

SEBASTIANO VITTORINI

RICERCHE SULLA MORFOLOGIA DELLA PENISOLA DI CROTONE (CALABRIA)

I caratteri fisici dei terreni. — Nel presente lavoro sono descritte le caratteristiche geomorfologiche della costa compresa tra Crotone e Capo Colonne (1). L'area in esame è racchiusa tra il mare e il vasto «terrazzo di Crotone», ormai smembrato, che sormonta le argille plio-pleistoceniche, la formazione che domina la regione. Il paesaggio è caratterizzato da una fitta sequenza di forme calancoidi e mammellonari (simili alle «biancane» del Senese), da assenza di vegetazione arborea e dalla presenza di una sporadica vegetazione erbacea ed arbustiva: è il tipico paesaggio delle argille plastiche soggette ad un'intensa erosione.

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 e oscillante tra i 400 e i 500 mm annui. L'eccedenza idrica, che riguarda i soli mesi da dicembre a marzo, in verità non molto bassa (200-300 mm) (2) in virtù delle precipitazioni invernali, fa sì che il terreno sia sottoposto a notevoli variazioni di umidità e di volume, date le caratteristiche proprie delle argille.

I terreni affioranti sono rappresentati per la maggior parte da argille marnose plio-pleistoceniche. Esami micropaleontologici eseguiti da altri autori, per la determinazione del limite tra il Pliocene e il Pleistocene nella «Sezione di Vrica», che è situata proprio nell'area

(1) Il presente studio è corredato da una cartina geomorfologica in bianco e nero, che, per esigenze di stampa, è pubblicata alla scala 1:40.000 circa, mentre il rilievo geomorfologico è stato eseguito alla scala 1:10.000, con l'ausilio di fotografie aeree a colori.

(2) M. PINNA e S. VITTORINI, *Evapotraspirazione e bilancio idrico*, tav. 24 dell'Atlante d'Italia, nel vol. *Italian Contributions to the 23rd International Geographical Congress*, Roma C.N.R., 1976.

in esame, hanno segnalato associazioni faunistiche abbastanza ricche, come numero di specie e di esemplari, che hanno permesso la distinzione dei vari terreni (3).

L'assetto strutturale della formazione in alcuni casi è suborizzontale, ma prevale un'inclinazione di circa 15° verso SSO, messa in evidenza da un sottile strato cineritico. Esso è stato datato diverse volte e la sua età media risulta di 2,09 M.A. (4). In base all'osservazione diretta e all'esame delle fotografie aeree, sono state individuate alcune faglie (figg. 1 e 2), il cui rigetto è difficilmente valutabile, data la natura e l'omogeneità del terreno. Sembra tuttavia che, per l'inclinazione dei piani di faglia, si possa supporre l'esistenza di un piccolo *Graben* fra il terrazzo di Vrica e il mare. In quest'area, in corrispondenza delle dislocazioni, si possono notare zone di frattura ben evidenti e sistemi di piccole fratture lungo le scarpate dei torrenti, come mostra la fig. 3.

La composizione mineralogica delle argille non ha mostrato all'analisi microscopica e diffrattometrica differenze significative. L'esame al microscopio ha accertato la presenza di calcite inorganica e organogena di apporto detritico, oltre che di quarzo e feldspati. L'analisi diffrattometrica, eseguita sui campioni originari, ha mostrato che i minerali prevalenti sono rappresentati da fillosilicati, quarzo, plagioclasti, calcite (abbondante), dolomite e feldspato potassico. L'analisi della frazione inferiore ai 2 micron ha consentito di accertare che la componente fillosilicatica è caratterizzata principalmente da un'associazione di illite, montmorillonite e clorite, con minori quantità di caolinite, oltre che di quarzo e calcite. Tuttavia la composizione mineralogica non è uniforme nelle argille corrispondenti alle varie forme di erosione. In particolare la montmorillonite, minerale molto espandibile, prevale nelle biancane, il che può spiegare, come s'è detto altre volte (5), il diverso meccanismo di erosione rispetto ai calanchi e la loro particolare morfologia.

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

(3) R. SELLI e altri, *The Vrica Section (Calabria, Italy). A potential Neogene/Quaternary boundary stratotype*, in «Giorn. di Geol.», Bologna, 1977, pp. 181-204.

