

IDA VENERANDI PIRRI *

LE PARAGENESI A Zn, Cu, Pb, Sb, Hg, Ni, As, FLUORITE, BARITE NEL DEVONICO DELLA CATENA CARNICA **

RIASSUNTO. — Il lavoro espone i risultati dello studio minerografico di un esteso orizzonte metallifero a Zn, Pb, Cu, Sb, Hg, Ni, As, barite, fluorite individuato da Brigo e di Colbertaldo nel Paleozoico della Catena Carnica. Esso è compreso tra il paleorilievo devonico e le formazioni trasgressive del Carbonifero inf. o sup.

Dal punto di vista morfologico, le mineralizzazioni sono costituite da *corpi stratiformi* (o « *crostoni* »), *riempimenti di karst*, *vene* e *filoni*.

L'associazione mineralogica globale è rappresentata da blenda, tetraedrite, calcopirite, galena, cinabro, skutterudite, bournonite, jamesonite, boulangerite, enargite, bornite, arsenopirite, fluorite, barite, siderite e quarzo.

La mineralizzazione è caratterizzata da strutture e tessiture di tipo sedimentario in parte obliterate da fenomeni di ricristallizzazione \pm estesa e rimobilizzazione l.s. in relazione a fenomeni da sin- a post-diagenetici. In particolare si possono distinguere tre tipi principali di tessiture: a) *di laminazione*, b) *brecciate*, c) *diagenetiche*.

Per variazione dei caratteri paragenetici, l'orizzonte mineralizzato può esser suddiviso in 5 zone corrispondenti ad altrettante unità paleogeografiche della Catena.

L'esame delle strutture e tessiture della mineralizzazione, indicative di un processo di risedimentazione generale chimica e meccanica, la presenza di quarzo autigeno, verosimilmente caratteristico di ambiente continentale, la zonalità delle mineralizzazioni, rendono probabile l'ipotesi dell'esistenza di un *originario orizzonte mineralizzato* i cui sedimenti potrebbero corrispondere a quelli di un ambiente lagunare \pm bituminoso \pm argilloso e/o evaporitico e dal cui smantellamento sarebbe derivata l'attuale mineralizzazione.

ABSTRACT. — This paper concerns the minerographic study of a large Zn, Pb, Cu, Sb, Hg, Ni, As, baryte, fluorite bearing horizon. This horizon has been discovered by Brigo and di Colbertaldo into the Paleocarnian chain; it is located between the middle-upper Devonian paleorilief and the trasgressive lower-upper Carboniferous formations.

The shapes of the ore bodies are mainly: *stratiform deposits*, *paleocavity fillings* and *vein fissures*.

The mineral assemblage consists of sphalerite, tetraedrite, chalcopirite, galena, cinnabar, skutterudite, bournonite, jamesonite, boulangerite, enargite, arsenopyrite, fluorite, baryte, siderite and quartz.

Sedimentary fabrics, partly obliterated by more or less large syn- and post-diagenetic recrystallization and mobilization l.s. patterns are often evident. One can distinguish: a) *laminated*, b) *brecciated* and c) *diagenetic fabrics*.

The ore bearing horizon can be subdivided in 5 zones on the basis of paragenetical changes; these zones are related to 5 paleogeographic units.

The investigated ore fabrics (which can be considered a supporting evidence for a general chemical and mechanical risedimentation), the occurrence of authigenic quartz (typical of continental environment) and the ore zoning suggest the present ore accumulations come about, through repeated appositions, from a pre-existing horizon including bituminous, clayey and/or evaporitic ore bearing sediments of lagoonal environment.

* Istituto di Mineralogia, Petrografia, Geochimica e Giacimenti Minerari, Università degli Studi, Via Botticelli 23, 20133 Milano. ** Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R.

Introduzione

Il lavoro ha per scopo lo studio minerografico dell'orizzonte metallifero individuato (BRIGO, DI COLBERTALDO, 1972) nel Paleozoico della Catena Carnica.

Prima di affrontare il problema specifico delle paragenesi metallifere, è opportuno dare alcuni brevi cenni geologici.

La Catena Paleocarnica si estende per circa 100 km tra S. Candido e Tarvisio lungo la zona di confine con l'Austria; l'orizzonte mineralizzato è compreso tra il paleorilievo devonico e le formazioni trasgressive del Carbonifero inferiore o superiore.

La serie fossilifera dei terreni paleozoici risulta continua dall'Ordoviciano medio fino al Devonico; su quest'ultimo si appoggiano in trasgressione, in vaste aree della Catena Paleocarnica, i sedimenti del Carbonifero inferiore (Namuriano-Westfaliano; formazione del Hochwipfel) e medio (formazione di Dimon) e, nel settore centrale del M. Cavallo, i sedimenti del Carbonifero superiore (Gruppo dell'Auernig).

L'area mineralizzata ha potuto essere così suddivisa in un certo numero di zone o unità paleogeografiche, delimitate da paleofaglie. Tali unità hanno pertanto subito un'evoluzione paleogeografica diversa messa in evidenza anche da diversi tipi di mineralizzazioni.

In particolare sono state individuate 5 grandi zone (fig. 1):

- 1) Zona A: a W della linea della Val Bordaglia, comprendente le mineralizzazioni del M. Palombino e del M. Peralba-M. Avanza;
- 2) Zona B: tra le linee della Val Bordaglia e del Cason di Lanza, comprendente le mineralizzazioni del M. Volaiia-M. Coglians-P.zo Timau-M. Zermula;
- 3) Zona C: tra le linee del Cason di Lanza e di Tröpolach-Ugovizza, comprendente le mineralizzazioni del M. di Val Dolce e M. Cavallo;
- 4) Zona D: tra la linea di Tröpolach-Ugovizza e il margine orientale delle Alpi Carniche; la zona non risulta mineralizzata;
- 5) Zona E: o zona delle mineralizzazioni di Coccau/Thörl, limitata e nuova unità strutturale tra le Alpi Carniche e le Caravanche.

