

ROSA CARMISCIANO\*, DIEGO PUGLISI\*

CARATTERI PETROGRAFICI DELLE ARENARIE  
DEL FLYSCH DI CAPO D'ORLANDO  
(MONTI PELORITANI, SICILIA NORD-ORIENTALE)\*\*

RIASSUNTO. — Vengono esposti i risultati dello studio delle composizioni principali, dei frammenti di rocce e dei minerali pesanti di alcuni livelli arenacei provenienti da tre sezioni stratigrafiche del Flysch di Capo d'Orlando.

L'ubicazione delle sezioni (fig. 1) è stata scelta in modo da esplorare a grandi linee la formazione in tutta la sua estensione; il Flysch di Capo d'Orlando infatti affiora su una vasta area della Sicilia nord-orientale compresa fra gli abitati di Taormina e Giardini, sul versante ionico della catena peloritana, e quello di Capo d'Orlando, sul versante tirrenico.

Lo studio petrografico è stato inoltre corredato dalle analisi chimiche eseguite su alcuni dei campioni esaminati e i risultati ottenuti, complessivamente, permettono di inquadrare le arenarie analizzate nel gruppo delle arkose (solo eccezionalmente sono state riscontrate composizioni tendenti ad arkose litiche), indicando per esse una provenienza dai terreni cristallini del massiccio peloritano.

I dati relativi allo studio dei minerali pesanti infine mettono in evidenza delle associazioni leggermente differenti per le singole sezioni stratigrafiche esaminate; in particolare si distinguono i campioni di Capo d'Orlando a causa, principalmente, di più elevati contenuti in staurolite.

ABSTRACT. — We examined the petrographic features of some sandstone levels from three stratigraphic sections in the Capo d'Orlando Flysch, northern Sicily (OGNIBEN, 1960).

The rocks have been studied by three distinct analytical methods: that is 1) the definition of the principal composition, 2) the percent ratios of the different types of rock fragments and 3) the heavy mineral associations.

The principal compositions show that all the analyzed rocks are in the arkose field (FOLK, 1968; fig. 4), while the rock fragments composition varies gradually from the bottom (40-50 % fragments of carbonatic rocks, fine-grained phyllites and semischists) to the middle part and the top (about 95 % fragments of gneisses, granites and micaschists) of the analyzed sections (fig. 6).

The rock fragments suggest a provenance from an erosional area corresponding to the ancient overthrust and folded chain, that presently makes up the Peloritani crystalline massif. Their compositional variations could be related to the progressive erosion of the chain.

While reference to the heavy mineral associations, they are given by abundant garnet, zircon, tourmaline and rutile (fig. 7 and 8), staurolite and sphene, with lower amounts of monazite, xenotime, anatase and brookite. The only observed differences among the sampled sections are related to the staurolite contents, that could be interpreted as the result of the different rate by which it is diagenetically destroyed.

\* Istituto di Scienze della Terra dell'Università di Catania. \*\* Lavoro eseguito con il finanziamento del C.N.R. nell'ambito del programma relativo allo « studio delle unità mesozoico-terziarie della catena peloritana - Sicilia nord-orientale » (contributo n. 77.01036.05).

## Introduzione

Nel settore settentrionale dell'area siciliana, in una fascia di territorio compresa fra i M.ti Peloritani e le Madonie, affiorano diverse successioni alloctone mesozoico-terziarie caratterizzate dalla presenza di terreni conosciuti come Argille Scagliose e da varie formazioni calcaree, arenacee e metamorfiche.

Questi terreni sono stati già raggruppati da OGNIBEN (1960) nei complessi Sicilide e Calabride per indicare rispettivamente l'uno i prodotti originariamente depositi in zone di eugeosinclinale esterna e l'altro quelli più interni, caratterizzati dai terreni del «massiccio interno» e da sovrastanti successioni sedimentarie carbonatiche a carattere di soglia (LENTINI e VEZZANI, 1975), entrambi trasportati in ricoprimento al di sopra dei terreni eugeosinclinalici sicilidi.

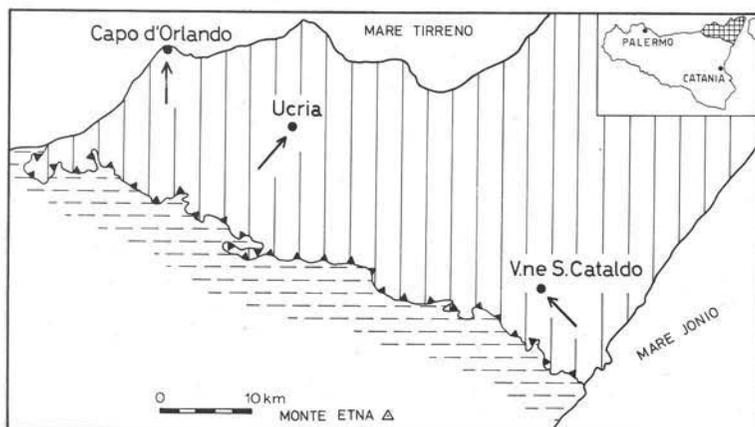


Fig. 1. — Il rigato verticale indica l'area calabride tettonicamente sovrapposta ai terreni cretaceo-eocenici del complesso Sicilide (da LENTINI e VEZZANI, 1975). Con le frecce vengono invece segnalate le ubicazioni delle sezioni stratigrafiche campionate.

Queste distinzioni sono state riscontrate da OGNIBEN (1970) anche nel settore calabro-lucano, dove peraltro affiorano delle successioni di zona eugeosinclinale più interna rispetto a quelle del complesso Sicilide, contraddistinte come depositi del complesso Liguride.

Per quanto riguarda l'area siciliana in particolare, in essa non affiora il complesso Liguride (OGNIBEN, 1969), mentre il complesso Calabride risulta costituito in prevalenza da metamorfiti e da formazioni sedimentarie mesozoico-terziarie che ne rappresentano l'originaria copertura sedimentaria (LENTINI e VEZZANI, 1975; LENTINI, 1976).

Le formazioni che si rinvencono al tetto dei complessi Sicilide e Calabride sono rappresentate da sedimenti fliscioidi pressochè coevi tra loro conosciuti come Flysch di Reitano (OGNIBEN, 1960), di età oligo-miocenica, per quanto riguarda il complesso Sicilide, e Flysch di Frazzanò (eocenico) e Flysch di Capo d'Orlando (OGNIBEN,

1960), anch'esso di età oligo-miocenica, legati invece all'area di sedimentazione calabride.

Sebbene più volte queste formazioni siano state oggetto di studi sotto il profilo geologico-stratigrafico e strutturale, esse rimangono tuttora mal definite da un punto di vista petrografico; manca cioè una precisa caratterizzazione petrografica volta da una parte ad evidenziare eventuali differenze riscontrabili fra i diversi tipi di arenarie delle singole formazioni e dall'altra a specificare le diverse provenienze dei materiali costitutivi in relazione ad una diversa posizione nell'area di sedimentazione.

In questo lavoro, che rappresenta l'inizio di uno studio petrografico sistematico dei sedimenti fiscioidi precedentemente elencati, vengono espone le caratteristiche petrografiche delle arenarie del Flysch di Capo d'Orlando; a tale scopo una particolare attenzione è stata rivolta allo studio delle associazioni dei minerali pesanti in quanto le informazioni fornite da questi ultimi possono risultare particolarmente utili per caratterizzare univocamente i singoli sedimenti. È noto infatti già da tempo (PETTIJOHN, 1941; GAZZI, 1962) che, essendo i sedimenti più recenti costituiti da un maggior numero di specie mineralogiche rispetto a quelli via via più antichi, ciò essenzialmente in relazione ad una diversa stabilità dei minerali pesanti, l'utilizzazione del loro studio può rappresentare un complemento indispensabile alle ricerche geologiche di base poichè permetterebbe di stabilire una cronologia relativa dei diversi sedimenti clastici in base alle associazioni dei minerali pesanti. Queste finalità, pur con le dovute limitazioni legate principalmente alle caratteristiche fisiche dei vari ambienti sedimentari, alla litologia e alla morfologia delle aree di provenienza e al tipo di diagenesi dei sedimenti (GAZZI, 1965), sono particolarmente significative nello studio delle formazioni fiscioidi poichè queste ultime presentano contenuti microfaunistici estremamente scarsi e poco significativi.

Oltre ai dati relativi allo studio dei minerali pesanti vengono esposti nel presente lavoro anche i risultati dell'analisi dei frammenti di rocce e quelli delle analisi chimiche di alcuni campioni; questo allo scopo da una parte di disporre di un ampio panorama di informazioni inerenti alla provenienza dei sedimenti esaminati, e dall'altra di ottenere in futuro, anche sotto il profilo petrochimico, alcuni parametri discriminanti le varie formazioni fiscioidi precedentemente elencate.

### Inquadramento geologico

Il Flysch di Capo d'Orlando è stato così denominato da OGNIBEN (1960) per rappresentare una formazione costituita da un'alternanza arenaceo-argillosa di età oligo-miocenica trasgressiva sulle coltri alloctone sedimentarie e cristalline costituenti i terreni del complesso Calabride; questa formazione costituisce una vasta copertura sedimentaria estesa dai pressi di Giardini-Taormina, sul versante ionico della catena peloritana, fino a Capo d'Orlando, sul versante tirrenico, con potenza variabile fra 800÷1000 m (OGNIBEN, 1960; LENTINI e VEZZANI, 1975).

