

FRANCESCO DRAMIS (*), BERNARDINO GENTILI (*),
MAURO COLTORTI (*) & CLAUDIO CHERUBINI (**)

OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE SUI CALANCHI MARCHIGIANI (***)

ABSTRACT: DRAMIS F., GENTILI B., COLTORTI M. & CHERUBINI C., *Geomorphological observations on badlands in the Marche region* (IT ISSN 0084-8948, 1982).

In this paper the present-day evolution and genesis of badlands in the Marche region are considered. Most badlands appear to be affected by mass movements which, however, do not alter appreciably their slope geometry. Only in some areas is linear erosion important. Detailed geomorphological maps evidence those two main badland types. The first establishment of badlands is connected with the reactivation, during Holocene time, of linear erosion; the considerable development of the present forms is due however to anthropic activity which eliminated vegetation on slopes.

RIASSUNTO: DRAMIS F., GENTILI B., COLTORTI M. & CHERUBINI C., *Osservazioni geomorfologiche sui calanchi marchigiani* (IT ISSN 0084-8948, 1982).

Il presente lavoro prende in esame l'evoluzione attuale e la genesi delle forme calanchive distribuite nel territorio marchigiano. La maggior parte delle forme appare diffusamente interessata da movimenti di massa che non alterano però, sensibilmente, la geometria dei versanti; solo in alcune aree risulta dominante l'erosione lineare. Carte geomorfologiche di dettaglio mettono in evidenza questi due tipi principali di evoluzione. La prima impostazione dei calanchi viene riferita alla ripresa olocenica dell'erosione lineare; il grande sviluppo delle forme attuali è dovuto, tuttavia, all'attività antropica che ha eliminato la vegetazione sui versanti.

TERMINI-CHIAVE: calanchi; frane; Italia Centrale; Marche.

PREMESSA

Tra le forme di erosione che contraddistinguono il paesaggio delle argille⁽¹⁾, i calanchi sono certamente le più spettacolari. Essi possono essere definiti come sistemi di drenaggio estremamente densi e gerarchizzati, profondamente incisi su substrati argillosi e caratterizzati da interfluvii molto stretti e spesso affilati.

La morfologia calanchiva da tempo suscita l'interesse dei ricercatori e numerosi sono gli studi sull'argomento; le opinioni appaiono, però, spesso in contrasto e si può in generale affermare che si è ancora lontani da una completa comprensione del fenomeno.

La presente nota, partendo da una serie di osservazioni sistematiche effettuate nella fascia collinare marchigiana, vuole fornire un contributo alla discussione di questo problema.

LA MORFOGENESI CALANCHIVA

1) I fattori della morfogenesi

I primi studi di rilievo sulle forme calanchive si debbono ad AZZI (1912; 1913) e soprattutto a CASTIGLIONI B. (1933; 1935) il quale, tra l'altro, prese in considerazione parte dell'area collinare marchigiana. Gli Autori, avendo osservato la frequente asimmetria nella distribuzione dei calanchi sui fianchi opposti dei rilievi, ne attribuivano la causa all'assetto strutturale del substrato argilloso: i calanchi si imposterebbero di preferenza sui versanti a reggipoggio, caratterizzati da più forti acclività, più resistenti alla degradazione per movimenti di massa e sede di una intensa erosione lineare.

Tale interpretazione « strutturale » veniva contestata da PASSERINI (1937; 1957) che attribuiva le asimmetrie nella distribuzione dei calanchi alle condizioni microclimatiche proprie delle diverse esposizioni dei versanti. Secondo l'Autore le esposizioni verso i quadranti meridionali, caratterizzate da temperature più elevate, da più accentuate escursioni termiche e da maggiore aridità, favorirebbero l'erosione idrometeorica e quindi una più facile impostazione delle forme calanchive.

L'importanza dell'esposizione dei versanti è stata recentemente sostenuta da altri Autori: PANICUCCI (1972) conferma l'effetto dell'esposizione sulla base di indagini statistiche e di esperimenti con casse lisimetriche; VITTORINI (1971; 1979) e LULLI & RONCHETTI (1973) pongono in rilievo il ruolo dell'esposizione nel produrre fitte e profonde fessurazioni da disseccamento, considerate di particolare valore morfogenetico; SFALANGA & alii (1974) ritengono che i terreni dei versanti meridionali, per il loro minore contenuto d'acqua, riescano a mantenersi

(*) Istituto di Geologia, Università di Camerino.

(**) Istituto di Geologia Applicata e Geotecnica, Università di Bari.

(***) Progetto Finalizzato « Conservazione del Suolo », pubbl. n. 193.

(1) Il termine di argille viene usato in senso generico e si riferisce a rocce che spesso non possono essere considerate tali in senso stretto.

stabili su pendii più acclivi e siano quindi più adatti all'impostazione dei reticoli calanchivi.

Il fattore strutturale è stato ripreso in considerazione, sia pure in forma diversa, da SCHEIDEGGER & *alii* (1968), LULLI (1974), GUERRICCHIO & VALENTINI (1975) e GUASPARRI (1978); l'esistenza di livelli meno erodibili alla sommità di un versante argilloso, costituendo un vincolo al progressivo abbassamento dell'angolo di pendio, determinerebbe una più forte acclività e quindi una maggiore disposizione all'erosione lineare.

Alcuni ricercatori sottolineano inoltre il ruolo della litologia del substrato argilloso. In questo contesto sarebbero favorevoli alla genesi dei calanchi le argille dotate di un abbondante scheletro siltoso-sabbioso che le renderebbe più stabili su pendii ripidi (SCHEIDEGGER & *alii*, 1968; VITTORINI, 1977) sfavorevoli sarebbero quelle contenenti una elevata frazione di minerali espandibili (SFA-LANGA & VANNUCCI, 1975; VITTORINI, 1977).

