

Resti fossili di echinodermi nelle rocce mesozoiche mesometamorfiche della regione del Campolungo

Autor(en): **Bianconi, Filippo**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bollettino della Società ticinese di scienze naturali**

Band (Jahr): **58 (1965)**

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1003517>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Resti fossili di echinodermi nelle rocce mesozoiche mesometamorfiche della regione del Campolungo

Filippo Bianconi

INTRODUZIONE

Nel corso delle ricerche in campagna e in laboratorio durante lo svolgimento di un lavoro di tesi presso l'Istituto di Geologia della Scuola Politecnica Federale di Zurigo, con tema lo studio dettagliato della geologia e della petrografia delle rocce mesozoiche metamorfiche delle Zone Bedretto - Tremorgio e Campolungo in quest'ultima regione, ebbi la fortuna di trovare alcuni resti fossili in parte conservati ottimamente, alquanto inaspettati, dato il grado di metamorfismo e il rimaneggiamento tettonico molto intensi delle rocce in esame.

La fig. 1 mostra la posizione dei ritrovamenti : i primi tre si trovano nelle rocce triassiche della Zona Campolungo, il quarto si trova nei Calcescisti pennidici della Zona Bedretto-Tremorgio. Dei quattro ritrovamenti solamente il primo venne individuato sul terreno, mentre gli altri tre vennero scoperti durante l'esame microscopico delle rocce. Questi resti fossili sono già stati oggetto di uno studio di più ampio respiro in un'altra sede (B i a n c o n i , 1965): questo lavoro ne riporta i passaggi più importanti e cioè : una concisa descrizione dei ritrovamenti e brevi commenti sul loro valore stratigrafico e sulla loro conservazione in relazione alle condizioni di metamorfismo subite.

Tengo a ringraziare i proff. A. Gansser e E. Dal Vesco per la loro guida durante lo svolgimento del lavoro, R. Trümpy per la determinazione dei fossili, H. M. Bolli per il suo aiuto e per il materiale paleontologico recente di confronto che mi ha messo a disposizione ; inoltre il Bollettino svizzero di Mineralogia e Petrografia e in special modo il suo redattore, dr. A. Spicher, per la gentile concessione dei clichés.

A. Ritrovamenti di crinoidi nelle dolomie del Trias

1. PASSO CAMPOLUNGO

Si tratta del ritrovamento più importante di questo gruppo : lo strato fossilifero si trova 25 m. a sud-est del Passo Campolungo, a quota 2335 m. e ha una potenza di 2,40 m. : i fossili sono concentrati in una placca di 6 cm. di potenza su una lunghezza di 1,40 m. La roccia è un *marmo dolomitico grigio-cenere*, a grana molto fine, compatto, con debole scisto-

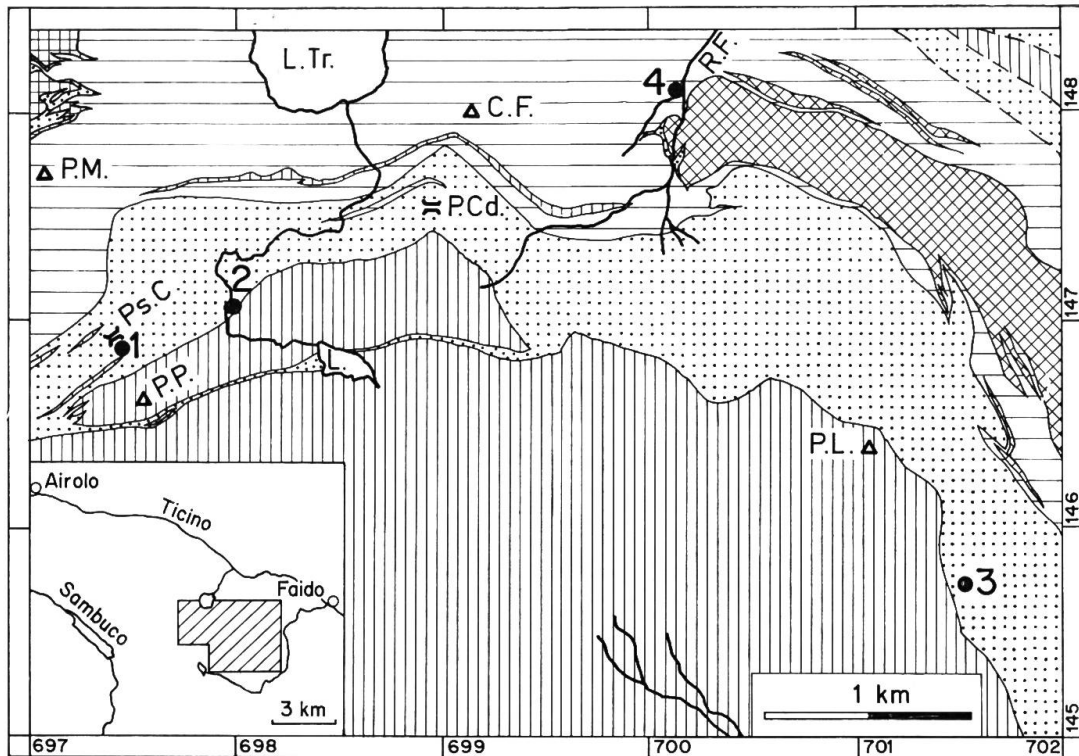


Fig. 1. — Carta tettonica della regione del Campolungo con le località fossilifere

