GRUPPO DI RICERCA DEL C. N. R. PER LA GEOLOGIA DELL'ITALIA CENTRO-MERIDIONALE
Riunione di lavoro sul Plio-Pleistocene (Metaponto, 30 maggio - 1 giugno 1967)

L. LIRER, T. PESCATORE e P. SCANDONE

18

Livello di piroclastiti nei depositi continentali post-tirreniani del litorale Sud-tirrenico.

Estratto da *Atti della Accademia Gioenia di Scienze Naturali in Catania*
Serie Sesta - Volume XVIII (Supplemento di Scienze Geologiche) - 1967
pp. 85-115, 10 figure, 10 tabelle, 8 tavole

Università di Napoli
ISTITUTO DI GEOLOGIA
Pubblicazione N° 216

CATANIA
Tipografia Zuccarello & Co.
1967

L. LIRER*, T. PESCATORE** e P. SCANDONE**

Livello di piroclastiti nei depositi continentali post-tirreniani del litorale Sud-tirrenico (***).

Introduzione

Nel 1966 segnalammo (Scandone P. e Lirer L.) l'esistenza di un livello di piroclastiti nel Pleistocene superiore della costiera calabra e silentina, ed attribuimmo la loro origine ad un unico atto esplosivo di un vulcano tirrenico.

Il prosieguo delle ricerche ha permesso di accertare la presenza di questo livello anche lungo la costa della Sicilia settentrionale e di ampliare, quindi, l'arco relativo ai punti di affioramento (Tav. 1).

In questo lavoro saranno descritti i rapporti di giacitura tra piroclastiti e depositi ad esse associati nelle località più significative, e saranno analizzati i caratteri petrografici di alcuni campioni di piroclastiti. Relativamente alla zona di Palinuro sono stati compiuti studi più dettagliati, anche di carattere sedimentologico, perchè in questa zona più che nelle altre esaminate, sono scolpiti i fattori climatici e paleogeografici che hanno condizionato la fenomenologia würmiana.

Analisi degli affioramenti

(*P. Scandone*)

Nell'analisi degli affioramenti viene innanzitutto, per le ragioni prima esposte, presa in esame la zona di Palinuro; sono quindi descritti gli affioramenti a Nord di questa zona, relativi al Cilento settentrionale, ed infine quelli a Sud, relativi al Cilento meridionale, alla Calabria e alla Sicilia.

Zona di Palinuro.

Il paese di Palinuro sorge su una formazione dunare attribuita (Blanc A. C. 1940; Blanc A. C. e Segre A. G 1953) alla regressione post-tirreniana, al-

(*) Istituto di Mineralogia dell'Università di Napoli.

(**) Istituto di Geologia dell'Università di Napoli.

(***) Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R. Gruppo di ricerca per la geologia dell'Italia meridionale, Gruppo di ricerca per la geologia dei sedimenti, Gruppo di ricerca per la mineralogia dei sedimenti.

la cui base sono conservati lembi di depositi littorali e sublittorali del Tirreniano II.

Il substrato è costituito dai calcar liassici del promontorio di Capo Palinuro, da conglomerati (« Conglomerati di Centola ») di probabile età calabriana (Sgrosso I. e Ciampo G. 1967), e dalla parte più bassa del « flysch del Cilento » (*formazione di S. Venere* Ietto A., Pescatore T. e Cocco E. 1965).

Alla base della duna lungo la costa affiorano arenarie e conglomerati sublittorali e littorali ricchissimi di *Glycymeris* e contenenti in misura subordinata *Cardium, Tapes, Pecten*. Le sabbie dunari giallastre, a stratificazione incrociata, passano superiormente e lateralmente a sabbioni rossi privi di stratificazione. Queste sabbie rosse, spostandosi verso l'entroterra, sono mescolate a materiale detritico più o meno grossolano proveniente dal substrato. Livelli di sabbie rosse sono contenuti anche nel corpo della duna.

La migliore esposizione della duna si ha lungo la costa nella magnifica sezione immediatamente ad Ovest del paese (Figg. 1 e 2), dove il taglio subverticale della falesia consente l'osservazione di tutti i particolari.

Alla base (Fig. 2, sez. 1) affiorano conglomerati e arenarie fossiliferi sublittorali, cui seguono sabbie poco cementate sublittorali e littorali con laminazione obliqua (Tav. 2). Le sabbie a laminazione obliqua diventano alla sommità continentali e sono ricoperte da sabbie rosse prive di stratificazione. Seguono sabbie gialle dunari (Tav. 3).

Spostandosi a Nord, sempre nel corpo della duna, si osserva (Fig. 2, sez. 2) che le sabbie a laminazione obliqua sono profondamente incise per fatti erosivi precedenti alla sedimentazione delle sabbie gialle dunari, tanto che le sabbie rosse prive di stratificazione e le sabbie gialle dunari poggiano direttamente sui depositi sublittorali.

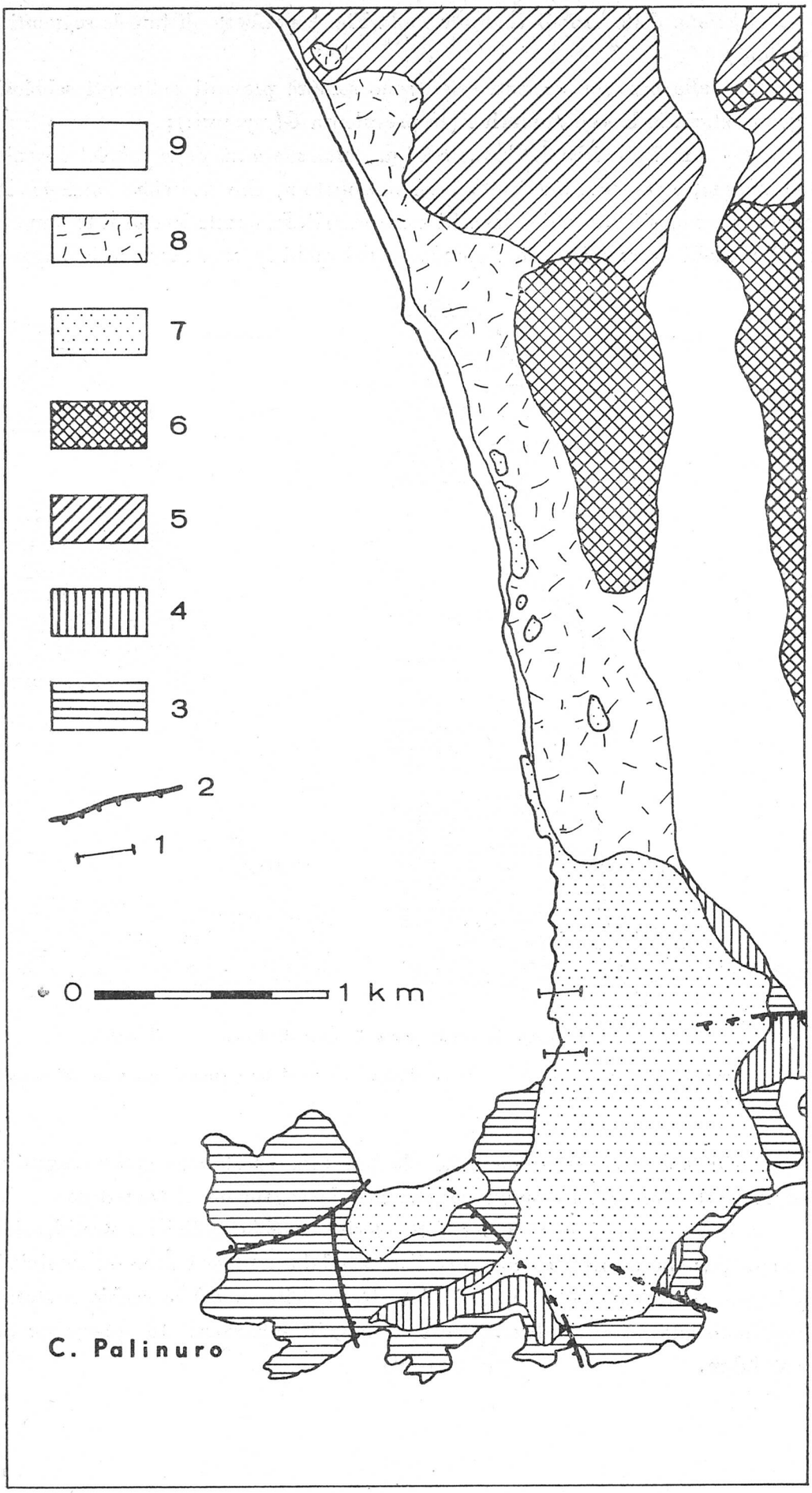
L'accumulo delle sabbie rosse, contenenti ciottolame poligenico, è da mettere in relazione al ruscellamento delle acque selvagge.

Nella parte bassa delle sabbie gialle eoliche è contenuto il livello di piroclastiti.

Spostandosi verso Nord, come vedremo, esso è invece contenuto in sabbioni rossi che sostituiscono le sabbie dunari (Tav. 3).

Fig. 1. — Carta geologica dei dintorni di Palinuro:

1) Traccia delle sezioni (sez. 1 a sud, sez. 2 a nord).
2) Faglie.
3) Calcari e calcari dolomitici, massicci o mal stratificati e brecce di scogliera. Età: Lias inf.
4) Calcari grigi con selce con rare ammoniti. Età: Lias medio.
5) *Formazione di S. Venere*: alternanza di quarziti, siltiti e argilliti grigie e verdognole; subordinatamente calcari con selce e conglomerati poligenici. Età: Titonico-Cretacico inf.
6) *Conglomerati di Centola*: puddinghe a matrice arenacea grossolana, con ciottoli di arenarie e conglomerati, perfettamente arrotondati e delle dimensioni medie di 50-60 cm., massime alcuni metri. Età: Calabriano (?).
7) Sabbie gialle dunari con, alla base, depositi littorali e sublittorali. Età: Tirreniano II - Würm II.
8) Conglomerati mal cementati a matrice arenacea e sabbie rosse sciolte con abbozzi di dune. Età: Würm I - II.
9) Spiagge recenti ed alluvioni.


9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1 km
C. Palinuro

L'esame delle sezioni riportate nella Fig. 2 permette di fare le seguenti osservazioni:

1 - alla base dei depositi eolici sono sempre presenti sedimenti sabbiosi e conglomeratici con biocenosi marine (in prevalenza *Glycymeris*);

2 - a m 7.50 circa dall'attuale l.d.m., alla sommità delle sabbie a laminazione obliqua, è presente un livello « concrezionato », che dovrebbe corrispondere al passaggio depositi littorali - depositi continentali. In questo livello si trovano numerosi modelli di radici in corrispondenza dei quali la cementazione è maggiore.

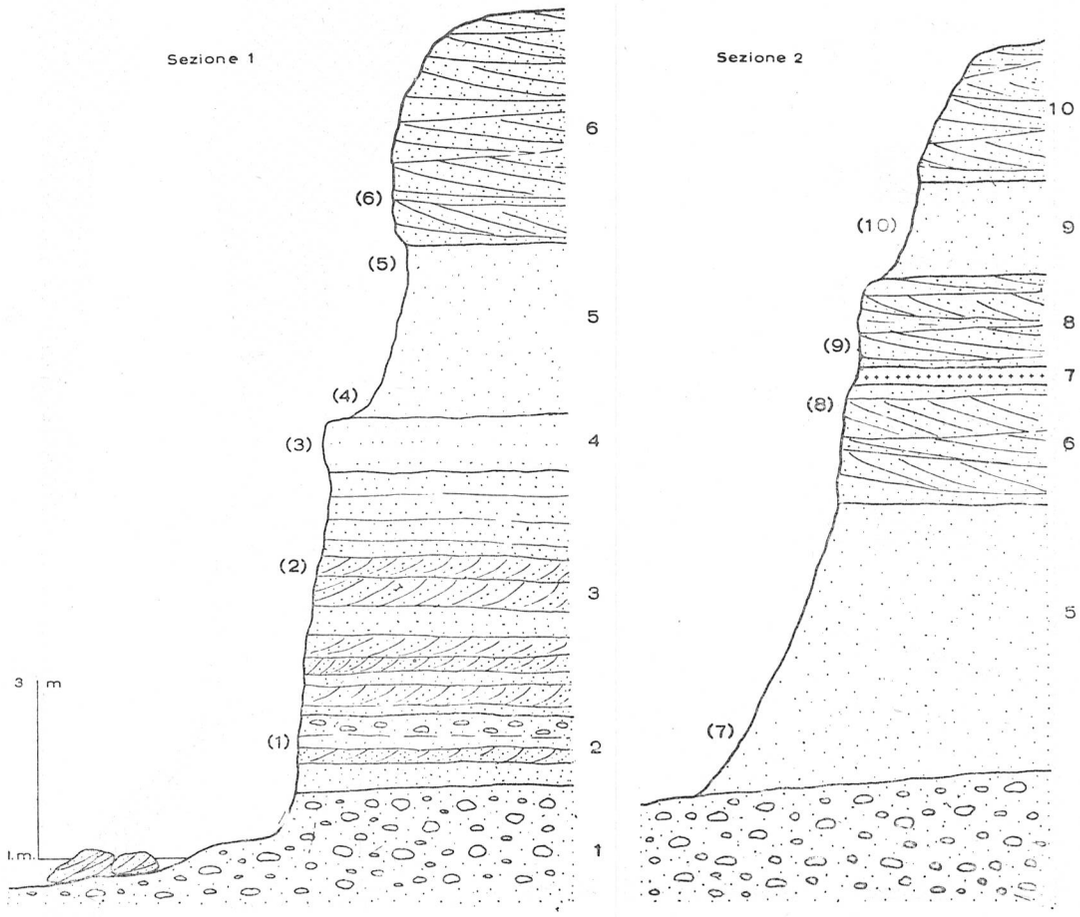


Fig. 2. — Sezione lungo la falesia presso il paese di Palinuro. (vedi testo).

I numeri semplici indicano gli intervalli e i livelli distinti; i numeri tra parentesi una parte dei campioni analizzati.

L'irregolarità della cementazione fa sì che la roccia esposta agli agenti esogeni acquisti un particolare aspetto spugnoso, che ricorda vagamente il travertino;

3 - dove non si verificarono fatti erosivi le sabbie eoliche a stratificazione incrociata iniziano a circa 10 m sopra l'attuale l.d.m. Dove i processi erosivi furono invece particolarmente energici (lato Nord della duna) le sabbie a stratificazione incrociata poggiano direttamente su depositi sublittorali ad appena un metro sul l.d.m.

Da queste osservazioni può essere ricostruita la seguente successione di fenomeni:

a - ritiro del mare dal livello + 8 m circa ad un livello inferiore all'attuale;

b - erosione nei depositi littorali e sublittorali seguita da accumulo di materiale trasportato dalle acque di ruscellamento;

c - accumulo di sabbie a stratificazione incrociata con episodi di ruscellamento.

Aggiungendo a queste osservazioni il ritrovamento (Blanc A. C. 1940, Blanc A. C. e Segre A. G. 1953, Scandone P. e Lirer L. 1966) di industria litica di tipo levalloisiano-mousteriano nelle sabbie dunari, non sussistono dubbi sull'età würmiana della duna. In particolare l'attribuzione all'epi-Würm II (Blanc A. C. e Segre A. G. 1953) delle sabbie eoliche ci sembra perfettamente coerente con la sequenza dei fenomeni descritti.

Spostandosi verso Nord (« Le Saline ») le sabbie gialle a stratificazione incrociata sono sostituite da sabbie rosse sciolte alternate a conglomerati mal cementati ricchissimi di matrice arenacea rossa e giallastra. L'elevato indice di sfericità e di arrotondamento dei ciottoli di questi conglomerati è da mettere in relazione alla presenza delle puddinghe (« Conglomerati di Centola ») del substrato, dalle quali i ciottoli sono derivati già perfettamente arrotondati. Basta infatti spostarsi un po' più a Nord, presso Torre Caprioli dove il substrato è costituito dal flysch, per vedere che il ciottolame è poco o nulla elaborato.

L'alternanza dei materiali consente di riconoscere una grossolana suddivisione in banchi clinostratificati secondo una superficie abbastanza simile all'attuale.

Il livello di piroclastiti, molto ben rappresentato nella zona Le Saline, forma una vistosa cornice dello spessore di circa un metro, inclinata verso mare, sporgente dalle sabbie rosse.

Nella parte bassa delle sabbie rosse, inoltre, sono conservati qua e là lembi di depositi littorali e sublittorali (Tav. 4) nonchè piccoli abbozzi di dune, come si vede molto bene lungo la strada costiera Caprioli-Palinuro.

Affioramenti a Nord di Palinuro.

Presso Marina di Ascea tra la valle della Fiumarella e la valle del Palistro si erge una dorsale allungata all'incirca Ovest Sud Ovest - Est Nord Est, costituita dalla *formazione di S. Venere* e dai « Conglomerati di Centola ».

