

GIUSEPPE SDAO (*), ANTONIO SIMONE (*) & SEBASTIANO VITTORINI (**)

OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE SU CALANCHI E BIANCANE IN CALABRIA

ABSTRACT: SDAO G., SIMONE A. & VITTORINI S., *Geomorphological observations on calanchi and biancane in the Calabria region* (IT ISSN 0084-8948, 1984).

In order to probe and to carry on the research into morphological differences between «calanchi» and «biancane», typical forms of erosion on clay, we took into consideration Pliocene and Pleistocene clay grounds in Calabria. In this paper we can confirm that the mineralogical and textural characteristics, noted previously, between the clay of the two forms of erosion are different. Moreover, for the first time in this branch of research, we have verified that biancane-clay has a higher degree of plasticity than the calanchi tipe.

RIASSUNTO: SDAO G., SIMONE A. & VITTORINI S., *Osservazioni geomorfologiche su calanchi e biancane in Calabria* (IT ISSN 0084-8948, 1984).

Per continuare ed approfondire l'indagine sulle cause della diversità morfologica tra calanchi e biancane, tipiche forme di erosione nelle argille plio-pleistoceniche, questo lavoro prende in considerazione i terreni argillosi della Calabria. Si è potuto così confermare la diversità delle caratteristiche mineralogiche e di quelle tessiturali tra i terreni appartenenti alle due forme di erosione. Inoltre, per la prima volta, si è constatato che le argille a biancane sono più plastiche di quelle a calanchi.

TERMINI CHIAVE: biancane, calanchi, argille, Calabria.

PREMESSA

In un precedente articolo (VITTORINI, 1977) è stato affrontato lo studio di due forme di erosione (calanchi e biancane) nelle argille plioceniche e pleistoceniche, mediante l'analisi mineralogica, granulometrica e dell'ambiente di sedimentazione dei campioni di argilla relativi alle due forme suindicate e presenti in Toscana, Abruzzo e Basilicata. In quell'occasione si è constatato che a forme diverse corrispondono caratteristiche fisiche e chimiche diverse delle argille esaminate. Dato però che queste ultime in Italia sono molto frequenti e presentano una grande varietà di forme, è nostra intenzione allargare le indagini ad altre regioni onde verificare i risultati finora ottenuti. La presente ricerca prende appunto in esame i terreni argillosi plio-pleistocenici della costa ionica della Calabria, presso Crotona, e quelli dell'«istmo» di Catanzaro (fig. 1). La scelta delle due località è stata condizionata dall'assenza nel Crotonese di forme calan-

chive *sensu stricto* che viceversa sono state rinvenute presso Catanzaro; è giocoforza allora prendere in considerazione e confrontare le forme di erosione presenti nelle due località.

La prima di esse è compresa tra Crotona e Capo Colonna e tra il mare e il vasto «terrazzo di Crotona» che sormonta le argille plio-pleistoceniche. Queste non sono distinte, nel tratto in esame, dalla cartografia tematica conosciuta, ma, in base ai risultati di studi eseguiti da alcuni ricercatori (COLALONGO & PASINI, 1980) nella Sezione di Vrica⁽¹⁾, località molto vicina all'area in esame, il limite Pliocene-Pleistocene si può porre a circa 100 m s.l.m.⁽²⁾.

Il paesaggio è caratterizzato da una fitta sequenza di forme calancoidee e cupuliformi (le *biancane* del Senese) (fig. 2), da assenza di vegetazione arborea e dalla presenza sporadica di vegetazione erbacea ed arbustiva: è il tipico paesaggio delle argille plastiche sottoposte ad un'intensa erosione. Le forme di erosione sono impostate prevalentemente su versanti eposti a Sud-Est, con giacitura degli strati a reggipoggio; al tetto giace il terrazzo che ha un andamento sub-orizzontale. La pendenza dei versanti assume valori diversi a seconda della modalità dell'erosione e può raggiungere il 65 % sulle pendici interessate da forme calancoidee, mentre è molto bassa nelle zone a morfologia cupuliforme.

Dal punto di vista climatico l'ambiente è sottoposto ad una forte evapotraspirazione, tra le più elevate in Italia, superiore a 920 mm annui e da un deficit idrico anch'esso elevato ed oscillante tra i 400 e i 500 mm annui. L'eccedenza idrica, che in verità non è molto

(*) Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università della Calabria.