(4) C. SAVELLI e R. MEZZETTI, *The Vrica Section (Calabria, Italy): IV K/Ar age and petrographic characters of the volcanoclastic layer*, X INQUA Congr., Birmingham, 1977, pp. 400 (estratto); M. L. COLALONGO e G. PASINI, *La ostracofauna plio-pleistocenica della sezione di Vrica in Calabria (con considerazioni sul limite Neogene-Quaternario)*, in «Boll. Soc. Paleontol. Ital.», Modena, 1980, pp. 44-126.

(5) Cfr., per es., S. VITTORINI, *Osservazioni sull'origine e sul ruolo di due forme di erosione nelle argille: calanchi e biancane*, in «Boll. Soc. Geogr. Ital.», Roma, 1977, pp. 25-54.

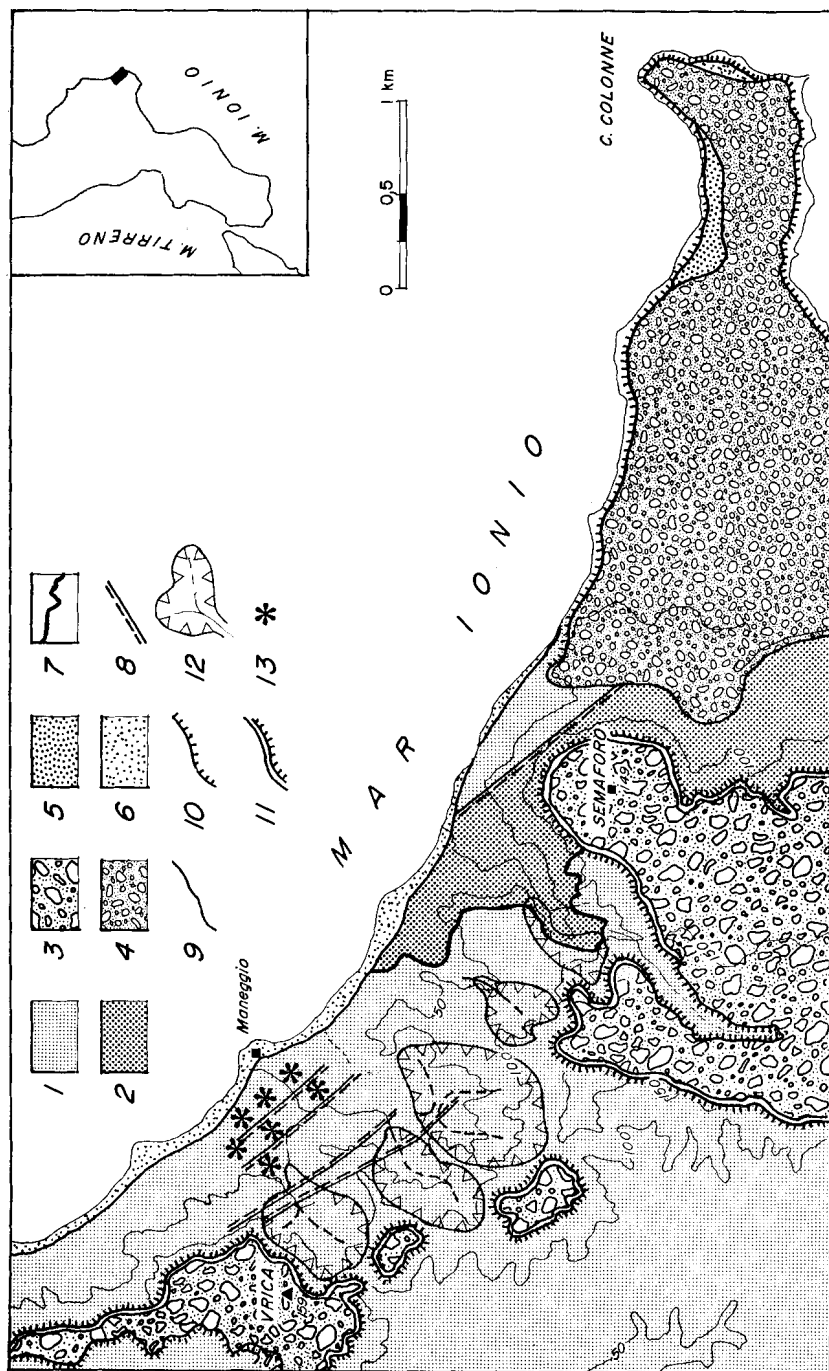


FIG. 1 — SCHIZZO GEOMORFOLOGICO DELLA PENISOLA DI CROTONE.

