

POSSIBILITÀ DI UTILIZZAZIONE DEI PARAMETRI GRANULOMETRICI E MINERALOGICI NELLA RICOSTRUZIONE PALEOGEOGRAFICA DEI BACINI SEDIMENTARI. II PARTE - RICERCHE PRELIMINARI IN ALCUNI BACINI PLIOCENICI ITALIANI *

BRUNO ANSELMI, ALDO BRONDI, ORNELLA FERRETTI, WALTER GERINI
CNEN - PAS-SCAMB-RIFRAD, S. Maria di Galeria (Roma)

RIASSUNTO. — Il CNEN ha condotto ricerche sistematiche sulle formazioni plioceniche italiane per verificare la possibilità di utilizzare i parametri mineralogici e granulometrici nella ricostruzione paleogeografica dei bacini sedimentari. In particolare si è tentato di riconoscere l'esistenza di correlazioni tra natura litologica degli antichi bacini alimentatori, tuttora in vista, e i caratteri mineralogici delle formazioni argillose da essi derivate.

I risultati di una prima fase di indagini mineralogiche e granulometriche hanno permesso di stabilire che:

- le argille plioceniche possono essere suddivise in diverse province mineralogiche differenziate geograficamente;
- esistono correlazioni abbastanza strette fra composizione della frazione argillosa e formazioni litologiche presenti nel bacino alimentatore.

Ricerche di maggior dettaglio sono state effettuate quindi nelle province mineralogiche individuate al fine di verificare l'omogeneità e la continuità delle caratteristiche mineralogiche e granulometriche nei bacini argillosi selezionati.

Da questa seconda fase di studio sono state tratte le seguenti conclusioni:

- i caratteri granulometrici e mineralogici sono distribuiti uniformemente all'interno di ciascun bacino sia arealmente sia nei diversi livelli della formazione;
- le differenze dei caratteri granulometrici e mineralogici delle diverse province individuate nella prima fase sono riconfermate da un campionamento più dettagliato;
- sono confermate, sempre a livello grossolano, le correlazioni fra composizione litologica dei bacini alimentatori e presenza di certi minerali argillosi.

Si ritiene, sulla base di tali dati, di proseguire le ricerche in tre aree caratterizzate da differenti associazioni dei minerali argillosi, alimentate da paleobacini litologicamente differenti, e da diverso ambiente di sedimentazione.

ABSTRACT. — Systematic researches have been carried out by ENEA on the Italian pliocenic clay deposits in order to be able to rely on granulometrical and mineralogical parameters as a tool in the paleogeographic studies of the sedimentary basins. Possible relationships between lithology of ancient feeder basins and derived mineralogical characters of sedimentary deposits have been particularly investigated.

The results of the first part of the granulometrical and mineralogical investigations have allowed to establish that:

- pliocenic clay are geographically divided in many mineralogical provinces;
- coarse relations exist between lithological features of the ancient feeder basins and the mineralogical nature of the derived sedimentary formations.

Then more specific researches have been carried on about different mineralogical provinces to verify if the mineralogical and granulometrical characteristics of the clay basins are homogeneous and widespread.

From these studies the following conclusions have been drawn:

- the characteristics are actually homogeneous in every basin;
- the differences in the characteristics among the mineralogical provinces are confirmed;
- good correlations exist between the lithology of the feeder basins and the presence of certain type of clay minerals in the derived sediments.

On the basis of these data the researches will be continued in three zones characterized by different clay mineral associations fed by different lithological paleobasins and by different environmental sedimentation.

Il CNEN ha condotto ricerche sistematiche su formazioni sedimentarie italiane con il fine di caratterizzare i bacini dal punto di vista paleogeografico e delle connessioni tra natura della *bed rock* e connotati strutturali e ambientali degli stessi. In questo ambito rientrano anche indagini sulle formazioni ar-

* Studio effettuato nell'ambito del programma « Waste Disposal » della CEE.



Tipo	Camp. Rappr.	Composizione mineralogica		
		Dominanti	Complementari	Caratterizzanti
A	2 67	(i=k)	(sm=cl)	
B	61	(i=k)	(sm=cl)	(int.)
C	54	(i=k)(-)	(sm=cl)(+)	(int)(+)
D	44	(i=k)(-)	(sm=cl)(+)	(v)
E	43 32	(sm=k=1)		
F	84	(sm)	(i=k)	
G	71	(sm=cl=i=k)		(int)
H	82	(k=1)	(cl int)	
I	74	(k=1)	(sm=cl=int)	
L	139	(sm=k)	(i int)	
M	142	(k)	(i=sm)	(int)

Dominante = alcune o molte decina %

Complementare = alcune o molte unità %

Caratterizzante = alcune unità %, differenzianti, con la loro presenza, associazioni con una stessa composizione fondamentale

sm= smectite; cl= clorite; v= vermiculite; int = interstratificati;
i= illite; c= caolino.

(+) e (-) maggiore o minore quantità rispetto a campioni dello stesso tipo d'associazione mineralogica.

Fig. 1. — Distribuzione regionale delle differenti associazioni di minerali argillosi.

gillose plio-pleistoceniche (B. ANSELMI e altri, 1981).

Uno degli aspetti presi in considerazione

riguarda le possibili correlazioni tra natura litologica degli antichi bacini alimentatori, tuttora in vista, ed i caratteri delle argille delle parti marginali affioranti dei bacini argillosi profondi da essi derivate.

Le differenziazioni regionali riscontrate nella prima fase di ricerca sono il prodotto di una combinazione della diversa possibilità di alimentazione offerta dai maggiori complessi litologici del territorio italiano e dei processi di sedimentazione verificatisi nei diversi bacini di deposizione.

Dal punto di vista della distribuzione territoriale, la prima fase di ricerca ha messo in evidenza l'esistenza di diverse associazioni che presentano la seguente ripartizione regionale (fig. 1) (ANSELMI e altri, 1981).

I - *Fascia padano-periadriatica*. Comprende le zone A, B, C e D, le cui associazioni corrispondono alla presenza di *illite* e *caolino* come minerali dominanti e di *smectite* e *clorite* come minerali complementari. Il passaggio dalla zona A alla zona B è contraddistinto dalla comparsa di minerali caratterizzanti del gruppo degli *interstratificati*; questi ultimi mostrano incremento col passaggio alla zona C. Nella zona D compare il minerale caratterizzante *vermiculite*.

II - *Fascia molisano-apula e irpino-lucana*.

Comprende la zona E, presentante diffusione dell'associazione *smectite-caolino-illite*. La zona occidentale presenta carattere più spiccatamente smectitico.

III - *Fascia campano-laziale*. Comprende la zona F. La *smectite* assume carattere dominante. *Illite* ed ancor più *caolino* sono componenti complementari.

IV - *Valle tiberina*. Comprende la zona G. È caratterizzata dall'associazione *smectite-clorite-illite-caolino* e da presenza di *interstratificati*. Nel complesso si approssima molto alle associazioni di oltreappennino differenziandosene, però, per il contenuto decisamente più elevato di smectite e clorite.

V - *Fascia toscana centro-occidentale*. Coincide con la zona H e presenta associazione *caolino-illite* per la parte dominante e *clorite-interstratificati* per la frazione complementare. Fra i minerali dominanti prevale il caolino.

VI - *Val d'Arno e Toscana interna*. Corrisponde alla zona I. È caratterizzata dall'associazione *caolino-illite* per la parte dominan-

te e *smectite-clorite-interstratificati* per la parte complementare. Nel complesso si approssima alle corrispondenti associazioni di oltreappennino.