(**) Centro di Studio per la Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino (Pisa).

(1) La Sezione di Vrica è stata proposta come strato-tipo del limite Neogene/Quaternario al X Congresso dell'INQUA, tenutosi a Birmingham nel 1977. Cf. SELLI & alii, 1977.

(2) La datazione assoluta di un livello di cineriti assai prossimo al limite è risultata essere in media di 2,09 m.a. (COLALONGO & PASINI, 1980; SAVELLI & MEZZETTI, 1977; SELLI & alii, 1977).

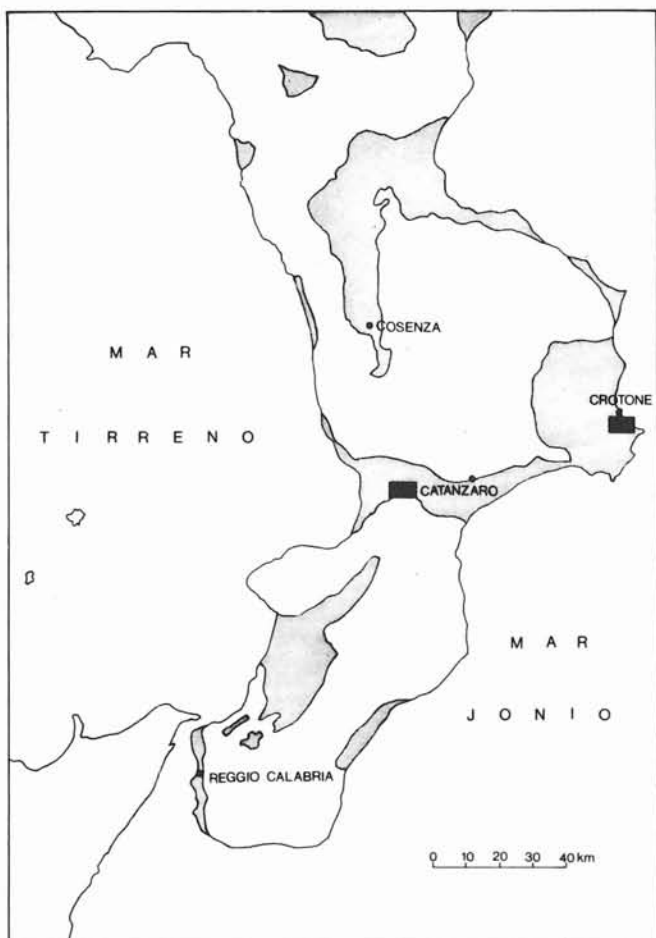


FIG. 1 - Distribuzione degli affioramenti pliocenici e pleistocenici in Calabria e ubicazione delle zone studiate.

bassa (200-300 mm), date le precipitazioni invernali, fa sì che il terreno sia sottoposto a notevoli variazioni di umidità. Queste determinano variazioni volumetriche

nelle argille che perciò subiscono un crepacciamento la cui entità dipende dalle caratteristiche mineralogiche e dal campo di plasticità.

La seconda località è sita nella Piana di S. Eufemia, poco distante dalla superstrada per Catanzaro, alle falde del M. Cocuzzolo (374 m), sul versante sinistro della valle del Fiume Amato. L'ambiente è meno arido; l'evapotraspirazione oscilla tra 750 e 850 mm annui, il deficit idrico è contenuto intorno ai 250 mm, mentre l'eccedenza, il cui valore è compreso tra 350 e 450 mm, è ragguardevole, per cui, anche in questa zona, le variazioni di umidità del terreno sono notevoli. Il paesaggio, a differenza di quello del Crotonese, è meno uniforme ed è costituito da colline non prive di vegetazione spontanea e di colture.

L'erosione si esplica sotto svariati aspetti, poiché si possono individuare colate di fango, scollamenti superficiali e, circoscritti alla testata dei torrenti, calanchi. Quivi le argille plioceniche, che hanno giacitura suborizzontale, sono sormontate, in alcuni tratti, da una coltre di sabbie regressive che formano caratteristiche ripe di erosione. I calanchi sono impostati sui versanti esposti ad Ovest, ma non tutti sono sottesi dal livello sabbioso, anzi, gran parte di essi si appoggia ad una superficie di erosione a debole pendenza (fig. 3). Forte è il contrasto perciò fra le aree calanchive, caratterizzate da una forte energia del rilievo e da acclività notevoli, ed il rilievo che le circonda, dolcemente inclinato.