1. argille siltose del Pleistocene superiore e medio; 2. argille grigie del Pliocene medio; 3. terrazzo di primo ordine; 4. terrazzo di secondo ordine; 5. terrazzo di terzo ordine; 6. spiaggia; 7. livello cineritico; 8. faglie; 9. limite litologico; 10. orlo di gradino; 11. ripa di erosione; 12. calanchi; 13. biancane.



FIG. 2 - FORME MAMMELLONARI.

Sono evidenti a sinistra, presso le costruzioni. Nella fotografia sono state tracciate alcune delle linee di faglia individuate nell'area in esame.

(fot. S. Vittorini)

Dalla prima delle due analisi risulta che le argille rientrano nel campo dei terreni argilloso-limosi e in quelli argilloso-limoso-sabbiosi, a seconda delle forme di erosione (biancane e calanchi). Benché le percentuali delle varie frazioni varino dalle une alle altre, si riporta, a titolo indicativo, la composizione media di tutti i campioni osservati: argilla 36,8%, limo 38,0%, sabbia 25,1%. La sabbia, quasi assente nelle biancane, è contenuta invece in quantità apprezzabili nei calanchi, dove, in effetti, la frazione superiore a 60 micron (riconosciuta come sicuramente sabbiosa) è mediamente del 16%, contro circa l'1% riscontrato nelle forme mammellonari. Questa particolarità potrebbe avvalorare l'ipotesi che le argille a calanchi si siano depositate su fondali più bassi e in acque relativamente più turbolente.

Sono stati poi determinati i limiti di Atterberg (liquidità « W_L » e plasticità « W_P ») e conseguentemente il campo di plasticità. I risultati ottenuti, riportati sul diagramma di plasticità di Casagrande, rilevano che le argille a biancane occupano un settore diverso da quello delle argille a forme calancoidi; le prime possono infatti classificarsi come argille inorganiche ad alta plasticità e le seconde fra

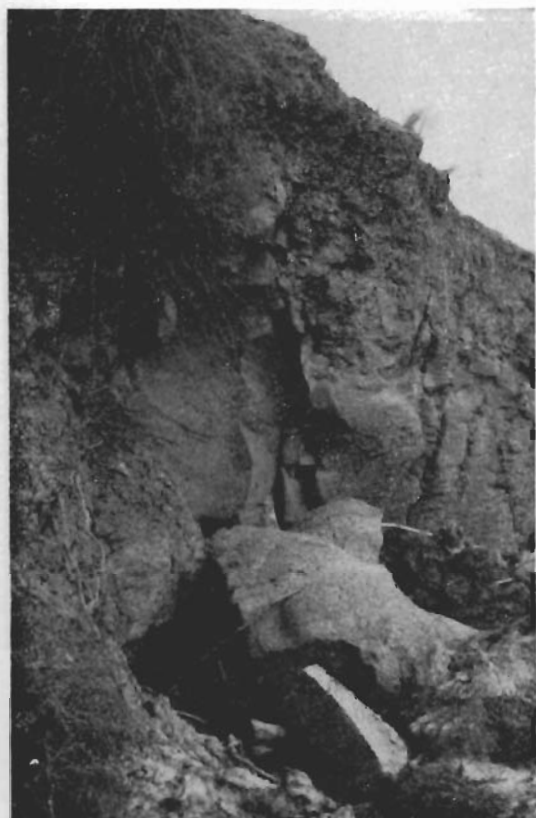


FIG. 3 — FRATTURE NELLE ARGILLE PLIOCENICHE.

Si trovano in una scarpata lungo un torrente. Si può notare lo spesso strato di alterazione sovrastante.

