

ANNA VINCI

PRIME NOTIZIE SUI RISULTATI DELLE RICERCHE
PETROGRAFICHE SUI SEDIMENTI ATTUALI
DEL MAR TIRRENO (LA SPEZIA) (*)

(Nota preliminare)

Riassunto. — Si riferiscono i primi risultati dell'analisi mineralogica e granulometrica di sedimenti carotati nel Mar Tirreno (La Spezia).

Il diametro medio dei sedimenti decresce con l'aumentare della profondità del mare, mentre aumenta il grado di selezione dei sedimenti stessi.

Il meccanismo di deposizione è da ritenersi quello gravitativo.

Abstract. — First results of mineralogical and mechanical analyses on cored sediments of the Tyrrhenian Sea (La Spezia) are reported.

The grain size distribution of the samples decreases and the sediment sorting increases with the increasing of the depth of the sea.

Sedimentation must be considered as due to a gravity mechanism.

Résumé. — On décrit les premiers résultats de l'analyse minéralogique et granulométrique des sédiments carottés dans la Mer Tyrrhénienne (La Spezia).

La granulométrie des carottes décroît, tandis que le classement des sédiments croît à mesure que la profondeur de la mer augmente.

Le mécanisme de dépôt à considérer est celui de gravitation.

E' in corso presso l'Istituto di Petrografia dell'Università di Parma, anche con il contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche, lo studio petrografico dei sedimenti marini del fondale tirrenico ad Ovest del Golfo di La Spezia, nella zona prospiciente Portovenere, l'Isola Palmaria e le Cinque Terre.

Tale studio petrografico rientra in un programma di ricerche or-

(*) Il materiale è stato raccolto durante le crociere eseguite dall'Istituto di Zoologia dell'Università di Parma con il contributo dell'I.A.E.A. (sotto contratto n° 62/US. Ren. I, Prof. Bruno Schreiber) del C.N.E.N. e del C.N.R.

ganizzate dall'Istituto di Zoologia, diretto dal Prof. B. Schreiber, e svolte in collaborazione da diversi Istituti dell'Università di Parma.

Esso comprende infatti, oltre a ricerche sedimentologiche, dei cui primi risultati si riferisce nella presente nota preliminare, anche ricerche micropaleontologiche svolte nell'Istituto di Geologia, polliniche svolte nell'Istituto di Botanica, ricerche pedologiche e radiometriche condotte nell'Istituto di Zoologia.

Il materiale esaminato è stato raccolto lungo un allineamento in direzione ENE-WSW, perpendicolarmente cioè alla costa, di fronte al promontorio di Portovenere ad una profondità variante tra i 25 e i

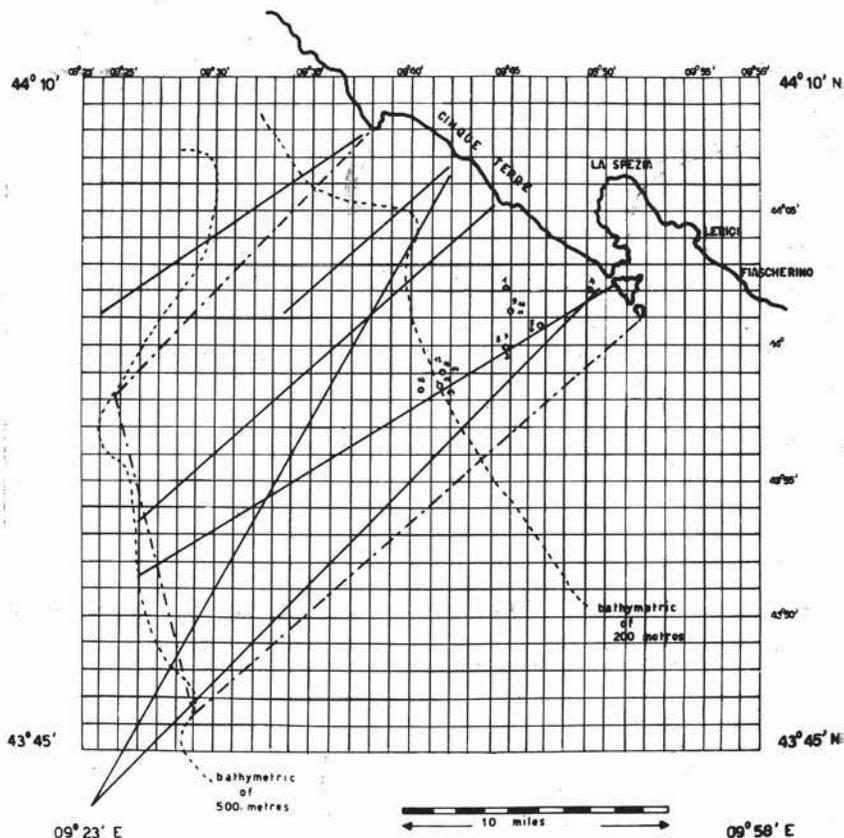


Fig. 1. — Carta batimetrica illustrante i punti di prelevamento delle carote (1).

(1) Per gentile concessione del « Laboratorio per lo studio della contaminazione radioattiva del mare » di Fiascherino (C.N.E.N.).

300 metri e ad una distanza dalla costa oscillante tra 0,3 e 8 miglia (fig. 1) ⁽¹⁾.

Per il prelievo dei sedimenti è stato usato un carotatore Phleger a gravità, con sgancio regolabile, in grado di fornire campioni cilindrici del diametro di 2 cm. e della lunghezza massima di un metro; la lunghezza delle carote ottenute non ha tuttavia mai raggiunto questo massimo ed è risultata variabile dai 23,5 ai 54 cm.

Il carotatore, munito di ali di stabilizzazione atte a mantenere l'apparecchio verticale durante la discesa, è stato sganciato da una altezza massima di 5 m. dal fondo marino.

I campioni estratti sono stati esaminati integralmente nella loro successione, dopo essere stati suddivisi in varie porzioni uguali, della lunghezza di 2 cm. ciascuna. La numerazione delle singole porzioni è stata fatta in modo che il numero uno rappresenti la parte superiore del sedimento e i numeri successivi siano indicativi di livelli sempre più profondi: in tale modo si ha per tutte le carote come orizzonte unico costante di riferimento quello della superficie del sedimento.

Le carote, anche se macroscopicamente simili, difficilmente presentano un colore uniforme per più di pochi cm. di lunghezza. Queste alternanze di colorazione, da grigio scuro a giallo marrone, non sempre rispecchiano variazioni granulometriche, ma sono probabilmente per lo più dovute a materiali organici e ad idrossidi di ferro diversamente distribuiti.

Localmente si possono notare anche delle venature con andamento generalmente parallelo alla lunghezza della carota. Incrostazioni, specie nelle parti terminali delle carote, sono state invece attribuite a mescolanze durante l'operazione di carotaggio e a contrazioni delle carote stesse dovute ad assestamento interno.

Morfologia del fondo marino e cenni geologici

Il fondo del mare al largo delle Cinque Terre presenta, per il tratto campionato, un andamento abbastanza regolare con le isobate pressochè equidistanti e parallele alla costa, come risulta dalla carta « Da Portofino al Gombo » pubblicata dall'Istituto Idrografico della Marina.

A Sud Est del golfo di La Spezia invece, le isobate, pur mante-

⁽¹⁾ In questa sede sono riportati solamente i risultati relativi alla carota 1 e alla carota 3.

nendosi parallele tra loro e alla costa, sono molto più distanziate e l'aumento della profondità verso il largo è di minore entità.

Una certa relazione si nota tra l'andamento delle coste e quello dei fondali ad esse prospicienti: infatti la costa è alta e a picco sul mare a Nord Ovest della foce del Magra, mentre diventa bassa e sabbiosa a Sud Est di essa.

Per quanto riguarda la geologia delle coste, a grandi linee, si può dire che da Levante a Lerici si incontrano successivamente le seguenti formazioni: arenarie superiori e formazione ofiolitifera, Macigno oligocenico, scisti varicolori (Creta-Eocene), maiolica (Creta inf.), diaspri (Titonico), marne a posydonomia (Lias sup.), calcari grigi (Lias medio), calcari (Lias inf.); queste litologicamente sono rappresentate in prevalenza da: diabasi, serpentine, diaspri, scisti arenacei, arenaria macigno e nel golfo di La Spezia anche da calcari, dolomia e quarziti (6).

Tali formazioni presentano un diverso grado di erodibilità e quindi il loro apporto di materiale alla sedimentazione marina è diverso.

