

# Il rischio da frana nel territorio campano

Antonio Santo

*Il territorio italiano presenta numerose aree in dissesto idrogeologico, soprattutto per frane e alluvioni che coinvolgerebbero circa 1.300.000 edifici. La Campania è tra le regioni più esposte. Qui e nel resto del Paese è auspicabile l'incremento delle ricerche in corso da venti anni. Con l'obiettivo, soprattutto, di una corretta gestione delle risorse economiche destinate alle azioni di mitigazione del rischio.*

**P**er dissesto idrogeologico e rischio idrogeologico si intendono eventi naturali, spesso calamitosi, causati dalle acque, sia superficiali che sotterranee. Gli eventi tipici più frequenti sono rappresentati da frane o alluvioni e da processi che determinano un'erosione superficiale del suolo, nonché subsidenze, intese sia come lenti abbassamenti del livello del suolo che come sprofondamenti rapidi.

Il rischio idrogeologico rappresenta per l'Italia un serio problema, secondo solo a quello sismico in termini di perdita di vite umane e di danni arrecati alle strutture. Nel XX secolo, infatti, oltre 29.000 località sono state colpite da inondazioni ed oltre 30.000 da frane. Le ricadute in termini di danni sono state enormi in quanto si sono registrati circa 10.000 tra morti, feriti e dispersi, 350.000 senza tetto, migliaia di case e di ponti e centinaia di km di strade e ferrovie distrutti o danneggiati.

Dalla recente pubblicazione del dossier "Terra e Sviluppo" decalogo del territorio 2010, redatto dall'Ordine Nazionale dei Geologi in collaborazione con il Centro Ricerche Economiche e Sociali di Mercato per l'Edilizia e il Territorio (CRESME), emerge come negli ultimi quaranta anni si siano verificati diversi eventi di dissesto idrogeologico che hanno causato enormi danni. Tra i principali si ricordano quelli di Firenze (1966), Genova (1970), Ancona (1982), Val di Fiemme (1985), Valtellina (1987), Piamon-

te (1994), Versilia (1996), Sarno (1998), Soverato (2000), Nord-Ovest dell'Italia (2000), Valbruna (2003), Varenna, Nocera Inferiore (2005), Cassano delle Murge (2005), Ischia (2006), Vibo Valentia (2006), Messina (2009), Laces (2010). La ricerca evidenzia come l'aumento del rischio idrogeologico sia legato, a partire soprattutto dal dopoguerra, prevalentemente all'espansione del territorio antropizzato verso aree instabili.

Secondo tale studio, inoltre, in Italia circa un 1.260.000 edifici sarebbero a "rischio frane ed alluvioni" (di questi oltre 6.000 sono scuole) con maggiori situazioni di rischio per le regioni Campania, Emilia Romagna, Piemonte, Lombardia, Toscana e Veneto.

## Il rischio da frana

I primi studi di sintesi sui fenomeni franosi avvenuti sul territorio nazionale risalgono agli anni '60 ma è negli anni '90 che vengono redatte le ricerche più complete. Nel 1992, infatti, il Servizio Geologico Nazione pubblicò un importante studio sul "Dissesto geologico e geoambientale" nel periodo compreso tra il dopoguerra al 1990. Più recentemente un censimento delle aree colpite da frane e inondazioni (periodo compreso tra il 1918 e il 1990) è stato avviato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDICI, 1998). Inoltre a seguito dell'evento cata-

strofico di Sarno (1998), venne avviato, dall'ISPRA e dalle Province Autonome, il Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia pubblicato nel 2006). Grazie a questo progetto sono state censite circa 470.000 frane che hanno interessato un territorio di 20.000 km<sup>2</sup>, pari al 6% del territorio nazionale. Da tali fonti emerge che il 12% degli eventi (56.648 frane) ha prodotto danni a cose e/o persone. Tra le regioni maggiormente colpite risultano la Lombardia con il 28% delle frane, circa 130.500; l'Emilia Romagna con il 14% delle frane, circa 70.000 e le Marche con il 9% del totale.

La mappa dell'indice di franosità elaborata dall'ISPRA, evidenzia come le aree di frana siano concentrate lungo l'arco alpino tra Tentino e Lombardia, lungo l'Appennino tosco-emiliano e nell'Appennino marchigiano, abruzzese e meridionale (Figura 1, Tabella 1).

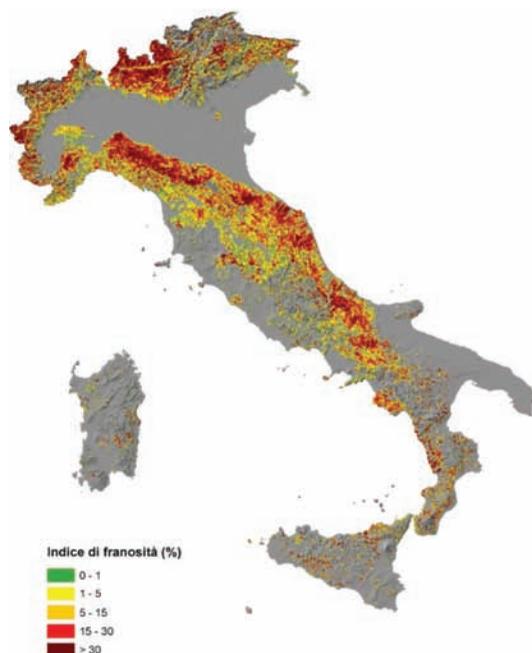
Se si fa riferimento alle tipologie di frane [1, 2] maggiormente diffuse in ambito nazionale (Figura 2A) si osserva che gli scivolamenti rotazionali/traslativi rappresentano più del 30% delle frane totali

cui seguono i colamenti lenti (15,5%), i colamenti rapidi (15%) e quelli complessi (11,6%). Delle frane censite poi il 46% risulta attivo/riattivato/sospeso ed il 39% quiescente (Figura 2B).

L'inventario IFFI contiene anche informazioni relative ai danni prodotti da circa 37.000 frane. Gli elementi maggiormente danneggiati sono le strade, i terreni agricoli ed i centri abitati (Figura 2C).

In riferimento a quest'ultimo aspetto è stato realizzato a scala nazionale un censimento che tiene conto solo dei fenomeni franosi ed alluvionali che hanno arrecato vittime nel periodo di tempo tra l'anno 590 ed il 2008 [3, 4]. I dati raccolti mostrano che il numero di frane ed alluvioni per anno sono aumentati nel tempo: l'incremento è particolarmente significativo tra il 1700 ed il 1850. Inoltre è stato osservato che i fenomeni idrogeologici precedenti al 1850 che hanno prodotto vittime, sono molto più numerosi rispetto a quelli del periodo successivo. La differenza del numero medio di vittime per evento è dovuta a

Figura 1 e Tabella 1. Indici di franosità sul territorio italiano (progetto IFFI) distinti per regione.