(fot. S. Vittorini)

quelle inorganiche a media plasticità. Ciò avvalorava quanto detto prima sulla differenza fra le due forme di erosione che sarebbe imputabile perciò alle caratteristiche chimico-fisiche del terreno (6).

Geomorfologia. — Ad una situazione geologica apparentemente semplice, si accompagnano configurazioni morfologiche molto tormentate. Le forme, in generale, sono infatti direttamente condizionate dai depositi argillosi altamente erodibili, che palesemente sono interessati da diffusi fenomeni di erosione accelerata, rappresentata da una morfologia a biancane e da una a calanchi. Questi ultimi sono comunemente considerati come causati dall'incisione delle acque super-

(6) Per maggiori dettagli su questo argomento cfr. G. SDAO, A. SIMONE e S. VITTORINI, *Osservazioni geomorfologiche su calanchi e biancane in Calabria*, in « Geogr. Fis. e Dinam. Quatern. », Torino, in corso di stampa.

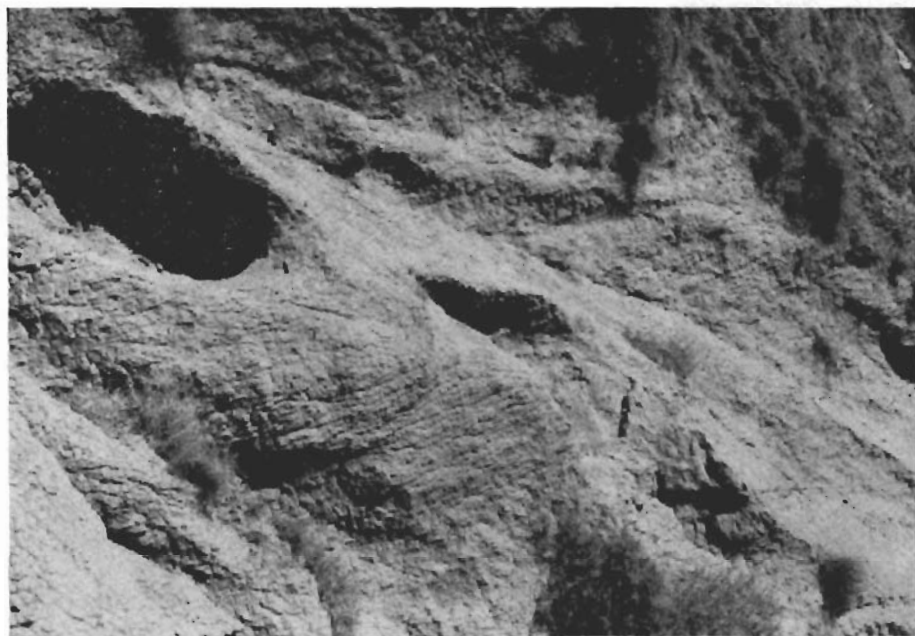


FIG. 4 — CUNICOLI NELLA MATRICE ARGILLOSA.
Sono un segno evidente di un'idrografia ipodermica.

(fot. S. Vittorini)

ficiali, conformemente alla teoria di Horton (7). In realtà, secondo quanto mi è occorso di constatare anche in altri luoghi, tali configurazioni morfologiche sarebbero il risultato di altre forme di dissesto, come movimenti di massa, conseguenti ad una situazione idrogeologica particolare. Un detrito di alterazione ricopre infatti, con una coltre spessa anche più di un metro, gran parte della roccia in posto; il manto detritico si comporterebbe come materiale pseudo-coerente e, a causa delle variazioni di umidità, tenderebbe a colare verso valle, normalmente con movimento lento e continuo, ma alle volte con frane e colate di fango. In questo strato alterato e nell'interfaccia con la roccia in posto si può instaurare allora il « deflusso ipodermico » (8), che spesso si svolge lungo le diaclasi, per cui, in particolari condizioni, interessa anche la roccia madre. Non è infre-

(7) R. E. HORTON, *An Approach Toward a Physical Interpretation of Infiltration Capacity*, in « Soil Sci. Soc. Amer. Proc. », Madison, 51, 1940, pp. 91-140.

