

CARLO BISCI (\*) & FRANCESCO DRAMIS (\*)

## IL CONCETTO DI ATTIVITÀ IN GEOMORFOLOGIA: PROBLEMI E METODI DI VALUTAZIONE

**Abstract:** BISCI C. & DRAMIS F., *The concept of activity in Geomorphology: problems and evaluation methods* (IT ISSN 0391-9838, 1991).

Some of the main problems connected with both the theoretical concept of landforms activity in geomorphology and the practical evaluation of this parameter are briefly discussed.

Furthermore, some of the methods for the survey of data useful to determine this characteristic are synthetically reported.

Some possible schemes for the classification of activity, mainly aimed to geomorphological mapping, are presented. In the first of those classifying methods, useful for detailed documents at different scales, it is proposed first simply to split landforms in *active* and *inactive* and then to complete the information with an indication of mean return time (for the former) and age of last activation (for the latter). A second scheme, whose application could be appropriate for less detailed maps of large areas, is a mere simplifying of the previous one, limiting the distinction to the three main activity classes (*active s.s.*, *dormant* and *inactive* landforms). At last, a third and even more simplified classifying scheme, in which, distinction, in two classes, is based upon the landform activity demonstrated in the last two centuries, is briefly reported.

**KEY WORDS:** Dynamic geomorphology, Landforms, Geomorphological mapping.

**Riassunto:** BISCI C. & Dramis F., *Il concetto di attività in Geomorfologia: problemi e metodi di valutazione*. (IT ISSN 0391-9838, 1991).

Vengono brevemente discussi alcuni dei principali problemi connessi con la definizione del concetto di attività delle forme in geomorfologia e con la valutazione pratica di tale parametro. Sono inoltre sinteticamente elencati alcuni dei metodi di rilevamento di dati utili per determinare questa caratteristica.

Si presentano alcune proposte di classificazione dell'attività dei fenomeni, finalizzate prevalentemente alla cartografia geomorfologica. Nel primo di tali schemi di classificazione, applicabile per la produzione di documenti di buon dettaglio a varie scale, si propone di effettuare una prima distinzione delle forme semplicemente in *attive* ed *inattive*, corredando poi tale informazione con indicazioni circa il tempo medio di ritorno (per le prime) e l'età dell'ultima attivazione (per le seconde). Un secondo schema, applicabile per carte di minor dettaglio di vaste aree, consiste in una semplificazione della precedente proposta, limitando la distinzione alle sole classi fondamentali di attività (*forme attive s.s.*, *quiescenti* e *inattive*). Viene infine brevemente illustrato un terzo ed ancor più semplificato schema di classificazione, in cui si effettua una distinzione in due sole classi sulla base dell'attività dimostrata negli ultimi due secoli.

**TERMINI CHIAVE:** Geomorfologia dinamica, Forme della Terra, Cartografia geomorfologica.

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università, viale E. Betti 1/a, Camerino.

### INTRODUZIONE

Nel campo della geomorfologia assumono notevole importanza la determinazione dello stato di attività dei fenomeni e lo studio della loro storia evolutiva. Ciò anche perché, in questo campo, i tempi considerati sono vicini al presente ed i fenomeni suddetti possono tuttora intervenire sull'ambiente, generando spesso situazioni di pericolosità; una loro corretta interpretazione e collocazione cronologica è quindi di fondamentale importanza nella prospettiva di delineare un quadro della possibile evoluzione futura del territorio. In molti casi, questo tipo di analisi risulta di non facile attuazione, anche a causa della mancanza di definizioni precise ed universalmente accettate; in conseguenza di ciò, persino geomorfologi di una certa esperienza possono in alcuni casi fornire valutazioni discordanti sullo stato di attività di una medesima forma.

Tali osservazioni e la necessità di avere una maggiore omogeneità di interpretazione, anche in vista di progetti di cartografia geomorfologica che sempre più spesso vengono messi in atto sia nel quadro di iniziative a livello nazionale (FEDERICI, 1988; CNR - COMMISSIONE CARTOGRAFIA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA, 1990) sia nell'ambito di indagini territoriali promosse da enti locali (POSOCO & *alii*, 1989, REGIONE MARCHE, 1990), costituiscono la motivazione della presente nota. In esse viene fornita una sintetica descrizione delle problematiche connesse tanto con la definizione teorica del concetto di attività di geomorfologia quanto con la determinazione di questo parametro e vengono proposte metodologie pratiche di classificazione finalizzate alla rappresentazione cartografica.

### I PROBLEMI CONNESSI CON LA DEFINIZIONE DI UN CONCETTO TEORICO DI ATTIVITÀ DELLE FORME IN GEOMORFOLOGIA

Va innanzitutto detto che processi morfogenetici diversi sono caratterizzati da attività di tipo talmente differente da poter affermare che per ciascuno di essi tale parametro assume un proprio significato; ovviamente questa molteplicità di comportamenti determina notevoli difficoltà nel definire lo stato di attività delle forme e dei depositi.