In un recente lavoro (GUERRICCHIO & MELIDORO, 1979) si attribuisce particolare importanza morfogenetica alle fratture del substrato argilloso, connesse con attività tettonica o con grandiosi movimenti di massa: le fratture agirebbero come linee di debolezza, condizionando l'impostazione del reticolo di drenaggio; le forme calanchive si svilupperebbero, inoltre, su scarpate prodotte anch'esse da attività tettonica o da grandi frane.

Alcuni Autori (DERRUAU, 1962; TRICART, 1962; SCHEIDEGGER & *alii*, 1968; ALEXANDER, 1980) prendono infine in considerazione gli effetti morfogenetici dell'attività antropica, in particolare quelli dovuti all'eliminazione della copertura vegetale spontanea per scopi pastorali e agricoli. Il denudamento dei versanti, favorendo l'azione del ruscellamento diffuso e concentrato, sarebbe la causa principale della morfogenesi calanchiva.

Nonostante le divergenze di opinioni sull'importanza morfogenetica dei diversi fattori, quasi tutti gli Autori, anche se in modo più o meno esplicito, sembrano concordare su di un punto: l'esistenza di versanti argillosi con accentuata acclività rappresenta una condizione indispensabile per l'impostazione dei calanchi (CASTIGLIONI B., 1933; 1935; DEMANGEOT, 1965; SCHEIDEGGER & *alii*, 1968; LULLI, 1974; SFALANGA & *alii*, 1974; GUERRICCHIO & VALENTINI, 1975; DRAMIS & *alii*, 1976; VITTORINI, 1977; GUASPARRI, 1978; GUERRICCHIO & MELIDORO, 1979; RODOLFI & FRASCATI, 1979). L'acclività del pendio riduce infatti l'infiltrazione dell'acqua nel terreno e ne favorisce il rapido deflusso in superficie con conseguente produzione di un fitto reticolo di drenaggio dalla cui evoluzione può prendere origine la forma calanchiva. La ridotta infiltrazione limita inoltre l'importanza dei movimenti di massa che tenderebbero ad obliterare le incisioni.

La genesi dei versanti acclivi può essere connessa con diversi processi, quali il rapido approfondimento dell'erosione per cause tettoniche o climatiche, l'azione diretta di dislocazioni tettoniche, i movimenti di massa, l'attività antropica. La loro possibilità di persistenza dipende tuttavia dalle caratteristiche litologiche e strutturali del substrato e dall'intensità della sua alterazione superficiale. Una importante limitazione sotto questo aspetto è costituita dalle condizioni climatiche: mentre infatti in clima

arido i versanti argillosi possono mantenersi stabili a lungo su pendii acclivi, essi diventano sempre meno resistenti con l'aumentare dell'umidità del clima, alla quale sono inoltre connessi più elevati contenuti d'acqua nei terreni. L'esposizione verso i quadranti meridionali, accentuando le condizioni di aridità, può tuttavia consentire il mantenimento dei versanti su più elevati angoli di pendio.

In definitiva le caratteristiche litologico-strutturali del substrato e le condizioni microclimatiche legate all'esposizione, consentendo la permanenza locale di versanti acclivi prodottisi per cause diverse, controllano la genesi e la distribuzione delle forme calanchive.

L'azione combinata dei diversi fattori morfogenetici appare evidente dalla distribuzione dei calanchi nell'area collinare marchigiana. L'assetto strutturale esercita una innegabile influenza (molto spesso le argille contengono intercalazioni arenacee o arenaceo-conglomeratiche che conferiscono ai versanti sottostanti una maggiore stabilità su pendii acclivi); vi sono però numerosi casi in cui questo fattore non sembra giocare alcun ruolo. Le condizioni microclimatiche connesse con l'esposizione appaiono, d'altra parte, di generale importanza anche se si rinvennero numerosi calanchi con esposizione settentrionale.

Anche il fattore neotettonico esercita con ogni probabilità un controllo sulla distribuzione delle forme: in particolare l'assenza (o l'estrema rarità) di calanchi nella parte più orientale delle Marche, caratterizzata peraltro da una minore energia del rilievo e da una erosione lineare meno attiva, può essere attribuita ad un più ridotto tasso di sollevamento dell'area. Tale aspetto della distribuzione dei calanchi può essere però spiegato, almeno in parte, facendo riferimento alle condizioni litologiche del substrato argilloso. Il ruolo del fattore litologico non è sempre facile da evidenziare mediante sole osservazioni sul terreno; analisi sedimentologiche e mineralogiche eseguite sulle argille marchigiane sembrano però indicare una relazione tra morfogenesi calanchiva e composizione del substrato.

Ancora riferendoci al fattore neotettonico e in accordo con GUERRICCHIO & MELIDORO (1979), riteniamo che molte delle forme calanchive delle Marche abbiano potuto impostarsi su scarpate di faglia o su nicchie di grandi frane, connesse anch'esse con attività neotettonica; si deve tener conto a questo proposito che i movimenti franosi sono gli unici processi morfogenetici in grado di dare origine, in tempi brevi, a scarpate di grandi dimensioni. La presenza di fratture nel substrato spiega, inoltre, la frequente incisione di canali la cui direzione non appare condizionata dalla forma del versante.

Prendendo infine in considerazione il fattore antropico esistono diversi indizi (lembi di bosco, alberi isolati, resti di suoli forestali) che l'area collinare marchigiana fosse, in un recente passato, ricoperta in buona parte da vegetazione forestale. Il massiccio disboscamento effettuato in tempi storici ha certamente favorito un grande sviluppo della morfogenesi calanchiva.