Analisi granulometrica

I campioni ottenuti dalla suddivisione delle carote sono stati studiati nella composizione granulometrica e mineralogica.

Essendo i sedimenti già incoerenti non è stato necessario attaccarli in modo particolare, ma sono stati semplicemente trattati con acqua ossigenata a 30 volumi allo scopo di disgregarli completamente.

Il metodo seguito per l'analisi granulometrica è quello comunemente adottato in questo tipo di ricerche e descritto nella maggior parte della letteratura specializzata. La scala di valori usata è quella di Wentworth (21).

Per la granulometria della porzione siltosa (silt) e argillosa (clay) si è preferito il metodo della pipetta (Krumbein e Pettijohn (13)) a quello dell'idrometro, poichè, secondo quanto hanno dimostrato sperimentalmente Sternberg e Creager (26), per una concentrazione di sostanza inferiore a 6 gr. per litro, come è appunto il caso delle carote esaminate, l'analisi con la pipetta risulta essere di maggiore precisione. Come mezzo disperdente si è usata una soluzione di carbonato e ossalato di sodio.

In questa sede si riportano i risultati per le carote C. 1 e C. 3, prelevate rispettivamente a 50 e a 80 m. di profondità, nei punti segnati nella fig. 1.

Carota 1

Dimensioni dei granuli in μ	gr.	%	% cum.									
	CAMP. 1			CAMP. 2			CAMP. 3			CAMP. 5		
> 125	0,005	0,165	100,000	0,003	0,115	100,000	0,005	0,167	100,000	0,004	0,133	100,000
125 — 62	0,092	3,161	99,834	0,025	0,926	99,885	0,053	1,850	99,833	0,035	1,177	99,867
62 — 32	0,589	20,229	96,673	0,459	16,854	98,959	0,633	21,895	97,983	0,741	25,221	98,690
32 — 16	0,630	21,645	76,444	0,590	21,674	82,105	0,435	15,041	76,088	0,445	15,136	73,469
16 — 8	0,370	12,712	54,799	0,335	12,307	60,431	0,430	14,868	61,047	0,385	13,095	58,333
8 — 4	0,205	7,043	42,087	0,275	10,102	48,124	0,235	8,126	46,179	0,290	9,864	45,238
4 — 2	0,255	8,761	35,044	0,200	7,347	38,022	0,695	24,032	38,053	0,230	7,823	35,374
< 2	0,765	26,283	26,283	0,835	30,675	30,675	0,405	14,021	14,021	0,810	27,551	27,551
	CAMP. 6			CAMP. 7			CAMP. 8			CAMP. 9		
> 125	0,009	0,289	100,000	0,009	0,296	100,000	0,013	0,427	100,000	0,009	0,281	100,000
125 — 62	0,035	1,092	99,711	0,038	1,203	99,704	0,056	1,859	99,573	0,064	2,035	99,719
62 — 32	0,628	19,364	98,619	0,517	16,356	98,501	0,619	20,545	97,714	0,713	22,655	97,684
32 — 16	0,585	18,041	79,255	0,575	18,202	82,145	0,545	18,089	77,169	0,520	16,532	75,029
16 — 8	0,420	12,952	61,214	0,395	12,504	63,943	0,355	11,783	59,080	0,520	16,532	58,497
8 — 4	0,370	11,410	48,262	0,405	12,820	51,439	0,300	9,957	47,297	0,295	9,379	41,965
4 — 2	0,285	8,789	36,852	0,300	9,496	38,619	0,265	8,796	37,340	0,205	6,517	32,586
< 2	0,910	28,063	28,063	0,920	29,123	29,123	0,860	28,544	28,544	0,820	26,069	26,069
	CAMP. 10			CAMP. 11			CAMP. 12			CAMP. 13		
> 125	0,008	0,245	100,000	0,003	0,096	100,000	0,005	0,154	100,000	0,002	0,184	100,000
125 — 62	0,072	2,183	99,755	0,037	1,094	99,904	0,032	0,920	99,846	0,013	1,032	99,816
62 — 32	0,485	14,732	97,572	0,612	18,184	98,810	0,488	13,988	98,926	0,183	13,974	98,784
32 — 16	0,670	20,368	82,840	0,660	19,600	80,626	0,635	18,191	84,938	0,230	17,573	84,810
16 — 8	0,605	18,392	62,472	0,500	14,848	61,026	0,615	17,618	66,747	0,215	16,427	67,237
8 — 4	0,285	8,664	44,080	0,395	11,730	46,178	0,415	11,888	49,129	0,180	13,753	50,810
4 — 2	0,270	8,208	35,416	0,260	7,721	34,448	0,300	8,594	37,241	0,100	7,641	37,057
< 2	0,895	27,208	27,208	0,900	26,727	26,727	1,000	28,647	28,647	0,385	29,416	29,416