Il carattere trasgressivo di questa formazione risulta ben marcato dalla presenza di un livello conglomeratico basale che gradualmente passa verso l'alto ad un'alternanza arenaceo-argillosa. Questi conglomerati, costituiti da ciottoli granulometricamente e litologicamente molto eterogenei (ciottoli di graniti, gneiss, micascisti, filladi e quarziti), immersi in una matrice sabbiosa ben cementata, sono stati interpretati da GUERRERA e WEZEL (1974) come dei depositi di base di scarpata che precedono l'arrivo delle torbiditi arenacee sovrastanti.

Studi più recenti (LENTINI e VEZZANI, 1975; LENTINI, 1976), volti a definire un migliore inquadramento dei terreni costituenti il complesso Calabride in un contesto paleogeografico più organico, hanno messo in evidenza da una parte la presenza di diverse unità strutturali accatastate caoticamente a scaglia e più volte ripetute, fornendo per ciascuna di esse utili indicazioni circa le loro originarie posizioni nell'area di sedimentazione calabride, e dall'altra come nel complesso le singole unità calabridi mostrino un carattere di soglia positiva posta in un'area più settentrionale rispetto a quella di sedimentazione dei depositi riferiti al complesso Sicilide.

In questo quadro il Flysch di Capo d'Orlando, che costituisce la copertura trasgressiva delle singole unità stratigrafico-strutturali calabridi individuate, rappresenterebbe la prosecuzione della sedimentazione detritica iniziata nel bacino durante l'Eocene superiore con i depositi del Flysch di Frazzanò, troncati in alto da complessi alloctoni costituiti in prevalenza da semiscisti; esso pertanto assumerebbe il carattere di una formazione postorogena rispetto all'accavallamento delle falde, ipotesi questa confermata dal carattere molassico della sua porzione basale conglomeratica (LENTINI e VEZZANI, 1975).

Analoghe considerazioni vengono espresse in altri termini da GUERRERA e WEZEL (1974); secondo questi autori infatti l'ambiente geotettonico nel quale si è depositato il Flysch di Capo d'Orlando sarebbe del tipo « arc-trench gap » (DICKINSON, 1973) e il diacronismo della trasgressione del conglomerato basale testimonierebbe un progressivo avanzamento della trasgressione verso S, cioè dalle zone più interne rispetto al paleomargine settentrionale verso quelle meridionali più esterne.

### Campionatura

Allo scopo di studiare dettagliatamente le caratteristiche petrografiche delle arenarie del Flysch di Capo d'Orlando e di descriverne le eventuali variazioni sia in senso laterale che verticale, sono state campionate tre sezioni stratigrafiche (fig. 1).

La più meridionale di queste è stata misurata lungo l'alveo del torrente S. Cataldo (tav. « Castiglione di Sicilia », F. 262, IV S.E.), nel tratto finale del vallone, in prossimità della confluenza col fiume Alcantara (fig. 2).

La seconda affiora nei pressi del M.te Castello (tav. « Raccuia », F. 252, II S.E.), poco più ad W del centro abitato di Ucria (fig. 3), e la terza, più settentrionale delle precedenti, si sviluppa in prossimità dell'abitato di Capo d'Orlando.

Nell'area circostante al vallone S. Cataldo la formazione del Flysch di Capo d'Orlando costituisce una vasta monoclinale che si estende in tutto il settore nord-

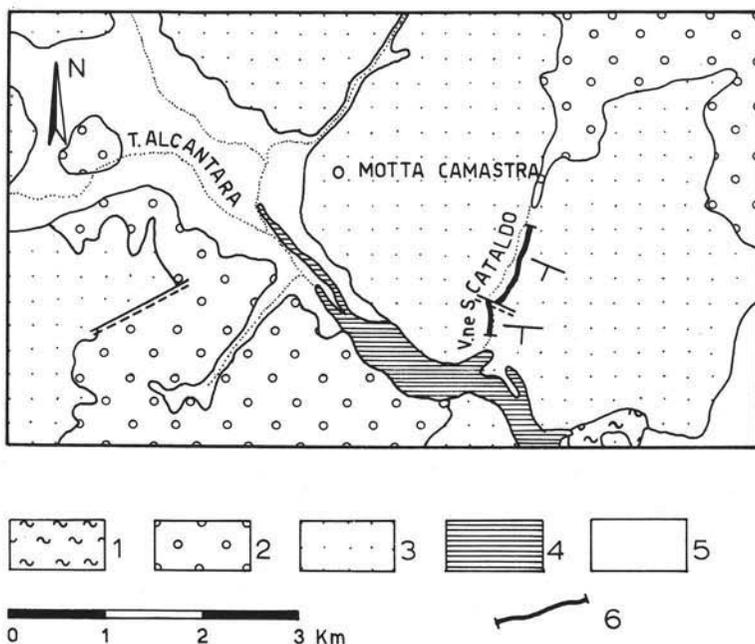


Fig. 2. — Schizzo geologico dell'area circostante il V.ne S. Cataldo (rilevamento inedito dell'Ist. di Scienze della Terra di Catania). 1 = argille variegiate dei M.ti Peloritani, 2 = conglomerati basali del Flysch di Capo d'Orlando, 3 = Flysch di Capo d'Orlando, 4 = vulcaniti del F. Alcantara, 5 = alluvioni, 6 = traccia della sezione stratigrafica.

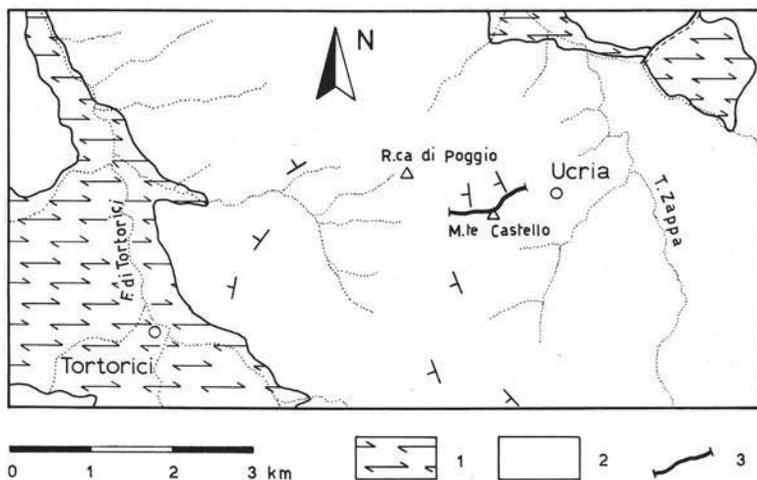


Fig. 3. — Schizzo geologico dell'area compresa fra gli abitati di Ucria e Tortorici (rilevamento inedito dell'Ist. di Scienze della Terra di Catania). 1 = metamorfiti, 2 = Flysch di Capo d'Orlando, 3 = traccia della sezione stratigrafica.

orientale della tav. « Castiglione di Sicilia » con immersione di 30°-35° verso SSW; la sezione stratigrafica misurata in questa località si sviluppa per circa 500 m di potenza mediante la successione di strati torbiditici con spessori non uniformi. Alla

base si osserva chiaramente il passaggio graduale dai livelli basali conglomeratici alle sovrastanti arenarie torbiditiche ma purtroppo, a causa della presenza di due interruzioni ubicate nella parte centrale della sezione e legate sicuramente a locali disturbi tettonici, non è possibile seguire con continuità gli strati in senso verticale in quanto essi mostrano in questi punti giaciture estremamente caoticizzate. Le osservazioni di campagna hanno permesso di rilevare costantemente la presenza dei tipi di sequenze descritte da BOUMA (1962) anche se il più delle volte esse sono spesso tronche; infatti nella porzione basale della sezione si rinvencono strati molto spessi vagamente gradati e spesso caotici mostrandoci generalmente delle sequenze parziali del tipo  $T_{a-c}$ . Talvolta è stata riscontrata la presenza di piccoli canali d'erosione e di impronte di fondo non bene classificabili, per la verità estremamente scarse, che indicherebbero una vaga direttrice di provenienza E-W. Più in alto nella sezione, e talora in alternanza con i precedenti banchi, si osservano degli strati da sottili a medi a prevalenti laminazioni (camp. 1, fig. 6) che più o meno ininterrottamente si rinvencono anche nel tratto della sezione compreso fra i due disturbi tettonici (camp. 2); talvolta in essi è presente anche l'intervallo «a» delle sequenze di BOUMA con spessori molto ridotti. Nel tratto centro-apicale della sezione infine (camp. da 3 a 6) prevalgono invece strati molto spessi con un vago accenno di gradazione e con locali caoticità dovute all'intercalazione di bande di materiale più grossolano.

Nella sezione di Ucria invece (camp. da 7 a 20) non affiora il conglomerato di base; la formazione si sviluppa per circa 600 m di potenza con una buona esposizione lungo il fianco orientale del M.te Castello e in generale si osserva (fig. 6) una netta prevalenza di spessi banconi arenacei tendenzialmente gradati (sequenza  $T_{a-d}$  di BOUMA) con intercalati nella parte centrale e in quella sommitale della sezione gruppi di strati meno spessi a prevalenti laminazioni, simili a quelli precedentemente descritti.

