

ALESSANDRO CRISTINI*, SILVANA FAIS**, CONCETTA FERRARA*

SEDIMENTOLOGIA E GEOCHIMICA DELLA PIATTAFORMA CONTINENTALE DELLA SARDEGNA CENTRO ORIENTALE***

RIASSUNTO. — Le ricerche effettuate sui sedimenti della piattaforma continentale sarda nel tratto compreso tra Capo San Lorenzo (Sardegna sud-orientale) e Cala Liberotto (Sardegna nord-orientale), sono state condotte sia dal punto di vista sedimentologico e statistico-analitico che geochimico.

Le analisi granulometriche eseguite su 41 campioni prelevati in diversi punti del settore di piattaforma considerato, hanno rivelato che le caratteristiche tessiturali dei sedimenti risultano omogenee. Le distribuzioni granulometriche sono per la maggior parte bimodali, da quasi simmetriche ad asimmetrico-negative, da platicurtiche a mesocurtiche e rappresentano sedimenti da bene a mal classificati.

Per definire l'origine dei sedimenti si sono effettuate le correlazioni grafiche tra alcuni parametri (C , M , SK_i , σ_i , α_s , So_s) relativi ai campioni di piattaforma, di fiume e di spiaggia. Da tali elaborazioni e dal confronto analitico (F -test) dei dati è emerso che i depositi di piattaforma presentano caratteristiche tessiturali simili a quelle dell'ambiente fluviale.

Lo studio geochimico dei sedimenti, basato sulla determinazione di Co , Cu , Zn , Mn , Fe , ha messo in evidenza, a grandi linee, che la presenza di tali metalli nei sedimenti di piattaforma viene determinata dalla natura litologica dei bacini emersi.

ABSTRACT. — We have carried out researches on the sediments of the continental Sardinian shelf included from Capo S. Lorenzo (south-eastern Sardinia) to Cala Liberotto (north-eastern Sardinia) from sedimentological, statistical-analytical and geochemical points of view.

Granulometric analysis of 41 samples drawn from different sites of the shelf showed that all the sediments under study have like textural characteristics.

Frequency curves are bimodal for the most part with skewness ranging from +0.44 to -0.60, standard deviation ranging from 0.54 to 1.75 phi units and kurtosis ranging from 0.62 to 1.69.

In order to define the environment of the sediments we compared graphically some parameters (C , M , SK_i , σ_i , α_s , So_s) of shelf, river and beach samples. These combinations and the « F -test» showed that the analyzed sediments have textural characteristics like river sediments.

Then we determined the percentage of Co , Cu , Zn , Mn , Fe and we verified that their presence in the sediments is in correlation with the lithology of the inland before the continental platform.

Introduzione

Lo studio effettuato rientra nel quadro delle ricerche in corso sulla piattaforma continentale sarda, nell'ambito del P.F. «Oceanografia e Fondi Marini» del C.N.R., S.P. «Risorse Minerarie», tema «Placers».

* Istituto di Geologia dell'Università di Cagliari. ** Istituto di Giacimenti, Geofisica e Scienze Geologiche, Fac. Ingegneria dell'Università di Cagliari - Cattedra di Geofisica Mineraria.

*** Lavoro eseguito nell'ambito del P.F. «Oceanografia e Fondi Marini» del C.N.R., S.P. Risorse Minerarie, Tema «Placers», Direttore della ricerca A. ULZEGA.

Sulla piattaforma continentale orientale dell'Isola sono state individuate particolari morfologie, quali linee di riva sommerse (A. ULZEGA et al., 1980) e depressioni colmate da sedimenti olocenici.

Scopo della ricerca è stato principalmente quello di determinare la provenienza e la composizione di tali sedimenti, mentre sono state pure effettuate indagini geochimiche su alcuni campioni dei livelli marini sommersi.

Si è raggiunto detto intendimento studiando le caratteristiche tessiturali e la geochimica dei suddetti depositi nonché confrontando questi ultimi con quelli dell'ambiente di spiaggia e di fiume.

La stretta analogia tra i sedimenti di piattaforma e quelli dell'ambiente fluviale restringe il campo di provenienza dei primi ai bacini emersi in erosione e consente di considerare di secondaria importanza altre ipotetiche fonti di alimentazione. Infatti, se l'analogia tra i caratteri tessiturali delle sabbie di fiume e di quelle di piattaforma farebbe pensare sia ad una fonte di alimentazione identificabile in un bacino emerso che, più in generale, ad un ambiente originario con regime energetico simile a quello fluviale, l'indagine geochimica conferma la prima ipotesi.

Lungo le spiagge della foce del Rio di Quirra e di Cala Liberotto sono state effettuate indagini sui minerali pesanti (AGUS et al., 1974), mentre la dispersione degli stessi sulla piattaforma continentale è stata studiata da FIERRO et al. (1974), mediante l'analisi vettoriale che ha messo in evidenza la direzione di movimento da nord a sud dei suddetti minerali.

Campionatura

Le campionature sono state effettuate nel corso di una crociera oceanografica appositamente organizzata e condotta dall'U.O. «Geologia - Cagliari» con la N/O Bannock del C.N.R. (Crociera «Placers 79/1», marzo 1979).

Un'indagine ecografica e geofisica sulle aree da campionare ha permesso di individuare i motivi geomorfologici e sedimentologici che caratterizzano la piattaforma continentale in studio.

Il rilievo batimetrico di precisione è stato realizzato a mezzo ecoscandaglio EDO Narrow Beam (12 kHz).

I profili ecografici a bassa frequenza (3,5 kHz) effettuati mediante ecografo EDO Sub-Bottom Profiling System, hanno fornito informazioni sullo spessore dei sedimenti superficiali non consolidati. La morfologia del fondo marino è stata evidenziata da rilievi ecografici a scansione laterale, mediante Klain Side Scan Sonar.

Il sistema di radionavigazione usato durante i profili è il LORAN «C» DECCA.

Su tali basi sono state posizionate le stazioni di campionatura.

I campioni sono stati prelevati sia mediante benna Van Veen che direttamente da sommozzatori (fig. 1). A questi ultimi è stata affidata la campionatura di particolari strutture sommerse a profondità oscillanti dai — 30 ai — 40 metri, in cui livelli conglomeratici ben cementati, sottolineanti linee di riva sommerse,