Alle pendici sud orientali di questa dorsale affiorano piccoli lembi di sabbie rosse identiche a quelle di « Le Saline » presso Palinuro. In esse è intercalato lo strato di piroclastiti dello spessore di 50-60 cm. L'esposizione è cattiva e limitata a pochi metri quadrati.

All'uscita del paese di Acciaroli, lungo la strada per Agnone affiorano nuovamente le sabbie rosse nelle quali è intercalato il livello di piroclastiti, dello spes-

sore di 70-80 cm, immergente fortemente verso il mare. Le piroclastiti si presentano qui pisolitiche.

Piccoli affioramenti si hanno ancora tra Agnone e Casa del Conte. A Ogliastro Marina sulle arenarie della *formazione di S. Mauro* (Ietto A., Pescatore T. e Cocco E. 1965) poggiano sabbie rosse e conglomerati mal cementati a matrice arenacea rossa e giallastra, con il livello delle piroclastiti; questo forma, come a « Le Saline », una cornice molto marcata, fortemente immergente verso il mare. Anche qui, come ad Acciaroli, le piroclastiti sono pisolitiche.

Piccoli affioramenti si ritrovano infine presso Castellabate, tra Castellabate e Agropoli intorno al « Lago » di S. Maria di Castellabate, e al bivio per Agropoli della S. S. 18.

Affioramenti a Sud di Palinuro.

Tra Palinuro e Marina di Camerota le sabbie rosse affiorano in numerose località lungo la costa, e contengono abbondante industria litica di tipo levalloisiano-mousteriano. Non abbiamo però rinvenuto il livello di piroclastiti.

Questo affiora in magnifica esposizione a Cala Bianca presso Punta degli Infreschi, sempre intercalato alle sabbie rosse, che poggiano in parte sui calcari del Lias e in parte su argille calabriane (Sgrosso I. e Ciampo G. 1967). In questa zona le piroclastiti erano state segnalate già nel 1949 da Mirigliano, ma erano state da questo Autore erroneamente attribuite al Plio-Pleistocene (Scandone P. e Lirer L. 1966). A tetto e a letto delle piroclastiti abbiamo rinvenuto una ricchissima industria litica di tipo levalloisiano-mousteriano (1) (Tavv. 5 e 6).

Lungo la costa del golfo di Policastro, le sabbie rosse affiorano in pochissime località (piccoli lembi nei dintorni di Sapri e presso la foce del fiume Castrocucco) ma non abbiamo rinvenuto il livello di piroclastiti. Questo ricompare per brevissima estensione presso Scalea. Poco a Nord del paese, lungo la costa rocciosa costituita da dolomia triassica, è perfettamente conservato il terrazzo del Tirreniano II, a circa 8 metri sul livello del mare. I depositi hanno spessore molto esiguo (pochi decimetri), ma sono ricchissimi di fossili; predominano *Spondilus goederopus* e *Cladocora coespitosa.*

Sulle dolomie e sui depositi tirreniani poggiano sedimenti continentali grossolanamente stratoidi, costituiti da detrito cementato e da sabbie rosse con il livello piroclastitico.

A Sud di Scalea le sabbie rosse affiorano ai margini della pianura costiera

(1) Come già notato da Blanc A. C. e Segre A. G. 1953 per il materiale litico di Palinuro, gli oggetti di tipologia levalloisiana hanno dimensioni maggiori di quelli di tipologia mousteriana e sono esclusivamente su quarzite, mentre i secondi sono sempre su selce. I due tipi di industria si rinvengono nella zona in questione costantemente associati. Questa costante associazione unitamente alla costante differenza di dimensioni e di litologia dei manufatti ci fa ritenere probabile che non si tratti di due industrie cronologicamente differenti ma della stessa industria che produceva oggetti litici di differente tipologia aventi diversa finalità.

del fiume Lao, ma le ricerche del livello hanno dato esito negativo. Esso ricompare, molto bene esposto, lungo la costa tra Diamante e Marina di Belvedere ed in piccoli lembi tra Marina di Belvedere e Cetraro, sempre intercalato alle sabbie rosse; queste poggiano discordanti su terreni quaternari più antichi fluviali e/o fluvio-marini (antiche pianure costiere).

Per lungo tratto, pur affiorando qua e là le sabbie rosse, abbiamo rinvenuto solo rare tracce di piroclastiti presso la foce del fiume Savuto e a Nord di Capo Suvero, poche centinaia di metri a Sud del passaggio a livello sulla S.S. 18 tra le stazioni di Nocera Terinese e di Falerna.

Ai margini della Piana di S. Eufemia le ricerche sono risultate negative.

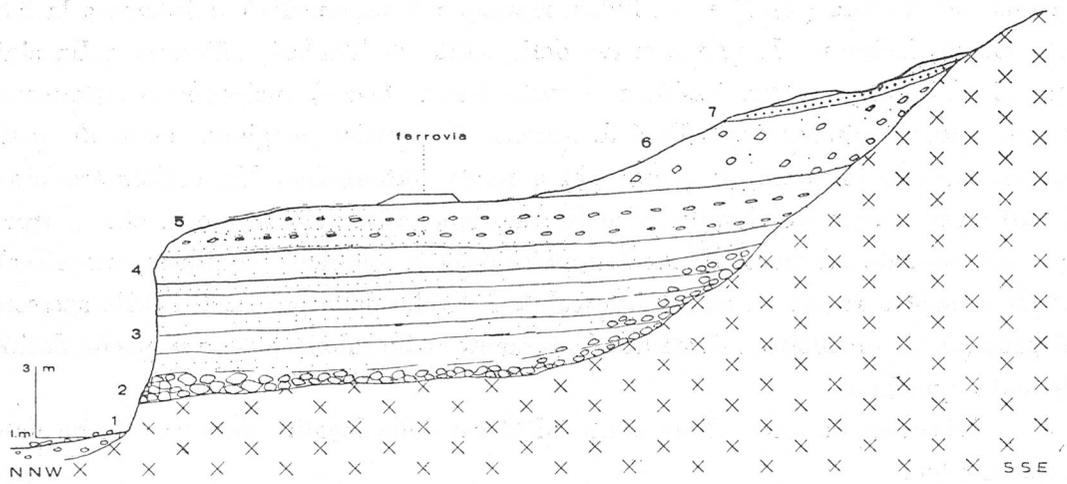


Fig. 3. — Sezione nei depositi tirreniani e post-tirreniani presso Briatico.

1) Graniti biotitici con filoni aplitici.
2) Conglomerati di base.
3) Arenarie calcarifere fossilifere.
4) Livello «concrezionato».
5) Sabbioni grigi, ciottolosi.
6) Sabbie rosse grossolane.
7) Livello di piroclastiti.

Lungo la costa tra Briatico e Nicotera sono conservati numerosi affioramenti di sabbie rosse e piroclastiti. Una situazione molto interessante è visibile presso Briatico (Fig. 3) poche centinaia di metri ad Est dello Scoglio Galera. Al livello del mare affiorano graniti grigi traversati da numerosi filoni aplitici; a circa 2 metri sul l.d.m. sui graniti poggiano, tramite l'interposizione di un conglomerato di base con ciottoli e massi granitici, arenarie calcarifere molto grossolane e puddinghette a ciottoli quarzosi contenenti numerosi lamellibranchi (in prevalenza *Pecten*, subordinatamente *Glycymeris*) frammentati e non. Nella parte alta, per circa due metri, le arenarie si presentano « concrezionate », con aspetto molto simile a quelle di Palinuro. A 7.50 metri sul l.d.m. al livello « concrezionato » succedono sabbioni più o meno ciottolosi grigi, di accumulo fluviale o torrentizio, coperti a loro volta da sabbie grossolane rosse e conglomerati mal cementati a matri-

ce arenacea contenenti il livello delle piroclastiti. A letto delle piroclastiti abbiamo rinvenuto qualche manufatto litico su selce, atipico. In superficie si rinvengono rari manufatti neolitici su ossidiana e rari residui di lavorazione.

Altri affioramenti di sabbie rosse e piroclastiti si trovano tra Coccorinello e Panaia e presso Preitoni, lungo la strada costiera Tropea Nicotera.

Piccoli lembi di sabbie rosse sono conservati infine lungo la costa ai margini della Piana di Gioia presso Nicotera e tra Palmi e Gioia Tauro. Non abbiamo rinvenuto però il livello di piroclastiti.

Una escursione di alcuni giorni lungo la costa settentrionale della Sicilia ha permesso di accertare anche qui la presenza del livello piroclastitico, anche se in una sola località (1). Presso Tindari risalendo il valloncello che interseca la S.S. 113 tra il cimitero e le prime curve della salita di Tindari, affiorano sulla sinistra (Est) argille e sabbie fossilifere e sulla destra (Ovest) gneiss molto tettonizzati attraversati da innumerevoli filoni di quarzo. Sui gneiss poggiano lembi di quarzoareniti giallo rossastre, anch'esse più o meno tettonizzate. Un chilometro circa a Sud Ovest, lasciando il valloncello in questione, risalendo la cresta che si trova immediatamente ad Ovest di un gruppetto di case coloniche, si rinvengono piccoli lembi di sabbie rosse; in esse è intercalato il livello delle piroclastiti dello spessore di poco più di un metro. L'area di affioramento delle sabbie rosse è di poche decine di metri quadrati.

Ricerche di altri affioramenti ad Ovest della località descritta hanno dato esito negativo.

Analisi sedimentologiche della duna di Palinuro

(*T. Pescatore*)

Lungo il litorale di Palinuro sono ottimamente esposti i depositi del Tirreniano II e del post-Tirreniano.

Presso l'abitato di Palinuro, sulla costa, affiorano senza soluzione di continuità depositi sublittorali, littorali e continentali. I depositi sublittorali e littorali sono costituiti da arenarie e conglomerati con *Glycymeris* alla base, sabbie poco cementate con laminazione obliqua alla sommità; i depositi continentali sono costituiti da sabbie rosse prive di stratificazione — depositi eolici successivamente elaborati da acque selvagge —, e sabbie giallastre con stratificazione incrociata — depositi eolici di duna. Il livello piroclastitico si rinviene nei depositi continentali.

---

(1) A Capo Milazzo affiora in bella esposizione un livello di piroclastiti noto in letteratura (Ruggieri G. e Greco A. 1965). Per la posizione e per i caratteri petrografici esso non è correlabile con quello di cui stiamo trattando. Un livello identico a quello di Capo Milazzo, e con esso probabilmente correlabile, affiora estesamente a Lipari.

In questo affioramento sono stati raccolti i campioni dal n. 1 al n. 6 (Fig. 2, sez. 1).

Poco più a Nord i depositi sublittorali e littorali (sabbie a laminazione obliqua) sono profondamente incisi e le sabbie rosse prive di stratificazione poggiano direttamente sui depositi sublittorali (arenarie e conglomerati con *Glycymeris*); ivi si sono raccolti i campioni dal n. 7 al n. 11 (Fig. 2, sez. 2).

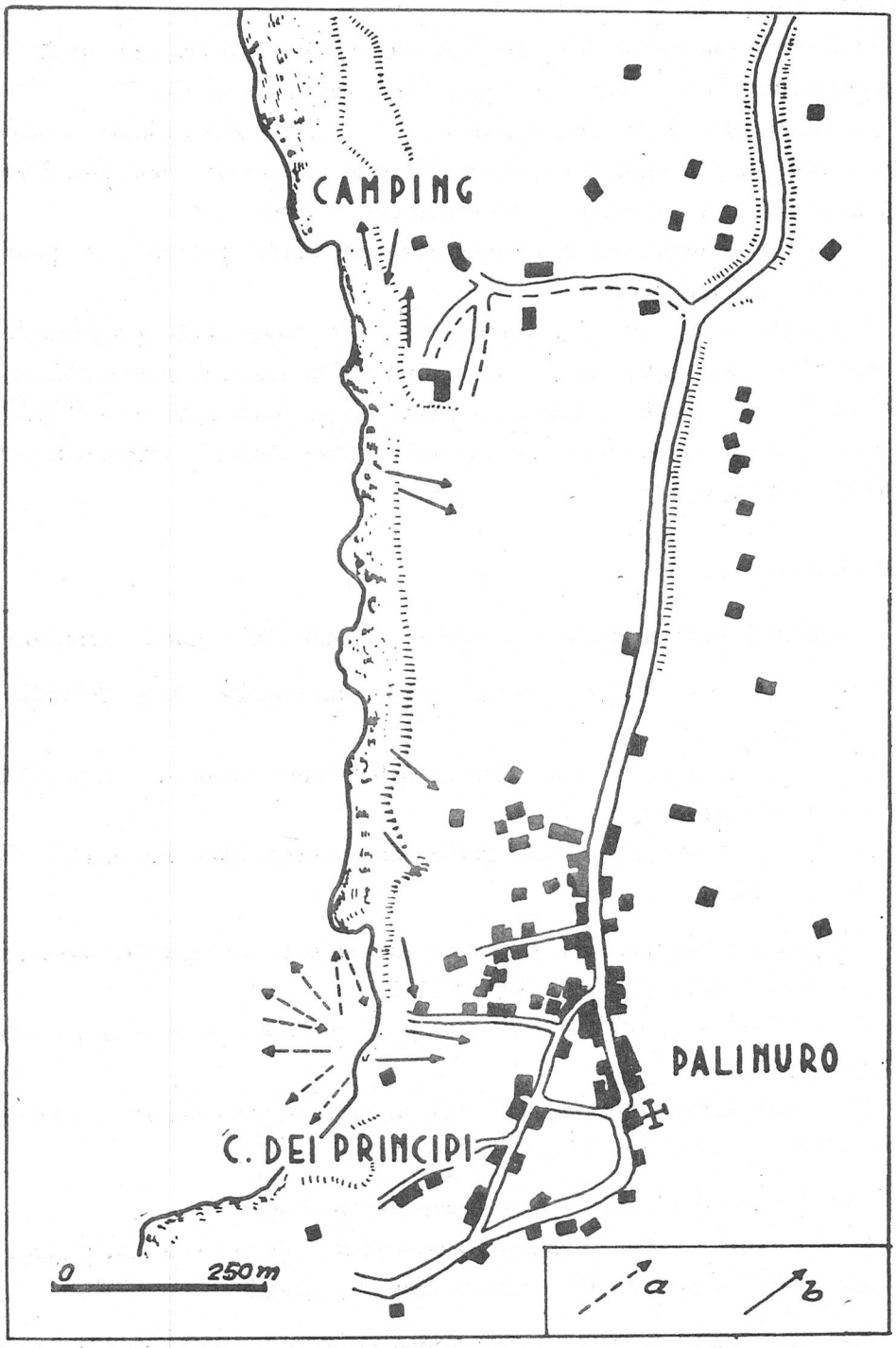


Fig. 4. — Direzioni delle correnti desunte dalla laminazione obliqua (a — sabbie sublittorali e littorali) e dalla stratificazione incrociata (b — sabbie eoliche dunari).

Un'altra campionatura è stata effettuata poco più a Nord (campioni dal n. 12 al n. 16); essa ripete esattamente la successione della Fig. 2 sez. 2.

Si sono eseguite analisi granulometriche su tutti i campioni; le analisi morfoscopiche invece sono state effettuate su dieci campioni ritenuti i più significativi.

Si è misurato l'orientamento delle laminazioni oblique delle sabbie sublittorali e littorali, e la stratificazione incrociata nei depositi di duna; i risultati sono riportati nella Fig. 4.

L'andamento medio delle laminazioni oblique mostra una linea di costa con orientamento Nord - Sud, con apporto dei materiali da Est.

L'andamento della stratificazione incrociata è molto variabile, come era logico aspettarsi; esiste comunque una componente dominante verso Est. Verso questa direzione dunque spiravano prevalentemente i venti.

I depositi sabbiosi studiati sono prevalentemente quarzosi con pochi feldspati e senza elementi micacei.

Le sabbie gialle, in particolare, sono caratterizzate dalla presenza di numerosi foraminiferi marini rubefatti e da frammenti di gusci di polmonati; il tenore in carbonati che ne risulta è molto variabile ed è mediamente dell'ordine del 15%. Questi organismi invece mancano nelle sabbie rosse; i carbonati in esse sono quasi o del tutto assenti.

Analisi morfoscopiche.

Le analisi morfoscopiche sono state effettuate sui seguenti campioni:

camp. nn. 1 - 2 - 3 (sabbie grigiastre a laminazione obliqua - depositi sublittorali e littorali);

camp. nn. 4 - 5 - 10 (sabbie rosse senza stratificazione - depositi eolici rielaborati dal ruscellamento);

camp. nn. 8 - 11 - 13 - 14 (sabbie gialle con stratificazione incrociata - depositi eolici dunari).

Per ciascun campione esaminato si sono studiate le seguenti classi granulometriche: 707μ, 500μ, 354μ, 250μ, 177μ.