TABELLA 1

Dimensioni dei granuli in μ		gr.	%	% cum.									
> 125		—			—			—			—		
125 — 62		0,019	0,813	100,000	0,004	0,165	100,000	0,004	0,129	100,000	0,004	0,129	100,000
62 — 32		0,328	13,724	99,187	0,021	0,777	99,835	0,020	0,741	100,000	0,016	0,535	99,871
32 — 16		0,345	14,453	85,463	0,392	14,377	99,058	0,229	8,491	99,259	0,307	10,410	99,336
16 — 8		0,405	16,967	71,010	0,420	15,396	84,681	0,320	11,855	90,768	0,445	15,075	88,926
8 — 4		0,260	10,892	54,043	0,380	13,930	69,285	0,370	13,708	78,913	0,410	13,890	73,851
4 — 2		0,335	14,034	43,151	0,290	10,631	42,525	0,375	13,893	49,274	0,305	10,332	45,055
< 2		0,695	29,117	29,117	0,870	31,834	31,894	0,955	35,381	35,381	1,025	34,723	34,724
CAMP. 6													
> 125		—			—			—			—		
125 — 62		0,009	0,354	100,000	0,015	0,515	100,000	0,009	0,302	100,000	0,007	0,23	100,00
62 — 32		0,130	4,897	99,966	0,176	5,860	99,485	0,130	4,548	99,688	0,225	7,13	99,77
32 — 16		0,430	16,199	94,749	0,345	11,454	93,625	0,440	15,391	95,149	0,215	6,81	96,64
16 — 8		0,460	17,330	78,550	0,490	16,268	82,171	0,415	14,515	79,749	0,475	15,02	85,83
8 — 4		0,350	13,185	61,220	0,460	15,272	65,903	0,460	16,090	65,234	0,505	15,96	70,81
4 — 2		0,515	19,402	48,035	0,420	13,944	50,631	0,285	9,970	49,144	0,470	14,86	54,85
< 2		0,760	28,633	28,633	1,105	36,687	36,687	1,120	39,174	39,174	1,265	39,99	39,99
CAMP. 7													
> 125		—			—			—			—		
125 — 62		0,003	0,113	100,000	0,003	0,115	100,000	0,007	0,25	100,00	0,008	0,288	100,000
62 — 32		0,005	0,172	99,887	0,003	0,115	100,000	0,007	0,25	100,00	0,008	0,288	100,000
32 — 16		0,117	3,870	99,715	0,155	5,061	99,885	0,240	8,18	99,75	0,040	1,514	99,712
16 — 8		0,355	11,713	95,845	0,190	6,202	94,824	0,120	4,08	91,87	0,275	10,407	98,198
8 — 4		0,375	12,372	84,132	0,430	14,036	88,622	0,450	15,32	87,49	0,420	15,894	87,791
4 — 2		0,450	14,847	71,760	0,530	17,300	74,586	0,410	13,96	72,17	0,380	12,163	71,897
< 2		0,430	14,187	56,913	0,440	14,362	57,286	0,510	17,36	58,21	0,320	12,108	53,734
< 2		1,295	42,726	42,726	1,315	42,924	42,924	1,200	40,85	40,85	1,100	41,626	41,626
CAMP. 8													
> 125		0,004	0,132	100,000	—			—			—		
125 — 62		0,013	0,405	99,868	0,007	0,256	100,000	0,006	0,204	100,000	0,010	0,270	100,000
62 — 32		0,248	7,908	99,463	0,090	3,065	99,744	0,050	1,689	99,796	0,130	3,536	99,730
32 — 16		0,440	14,036	91,555	0,270	9,191	96,679	0,325	10,976	98,107	0,505	13,742	96,194
16 — 8		0,485	15,472	77,519	0,490	16,681	87,488	0,465	15,704	87,131	0,530	14,422	82,452
8 — 4		0,270	8,613	62,047	0,470	16,000	70,807	0,455	15,366	71,427	0,500	13,606	68,030
4 — 2		0,450	14,355	53,434	0,345	11,744	54,807	0,375	12,664	56,061	0,440	11,973	54,424
< 2		1,225	39,079	39,079	1,265	43,063	43,063	1,285	43,397	43,397	1,560	42,451	42,451
CAMP. 9													
> 125		—			—			—			—		
125 — 62		0,002	0,053	100,000	0,002	0,053	100,000	0,002	0,053	100,000	0,002	0,053	100,000
62 — 32		0,005	0,164	99,947	0,005	0,164	99,947	0,005	0,164	99,947	0,005	0,164	99,947
32 — 16		0,111	3,417	99,783	0,111	3,417	99,783	0,111	3,417	99,783	0,111	3,417	99,783
16 — 8		0,380	11,699	96,366	0,380	11,699	96,366	0,380	11,699	96,366	0,380	11,699	96,366
8 — 4		0,485	14,932	84,667	0,485	14,932	84,667	0,485	14,932	84,667	0,485	14,932	84,667
4 — 2		0,435	13,393	69,735	0,435	13,393	69,735	0,435	13,393	69,735	0,435	13,393	69,735
< 2		0,480	14,778	56,342	0,480	14,778	56,342	0,480	14,778	56,342	0,480	14,778	56,342
< 2		1,350	41,564	41,564	1,350	41,564	41,564	1,350	41,564	41,564	1,350	41,564	41,564
CAMP. 10													
> 125		—			—			—			—		
125 — 62		0,003	0,190	100,000	0,003	0,190	100,000	0,003	0,190	100,000	0,003	0,190	100,000
62 — 32		0,117	3,870	99,715	0,117	3,870	99,715	0,117	3,870	99,715	0,117	3,870	99,715
32 — 16		0,355	11,713	95,845	0,355	11,713	95,845	0,355	11,713	95,845	0,355	11,713	95,845
16 — 8		0,375	12,372	84,132	0,430	14,036	88,622	0,450	15,32	87,49	0,420	15,894	87,791
8 — 4		0,450	14,847	71,760	0,530	17,300	74,586	0,410	13,96	72,17	0,380	12,163	71,897
4 — 2		0,430	14,187	56,913	0,440	14,362	57,286	0,510	17,36	58,21	0,320	12,108	53,734
< 2		1,295	42,726	42,726	1,315	42,924	42,924	1,200	40,85	40,85	1,100	41,626	41,626
CAMP. 11													
> 125		0,004	0,132	100,000	—			—			—		
125 — 62		0,013	0,405	99,868	0,007	0,256	100,000	0,006	0,204	100,000	0,010	0,270	100,000
62 — 32		0,248	7,908	99,463	0,090	3,065	99,744	0,050	1,689	99,796	0,130	3,536	99,730
32 — 16		0,440	14,036	91,555	0,270	9,191	96,679	0,325	10,976	98,107	0,505	13,742	96,194
16 — 8		0,485	15,472	77,519	0,490	16,681	87,488	0,465	15,704	87,131	0,530	14,422	82,452
8 — 4		0,270	8,613	62,047	0,470	16,000	70,807	0,455	15,366	71,427	0,500	13,606	68,030
4 — 2		0,450	14,355	53,434	0,345	11,744	54,807	0,375	12,664	56,061	0,440	11,973	54,424
< 2		1,225	39,079	39,079	1,265	43,063	43,063	1,285	43,397	43,397	1,560	42,451	42,451
CAMP. 12													
> 125		—			—			—			—		
125 — 62		0,005	0,172	99,887	0,003	0,115	100,000	0,007	0,25	100,00	0,008	0,288	100,000
62 — 32		0,117	3,870	99,715	0,155	5,061	99,885	0,240	8,18	99,75	0,040	1,514	99,712
32 — 16		0,355	11,713	95,845	0,190	6,202	94,824	0,120	4,08	91,87	0,275	10,407	98,198
16 — 8		0,375	12,372	84,132	0,430	14,036	88,622	0,450	15,32	87,49	0,420	15,894	87,791
8 — 4		0,450	14,847	71,760	0,530	17,300	74,586	0,410	13,96	72,17	0,380	12,163	71,897
4 — 2		0,430	14,187	56,913	0,440	14,362	57,286	0,510	17,36	58,21	0,320	12,108	53,734
< 2		1,295	42,726	42,726	1,315	42,924	42,924	1,200	40,85	40,85	1,100	41,626	41,626
CAMP. 13													
> 125		0,003	0,113	100,000	—			—			—		
125 — 62		0,005	0,172	99,887	0,003	0,115	100,000	0,007	0,25	100,00	0,008	0,288	100,000
62 — 32		0,117	3,870	99,715	0,155	5,061	99,885	0,240	8,18	99,75	0,040	1,514	99,712
32 — 16		0,355	11,713	95,845	0,190	6,202	94,824	0,120	4,08	91,87	0,275	10,407	98,198
16 — 8		0,375	12,372	84,132	0,430	14,036	88,622	0,450	15,32	87,49	0,420	15,894	87,791
8 — 4		0,450	14,847	71,760	0,530	17,300	74,586	0,410	13,96	72,17	0,380	12,163	71,897
4 — 2		0,430	14,187	56,913	0,440	14,362	57,286	0,510	17,36	58,21	0,320	12,108	53,734
< 2		1,295	42,726	42,726	1,315	42,924	42,924	1,200	40,85	40,85	1,100	41,626	41,626
CAMP. 14													
> 125		0,003	0,113	100,000	—			—			—		
125 — 62		0,005	0,172	99,887	0,003	0,115	100,000	0,007	0,25	100,00	0,008	0,288	100,000
62 — 32		0,117	3,870	99,715	0,155	5,061	99,885	0,240	8,18	99,75	0,040	1,514	99,712
32 — 16		0,355	11,713	95,845	0,190	6,202	94,824	0,120	4,08	91,87	0,275	10,407	98,198
16 — 8		0,375	12,372	84,132	0,430	14,036	88,622	0,450	15,32	87,49	0,420	15,894	87,791
8 — 4		0,450	14,847										

I risultati sono stati espressi numericamente nelle tabelle 1-2 e graficamente nelle figg. 2-3-4-5.

Nella fig. 2 sono rappresentati gli istogrammi della C. 1, che mo-

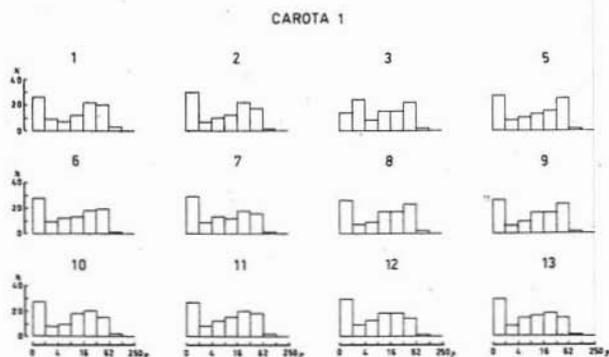


Fig. 2. — Istogrammi relativi alla granulometria della carota C. 1.

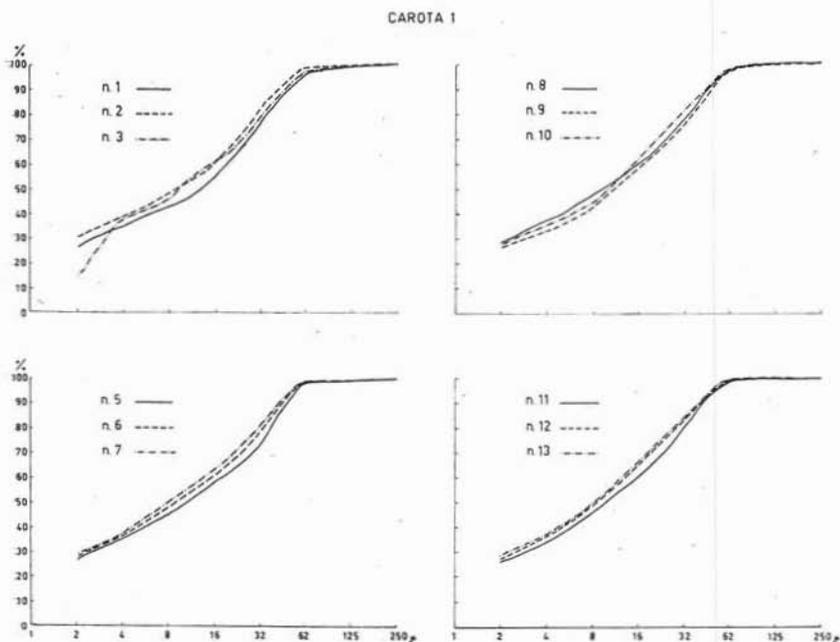


Fig. 3. — Curve cumulative in scala semilogaritmica della carota C. 1, prelevata a 50 m. di profondità.

strano un massimo principale ben evidente in corrispondenza dell'intervallo dimensionale $0-2 \mu$ ed un altro variabile nelle classi da 16 a 62μ . Quest'ultimo massimo è messo ben in evidenza anche dalle curve cumulative di fig. 3, relative alla stessa carota, che presentano tutte un flesso nelle classi dimensionali corrispondenti a tale massimo.