Questo contrasto morfologico, che si riscontra anche nel Crotonese, non è limitato alle due zone studiate nel presente lavoro, ma, come ci è stato dato di osservare in altre plaghe argillose della penisola, può essere considerato un fenomeno ricorrente. Esso si può spiegare, a nostro avviso, col fatto che i calanchi possono formarsi su superfici poco acclivi, concetto, questo, da noi ampiamente sviluppato in lavori precedenti (VITTORINI, 1967; 1971; 1979; 1981). In altre parole, l'acclività sarebbe l'effetto e non la causa della loro formazione, anche se tale affermazione può contrastare con l'opinione



FIG. 2 - Una tipica biancana simile a quelle del Senese, descritte da STEFANINI. Si può notare la differenza tra il versante meridionale, eroso e privo di vegetazione, e quello settentrionale, coperto da vegetazione erbacea (foto VITTORINI).

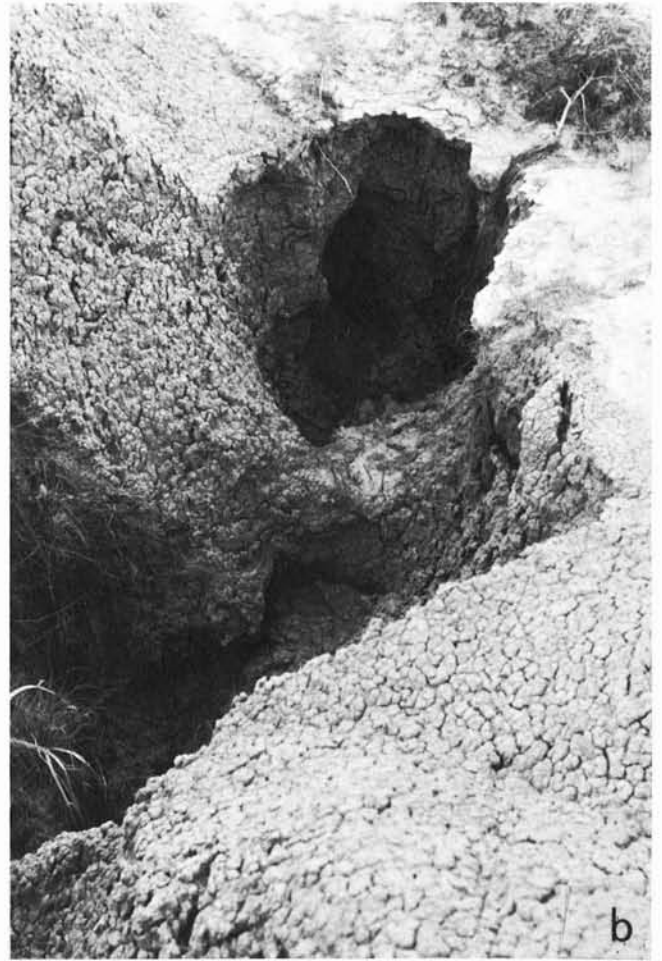


FIG. 3 - In A un esempio di « forme intermedie », forme cioè che si inseriscono tra i calanchi e le biancane. In B un aspetto del « pseudocarsismo », manifestazione di un intenso deflusso ipodermico (foto VITTORINI).

di altri Autori (come ad es.: CASTIGLIONI B., 1933; 1935; LULLI, 1974; SFALANGA & *alii*, 1974; GUERRICCHIO & VALENTINI, 1975; RODOLFI & FRASCATI, 1979). Del resto, i calanchi presenti nelle argille plioceniche del Preappennino si sviluppano su terreni collinari che, com'è noto, sono caratterizzati da deboli acclività e da scarsa energia del rilievo. Nel nostro caso, se vogliamo fare un esempio, raccordando i lembi del rilievo non interessato dai calanchi, possiamo ricostruire una superficie originaria leggermente ondulata e poco acclive, sulla quale si sono impostate poi le forme di erosione.