La sezione stratigrafica di Capo d'Orlando infine è quella che presenta il minore sviluppo (circa 230 m di potenza); essa poggia direttamente al di sopra del basamento gneissico alloctono mediante dei livelli conglomeratici di forma lenticolare che gradualmente passano verso l'alto ad un'alternanza arenaceo-siltoso-pelittica, tendenzialmente ritmica. Gli strati rinvenuti nella sezione di Capo d'Orlando inoltre mostrano una certa variabilità verticale dei loro spessori: nella parte basale infatti si rinvencono strati torbiditici da sottili a medi (camp. 21-22-23) con relativamente forte sviluppo degli intervalli a granulometria più fine, mentre nella porzione apicale della sezione prevalgono invece strati da molto a estremamente spessi (camp. 24), con grana più grossolana rispetto a quella dei precedenti e con intervalli pelittici generalmente assenti o comunque molto ridotti.

Le variazioni granulometriche e le differenze di spessore degli strati torbiditici, osservate anche nelle altre due sezioni stratigrafiche, possono essere interpretate come differenti facies torbiditiche sovrapposte. L'accostamento infine di facies eterogenee nell'ambito di ogni singola sezione stratigrafica, rappresentate in basso da

facies arenaceo-conglomeratiche (facies « A » di MUTTI e RICCI LUCCHI, 1972) che evolvono a depositi di pianura sottomarina e in alto da associazioni di conoide (« depositi canalizzati grossolani » di GUERRERA e WEZEL, 1974) può essere indicativo di un bacino di sedimentazione topograficamente accidentato.

### Metodologie

Relativamente allo studio composizionale di ogni campione sono state eseguite le seguenti analisi: 1) composizione principale, 2) frammenti di rocce, 3) minerali pesanti. Inoltre sono state effettuate le analisi chimiche di cinque campioni: camp. 6 proveniente dal tratto sommitale della sezione stratigrafica del V.ne S. Cataldo, camp. 8-14-20 dalla sezione di Ucria e camp. 21 da quella di Capo d'Orlando.

#### *Composizione principale*

La composizione principale è stata determinata mediante analisi modali eseguite su sezioni sottili della roccia tal quale con conteggio per punti distribuiti secondo un reticolo a maglie quadrate; per ogni campione sono stati conteggiati 500 punti e la distanza fra essi è stata scelta di volta in volta (generalmente 0,3 oppure 0,5 mm) per evitare il più possibile errori dovuti al fatto che uno o più granuli possano essere ripetuti più volte durante il conteggio.

Onde evitare per quanto possibile che i risultati delle analisi modali relativi ai frammenti di rocce possano essere influenzati dalla granulometria delle arenarie studiate, sono stati raggruppati a parte tutti i frammenti di rocce a grana fine ( $< 0,03$  mm), mentre quelli a grana grossa ( $> 0,03$  mm) sono stati distribuiti nelle varie classi mineralogiche a seconda del minerale cui si sovrappone il punto conteggiato, riunendoli, agli effetti della rappresentazione finale, con i granuli singoli dello stesso minerale (GAZZI, 1966).

Per evitare inoltre errori nel riconoscimento dei feldspati (potassici e sodico-calcici) si è adottato sulle sezioni sottili il metodo di colorazione selettiva proposto da BAILEY e STEVENS (1960). In questo modo risulta agevole discriminare i reciproci rapporti quantitativi fra feldspati potassici e plagioclasti; la loro distinzione sarebbe stata altrimenti problematica a causa essenzialmente dell'impossibilità di poter sempre valutare gli indici di rifrazione, in quanto i granuli sono spesso circondati da un sottile orlo di matrice o da cemento carbonatico o da miche, del loro stato di conservazione e della loro sicura eterogeneità di composizione.

#### *Frammenti di rocce*

I dati delle composizioni principali forniscono indicazioni solo sui frammenti di rocce a grana fine, mentre per avere un quadro di informazioni più ampio, soprattutto allo scopo di determinare la provenienza delle rocce analizzate, si rende necessario uno studio più dettagliato dei frammenti di rocce, siano essi a grana fine o a grana grossa, sebbene questo tipo di analisi ha valore solo semiquantitativo a causa della cernita granulometrica.

Questa analisi è stata eseguita sulle sezioni della roccia tal quale analogamente a

quella della composizione principale, distinguendo e classificando tutti i frammenti di rocce a grana grossa e a grana fine incontrati fino a conteggiare un totale di 100 frammenti di rocce per ogni campione. Più volte, a causa della scarsità di frammenti di rocce presenti, è stato necessario utilizzare più di una sezione sottile fino ad ottenere il totale dei conteggi desiderato.

Tali frammenti sono stati classificati sulla base delle associazioni mineralogiche e delle strutture con inevitabili limitazioni e semplificazioni legate essenzialmente alle loro minute dimensioni. Il numero delle classi petrografiche riconosciute pertanto è estremamente ridotto e ciascuna di esse comprende litotipi fra loro diversi non distinguibili.

### *Minerali pesanti*

Lo studio dei minerali pesanti è stato eseguito su quei minerali ( $d > 2,967$ ) della frazione granulometrica compresa fra 0,25 e 0,06 mm, del residuo insolubile a freddo in soluzione normale di acido cloridrico.

Le metodologie adottate sono quelle proposte da GAZZI et al. (1973), consistenti nella disgregazione meccanica (con pressa) del campione e contemporanea setacciatura a 2 mm, nel successivo trattamento a freddo con soluzione normale di acido cloridrico, prolungato fino a circa 12 h dopo la scomparsa dell'effervescenza, nella setacciatura della frazione granulometrica compresa fra 0,25 mm e 0,06 mm e infine nella separazione da quest'ultima dei minerali pesanti con l'impiego di tetrabromoetano ( $d = 2,967$ ). Su di essi è stato effettuato al microscopio il conteggio con il metodo a nastro contando per ogni campione 500 granuli o più, fino ad ottenere almeno 100 granuli di minerali pesanti trasparenti.

### *Analisi chimiche*

Le analisi chimiche sono state eseguite presso il laboratorio del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Cosenza mediante XRF (FRANZINI e LEONI, 1972) relativamente a tutti gli ossidi degli elementi maggiori ad eccezione di MgO ed FeO, determinati rispettivamente il primo mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico e il secondo mediante metodi tradizionali di titolazione volumetrica.

## **Presentazione dei risultati**

### *Composizione principale*

Le analisi modali effettuate per la determinazione delle composizioni principali sono state eseguite adottando delle classi composizionali scelte in conformità con quelle proposte da GAZZI (1966). L'elenco di queste classi viene riportato in tab. 1 e per ciascuna di esse si è ritenuto opportuno attribuire un'abbreviazione per non appesantire eccessivamente le successive tabelle.

Ogni classe composizionale riflette essenzialmente una diversa natura mineralogica e petrografica e pertanto è superfluo aggiungere ulteriori informazioni per quanto riguarda il loro significato; tuttavia è necessario notare che si è preferito

raggruppare in classi separate quei minerali ( $> 0,03$  mm) rinvenuti in frammenti di rocce in quanto la loro abbondanza, in stretta relazione con le dimensioni dei clasti, può essere indicativa della granulometria dei campioni esaminati.

TABELLA 1  
Abbreviazioni

$Q_s$	quarzo in granuli singoli	}	Q
$Q_p$	quarzo in granuli policristallini		
$Q_r$	quarzo in frammenti di rocce ( $> 0,03$ mm)		
Ch	frammenti di selci		
$K_s$	feldispati potassici in granuli singoli	}	F
$K_r$	feldispati potassici in frammenti di rocce ( $> 0,03$ mm)		
$P_s$	plagioclasì in granuli singoli		
$P_r$	plagioclasì in frammenti di rocce ( $> 0,03$ mm)		
R	frammenti di filladi minute e semiscisti		
C	frammenti di rocce carbonatiche		
$M_s$	miche e cloriti in granuli singoli		
$M_r$	miche e cloriti in frammenti di rocce ( $> 0,03$ mm)		
Al	altri minerali in granuli, in prevalenza minerali accessori e grumi di alterazione		
Mt	matrice		
Cm	cemento carbonatico		

$$\begin{aligned}
 Q &= 100 \times Q/Q+F+R+C & IM &= 100 \times Q/Q+F+R & \text{indice di maturità} \\
 F &= 100 \times F/Q+F+R+C & IP &= 100 \times F/F+R & \text{indice di provenienza} \\
 R &= 100 \times R/Q+F+R+C & IF &= 100 \times F/F+R+C & \text{indice feldispatico} \\
 C &= 100 \times C/Q+F+R+C & & & 
 \end{aligned}$$

Per quanto riguarda infine la scelta dei parametri e dei criteri classificativi, essi sostanzialmente coincidono con quelli proposti da GAZZI et al. (1973) e vengono di seguito elencati:

- Q = quarzo in granuli singoli, granuli policristallini di quarzo, quarzo in frammenti di rocce, frammenti di selci;  
 F = ortoclasio, microclino e plagioclasì, sia in granuli singoli che in frammenti di rocce;  
 R = frammenti di filladi minute e semiscisti;  
 C = frammenti di rocce carbonatiche.

In tab. 2 vengono riportati i dati delle analisi modali delle arenarie delle tre zone esaminate ed in più i valori dei parametri IM, IP e IF e quelli relativi ai parametri Q, F, R e C necessari per la classificazione delle rocce studiate; l'ordine in cui vengono elencati i campioni nella tabella riflette quello stratigrafico, dal basso verso l'alto.