È opportuno precisare, in proposito, che l'espressione «stato di attività», riferita a forme e depositi e non come sarebbe a rigore più corretto, ai relativi processi genetici, viene qui usata per motivi di semplicità. Così per *forma attiva* si deve intendere una forma che evolve sotto l'attività dei processi geomorfici che l'hanno generata e *forma inattiva* una forma che non evolve più sotto l'attività di quei processi.

I diversi processi morfogenetici si differenziano nettamente tra loro per l'intensità e la velocità con cui intervengono a modificare il paesaggio: per questi parametri qualsiasi classificazione appare piuttosto arbitraria, in quanto sono rilevabili innumerevoli livelli di intensità (da fenomeni in grado di modellare il paesaggio in modo estremamente severo, come ad esempio le eruzioni vulcaniche, ad altri i cui effetti sono pressoché inavvertibili, come i fenomeni di dissoluzione carsica e il *soil creep*), così come esistono infiniti casi intermedi tra i fenomeni ed evoluzione più lenta (quali ad esempio il *creep* in roccia) e quelli ad evoluzione istantanea (quali ad esempio i crolli). Per quanto riguarda la velocità di evoluzione va segnalato che sono attualmente in uso classificazioni per le quali alcune forme vengono distinte e cartografate sulla base di questo parametro (ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE, 1985). Inoltre tali parametri variano, spesso sensibilmente ed in modo non regolare nel tempo e nello spazio, anche per un singolo processo.

Per quanto riguarda il modo in cui l'attività di una forma si manifesta nel tempo possiamo distinguere tre casi principali, a seconda che essa sia *continua*, *intermittente* o *alternata*.

Nel primo caso, l'evoluzione della forma avviene tramite «microscatti» evolutivi, che di volta in volta interessano porzioni (in genere ridotte) dell'area affetta dal fenomeno e si ripetono con modalità ed intensità comparabili su parti diverse di tale zona in tempi estremamente brevi. Se non intervengono modificazioni ambientali di una certa entità, le forme così prodotte tendono, nel loro complesso, ad evolvere con velocità relativamente costante nel tempo ed a non subire significativi periodi di stasi. In questo gruppo rientrano, ad esempio, alcuni fenomeni di meteorizzazione, carsici, di *creep*, di deformazioni lente e di sedimentazione in bacini lacustri.

Nel secondo dei casi sopra detti, l'evoluzione avviene a scatti, conoscendo periodi in genere piuttosto lunghi di stasi a cui si alternano, ad intervalli di tempo più o meno regolari, fasi di attività, generalmente più brevi. Il passaggio tra i due stati può avvenire in modo brusco o, più raramente, in modo graduale. Rientrano, ad esempio, in questa categoria le deformazioni gravitative profonde, le forme tettoniche o sismiche, gran parte dei fenomeni vulcanici ed i fenomeni di sedimentazione alluvionale sul letto di piena.

Nel terzo caso, infine, l'attività si esplica in modo disomogeneo, con periodi ad evoluzione lenta alternati ad altri in cui questa avviene con maggiore velocità, come ad esempio nel caso di gran parte dei fenomeni di erosione fluviale o calanchiva e di alcuni movimenti di massa (quali

alcune colate di terra ed i soliflussi *s.l.*); in alcuni casi tale variazione può avvenire mediante meccanismi differenti da quelli che agiscono nei periodi di minore attività (è questo, ad esempio, il caso di molti versanti instabili, che per lunghi periodi subiscono lente modificazioni di tipo *soil creep* o deformazioni plastiche per poi, a tratti, essere interessati da vere e proprie frane di tipo scorrimento, colamento o misto).

Un quarto possibile modo di esplicarsi dell'attività è quello che caratterizza le forme ad attivazione unica, ovvero quelle la cui attività (spesso catastrofica e caratterizzata da un inizio improvviso) si limita ad un unico evento; rientrano in questa classe alcuni fenomeni con eventi climatici estremi (come, ad esempio piene eccezionali) o con altri avvenimenti catastrofici (*tsunami*, sbarramenti per frana, rottura di un argine lacustre ecc.).

Una complicazione connessa a questo criterio di classificazione è data dal fatto che esistono ulteriori tipi di comportamento, in cui le variazioni di attività seguono andamenti più complessi e spesso piuttosto complicati da definire. Un caso particolare di storia evolutiva è rappresentato dai fenomeni, in genere ad evoluzione piuttosto veloce, caratterizzati da un'unica fase di attività, come ad esempio alcuni crolli o scivolamenti traslazionali (quelli che esauriscono in tempi brevi la loro potenzialità di funzionamento) o crolli di volta. Ulteriori complicazioni derivano dal fatto che i comportamenti sopra descritti, nei vari casi e nei diversi ambienti, hanno tempi medi di ritorno nettamente diversi; tra i fenomeni ad attività intermittente, a titolo di esempio, possono infatti essere considerati tanto la sedimentazione di depositi alluvionali sul letto di piena ordinaria (caratterizzata da ciclicità degli eventi in genere annuale o ancora più breve) quanto la deposizione di depositi piroclastici o la genesi di scarpate di faglia (che possono presentare periodi di inattività anche più che millenari).

