

CARATTERISTICHE MINERALOGICO-PETROGRAFICHE DELLE "ARGILLE PER USO CERAMICO" DI CAMERINO (MC) - APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO(*)**

INDICE

RIASSUNTO	pag. 139
ABSTRACT	" 139
INTRODUZIONE	" 139
CENNI GEOLOGICI	" 139
MATERIALI	" 141
METODI E DATI ANALITICI	" 141
Analisi mineralogiche. Analisi diffrattometrica a RX	" 142
Analisi chimiche e determinazioni geochimiche	" 144
Analisi calcimetriche (calcimetro Dietrich-Frühling)	" 145
Analisi granulometriche	" 145
Limiti di consistenza	" 146
DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	" 148
BIBLIOGRAFIA	" 148

RIASSUNTO

Sono stati studiati gli aspetti minero-petrografici, granulometrici e geotecnici di materiali argillosi affioranti in prossimità di Camerino (MC).

I materiali argillosi, coltivati in passato per la produzione di laterizi e terrecotte, appartengono a livelli della formazione clastica caratterizzata dall'associazione pelitico-arenacea riferibile al Miocene superiore.

Le ricerche sono state svolte mediante XRD, analisi chimiche con determinazione degli ossidi principali e degli elementi in tracce tramite XRF, analisi calcimetriche, analisi granulometriche ed infine determinazione dei limiti di Atterberg.

La composizione mineralogica, risultata piuttosto omogenea, è data da illite, clorite, smectite e caolinite fra i minerali argillosi e, quarzo, K-feldspati, plagioclasti, con calcite, dolomite e talora con gesso e pirite, fra i minerali "inerti".

Tali materiali sono classificabili petrograficamente come argille marnose-marne calcaree; granulometricamente, i più argillosi si collocano nel campo della sabbia-limo-argilla del diagramma di Shepard ed infine in base ai valori dei limiti di coesione essi rientrano nel campo delle argille a bassa compressibilità (CL).

In accordo con le classificazioni di SANDROLINI & PALMONARI (1974) e VINCENZINI & FIORI (1977) i campioni si inseriscono nel campo dei materiali impiegabili per produzione di maiolica.

ABSTRACT

The granulometric, geotechnical and mineralogic-petrographic characteristics of argillaceous materials outcropping near Camerino (Macerata province) were investigated. These materials belong to a clastic formation of the Upper Miocene and were mined in the past for making tiles and pottery.

(*)Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Camerino.
(**)Dipartimento di Scienze della Terra - Università della Calabria.

(***)Lavoro svolto con il contributo 60% dell'Università di Camerino, responsabile P. MATTIAS.

The investigation was made using XRD, XRF for both major oxides and trace elements, calcimetric and granulometric analyses, and the determination of the Atterberg limits.

The mineralogic composition appears to be virtually homogeneous. The clay minerals include illite, chlorite, smectite, and kaolinite. The "inert" minerals include quartz, K-feldspars, plagioclases, calcite, dolomite and, sometimes, gypsum and pyrite.

According to Sheppard's classification these materials can be defined as marly clays/calcareous marls. From a granulometric point of view, the terms with the highest clay mineral content fall into the sand-silt-clay field of Sheppard's diagram. Based on the cohesion limit values, they fall into the field of clays with low compressibility (CL). In agreement with the classification by Sandrolini and Palmonari (1974) and that by Vincenzini and Fiori (1977), the samples analysed in this study can be considered suitable for majolica production.

PAROLE CHIAVE: Materiali argillosi, Appennino umbromarchigiano, Camerino, Marche.

KEY WORDS: Clay minerals, Umbro-Marchean Apennines, Camerino, Marche.

INTRODUZIONE

La produzione di ceramiche legate alla città di Camerino è riferibile sin dal XV sec. come testimoniato con certezza da documenti storici (PACIARONI, 1987). Tale attività senz'altro è stata svolta anche in epoche precedenti sulla quale però non si hanno dati sicuri.

Nel secolo scorso si è avuto un forte sviluppo della produzione ceramica per laterizi con la presenza nel territorio comunale di ben sette fornaci da mattoni (MATTIONI, 1993). Ogni attività produttiva è cessata con la chiusura dell'ultima fornace nel 1984.

La materia prima veniva estratta direttamente dai luoghi di produzione e rappresentava una risorsa importante per la locale economia (DE BOSNIASKI, 1880).

Lo scopo del presente lavoro è quello di fornire una caratterizzazione mineralogico-petrografica di tali materiali, integrata anche da alcuni dati di carattere geotecnico.

CENNI GEOLOGICI

L'area più meridionale del bacino marchigiano interno di età miocenica, denominata "bacino di Camerino", si estende longitudinalmente per una trentina di chilometri dall'abitato di Albacina nei pressi di Fabriano (AN) a N, fino a Visso (MC), a S (Fig. 1).

Esso può essere suddiviso ulteriormente, per la disomogeneità delle serie stratigrafiche riconosciute al di sopra della formazione dello *Schlier*, in due subba-

