

nord Africa costituito per studiare il modo più efficiente e scientificamente valido per fare la previsione del tempo del mar Mediterraneo. Osservazioni e previsioni sono utili inoltre si legge su "Unibo magazine" per studiare la salute dell'ecosistema marino e controllare che non degeneri o si ammali. Gli indicatori attuali fanno pensare che il mar Mediterraneo stia cambiando radicalmente. Ciò è dovuto essenzialmente al fatto che i fiumi scaricano sempre meno, perché troppa acqua è usata in agricoltura. Ciò sta già modificando e potrebbe indurre ulteriori cambiamenti della catena trofica, dal fitoplancton in su, con gravi ripercussioni sulla salute del mare e un'ulteriore diminuzione della pesca. Il pescato già da qualche tempo è in calo ma non è possibile ancora sapere se tale diminuzione dipenda dalle modificazioni

della catena trofica o da uno sfruttamento eccessivo delle risorse ittiche.

Il servizio, come sottolinea la Pinardi, è richiesto da "importanti utenti commerciali che acquisiscono i nostri dati per loro sistemi privati di intervento in caso di incidenti in mare o per pianificare la costruzione delle piattaforme di estrazione dei gas naturali. Oltre a ciò abbiamo compagnie private che utilizzano le nostre previsioni per fornire informazioni in tempo reale alle imbarcazioni".

Per gli studi sulle previsioni, Pinardi ha ricevuto il premio Nansen. «In campo scientifico non è facile vedere riconosciuti i risultati di una ricerca che ha condotto a un sistema operativo, quasi sempre sono privilegiati i risultati teorici», commenta la docente. «I fondi europei non ci sono mai mancati, non ho avuto i problemi che hanno altri ricercatori italiani». Il

sistema è in grado di fornire, grazie ai satelliti, dati scientifici di alta qualità per controllare lo stato di salute del mare, per rendere più sicuro il trasporto marittimo, ma anche seguire le macchie di petrolio od altri inquinanti versati dalle navi, in caso di disastri ambientali, prima che raggiungano le coste», si legge in un'intervista rilasciata alle pagine locali di Bologna di Repubblica.

«Per le previsioni lavorano circa venti persone, la soddisfazione è di aver creato un modello avanzato per il Mediterraneo, un prototipo che nei prossimi due anni svilupperemo su tutto l'oceano. In questo caso la ricerca ha usato la scienza, nei suoi livelli più alti, per produrre qualcosa di utile alla società», si legge sempre nell'intervista.

\*Ufficio Stampa INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)

## →🕒 Instabilità dei versanti

di Giovanni Maria Di Buduo\*

### EVOLUZIONE DEL PAESAGGIO

Le terre emerse sono sottoposte ad una continua azione da parte degli agenti esogeni (pioggia, ghiaccio, neve, vento, sbalzi di temperatura) che si traduce nel modellamento del paesaggio: tale evoluzione geomorfologica avviene secondo modalità e tempi che dipendono dalle caratteristiche litologiche, morfologiche e climatiche.

I versanti modellati dagli agenti esogeni sono sottoposti all'azione della gravità che vi induce sollecitazioni di taglio: quando tali sollecitazioni superano la resistenza disponibile si innescano movimenti franosi.

La verifica di stabilità di un versante consiste nell'accertare se lo stato di sollecitazione cui è sottoposto, in modo naturale o in seguito ad una modifica operata dall'uomo (es. costruzione di

un vaso artificiale, sbancamento per una strada, realizzazione di un edificio, di una galleria, ecc.) è tale da indurre deformazioni accettabili, senza arrivare alla rottura (cioè alla frana).

Le frane vengono classificate in base al tipo di movimento (crollo, ribaltamento, scorrimento traslativo o rotazionale, colamento, ecc.), al tipo di materiale coinvolto (terreno o roccia) (fig. 1, 2), e allo stato di attività (attiva / quiescente / inattiva); si possono avere frane "semplici" che si muovono secondo un'unica modalità e che coinvolgono un solo tipo di materiale, oppure frane "complesse".

