

**CARATTERISTICHE MINERALOGICHE E LITOSTRATIGRAFICHE
DELLA SEZIONE EO-OLIGOCENICA DI MASSIGNANO (ANCONA, ITALIA)
COMPREDENTE IL LIMITE SCAGLIA VARIEGATA-SCAGLIA CINEREA(*****)**

INDICE

| | |
|---|---------|
| RIASSUNTO | pag. 93 |
| ABSTRACT | ” 93 |
| PREMESSA | ” 94 |
| CAMPIONATURA E METODI DI STUDIO | ” 95 |
| RISULTATI | ” 96 |
| DISCUSSIONE | ” 100 |
| RAPPORTI FRA LA SEZIONE DI MASSIGNANO (ANCONA) E LE SEZIONI DELLA VALLE DELLA CONTESSA (GUBBIO) | ” 100 |
| CONCLUSIONI | ” 100 |
| BIBLIOGRAFIA | ” 102 |

RIASSUNTO

Vengono riportati i risultati dello studio mineralogico-petrografico di 57 campioni di calcari marnosi, marne-calcaree e marne appartenenti alla sequenza sedimentaria marina eo-oligocenica al limite fra le formazioni della “Scaglia Variegata” e della “Scaglia Cinerea” affioranti presso Massignano, Appennino Umbro-Marchigiano in provincia di Ancona.

Sono state impiegate sistematicamente analisi diffrattometriche (XRD), analisi microscopiche su sezioni sottili ed analisi calcimetriche; per taluni campioni si è proceduto alla determinazione sia della composizione chimica degli ossidi che degli elementi in traccia.

L'insieme delle analisi ha permesso di giungere ai seguenti risultati:

— alla predominante calcite, legata a componenti detritiche e bioclastiche, si associa il complesso dei minerali argillosi ed in tracce quarzo (e/o calcedonio), feldspato con occasionalmente gesso, jarosite e pirite;

— nell'ambito dei minerali argillosi si ha la costante partecipazione di smettite, illite e minerali a strati misti a successioni irregolari del tipo I-MO, con eventuale clorite, caolinite e vermiculite;

— la biotite è stata riconosciuta, più o meno abbondante e “fresca” in 31 livelli dei 57 presi in considerazione e soprattutto nei livelli basali (fino a quota 14.70 con discreta continuità).

Non esistono sostanziali differenze nella composizione mineralogica sia fra i depositi eocenici ed oligocenici che al passaggio fra la formazione della Scaglia Variegata e Scaglia Cinerea.

Una elaborazione statistica dei dati ha permesso di fornire alcune complessive tendenze di variazione composizionale delle fasi; verso le porzioni alte della sezione si ha una riduzione del contenuto in calcite ed un contemporaneo, complessivo aumento di minerali argillosi e/o fillosilicatici. Nel-

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

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

(***)Dep. of Geology and Geophysics - University of California, Berkeley.

(****)Istituto di Geologia - Università di Urbino.

(*****)Lavoro eseguito con il contributo finanziario C.N.R. n. 85.00969, (responsabile P. MATTIAS).

l'ambito di quest'ultimi, diminuisce, verso l'alto, la smettite e i minerali a strati misti a vantaggio dell'illite; tali dati confermano l'influenza delle aree continentali delimitanti il bacino di sedimentazione.

In questo stesso bacino si sono aggiunte, in varia entità, componenti vulcanoclastiche: biotiti, talora anche molto abbondanti, e cineriti che, alterandosi, hanno formato di termini smettitici. Tuttavia gran parte della smettite deve essere collegata alla derivazione dai termini illitici (micacei) di diretta provenienza detritica dove i minerali a strati misti a sequenze irregolari rappresenterebbero le fasi di adattamento delle strutture fillosilicatiche all'ambiente basico (“montmorillizzazione” dell'illite).

Per la clorite e vermiculite non si può escludere una parziale derivazione dall'alterazione della stessa biotite.

Dal confronto con le sequenze eo-oligoceniche delle formazioni affioranti nella Valle della Contessa-Gubbio (MATTIAS *et alii*, 1986-87; MATTIAS *et alii*, 1989) si ricava un quadro regionale più ampio degli apporti silicatico-detritici che si sono avuti durante i processi di sedimentazione bioclastica.

In entrambe le sezioni, Massignano e Valle della Contessa, si hanno sicuri apporti vulcanici; tuttavia la presenza più frequente nella sezione della Valle della Contessa di feldspati e caolinite, induce a ritenere che la sequenza di Massignano sia stata più distante dalle aree di smantellamento ed alterazione continentale di quella della Valle della Contessa.

ABSTRACT

In this mineralogic-petrographic study, 57 samples of marly limestone, calcareous marl, and marl, belonging to a marine sedimentary sequence of Eocene-Oligocene age, were analyzed. The samples are from an outcrop containing the contact between the “Scaglia Variegata” and the “Scaglia Cinerea” formations, near the town of Massignano, Ancona Province, Umbria-Marche Apennines.

The investigation was performed by powder X-Ray diffraction (XRD), optical observations in thin section, and chemical analyses of carbonate minerals. In some cases chemical analyses for both oxides and trace elements were carried out.

The study allowed the following conclusions:

— calcite, both clastic and bioclastic, is the dominant mineral, with which clay minerals, trace amounts of quartz and/or chalcedony, feldspar, and occasional gypsum, jarosite, and pyrite are associated;

— among the clay minerals, the association of smectite, illite, and mixed-layers minerals with irregular succession of the I-MO type, are ubiquitous, in association with occasional chlorite, kaolinite, and vermiculite;

— fresh biotite is present with varying abundance in 31 levels out of the 57 considered, particularly in the lower part of the sequence, showing continuity up to 14.70 m from the base.

No substantial differences in mineralogical composition are evident either between Eocene and Oligocene samples, or between samples from the Scaglia Variegata and the Scaglia Cinerea formations.

Statistical analyses reveal that the abundance of calcite decreases in the higher part of the sequence, while that of

clay minerals and phyllosilicates increases. Among the latter, however, smectites and mixed-layers minerals become less abundant toward the top, while the content of illite increases.

The composition of the clay minerals indicates that these originated mostly from clasts transported from continental areas bounding the sedimentary basin. However, varying amounts of volcanoclastic material were associated with the former, as the presence of biotite suggests.

Moreover, it is very likely that most of the volcanic ashes in the sedimentary basin were altered to smectites. However, a large part of the smectites must derive from illitic (micaceous) terms of clastic origin, within which the irregular mixed-layers minerals might constitute intermediate phases marking the departure from a phyllosilicate structure in a basic environment (montmorillonitization of illite).

It cannot be ruled out that chlorite and vermiculite partly originated from volcanic biotite through alteration processes.

By comparing the present sequence with the Eocene-Oligocene sequence of the Valle della Contessa-Gubbio (MATTIAS *et alii*, 1986-87; MATTIAS *et alii*, 1989) a wider regional picture appears concerning the silicatic-detritic contribution to the bioclastic sedimentary process.

Based on mineralogy, the Massignano sequence appears to have originated farther away from the continental areas affected by erosion and alteration than the Valle della Contessa sequence. Common to both sequences seems to be the contribution of volcano-clastic material which accounts for the presence of biotite and that of smectite, which originated from volcanic glass.

PAROLE CHIAVE: Appennino Umbro-Marchigiano, Scaglia Cinerea-Scaglia Variegata, biotite, limite Eocene-Oligocene, minerali argillosi.

KEY WORDS: Umbrian-Marchean Apennines, Scaglia Cinerea-Scaglia Variegata, biotite, Eocene-Oligocene boundary, clay minerals.

PREMESSA

Da tempo è nota l'importanza della sezione di Massignano nell'ambito della definizione e scelta dello stratotipo del limite Eocene-Oligocene (PREMOLI SILVA *et alii*, 1988). Tale sezione riveste una importanza a livello regionale anche per la definizione litostratigrafica del limite formazionale tra la Scaglia Variegata e la Scaglia Cinerea della serie pelagica Umbro-Marchigiana (Fig. 1).

Recentemente poi su proposta di MONTANARI e ODIN (1989) e di PREMOLI SILVA e MONTANARI (1989) tale sezione è stata promossa a "Stratotipo Mondiale per il limite Eocene-Oligocene" dalla Commissione Internazionale di Stratigrafia dell'IUGS al Congresso Internazionale di Geologia (IGC) di Kyoto (1992).