2) I processi evolutivi

La tipologia e l'entità dei processi che agiscono all'interno di un sistema calanchivo dipendono essenzialmente

dalle condizioni climatiche generali; le caratteristiche litologiche e strutturali del substrato e le condizioni microclimatiche legate all'esposizione introducono però nei processi modificazioni più o meno accentuate.

In clima arido, con precipitazioni rare e concentrate, i versanti argillosi, privi o quasi di suolo e di copertura vegetale, arretrano parallelamente a se stessi per effetto del ruscellamento diffuso che, nei periodi piovosi, mette ripetutamente a nudo il substrato; il ruscellamento concentrato appare attivo lungo il reticolo di drenaggio. Queste sono le condizioni di molti *badlands* americani (SCHUMM, 1956a; 1956b; SMITH, 1958).

In clima più umido (sempre però caratterizzato da una stagione asciutta sufficientemente lunga, come in Italia Centro-meridionale) acquistano maggior rilievo i processi di alterazione superficiale. I versanti, rivestiti di una copertura erbacea più o meno continua, appaiono più resistenti all'azione erosiva delle acque di ruscellamento che penetrano, d'altra parte, nelle crepaccature della copertura alteritica, alimentando una importante circolazione subsuperficiale (VITTORINI, 1971; 1979). In occasione di eventi meteorici di una certa importanza, le alteriti vengono interessate da movimenti di massa che non modificano tuttavia, sensibilmente, la geometria delle forme calanchive (ZANGHERI, 1942; DEMANGEOT, 1965; LULLI, 1974; SFALANGA & *alii*, 1974; VITTORINI, 1979; RODOLFI & FRASCATI, 1979; ALEXANDER, 1980).

Appaiono inoltre importanti le condizioni generali di approfondimento dell'erosione verticale (CASTIGLIONI B., 1935; RODOLFI & FRASCATI, 1979; ALEXANDER, 1980). Se questa subisce un rallentamento o si arresta, il materiale proveniente dai versanti tende a fermarsi al loro piede, ingombrando il fondo delle vallecole che diverranno sempre più larghe e meno profonde.

In clima decisamente umido i movimenti di massa sono così continui, generalizzati e profondi che la morfogenesi calanchiva non può più aver luogo, nemmeno nelle più favorevoli condizioni litologico-strutturali e di esposizione.

Variazioni nelle condizioni climatiche possono produrre modifiche nei processi evolutivi e nella morfologia di dettaglio dei calanchi. Questi conserveranno in ogni caso la loro forma generale finché l'umidità non superi un certo limite, al di là del quale essi vengono più o meno completamente obliterati.

I calanchi delle Marche mostrano una discreta varietà di tipi, caratterizzati da distinte condizioni evolutive, in rapporto alle caratteristiche litologiche e strutturali del substrato, alle locali situazioni microclimatiche, ai tassi di approfondimento dell'erosione verticale. Nella maggior parte dei casi i versanti calanchivi evolvono per movimenti di massa; solo in alcune aree appaiono preminenti gli effetti morfogenetici delle acque correnti superficiali. Talvolta, specie sulle esposizioni settentrionali, si osservano forme calanchive quasi completamente obliterate da movimenti di massa generalizzati.

I PROCESSI IN ATTO IN DUE AREE CAMPIONE

Allo scopo di mettere in evidenza i principali processi in atto e le forme ad essi associate nelle aree calanchive delle Marche, è stato condotto il rilevamento geomorfologico di dettaglio di due aree campione caratterizzate da diversa evoluzione delle forme: i bacini dei fossi dell'Inferno e Squarcia (tav. 1), dove i versanti calanchivi sono largamente interessati da movimenti di massa, e il bacino del Torrente Chifente (tav. 2) nel quale appare predominante la morfogenesi per acque correnti superficiali.

Le forme e i processi sono stati studiati mediante sistematiche e ripetute indagini sul terreno e su fotografie aeree, utilizzando come base cartografica di lavoro la nuova ortofotocarta regionale in scala 1:10 000.

1) I bacini dei fossi dell'Inferno e Squarcia

L'area rappresentata nella tav. 1, compresa tra gli abitati di Monte San Martino e Santa Vittoria in Matenano, presenta numerosi calanchi scolpiti nelle argille del Plio-



FIG. 1 - Il versante destro del Fosso Squarcia interessato da forme calanchive. In alto si osserva la ripa arenaceo-conglomeratica, al centro la superficie di erosione dolcemente inclinata e ricoperta in parte da detriti, a sinistra un terrazzo alluvionale posto a circa 50 m sul fondovalle attuale.



FIG. 2 - Versante sinistro del Fosso Squarcia interessato da movimenti franosi. La scarpata di frana, pressoché rettilinea, è impostata lungo una frattura.

cene medio e allineati lungo i versanti destri dei fossi dell'Inferno e Squarcia (bacino del Tenna). Per la maggior parte di queste forme ricorrono i fattori strutturali e di esposizione ritenuti dagli Autori di importanza fondamentale nella morfogenesi calanchiva: esse sono infatti



FIG. 3 - Interfluvio tra due sistemi calanchivi ricoperto da materiali siltoso-sabbiosi eluviali e colluviali e sede di sporadica vegetazione arborea. Alla sommità del versante si può osservare la ripa arenaceo-conglomeratica.

impostate su versanti esposti a Sud-Ovest, con giacitura generale degli strati a reggipoggio, la cui sommità è costituita da livelli arenaceo-conglomeratici che formano caratteristiche ripe di erosione (fig. 1). I versanti opposti (fig. 2) risultano, invece, diffusamente interessati da movimenti franosi del tipo *scivolamento* e *colamento* (VARNES, 1958; CARRARA & MERENDA, 1974), da *deformazioni plastiche profonde* (G.S.U.E.G., 1976; DRAMIS & alii, 1979) o da fenomeni di *soliflusso* (BIROT, 1970; CASTIGLIONI G. B., 1979; DRAMIS & alii, 1979).