Abbreviazioni :	● 1-4	Ritrovamenti fossiliferi
C. F. Cima di Filo		Formazione dei Calcescisti
L. Leìt		Formazione triassica
L. Tr. Lago Tremorgio		Cristallino di San Giorgio ("Lebendun.,")
P. Cd. Passo Cadonighino		Cristallino di Sambuco
P. L. Pizzo del Lambro		Cristallino del Campo Tencia
P. M. Pizzo Meda		
P. P. Piz Prevat		
Ps. C. Passo Campolungo		
R. F. Ri Fòch		

sità e una fine stratificazione dell'ordine del mm., marcata da straterelli a diversa concentrazione di pigmento. La roccia ha la seguente

Composizione mineralogica e percentuale

Comp. principali : dolomite (96 0/0 vol.)
 Comp. subordinati : muscovite (1,5), quarzo (1,5)
 Comp. accessori : calcite, pigmento, pirite (assieme 1)

I grani dolomitici formano una struttura granoblastica, a selciato, in cui si inseriscono i rari grani di quarzo e di calcite e laminette di pig-

mento dell'ordine di grandezza del micron (grafite) ; il pigmento è concentrato in straterelli alternanti che rispecchiano con ogni probabilità la stratificazione originaria.

I resti fossili sono *piastre colonnari* (o articoli) *di crinoidi* : essi si presentano sotto forma di cilindretti di colore grigio-rosa, a sezioni circolari, di lucentezza spatosa, e del diametro variabile tra 1 e 10 mm. Negli esemplari più grossi si osserva il canale centrale, più oscuro. Le striature raggianti o le denticolazioni sulle superfici articolari mancano completamente. Al microscopio le piastre colonnari dei crinoidi appaiono formate da un unico cristallo di dolomite con estinzione contemporanea (vedi tavola I / fig. 1). La struttura reticolare tipica degli echinodermi è stata cancellata completamente dal processo metamorfico alpino, che in questo caso ha raggiunto un grado notevole : infatti la paragenesi mineralogica delle rocce vicine abbraccia flogopite, grammatite, ortoclasio, plagioclasio basico, una paragenesi mesozonale o della facies metamorfica dell'anfibolite a plagioclasio ed epidoto. Per quanto riguarda i minerali del Campolungo si rimanda al lavoro monografico di G ü b e l i n (1939).

2. P I A N D E I S A U T R I

Questo ritrovamento fossilifero si trova al margine sud del Pian dei Sautri, a quota 2140 m., a pochi passi dal sentiero che porta alla capanna dei Leit. Esso è rappresentato da un paio di metri di *dolomia a flogopite*, cioè da una dolomia metamorfica giallastra contenente numerosi lettini paralleli della mica magnesiaca bruna, la flogopite, che determinano la scistosità marcata. La roccia possiede la seguente

Composizione mineralogica e percentuale

Comp. principali :	dolomite (59 % vol.), calcite (14), flogopite (17)
Comp. subordinati :	muscovite (4), quarzo (4), plagioclasio (0,5)
Comp. accessori :	pirite e limonite, rutilo, apatite, pigmento, tormalina bruna (assieme 1,5).

La struttura è granoblastica - lepidoblastica e la tessitura è scistosa di cristallizzazione, caratterizzata dall'alternanza dei lettini dolomitici con quelli flogopitici, derivanti da un sedimento dolomitico con straterelli argillosi. La metamorfosi alpina ha rispettato questa alternanza primaria limitandosi a provocare la formazione della flogopite dalla reazione della dolomite con l'argilla e la ricristallizzazione della dolomite.

I resti fossili sono osservabili solo al microscopio : si tratta degli stessi come al primo ritrovamento, cioè di *piastre colonnari di crinoidi*, in forma di dischetti che non superano i 2 mm. di diametro. Il canale centrale è ben visibile, sotto forma di dolomite in grani del diametro di 0,03 mm. (vedi tav. I / fig. 2). Le piastre si trovano nella massa dolomitica.

Le condizioni di metamorfismo sono le stesse come al Passo Campo-lungo, vale a dire mesozonali. Gli influssi meccanici postmetamorfici in questo caso sono stati abbastanza intensi e localmente hanno provocato la rottura dei fossili in frammenti cementati da dolomia a grana fine : ciò significa che i fossili si sono comportati come corpi rigidi.

3. VALLE CAMPO

Il terzo ritrovamento in rocce triassiche si trova nella Valle Campo, una valletta laterale della Val Piumogna, tra l'Alpe Gera e il Pizzo del Lambro, a quota 1750 m. La roccia fossilifera è un *tipo di passaggio tra la dolomia a flogopite e la carciata*, con la seguente

Composizione mineralogica e percentuale

Comp. principali : dolomite (59 % vol.), calcite (33)
Comp. subordinati : flogopite (5), quarzo (1), clorite (1)
Comp. accessori : pirite (0,5), rutilo.