VII - *Calabria centro-orientale*. Presenta associazione *illite-caolino* molto prossima a quella della zona A piemontese e pertanto viene contrassegnata con lo stesso simbolo.

VIII - *Sicilia centrale*. Corrisponde alla zona L e presenta associazione *smectite-caolino*, mostrandoci gli stessi valori ed assolutamente dominanti, con *illite* ed *interstratificati* come complementari.

IX - *Sicilia meridionale*. Corrisponde alla zona M e presenta associazione di *caolino*, come minerale assolutamente dominante, e con *illite* e *smectite* come minerali complementari. Gli *interstratificati* sono presenti come minerali caratterizzanti nei bacini orientali.

Le possibilità di correlazioni della distribuzione dei minerali argillosi con le probabili zone madri risentono di un notevole margine di incertezza.

Le correlazioni desumibili dalla prima serie di dati sono le seguenti:

caolino: soprattutto da rocce argillose e da rocce cristalline;

illite: rocce cristalline, arenarie, formazioni marnoso-arenacee;

smectite: marne, argille, carbonati;

clorite: ofioliti, marne (accertata solo una corrispondenza spaziale in certe aree);

interstratificati: marne, carbonati.

Riassumendo i dati ottenuti hanno dimostrato che:

— esiste una marcata zonalità geografica di ben precise province mineralogiche argillose;

— esiste una possibilità di correlazione molto grossolana, e valida per grandi aree, tra natura litologica dei vecchi bacini alimentatori e mineralogia dei sedimenti argillosi da questi derivati.

Come sviluppo e verifica di questa ricerca sono stati intrapresi studi ulteriori su alcune delle singole province mineralogiche argillose individuate. Il seguente capitolo introduttivo vi riporta in dettaglio le azioni intraprese.

Introduzione

Sulla base di quanto esposto nella premessa sono stati presi in esame per il prose-

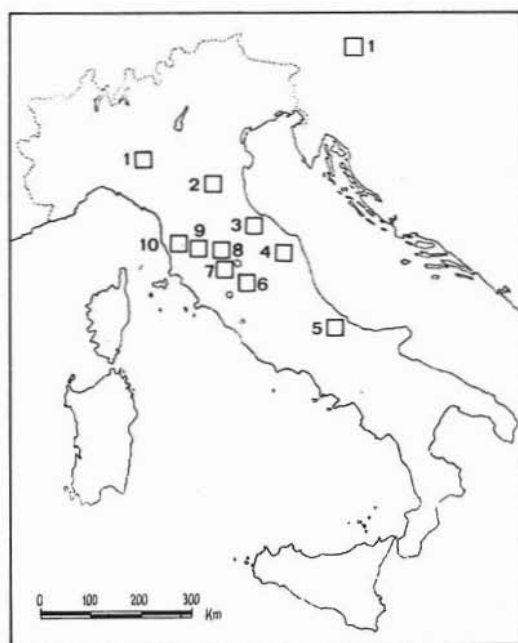


Fig. 2. — Zone di campionamento.

guimento dell'indagine dieci bacini, uno per ciascuna provincia mineralogica argillosa riconosciuta (fig. 2).

Scopo di questa seconda fase di lavoro è stata:

a) la conferma dell'esistenza di una stretta correlazione fra associazioni di minerali argillosi e probabili rocce madri;

b) la verifica, attraverso un campionamento di maggior dettaglio, dell'omogeneità mineralogica-areale dei bacini selezionati e della continuità dei caratteri mineralogici nei diversi livelli della formazione. Per le province siciliane, calabre e lucane tali dati sono già stati acquisiti nella parte di ricerche preliminari e sono contenuti nei rapporti precedenti (ANSELMINI e altri, in corso di stampa).

Le zone selezionate per le ulteriori ricerche sono le seguenti:

— *fascia padana*: I zona - Fiorenzuola; II zona - Bologna;

— *fascia adriatica*: III zona - Pesaro; IV zona - Ascoli Piceno; V zona - Vasto;

— *valle tiberina*: VI zona - Orvieto;

— *Toscana*: VII zona - Radicofani; VIII zona - Siena; IX zona - Volterra; X zona - Livorno.

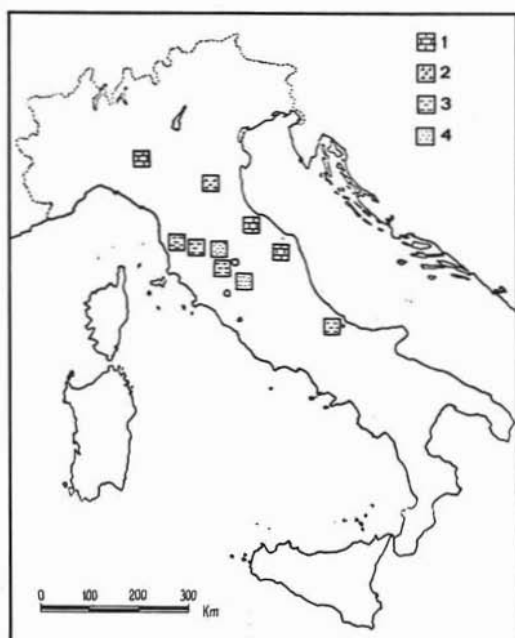


Fig. 3. — Schema litologico delle zone di campionamento (1 = carbonati; 2 = marne; 3 = argille; 4 = sabbie).

La tabella 1 riporta il campionamento effettuato nelle varie zone.

Nella figura 3 è riportato lo schema litologico fondamentale del basamento su cui sono impostati i bacini argillosi considerati.

Nella tabella 2 è riportata, per i vari bacini, l'incidenza percentuale delle diverse formazioni litologiche.

Metodi d'analisi

I campioni sono stati sottoposti ad analisi granulometrica e mineralogica per la determinazione della composizione fondamentale e del complesso dei minerali argillosi (ANSELMI e altri, 1981).

Risultati

Nelle tabelle 3, 4, 5 e 6 sono riportati i risultati della composizione granulometrica, della composizione mineralogica fondamentale, l'elenco dei minerali argillosi presenti nel campione medio e dei minerali argillosi presenti nella frazione $< 2 \mu\text{m}$.

Le figure da 4 a 12 riportano gli istogrammi dei dati ottenuti. Nelle figure 13 e

TABELLA 1 — Campionamento

ZONA	N° CAMPIONE	QUOTA m	ETA' (=)
1) Salsomaggiore	104	200 "	PL.M (P ³⁻¹)
	62	200 "	PL.M (P ³⁻¹)
2) Bologna	105	300 "	PL.M (P ²)
	59	100 "	"
3) Pesaro	106		PL.I (Pa ¹)
	107		"
	109		PL.M (Pa ²)
	108		PL.M (Pa ²)
	110		PL.M (Pa ²)
	111		PL.I (Pa ¹)
4) Ascoli	122		PL.S (P ³)
	123		PL.S (P ³)
	126		PL.S (P ³)
	127		PL.S (P ³)
	124		PL.M (P ²)
	125		"
			"
5) Vasto	128		Pleistoceng
	130		PL.M (Pa ³⁻²)
	131		"
	129		"
	133		PL.M (Pa ³⁻²)
	134		"
	132		PL.I (P ¹)
			"
6) Orvieto	113		PL.S (Pa ³⁻²)
	116	300	PL.I (Pa ¹)
	115	250	"
	114	250	"
	118	400	PL.I (Pa ¹)
	117	350	"
	119	250	"
			"
7) Radicofani	96		PL.I (Pa)
	97		"
	95	700	PL.I "
	94		" "
	93	400	" "
	92		" "
	91	300	" "
8) Siena	100		Cava "
	99		" "
	74		" "
	98	320	" "
9) Volterra	101	300	PL.M (Pas)
	102	200	" "
	103	100	" "
	121	300	" "
	76	200	" "
	120	100	" "
			" "
10) Livorno	152	150	PL.M (Pas)
	153	120	"
	154	150	"

14 sono riportati i diffrattogrammi dei minerali argillosi della frazione $< 2 \mu\text{m}$ per alcune zone di campionamento. Di seguito sono esaminati e confrontati i risultati per ciascuna zona in studio.