CAROTA 3

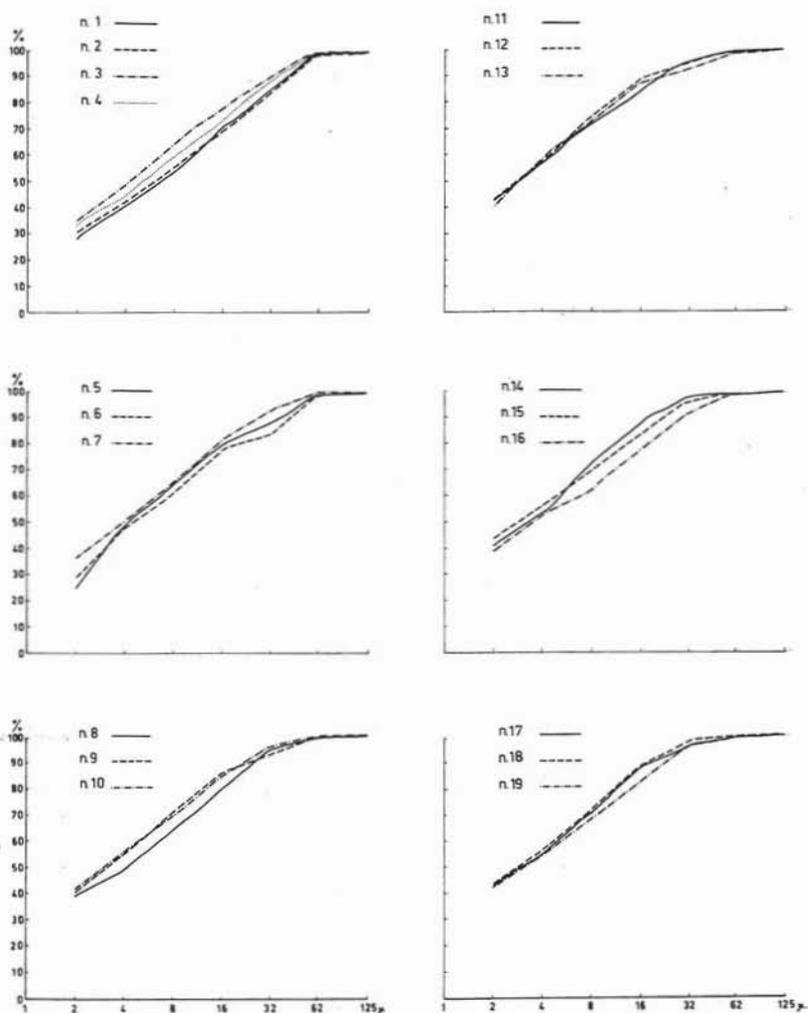


Fig. 4. — Curve cumulative mostranti la distribuzione granulometrica della carota C. 3 in scala semilogaritmica. Profondità 80 m.

Non è evidenziato invece il flesso corrispondente alle particelle minori di 2μ , in quanto questa è la dimensione minima determinata.

Dall'esame della fig. 3 si può notare la grande uniformità delle curve cumulative e quindi la costanza delle caratteristiche granulometriche in tutta la carota. Nelle curve cumulative della C. 3 invece (fig. 4) non si nota alcun flesso in corrispondenza delle classi dimensionali maggiori.

Infatti anche negli istogrammi corrispondenti (fig. 5) il massimo di queste classi dimensionali manca, mentre risulta maggiormente ac-

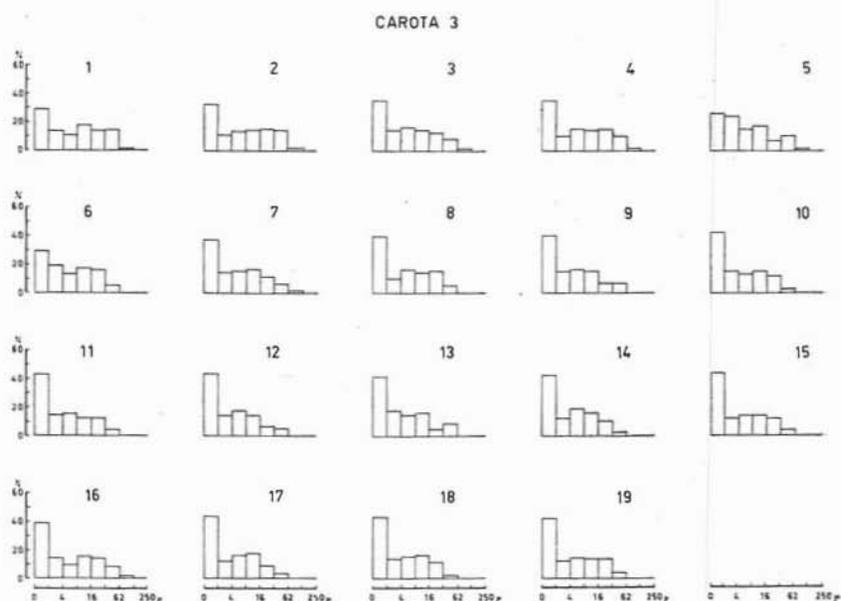


Fig. 5. — Istogrammi rappresentativi della composizione granulometrica della carota C. 3.

centuato quello relativo all'insieme delle particelle con dimensioni inferiori a 2 micron.

Nelle tabelle 3 e 4 sono elencati rispettivamente per la carota 1 e la carota 3 alcuni parametri ricavati dalle curve cumulative della granulometria dei sedimenti studiati.

Dall'esame di queste tabelle si può dedurre che il valore della mediana varia nella C. 1 da $7,7$ a 13μ ($7,02$ a $6,27$ in scala φ), mentre nella C. 3 va da $2,8$ a $6,2\mu$ ($8,48$ a $7,33$ in scala φ). Per entrambe le carote i valori massimi corrispondono alla parte superiore del sedimento.

Carota 1

No cam- pioni	Md Mediana		Q ₃ Quartile (75%)	Q ₁ Quartile (25%)	P ₉₀ Percentile (90%)	P ₁₀ Percentile (10%)	So Trask sorting coeff.	Sk Trask skewness	K Kurtosis	sabbia > 02 μ		silt 02-4 μ		argilla < 4 μ	
	ψ	μ								μ	μ	μ	μ	%	%
1	6,27	13,0	30,9	1,90	48,5	0,76	4,0	0,35	0,30	3,33	61,63	35,04			
2	6,80	9,0	26,8	1,63	42,2	0,65	4,1	0,54	0,30	1,04	60,94	38,02			
3	6,72	9,5	29,0	2,70	46,1	1,42	3,3	0,87	0,29	2,02	59,93	38,05			
5	6,57	10,5	33,0	1,81	47,9	0,73	4,3	0,54	0,33	1,31	63,32	35,37			
6	6,85	8,7	28,3	1,78	43,8	0,71	4,0	0,07	0,31	1,39	61,76	36,85			
7	7,02	7,7	25,9	1,72	42,2	0,69	3,9	0,75	0,29	1,50	59,88	38,62			
8	6,72	9,5	29,8	1,75	46,9	0,70	4,1	0,58	0,30	2,29	60,37	37,34			
9	6,44	11,5	32,0	1,92	50,0	0,77	4,1	0,46	0,31	2,32	65,09	32,59			
10	6,64	10,0	25,9	1,83	45,3	0,74	3,8	0,47	0,27	2,43	62,15	35,42			
11	6,69	9,7	27,0	1,87	41,8	0,75	3,8	0,54	0,31	1,20	64,35	34,45			
12	6,88	8,5	23,2	1,75	40,0	0,70	3,6	0,56	0,27	1,07	61,69	37,24			
13	7,00	7,8	22,4	1,70	39,6	0,68	3,6	0,63	0,27	1,22	61,72	37,06			