La roccia ha colore giallo-ocra, è compatta, a grana fine - media, con scistosità parallela, debole. La struttura è eterogenea ; nelle zone di carciata la dolomite si presenta in grani isolati racchiusi da un reticolo di calcite, mentre nelle zone di dolomia a flogopite, la struttura è granoblastica, a selciato. La tessitura è scistosa di cristallizzazione, caratterizzata dall'alternanza dei lettini di carciata e di dolomia.

I resti fossili, visibili solo al microscopio, sono gli stessi come ai due ritrovamenti precedenti, cioè *piastre colonnari di crinoidi* : esse si limitano alle zone dolomitiche, spesso al contatto con le zone di carciata. Il materiale è dolomitico. La variazione morfologica è notevole, con sezioni rettangolari, altre quasi circolari. Le dimensioni variano da 0,8 a 1,3 mm. Le piastre non sono deformate, salvo in alcuni casi, in cui esse sono tagliate per metà, con i due frammenti rigettati lungo un piano di taglio cementato da calcite, e coincidente con il canale centrale. Quest'ultimo è riempito da dolomite a grana minuta, attorno a 0,05 mm. (vedi tav. I / fig. 3). L'ambiente metamorfico anche in questo caso è mesozonale, documentato dalla presenza di flogopite e, in uno strato vicino, di plagioclasio estremamente basico (90 % An), che corrisponde alla zona di maggiore metamorfismo termico, secondo W e n k (1962).

CONSIDERAZIONI PALEONTOLOGICHE E STRATIGRAFICHE

I tre ritrovamenti presentano tutti la stessa forma : dalle caratteristiche morfologiche (cilindretti con superficie articolare liscia) si può dedurre che si tratta con una certa probabilità di *Encrinus* cf. *cassianus*, una forma del Ladinico molto comune e con grande estensione verticale e orizzontale nelle Alpi Occidentali, specie nel dominio subbrianzone estero (T r ü m p y , 1955 ; Z u l a u f , 1960). Comunque la determina-

zione paleontologica sicura non è possibile sulla base del materiale a disposizione.

Riguardo alla posizione stratigrafica si osserva che i resti fossili sono contenuti in rocce di tipo differente e appartenenti a diversi livelli stratigrafici: al Pian dei Sautri essi sono racchiusi in dolomia a flogopite, che segue immediatamente la quarzite di base del Trias Inferiore; al Passo Campolungo nella dolomia grigia, appartenente a un livello intermedio nella serie delle dolomie; alla Valle Campo nella zona di passaggio alle cariate, che rappresentano il termine superiore del Trias del Campolungo e da attribuire al Carnico. In altre parole i resti fossili di *Encrinus* cf. *cassianus* al Campolungo verticalmente si estendono a tutto il Trias Medio, nei piani Anisico e Ladinico.

B. Ritrovamento di aculei di echinoidi nei Calcescisti del Rì Foch

Nella formazione giurassica dei Calcescisti è stata rinvenuta un'unica località fossilifera, indicata col no. 4 nella fig. 1: essa è sita nella valle incassata del Rì Foch, a sud-ovest di Mascengo, a quota 1300 m., a una cinquantina di metri dal cristallino premesozoico di S. Giorgio.

I resti fossili, visibili solo al microscopio, sono *aculei e piastre di echinoidi* (ricci di mare) e si trovano in un banco di ca. 10 m. di potenza di uno *scisto filladico a due miche, granato e plagioclasio*, di colore nero-violetto, a grana molto fine, compatto, resistente all'alterazione e all'erosione, con una sottile stratificazione messa in rilievo da esili straterelli chiari di muscovite. La scistosità non è intensa, mentre lo è il pieghettamento tettonico, con pieghe di ca. 5 cm. di ampiezza. Il granato è di colore rosso chiaro (almandino), in grossi rombododecaedri. Al microscopio si ottiene la seguente

Composizione mineralogica e percentuale

Comp. principali:	muscovite (44 0/0 vol.), granato (17), plagioclasio (16)
Comp. subordinati:	clinozoisite - pistacite (9), biotite (8), quarzo (3), pigmento (1), pirite e limonite (1)
Comp. accessori:	tormalina, apatite, calcite, ilmenite, rutilo (assieme 1).

La struttura della roccia è determinata dalla notevole componente micacea, è quindi lepidoblastica, e contiene i porfiroblasti di granato e plagioclasio. La tessitura è scistosa, pieghettata, con carattere zonato per l'alternanza di nastri oscuri con pigmento (grafite) con altri chiari senza pigmento di 1-3 mm. di spessore. I primi corrispondono per chimismo a un'argilla debolmente marnosa, i secondi a un'argilla pura. Tutti i

minerali sono di cristallizzazione alpina : le miche (muscovite e biotite) sono di cristallizzazione contemporanea alla fase cinematica, mentre plagioclasio e granato sono di formazione più tarda, postcinematica, come si può dedurre dai rapporti morfologici tra i vari minerali.