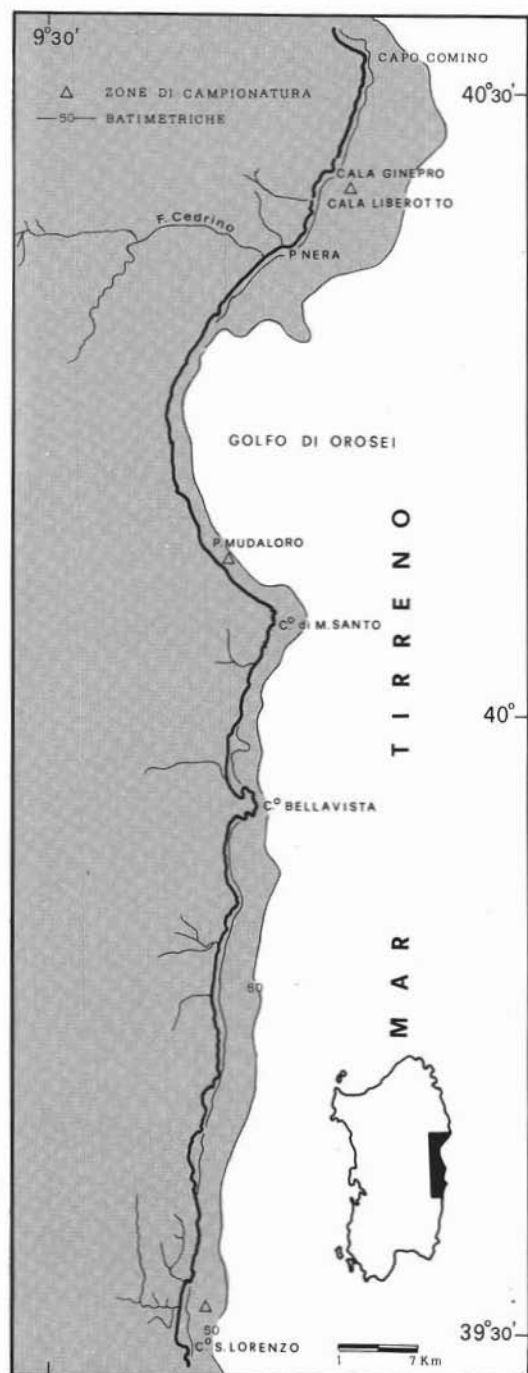


Fig. 1. — Ubicazione delle zone di campionatura.

si alternano a sedimenti incoerenti e le cui caratteristiche morfologiche, emerse dai rilievi ecografici, hanno richiesto l'osservazione diretta con relativa documentazione fotografica.

Si sono utilizzate le benne nelle aree in cui i rilievi ecografici a bassa frequenza indicavano vaste aree di sedimentazione a morfologia regolare.

La tab. 1 indica la profondità e la distanza dalla costa dei campioni considerati.

Inquadramento geologico generale

Gran parte degli apporti terrigeni che vanno ad alimentare la coltre sedimentaria della piattaforma oggetto del presente studio, provengono dalle vicine aree emerse in erosione. In essi, i corsi d'acqua a prevalente carattere torrentizio, esercitano una intensa azione erosiva e durante i periodi di piena convogliano a mare abbondanti quantità di sedimenti, la cui composizione mineralogica risente evidentemente della natura litologica dei bacini in erosione.

La maggior parte dei campioni sabbiosi, oggetto di questo studio, provengono dal settore di piattaforma immediatamente antistante il tratto di costa compreso tra Cala Ginepro a nord e Punta Nera a sud, fig. 1, il cui entroterra si suddivide in due zone ben distinte costituite da differenti litologie. La zona settentrionale, caratterizzata da formazioni paleozoiche essenzialmente rappresentate da granito roseo a grana grossa, prevalentemente biotitico, interessato da numerose manifestazioni filoniane sia acide che basiche, a direttrici preferenziali NW-SE e NNW-SSE.

La zona meridionale, costituita da basalti olivinici legati alla tettonica tardo-terziaria che ha interessato l'intero margine continentale della Sardegna orientale (DIENI & MASSARI, 1966; SAVELLI & PASINI, 1973).

Localmente, lungo la costa, a qualche metro sul livello del mare attuale sono presenti depositi di spiaggia, arenaceo-conglomeratici fossiliferi riferibili al Tirreniano (ULZEGA & OZER, 1980).

Altre campionature sono state effettuate nella piattaforma continentale del Golfo di Orosei, tra Punta Mudaloro e Cala Mariolu.

La costa è ivi costituita da calcari organogeni del Malm superiore, interessati da fratture parallele alla linea di costa.

Il punto di campionatura più meridionale, tra quelli considerati, si identifica con le stazioni SUB 9, sui fondali antistanti la zona di foce del Rio di Quirra. L'entroterra è costituito da scisti argilloso-arenacei, scisti grafitici, calcari, porfiroidi, graniti prevalentemente porfirici del Paleozoico. Dette litologie sono talora ricoperte da alluvioni terrazzate del Pleistocene (PALOMBA, 1980).

Analisi granulometriche e discussione sui parametri tessiturali

41 campioni sabbiosi, rappresentativi dei punti di campionatura considerati, sono stati sottoposti alle consuete analisi granulometriche, usando vagli intervallati di $1/4$ di ϕ .

Dai dati ottenuti si sono ricavate le curve cumulative e gli istogrammi, i più significativi dei quali compaiono rispettivamente nelle fig. 2 e 3.

Le curve cumulative risultano appartenere a sedimenti simili tra loro, le cui distribuzioni granulometriche presentano una discreta classazione nella parte centrale e risultano alquanto disperse verso le « code » dei diametri grossolani. La dispersione è conseguenza del mescolamento di una eterogenea quantità di frammenti organogeni e di una frazione di clasti grossolani con la frazione sabbiosa centrale. Per tale motivo i sedimenti risultano caratterizzati da una discreta polimodalità.

Considerando quanto detto, è parso interessante confrontare le curve dei campioni di piattaforma con quelle relative ad un ambiente fluviale tipico della regione in studio e con quelle di due ambienti di spiaggia a caratteristiche morfologiche distinte.

A tal fine si sono utilizzati i dati emersi nel corso di precedenti studi (FAIS et al., 1979; FERRARA & PALMERINI, 1974; FERRARA, 1979).

L'ambiente fluviale considerato è quello del bacino del Rio Corr'è Pruna, nella Sardegna sud-orientale, le cui caratteristiche geo-idrologiche, comuni a molti altri bacini della Sardegna orientale, ci consentono di ragionare per analogia.

Gli ambienti di spiaggia sono quello del litorale di Quartu, nel settore centro-orientale del Golfo di Cagliari, e quello compreso nel tratto costiero Porto Paglia-Funtanamare, nella Sardegna sud-occidentale. Il primo, distante da foci fluviali, presenta caratteri tipici di spiaggia in erosione. Il secondo, presenta, al

contrario, caratteri tipici di spiaggia in accrescimento. È da rilevare, a tale proposito, che il continuo ripascimento di questo litorale è opera del fiume che ivi sfocia e che ne influenza le caratteristiche sedimentologiche.

La maggior parte delle curve di piattaforma presentano delle analogie con quelle dell'ambiente fluviale mentre si discostano da quelle relative agli ambienti di spiaggia.

Dagli istogrammi si notano le diverse mode caratterizzanti i depositi analizzati. Esse si possono ricondurre, sostanzialmente, a due caratteristiche: una tipica della frazione «coarse sand» e l'altra della frazione «medium sand».