L'eterogeneità delle argille plio-pleistoceniche, dal punto di vista mineralogico, granulometrico e della plasticità, una volta innescatasi l'erosione, per il combinarsi di diversi fattori — quali, ad esempio, le condizioni strutturali del terreno, le variazioni del clima e quindi dell'equilibrio idrogeologico e, da ultimo, ma non meno importante, il disboscamento avvenuto in epoca storica — avrebbe avuto invece un ruolo determinante nel conferire ai versanti una maggiore acclività, con la formazione dei calanchi, e minori acclività, con la formazione delle biancane. Pertanto le diverse forme di erosione sarebbero legate principalmente alle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni, per cui, con il presente la-

voro, si indaga sulle cause della differenza morfologica esistente tra i calanchi e le biancane e della loro diversa ubicazione, proprio attraverso l'analisi di tali caratteristiche.

Nel Crotonese infatti prevalgono le forme mammellonari (fig. 2) e quelle che, chiamate in altri lavori (VITTORINI, 1967; 1977) « forme intermedie », non possono essere ascrivibili né alle biancane né ai calanchi, pur mostrando caratteri di ambedue le forme (fig. 4a). Presso Catanzaro invece prevalgono i calanchi e, con essi, i movimenti di massa, dalle piccole frane, agli scollamenti di suolo, alle colate di fango, fino ad un generale colamento fra cresta e cresta. Non è casuale, a tale proposito, che in ambedue le zone abbia luogo anche un'idrologia diversa da quella superficiale; come in altre regioni argillose, si notano segni del deflusso ipodermico, la cui esistenza è condizionata alla presenza di uno strato alterato e crepacciato che si sviluppa di frequente sulla superficie delle argille plio-pleistoceniche (GIUDICI, 1954a; 1954b). Tale tipo di deflusso si instaura tra lo strato superficiale alterato ed il substrato, ma anche lungo le diaclasi, per cui, in particolari condizioni, può interessare la roccia madre (fig. 4b). A nostro parere il deflusso ipodermico è la causa principale dei movimenti di massa,



FIG. 4 - Calanchi presso Monte Cocuzzolo, sormontati da una coltre sabbiosa (a destra). Si possono distinguere scollamenti di suolo (a), una vecchia colata di fango ricoperta da vegetazione (b) e fenomeni di soliflusso (c) (foto (VITTORINI)).

opinione del resto espressa anche da altri ricercatori (TRICART, 1981; DRAMIS & alii, 1982), e della formazione dei calanchi (VITTORINI, 1977; 1979) ⁽³⁾.

I CARATTERI MINERALOGICI DELLE ARGILLE

Dall'analisi mineralogica dei campioni eseguita al diffrattometro si riscontra che i principali minerali presenti sono: fillosilicati, quarzo, plagioclasti, calcite, dolomite e feldspato potassico, ma le loro quantità sono però variabili tra le due aree in esame. In particolare nei terreni a biancane appaiono più abbondanti i fillosilicati, mentre il quarzo, i plagioclasti e i feldspati prevalgono nei terreni a calanchi. In quelli a forme intermedie si riscontrano valori compresi tra i due estremi.

TABELLA 1

VALORI MEDI DELLE ASSOCIAZIONI MINERALOGICHE DEI CAMPIONI PROVENIENTI DA TERRENI A BIANCANE, A FORME INTERMEDIE E A CALANCHI.

	fill.	q	p	ca	do	K	tot. %
biancane	41,1	21,7	4,8	28,6	2,4	1,4	100
forme intermedie	38,6	24,8	6,9	25,6	2,2	1,9	100
calanchi	26,0	26,0	13,0	24,7	1,0	9,3	100

fill. = fillosilicati; q = quarzo; p = plagioclasti; ca = calcite; do = dolomite; K = feldspato potassico.

L'esame diffrattometrico della frazione inferiore a 2 μ . ha consentito di accertare che la componente fillosilicatica è caratterizzata principalmente da un'associazione di montmorillonite, illite e clorite, con minori quantità di caolinite, oltre a quarzo e calcite. Maggiore variabilità presentano l'illite, con valori decrescenti dalle

⁽³⁾ Non è infrequente poi che tali tipo di drenaggio possa evolversi in una rete di canali che si formano al di sotto del mantello di alterazione, ma anche più in profondità, venendo alla luce in corrispondenza di rotture di pendenza della superficie topografica. A titolo informativo, si fa notare che questo fenomeno è stato chiamato, da PRINCIPI (1941), « pseudocarsismo » (fig. 3b).