TABELLA 3

Carota 3

No cam- pioni	Md Mediana		Q ₃ Quartile (75%)	Q ₂ Quartile (25%)	P ₉₀ Percentile (90%)	P ₁₀ Percentile (10%)	So Trask sorting coeff.	Sk Trask skewness	K Kartosis	sabbia > 62 μ		silt 62-4 μ		argilla < 4 μ	
	q _p	μ								μ	%	%	%	%	
1	7,33	6,2	20,0	1,72	40,0	0,69	3,4	0,89	0,23	0,81	56,04	43,15			
2	7,38	6,0	21,0	1,57	41,8	0,63	3,7	0,92	0,24	0,94	56,54	42,52			
3	7,93	4,1	13,5	1,41	31,2	0,57	3,1	1,13	0,20	0,74	49,99	49,27			
4	7,64	5,0	17,0	1,44	33,8	0,58	3,4	0,98	0,23	0,66	54,29	45,05			
5	7,97	4,0	13,0	1,95	35,2	0,78	2,6	1,58	0,16	0,62	49,42	49,96			
6	7,80	4,5	14,0	1,74	42,0	0,70	2,8	1,20	0,15	0,35	51,62	48,03			
7	8,00	3,9	12,0	1,36	27,0	0,55	3,0	1,07	0,20	0,51	48,86	50,63			
8	7,90	4,2	13,0	1,28	25,0	0,51	3,2	0,94	0,24	0,30	50,55	49,15			
9	8,29	3,2	10,0	1,25	23,5	0,50	2,8	1,22	0,19	0,23	44,92	54,85			
10	8,38	3,0	10,0	1,20	21,6	0,48	2,9	1,33	0,21	0,22	43,44	56,34			
11	8,48	2,8	10,0	1,17	22,8	0,47	2,9	1,49	0,20	0,29	42,80	56,91			
12	8,48	2,8	8,2	1,16	18,4	0,47	2,7	1,21	0,20	0,12	42,60	57,28			
13	8,43	2,9	9,0	1,22	24,6	0,49	2,7	1,31	0,16	0,25	41,54	58,21			
14	8,29	3,2	9,0	1,20	18,8	0,48	2,7	1,05	0,21	0,29	45,98	53,73			
15	8,48	2,8	10,5	1,13	23,0	0,45	3,0	1,51	0,21	0,55	43,35	56,10			
16	8,20	3,4	14,0	1,28	30,0	0,51	3,3	1,55	0,22	0,54	46,03	53,43			
17	8,38	3,0	9,5	1,16	20,0	0,46	2,9	1,22	0,21	0,26	44,93	54,81			
18	8,48	2,9	9,5	1,15	18,4	0,46	2,9	1,30	0,23	0,20	43,74	56,06			
19	8,29	3,2	11,0	1,18	24,0	0,47	3,0	1,27	0,21	0,27	45,31	54,42			

TABELLA 4

Il grado di selezione dei sedimenti è espresso come coefficiente di selezione (« sorting coefficient » di Trask). $So = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$, dove è sempre $Q_3 > Q_1$. Questo coefficiente presenta per la Carota I dei valori molto elevati, varianti cioè tra 3,3 e 4,3. Questi valori, secondo Trask (28), sono caratteristici di un sedimento poco selezionato. Per la Carota 3 il coefficiente di selezione varia invece da 2,6 a 3,7 e caratterizza un sedimento un po' più selezionato del precedente.

Si potrebbe obiettare che i valori del coefficiente di selezione (So) sono più alti di quelli generalmente riscontrati nel caso di una semplice sedimentazione gravitativa, come quella presumibilmente qui in atto. Si è riscontrata tuttavia (fig. 7) una diminuzione di So con la profondità e questo in concordanza con la relativa diminuzione delle particelle grossolane.

La asimmetria delle curve può essere espressa dalla misura della skewness $Sk = \frac{Q_1 \cdot Q_3}{Md^2}$.

Per quanto riguarda questo fattore si può osservare che i dati ottenuti dall'analisi delle carote oscillano intorno a uno e precisamente per la C. 1 sono inferiori, mentre per la C. 3 generalmente eccedono questo valore.

Valori superiori all'unità indicano lo spostamento della mediana verso Q_1 , mentre per valori inferiori Md si sposta verso Q_3 .

La kurtosis, che rappresenta l'acutezza della curva, è stata ottenuta tramite la formula $K = \frac{Q_3 - Q_1}{2(P_{90} - P_{10})}$, dove Q_3 e Q_1 rappresentano il primo e il terzo quartile e P_{90} e P_{10} sono i percentili corrispondenti rispettivamente a 90% e al 10% (1).

Nella stessa tabella infine sono indicati i rapporti percentuali tra frazione sabbiosa ($> 62 \mu$), frazione siltosa ($62-4 \mu$) e frazione argillosa ($< 4 \mu$) (2).

(1) I valori Q_1 e P_{10} usati per il calcolo dei coefficienti So , Sk e K , nel caso delle curve in esame, cadono nel campo dimensionale inferiore a 2 micron, non direttamente studiato. Per ottenere quindi un valore più approssimato possibile sono state ricostruite le curve cumulative in scala aritmetica e i valori del primo quartile e del decimo percentile interpolati su di esse.

(2) Nel presente lavoro si è seguita per l'analisi granulometrica la scala di Wentworth e pertanto le denominazioni corrispondenti alle varie suddivisioni delle classi dimensionali sono quelle proposte da tale autore.

La parte sabbiosa ($> 62 \mu$) è costituita nella C. 1 da circa il 2% con valori oscillanti tra 1,04 e 3,33%, mentre è decisamente inferiore all'1% nella C. 3. La frazione inferiore a 4 micron ha un massimo di 38,62% nella C. 1 e arriva a 58,21 nella C. 3.

Tali rapporti sono rappresentati graficamente nella fig. 6.

La fig. 7 illustra invece le variazioni di K, Sk e So con la profondità del sedimento: la kurtosis mantiene valori costanti per tutta la

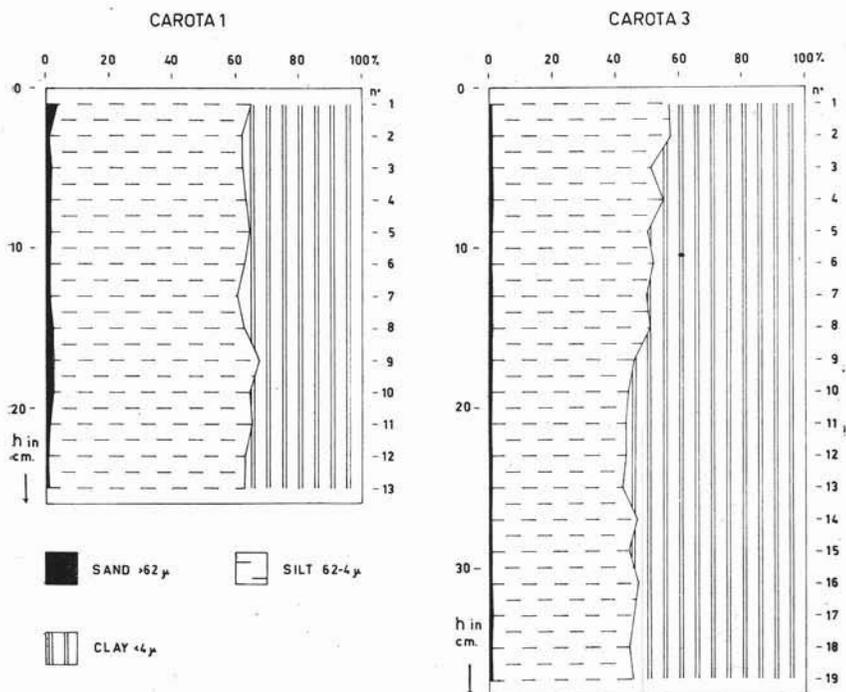


Fig. 6. — Variazione percentuale della granulometria delle carote C. 1 e C. 3 con la profondità.

lunghezza delle carote, mentre la skewness e il sorting subiscono variazioni irregolari all'aumentare della profondità. In generale però si può notare che queste variazioni, anche se di piccola entità, sono meno evidenti nella C. 1 che nella C. 3.