TABELLA 2  
Composizioni principali

	V. ne S. Cataldo						Ucria										Capo d'Orlando							
	21	20	17	15	11	6	34F	34D	34B	35	37	38	39	41	46	49	52	53	55	58	60	61	62	63
numeraz. di campagna	21	20	17	15	11	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
numeraz. progr. lavoro	1	2	3	4	5	6																		
Q <sub>s</sub>	34,3	26,0	27,8	36,7	32,4	29,1	29,6	34,6	35,6	31,9	41,9	27,4	34,7	34,6	31,1	27,4	37,2	34,0	28,2	31,8	32,8	30,6	31,3	28,9
Q <sub>p</sub>	8,6	6,5	6,3	9,2	8,1	6,2	7,0	4,1	2,4	2,1	2,3	8,2	2,6	1,6	2,5	9,9	2,8	3,4	5,3	4,1	6,3	7,8	2,3	3,2
Q <sub>r</sub>	5,8	5,6	5,2	2,4	3,9	3,3	4,1	2,7	2,2	1,1	1,6	4,5	1,5	0,2	3,0	4,5	0,6	2,7	8,0	1,0	1,7	3,3	2,2	8,0
Ch	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,4	-	0,5	0,4	-
K <sub>s</sub>	8,6	4,6	8,7	7,0	7,3	7,2	10,7	9,1	8,4	14,7	12,8	8,6	11,3	11,9	10,2	7,6	10,7	17,9	9,0	6,1	5,3	9,4	13,7	8,2
K <sub>p</sub>	0,2	2,8	2,5	1,1	1,3	0,6	3,7	4,4	1,3	4,3	3,5	5,7	5,8	3,3	2,2	3,5	2,6	2,4	4,3	2,2	-	1,7	1,4	8,9
P <sub>s</sub>	8,6	3,6	16,8	8,7	11,3	9,2	11,9	17,7	18,7	10,3	12,2	21,5	17,1	18,3	21,5	17,6	13,7	13,8	22,3	15,2	13,7	15,5	23,0	22,3
P <sub>r</sub>	0,4	1,6	2,9	2,2	3,4	2,1	2,9	2,2	0,4	4,0	1,7	2,9	4,1	3,3	2,8	2,0	2,3	2,1	7,3	5,3	1,9	2,9	2,1	8,4
R	4,6	2,3	2,1	-	0,5	0,4	-	2,1	-	-	0,2	0,4	-	-	-	-	0,2	0,3	1,1	-	1,6	2,2	0,4	1,5
C	1,0	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,2	-	1,7
M <sub>s</sub>	11,0	9,9	17,0	20,3	25,7	17,7	18,9	12,5	22,1	18,4	16,6	11,2	16,0	18,9	17,9	20,5	18,4	12,6	6,9	21,5	9,4	9,0	3,4	4,5
M <sub>r</sub>	1,5	3,2	0,6	0,5	-	0,2	0,2	1,2	0,9	0,6	0,2	0,6	0,6	0,4	1,1	1,5	0,4	0,5	4,2	0,6	1,4	1,3	-	1,1
Al	-	-	-	-	-	-	0,4	1,0	0,9	-	0,2	-	0,7	0,6	1,1	-	-	0,7	-	-	-	-	0,4	0,7
Ht	4,6	2,9	10,1	11,9	6,1	0,4	10,6	8,4	6,9	11,6	6,8	8,4	5,7	6,9	6,6	5,5	11,1	9,4	3,4	11,8	2,6	1,5	0,4	2,2
Dm	10,0	30,4	-	-	-	23,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,5	14,1	19,0	0,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Q	67,7	71,1	54,4	71,8	65,1	65,5	58,3	53,9	58,7	50,5	60,0	50,6	50,5	50,2	49,9	58,3	57,9	52,6	48,0	56,4	63,5	56,4	46,8	44,1
F	24,6	23,5	42,7	28,2	34,2	32,8	41,7	43,4	41,3	49,5	39,7	48,6	49,5	49,8	50,1	41,7	41,8	47,0	50,7	43,6	32,8	40,3	52,7	52,5
R	6,3	4,4	2,9	-	0,7	0,7	-	2,7	-	-	0,3	0,8	-	-	-	-	0,3	0,4	1,3	-	2,2	3,1	0,5	1,6
C	1,4	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	0,2	-	1,8
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ix	68,7	71,8	54,4	71,8	65,1	66,5	58,3	53,8	58,7	50,5	60,0	50,6	50,5	50,2	49,9	58,3	57,9	52,6	48,0	56,4	64,5	56,5	46,8	44,9
IP	79,7	84,3	93,6	100,0	97,9	97,9	100,0	94,1	100,0	100,0	99,2	98,5	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	99,0	97,5	100,0	93,6	92,9	99,1	97,0
IP	76,3	81,3	93,6	100,0	97,9	97,9	100,0	94,1	100,0	100,0	99,2	98,5	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	99,0	97,5	100,0	89,7	92,4	99,1	93,8
*Caco <sub>3</sub> *	8,7	13,6	-	-	-	14,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,9	-	-	-	15,4	9,7	15,5	6,7

TABELLA 3 — Frammenti di rocce

	V.ne S. Cataldo						Ucria						C. d'Orlando											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Graniti e/o gneiss	35	59	76	81	87	86	90	86	87	86	87	70	79	84	76	84	90	92	87	78	34	66	77	85
Micasisti	-	19	2	19	7	4	8	9	9	8	6	9	14	11	15	11	5	4	6	5	10	6	4	1
Filladi	20	6	9	-	3	2	-	2	4	6	3	11	3	2	7	5	2	1	3	9	16	8	7	2
Filladi minute e semiscisti	23	14	12	-	3	8	1	3	-	-	4	5	3	3	1	-	2	2	3	3	26	14	5	5
Selci	8	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	5	1	-	1	-	1	1	1	5	6	5	7	-
Rocce carbonatiche	14	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	-	7
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

TABELLA 4 — Minerali pesanti

Pesanti/(2-n)ψ	V.ne S. Cataldo						Ucria						Capo d'Orlando											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Trasparenti	17,2	42,5	66,3	50,7	62,4	63,5	67,2	50,4	50,2	69,9	49,6	71,1	69,7	67,9	72,2	64,1	50,0	70,2	68,6	74,1	62,2	43,6	47,6	70,3
Opachi	8,4	8,2	7,3	24,2	14,0	3,4	3,0	10,1	6,4	11,7	22,6	4,0	10,2	4,1	4,2	6,2	5,1	5,8	3,5	4,6	12,4	40,7	38,9	23,7
Torbidi	67,8	49,3	26,4	25,1	23,6	33,1	29,8	39,5	43,4	18,4	27,8	24,9	20,2	28,0	20,6	29,8	44,9	24,0	27,9	21,4	25,4	15,7	13,5	6,0
Baritina	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anatasio e Brookite	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Zircone	6,3	0,9	7,0	4,3	3,3	3,5	7,0	3,9	4,7	3,5	6,7	7,3	5,0	3,9	5,8	5,1	6,8	6,4	4,9	6,0	7,5	0,8	4,5	3,9
Formalina	2,1	8,4	5,6	8,7	5,3	5,0	15,5	9,8	25,8	5,4	8,6	8,3	4,3	19,4	9,8	13,6	11,1	3,7	2,2	3,3	9,1	2,4	3,4	5,9
Rutilo	4,2	1,5	3,3	3,0	4,7	1,2	2,2	4,3	6,1	2,3	4,7	3,3	2,5	4,2	4,5	5,1	3,6	4,0	1,1	1,8	2,7	-	1,4	1,5
Granato	76,8	78,8	77,6	79,6	72,0	65,2	70,1	77,2	58,2	85,8	77,1	77,9	84,3	68,4	75,2	68,9	64,8	80,4	72,8	80,8	54,1	67,0	60,6	64,5
Staurolite	7,4	9,9	1,7	2,2	3,0	18,6	0,2	0,8	-	0,3	-	0,2	0,3	1,2	0,5	2,0	5,0	-	10,5	1,2	16,8	25,8	26,2	15,8
Monazite	-	-	1,0	-	-	0,9	0,5	0,8	0,9	1,1	0,3	0,2	0,7	0,4	1,3	1,4	1,8	1,8	2,9	2,7	2,1	2,0	2,2	2,4
Xenotime	-	-	0,7	-	-	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,2	0,5	-	-	0,3	0,4	-	-	0,3	0,8	0,8	-	0,3	-
Titanite	-	-	0,7	1,3	4,9	3,8	0,3	0,4	0,5	-	0,3	0,7	0,3	0,8	0,3	0,8	2,9	1,3	1,1	1,5	-	0,4	-	3,6
Epidoto	-	-	-	-	-	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-
Anfibolo	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

### *Frammenti di rocce*

I risultati dell'analisi dei frammenti di rocce vengono riportati in tab. 3; il numero di classi petrografiche scelte per l'esecuzione di questa analisi, come si può osservare dalla tabella, è piuttosto limitato e ciò in relazione alle difficoltà di distinguere litotipi fra loro non molto diversi a causa delle minute dimensioni dei frammenti.

In prima approssimazione sono stati distinti i frammenti di rocce a grana grossa ( $> 0,03$  mm) e quelli a grana fine ( $< 0,03$  mm); nell'ambito del primo gruppo sono stati riuniti in un'unica classe i frammenti di rocce granitiche e gneissiche, in un'altra i frammenti di micascisti, considerati come tali sulla base della struttura e dell'abbondanza in miche, e in un'ultima classe infine i frammenti di metamorfiti di più basso grado riferibili presumibilmente a filladi.

Per quanto riguarda i frammenti di rocce a grana fine sono stati riscontrati esclusivamente frammenti di filladi minute fino a semiscisti, riuniti in un'unica classe perchè entrambi caratterizzati da una grana molto fine e da una struttura da mediamente a fortemente scistosa; inoltre sono stati distinti frammenti di selci e di rocce carbonatiche.