TABELLA 2

VALORI MEDI DELL'ANALISI MINERALOGICA DELLA PORZIONE INFERIORE A 2 μ .

	mont.	illite	clorite	caolinite	quarzo	calcite	tot. %
biancane	18,1	33,2	12,7	9,0	15,7	11,3	100
forme intermedie	17,2	29,0	11,9	8,3	18,3	15,3	100
calanchi	17,7	24,5	11,3	6,8	12,3	27,5	100

biancane ai calanchi e la calcite che nei terreni a calanchi è circa tre volte maggiore che in quelli a biancane. In questi ultimi perciò si può riscontrare una prevalenza dei fillosilicati più espandibili. Inoltre, considerati anche i valori di cui alla tab. 1, appare ragionevolmente verosimile attribuire una quantità decrescente di montmorillonite, passando da terreni a biancane a quelli a calanchi ⁽⁴⁾.

ALCUNE PROPRIETÀ INDICI DELLE ARGILLE

Per una più approfondita caratterizzazione delle argille in esame, i campioni sono stati sottoposti ad analisi granulometrica ed inoltre ne sono stati determinati i limiti di consistenza.

Dall'osservazione della tab. 3 e del diagramma di SHEPARD (fig. 5) risulta che le argille a biancane rien-

⁽⁴⁾ I valori trovati, benché non molto differenti fra loro, sono tuttavia significativi in quanto è noto che bastano piccole percentuali di montmorillonite per cambiare il comportamento di un terreno argilloso. È risaputo infatti che i fillosilicati si collocano in tre gruppi principali, della montmorillonite, dell'illite e del caolino e che l'espandibilità decresce dalla prima all'ultimo di essi (GRIM, 1953).

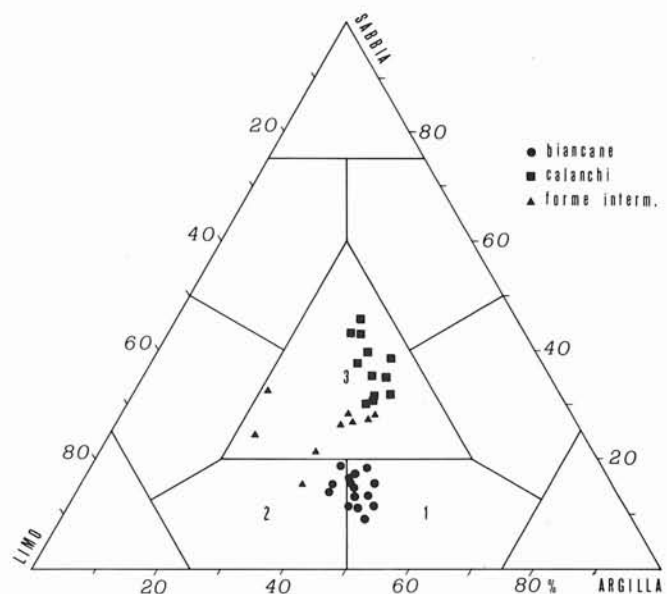


FIG. 5 - Diagramma delle componenti granulometriche (SHEPARD, 1974) (1. argilloso-limoso; 2. limoso-argilloso; 3. sabbioso-limoso-argilloso). Le argille a biancane hanno una caratteristica prevalentemente argilloso-limoso; quelle a calanchi invece si inseriscono tra i sedimenti sabbioso-limoso-argilloso. Le argille a forme intermedie hanno caratteristiche intermedie, ma con una maggiore componente limosa.

trano nel campo dei terreni argilloso-limosi o limoso-argillosi; quelle relative alle forme intermedie tra i terreni argilloso-limoso-sabbiosi (con prevalenza di limo);

mentali ottenuti per le due forme di erosione presentino una dispersione molto bassa. In particolare il limite di liquidità per i calanchi oscilla tra un minimo di 43 ed

TABELLA 3
 MEDIA DELLE PERCENTUALI PONDERALI DELLE FRAZIONI
 GRANULOMETRICHE PRESENTI NELLE ARGILLE, IN RAPPORTO
 ALLE FORME DI EROSIONE.

								argilla	limo	sabbia
diametro in μ .	<2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-60	>60	2 μ	2-20	>20
biancane	42,7	10,6	13,7	12,2	17,7	1,9	1,2	42,7	42,1	15,1
forme inter.	33,3	13,4	11,6	13,4	20,5	4,8	3,0	33,3	42,5	24,2
calanchi	34,5	8,8	8,9	8,2	16,3	6,9	16,4	34,5	29,4	36,1