La presenza nella roccia fossilifera di alcuni minerali tipomorfi e cioè : almandino, biotite e plagioclasio alquanto basico, permette di stabilire le condizioni di metamorfismo alpino subite dalla roccia e di conseguenza dai fossili : esse sono mesozonali o corrispondenti alla facies metamorfica dell'anfibolite a plagioclasio ed epidoto, come negli altri tre ritrovamenti. Le condizioni fisiche di questa facies sono caratterizzate dai seguenti valori : temperature di ca. 530°C a pressioni di ca. 3000 Bar (W i n k l e r, 1965). D'altra parte nella roccia troviamo un contenuto notevole di pigmento, che durante i processi di trasformazione metamorfica ha agito da freno contro la cristallizzazione collettiva : il risultato è la grana molto fine delle miche. Questa funzione frenante del pigmento è già stata postulata da altri autori, per la regione pennidica da G a n s s e r e D a l V e s c o (1962).

RESTI FOSSILI AL MICROSCOPIO

Essi sono di due tipi fondamentali : nel primo caso si tratta di sezioni di aculei di echinoidi, nel secondo di piastre del dermascheletro, presumibilmente appartenenti alla stessa forma animale. A questi due tipi se ne aggiunge un terzo, di diagnosi dubbia.

a) *Sezioni di aculei.* Nella sezione sottile esse si presentano con sezioni circolari, non deformate, del diametro tra 0,1 e 0,3 mm., con setti radiali in numero da 16 a 19 (tav. I / fig. 5). Spesso i setti radiali sboccano in un canale centrale, che arriva ad occupare i due terzi del diametro (tav. II / fig. 1). In alcuni casi le sezioni sono ellittiche (tavola II / fig. 2), quando l'aculeo non sia orientato esattamente in parallelo all'asse tettonico B di pieghettamento della roccia. Le strutture sono rappresentate in generale da sferette di pigmento opaco (grafite) dell'ordine di grandezza del micron. In alcuni casi il canale centrale è occupato da pirite (tav. II / fig. 1). E' interessante il fatto che attualmente l'aculeo è formato da materiale micaceo, in prevalenza muscovite, con qualche lamina di biotite, che forma un intreccio disordinato (tav. I / fig. 6, senza nicol, fig. 7, con nicol incrociati) : ciò significa, dato che gli aculei nell'animale vivente sono notoriamente formati da calcite, che quest'ultima è stata sostituita da materiale argilloso durante la diagenesi o la metamorfosi alpina, per un processo di « metasomatosi interna » ; la calcite è stata probabilmente assorbita completamente dal plagioclasio, che è notevolmente basico (fino a 70 % An). I pori degli aculei sono stati riempiti da sostanza organica, ora presente sotto forma di grafite, il canale centrale da pirite. Il fatto che questa sostituzione del materiale prima,

l'intensa metamorfosi poi, non abbiano distrutto le strutture organiche originarie è notevole.

b) *Frammenti di piastre del dermascheletro*. La varietà di forme in questo tipo è molto più estesa che negli aculei: il caso più tipico è rappresentato da un frammento regolare (4 x 2 mm.), che mostra intatta la struttura reticolare tipica del dermascheletro degli echinodermi (tav. II / fig. 5). Tutti i frammenti sono piritizzati, e il processo deve essere avvenuto durante la diagenesi del sedimento: è questo un caso frequente di sostituzione della calcite, in cui il ferro viene preso dal sedimento, lo zolfo dall'acqua marina o dal sedimento, in ambiente eussinico (M o o r e e altri, 1952). H i g g i n s (1964) ha dimostrato che il pigmento dei resti fossili da lui trovati nella regione del Pizzo dei Cavagnoli (si tratta pure di resti di echinodermi in rocce analoghe per chimismo ed età) è sostituito da pirite e che il processo di piritizzazione è diagenetico. Altri frammenti hanno forma irregolare, con il reticolo originario perfettamente conservato (tav. II / fig. 4): la massa di fondo è formata da un intreccio di muscovite, biotite e quarzo, senza pigmento. Alcuni di essi sono inclusi in granato, uno invece è incluso completamente in biotite, senza la minima deformazione (tav. II / fig. 3).

c) Il terzo tipo, di natura incerta, è rappresentato da raggruppamenti di una certa regolarità di sferette di pirite del diametro di 0,01 mm., da tre a una decina, incluse in aggregati di muscovite senza pigmento, dai contorni netti, poligonali o lenticolari (tav. II / fig. 6). Si tratta forse di frammenti di *placche ambulacrali*, con i pori ambulacrali riempiti di pirite singenetica: comunque le forme ricordano da vicino le placche rappresentate in M o r t e n s e n (1951).

CONSIDERAZIONI PALEONTOLOGICHE E STRATIGRAFICHE

Il valore stratigrafico dei fossili descritti è minimo: infatti la determinazione paleontologica esatta è impossibile sulla base dei soli aculei e tanto meno sulle placche del dermascheletro, ancora meno tipiche: secondo H e s s e (1900) il numero dei setti radiali degli aculei di echinoidi non rappresenta una caratteristica determinante per una certa specie: la microstruttura dell'aculeo fornisce solo indicazioni riguardanti l'ordine cui appartiene. Nel nostro caso la presenza del canale assiale, di pochi setti radiali probabilmente imperforati sta a indicare l'ordine degli *Aulodonti* (*Diademina*, ecc., forme molto frequenti nel Lias) o degli *Spatangi*, forme che vivono in cavità scavate nella sabbia o nell'argilla.

