

STATISTICA E MODELLISTICA PER VALUTARE IL RISCHIO FRANE

VALUTARE IL RISCHIO DA FRANA È OPERAZIONE COMPLESSA. LA VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIBILITÀ DI FRANE DI SCORRIMENTO SI PUÒ AVVALERE DI METODI STATISTICI BASATI SU VARIABILI GEO-AMBIENTALI O SU MODELLI NUMERICI CHE ACCOPPIANO MODELLI DI STABILITÀ A MODELLI DI INFILTRAZIONE E A MODELLI IDROLOGICI O IDROGEOLOGICI SEMPLIFICATI.

Per i fenomeni naturali calamitosi esiste una definizione generale di pericolosità. La *pericolosità* è la probabilità che il fenomeno si verifichi con una certa magnitudo, in un dato periodo di tempo e in una data area. La definizione della pericolosità è propedeutica alla *valutazione del rischio* secondo la nota formula $R=P \times V$, dove il *rischio* R è il prodotto della *pericolosità* P e della *vulnerabilità* V . La *vulnerabilità* misura il grado di perdita a causa di un evento e dipende dal numero, dalle caratteristiche fisiche e dal *valore economico* E , degli elementi a rischio. Per questo, "l'equazione del rischio" si trova spesso indicata come $R=P \times V \times E$. È importante chiarire che le variabili che compaiono nell'equazione del rischio sono delle *probabilità*. La pericolosità da frana è quindi una probabilità. Ma quale? O meglio, la probabilità di cosa? La pericolosità da frana è la probabilità che una frana di una certa magnitudo si verifichi in una data area e in un dato periodo di tempo. Per valutare la pericolosità da frana è quindi necessario conoscere:

- la probabilità dell'occorrenza geografica delle frane (la *suscettibilità*)
- la probabilità dell'occorrenza temporale della frana, che dipende dalla frequenza delle frane nel tempo, ossia da quante frane sono attese in media nel tempo e - dalla magnitudo delle frane attese.

È necessario che le tre probabilità siano fra loro indipendenti, o possano considerarsi tali. Se le probabilità non fossero indipendenti, la definizione della pericolosità sarebbe più complessa. Il problema della definizione della pericolosità da frana si riduce quindi a definire le tre probabilità citate. Un problema apparentemente semplice, ma che si rivela operativamente molto complesso. La prima difficoltà nasce dal

fatto che le frane sono fenomeni molto variegati. Con il termine "frana" si indicano fenomeni molto diversi fra loro. L'area di una frana (terrestre) varia da pochi metri quadri a diverse centinaia di km^2 , il volume da alcuni decimetri cubi a diversi km^3 , e la velocità da pochi millimetri l'anno a centinaia di chilometri l'ora.

La suscettibilità delle frane indotte da fenomeni meteo

Fra le cause naturali delle frane vi sono le piogge intense e prolungate, la rapida fusione della neve, i terremoti e l'attività vulcanica. Le cause antropiche annoverano scavi, costruzioni, perdite da acquedotti e reti fognarie, cambiamenti topografici e dell'uso del suolo, pratiche agricole e forestali. Un singolo evento piovoso o sismico può generare poche frane o diverse migliaia di frane in aree di centinaia o migliaia di chilometri quadrati. Vista la grande variabilità delle frane è difficile pensare a un solo metodo per la definizione della pericolosità. Limitiamo allora il campo delle nostre ambizioni previsionali, e decidiamo di voler prevedere popolazioni di frane di scorrimento e complesse indotte da fenomeni meteorologici (le piogge intense o la fusione della neve). Si tratta comunque di frane molto comuni in Italia. Questo semplifica la previsione, perché esclude la previsione delle colate di detrito a elevata mobilità, i crolli e le cadute di massi, le frane indotte dai terremoti e quelle indotte dall'azione dell'uomo.

Per la valutazione della *suscettibilità* (la componente geografica della pericolosità) di frane di scorrimento esistono due approcci. Il primo consiste nell'utilizzo di metodi statistici di classificazione che si basano sull'identificazione di relazioni statistiche fra la presenza o l'assenza di frane e alcune variabili geo-ambientali che caratterizzano il territorio, fra le quali l'assetto morfologico, le caratteristiche



FOTO: ARCH. CNR-IRPI

1

litologiche, geologiche e idrogeologiche, e il tipo di uso e di copertura del suolo (figura 1).

Il secondo approccio si basa sull'utilizzo di modelli "concettuali" (anche detti "fisicamente basati"), modelli numerici che accoppiano modelli di stabilità a modelli di infiltrazione e a modelli idrologici o idrogeologici semplificati. Senza entrare nei dettagli delle caratteristiche dei diversi modelli, e non considerando alcuni dei più recenti sviluppi che puntano a unire la modellistica statistica a quella concettuale fisicamente basata, si può affermare che i modelli statistici di classificazione sono più adatti alla definizione della suscettibilità da frana per aree vaste, mentre i modelli fisicamente basati sono più utilizzati per valutazioni di aree poco estese, da qualche chilometro ad alcune decine di chilometri quadrati.