Da un punto di vista morfologico, le mineralizzazioni sono caratterizzate essenzialmente da tre tipi:

- *corpi stratiformi* (o «*crostoni*»), a contatto tra gli scisti carboniferi trasgressivi e un paleorilievo devonico abbastanza regolare;
- *riempimenti di karst*, in cavità di limitata estensione, con mineralizzazione fortemente laminata, oppure in cavità ingrandite per franamento del tetto e con mineralizzazioni di tipo brecciolare;
- *vene e filoni*, che interessano il substrato carbonatico devonico per circa 50-100 m con mineralizzazioni di tipo sia clastico che chimico. Si tratta della forma di

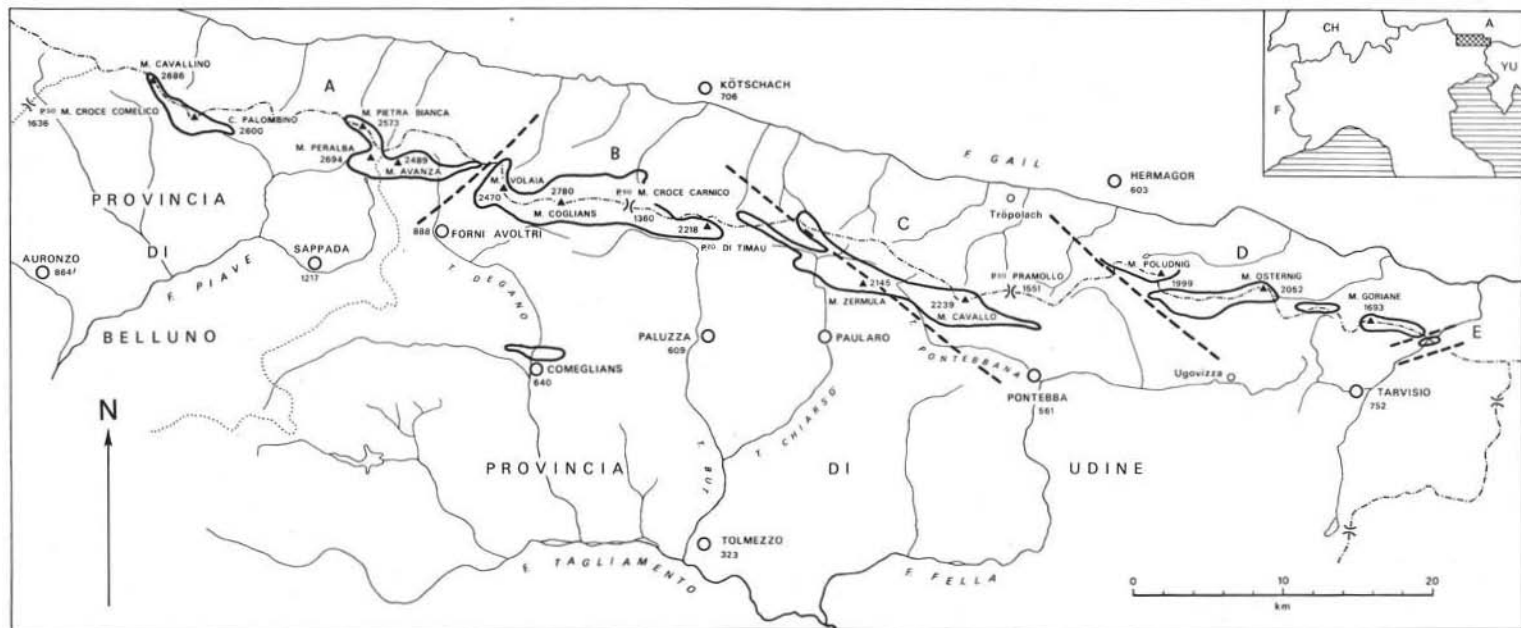


Fig. 1. — Carta schematica delle Alpi Paleocarniche (da BRIGO - DI COLBERTALDO, 1972, modificata). Sono circoscritte con tratto continuo le aree di affioramento dei terreni devonici. Le zone distinte paleogeograficamente sono indicate con le lettere A-B-C-D-E e sono delimitate da paleofaglie rappresentate da linee tratteggiate. In particolare: zona A, a W della linea della Val Bordaglia, comprendente le mineralizzazioni del M. Palombino e del M. Peralba - M. Avanza; zona B, tra le linee della Val Bordaglia e del Cason di Lanza, con le mineralizzazioni del M. Volaiia - M. Coglians - P.zzo di Timau - M. Zermula; zona C, tra le linee del Cason di Lanza e di Tröpolach-Ugovizza, con le mineralizzazioni del M. di Val Dolce e M. Cavallo; zona D, tra la linea di Tröpolach-Ugovizza e il margine orientale delle Alpi Carniche, non mineralizzata; zona E, elemento strutturale tra le Alpi Carniche e le Caravanche, con le mineralizzazioni di Coccou/Thörl. — Nel riquadro in alto a destra è indicata la posizione geografica dell'area in esame.

mineralizzazione più diffusa che testimonia l'estensione dell'originaria area mineralizzata.

Desidero qui ringraziare in modo particolare il prof. L. Brigo, sia per i consigli e la costante guida durante lo svolgimento delle ricerche, sia per la lettura critica del manoscritto.

Studio minerografico

Lo studio microscopico in sezione sottile e lucida è stato eseguito su una abbondante campionatura (1).

L'associazione mineralogica globale è rappresentata da una serie di solfuri e solfosali quali *blenda*, *galena*, *calcopirite*, *tetraedrite*, *cinabro*, *skutterudite*, *bourbonite*, *jamesonite*, *boulangerite*, *enargite*, *bornite*, *arsenopirite*, accompagnati da *fluorite*, *barite* e da minerali di ganga quali innanzitutto carbonati di Ca e Fe, quarzo, oltre a una certa quantità di *bitume* localmente passante a grafite.

Tra i minerali di alterazione: *covellina*, *digenite*, *cerussite*, *anglesite*, *smithsonite*, *idrozincolite*, *malachite*, *azzurrite*.