(8) M. J. KIRKBY e R. J. CHORLEY, *Through Flow, Overland Flow and Erosion*, in « Bull. Intern. Ass. Sci. Hydrol. », Gentbrugge, 12, 1967, pp. 5-21; S. VITTORINI, *Ruscellamento, deflusso ipodermico ed erosione nelle argille plastiche*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1979, pp. 338-347.



FIG. 5 — UN VERSANTE INTERESSATO DA FORME CALANCOIDI.

Si può notare, in primo piano, una superficie ricoperta da uno spesso strato di alterazione.

(fot. S. Vittorini)

quente poi che tale tipo di drenaggio possa evolversi in una rete di cunicoli, che si formano al di sotto del mantello di alterazione, venendo alla luce in corrispondenza di rotture di pendenza della superficie topografica. Ricordo, per inciso, che questo fenomeno è stato chiamato da P. Principi (9) « pseudocarsismo » (fig. 4). Per tutta questa serie di circostanze, che portano a inumidire discontinuamente lo strato alterato, il deflusso ipodermico può rappresentare la causa principale del movimento di massa, come del resto hanno sostenuto anche altri autori (10), e quindi, in particolari condizioni, della stessa formazione dei calanchi (11).

(9) P. PRINCIPI, *La geologia e la pedologia del Comprensorio di bonifica dell'Alta Val d'Era*, Firenze, M. Ricci, 1941, pp. 42.

(10) J. TRICART, *Hypodermisme et morphogénèse*, nel vol. *Eaux et Climats. Mélanges géographiques offerts en hommage à Charles-Pierre Péguy*, Grenoble, C.N.R.S., 1981, pp. 527-533; F. DRAMIS e altri, *Osservazioni geomorfologiche sui calanchi marchigiani*, in « Geogr. Fis. e Dinam. Quatern. », Torino, 1982, pp. 38-43.

(11) S. VITTORINI, *Ruscellamento, deflusso ipodermico ed erosione nelle argille plastiche*, cit.; ID., *Carta ed osservazioni geomorfologiche dell'area settentrionale del bacino del Torrente Roglio (Preappenninico toscano)*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1981, pp. 200-213.

L'evoluzione morfologica è regolata dall'erosione differenziale e si sviluppa, in corrispondenza di argille meno plastiche, in una successione di creste, con una tipica morfologia a calanchi (fig. 5), secondo un insieme di solchi ramificati e separati da creste a forma di lama. Mentre queste forme di erosione sono prevalentemente localizzate tra il terrazzo di Vrica e quello del Semaforo, invece, presso il « maneggio », verso il mare, dove le argille sono più plastiche, i solchi sono meno profondi e ripidi di quelli dei calanchi, sono separati da creste meno affilate e vi compaiono le biancane. Al piede di queste spesso si formano delle piattaforme argillose di deposito colluviale, che in alcuni casi si presentano incise da rivi occasionali. Queste forme particolari del rilievo, che per alcuni autori sarebbero lo stadio finale dell'evoluzione dei versanti calancati, sono localizzate invece, come s'è detto, nelle argille più plastiche e perciò si rinvencono là dove queste sono affioranti. Nel nostro caso sono state trovate forme mammellonari, presso il maneggio, anche nella parte superiore delle formazioni argillose, quasi al contatto con il terrazzo di Vrica, che le sormonta.

In conclusione, nel Crotonese si verificano le stesse condizioni riscontrate in altri luoghi, come è stato messo in evidenza da chi scrive in altri lavori (12): un più spiccato comportamento plastico delle argille, a parità di condizioni ambientali, darebbe luogo a forme modellate su pendenze dolci — è il caso dei terreni a biancane — e pertanto potrebbe essere motivo di una morfogenesi più accelerata e quindi di forme del rilievo più mature. Al contrario, sarebbero giustificate, per i terreni a calanchi (minerali meno espandibili, granulometria più grossolana, minore plasticità), forme del rilievo aventi pendenze notevolmente maggiori, come si osserva in Val d'Era e in Val d'Orcia (Toscana), in Abruzzo e in Basilicata.

Oltre al « terrazzo di Crotone », già accennato, che sormonta le formazioni argillose a quota 150 m circa, sono stati individuati altri due ordini di terrazzi ad altitudini inferiori: quello di secondo ordine, più a est, compreso fra 50 e 21 m, e quello di terzo ordine, limitato ad una stretta cimosa, sul bordo orientale della penisola, presso Capo Colonne, e che giace quasi al livello del mare.