Zona 1 - Fiorenzuola (fig. 4)

La composizione granulometrica è omogenea, i sedimenti sono essenzialmente limosi. La composizione mineralogica fondamentale è uniforme: il quarzo è il minerale più abbondante, i feldspati sono poco abbon-

TABELLA 2 — *Litologia*

	CARBONATI % Ca	MARNE % M	ARENARIE % (A)	ARGILLE % Ar	ALTRE FORMAZ.
Zona 1	60 (marnosi)	2 (allitoni)	5	30 (calcaree)	
Zona 2		60 (Flysh- marno- arenacee)	25	15 (caotiche)	
Zona 3	50	50	-	-	miocene sab- biosa
Zona 4	50	50	-	-	miocene sab- biosa
Zona 5	-	-	-	100 (varicolori)	miocene argil- loso marnoso calca- reo
Zona 6	-	-	90	10 (scagliose)	miocene argil- loso
Zona 7	5	-	-	95 (scagliose)	
Zona 8 Est	20	-	80	-	
Zona 8 Ovest	100	-	-	-	
Zona 9	50 (marnosi)	-	-	40	ofioliti 10
Zona 10 Est	90	-	-	-	ofioliti 10
Zona 10 Ovest(marnosi)	-	-	-	40	ofioliti 60

marnosi e subordinatamente argillosi, in accordo con una granulometria dei sedimenti da essi derivati prevalentemente limosa e con la natura illitico-caolinitica del complesso dei minerali argillosi derivati.

Zona 2 - Bologna (fig. 4)

La composizione granulometrica dei diversi livelli risulta differente; il livello inferiore è essenzialmente limoso, quello superiore è più argilloso.

La composizione fondamentale è uniforme e con contenuti medi in quarzo, feldspato e calcite.

I minerali argillosi dominanti sono illite e caolinite; quelli complementari clorite, smectite e interstratificati (questi ultimi sono presenti nel livello superiore).

Il paleobacino è carbonatico, arenaceo, marnoso; quindi le granulometrie sottili pos-

TABELLA 3 — *Risultati granulometrici*

N.	% Sabbia	% Limo	% Argilla	N°	% Sabbia	% Limo	% Argilla
91	4.50	51.50	45.00	131	1.95	52.90	45.10
92	5.05	51.30	43.70	132	1.80	52.10	46.10
93	5.65	52.80	41.50	133	2.50	63.30	34.10
94	19.20	50.10	30.70	134	0.80	51.80	47.60
95	1.00	52.50	46.53	135	2.60	58.40	39.00
96	6.10	62.00	31.00	136	13.00	59.00	28.10
97	5.70	52.80	41.50	152	4.45	48.70	46.80
98	9.00	63.50	24.50	153	3.75	56.80	39.50
99	10.30	61.00	28.70	154	3.85	92.30	3.80
100	5.85	78.10	16.00				
101	21.50	76.10	2.35				
102	32.50	64.10	3.80				
103	5.65	50.00	44.30				
104	1.90	67.60	30.40				
105	1.10	55.30	44.50	43	1.60	76.50	22.00
106	0.30	52.90	46.80	49	7.90	71.50	20.50
107	1.60	42.30	55.80	55	2.01	88.00	9.80
108	1.30	27.60	61.20	59	6.90	63.20	30.00
109	1.30	53.30	45.40	62	0.50	68.10	30.80
110	2.70	49.60	47.70	74	8.80	57.10	26.50
111	1.00	59.50	40.00	76	2.30	62.10	33.50
112	10.50	48.30	41.10	79	1.80	71.90	24.60
113	0.70	42.60	56.60	80	1.20	86.70	10.90
114	36.50	61.40	2.50	87	40.00	48.80	11.20
115	11.10	84.50	4.40				
117	10.40	86.10	3.60				
118	1.40	69.10	29.60				
120	3.20	70.50	26.10				
121	24.00	44.00	32.00				
122	2.40	57.60	40.00				
123	19.70	50.60	29.70				
124	0.40	49.80	49.80				
125	11.60	52.10	36.20				
126	4.15	59.40	36.40				
127	7.45	58.30	34.20				
128	0.95	58.40	40.60				
129	0.6	57.60	41.70				
130	0.35	60.70	38.80				

danti, la calcite assume valori medi prossimi a quelli del quarzo; fra i minerali argillosi illite e caolinite sono dominanti, smectite, clorite e interstratificati complementari. I paleobacini sono essenzialmente carbonatico-

sono essere attribuite alla presenza dei carbonati mentre il complesso dei minerali argillosi, illitico-caolinitico è da attribuirsi alle formazioni arenacee.

Zona 3 - Pesaro (fig. 5)

Le granulometrie sono limose, con livelli tendenzialmente più argillosi nel Pliocene Inferiore e sabbiosi nel Pliocene Medio.

Il contenuto in carbonati è piuttosto elevato, medio quello del quarzo e del feldspato.

Il complesso dei minerali argillosi è caratterizzato da un contenuto elevato in

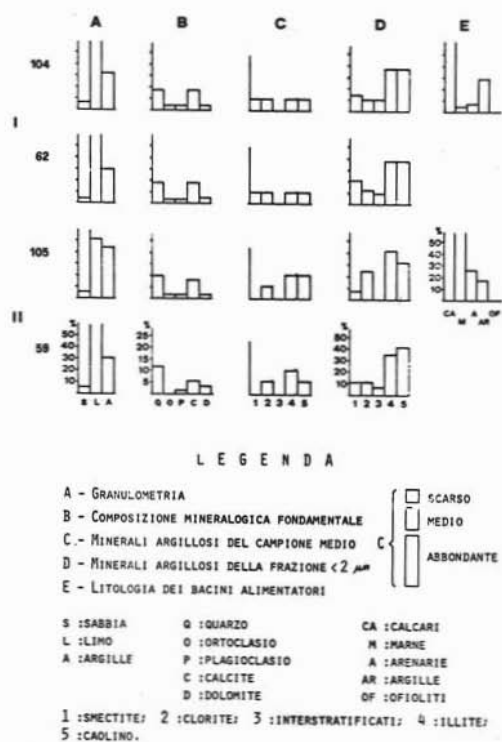


Fig. 4. — Istogrammi dei dati granulometrici e mineralogici (zona 1 e 2). - 1: smectite; 2: clorite; 3: interstratificati; 4: illite; 5: caolino.

smectite, caolinite e illite; clorite ed interstratificati sono i complementari.

La composizione mineralogica è piuttosto omogenea in tutta la formazione.

La litologia del paleobacino è essenzialmente carbonatico-marnosa in accordo con la granulometria sottile e al contenuto smectitico della frazione argillosa dei sedimenti derivati.

Zona 4 - Ascoli Piceno (fig. 6)

Le granulometrie sono essenzialmente limose-argillose; il contenuto in carbonati è elevato, i contenuti in smectite sono sempre più elevati rispetto alle zone precedenti; clorite e interstratificati presentano lievi incrementi rispetto alle zone precedenti.