In particolare sono stati affrontati studi biostratigrafici e magnetostratigrafici (BAUMANN, 1970; COCCIONI *et alii*, 1986; COCCIONI *et alii*, 1988; BICE e MONTANARI, 1988; NOCCHI *et alii*, 1988), micropaleontologici (COCCIONI, 1988; PARISI e COCCIONI, 1988), sedimentologici e geochimici (ODIN *et alii*, 1988a; CAPO e DE PAOLO, 1988), radiometrici (MONTANARI *et alii*, 1988).

Si è ritenuto opportuno svolgere, pertanto, una ricerca mineralogico-petrografica sui materiali di tale località per avere una più chiara visione della composizione mineralogica, essendo nota la possibilità del rinvenimento, fra i vari livelli, di lamine di biotite vulcanica talvolta di dimensioni superiori a qualche mm.

La presenza della biotite fra i depositi eo-oligoce-

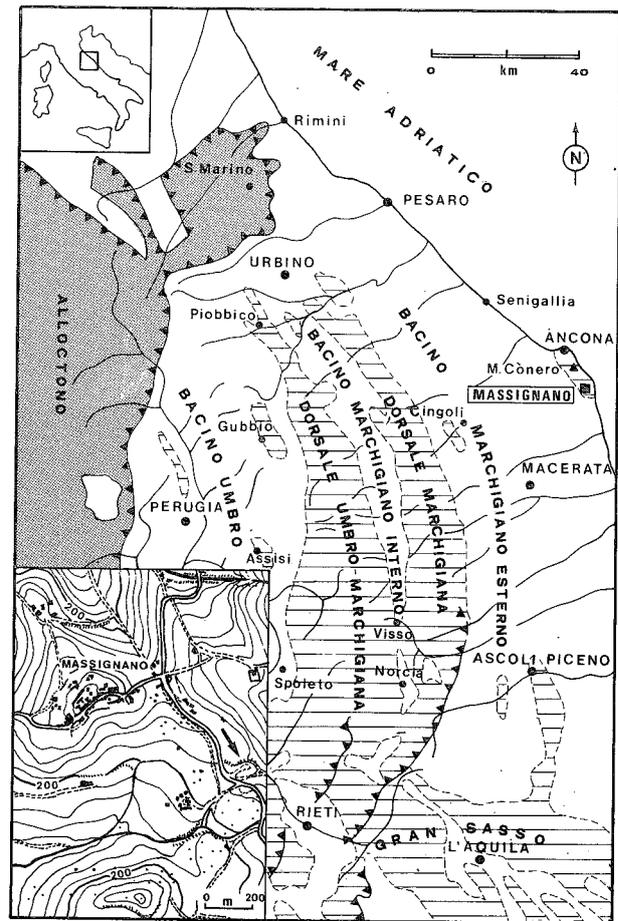


Fig. 1 - Schema tettonico dell'Appennino Umbro-Marchigiano con l'ubicazione della sezione di Massignano (nel riquadro) (COCCIONI *et al.*, 1988).

nici dell'Appennino Umbro Marchigiano è stata segnalata in diverse sezioni quali quelle della Valle della Contessa, Massignano e Monte Cagnero (LOWRIE *et alii*, 1982; MONTANARI *et alii*, 1985).

Per le sequenze della Valle della Contessa, in particolare, la caratterizzazione mineralogico-petrografica (MATTIAS *et alii*, 1986-87; MATTIAS *et alii*, 1989) ha evidenziato che le fasi argillose si associano, eventualmente, a biotite sia nella formazione della "Scaglia Cinerea" che nella "Scaglia Variegata".

Le caratteristiche geochimiche delle biotiti sono state riportate da MONTANARI (1988); la loro origine è senza dubbio vulcanica e contemporanea alla sedimentazione (MONTANARI *et alii*, 1985; ODIN, 1985; ODIN *et alii*, 1988a); il loro chimismo si è rivelato omogeneo escludendo con ciò eventuali processi di mescolamento di generazioni diverse (MONTANARI, 1988; DEINO *et alii*, 1988).

E' importante segnalare che proprio la presenza della biotite, concentrata in alcuni livelli, ha reso possibile le datazioni radioisotopiche dei sedimenti stessi (MONTANARI *et alii*, 1988; ODIN *et alii*, 1988b).

Per la sequenza di Massignano, ODIN (1985), ODIN *et alii* (1988a) hanno segnalato fra i minerali argillosi smectite, quale componente predominante e, subordinatamente, illite e clorite.

CAMPIONATURA E METODI DI STUDIO

La sezione di Massignano è ubicata sulle pendici occidentali del Monte Conero, circa 0,5 km a SE dal centro di Massignano si trova in una piccola cava abbandonata lungo la strada che collega Ancona con Sirolo - F° 118 della CGI - tav. Numana (IV SE); coord.: 1°08'25" Est di Roma e 43°32'08" Nord.

Per la descrizione particolareggiata della campionatura si rinvia a COCCIONI *et alii* (1988); lo spessore complessivo della sezione è di 23,00 m con il prelevamento di 56 campioni.

La sequenza, ben esposta, stratigraficamente continua e pressoché indisturbata, è rappresentata da calcari marnosi, marne calcaree e marne grigio-verdastre e rossastre in strati spesso fissili dello spessore di 10-15 cm. Essa comprende il passaggio fra l'Eocene sup. e l'Oligocene inf. (Fig. 2).

La porzione medio-inferiore della sequenza è caratterizzata da due tipici strati "rossastri" riconoscibili anche in sezioni analoghe dell'Appennino Umbro Marchigiano e che sono intercalati ai litotipi grigio-verdastri.

Il tetto dell'intervallo rossastro superiore, a circa 12 m dalla base della sezione, è stato convenzionalmente prescelto come "marker" del limite tra Scaglia Variegata e Scaglia Cinerea. I sedimenti contengono abbondanti e ben conservate associazioni a nannofossili calcarei ed a foraminiferi planctonici e bentonici.

La figura 3 riporta la sezione con la collocazione dei campioni raccolti.

Lo studio mineralogico-petrografico si è basato sistematicamente su analisi diffrattometriche ai RX, analisi al microscopio ottico in sezioni sottili ed analisi calcimetriche; per alcuni livelli si è effettuata l'analisi chimica con la determinazione di taluni elementi in traccia.

Analisi diffrattometriche ai RX

Tutti i campioni sono stati sottoposti, dopo opportuna preparazione, ai metodi della XRD, come descritto in precedenti lavori (MATTIAS e CANEVA, 1979; LENZI e MATTIAS, 1981; MATTIAS e LENZI, 1987; MATTIAS *et alii*, 1986-87; MATTIAS *et alii*, 1989). Il materiale è stato esaminato sia nella condizione di totale disordine che di aggregato orientato; quest'ultimo allo scopo di evidenziare i riflessi basali dei minerali lamellari; per le stime semiquantitative si sono seguite le indicazioni e le riserve già espresse negli studi sopra citati.

Analisi al microscopio ottico

L'esame sistematico è stato condotto sulle sezioni sottili di tutti i livelli campionati. Considerata talora la scarsa coesione dei litotipi, il materiale è stato inglobato in resina prima di procedere alla realizzazione di sezioni sia perpendicolari che parallele al piano di sedimentazione e ciò per renderle più rappresentative.

Analisi calcimetrica

L'analisi è stata effettuata con l'impiego del calcimetro Dietrich-Frühling, secondo le usuali metodologie su un materiale preventivamente macinato e setacciato opportunamente attraverso un vaglio ASTM n°270 (luce netta di 53µm). Per la determinazione si è tenuto conto dei risultati ottenuti dalle analisi ai RX ove risulta, come carbonato, la sola calcite in assenza totale di aragonite e/o dolomite.