Regione / Provincia Autonoma	Numero dei fenomeni franosi	Densità dei fenomeni franosi	Area interessata da fenomeni franosi	Indice di Franosità	Indice di Franosità su area montano-collinare
	n.	n./100 km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	%	%
Piemonte	35.023	126	2.540	9,1	15,0
Valle d'Aosta	4.359	134	520	16,0	16,0
Lombardia	130.538	547	3.308	13,9	29,9
Bolzano-Bozen	1.995	27	463	6,2	6,3
Trento	9.385	151	879	14,2	14,7
Veneto	9.476	52	223	1,2	3,1
Friuli Venezia Giulia	5.253	67	511	6,5	14,8
Liguria	7.515	139	425	7,9	8,1
Emilia Romagna	70.037	317	2.511	11,4	23,2
Toscana	29.208	127	1.035	4,5	5,6
Umbria	34.545	408	651	7,7	8,7
Marche	42.522	442	1.882	19,4	21,2
Lazio	10.548	61	398	2,0	3,0
Abruzzo	8.493	78	1.241	11,4	12,5
Molise	22.527	508	494	11,1	12,5
Campania	23.430	171	973	7,1	8,8
Puglia	843	4	85	0,4	1,0
Basilicata	9.004	90	298	3,0	3,6
Calabria	9.417	62	822	5,5	6,0
Sicilia	3.657	14	500	1,9	2,2
Sardegna	1.523	6	188	0,8	1,0
<b>ITALIA</b>	<b>469.298</b>	<b>155</b>	<b>19.946</b>	<b>6,6</b>	<b>8,9</b>

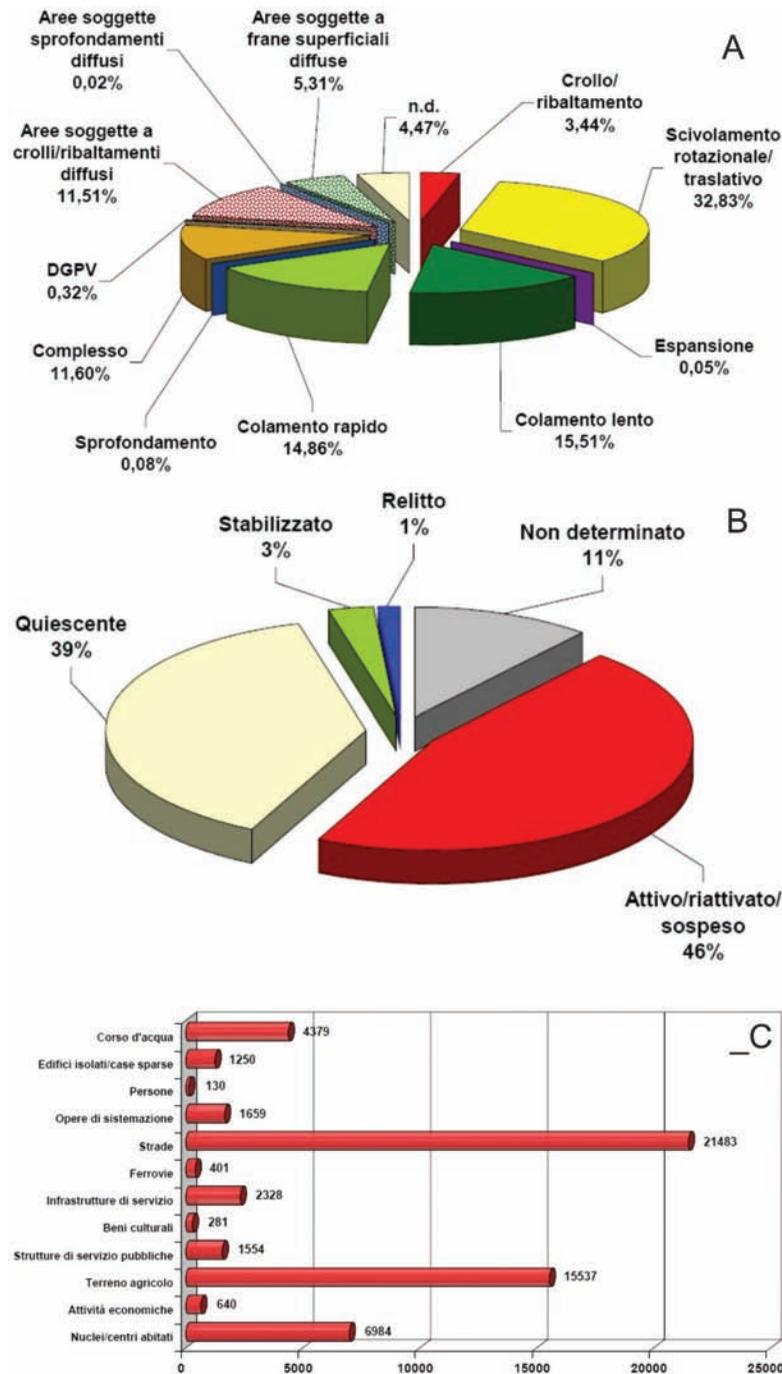


Figura 2. Tipologie (A) e stati di attività (B) delle frane censite nel progetto IFFI e danni associati (C).

variazioni delle condizioni climatiche che hanno condizionato il verificarsi di eventi idrogeologici. Nella Figura 3 vengono mostrate le aree con maggiore incidenza a frane (Figura 3A) ed alluvioni (Figura 3B).

## Il rischio da frana in Campania

La Campania è tra le regioni a più alto rischio idrogeologico in Italia a causa delle particolari caratteristiche geologiche e geomorfologiche oltre che per l'elevata densità abitativa.

A seguito degli eventi di Sarno (maggio 1998) e delle norme successivamente emanate (D.L. 11.06.98 n. 180) si è avviata una analisi conoscitiva individuando e perimetrando le aree con diverso livello di attenzione per il rischio idrogeologico: R4 (molto elevato), R3 (elevato), R2 (medio), R1 (moderato). In tal modo, le competenti Autorità di Bacino hanno elaborato i "Piani Stralcio per l'assetto Idraulico ed Idrogeologico" (PAI) attraverso i quali è stato possibile individuare le aree a maggiore rischio e la loro estensione.