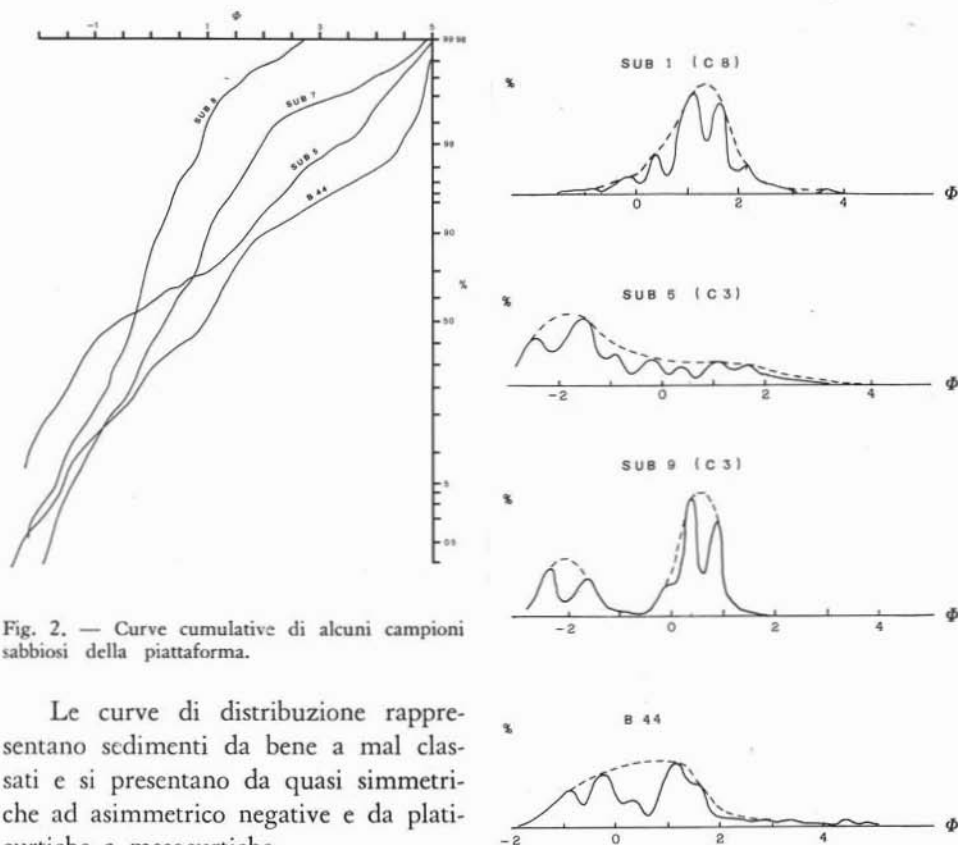


Fig. 2. — Curve cumulative di alcuni campioni sabbiosi della piattaforma.

Le curve di distribuzione rappresentano sedimenti da bene a mal classificati e si presentano da quasi simmetriche ad asimmetriche negative e da platocurtiche a mesocurtiche.

I sedimenti sono stati classificati in base agli indici proposti da DOUGLAS (1968); nelle sabbie analizzate gli indici più frequenti risultano essere:

112 «medium sandy coarse sand»

122 «coarse sandy medium sand»

1̄22 «very coarse sand - medium sand»

111 «very coarse sandy - coarse sand»

1̄11 «coarse sandy very coarse sand».

Fig. 3. — Istogrammi relativi ad alcuni campioni prelevati da diverse sezioni di campionatura lungo la piattaforma.

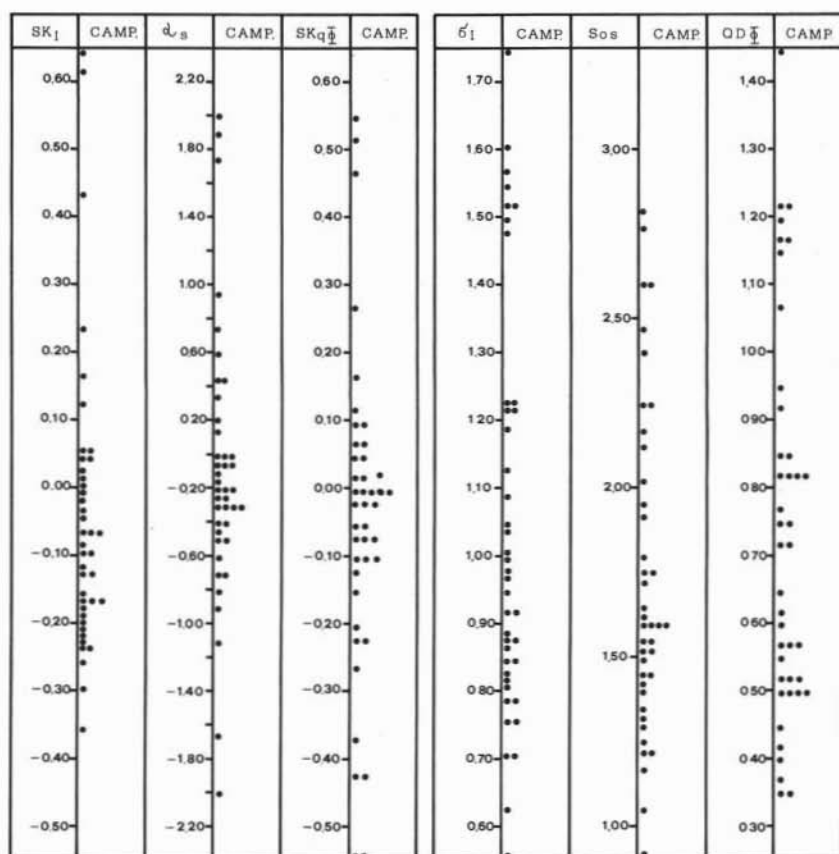


Fig. 4. — Campi di variabilità dei parametri statistici relativi all'asimmetria e c'assazione nei campioni di piattaforma.

I parametri statistici utilizzati sono quelli proposti da FOLK & WARD (1957), con la sola eccezione di *C* (1 %) ed *M* (50 %) ottenuti per lettura diretta dalle curve stesse.

L'Unpercentile (*C*) è compreso tra $-2,65$ e $+0,50$ phi (20-0,710 mm); questi valori elevati delle « code » grossolane sono in gran parte determinati dagli apporti organogeni.

Il 50 percentile (*M*) è compreso tra $-1,30$ e $+2,25$ phi (2-0,21 mm).

Più in dettaglio, i parametri tessiturali considerati, sono l'*Mz*, σ_1 , *Kg*, *SK₁*, *Sos*, α_s .

I valori di *Mz* (Graphic mean) sono simili a quelli di *M*, anche se non completamente coincidenti in quanto la maggior parte delle distribuzioni studiate non è normale.

Il *Kg* (Kurtosis) ha un ampio campo di variabilità: 15 dei campioni analizzati risultano platicurtici ($0,60 < kg < 0,90$), 17 risultano mesocurtici ($0,91 < kg < 1,11$) ed i restanti 9 sono leptocurtici ($Kg > 1,11$).