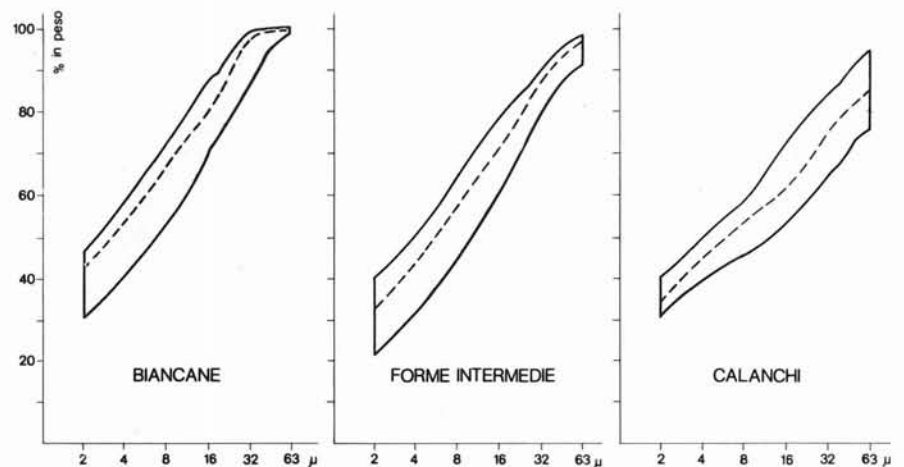


FIG. 6 - Fusi granulometrici dei campioni esaminati, distinti per forme di erosione. In tratteggio le curve cumulative medie.

quelle infine appartenenti alle forme calanchive, pur rientrando anch'essi tra questi ultimi terreni, contengono una percentuale di sabbia maggiore.

Le differenze anzidette sono ugualmente evidenziali facendo il confronto tra i fusi granulometrici che si riferiscono ai tre tipi di erosione (fig. 6). La sabbia, quasi assente nelle biancane, è contenuta invece in quantità apprezzabile nei calanchi ove, in effetti, la frazione superiore a 60 μ (riconosciuta in generale come sicuramente sabbiosa) è mediamente del 16 %, contro circa l'1 % delle forme mammellonari. Questa particolarità potrebbe avvalorare l'ipotesi che le argille a calanchi si siano depositate in un ambiente caratterizzato da acque relativamente più turbolente.

Sulle argille a biancane e su quelle a calanchi sono stati determinati i limiti di ATTERBERG (liquidità « W_L » e plasticità « W_P ») e, conseguentemente, il campo di plasticità. I risultati ottenuti sono stati riportati sul diagramma di plasticità di CASAGRANDE (fig. 7). Dall'esame della distribuzione dei punti si rileva che le argille a biancane occupano un settore diverso da quello delle argille a calanchi: le prime infatti possono classificarsi come argille inorganiche ad alta plasticità e le seconde fra quelle inorganiche a media plasticità e, parzialmente, fra i limi inorganici (COLOMBO, 1974).

È interessante peraltro osservare come i valori speri-

un massimo di 53, mentre per le biancane i valori estremi sono compresi tra 52 e 65. Peraltro, tenendo conto del fatto che le deviazioni standard calcolate sono risultate notevolmente piccole, appare del tutto lecito esprimere sinteticamente le caratteristiche di plasticità

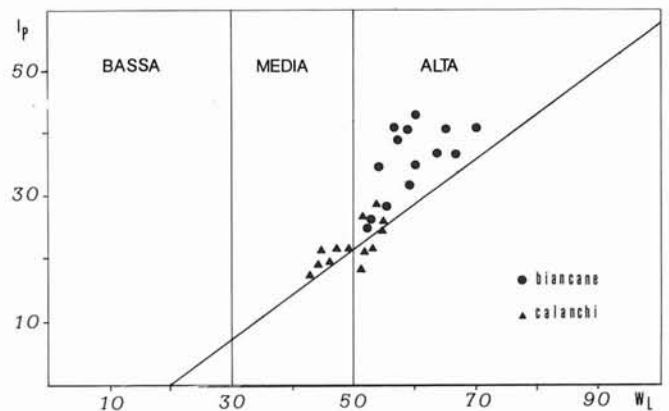


FIG. 7 - Diagramma di plasticità di Casagrande. I terreni a biancane possono classificarsi come argille inorganiche ad alta plasticità; quelli a calanchi si pongono fra le argille inorganiche a media plasticità e i limi inorganici (I_p = Indice di plasticità; W_L = Limite di liquidità).