Per avere un quadro della situazione delle frane si può fare riferimento ancora una volta al progetto IFFI che ha tenuto conto anche delle frane mappate nei Piani Stralcio dalle varie Autorità di Bacino (Figura 4).

Le frane hanno interessato diversi contesti geologici ed hanno avuto caratteristiche cinematiche molto diverse. Esistono, infatti, tipologie di frane "veloci" o "rapide" difficili da prevedere e da monitorare e che per tale motivo possono creare situazioni di alto rischio. Ne sono esempi le numerose frane da crollo in roccia e le colate rapide detritico-fangose che hanno interessato la Campania nell'ultimo secolo. Altre tipologie di frane, molto numerose e diffuse, sono invece caratterizzate da movimenti lenti e, pur coinvolgendo ingenti volumi di materiale (fino a milioni di m<sup>3</sup>), possono essere monitorate nel tempo, consentendo così di attivare forme di allarme efficaci per la salvaguardia della popolazione.

Infine altri fenomeni che possono determinare situazioni di alto rischio sono rappresentati da flussi iperconcentrati

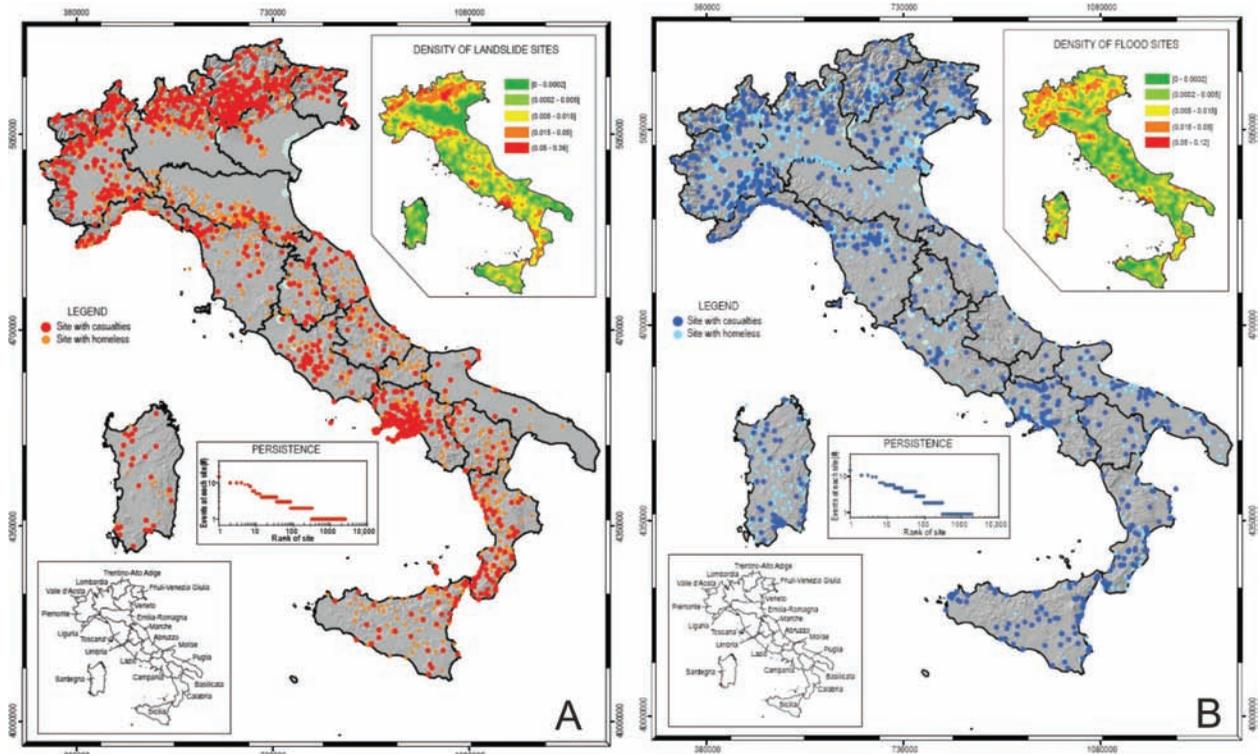


Figura 3. A) Localizzazione dei 2.533 siti interessati da frane nel periodo di tempo 650-2008 dei 1836 siti interessati da fenomeni di alluvionamento nel periodo di tempo 590-2008 che hanno provocato vittime sul territorio nazionale (da [4]).

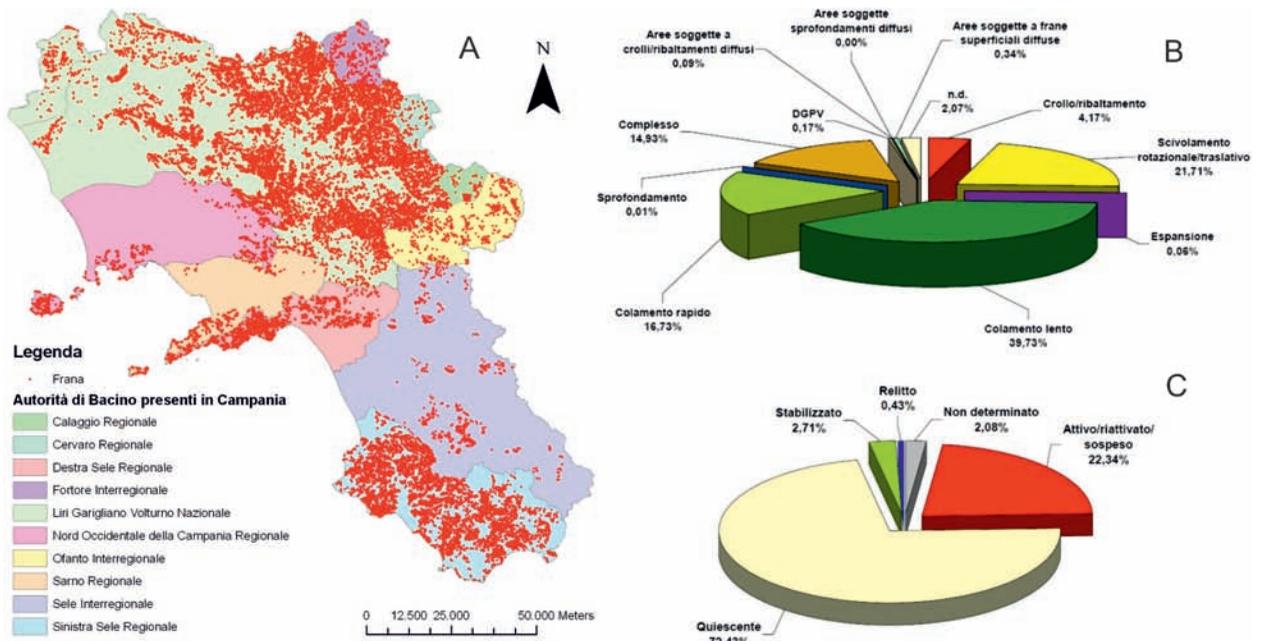


Figura 4. Distribuzione delle frane in Campania secondo il progetto IFFI (A) e loro tipologia (B) e stato di attività (C).