I resti fossili si trovano in uno scisto filladico nero-violetto, senza calcare: è un tipo litologico molto comune nei Calcescisti del margine sud del Massiccio del S. Gottardo, dove la serie stratigrafica è attualmente ben definita e in parte giustificata paleontologicamente. Molti dei fossili

classici di quella regione si trovano in rocce uguali per chimismo : basterà citare i lavori di **B a u m e r** e altri (1961), **B o l l i** e **N a b h o l z** (1959), **E i c h e n b e r g e r** (1924), **L a r d y** (1832), **M e i e r** e **N a b h o l z** (1949), **N a b h o l z** (1945), **S a l o m o n** (1912). Questi ritrovamenti appartengono al Lias Inferiore (Hettangiano sup. e Sinemuriano). La composizione mineralogica corrispondente esattamente e la posizione stratigrafica analoga (appena sopra le cariate del Trias Superiore) del ritrovamento del Rì Foch permettono una parallelizzazione plausibile con i ritrovamenti citati. D'altra parte, assieme con il ritrovamento di **H i g g i n s** (1964), si dimostra sempre più una certa analogia di facies tra i Calcescisti cosiddetti pennidici e quelli autoctoni del Massiccio del San Gottardo.

C. Considerazioni sulla conservazione dei resti fossili in rapporto alla metamorfosi

Sul problema della conservazione dei fossili in ambienti metamorfici si è già scritto parecchio: **B u c h e r** (1953) dà una lista quasi completa dei ritrovamenti e discute i processi che permettono la trasformazione della roccia senza che i fossili vengano distrutti e la povertà degli stessi in rocce metamorfiche. **B o l l i** e **N a b h o l z** (1959) arrivano alla conclusione che la povertà in fossili dei Calcescisti è almeno in parte già primaria e non unicamente imputabile al processo metamorfico.

Per quanto concerne i ritrovamenti descritti in questo lavoro si possono formulare le considerazioni che seguono : i primi tre ritrovamenti, uguali per forma paleontologica, inclusi in ambiente litologico diverso, dimostrano la selettività della metamorfosi, che ha raggiunto una notevole intensità, come si è detto sopra. Nel primo ritrovamento, al Passo Campolungo, la forte componente di pigmento ha impedito la ricristallizzazione collettiva della massa di fondo, per cui le piastre colonnari sono rimaste intatte in una dolomia a grana molto fine. Negli altri due ritrovamenti del Trias, praticamente senza pigmento, la ricristallizzazione collettiva è molto più intensa. Qui gli straterelli teneri e malleabili di argilla hanno sicuramente assorbito la maggior parte delle pressioni. Tutt'e tre i ritrovamenti sono situati in zone intensamente ripiegate, con stile di pieghe-taglio e sempre nei fianchi delle pieghe dove a priori ci si aspetterebbe la massima laminazione tettonica : ciò significa che le sollecitazioni meccaniche sono state assorbite selettivamente. Gli strati incompetenti (argilla, carinata), probabilmente molto più impregnati di acqua degli altri, hanno sopportato il massimo delle pressioni e dei movimenti differenziali, mentre gli altri, più competenti, più duri (dolomia, con pigmento o senza) sono stati sottoposti a condizioni di pressione pressoché idrostatica.

Nell'ultimo caso, nei Calcescisti del Rì Foch, abbiamo le stesse condizioni fisiche durante la metamorfosi e si è visto come i resti fossili appartengano a due tipi almeno, diversi per morfologia e per materiale : appare logico aspettarsi comportamenti meccanici diversi durante il processo metamorfico. Gli aculei sono orientati quasi perfettamente in parallelo all'asse tettonico di pieghettamento : ammettendo che nell'argilla originaria si depositarono sulla superficie di stratificazione senza un'orientazione particolare, bisogna concludere che durante il ripiegamento alpino furono girati e orientati con l'asse parallelo all'asse tettonico, offrendo così il minimo di resistenza alle pressioni orientate : infatti essi non presentano nessuna deformazione nè parallelamente, nè perpendicolarmente all'asse tettonico B. Le piastre piritizzate invece, più grosse e di altra forma, vennero rotate rispetto ai piani di scistosità, disponendosi con l'asse maggiore parallelo a piani di taglio, piani in cui l'intensità dell'azione delle pressioni orientate è la minore. I fattori che hanno permesso la conservazione dei fossili del Rì Foch appaiono così molteplici : un primo fattore è da ricercare nella differenza di materiale rispetto al sedimento : trovandosi in un'argilla, quindi in materiale estremamente molle, i fossili reagirono come corpi rigidi, mentre le pressioni vennero sopportate interamente dal materiale argilloso. L'altro fattore importante è la presenza ragguardevole di pigmento, che, come si è detto sopra, ha agito per così dire da anticatalizzatore, impedendo la ricristallizzazione collettiva dei minerali. Un ultimo fattore, valido per le piastre piritizzate, è il materiale di fossilizzazione, appunto la pirite, che non è stata assorbita dai fenocristalli in crescita : in vari casi si osserva come il granato arrivato a contatto con una di queste piastre tenti di circoscriverla senza riuscire a inglobarla completamente.