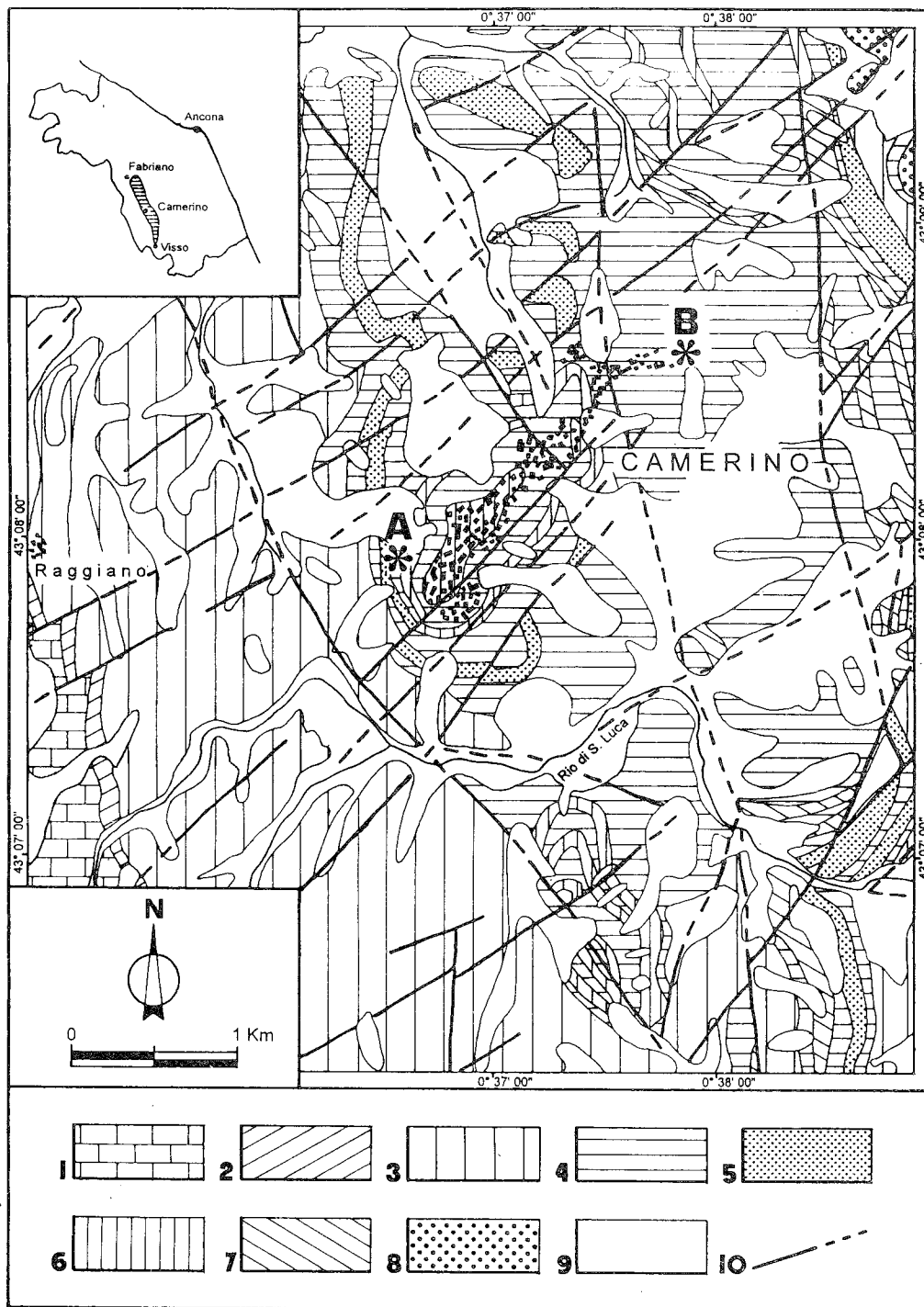


Fig. 1 - Schema geologico del settore centrale del bacino di Camerino (ripreso e modificato da CALAMITA *et alii*, 1979a).

Legenda:

1. Scaglia cinerea (Eocene sup.-Oligocene);
2. Bisciaro (Aquitaniense-Burdigaliano p.p.);
3. Schlier (Burdigaliano p.p.-Tortoniano p.p.);
4. Associazione pelitico-arenacea (depositi di frangia e/o di "piana sottomarina" colmamento di "canali strutturali");
5. Associazione arenacea (depositi canalizzati);
6. Associazione arenacea (depositi di lobo);
7. Associazione arenaceo-pelitica (depositi di lobo);
8. Associazione arenaceo-conglomeratica (depositi canalizzati);
9. Depositi alluvionali, detritici, frane;
10. Faglia e sua probabile prosecuzione; A. Sezione campioni VAM; B. Sezione campioni CPS.

cini: il bacino di Collamato, porzione settentrionale e, il bacino di Camerino p.d., porzione meridionale (CANTALAMESSA *et alii*, 1986).

Le disomogeneità caratterizzano anche quest'ultimo bacino; in particolare nella sua porzione centrale (compresa tra le valli dei Fiumi Potenza e Chienti) si possono riconoscere tre diverse successioni al di sopra della formazione dello *Schlier*: una nel margine orientale, una in quello occidentale, ed infine una nella porzione mediana.

Le tre successioni hanno in comune la base costituita dall'associazione pelitico-arenacea e le variazioni che si hanno superiormente sono date dalla presenza di diversi corpi, arenaceo-conglomeratici, arenacei e arenaceo-pelitici variamente intercalati.

L'associazione pelitico-arenacea costituisce i giacimenti delle "argille ceramiche di Camerino", ed è data da alternanze di argille marnoso-siltose di colore grigio azzurrognolo, con arenarie in strati sottili, ove prevale la componente argillosa ed è riferibile al Miocene superiore.

CALAMITA *et alii* (1979a) hanno proposto che l'alimentazione torbiditica del "bacino di Camerino" avveniva attraverso vie di apporto poste ad occidente del bacino stesso. Sui litotipi arenacei, gli stessi A.A., hanno riconosciuto anche clasti di metamorfiti di basso grado (filladi) e di vulcaniti a chimismo trachitico-andesi-

tico; da ciò l'ipotesi di una probabile area di alimentazione da formazioni affioranti in Toscana.

MATERIALI

A seguito di esposizioni prodotte da lavori stradali, sono stati raccolti 23 campioni appartenenti all'associazione pelitico-arenacea, in due località nei pressi del centro cittadino: sezioni "A" e "B" (Fig. 1).

I campioni VAM1-VAM9 sono stati raccolti dalla sezione "A" [$0^{\circ}36'30''E-43^{\circ}07'57''$] ubicata lungo la circonvallazione nord-occidentale della città (Fig. 2). La sezione è caratterizzata da un'alternanza di strati argillosi, grigiastri-grigio bluastri e arenacei, giallastri, con giacitura $N20^{\circ}E$ immergenti 30° verso E (Fig. 3a).

I campioni VAM10 e VAM11, dello stesso spaccato, sono stati prelevati da una sequenza argillosa separata dalla prima da una piccola discontinuità.

Infine i campioni VAM12, VAM13 e VAM14 appartengono alla coltre detritica eluvio-colluviale di natura argillosa sovrastante la sequenza.

I campioni CPS1-CPS9 provengono, invece, da Colle Paradiso, non distante dall'area sfruttata dall'ultima fornace attiva per laterizi: sezione "B" [$0^{\circ}37'48''E-43^{\circ}08'32''$].

Questa sezione è caratterizzata ancora da strati argillosi e arenacei disposti con giacitura $N40^{\circ}W$ immergenti 15° verso W (Fig. 3b).



Fig. 2 - Sezione "A" lungo la circonvallazione nord-occidentale di Camerino.