detritico-fangosi che, in concomitanza di intense precipitazioni orarie, possono interessare contesti di conoidi alluvionali ubicati nei settori pedemontani dei principali rilievi montuosi della regione. Tali fenomeni in Campania risultano ancora poco studiati, in ragione di tempi di ritorno spesso superiori a 100 anni e delle scarse informazioni tecnico-scientifiche e storiche che ci sono pervenute nel tempo.

### **Le frane da crollo**

Le frane da crollo coinvolgono essenzialmente rocce lapidee quali formazioni carbonatiche, flysch arenaceo-conglomeratici, lave e tufi vulcanici. Esse si innescano in corrispondenza di scarpate o di versanti ad elevata pendenza con zone di distacco impostate su sistemi di discontinuità preesistenti (in genere faglie, fratture e giunti) e con nicchie di distacco che possono avere dimensioni molto variabili ovvero da pochi  $\text{dm}^3$  a decine di migliaia di  $\text{m}^3$ . I fenomeni sono molto veloci, spesso imprevedibili e non presentano evidenti segni premonitori. Gli inneschi possono essere legati ad eventi pluviometrici particolarmente intensi, a disgregazione meccanica per processi crioclastici nelle zone di alta quota durante gelate prolungate nel tempo, a terremoti e, più raramente, a dilatazione termica durante periodi di forte insolazione.

I contesti geomorfologici più interessati sono versanti strutturali o falesie costiere; in queste situazioni, anche massi di pochi  $\text{dm}^3$  possono creare condizioni di alto rischio se incombenti su spiagge, aree urbanizzate e/o vie di comunicazione molto trafficate.

In Campania le aree maggiormente interessate in epoca storica da tali frane sono quelle della Penisola Sorrentina-Amalfitana [5] dove, a seguito di frane da crollo, si assiste alla periodica chiu-

sura di alcune importanti infrastrutture stradali e ferroviarie, così come le coste alte e gli arenili dell'area flegrea napoletana e del Cilento, notoriamente ad alta vocazione turistica.

Molto spesso queste frane sono difficili da prevedere, soprattutto quando sono di modeste dimensioni (Figura 5C) e quando si innescano in zone molto impervie, difficili da tenere sotto controllo. Talora si sono avuti fenomeni di grande magnitudo su centri abitati, come nel caso della frana dei Cappuccini ad Amalfi del 21.12.1899 (Figura 5B), successivamente riattivatasi il 26.03.1924. Soprattutto in questi contesti molto urbanizzati e quindi ad alto rischio, sarebbero necessari studi di dettaglio per la realizzazione di piani di monitoraggio e previsione dei fenomeni.

### **Le frane da colata rapida di fango**

Le frane da colata rapida sono molto frequenti in Campania e coinvolgono le coperture piroclastiche presenti su versanti generalmente calcarei ma anche di natura vulcanica o terrigena (Figura 6). Esse si innescano in condizioni di forte saturazione dei terreni superficiali, a seguito di eventi meteorici intensi che contribuiscono a rendere più fluida la massa in frana, consentendole di raggiungere, di conseguenza, velocità molto elevate. I notevoli volumi in gioco e la velocità di movimento (magnitudo) spiegano la notevole capacità di avanzamento nella fascia pedemontana, spesso densamente abitata.

Nel territorio campano i depositi piroclastici possono essere differenziati sulla base dell'età, dei meccanismi di deposizione, della granulometria e della natura del bedrock su cui poggiano. L'insieme di queste informazioni consente di suddividere il territorio in zone caratterizzate da maggiore o minore propensione all'innescio di colate