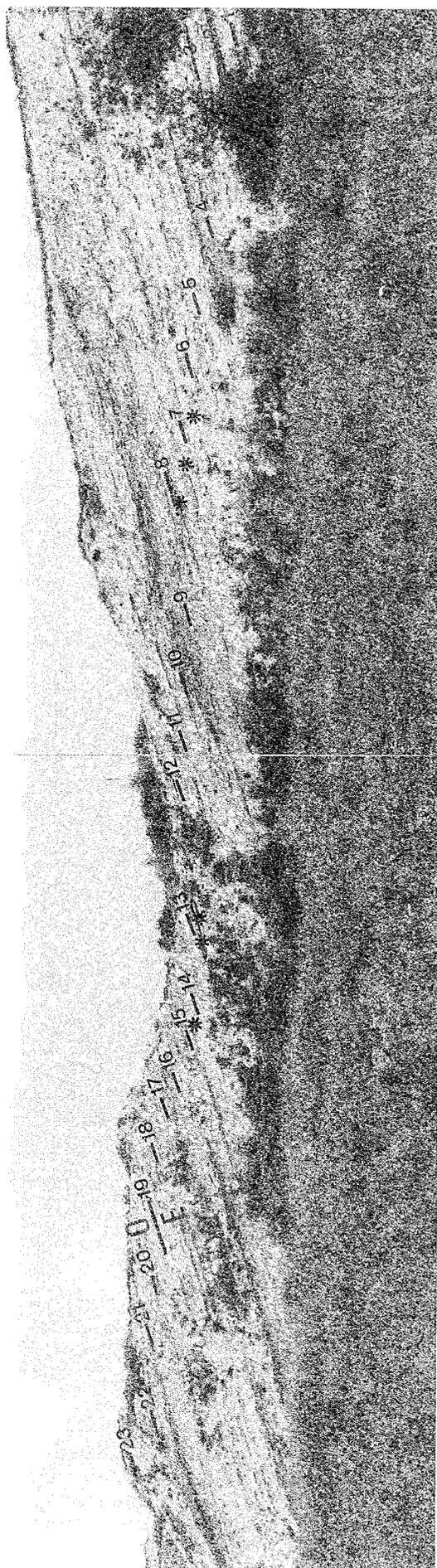


Fig. 2 - Veduta panoramica della sezione di Massignano. I numeri corrispondono ai metri della sequenza misurata; gli asterischi segnalano i livelli particolarmente ricchi di biotite. Si noti l'ubicazione del limite Eocene-Oligocene(E/O) collocato al livello 19 (Cocconi *et alii*, 1988).

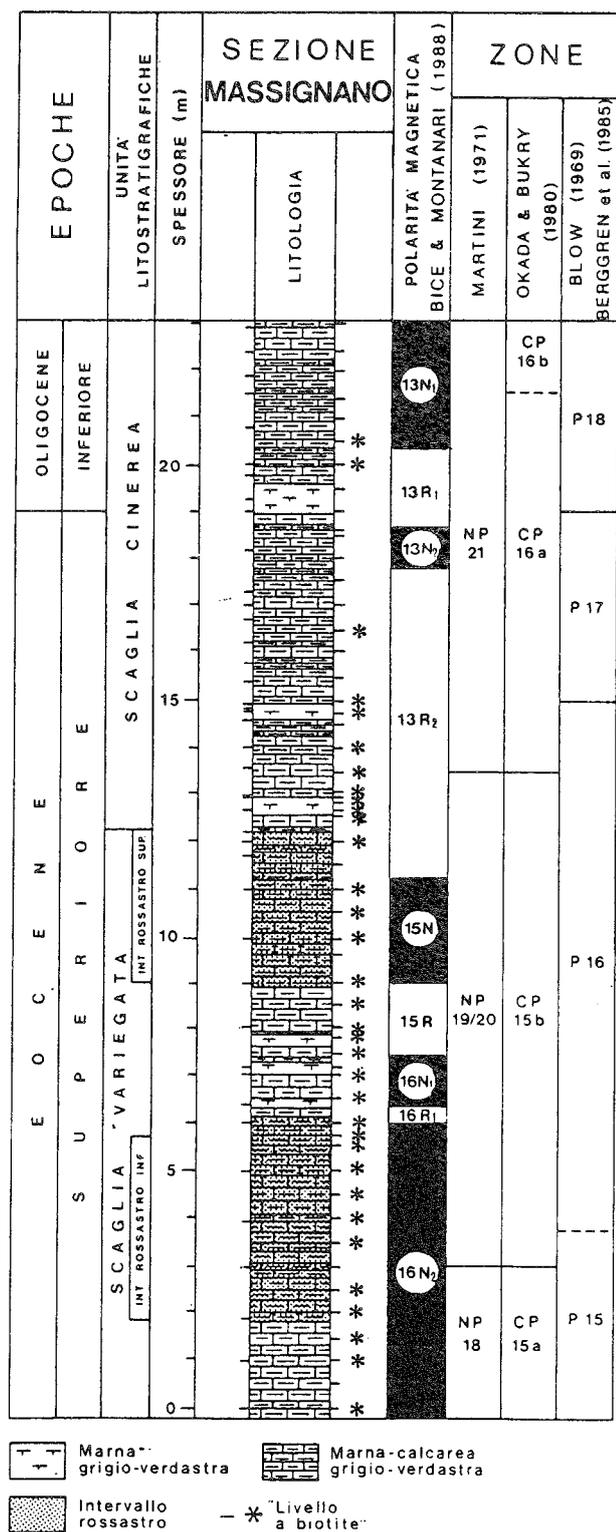


Fig. 3 - Sezione stratigrafica della sequenza di Massignano con la indicazione delle unità stratigrafiche (Scaglia Variiegata e Scaglia Cinerea), gli aspetti litologici, l'ubicazione della campionatura, i livelli con biotite ed i dati della polarità magnetica (COCCIONI *et alii*, 1988).

Analisi chimiche e determinazioni geochimiche

Per le determinazioni si è fatto uso della fluorescenza dei RX utilizzando uno spettrofotometro Philips PW 1410 con anticatodo di Cr; per la determinazione del Na e K, invece, si è fatto ricorso allo spettrofotometro ad assorbimento atomico.

RISULTATI

Analisi diffrattometrica ai RX

Nella Tab. 1 viene riportata la composizione mineralogica dei livelli campionati e la stima semiquantitativa indicativa ricavata utilizzando i poteri riflettenti di riflessi caratteristici di ciascun minerale. E' da segnalare che l'aumento della componente calcitica rende difficoltosa la determinazione delle fasi argillose, che non sono determinabili con sicurezza quando il carbonato supera il 70-75%.

Nei tracciati diffrattometrici, infatti, i picchi del complesso sono molto male delineati e talora al limite della evidenziazione dal tracciato del fondo.

Non si è fatto ricorso all'attacco acido dei campioni (acido cloridrico e/o acetico ovvero con acetato di sodio) per la accertata alterabilità delle componenti silicatiche siallitiche più ricche in ferro e di quelle meno cristallizzate.

Tutti i livelli hanno litologie omogenee (calcari-marnosi, marne-calcaree e marne) con il predominio di calcite, quarzo (e/o calcedonio), eventuale feldspato in tracce e il rimanente costituito dal complesso di minerali argillosi; occasionalmente ed in tracce si rinvennero jarosite, gesso e pirite.

Fra i minerali argillosi sono stati riconosciuti: smettite, illite, strati misti del tipo I-MO a successioni irregolari a cui si debbono aggiungere, in ruolo subordinato, clorite, caolinite e vermiculite. Anche dai diffrattogrammi si constata, talora, la presenza di biotite, specialmente nei campioni 6.50, 7.20, 12.70 e 14.70.

Analisi al microscopio ottico

Le sezioni sottili hanno evidenziato, in genere, che su una base biomicritica carbonatica, sono sistematicamente presenti abbondantissimi resti di microorganismi a guscio carbonatico talora molto ben conservato e resti fossili di natura silicea di dimensione più piccola (calcedonio).

In quantità molto varia, a seconda dei livelli ed anche nell'ambito della sezione sottile considerata, si hanno i minerali opachi che appaiono di varia dimensione, raramente dal contorno ben delineato e talora con un alone giallognolo di natura limonitica. I dati ricavati dalla XRD indicano tali componenti come pirite.

La biotite che nei precedenti lavori era stata segnalata in soli 6 livelli ove la particolare alta concentrazione permetteva una sua identificazione anche ad occhio nudo, con la presente ricerca, è stata identificata in altri 25 livelli (Tab. 2) (Figg. 4-7); essa appare molto varia sia per dimensioni che per lo stato di conservazione.

In diversi campioni (5.8/7.2/9.0 e 14.7) è evidente la derivazione della clorite dalla biotite; in altri, invece, quest'ultima, mostra significativi segni di alterazione con formazione di nuclei di segregazione di ossidi di ferro sia suo interno che al bordo (camp. 1.0/2.0/2.5/4.0/4.5/10.0 e 12.7); nel campione 11.0 è stato notato un cristallo di zirconio nel suo interno.