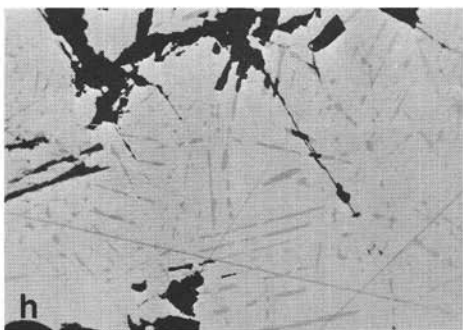
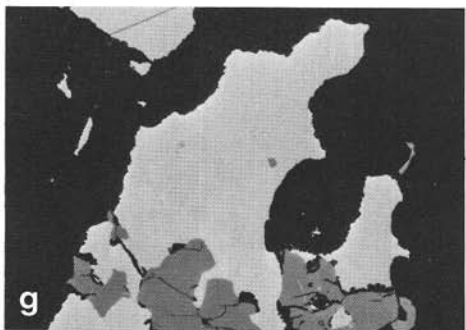
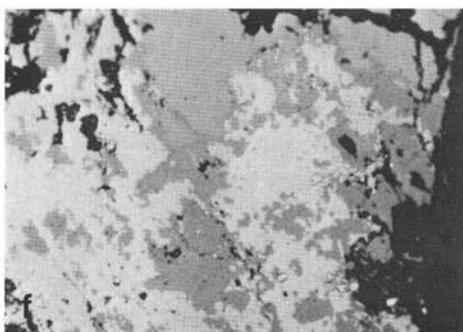
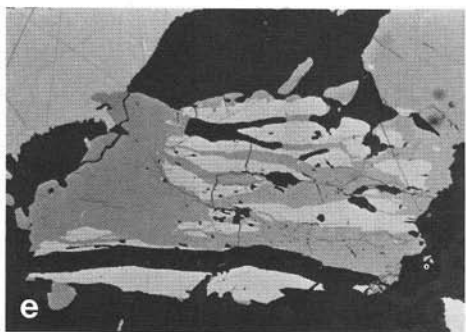
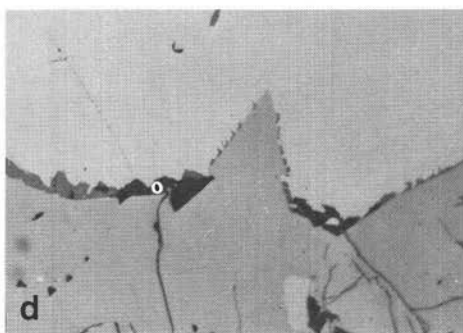
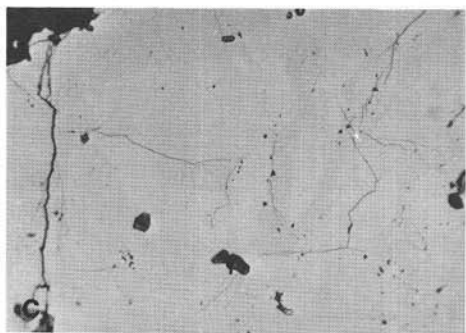
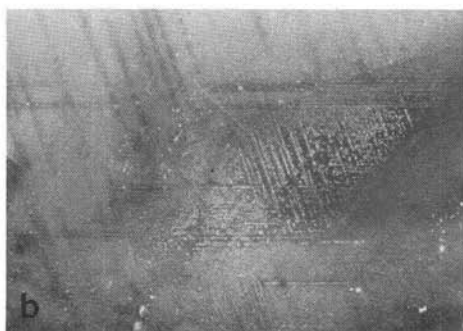
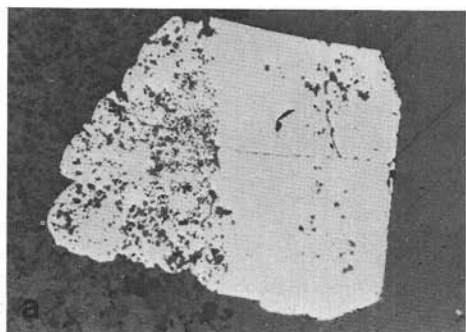
Blenda

Questo minerale, fatta eccezione per la zona Peralba-Avanza, è quello che presenta la maggior costanza nell'ambito della zona mineralizzata. Esistono certamente più tipi di blende, ma non è sempre possibile distinguerle per effetto dei processi diagenetici che hanno interessato più o meno profondamente la mineralizzazione obliterando le originarie strutture.

Sicuramente individuabile è una blenda cristallina detritica, a grana da fine a finissima, che è stata identificata, sia entro letti orientati di una roccia carbonatica bituminosa più o meno laminata talvolta fortemente inquarzata, sia nella siltite diagenizzata passante a fillade. In tali casi la granulometria della blenda concorda

(1) La campionatura mi è stata messa gentilmente a disposizione da L. BRIGO. Essa è frutto di una serie di campagne di ricerca effettuate negli anni 1969-1972 da L. BRIGO e D. DI COLBERTALDO e dal sig. C. POHAR che ha pure curato la preparazione delle numerose sezioni lucide e sottili.

Fig. 2. — *Micrografie di sezioni lucide.* a) Cristallo idiomorfo di blenda cresciuto in parte a spese della roccia carbonatica microcristallina (plaghe a mosaico), in parte entro una frattura successivamente riempita da calcite. 1 N, 80 x circa. b) Blenda cristallina nei cui piani strutturali si osservano «smistamenti» di calcopirite; tale osservazione è favorita dalla presenza di riflessi interni chiari. N +, 170 x circa. c) Plaga di tetraedrite a composizione inhomogenea, costituita da una sorta di breccia a elementi di tetraedrite bluastri (zone grigie leggermente più scure). 1 N, 125 x circa. d) «Smistamenti» di blenda in minuti cristalli entro la calcopirite (zona chiara) al suo margine di contatto con la tetraedrite. Le plaghe grigio scurissime sono date da quarzo e carbonato. 1 N, imm., 170 x circa. e) Nella tetraedrite (zona centrale grigia) si osservano resti di sostituzione di calcopirite; le plaghe grigio chiare sono costituite da galena. 1 N, imm., 150 x circa. f) Tessitura di decomposizione di bourbonite (grigio chiaro) in tetraedrite (grigio medio) + galena (bianco). 1 N, imm., 150 x circa. g) Plaga di calcopirite pleocroica (campo bianco con lamelle grigio chiarissimo) con tetraedrite (grigio medio) entro una frattura. 1 N, imm., 320 x circa. h) Plaga di galena con inclusioni di bourbonite orientate secondo i piani di sfaldatura del minerale ospite. 1 N, imm., 170 x circa.



con quella del sedimento che la contiene (0,009-0,1 mm). Tale blenda può esser accompagnata da galena e talvolta da pirite e marcasite.

Un secondo tipo di blenda che costituisce la mineralizzazione fondamentale e che spesso coesiste con il primo descritto, è costituito invece da una blenda a grana da fine a molto grossolana ($\rightarrow 0,5$ cm) che si presenta in cristalli spesso idiomorfi di colore bruno arancio \pm chiaro. La sua posizione paragenetica rispetto al quarzo e agli altri solfuri non è sempre costante e ciò in relazione alle condizioni fisico-chimiche e tettoniche variabili da una zona all'altra e alla complessità dei fenomeni connessi con la diagenesi.

Infatti in talune zone la blenda è chiaramente successiva al quarzo e si sviluppa idiomorficamente nella roccia sostituendo in parte il quarzo stesso oltrechè la roccia carbonatica (fig. 2a); altre volte invece precede il quarzo. Può contenere inclusioni sia di galena e tetraedrite, sia di carbonato a grana fine, il che conferma una ricristallizzazione entro il sedimento mineralizzato.

Caratteristica è inoltre la costante presenza di una struttura cristallina in lamelle di geminazione, mentre mai si sono osservate strutture di tipo colloidale.

Talora la blenda appare fortemente zonata e mostra lungo il margine chiari segni di sostituzione da parte dei cristallini di quarzo derivati dalla ricristallizzazione del sedimento originario. Essa viene inoltre « intaccata » da calcedonio tardivo e da calcite nonchè da barite che si sviluppa in grossi cristalli.

Le blende presentano riflessi interni per lo più di color bruno-arancio indicativi di un certo contenuto in Fe, talvolta sono decisamente marmatitiche (zona C) e soltanto assai di rado trasparenti fino a incolori. La variabilità delle blende nelle diverse aree non permette di attribuire alle stesse un particolare significato genetico; probabilmente si tratta di fenomeni legati a complicati processi diagenetici.

Inoltre, e ciò quasi esclusivamente nella zona C, sono stati frequentemente osservati degli « smistamenti » per lo più finissimi, appena risolvibili, di calcopirite disposti lungo i piani di sfaldatura della blenda (fig. 2b); nella blenda di tale zona sono pure state osservate inclusioni (« smistamenti »?) di tetraedrite.