### *Minerali pesanti*

I dati relativi allo studio dei minerali pesanti ed in più le loro percentuali riferite alla frazione non carbonatica compresa fra 0,25 mm e 0,06 mm vengono riportati in tab. 4. Le diverse specie di minerali pesanti in questa tabella sono state così suddivise: 1) minerali trasparenti, esclusa la baritina autigena, 2) granuli opachi, 3) granuli scuri e/o torbidi, 4) minerali trasparenti di genesi sedimentaria che, se conteggiati nel primo gruppo, falserebbero fortemente il totale (baritina). Nella stessa tabella viene dapprima portata a 100 la somma dei quattro gruppi e successivamente viene portato a 100 l'elenco di tutte le specie di minerali pesanti trasparenti.

Per cercare di visualizzare graficamente le variazioni dei contenuti percentuali dei singoli minerali pesanti rinvenuti sono stati adottati due differenti tipi di diagrammi in modo che una consultazione complessiva di essi può fornire un quadro panoramico di informazioni. Infatti nei diagrammi di fig. 7 vengono riportate in ordinate le percentuali in scala logaritmica sia del totale dei pesanti sia delle più significative specie mineralogiche, e in ascisse le frequenze cumulative (GAZZI, 1965). Questa rappresentazione, se per un verso fornisce il duplice vantaggio di evidenziare da una parte anche contenuti molto bassi di minerali pesanti grazie alla scala logaritmica e dall'altra di rendere più agevole il confronto fra i campioni delle varie zone esaminate, per un altro non permette di seguire le variazioni dei contenuti percentuali dei vari minerali secondo l'ordine di successione stratigrafica. Per questo motivo si è adottato anche il diagramma di fig. 8 dove con quest'ordine vengono riportate le percentuali cumulative di tutti i minerali pesanti trasparenti.

Il quadro delle associazioni mineralogiche fornito dall'esame delle arenarie delle tre diverse sezioni stratigrafiche del flysch di Capo d'Orlando mostra com-

nessivamente una discreta omogeneità per quanto riguarda la presenza dei minerali pesanti trasparenti. Dai risultati di tab. IV si osserva infatti che essi risultano essenzialmente rappresentati da:

- minerali ultrastabili quali zircono, tormalina e rutilo e, accessoriamente, minori quantità di monazite, xenotime, anatasio e brookite;
- alte percentuali di granato;
- minerali meno stabili dei precedenti quali titanite, epidoto (solo eccezionalmente) e staurolite.

TABELLA 5  
*Percentuali ponderali degli ossidi*

Campioni	6	8	14	20	21
SiO <sub>2</sub>	64,93	68,20	69,44	70,94	62,99
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,16	16,83	14,89	13,90	12,04
FeO	1,60	1,57	1,65	1,65	1,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,10	2,33	2,33	1,31	1,28
MgO	1,19	0,72	1,32	1,25	0,87
CaO	6,99	0,54	0,41	0,73	8,12
MnO	0,17	0,06	0,06	0,07	0,15
Na <sub>2</sub> O	2,09	2,66	2,73	3,19	2,85
K <sub>2</sub> O	2,96	3,71	3,17	3,20	2,85
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,18	0,14	0,10	0,11
TiO <sub>2</sub>	0,40	0,66	0,57	0,42	0,33
H <sub>2</sub> O	0,31	0,36	0,58	0,53	0,25
p.p.c.	6,13	2,50	3,09	3,13	7,37
	100,16	100,32	100,38	100,42	100,24

Per quanto riguarda le caratteristiche delle singole specie mineralogiche riscontrate, esse concordano sostanzialmente con quelle generalmente note e le descrizioni che seguono si riferiscono esclusivamente a quei caratteri peculiari osservati durante l'analisi.

Il granato generalmente si presenta in granuli di colore rosato, scheggiosi e talvolta leggermente intorbidenti; solo raramente, e in percentuali estremamente basse (circa 1,5%), in alcuni campioni della successione del V.ne S. Cataldo sono stati osservati granuli di granato anomalmente birifrangenti e con indice prossimo a 1,74, riferibili alla varietà grossularia.

Tra i minerali ultrastabili solo raramente sono state osservate delle varietà di tormalina pleocroiche su toni verde-bluastri e dei granuli di zircono con spigoli fortemente arrotondati; eccezionalmente lo zircono si presenta in individui con più bassa birifrangenza e più bassi indici di rifrazione legati presumibilmente ad un incipiente stato di alterazione (« zircono metamittico o malaconi »).

Per quanto riguarda invece i minerali meno stabili, sono stati osservati spesso granuli di staurolite con bordi marcatamente corrosi (« staurolite a denti di sega »), più frequenti nei livelli più profondi della formazione. I rari epidoti rinvenuti infine sono riferibili alla serie clinzoisite-pistacite.

### *Analisi chimiche*

Le analisi chimiche di alcuni campioni arenacei del Flysch di Capo d'Orlando sono state eseguite al duplice scopo di ottenere da una parte informazioni sul loro chimismo che potessero ulteriormente comprovare l'adozione di un particolare termine petrografico e dall'altra di avere la possibilità in futuro di confrontare i dati ottenuti con quelli relativi ad altre formazioni fliscoidi affioranti in Sicilia per sottolinearne anche chimicamente le eventuali differenze.

Per evitare che i dati analitici venissero influenzati dalla granulometria delle arenarie analizzate e pertanto non fossero confrontabili fra loro (PETTICHOHN, 1963), la scelta dei campioni da analizzare è stata subordinata a criteri di omogeneità delle loro caratteristiche granulometriche; sono stati analizzati infatti cinque campioni di arenaria a grana medio-fine scelti inoltre in modo tale da poter essere rappresentativi delle tre sezioni stratigrafiche studiate. I risultati delle analisi chimiche vengono riportati in tab. 5.

### **Discussione dei risultati**

I confronti fra i risultati ottenuti dallo studio petrografico delle arenarie del Flysch di Capo d'Orlando mettono in evidenza delle differenze riscontrate sia in senso verticale sia in senso laterale, che di seguito verranno dettagliatamente descritte.

Per quanto riguarda lo studio composizionale, dall'esame dei dati di tab. 2 non si riscontrano sostanziali differenze fra le composizioni principali delle rocce studiate; nel diagramma classificativo di fig. 4 infatti i punti rappresentativi dei campioni esaminati si proiettano nel campo delle arkose (FOLK, 1968) pur mostrando un discreto intervallo di variazione del parametro Q (46,8 % ÷ 71,7 %) e una limitata variabilità nel contenuto dei frammenti di rocce a grana fine. Comune a tutti i campioni analizzati inoltre è l'abbondanza di miche che raggiungono valori massimi intorno al 26 %; si tratta generalmente di biotite, muscovite e clorite, sempre sotto forma di lamelle, che a guisa di cemento circondano i singoli clasti.

In particolare, esaminando singolarmente le tre zone studiate, si può osservare che i campioni della sezione stratigrafica del V.ne S. Cataldo sono caratterizzati da valori di Q leggermente più elevati rispetto a tutti gli altri (fig. 5) e inoltre quelli rappresentativi dei livelli basali di questa successione (camp. 1 e 2) mostrano composizioni tendenti ad arkose litiche; nel diagramma di fig. 5 infatti i valori più bassi di IF sono riferiti esclusivamente a questi campioni.

I dati relativi invece ai campioni della sezione di Ucria sono caratterizzati da una maggiore omogeneità di composizione e ciò forse è in relazione al fatto che

in questa località non affiora il basamento conglomeratico e la porzione basale del flysch; tali campioni infatti mostrano valori dei parametri Q ed F sensibilmente costanti (in media rispettivamente 55 % e 45 %), contenuti nulli in frammenti di rocce carbonatiche e irrilevanti quantità di frammenti di rocce a grana fine (tab. 2, fig. 5).

Infine i campioni della sezione stratigrafica di Capo d'Orlando mostrano alla base (camp. 21 e 22) valori di IF sensibilmente più bassi rispetto alla media di quelli rinvenuti per le arenarie di Ucria, cioè in stretta analogia con i campioni 1 e 2 della sezione del V.ne S. Cataldo anche se rispetto a questi ultimi essi non hanno composizioni tendenti ad arkose litiche. I campioni di tetto invece (camp. 23

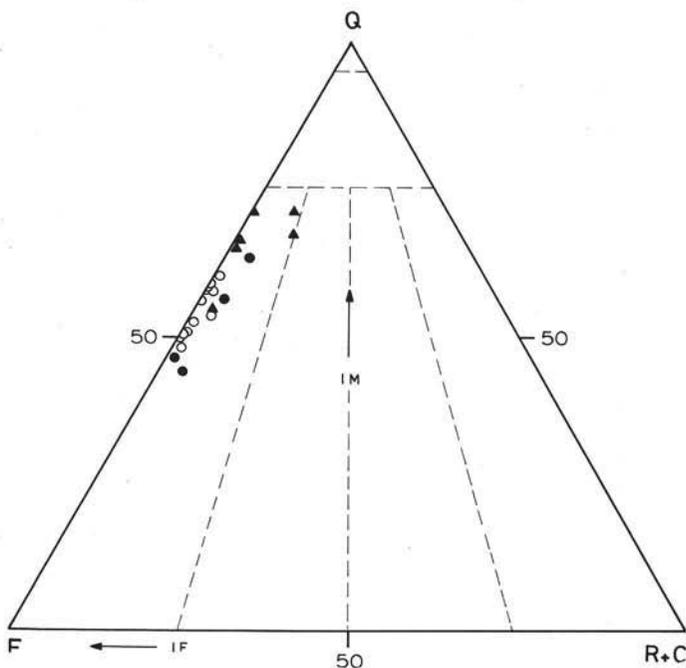


Fig. 4. — Diagramma classificativo Quarzo-Feldspati-Frammenti di rocce (vedi pag. ) mostrante le composizioni delle arenarie esaminate: ▲ campioni della sezione del V.ne S. Cataldo; ○ campioni della sezione di Ucria; ● campioni della sezione di Capo d'Orlando.

e 24) si proiettano nel diagramma di fig. 4 in aree prossime al lato Q-F a causa di minori contenuti di frammenti di rocce a grana fine.