In letteratura sono riportate le analisi chimiche di 5 biotiti prelevate dai livelli 6.5, 7.2, 12.0, 12.9 e 14.7 (Tab. 3) (MONTANARI, 1988).

Nel campione 6.50 si hanno alcune lamelle di sicura muscovite e nel camp. 17.40 quarzo con contorno alquanto spigoloso.

Le sezioni studiate non hanno evidenziato il feldspato che tuttavia era stato riconosciuto, in tracce, tramite la XRD.

Tab. 1 - Composizione mineralogica semiquantitativa dei materiali argillosi di età Eocenico-Oligocenica della sezione di Masignano (Ancona).

Abbreviazioni: MA = min. argillosi e/o fillosilicatici; SM = smettite; CL = clorite; V = vermiculite; ST = strati misti irregolari del tipo I-MO; IL = illite comprensiva di termini aperti; K = caolinite; QZ = quarzo e/o calcedonio; CA = calcite; GY = gesso; JA = jarosite; PY = pirite; B = biotite. In presenza di una bassa percentuale di min. argillosi e/o fillosilicatici la partecipazione delle fasi argillose viene indicata con il segno +.

| Camp. | MA | SM | CL | MINERALI | | | K | QZ | CA | Altri |
|-------|----|-------|-------|-------------------|-------|--|-------|----|----|------------|
| | | | | IL | ST | | | | | |
| 23.00 | 20 | | | non determinabili | | | | tr | 80 | JA |
| 22.40 | 40 | 30-35 | 10-15 | 35-40 | 15-20 | | ? | tr | 60 | FD? |
| 22.00 | 33 | 20-25 | ? | 30-35 | 35-40 | | 5-10 | tr | 66 | FD,JA,GY |
| 21.40 | 32 | 30-35 | ? | 30-35 | 30-35 | | ? | tr | 67 | FD |
| 21.00 | 29 | 20-30 | ? | 40-50 | 20-30 | | ? | tr | 70 | FD? |
| 20.50 | 29 | 30-35 | ? | 30-35 | 25-30 | | ? | tr | 70 | FD? |
| 20.00 | 21 | ++ | | + | ++ | | | tr | 78 | FD?,JA |
| 19.50 | 30 | 30-35 | | 30-35 | 20-25 | | 10-15 | tr | 69 | FD |
| 19.30 | 36 | 25-30 | ~10 | 35-40 | 30-35 | | <5 | tr | 63 | FD,JA,PY |
| 19.00 | 32 | 50-60 | | 15-20 | 20-25 | | ? | tr | 67 | |
| 18.85 | 38 | 30-35 | | 30-35 | 30-35 | | ? | 3 | 61 | FD,JA |
| 18.75 | 29 | 20-25 | 10-15 | 30-35 | 25-30 | | ? | tr | 70 | FD,JA |
| 18.60 | 17 | | | non determinabili | | | | tr | 82 | FD |
| 18.50 | 24 | + | | + | ++ | | | tr | 75 | |
| 18.00 | 25 | ++ | | + | ++ | | | tr | 74 | JA? |
| 17.50 | 24 | ++ | | + | ++ | | | tr | 75 | |
| 17.00 | 21 | ++ | + | ++ | tr | | 78 | | | |
| 16.50 | 21 | | | non determinabili | | | | tr | 78 | |
| 16.00 | 14 | | | non determinabili | | | | tr | 85 | |
| 15.50 | 29 | 25-30 | | 30-35 | 30-35 | | <5 | tr | 70 | JA,PY? |
| 15.00 | 24 | + | | + | ++ | | | tr | 75 | |
| 14.70 | 43 | 50-55 | 10-15 | 30-35 | — | | ? | tr | 56 | JA,FD,PY,B |
| 14.50 | 31 | + | | ++ | ++ | | ? | tr | 68 | |
| 14.00 | 26 | + | | + | ++ | | ? | tr | 73 | FD?,JA? |
| 13.50 | 33 | 20-25 | 5-10 | 35-40 | 25-30 | | ? | tr | 65 | FD |
| 13.00 | 26 | ++ | — | + | ++ | | ? | tr | 73 | JA? |
| 12.90 | 43 | 45-50 | 5-10 | 30-35 | ~10 | | <5 | tr | 56 | FD,PY,B |
| 12.70 | 48 | 45-50 | — | 35-40 | 5-10 | | <5 | 2 | 50 | JA,B |
| 12.50 | 25 | 30-35 | - | 40-45 | 25-30 | | - | tr | 74 | JA,FD? |
| 12.00 | 35 | 25-30 | 10-15 | 30-35 | 15-20 | | <5 | tr | 64 | FD?,PY,JA? |
| 11.50 | 23 | ++ | | + | ++ | | ? | tr | 76 | |
| 11.00 | 29 | 30-35 | — | 20-25 | 35-40 | | ~10 | tr | 70 | FD?,B? |
| 10.50 | 24 | + | | ++ | ++ | | ? | tr | 75 | FD? |
| 10.00 | 27 | 20-25 | ? | 30-35 | 30-35 | | 10-15 | tr | 72 | JA?,PY?,FD |
| 09.50 | 30 | + | ? | ++ | ++ | | ? | tr | 69 | JA? |
| 09.00 | 35 | 30-35 | ? | 30-35 | 25-30 | | ~10 | tr | 64 | +++ |
| 08.50 | 20 | ++ | | + | ++ | | ? | tr | 79 | PY |
| 08.00 | 18 | | | non determinabili | | | | tr | 81 | JA? |
| 07.80 | 41 | 40-45 | — | 30-35 | 20-25 | | <5 | tr | 58 | JA,FD |
| 07.50 | 32 | 30-40 | ? | 20-30 | 30-40 | | | tr | 67 | |
| 07.20 | 36 | 40-45 | tr | 30-35 | 25-30 | | <5 | tr | 63 | JA,PY,B |
| 07.00 | 23 | | | | | | | tr | 76 | |
| 06.50 | 42 | 40-45 | ? | 45-50 | tr.ev | | tr.ev | tr | 57 | PY,B |
| 06.00 | 14 | + | | + | ++ | | | tr | 85 | JA++ |
| 05.80 | 33 | 25-30 | tr.ev | 40-45 | 25-30 | | | tr | 66 | V |
| 05.50 | 26 | + | — | ++ | ++ | | | tr | 73 | JA? |
| 05.00 | 30 | 25-30 | — | 30-35 | 40-45 | | ? | tr | 69 | |
| 04.50 | 28 | 20-25 | ? | 30-35 | 35-40 | | ? | tr | 71 | |
| 04.00 | 22 | ++ | — | + | ++ | | | tr | 77 | |
| 03.50 | 34 | 40-45 | — | 20-25 | 30-35 | | ~10 | tr | 65 | JA |
| 03.00 | 28 | 25-30 | — | 30-40 | 35-40 | | ? | tr | 71 | |
| 02.50 | 28 | 25-30 | — | 30-40 | 35-40 | | ? | tr | 70 | PY,JA |
| 02.00 | 41 | 40-50 | ? | 20-25 | 30-35 | | | 2 | 56 | |
| 01.50 | 24 | ++ | | + | ++ | | ? | tr | 75 | |
| 01.00 | 14 | | | non determinabili | | | | tr | 85 | |
| 00.50 | 19 | ++ | | + | ++ | | | tr | 80 | |
| 00.00 | 11 | 30-40 | ? | 30-40 | 30-40 | | | tr | 88 | |
| | | | | | | | | | | media 70.7 |

Tab. 2 - Osservazioni ottiche condotte sulle sezioni sottili

Abbreviazioni: CALC = calcedonio; CL = clorite; MU = muscovite; QZ = quarzo; ZR = zirconio.
 MA = molto abbondante; A = abbondante; P = presente; R = raro; AS = assente; ALT = alterata.