1 Frana di scivolamento prodotta dalla rapida fusione della neve.

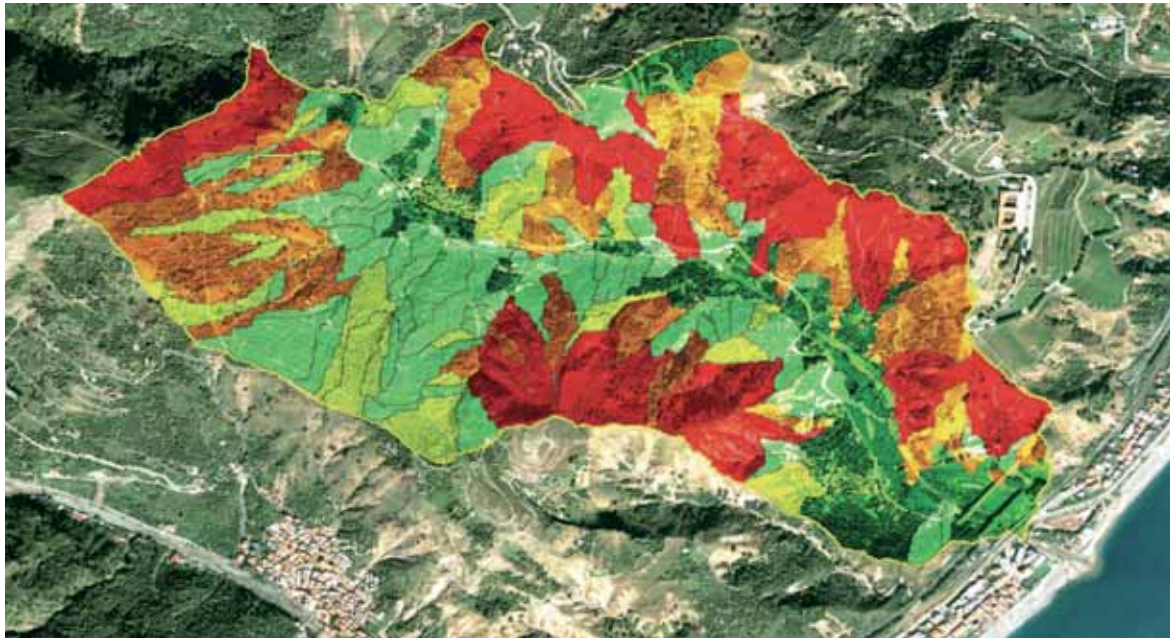


FIG. 1
PERICOLO FRANE

Esempio di carta di suscettibilità da frana. Le aree in rosso sono considerate suscettibili e quelle in verde non suscettibili a franare.

Per valutare la pericolosità è necessario definire in termini probabilistici la magnitudo delle frane attese. Purtroppo, per le frane non esiste una definizione unica di magnitudo. Se consideriamo la magnitudo un sinonimo della *distruttività*, possiamo pensare di definire la magnitudo sulla base di misure fisiche quali l'area, il volume, la velocità o l'energia dissipata da una frana. Purtroppo, anche queste misure non sono semplici da ottenere, e per la valutazione della magnitudo ci dobbiamo accontentare dell'area della frana, accettando che una frana di grande estensione sia più distruttiva, e quindi di magnitudo superiore a una frana di più piccola estensione.

Semplici osservazioni empiriche mostrano come l'area delle frane non sia né costante né casuale. Al contrario, le popolazioni di frane si "auto-organizzano" seguendo leggi statistiche semplici. Le frane di scorrimento, ad esempio, aumentano di numero con l'aumentare dell'area fino a un valore massimo che dipende dalle caratteristiche meccaniche dei terreni coinvolti, per poi diminuire in numero seguendo leggi di potenza. In altre parole, un evento di pioggia innesca tipicamente poche frane piccolissime, un gran numero di frane piccole, poche frane di dimensioni medie, pochissime frane di dimensioni grandi e solo raramente frane molto grandi. Questa osservazione permette di determinare, in termini di probabilità, la dimensione attesa delle frane in un territorio, e di utilizzare l'informazione per la valutazione della pericolosità.



La terza informazione necessaria per la definizione della pericolosità è la *probabilità di occorrenza temporale delle frane*. Delle tre probabilità è quella meno nota e più difficile da valutare. Nella letteratura sono pochi i tentativi di determinare, quantitativamente, la frequenza (o probabilità temporale) delle frane. Ciò per due motivi. Il primo è che esistono poche serie storiche di frane che coprono periodi e aree geografiche significative. Non è quindi possibile stabilire dei "tempi di ritorno" per l'attivazione di singole frane, o di popolazioni di frane. Il secondo è che non esistono modelli probabilistici adeguati alla previsione delle frane. I modelli esistenti assumono condizioni tipicamente violate delle frane, quali l'indipendenza e la casualità degli eventi (le frane tendono a raggrupparsi nel tempo) e la stazionarietà della serie (la

frequenza degli eventi di frana varia al variare delle condizioni climatiche e meteorologiche, e di copertura e uso del suolo). Le stime delle probabilità ottenute dai modelli sono quindi da considerarsi approssimazioni, di cui purtroppo non conosciamo il livello di incertezza. Il nostro gruppo ha prodotto *software* specifici per la definizione della suscettibilità da frana utilizzando approcci statistici e per la definizione delle statistiche delle dimensioni delle frane. I *software* sono a disposizione dei tecnici e dei ricercatori che si occupano di zonazione della suscettibilità e della stima della pericolosità da frana.

Fausto Guzzetti

Istituto di ricerca per la protezione idrogeologica, Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Irpi)