

LUIGI MATTAVELLI e LUCIANO NOVELLI

PETROGRAFIA E DIAGENESI
DELLA SERIE CARBONATO-ARGILLOSO-SILICEA DI S. FELE

RIASSUNTO. — Sono stati descritti in dettaglio i terreni mesozoici della serie carbonatico-argilloso-silicea di S. Fele.

In base all'esame petrografico vengono riportate alcune significative indicazioni sulle trasformazioni diagenetiche relative ai due membri superiori della serie (« calcari con selce » e « scisti silicei »). In particolare viene messa in risalto la natura reversibile del processo di sostituzione silice-carbonati.

ABSTRACT. — Mesozoic formations of the S. Fele carbonate-shale-silica series have been studied in detail.

On petrographic basis, some significative observations about the diagenetic transformations which occurred in the two upper members of the series (« calcari con selce » and « scisti silicei ») are reported. The reversible nature of chert-carbonate replacement it also emphasized.

Introduzione e metodi di studio.

La località di S. Fele, in provincia di Potenza, già da tempo costituisce un interessante argomento di studio per i vari ricercatori che si sono occupati dei problemi geologici dell'Appennino Meridionale. Essa comprende terreni mesozoici appartenenti, in gran parte, alla facies calcareo-silico-marnosa distinta da U. Crescenti (1966) e nota soprattutto nel Salernitano e nell'Appennino lucano (depressione lucana).

Intorno a tali sedimenti esiste tutta una bibliografia ricchissima di studi a carattere geologico regionale e/o litostratigrafico e per la quale rimandiamo all'Autore predetto, ma estremamente carente in ricerche di tipo petrografico-mineralogico.

N.B. - Per quanto concerne la diagenesi dei minerali argillosi le analisi da noi effettuate non sono sufficienti per ricavare conclusioni sulle loro modificazioni mineralogiche. Riteniamo che a questo fine occorra uno studio più dettagliato su un numero maggiore di campioni ed esteso anche ad altre località.

La presente nota vuole essere da una parte una descrizione litologico-petrografica aggiornata e di dettaglio e dall'altra un primo tentativo di ricostruzione, mediante osservazioni petrografiche, di alcuni processi diagenetici che hanno interessato parte dei terreni di questa località tipo.

Data la complessità degli stessi fenomeni diagenetici abbiamo concentrato la nostra attenzione solamente su alcuni loro aspetti ed in particolare sui rapporti intercorrenti tra i processi della dolomitizzazione e della silicizzazione.

A tale scopo sono stati esaminati oltre 100 campioni di superficie, sui quali si sono basate le osservazioni macroscopiche di campagna e, in particolare, l'esame microscopico delle sezioni sottili.

Su gran parte di queste ultime sono state effettuate analisi roentgenografiche e saggi microchimici di colorazione con alizarina, in accordo al test proposto da G. Friedman (1959), al fine di evidenziare la distribuzione areale ed i rapporti di idiomorfismo tra i vari tipi di carbonati presenti.

Su alcuni campioni, infine, è stata eseguita un'analisi chimica parziale per determinare i carbonati totali, il calcio ed il magnesio ad essi legati.

In base alle osservazioni macroscopiche e microscopiche si sono distinti tre membri litologici di cui sarà data una descrizione petrografica di dettaglio.

Nella Fig. 1 vengono riportati la colonna litologica ed il log petrografico della serie in esame.

Descrizione macroscopica.

1° MEMBRO (« DOLOMIA BIANCA »).

Dolomia biancastra, localmente grigio-chiara, saccaroide e stratificata, talora massiva. Alla sommità del membro la roccia è interessata da fratture e rari noduli di selce.

2° MEMBRO (« CALCARI CON SELCE »).

Calcari e calcari dolomitici, detritici, oolitici e localmente silicizzati, con intercalazioni di dolomie nocciola, straterelli di selce ed argilliti talora selciose e varicolori (grigie e verdi). Al passaggio con il 1° membro si osserva un piccolo strato di breccia poligenica ad elementi calcareo-silicei.

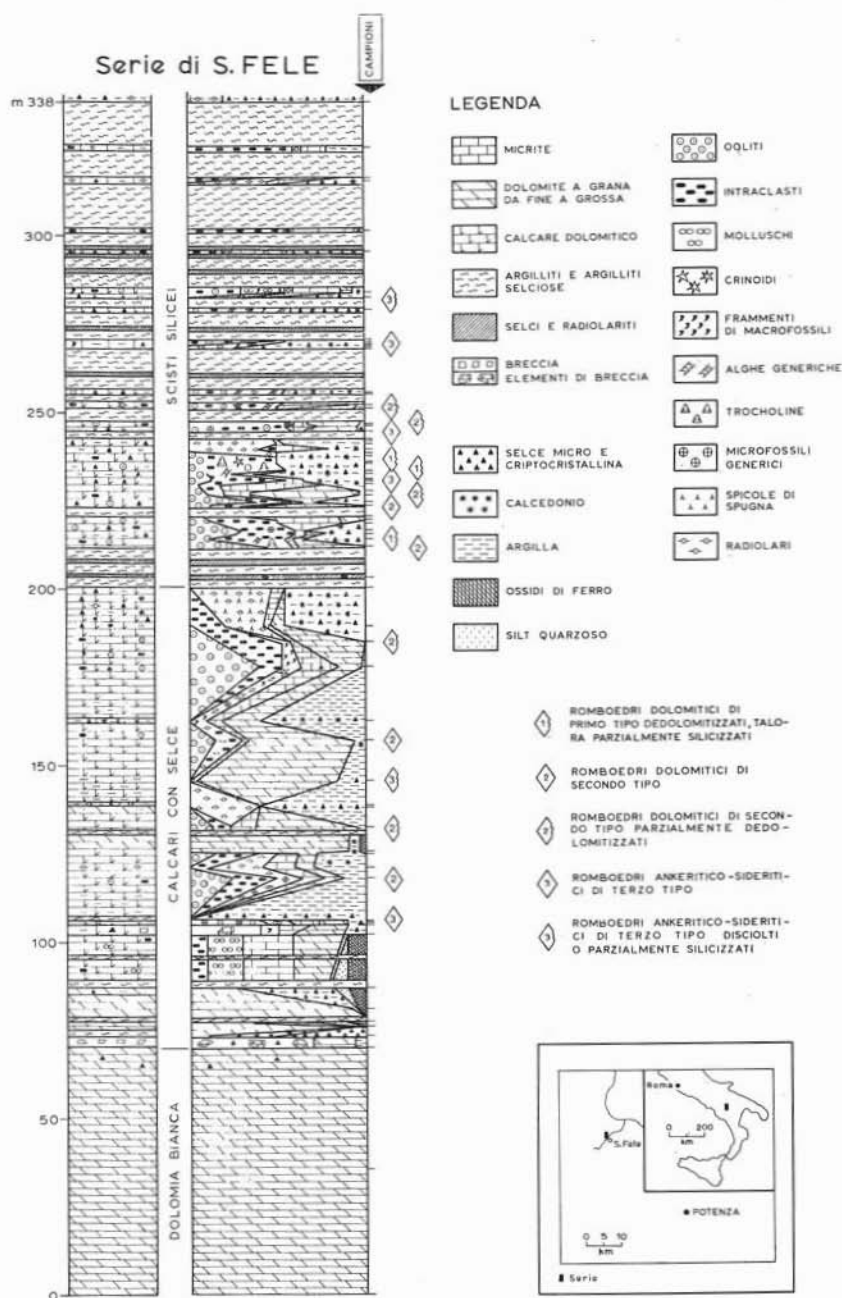


Fig. 1. — Colonna litologica e log petrografico della serie di S. Fele.