La composizione granulometrica e mineralogica è simile per tutti i livelli ed in tutto il bacino e con leggere variazioni rispetto a quelle della zona 3.

La litologia del paleobacino è essenzial-

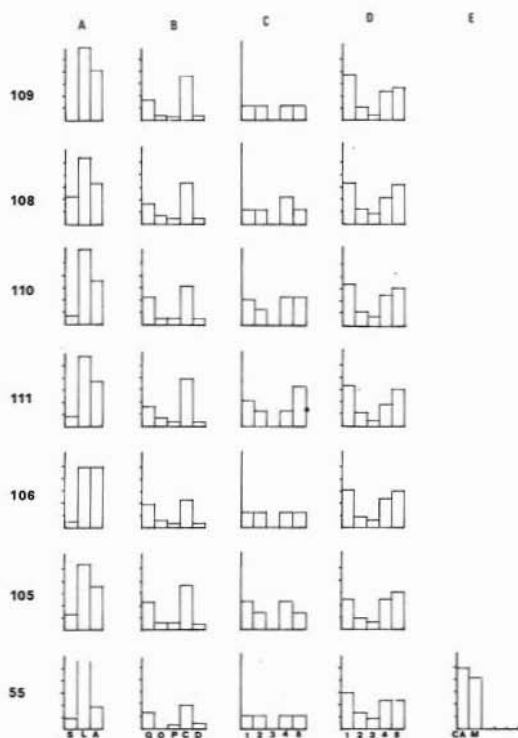


Fig. 5. — Istogrammi dei dati granulometrici e mineralogici (zona 3).

mente carbonatico-marnosa in accordo con la composizione granulometrica e mineralogica dei sedimenti derivati.

Zona 5 - Vasto (figg. 7 e 13)

Tutti i campioni risultano molto simili per granulometria e composizione mineralogica; tutti i caratteri sono simili a quelli delle zone precedenti (2, 3 e 4). Il paleobacino questa volta è costituito da argille varicolori (che, come noto, contengono anche masse carbonatiche).

Zona 6 - Orvieto (fig. 8)

La granulometria non si presenta uniforme nel bacino: la zona di Orvieto, a sud, è più argillosa, quella di Ficulle sabbiosa, quella di Fabro limosa.

Il contenuto in quarzo e feldspati è elevato, quello in calcite medio.

I minerali argillosi dominanti sono caoli-

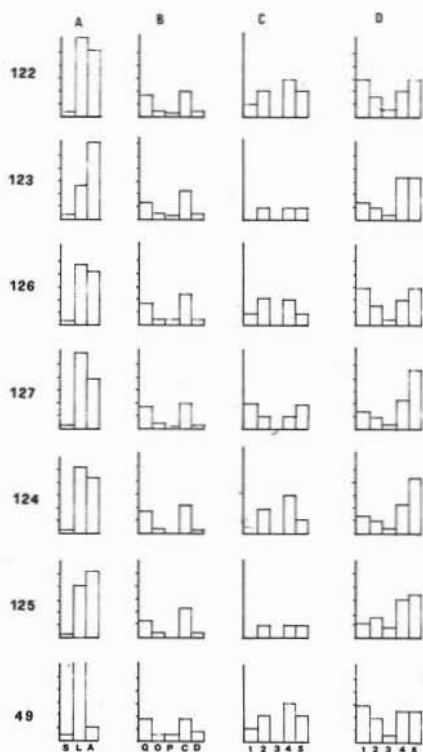


Fig. 6. — Istogrammi dei dati granulometrici e mineralogici (zona 4).

nite e illite e, in misura più ridotta clorite. Tali minerali sono presenti in maniera uniforme in tutto il bacino. Presenza di smectite è rilevabile nei livelli inferiori.

Il paleobacino è essenzialmente arenaceo in accordo con la presenza di granulometrie grossolane e con il complesso argilloso a caolino e illite dei sedimenti derivanti.

Zona 7 - Radicofani (figg. 9 e 14)

La granulometria è limoso-argillosa ed omogenea e presenta contenuti elevati in quarzo, modesti in feldspati e valori medi di calcite; il minerale argilloso dominante è la caolinite; i complementari sono clorite, interstratificati ed illite.

La litologia del paleo bacino è essenzialmente argillosa in accordo con la granulometria sottile dei sedimenti in esame e con la predominanza di caolinite nel complesso dei minerali argillosi.

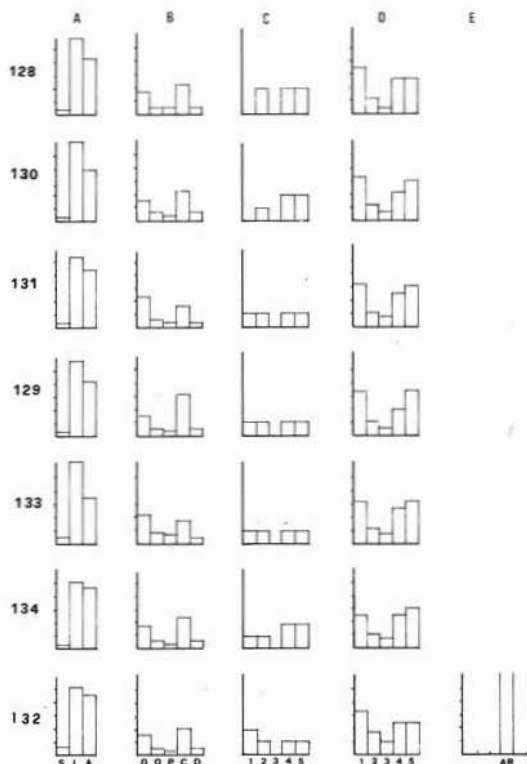


Fig. 7. — Istogrammi dei dati granulometrici e mineralogici (zona 5).

Zona 8 - Siena (fig. 10)

La granulometria è prevalentemente limosa e piuttosto uniforme. Il contenuto in quarzo e feldspati è elevato, presenta valori poco elevati di calcite e tendenza da est a ovest del bacino.

Il minerale argilloso dominante è caolinite. La litologia del paleobacino è arenacea o carbonatica (da est a ovest), in accordo con la composizione fondamentale delle argille derivate.

Zona 9 - Volterra (fig. 11)

La composizione granulometrica non è uniforme in tutta la zona; a nord di Volterra la frazione sabbiosa è più abbondante e la frazione argillosa scompare. I contenuti in quarzo e feldspato sono medi, il contenuto in calcite è poco elevato. I minerali argillosi dominanti sono caolinite e illite, i complementari clorite e interstratificati; la smectite è presente nei livelli superiori.

