del territorio, collocate come in figura 4, ove porzioni di tracciati stradali o ferroviari sono coinvolti da movimenti franosi

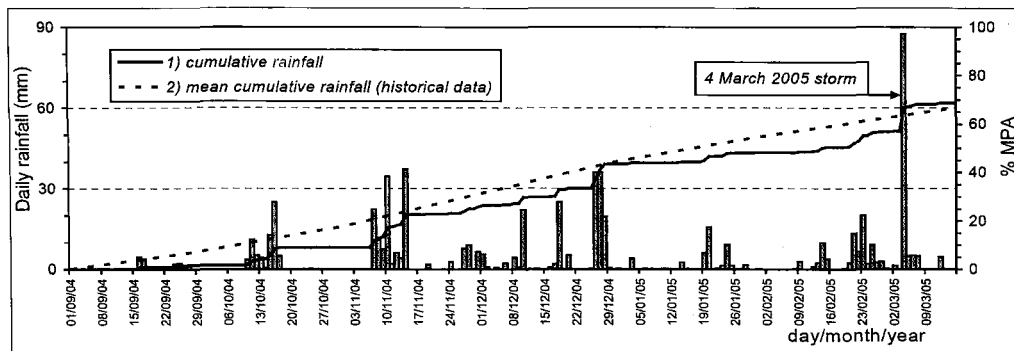


Fig. 6 – Pioggia giornaliera e cumulata (% della media annuale) dal settembre 2004 al marzo 2005

Fonte: Fiorillo e Revellino (2006)

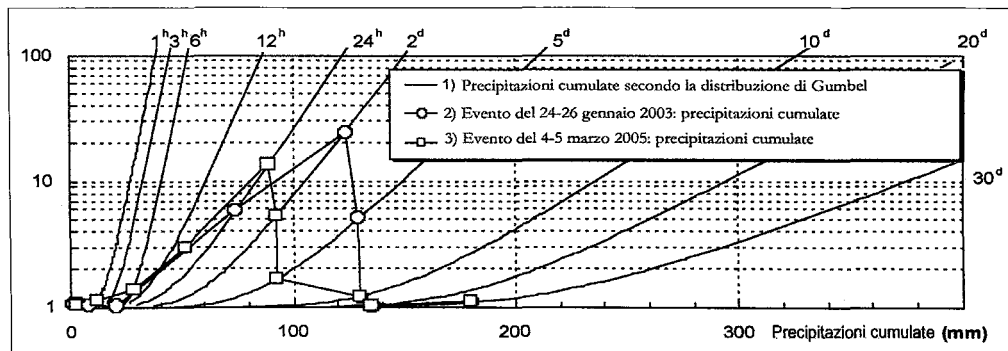


Fig. 7 – Tempi di ritorno della pioggia cumulata del marzo 2005 secondo la funzione di distribuzione di Gumbel (pluviometro di Colle Sannita); sono evidenziati anche i valori riferiti agli eventi del gennaio 2003

Fonte: Fiorillo e Revellino (2006)

periore a 90 mm sembrano essere sufficienti a innescare una franosità diffusa. Ciò conferma la specifica fragilità del territorio e, in particolare, di quella dell'area del Fortore e del Tammaro, ove è concentrata la gran parte dei fenomeni. Buona parte degli eventi può definirsi quale riattivazione di fenomeni preesistenti. Nel contempo, sono state osservate condizioni evolutive specifiche tendenti a coinvolgere porzioni più ampie di versante, nelle zone di alimentazione dei fenomeni, ove si rilevano numerosi fenomeni di primo atto.

Per quanto riguarda il coinvolgimento dei vari ambiti formazionali, le successioni «prevalentemente pelitiche e complesse ad elevato grado di tettonizzazione» sono quelle maggiormente coinvolte da frane. Infatti più dell'80% dei fenomeni

rilevati si attiva in queste formazioni. Appare significativo evidenziare che oltre il 40% delle zone di affioramento della Formazione delle Argille Varicolori è coinvolto da eventi di frana, così come nelle zone di affioramento delle sequenze complesse si possono raggiungere percentuali elevate (maggiori del 20%).