Quanto detto vale però solo se si considerano le forme nel loro insieme; nel dettaglio la situazione appare al-

quanto differenziata. Per quanto riguarda innanzitutto il fattore strutturale, considerando i diversi sottobacini dei sistemi calanchivi, ci si rende conto che questi sono spesso impostati su substrati con giaciture e traversopoggio e, non di rado, a franapoggio. Inoltre non tutte le forme appaiono sottese direttamente dal livello arenaceo-conglomeratico sommitale; molte di esse, infatti, sono poste al margine di una superficie di erosione dolcemente inclinata, scolpita nelle argille e ubicata alla base della ripa formata dal livello suddetto. Su tale superficie, le argille del substrato sono in parte ricoperte da materiali sabbiosi, potenti fino ad alcuni metri e contenenti anche elementi ruditici che raggiungono le dimensioni dei blocchi verso la base della scarpata⁽²⁾. Una simile copertura, meno potente e con più scarsi elementi grossolani, si rinviene anche sugli interfluvii principali dei sistemi calanchivi (fig. 3). Detti materiali detritici sono ricoperti da lembi di vegetazione boschiva o da alberi isolati che rappresentano, con ogni probabilità, i residui di un più vasto manto vegetale, distrutto dall'attività antropica.

Anche per quanto riguarda l'esposizione, l'osservazione di dettaglio pone in rilievo sensibili differenziazioni all'interno dei sistemi calanchivi: persino nell'ambito dei sottobacini più piccoli, corrispondenti ai tratti iniziali del reticolo di drenaggio, le esposizioni verso i quadranti settentrionali risultano comparativamente caratterizzate

da una più intensa alterazione superficiale, da una copertura vegetale più continua e da movimenti di massa più frequenti e diffusi⁽³⁾.

Le differenziazioni suddette rappresentano, tuttavia, complicazioni secondarie nel quadro di una evoluzione generale dominata, nel suo insieme, dall'assetto strutturale e dall'esposizione che hanno condizionato diversa-

(2) In corrispondenza di tali materiali possono talora formarsi ripe di erosione alle testate dei bacini calanchivi.

(3) Localizzati fenomeni franosi dei tipi che caratterizzano i versanti sinistri dei fossi principali, si osservano talora sulle esposizioni settentrionali, all'interno dei sistemi calanchivi.



Fig. 4 - Colata plastico-fluida interessante i materiali di accumulo in una vallecchia calanchiva.

mente i processi morfogenetici sui due opposti versanti dei fossi dell'Inferno e Squarcia.

Per quanto riguarda più in particolare i versanti all'interno dei sistemi calanchivi, questi appaiono spesso rivestiti di uno strato alteritico potente fino ad oltre un metro e di una copertura vegetale più o meno continua (costituita essenzialmente di piante erbacee e di poche specie arbustive) che si riducono fino a scomparire solo sui tratti più ripidi.

Nonostante il periodo vegetativo della maggior parte delle essenze sia limitato alla stagione primaverile e all'inizio dell'estate, la fitta rete delle radici, presente nel terreno tutto l'anno costituisce un'efficace protezione contro l'attività erosiva delle acque correnti superficiali che vengono inoltre assorbite lungo le profonde crepacciature dello stato alterico. A seguito di precipitazioni intense e prolungate questo strato può saturarsi d'acqua e scivolare lungo la superficie di separazione dal substrato, trascinandosi con sé la copertura vegetale e mettendo a nudo la roccia argillosa sottostante. Si tratta pertanto di movimenti di massa del tipo *scivolamento traslazionale lungo superfici predisposte* (VARNES, 1958; CARRARA & MERENDA, 1974). In occasione di periodi piovosi particolarmente critici, si può avere il denudamento pressoché completo dei versanti che divengono sede di erosione per ruscellamento diffuso finché non si sviluppino un nuovo strato di alterazione e una nuova copertura vegetale.

Questo tipo di evoluzione è molto diffuso nei calanchi marchigiani. I versanti arretrano più o meno parallelamente a se stessi per movimenti di massa che si manifestano in concomitanza con i più importanti eventi piovosi: si tratta pertanto di fenomeni discontinui che possono tuttavia, nei tempi lunghi, essere considerati tappe successive di un unico processo evolutivo che non altera sensibilmente la geometria delle forme (TRICART, 1965, p. 318; SCOTT & STREET, 1976).

Il materiale scivolato dai versanti si accumula nelle vallecchie calanchive dando origine a caratteristiche colate plastico-fluide, attive durante le stagioni piovose, con movimenti più o meno veloci a seconda della quantità di acqua infiltrata (fig. 4). Nella stagione estiva e, più in generale, nei periodi con precipitazioni poco prolungate, i materiali delle colate si induriscono e rimangono fermi. Su di essi possono allora impostarsi solchi di erosione concentrata che si spingono spesso nel substrato, contribuendo così all'approfondimento dell'erosione lineare. Questi solchi vengono tuttavia oblitterati allorché le colate tornano a muoversi con una certa rapidità.

L'erosione lineare è attiva in modo più continuo lungo i canali di ordine minore, caratterizzati da forti pendenze e da accumuli di versante meno importanti. Il fondo di tali incisioni mostra una caratteristica sezione concava, dovuta all'azione delle acque torbide che formano talora veri e propri flussi di fango, estremamente rapidi e dotati di notevole capacità erosiva.