OPERE CITATE

- BAUMER, A., FREY, J.D., JUNG, W. e UHR, A. (1961) : Die Sedimentbedeckung des Gotthard-Massivs zwischen oberem Bleniothal und Lugnez. *Eclogae geol. Helv.* 54, 2, 478—491.
- BIANCONI, F. (1965) : Resti fossili in rocce mesometamorfiche della regione del Campolungo. *Boll. sv. Min. Petr.* 45, 2, 571—593.
- BOLLI, H.M. e NABHOLZ, W.K. (1959) : Bündnerschiefer, ähnliche fossilarme Serien und ihr Gehalt an Mikrofossilien. *Eclogae geol. Helv.* 59, 1, 237—270.
- BUCHER, W.H. (1953) : Fossils in metamorphic Rocks : A review. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 64, 3, 275—300.
- EICHENBERGER, R. (1924) : Geologisch-petrographische Untersuchungen am Südwestrand des Gotthardmassivs (Nufenengebiet). *Eclogae geol. Helv.* 18, 451—483.
- GANSSER, A. e DAL VESCO, E. (1962) : Beitrag zur Kenntnis der Metamorphose der alpinen Wurzelzone. *Boll. sv. Min. Petr.* 42, 1, 153—168.

- GÜBELIN, E. (1939) : Die Mineralien im Dolomit von Campolungo (Tessin). *Boll. sv. Min. Petr.* 19, 325—442.
- HESSE, E. (1900): Die Mikrostruktur der fossilen Echinoideenstacheln und deren systematische Bedeutung. *N. Jb. Min. Geol. Pal., Beil.* - Bd. 13, 185—264.
- HIGGINS, A.K. (1964) : Fossil Remains in Staurolite-Kyanite Schists of the Bedretto-Mulde Bündnerschiefer. *Eclogae geol. Helv.* 57, 1, 151—156.
- LARDY, Ch. (1832) : Sur les belemnites de la Nufenen. *Actes Soc. Helv. des Sc. Nat.* 2, 92.
- MEIER, P. e NABHOLZ, W.K. (1949) : Die mesozoische Hülle des westlichen Gott-hard-Massivs im Wallis. *Eclogae geol. Helv.* 42, 2, 197—214.
- MOORE, R.C., LALICKER, C.G. e FISCHER, A.G. (1952) : *Invertebrate Fossils.* McGraw-Hill, New York.
- MORTENSEN, Th. (1951) : *A Monograph of the Echinoidea.* Vol. I - V. C.A. Reitzel, Copenhagen.
- NABHOLZ, W.K. (1945) : Geologie der Bündnerschiefergebirge zwischen Rheinwald, Valsler- und Safiental. *Eclogae geol. Helv.* 38, 1, 1—120.
- SALOMON, W. (1912) : *Arietites* sp. im schiefrigen Granat-führenden Biotit - Zoisit - Hornfels der Bedretto-Zone des Nufenen-Passes (Schweiz). *Verh. nathist.-med. Ver. Heidelberg.* N. F. 11, 3. 220—224.
- TRÜMPY, R. (1955) : Remarques sur la corrélation des unités penniques externes entre la Savoie et le Valais et sur l'origine des nappes préalpines. *Bull. soc. géol. France* 5. 217—231.
- WENK, E. (1962) : Plagioklas als Indexmineral in den Zentralalpen. Die Paragenese Calcit-Plagioklas. *Boll. sv. Min. Petr.* 42, 1, 139—152.
- WINKLER, H.G.F. (1965) : *Die Genese der Metamorphen Gesteine.* Springer, Berlino.
- ZULAUF, R. (1963) : *Zur Geologie der tiefpenninischen Zonen nördlich der Dora Baltea im oberen Val d'Aosta (Italien).* Tesi di laurea, Zurigo.

Zurigo, 8 agosto 1966

SPIEGAZIONI DELLE TAVOLE I e II

Tavola I

- Fig. 1 Microfotografia delle piastre colonnari di crinoidi del Passo Campolungo. Le singole piastre sono sempre formate da un unico cristallo di dolomite. Nicol incrociati, $\times 3$.
- Fig. 2 Microfotografia di una piastra colonnare di crinoide del Pian dei Sautri. Al centro si riconosce il canale centrale. In alto a sinistra una grossa lamina di flogopite. Nicol incrociati, $\times 12$.
- Fig. 3 Microfotografia di una piastra colonnare di crinoide della Valle Campo. Il canale centrale riempito da dolomite ricristallizzata è chiaramente visibile. Nicol incrociati, $\times 15$.
- Fig. 4 Sezioni di aculei di echinoidi recenti (Venezuela, coll. Bolli). Si noti la forte somiglianza con le forme del Ri Fòch. Nicol paralleli, $\times 60$.

Resti fossili del Ri Fòch

- Fig. 5 Sezioni di aculei di echinoidi. I sette radiali e la massa di fondo appaiono neri per la grande quantità di pigmento e perchè la sezione sottile ha 1 mm di spessore. Nicol paralleli, $\times 60$.
- Fig. 6 Tre altre sezioni: due contengono pigmento che raffigura i sette radiali. Le lamine chiare sono muscovite, quelle scure biotite. La scistosità va da sinistra in alto a destra in basso. Nicol paralleli, $\times 55$.
- Fig. 7 La stessa microfotografia, a nicol incrociati, mostra l'intreccio disordinato delle miche che hanno sostituito la calcite degli aculei, $\times 55$.