Galena

Se pure in quantità subordinata alla blenda, la galena compare con una certa continuità nella mineralizzazione, essenzialmente nelle zone B e C. Localmente (Sella Avostanis) essa sembra concentrarsi maggiormente, spesso in associazione con bournonite, nella parte inferiore dell'orizzonte.

La galena ricorre di solito in mosche o in plaghe, mentre mai si riscontra in masse compatte. Talvolta cresce in xx idiomorfi nella roccia incassante, inglobandola parzialmente. In parte risulta mobilizzata, sia lungo il margine delle plaghe più grosse, sia lungo le fratture della sostanza carboniosa a cui sembra essere preferenzialmente legata.

Assai spesso contiene lamelle o microplaghe di bournonite disposte lungo i piani strutturali (fig. 2h) oppure forma con essa dei concrescimenti mirmechitici (fig. 4b).

Meno frequentemente contiene sottili lamelle di jamesonite.

I rapporti della galena con gli altri minerali sono variabili. La galena si associa spesso alla tetraedrite e in taluni casi è certamente dovuta, insieme alla tetraedrite, alla trasformazione della bournonite (fig. 2f).

Dal punto di vista ottico non presenta anomalie, fatta eccezione per dei leggeri effetti di anisotropia riconoscibili più marcatamente in olio.

Calcopirite

Questo minerale ha una distribuzione particolare entro l'orizzonte in quanto si concentra prevalentemente nelle zone occidentali.

La si incontra in plaghette o in piccole vene o in xx di qualche mm formatisi in seguito a ricircolazione nelle microfratture ed entro i piani di taglio della roccia.

Si accompagna per lo più alla tetraedrite dalla quale può venir in qualche caso sostituita. Spesso è anche inclusa nella blenda. A volte i tre minerali sono associati. In particolare la calcopirite presenta non di rado degli « smistamenti »

di ZnS lungo tutto il margine di contatto con la tetraedrite (fig. 2d). Sono stati osservati anche degli « smistamenti » di tetraedrite.

Dal punto di vista ottico si è notato un pleocroismo (fig. 2e) marcato anche in aria, accompagnato da forti effetti di anisotropia. La struttura del minerale è cristallina in lamelle di geminazione polisintetica, e più raramente del tipo « oleanderblatt », talvolta deformate per crescita in condizioni di tensione. La tessitura per lo più è pavimentosa.

Pleocroismo e lamelle del tipo « oleanderblatt » vengono considerati (Ramdohr) indice di deposizione di a.t° e di composizione anomala, condizioni, almeno quelle relative alla t°, non attribuibili alla calcopirite di rideposizione da sin- a post-diagenetica.

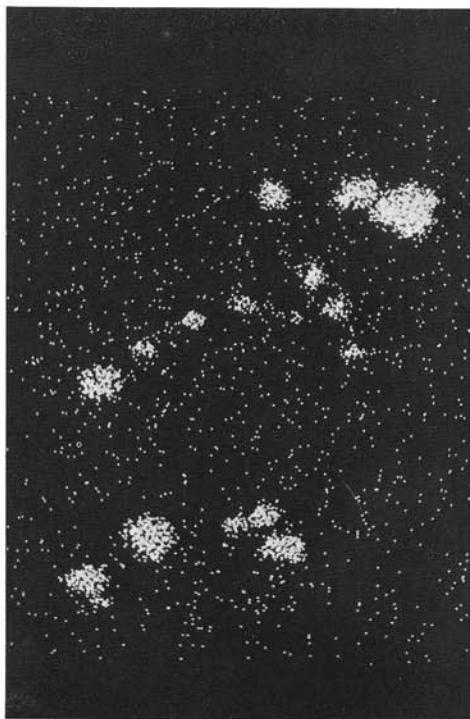


Fig. 3. — Lo scanning per il Ni ($K\alpha_1$) mette evidenza la localizzazione dei cristalli di skutterudite. Stereoscan Cambridge, 500 x circa.

Tetraedrite

È un minerale generalmente presente in tutto l'orizzonte con una

decisa prevalenza nel settore occidentale (Peralba-Avanza-Coglians).

Il minerale si trova associato e a blenda e a galena; a quest'ultima sembra per

lo più contemporanea o appena precedente. Può derivare con la galena dalla trasformazione della bournonite (fig. 2f). Con quest'ultima presenta in taluni casi dei concrescimenti orientati.

Dal punto di vista ottico rivela talora, soprattutto in olio, zone a colore bluastrò anomalo; tali zone sembrano costituire il « cemento » di una breccia di tetraedrite comune verde oliva (fig. 2c). La tetraedrite « bluastra » potrebbe corrispondere al termine *tennantite*. Sempre in olio inoltre si osservano per lo più dei riflessi interni rossi.

La tetraedrite può contenere degli smistamenti di calcopirite oppure i due minerali presentano dei rapporti di sostituzione reciproca (fig. 2e). In relazione al variare pur del tutto locale delle condizioni fisico-chimiche, anche il rapporto di associazione con blenda e quarzo risulta essere reciproco (fig. 5g). Si nota in ogni caso una certa tendenza del minerale ad assumere abito idiomorfo, specie entro la roccia carbonatica nella quale può assumere dimensioni macroscopiche (circa 5 mm).

Skutterudite

Si tratta di un minerale che è stato individuato esclusivamente nella zona B. Per la sua identificazione sono state effettuate analisi con microsonda (fig. 3) aggiuntiva di uno stereoscan Cambridge (2).