Oltre ai fenomeni descritti se ne osservano altri più profondi, del tipo *scivolamento rotazionale* (VARNES, 1958; CARRARA & MERENDA, 1974) che interessano oltre alla copertura alteritica anche il substrato. Questi processi rappresentano la conseguenza sia degli squilibri sui versanti dovuti all'erosione verticale, sia delle condizioni climatiche generali che, pur consentendo la morfogenesi calanchiva, possono essere considerate già discretamente umide. L'esistenza di superfici dolcemente inclinate alla testata dei calanchi, favorendo l'infiltrazione delle acque in profondità, contribuisce ad innescare il fenomeno.

Il movimento, generalmente rapido, produce nicchie di distacco più o meno ampie ed accumuli che vanno ad ingombrare le vallecchie calanchive ma vengono velocemente eliminati dall'erosione. Attorno alle corone di frana, e più in generale alla testata dei calanchi, si osservano gradini e fessure di tensione dalla caratteristica forma arcuata che preannunciano l'estendersi dei fenomeni. In corrispondenza delle nicchie, l'erosione lineare può impostare un nuovo reticolo di drenaggio, allargando così la forma calanchiva. Un altro processo dovuto all'azione della gravità è rappresentato dai crolli che si manifestano lungo le ripe sommitali allorché, raggiunte dalle testate calanchive, vengono scalzate alla base da processi di erosione nelle argille sottostanti.

2) Il bacino del Torrente Chifente

La carta della tav. 2, relativa all'alta valle del Torrente Chifente nei pressi di Castignano (bacino del Tronto), mostra una situazione geomorfologica sensibilmente diversa.

I calanchi sono qui impostati su argille del Pliocene medio-superiore, in condizioni strutturali e di esposizione analoghe a quelle descritte in precedenza; anche qui le forme si addossano a livelli arenaceo-conglomeratici o a superfici di erosione subpianeggianti o poco inclinate che appaiono talora ricoperte da depositi sabbioso-ciottolosi. Un deposito costituito da una fitta successione di letti sabbiosi e ciottolosi, si rinviene alla base del rilievo arenaceo-conglomeratico di Colle Cilestrino; depositi prevalentemente sabbiosi, profondamente incisi dall'erosione

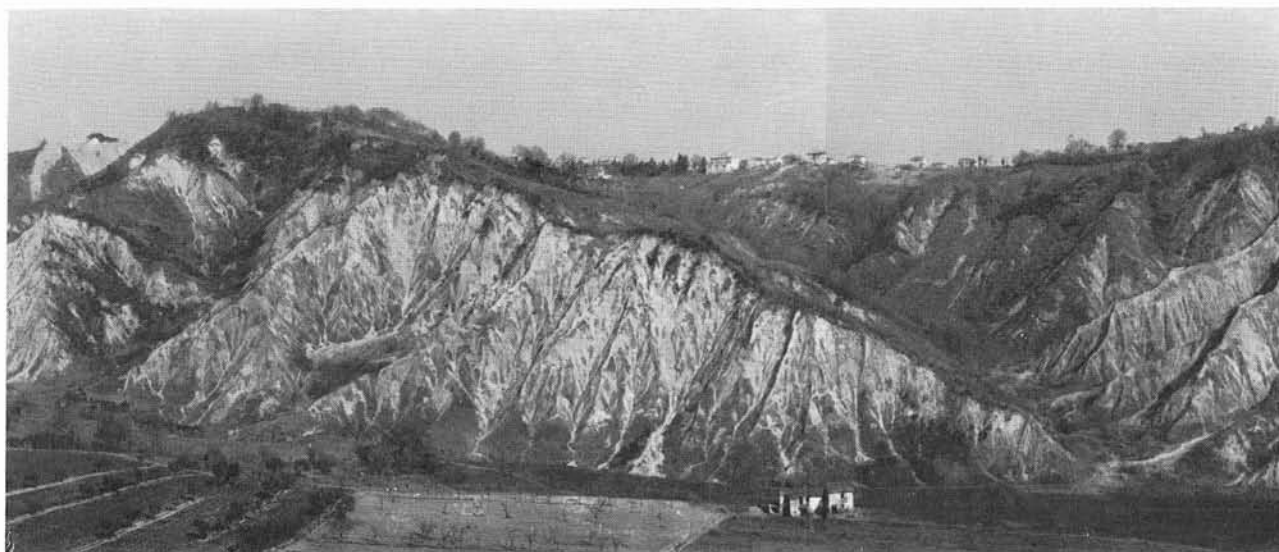


FIG. 5 - Panorama dei calanchi sul versante sinistro del Torrente Chifente. In alto si può osservare la superficie sommitale ricoperta di materiali sabbiosi.

e dislocati dall'attività tettonica, si osservano a luoghi sui vasti interfluvii della Valle del Chifente (4). Ambedue i depositi appaiono fortemente interessati dalla pedogenesi e ricoperti in parte da materiali detritici più recenti provenienti dal versante arenaceo-conglomeratico (Colle Cilestrino) o dal rimaneggiamento dei depositi stessi.

A differenza di quanto avviene nell'altra area campione, i versanti calanchivi appaiono denudati o rivestiti da uno strato di alterazione più sottile e discontinuo, e da una copertura vegetale alquanto più ridotta. I movimenti di massa sono nettamente meno diffusi e importanti mentre il reticolo di drenaggio risulta interessato in modo generalizzato dall'erosione lineare (fig. 5).