Inoltre si può affermare che per la C. 1 si hanno bassi valori di skewness e kurtosis in corrispondenza di sedimenti poco selezionati,

mentre nella C. 3 per più bassi valori di K si ha un aumento di Sk e una migliore selezione del sedimento.

Si ha dalla bigliografia (5) che valori bassi di Sk e K , associati ad un sedimento fine, sono caratteristici di sedimenti rimaneggiati e generalmente si rinvencono in formazioni con bassa energia di livello, come è il caso di quelli qui esaminati. I valori della kurtosis (K) e della

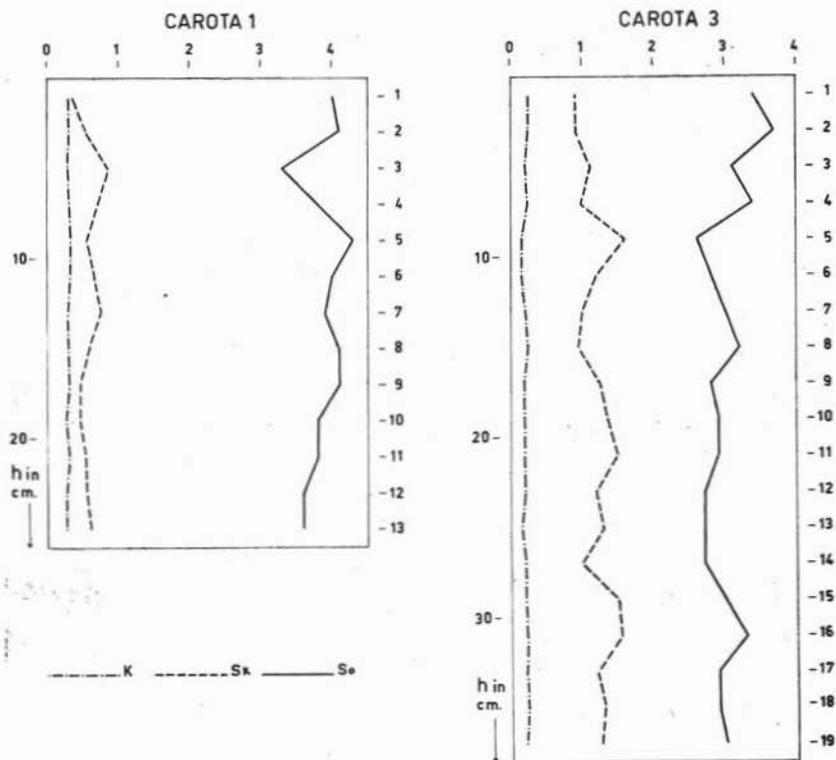


Fig. 7. — Variazione dei parametri granulometrici delle carote C. 1 e C. 3 con la profondità.

skewness (Sk) mostrano inoltre un notevole avvicinamento della curva ad una funzione logaritmica normale (« Log normality » degli autori di lingua inglese - Cadigan 5 - Otto 18 - Udden 29).

Dal confronto delle due carote si può notare come la C. 3 abbia minori valori del coefficiente di selezione So , caratterizzanti cioè un se-

dimento meglio classato, minori valori di K e maggiori di Sk della C. 1, associati ad un aumento percentuale di particelle fini.

Paragonando (tab. 5) i dati ottenuti dallo studio di questi sedimenti (C. 1 - C. 3) con quelli di carotaggi eseguiti alle stesse profondità, nel Golfo di Genova (N. 13 - N. 15) (Borghetti 2), si ha in genere una conferma del fatto che la dimensione media dei granuli di un sedimento decresce con l'aumentare della profondità.

In particolare si può notare come si abbia una granulometria maggiore per i sedimenti del Golfo di Genova e una corrispondente migliore selezione.

E questo è molto presumibilmente spiegabile con il diverso andamento della costa e del fondo marino nelle zone esaminate.

Per un'eguale distanza dalla costa infatti si ha per il Golfo di Genova, tra Voltri e Pegli, una batimetria minore di quella riscontrata di fronte alle Cinque Terre.

TABELLA 5 (1)

	Md	Q ₃	Q ₁	So	Sk	Profondità in m.
C. 1	13 -7,7	33-22,4	1,92-1,63	4,3-3,3	0,35-0,87	50
N. 13	22,0	47,0	10,0	2,16	0,98	50
C. 3	6,2-2,8	21- 8,2	1,95-1,13	3,7-2,6	1,58-0,89	80
N. 15	9,1	19,0	6,9	1,67	1,26	84

(1) I valori relativi alle carote C. 1 e C. 3 sono quelli minimo e massimo della intera carota. I fattori Md, Q₃ e Q₁ sono espressi in micron.

E' noto che la topografia del fondale e la struttura geologica dell'arco di costa ad esso prospiciente condizionano sia la quantità, sia la composizione e il carattere del materiale depositato in mare. Come pure è evidente che un'influenza essenziale sulla distribuzione dei depositi viene esercitata dal valore della pendenza del fondo marino.

Dal momento però che la profondità a cui sono stati fatti i prelievi è minima, appare chiaro come la granulometria dei depositi sia determinata non solo dal rilievo del fondo, ma anche dai movimenti dell'acqua.

L'azione del moto ondoso infatti, pur interessando prevalentemente lo strato superficiale del mare, esercita anche, almeno secondo l'opinione di alcuni studiosi dell'argomento (10), un'influenza sensibile nei mari chiusi fino ad una profondità di 100 m.

Poichè nella zona in esame la sedimentazione è con ogni probabilità essenzialmente gravitativa e poichè la permanenza in sospensione degli elementi detritici è da imputarsi al moto ondoso o alle correnti marine, i risultati degli studi granulometrici rispecchiano pienamente le variazioni inerenti alla diversa profondità a cui sono state raccolte le carote.

Analisi mineralogica

Della frazione grossolana ($> 62 \mu$) è stato eseguito lo studio mineralogico.

Un primo dato quantitativo è fornito dal rapporto percentuale tra microfauna e elasti (minerali e frammenti di roccia), presenti in ciascuna carota.

La percentuale di organismi è in realtà minima rispetto a quella dei minerali e raggiunge un massimo del 30% solo nel campione 15 della Carota 3. Nella Carota 1 invece la microfauna è presente addirittura in quantità trascurabile, variante cioè dallo 0 al 2%.

Le variazioni percentuali della loro frequenza con la profondità sono rappresentate nella fig. 8.

Data la esiguità del materiale, non è stato possibile suddividere i elasti in classi dimensionali su cui eseguire determinazioni quantitative dei minerali pesanti; la separazione di questi ultimi è stata fatta con il liquido di Thoulet ($d = 3,02$).

Per ogni frazione di carota è stato eseguito lo studio qualitativo al microscopio polarizzatore, sia dei granuli montati su balsamo (minerali leggeri), sia di granuli immersi in liquidi ad indice noto (minerali pesanti), usando eugenolo ($n = 1,541$), bromoformio ($n = 1,589$) e monobromonaftalina ($n = 1,698$).

Il conteggio è stato effettuato con l'ausilio del tavolino traslatore.

Dato il carattere recente dei sedimenti i minerali si presentano poco alterati, per lo più a spigoli vivi e con contorno spesso irregolare.

MINERALI PESANTI

I minerali pesanti presenti nella Carota I sono rappresentati da: epidoti, orneblenda verde e bruna, granati, zircone, tormalina, stau-

rolite, picotite, rutilo, topazio, andalusite, apatite, titanite, oltre ad una certa quantità di minerali opachi.

Nella carota 3 i minerali pesanti sono presenti in quantità minore e con un numero inferiore di specie.

Epidoto: spesso i granuli sono irregolari ed angolosi con frattura indistinta; perfetta è la sfaldatura parallela a $\{001\}$. E' presente un debole pleocroismo secondo lo schema: α = verde chiaro, β = giallo verde, γ = incolore. Ha rifrazione forte ed è biassico negativo.

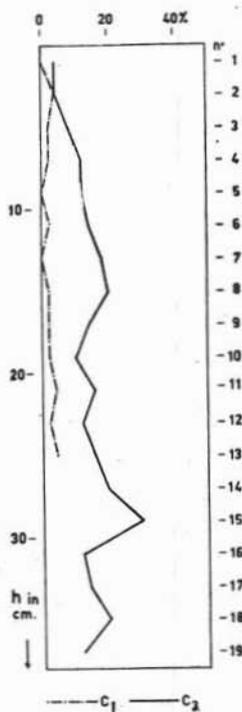


Fig. 8. — Variazione percentuale della presenza di microfauna nelle carote C. 1 e C. 3 con la profondità

Orneblenda verde: presente in pochi esemplari solo nella Carota 1. L'abito è prismatico allungato, la sfaldatura $\{110\}$ perfetta. Ha pleocroismo secondo lo schema: α = verde pallido, β = giallo verde, γ = verde scuro. L'angolo di estinzione misurato è $e : \gamma = 25^\circ$. E' allungata positivamente. Biassica negativa.