3° MEMBRO (« SCISTI SILICEI »).

Argilliti talora selcifere di colore verde, giallo, rosso e grigio-scuro, dure, scheggiate e sottilmente stratificate. Si osservano frequenti intercalazioni di: selci diasprigne, diaspri policromi, calcari oolitici e dolomitici in straterelli o lenti talora parzialmente silicizzati e, infine, di brecciole calcaree.

Descrizione microscopica.**1° MEMBRO (« DOLOMIA BIANCA »).**

Dolomia biancastra cristallina a grana grossa e media verso l'alto.

La roccia è caratterizzata da una struttura a mosaico con cristalli subrombici (250-800 μ), talora rombici e zonati per la presenza di impurezze puntiformi irrisolvibili all'esame microscopico. Si osserva una certa porosità intercrystallina determinata dalla presenza di frequenti microvacuoli e, solo localmente, da alcune druse parzialmente riempite da cristalli dolomitici di forma euedrale. Nella parte alta dell'intervallo sono presenti livelli di dolomia a grana media con plaghe irregolari a grana grossa e con druse riempite da un unico cristallo di dolomite. Localmente tali druse sono riempite da più cristalli dolomitici associati a cristalli quarzosi. Questi ultimi quando si presentano diffusi nella massa carbonatica, in alcuni punti « corrodono » i cristalli di dolomite e ne includono alcuni relitti, in altri sono sostituiti dagli stessi romboedri dolomitici.

2° MEMBRO (« CALCARI CON SELCE »).

Si tratta di una sequenza prevalentemente carbonata costituita da:

1. *Intramicroditi* ⁽¹⁾ talora oolitiche, fossilifere, dolomitizzate e silicizzate (brecciole).
2. *Intramicroditi fossilifere, oolitiche, dolomitizzate e silicizzate.*

Le intramicroditi constano di abbondanti allochimici rappresentati da tipi piuttosto eterogenei, che formano l'impalcatura della roccia, di dimensioni generalmente comprese tra qualche centinaio di microns e 1 cm (vedi Tav. I, fig. 1). Gli allochimici sono costituiti da

(¹) Per la nomenclatura delle rocce calcaree è stata adottata la classificazione proposta da R. L. Folk (1959).

particelle di calcite microcristallina spesso a struttura grumosa (intraclasti o resti di Alghe a tessuto microcristallino?), da ooliti di dimensioni variabili da 300 μ a 1,5 mm, da intraclasti tipo « grapestones », da frammenti di intraspariti, intramicriti, oospariti, oomicriti, biolititi e resti di Molluschi e Crinoidi. All'interno degli allochimici sono ben evidenti dei piccoli romboedri euedrali di calcite microcristallina pseudomorfa su dolomite.

I costituenti detritici sono legati da un cemento di calcite microgranulare localmente ricristallizzata e/o impregnata di sostanza argillosa. Quest'ultima, talora, conferisce alla roccia un aspetto poco coerente, friabile.

Le intramicriti, in pratica, sembrano differire dalle intramicruditi solo per le dimensioni minori degli allochimici e, in qualche caso, per un maggior contenuto in intraclasti ed ooliti. Localmente, infatti, si osservano passaggi a vere e proprie oomicriti. I due termini litologici risultano poi parzialmente dolomitizzati e, a questo proposito, si può osservare tutta una serie graduale di passaggi tra le varietà contenenti rari romboedri sparsi di dolomite (di dimensioni oscillanti tra 50 e 300 μ) e quelle in cui gli stessi cristalli hanno cancellato pressochè completamente la struttura originaria della roccia. Tale processo sembra iniziare in corrispondenza della matrice micritica, interessando solo marginalmente gli allochimici per poi svilupparsi sugli stessi mascherandoli completamente. L'osservazione di cui sopra porta a concludere che, evidentemente, il fenomeno della dolomitizzazione deve essersi verificato in un periodo successivo alla deposizione dei sedimenti e che è quindi di natura secondaria e diagenetica.

I romboedri di dolomite risultano talora corrosi e parzialmente sostituiti da calcite microcristallina; raramente si osservano casi di pseudomorfosi completa.

Molto sviluppati sono poi i processi di silicizzazione che si manifestano con la presenza di noduli, lenti, chiazze e, in alcuni casi, di straterelli di selce compatta. All'esame microscopico le zone silicizzate sono distinte da una massa di fondo di quarzo microcristallino contenente relitti di calcite a grana molto fine che sottolineano le forme degli originari allochimici. In particolare questi ultimi sono sostituiti da un mosaico di quarzo microcristallino più scuro mentre il legante micritico appare rimpiazzato da un insieme di individui quarzosi a grana leggermente più grossa, associati a calcedonio.

In alcuni tratti la silicizzazione, invece di localizzarsi in noduli, interessa in maniera più o meno uniforme l'originario livello calcareo, determinando la presenza di selce impura di sostanza carbonatica (quest'ultima in percentuale nettamente inferiore al 50%).

La frazione biogenica, talora molto abbondante, è rappresentata in massima parte da Radiolari e spicole di Spugna i quali molto spesso sono formati da un guscio di sottili fibre di calcedonio, mentre la parte interna appare riempita da uno o più sferuliti di calcedonio. Sia i Radiolari che le spicole risultano parzialmente sostituiti da calcite con sostituzione che sembra procedere dall'esterno verso l'interno. A volte si osservano esempi nei quali l'originario scheletro siliceo è totalmente mascherato dalla calcite.

Romboedri euedrali di dolomite, di dimensioni variabili da 50 a 500 μ , intersecano e sostituiscono in alcuni punti le strutture fibrose del calcedonio.

3. *Dolomia a grana media di colore nocciola o grigio-nocciola, vacuolare, con noduli e liste di selce.*

La roccia è caratterizzata da una struttura a mosaico, con cristalli subrombici di dimensioni comprese tra 50 e 300 μ ; spesso include plaghe di mierite, di dolomia a grana finissima, relitti di allochimici e noduletti di calcedonio. Talora sono presenti sottili veli di sostanze argillose e chiazze di ossidi di ferro; in corrispondenza di questi i cristalli dolomitici appaiono variamente corrosi (B. D. EVAMY, 1963).

La dolomia è sovente caratterizzata dalla presenza di numerosi vacuoli, molti dei quali sembrano determinati dalla dissoluzione della parte calcarea non sostituita (R. C. MURRAY, 1960).

4. *Argilliti grigio-verdi, nerastre e fogliettate.*

All'esame microscopico esse sono caratterizzate da una massa di fondo di natura prevalentemente illitica, includente scarsi cristalli di silt quarzoso, granulazioni di pirite e, localmente, romboedri di dolomite parzialmente corrosi, di dimensioni variabili da 30 a 150 μ .

Nella Tabella 1 vengono riportati i risultati delle analisi roentgenografiche eseguite su n. 3 campioni di argilliti sufficientemente pure.

TABELLA 1.

Campione	Minerali argillosi %			
	Montmorillonite	Illite	Clorite	Caolinite
a	—	100	—	—
b	—	70	15	15
c	—	60	20	20

Nota - I risultati s'intendono approssimati a $\pm 10\%$.