Differenze possono esistere anche per le modalità di attivazione (o riattivazione) delle diverse forme; è così possibile distinguere tra forme ad attivazione improvvisa e forme di attivazione graduale.

Tra le prime possiamo annoverare alcuni tipi di frane (soprattutto crolli e scivolamenti), alcuni casi di erosione fluviale (collegati con catture o deviazioni del letto) e gran parte dei fenomeni connessi con attività sismica, tettonica o antropica. Tra le seconde, in cui difficile determinare un preciso inizio di attività, possono essere ricordati gran parte dei fenomeni di dissoluzione carsica e dei fenomeni di erosione areale (ruscellamento diffuso, deflazione eolica ecc.). Per alcune forme è infine possibile, a seconda delle condizioni, tanto un inizio di attività graduale quanto un brusco innesco del fenomeno; è questo il caso, ad esempio, di alcuni movimenti franosi (soprattutto colamenti) e di fenomeni di erosione calanchiva. Vanno infine ricordati i casi di autoamplificazione dell'attività (PRTTY, 1971; TWIDALE & alii, 1974), ovvero di progressivo incremento di intensità (soprattutto per i fenomeni ad attività continua) o di frequenza di riattivazione degli eventi (per quelli ad attività intermittente o alternata), per meccanismi di

rinforzamento interni al processo. Questo comportamento è tipico di diversi fenomeni, tra cui ad esempio quelli di erosione per ruscellamento concentrato, di formazione di barcane e di molti dei movimenti di massa.

Anche per quanto riguarda la fine dell'attività delle forme, possiamo riconoscere differenti comportamenti. Si hanno infatti forme che terminano bruscamente la propria evoluzione, per lo più in conseguenza di eventi esterni (è questo, ad esempio, il caso dell'improvviso arresto dell'erosione fluviale lungo tratti poi divenuti bacini lacustri in seguito a sbarramento da frana o abbandonati in seguito a cattura o a salto di meandro) ed altre che subiscono un progressivo rallentamento di attività, fino alla stasi, in seguito ad esaurimento dell'attività dell'agente dominante. In quest'ultimo caso possiamo ulteriormente distinguere due situazioni: una nella quale tale progressiva diminuzione di attività è legata al naturale esaurimento dell'energia dell'agente morfogenetico principale (come, ad esempio, nel caso di pendii franosi che abbiano raggiunto, in seguito ai dissesti susseguiti, un'acclività talmente ridotta da risultare completamente stabili, almeno per quanto riguarda il processo genetico principale) ed un altro in cui tale diminuzione di attività va ricondotta ad una progressiva modificazione di situazioni esterne, come nel caso di cambiamenti climatici, dislocazioni tettoniche, movimenti eustatici ecc. (è questo il caso, ad esempio, della graduale diminuzione di morfogenesi di tipo glaciale in corrispondenza di spostamenti climatici verso il caldo).

Ovviamente, per tutte le differenziazioni sopra proposte bisogna tener conto del fatto che esse, senza esclusioni, non consentono l'uso di classi nette e ben definite ma, al contrario, queste ultime sfumano gradualmente le une nelle altre; solo in alcuni casi sarà quindi possibile attribuire ad un fenomeno un comportamento ben determinato, mentre più spesso si avrà un certo grado di indeterminazione e/o di soggettività nella classificazione.

In funzione di tali difficoltà, è di notevole utilità l'uso di una prima suddivisione che distingua le forme in *attive* ed *inattive*. Va ricordato a tal fine che, in linea di principio, debbono essere considerate *attive* solamente le forme che possono tuttora essere modificate dagli stessi agenti che ne hanno determinato la genesi e condizionato l'evoluzione. D'altro canto, qualora ci si trovasse di fronte ad una forma prodotta da un agente genetico ormai non più presente, che dovesse richiedere modificazioni sostanziali (quali forti variazioni climatiche o movimenti tettonici o glacio-eustatici di notevole entità) per poter tornare ad intervenire efficacemente nell'area considerata, oppure che avesse esaurito la propria evoluzione, si potrà senz'altro dire che tale forma deve senz'altro essere classificata tra le *inattive*.

Un'ulteriore suddivisione può essere effettuata distinguendo le forme *attive* s.s. da quelle che, pur non essendo inattive secondo la definizione di cui sopra, non mostrano sintomi di attività (forme *quiescenti*).