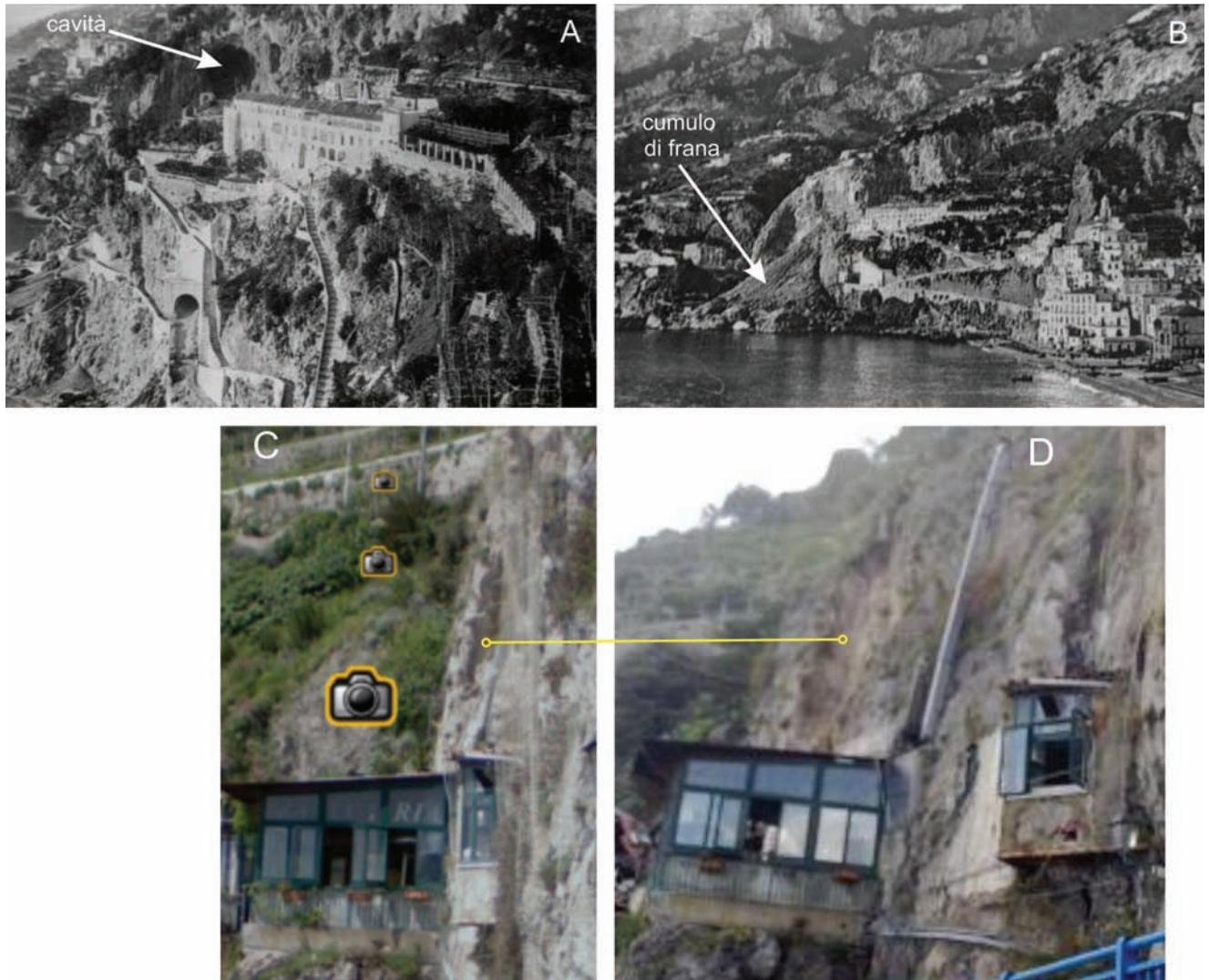


Figura 5. Esempi di frane da crollo pre (A e C) e post evento (B e D) di grandi dimensioni (Amalfi, 21.12.1899) e di limitato volume (frana di Atrani del 2 gennaio 2010).

anche sulla base della loro potenziale magnitudo (Figura 7).

Nel contesto vulcanico flegreo (Ba di Figura 10), il materiale piroclastico costituito per lo più da ceneri si è depositato sui tufi e sulle lave tramite fenomeni di flusso e caduta raggiungendo uno spessore che generalmente non supera i 2-3 m [6]. I valori di acclività dei versanti sono alti (circa 35°) e sono frequenti cornici litologiche in tufo. In quest'area si verificano soprattutto debris flows ma anche piccole frane da colata [7]. Il movimento iniziale è generalmente ubicato nei settori più alti in quota e si

tratta spesso di frane non incanalate. I volumi coinvolgono al massimo 10.000 m<sup>3</sup> (III classe di Jacob, 2005) e il runout è generalmente basso.

Nel contesto terrigeno (Fg di Figura 7) il bedrock è costituito da flysch ed argilla. I versanti, generalmente poco pendenti (15°-25°), si localizzano in zona assiale rispetto alle direzioni di deposizione delle vulcanoclastiti del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei. L'area sorgente si localizza nella porzione medio-bassa dei versanti ed il flusso è spesso canalizzato e con un alto contenuto di acqua. La copertura è spesso minore di 2 m. In

Figura 6. Alcune delle frane da colata rapida più recenti nei vari contesti: A) la frana subtriangolare sui calcari dei monti Lattari (Nocera inferiore); B) sulle lave di monte Vezzi ad Ischia; C) su flysch in località Bosco de' Preti ad Avellino.

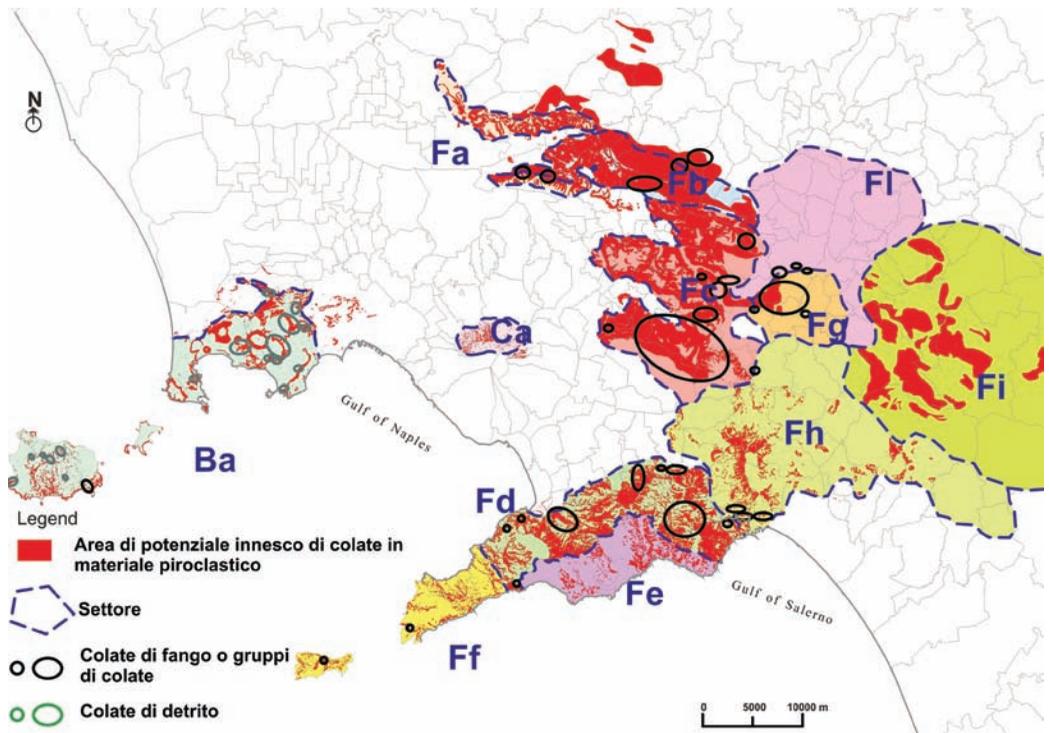
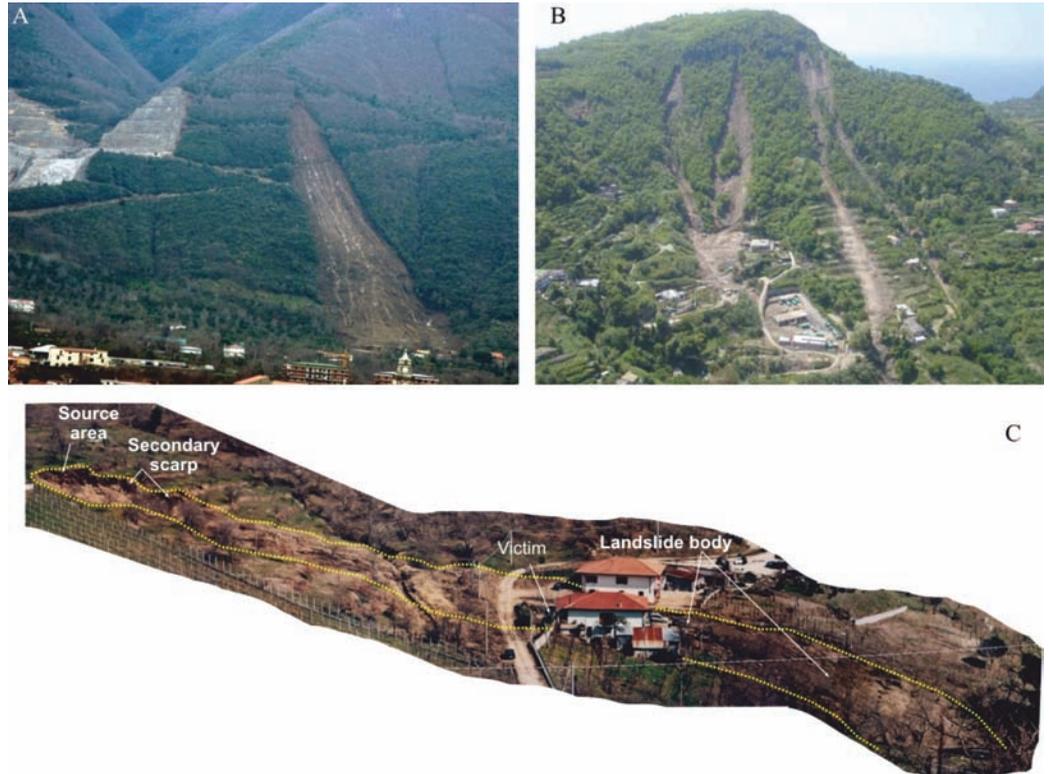