TABELLA 4 — *Composizione mineralogica fondamentale*

N°	QUARZO %	FELD-K %	FELD-Na %	CALCITE %	DOLOMITE %	N°	QUARZO %	FELD-K %	FELD-Na %	CALCITE %	DOLOMITE %
91	10,50	2,00	1,50	7,50		128	8,00	3,00	2,00	11,00	3,00
92	10,00	2,50	1,50	7,50		129	7,00	3,00	2,00	15,00	3,00
93	10,00	2,00	1,50	10,00		130	7,00	3,00	2,00	11,00	2,50
94	11,00	3,50	1,50	16,50	1,00	131	12,00	2,50	3,50	7,00	1,00
95	10,00	4,00	3,00	9,50	1,50	132	7,00	2,00	1,00	11,00	2,00
96	12,00	6,50	1,50	9,00	1,00	133	12,00	4,00	3,00	9,00	1,50
97	11,00	2,50	2,00	7,50	1,50	134	8,00	2,00	1,50	12,00	2,00
98	12,00	7,00	3,00	5,00	1,00	135	9,00	5,00	1,50	14,00	5,00
99	11,00	4,00	3,00	8,00	1,00	136	12,00	6,00	1,60	9,00	2,00
100	12,00	3,00	2,50	8,00	1,00	152	12,00	3,00	1,50	7,00	1,00
101	10,00	6,50	2,00	6,00	--	153	12,00	6,00	--	8,00	1,50
102	12,00	5,50	3,50	8,00	1,00	154	7,00	1,50	1,50	8,00	1,00
103	12,00	4,50	1,00	7,00	1,00						
105	10,00	3,00	2,00	8,00	1,50	43	8,00	--	0,70	8,50	2,00
106	9,00	2,50	--	12,00	1,50	49	6,00	--	0,50	10,00	2,00
107	7,00	2,50	1,50	12,00	2,50	55	9,00	1,50	1,00	9,50	3,50
108	7,00	2,00	1,50	12,00	2,50	59	12,00	--	1,00	5,50	4,00
109	8,00	2,00	1,50	10,00	1,50	62	9,00	1,50	1,00	8,50	2,50
110	8,00	2,00	2,00	12,00	2,00	74	12,00	1,50	3,00	3,50	--
111	8,00	2,00	--	10,00	--	76	18,00	--	1,50	11,00	--
112	10,00	4,00	1,50	9,00	1,00	79	5,50	--	0,50	5,50	2,00
113	7,00	2,00	2,00	15,00	1,00	80	22,00	--	1,00	9,00	--
114	12,00	9,00	3,00	18,00	2,50	87	20,00	8,00	5,00	15,00	1,00
115	12,00	5,00	2,00	10,00	2,00						
117	12,00	5,00	0,50	9,00	2,00						
118	11,00	5,00	0,50	10,00	1,00						
119	10,00	5,00	--	13,00	2,00						
120	11,00	3,00	0,50	7,50	1,00						
121	12,00	6,00	2,00	10,00	--						
122	6,00	2,00	1,00	17,00	1,00						
123	8,00	3,00	2,50	15,00	1,00						
124	8,00	3,50	1,50	12,00	2,00						
125	10,00	3,00	2,00	17,00	1,50						
126	10,00	3,00	2,00	15,00	2,00						
127	7,00	4,00	1,00	18,00	1,50						

La composizione mineralogica risulta uniforme in tutta la zona. La litologia del paleobacino è argilloso-carbonatica per la parte meridionale, in accordo quindi con la predominanza di caolino nella frazione argillosa. L'illite caratterizzerebbe soprattutto il bacino nord, in dipendenza di un'importante presenza di rocce arenacee per questa area.

Zona 10 - Livorno (fig. 12)

La composizione granulometrica non è uniforme; nella parte orientale è essenzialmente limosa, in quella occidentale predomina la frazione argillosa. Il campione orientale (154) è comunque rappresentativo di una porzione marginale-superiore della serie.

Il contenuto in quarzo e feldspati è elevato, quello della calcite scarso; i minerali argillosi dominanti sono caolinite ed illite, i complementari clorite e interstratificati; la smectite compare nella parte occidentale.

Nel complesso la composizione mineralogica è piuttosto uniforme in tutto il bacino.

La litologia del paleobacino è carbonatica con presenza di ofioliti ad est, ed argillosa con minore presenza di ofioliti ad ovest. Tutto ciò è in accordo con una composizione granulometrica non uniforme nell'intera zona; la composizione mineralogica non sembra

essere influenzata dalle variazioni litologiche del paleobacino.

Significativa è comunque la presenza di smectite in corrispondenza degli affioramenti carbonatici della zona occidentale.

In conclusione, nell'ambito di ciascuna zona, si possono trarre le seguenti considerazioni:

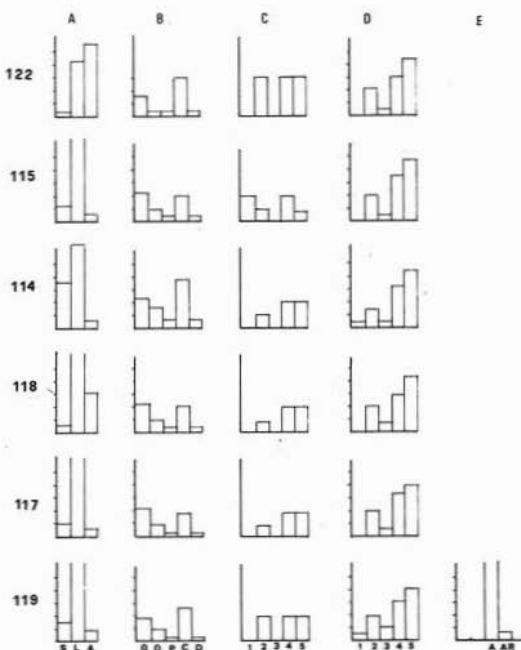


Fig. 8. — Istogrammi dei dati granulometrici e mineralogici (zona 6).

TABELLA 5
Minerali argillosi nel campione medio

n°	Smectite	Clorite	Illite	Caolinite
91	+	++	+	++ (*)
92	-	++	+	+++
93	-	+	+	++
94	-	+	+	+++
95	+	++	+	++
96	-	++	+++	+++
97	-	++	+++	+++
98	-	+++	+++	+++
99	-	++	+	+++
100	-	++	+++	++
101	-	+	+	+
102	-	+	+	+
103	+	+	++	++
105	-	-	++	++
106	-	++	+++	+
107	-	+	+	+
108	+	+	+	+
109	+	++	+++	++
110	+	++	++	+
111	++	+	+	++
113	+	+++	+++	+++
114	-	+	++	++
115	++	+	++	+
117	-	+	++	++
118	-	+	++	++
119	-	++	++	+++
122	+	+	+	+
123	+	+	++	+
124	+	+	+	+
125	++	+	++	+
126	++	+	++	++
127	++	+	+	+++
128	-	++	++	++
129	+	+	+	+
130	-	+	++	++
131	+	+	+	+
132	++	+	+	+
133	+	+	++	++
134	+	+	++	++
152	+	++	+++	+++
153	-	++	++	+++
154	+	++	++	++
49	+	++	++	++
55	+	++	+++	++
59	-	+	++	+
62	+	+	++	+
74	-	+	++	+
79	-	+	++	+
80	-	+	+	+++
87	-	+	+	+

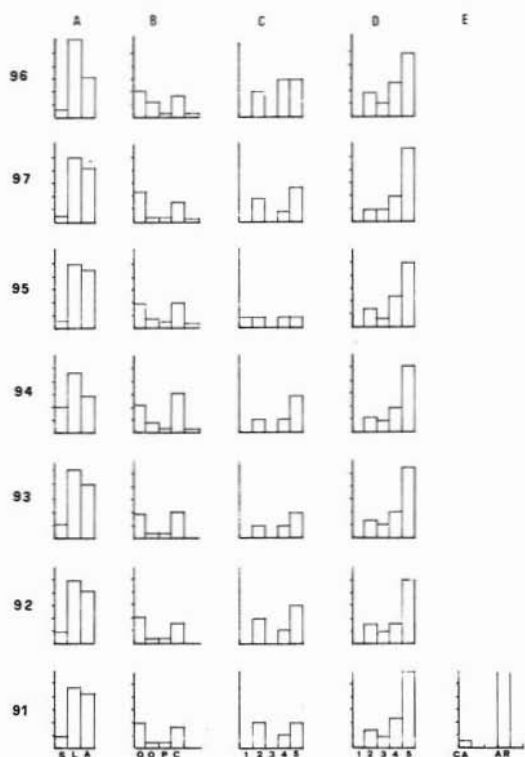


Fig. 9. — Istogrammi dei dati granulometrici e mineralogici (zona 7).