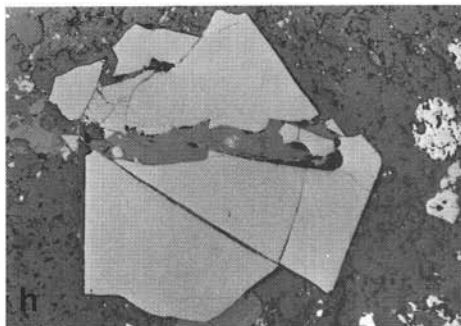
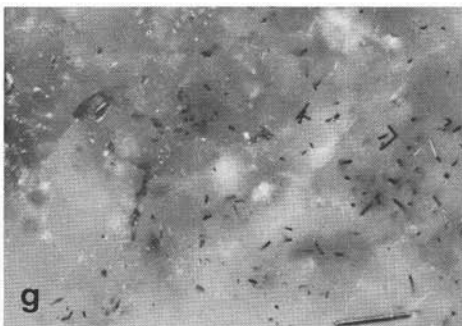
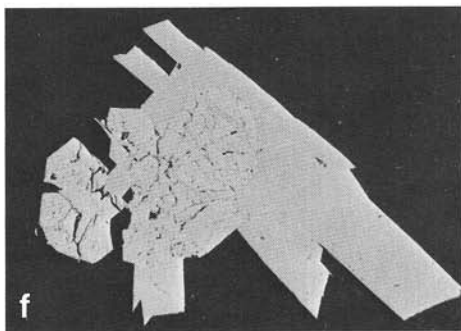
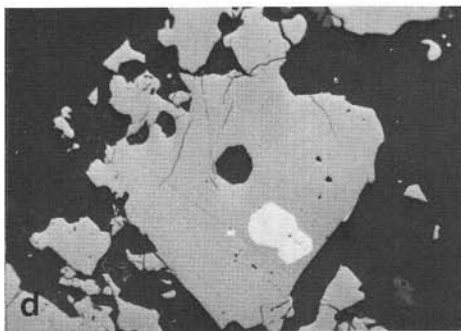
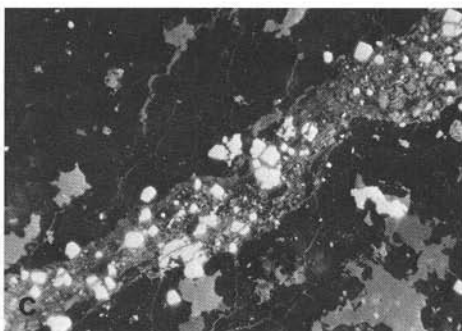
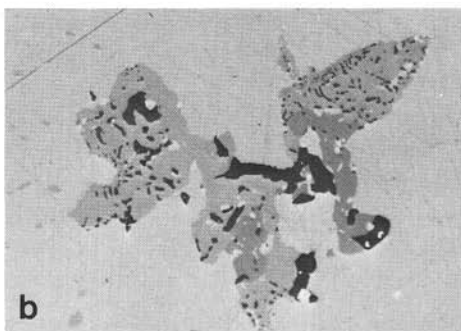
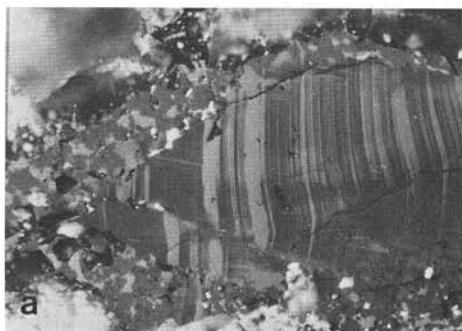
Si presenta sempre in xx idiomorfi, di colore bianco-giallino e alto potere di riflessione, \pm fortemente zonati (fig. 4e), talvolta con una zona centrale di colore giallo più intenso. La zonatura è messa in risalto dalla marcata anisotropia di durezza. I cristalli a volte crescono attorno a nuclei di pirite, a volte vengono sostituiti ad atollo dalla pirite. Il minerale può trovarsi incluso in blenda, galena, calcopirite e tetraedrite (fig. 4d) e, quando è disperso nella roccia, talvolta inglobato nel quarzo di neoformazione, sembra legato ai letti bituminosi (fig. 4c).

Cinabro

Compare esclusivamente nell'estrema area occidentale (M. Palombino-M. Peralba) dove costituisce in genere manifestazioni monomineraliche limitate e legate

(2) Si ringraziano per l'esecuzione di tali analisi il dr. B. BIGIOGGERO e il dr. A. FERRARIO dell'Istituto di Mineralogia di Milano.

Fig. 4. — *Micrografie di sezioni lucide.* a) Plaga di bournonite con le caratteristiche fini lamelle di geminazione a parquet al cui margine si può notare un mosaico di plaghe di tetraedrite e galena. N leggermente sfasati, imm., 220 x circa. b) Nella galena (campo chiaro) contenente piccole plaghe di bournonite, si osserva un'associazione di blenda (grigio scuro), tetraedrite (grigio medio) e bournonite (grigio un po' più chiaro). La bournonite sembra formare con parte della blenda una sorta di concrescimento mirmechitico. I N, imm., 250 x circa. c) Fitta granulazione di cristalli di skutterudite (bianco) entro una lenticella bituminosa. I N, imm., 250 x circa. d) Entro una plaga di tetraedrite (grigio) si nota un'associazione di cristalli idiomorfi di skutterudite. I N, imm., 250 x circa. e) Il processo di alterazione che interessa i xx idiomorfi di skutterudite ne mette in evidenza la struttura a zone; le plaghe grigie sono costituite da tetraedrite. I N, 350 x circa. f) Cristallo di marcasite (bianco) fratturato e cementato da arsenopirite idiomorfa (grigio chiaro). I N, 160 x circa. g) Associazione di cinabro (plaghe grigie semiopache) e boulangerite in xx prismatici dei quali è possibile vedere lo sviluppo in profondità per effetto dei r.i. della roccia carbonatica che li contiene. N +, 270 x circa. h) Plaga di bitume detritico fratturata e inclusa nella roccia carbonatica. I N, 60 x circa.



a zone brecciate (mineralizzazioni « tipo stockwork »). Localmente è stata osservata l'associazione con un solfosale (boulangerite?) (fig. 4g).

Bournonite

La bournonite è sempre presente, anche se in piccole quantità, in tutto l'orizzonte (fig. 4a); di solito è contenuta nella galena (figg. 4b, 3h) e nella tetraedrite in piccoli inclusi orientati simili a resti di sostituzione, più raramente compare in plaghe che possono dar luogo per trasformazione a un aggregato di tetraedrite + galena (fig. 2f).

Jamesonite

Minerale alquanto raro e osservato soltanto nelle zone C ed E dell'orizzonte, in sottili cristalli prismatici entro la galena.

Enargite

In tracce entro la tetraedrite o la blenda.

Boulangerite

Nella zona del M. Palombino, accanto al cinabro, si sono osservati al microscopio degli aghetti prismatici (fig. 4g) di un minerale più riflettente del cinabro, di color verdolino, debolmente anisotropo (gli effetti di anisotropia sono un po' mascherati dall'estrema trasparenza della roccia).

Le sue dimensioni molto ridotte non ne permettono una determinazione precisa; dato però che pleocroismo ed effetti di anisotropia non appaiono molto forti, si può propendere per la boulangerite.