Figura 7. Zonazione delle aree maggiormente suscettibili (in rosso) a frane da colata rapida in Campania (da [8]).

questo contesto possono generarsi frane di circa 10.000 m<sup>3</sup> ma con un runout significativo [8].

Nel contesto carbonatico (Fb, Fc, Fd e Fe di Figura 7) i rilievi montuosi, negli ultimi 17.000 anni, sono stati ricoperti dai prodotti di diverse eruzioni del Somma Vesuvio. Le coperture si riscontrano principalmente su versanti calcarei fratturati dove possono raggiungere uno spessore fino a 5 m. In questo contesto le frane possono avere dimensioni variabili sino ad oltre 100.000 m<sup>3</sup> (III e IV classe di Jacob, 2005). Le nicchie di frana sono localizzate nei settori alti in quota, in prossimità degli spartiacque, e le frane possono avere diversa cinematica a seconda del tipo di versante (non inciso o planare o inciso) e con runout maggiore nel caso di incanalamento della massa franata.

Studi recenti hanno cercato di stimare la magnitudo delle possibili frane da colata [9]: tale parametro può essere calcolato affrontando il problema ad una scala di estremo dettaglio (singolo settore di versante). Esiste infatti una relazione tra la superficie della frana e l'energia di rilievo del versante (differenza di quota tra il punto più alto suscettibile all'innescio ed il piede del versante). Un esempio di applicazione di tale metodologia è quello mostrato in Figura 8 per alcuni bacini e versanti regolari del comune di Castellammare di Stabia, in Penisola Sorrentina.

### **I fenomeni alluvionali in area di conoide**

Secondo il National Research Council degli Stati Uniti (NRC, 1996) il termine "alluvial fan flooding" può essere utilizzato per indicare un particolare tipo di alluvione che si verifica in corrispondenza delle conoidi alluvionali e che, oltre ad essere caratterizzato dai processi di inondazione, può determinare la

deposizione, in tempi brevi, di notevoli quantità di carico solido. Per tale motivo il rischio legato a questi processi può essere molto alto.

In Campania si hanno notizie di numerosi fenomeni alluvionali verificatisi in ambito di conoide negli ultimi due secoli (Figura 9) che suggeriscono una fragilità territoriale particolarmente elevata. A questi bisogna aggiungere altri episodi verificatisi negli ultimi decenni, alcuni dei quali recentissimi (Casamicciola ed Atrani nel 2010, San Gregorio Magno nel 2011).

L'intensità degli eventi dipende dalla modalità di trasporto del flusso idrico. In letteratura vengono documentate differenti tipologie, ai cui estremi si pongono i processi da *water flood* e da *debris flow* [10]. La distinzione si basa sulla diversa concentrazione della componente solida, dalla quale discendono importanti differenze nel comportamento reologico complessivo. Nei *water flood*, infatti, il sedimento è trasportato prevalentemente sul fondo e risulta separato dalla componente liquida che si muove ad una velocità maggiore; nei *debris flow* il flusso è costituito da una miscela monofasica ad elevata concentrazione, nella quale l'acqua ed il solido si propagano con la stessa velocità. Ad ogni tipologia corrispondono differenze sedimentologiche e morfologiche nel conoide [11-13].