I campioni sono stati trattati con acido cloridrico concentrato a caldo per decolorare i granuli.

I granuli di quarzo sono stati raggruppati in tre categorie (GERVAIS D. 1954 in ANGELUCCI A. e PALMERINI V. 1964):

non usurati - trasparenti, angolosi con fratture fresche;
smussati trasparenti - subarrotondati e arrotondati, più o meno trasparenti;
arrotondati opachi - arrotondati e subarrotondati, opachi.

Per ogni classe granulometrica sono stati esaminati 100 granuli di quarzo: i risultati relativi sono riportati nella Tab 1 e nei grafici delle Figg. 5 e 6.

TABELLA 1. — *Percentuale dei granuli di quarzo presenti in ciascuna classe morfoscopica.*

CAMP. N°	CLASSI MORFOSCOPICHE	707 μ	500 μ	35. μ	250 μ	177 μ
1	MU	10	16	44	80	70
	ST	84	56	34	20	28
	AO	6	28	22	—	2
2	MU	4	8	24	50	66
	ST	40	52	60	42	22
	AO	56	40	16	8	2
3	MU	5	26	36	56	58
	ST	40	50	60	44	42
	AO	55	24	4	—	—
4	MU	—	6	6	10	12
	ST	24	32	46	54	58
	AO	76	62	48	36	30
5	MU		2	8	4	12
	ST		10	40	28	56
	AO		88	52	68	32
8	MU	2	6	24	20	34
	ST	20	34	58	54	56
	AO	78	60	18	26	10
10	MU	—	—	—	6	8
	ST	10	20	46	60	40
	AO	90	80	54	34	52
11	MU		2	2	6	6
	ST		36	64	52	60
	AO		62	34	42	34
13	MU	—	2	2	2	2
	ST	26	38	58	55	62
	AO	74	60	40	43	26
14	MU	—	6	2	8	10
	ST	22	33	46	42	54
	AO	78	61	52	50	36

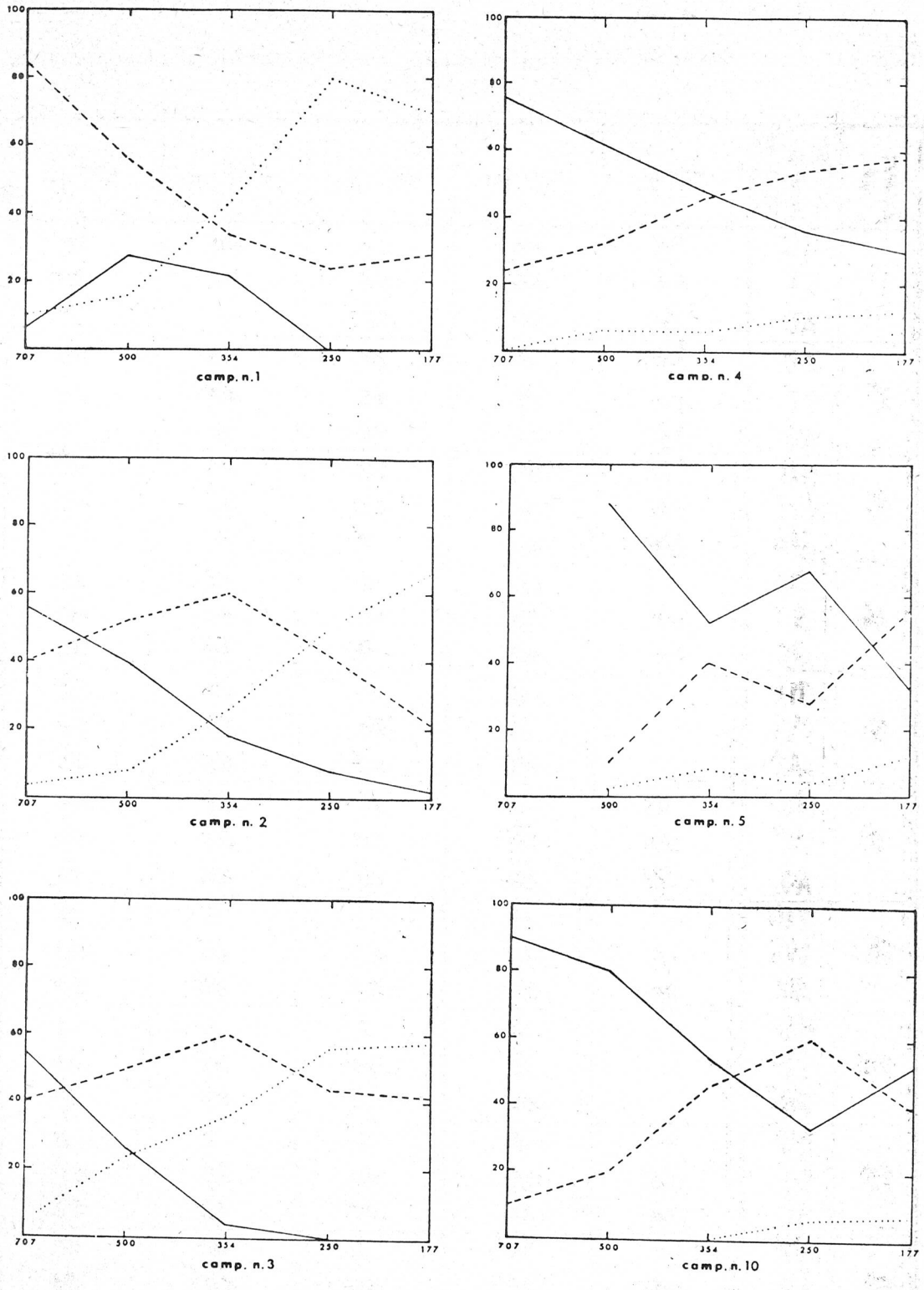


Fig. 5. — Diagramma delle morfoscopie.

In ascissa le dimensioni in micron, in ordinata le percentuali dei granuli.

Linea unita: granuli arrotondati opachi; linea tratteggiata: granuli smussati trasparenti; linea punteggiata: granuli non usurati.

Camp. nn. 1-2-3: sabbie sublittorali e littorali.

Camp. nn. 4-5-10: sabbie eoliche rielaborate dal ruscellamento.

Il grafico della Fig. 5 relativo al camp. n. 1 presenta caratteri particolari; infatti nella frazione più grossolana sono abbondanti i granuli smussati trasparenti mentre nelle frazioni più sottili la percentuale dei granuli smussati trasparenti diminuisce, aumenta invece quella relativa ai granuli non usurati raggiungendo nelle frazioni sottili valori molto elevati. Questo andamento nella morfologia dei granuli è caratteristico di depositi sabbiosi marini (CAILLEUX A. e TRICART J. 1963). Vi sono inoltre granuli arrotondati opachi; questi sono scarsi e limitati alle classi

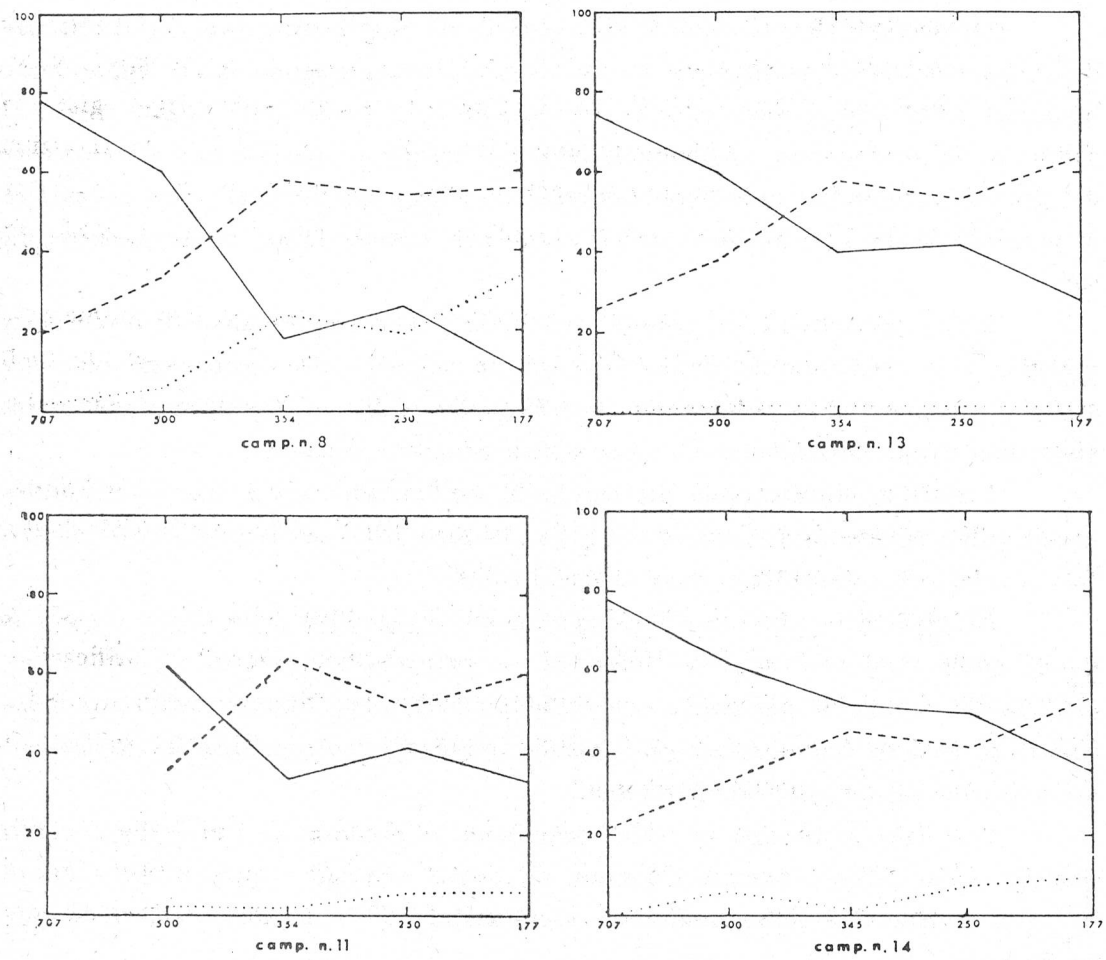


Fig. 6. — Diagramma delle morfoscopie.
Sabbie eoliche dunari. (cfr. Fig. 5).

granulometriche di 500μ e 354μ. I granuli arrotondati opachi potrebbero esser stati trasportati dal vento in ambiente marino da una spiaggia o duna antistante.

Nei camp. nn. 2 e 3 l'andamento dei granuli non usurati, è simile a quello del camp. n. 1; questi granuli raggiungono però percentuali minori. Differente invece è il comportamento dei granuli smussati lucenti; infatti le percentuali di questo tipo di granuli diminuiscono nelle classi di dimensioni maggiori a favore dei granuli arrotondati matti. Si risente quindi già l'azione del vento che smeriglia i granuli più grossolani. È da pensare quindi che queste sabbie si siano deposte in

un ambiente littorale dove agisce non solo l'azione delle acque ma anche quella del vento.

Le analisi morfoscopiche non danno apprezzabili differenze fra le sabbie rosse prive di stratificazione (camp. nn. 4-5-10) e le sabbie gialle dunari a stratificazione incrociata (camp. nn. 8-11-15-16). In tutti i grafici si nota che la percentuale dei granuli arrotondati opachi è molto alta nelle frazioni grossolane e che più o meno regolarmente diminuisce nelle frazioni sottili; col diminuire delle dimensioni aumenta invece la percentuale dei granuli smussati lucenti.

La percentuale dei granuli non usurati di regola aumenta col diminuire delle dimensioni; le percentuali di questi granuli raggiungono valori leggermente maggiori nelle sabbie rosse (10% circa) rispetto a quelli delle sabbie gialle. Il camp. n. 8 presenta un andamento anomalo, infatti si osserva una diminuzione dei granuli arrotondati opachi più marcata rispetto a quella degli altri campioni; la percentuale dei granuli non usurati raggiunge valori elevati nelle frazioni più sottili.

L'alta percentuale di granuli arrotondati opachi nelle classi di dimensioni maggiori e la variazione del grado di usura in rapporto alle dimensioni sia nelle sabbie rosse prive di stratificazione che in quelle gialle con stratificazione incrociata dimostrano chiaramente l'origine eolica di questi depositi.

I risultati morfoscopici dei campioni studiati sono abbastanza confrontabili con quelli riportati da Angelucci e Palmerini 1964 per le *sabbie rosse di Priverno* anch'esse interpretate come depositi eolici.

Bisogna tener presente che le condizioni di giacitura delle sabbie rosse e di quelle gialle sono notevolmente differenti; le prime sono prive di stratificazione, contengono ciottolame poligenico e riempiono canali d'erosione nei sedimenti sottostanti; le seconde hanno una stratificazione incrociata caratteristica dei depositi di duna e contengono gusci di polmonati.

Con ogni probabilità le sabbie rosse sono il prodotto di un deposito continentale eolico successivamente elaborato da acque selvagge; quest'ultimo fattore ha agito scarsamente senza modificare sostanzialmente i caratteri primari di questi depositi.

Analisi granulometriche.

Si sono utilizzati per le analisi 12-15 gr di materiale, frazionato mediante un separatore, da campioni di 1 kg circa.

La stacciatura è stata effettuata con uno stacciatore meccanico (Ro-Tap). La differenza nelle dimensioni tra setacci contigui è stata di 0.5 Φ; le pesate sono state effettuate con l'approssimazione di 0.001 gr. Si è accertata al microscopio la perfetta disgregazione dei granuli.

I dati relativi alle analisi sono riportati nella Tab. 2. Si sono calcolati i seguenti parametri (FRIEDMANN G. M. 1961):

$$\text{diametro medio } \bar{x}_\Phi = \frac{\Sigma f m_\Phi}{100}$$

$$\text{deviazione standard } \sigma_\Phi = \sqrt{\frac{\Sigma f (m_\Phi - \bar{x}_\Phi)^2}{100}}$$

$$\text{asimmetria } \alpha_{3\Phi} = \frac{\Sigma f (m_\Phi - \bar{x}_\Phi)^3}{100 \cdot \sigma_\Phi^3}$$

$$\text{curtosi } \alpha_{4\Phi} = \frac{\Sigma f (m_\Phi - \bar{x}_\Phi)^4}{100 \cdot \sigma_\Phi^4}$$

f rappresenta la percentuale in peso di ogni classe granulometrica e m il punto mediano di ogni classe.

Il diametro medio, l'asimmetria, il curtosi rappresentano rispettivamente il primo, il terzo e il quarto momento della distribuzione di frequenza delle dimensioni dei granuli.

TABELLA 2. — *Parametri granulometrici.*

CAMP. N°	$\bar{x}\phi$	$\sigma\phi$	$\alpha 3\phi$	$\alpha 4\phi$
1	1.21	0.92	- 0.94	3.69
2	1.89	0.64	+ 0.90	6.08
3	1.88	0.67	+ 1.26	6.26
4	1.70	0.56	+ 1.74	7.91
5	2.19	0.87	+ 0.35	3.08
6	1.99	0.65	+ 1.25	6.94
7	1.75	0.76	+ 0.99	5.56
8	1.57	0.55	+ 1.81	8.04
9	1.65	0.79	+ 0.72	4.28
10	1.40	0.66	+ 2.22	12.38
11	1.93	0.56	+ 0.49	5.30
12	1.72	0.70	+ 1.11	6.03
13	1.58	0.63	+ 0.02	4.71
14	1.43	0.61	+ 0.30	8.99
15	1.41	0.57	+ 1.23	9.05
16	1.38	0.57	+ 0.80	7.43

Dall'analisi dei dati riportati nella Tab. 2 si nota un'uniformità nei valori dei parametri granulometrici dei campioni esaminati. Soltanto il camp. n. 1 si dif-

ferenzia abbastanza nettamente dagli altri per il valore della deviazione standard ($\sigma_\Phi = 0.92$) che è il più alto di tutti e per l'asimmetria che è negativa.

La deviazione standard ha valori leggermente inferiori nelle sabbie dunari rispetto alle sabbie rosse e ai depositi sublittorali e littorali.