Intercalati alle argilliti varicolori sono presenti straterelli di selce argillosa e carbonatica, con spessore variabile da qualche cm a circa 10 cm, rappresentati dai seguenti tipi petrografici:

a) Biomieriti argillose a Radiolari, parzialmente silicizzate.

Constano di una massa di fondo di natura argilloso-carbonatica impregnata di silice cripto e microcristallina, spesso sotto forma di chiazze irregolari, includente numerosi resti silicei di Radiolari e spicole di Spugna, resti di intraclasti e granulazioni di pirite. Alcuni Radiolari e spicole appaiono parzialmente sostituiti da calcite.

b) Selci grigio-verdi (intramieriti totalmente silicizzate).

Sono costituite da quarzo cripto e microcristallino (dimensioni variabili da 1 a 10 μ) talora associato ad impurezze seure delineanti la forma degli originari allochimici e da calcedonio e quarzo microgranulare rimpiazzanti la matrice od il cemento della roccia originaria. Localmente il calcedonio sostituisce anche gli allochimici.

3° MEMBRO (« SCISTI SILICEI »).

Dal punto di vista petrografico la formazione degli scisti silicei è costituita da una miscela di argilla e di silice amorfa e/o criptocristallina in proporzioni molto variabili, tali da determinare tutta una serie di passaggi tra le argilliti e le selci argillose.

Si distinguono argilliti ed argilliti selciose, radiolariti, selci argillose varicolori, dure, scheggie, con intercalazioni di intramieruditi

(brecciole), intramicriti oolitiche e fossilifere, talora dolomitizzate e silicizzate, con noduli ricchi di selce.

Diamo, qui di seguito, una descrizione petrografica generale dei principali tipi litologici.

1) *Argilliti.*

Sono costituite da una massa di fondo argillosa nella quale si osservano granuli di silt quarzoso e diffuse granulazioni piritiche.

Su n. 4 campioni abbastanza puri sono state eseguite altrettante analisi roentgenografiche allo scopo di definire la composizione mineralogica percentuale della frazione argillosa (vedi Tabella 2).

TABELLA 2.

Campione	Minerali argillosi %			
	Montmorillonite	Illite	Clorite	Caolinite
a	30	70		tr.
b	40	40		20
c	55	45		tr.
d	30	25	25	20

Nota - I risultati s'intendono approssimati a $\pm 10\%$.

2) *Argilliti selciose.*

Appaiono talora stratificate per la presenza di piccoli livelli sicuri (qualche mm di potenza) nei quali prevale la componente argillosa (illite), intercalati a straterelli più chiari formati pressochè completamente da quarzo microcristallino. La frazione organica è rappresentata da numerosi resti di Radiolari e spicole di Spugna che localmente costituiscono oltre il 50% del volume totale della roccia. Anche in questo caso, per quanto riguarda i Radiolari, si osservano gli stessi processi di sostituzione già descritti in precedenza.

Nelle varietà a composizione intermedia, nelle quali le sostanze argillose e silicea si fondono con modalità e proporzioni variabili determinando tutta una serie di passaggi dalle argille selciose alle selci pure, la parte biogenica è ben preservata nei campioni più ricchi di argilla mentre risulta mal conservata nei campioni in cui il quarzo microcristallino rappresenta il componente mineralogico più diffuso.

3) *Radiolariti*.

Questa varietà è caratterizzata da una massa di fondo di silice microcristallina nella quale si osservano abbondanti sostanze argillose diffuse e numerosissimi resti di Radiolari (vedi Tav. I fig. 2) costituiti da cristalli di quarzo o da sferuliti di calcedonio.

Sono evidenti, infine, alcuni vacuoli di forma romboedrica di dimensioni variabili da 30 a 100 μ e microliti quarzosi pseudomorfi sui carbonati.

4) *Intramicroditi (brecciole)*.

Queste rocce sono formate da abbondanti allochimici ben costipati e poco classati, di dimensioni variabili da 200 μ a 1 cm e di forma subangolosa. Esse risultano di natura eterogenea in quanto rappresentati da frammenti di biolititi, intraspariti, oospariti, oomieriti, biomieriti, micriti talora a struttura grumosa, intramicriti, dolomie, frammenti di grosse ooliti e, localmente, da scarsi resti di Crinoidi e di Molluschi.

Il legante è rappresentato da calcite microcristallina spesso impregnata di argilla e localmente ricristallizzata in calcite spatica. Questi tipi litologici sono interessati da un fenomeno di diagenesi dolomitica (dolomitizzazione) che risulta meno diffuso e frequente che nel membro precedente. Trattasi di romboedri euedrali di dolomite di dimensioni comprese tra 50 e 300 μ , a volte debolmente calcitizzati e raramente sostituiti completamente da calcite (dedolomitizzazione). Solo in qualche caso tali romboedri risultano così diffusi da costituire l'80% del volume totale della roccia, dando luogo, così, a vere e proprie dolomie intraclastiche e fossilifere.

Alcuni allochimici, in prevalenza resti organici, sono parzialmente sostituiti da aggregati ventagliiformi di calcedonio (lutecite).

5) *Intramieriti oolitiche e fossilifere.*

Sono costituite da numerosi allochimici a contorno variabile da subangoloso a subarrotondato (solo raramente ben arrotondato), spesso ben costipati e di dimensioni comprese tra 100μ e $1,5 \text{ mm}$. Tali allochimici sono rappresentati in prevalenza da frammenti di micrite ora a tessitura uniforme ora di aspetto grumoso ora, infine, sono caratterizzati da varie strutture organiche (resti algali?). Poichè gli stessi allochimici sono interessati localmente da fenomeni di « grain-diminution » (K. H. WOLF, 1965) è estremamente difficoltoso poter distinguere i veri intraclasti dai frammenti di Alghe a tessuto microcristallino.

Seppure in quantità subordinata, sono presenti frammenti di intramieriti, intraspariti, biolititi, ooliti e, infine, resti di Molluschi, di Crinoidi e Radiolari.

Raramente questi livelli carbonatici sono rappresentati da oomicriti contenenti ooliti ben sviluppate di dimensioni variabili da 200 a 600μ , cui si associano rari intraclasti micritici tipo « grapestones » e resti di microfossili (Trocholine).

Alcuni livelli sono caratterizzati dalla presenza di numerosi corpi arrotondati di calcite microcristallina ($1-2 \mu$) scura e di dimensioni variabili da 150 e 800μ , circondati da uno o più involucri concentrici. Essi sono probabilmente riferibili ad oncoliti e, in parte, ad ooliti; queste ultime appaiono a volte rigenerate. Caratteristica delle oncoliti ed ancora di una gran parte degli intraclasti, è il fatto che essi contengono numerosi romboedri sparsi di calcite pseudomorfa su dolomite (dedolomitizzazione), secondo quanto già osservato anche nelle intramieriti ed intramieriti del membro dei « calcari con selce », o totalmente sostituiti da quarzo microcristallino.

Il cemento dei tipi litologici sopra descritti è costituito in prevalenza da micrite localmente associata a silice criptoeristallina; spesso la micrite appare ricristallizzata in un mosaico di cristalli di dimensioni variabili da 10 ad oltre 100μ ed a forma anedrale, nei quali si osservano ancora relitti di intraclasti, ooliti e di frammenti micritici. Altrove sia il legante calcareo-microcristallino che gli allochimici mostrano in comune romboedri idiomorfi di dolomite.