| Camp. | Biot. | M.opac. | Calc. | Altri |
|-------|--------|---------|-------|----------------------------------|
| 20.50 | A | | | |
| 20.00 | R | | | |
| 16.50 | A | | | |
| 16.00 | ? | | | |
| 15.00 | A | | | |
| 14.70 | MA | | | CL, QZ(?) |
| 14.00 | A | | | |
| 13.50 | A | | | |
| 13.00 | R | | | |
| 12.90 | P | | | |
| 12.70 | MA | | | |
| 12.50 | R | R | P | |
| 12.00 | P | P | P | |
| 11.50 | ? | R | R | |
| 11.00 | P | P | R | ZR (nella biot.) |
| 10.50 | R | P | P | |
| 10.00 | R ALT. | P | P | |
| 09.50 | AS | R | P | |
| 09.00 | P | P | P | CL |
| 08.50 | P | P | P | |
| 08.00 | P | R | P | CL(?) |
| 07.80 | A | A | P | CL(?) |
| 07.50 | R | R | R | |
| 07.20 | MA | P | P | CL |
| 07.00 | A | R | R | CL(?) |
| 06.50 | MA | A | P | QZ detric, CL(?), MU CL(?) |
| 06.00 | A | R | P | CL(?) |
| 05.80 | A | R | P | CL (A) |
| 05.50 | R | P | P | |
| 05.00 | R | R | P | CL(?) |
| 04.50 | R ALT. | R | P | |
| 04.00 | ALT. | P | P | |
| 03.50 | R | R | P | |
| 03.00 | AS | R | R | |
| 02.50 | P ALT. | R | R | |
| 02.00 | A ALT. | P | R | |
| 01.50 | R | R | P | |
| 01.00 | R ALT. | R | R | CL(?) |
| 00.50 | ? | R | R | |
| 00.00 | P | R | R | |

Analisi calcimetrica

La tabella 4 riporta i valori del CaCO_3 , fluttuanti fra 55.2% (camp. 7.20) e 92.0% (camp. 12.50) con un valore medio di circa il 74%. Il carbonato tende ad una diminuzione verso i livelli superiori. La calcite, ricavata dalla XRD, è variabile, invece, fra il 50% ed 88% con una media di poco inferiore a 71%, e quindi con un valore leggermente inferiore al dato calcimetrico. La variazione è però ben al di sotto del livello di affidabilità attribuibile a ciascuno dei due metodi.

Analisi chimiche e determinazioni geochemiche

Nelle analisi chimiche dei livelli considerati (Tab. 5) si ha una discreta omogeneità nella composizione degli ossidi in cui prevale, data la natura del materiale, il CaO ed il CO_2 che risulta incluso nei valori della perdita al fuoco. La componente silicatica si evidenzia



Fig. 4 - Visione al microscopio ottico di una sezione sottile appartenente al livello 0.0. Si nota una lamella di biotite, dal contorno ben definito, immersa nella matrice carbonatica biomicritica (ingr. lineare 60X).

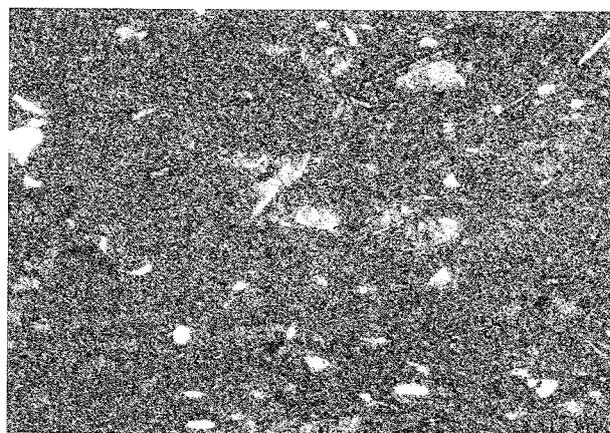


Fig. 5 - Sezione sottile di un campione del livello 6.50 che risulta particolarmente ricco di biotite (ingr. lineare 60X).

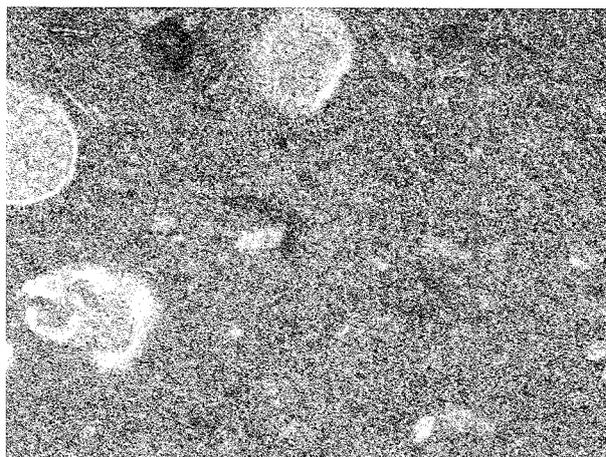


Fig. 6 - La sezione sottile di un campione dal livello 12.7 evidenzia una lamella di biotite dal contorno ben definito immersa nella matrice biomicritica carbonatica (ingr. lineare 60X).

per il contenuto di SiO_2 , che oscilla fra 15.63 e 18.88, e di Al_2O_3 che varia fra 4.55 e 5.85. Si può segnalare che il contenuto di $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ è alquanto elevato

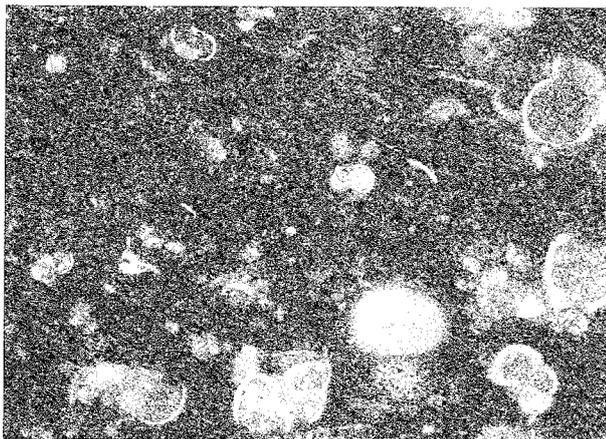


Fig. 7 - Un campione dal livello 13.7 mostra un contenuto in biotite piuttosto scarso (ing. lineare 60X).

Tab. 3 - Composizione chimica di biotiti provenienti dalla sezione di Massignano (AN) (ripreso da MONTANARI, 1988).

| Campione | 6.5 | 7.2 | 12.7 | 12.9 | 14.7 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 35.57 | 35.79 | 36.47 | 35.59 | 35.90 |
| TiO ₂ | 3.49 | 3.37 | 3.61 | 3.75 | 3.96 |
| Al ₂ O ₃ | 14.91 | 15.72 | 15.84 | 15.88 | 15.38 |
| FeO* | 19.37 | 20.19 | 20.69 | 21.12 | 19.43 |
| MgO | 11.59 | 10.84 | 10.00 | 10.25 | 10.89 |
| MnO | 0.17 | 0.17 | 0.18 | 0.20 | 0.09 |
| CaO | — | — | — | — | — |
| Na ₂ O | 0.51 | 0.55 | 0.51 | 0.49 | 0.50 |
| K ₂ O | 8.64 | 8.03 | 8.39 | 8.56 | 8.40 |
| BaO | 0.30 | 0.27 | 0.23 | 0.24 | 0.24 |
| F | 0.26 | 0.33 | 0.27 | 0.36 | 0.35 |
| Cl | 0.13 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| Somma | 94.94 | 95.40 | 96.34 | 96.59 | 95.2 |

* = calcolato tutto come FeO

Tab. 4 - Analisi calcimetrica.