Le differenze tra le due aree campione sono messe in evidenza anche dai valori di parametri morfometrici: *frequenza areale di drenaggio* (5) (DRAMIS & GENTILI, 1975) e *rapporto di rilievo* (6) (SCHUMM, 1956a). Come si può osservare in tab. 1, i valori dei due parametri sono più bassi per i calanchi dell'area rappresentata nella Carta di tav. 1, ciò che indica una minore importanza dell'erosione lineare e una più ridotta acclività complessiva dei bacini calanchivi.

(4) L'interpretazione genetica e l'attribuzione cronologica delle superfici di erosione e delle coperture detritiche che si osservano nelle aree campione e, più in generale, nel rilievo marchigiano, costituisce ancora un problema aperto. CASTIGLIONI B. (1935) considera alluvionali i depositi alla base di Colle Cilestrino, DEMANGEOT (1965) riferisce al « Villafranchiano » la superficie sommitale di Castignano, ritenendola parte di un vasto *pediment* che avrebbe circondato il rilievo di M. Ascensione. È tuttavia opinione degli scriventi che solo approfonditi studi geomorfologici e stratigrafici potranno chiarire le successive tappe della morfogenesi nell'area collinare delle Marche Centro-meridionali. Ricerche di dettaglio sono in corso a tale scopo sui depositi alluvionali e sulle coperture detritiche nei bacini dei fiumi Tenna, Aso, Tesino e Tronto.

(5) Il parametro si riferisce alle porzioni di versante comprese tra la base delle ripe arenaceo-conglomeratiche, o l'orlo delle superfici sommitali, e i fondivalle.

(6) Media dei valori calcolati per i singoli bacini calanchivi.

TABELLA 1

PARAMETRI MORFOMETRICI RELATIVI ALLE DUE AREE CALANCHIVE RAPPRESENTATE NELLE CARTE GEOMORFOLOGICHE.

	Tavola 1	Tavola 2
Frequenza areale di drenaggio	279	321
Rapporto di rilievo	0,31	0,33

Le sensibili differenziazioni nella tipologia delle forme e nei processi evolutivi che si osservano nelle due aree, non possono trovare giustificazione né nelle rispettive caratteristiche climatiche, che sono da considerare praticamente identiche (MOLINARI & *alii*, 1971), né nelle condizioni strutturali; è necessario pertanto fare riferimento ad altri fattori.

Analisi sedimentologiche e mineralogiche di campioni di argilla provenienti dalle due aree, forniscono risultati che potrebbero spiegare, almeno in parte, le differenze; i dati esposti in tab. 2 indicano infatti per le argille di Castignano una più ridotta frazione argillosa, una percentuale di smectiti lievemente più bassa e un più elevato contenuto in carbonati (7), ciò che potrebbe giustificare la minore alterabilità dei versanti e la loro maggiore resistenza su pendii acclivi.

TABELLA 2

DATI SEDIMENTOLOGICI E MINERALOGICI RICAVATI DALLE ANALISI DI CAMPIONI DEL SUBSTRATO ARGILLOSO NELLE AREE CAMPIONE.

	Tavola 1	Tavola 2
Frazione argillosa	40 %	29 %
Percentuale di smectiti nella frazione argillosa	30 %	29 %
Carbonati	36 %	42 %

(7) In base ai dati analitici si dovrebbe a rigore parlare di marne piuttosto che di argille.

Anche l'ipotesi di movimenti tettonici differenziali nelle due aree e, in particolare, di un più rapido e intenso sollevamento nell'area di Castignano, potrebbe essere invocata per spiegarne, in parte, le diverse caratteristiche geomorfologiche. Si deve tener conto, a questo proposito, che l'area suddetta si trova alle pendici di M. Ascensione, rilievo costituito da depositi del Pliocene medio-superiore, sollevati ad una altitudine di oltre 1 100 metri.

GENESI ED EVOLUZIONE DELLE FORME CALANCHIVE NELLE AREE CAMPIONE

Per quanto riguarda la prima impostazione delle forme nelle due aree si possono fare le seguenti considerazioni.

L'incisione dei reticoli calanchivi deve essere avvenuta, necessariamente, dopo le ultime fasi fredde del Pleistocene superiore, durante le quali la regione marchigiana era interessata da morfogenesi periglaciale (DEMANGEOT, 1965; COLTORTI & *alii*, 1979; DRAMIS & *alii*, 1980). L'elevata umidità del suolo associata alle condizioni di clima freddo, i diffusi movimenti di massa ad essa connessi e il generale regime di sovralluvionamento dei sistemi idrografici dovuto al notevole apporto di materiali dei versanti, non consentivano infatti l'impostazione di forme calanchive né la permanenza di forme eventualmente preesistenti.

A morfogenesi periglaciale possono essere riferiti almeno in parte i materiali detritici che si rinvencono alla base delle scarpate arenaceo-conglomeratiche. Questi materiali, prodotti verosimilmente da gelifrazione e messi in posto da gravità e da ruscellamento diffuso su versanti privi o quasi di vegetazione, non sono attribuibili alle attuali condizioni climatiche: appaiono infatti incisi dall'erosione lineare e ricoperti da lembi di bosco, residui, come si è detto, di un manto più continuo, asportato dall'attività antropica. La copertura boschiva è perdurata per un cospicuo lasso di tempo come è testimoniato dalla presenza di suoli di tipo forestale.

Si può ritenere che alla fine del Pleistocene, in corrispondenza dei fossi principali, sui cui versanti si allineano gli attuali sistemi calanchivi, vi fossero delle ampie valli asimmetriche con i versanti largamente interessati da movimenti di massa e con il fondo ingombro di materiali di accumulo. In queste condizioni geomorfologiche, una parte più sottile del materiale che si depositava sulle superfici sommitali raggiungeva i versanti delle valli i cui resti sono rappresentati dagli interfluvii principali dei calanchi.