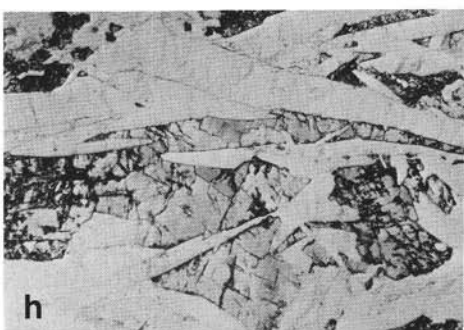
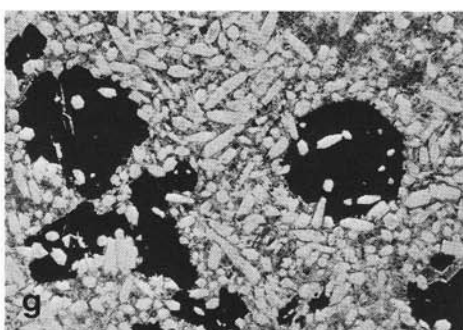
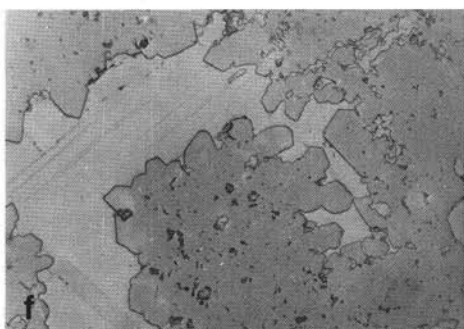
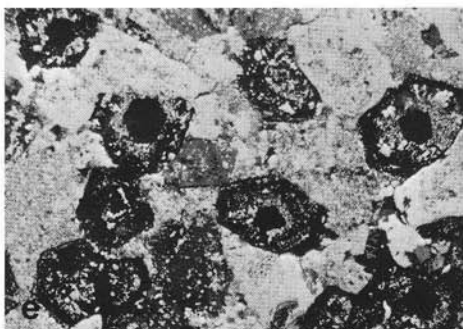
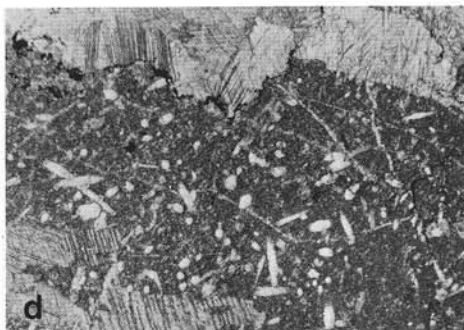
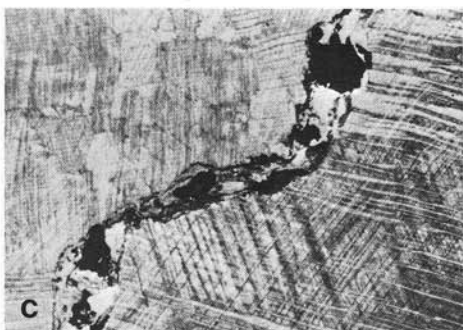
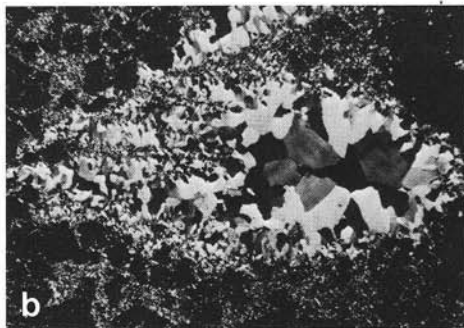
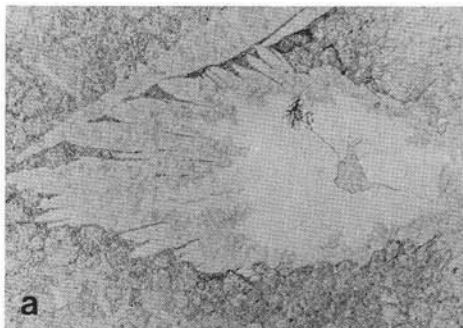
Bornite

Ritrovata esclusivamente in tracce.

Arsenopirite

In xx idiomorfi (fig. 4f) si ritrova piuttosto raramente, associata a pirite o a marcasite.

Fig. 5. — *Micrografie di sezioni sottili e lucide.* a) Associazione « a cespuglio » di lamelle di barite di crescita tardiva entro una matrice costituita da fluorite in xx + quarzo. 1 N, 16 x circa. b) Idem a N +. È possibile constatare come l'originaria barite sia stata sostituita da quarzo di rimobilizzazione diagenetica e inoltre individuare meglio i xx di fluorite. N +, 16 x circa. c) Stilolite di blenda, fluorite, bitume a contatto tra plaghe diverse di carbonato. N +, 40 x circa. d) Nella plaga grigia costituita dal sedimento quarzo carbonatico mineralizzato si sviluppano quarzi autigeni diagenetici. Qua e là sono pure osservabili vene stilolitiche mineralizzate a solfuri. 1 N, 16 x circa. e) Quarzo plaghette di carbonato della roccia. N +, 40 x circa. f) Crescita di quarzo autigeno in associazione plaghette di carbonato della roccia. N +, 60 x circa. g) Crescita di quarzo autigeno in associazione di xx, a spese della roccia della quale ingloba qua e là dei resti. La cavità è riempita da calcite sparitica tardodiagenetica. Sez. lucida, 1 N, 60 x circa. h) Cristalli di tetraedrite ad abito tendenzialmente idiomorfo crescono a spese della roccia carbonatica e del quarzo autigeno in essa contenuto, per un processo tardodiagenetico. 1 N, 16 x circa. i) Lamelle di barite (bianco), crescono a spese di siderite. 1 N, 16 x circa.



Pirite e marcasite

La pirite, associata a subordinata marcasite, per quanto osservabile quasi costantemente, è in piccolissima parte connessa geneticamente alla mineralizzazione, essendo normalmente legata ai sedimenti carboniferi, sia come finissima dispersione di cristalli, sia in aggregati di framboidi.

Barite

La barite, pur essendo geneticamente legata ai minerali metallici, è per lo più di cristallizzazione tardiva, spesso in vistose lamelle talora a ventaglio (fig. 11a) di dimensioni sempre decisamente superiori a quelle di ogni altro minerale. Le lamelle crescono \pm deformate a spese della roccia che le contiene, sostituendo talvolta profondamente i vari minerali, con preferenza per i carbonati. Si osservano infatti intensi processi di sostituzione operati dalla barite sulla calcite e sulla siderite (fig. 5h); in rapporto alla fluorite con la quale coesiste in particolare nell'area orientale, la barite si comporta, sia come minerale sostituente, sia come minerale sostituito (fig. 16). Essa può venir inoltre sostituita dal carbonato sparitico derivante dalla diagenesi e dal quarzo in vistose pseudomorfose (figg. 5a, 5b).

Oltre che in tale tipo di struttura, la barite è pure presente in finissime lamelle di origine detritico-chimica (fig. 9) disposte entro livelletti alternati a letti di quarzo + blenda + fluorite (v. oltre). Il riconoscimento è possibile soltanto attraverso l'abito (fig. 10a) in quanto le lamelle risultano sostituite pseudomorficamente da quarzo e fluorite (fig. 10b).

Fluorite

Questo minerale è concentrato soprattutto nelle aree C ed E e al margine occidentale (Volaia) e meridionale (Comeglians) della Catena.

Si trova prevalentemente associato al quarzo nei corpi stratoidi (crostoni) oppure nelle cavità carsiche e nei filoni o come riempimento in letti di deposizione detritica e chimica.