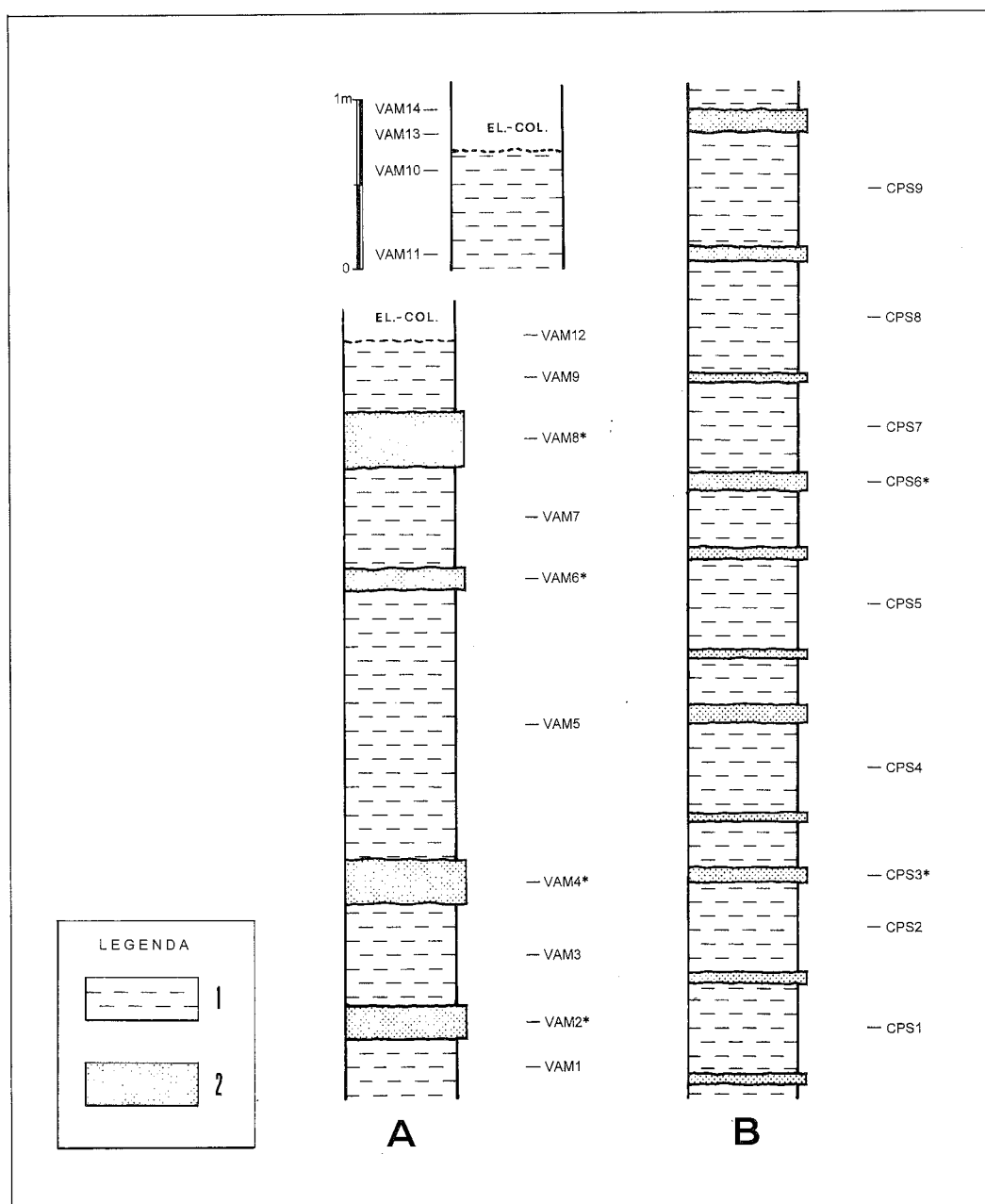


Fig. 3 - Rappresentazioni schematiche delle sezioni "A" e "B" con l'ubicazione stratigrafica dei campioni prelevati: 1 = livelli argillosi; 2 = livelli arenacei.

METODI E DATI ANALITICI

I materiali sono stati sottoposti a sistematiche analisi di laboratorio per stabilire la composizione mineralogica e chimica, quest'ultima anche con il metodo gas-volumetrico per la determinazione dei carbonati. Per i materiali piú francamente argillosi si è proceduto all'analisi granulometrica ed alla determinazione dei limiti di Atterberg.

Analisi mineralogiche. Analisi diffrattometrica a RX

Tutti campioni raccolti sono stati analizzati mediante diffrattometria ai RX seguendo le tecniche e le indicazioni descritte in letteratura per tale tipo di materiali a cui si rimanda (MATTIAS & LENZI, 1987; MATTIAS *et alii*, 1993a; MATTIAS *et alii*, 1993b).

Oltre al complesso dei minerali argillosi (e/o a struttura fillosilicatica) sono stati identificati, calcite, quarzo, dolomite, feldspati (plagioclassi e K-feldspati), con talora tracce di gesso e pirite.

Fra i minerali argillosi sono stati riconosciuti: illite, clorite, smettite e caolinite; non è esclusa la presenza anche di minerali a strati misti.

In Tab. 1 si riportano i risultati sia qualitativi che le stime semiquantitative del materiale talquale.

Mentre vi è una discreta omogeneità nella presenza delle fasi sia nelle litologie argillose che in quelle piú sabbiose, si è osservata una considerevole variabilità per quanto riguarda la loro partecipazione percentuale. La calcite, ad esempio, è piú abbondante nei livelli arenacei oscillando fra 30 e 60%, mentre nei livelli argillosi risulta attestata fra il 16 ed il 28%.

Tab. 1 - Analisi semiquantitativa del materiale talquale.

M.A. = complesso dei minerali argillosi; Sm = smettite; Il = illite; Cl = clorite; K = caolinite; Qz = quarzo; Ca = calcite; Pl = plagioclasio; K-Fd = K-feldspato; Do = dolomite; Gy = gesso; Py = pirite; te = tracce evidenti; tr = tracce; % in peso.

Camp.	M.A.	[Sm Il Cl K]				Qz	Ca	Pl	K-Fd	Do	Gy	Py
		Sm	Il	Cl	K							
VAM1	62	<10	55-60	20	15	11	18	5	?	<5	tr	tr
VAM2*	15					10	60	9	6	—	tr	—
VAM3	50	<10	45-50	20	15-20	14	28	5	<5	te	tr	tr
VAM4*	22					13	47	13	<5	te	?	—
VAM5	44	<10	50-55	20	15	10	28	8	7	<5	tr	tr
VAM6*	38	<10	50-55	20	10-15	13	30	10	5	4	?	?
VAM7	63	<10	50-55	20	15	10	19	7	te	te	tr	te
VAM8*	35					11	37	11	5	te	?	?
VAM9	58	10-15	50-55	20	10	8	23	5	<5	<5	te	tr
VAM10	48	10-15	50-55	15	15-20	12	24	9	<5	4	te	te
VAM11	60	10-15	50	20	15	8	22	5	<5	<5	tr	tr
VAM12	70	15-20	50-55	20	15	8	17	<5	—	tr	—	?
VAM13	69	<10	55	20	15	7	16	<5	<5	te	—	—
VAM14	65	10	55	20	15	10	20	<5	tr	te	—	—
CPS1	64	20-25	50-55	15	5	7	21	<5	tr	<5	?	?
CPS2	65	20-25	45-50	10	15	8	23	5	tr	tr	?	?
CPS3*	34					16	34	11	5	te	tr	tr
CPS4	68	15-20	50	20	10	7	21	<5	tr	te	tr	tr
CPS5	65	15-20	50	15-20	10	12	18	<5	<5	<5	?	—
CPS6*	25					16	42	12	<5	te	—	—
CPS7	50	15-20	55-60	10	15	11	27	10	<5	?	tr	?
CPS8	60	15	50-55	20	10	10	22	5	tr	<5	te	tr
CPS9	67	10-15	50	20	15	6	20	<5	<5	<5	?	tr

(*) = litotipi arenaceo-sabbiosi

Il complesso delle fasi argillose varia dal 15% (camp. arenaceo VAM2*) al 70% del camp. VAM12, mostrando una correlazione inversa con la calcite (Fig. 4).