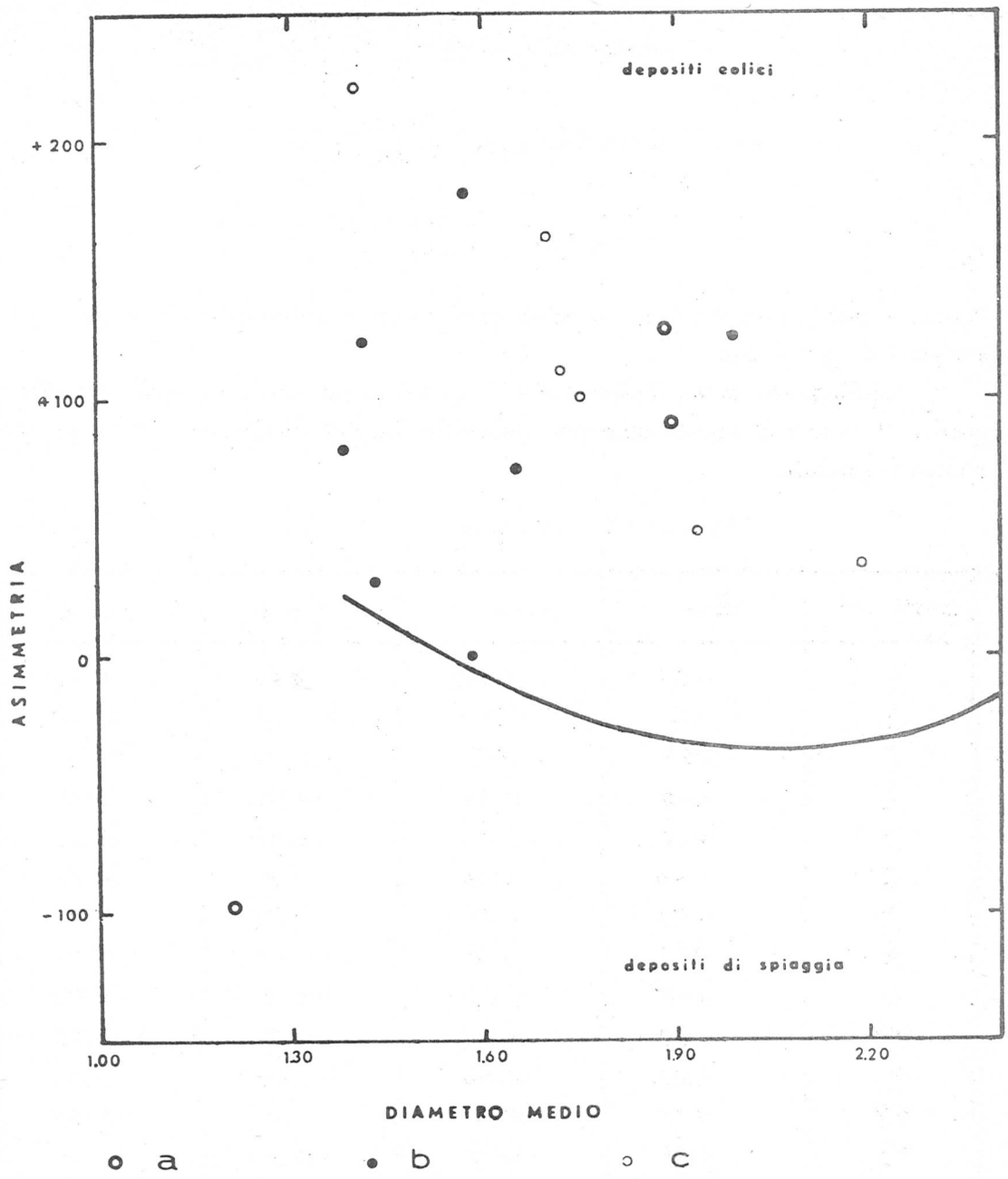


Fig. 7. — Relazione tra diametro medio e asimmetria.

Valori in scala *phi*.
a) sabbie sublittorali e littorali;
b) sabbie eoliche dunari;
c) sabbie eoliche rielaborate dal rusceliamento.

Il diagramma di Fig. 7 è stato costruito ponendo in ascissa il diametro medio in *scala phi* e in ordinata l'asimmetria; questo diagramma permette di di-

stinguere i depositi eolici da quelli di spiaggia (FRIEDMANN G. M. 1961); tutti i punti cadono nel campo dei depositi eolici meno quello relativo al camp. n. 1 che cade nel campo dei depositi di spiaggia.

È stato costruito quindi un diagramma ponendo in ascissa il curtosi e in ordinata l'asimmetria. Si ha, come nel precedente, uno stacco tra il camp. n. 1 con asimmetria negativa e tutti gli altri (Fig. 8). Secondo FRIEDMANN 1961 il curtosi non è un parametro molto significativo per individuare l'ambiente di deposizione dei sedimenti.

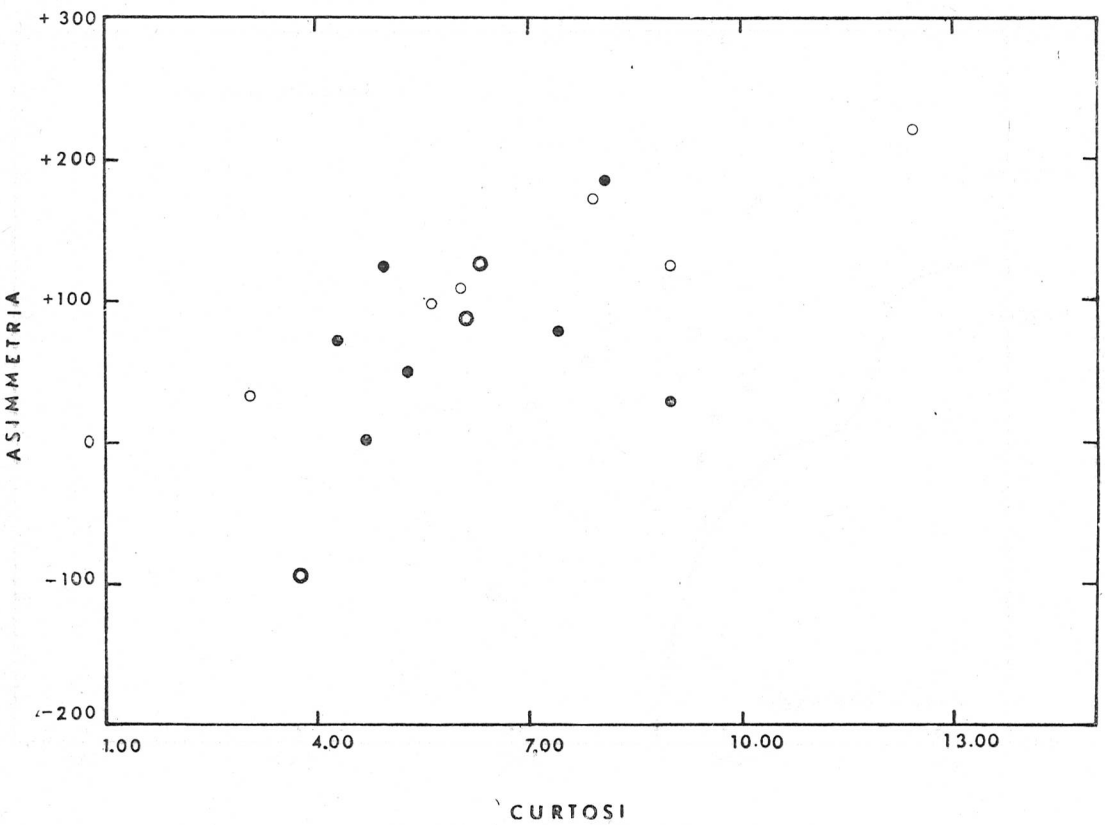


Fig. 8. — Relazione tra curtosi e asimmetria (cfr. Fig. 7).

Sono stati costruiti ancora due diagrammi ponendo in entrambi in ascissa la deviazione standard e in ordinata nel primo (Fig. 9) l'asimmetria e nel secondo (Fig. 10) il diametro medio. Tutti i punti cadono rispettivamente nel campo dei depositi fluviali e nel campo di sovrapposizione dei depositi fluviali ed eolici.

Il camp. n. 1 appartiene ad un livello appena superiore alle arenarie e ai conglomerati a *Glycymeris* — di ambiente sublittorale — e dovrebbe rappresentare un deposito ancora sublittorale o infralittorale elaborato dal moto ondoso. Il moto ondoso infatti agisce sui sedimenti allontanando da essi la frazione più sottile, dimodochè la curva della distribuzione di frequenza delle dimensioni ha asimmetria negativa.

Le analisi morfoscopiche concordano con questa interpretazione.

Nel grafico della Fig. 9 lo stesso campione cade nel campo dei depositi fluviali per l'alto valore della deviazione standard ($\sigma_\Phi = 0.92$); è da tener presente però che nei campioni utilizzati da FRIEDMANN 1961 nelle sue analisi meno del 5% dei granuli aveva dimensioni > 0.5 mm (+ 1.00 Φ), mentre nel campione in esame circa il 25% dei granuli hanno dimensioni maggiori di 0.5 mm; questa alta percentuale di frazione grossolana potrebbe giustificare la scarsa classazione del sedimento.

I camp. nn. 2 e 3 hanno parametri granulometrici simili ai depositi eolici. Appartengono nella successione stratigrafica a livelli superiori al camp. n. 1 e ap-

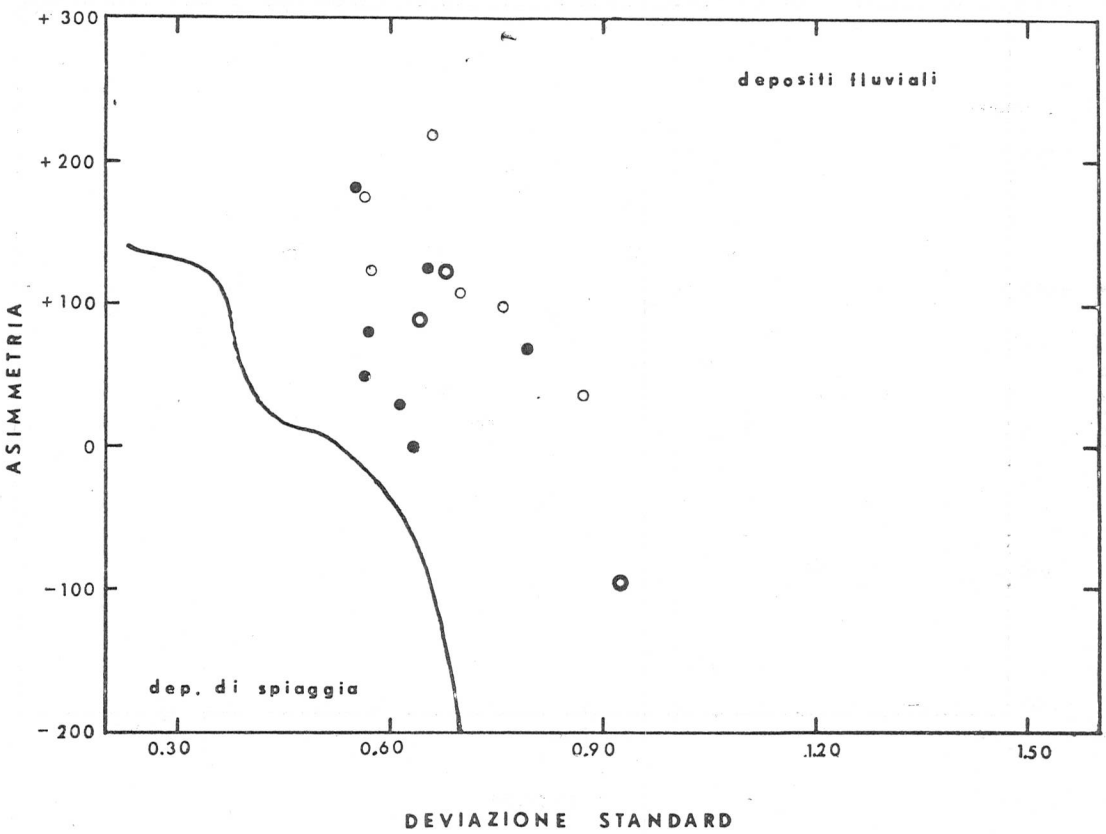


Fig. 9. — Relazione tra deviazione standard e asimmetria (cfr. Fig. 7).

pena al disotto delle sabbie rosse prive di stratificazione (depositi continentali); dovrebbero rappresentare quindi un deposito littorale.

Le analisi morfoscopiche hanno mostrato in questi campioni una percentuale — notevole nelle frazioni granulometriche più grossolane — di granuli elaborati dal vento; questa mistura di granuli trasportati e deposti da agenti diversi ha potuto modificare i parametri granulometrici mascherando i caratteri dell'ambiente di deposizione di questi sedimenti.

Neanche tra le sabbie gialle e quelle rosse è possibile apprezzare differenze significative nei parametri granulometrici.

Le analisi morfoscopiche hanno mostrato che i granuli di entrambi i depositi sono stati elaborati dal vento. Le condizioni di giacitura, le strutture sedimentarie

ci dicono che le sabbie rosse sono depositi eolici rielaborati da acque selvagge mentre quelle gialle sono depositi di duna. Dobbiamo ritenere che l'azione delle acque selvagge non abbia influenzato marcatamente la granulometria delle sabbie rosse.

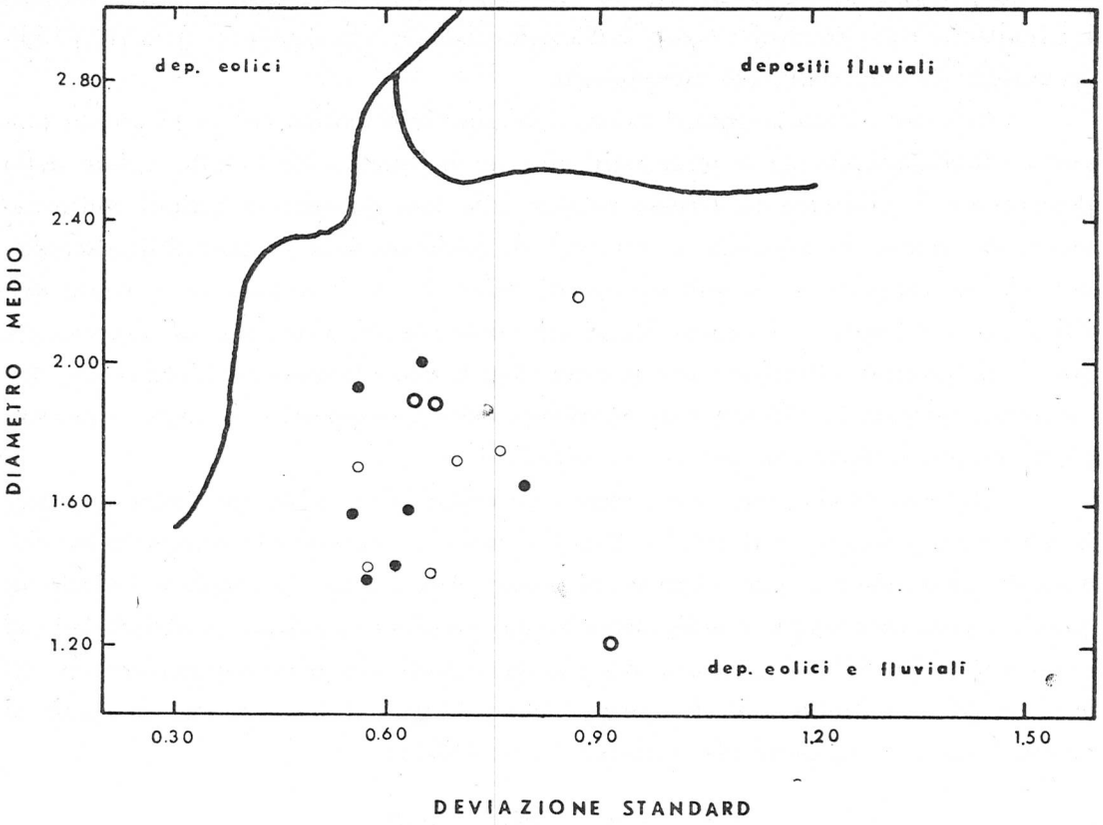


Fig. 10. — Relazione tra deviazione standard e diametro medio (cfr. Fig. 7).

Petrografia delle « Piroclastiti di Palinuro »
(*L. Lirer*)

Parallelamente allo studio geologico-stratigrafico si è svolta una ricerca petrografica sulle « Piroclastiti di Palinuro ».

La stratigrafia delle località in cui si rinviene il livello guida è stata di fondamentale aiuto in quanto ha stabilit che tutti gli affioramenti piroclastici giacciono alla stessa altezza stratigrafica.

Infatti dai singoli risultati petrografici, come vedremo, non si potrebbe dedurre che trattasi della medesima piroclastite, in quanto e la distanza fra gli affioramenti e le notevoli variazioni nel chimismo (per l'alterazione subita) non avrebbero permesso alcuna argomentazione a favore. Invece una volta stabilita la posizione stratigrafica del livello guida lo studio petrografico ne è stato avvantaggiato e quindi le correlazioni a distanza non sono risultate impossibili.

Come già si è riferito nella nota precedente (Scandone P. e Lirer L. 1966) il chimismo di queste piroclastiti risulta più o meno alterato, per cui mentre per alcune i caratteri petrografici si conservano ancora e si può quindi dedurne il

chimismo originario, per le altre il grado di alterazione è tale che i valori analitici ora risultano completamente alterati.