I risultati dello studio dei frammenti di rocce vengono riportati nei diagrammi di fig. 6 nei quali le percentuali cumulative dei singoli frammenti di rocce riscontrati sono messe in relazione alla posizione stratigrafica dei campioni esaminati.

Le variazioni più significative dei contenuti percentuali si osservano nei diagrammi relativi alla sezione del V.ne S. Cataldo e a quella di Capo d'Orlando; nella prima infatti si ha un contenuto più o meno equivalente di frammenti di rocce a grana grossa e a grana fine nei livelli basali, mentre in quelli centro-apicali

prevalgono i frammenti di rocce a grana grossa (graniti, gneiss e micascisti) che testimoniano una provenienza quasi esclusivamente profonda, nettamente contrastante con quella della base. Analoghe considerazioni si possono fare per la sezione di Capo d'Orlando dove i campioni rappresentativi della porzione basale del flysch (camp. 21 e 22) mostrano un sensibile contenuto in frammenti di rocce a grana fine e rocce carbonatiche (totale circa 40%).

Per quanto riguarda l'affioramento di Ucria invece si nota in tutti i campioni

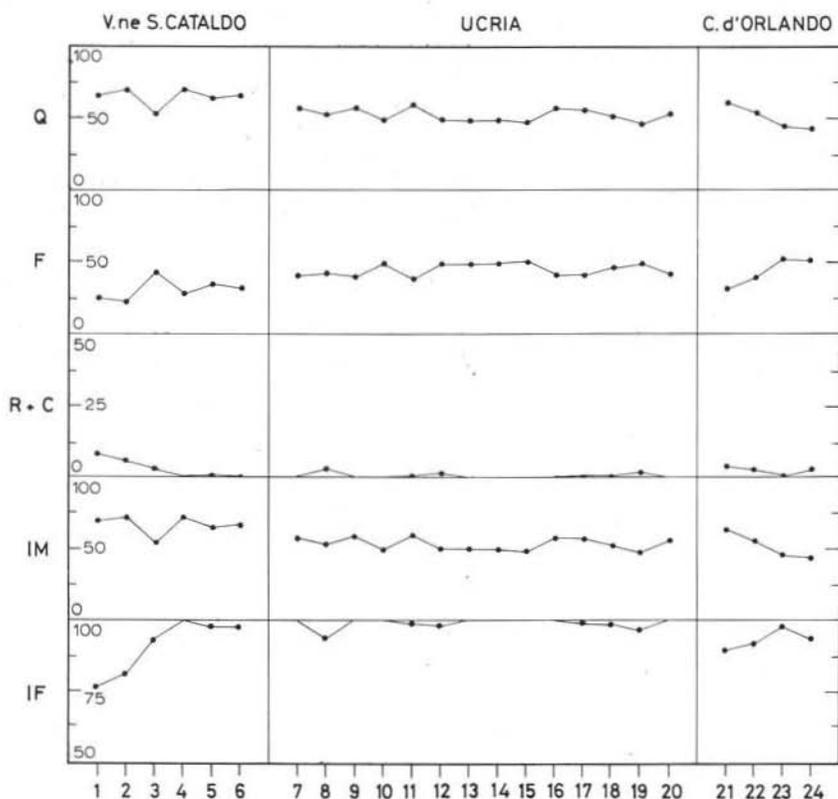
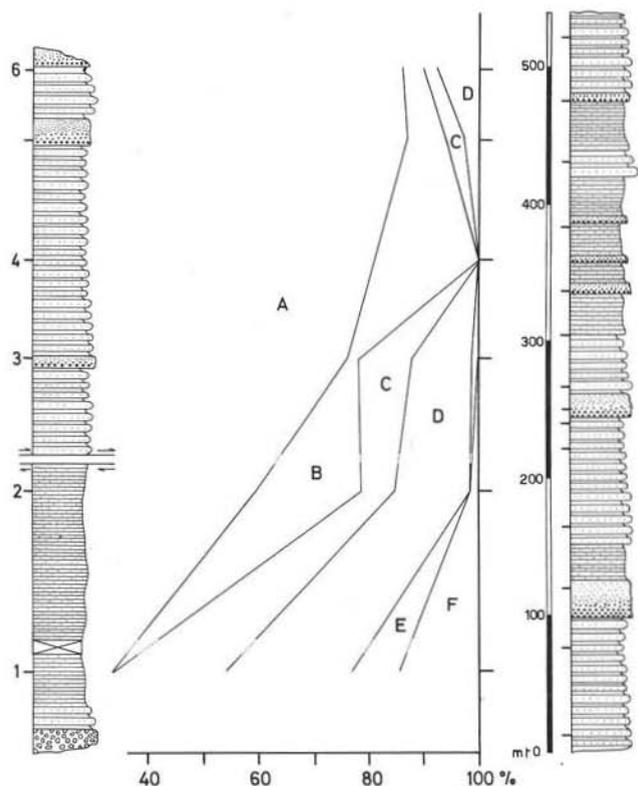


Fig. 5. — Composizioni principali: variazioni dei parametri più significativi in funzione della posizione stratigrafica dei campioni esaminati.

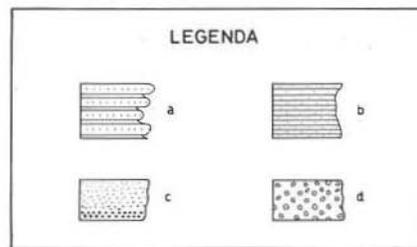
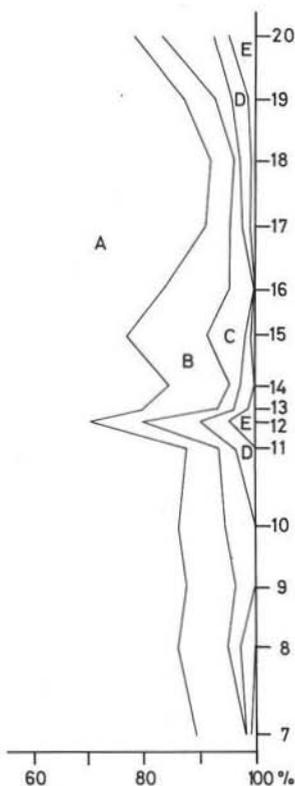
esaminati un'associazione sostanzialmente omogenea, rappresentata per circa il 95% da frammenti di rocce a grana grossa; l'assenza di frammenti di rocce carbonatiche e gli scarsi contenuti in frammenti di filladi e selci possono essere messi in relazione al fatto che in questa località non affiora la porzione basale del flysch nella quale, come si è visto sopra, si osserva un considerevole apporto di materiali di provenienza sopracrustale.

Inoltre per quanto riguarda i minerali pesanti, sulla base del costante rinvenimento delle medesime specie mineralogiche, risulta che l'associazione di minerali pesanti per i tre affioramenti studiati è caratterizzata da: granato abbondante, zir-

### V.NE S. CATALDO



### UCRIA



### CAPO D'ORLANDO

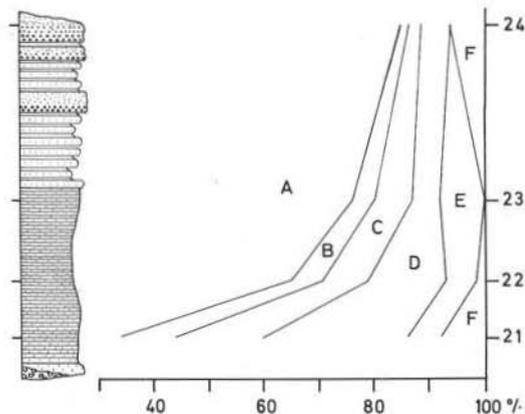


Fig. 6. — Frammenti delle rocce: variazioni verticali dei contenuti percentuali dei vari tipi di frammenti di rocce riscontrati nei campioni delle tre sezioni stratigrafiche esaminate. Vengono riportate in ordinate le posizioni stratigrafiche dei campioni studiati e in ascisse le percentuali cumulative dei seguenti frammenti di rocce: A = graniti e/o gneiss, B = micascisti, C = filladi, D = filladi minute e semiscisti, E = selci, F = clasti carbonatici. Per quanto riguarda i simboli usati nelle colonne stratigrafiche, proposte da RICCI LUCCHI (1970): *a* = strati spessi a molto spessi (30-300 cm), *b* = strati da sottili a medi (3-30 cm), *c* = strati estremamente spessi (> 300 cm). Con il simbolo corrispondente a «*d*» sono stati indicati i livelli conglomeratici rinvenuti alla base della sezione del V.ne S. Cataldo e di quella di Capo d'Orlando.