Mentre tra le prime, prodotte da processi in atto al momento del rilevamento o la cui manifestazione sia normalmente osservabile nell'arco di un anno, in analogia con

quanto proposto da VARNES (1978) per i fenomeni franosi, è possibile inserire le forme caratterizzate da attività *continua* o *alternata* o *intermittente* con tempo medio di ritorno al massimo stagionale, tra le *quiescenti* andranno invece annoverate solo le forme ad attività *intermittente* con tempo medio di ritorno più lungo connesse con agenti al momento assenti, o caratterizzati da un'efficacia talmente ridotta da non poter più rimodellare il paesaggio, per i quali sia però possibile ipotizzare un ritorno nell'area o un significativo incremento di efficacia, senza che questo comporti il passaggio ad un sistema morfoclimatico differente dall'attuale o l'intervento di movimenti tettonici o glacio-eustatici di particolare rilevanza.

Va considerato infine che le forme, una volta cessata la loro attività e durante i periodi di quiescenza o attività particolarmente lenta, tendono spesso ad essere smantellate (o quantomeno modificate più o meno seriamente) ad opera di meccanismi diversi da quelli responsabili della loro genesi; le nuove forme così prodotte non potranno, ovviamente, essere più considerate alla stregua di quelle inalterate. In conseguenza di ciò, qualora dovesse aver luogo una nuova fase di attività dell'agente che le aveva originariamente prodotte i risultati di tale morfogenesi non potranno essere considerati come riattivazioni delle forme precedenti (dato che queste erano state nel frattempo rimodellate), ma andranno interpretati come nuovi fenomeni. Da quanto sopra si può indirettamente dedurre che tutte le forme rimodellate, o comunque fortemente modificate, da processi diversi da quelli che le hanno generate andranno considerate come inattive. Un caso estremo di inattività è quello presentato dalle forme cosiddette fossili, da quelle cioè che sono state ricoperte da depositi di tipo differente e che sono quindi state isolate dall'influenza dell'agente che le ha prodotte. Nel valutare tali forme bisognerà prestare attenzione al fatto che, ovviamente, la loro classificazione tra le inattive non vale per gran parte delle forme tettoniche e sismiche, in quanto, come ovvio, uno strato di coperture non può generalmente isolarle rispetto all'azione di *stress* tettonici o di *shock* sismici.

In base a quanto finora detto, studiando ad esempio una morena frontale, sarà possibile definirla come una forma attiva solo nel caso in cui la fronte glaciale che la ha prodotta sia tuttora presente immediatamente alle sue spalle, e possa quindi continuare a convogliarvi materiale e/o a modificarne l'aspetto. Dall'altra parte, nel caso in cui tale fronte sia arretrata, e perciò non concorra più al rimodellamento della morena, ma sia possibile ipotizzare in un futuro non troppo remoto una sua nuova influenza sulla morfogenesi di tale deposito, senza per questo dover invocare profondi cambiamenti del clima o della topografia, dovremo optare per una classificazione tra gli elementi quiescenti. Qualora, ancora, detto ghiacciaio fosse assai fortemente regredito (o addirittura scomparso), e quindi per poter di nuovo avere effetto sulla forma in esame dovessero avvenire eventi che modificassero sostanzialmente il quadro dell'area, quali cambiamenti climatici non ricadenti nell'ambito delle normali fluttuazioni a breve e medio termine, detto deposito dovrebbe essere inserito tra quelli inattivi. Allo

stesso modo portando un esempio differente, un deposito alluvionale può essere considerato attivo solo finché il fiume che lo ha generato raggiunge la sua superficie sommitale anche durante i periodi a regime ordinario, come quiescente se detta superficie può essere raggiunta solo durante piene ordinarie (a frequenza annuale o stagionale) o straordinarie (connesse con eventi piovosi aventi ricorrenza pluriennale o anche secolare) e, infine, deve essere inserito tra gli inattivi allorché dovesse essere necessario l'intervento di eventi eccezionali (variazioni significative del livello del mare, sbarramenti lungo le valli di origine tettonica, gravitativa o antropica, modificazioni nette del clima ecc.) perché il fiume possa nuovamente raggiungere il tetto di tale deposito.

Appare piuttosto problematico parlare di esaurimento (o di inattività) dell'agente morfogenetico prevalente nel caso dei movimenti franosi, visto che in questo caso si tratta della forza di gravità che, ovviamente, agisce in modo continuativo ed estremamente omogeneo sempre e dovunque. In questa situazione, quindi, più che della presenza dell'agente morfogenetico principale è il caso di parlare della sua efficacia nel rimodellamento, ovvero della presenza di altre condizioni che gli consentano di innescare o mantenere attivo un dissesto. Queste condizioni accessorie possono essere di tipo differente; tra di esse possiamo annoverare un'acclività dei versanti sufficientemente alta, la presenza di litotipi aventi caratteristiche meccaniche scadenti, l'alterazione (fisica o chimica) dei medesimi, la presenza di spesse coperture detritiche, la presenza e la variabilità nel tempo di una falda acquifera, l'intensità delle precipitazioni, la presenza lungo la base di scarpate (di origine fluviale, marina, glaciale, antropica ecc.), la sismicità dell'area, l'assenza di coperture vegetali, la presenza di *permafrost*, la lunghezza dei versanti, la presenza al piede di invasi artificiali ecc. Ovviamente le diverse combinazioni dei parametri sopra citati (e di altri ancora) danno luogo ad una serie quasi infinita di situazioni diverse, per cui risulta estremamente difficile cercare di determinare in modo certo il grado di attività (o, ancor peggio, di potenziale attivazione) di una frana tramite una valutazione diretta dei singoli parametri che concorrono alla sua mobilitazione, anche se parecchi e spesso validi tentativi sono stati effettuati in tale direzione, in quanto tali schemi, pur nella loro validità, tendono generalmente ad esaurire la loro applicabilità in un ambito locale, non essendo solitamente direttamente applicabili in situazioni geografiche differenti.