L'associazione caratteristica delle fasi argillose è data dal predominio dell'illite su clorite, smettite e caolinite. Nei campioni più francamente arenacei non è stato possibile procedere ad un arricchimento delle

fasi argillose.

Il quarzo assume valori compresi fra il 6% (camp. CPS9) e il 16% (camp. CPS3* e CPS6*); il plagioclasio oscilla fra valori < 5% e il 13% (VAM4*), con il K-feldspato posto su valori inferiori. Infine si segnala la quasi costante presenza di dolomite e tracce di gesso e pirite.

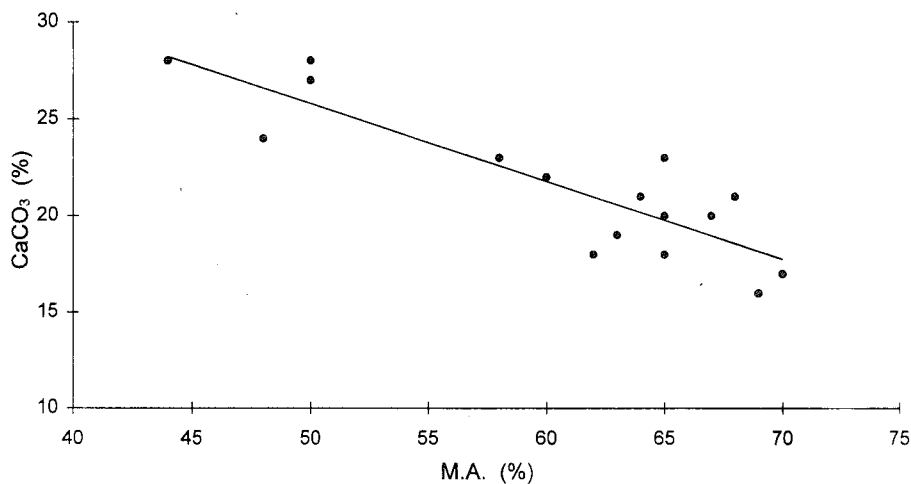


Fig. 4 - Diagramma di correlazione fra contenuto in CaCO₃ e minerali argillosi ricavato mediante la XRD.

Analisi chimiche e determinazioni geochimiche

Le analisi chimiche sono state effettuate, mediante XRF, sul materiale tal quale dopo riscaldamento a 950°C fino al raggiungimento del peso costante, avendo cura di evitarne la possibile ricarbonatazione durante la fase di raffreddamento.

In Tab. 2 sono riportati i valori dei principali ossidi ed in Tab. 3 i dati relativi a taluni elementi in tracce.

La natura silico-clastica del materiale viene confermata dai risultati delle analisi chimiche, ove l'SiO₂ è nettamente prevalente rispetto a tutti i rimanenti ossidi oscillando da 34.86 (VAM2*) al 48.06% (VAM3). Il CaO attribuibile anche alla presenza dei plagioclasti, prevale sull'Al₂O₃ nei campioni arenacei, mentre risulta inferiore nei litotipi più argillosi.

La somma di FeO e di Fe₂O₃ è compresa fra 3.36% (CPS9) e 7.72% (CPS3), ma la maggior parte dei valori ricade fra il 4% e il 6%. L'ossido di Mg, non mostra elevate oscillazioni mantenendosi mediamente intorno al 3%.

La presenza di Na₂O è sempre inferiore a 1% mentre è più marcata la partecipazione del K₂O che raggiunge nel camp. CPS4 il valore del 2.33%.

Il valore della perdita al fuoco (p.a.l.f.) risulta alquanto elevato e può essere interpretato come dovuto alla presenza di materia organica, lignite oltre al CO₂ prodotto dalla distruzione del CaCO₃ ed ai valori di H₂O⁻ e H₂O⁺ e parzialmente anche alla eventuale solfatazione dei solfuri di ferro. Nel campione CPS9 il valore 31.53%, in particolare può essere collegato alla

presenza di resti carboniosi.

Nella figura 5(a-d) sono riportati i campi di variazione degli elementi in tracce, ove si evidenzia che i campioni argillosi della serie VAM mostrano variazioni soprattutto nei contenuti di Sr e Ba, per quest'ultimo elemento, inoltre, si sono notate forti variazioni anche nei campioni della serie CPS.

Nei campioni arenacei, invece, si è osservata, sempre per gli stessi elementi, una maggiore variabilità fra cui spicca il comportamento dello Zr nella serie CPS. Mentre lo Sr è correlabile probabilmente alla calcite, il Ba non esprime una sua chiara correlazione, se si eccettua che al suo valore massimo (1042 ppm) nel campione arenaceo VAM2*, corrisponde anche il valore più elevato di CaO (25.52%).

Significative dirette correlazioni sono state trovate tra: K₂O-Rb (Fig. 6), CaO-Sr (Fig. 7) e Al₂O₃-Ce (Fig. 8).

In particolare la correlazione K₂O-Rb, è in perfetto accordo con il comportamento geochimico dei due metalli. Pertanto il Rb, vista la composizione mineralogica dei materiali, dovrà rinvenirsi nel K-feldspato ed eventualmente nell'illite, uniche fasi contenenti potassio.

Nelle due sezioni, infine, si è osservato che il comportamento di Ni, Cr, V è strettamente assimilabile a quello del Fe totale.

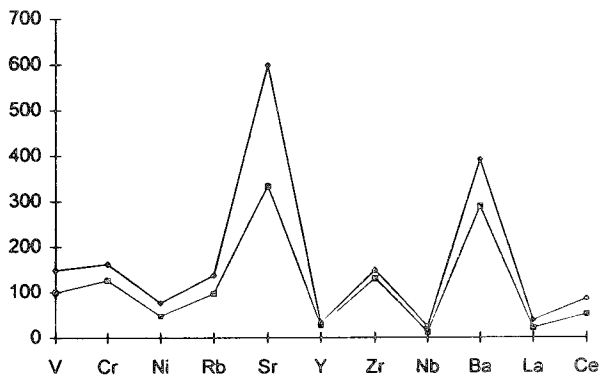
In accordo con quanto proposto da SANDROLINI & PALMONARI (1974) e VICENZINI & FIORI (1977), utilizzando i dati ricavati dalle analisi chimiche si è potuto