— la composizione granulometrica è generalmente uniforme, tranne poche eccezioni e abbastanza ben correlata con la composizione litologica dei paleobacini alimentatori; da ricordare che, oggetto del presente studio sono stati esclusivamente campioni di livelli argillosi;

— la composizione mineralogica generale è sempre molto uniforme e non sempre in stretta concordanza con la composizione litologica dei paleobacini alimentatori;

— i materiali argillosi hanno una distribuzione uniforme sia arealmente sia nei differenti livelli delle formazioni argillose esaminate.

La grossolana correlazione tra composizione della frazione argillosa e litologia dei paleobacini alimentatori, riscontrata nella prima fase, è fondamentalmente confermata anche se non sempre verificata puntualmente.

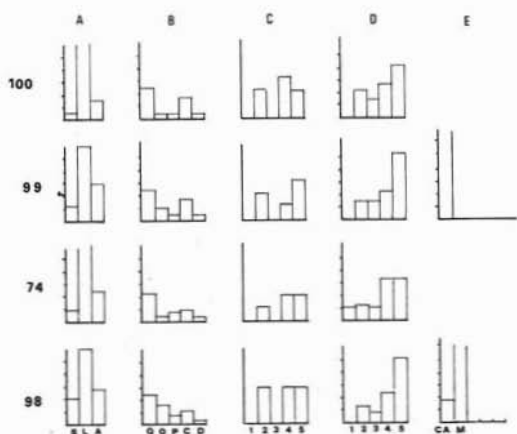


Fig. 10. — Istogrammi dei dati granulometrici e mineralogici (zona 8).

TABELLA 6 — Minerali argillosi nella frazione < 2 µm

N°	SMECTITE %	CLORITE %	INTERSTRATIFICATI %	ILLITE %	CAOLINITE %	N°	SMECTITE %	CLORITE %	INTERSTRATIFICATI %	ILLITE %	CAOLINITE %
91	-	10	5	20	65	125	25	12	5	30	30
92	-	15	12	18	55	129	25	10	5	30	30
93	-	15	10	20	55	130	30	10	5	25	30
94	-	15	10	20	55	131	20	10	5	20	50
95	-	15	5	25	55	132	40	20	-	20	20
96	-	20	10	25	45	133	15	10	10	35	35
97	-	10	10	20	60	134	25	10	5	20	40
98	-	15	10	25	50	135	25	10	-	25	40
99	-	15	15	20	50	136	30	10	10	20	30
100	-	20	15	25	40	152	10	15	10	30	35
101	10	10	3	27	30	153	-	15	5	35	50
102	10	10	8	35	37	43	33	-	-	25	35
103	-	15	10	35	35	49	30	11	9	25	25
104	-	15	10	40	30	55	25	18	5	26	23
105	10	20	-	40	45 (rosso)	59	10	10	4	35	40
106	15	10	5	25	45	62	20	10	5	38	35
107	10	15	8	32	35	74	10	12	10	35	33
108	15	10	5	35	35	76	-	12	4	40	50
109	30	15	5	20	30	79	20	20	-	30	30
110	30	15	5	20	30	80	14	12	4	20	50
111	15	10	5	25	45	87	10	10	10	30	40
112	20	10	-	20	50						
113	-	20	5	30	45						
114	-	15	5	35	45						
115	-	20	5	35	45						
117	-	20	5	35	40						
118	-	20	5	30	45						
119	-	20	10	30	40						
120	-	15	5	35	45 (rosso)						
121	-	20	10	30	45						
122	35	10	5	25	25						
123	35	10	5	20	30						
124	20	10	5	25	30						
125	25	10	5	25	30						
126	30	10	7	23	30						
127	35	10	3	20	30						

Composizione granulometrica media (figura 15): nella pianura padana e nell'area adriatica si rinvennero granulometrie prevalentemente sottili; granulometrie più grossolane, con una percentuale di frazione sabbiosa anche superiore al 20 %, si rinvennero nell'area appenninica occidentale.

Nell'area tirrenica compaiono di nuovo granulometrie sottili.

La maggiore uniformità dei depositi adria-

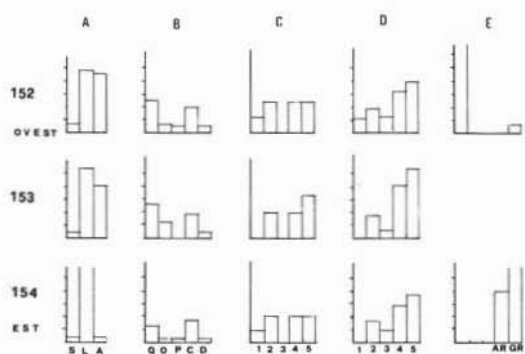


Fig. 11. — Istogrammi dei dati granulometrici e mineralogici (zona 9).

Confronto dei risultati granulometrici e mineralogici delle diverse zone

Nelle figure 15-16-17-18 sono schematizzati i caratteri granulometrici e mineralogici dei sedimenti argillosi delle dieci zone prese in esame.

Dal confronto di questi dati con la litologia dei paleobacini alimentatori (figura 3) emergono le seguenti considerazioni:

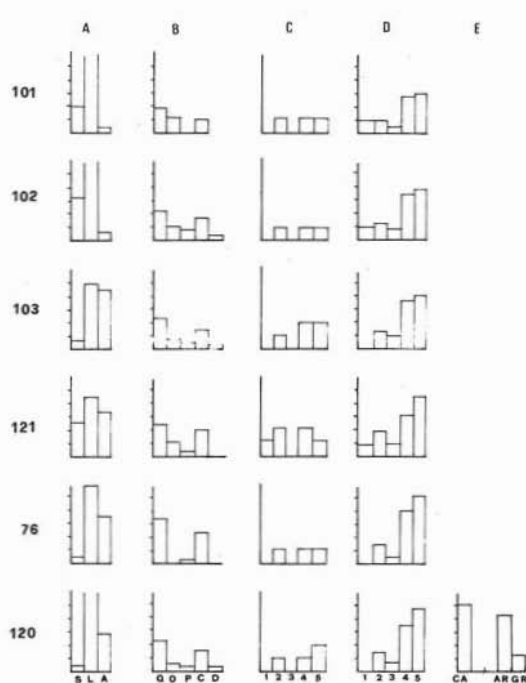


Fig. 12. — Istogrammi dei dati granulometrici e mineralogici (zona 10).