## LA VALUTAZIONE OTTIMALE DELL'ATTIVITÀ DELLE FORME

L'attività di una forma può essere rilevata, a seconda dei casi, con modalità differenti; avremo così attività direttamente percettibili, strumentali e ricostruibili.

Nel primo caso essa è talmente evidente da essere riconoscibile tramite osservazioni dirette effettuate *in situ*; si tratta ovviamente di fenomeni ad evoluzione rapida, in cui il movimento, o la modificazione, si manifestano a ritmi tali da essere percettibili all'occhio umano. In questo

gruppo rientrano, ad esempio, alcune frane veloci (per crollo, di tipo *debris flow* o *debris avalanche*), le colate di lava ed alcune manifestazioni dell'erosione costiera e fluviale. Il problema principale connesso con la valutazione dello stato di attività di tali forme è dato dal fatto che la maggior parte di queste ha un'evoluzione di tipo intermittente o alternato, per cui solamente durante i periodi, peraltro generalmente brevi, di forte attività possono essere effettuate valutazioni dirette.

Nel secondo caso l'attività delle forme è misurabile solo tramite appositi strumenti quali inclinometri, estensimetri, misuratori di trasporto solido ecc.; si tratta in massima parte di fenomeni caratterizzati da una velocità di evoluzione media o media alta, tale cioè da non essere avvertibile direttamente dall'uomo ma pur sempre tale da far registrare modificazioni rilevabili in tempi relativamente brevi (al massimo dell'ordine dell'anno). In questo raggruppamento possiamo annoverare, ad esempio, parte delle forme connesse a fenomeni di instabilità dei versanti (scivolamenti, colamenti, soliflussi), di erosione calanchiva e di criotubazione, oltre che i *rock glaciers*, molte forme eoliche e gran parte delle forme di erosione o sedimentazione fluviale e costiera.

Per quanto riguarda il terzo gruppo, è possibile distinguere tra i casi in cui l'attività recente è desumibile osservando le modificazioni avvenute in tempi recenti (tramite studio e/o confronto di documenti cartografici, fotografici o scritti più antichi) ed i casi in cui essa ipotizzabile solo sulla base di argomentazioni teoriche (quali ad esempio, il riconoscimento della presenza nell'area di alcuni agenti morfogenetici). Nel primo caso si tratta di fenomeni, spesso di tipo intermittente, ad evoluzione complessiva piuttosto lenta (quali, ad esempio, alcune forme di erosione o sedimentazione costiera o fluviale), mentre nel secondo caso si tratta, in genere, di fenomeni ad evoluzione stremamente lenta (quali, ad esempio, gran parte dei fenomeni carsici).

Le forme ad attività intermittente con tempo medio di ritorno superiore all'anno (quali, ad esempio, alcuni fenomeni vulcanici, buona parte dei fenomeni franosi, le deformazioni gravitative profonde e gran parte delle forme tettoniche o sismiche), sulla base di quanto detto nel precedente capitolo, vanno classificate tra le quiescenti o le inattive, prendendo in considerazione le sue più recenti evidenze di attivazione e quindi cercando di verificare se, nel periodo di tempo intercorso tra l'ultima presunta attivazione ed oggi, si siano verificate modificazioni tali da far ritenere le condizioni così significativamente mutate da non potersi più ipotizzare una riattivazione. Questa stima può essere effettuata, a seconda dei casi, in modi differenti. Innanzitutto, è spesso possibile rilevare direttamente *in situ* la presenza di chiari ed inequivocabili sintomi di attività passata. Tra le testimonianze di attività direttamente rilevabili particolarmente utili sono quelle che coinvolgono opere antropiche, come, ad esempio, le lesioni o le modificazioni di assetto di manufatti (per i fenomeni di dissesto e per le forme tettoniche e sismiche), il loro parziale o totale seppellimento (per i fenomeni di deposizione), la loro erosione (ad esempio di ponti da parte di

fiumi o di opere di difesa costiera da parte delle onde marine). Questo tipo di evidenze, pur non fornendo dati precisi sull'età esatta dell'ultima attivazione, consente di stabilire senza tema di smentite una attività della forma in tempi successivi all'edificazione dei manufatti, data quest'ultima in genere facilmente reperibile o, quantomeno, stimabile con buona approssimazione.