I dati riportati rappresentano i valori calcolati di carbonato di calcio a partire dal contenuto di CO₂ e che debbono essere intesi come contenuto in calcite.

| Camp. | Camp. | Camp. | Camp. |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 23.00 = 76.9 | 17.50 = 79.4 | 11.50 = 77.5 | 05.50 = 78.8 |
| 22.40 = 72.2 | 17.00 = 79.2 | 11.00 = 79.1 | 05.00 = 70.1 |
| 22.00 = 66.2 | 16.50 = 74.1 | 10.50 = 77.9 | 04.50 = 77.5 |
| 21.40 = 71.7 | 16.00 = 78.8 | 10.00 = 72.5 | 04.00 = 80.1 |
| 21.00 = 75.1 | 15.50 = 75.4 | 09.50 = 76.2 | 03.50 = 77.2 |
| 20.50 = 77.0 | 15.00 = 78.4 | 09.00 = 74.3 | 03.00 = 74.8 |
| 20.00 = 76.4 | 14.70 = 59.0 | 08.50 = 74.6 | 02.50 = 80.4 |
| 19.50 = 69.7 | 14.50 = 73.6 | 08.00 = 76.7 | 02.00 = 70.4 |
| 19.30 = 64.0 | 14.00 = 71.7 | 07.80 = 60.9 | 01.50 = 77.0 |
| 19.00 = 63.4 | 13.50 = 71.4 | 07.50 = 78.0 | 01.00 = 84.0 |
| 18.85 = 68.6 | 13.00 = 79.4 | 07.20 = 55.2 | 00.50 = 79.8 |
| 18.75 = 71.2 | 12.90 = 57.8 | 07.00 = 70.6 | 00.00 = 82.1 |
| 18.60 = 79.0 | 12.70 = 62.2 | 06.50 = 59.3 | |
| 18.50 = 73.8 | 12.50 = 92.0 | 06.00 = 81.7 | |
| 18.00 = 79.2 | 12.00 = 71.7 | 05.80 = 72.0 | |

Tab. 5 - Analisi chimiche (An. E. Barrese)

| Camp. | 6.50 | 7.20 | 12.90 | 14.70 |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 15.65 | 18.88 | 16.37 | 15.63 |
| TiO ₂ | 0.22 | 0.24 | 0.33 | 0.21 |
| Al ₂ O ₃ | 4.55 | 5.83 | 5.58 | 4.57 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.40 | 0.99 | 1.17 | 1.23 |
| FeO | 0.75 | 1.31 | 0.91 | 1.02 |
| MnO | 0.16 | 0.15 | 0.19 | 0.13 |
| MgO | 1.72 | 2.06 | 2.35 | 1.67 |
| CaO | 38.92 | 35.56 | 37.88 | 38.59 |
| Na ₂ O | 0.16 | 0.18 | 0.15 | 0.12 |
| K ₂ O | 0.79 | 0.94 | 0.97 | 0.81 |
| P ₂ O ₅ | 0.18 | 0.17 | 0.23 | 0.16 |
| p.al fuoco | 35.50 | 33.68 | 34.97 | 35.84 |
| Totale | 100.00 | 99.99 | 101.1 | 99.98 |

raggiungendo anche 2.3, come pure quello del MgO. Questi ultimi valori si relazionano non tanto alla clorite e ad una smettite, eventualmente anche parzialmente ferrifera, quanto alla accertata biotite.

Fra gli ossidi di K e di Na prevale il primo con la sua relazione con i termini illitici (ed eventualmente sericitico-muscovitici) mentre per il secondo, la sua presenza è da riferirsi come catione di scambio dei termini smettitici, visto che i feldspati plagioclasici non sono stati evidenziati. Le tracce di jarosite non debbono considerarsi influenti sia nella presenza di Fe che degli elementi alcalini.

Fra gli elementi in tracce, gli elevati contenuti di Sr (Tab. 6), sono relazionabili direttamente con il CaO, essendo ben nota la affinità geochimica fra i due elementi. I valori riscontrati nel presente studio sono del tutto confrontabili con quelli trovati da CAPO e DE PAOLO (1987).

Tab. 6 - Determinazioni geochimiche. Elementi in tracce (in ppm).

| Camp. | V | Cr | Ni | Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Ba | La | Ce |
|-------|----|----|-----|----|------|----|----|----|------|----|----|
| 6.50 | 59 | 62 | 79 | 54 | 1895 | 28 | 69 | — | 2432 | 29 | 26 |
| 7.20 | 72 | 72 | 105 | 65 | 1910 | 29 | 77 | — | 940 | 32 | 45 |
| 12.90 | 71 | 78 | 96 | 70 | 1708 | 25 | 84 | — | 1115 | 26 | 37 |
| 14.70 | 54 | 72 | 79 | 61 | 1673 | 25 | 62 | — | 815 | 6 | 36 |

CAPO e DE PAOLO (1987) esaminando altri campioni sempre della sezione di Massignano espongono i seguenti dati:

| Camp. | Sr | Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶ | Nd | Sm |
|-------|------|------------------------------------|------|-----|
| 0.5 | 937 | 845 +/- 23 | 4.0 | 1.1 |
| 6.0 | 1542 | 867 +/- 10 | 5.9 | 1.2 |
| 10.0 | 1367 | 879 +/- 12 | 9.0 | 1.6 |
| 14.0 | 1349 | 876 +/- 11 | 8.8 | 2.0 |
| 16.3 | 1192 | 891 +/- 18 | 6.1 | 1.2 |
| 19.3 | 1549 | 907 +/- 6 | 10.0 | 1.2 |
| 20.6 | 1635 | 905 +/- 5 | 7.1 | 1.6 |

Gli altri elementi mostrano contenuti molto modesti; per il Rb si può trovare la sua relazione con il

basso contenuto di K_2O . Per il Ba, invece, si può trovare una sua correlazione con solfati che tuttavia non sono stati evidenziati, ovvero con un particolare tipo di termini illitico-micacei.

DISCUSSIONE

Il limite fra le formazioni della Scaglia Variegata e Scaglia Cinerea, nella sezione di Massignano, come segnalato dalla bibliografia, viene ubicato in corrispondenza del livello 12,25, mentre il limite biostratigrafico tra l'Eocene e l'Oligocene è stato relazionato con il livello 19 (COCCIONI *et alii*, 1988). Dal presente studio si ricava che non si hanno sostanziali differenze composizionali nell'ambito di tutta la sezione. Anche le fasi argillose sono sempre le stesse; l'unica considerevole differenza si basa sulla eventuale presenza della biotite.

Si ha un leggero aumento della componente argillosa verso i livelli superiori della sezione con un corrispondente decremento del carbonato di calcio; confermando con ciò i dati calcimetrici di ODIN *et alii* (1988a). Secondo COCCIONI *et alii* (1988), questo dato rifletterebbe una diminuzione della produttività e/o un aumento progressivo di apporto "detrítico" di natura terrigena nel bacino preorogénico ancora essenzialmente pelagico (ALVAREZ e MONTANARI, 1988).

Le variazioni del carbonato, tuttavia, non si mostrano particolarmente marcate ed i litotipi predominanti sono classificabili sempre come calcari marnosi, marne-calcaree e subordinatamente marne.

Differenze si hanno nel contenuto delle singole fasi argillose ed ovviamente nella citata biotite.

Occorre evidenziare che la componente silicatica di questi litotipi rappresenta il risultato di complesse azioni di accumulo. Essa è relazionata, sicuramente, ad apporti detritici provenienti da aree continentali emerse e facenti parte dei bordi del bacino di sedimentazione ed anche a componenti di natura vulcanica; quest'ultime tanto in forma di contributo diretto quanto come contributo indiretto e ciò in connessione con eventuale bioturbazione, anche intensa, di formazioni vulcaniche (MONTANARI *et alii*, 1985).

Al primo tipo di apporti si riferiscono l'illite, la clorite e la caolinite mentre sono in relazione essenzialmente all'alterazione di prodotti vulcanici la smettite (senza tuttavia escludere una evoluzione della stessa illite verso tali termini nell'ambiente bacinale marino) e la vermiculite (di derivazione dalla biotite). Per gli strati misti, sempre a sequenze irregolari, si può prospettare una ulteriore derivazione o da termini smettitici già formati, a seguito di azioni diagenetiche, ovvero da termini illitici in evoluzione per adattamento ambientale alle condizioni bacinali caratterizzate da un pH basico.

Nella figura 8 sono riportate alcune elaborazioni statistiche dei dati che hanno fornito talune complessive tendenze di variazione composizionale. Verso le porzioni alte della sezione si ha una riduzione di calcite con un contemporaneo, complessivo aumento di minerali argillosi e/o fillosilicatici (Fig. 8 a e b).

Nell'ambito di quest'ultimi, diminuiscono, verso l'alto, la smettite e i minerali a strati misti a vantaggio dell'illite (Fig. 8 c, d ed e).

Tali dati sono in accordo con una decisa e preminente influenza delle aree continentali delimitanti sul-

la formazione del complesso dei sedimenti.

Infatti gli apporti terrigeni costituiti schematicamente dalle fasi micaceo-illitiche una volta immessi nel bacino e quindi in condizioni variate di pH, hanno la loro struttura sottoposta a processi di alterazione. Il che comporta una decisa ristrutturazione dell'edificio micaceo con tendenza quindi a formare pacchetti a comportamento smettitico (vedi presenza di minerali a strati misti del tipo I-MO) per poi formare la stessa smettite.