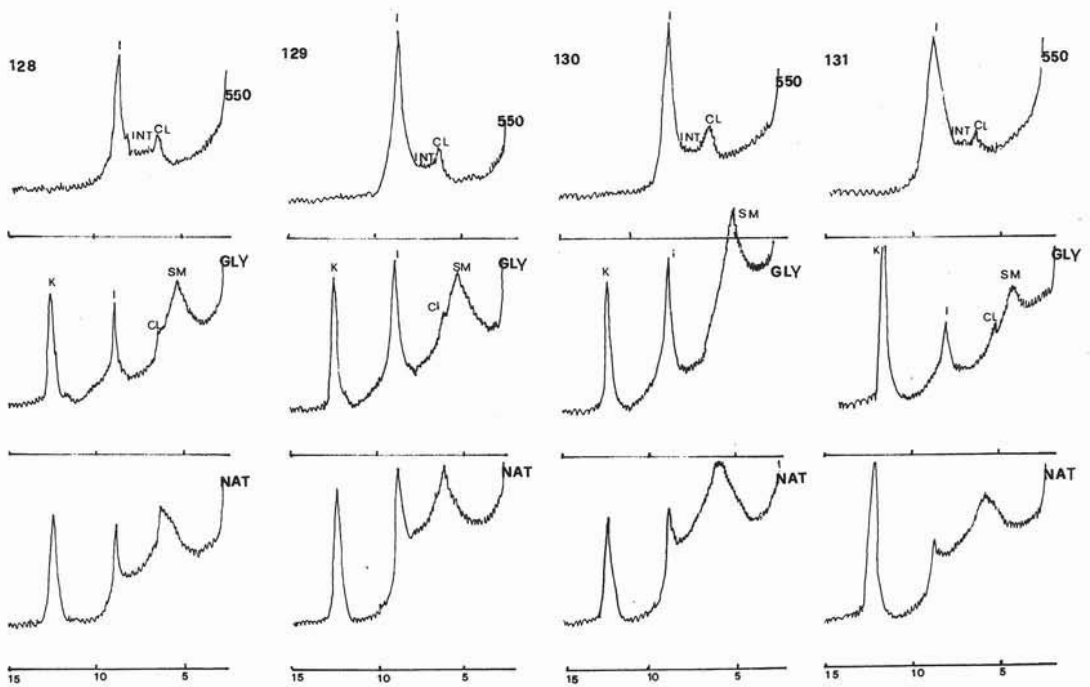


Fig. 13. — Diffratogrammi significativi (zona 5) (*sm* = smectite; *cl* = clorite; *int* = interstratificato; *i* = illite; *k* = caolinite).

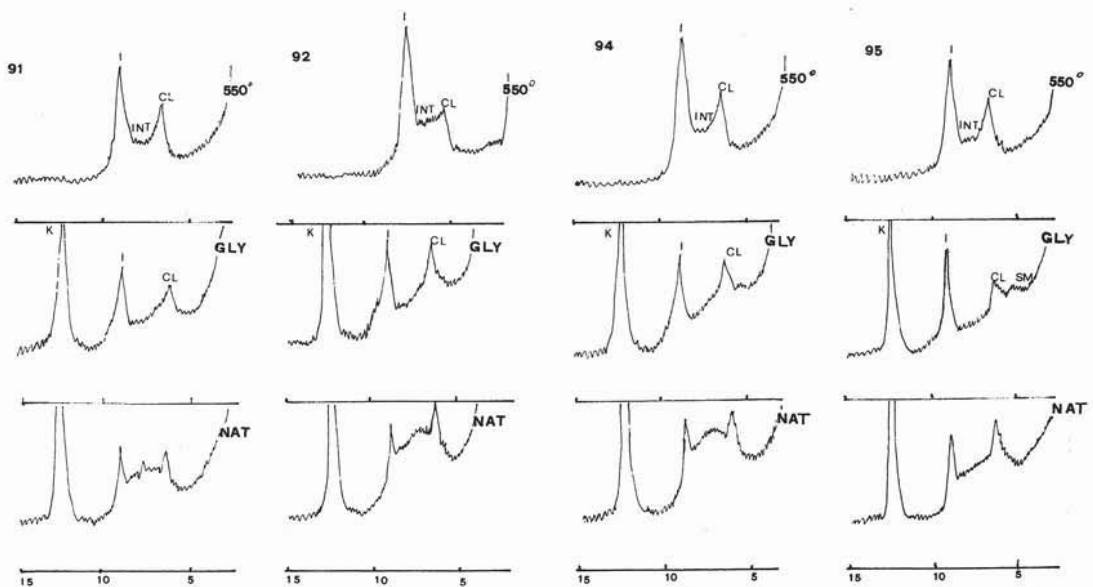


Fig. 14. — Diffratogrammi significativi (zona 7) (*sm* = smectite; *cl* = clorite; *int* = interstratificati; *i* = illite; *k* = caolinite).

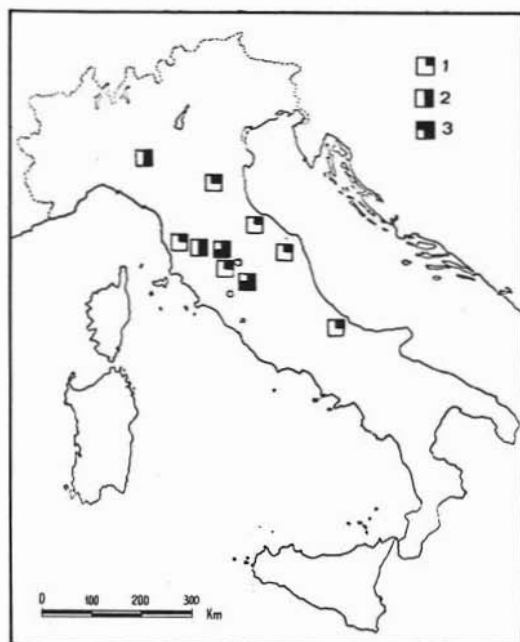


Fig. 15. — Sintesi dei dati granulometrici (1 = % sabbia 5; 2 = % sabbia 5-10; 3 = % sabbia 10-15; 4 = % sabbia 15).

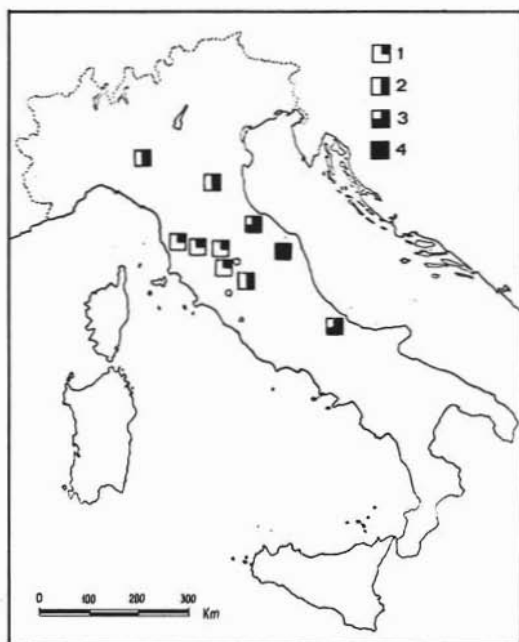


Fig. 17. — Sintesi dei dati mineralogici (distribuzione della calcite) (1 = scarsa; 2 = media; 3 = abbondante).

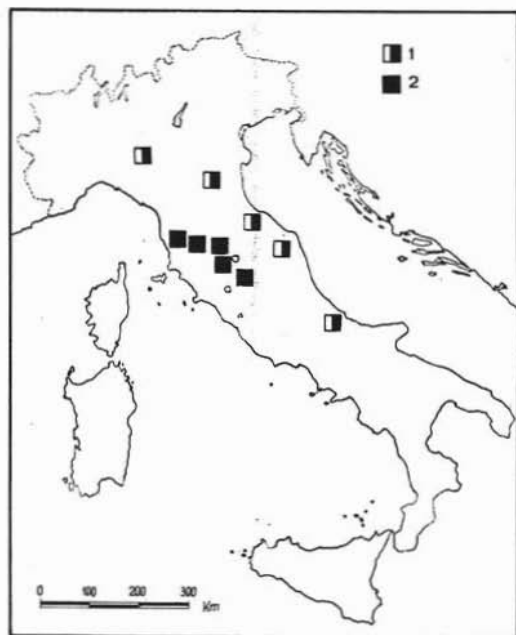


Fig. 16. — Sintesi dei dati mineralogici (distribuzione del quarzo) (1 = scarso; 2 = abbondante).

tici è giustificata dal carattere più pelagico e dall'omogeneità ambientale di deposizione di tali bacini. Anche per la litologia il versante adriatico presenta notevoli uniformità. Se si osservano le figure 2 e 3 si nota che le formazioni alimentatrici sono sempre carbonatiche-marnose o argillose (zone II, IV, V).