Elementi che invece consentono di determinare la durata minima dell'ultimo periodo di stasi evolutiva possono essere dati dalla presenza, nell'area interessata dal fenomeno, di manufatti che non presentano lesioni o modificazioni dell'assetto o dell'aspetto conseguenti l'attivazione del fenomeno considerato; queste opere antropiche, infatti, debbono necessariamente essere state costruite dopo la più recente fase di attività della forma esaminata.

Considerazioni analoghe possono essere effettuate anche esaminando la vegetazione presente sulla superficie della forma o ricoperta dai depositi connessi alla stessa; appare infatti ovvio che la presenza, ad esempio, di alberi il cui fusto non appare interessato da deformazioni consente di dire che il pendio su cui essi crescono non è stato interessato da fenomeni di dissesto dopo la loro nascita, così come la presenza di tronchi parzialmente ricoperti da sedimenti testimonia una attività dei fenomeni di deposizione in tempi successivi alla loro nascita. Dal momento che con apposite indagini è possibile calcolare con buona approssimazione l'età delle essenze vegetali vive o fossili (dendrocronologia), questo metodo può essere spesso utilizzato con buoni risultati per la datazione assoluta dei fenomeni. Utili deduzioni possono essere effettuate anche esaminando i licheni presenti (lichenometria); questo metodo fornisce datazioni quasi altrettanto valide ed è particolarmente utile in ambiente di alta montagna (o comunque freddo), dove sono pressoché assenti altri tipi di vegetazione. Anche altre testimonianze rilevabili direttamente consentono una stima (più o meno precisa) dell'età dell'ultima fase di attività. Tra queste ultime rientrano, ad esempio, le valutazioni sull'entità di alterazione o rimodellamento delle forme esaminate da parte dei processi differenti da quelli che ne hanno causato la formazione, e quindi sul tempo trascorso dalla loro ultima trasformazione attiva.

Combinando i dati desunti dai vari tipi di testimonianze sopra citate, è spesso possibile risalire, seppure con un certo margine di indeterminazione, all'età presunta dell'ultima fase di attività della forma studiata ed eventualmente di valutare se questa è da considerare ancora attiva o meno. In alcuni casi, però, l'osservazione diretta non fornisce dati sufficienti a stabilire con accettabile precisione l'attività delle forme, per cui si rendono necessarie ulteriori indagini. Tra queste possono essere ricordati i confronti con carte e fotografie realizzate in epoche diverse; infatti la presenza all'attuale di forme che nei documenti più antichi erano assenti o meno sviluppate consente di stabilire che l'ultima attivazione è avvenuta in un tempo compreso tra la realizzazione della carta o della fotografia e l'attuale. Queste osservazioni possono inoltre, talora, integrare efficacemente quelle di campagna, consentendo di datare con maggior precisione l'ultimo periodo di attività.

Altre indagini che possono assumere in alcuni casi una notevole importanza sono quelle storiche, consistenti nelle ricerche di archivio di documenti che testimonino eventi passati. Tale tipo di studio, pur consentendo di datare con buona precisione fasi di attività dei fenomeni, presenta due limiti di cui importante tenere conto; innanzitutto l'evento documentato non è necessariamente l'ultimo avvenuto (possono quindi essere sovrastimati i tempi medi di riattivazione, sottovalutando quindi lo stato di attività della forma) ed inoltre non sarà quasi mai possibile trovare testimonianze di eventi non catastrofici (limitando così l'applicabilità del metodo solamente ad alcune forme). Ai fini della determinazione dell'età dell'ultimo periodo attivo, soprattutto nel caso di forme quiescenti caratterizzate da riattivazioni periodiche molto distanti nel tempo (prevalentemente forme connesse all'attività sismica, tettonica o vulcanica), possono risultare utili oltre che le indagini di cui sopra anche altre datazioni, di tipo assoluto (metodi radioattivi, archeologici, ecc.) o relativo (criteri stratigrafici, pedologici, paleomagnetici, ecc.), da effettuare sui depositi legati alla forma stessa (datazione diretta), sui materiali sottostanti o sui materiali che la ricoprono.

In definitiva, per una descrizione ottimale dell'attività di una forma, sarebbe necessario disporre dei seguenti elementi principali;

- 1) stato di attività (*attivo s.s., quiescente o inattivo*)
- 2) tipo di attività (*continua, intermittente o alternata*);
- 3) datazione dell'inizio dell'attività;
- 4) datazione della fine dell'attività (per le forme inattive) o dell'ultima attivazione (per le forme quiescenti);
- 5) tempi di ritorno (per le forme ad attività intermittente o alternata);
- 6) variazioni nel tempo dello stato di attività (passaggio da un tipo di attività ad un altro, modificazioni di intensità del processo morfogenetico, presenza di eventi eccezionali).

Tale criterio di classificazione, data la notevole mole di dati richiesti per la sua attuazione, è applicabile soprattutto a studi di estremo dettaglio su singole forme di particolare interesse.