Granati: presentano abito rotondeggiante, con frattura indistinta e scheggiata.

Sono generalmente limpidi e hanno lucentezza vitrea.

La rifrazione è fortissima e l'isotropia perfetta.

Zircone: in piccoli cristalli ad abito prismatico terminato da piramidi.

Gli indici di rifrazione sono altissimi. E' generalmente incolore e di lucentezza adamantina. Ha allungamento positivo e estinzione retta. La birifrangenza è forte.

Tormalina: in forme allungate, è frequentemente striata secondo l'asse ternario e si presenta in diverse varietà con colore bruno o verde. Gli indici di rifrazione sono piuttosto elevati. Si rileva un pleocroismo accentuato secondo lo schema: nelle varietà verdi ω = verde scuro, ϵ = verde chiaro; oppure nelle varietà brune ω = bruno, ϵ = bruno chiaro. I granuli sono sempre ben conservati.

Staurolite: presente solo e con una relativa abbondanza nella parte superiore della Carota 1. Di colore caratteristico giallo oro, presenta abito prismatico e frattura a ferro di cavallo.

E' biassica positiva e ha indici di rifrazione elevati.

Si osserva un notevole pleocroismo con schema: α = incolore, β = giallo pallido, γ = giallo oro.

Picotite: ha abito irregolare, colore bruno, lucentezza da vitrea a sub-metallica. L'indice di rifrazione è molto elevato. Si presenta otticamente isotropa.

Rutilo: abito prismatico aciculare, mostra rilievo e indici di rifrazione molto alti.

Molto evidente l'estinzione retta. Ha frattura concoide e lucentezza sub-metallica. Il pleocroismo è secondo lo schema ω = rosso bruno, ϵ = rosso chiaro; frequente è la geminazione polisintetica secondo $\{101\}$ che conferisce al minerale una caratteristica striatura inclinata rispetto a quella parallela all'asse c. La birifrangenza è estrema.

Andalusite: di colore rosa, ha abito prismatico tozzo. I granuli poco limpidi mostrano talvolta inclusioni di sostanza carboniosa. Il pleocroismo molto debole con α = roseo, β = incolore, γ = incolore è difficilmente osservabile.

Apatite: abito prismatico allungato, incolore; qualche volta sono presenti inclusioni disposte parallelamente all'asse principale. Il rilievo è moderato e la birifrangenza debole. Presenta estinzione retta. La figura di interferenza è di tipo monoassico negativo.

Titanite: si presenta in forme prismatiche con frattura irregolare. Di colore giallo bruno, ha alti indici di rifrazione e rilievo elevato. Biassica positiva.

Raramente si osserva una estinzione completa.

Topazio: si presenta di colore blu e con abito prismatico tozzo. E' osservabile una figura di interferenza di tipo biassico positivo. Mostra un alto rilievo. Date le piccole dimensioni dei granuli non si è rilevato il pleocroismo.

MINERALI LEGGERI

I minerali leggeri sono stati studiati prendendo in esame per le determinazioni quantitative 500 individui per ogni campione. Anch'essi poco alterati sono costituiti in prevalenza da miche.

Nelle tabelle 6 e 7 sono riportate le distribuzioni percentuali della frequenza delle singole specie trovate, rispettivamente per le carote C. 1 e C. 3.

Muscovite: si presenta incolore, trasparente, a volte leggermente torbida per alterazione, in lamelle di dimensioni notevolmente superiori a quelle degli altri minerali, con contorno irregolare; presenta notevoli inclusioni di apatite e zircone.

La sfaldatura {001} è molto netta. E' chiaramente visibile la figura di interferenza di tipo biassico negativo. La muscovite è il minerale più frequente fra i minerali leggeri in tutte le carote.

Biotite: appare in lamelle di grandi dimensioni a contorno irregolare, presentanti plaghe di alterazione cloritica.

In alcuni granuli si osserva un forte pleocroismo secondo lo schema: $a =$ giallo chiaro, $\beta = \gamma =$ bruno scuro. La sfaldatura {001} è perfetta. Biassica pseudomonoassica negativa.

Clorite: appare in lamelle a contorno irregolare con pleocroismo molto evidente $a = \beta =$ verde chiaro, $\gamma =$ giallo verde. E' biassica positiva con angolo fra gli assi ottici molto piccolo. Molto basso è il potere birifrattivo. La varietà presente è in genere clinocloro.

Quarzo: si presenta in granuli irregolari e molto angolosi; ha spesso estinzione ondulata e presenta inclusioni liquide e gassose.

Calcite: poco frequente, incolore, presenta a volte nette tracce di sfaldatura; ha colori di interferenza molto elevati. Monoassica negativa.

Plagioclasti: poco frequenti; si nota talvolta la geminazione secondo la legge dell'Albite. Di forma irregolare, hanno indici di rifrazione a volte minori, a volte maggiori di quelli del balsamo. Gli angoli di estin-

Carota 1

N° campioni	Muscovite %	Biotite %	Clorite %	Quarzo %	Calcite %	Plagioclassi %	Ortoclasio %
1	60	27	6	2	5	—	—
2	59	18	6	8	9	—	—
3	57	22	7	6	6	2	—
4	53	25	10	7	4	1	—
5	43	40	8	1	8	—	—
6	44	36	8	3	7	1	1
7	43	39	8	4	6	—	—
8	56	31	8	2	3	—	—
9	70	12	10	2	5	1	—
10	51	21	15	6	4	3	—
11	50	25	6	13	6	—	—
12	62	25	4	4	4	1	—
13	46	35	6	9	3	1	—

TABELLA 6

Carota 3

N° campioni	Muscovite %	Biotite %	Clorite %	Quarzo %	Plagioclassi %	Ortoclasio %	Calcite %	Frammenti di roccia %
1	55	26	7	8	2	—	1	1
2	49	23	8	14	3	1	1	1
3	41	14	14	20	1	3	5	2
4	52	10	12	9	7	3	4	3
5	47	12	10	17	4	4	6	—
6	45	15	11	18	6	2	2	1
7	42	16	10	12	6	6	5	3
8	51	22	5	12	4	2	3	1
9	42	13	6	22	7	6	2	2
10	41	15	8	16	8	8	2	2
11	39	17	7	22	8	3	2	2
12	33	16	7	30	4	2	2	6
13	35	17	7	23	6	5	5	2
14	32	10	9	28	7	5	4	5
15	35	13	7	22	5	4	8	6
16	38	12	16	13	8	3	4	6
17	62	7	12	10	3	1	3	2
18	66	10	9	4	2	2	3	4
19	74	6	13	3	1	1	2	—

TABELLA 7

zione massimi misurati al T.U. in sezioni della zona simmetrica dei geminati Albite oscillano da -9° a $+20^\circ$. Si tratta quindi di termini diversi variabili dall'oligoclasio all'andesina.

Ortoclasio: incolore, trasparente o reso torbido da alterazione, si presenta in genere di forma irregolare. Sfaldature {001} e {010} talvolta nette. Biassico negativo, ha indici di rifrazione minori di quelli del balsamo. La percentuale di frequenza è molto bassa.

I minerali leggeri sono stati in seguito calcolati riunendoli, secondo la classificazione di Folk (8), in tre gruppi: quarzo e selce (Q), mica e frammenti di rocce metamorfiche (M), feldspati e frammenti di rocce ignee (F).

I valori numerici di questi raggruppamenti, espressi in percentuale nella tabella 8, sono stati rappresentati graficamente nella fig. 9.

L'esame di tale diagramma triangolare mette in evidenza che i punti rappresentativi di tutti i campioni della Carota I cadono decisamente nel campo delle grovacche, mentre quelli relativi alla Carota 3 sono compresi in parte nello stesso campo ed in parte in quello delle grovacche feldspatiche ⁽¹⁾: per tutti la posizione nel diagramma di Folk è spostata verso il vertice M.

Dal punto di vista della granulometria, i campioni in studio debbono essere inquadrati tra quelli da Folk denominati « muds » (fanghi).

L'angolosità dei clasti e la presenza dei minerali poco alterati sono per Krinine (12) e Van Andel (1) tipici di sedimenti che, come quelli in esame, sono provenienti da regioni tettonicamente giovani.