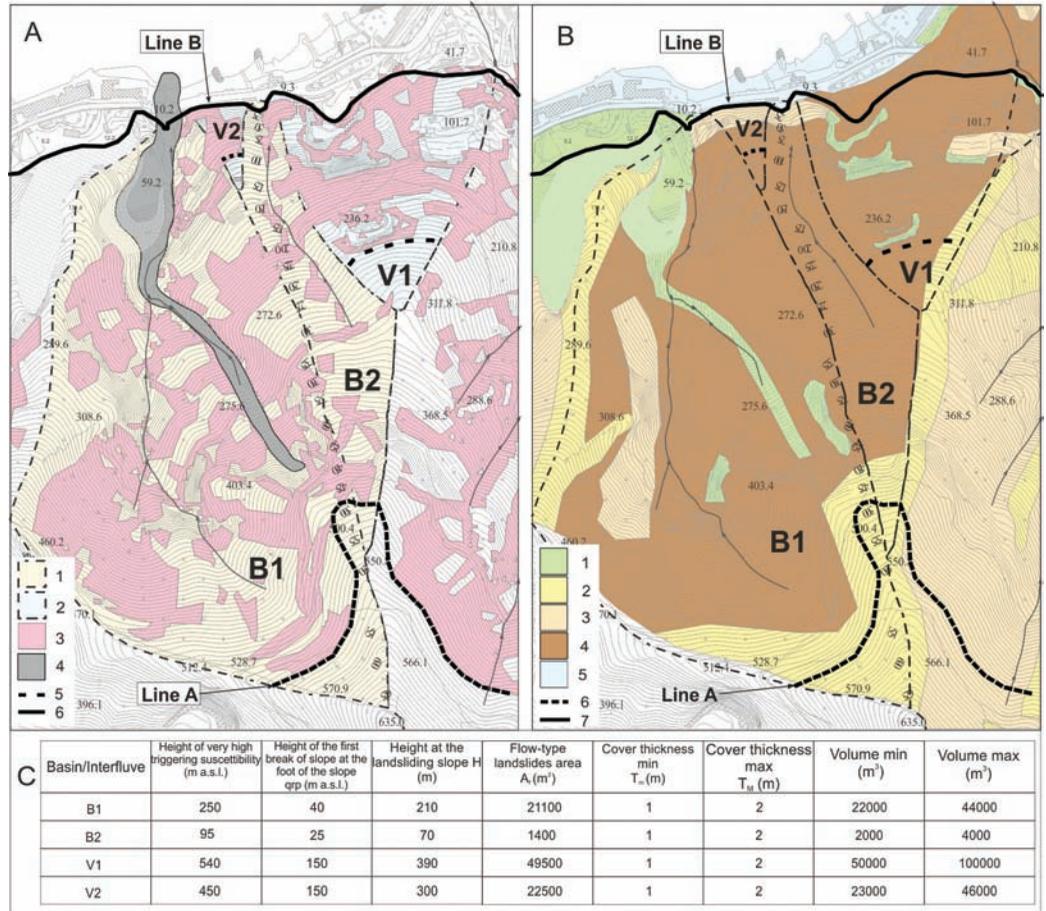
I flussi da *debris flow* possono presentare delle portate di picco maggiori fino a 4-5 volte [7], e magnitudo superiori di alcuni ordini di grandezza rispetto a quelle che si sviluppano per i *water flood*. Di conseguenza l'identificazione delle conoidi interessate da trasporto di tipo *debris flow* risulta fondamentale ai fini della pianificazione territoriale e della messa in opera di particolari interventi di mitigazione [11].

Recenti studi [13], condotti su 102 sistemi bacino-conoide della Campania, hanno permesso di individuare le aree

Figura 8. La stima dei potenziali volumi mobilizzabili per alcuni bacini e versanti regolari presenti nel comune di Castellammare di Stabia. A) carta della suscettibilità massima all'innesco di colate rapide e dei parametri geomorfologici significativi: 1) spartiacque dei bacini; 2) versante regolare; 3) suscettibilità alta all'innesco di colate rapide; 4) la frana di colata rapida di Pozzano del 1997; 5) linea che unisce i punti con maggiore suscettibilità all'innesco di colate

(linea A); 6) linea che segue la prima rottura di pendenza posta alla base dei versanti incisi e non incisi (linea B).

B) Carta degli spessori della copertura piroclastica: 1) substrato carbonatico affiorante; 2) Substrato carbonatico con una copertura discontinua di materiale piroclastico (0-0,5 m); spessore della copertura: 3) 0,5-2 m; 4) 2-4 m; 5) > 4 m; 6) linea A; 7) linea B. C) Tabella con i volumi massimi e minimi potenzialmente mobilizzabili per i bacini ed i versanti (da [9]).



per le quali è più elevata la possibilità di accadimento di fenomeni da *debris flow*. Da tali studi è emerso infatti che la maggior parte dei sistemi analizzati (Monti di Caserta, Monti Picentini, Monti della Maddalena, Monti Lattari) è altamente suscettibile a fenomeni da *debris flow* (Figura 10). Per le aree dei Monti del Matese ed alcuni conoidi dei Monti della Maddalena, risulta invece prevalente un trasporto da *water flood*.

### Considerazioni conclusive

Da quanto esposto emerge che il territorio italiano e quello campano in particolare, presenta numerose aree in

dissesto idrogeologico, spesso associate a fenomeni franosi da rapidi a molto rapidi, purtroppo non facilmente prevedibili (frane da crollo e di colata rapida). Inoltre, nelle zone pedemontane poste alla base di importanti rilievi montuosi, esistono diffuse situazioni di rischio, in corrispondenza di conoidi alluvionali attivi e spesso urbanizzati.

In tutte queste aree per fronteggiare il rischio idrogeologico è auspicabile il prosieguo delle ricerche che, ormai da anni, vengono portate avanti dalla comunità scientifica e dagli Enti territoriali. L'obiettivo principale di tali studi dovrebbe essere quello di definire con maggiore precisione i possibili scenari di evento, molto variabili da punto a punto, e di prevedere la possibile magni-

Figura 9.  
Testimonianze fotografiche delle alluvioni storiche. Comune di Sala Consilina (a, b, c), comune di Arienzo (d) e Santa Maria a Vico (e).