## LA VALUTAZIONE PRATICA DELL'ATTIVITÀ DELLE FORME

I problemi sinora elencati precludono la possibilità di una definizione particolarmente dettagliata dell'attività per gran parte delle forme; per motivi pratici non è perciò materialmente possibile, se non in casi eccezionali, effettuare una raccolta sistematica di tutti i dati sopra elencati. È quindi in genere necessario adottare schematizzazioni che, pur agevolando e rendendo più rapido il processo di classificazione, consentano di definire con sufficiente chiarezza lo stato di attività delle forme; di seguito viene a tal scopo proposta una metodologia di classificazione finalizzata essenzialmente allo studio ed alla cartografia di dettaglio di aree limitate, per i quali possano rendersi disponibili i necessari dati di riferimento.

Innanzitutto, sulla base dei criteri esposti in precedenza, si dovrà determinare per ciascuna forma il suo stato fondamentale di attività (*attivo* o *inattivo*). Le forme giudicate attive andranno quindi suddivise in base al loro tempo medio di ritorno; per tali fenomeni potremo, ad esempio, utilizzare le seguenti classi:

- a) *continui*
- b) *stagionali* (tempi di ritorno minori di 1 anno);
- c) *frequenti* (tempi di ritorno compresi tra 1 e 10 anni);
- d) *a medio termine di ricorrenza* (tempi di ritorno compresi tra 10 e 100 anni);
- e) *a lungo termine di ricorrenza* (tempi di ritorno compresi tra 100 e 1000 anni);
- f) *a lunghissimo termine di ricorrenza* (tempi di ritorno maggiori di 1000 anni).

Le classi a) e b) raggruppano le forme *attive s.s.* (secondo la definizione data in precedenza), mentre le altre, dalla c) alla f), comprendono le forme che si possono definire *quiescenti* secondo il criterio proposto al paragrafo precedente.

Le forme *quiescenti*, potranno essere distinte tra loro sulla base al tempo trascorso dall'ultima fase di attività fino al momento del rilevamento; tale stima consentirà di inquadrare il fenomeno in una delle seguenti classi:

- a) *attuale* (minore di 200 anni)
- b) *recente* (200 - 1.000 anni)
- c) *Olocene antico* (1.000 - 10.000 anni)
- d) *Pleistocene superiore-medio* (10.000 - 70.000 anni)
- e) *Pleistocene inferiore* (700.000 - 2.000.000 anni)
- f) *pre-Quaternario* (maggiore di 2.000.000 di anni).

Quest'ultima suddivisione, ha il vantaggio di non richiedere in genere lunghi tempi e gravi difficoltà per la sua realizzazione. Essa può essere applicata anche alle forme ormai *inattive* qualora si voglia collocare nel tempo la loro ultima attivazione.

A parte i limiti di intervallo di significato geologico, quelli di 200 e 1000 anni non sono puramente arbitrari, ma sono stati scelti sulla base di motivazioni pratiche. Il primo include gli ultimi importanti episodi della piccola età glaciale (e quindi include gli ultimi importanti cambiamenti climatici) e corrisponde all'inizio della «storia contemporanea», come ricordato anche da CASTIGLIONI (1989); inoltre a tale periodo vanno anche riferite le prime carte topografiche pubblicate nel nostro paese che, pur nella loro incompletezza per dettagli costituiscono purtuttavia, come in precedenza accennato, un utile base per valutazioni sulle modificazioni a medio termine del paesaggio. Il secondo corrisponde all'incirca all'inizio, sia pure in forma sporadica, della pratica di registrazione di eventi catastrofici e del rinnovato interesse per i fenomeni naturali. Il criterio di classificazione qui discusso, seppure semplificato rispetto a quello ottimale, permette comunque una buona valutazione dell'evoluzione passata ed in atto del territorio ed ha il vantaggio di consentire in molti casi di lavorare per classi. Difatti, ad esempio, una volta che in un'area è stato stimato con buona approssimazione il tempo medio di ritorno di un determinato tipo di fenomeni, è in alcuni casi possibile estrapolare tale valutazione ad altre

forme analoghe presenti nella zona, velocizzando così le operazioni di rilevamento.

Dal punto di vista della pratica cartografica, i diversi stati fondamentali di attività rilevati (fenomeno attivo o inattivo) andranno indicati tramite due sfumature differenti del colore indicativo dell'agente morfogenetico principale responsabile dell'evoluzione della forma, con modalità quindi analoghe a quelle proposte da buona parte delle legende geomorfologiche standard (PANIZZA, 1972; PELLEGRINI, 1976; DRAMIS & *alii*, 1979; G.N.G.F.G., 1986).

Per la rappresentazione grafica delle diverse classi di tempo di ritorno (forme attive) o di età di ultima attivazione (forme inattive), al fine di non complicare troppo la lettura della carta, si propone di apporre in prossimità del simbolo rappresentativo della forma una lettera (corrispondente alla situazione rilevata), in stretta analogia con quanto talora viene fatto per indicare i diversi litotipi nelle carte geologiche.