La differenza tra rocce e terreni è basata sul fatto che le prime hanno una coesione per cementazione, una elevata resistenza a compressione e il loro comportamento è dettato fondamentalmente dallo stato di fratturazione, mentre i terreni sono

caratterizzati da una resistenza che è funzione dei rapporti geometrici e spaziali delle singole particelle che le

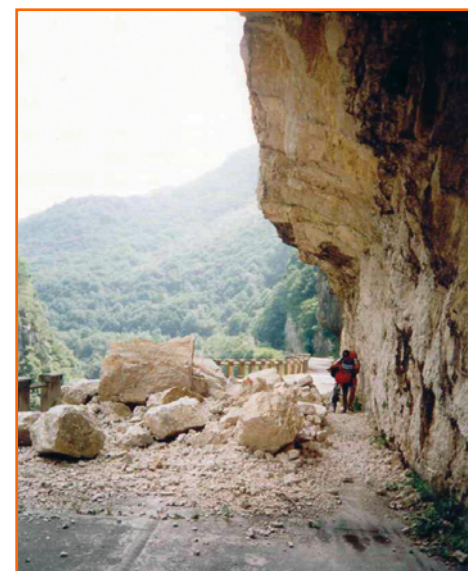


Figura 1. Crollo in roccia.



Figura 2. Colamenti a Sarno, maggio 1998.

costituiscono e dalla presenza o meno di coesione dovuta a legami di natura chimica ed elettrostatica fra le particelle argillose.

I fattori che possono portare ad una frana sono molteplici e si distinguono in due tipi.

Cause **PREDISPONENTI** (sono proprie dell'ambiente):

- tipo di terreni e rocce e loro assetto, andamento topografico e acclività dei versanti, andamento e caratteristiche delle superfici di stratificazione, delle fratture e delle faglie, ecc.;
- alternanza di strati a diversa permeabilità e resistenza.

Cause **INNESCANTI**:

- disboscamento, precipitazioni intense e prolungate, sollecitazioni transitorie (terremoti, attività vulcanica, esplosioni), azioni antropiche (scavi o costruzioni) ecc..

## INTERVENTI

La scelta degli interventi da attuare per stabilizzare un versante è sempre subordinata allo studio del rapporto costi-benefici: l'insieme di interventi più opportuni è quello che garantisce i vantaggi migliori con la spesa minore.

I tipi di intervento possibile sono tre; il primo interviene sulla pericolosità dell'evento, che è funzione di volumi coinvolti e velocità della frana, gli altri due sulla vulnerabilità degli elementi potenzialmente danneggiabili (edifici, infrastrutture, ecc.).

### 1. Stabilizzazione

Intervento diretto sul versante mirato alla riduzione dell'instabilità.

Qualche esempio.

Per un versante in roccia: rimozione dei massi pericolanti, ancoraggio dei blocchi tramite chiodi e tiranti,

cementazione delle porzioni instabili. Per un versante costituito da terreni



Figura 3. Canali e pozzo drenante per migliorare il drenaggio superficiale.

~~diamo vita in occasione del ventice~~

(argille / sabbie / ghiaie): modellamento del pendio, miglioramento del drenaggio (per ridurre l'infiltrazione dell'acqua) (fig. 3), prati armati (particolare miscela di sementi tecniche costituite da graminacee non infestanti, che stabilizzano i terreni).

## 2. Protezione

Realizzazione di opere di PROTEZIONE degli elementi potenzialmente danneggiabili. Qualche esempio: gallerie paramassi lungo le strade, reti e barriere (per intercettare, rallentare e pilotare la

caduta dei massi) (fig. 4), gabbionate (fig. 5), ecc..

## 3. Allarme

Nel caso che il rapporto costi-benefici sia sfavorevole per i primi 2 interventi, o che una parte degli elementi a rischio sia rimasta esposta si istituisce un sistema di allarme che garantisca un margine di tempo per evacuare



Figura 4. Rete paramassi: intercettano i blocchi di roccia che cadono lungo il pendio.



~~Figura 5. Rete paramassi: intercettano i blocchi di roccia che cadono~~  
Figura 5. Gabbionate: si usano per movimenti superficiali in terreni, possiedono una certa deformabilità, e permettono il passaggio dell'acqua, evitandone l'accumulo nel terreno alle spalle dell'opera.

le persone in sicurezza.

Il sistema di allarme è collegato ad una serie di strumenti di misurazione della frana, e scatta appena viene superata una certa soglia di movimento.

A seconda delle situazioni si può optare per interventi di diverso tipo: è comune la realizzazione di lavori di miglioramento di stabilità del versante e di opere di protezione.

\*Geologo