I terrazzi sono inclinati di qualche grado verso est, ma la loro superficie è pressoché pianeggiante. Alla base dei depositi terrazzati del terrazzo più alto si rinviene uno strato di calcareniti sormontate da uno spesso livello di sabbia, più o meno argillosa, rossastra e,

(12) A. CASTELVECCHI e S. VITTORINI, *Osservazioni preliminari per uno studio sull'erosione in Val d'Orcia*, in « Atti XX Congr. Geogr. Ital., Roma 1967 », III, pp. 151-168; S. VITTORINI, *Osservazioni sull'origine e sul ruolo di due forme di erosione nelle argille*, cit.

qualche volta, giallastra. A causa dell'erosione, i depositi più grossolani rotolano nel fondo delle vallecole, negli interfluvi dei calanchi, mentre le sabbie sono trasportate più lontano, fino al mare, dando un caratteristico colore rossastro alla spiaggia. Pertanto l'attuale evoluzione morfologica dei terrazzi è caratterizzata da un progressivo e lento distacco marginale di materiali dalle scarpate periferiche.

Per quanto riguarda la loro età, G. Ruggieri (13), attribuendo al terrazzo di primo ordine un clima temperato caldo, a quello di secondo ordine un clima più freddo dell'attuale e a quello di terzo ordine un clima temperato caldo, colloca la formazione dei primi due al Post-siciliano e dell'ultimo al Tirreniano. Secondo R. Selli (14), questi terrazzi sono attribuibili sicuramente al Milazziano e sono dovuti ad un sollevamento della regione e a delle oscillazioni glacio-eustatiche contemporanee; in altri termini, si afferma che durante il Milazziano, un periodo considerato essenzialmente di carattere temperato e temperato-caldo, si sono verificate delle oscillazioni climatiche minori di tipo freddo.

La rete idrografica del territorio è costituita da una successione di brevi corsi d'acqua che discendono dai lembi del terrazzo di primo ordine, con valli che attraversano i terreni neogenici e quaternari. Sovente l'alveo di questi torrentelli corrisponde all'impluvio dei calanchi, ma solo alcuni di essi riescono a raggiungere il mare. Sono stati notati anche alcuni casi di cattura fluviale in corrispondenza delle dislocazioni prima ricordate: ciò dimostra che i movimenti tettonici sono di età recente, data la pure recente età del reticolo fluviale, che si è impostato in concomitanza dell'arretramento dei terrazzi. Sembra, d'altro canto, che il rigetto delle faglie sia di valore modesto, mentre le faglie stesse sono localizzate solo nella parte marginale dell'area poiché i terrazzi non ne sono stati interessati. Le catture citate non sono state cartografate, sia per la loro modesta entità, sia per non introdurre nella cartina nuovi elementi che, dato l'unico colore adoperato, avrebbero reso più difficoltosa la lettura degli altri simboli.

Alcune considerazioni conclusive. — Come abbiamo visto, l'aspetto dell'area in esame è caratterizzato, da una parte, dalla presenza dei terrazzi, circondati da una scarpata di erosione in arretramento « per sostegno manco », e, dall'altra, da processi di erosione accelerata attivi nelle argille sottostanti. Data la distanza relativamente breve

(13) G. RUGGIERI, *Il terrazzo marino presiciliano della penisola di Crotone*, in « Giorn. di Geol. », Bologna, 1949, pp. 149-211.

(14) R. SELLI, *Le Quaternaire marin du versant Adriatique-Ionien de la péninsule italienne*, in « Quaternaria », Roma, 6, 1962, pp. 391-413.



FIG. 6 — IL VERSANTE A SUD RISPETTO AL TERRAZZO DI PRIMO ORDINE (a destra).

Quivi la morfologia, completamente diversa da quella del versante che guarda il mare, è modellata su pendenze più dolci, a causa di un processo di erosione più veloce.