Lo studio petrografico è stato eseguito dando la precedenza assoluta all'analisi chimica da cui si sono in seguito calcolati i valori del Niggli ed i loro rapporti; inoltre si sono ricavati i « *rapporti caratteristici* » (SCHERILLO A. 1963) indispensabili per lo studio del piroclastico.

Si è considerato ancora il valore dell'alluminio teorico (al/al'): questo rapporto è fondamentale per le piroclastiti alterate in quanto dà l'esatto valore della percentuale di allumina in eccesso rispetto alle basi presenti e quindi indirettamente testimonia la presenza di minerali di neoformazione (minerali di alterazione). Questo rapporto è ben più preciso di $al/alk + c$, in quanto tiene conto dell'alluminio, del sodio e del calcio legati alla molecola del pirosseno; al' rappresenta quindi l'alluminio effettivamente presente legato solo alle molecole feldspatiche. Ecco quindi spiegata la differenza di significato dei due rapporti e la ragione per cui al/al' risulta sempre più preciso di $al/alk + c$.

Questo metodo però è nel nostro caso criticabile: infatti per poter prendere in giusta considerazione il valore di al/al' bisogna conoscere la composizione chimica del pirosseno presente. Orbene nel nostro caso è stato impossibile isolarlo in quanto è poco abbondante e nello stesso tempo presenta grandezze risolvibili solo al microscopio. Quindi si è supposto, per i nostri calcoli, che il pirosseno presente nelle piroclastiti in studio abbia la composizione chimica dell'augite per la quale si hanno i seguenti rapporti (DI GIROLAMO P. 1964):

c	*m*	*al*	*matr*
7	5	1	1/3

Infine, oltre alle osservazioni microscopiche, si sono eseguiti fotogrammi di Debye ed analisi termodifferenziali. Questi due ultimi tipi di indagine sono anche essi indispensabili nello studio delle piroclastiti; infatti mentre i termogrammi evidenziano esclusivamente i minerali di neoformazione (minerali di alterazione), i raggi X mettono in risalto sia questi ultimi (quando sono presenti in quantità discrete) che le associazioni mineralogiche fondamentali.

La descrizione dei campioni è stata fatta tenendo presente il crescente grado di alterazione.

Analisi delle piroclastiti.

Fra tutti i campioni esaminati quello che maggiormente si presta allo studio per la ricostruzione del chimismo originario è la piroclastite di Torre Caprioli.

Questa è una cinerite incoerente, di colore giallognolo, che al microscopio risulta formata da cristalli di sanidino, a volte limpidi e trasparenti ed altre volte torbidi di colore marrone (segno di inizio di alterazione), a cui si associano rari

cristalli di pirosseno e più frequenti laminette di mica biotite; assenti infine risultano i microcristalli di quarzo.

Su questo campione si è eseguita sia l'analisi termodifferenziale (Tav. 7) che roentgenografica (Tav. 8 e Tab. 3); dall'esame del termogramma si deduce la presenza di minerali di alterazione di tipo halloysitico. Nello stesso tempo però il piccolo valore degli effetti endotermici e di quello esotermico porta a concludere

TABELLA 3. — *Spettrogrammi delle « Piroclastiti di Palinuro » confrontati con quelli di minerali standard.*

HALLOYSITE DA BROWN		DIFFRATTOGRAMMA QUARZO DI LAKE TOKAWAY A.S.T.M CuKα		DIFFRATTOGRAMMA DI SANIDINO IN UNA TRACHITE DI ISCHIA CuKα		PIROCLASTITE DI CAPRIOLI CuKα		PIROCLASTITE DI OGLIASTRO (PISOLITI) CuKα		PIROCLASTITE DI C. BONIFATI CuKα		PIROCLASTITE DI BRIATICO CuKα		PIROCLASTITE DI TINDARI CuKα	
I/I'	d (Å)	I/I'	d (Å)	I/I'	d (Å)	I/I'	d (Å)	I/I'	d (Å)	I/I'	d (Å)	I/I'	d (Å)	I/I'	d (Å)
10	10.1	–		–		–		d	10.17	d	10.15	d	10.15	m	10.13
–		–		–		–		–		d	7.43	dd	7.71	dd	7.68
–		–		mf	6.48	d	6.50	–		–		–		–	
–		–		dd	5.80	dd	5.80	dd	5.75	–		–		–	
8	4.46	–		–		–		md	4.48	mf	4.43	mf	4.43	mf	4.44
–		35	4.26	–		–		–		–		–		–	
–		–		d	4.13	d	4.15	–		dd	4.14	–		–	
–		–		d	3.87	md	3.87	–		–		–		–	
–		–		m	3.74	m	3.75	d	3.76	dd	3.73	d	3.75	md	3.75
–		–		dd	3.59	d	3.60	–		–		–		–	
–		–		mf	3.46	md	3.46	–		–		–		d	3.46
–		100	3.34	–		–		m	3.34	–		md	3.33	d	3.36
–		–		ff	3.24	f	3.24	md	3.22	mf	3.22	md	3.21	mf	3.22
5	3.10	–		–		–		–		–		–		–	
–		–		d	2.965	d	2.97	d	2.95	d	2.96	–		dd	2.99
–		–		dd	2.752	d	2.77	–		–		–		dd	2.77
5	2.56	–		–		–		d	2.56	m	2.56	m	2.56	m	2.56
–		–		dd	2.554	d	2.56	–		–		–		–	
–		12	2.45	–		–		–		–		–		–	
–		–		dd	2.39	–		–		–		–		–	
3	2.37	–		–		–		–		–		–		md	2.35
–		12	2.28	–		–		–		–		–		–	
–		6	2.236	–		–		–		–		–		–	
–		–		mf	2.162	d	2.17	–		d	2.14	–		dd	2.17
–		9	2.12	–		–		–		–		–		–	
–		–		m	2.052	–		–		–		–		–	
–		–		–		dd	1.97	–		dd	1.97	dd	1.97	–	
–		–		–		dd	1.89	–		–		dd	1.89	–	
–		–		d	1.833	dd	1.85	–		–		–		–	
–		17	1.817	–		–		–		–		–		–	
–		–		d	1.789	d	1.76	–		dd	1.78	dd	1.79	d	1.79
3	1.67	–		–		–		–		–		–		–	
–		–		dd	1.621	dd	1.62	–		–		–		–	
–		–		dd	1.558	dd	1.57	–		–		–		–	
–		15	1.54	–		–		d	1.54	–		dd	1.54	–	
–		–		dd	1.489	d	1.49	–		–		–		–	
5	1.48	–		–		–		d	1.48	m	1.48	m	1.48	m	1.48
–		–		dd	1.413	–		–		–		–		–	
–		–		–		dd	1.38	–		dd	1.38	–		–	
–		11	1.375	–		–		dd	1.37	–		dd	1.37	–	
–		–		–		dd	1.34	–		–		–		–	
–		3	1.288	–		–		–		–		–		–	
–		–		dd	1.283	dd	1.27			dd	1.29	–		–	
1	1.28	–		–		–		–		–		–		dd	1.28
–		4	1.256	–		–		–		–		–		dd	1.24
1	1.23	–		–		–		–		–		–			

che il minerale di neoformazione è presente in quantità trascurabile. Infatti il relativo esame roentgenografico evidenzia soltanto lo spettro del sanidino, mentre quello relativo all'halloysite non appare; ne consegue quindi che il sedimento possiede ancora un deciso grado di cristallinità.

TABELLA 4. — *Piroclastite di Torre Caprioli: valori analitici, del Niggli e loro rapporti.*

Valori Analitici		Valori del Niggli		
SiO_2	54.56	si	207.7	
TiO_2	0.60	al	44.4	
ZrO_2	0.03	f	14.4	20.4
Al_2O_3	19.84	m	6.0	
Fe_2O_3	4.10	c	9.4	
FeO	0.63	kal	10.3	25.8
MnO	0.16	natr	15.5	
MgO	1.06	Si°	1.0	
CaO	2.28	k	0.39	
K_2O	4.18	mg	0.29	
Na_2O	4.31	aq	99.0	
P_2O_5	0.04			
SO_3	0.14	$\frac{f}{al}$	3.0	
Cl	0.13			
H_2O^-	2.68	$\frac{al}{alk + c}$	1.2	
H_2O^+	5.10			
	99.84 —	$\frac{al}{si}$	0.21	
O/Cl_2	0.03			
	99.81 (An. L. Lirer)	$\frac{al}{al'}$	1.6	

Rapporti caratteristici

si : m : al	si : f : m	si : al : f
34.6 : 1 : 7.4	14.4 : 1 : 0.42	4.6 : 1 : 0,32

I dati analitici relativi confortano tale ipotesi: infatti il tenore percentuale delle due acque non è tale da permettere un'alterazione notevole; di conseguenza il valore analitico degli alcali rimane abbastanza elevato e quello relativi all'allumina ed alla silice rientra nei limiti della normalità.

Inoltre a giustificare il basso grado di alterazione subito da questa piroclastite sta il rapporto di 2:1 in cui si trovano ancora le percentuali analitiche del calcio e del magnesio. Infatti nei prodotti che generalmente si definiscono trachitici alcalini, il valore di CaO/MgO è appunto di 2:1 (quando non è presente l'olivina).

Si può ammettere quindi che per la piroclastite di Torre Caprioli questo rapporto sia rimasto inalterato: deduciamo dunque che l'alterazione del sedimento si è svolta solo a spese della parte alcalina.

Questo concetto lo si comprende ancor meglio osservando i relativi valori del Niggli i quali presentano una certa uniformità di dati, tranne per *alk*, con un tipo magmatico trachitico alcalino per il quale si richiede un valore di *alk* oscillante intorno al 35%.

Per avvalorare ulteriormente quanto abbiamo ammesso confronteremo i valori della piroclastite in esame con quelli del « *cinerazzo* » (cinerite incoerente campana) che recentemente è stato a fondo studiato (STANZIONE D. 1966).

TABELLA 5. — «*Cinerazzo*»: *valori del Niggli e loro rapporti.* (An. D. STANZIONE).

si	193.6		$\frac{al}{f}$	3.7
al	45.7			
f	12.2	16.4	$\frac{al}{alk + c}$	1.2
m	4.2			
c	11.4		$\frac{al}{si}$	0.23
kal	13.7	26.5		
natr	12.8		$\frac{al}{al'}$	1.4
aq	59.9			
Si°	0.94			
k	0.51			
mg	0.25			

Rapporti caratteristici

si : m : al	si : f : m	si : al : f
46.0 : 1 : 10.8	15.8 : 1 : 0.34	4.2 : 1 : 0,27

Si tratta ovviamente di una piroclastite alterata che ha come termine di riferimento l'equivalente inalterato per il quale si è stabilito come tipo magmatico quello trachitico alcalino.

La corrispondenza dei dati la si può definire abbastanza buona; infatti tranne qualche lieve variazione i valori sembrano alquanto concordanti. Inoltre la differenza esistente tra i due *k* è dovuta alla diversa distribuzione di *kal* nelle due analisi. Mentre per il « *cinerazzo* » infatti vi è una dominante potassica, per la piroclastite di Torre Caprioli vi è una dominante sodica.

Osservando ancora i rapporti *al/f*, *al/alk + c*, *al/si*, *al/al'* si può constatare che corrispondono esattamente.

Anche il grado di silicizzazione presenta un valore che rispecchia esattamente il leggero grado di alterazione della piroclastite in esame; infatti nei prodotti di tal chimismo, quando non sono alterati, *Si°* oscilla tra 0.90 e 1.00. Nel nostro caso dunque *Si°* originariamente doveva essere di poco inferiore all'unità, valore a cui giunge attualmente in seguito all'alterazione.

Infine confrontando i valori dei « *rapporti caratteristici* » si osserva ancora una notevole uguaglianza; fra essi il più importante è quello relativo a *si:al* che nelle piroclastiti a confronto è di 4,67 (Torre Caprioli) e 4,23 (*cinerazzo*). Orbene

questi ultimi dati sono leggermente inferiori a quelli trovati per le piroclastiti trachitiche inalterate (SCHERILLO A. 1963); per queste ultime infatti il rapporto *si*:*al* è superiore a 5. Quando invece è presente un processo di alterazione (argillificazione) si è trovato che esso si abbassa a 4 per medie alterazioni e poi decresce fino a valori di 3 e 2 nelle alterazioni molto spinte.

In ultimo osserviamo che la piroclastite di Torre Caprioli, come tutte le altre, presenta un basso tenore percentuale di FeO; questo è appunto un altro indice dell'alterazione: l'ossidazione del *Fe″* a *Fe‴* che conferisce al sedimento un colore giallognolo.

Dalla discussione e dal confronto di questi dati penso che si possa senza altro affermare che il chimismo originario di questa piroclastite era quello relativo ad un tipo magmatico trachitico alcalino.

Passiamo quindi alla descrizione della piroclastite di Ogliastro: è un tufo terroso pisolitico in cui si distingue nettamente una massa di fondo terrosa gialla che ingloba delle pisoliti grigiastre; su queste ultime in seguito si sono condotte le osservazioni.

Al microscopio la massa cineritica grigia contiene cristalli di sanidino per lo più torbidi a cui si associano termini pirossenici e micacei; inoltre nella massa

TABELLA 6. — *Pisoliti della Piroclastite di Ogliastro: valori analitici, del Niggli e loro rapporti.*

Valori Analitici		Valori Analitici		
SiO_2	54.72	si	218.4	
TiO_2	0.55	al	46.3	
ZrO_2	0.04	f	12.7	19.4
Al_2O_3	19.67	m	6.7	
Fe_2O_3	3.36	c	7.7	
FeO	0.70	kal	11.5	26.6
MnO	0.10	natr	15.1	
MgO	1.14	Si°	1.0	
CaO	1.80	k	0.43	
K_2O	4.46	mg	0.34	
Na_2O	3.90	aq	129.0	
P_2O_5	0.08			
SO_3	0.05	$\frac{al}{f}$	3.6	
Cl	0.07			
H_2O-	3.80	$\frac{al}{alk + c}$	1.3	
H_2O+	5.88			
	100.32 (An. L. Lirer)	$\frac{al}{si}$	0.21	
		$\frac{al}{al'}$	1.6	

Rapporti caratteristici

si : m : al	si : f : m	si : al : f
32.6 : 1 : 6.9	17.2 : 1 : 0.52	4.7 : 1 : 0.28

cinerea sono relativamente diffusi cristalli di quarzo a spigoli per lo più arrotondati, indice questo di un notevole rimaneggiamento.

Le indagini termodifferenziali (Tav. 7) e roentgenografiche (Tav. 8 e Tab. 3) mostrano la presenza di minerali idrati di alluminio di neoformazione; inoltre il fotogramma di Debye rivela anche lo spettro del quarzo e del sanidino.

La presenza del quarzo altera notevolmente il significato di alcuni valori della piroclastite in esame: infatti sia il tenore di SiO_2 che quello relativo a *si* risultano aumentati rispetto al tufo di Torre Caprioli; notiamo ancora che il rapporto caratteristico *si*:*al* è uguale a quello della precedente piroclastite nella quale non vi è traccia di quarzo. È ovvio quindi che anche questo valore è falsato dalla presenza del quarzo detritico.

Il rapporto CaO/MgO che prima era di 2:1, ora risulta inferiore; ciò dimostra che anche il calcio, elemento meno mobile degli alcali, subisce le conseguenze dell'alterazione.

Anche nei valori del Niggli notiamo delle leggere variazioni: infatti il valore relativo ad *al* aumenta indirettamente di due unità mentre della stessa quantità decresce quello relativo a *c*. Inoltre anche il valore di *aq* risulta più elevato rispetto alla piroclastite di Torre Caprioli.

TABELLA 7. — *Piroclastite di Marina di Camerota: valori analitici, del Niggli e loro rapporti.*

Valori Analitici		Valori del Niggli		
SiO_2	53.93	si	238.8	
TiO_2	0.60	al	51.6	
ZrO_2	0.03	f	12.7	19.6
Al_2O_3	19.80	m	6.9	
Fe_2O_3	2.90	c	6.8	
FeO	0.70	kal	10.1	22.0
MnO	0.14	natr	11.9	
MgO	1.07	Si°	1.3	
CaO	1.40	k	0.45	
K_2O	3.62	mg	0.35	
Na_2O	3.02	aq	190.4	
P_2O_5	0.02			
SO_3	0.03	$\frac{al}{f}$	4.0	
Cl	0.24			
H_2O^-	6.04	$\frac{al}{alk + c}$	1.7	
H_2O^+	6.85			
	100.39 —	$\frac{al}{si}$	0.21	
O/Cl_2	0.06			
	100.33 (An. E. Franco)	$\frac{al}{al'}$	2.1	

Rapporti caratteristici

si : m : al	si : f : m	si : al : f
36.0 : 1 : 7.4	18.7 : 1 : 0.54	4.6 : 1 : 0,24

In definitiva però anche per la piroclastite di Ogliastro si può affermare che il carattere petrografico è ancora assimilabile al trachitico alcalino.