Le intercalazioni di intramieriti ed intramieriti oolitiche e fossilifere risultano spesso interessate da un processo più o meno spinto di silicizzazione che ha portato alla neoformazione di noduli e straterelli

di selce. In alcuni campioni, dove il fenomeno è meno accentuato, il quarzo microcristallino (1-10 μ) ed il calcedonio sostituiscono solamente il legante micritico mentre gli allochimici (intraclasti, fossili ed ooliti) appaiono in genere ben conservati o debolmente corrosi ai bordi (vedi foto 3 di Tav. I). Altrove gli spazi tra i clasti sono occupati da bande di calcedonio concentrico brunastro (calcedonic overlay), al centro delle quali si osservano individui di quarzo sotto forma di mosaico. I cristalli di quarzo presenti appaiono di dimensioni sempre maggiori (da 20 a 100 μ) a mano a mano che dai bordi del calcedonio si proceda verso l'interno. Queste bande calcedoniose, che secondo R. C. L. WILSON (1966) sono determinate da precipitazione chimica nei vuoti preesistenti, appaiono interessate da romboedri carbonatici, ferruginosi, di forma chiaramente eudrale.

Dove il processo di silicizzazione è più spinto, vengono progressivamente sostituiti anche gli allochimici contenuti nella roccia (vedi Tav. I, fig. 4) e, nei casi di sostituzione parziale, si osserva molto spesso la neoformazione di piccoli romboedri idiomorfi e ferriferi, addensati preferenzialmente lungo i bordi degli intraclasti. Anche nei casi di silicizzazione completa gli allochimici sono sottolineati dalla presenza di impurezze in accentramenti regolari e, soprattutto, dal fatto che il quarzo microcristallino che sostituisce gli allochimici stessi mostra una grana più fine ed è più impuro di quello che rimpiazza la massa di fondo.

In alcuni campioni di intramicriti, dove il cemento appare pressochè completamente silicizzato, si osservano frequenti vacuoli arrotondati dovuti a parziale dissoluzione della parte calcarea non sostituita (intraclasti, ooliti e scarsi romboedri dolomitici) (R. C. MURRAY, 1960).

Localmente gli intraclasti micritici subiscono un processo di « digestione » progressivo che sembra procedere secondo modalità costanti. In un primo tempo, infatti, si osserva una sostituzione solo marginale che dà luogo alla neoformazione di un esile bordo siliceo che circonda l'allochimico; quindi la silicizzazione si estende progressivamente, anche se in maniera molto irregolare verso il nucleo dello stesso, isolandone alcune parti. Infine anche queste zone residuali vengono completamente sostituite da quarzo microcristallino impuro di sostanze argillose e ferruginose. Tali impurezze sembrano derivare da un'espulsione selettiva della frazione calcarea sostituita in forma metasomatica dalla silice.

Considerazioni sulla diagenesi.

In questo capitolo verranno presi in esame, come accennato nella introduzione, solo alcuni aspetti dei processi diagenetici che hanno interessato i membri dei « calcari con selce » e degli « scisti silicei » e, in particolare, i rapporti intercorrenti tra i fenomeni della dolomitizzazione, della dedolomitizzazione e della silicizzazione. Per la scarsità dei campioni in nostro possesso e, soprattutto, per la generale uniformità del membro dolomitico di base non abbiamo ritenuto opportuno, in questa sede, riprendere lo studio in dettaglio del primo membro.

Nei due membri in studio il sedimento originario doveva essere costituito da due componenti principali di natura rispettivamente argilloso-silicea (argilla associata a Radiolari e spicole di Spugna) e calcareo-detricita (frammenti elastici provenienti da una piattaforma carbonatica localizzata sui bordi del bacino) e, a seconda del prevalere dell'uno o dell'altro costituente, sono venuti a caratterizzarsi i « calcari con selce » e gli « scisti silicei ». A questo proposito, data la diversa natura dei due tipi di sedimenti e le conseguenti diverse reazioni alla diagenesi, abbiamo ritenuto opportuno esaminarli separatamente.

MEMBRO DEI « CALCARI CON SELCE » (2)

a) *Dolomitizzazione e dedolomitizzazione.*

L'esame microscopico di dettaglio ha messo in evidenza che in alcuni livelli carbonatici si possono distinguere almeno tre tipi di dolomitizzazione sicuramente distinti nel tempo, ai quali si trovano alternati episodi di dedolomitizzazione più o meno spinta.

I romboedri dolomitici che noi definiremo di « primo tipo » appaiono facilmente individuabili sia per le loro dimensioni molto minute (da 40 a 100 μ), sia per il fatto che si rinvengono localizzati solamente all'interno degli allochimici (bioclasti od intraclasti) e mai nel legante micritico. Molto spesso essi sono completamente sostituiti da silice microcristallina (vedi Tav. I, fig. 5) ma, nella maggioranza dei casi,

(2) Nelle considerazioni sulla diagenesi sono stati compresi in questo membro anche i livelli carbonatici di base degli « scisti silicei ». Tali livelli, infatti, rappresentando una facies di passaggio agli « scisti silicei » propriamente detti mostrano, nel complesso, spiccate analogie petrografiche con i sottostanti « calcari con selce ».

risultano in completa paramorfosi con calcite microgranulare (vedi Tav. I, fig. 6) (primo episodio di dedolomitizzazione); per una verifica di quest'ultima sono stati effettuati numerosi saggi colorimetrici con alizarina rosso-sodica.

Appare evidente, così, che parte almeno dei frammenti calcarei andatisi a depositare nel bacino degli « scisti silicei », debbono essere stati parzialmente dolomitizzati nel loro ambiente originario (piattaforma calcarea) e totalmente calcitizzati in seguito o ad esposizione subaerea o perchè sottoposti all'azione di acque meteoriche, analogamente a quanto sostenute da alcuni Autori moderni (vedi notizie bibliografiche riportate da L. MATTAVELLI, 1966).

I romboedri appartenenti alla seconda fase dolomitizzante (dolomite di « secondo tipo ») si differenziano invece dai precedenti soprattutto per due caratteristiche fondamentali, quali le loro dimensioni maggiori (da 50 a 300 μ) e perchè si rinvengono addensati di preferenza nel cemento micritico, talora intersecando anche parte degli allochimici (vedi Tav. II, fig. 7). Anche in questo caso i cristalli mostrano localmente indizi di dedolomitizzazione per la parziale sostituzione da parte di calcite microgranulare che non arriva mai, però, alla pseudomorfosi completa (vedi Tav. II, fig. 8).

Questa seconda dolomitizzazione assume, rispetto alla precedente, un significato genetico totalmente diverso: si tratta, evidentemente, di un processo che si è verificato nello stesso bacino di sedimentazione degli « scisti silicei » e che ha avuto una maggiore diffusione ed intensità. Sembra logico ipotizzare, nei livelli più dolomitizzati, un apporto esterno di soluzioni sature in ioni magnesio probabilmente legati ad un riflusso, verso il bacino, di acque ipersaline provenienti dalla vicina piattaforma carbonatica, analogamente a quanto sostenuto da J. E. ADAMS e M. L. RHODES (1960). L'osservazione della cataclasi e compenetrazione dei cristalli dolomitici indicherebbe che sia il processo della dolomitizzazione che quello della dedolomitizzazione sarebbero avvenuti durante i primi stadi della diagenesi o comunque anteriormente alla compattizzazione dei sedimenti.