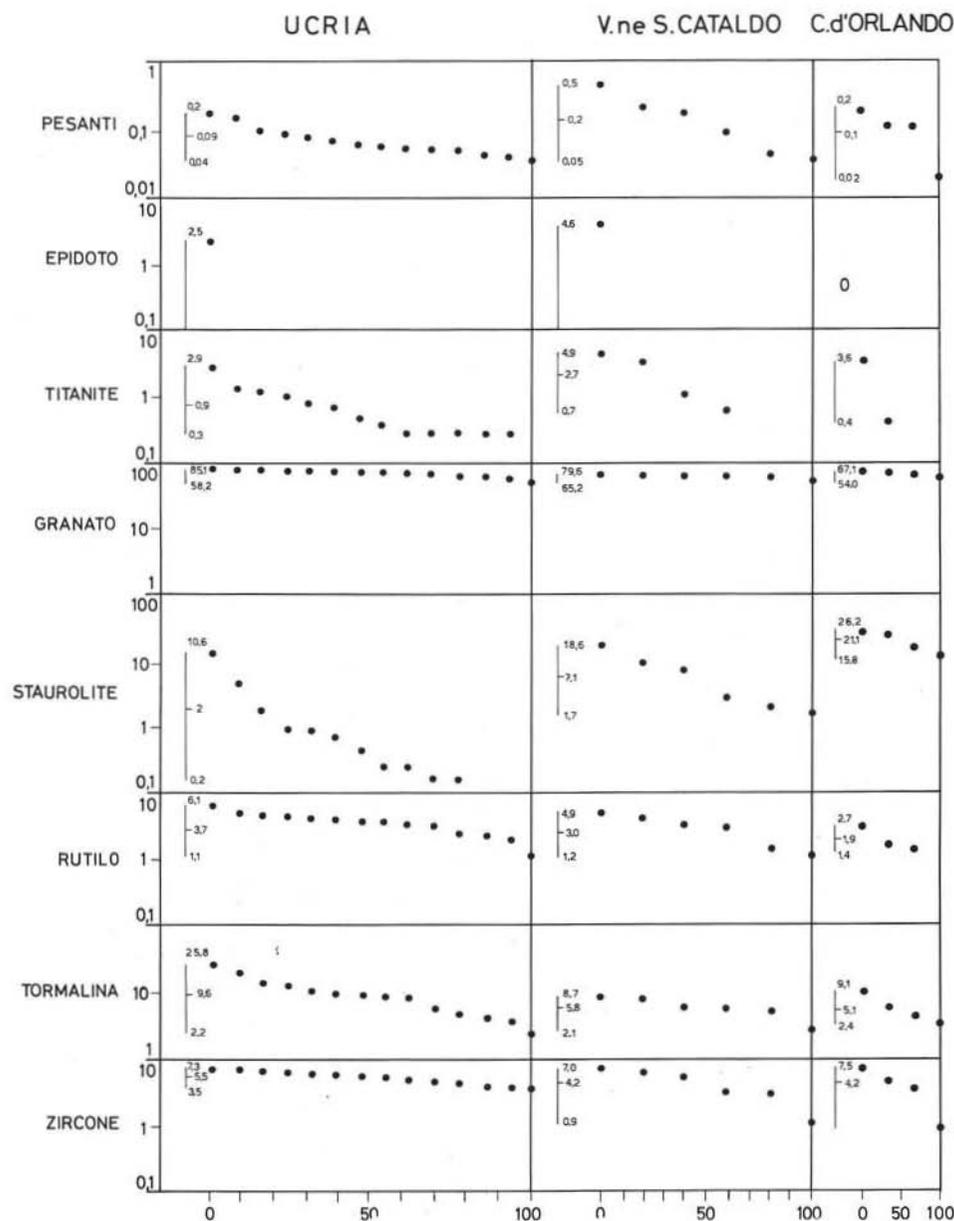


Fig. 7. — Curve di frequenza cumulativa delle percentuali di alcune specie più significative dei minerali pesanti trasparenti. In ordinate vengono riportati i contenuti percentuali in scala logaritmica e in ascisse la frequenza cumulativa.

cone, tormalina e rutilo, staurolite e titanite e minori quantità di monazite, xenotime, anatasio e brookite.

In particolare però si osserva che i contenuti percentuali delle singole specie mineralogiche, nell'ambito delle zone esaminate, mostrano sensibili variazioni sia

in senso verticale che in quello orizzontale. Mentre infatti nelle due serie del V.ne S. Cataldo e di Ucria si riscontra, dal basso verso l'alto, un aumento sensibile per quanto concerne la titanite e meno evidente per la staurolite, accompagnato da un meno marcato impoverimento in tormalina, nei campioni provenienti dalla sezione di Capo d'Orlando invece si rinvergono delle elevate percentuali di staurolite del tutto anomale ( $17 \div 26\%$ ), non riscontrate neanche nei livelli sommitali delle altre campionature. Pertanto per i campioni di quest'ultima sezione l'associazione di minerali pesanti risulta caratterizzata da: abbondante granato, staurolite e, subordinatamente, zircone, tormalina e rutilo, con scarsi contenuti di anatasio, brookite, monazite, xenotime e titanite (figg. 7-8).

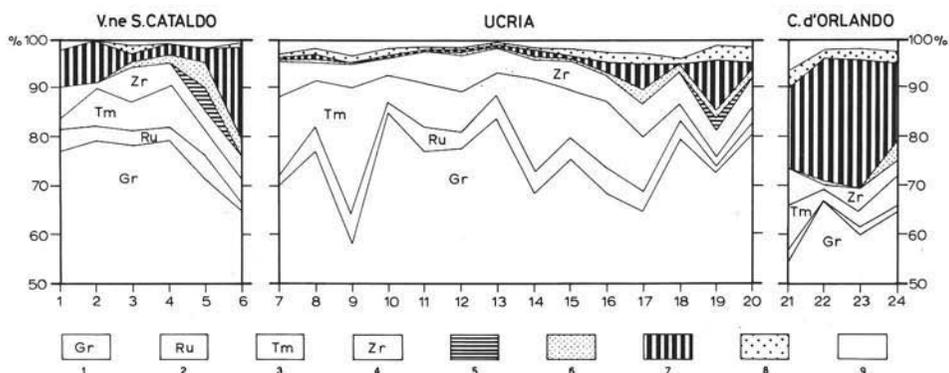


Fig. 8. — Variazioni verticali delle percentuali dei minerali pesanti trasparenti nelle sezioni stratigrafiche studiate. In ascisse le numerazioni dei campioni secondo il loro ordine di successione stratigrafica e in ordinate i contenuti percentuali cumulativi. 1 = granato, 2 = rutilo, 3 = tormalina, 4 = zircone, 5 = epidoto, 6 = titanite, 7 = staurolite, 8 = monazite e xenotime, 9 = anatasio e brookite.

Dai risultati delle analisi chimiche riportati in tab. 5 si possono osservare valori di  $Al_2O_3$  (in media 14%) da intermedi a relativamente elevati, in relazione quasi esclusivamente all'abbondanza di feldispati e alla presenza di discrete aliquote di miche, e valori di  $FeO_{tot.}$  pari mediamente a 3,00%. Le percentuali di  $FeO_{tot.}$  in particolare, che secondo MIDDLETON (1960) vengono correlate in prima approssimazione con l'abbondanza di frammenti di shale, siltiti e loro derivati metamorfici di basso grado, di frammenti di rocce vulcaniche basiche e di miche e cloriti, per quanto riguarda i campioni analizzati, sulla base dei dati delle composizioni principali, possono essere messe in relazione solo con la presenza di miche e cloriti.

Le percentuali di  $FeO_{tot.}$  inoltre si confrontano abbastanza bene con quelle derivate dalla media di analisi di arenarie arcose (MIDDLETON, 1960) e, in particolare, i valori tendenzialmente più bassi di  $FeO$  rispetto a  $Fe_2O_3$  possono rappresentare un ulteriore indizio per giustificare l'uso del termine arkose (BLATT et al., 1972).

Per quanto riguarda gli alcali infine, dal diagramma di fig. 9, si osserva che le rocce analizzate si proiettano nel campo delle arkose, caratterizzato da più elevati

contenuti in  $K_2O$  (MIDDLETON, 1960; PETTIJOHN, 1957, 1963). Analoghe considerazioni possono essere fatte anche sulla base del diagramma di fig. 10 (BLATT et al., 1972); prescindendo infatti dalla terminologia relativa agli ambienti di sedimentazione seguita da BLATT et al. e ancor prima adottata da MIDDLETON, per raggruppare le analisi delle arenarie da proiettare nel diagramma, i punti rappresentativi delle rocce analizzate cadono in un'area periferica del campo delle arkose, tendenzialmente prossima a quello delle grovacke.

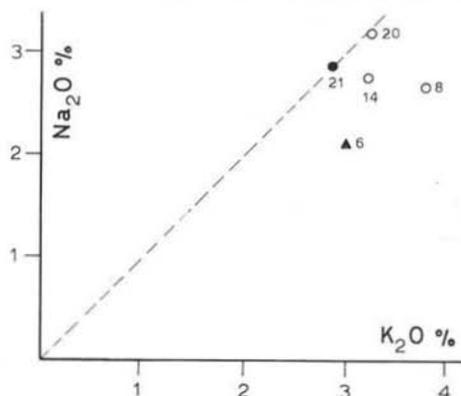


Fig. 9. — Le arenarie analizzate chimicamente, a causa di valori di  $K_2O/Na_2O > 1$  (ad eccezione del campione 21), si proiettano nel campo delle arkose (MIDDLETON, 1960; PETTIJOHN, 1963).