delle argille in questione attraverso il valor medio dei dati ottenuti:

biancane:	$W_L = 58$	$W_P = 28$
calanchi:	$W_L = 48$	$W_P = 26$

Tali valori trovano una buona corrispondenza con le caratteristiche medie trovate per l'Italia Meridionale (ESU, 1976) ed in particolare per la Calabria (DEL-L'ANNA, RIZZO & SIMONE, 1981). Le argille a biancane si distinguono pertanto da quelle a calanchi anche attraverso la determinazione dei limiti di consistenza, trovandosi in un campo di plasticità sensibilmente più elevato.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Come s'è detto all'inizio, la presente nota si inserisce tra le ricerche volte ad individuare le cause della diversità morfologica esistente in terreni, sia pliocenici che pleistocenici, litologicamente ascrivibili alle argille



FIG. 8 - In queste due foto si può notare il diverso tipo di erosione che distingue le argille a biancane da quelle a calanchi. Nelle prime (a) prevale il dilavamento ed il paesaggio è caratterizzato da pendenze dolci. Nelle seconde (b) prevalgono i movimenti di massa (in questo caso un colamento generalizzato fra cresta e cresta) che determinano pendenze maggiori (foto VITTORINI).

azzurre e cinerine marnoso-siltose. Le ricerche effettuate in Calabria hanno confermato quanto è stato già riscontrato in altre regioni italiane e cioè che a differenze morfologiche corrispondono differenze nella composizione mineralogica, in quella granulometrica e, cosa emersa nel presente lavoro, anche nella plasticità.

Se consideriamo pure il punto di vista pratico, si può concludere che, anche se nelle argille a biancane appaiono prevalere minerali più espandibili, l'analisi mineralogica non rappresenta il solo mezzo di discriminazione tra le varie forme del terreno, anche perché comporta una notevole complessità di indagini. Al contrario, quella granulometrica, evidenziando notevoli differenze tessiturali tra i terreni relativi alle varie forme, costituisce un più semplice mezzo di indagine, specie laddove può esistere un qualche motivo di incertezza nel differenziare le forme intermedie dalle altre.

D'altro canto, qualora le differenze emerse tra i valori della plasticità trovassero più ampia conferma, un ulteriore elemento di differenziazione fra le varie forme di erosione nelle argille potrebbe risultare verosimilmente dalla determinazione dei limiti di consistenza, in quanto è apparso evidente come le biancane siano caratterizzate da un campo di plasticità assai più elevato.

Considerando questo aspetto dal punto di vista morfogenetico, un più spiccato comportamento plastico, a parità di condizioni ambientali, darebbe luogo a forme modellate su pendenze più dolci, cosa del resto riscontrata nei terreni a biancane, inoltre potrebbe essere motivo di una morfogenesi più accelerata e quindi causa di forme del rilievo più mature (fig. 8a). Ad avvalorare ciò va considerato che una maggiore plasticità da un lato non ostacolerebbe la *splash erosion*, e dall'altro favorirebbe l'erosione superficiale, le quali a noi sembrano caratterizzare il processo di erosione delle biancane. Inoltre, per il complesso degli elementi distintivi emersi nella presente indagine, sarebbero al contrario giustificati, per i terreni a calanchi (minerali meno espandibili, granulometria più grossolana, minore plasticità), forme del rilievo aventi pendenze notevolmente maggiori (fig. 8b).

OPERE CITATE

- AMODIO-MORELLI L. & alii (1976) - *L'Arco Calabro-Peloritano nell'orogene appennino-maghebide*. Mem. Soc. Geol. It., 17, 1-60.
- CASTELVECCHI A. & VITTORINI S. (1967) - *Osservazioni preliminari per uno studio sull'erosione in Val d'Orcia*. Atti 20° Congr. Geogr. Ital., Roma, vol. 3, 151-168.
- CASTIGLIONI B. (1933) - *Osservazioni sui calanchi appenninici*. Boll. Soc. Geol. Ital., 52, 357-360.
- CASTIGLIONI B. (1935) - *Ricerche morfologiche nei terreni pliocenici dell'Italia Centrale*. Pubbl. Ist. Geogr. Univ. Roma, ser. A, 4, 160 pp.
- COLALONGO M. L. & PASINI G. (1980) - *La ostracofauna plio-pleistocenica della Sezione Vrica in Calabria (con considerazioni sul limite Neogene|Quaternario)*. Boll. Soc. Pal. It., 19, 44-126.