RAPPORTI FRA LA SEZIONE DI MASSIGNANO (ANCONA) E LE SEZIONI DELLA VALLE DELLA CONTESSA (GUBBIO)

I dati raccolti possono essere posti in diretta relazione con quelli ricavati per le medesime sequenze formazionali affioranti nella Valle della Contessa da cui la sezione di Massignano dista attualmente circa 80 km in linea d'aria (MATTIAS *et alii*, 1987; MATTIAS *et alii*, 1989).

Dal confronto sulla composizione mineralogico-petrografica dei litotipi affioranti nelle due sezioni si ottiene un panorama molto complesso e per alcuni aspetti relazionabile con difficoltà, almeno ad una prima superficiale osservazione.

La sezione di Massignano presenta, tuttavia, rispetto a quella della Valle della Contessa, un deciso minore contenuto di quarzo (e/o calcedonio) ed anche di feldspato, mentre non si sono rinvenute la cabasite e la cristobalite che, seppure saltuariamente, erano state accertate nella sequenza della Valle della Contessa.

A Massignano, i minerali argillosi sempre presenti sono la smettite, illite e strati misti; nella successione di Valle della Contessa, invece, sono sempre presenti l'illite, gli strati misti irregolari e la caolinite per i livelli superiori (riferibili alla Scaglia Cinerea), mentre per i livelli inferiori (riferibili alla Scaglia Variegata e sicuramente meno carbonatici) si hanno costantemente smettite, illite con clorite, strati misti irregolari ed anche caolinite che possono, quest'ultimi, anche essere assenti (MATTIAS *et alii*, 1989).

Dal confronto di queste associazioni si delinea che per la Valle della Contessa i sedimenti basali hanno un carattere più di mare aperto della formazione della "Scaglia Variegata", mentre tale caratteristica non appare almeno dall'esame delle fasi argillose. Questo aspetto di mare aperto, invece, viene rivelato per la sezione di Massignano, soprattutto con i dati della calcimetria ove i livelli superiori hanno un contenuto di calcite inferiore rispetto ai livelli basali come del resto già segnalato anche da COCCIONI *et alii* (1988) e ALVAREZ e MONTANARI (1988).

Questa maggiore complessità incontrata per la sezione di Massignano può essere attribuita alla partecipazione più continuativa di apporti silicatici legati agli eventi vulcanici che si aggiungono alla normale sedimentazione biomicritica rispetto a quella della Contessa.

CONCLUSIONI

L'esame mineralogico-petrografico della sequenza eocenico-oligocenica al limite fra le formazioni della "Scaglia Cinerea" e "Scaglia Variegata" della sezio-

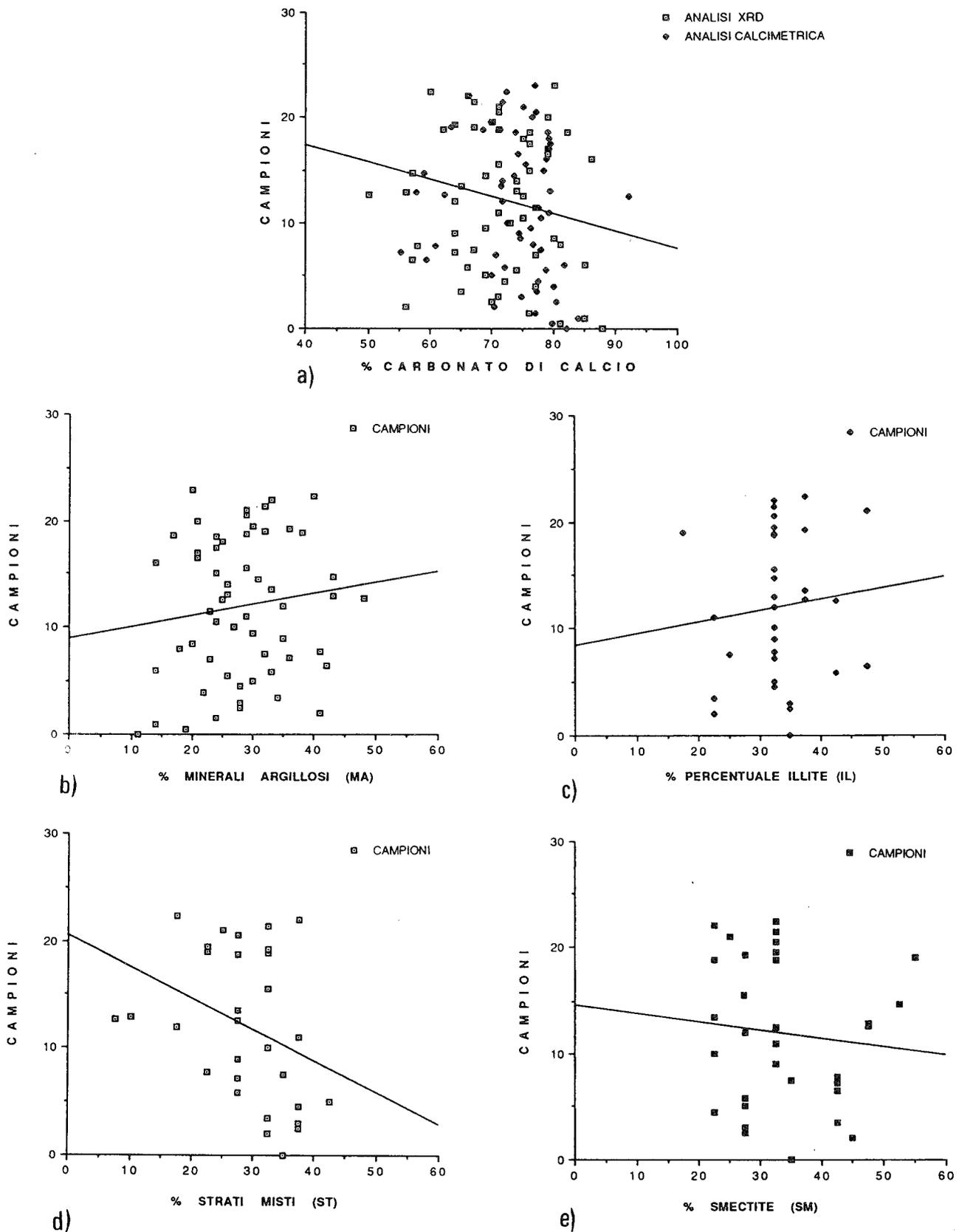


Fig. 8 - Elaborazione statistica ricavata dalle stime semiquantitative ottenute con XRD e, nel caso della calcite, integrate dai dati calcimetrici.

- a) - tendenza di variazione composizionale della calcite;
- b) - tendenza di variazione composizionale del complesso dei minerali argillosi e/o fillosilicatici;
- c) - tendenza variazionale dell'illite;
- d) - tendenza variazionale degli strati misti irregolari;
- e) - tendenza variazionale della smettite.

ne di Massignano ha permesso di raggiungere alcuni importanti risultati.

In primo luogo si conferma il predominio della componente carbonatica di natura calcitica, relazionabile quasi del tutto alla natura biomicritica del sedimento marino, ove spesso si osservano gusci di foraminiferi anche molto ben conservati. Le componenti silicee, che talora si rinvenivano, sono collegabili facilmente all'apporto biogeno e sono costituite da calcedonio.

I litotipi della sequenza rientrano soprattutto nell'ambito dei calcari marnosi, marne calcaree e talora delle marne.

I dati delle calcimetrie e dalle determinazioni con i RX indicano una progressiva diminuzione della calcite verso i livelli superiori come già evidenziato anche da ODIN *et alii* (1988 a).

Il confronto con i litotipi delle medesime formazioni affioranti nella Valle della Contessa evidenzia alcune interessanti differenze:

a) alla costante componente carbonatica di natura biorganogenica, la sequenza di Massignano presenta, rispetto a quella della Contessa, una decisa minore presenza di quarzo (e/o calcedonio) e del feldspato presente sporadicamente solo in tracce. Ciò suggerisce che la sequenza di Massignano differisce da quella della Valle della Contessa per la lontananza della fonte degli apporti.