Come la barite, anche la fluorite è di cristallizzazione tardiva per mobilitazione diagenetica e determina estesi fenomeni di sostituzione a spese di barite (fig. 11b), di carbonato, di quarzo. Tali processi tardivi di sostituzione vengono messi in evidenza dalle inclusioni di frammenti di roccia quarzosa con blenda oppure di relitti di roccia carbonatica finemente dispersi.

Più raramente la fluorite può presentarsi in cristalli da ipidiomorfi a idiomorfi, distribuiti in letti a tessitura parallela (fig. 9), ricchi di inclusioni di sericite e quarzo, formati, analogamente alla barite in fini lamelle, per un processo di deposizione meccanico-chimica (v. oltre).

Infine la fluorite, con o senza barite, si riscontra detritica entro le formazioni quarzoso-sericitiche del Carbonifero superiore.

Bitume-grafite

Il bitume, spesso passante a grafite, si concentra particolarmente nella zona B. Tale sostanza si trova entro il sedimento quarzoso-carbonatico \pm mineralizzato, sia in plaghe, sia in lenticelle contenenti spesso blenda finemente detritica; può riempire, insieme a blenda detritica, delle microfratture. Talvolta le plaghe più grandi risultano fratturate (fig. 4h) e cementate da galena o blenda oppure da carbonati o da quarzo. Per effetto della ricristallizzazione avvenuta in fase diagenetica, il bitume si ritrova spesso confinato negli spazi intergranulari o lungo i piani di sfaldatura dei carbonati per un evidente fenomeno di espulsione.

Al bitume sono associati di preferenza, come già accennato, skutterudite, galena e blenda, mentre si è potuta riscontrare, in senso regionale, una certa connessione tra bitume e mineralizzazione a barite.

Quarzo

Il quarzo risulta particolarmente abbondante nell'area orientale della Catena dove ricorre sotto forma di crostoni. È un minerale costantemente legato alla mineralizzazione nella quale si presenta sotto diversi aspetti e in più generazioni. Per lo più esso compare in piccoli cristalli idiomorfi (fig. 5d) o in plaghe aventi tessitura a mosaico, strettamente connesso con una matrice carbonatica che lo ingloba o che è in esso contenuta sotto forma di microinclusioni. Tali microinclusioni si trovano per lo più raccolte nella zona centrale dei cristalli o delle plaghe, ma possono interessare anche le zone marginali. Talvolta invece si possono osservare dei cristalli aventi taglia decisamente maggiore dei precedenti, per lo più isolati e tipicamente bipiramidati, chiaramente autigeni che sostituiscono elementi della breccia carbonatica (fig. 5e). Essi sono sempre ricchi di inclusioni puntiformi di carbonato disposte a zone concentriche per successiva crescita. Questa crescita di quarzo a spese del carbonato della roccia è dovuta a migrazione di parte della silice contenuta nel sedimento mineralizzato durante la diagenesi.

I due tipi di quarzo, diversi in quanto a dimensioni, ma sostanzialmente legati a un'unica fase di ricristallizzazione, risultano spesso fratturati e cementati da carbonato sparitico di deposizione sin- o post-diagenetica.

Quarzo in plaghe a mosaico (fig. 5b) oppure cresciuto a palizzata (fig. 7b) attorno a strutture preesistenti, più o meno zonato e di deposizione tardiva, è abbastanza comune e ben distinguibile dal quarzo sopra descritto per la maggior limpidezza e per la rarità delle inclusioni carbonatiche rispetto a quelle fluide. Tale quarzo può sostituire pseudomorficamente la barite (figg. 5b, 7b) o marginalmente i solfuri, localmente facendo passaggio a calcedonio.

Quarzo detritico si trova infine quale riempimento di cavità, insieme a carbonato, sericite, localmente bitume, barite e solfuri, spesso in tessiture di deposizione ritmica (ritmiti, figg. 6a, b, 7a, b).

La presenza del quarzo, soprattutto di quello autigeno che quasi costantemente accompagna le mineralizzazioni a Pb-Zn-fluorite-barite in rocce calcaree di diverse

età, sia nelle Alpi (Trias) che nell'Europa centrale, ha posto da tempo il problema della genesi e provenienza della silice.

A parte l'ipotesi di un apporto idrotermale puro, indicata ad esempio come probabile da Vachè per il quarzo di Gorno, ipotesi non sostenibile nel caso delle Alpi Carniche per mancanza di legami con manifestazioni eruttive, sono interessanti le ipotesi di alcuni Autori che spiegano l'arricchimento in silice nei sedimenti attraverso fattori diagenetici o climatici.

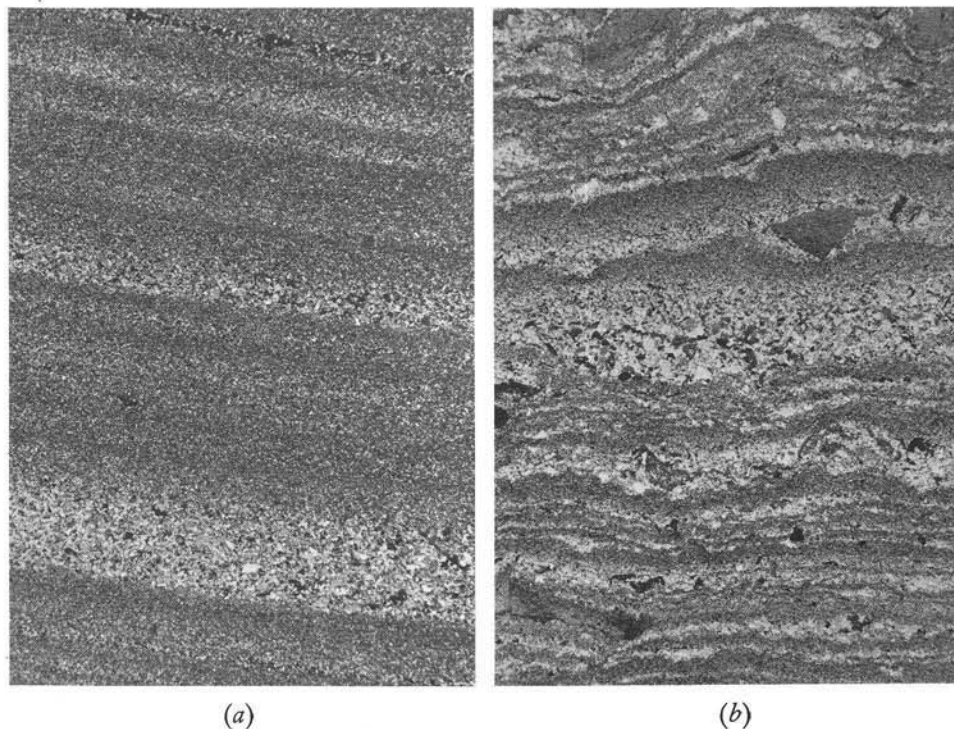


Fig. 6. — *a*) Ritmite quarzo-carbonatica con solfuri e bitume (macchie nere), entro una cavità del calcare devonico. La struttura chiaramente polare è data dal variare della granulometria nelle singole lamine (\varnothing dei granuli 10–160 μ). Osservati in dettaglio, i singoli granuli risultano ricchi di inclusioni carbonatiche. Micrografia di un'intera sezione sottile, N +, 2,5 x circa. Zona Coglians, versante S. *b*) Deposizione laminare quarzo-carbonatico-sericitica, irregolare per la presenza di clasti di blenda e tetraedrite (nero) e di scisti quarzo-sericitici contenenti xx di pirite. Evidente risulta la polarità della struttura per l'adagiarsi sinuoso delle sottili lamine sopra clasti e per la locale gradazione. Micrografia di un'intera sezione sottile, N +, 2,5 x circa. Località Casera Alta Val Grande.