I valori del σ_1 (sorting) e dell' SK_1 (skewness) sono stati riportati in fig. 4. Il « sorting » o « classazione » e lo « skewness » od « asimmetria » sono stati definiti ciascuno mediante tre parametri. In particolare, il « sorting » è stato definito tramite il σ_1 che si riferisce a tutta la curva di distribuzione e tramite $QD\Phi$

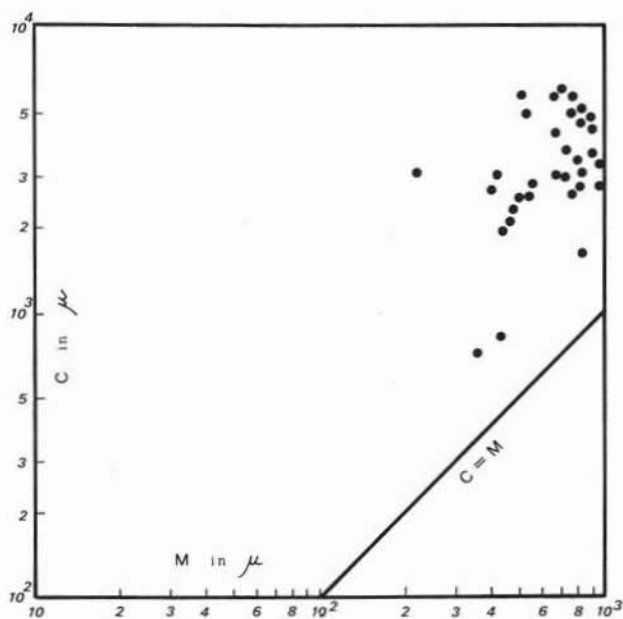


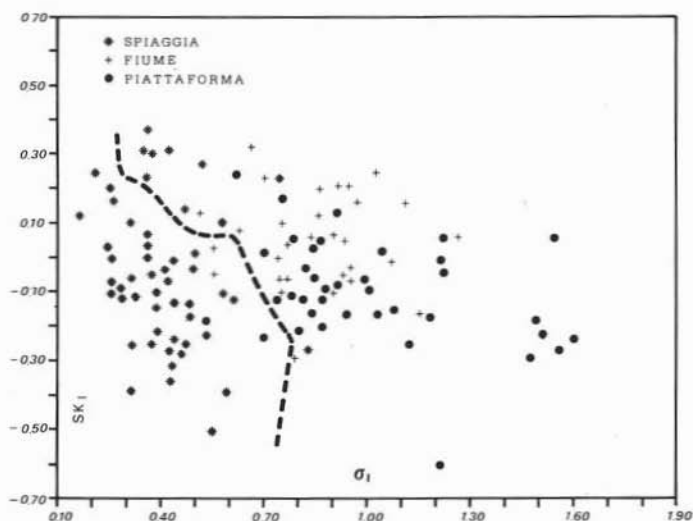
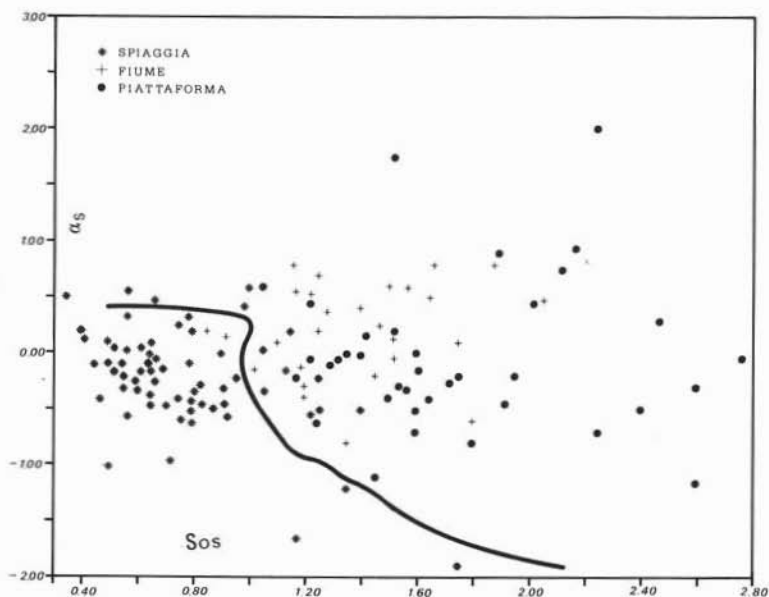
Fig. 5. — Diagramma CM.

TABELLA 1

STAZIONI DI CAMPIONATURA	DISTANZA DALLA COSTA (km)	LATITUDINE	LONGITUDINE	PROFONDITA' DEI PUNTI DI CAMPIONATURA (m)
SUB 1	2,5	40°25'06"	09°48'08"	30
SUB 4	3,0	40°25'05"	09°48'06"	33
SUB 5	2,8	40°25'05"	09°48'06"	30
SUB 7	4,2	40°23'06"	09°49'02"	35
SUB 8	1,6	40°07'07"	09°41'03"	22
SUB 9	5,0	39°31'07"	09°38'08"	10
B 44	2,5	40°24'07"	09°47'01"	31
B 49	2,5	40°26'06"	09°49'07"	38

ed Sos che si riferiscono rispettivamente al centro ed alle « code » della distribuzione. Come si può notare da fig. 4 i valori di σ_1 sono compresi tra 0,54 e 1,75 phi. Solo 4 campioni risultano costituiti da sedimenti ben classati ($0,50 < \sigma_1 < 0,71$), degli altri, 18 rappresentano sedimenti moderatamente classati ($0,71 < \sigma_1 < 1,00$) ed i restanti 19, sedimenti mal classati ($\sigma_1 > 1,00$).

I valori dei parametri relativi al centro ed alle « code » della distribuzione

Fig. 6. — Diagramma $SK_1-\sigma_1$.Fig. 7. — Diagramma $S_{0s}\alpha_s$.

indicano una classazione da « moderata » a « cattiva » per il centro della distribuzione e « cattiva » per le « code ».

Lo « skewness » od « asimmetria » è stato definito mediante i parametri SK_1 , $SK_q\Phi$ ed α_s , dei quali, il primo si riferisce a tutta la curva di distribuzione e gli altri rispettivamente al centro ed alle « code » di essa. Globalmente i valori di SK_1 indicano la prevalenza delle distribuzioni asimmetrico-negative (18 campioni

su 41 hanno $Sk_1 > -0,11$; delle restanti distribuzioni, 17 risultano praticamente simmetriche ($-0,09 < Sk_1 < 0,06$) e 6, asimmetrico-positive ($Sk_1 > +0,10$). Dai valori degli altri due parametri ($SK_0\Phi$ ed α_s) si deduce che mentre la parte centrale delle distribuzioni è per lo più simmetrica, le « code » risultano invece asimmetrico-negative. Ciò è conseguenza del mescolamento di una popolazione grossolana subordinata, costituita, come già detto, da frammenti organogeni e clasti di varia natura, con un'altra dominante più sottile. Nei sei campioni asimmetrico-positivi il mescolamento è avvenuto, invece, fra la popolazione dominante grossolana ed una subordinata più sottile. Anche gli indici di Doeglas, utilizzati per la classificazione dei sedimenti, ed i valori del « kurtosis », mettono in evidenza tali fenomeni. In particolare, gli indici più significativi nell'esprimere il mescolamento, risultano essere nei sedimenti analizzati:

- 111 « very coarse sand - medium sand »
- 112 « very fine gravel - medium sand »
- 123 « coarse sand - fine sand ».