In particolare si può confermare che, anche nell'ambito delle stesse sequenze, si ha una differenziazione di apporti e quindi di composizione se non decisamente qualitativa almeno di carattere quantitativo. I livelli basali delle due sequenze mostrano un carattere sicuramente più di mare aperto dei livelli superiori. Dato, quest'ultimo, che viene suffragato dal minor contenuto di carbonato verso i livelli superiori, da una maggiore possibilità del rinvenimento di feldspato e dalla maggiore presenza, fra i minerali argillosi, della smectite. (Occorre richiamare l'attenzione che il bacino umbro-marchigiano faceva sempre parte di un bacino epirico, instaurato su una crosta continentale in subsidenza) La sequenza di Massignano mostra la presenza sporadica di caolinite e feldspato, minerali, invece, che sono comuni ed abbondanti nella corrispondente sequenza della Valle della Contessa. Lo stesso feldspato era stato riscontrato già, talune volte, nell'esame delle sezioni sottili della Scaglia variegata (MATTIAS *et alii*, 1989).

Ulteriori e più significativi aspetti si potranno aggiungere con lo studio delle altre sequenze eo-oligocenica della regione.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ W., MONTANARI A. (1988) - *The Scaglia limestones (late Cretaceous-Oligocene) in the Northeastern Apennines Carbonate Sequence: stratigraphic context and Geological Significance*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy). Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ., I, 1, 13-29.
- BAUMANN P. (1970) - *Micropaläontologische und stratigraphische Untersuchungen der Obereozänen-Oligozänen Scaglia im zentralen Apennin (Italien)*. Ecl. Geol. Helv., 63, 1133-1211.
- BICE D. M., MONTANARI A. (1987) - *Magnetic stratigraphy of the Massignano section across the Eocene-Oligocene boundary*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy). Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ., II, 4, 111-117.
- CAPO R., DE PAOLO D.J. (1987) - *Sr isotopic analysis of marine carbonates from the Massignano section across the Eocene-Oligocene boundary*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy). Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ., III, 3, 189-192.
- CHAMLEY H. (1986) - *Clay mineralogy at the Eocene-Oligocene Boundary*. In: Pomerol C., Premoli Silva I. (Eds), Terminal Eocene Events. Developments in Paleontology and Stratigraphy, 9, Elsevier, 381-386.
- COCCIONI R. (1988) - *The genera Hantkenina and Cribrohantkenina (Foraminifera in the Massignano section (Ancona, Italy))*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy). Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ., II, 2, 81-96.
- COCCIONI R., MONACO P., MONECHI S., NOCCHI M., PARISI G. (1986) - *The Eocene-Oligocene boundary at Massignano: biostratigraphy based on calcareous nannofossils and planktonic Foraminifera*. Bull. Liais. Inf., IGCP Proj. n. 196, 6, 37-44.
- COCCIONI R., MONACO P., MONECHI S., NOCCHI M., PARISI G. (1988) - *Biostratigraphy of the Eocene-Oligocene Boundary at Massignano (Ancona, Italy)*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy). Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ. II, 1, 59-80.
- DEINO A.L., DRAKE R.E., CURTIS G.H., MONTANARI A. (1988) - *Preliminary laser-Fusion ⁴⁰Ar/³⁹Ar Dating results from Oligocene Biotites of the Contessa Quarry section (Gubbio, Italy)*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy). Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ. IV, 3, 229-238.
- LENZI G., MATTIAS P. (1981) - *Mineralogia dei materiali argillosi dell'area di Monterotondo (Roma)*. Rend. Soc. It. Miner. e Petrol., 37, 267-287.
- LOWRIE W., ALVAREZ W., NAPOLEONE G., PERCH-NIELSEN K., PREMOLI SILVA I. (1982) - *Paleogene magnetic stratigraphy in Umbrian pelagic carbonate rocks: The Contessa sections, Gubbio*. Geol. Soc. Amer. Bull., 93, 414-432.
- MATTIAS P., CANEVA C. (1979) - *Mineralogia del giacimento di caolino di Monte Sughereto-Santa Severa, Roma*. Rend. Soc. It. Miner. e Petrol., 35, 721-753.
- MATTIAS P., FARABOLLINI P., MONTANARI A. (1989) - *Aspetti mineralo-petrografici della Scaglia Variegata nella serie pelagica della Valle della Contessa, presso Gubbio, Umbria Orientale*. Studi Geologici Camerti. Studi Geol. Camerti, vol. 11, 7-14.
- MATTIAS P., LENZI G. (1987) - *Aspetti mineralogici dei sedimenti a componente pelagica dell'area di Montalbano Ionico in provincia di Matera e compresi nel F. n. 212 della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. Boll. Serv. Geol. d'It., vol. 105, 137-171.
- MATTIAS P., MARIOTTINI M., DE CASA G. (1986-87) - *I minerali silicatici e gli altri minerali compresi nella sequenza eocenica-oligocenica della Valle della Contessa presso Gubbio (Appennino centrale)*. Miner. Petrogr. Acta, vol., 30, 113-139.
- MONTANARI A. (1988) - *Geochemical characterization of volcanic biotites from the Upper Eocene-Upper Miocene pelagic sequence of the Northeastern Apennines*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy). Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ. IV, 2, 209-227.
- MONTANARI A., DRAKE R., BICE D.M., ALVAREZ W., CURTIS G.H., TURBIN B.D., DE PAOLO D.J. (1985) - *Radiometric time scale for the upper Eocene and Oligocene based on K/Ar and Rb/Sr dating of volcanic biotites from pelagic sequence of Gubbio, Italy*. Geology, 13, September, 596-599.
- MONTANARI A., DEINO A.L., DRAKE R.E., TURBIN B.D., DEPAOLO D.J., ODIN G.S., CURTIS G.H., ALVAREZ W., BICE D.M. (1988) - *Radiometric dating of the Eocene-Oligocene boundary in the pelagic sequence of the Northeastern Apennines*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy). Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ., IV, 1, 195-208.
- MONTANARI A., ODIN G.S. (1989) - *Eocene-Oligocene boundary at Massignano (Ancona, Italy): potential boundary stratotype*. 28th International Congress, Washington D. C., Abstracts, 2-453.

- NOCCHI M., MONESCHI S., COCCIONI R., MADILE M., MONACO P., ORLANDO M., PARISI G., PREMOLI SILVA I. (1988) - *The extinction of Hanikeninidae as a marker for recognizing the Eocene-Oligocene Boundary: a proposal*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), *The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*. Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ., V, 1, 249-252.
- ODIN G.S. (1985) - *Les niveaux a Biotite des Apennins autour de la limite Eo-Oligocène*. Bull. Liais. Inf., IGCP Proj. n. 196, 5, 17-24
- ODIN G.S., CLAUSER S., RENARD M. (1988a) - *Sedimentological and geochemical data on the Eocene-Oligocene Boundary at Massignano (Apennines, Italy)*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), *The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*. Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ., III, 1, 175-186.
- ODIN G.S., GUISE P., REX D.C., KREUZER H. (1988b) - *K-Ar and $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ Geochronology of late Eocene Biotites from the Northeastern Apennines*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), *The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*. Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ., IV, 4, 239-245.
- ODIN G.S., MONTANARI A. (1988) - *The Eocene-Oligocene boundary at Massignano (Ancona, Italy): A potential boundary Stratotype*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), *The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*. Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ., V, 2, 253-263.
- PARISI G., COCCIONI R. (1988) - *Deep-water benthic foraminifera at the Eocene-Oligocene boundary in the Massignano section (Ancona, Italy)*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), *The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*. Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ., II, 3, 97-109.
- PREMOLI SILVA I., ORLANDO M., MONECHI S., MADILE M., NAPOLEONE G., RIPEPE M. (1988) - *Calcareous plankton biostratigraphy and magnetostratigraphy at the Eocene-Oligocene transition in the Gubbio area*. In: Premoli Silva I., Coccioni R., Montanari A. (Eds), *The Eo-Oligocene boundary in the Marche-Umbria basin (Italy)*. Int. Subcomm. Paleog. Strat., E/O Meeting, Ancona, Oct. 1987, Spec. Publ., II, 6, 137-161.
- PREMOLI SILVA I., MONTANARI A. (1989) - *Intercorrelation of Time Scales: Example of multidisciplinary study from Umbria-Marche pelagic sequences (Italy) at the Eocene-Oligocene transition*. 28th International Geological Congress, Washington D. C., Abstracts, 2-639.