(*fol. S. Vittorini*)

dal mare, sembrerebbe che l'arretramento dei terrazzi sia avvenuto abbastanza di recente. Questo fatto potrebbe essere dovuto ad alcune circostanze, quali: *a*) la disposizione a reggipoggio degli strati argillosi; *b*) la probabile esistenza di una copertura vegetale; *c*) processi di neotettonica. Per quanto riguarda la prima di esse, la disposizione a reggipoggio degli strati argillosi avrebbe rallentato l'erosione delle argille. In alcuni tratti, infatti, i lembi del terrazzo di primo ordine distano dal mare soltanto alcune centinaia di metri e non v'è presenza, lungo la scarpata, che è piuttosto acclive, di forme di erosione accelerata, ma solo di un dilavamento superficiale poco accentuato. Questo aspetto di erosione « rallentata » è posto in evidenza dal confronto con la morfologia delle argille del versante interno rispetto ai terrazzi. Quivi il paesaggio, come mostra la fig. 6, è caratterizzato da forme più dolci che denunciano uno stadio di erosione più avanzato, come se questa fosse avvenuta più celermente. Vi si possono quindi notare la mancanza di calanchi e la presenza di scoscendimenti solo ai bordi del terrazzo superiore. La disposizione a franapoggio degli strati può essere stata determinante nel causare una più rapida evoluzione del

rilievo, sul quale, forse, solo nei primi stadi si sarebbero impostati i calanchi, ma dove, in seguito, avrebbero prevalso frane ed altri movimenti di massa. D'altro canto ricordiamo che B. Castiglioni, fin dal 1933 (15), aveva affermato che i calanchi si formano soltanto sui versanti a reggipoggio. Si potrebbe obiettare al riguardo che tale tipo di struttura, rallentando l'erosione, « conserva » più a lungo le forme calanchive (16), mentre queste, negli strati a franapoggio, verrebbero più rapidamente livellate dai movimenti di massa. Del resto in molte regioni italiane è stata osservata la presenza contemporanea di movimenti di massa e di calanchi, ed anzi chi scrive considera la formazione dei secondi come conseguenza dei primi. L'esistenza poi di una copertura vegetale, in tempi storici, potrebbe aver ostacolato i processi erosivi sul versante marino, fino a quando non sarebbe stata eliminata dall'uomo. I processi tettonici infine avrebbero sollevato la regione, accelerando l'erosione solo di recente. Quest'ultima ipotesi potrebbe avere seri fondamenti, data l'intensa attività sismica della zona, in epoca storica.

Sembra pertanto che la regione in esame abbia ancora caratteristiche giovanili dal punto di vista morfologico: ne fa fede la breve distanza dei terrazzi dal mare, malgrado l'esistenza di fenomeni di erosione accelerata nelle argille sottostanti. Il processo di denudazione sarebbe stato probabilmente rallentato dalla struttura a reggipoggio dei terreni plio-pleistocenici, al contrario di quanto sarebbe avvenuto nel versante interno, in cui gli strati sono a franapoggio e dove, quindi, le forme avrebbero acquisito un aspetto di maturità piuttosto avanzata.

GEOMORPHOLOGICAL OBSERVATIONS ON CROTONE PENINSULA (CALABRIA). — In order to carry on the research into badlands we took into consideration the Crotone peninsula, in which outcrops plio-pleistocenic clay. In this paper we can confirm that the mineralogical and textural characteristics, noted previously, between *calanchi* and *biancane*, typical forms of erosion on clay, are different; in fact *biancane*-clay has a higher degree of plasticity than the *calanchi* type. In the side studied three marine terrace levels may easily be recognized. This terraces have neotectonic origin and occurred in the Tyrrhenian marine stage.

Pisa, Centro di studio per la Geologia strutturale e dinamica dell'Appennino, presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università.

(15) B. CASTIGLIONI, *Osservazioni sui calanchi appenninici*, in « Boll. Soc. Geol. Ital. », Roma, 1933, pp. 357-360.

(16) Da indagini svolte sulla valutazione quantitativa dell'erosione in terreni interessati da calanchi, effettuate sia tramite parcelle sperimentali, sia con misure torbiometriche in una stazione attrezzata, è emerso che la quantità di materiale trasportato dalle acque superficiali è minore di quanto sarebbe stato logico aspettarsi. Si è notato che l'erosione procede più velocemente per movimenti di massa, i quali si verificano tuttavia parossisticamente.