Il miglioramento climatico instauratosi con l'avvento dell'Olocene ha prodotto da un lato il ripopolamento vegetale dei versanti e, dall'altro, la rapida ripresa dell'erosione lineare che ha interessato dapprima i materiali accumulati sui fondivalle e, successivamente, il substrato. Tale rapida incisione si spiega facilmente se la si considera dovuta e alla variazione climatica e al sollevamento che interessa l'area a partire dal Pleistocene inferiore (CENTAMORE & *alii*, 1980). Immaginando infatti, per

semplicità, un tasso di sollevamento costante e tenendo conto del fatto che nei periodi freddi viene drasticamente ostacolata l'incisione verticale, appare evidente come, in queste condizioni, possano aversi notevoli incrementi dei gradienti nei sistemi idrografici per cause tettoniche e per processi deposizionali; allorché le condizioni del clima favoriranno nuovamente l'erosione lineare, i maggiori gradienti prodotti in precedenza conferiranno una elevata capacità erosiva alle acque correnti incanalate, che potranno così incidere, in tempi relativamente brevi, valli strette e profonde.

Si può ritenere che all'inizio dell'Olocene i canali delle valli principali fossero attivamente interessati dall'erosione lineare. I versanti delle valli, in particolare quelli esposti a Sud-Ovest, ricoperti di materiale detritico e in generale più stabili, ospitavano una copertura arborea di cui oggi restano solo sporadiche tracce. La rapida attività erosiva delle acque correnti superficiali vi incideva, però, profondi canali che talora potevano evolvere in forme calanchive. È probabile che, in questa fase, alcune forme si siano impostate su nicchie di grandi frane che potevano prodursi sui versanti sud-occidentali per scalzamento al piede da parte dei fossi in erosione, forse anche in concomitanza con i fenomeni sismici che hanno certamente colpito l'area più volte nel passato.

Il disboscamento che ha interessato i versanti in epoca storica, deve avere tuttavia contribuito ad estendere velocemente la diffusione delle forme calanchive. Tenuto conto anzi della rapidità dei processi evolutivi che vi si osservano, è necessario ritenere che lo sviluppo della maggior parte dei calanchi non possa che essere relativamente recente.

È probabile, inoltre, che molte delle forme la cui evoluzione avviene oggi soprattutto per movimenti di massa, si siano impostate inizialmente per prevalente erosione lineare in clima più arido dell'attuale. SCHEIDEGGER & *alii* (1968) citano a tale proposito un periodo particolarmente arido, con inverni asciutti e con brevi ma intensi temporali estivi, che avrebbe avuto il suo acme circa 900 anni fa. A condizioni più aride del passato possono essere riferite anche le forme quasi completamente obliterate che si osservano talora sulle esposizioni settentrionali. Opinioni analoghe sono state espresse da RODOLFI & FRASCATI (1979) per l'area calanchiva dell'alta Valdera, in Toscana.