In tali zone orogeneticamente attive questi autori hanno riconosciuto che i tipi litologici caratteristici sono le grovacche e le grovacche feldspatiche, sedimenti in cui erosione, trasporto e sedimentazione sarebbero relativamente rapidi.

Le caratteristiche morfoscopiche riscontrate e la loro posizione nella sistematica di Folk concordano pienamente con le teorie di questi autori. Si nota inoltre un'apprezzabile diminuzione delle miche e dei frammenti di roccia nella carota I, raccolta alla profondità minore e relativamente un aumento nei campioni della C. 3, raccolta alla profondità maggiore; questa osservazione con una certa probabilità evidenzia nella C. 3 una diminuzione dell'apporto più grossolano, d'altronde già riscontrata nelle analisi granulometriche.

⁽¹⁾ La nomenclatura usata in questa sede ha un valore limitato alle sistematiche di Folk.

TABELLA 8

CAROTA 1			CAROTA 3			N° campioni
Q	M	F	Q	M	F	
%	%	%	%	%	%	
2	98	—	8	90	2	1
9	91	—	14	82	4	2
6	92	2	22	74	4	3
7	92	1	9	80	11	4
1	99	—	18	73	9	5
3	95	2	18	74	8	6
4	96	—	13	75	12	7
2	98	—	13	81	6	8
2	97	1	23	64	13	9
6	91	3	16	68	16	10
14	86	—	22	67	11	11
4	95	1	30	64	6	12
9	90	1	24	64	12	13
			29	58	13	14
			24	66	10	15
			14	75	11	16
			10	86	4	17
			4	92	4	18
			3	95	2	19

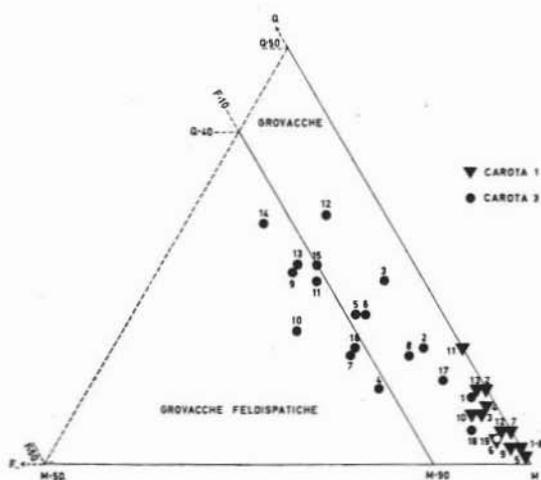


Fig. 9. — Composizione delle carote C. 1 e C. 3 in base alla classificazione di Folk.

Per la determinazione qualitativa della composizione mineralogica della frazione inferiore a 2 micron è stata eseguita l'analisi roentgenografica al diffrattometro General Electric X-RD 5 ⁽¹⁾, che ha permesso di riconoscere la presenza dei seguenti minerali argillosi: illite, montmorillonite, caolinite e clorite.

* * *

Riepilogando quanto finora esposto e dal momento che nella maggior parte dei caratteri riscontrati nelle due carote si è verificata una certa concordanza, si può pensare che, dopo la deposizione di questi sedimenti, non si sono presumibilmente sovrapposti altri fenomeni alla normale sedimentazione gravitativa, almeno per quanto riguarda la zona esaminata.

B I B L I O G R A F I A

- (1) ANDEL T. H. VAN (1958), *Origin and classification of Cretaceous, Paleocene and Eocene sandstones of western Venezuela*. Am. Ass. Petr. Geologist Bull., v. 42, pp. 734-763.
- (2) BORGHETTI G. (1959), *Caratteristiche meccanico-fisiche di alcuni sedimenti recenti nel Golfo di Genova*. Boll. Soc. It. Geofisica e Meteorologia, vol. VII, n. 1-2.
- (3) BOURCART J., BOILLOT G., COUSTEAU Y. J., GENNESSEUX M., KLIMEX E., LALOU C. (1958), *Les sédiments profonds au large de la côte nicoise*. Comptes Rendu Sc., t. 247.
- (4) BOUCART J., OTTMANN F. (1957), *Recherches de géologie marine dans la région du Cap Corse*. Rev. Géogr. Phys. et Géol. dynam., vol. I, fasc. 2, pp. 66-78.
- (5) CADIGAN R. S. (1961), *Geological interpretation of grain size distribution measurements of Colorado plateau sedimentary rocks*. Jour. Geology, vol. 69, n. 2, pp. 121-144.
- (6) CARTA GEOLOGICA D' ITALIA, foglio 95, La Spezia.
- (7) ERICSON D. B., WOLLING G. (1956), *Correlation of six cores from the Equatorial Atlantic and the Carribbean*. Deep-sea Research, v. 3, pp. 104-125.
- (8) FOLK R. L. (1954), *The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature*. Jour. Geology, v. 62, pp. 344-359.
- (9) FRIEDMAN G. M. (1962), *On sorting, sorting coefficient, and the log normality of the grain-size distribution of sandstones*. Jour. Geology, v. 70, n. 6, pp. 737-753.

⁽¹⁾ La determinazione è stata eseguita presso l'Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Firenze.

- (10) GORTANI M. (1948), *Compendio di Geologia*.
- (11) KERR P. F., *Optical mineralogy*. Mc. Graw-Hill Book Co. New York.
- (12) KRININE P. D. (1941), *Paleogeography and tectonic significance of graywacke*. Geol. Soc. Am. Bull., v. 52, p. 1916.
- (13) KRUMBEIN W. C., PETTIJOHN F. J. (1938), *Manual of sedimentary Petrography*. D. Appleton-Century Co. New York.
- (14) KUENEN PH. H. (1950), *Marine geology*. Wiley, New York.
- (15) KULLEMBERG B. (1955), *Deep-sea coring. Reports of the Swedish deep-sea Exp. 1947-48*. Deep-sea research IV, 2, pp. 35-96.
- (16) MILNER H. B., *Sedimentary petrography*. G. Hallen & Unwin Ltd. London.
- (17) MULLER G. (1958), *Die rezenten Sedimente in Golf von Neaple: 1) Die Sedimente des golfes von Pozzuoli*. Geologische Rundschau, Bd. 47, Heft. 1., pp. 117-150.
- (18) OTTO G. H. (1939), *A modified logarithmic probability graph for the interpretation of mechanical analyses of sediments*. Jour. Sed. Petrol., v. 9, pp. 62-76.
- (19) PASSEGA R., *Texture of clastic deposition*. Bull. Am. Ass. Petr. Geol., v. 41, n. 9.
- (20) PASSEGA R. (1962), *Sedimenti di onde e sedimenti di torbida*. Confer. Università di Milano del 9-4-1962.
- (21) PETTIJOHN F. J. (1949), *Sedimentary rocks*. Harper & Bros, New York.
- (22) PRYOR W. A., GLASS H. D. (1961), *Cretaceous-tertiary clay mineralogy of the Upper Mississippi embayment*. Jour. Sed. Petrol., v. 31, n. 1, pp. 38-51.
- (23) RITTENBERG S. C. et al. (1963), *Biogeochemistry of sediments in experimental Mohole*. Jour. Sed. Petrol., v. 33, n. 1, pp. 140-172.
- (24) SHEPARD F. P. (1954), *Nomenclature based on sand-silt-clay ratios*. Jour. Sed. Petrol., v. 24, pp. 151-158.
- (25) SPENCER D. W. (1963), *The interpretation of grain-size distribution curves of clastic sediments*. Jour. Sed. Petrol., v. 33, n. 1, pp. 180-190.
- (26) STERNBERG R. W., CREAGER J. S. (1961), *Comparative efficiencies of size analysis by hydrometer and pipette methods*. Jour. Sed. Petrol., v. 31, n. 1, pp. 96-100.
- (27) STEWART R. A., GORSOLINE D. S. (1962), *Recent sedimentary history of St. Joseph Bay, Florida*. Sedimentology, v. 1, n. 4, pp. 256-286.
- (28) TRASK P. D. (1955), *Recent marine sediments*. Soc. Econ. Paleont. Mineral. Special Public., n. 4, Tulsa, Oklahoma, U.S.A.
- (29) UDDEN J. A. (1914), *Mechanical composition of clastic sediments*. Geol. Soc. Amer. Bull., v. 25, pp. 655-744.
- (30) WINCHELL A. N., *Elements of optical mineralogy*. John Wiley and Sons, New York.