I romboedri carbonatici di « terzo tipo » appaiono nettamente contraddistinti da quelli esaminati in precedenza per il quasi costante elevato contenuto in ossidi di ferro che impartisce loro una colorazione brunastra e per le dimensioni molto ridotte (da 10 a 100 μ) (vedi Tav. II, fig. 9). Essi si rinvengono localizzati in preferenza lungo i bordi

degli allochimici e, meno diffusamente, nel legante calcareo e/o lungo le microfratture della roccia. Tali romboedri debbono la loro genesi, con tutta probabilità, ad una espulsione selettiva per ricristallizzazione dei carbonati e sostanze ferruginose contenuti negli intraclasti originari e ad una loro riprecipitazione nelle immediate vicinanze degli stessi.

Le analisi roentgenografiche ed i numerosi saggi colorimetrici eseguiti con alizarina rosso-sodica hanno indicato trattarsi costantemente di una miscela calcareo-dolomitico-ferrifera di natura variabile da ankeritica a sideritica, ma non esattamente definibile per le piccole dimensioni e la scarsa concentrazione degli stessi microcristalli.

Spessissimo si osservano questi romboedri euedrali che intersecano chiaramente le strutture del calcedonio fibroso o di quello concrezionare (vedi Tav. II, fig. 10), a dimostrazione che locali e modeste precipitazioni carbonatiche sono avvenute posteriormente anche ai primi processi di silicizzazione. Queste osservazioni confermerebbero l'ipotesi di T. R. WALKER (1962) secondo il quale il processo di sostituzione silice-carbonati è reversibile e legato a fluttuazioni del pH ambientale nel corso della evoluzione diagenetica.

b) *Silicizzazione.*

Sulla scorta dello studio di R. C. L. WILSON (1966) il quarzo presente può essere distinto, dal punto di vista petrografico, in cinque varietà fondamentali: 1) quarzo con struttura a mosaico, 2) calcedonio concrezionare, 3) calcedonio sferulitico, 4) lutecite, 5) quarzo microcristallino. Quest'ultimo tipo è largamente il più diffuso non solo nel membro in esame ma anche in quello degli «scisti silicei», seguito dal calcedonio sferulitico che sostituisce spesso gli originari organismi silicei (Radiolari, spicole di Spugna) e la matrice micritica. Le altre tre varietà sono piuttosto rare.

Il calcedonio in bande concrezionari è stato osservato solamente in due campioni; la lutecite si trova saltuariamente e addensata di preferenza all'interno di grossi frammenti di scheletri calcarei.

Da quanto sopra possiamo concludere, analogamente alle ricerche più recenti, che la grande maggioranza del quarzo presente nella serie di S. Fele (quarzo microcristallino, calcedonio sferulitico e, in parte, la lutecite) mostra le tipiche strutture di rimpiazzamento, originatesi per la sostituzione di un sedimento carbonatico probabilmente privo di cavità macroscopiche.

L'osservazione microscopica ha inoltre messo in evidenza che la silice sostituisce in primo luogo la parte calcarea (cemento ed allochimici) mentre i cristalli romboedrici di « secondo tipo » sembrano resistere più a lungo ai processi di dissoluzione, apparendo sotto forma di resti più o meno corrosi in una massa di fondo di quarzo microcristallino e calcedonio, secondo quanto constatato anche da J. S. PITTMAN (1959), R. V. DIETRICH ed Altri (1963). A questo proposito, però, dobbiamo osservare che, almeno per le rocce in studio, non è applicabile l'osservazione di questi ultimi Autori, secondo i quali eventuali altri processi di dolomitizzazione susseguenti alle fasi silicizzanti, si svilupperebbero solamente in corrispondenza dei residui carbonatici non completamente « riassorbiti ». Nella serie di S. Fele, infatti, si è potuto constatare che localmente, sparsi ed isolati nella massa di fondo quarzosa, si rinvenivano romboedri euedrali di dolomite che sostituiscono chiaramente la stessa silice neogenica; in qualche caso, poi, tali romboedri si sovrappongono singolarmente ad altrettanti cristalli carbonatici, con modalità varia ed irregolare.

In alcuni livelli quasi totalmente silicizzati è stata riscontrata poi una silicizzazione posteriore anche al terzo processo di dolomitizzazione che ha portato alla totale sostituzione, da parte del quarzo microgranulare, dei romboedri a composizione ankeritico-sideritica già descritti in precedenza. Questi ultimi, infatti, sono riconoscibili solamente con lo esame microscopico in luce polarizzata, che rende evidenti gli esilissimi residui scuri di natura indeterminabile che sottolineano i loro contorni originari.

Ci sembra abbastanza evidente da quanto sopra, che queste frequenti alternanze dei processi di silicizzazione-precipitazione dei carbonati siano da imputarsi a variazioni del pH delle acque interstiziali che hanno determinato localmente il verificarsi dell'uno o dell'altro processo. Con tutta probabilità, secondo quanto affermato anche da E. C. DAPPLES (1959), tutto ciò è avvenuto durante gli stadi iniziali dei processi diagenetici.

MEMBRO DEGLI « SCISTI SILICEI ».

In questo membro il processo diagenetico risulta, limitatamente alla sua parte media e superiore (essenzialmente argilloso-silicea), assai povero di stadi intermedi. Data la maggiore uniformità litologica, in quanto rappresentato essenzialmente da sedimenti silicei contenenti rare e sporadiche intercalazioni di livelli carbonatici, non è stato possibile

seguire i fenomeni nel loro complesso. Inoltre, come è stato premesso nell'introduzione, riteniamo che lo studio della diagenesi dei minerali argillosi e delle sue possibili implicazioni con il problema dell'origine della silice richieda un esame di un numero maggiore di campioni esteso a tutta la fascia di affioramento degli « scisti silicei ». Una tale ricerca, del resto, anche se così stimolante per il suo interesse, ma tanto complessa nella sua risoluzione, esula dagli scopi che ci siamo prefissi in questa sede. Per tali motivi, quindi, accenneremo solamente ad alcune osservazioni di carattere locale e ad ipotesi che riconosciamo non sufficientemente confortate dall'esame microscopico.

Nelle selci argillose la massa di fondo, che si presenta scura e non facilmente risolvibile all'esame microscopico, risulta costituita da silice criptoeristallina e/o amorfa minutamente associata ad argilla, includente resti più o meno abbondanti e ben conservati di Radiolari. Questi ultimi hanno il guscio originario formato da un anello esterno di corte fibre di calcedonio mentre la parte centrale risulta riempita da uno o più sferuliti; le forme esterne del guscio stesso, con l'ornamentazione delle delicate spine, appaiono spesso ben conservate. Si può pertanto concludere, in accordo con A. V. CAROZZI (1960), che la presenza del materiale argilloso deve aver ostacolato la ricristallizzazione della silice, consentendo la conservazione degli organismi sin nei loro più minuti dettagli. Spesso l'argilla si mostra in letti isoorientati, paralleli alla stratificazione.