Conclusioni e buone pratiche. – Gli studi condotti hanno consentito di definire un quadro complessivo di franosità caratteristico di un'evoluzione morfologica condizionata da processi particolarmente attivi. Infatti, nel passato più o meno recente, vaste aree della provincia sono state interessate da eventi diversi per tipo e per intensità, anche se, considerata la prevalente costituzione argillosa di ampi settori, predominano i fenomeni a cinematica lenta. Questi, se da una parte sono da considerarsi a basso rischio per la vita dell'uomo, dall'altro possono costituire eventi significativamente rischiosi quando coinvolgono centri abitati o infrastrutture. Fenomeni a cinematica veloce, e quindi a elevato rischio, hanno coinvolto aree più limitate, anche se l'antropizzazione dei luoghi e la variazione delle tecniche agricole e forestali possono indurre significativi incrementi di pericolosità a causa della creazione di locali condizioni predisponenti.

Gli studi sulla franosità dell'area sannita, oltre a presentare un quadro attualizzato delle instabilità presenti, consentono di avere un'adeguata base per la previsione tipologica e spaziale dei fenomeni franosi nelle varie zone caratterizzate da differenti condizioni geomorfologiche e caratteristiche geologico-tecniche delle rocce. Nel contempo, consentono l'individuazione degli assetti predisponenti la franosità, fornendo indicazioni circa la pericolosità, determinanti nella valutazione degli scenari di frana e, quindi, nella pianificazione territoriale (Canuti e Casagli, 1996).

Le analisi storiche evidenziano che la franosità si caratterizza per una tendenza alla riattivazione di fenomeni in aree già coinvolte nel passato. Tali dati risultano essere congruenti con quelli definiti in realtà geologiche similari quale l'Appennino Centrale (Guzzetti e Cardinali, 1990; Antonini e altri, 1993), ove in molti casi si deve parlare di fenomeni di frana a movimentazione periodica e, quindi, ad attività intermittente nel tempo. Tra l'altro, le riattivazioni dei movimenti sono legate al ripetersi delle condizioni d'innescò correlate all'accadimento di eventi piovosi con specifiche caratteristiche, in termini di intensità e durata, e a eventi sismici. Da tale quadro consegue che la verifica della rete stradale nel suo complesso ha grande importanza al fine di evitare, ad esempio, ritardo nei soccorsi in occasione di possibili forti eventi sismici. La conoscenza delle aree di specifico rischio deve condurre alla programmazione di interventi per risanare e migliorare le condizioni di stabilità dei versanti nonché per definire nuove infrastrutture di collegamento ove necessarie.

Bisogna osservare che, se è vera la sussistenza di specifiche condizioni geologiche che favoriscono i fenomeni di frana, è anche vero che in molti casi la franosità è legata ad attività antropiche di modificazione degli assetti naturali. Molti

dei fenomeni interessano gli ammassi più superficiali influenzati da tecniche di coltivazione non appropriate. Le modalità talvolta adottate tendono ad approfondire gli orizzonti agrari, determinando porzioni superficiali più suscettibili di coinvolgimento. Tendono inoltre a obliterare i fossi di ruscellamento e le canalizzazioni.

Ancora, in particolare su versanti montani, modifiche geometriche connesse a costruzioni e aperture di nuovi tracciati stradali o di percorsi di risalita che inducano il taglio delle coltri superficiali determinano significative variazioni delle micromorfologie. Ne consegue una diffusione delle condizioni predisponenti e, quindi, della suscettibilità.

Da non sottovalutare è il cambiamento del regime delle piogge nelle ultime decadi (Brunetti e altri, 2006). Studi su stazioni termo-pluviometriche posizionate in aree interne dimostrano come a eventi piovosi ben distribuiti durante l'anno meteorologico si siano sostituiti eventi intensi spesso di brevissima durata, temporalmente anche al di fuori dei periodi ritenuti canonici. Questi cambiamenti, da connettersi a variazioni di tipo climatico che coinvolgono l'intero pianeta hanno una specifica incidenza locale, poiché contribuiscono a destabilizzare gli equilibri raggiunti nel sistema delle masse superficiali e nella circolazione delle acque.