Dall'analisi dei valori del « kurtosis » si nota, inoltre, che quando le due popolazioni si mescolano in proporzioni uguali, le distribuzioni risultanti sono platicurtiche (es. campione C_1 della stazione SUB 2), mentre se il mescolamento avviene tra una popolazione dominante ed una subordinata, le distribuzioni che ne derivano sono leptocurtiche (campione 7 della stazione SUB 1).

Al fine di acquisire informazioni sul tipo di trasporto e deposito dei sedimenti di piattaforma, si sono correlati graficamente alcuni dei parametri tessiturali analizzati. È noto, infatti, che tali combinazioni risultano efficaci nel distinguere i diversi ambienti di sedimentazione (MOIOLA & WEISER, 1968). I parametri correlati sono: C , M , SK_1 , σ_1 , Sos , α_s . I diagrammi ottenuti sono stati riportati nelle figg. 5, 6, 7.

Il diagramma CM (PASSEGA, 1964) mostra un raggruppamento dei campioni simili a quello che si ottiene per i sedimenti trasportati da correnti trattive.

Gli altri due diagrammi (FRIEDMAN, 1967) che correlano rispettivamente $SK_1-\sigma_1$ ed α_s-Sos , mettono in evidenza come la maggior parte dei campioni di piattaforma rientrino nel campo dei campioni di fiume.

Riportando nei suddetti diagrammi anche i campioni di fiume e di spiaggia precedentemente considerati, si nota che nel diagramma $SK_1-\sigma_1$ non è possibile alcuna distinzione tra sabbie di piattaforma e sabbie di fiume mentre è evidente la separazione tra campioni di piattaforma e campioni di spiaggia. Si può inoltre notare che nel diagramma $Sos-\alpha_s$ i campioni di piattaforma pur ricadendo nell'ambito dell'ambiente fluviale, presentano una maggiore dispersione rispetto ai campioni di fiume. Ciò è dovuto alle differenze granulometriche e composizionali delle code grossolane dei due gruppi di campioni.

Procedimenti statistici

Al fine di acquisire ulteriori informazioni sull'origine dei sedimenti di piattaforma, si sono confrontati analiticamente questi ultimi con quelli di spiaggia e di fiume, di cui si è parlato, applicando l'F-test.

La relazione esistente tra caratteristiche tessiturali di un sedimento e meccanismo di deposizione (PASSEGA, 1957), ha determinato la scelta dei parametri da confrontare. Questi ultimi sono il « diametro medio » (M_z), la « classazione » (σ_1), l'« asimmetria » (SK_1), e l'« acutezza » (K_g), efficaci nel caratterizzare la tessitura dei sedimenti.

TABELLA 2

Risultati dell'applicazione dell'F-test alle serie campionarie relative al parametro K_g normalizzato

SERIE CONFRONTATE	v_1	v_2	F	RISPOSTE
SERIE CAMPIO NATE SULLA PIATTAFORMA	2	21	5,19	Diff. non signif. al livello 0,01
SERIE CAMPIO NATE SULLE SPIAGGIE	1	60	10,14	Diff.signif.
SERIE PIATTAF.	1	70	1,85	Diff. non signif. al liv. 0,05
SERIE FLUVIALI				
SERIE PIATTAF.	1	57	0,02	Diff. non signif. al liv. 0,05
SERIE SPIAGGIA PUNTANAMARE				
SERIE PIATTAF.	1	49	8,03	Diff.signif.
SERIE SPIAGGIA DI QUARTU				

v_1 e v_2 rappresentano i gradi di libertà.

L'F-test è stato applicato ai quattro parametri considerati separatamente.

I livelli di significatività prescelti per tale applicazione sono quelli dello 0,05 e 0,01, comunemente usati nella pratica.

Con lo scopo di garantire maggiore affidabilità all'esame comparato dei sedimenti caratteristici dei diversi ambienti considerati, si è ritenuto opportuno accertare che le serie campionate nell'ambito di ciascun ambiente, oggetto di confronto, potessero ritenersi rappresentative dello stesso. Pertanto l'applicazione del test è stata effettuata in via preliminare confrontando tra loro le serie relative alle diverse stazioni di campionatura della piattaforma.

Successivamente si è effettuato il confronto tra le serie campionarie provenienti dai due ambienti di spiaggia morfologicamente differenti.

Non è stato necessario sottoporre al test le serie dei parametri relative alle diverse unità morfologiche del bacino fluviale considerato, in quanto l'appartenenza di tali sedimenti al medesimo ambiente era stata accertata precedentemente (FAIS et al., *op. cit.*).

L'F-test applicato alle serie di piattaforma, non segnala alcuna differenza significativa tra i campioni delle varie stazioni. Considerando tale risultato e tenendo presente il significato geologico dei parametri tessiturali utilizzati, è lecito ritenere che i sedimenti del settore di piattaforma considerato sono, nel loro insieme, rappresentativi di tale ambiente ed in quanto tali, validi per il confronto con i sedimenti di fiume e di spiaggia.

Il confronto tra le serie relative ai due ambienti di spiaggia ha segnalato differenze statisticamente significative per quanto riguarda i parametri M_z , σ_1 , K_g e

« non significative » secondo un solo parametro, l'SK₁. Sulla scorta di tale risultato si è ritenuto opportuno confrontare i campioni di piattaforma con quelli delle due spiagge, considerate separatamente.

Dalla globalità dei confronti effettuati è emerso che il parametro maggiormente risolutivo nella discriminazione degli ambienti considerati è il Kg. Pertanto le considerazioni che seguiranno saranno riferite a tale parametro.

TABELLA 3

Risultato delle analisi eseguite utilizzando il correttore di fondo

CAMPIONI	Mn	Cu	Zn	Co	Fe	pH
1	162	22	202	40	0,5	8,7
2	63	/	31	33	0,9	8,8
3	75	/	36	14	1,1	8,8
4	248	48	126	48	0,5	8,8
5	116	12	122	20	0,5	8,9
7	105	/	33	33	0,8	8,6
8	527	56	130	49	0,5	/
9	260	20	128	36	1,1	/
10	236	135	112	44	0,8	/
11	270	20	157	36	0,7	/
12	680	62	192	62	0,6	/
2A	65	/	11	37	0,5	8,7
6A	66	/	52	27	1,1	8,7
SUB 5 (2)	181	/	82	34	1,2	8,7
SUB 7 (1)	60	/	38	28	0,4	8,9
SUB 8 (6)	36	/	38	38	0,2	8,9
SUB 9 (1)	170	/	41	29	3,3	8,6
CP 22	93	/	30	49	0,9	/
MP 2	255	/	65	47	1,6	/

Nell'ultima colonna vengono riportati i valori del pH.