Dovremmo ora passare alla discussione della piroclastite di Marina di Camerota, ma non commenteremo che sommariamente questi valori (1).

Dai dati riportati notiamo che questa piroclastite ha subito una più spinta alterazione delle precedenti; infatti il valore di *al* aumenta ancora indirettamente, mentre quello relativo a *c* decresce; inoltre mentre *fm* rimane costante *alk* diminuisce ulteriormente. Infine il valore del rapporto *si*:*al* abbastanza alto è forse giustificato dalla presenza di quarzo detritico.

La piroclastite di Briatico è una cinerite ocracea a grana fine; al microscopio si scorgono ancora cristalli di sanidino per lo più torbidi, rari cristalli di pirosseno e qualche laminetta di mica. Più diffuso appare invece il quarzo di origine detritica.

Esaminando il relativo termogramma (Tav. 7) notiamo anche qui la presenza di minerali idrati di alluminio del tipo halloysite. L'analisi roentgenografica

TABELLA 8. — *Piroclastite di Briatico: valori analitici, del Niggli e loro rapporti.*

Valori Analitici		Valori del Niggli		
SiO_2	49.04	si	197.3	
TiO_2	0.55	al	56.8	
ZrO_2	0.03	f	16.6	23.8
Al_2O_3	24.04	m	7.2	
Fe_2O_3	5.07	c	5.6	13.8
FeO	0.32	kal	3.9	
MnO	0.08	natr	9.9	
MgO	1.20	Si°	1.2	
CaO	1.32	k	0.28	
K_2O	1.53	mg	0.30	
Na_2O	2.57	aq	194.2	
P_2O_5	0.04			
SO_3	0.06	$\frac{al}{f}$	3.4	
Cl	0.03			
H_2O-	5.62	$\frac{al}{alk + c}$	2.9	
H_2O+	8.87			
	100.39 (An. L. Lirer)	$\frac{al}{si}$	0.28	
		$\frac{al}{al'}$	3.7	

Rapporti caratteristici

si : m : al	si : f : m	si : al : f
27.4 : 1 : 7.2	11.8 : 1 : 0.43	3.4 : 1 : 0,29

(1) Ringrazio il dott. FRANCO E. che ha gentilmente concesso di riportare in questo lavoro l'analisi della piroclastite di Camerota; di essa non si pubblica il Debye nè il termogramma in quanto questi ultimi rientrano in un lavoro di carattere generale che il dott. FRANCO sta ultimando sulle alterazioni delle piroclastiti. Riportiamo quindi l'analisi solo per completare la serie del livello guida.

(Tav. 8 e Tab. 3) mostra ancora gli spettri del sanidino e del quarzo a cui si associa quello del minerale argilloso.

Ci troviamo di fronte ad una piroclastite abbastanza alterata che ha chiaramente perduto il suo significato petrografico; infatti sia la percentuale di SiO_2 che il valore di *si* risulterebbero inferiori se non ci fosse il contributo dovuto al quarzo detritico. Inoltre mentre *al* cresce indirettamente, gli alcali, elementi mobilissimi, giungono a valori sempre più bassi.

Ancora osserviamo che il rapporto CaO/MgO è di 1:1, segno questo che una buona parte del calcio è stata asportata durante il processo di alterazione; in conseguenza il rapporto $al/alk + c$ assume ora valori molto alti mentre quello relativo a *si:al* decresce ancora ulteriormente rispetto alle piroclastiti precedenti.

Tale rapporto, falsato per la presenza del quarzo, non mostra l'effettivo stato di alterazione che è quindi molto più avanzato di quanto i dati acquisiti dimostrino.

Infine il rapporto al/al' sale verso valori decisamente elevati.

La piroclastite presso il bivio di Capo Bonifati è una cinerite giallognola scura in cui è riconoscibile, al microscopio, ancora qualche limpido cristallo di sanidino; la massa di fondo è completamente torbida e agglutinante.

TABELLA 9. — *Piroclastite presso Capo Bonifati: valori analitici, del Niggli e loro rapporti.*

Valori Analitici			Valori del Niggli		
SiO_2	51.60		si	227.2	
TiO_2	0.50		al	60.3	
ZrO_2	0.02		f	21.2	27.0
Al_2O_3	23.21		m	5.8	
Fe_2O_3	5.92		c	4.2	
FeO	0.36		kal	3.7	8.5
MnO	0.08		natr	4.8	
MgO	0.89		Si°	1.6	
CaO	0.87		k	0.43	
K_2O	1.28		mg	0.21	
Na_2O	1.17		aq	206.3	
P_2O_5	0.05				
SO_3	0.03		$\frac{al}{f}$	2.8	
Cl	0.06				
H_2O-	5.12		$\frac{al}{alk + c}$	4.7	
H_2O+	8.95				
	100.11	(An. L. Lirer)	$\frac{al}{si}$	0.26	
			$\frac{al}{al'}$	6.6	

Rapporti caratteristici

si : m : al	si : f : m	si : al : f
39.1 : 1 : 10.3	10.7 : 1 : 0,27	3.7 : 1 : 0.35

Il termogramma relativo (Tav. 7) mostra la presenza ancora più netta di minerali di alterazione (halloysite e forse methalloisite) i quali si rivelano all'esame roentgenografico (Tav. 8 e Tab. 3) che evidenzia inoltre lo spettro del sanidino mentre quello relativo al quarzo risulta assente.

I dati analitici di questa piroclastite presentano una flessione ulteriore degli alcali a cui fa seguito un abbassamento del tenore percentuale di CaO ed MgO; questi due ultimi elementi sono sempre in rapporto di 1:1, ma a differenza delle piroclastiti precedenti, le relative percentuali analitiche risultando inferiori guistificano un più spinto grado di alterazione.

Inoltre notiamo ancora che *al* cresce indirettamente e nello stesso tempo il valore del rapporto $al/alk + c$ supera di gran lunga quelli precedenti. Il disavanzo dell'alluminio presente rispetto alle basi è ormai notevole.

Il grado di sicilizzazione è ora elevato, quello relativo ad *aq* aumenta ulteriormente; infine il rapporto al/al' sale verso valori che vengono giustificati solo da un'alterazione molto spinta.

Passiamo infine ad esaminare la piroclastite di Tindari. Al microscopio è osservabile solo qualche cristallo di quarzo a spigoli notevolmente arrotondati; per il resto si tratta di una massa di fondo arrossata e decisamente poco decifrabile.

TABELLA 10. — *Piroclastite di Tindari: valori analitici, del Niggli e loro rapporti.*

Valori Analitici		Valori del Niggli		
SiO_2	43.60	si	163.1	
TiO_2	0.70	al	63.2	
ZrO_2	0.03	f	21.1	26.3
Al_2O_3	28.58	m	5.2	
Fe_2O_3	7.09	c	1.3	
FeO	0.30	kal	4.0	9.2
MnO	0.08	natr	5.2	
MgO	0.95	Si°	1.2	
CaO	0.36	k	0.43	
K_2O	1.67	mg	0.19	
Na_2O	1.44	aq	186.0	
P_2O_5	0.03	$\frac{al}{f}$	3.0	
SO_3	0.02			
Cl	0.04	$\frac{al}{alk + c}$	6.0	
H_2O-	4.22			
H_2O+	10.70	$\frac{al}{si}$	0.38	
	99.81 (An. L. Lirer)	$\frac{al}{al'}$	6.2	

Rapporti caratteristici

si : m : al	si : f : m	si : al : f
31.3 : 1 : 12.1	7.7 : 1 : 0.24	2.5 : 1 : 0.33

Il termogramma relativo (Tav. 7) ed il fotogramma di Debye (Tav. 8 e Tab. 3) mostrano chiaramente la presenza dell'halloysite e forse della methalloisite; inoltre l'analisi roentgenegrafica evidenzia anche lo spettro del quarzo e tracce di quello relativo al sanidino.

I dati analitici dimostrano che il grado di alterazione è ormai giunto ad uno stadio estremo e quindi quasi tutti gli elementi, tranne l'alluminio ed il ferro, subiscono una notevole diminuzione.

Un solo dato basta per giustificare la forte alterazione subita da questa piroclastite: il valore del rapporto CaO/MgO è superiore a 1:2.

Come si ricorderà si era partiti dal tufo di Torre Caprioli in cui questo rapporto è di 2:1 per una piroclastite appunto non molto alterata. Orbene nel caso opposto il valore di tal rapporto si inverte essendo il magnesio un elemento meno mobile del calcio.

Inoltre in casi di alterazione avanzatissima anche il tenore percentuale di SiO_2 diminuisce mentre a confronto cresce notevolmente quello relativo all'alluminio.

Ancora osserviamo che il rapporto caratteristico *si:al* (sempre superiore a quello effettivo per il contributo del quarzo) è ormai sceso a 2.5 (il rapporto *si:al* nell'halloysite è 2:1) e quello relativo ad *al/al'* ricalca il valore della piroclastite presso Bonifati.

Infine *al/alk* + *c* mostra il disavanzo notevole esistente fra *al* e le basi presenti.

L'insieme delle risultanze sperimentali converge nell'indicare che:

a) Per la piroclastite di Torre Caprioli il grado di alterazione non è stato tale da cancellare il tipo petrografico che rimane dunque trachitico alcalino.

Per confermare questa deduzione abbiamo posto il confronto fra la piroclastite di Torre Caprioli ed il « *cinerazzo* » campano; ciò è servito per dimostrare come due prodotti simili nel chimismo possano in seguito alterarsi anche alla stessa maniera.

Con ciò non intendiamo in alcun modo affermare anche la comune origine per le due piroclastiti, considerandole, e sia ben chiaro, invece due sedimenti distinti e separati nel tempo e nello spazio.

b) Il chimismo della piroclastite di Ogliastro si può, sempre dopo il confronto stratigrafico con quella di Torre Caprioli, ancora associare al tipo magmatico trachitico alcalino.

c) Per le altre piroclastiti l'alterazione ha totalmente obliterato il carattere petrografico esaltandone notevolmente i dati analitici.

d) La variabilità nel grado di alterazione, presente nelle singole piroclastiti, è unicamente legata a fenomeni geologici locali; questi appunto non prevedono una uguale azione di dilavamento e conseguente alterazione su una fascia costiera così lunga.

e) I minerali di alterazione di neoformazione sono del tipo halloysite a cui forse si associa in alcuni casi la varietà meno idrata (metahalloisite); a giustificare la presenza di questo ultimo minerale sarebbero le linee a 7,43 - 7,71 - 7,68 Å (Tab. 3).

In definitiva solo attraverso correlazioni stratigrafiche si è potuto stabilire che trattasi dello stesso livello; conclusione alla quale non si sarebbe giunti attraverso i soli risultati petrografici.

Conclusioni

È stato studiato un livello piroclastico, intercalato in depositi continentali würmiani lungo tutto il litorale sud tirrenico.

Lo studio stratigrafico dei depositi del Tirreniano II e del post-Tirreniano ha messo in evidenza l'isocronia del livello piroclastico inquadrandolo nell'evoluzione paleoclimatica, morfologica dell'area esaminata.

I depositi continentali in particolare sono attribuiti per reperti paletnologici al Levalloisiano-Mousteriano.

Uno studio più dettagliato è stato effettuato nella zona di Palinuro; sono state eseguite, parallelamente alle ricerche stratigrafiche, analisi sedimentologiche (granulometrie e morfoscopie) che hanno maggiormente messo in evidenza i caratteri sedimentari della successione dei depositi.

La stessa zona di Palinuro ha fornito i campioni di piroclastite nei quali si è riscontrato il minor grado di alterazione onde è stato possibile risalire al chimismo originario, trachitico alcalino.

La presenza di questo livello, lungo un arco di costa di oltre trecento chilometri, in depositi continentali non può essere giustificata in altro modo che ammettendo un unico atto esplosivo di un paleovulcano tirrenico.

BIBLIOGRAFIA

Angelucci A. e Palmerini V. (1964) - *Studio sedimentologico delle sabbie rosse di Priverno (Lazio sud occidentale)*, Geologica Rom., 3, 203-226.

Blanc A. C. (1936) - *Sulla stratigrafia quaternaria dell'Agro Pontino e della Bassa Versilia*, Boll. Soc. Geol. Ital., *55*, 375-396.

Blanc A. C. (1940) - *Industrie musteriane e paleolitiche superiori nelle dune fossili e nelle grotte litoranee del capo Palinuro*, Rend. Acc. d'It. cl. sc. fis., s. 7, *1*, 602-613.

Blanc A. C. e Segre A. G. (1953) - *Les formations quaternaires et les gisements paléolitiques de la côte de Salerno.* I N Q U A, IV Cong. Inter. (Roma-Pisa, 1953): Excursions dans les Abruzzes, les Puilles et sur le côte de Salerno, 73-110.

Brown G. (1961) - *The X-ray identification and crystal structures of clay minerals*, London.

Cailleux A. e Tricart J. (1963) - *Initiation a l'étude des sables et des galets*, p. 369, C.D.U., Paris.

Di Girolamo P. (1964) - *La serie piroclastica dell'eruzione di Pompei*, Ann. Oss. Vesuviano, *5*, s. 6, 3-81.

Franco E. (1963) - *Sulla presenza di halloysite nella leucite analcimizzata di Roccamonfina*, Boll. Soc. Natur. in Napoli, *71*, 6-11.

FRIEDMANN G. M. (1961) - *Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics*, Jour. Sedim. Petrology, *31*, 4, 514-529.

IETTO A., PESCATORE T. e COCCO E. (1965) - *Il flysch mesozoico-terziario del Cilento occidentale*, Boll. Soc. Natur. in Napoli, *74*, 396-402.

MACKENZIE R. C. (1957) - *The differential thermal investigation*, London.

MASON C. C. e FOLK R. L. (1958) - *Differentiation of beach, dune and eolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas*, Jour. of Sedim. Petrology, *28*, 211-226.

MIRIGLIANO G. (1949) - *Pliocene tra Licusati, S. Iconio e Porto degli Infreschi* (*Salerno*), Boll. Soc. Natur. in Napoli, *57*, 60-71.

RUGGIERI G. e GRECO A. (1965) - *Studi geologici e paleontologici su Capo Milazzo con particolare riguardo al Milazziano*, Geol. Romana, *4*, 41-88.

SCANDONE P. e LIRER L. (1966) - *Segnalazione di un livello piroclastitico nel Pleistocene superiore della costiera calabra e silentina*, Boll. Soc. Natur. in Napoli, *75*, 201-204.

SCHERILLO A. (1963) - *Piroclastiti ed evoluzione vulcanica*, Boll. Soc. Natur. in Napoli, 72, 345-361.

SEGRE A. G. (1952) - *Formazioni quaternarie marine ed eoliche delle isole di Palmarola e Ponza, (Mar Tirreno-Provincia di Latina)*, Contr. Sc. geol., *2*, Supp. a La Ricerca Scientifica, 129-138.

SHEPARD F. P. e YOUNG R. (1961) - *Distinguishing between beach and dune sands*, Jour. of Sedim. Petrology, *31*, 196-214.

SGROSSO I. e CIAMPO G. (1967) - *Sulla presenza di terreni calabriani nei dintorni di Camerota* (*Salerno*), Boll. Soc. Natur. in Napoli, *75*, 561-587.

STANZIONE D. (1966) - *Il tufo campano dell'Agro Falerno Mondragone* (*Caserta*), Rend. Acc. sc. fis. mat., Napoli, *23*, s. 4, 3-30.

RIASSUNTO

Viene descritto un livello di piroclastiti rinvenuto in depositi continentali lungo il litorale tirrenico dal Cilento alla Sicilia settentrionale. Nella zona di Palinuro è stato possibile accertare l'età würmiana di queste piroclastiti perchè sono comprese entro sabbie dunari sovrapposte ad una spiaggia del Tirreniano II e contenenti industria litica levalloisiano-mousteriana.

Il fatto che queste piroclastiti sono rappresentate da un solo strato, intercalato in depositi certamente continentali, ci induce a mettere la loro origine in relazione ad un unico atto esplosivo di un vulcano tirrenico.

SUMMARY

A continental pyroclastic level, cropping out from Cilento to Northen Sicily, has been studied. Evidence is given that the age of this level, found in a narrow band, along the tyrrhenian coast, is würmian. As matter of fact near Palinuro village (Cilento) the pyroclastic rocks are embedded in eolian dunes lying over a fossil beach, with levalloisian-mousterian in lithic industries, dated as late Tyrrenian. The occurrence of this level, always unique and interstratified in continental deposits, suggests to relate its origin to the explosive emissions of a volcano was located in the Tyrrenian Sea.

INTERVENTI

Prof. SCARSELLA e Prof. RUGGIERI: Quali sono i caratteri petrografici dei tufi?