Nelle radiolariti pure il processo diagenetico ha portato localmente alla ricristallizzazione della massa di fondo sotto forma di selce microcristallina, con conseguente distruzione degli originari scheletri silicei. E' interessante sottolineare, a questo proposito, che in alcuni calcari più o meno silicizzati e/o in varie selci carbonatico-argillose gli stessi organismi silicei (Radiolari e spicole di Spugna) tendono ad essere progressivamente corrosi e sostituiti, dall'esterno verso l'interno, da un mosaico di calcite microcristallina, fino a che degli originari resti fossili non rimangono altro che vaghi relitti (vedi Tav. II, fig. 11). In altri la parte interna è stata riempita da un unico cristallo anedrale di calcite, prima ancora che il processo di calcitizzazione ne interessasse la ornamentazione esterna. Solamente in qualche livello il fenomeno suddetto è totale ed in questo caso i Radiolari risultano mascherati completamente o da un unico cristallo o da un aggregato di microgranuli calcarei delineanti una zona più chiara ed a grana leggermente mag-

giore rispetto al legante micritico. Quest'ultima osservazione sembra di particolare significato in quanto può indicare una delle sorgenti della silice presente nella roccia. A tale proposito va poi ancora ricordato il fatto che le argilliti degli « scisti silicei » contengono notevoli quantità di montmorillonite (vedi Tabella 2) che sembra invece assente nei termini litologici analoghi dei « calcari con selce » (vedi Tabella 1). La montmorillonite potrebbe rivelare, infatti, anche se in maniera del tutto ipotetica in questo caso, la presenza di originari prodotti vulcanici ormai completamente trasformati (G. MILLOT, 1964) e fornire così utili indicazioni su una eventuale ed ulteriore fonte di apporto della silice.

Sono ancora ben evidenti e diffusi nelle selci gli « scheletri » romboedrici già riconosciuti nei livelli silicei dei « calcari con selce ».

Osservazioni conclusive.

Le osservazioni petrografiche più significative ed alcune comuni implicazioni diagenetiche della serie di S. Fele possono essere così riassunte:

« Calcari con selce ».

1) Il membro è caratterizzato da una sequenza di calcari detritici sovente dolomitizzati e silicizzati che denotano il netto prevalere della componente carbonatica rispetto a quella argilloso-silicea. La prima risulta costituita da frammenti di calcari detritici ed organogeni appartenenti ad una vicina piattaforma.

2) In alcuni livelli calcarei si è potuto ricostruire la probabile sequenza diagenetica riportata nella Fig. 2.

3) E' interessante sottolineare, in alcuni allochimici, la presenza di piccoli romboedri di calcite pseudomorfa su dolomite (romboedri dolomitici di « primo tipo »), a testimonianza di un parziale processo di dolomitizzazione avvenuto nell'ambiente originario di piattaforma, seguito da una calcitizzazione pressochè totale (dedolomitizzazione).

4) Un fenomeno più o meno intenso di dolomitizzazione, determinato da un apporto esterno di soluzioni ricche in ioni magnesio provenienti dalla piattaforma prossimale, ha interessato i frammenti detritici nell'ambiente di deposizione (romboedri dolomitici di secondo tipo).

5) Un processo di silicizzazione si è talora sovrapposto alla dolomitizzazione sostituendo localmente e con modalità diversa gli originari sedimenti carbonatici.

Locali e limitati fenomeni di dolomitizzazione (romboedri ankeritico-sideritici di « terzo tipo ») e silicizzazione si sono intercalati ai due principali processi sopra riportati.

6) Questi aspetti confermerebbero la natura reversibile del processo di sostituzione silice \rightleftharpoons carbonati, probabilmente dovuto, secondo T. R. WALKER (1962), a fluttuazioni del pH nelle acque interstiziali.

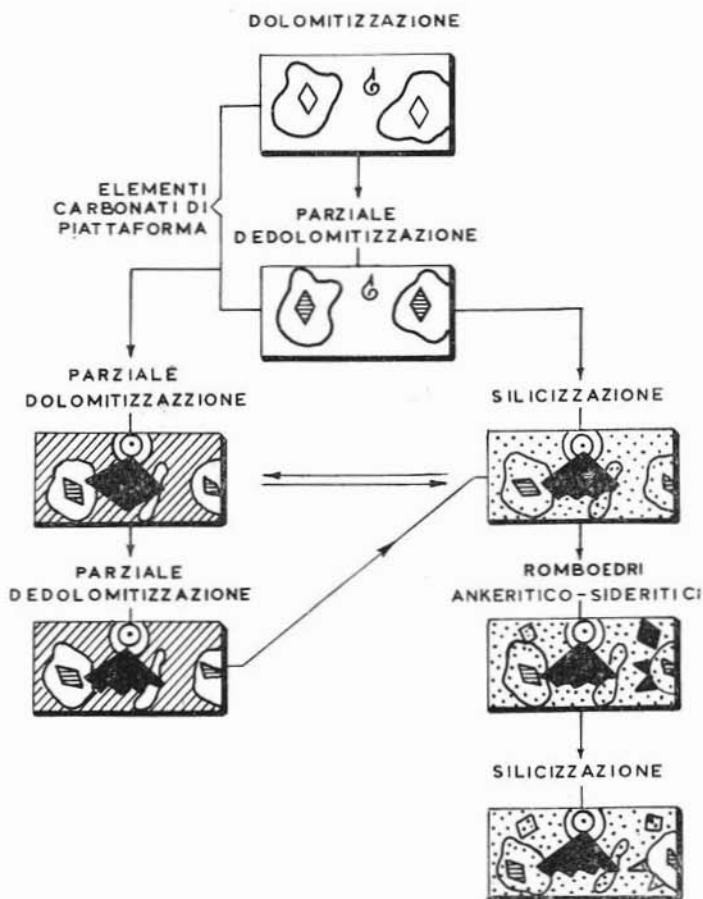


Fig. 2. — Probabile sequenza diagenetica in alcuni livelli carbonatici della serie di S. Fele.

« Scisti silicei ».

1) Questo membro consta di una sequenza di argilliti, argilliti selciose, selci argilloso-carbonatiche con rare intercalazioni di calcari detritici. In questi ultimi si osservano fenomeni diagenetici analoghi a quelli dei « calcari con selce ».

2) La componente argilloso-silicea, se si esclude la sostituzione selettiva di alcuni organismi silicei da parte della materia carbonatica, non presenta, all'esame microscopico, fenomeni di diagenesi particolarmente significativi. Tale sostituzione, tuttavia, può indicare una probabile e parziale origine della silice presente nella roccia. D'altro canto la presenza di sensibili quantità di montmorillonite nelle argille, come già accennato, sembrerebbe non escludere che parte almeno della stessa silice possa derivare anche dalla trasformazione di eventuali prodotti vulcanici. La conferma di quest'ultima ipotesi richiede, a parere degli scriventi, un'indagine più di dettaglio ed estesa anche ad altri affioramenti.