Appare per questo fondamentale l'attuazione di strategie miranti alla gestione delle pericolosità e dei rischi connessi che veda la convergenza degli enti territoriali. Varie potrebbero essere le azioni, infatti, considerate prioritarie al fine di ridurre i coefficienti di rischio e migliorare la conoscenza del territorio. È, anzitutto, importante dare luogo ad approfondimenti conoscitivi su singoli eventi a specifico impatto, miranti alla ricostruzione dei modelli geologico-tecnici e di evoluzione necessari per la valutazione delle modalità della suscettibilità a franare. In secondo luogo, appare utile impegnarsi nella costruzione di reti di monitoraggio degli eventi attivi, riattivabili o dei pendii suscettibili, anche attraverso metodologie innovative quali tecniche interferometriche differenziali, terrestri o remote, o tecniche analitiche che prevedano l'impiego di immagini aeree o satellitari (Bencardino e altri, 2008; Bencardino, 2012). La costruzione di reti integrate di monitoraggio pluviometrico, affiancate a quelle precedentemente descritte, può contribuire alla definizione di modelli previsionali in termini di condizioni di pioggia innescanti e antecedenti. È fondamentale, poi, programmare interventi di risanamento di eventi di particolare pericolosità o di versanti suscettibili e creare una banca dati provinciale, in cui possano pervenire tutte le informazioni inerenti al territorio fisico (ad esempio, notizie su frane, alluvionamenti, dati geostratigrafici, interventi di risanamento idrogeologico, piani di sviluppo urbanistico). Appare determinante, inoltre, attuare azioni stringenti di controllo dei regolamenti relativi alle costruzioni e alle attività agricole, nonché azioni di verifica e adeguamento degli stessi. Si è detto, infatti, che se da un lato i fenomeni di dissesto rappresentano un processo fondamentale dell'evoluzione della superficie terrestre, dall'altro l'attività antropica aggrava e amplifica tali fenomeni.

Al fine di un corretto «uso» del territorio sarebbe, infine, buona prassi che le istituzioni dessero luogo alla redazione di linee guida, frequentemente aggiornate, dei corretti comportamenti progettuali e operativi, rivolte alle diverse figure professionali che, a vario titolo, operano sul territorio.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ANTONINI G. e altri, *Carta inventario dei fenomeni franosi della regione Marche ed aree limitrofe*, scala 1:100.000, 2 ff., Perugia, CNR-GNDCI, 1993 («Pubblicazioni GNDCI», 580).
- BENCARDINO M., *Preparation and Processing of Optical Images (Photographs and Satellite) for the Determination of Landslide Displacement Field*, in «*Planning Support Tools: Policy Analysis, Implementation and Evaluation*. Proceedings of the Seventh International Conference on Informatics and Urban and Regional Planning - INPUT 2012», Milano, Franco Angeli, 2012, e-book, pp. 1202-1214.
- BENCARDINO M. e altri, *L'uso dell'aerofotogrammetria aerea [sic] per lo studio 3d della frana di Santa Varva in Provincia di Benevento (Italy)*, in Atti della 12ª Conferenza Nazionale ASITA - L'Aquila, 21-24 ottobre 2008», pp. 365-370.
- BRUNETTI M. e altri, *Precipitation Variability and Changes in the Greater Alpine Region over the 1800-2003 Period*, in «*Journal of Geophysical Research. Atmospheres*», 2006, 111, D11107.
- CANUTI P. e N. CASAGLI, *Considerazioni sulla valutazione del rischio di frana*, in «*Fenomeni Franosi e Centri Abitati*. Atti del Convegno (Bologna, 27.V.1994), Bologna, Regione Emilia-Romagna-CNR-GNDCI, 1996 («Previsione e Prevenzione di Eventi Franosi a Grande Rischio», 846).
- CRUDEN D.M. e D.J. VARNES, *Landslide Types and Processes*, in A.R. TURNER e R.L. SHUSTER (a cura di), *Landslides: Investigation and Mitigation*, Washington, National Academy Press, 1996, pp. 36-72 («National Research Council. Transportation Research Board. Special Report», 247).
- D'ARGENIO B., T.S. PESCATORE e P. SCANDONE, *Schema geologico dell'Appennino meridionale*, in «*Accademia Nazionale dei Lincei. Quaderni*», 1973, 183, pp. 49-72.
- DEL PRETE M., F.M. GUADAGNO e A.B. HAWKINS, *Preliminary Report on the Landslides of 5 May 1998, Campania, Southern Italy*, in «*Bulletin of Engineering Geology and the Environment*», 1998, 57, pp. 113-129.
- DIODATO N., *Fattori climatici e calamità naturali nel Sannio beneventano (secc. IV-XX)*, in «*Rivista Storica del Sannio*», 1999, 12.
- FIORILLO F. e P. REVELLINO, *Le condizioni idrologiche che determinano lo sviluppo delle frane superficiali nell'area sannita: gli esempi del gennaio 2003 e del marzo 2005*, in «*Giornale di Geologia Applicata*», 2006, 3, pp. 129-136.
- GENEVOIS R. e P.R. TECCA, *Analisi probabilistica della stabilità dei versanti: applicazione per la realizzazione di una carta della pericolosità nella media valle del Fiume Tammaro (BN)*, in «*Memorie della Società Geologica Italiana*», 1987, 37, pp. 157-170.
- GRELLE G. e altri, *Bedding Control on Landslides: A Methodological Approach for Com-*