I valori di *F* (tab. 2) ricavati sperimentalmente dalla comparazione tra gli ambienti e successivamente confrontati con quelli tabulati (FISHER & YATES, 1973) per i livelli di significatività prescelti, mostrano interessanti analogie tra i sedimenti di piattaforma e quelli relativi sia al bacino fluviale del Rio Corrè Pruna che alla spiaggia di Funtanamare, il cui ripascimento, come già detto, è in gran parte dovuto agli apporti terrigeni del fiume che ivi sfocia.

Di non minore interesse, ai fini dell'interpretazione dei sedimenti di piattaforma, risultano le differenze significative emerse dal confronto tra detti sedimenti e quelli relativi al litorale di Quartu le cui caratteristiche tessiturali non vengono influenzate dalla vicinanza di foci fluviali.

Tenendo presente che il parametro Kg è espressione delle condizioni energetiche dell'ambiente in cui si è formato il deposito (FOLK & WARD, 1957), possiamo interpretare le analogie riscontrate tra le caratteristiche tessiturali delle sabbie di

piattaforma e quelle di ambienti in cui si risente, dal punto di vista sedimentologico, della presenza di corpi d'acqua, come indici della genealogia dei sedimenti che attualmente formano la copertura mobile della piattaforma. Quest'ultima, riceve quindi un cospicuo contributo sedimentario da parte degli apporti terrigeni dei corsi d'acqua della regione a regime torrentizio, i cui alvei incisi prevalentemente nel substrato roccioso sono interessati da intensi fenomeni di erosione-trasporto.

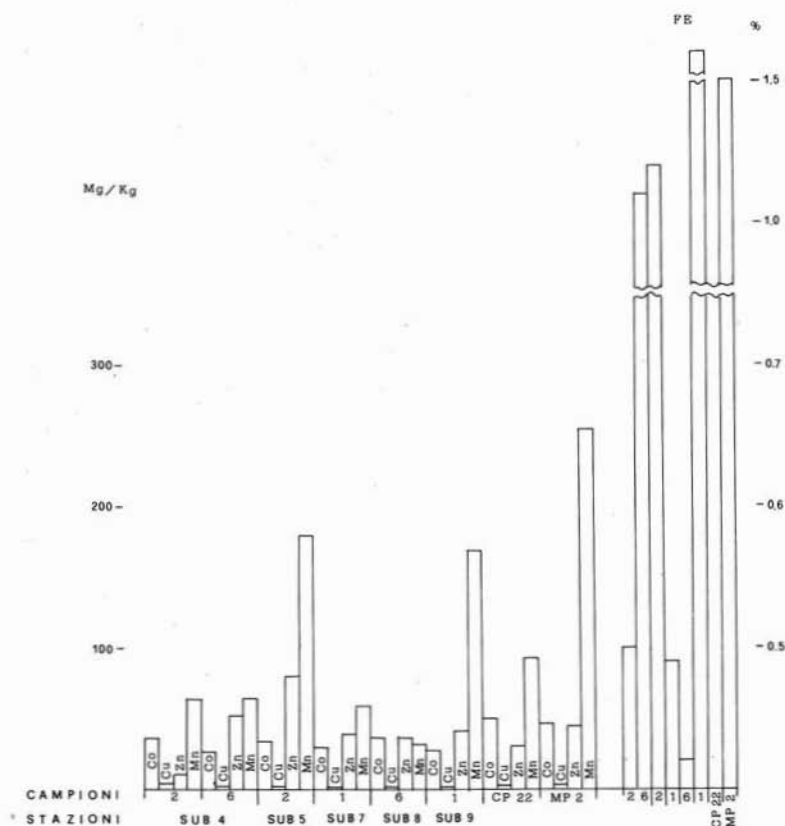


Fig. 8. — Istogrammi relativi ai metalli contenuti in alcuni campioni sabbiosi della piattaforma e nei campioni CP22 e MP2 relativi rispettivamente alle sponde ed ai terrazzi fluviali del bacino del Rio Corr'è Pruna. In ordinate sono riportati i mg/Kg per Co, Cu, Zn, Mn. Le percentuali per il Fe.

Geochimica

METODI

Per caratterizzare geochimicamente i sedimenti in studio, si sono determinati alcuni metalli in 18 campioni rappresentativi.

Di questi, 12 provengono dalla stazione SUB 1, 2 dalla stazione SUB 4, ed i rimanenti, rispettivamente, dalle stazioni SUB 5, SUB 7, SUB 8 e SUB 9. Quale

termine di riferimento si sono scelti due campioni del bacino fluviale precedentemente considerato (MP₂ e CP₂₂), prelevati rispettivamente dai terrazzi e dal letto del corso d'acqua.

I metalli considerati sono: Co, Cu, Zn, Mn, Fe.

Inizialmente si sono fatte misure di pH (tab. 3), sospendendo i campioni in H₂O ed agitando per 30 minuti: il rapporto acqua-campione è di 2,5:1 (10 gr di campione sospesi in 25 ml di acqua).

La determinazione dei metalli è stata fatta su una quantità nota di campione integro (intorno a 0,500 gr), non lavato. Detta quantità precedentemente essiccata a 50 gradi per 24 ore, è stata trattata prima con 5 ml di acqua regia, attendendo che eventuali carbonati presenti reagissero senza fuoriuscita di campione, successivamente con 20 ml di acido fluoridrico in contenitore chiuso di polietilene.

La solubilizzazione è stata fatta lasciando i contenitori in bagnomaria (100° C) per circa tre ore.

In seguito a prove preliminari per la verifica della avvenuta solubilizzazione, si è trattato ciascun campione con circa 5 gr. di acido borico al fine di neutralizzare l'acido fluoridrico come fluoborato.

TABELLA 4
*Risultato di alcune analisi eseguite
senza il correttore di fondo*

CAMPIONI	Mn	Cu	Zn
1	177,4	53	260
4	275	45	180
5	124	30	140
8	554	68	170
9	283	30	180
10	251	149	150
11	294	36	210
12	736	68	240

Se il campione è ricco di Ca, Na, K, si possono avere dei precipitati di CaF₂ e fluoborati di Na e K che, dopo attento esame, si è constatato non influenzare la misura dei metalli in esame. Il metodo è vantaggioso in quanto la presenza dei fluoborati migliora la sensibilità della fiamma per misura ad A.A.

D'altra parte la precipitazione di CaF₂ potrebbe essere eliminata aumentando la quantità di acido borico che, se in eccesso, può determinare interferenze nell'ambito di tale tecnica. Per questo motivo è preferibile neutralizzare quasi totalmente l'HF.

Le analisi della soluzione, così ottenuta, sono state eseguite con A.A. Perkin Elmer 303, I.L. mod. 157 e Perkin

Elmer 430. In tal modo sono stati conseguiti risultati soddisfacenti, riproducibili usando il correttore di fondo (tab. 3). Utilizzando il modello Perkin Elmer 303 senza correttore di fondo si sono ottenuti dei valori superiori a quelli reali di circa il 10 %. I risultati di tale analisi e gli errori commessi per la mancanza del correttore di fondo sono riportati in tab. 4.