Tab. 2 - Analisi chimiche

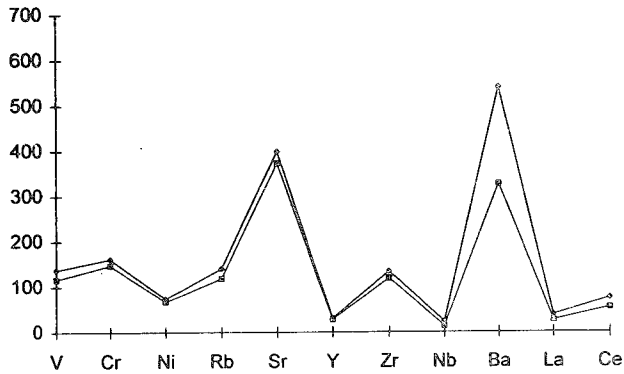
Camp.	VAM1	VAM2*	VAM3	VAM4*	VAM5	VAM6*	VAM7	VAM8*	VAM9	VAM10	VAM11	VAM12	VAM13	VAM14
SiO ₂	46.44	34.86	48.06	42.16	45.98	46.74	47.67	44.33	46.57	46.68	46.06	45.48	46.19	46.06
TiO ₂	0.60	0.32	0.57	0.35	0.53	0.49	0.64	0.43	0.60	0.58	0.62	0.65	0.66	0.59
Al ₂ O ₃	13.51	7.06	12.76	8.15	12.15	11.18	13.94	9.78	13.74	12.66	13.82	14.21	14.35	13.39
Fe ₂ O ₃	2.99	3.72	2.59	3.71	2.37	3.85	3.36	4.03	2.81	2.89	3.20	5.14	4.17	4.02
FeO	2.16	0.65	1.83	0.54	1.76	0.73	1.84	0.73	2.06	1.68	2.02	0.98	1.57	1.22
MnO	0.08	0.18	0.08	0.16	0.09	0.11	0.08	0.12	0.08	0.09	0.07	0.08	0.08	0.09
MgO	3.55	2.15	3.32	2.22	3.19	2.71	3.53	2.56	3.48	3.62	3.54	3.09	3.48	3.19
CaO	11.31	25.52	11.89	20.82	14.10	16.40	10.77	16.87	11.17	12.49	10.94	10.19	9.84	11.52
Na ₂ O	0.58	0.77	0.71	0.89	0.71	0.77	0.62	0.82	0.58	0.73	0.54	0.47	0.48	0.55
K ₂ O	2.17	1.20	2.07	1.44	1.90	1.81	2.23	1.60	2.17	2.04	2.22	2.18	2.26	2.02
P ₂ O ₅	0.10	0.02	0.10	0.04	0.08	0.07	0.10	0.06	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10
p.a.l.f.	16.51	23.53	16.02	19.50	17.14	15.13	15.22	18.67	16.65	16.46	16.87	17.42	16.82	17.24
Totale	100.00	99.98	100.00	99.98	100.00	100.16	100.00	100.00	100.01	100.01	99.99	99.99	100.00	99.99

segue tab. 2

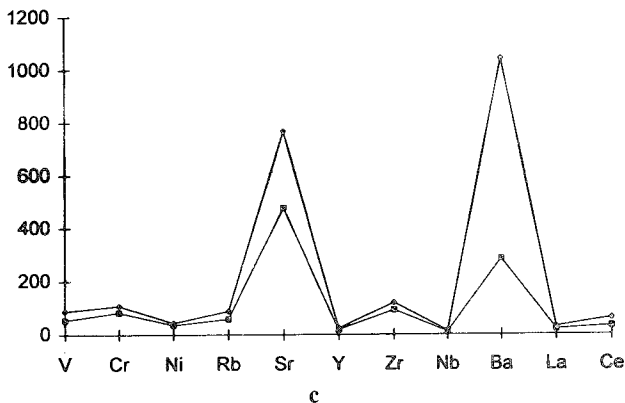
Camp.	CPS1	CPS2	CPS3*	CPS4	CPS5	CPS6*	CPS7	CPS8	CPS9
SiO ₂	44.61	45.86	41.73	44.06	43.89	42.55	47.19	45.44	37.32
TiO ₂	0.60	0.61	0.44	0.62	0.60	0.38	0.56	0.60	0.47
Al ₂ O ₃	13.16	13.34	9.96	13.62	13.17	8.14	12.89	13.11	11.89
Fe ₂ O ₃	3.45	3.41	7.24	2.58	2.61	4.50	3.78	3.22	1.28
FeO	1.37	1.31	0.48	2.10	2.29	0.45	0.95	1.31	2.08
MnO	0.08	0.07	0.34	0.08	0.10	0.28	0.11	0.08	0.07
MgO	3.30	3.17	2.40	3.22	3.60	2.08	2.95	3.38	3.08
CaO	12.09	11.91	16.51	12.38	12.53	20.36	12.27	12.51	9.96
Na ₂ O	0.47	0.52	0.68	0.46	0.50	0.86	0.65	0.57	0.42
K ₂ O	2.27	2.30	1.73	2.33	2.30	1.54	2.20	2.22	1.84
P ₂ O ₅	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.07	0.10	0.10	0.07
p.a.l.f.	18.51	17.41	18.38	18.45	18.30	18.78	16.37	17.47	31.53
Totale	100.01	100.01	100.00	100.00	99.99	99.99	100.02	100.01	100.01



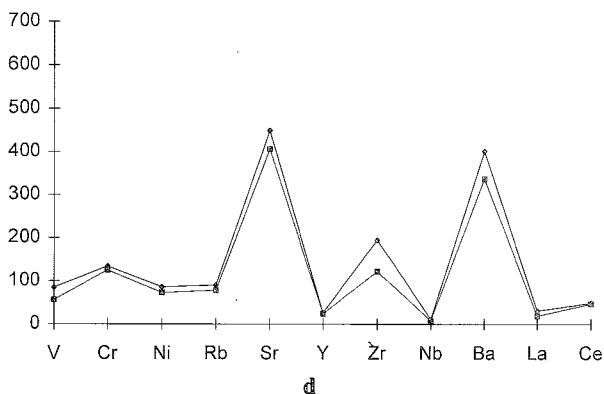
a



b



c



d

Fig. 5 - Campi di variazione degli elementi in tracce (V, Cr, Ni, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba, La e Ce) espressi in ppm:

- a) camp. argillosi serie VAM;
- b) camp. argillosi serie CPS;
- c) camp. arenacei serie VAM;
- d) camp. arenacei serie CPS.

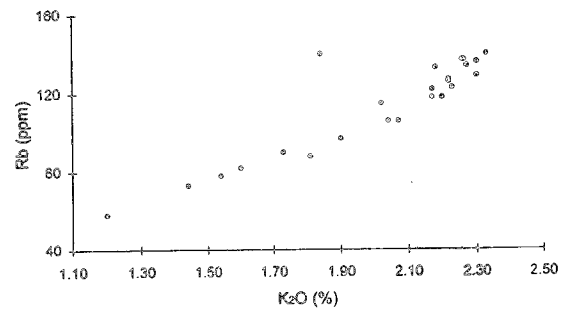


Fig. 6 - Diagramma di correlazione fra il contenuto in K_2O e Rb.