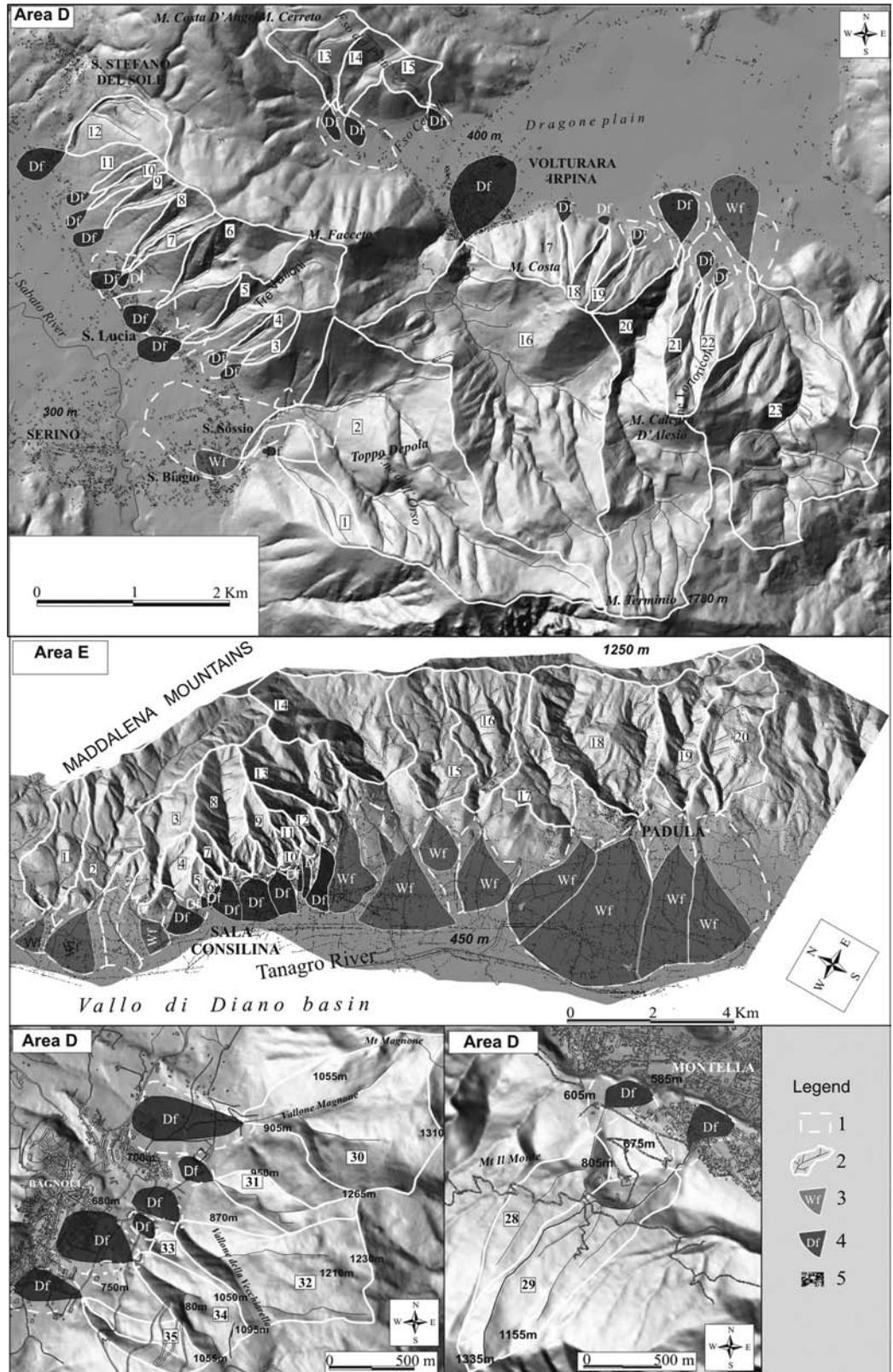
tudo/intensità del fenomeno, soprattutto ai fini di una corretta gestione delle risorse economiche destinate alle azioni di mitigazione del rischio.

Inoltre sarebbe importante prevedere, alla scala del singolo comune, la redazione di Piani di Protezione Civile che tengano in debito conto i possibili, diversi, scenari di evento. A tale scopo sarebbe molto importante la formazione di tecnici specializzati capaci di gestire le operazioni di monitoraggio e controllo del territorio prima, durante e dopo un possibile evento. Di pari passo si dovrebbe inoltre attivare una azione di informazione ed educazione della popolazione, per insegnarle a convivere con il dissesto idrogeologico.

## Bibliografia

1. Cruden D.M., Varnes D.J. (1996) Landslide types and processes. In: Turner AK, Schuster RL (Eds.) *Landslides: investigation and mitigation*. Special Report 247. National Research Council, Ottawa, pp. 36-75.
2. WP/WLI (International Geotechnical Societies' UNESCO Working Party on World Landslide Inventory) (1993) *Multilingual landslide glossary*. Bitech Publishers, Richmond, B.C. 46: 941-965.
3. Guzzetti F., Stark C. P., Salvati P. (2005) Evaluation of flood and landslide risk to the population of Italy, *Environ. Manage.*, 36(1), 15-36.
4. Salvati P., Bianchi C., Rossi M., Guzzetti F. (2010) Societal landslide and flood risk in Italy. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 10:465-483.
5. Budetta P., Di Crescenzo G., Santo A. (2002) *La frana in roccia di Monte Catiello (Positano): un raro evento in Penisola Sorrentina dovuto all'azione crioclastica*. Atti del Convegno Nazionale "Conservazione dell'ambiente e rischio idrogeologico", Assisi 11-12 dicembre 2002.
6. Calcaterra D., Guarino P. M. (1997) Dinamica morfologica e fenomeni franosi recenti nell'area collinare napoletana (settore occidentale). *Geologia Tecnica ed Ambientale*, 2/99, 11-17.
7. Hungr O., Evans S.G., Bovis M., Hutchinson J.N. (2001) Review of the classification of landslides of the flow type. *Environmental and Engineering Geoscience*, VII, 221-238.

Figura 10. Carta della suscettibilità delle aree D (Monti Picentini) ed E (Monti della Maddalena):  
 1) conoide inattivo;  
 2) bacini idrografici;  
 3) conoidi attivi da water flood;  
 4) conoidi attivi da debris flows;  
 5) area urbanizzata [13].



8. Picarelli L., Santo A., Di Crescenzo G., Olivares L. (2008) *Macro-zoning of areas susceptible to flowslide in pyroclastic soils in Campania Region*. Atti del 10<sup>th</sup> International Symposium On Landslides And Engineered Slopes. Chen et al. Eds. Taylor & Francis Group 2008, Xi'an, China, 1951-1957. Processes and Landforms 29: 311-322.
9. De Falco M., Di Crescenzo G., Santo A. (2011) Volume Estimate of Flow-type Landslides along Carbonate and Volcanic Slopes in Campania (Southern Italy). *Nat Hazards*, DOI 10.1007/s11069-011-9782-z
10. Costa J.E. (1988) Rheologic, geomorphic, and sedimentologic differentiation of water floods, hyperconcentrated flows, and debris flows. In: V.R Baker, R.C. Kochel and P.C. Patton (Eds.) *Flood Geomorphology*, New York, Wiley, 113-122.
11. Wilford D.J., Sakals M.E., Innes J.L., Sidle R.C., Bergerud W.A. (2004) Recognition of debris flow, debris flood and flood hazard through watershed morphometrics. *Landslides* 1: 61-66.
12. De Scally F.A., Owens I.F., Louis J. (2010) Controls on fan depositional processes in the schist ranges of the Southern Alps, New Zealand, and implications for debris-flow hazard assessment. *Geomorphology* 122: 99-116.
13. Santangelo N., Daunis-i-Estadella J., Di Crescenzo G., Di Donato V., Faillace P., Martin-Fernandez J.A., Romano P., Santo A., Scorpio V. (2012) Topographic predictors of susceptibility to alluvial fan flooding, Southern Apennines. *Earth Surface Processes and Landforms*, DOI: 10.1002/esp.3197.