Facciamo infine un cenno agli interventi operati dall'uomo per tentare la bonifica delle aree calanchive. Le attività di messa a coltura effettuate in passato hanno sempre avuto esito negativo: ogni alterazione artificiale delle forme veniva regolarmente obliterateda da processi di erosione e di accumulo. Le numerose briglie installate negli ultimi decenni lungo le valli principali e nei sistemi calanchivi, non sembrano aver modificato sensibilmente i processi evolutivi. Solo localmente l'arresto dell'erosione lineare produce un aumento dei materiali in colata sul fondo delle vallecicole; in ogni caso i versanti continuano ad evolvere con gli stessi meccanismi che si osservano nelle aree calanchive non interessate da interventi sistematori.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER D. E. (1980) - *I calanchi. Accelerated erosion in Italy*. Geography, 65.
- AZZI G. (1912) - *I fenomeni della erosione nelle Argille Azzurre del Pliocene nel bacino del Santerno (Romagna)*. Boll. Soc. Geogr. It.
- AZZI G. (1913) - *La formazione e distribuzione dei calanchi nelle argille turchine*. Boll. Soc. Geol. It., 32.
- BIROT P. (1970) - *Étude quantitative des processus agissants sur les versants*. Zeit. Geomorph., Suppl., 9.
- CARRARA A. & MERENDA L. (1974) - *Metodologie per un censimento degli eventi franosi in Calabria*. Geol. Appl. Idrogeol., 9.
- CASTIGLIONI B. (1933) - *Osservazioni sui calanchi appenninici*. Boll. Soc. Geol., It., 52.
- CASTIGLIONI B. (1935) - *Ricerche morfologiche sui terreni pliocenici dell'Italia centrale*. Pubbl. Ist. Geogr. Univ. Roma, ser. A, 4.
- CASTIGLIONI G. B. (1979) - *Geomorfologia*. UTET, Torino.
- CENTAMORE E., DEIANA G., DRAMIS F. & PIERUCCINI U. (1980) - *La Tettonica recente nell'arco appenninico umbro-marchigiano*. In « *Contributi preliminari alla realizzazione della carta neotettonica d'Italia*, CNR - P. F. Geodinamica, Roma.
- COLTORTI M., DRAMIS F., GENTILI B. & PAMBIANCHI G. (1979) - *Stratified slope deposits in the Umbria-Marche Apennines*. Proc. 15th Meeting « *Geomorphological Survey & Mapping* », Modena.
- DEMANGEOT J. (1965) - *Géomorphologie des Abruzzes adriatiques*. CNRS, Paris.
- DERRUAU M. (1962) - *Precis de Géomorphologie*. Masson, Paris.
- DRAMIS F., COLTORTI M. & GENTILI B. (1980) - *Glacial and periglacial morphogenesis in the Umbria-Marche Apennines*. Abstracts 24th Int. Geogr. Congr., vol. 1, Tokyo.
- DRAMIS F. & GENTILI B. (1975) - *La frequenza areale di drenaggio ed il suo impiego nella valutazione quantitativa dell'erosione lineare di superfici con caratteristiche omogenee*. Mem. Soc. Geol. It., 14.
- DRAMIS F., GENTILI B. & PIERUCCINI U. (1976) - *La degradazione dei versanti nel bacino del Sentino (Appennino Umbro-Marchigiano)*. Studi Geol. Camerti, 2.
- DRAMIS F., GENTILI B. & PIERUCCINI U. (1979) - *La carta geomorfologica del medio bacino del Tenna (Marche centro-meridionali)*. Geol. Appl. Idrogeol., 14.
- G.S.U.E.G. (GRUPPO DI STUDIO DELLE UNIVERSITÀ EMILIANE PER LA GEOMORFOLOGIA) (1976) - *Geomorfologia dell'area circostante la Pietra di Bismantova (Appennino reggiano)*. Boll. Serv. Geol. It., 97.
- GUASPARRI G. (1978) - *Calanchi e biancane nel territorio senese: studio geomorfologico*. L'Universo, 58.
- GUERRICCHIO A. & MELIDORO G. (1979) - *Contributo alla conoscenza dell'origine dei calanchi nelle argille grigio-azzurre calabresi della Lucania*. Ann. Fac. Ing., 4, Bari.
- GUERRICCHIO A. & VALENTINI G. (1975) - *Un modello matematico per la valutazione dell'erosione tratto dall'esame di pendii calanchivi nelle Argille Azzurre lucane*. Geol. Appl. Idrogeol., 10.
- LULLI L. (1974) - *Una ipotesi sulla formazione dei calanchi della Valle della Era (Toscana)*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, 5, Firenze.
- LULLI L. & RONCHETTI G. (1973) - *Prime osservazioni sulle crepacciature dei suoli delle argille plioceniche marine nella Valle dell'Era, Volterra (Pisa)*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, 4, Firenze.
- MOLINARI C., LIPPARINI T. & BASSI G. (1971) - *Risorse idriche delle Marche*. Ente Sviluppo Marche, Ancora.
- PANICUCCI M. (1972) - *Ricerche orientative sui fenomeni erosivi nei terreni argillosi*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, 3, Firenze.
- PASSERINI G. (1937) - *Influenza dell'immersione degli strati e dell'orientazione dei versanti sulla degradazione delle argille*. Boll. Soc. Geol. It., 56.
- PASSERINI G. (1957) - *La degradazione idrometeorica dei terreni argillosi italiani*. Atti 1° Simp. It. Agrochimica, Pisa.
- RODOLFI G. & FRASCATI F. (1979) - *Cartografia di base per la programmazione degli interventi in aree marginali. Area rappresentativa dell'alta Valdera: 1°*. Memorie illustrative della Carta Geomorfologica. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, 10, Firenze.
- SCHIEDEGGER A. E., SCHUMM S. A. & FAIRBRIDGE R. W. (1968) - *Badlands*. In: « *Fairbridge R. W. (ed.), The Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold Book Corp., New York ».
- SCHUMM S. A. (1956a) - *Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey*. Bull. Geol. Soc. Am., 67.
- SCHUMM S. A. (1956b) - *The role of creep and rainwash on the retreat of badland slopes*. Am. Journ. Sc., 254.
- SCOTT G. A. J. & STREET J. M. (1976) - *The role of chemical weathering in the formation of Hawaiian Amphitheatre-headed valleys*. Zeit. Geomorph., 20.
- SFALANGA M., MALESANI P. G. & VANNUCCI S. (1974) - *Relazioni fra caratteristiche mineralogiche e parametri fisici delle argille. Alcune considerazioni sulla stabilità dei versanti*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, 5, Firenze.
- SFALANGA M. & VANNUCCI S. (1975) - *Ricerche mineralogico-petrografiche sui sedimenti neoaotoctoni*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, 6, Firenze.
- SMITH K. G. (1958) - *Erosional processes and landforms in Badlands National Monument, South Dakota*. Bull. Geol. Soc. Am., 69.
- TRICART J. (1962) - *L'épiderme de la Terre. Esquisse d'une Géomorphologie appliquée*. Masson, Paris.
- TRICART J. (1965) - *Principes et méthodes de la Géomorphologie*. Masson, Paris.
- VARNES D. J. (1958) - *Landslides types and processes*. In: « *Eckel E. B. (ed.), Landslides and engineering practise*. Highway Research Board, Washington, Special Report 29, NAS-NRC publ. 544 ».
- VITTORINI S. (1971) - *La degradazione in un campo sperimentale nelle argille plioceniche della Val d'Era (Toscana) e i suoi riflessi morfogenetici*. Riv. Geogr. It., 78.
- VITTORINI S. (1977) - *Osservazioni sull'origine e sul ruolo di due forme di erosione nelle argille: calanchi e biancane*. Boll. Soc. Geogr. It., ser. 10, 6.
- VITTORINI S. (1979) - *Ruscigliamento, deflusso ipodermico ed erosione nelle argille plastiche*. Riv. Geogr. It., 86.
- ZANGHERI P. (1942) - *Flora e vegetazione dei calanchi argillosi della Romagna e della zona di argille in cui sono distribuiti*. Arnaldo Forni, Faenza.