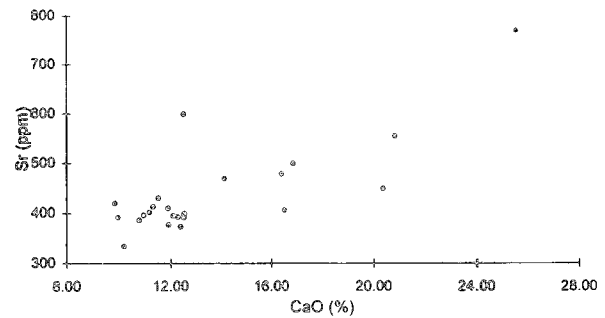


Fig. 7 - Diagramma di correlazione fra il contenuto in CaO e Sr.

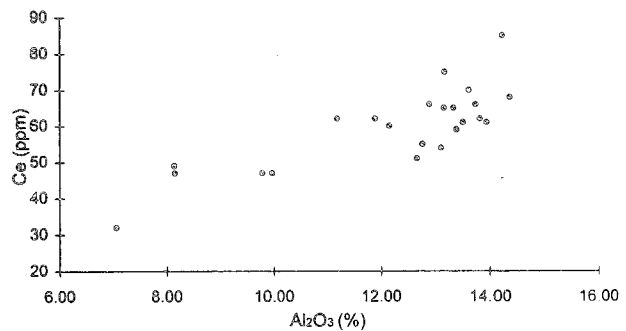


Fig. 8 - Diagramma di correlazione fra il contenuto in Al_2O_3 e Ce.

confermare che i materiali esaminati possono essere considerati di valido interesse ceramico. Infatti essi hanno attitudini ad essere impiegati produzioni di maiolica (Figg. 9 e 10).

Analisi calcimetriche (calcimetro Dietrich-Frühling)

Per le analisi calcimetriche è stato impiegato 1 g di materiale, ottenuto previa macinazione di una porzione rappresentativa e dopo vaglio al setaccio ASTM n. 270; i valori ottenuti di CO_2 , sono stati considerati come derivanti dall'attacco di HCl sul solo $CaCO_3$ (Tab. 4).

Analisi granulometriche

Nella figura 11 si riporta la rappresentazione dei risultati delle analisi granulometriche eseguite sui cam-

Tab. 3 - Determinazioni di elementi in tracce (in ppm)

Camp.	V	Cr	Ni	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	La	Ce
VAM1	124	137	59	118	413	30	139	15	298	34	61
VAM2*	53	83	39	58	768	18	92	14	1042	24	32
VAM3	109	130	57	106	410	27	140	12	323	32	55
VAM4*	58	85	36	73	554	22	119	11	285	20	47
VAM5	99	126	47	97	469	28	134	13	289	26	60
VAM6*	87	108	39	88	478	23	105	11	298	30	62
VAM7	127	145	68	123	386	32	148	20	340	26	61
VAM8*	79	105	44	82	499	24	108	10	293	30	47
VAM9	129	145	62	122	402	29	138	21	299	21	66
VAM10	109	133	55	106	599	30	145	13	344	33	51
VAM11	133	150	67	127	396	31	141	19	307	34	62
VAM12	140	161	76	133	334	12	141	24	382	30	85
VAM13	148	162	74	137	420	32	145	18	311	38	68
VAM14	124	140	64	115	430	29	130	23	392	31	59
CPS1	131	157	70	134	395	29	119	13	540	26	65
CPS2	130	157	71	129	377	31	124	16	329	38	65
CPS3*	85	134	86	90	406	26	122	11	401	19	47
CPS4	137	154	72	140	373	29	127	19	339	35	70
CPS5	131	159	74	136	399	30	120	14	327	30	75
CPS6*	56	125	73	78	449	24	195	8	337	31	49
CPS7	116	147	67	118	392	29	120	14	426	33	66
CPS8	125	154	73	126	391	28	134	16	397	37	54
CPS9	136	161	74	140	392	29	129	23	331	33	62

(*) = litotipi arenaceo-sabbiosi

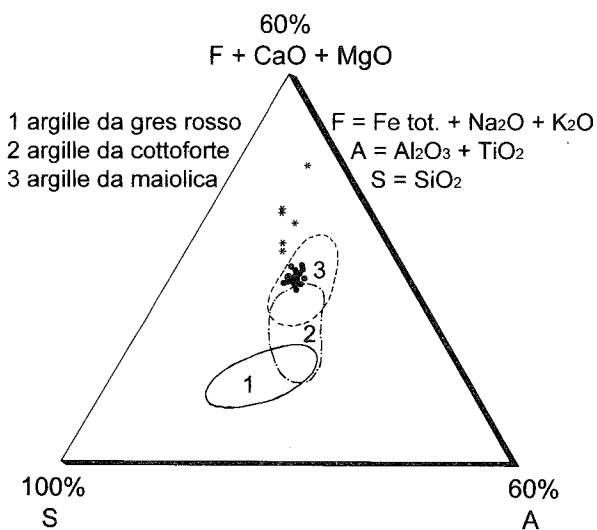


Fig. 9 - Diagramma ternario relativo alla caratterizzazione, attraverso ossidi, dei materiali argillosi appartenenti alle "argille ceramiche" di Camerino impiegabili per la fabbricazione di ceramica (ripreso da SANDROLINI & PALMONARI, 1974). Tutti i campioni si dispongono nel settore centrale del campo delle argille "per maiolica"; gli asterischi si riferiscono ai campioni arenacei.

pioni a contenuto più francamente argilloso. In esso si evidenzia ancora una volta la discreta omogeneità composizionale che permette di considerare il materiale come appartenente alla classe centrale di argilla, limo e sabbia della classificazione di Shepard, con la sola eccezione di due campioni che risultano l'uno (VAM3*) sabbioso, e l'altro (CPS2) ricco di fasi argillose. Nella Tab. 5 si riportano i valori delle singole granulometrie.

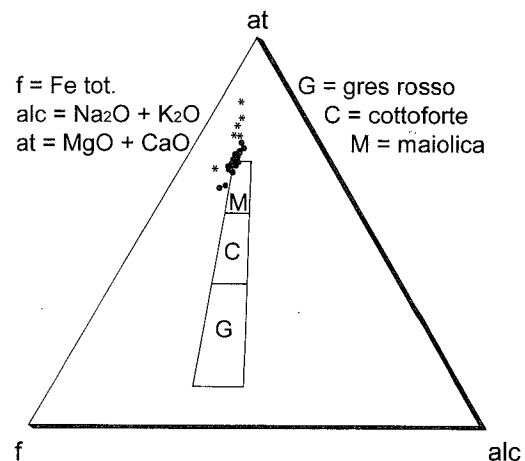


Fig. 10 - Diagramma ternario di classificazione per i materiali argillosi ad uso ceramico (ripreso da VINCENZINI & FIORI, 1977); gli asterischi si riferiscono ai campioni arenacei.