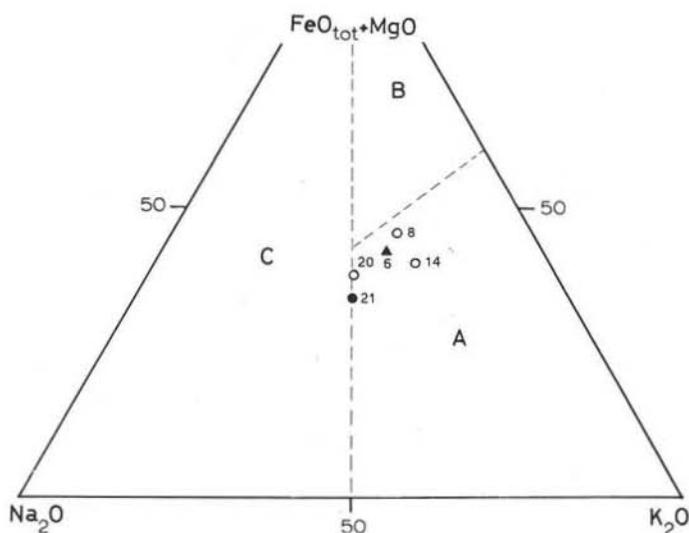


Fig. 10. — Le rocce analizzate si proiettano nel campo delle arkose (campo A, definito da BLATT et al., 1972), ad eccezione dei campioni 20 e 21 per i quali le composizioni chimiche riscontrate risultano intermedie con quelle delle grovacke (campo C). Non si osservano invece sovrapposizioni con il campo delle arenarie litiche (B).

### Conclusioni

Lo studio mineralogico e petrografico delle arenarie del Flysch di Capo d'Orlando ha permesso di evidenziare mediante l'analisi delle composizioni principali le caratteristiche petrografiche fondamentali di queste rocce; esse pertanto, in base ai dati ottenuti (vedi tab. 2 e fig. 4), risultano riferibili essenzialmente ad arkose a due feldspati (potassici e sodico-calcici) con abbondanti miche e con contenuti in

matrice in media poco significativi (6,5 %) e solo eccezionalmente piuttosto elevati (pari circa a 11,2 % nei camp. 3-4-7-10-17-20) ma non tali da consentire l'adozione di altri termini petrografici (PETTIJOHN, 1957).

Ad analoghe considerazioni si perviene anche esaminando il chimismo di alcuni campioni analizzati; i tenori in  $Al_2O_3$ , da intermedi a piuttosto elevati, e i valori del rapporto  $K_2O/Na_2O$  tendenzialmente maggiori dell'unità confermerebbero infatti i dati petrografici e giustificerebbero pertanto (MIDDLETON, 1960; PETTIJOHN, 1963) la denominazione di arkose per le rocce analizzate.

Per quanto riguarda la provenienza, utili informazioni vengono fornite dall'analisi dei frammenti di rocce. I dati ottenuti (tab. 3) mostrano una netta prevalenza di litotipi a composizione granitico-gneissica e di frammenti di micascisti e filladi rispetto a minori quantità di filladi minute, semiscisti e clasti carbonatici, rinvenuti preferibilmente nelle porzioni basali delle sezioni stratigrafiche studiate, mentre in nessuno dei campioni esaminati sono stati osservati frammenti di rocce vulcaniche segnalati da OGNIBEN (1960).

Sulla base di questi risultati pertanto si osserva una differenza di composizione fra i frammenti di rocce riscontrati nelle porzioni basali delle sezioni del V.ne S. Cataldo e di Capo d'Orlando e quelli invece rinvenuti nei livelli centro-apicali; i primi infatti indicano una provenienza tendenzialmente più sopracrustale (in media 40-50 % di frammenti di filladi minute, semiscisti e clasti carbonatici) mentre i secondi indicano una provenienza più profonda (mediamente 95 % di frammenti di graniti e/o gneiss e di micascisti).

Ciò sembra suggerire una provenienza da un'area di erosione corrispondente alla paleocatena a falde e pieghe rappresentata dal massiccio cristallino peloritano, che ha rifornito dapprima materiali di provenienza sopracrustale (carbonati, semiscisti e filladi minute), come si può osservare nei livelli basali delle sezioni esaminate, e successivamente, col progredire dell'erosione, materiali di provenienza più profonda (quasi esclusivamente graniti e/o gneiss e micascisti).

Per quanto riguarda le associazioni di minerali pesanti, le uniche variazioni di una certa entità riscontrate sono relative ai diversi contenuti in staurolite tra i campioni della sezione di Capo d'Orlando da una parte e quelli delle sezioni di Ucria e del V.ne S. Cataldo dall'altra. Mentre nei primi infatti il contenuto in staurolite raggiunge valori massimi pari a 26,2 %, negli altri si mantiene su valori molto più bassi ( $0,2 \div 1,7$  %), ad eccezione di pochi campioni rappresentativi dei livelli sommitali (10,5 % nel camp. 19 della sezione di Ucria e 18,6 % nel camp. 6 della sezione del V.ne S. Cataldo). Queste variazioni, difficilmente riferibili ad originarie differenze di apporto in quanto non suffragate dai dati dell'analisi dei frammenti di rocce, potrebbero essere interpretate come il risultato di una diversa intensità della distruzione post-deposizionale, diagenetica, della staurolite (GAZZI, 1965).

*Ringraziamenti.* — Desideriamo ringraziare il Prof. G. GANDOLFI e il Prof. L. VEZZANI per le utili discussioni durante lo svolgimento del lavoro e per la lettura critica del manoscritto, e il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Cosenza dove sono state eseguite le analisi chimiche grazie alla cortese collaborazione del personale.

## BIBLIOGRAFIA

- BAILEY E.H., STEVENS R.E. (1960) - *Selective staining of K-feldspar and plagioclase on rock slabs and thin sections*. Am. Min., 45, 1020.
- BLATT H., MIDDLETON G., MURRAY R. (1972) - *Origin of sedimentary rocks*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 634 pp.
- BOUMA A.H. (1962) - *Sedimentology of some flysch deposits*. Elsevier, Amsterdam, 168 pp.
- DICKINSON W.R. (1973) - *Plate tectonics and sedimentation*. A.A.P.G., spec. publicat., 22, 1-26.
- FOLK R.L. (1968) - *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill's, Austin, Texas, 170 pp.
- FRANZINI M., LEONI L. (1972) - *A full matrix correction in X-ray fluorescence analysis of rock samples*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Serie A, 70, 7-22.
- GAZZI P. (1962) - *Ricerche sulla distribuzione dei minerali pesanti nei sedimenti arenacei dell'Appennino tosco-romagnolo*. Acta Geol. Alpina, 8, 379-442.
- GAZZI P. (1965) - *On the heavy mineral zones in the geosyncline series. Recent studies in the Northern Apennines, Italy*. Jour. Sedimentary Petrology, 35, 109-115.
- GAZZI P. (1966) - *Le arenarie del flysch sopracretaceo dell'Appennino modenese; correlazioni con il flysch di Monghidoro*. Miner. Petrog. Acta, 12, 69-97.
- GAZZI P., ZUFFA G.C., GANDOLFI G., PAGANELLI L. (1973) - *Provenienza e dispersione litoranea delle sabbie delle spiagge adriatiche fra le foci dell'Isonzo e del Foglia: inquadramento regionale*. Mem. Soc. Geol. It., 12, 1-37.
- GUERRERA F., WEZEL F.C. (1974) - *Nuovi dati stratigrafici sui flysch oligo-miocenici siciliani e considerazioni tettoniche relative*. Riv. Minerar. Siciliana, 145-147, 27-51.
- LENTINI F., VEZZANI L. (1975) - *Le unità meso-cenozoiche della copertura sedimentaria del basamento cristallino peloritano (Sicilia nord-orientale)*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 537-554.
- LENTINI F. (1976) - *Le successioni mesozoico-terziarie dell'Unità di Longi (complesso Calabride) nei Peloritani occidentali (Sicilia)*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 1477-1503.
- MIDDLETON G. (1960) - *Chemical composition of sandstones*. Bull. Geol. Soc. of America, 71, 1011-1026.
- MUTTI E., RICCI LUCCHI F. (1972) - *Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies*. Mem. Soc. Geol. It., 11, II, 161-199.
- OGNIBEN L. (1960) - *Note illustrative dello schema geologico della Sicilia nord-orientale*. Riv. Minerar. Siciliana, 64-65, 183-212.
- OGNIBEN L. (1969) - *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano*. Mem. Soc. Geol. It., 8, IV, 453-763.
- OGNIBEN L. (1970) - *Schemi paleotettonistici anzichè paleogeografici in regioni di corrugamento; l'esempio della Sicilia*. Mem. Soc. Geol. It., 9, IV, 793-816.
- PETTIJOHN F.J. (1941) - *Persistence of heavy minerals and geologic age*. Jour. Geology, 49, 610-625.
- PETTIJOHN F.J. (1957) - *Sedimentary rocks*. Harper and Brothers, New York, 718 pp.
- PETTIJOHN F.J. (1963) - *Data of geochemistry, Chap. S., Chemical composition of sandstones-excluding carbonate and volcanic sand*. U. S. Geol. Sur. Prof. Paper, 440-S, 1-21.
- RICCI LUCCHI F. (1970) - *Sedimentografia*. Zanichelli N. S.p.A., Bologna, 288 pp.
- WEZEL F.C., RYAN W.B.F. (1971) - *Flysch, margini continentali e zolle litosferiche*. Boll. Soc. Geol. It., 90, 249-270.