Prof. MERLIN e Dr. CRISTOFOLINI: Quali sono i minerali femici presenti nei tufi?

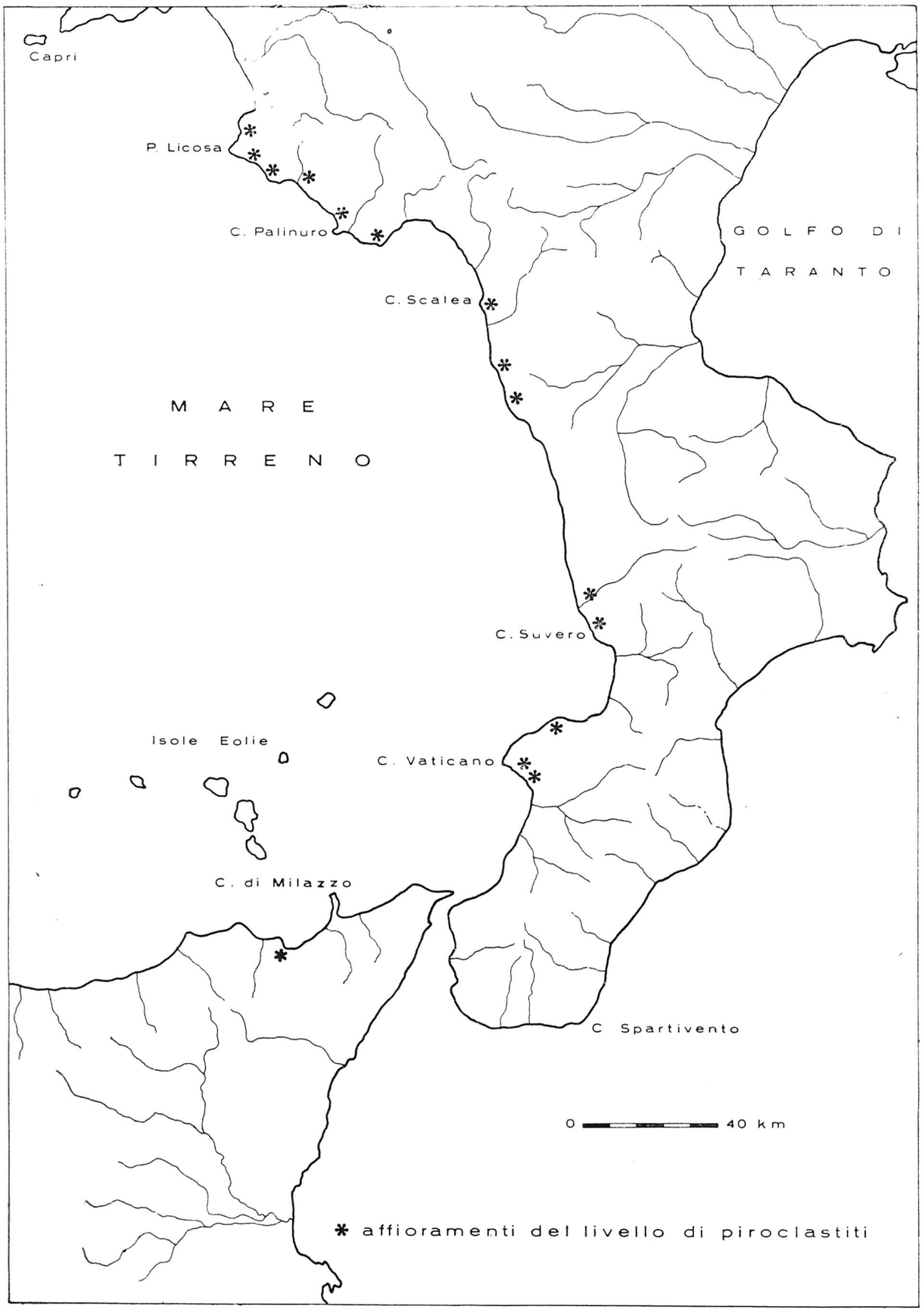
Dr. SCANDONE: L'alterazione è molto avanzata e pertanto lo studio petrografico di questi depositi è molto difficile; esso è ancora in corso presso l'Istituto di Mineralogia di Napoli. Si tratta comunque di tufi acidi, ricchi di sanidino.

Prof. ACCORDI: È possibile stabilire delle correlazioni tra i depositi di Palinuro e quelli di Castiglioncello in provincia di Livorno?

Dr. SCANDONE: I due depositi sono stati correlati da Blanc e sono stati attribuiti al post-tirreniano sulla base di reperti litici di tipo levalloisiano-mousteriano.

Prof. ACCORDI: La duna di Palinuro è mousteriana sino alla sommità?

Dr. SCANDONE: Nelle sabbie, in posto, si rinvengono solo tipi levalloisiano-mousteriani. Nella parte superficiale della duna, invece, si rinvengono industrie più recenti, su selce o su ossidiana, spesso mescolate a ceramiche di diverse età.



L. Lirer, T. Pescatore e P. Scandone. — *Livello di piroclastiti nei depositi continentali post-tirreniani de litorale Sud tirrenico.* Tav. I.

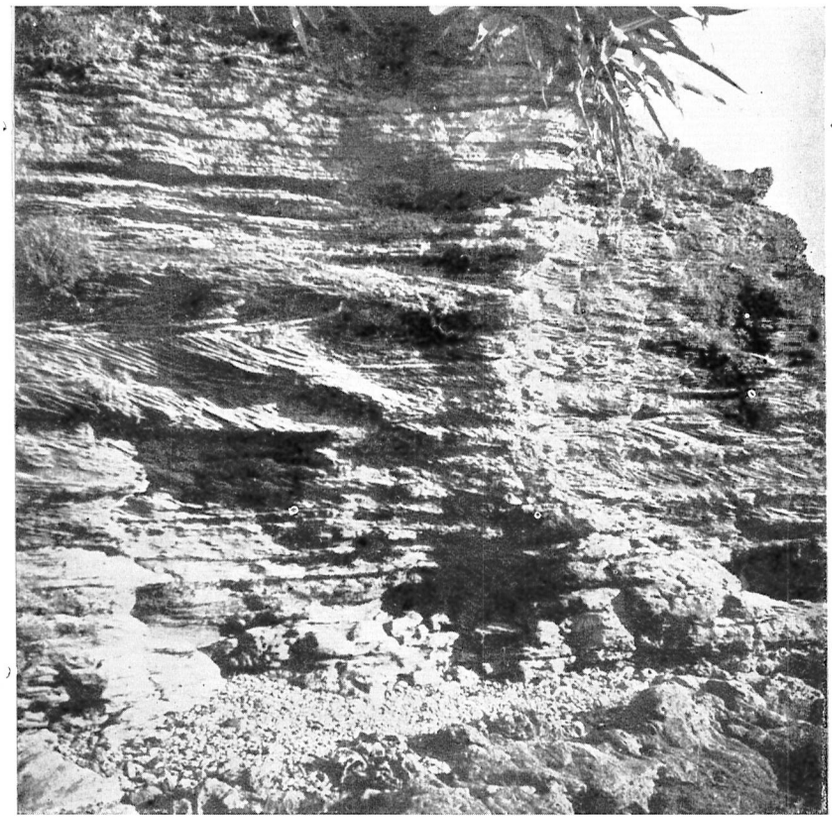


Fig. 1. — Parte bassa della falesia presso l'abitato di Palinuro. Alla base arenarie e conglomerati sublittorali; superiormente sabbie littorali a laminazione obliqua.

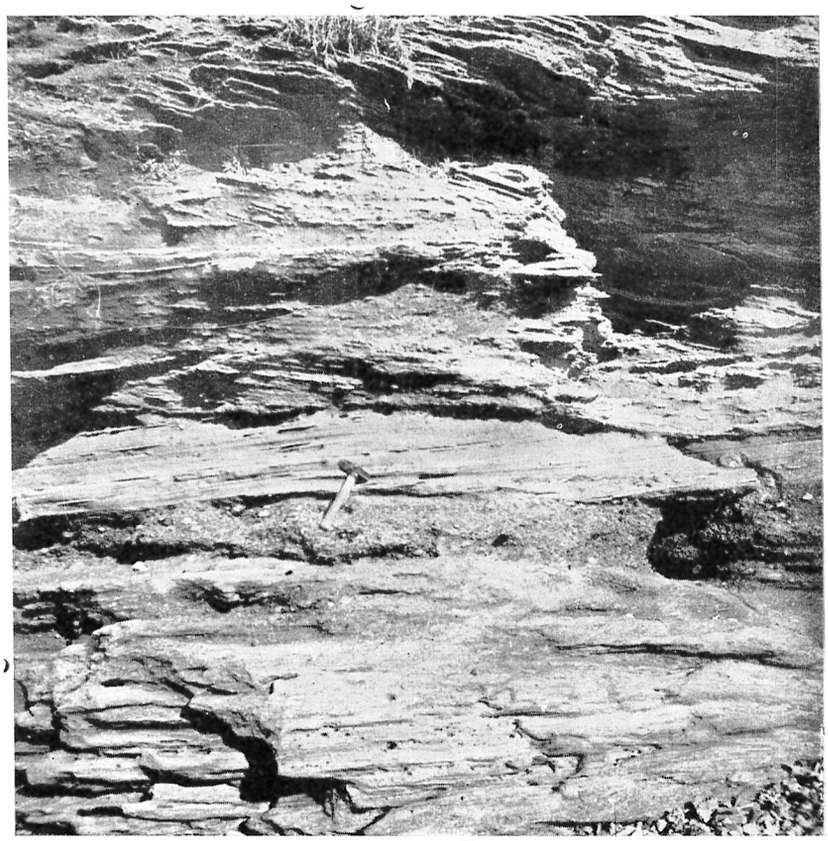


Fig. 2. — Particolare del passaggio dai depositi sublittorali ai depositi littorali.

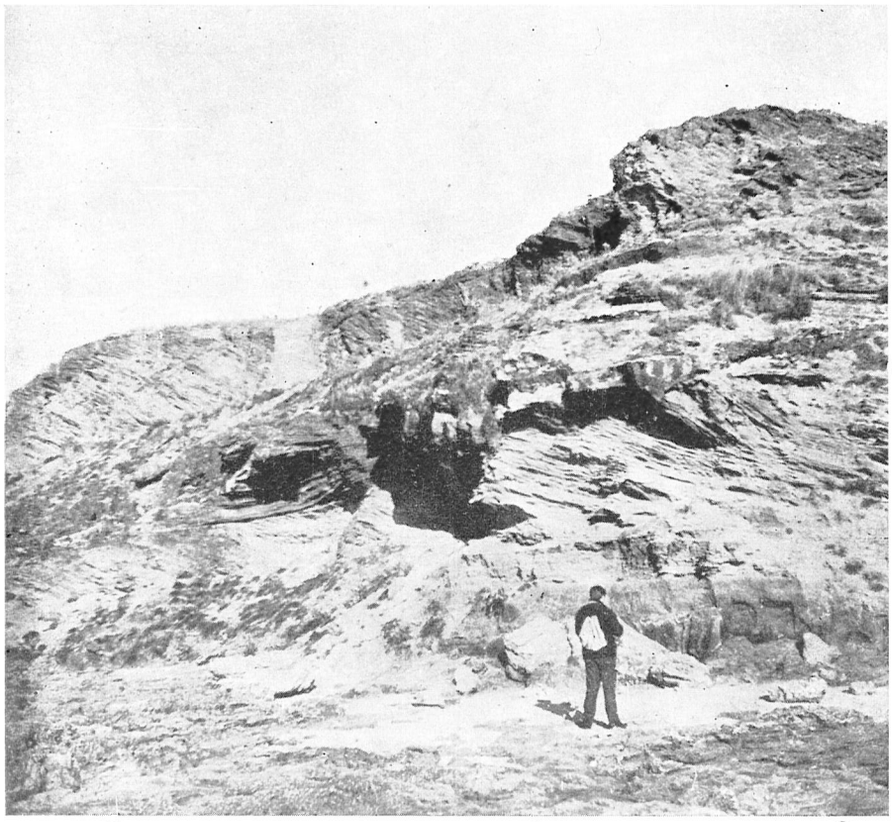


Fig. 1. — Sabbie giaîle dunari a tetto delle sabbie rosse eoliche, rielaborate dal ruscellamento, del livello 5. Le sabbie rosse poggiano direttamente sui depositi sublittorali del livello 1. A circa sei metri dalla base è presente, in giacitura lenticolare, il livello di piroclastiti.

Fig. 2. — Livello piroclastitico in sabbie grossolane con lenti ciottolose presso Caprioli.

L. LIRER, T. PESCATORE e P. SCANDONE. — *Livello di piroclastiti nei depositi continentali post-tirreniani de litorale Sud tirrenico.* Tav. III.

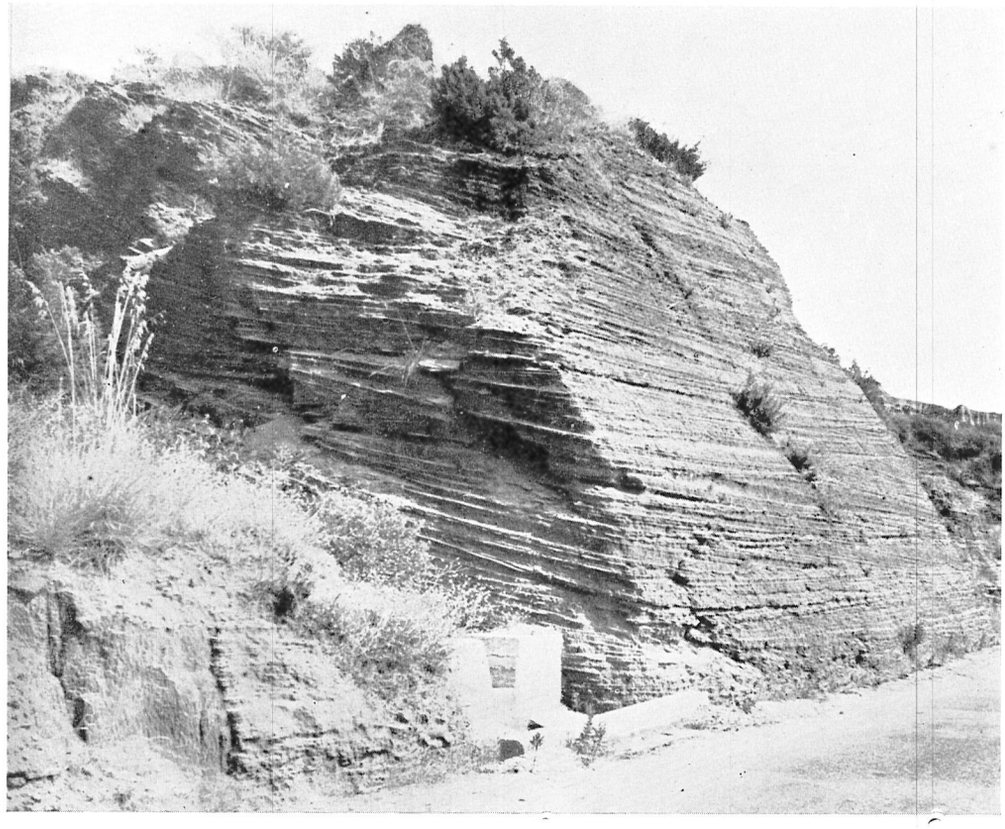


Fig. 1. — Sabbie littorali a laminazione obliqua in località «Le Saline».