Limiti di consistenza

Considerando l'indice di plasticità (IP) di un materiale sciolto coesivo come elemento per stabilire la predisposizione ad essere modellato, dalle analisi risultano più adatti a questo scopo i campioni della serie CPS ed i camp. VAM 11-14 poiché hanno i valori più elevati (Fig. 12). La Tab. 6 sintetizza i risultati ottenuti.

Tab. 4 - Contenuto di carbonati ricavato con l'impiego del calcimetro Dietrich-Frühling [1], in XRF [2] e in XRD [3]

Camp.	[1]	[2]	[3]	Fattori di correzione	
	CaCO ₃ da CO ₂	CaCO ₃ da CaO	Calcite (+Dolomite)	[1]/[2]	[1]/[3]
VAM1	25	19.8	18(2)	1.3	1.1
VAM2*	54	44.7	60	1.2	0.9
VAM3	26	20.8	28(1)	1.3	0.9
VAM4*	48	36.5	47(1)	1.3	1.0
VAM5	31	24.7	28(2)	1.3	1.03
VAM6*	34	28.7	30(4)	1.2	1.0
VAM7	22	20.6	19(1)	1.1	1.1
VAM8*	36	29.6	37(1)	1.2	0.9
VAM9	25	19.6	23(2)	1.3	1.0
VAM10	26	21.9	24(4)	1.2	0.9
VAM11	24	19.2	22(2)	1.3	1.0
VAM12	20	17.8	17(tr)	1.1	1.2
VAM13	20	17.2	16(te)	1.2	1.2
VAM14	23	20.2	20(te)	1.2	1.1
CPS1	25	21.2	21(2)	1.2	1.1
CPS2	24	20.9	23(tr)	1.1	1.04
CPS3*	32	28.9	34(te)	1.1	0.9
CPS4	24	21.7	21(1)	1.1	1.1
CPS5	24	21.9	18(2)	1.1	1.2
CPS6*	39	35.7	42(te)	1.1	0.9
CPS7	26	21.5	27	1.2	0.96
CPS8	24	21.9	22(3)	1.1	0.96
CPS9	24	17.4	20(2)	1.4	1.1

Tab. 5 - Analisi granulometriche

Sez. A	fraz. <2μm	fraz. 2-20μm	fraz. >20μm
VAM1	30	31	39
VAM3	18	16	66
VAM5	28	30	42
VAM7	30	32	38
VAM9	33	37	30
VAM10	37	35	28
VAM11	24	35	41
VAM12	39	30	31
VAM13	38	33	29
VAM14	32	26	42
CPS1	40	40	20
CPS2	42	46	12
CPS4	35	37	28
CPS5	33	37	30
CPS7	25	35	40
CPS8	35	39	26
CPS9	35	39	26

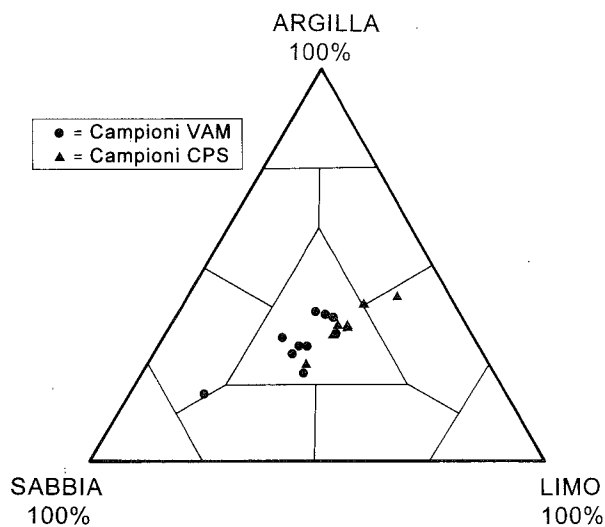


Fig. 11 - Diagramma di Shepard per la classificazione granulometrica di rocce clastiche sciolte. La quasi totalità dei campioni di Camerino rientra nel settore centrale del diagramma e quindi sono classificabili come: sabbia-limo-argilla.

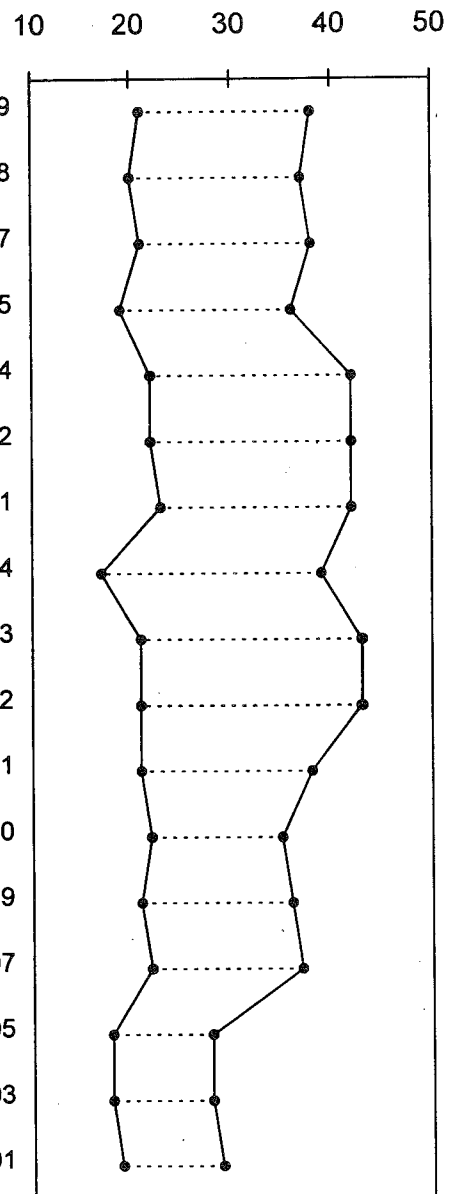


Fig. 12 - Diagramma rappresentativo dei valori dei limiti liquido e plastico e dei campi di plasticità dei materiali argillosi di Camerino.