Tavola II

- Fig. 1 Sezione di aculeo con grosso canale centrale piritizzato. Nicol paralleli, $\times 90$.
- Fig. 2 Sezione ellittica di aculeo. Anche qui si nota l'intreccio disordinato delle muscoviti. La scistosità va da sinistra a destra. Nicol paralleli, $\times 60$.
- Fig. 3 Frammento di piastra, con la tipica struttura a reticolo degli echinodermi, inclusa completamente in un porfiroblasto di biotite. Nicol incrociati, $\times 55$.
- Fig. 4 Frammento di piastra con struttura a reticolo. Sulla destra a contatto con un grosso granato. Nicol paralleli, $\times 60$.
- Fig. 5 Frammento di piastra totalmente piritizzato, con struttura a reticolo parzialmente conservata. Si noti la tessitura fluidale attorno al frammento. Nicol paralleli, $\times 35$.
- Fig. 6 Frammento dubbio di piastra ambulacrale, con i pori omonimi riempiti da piritite singenetica. Nicol paralleli, $\times 120$.

TAVOLA I

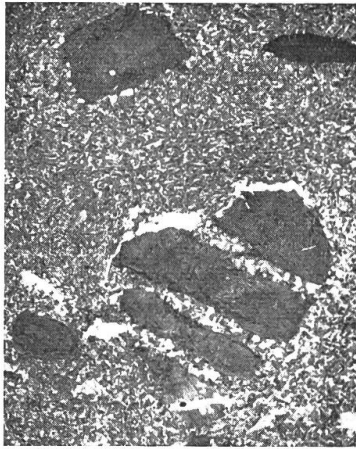


Fig. 1.

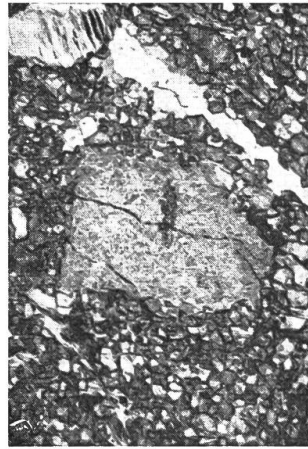


Fig. 2.

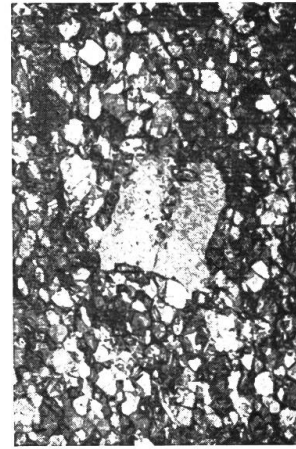


Fig. 3.

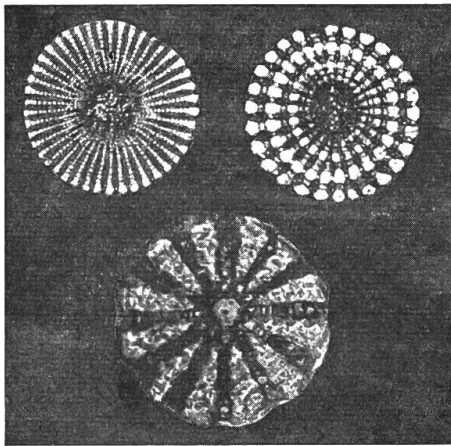


Fig. 4.

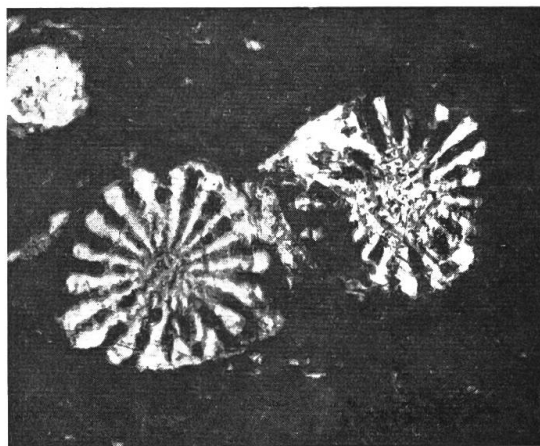


Fig. 5.

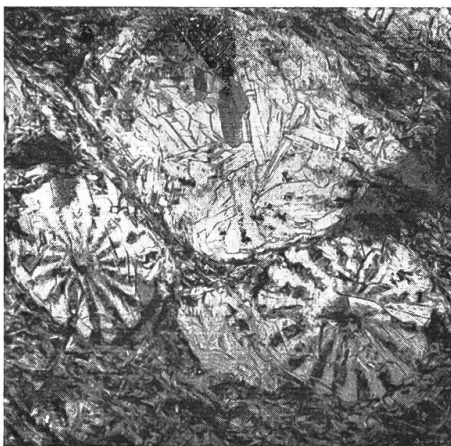


Fig. 6.