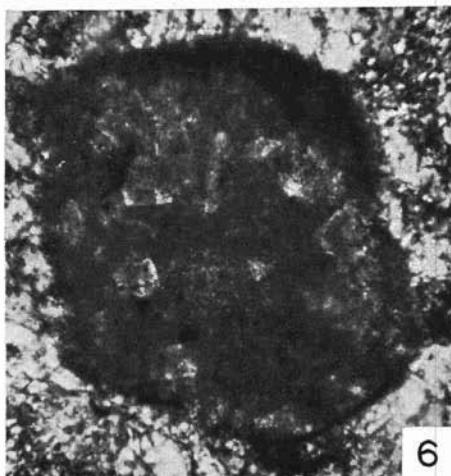
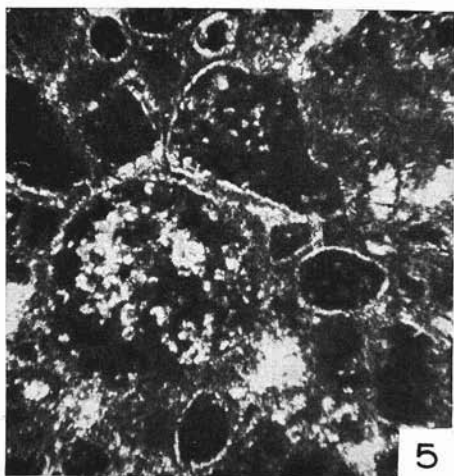
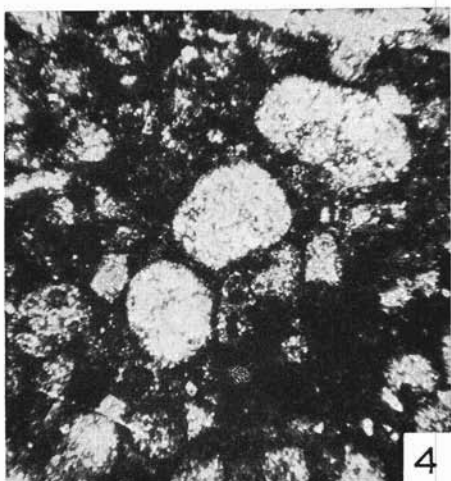
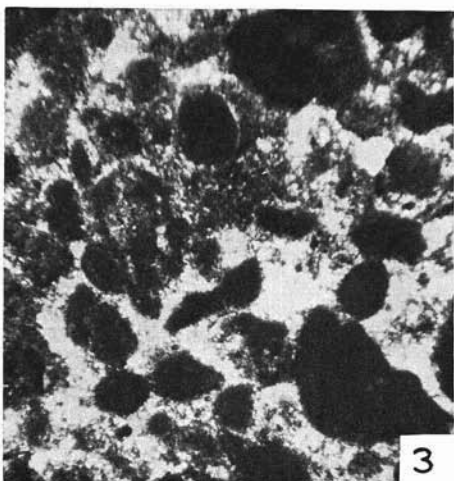
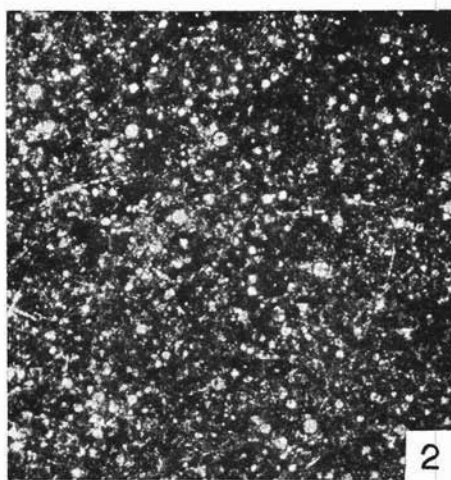
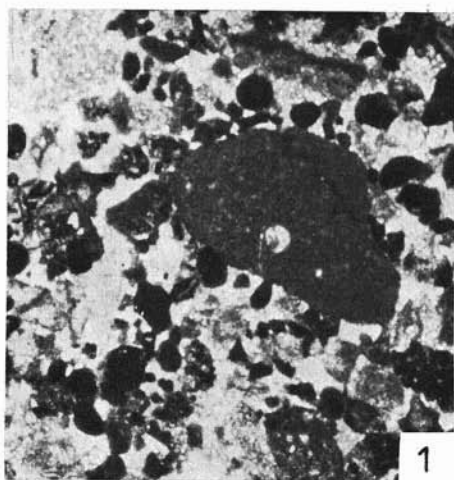
In conclusione, la progressiva diminuzione dei calcari detritici e dei fenomeni di dolomitizzazione, la maggiore frequenza dei processi di silicizzazione e l'incremento nei sedimenti argilloso-silicei, procedendo verso l'alto della serie, indicherebbero una graduale evoluzione da un ambiente di transizione prossimo ad una piattaforma di natura carbonatica, verso uno con spiccate caratteristiche pelagiche.

Questa nota, inoltre, vuole rappresentare il contributo che lo studio petrografico può dare ad altre discipline nell'interpretazione dei fenomeni geologici.

Gli autori esprimono la loro riconoscenza all'AGIP Direzione Mineraria per aver permesso la presente pubblicazione ed in particolare all'Ing. T. Rocco, al Dr. G. Long, Capo del Servizio Geochimico e al Dr. D. Storer, Responsabile della Sezione Petrofisica e Mineralogica. Ringraziano inoltre il Dr. G. L. Morelli per le analisi diffrattometriche ai raggi X ed il Signor De Poli per l'esecuzione delle fotografie su sezioni sottili.

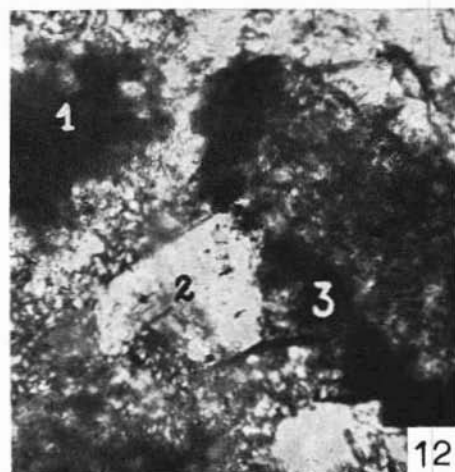
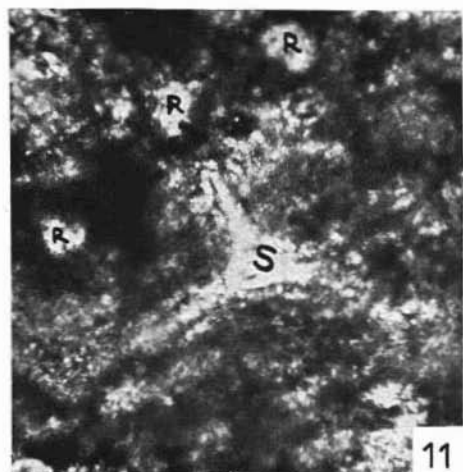
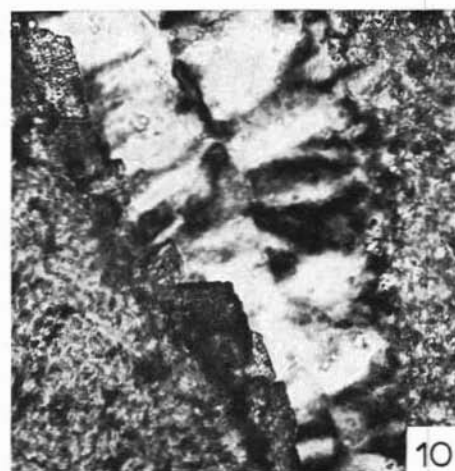
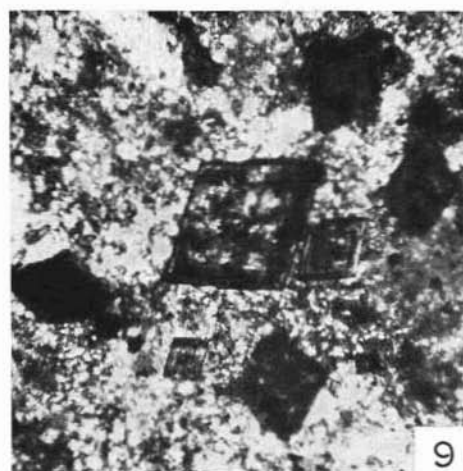
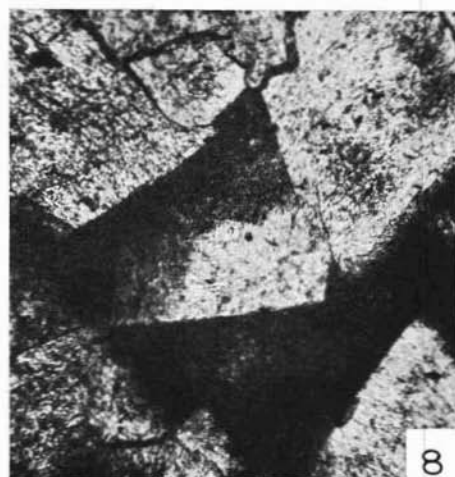
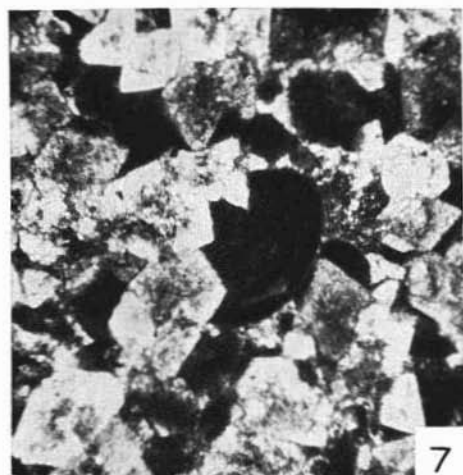
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I.