Per i rilevamenti di minor dettaglio (come è in genere il caso di quelli estesi su aree assai ampie e finalizzati alla produzione di documenti cartografici a grande scala) è ancora possibile passare ad ulteriori semplificazioni.

Una prima possibilità deriva da una schematizzazione del metodo sopra descritto, in cui ci si limita alla divisione in forme *attive s.s.*, *quiescenti* ed *inattive*, senza specificare il tempo di ritorno medio (per le prime due classi) e l'età dell'ultima attivazione (per le ultime). Le carte così realizzate, pur nella loro semplicità, potranno comunque fornire indicazioni di massima non trascurabili. Tale classificazione è del tutto analoga a quella proposta dal GRUPPO NAZIONALE GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA (1987). Dal punto di vista puramente cartografico questa soluzione offre il vantaggio che tali carte potranno comunque in seguito essere trasformate nella versione di maggior dettaglio (dopo un nuovo e più accurato rilevamento) semplicemente aggiungendo per ciascuna forma un'opportuna lettera dell'alfabeto, senza per questo dover necessariamente ridisegnare il tutto.

Un'ultima semplificazione, basata su criteri differenti, potrebbe consistere nel suddividere le forme sulla base del loro stato di attività in un periodo predefinito; si avranno così due classi: una in cui ricadono le forme che hanno manifestato la loro attività (quale che sia stata la sua tipologia) durante tale periodo ed un'altra in cui verranno accorpate quelle che nel medesimo lasso di tempo non hanno mai mostrato evidenze di attività. Per quanto riguarda la scelta del periodo di riferimento si potrebbe ad esempio scegliere, per le ragioni esposte in precedenza, quello relativo agli ultimi 200 anni.

Questa ultima metodologia semplificata ha il vantaggio di consentire una maggiore agilità di rilevamento e, almeno per le aree non interessate da fenomeni connessi ad agenti sismici, tettonici e vulcanici (o comunque a lungo tempo medio di ritorno), è in grado di fornire documenti cartografici di una accettabile validità.

## BIBLIOGRAFIA

- CASTIGLIONI G.B. (1989) - *Cartografia geologica del Quaternario e cartografia geomorfologica. Un confronto in base a recenti saggi realizzati negli Abruzzi*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 12, 21-25.
- C.N.R. - COMMISSIONE CARTOGRAFIA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (1990) - *Bozza di normativa per la carta geomorfologica di base alla scala di 1:50.000*. Rapporto Interno.
- DRAMIS F., GENTILI B. & PIERUCCINI U. (1979) - *La carta geomorfologica del medio bacino del Tenna (Marche centro-meridionali)*. Geol. Appl. Idrogeol., 14(2), 197-204.
- ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE (1985) - *Project d'Ecole: Detection et utilisation des terrains instables*. Rapport final.
- FEDERICI P.R. (1988) - *Per una carta geomorfologica d'Italia*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 11, 119-120.
- GRUPPO NAZIONALE «GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA» (1986) - *Ricerche geomorfologiche nell'alta val di Peio (Gruppo del Cevedale)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 9, 137-191.
- GRUPPO NAZIONALE «GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA» (1987) - *Cartografia della pericolosità connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti*. Boll. Soc. Geol. It., 106, 199-221.
- PANIZZA M. (1972) - *Schema di legenda per carte geomorfologiche di dettaglio*. Boll. Soc. Geol. It., 91, 207-237.
- PELLEGRINI G.B. (1976) - *Problemi per la costruzione di una carta geomorfologica a grande scala nel bacino dell'Alpago*. Atti Mem. Acc. Patavina Sc. Lett., 88, 43-51.
- PITTY A.F. (1971) - *Introduction to geomorphology*. Methuen, London.
- POSOTTO F., SCARAMUZZA L. & CASTIGLIONI G.B. (1989) - *Il progetto di carta geomorfologica regionale del Veneto a scala 1:50.000*. Documenti del Territorio Centro Interregionale di Coordinamento e Documentazione per le Informazioni Territoriali, 15-16.
- REGIONE MARCHE (1990) - *Indirizzi e criteri per l'effettuazione di indagini geologiche in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici al PPAR (Art. 9 - sottosistema geologico-geomorfologico) e alla legge regionale n. 33/84*. Boll. Uff. Reg. Marche, XXI, 120, 5523-5536.
- TWIDALE C.R., BOURNE J.A. & SMITH D.M. (1974) - *Reinforcement et stabilisation mechanisms in landform development*. Rev. Géomorph. Dynam., 23, 115-125.
- VARNES D.J. (1978) - *Slope movements types and processes*. In: SCHUSTER R.L. & HRIZECK R.J. (Eds.) - *Landslides analysis and control*. Washington Transp. Res. Board, Spec. Rep. 176, Nat. Acad. Sc., 11-33.