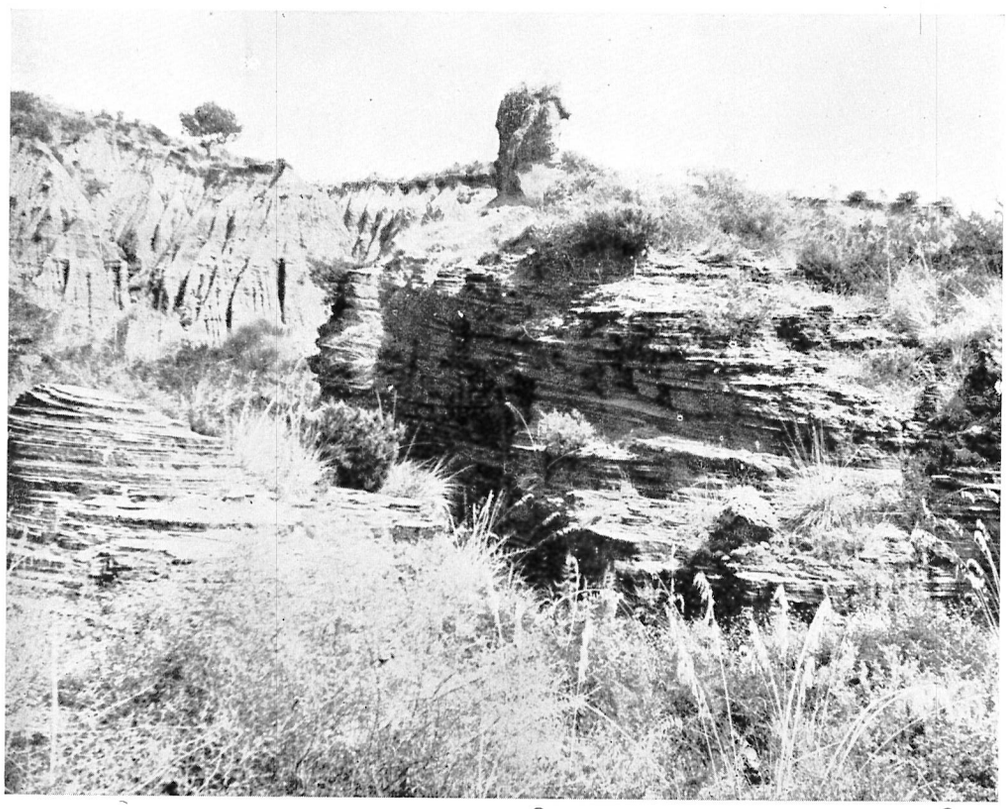
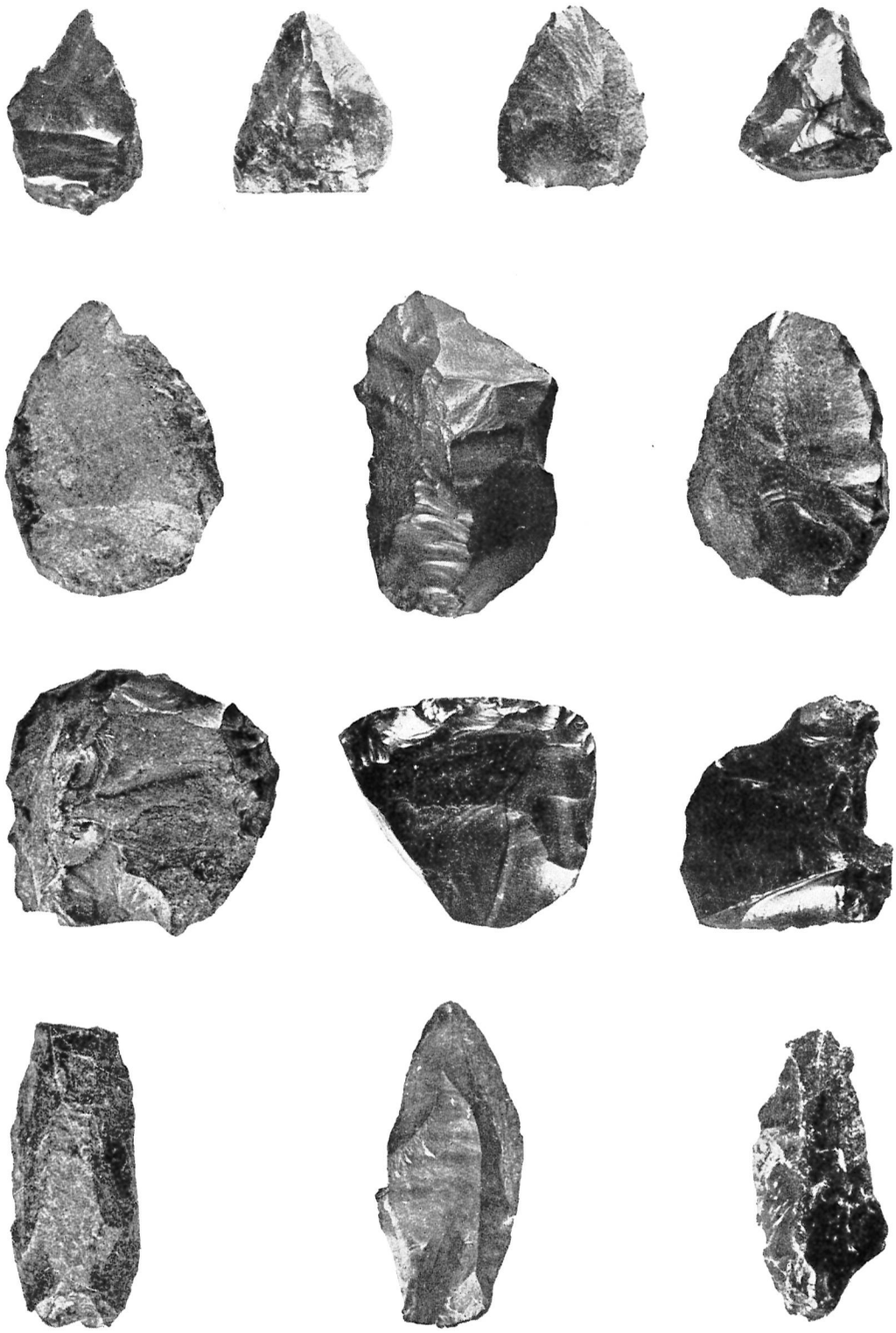
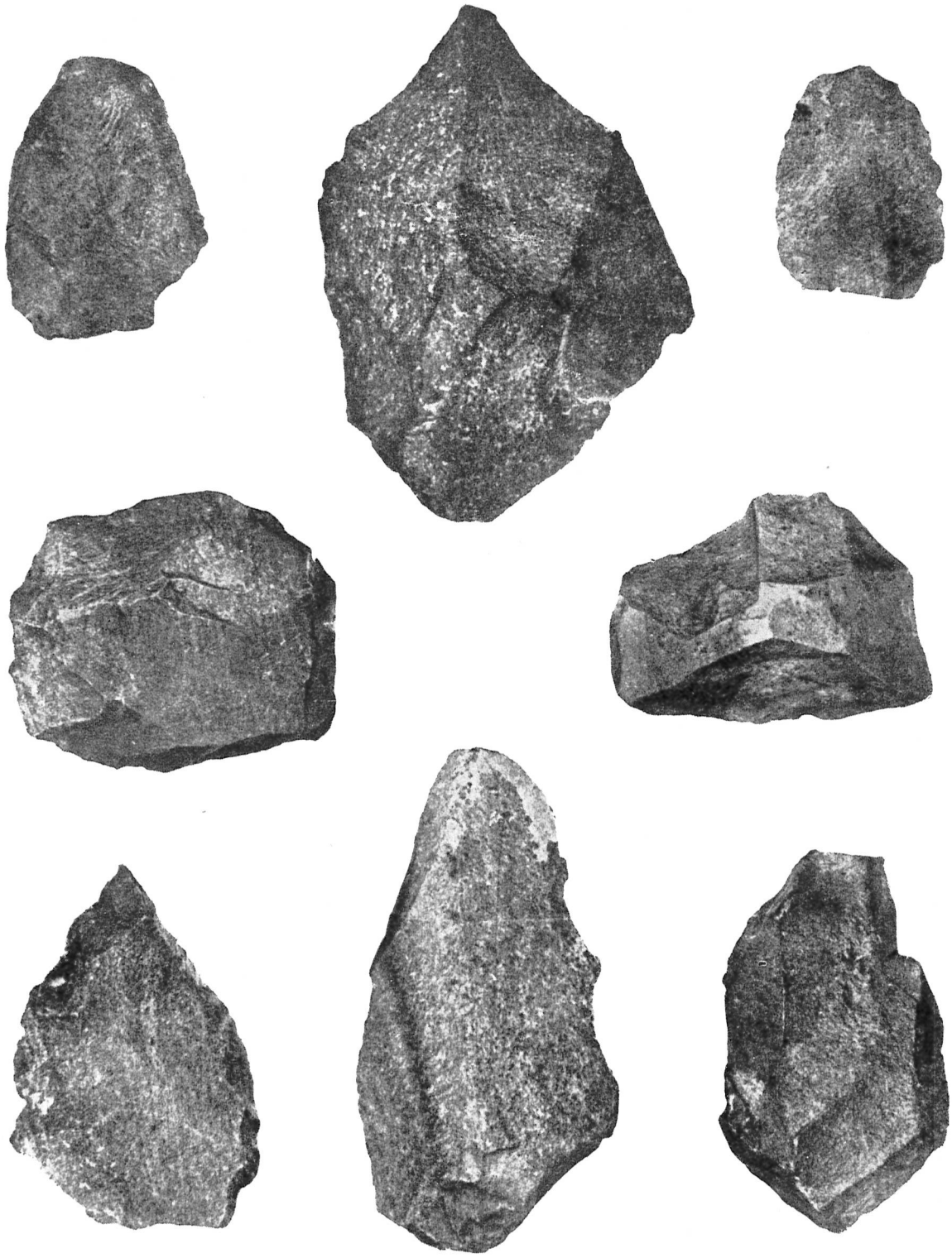


Fig. 2. — Sabbie littorali a laminazione obliqua sulle quali poggiano ciottolami e sabbie rosse contenenti il livello di piroclastiti; le sabbie rosse riempiono le preesistenti incisioni nei depositi littorali.

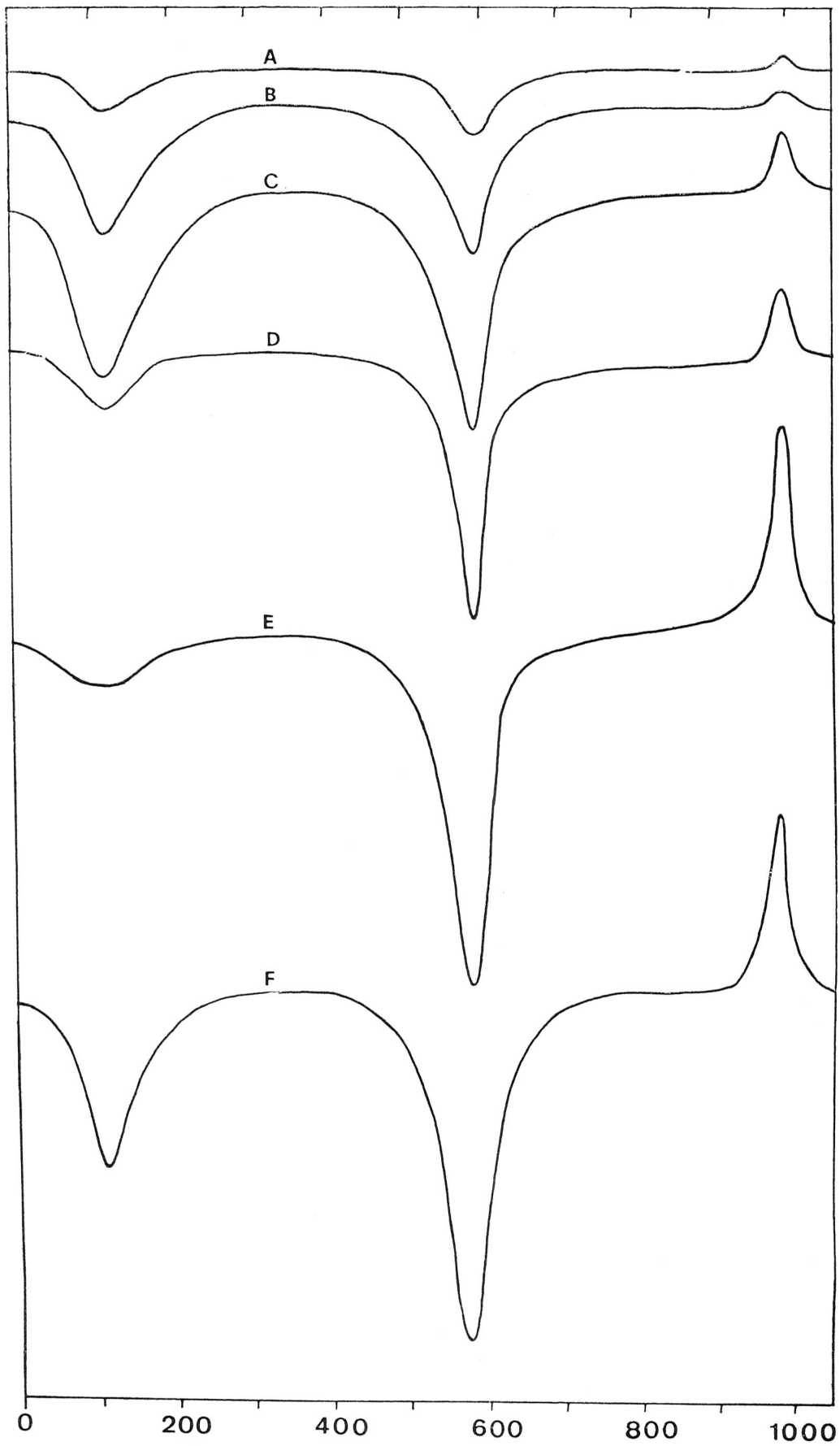


Punte e raschiatoi su selce di tipologia mousteriana. Grandezza naturale.



Punte e dischi su quarziti di tipologia levalloisiana. Grandezza naturale.

L. LIRER, T. PESCATORE e P. SCANDONE. — *Livello di piroclastiti nei depositi continentali post-tirreniani del litorale Sud tirrenico.* Tav. VIII.

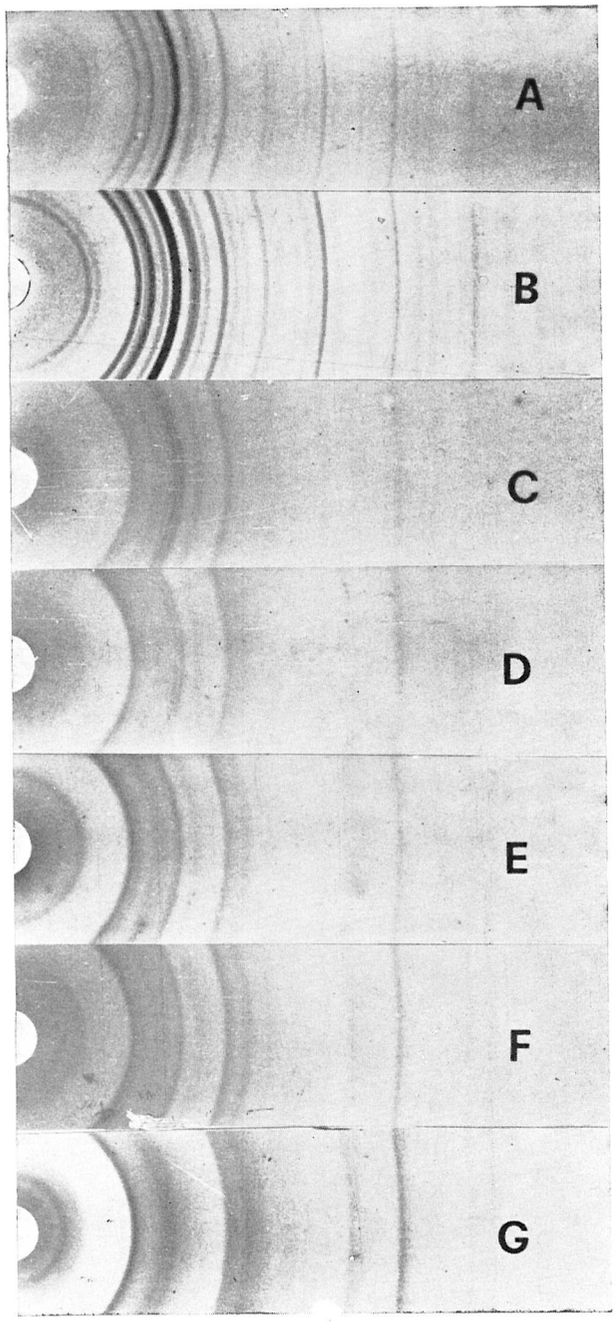


Analisi termodifferenziali delle «Piroclastiti di Palinuro».

A) Piroclastite di Torre Caprioli.
B) Pisoliti della piroclastite di Ogliastro.
C) Piroclastite di Briatico.
D) Piroclastite presso Capo Bonifati.
E) Piroclastite di Tindari.
F) Halloysite, Indiana.

(Le analisi sono state eseguite con apparecchiatura S.I.M.E.R. con una sensibilità di 0,5 mV f.s. per la registrazione e con un incremento di temperatura di 10° per minuto).

L. Lirer, T. Pescatore e P. Scandone. — *Livello di piroclastiti nei depositi continentali post-tirreniani del litorale Sud tirrenico.* Tav. VII.



Spettrogrammi dei minerali caratteristici delle «Piroclastiti di Palinuro».

A) Piroclastite di Torre Caprioli.
B) Sanidino in una trachite dell'Isola d'Ischia.
C) Pisoliti della piroclastite di Ogliastro.
D) Piroclastite di Briatico.
E) Piroclastite presso Capo Bonifati.
F) Piroclastite di Tindari.
G) Halloysite, Indiana.

(Le analisi sono state eseguite con apparecchio Isodebyeflex della Seifert con radiazioni CuK filtrate su Ni a 18 MA e 40 Kv in camere Debye di diametro 114,8 mm.).