- Fig. 1. — Allochimici immersi in una matrice micritica localmente ricristallizzata.
Membro: « calcari con selce ».
Ingrandimento 30 - Nicols incrociati.
- Fig. 2. — Radiolarite con sostanza argillosa diffusa.
Membro: « scisti silicei ».
Ingrandimento 10 - Nicols paralleli.
- Fig. 3. — Allochimici micritici subarrotondati in una massa di fondo quarzosa microgranulare.
Membro: « scisti silicei ».
Ingrandimento 30 - Nicols incrociati.
- Fig. 4. — Allochimici silicizzati in una massa di fondo costituita da silice micro e criptoeristallina.
Membro: « scisti silicei ».
Ingrandimento 30 - Nicols incrociati.
- Fig. 5. — Allochimici contenenti romboedri dolomitici di « primo tipo » sostituiti da quarzo microcristallino.
Membro: « calcari con selce ».
Ingrandimento 30 - Nicols paralleli.
- Fig. 6. — Allochimico contenente romboedri dolomitici di « primo tipo » sostituiti, al nucleo, da calcite microcristallina e da silice alla periferia.
Membro: « calcari con selce ».
Ingrandimento 110 - Nicols incrociati.



SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II.

- Fig. 7. — Romboedri dolomitici di « secondo tipo » intersecanti gli allochimici (parte dei quali rappresentati da ooliti).
Membro: « calcari con selce ».
Ingrandimento 110 - Nicols incrociati.
- Fig. 8. — Romboedri dolomitici di « secondo tipo » parzialmente sostituiti da calcite microgranulare.
Membro: « calcari con selce ».
Ingrandimento 110 - Nicols paralleli.
- Fig. 9. — Romboedri carbonatici ankeritico-sideritici, euedrali, di « terzo tipo » in una massa di fondo di calcite microgranulare parzialmente ricristallizzata.
Membro: « calcari con selce ».
Ingrandimento 230 - Nicols incrociati.
- Fig. 10. — Romboedri carbonatici ankeritico-sideritici, euedrali, di « terzo tipo » intersecanti una vena di calcedonio.
Membro: « calcari con selce ».
Ingrandimento 230 - Nicols incrociati.
- Fig. 11. — Spicola di Spugna (S) e Radiolari (R) parzialmente corrosi e sostituiti da calcite microcristallina.
Membro: « scisti silicei ».
Ingrandimento 250 - Nicols incrociati.
- Fig. 12. — (1) Romboedri di calcite microcristallina pseudomorfa sulla dolomite di « primo tipo ». (2) Romboedri dolomitici di « secondo tipo », corrosi e parzialmente sostituiti da silice microgranulare. (3) Romboedri ankeritico-sideritici di « terzo tipo » addensati lungo i margini di un allochimico.
Membro: « calcari con selce ».
Ingrandimento 100 - Nicols incrociati.



BIBLIOGRAFIA

- ADAMS J. E. e RHODES M. L., 1960 - *Dolomitization by seepage refluxion*. Bull. of the Am. Ass. of Petr. Geol., vol. 44, n. 12, pp. 1912-1920.
- CRESCENTI P., 1966 - *Osservazioni sulla stratigrafia dell'Appennino Meridionale alla luce delle recenti ricerche micropaleontologiche*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 85, pp. 541-579.
- DAPPLES E. C., 1959 - *The behavior of silica in diagenesis*. Silica in Sediments. Soc. of Ec. Pal. and Min., special Publication n. 7. Tulsa, Oklahoma, pp. 36-54.
- DIETRISCH R. V., HOBBS C. R. B. and LOWEY J. R., 1963 - *Dolomitization interrupted by silicification*. Journ. of Sed. Petr., vol. 33, n. 3, pp. 646-663.
- EVAMY B. D., 1963 - *The application of a chemical staining technique to a study of dedolomitization*. Sedimentology 2, pp. 164-170.
- FOLK R. L., 1959 - *Practical petrographic classification of limestones*. Amer. Ass. Petr. Geol., vol. 43, n. 1, pp. 1-39.
- FRIEDMAN G., 1959 - *Identification of carbonate minerals by staining methods (Alizarina)*. Journ. of Sed. Petr., vol. 29, n. 1, pp. 87-97.
- MATTAVELLI L., COLACICCO M., 1964 - *Studio petrografico delle formazioni silicee dell'Italia Meridionale* (inedito).
- MATTAVELLI L., 1966 - *Osservazioni petrografiche sulla sostituzione della dolomite con la calcite (dedolomitizzazione) in alcune facies carbonatite italiane*. Atti Soc. It. di Sc. Nat. e del Museo Civ. di St. Nat. di Milano, vol. CV, fase. III, pp. 294-316.
- MILLOT, 1964 - *Géologie des argiles*. Masson et Cie, Editeurs.
- MURRAY R. C., 1960 - *Origin of porosity in carbonate rocks*. Journ. Sed. Petr., vol. 30, pp. 59-84, Tulsa.
- PITTMAN J. S., 1959 - *Silica in Edwards Limestones, Travis County, Texas*. Silica in Sediments. Soc. of Ec. Pal. and Min., Special Publication n. 7. Tulsa, Oklahoma, pp. 121-134.
- SELLI R., 1962 - *Il Paleocene nel quadro della geologia dell'Italia Meridionale*. Mem. Soc. Geol. d'Italia, 3, pp. 737-790, 1 f., 1 t.
- VISINTIN A., BARTOLOTTI A., BACCI M., 1958 - *La serie di S. Fele (Potenza)* (inedito).
- WALKER T. R., 1962 - *Reversible nature of chert-carbonate replacement in sedimentary rocks*. Geol. Soc. of America Bull., vol. 73, pp. 237-242.
- WILSON R. C. L., 1966 - *Silica diagenesis in Upper Jurassic limestones of Southern England*. Journ. of Sed. Petr., vol. 36, n. 4, pp. 1036-1049.
- WOLF H. F., 1965 - *Grain-diminution of algal colonies to micrite*. J. Sediment. Petrol., 35, pp. 420-427.