I caratteri non uniformi dei bacini del Tevere e della Toscana sono spiegati dalle differenze degli ambienti di deposizione; si tratta infatti di mari interni, con possibili alternanze di sedimenti costieri e meno costieri, con apporti detritici diversi anche dai versanti orientale ed occidentale di uno stesso bacino. Se si osserva la figura 3 si nota la presenza di differenti formazioni alimentatrici, soprattutto importante è la numerosa presenza di formazioni arenacee che giustificano la presenza di numerosi livelli sabbioli nei sedimenti argillosi.

Composizione mineralogica fondamentale (figure 16-17): la fascia padana-adriatica presenta contenuti poco elevati di quarzo e feldspati e contenuti elevati di carbonati. Ciò è in accordo con la composizione litologica dei paleobacini, che risulta essenzialmente carbonatica-marnosa.

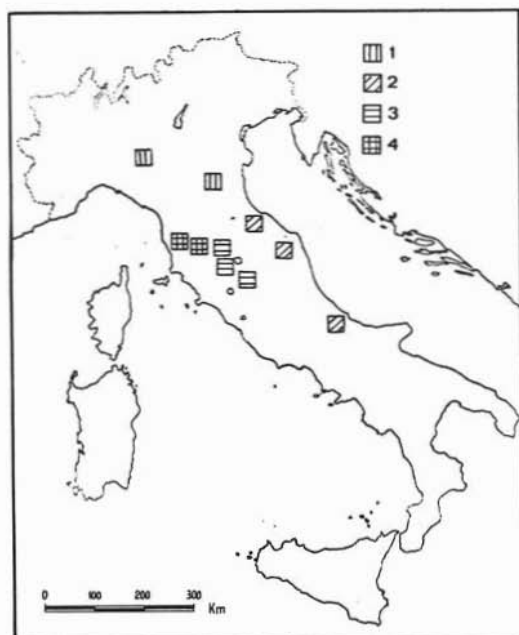


Fig. 18. — Sintesi dei dati mineralogici (distribuzione delle associazioni di minerali argillosi) (1 = *i-k* dominanti, *sm-cl-int* complementari; 2 = *sm-k-i* dominanti, *cl-int* complementari; 3 = *k* dominante, *int-cl-i* complementari; 4 = *k-i* dominante, *cl-int-sm* complementari; *sm* = smectite; *cl* = clorite; *int* = interstratificati; *i* = illite; *k* = caolinite).

Massimi contenuti di quarzo e feldspati e minimi contenuti in calcite caratterizzano i sedimenti toscani, in accordo con la composizione litologica dei paleobacini che risultano generalmente arenaceo-argilloso.

Composizione mineralogica della frazione argillosa (fig. 18): l'associazione dei minerali argillosi del campione medio e della frazione argillosa è generalmente la stessa, quindi è schematizzata in una sola figura.

L'area padana è caratterizzata da illite e caolinite quali minerali dominanti e clorite, smectite e interstratificati quali complementari (in sintesi area ad *illite*).

L'area adriatica è caratterizzata da smectite, illite, caolinite, dominanti, e clorite e interstratificati complementari (in sintesi area a *smectite*).

La valle del Tevere è caratterizzata da caolinite, illite e clorite (in sintesi area a *caolinite*).

La Toscana meridionale interna è caratterizzata da caolinite, come minerale dominan-

te, e interstratificati, clorite e illite come complementari.

La Toscana settentrionale è caratterizzata da caolinite e illite dominanti e clorite e interstratificati complementari (in sintesi area a *caolinite* ed *illite*).

L'area tirrenica risulta sempre caratterizzata dalla caolinite.

Per quanto riguarda la genesi dei minerali argillosi si può osservare quanto segue: area padana caratterizzata da illite e caolinite, con composizione litologica dei paleobacini non simile; area adriatica, con minerale dominante la smectite, omogenea per composizione litologica dei paleobacini prevalentemente carbonatico-marnosi; area tirrenica, caolinite, con basamento soprattutto argilloso-arenaceo.

Da notare nella zona 10 l'aumento di minerali cloritici dovuto alla presenza di formazioni gabbroidi nel paleobacino.

Conclusioni

Da quanto esposto finora si possono trarre le seguenti considerazioni:

a) esiste un buon accordo fra caratteristiche mineralogiche e granulometriche e la composizione litologica dei paleobacini, in special modo se la correlazione viene effettuata a scala regionale;

b) la differenza nei caratteri mineralogici delle zone in esame è inoltre probabilmente dovuta a differenza di ambiente di deposizione; l'area adriatica rappresenta infatti un ambiente di mare aperto pelagico mentre l'area toscana tirrenica rappresenta ambienti di mare interno più o meno costiero;

c) le zone prese in esame presentano singolarmente caratteristiche mineralogiche e granulometriche abbastanza omogenee sia arealmente, sia nei diversi livelli delle formazioni argillose.

Per il proseguimento delle indagini si ritiene opportuno di selezionare, fra le zone esaminate, quelle caratterizzate da: 1) associazioni di minerali argillosi ed ambienti di deposizione per quanto possibile differenti; 2) caratteri granulometrici interni uniformi.

Si ritiene opportuno di proseguire le ricerche nella zona di Crotona (Calabria), di

Vasto (Abruzzo) e di Radicofani o della Val d'Era (Toscana).

Nel quadro seguente si riassumono le caratteristiche delle tre aree.

<i>Zone</i>	<i>Minerali argillosi dominanti o caratterizzanti</i>	<i>Formazioni alimentatrici prevalenti</i>	<i>Ambiente di deposizione</i>
Crotone	Illite	Rocce cristalline	Costa aperta
Vasto	Smectite	Marnoso-carbonatico	Pelagico
Val d'Era	Caolinite	Argille scagliose e ofoliti	Mare interno

BIBLIOGRAFIA

ANSELMI B., BRONDI A., BENVENÙ F., FERRETTI O. (1979) - *Studi sui parametri geologici rilevanti ai fini della determinazione della contaminazione ambientale del territorio italiano*. CNEN RT/PROT, (79) 14.

ANSELMI B., BRONDI A., FERRETTI O., GERINI W. (1981) - *Criteri geologici per l'identificazione dei bacini argillosi favorevoli allo smaltimento dei rifiuti radioattivi. Studi sulle formazioni plioceniche italiane*, CNEN RT/PROT, (81) 16.

ANSELMI B., BRONDI A., DAI PRÀ G., FERRETTI O.

(1983) - *Possibilità di utilizzazione dei parametri mineralogici e granulometrici nella ricostruzione paleogeografica dei bacini sedimentari. Esempio di applicazione a formazioni plio-pleistoceniche dell'Italia Meridionale*. SIMP (in corso di stampa). CNEN-EURATOM (1977) - *Catalogo delle formazioni geologiche favorevoli allo smaltimento dei rifiuti radioattivi a vita lunga in Italia*. Contratto WAS I 022-706-9.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - Fogli Geologici 1:100.000.