- puter-aided Mapping Analysis*, in «Natural Hazards and Earth System Sciences», 2011, 1395-1409.
- GRELLE G., P. REVELLINO e F.M. GUADAGNO, *Methodology for Seismic and Post-seismic Stability Assessment of Natural Clay Slopes Based on a Viscoplastic Behaviour Model in Simplified Dynamic Analysis*, in «Soil Dynamics and Earthquake Engineering», 2011, 31, pp. 1248-1260.
- GUADAGNO F.M. e altri, *La carta delle frane della provincia di Benevento*, Benevento, Sannio University Press, 2006.
- GUADAGNO F.M. e altri, *Structure-controlled Earth Flows in the Campania Appennines*, in ZUYU CHEN e altri (a cura di), «*Landslides and Engineered Slopes. From the Past to the Future*. Proceedings of the 10th International Symposium on Landslides and Engineered Slopes (Xi'an, 30.VI-4.VII.2008)», Cleveland, CRC Press, 2008, I, pp. 365-371.
- GUADAGNO F.M. e P. REVELLINO, *Debris Avalanches and Debris Flows of the Campania Region (Southern Italy)*, in M. JAKOB e O. HUNGR (a cura di), *Debris-Flow Hazards and Related Phenomena*, Heidelberg, Springer, 2005, pp. 489-518.
- GUZZETTI F. e M. CARDINALI, *Landslide Inventory Map of the Umbria Region, Central Italy*, in «Proceedings of the 6th International Conference and Field Workshop on Landslides. ALPS 90 (Milano, 12.IX.1990)», pp. 273-284.
- HUNGR O. e altri, *A Review of the Classification of Landslides of the Flow Type*, in «Environment and Engineering Geoscience», 2001, 3, pp. 221-238.
- MAZZARELLA A., N. DIODATO e L. ESPOSITO, *L'invarianza di scala nella successione delle alluvioni di Benevento (media Valle del Calore)*, in «Quaderni di Geologia Applicata», 2002, 9, pp. 105-116.
- PATACCA E. e P. SCANDONE, *Post-Tortonian Mountain Building in the Apennines. The Role of the Passive Sinking of a Relic Lithospheric Slab*, in A. BORIANI e altri (a cura di), *The Lithosphere in Italy. Advances in Earth Science Research*, in «Atti dei Convegni Lincei», 1989, 80, pp. 157-176.
- REVELLINO P. e altri, *Structurally-controlled Earth Flows of the Benevento Province (Southern Italy)*, in «Bulletin of Engineering Geology and the Environment», 2010, 69, pp. 487-500.
- VALENTINI G., *Un modello statistico nello studio della franosità nel quadro morfologico, geologico e geotecnico della media valle del F. Fortore*, in «Geologia Applicata e Idrogeologia», 1967, 2, pp. 197-227.

THE PROBLEM OF LANDSLIDES IN THE SAMNITIC AREA: CHARACTERIZATION AND DISTRIBUTION OF SLOPE INSTABILITIES. – The paper reports on an investigation into the distribution and type of landslides in the Benevento province, southern Italy, between 2001 and 2011. Field mapping was undertaken at various scales up to 1:10,000 depending on the identified features. Landslide types were recognized within 5-group litho-technical sequences cropping out in the province, grouped according to their similar mechanical and lithological features. The analysis showed a widespread diffusion of earth flows, with reactivation linked to both rainfall and seismic events. The flows are structurally controlled with regard to bedding, stratigraphic-tectonic contact between more and less competent sequences and a high degree of tectonisation. The study of the Samnite territory allows to acquire an updated picture of the instability and is there-

fore an appropriate basis for predicting typological and spatial distribution of landslides in the area. At the same time, it allows the identification of structures predisposing to landslides, providing information about the susceptibility, decisive in the evaluation of landslide scenarios and, therefore, in planning.

Università del Sannio (Benevento), Dipartimento di Scienze e Tecnologie
paola.revellino@unisannio.it

Università di Salerno, Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali
mbencardino@unisa.it

Università del Sannio (Benevento), Dipartimento di Scienze e Tecnologie
gerardo.grelle@unisannio.it

Università del Sannio (Benevento), Dipartimento di Scienze e Tecnologie
angelo.donnarumma@unisannio.it

Università del Sannio (Benevento), Dipartimento di Scienze e Tecnologie
guadagno@unisannio.it