Tab. 6 - Limiti di consistenza

Camp.	LL	LP	IP	IA	Classif. Casagrande	Classif. Skempton
VAM1	29	19	10	0.33	CL	Non attiva
VAM3	28	18	10	0.55	CL	"
VAM5	28	18	10	0.36	CL	"
VAM7	37	22	15	0.5	CL	"
VAM9	36	21	15	0.45	CL	"
VAM10	35	22	13	0.35	CL	"
VAM11	38	21	17	0.71	CL	"
VAM12	43	21	22	0.56	CL	"
VAM13	43	21	22	0.58	CL	"
VAM14	39	17	22	0.69	CL	"
CPS1	42	23	19	0.47	CL	"
CPS2	42	22	20	0.48	CL	"
CPS4	42	22	20	0.57	CL	"
CPS5	36	19	17	0.51	CL	"
CPS7	38	21	17	0.68	CL	"
CPS8	37	20	17	0.48	CL	"
CPS9	38	21	17	0.48	CL	"

IA = Indice di attività IP/% < 2 μ m; CL = argilla a bassa compressibilità; nella classificazione di Skempton sono considerati non attivi i materiali argillosi che IA < 0.75, normali fra 0.75-1.25 ed infine attivi se > 1.25

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il complesso dei dati ricavati con le diverse metodologie, XRD, analisi chimiche con determinazioni di elementi in tracce, analisi calcimetriche e determinazione dei limiti di consistenza, fornisce un quadro esauriente sulla natura delle "argille per uso ceramico" di Camerino, appartenenti a livelli della formazione clastica caratterizzata dall'associazione pelitico-arenacea del Miocene superiore.

La composizione mineralogica rivela che, oltre ai minerali argillosi, ove l'illite predomina su clorite, smectite e caolinite, sono sempre presenti calcite, quarzo, plagioclasti e K-feldspati, dolomite con talora tracce di gesso e pirite.

La relativa omogeneità compositiva dei livelli studiati nell'ambito delle due litologie predominanti, argillosa ed arenacea, induce a ritenere che le fasi cristalline presenti abbiano subito ripetuti cicli sedimentari.

Petrograficamente i campioni sono classificabili come argille marnose e marne calcaree; granulometricamente, i piú argillosi si collocano nel campo della sabbia-limo-argilla del diagramma di Shepard; infine, i valori dei limiti di coesione, pongono i campioni nel campo delle argille a bassa compressibilità (CL) della classificazione di Casagrande. La classificazione delle "terre" di Skempton considera tutti i campioni argillosi esaminati come "non attivi". In base ai dati chimici, le "argille per uso ceramico" di Camerino si inseriscono nel campo dei materiali impiegabili per produzione di maiolica e piú limitatamente di cottoforte dei diagrammi proposti da SANDROLINI & PALMONARI (1974) e VINCENZINI & FIORI (1977).

I dati mineralogici e chimici di altri materiali argillosi utilizzati per laterizi e terrecotte, riportati dalla letteratura, sono, nei limiti della tolleranza, ampiamente confrontabili con quelli esaminati.

In particolare i dati mineralogici proposti da PALMONARI *et alii* (1974) (illite e caolinite prevalenti su clorite e con scarsa smectite per quanto riguarda la componente siallitica con valori superiori al 50% unitamente alla rimanente porzione "inerte" data da quarzo,

15-20%, e calcite, circa 20%) non si discostano molto da quelli relativi ai materiali esaminati.

Mentre per la produzione di laterizi non sono indispensabili elevati valori di plasticità (IP), per la realizzazione di vasellame ed oggetti lavorati, a parità di associazione mineralogica, sono necessarie particolari proprietà plastiche, ottenibili agendo sia sulle caratteristiche granulometriche (mediante vagliatura e separazione delle frazioni fini) che sulla tessitura del materiale ove verrà esaltata la predisposizione dei minerali argillosi all'aumento della loro superficie specifica (con la "maturazione" e "stagionatura dell'argilla").

Nel territorio camerinese si ha quindi una ampia disponibilità di materiali per la produzioni industriali di laterizi e terrecotte, anche se attualmente le leggi di mercato non incoraggiano tali attività.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano particolarmente il Prof. B. CAMPONESCHI, il Prof. G. CANTALAMESSA ed il Dr. G. VINTI per la generosa collaborazione.

BIBLIOGRAFIA

- CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DEIANA G., MICARELLI A., POTETTI M., ROMANO A. (1977) - *Analisi dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dei "bacini minori" del Miocene medio-superiore nell'Appennino umbro-marchigiano e laziale abruzzese. 4) Primi risultati relativi allo studio geologico del bacino di Camerino (Marche centro-meridionali)*. Studi Geol. Camerino, 3, 87-105.
- CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DEIANA G., MICARELLI A., POTETTI M., ROMANO A. (1979a) - *Analisi dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dei "bacini minori" torbiditici del Miocene medio-superiore nell'Appennino umbro-marchigiano e laziale abruzzese: 7) Il bacino di Camerino*. Studi Geol. Camerino, 5, 67-81.
- CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DEIANA G., MICARELLI A., POTETTI M., ROMANO A. (1979b) - *Ricerche stratigrafiche sui sedimenti miocenici del bacino di Camerino (Marche centro-meridionali)*. Studi Geol. Camerino, 5, 83-110.
- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., MICARELLI A., POTETTI M. con la collaborazione di DI LORITO L. (1986) - *Il Miocene delle Marche*. Studi Geol. Camerino, vol. speciale "La Geologia delle Marche". Dip. Sc. Terra, Univ. degli Studi di Camerino, 35-55.
- DE BOSNIASKI S. (1880) - *Le argille da stoviglie nel Camerinese*. Proc. Verb. Soc. Tosc. Sc. Nat., 2, 220-221, Pisa.
- MATTIAS P., LENZI G. (1987) - *Aspetti mineralogici dei sedimenti a componente pelitica dell'area di Montalbano Ionico in provincia di Matera e compresi nel F° 212 della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. Boll. Serv. Geol. d'Italia, 105, 137-171, Roma.
- MATTIAS P., CROCETTI G., BARRESE E. (1993a) - *I materiali argillosi messiniani di Formia-Spigno Saturnia, in provincia di Latina-Lazio meridionale (F° 171)*. Min. Petrogr. Acta, 36, 111-127, Bologna.
- MATTIAS P., CROCETTI G., BARRESE E. (1993b) - *Le "argille ceramiche" di Arcevia (Ancona)*. Min. Petrogr. Acta, 36, 171-191, Bologna.
- MATTIONI R. (1993) - *L'avventura dell'industria. Manifatture tra 800 e 900 nell'alto Maceratese*. Cassa Rurale ed Artigiana di Casavecchia - Pieve Torina. Tip. Mierma, pp. 118.
- PACIARONI R. (1987) - *Macerata e il suo territorio (l'economia)*. Pubblic. a cura della CARIMA (Cassa di Risparmio della Prov. di Macerata). Federico Motta Ed., pp. 232. Milano.
- PALMONARI C., BERTOLANI M., ALIETTI A., ORTELLI G. (1974) - *Giacimenti di Argille ceramiche-Emilia Romagna*. Ed. a cura di F. Veniale e C. Palmonari, 55-86.
- SANDROLINI F., PALMONARI C. (1974) - *Variazioni strutturali e dimensionali durante la cottura di argille italiane usate per materiali da costruzione*. La Ceramica, 1, 6.
- VINCENZINI P., FIORI C. (1977) - *Caratteristiche naturali di argille italiane e correlazione con le proprietà tecnologiche dei prodotti da esse ottenibili*. Ceramurgia, 7, (3), 119-134.