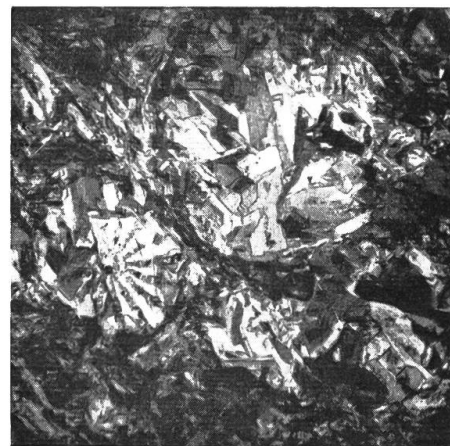


Fig. 7.

TAVOLA II

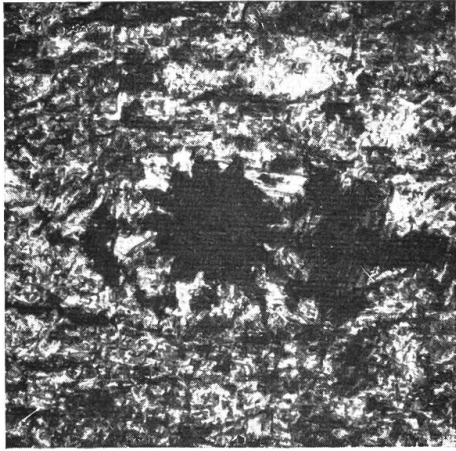


Fig. 1.

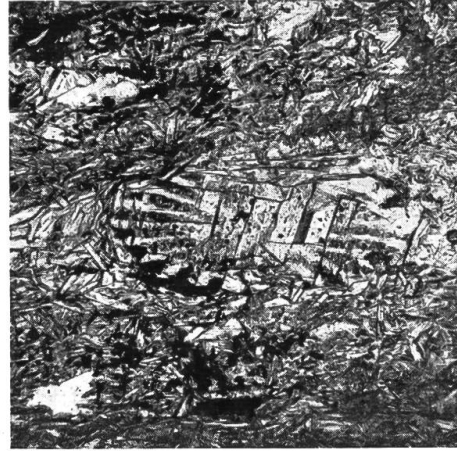


Fig. 2.

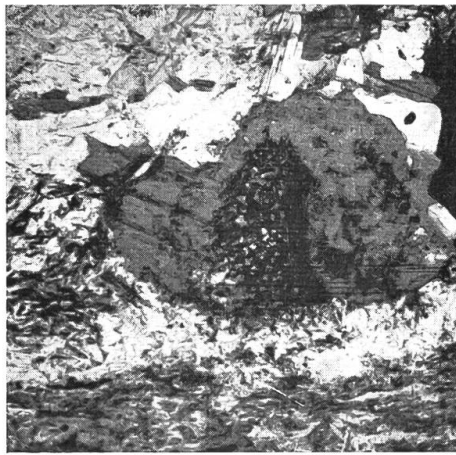


Fig. 3.

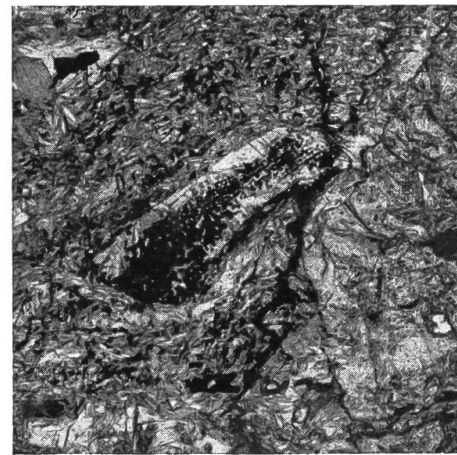


Fig. 4.

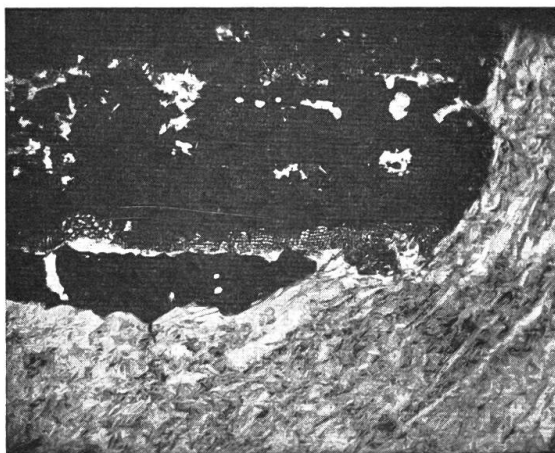


Fig. 5.

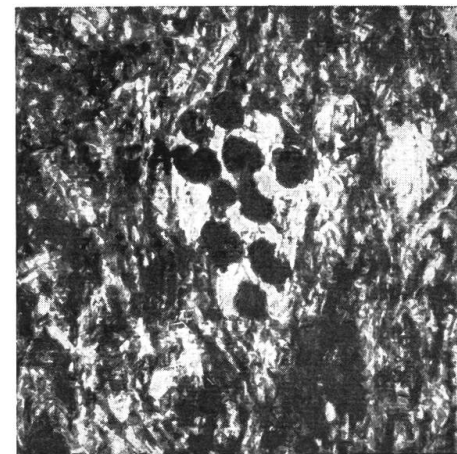


Fig. 6.