In fig. 8 vengono rappresentati gli istogrammi relativi alla quantità (mg/Kg) di metallo nei vari campioni.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Campioni CP₂₂ e MP₂

Il campione CP₂₂ prelevato nell'alveo del fiume, contiene circa 1/3 di Mn in meno rispetto al campione MP₂ prelevato sul terrazzo. Ciò potrebbe attribuirsi alla frazione argillosa (SHAW & BUSH, 1978; SMITH & CRONAN, 1975; OLADE, VAN DE KROAST & UPKONG, 1979) presente nei sedimenti terrazzati.

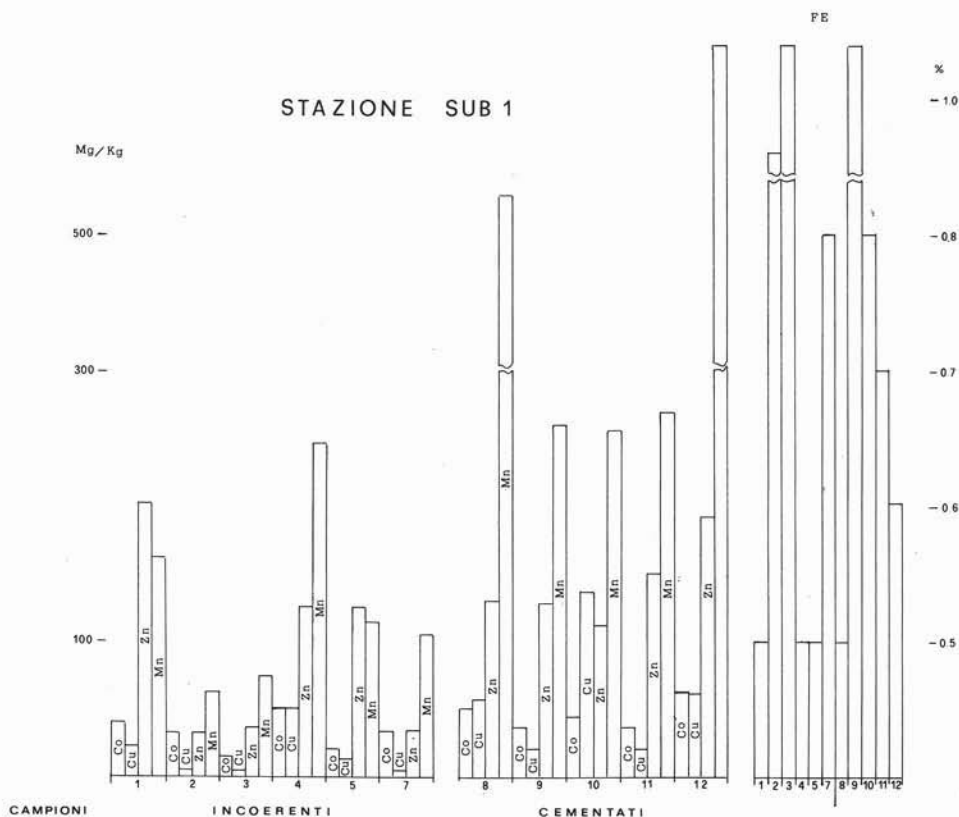


Fig. 9. — Istogrammi relativi ai metalli contenuti nei campioni sabbiosi e cementati della stazione SUB 1. In ordinate sono riportati i mg/Kg per Co, Zn, Mn. Le percentuali per il Fe.

Nei depositi dell'alveo si è inoltre riscontrata una quantità di Zn inferiore rispetto a quella trovata nei sedimenti del terrazzo. Questo fenomeno può dipendere:

- dalla quota di MP₂, superiore a quella di CP₂₂;
- dal dilavamento del metallo ad opera del corso d'acqua;
- dalla presenza di minerali di Zn nelle formazioni paleozoiche presenti nel bacino.

Per quanto riguarda il Co, la medesima quantità riscontrata nei due campioni rispecchierebbe l'originaria composizione del sedimento.

Infine, l'alta percentuale di Fe riscontrata nel terrazzo, potrebbe essere collegata sia alla presenza di idrati di Fe nella parte alta del bacino, sia, come già detto a proposito del Mn, alla presenza di una frazione argillosa (SHAW & BUSH, 1978, *op. cit.*).

Stazione SUB 9

L'alto contenuto in Fe riscontrato nel campione analizzato, può essere giustificato da una rilevante presenza di minerali nelle rocce dell'entroterra prossimo al punto di campionatura.

La percentuale di Mn, risulta inferiore rispetto a quella trovata nel campione MP₂, probabilmente a causa della mancanza in tale sedimento della frazione argillosa.

La quantità di Zn e Co può essere giustificata dalla presenza di giacimenti di solfuri di Zn e minerali di Co, nell'ambito del bacino in erosione prossimo alla stazione di campionatura.

Stazione SUB 8

Nel campione della stazione SUB 8, si sono riscontrate basse quantità degli elementi determinati.

I sedimenti provengono da rocce carbonatiche prive di Fe e Mn.

La presenza di Zn e Co, potrebbe derivare da una mineralizzazione poco più a sud del punto di campionatura (Genna Scalas). D'altra parte, l'accumulo di Zn è favorito dal pH basico (pH = 8,9).

L'ambiente basico spiegherebbe, inoltre, l'alto valore del diametro medio dei granuli, che derivando da rocce carbonatiche, non sono soggetti alla solubilizzazione che si avrebbe se l'ambiente fosse acido.

Stazione SUB 7

I valori granulometrici e chimici trovati per questo campione, ci consentono di ritenere che le condizioni di deposito sono, in questo punto, analoghe a quelle riscontrate per la stazione SUB 8.

Stazioni SUB 1, 4, 5

La presenza di notevoli quantità di Fe e Mn (fig. 9), può attribuirsi in questo caso alla composizione delle rocce dell'entroterra.

Nulla si può dire per quanto riguarda la provenienza del Cu presente nelle sabbie della stazione SUB 1, a circa 1 miglio dalla costa e più vicina a questa rispetto ai punti di campionatura SUB 4 e SUB 5, distanti circa 2 miglia.

Anche per lo Zn, l'alta quantità riscontrata nella stazione SUB 1 non è giustificata da apporti mineralizzati.

I valori del Co sono, invece, dell'ordine di grandezza riscontrato per i campioni delle altre stazioni.

Le analisi dei campioni cementati, prelevati nei livelli rocciosi a ridosso delle sabbie della stazione SUB 1, sono state limitate esclusivamente alla determinazione

dei metalli (fig. 9), non prevedendosi anomalie dovute ad eventuali apporti esterni.

Gli autori si propongono di approfondire ulteriormente il significato di questi dati corredandoli d'informazioni sedimentologiche e chimiche. Si premette, comunque, che la presenza del Co è insita, probabilmente, nella struttura della roccia madre, in quanto alcune analisi preliminari, effettuate su frazioni granulometriche sia grossolane che sottili, hanno rivelato una quantità costante di metallo per le varie frazioni.