- COLALONGO M. L. & alii (1982) - *The Neogene/Quaternary boundary definition: a review and proposal*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5, 59-68.
- COLOMBO P. (1974) - *Elementi di Geotecnica*. Bologna, Zanichelli.
- DELL'ANNA L., RIZZO V. & SIMONE A. (1981) - *Composizione mineralogica e granulometrica e alcune caratteristiche geotecniche delle argille infraplioceniche della media valle del F. Crati. Caratteri distintivi delle argille in frana*. Rend. Soc. It. Min. Petrol., 37, 161-178.
- DRAMIS F. & alii (1982) - *Osservazioni geomorfologiche sui calanchi marchigiani*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5, 38-45.
- ESU F. (1976) - *Problemi di stabilità dei pendii naturali in argille sovraconsolidate e fessurate italiane*. Atti Ist. Sc. Costruz. Polit. Torino, 315.
- GIUDICI P. (1954a) - *Sulla contrazione del suolo argilloso*. Ann. Sper. Agronom., Roma, 59-62.
- GIUDICI P. (1954b) - *Sul crepacciamento del suolo*. Atti Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, Firenze, 24.
- GRIM R. E. (1953) - *Clay Mineralogy*. Londra, Mc Graw-Hill.
- GUERRICCHIO A. & VALENTINI G. (1975) - *Un modello matematico per la valutazione dell'erosione tratto dall'esame dei pendii calanchivi nelle Argille Azzurre lucane*. Geol. Appl. Idrogeol., 10, 241-276.
- LULLI L. (1974) - *Una ipotesi sulla formazione dei calanchi nella valle dell'Era (Toscana)*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, Firenze, 5, 349-352.
- PINNA M. & VITTORINI S. (1976) - *Evapotraspirazione e bilancio idrico*. In «Italian Contributions to the 23rd Intern. Geogr. Congr., Mosca, Atlante d'Italia, CNR, tav. 24.
- PRINCIPI P. (1941) - *La Geologia e la Pedologia del Comprensorio di Bonifica dell'alta Val d'Era*. Firenze, M. Ricci.
- RODOLFI G. & FRASCATI F. (1979) - *Cartografia di base per la programmazione degli interventi in aree marginali. Area rappresentativa dell'alta Val d'Era*: 1^o Mem. Ill. Carta Geomorf. Ann. Istit. Sper. Studio Difesa Suolo, Firenze, 10, 37-80.
- SAVELLI C. & MEZZETTI R. (1977) - *The Vrica Section (Calabria, Italy): IV K/Ar age and petrographic characters of the volcanoclastic layer*. 10^o INQUA Congr., Birmingham.
- SELLI R. & alii (1977) - *The Vrica Section (Calabria, Italy). A potential Neogene/Quaternary boundary stratotype*. Giorn. Geol., 42, 181-204.
- SFALANGA M. & alii (1974) - *Relazioni fra caratteristiche mineralogiche e parametri fisici delle argille. Alcune considerazioni sulla stabilità dei versanti*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, Firenze, 5, 255-306.
- STEFANINI G. (1914) - *Sulle biancane del Volterrano e del Senese*. Riv. Geogr. It., 657-667.
- TRICART J. (1981) - *Hypodermisme et morphogenese*. Eaux et Climats. Mélanges géographiques offerts en hommage a Charles-Pierre Péguy. CNRS, Grenoble, 527-533.
- VITTORINI S. (1967) - *Osservazioni preliminari per uno studio sull'erosione in Val d'Orcia*. Atti XX Congr. Geogr. Ital., vol. 3, Roma, 151-168.
- 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, 142-169.
- VITTORINI S. (1977) - *Osservazioni sull'origine e sul ruolo di due forme di erosione nelle argille: calanchi e biancane*. Boll. Soc. Geogr. Ital., ser. 10, 6, 25-54.
- VITTORINI S. (1979) - *Ruscellamento, deflusso ipodermico ed erosione nelle argille plastiche*. Riv. Geogr. It., 86, 338-347.
- VITTORINI S. (1981) - *Carta ed osservazioni geomorfologiche dell'area settentrionale del bacino del Torrente Roglio (Preappennino toscano)*. Riv. Geogr. It., 88, 200-213.