Conclusioni

Da quanto sinora esposto si possono trarre alcune conclusioni sui sedimenti del settore di piattaforma considerato.

Dal punto di vista tessiturale i depositi studiati risultano essere il prodotto di un mescolamento tra due frazioni della medesima popolazione sabbiosa: una grossolana dominante, e l'altra più sottile, subordinata. Fenomeno attribuibile in parte al regime correntometrico dell'ambiente di deposizione. Detto mescolamento è responsabile della dispersione da cui risultano caratterizzate le curve di distribuzione che, per analogo motivo, appaiono tipicamente polimodali. A volte, esse risultano asimmetriche e leptocurtiche.

Dai diagrammi di PASSEGA e FRIEDMAN e dai confronti tra depositi di differenti ambienti, effettuati per via analitica (F-test), risulta che a tali sedimenti può essere attribuita un'origine di tipo fluviale. Ne consegue che i depositi della fascia di piattaforma compresa entro un miglio dalla costa ed ubicati a profondità non superiori a 50-60 metri, derivano preminentemente dagli apporti terrigeni dei fiumi della zona.

D'altra parte l'analisi geochimica mostra che gran parte dei metalli contenuti nei sedimenti rappresenta la naturale conseguenza della costituzione litologica delle rocce dell'entroterra.

Le maggiori fonti di alimentazione dei sedimenti di piattaforma, relativi al settore considerato, sono quindi rappresentate dai bacini fluviali, i cui depositi sabbiosi in mare non subiscono un'importante redistribuzione e dispersione lungo la piattaforma continentale della Sardegna Orientale.

BIBLIOGRAFIA

- AGUS M., ALFANO G.B., CARBINI P., CICCÙ R., DEL FÀ C., GHIANI M., MASSACCI P. (1974) - *Risultati del campionamento delle spiagge litoranee della Sardegna. Prime indicazioni sulle ricerche e sulle valorizzazioni possibili*. Studi geom. e mineral., Cagliari, 29 pp.
- ARCA S., CARBONI S., CHERCHI A., FAIS S., FERRARA C., LECCA L., LEONE F., ULZEGA A. (1979) - *Dati preliminari sullo studio della piattaforma continentale della Sardegna meridionale per la ricerca di placers*. Atti Conv. P.F. Oceanografia, Roma, 5-7 marzo 1979.

- CRONAN D.S. (1972) - *Skewness and Kurtosis in polymodal sediments from the Irish sea*. Journ. Sed. Petrol., 42, 102-106.
- DIENI I. & MASSARI F. (1965) - *Precisazione sull'età di alcuni conglomerati affioranti presso Siniscola, Orosei e Dorgali (Sardegna orientale)*. Atti Acc. Naz. Lincei, Anno CCCLXII, 3-4, 205-211.
- DIENI I. & MASSARI F. (1966) - *Il Neogene ed il Quaternario dei dintorni di Orosei (Sardegna)*. Mem. Soc. It. Sc. Nat. e del Museo Civ. di St. Nat., Milano, 15.
- DIENI I., MASSARI F. & MONTANARI L. (1966) - *Il Paleogene dei dintorni di Orosei (Sardegna)*. Mem. Soc. It. Sc. Nat. e del Museo Civ. di St. Nat., Milano.
- DOEGLAS D.J. (1968) - *Grain-size indices, classification and environment*. Sedimentology, 10, 83-100.
- FAIS S., FERRARA C. & ULZEGA A. (1979) - *Geomorfologia e Sedimentologia dei depositi quaternari del Rio Corr'è Pruna (Sardegna sud-orientale)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 3, II, 14-21.
- FERRARA C. & PLAMERINI V. (1974) - *Indagine sedimentologica sulla dinamica della linea di costa in facies sabbiosa nel settore centrale del Golfo di Cagliari*. Boll. Soc. Sarda Sc. Nat., 14, 55-76.
- FERRARA C. (1979) - *Osservazione sui processi sedimentari in atto nella costa dell'Iglesiente*. Boll. Soc. Sarda Sc. Nat., 19, 41-54.
- FIERRO G., MOROZZO DELLA ROCCA A. & PIACENTINO G.B. (1974) - *Analisi vettoriale dei minerali pesanti dei sedimenti di piattaforma continentale e scarpata (Sardegna orientale e meridionale)*. St. Sass., 3, 22.
- FISCHER R.A. & YATES F. (1963) - *Statistical tables for biological, agricultural and medical research*. Oliver and Boyd, Edimburg, 146 pp.
- FOLK R.L. & WARD W.C. (1957) - *Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters*. Journ. Sed. Petrol., 27, 3-27.
- FOLK R.L. (1966) - *A review of grain-size parameters*. Sedimentology, 6, 73-93.
- FRIEDMAN G.M. (1967) - *Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands*. Journ. Sed. Petrol., 37, 327-354.
- MARCELLO A., PRETTI S. & SALVADORI I. (1978) - *Carta metallogenica della Sardegna*. Servizio geologico d'Italia. Ente Minerario Sardo.
- MOIOLA R.J. & WEISER D. (1968) - *Textural parameters: an evaluation*. Journ. Sed. Petrol., 38, 45-53.
- OLADE M.A., VAN DE KROATS A.H. & UPKONG E.E. (1979) - *Effects of environmental parameters on metal dispersion patterns in stream sediments from the lead-zinc belt, benne trough, Nigeria: using factor analysis*. Geologie en Mijnbouw, 58, 341-351.
- PALOMBA M. (1980) - *Rapporti tra l'evoluzione geomorfologica della Valle de' Quirra e della piattaforma continentale antistante*. Rel. A. Ulzega, tesi inedita, Univ. Cagliari.
- PASSEGA R. (1957) - *Texture as characteristic of elastic deposition*. Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologists, 41, 1952-1.
- SAVELLI C. & PASINI G. (1973) - *Preliminary results of K-Ar dating of basalts from eastern Sardinia and the Gulf of Orosei (Tyrrhenian sea)*. Giorn. Geol., 39, 303-312.
- SHAW H.F. & BUSH P.R. (1978) - *The mineralogy and geochemistry of the recent surface sediments of the Cilicia basin, northeast Mediterranean*. Marine geology, 27, 115-136.
- SMITH P.A. & CRONAN D.S. (1975) - *Chemical composition of Aegean sea sediments*. Marine geology, 18, M7-M13.
- SNEDECOR C.W. & COCHRANE W.G. (1967) - *Statistical Methods*. Iowa State Univ. Press., Ames, Iowa, 525 pp.
- SWIFT D.J.P., DUANE D.B. & PILKEY O.H. (1972) - *Shelf sediment transport: Process and Pattern*. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, 656 pp.
- ULZEGA A., OSER A. (1980) - *Excursion-table ronde sur le Tyrrhenien de Sardaigne*, INQUA, 87 pp.
- ULZEGA A., LECCA L. & LEONE F. (1980) - *Niveaux marins submergées dans la plate-forme continentale de la Sardaigne orientale*. XXVII^e Congrès-Assemblée plénière, CIESM, Cagliari, 9-18 ott. 1980.