In particolare, secondo MILLOT (1963) la crescita del quarzo autigeno avverrebbe in fase tardo-diagenetica per deposizione da soluzioni interstiziali; secondo GRIMM (1962) l'ambiente diagenetico, specie di rocce carbonatiche, sembra avere i requisiti per permettere una crescita lenta dei cristalli a spese soprattutto di calcite.

Altri Autori invocano fattori climatici e, facendo riferimento ai fenomeni di silificazione areale superficiale riscontrabili anche attualmente in zone di clima deser-

tico (« duricrusts » silicee, etc.), attribuiscono la formazione del quarzo autigeno a processi di pedogenesi che determinano l'arricchimento in silice di acque ruscellari o sotterranee (MILLOT, 1963).

EHRARD (1956) cerca infine di spiegare globalmente la presenza del quarzo e delle mineralizzazioni a esso associate mediante l'effetto della foresta vergine tropicale sul tipo di sedimentazione nei bacini antistanti il continente, attraverso le fasi di Biostasi e Rhexistasi.

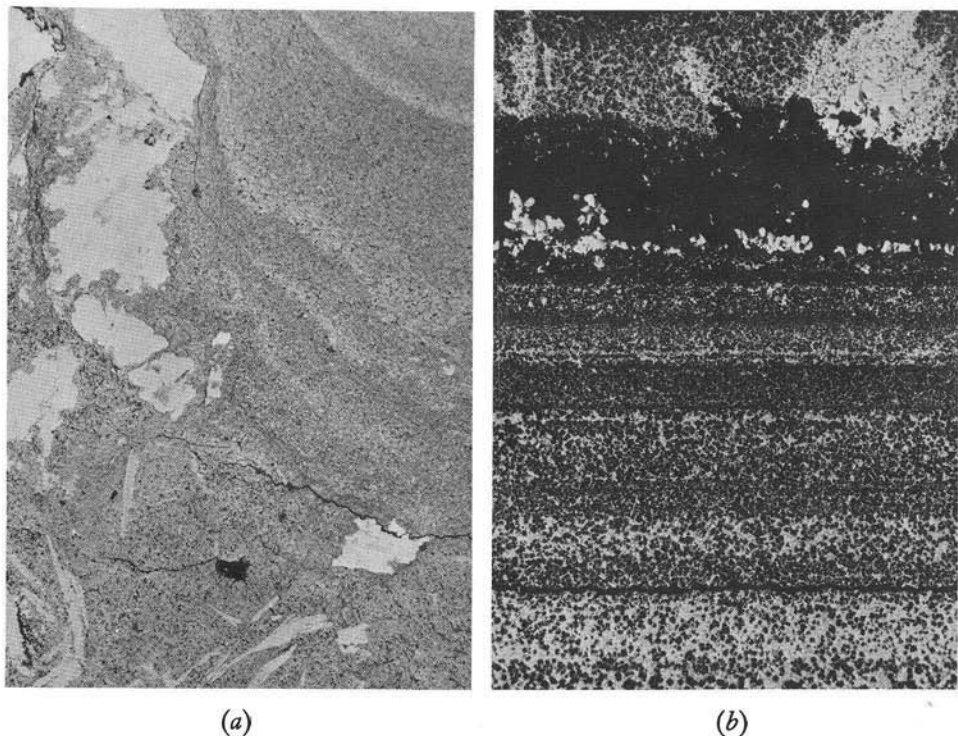


Fig. 7. — *a*) Tessitura di laminazione obliqua di tipo ritmico e polare di una pelite carbonatica ricca di blenda (granuli neri), al margine di una cavità. Lamelle di barite di cristallizzazione syndiagenetica nella parte inferiore della figura. Micrografia di un'intera sezione sottile, 1 N, 2,5 x. Località Timau. *b*) Tessitura parallela inhomogenea in una deposizione di fluorite (nero) + quarzo + sericite. L'inomogeneità della compagine risulta dal variare della granulometria dei componenti (fluorite in particolare), la polarità è determinata dalla sottile banda (chiara) dei festoni di quarzo sui quali si è deposto chimicamente il livello di fluorite compatta, a sua volta elemento di base delle lamelle a ventaglio, originariamente di barite (v. anche fig. 5, *a*, *b*), poi sostituita pseudomorficamente da quarzo, e del sedimento quarzo-sericitico-fluoritico. Micrografia di un'intera sezione sottile, N +, 2,5 x. Località M. di Val Dolce.

Strutture e tessiture della mineralizzazione

In tutte le forme della mineralizzazione che, come si è detto, sono legate agli strati, si può riconoscere, ± frequentemente la presenza di tessiture e strutture di tipo sedimentario (Anlagerungsgefüge nel senso di SANDER, 1950). Predominano tut-

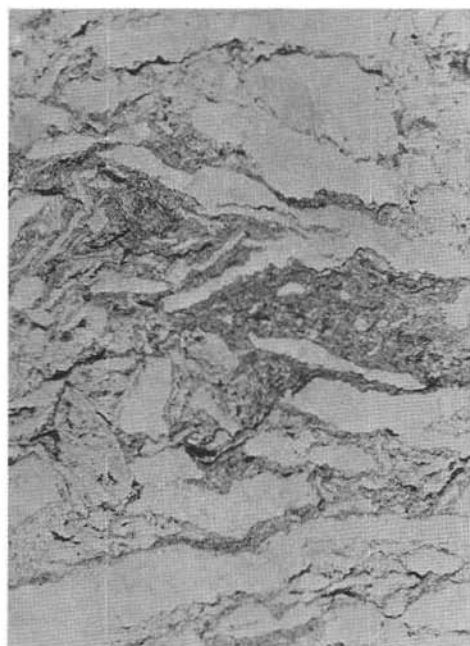
tavia le tessiture dovute a fenomeni di ricristallizzazione \pm estesa in relazione a eventi da sin- a post-diagenetici (rimobilizzazioni s.l.).

In rapporto ai corpi mineralari, si possono indicare le tessiture che ricorrono *con maggior frequenza* nell'uno e nell'altro dei tipi morfologici:

- 1) nei *corpi stratoidi* (crostoni), tessiture derivate da fenomeni di ricristallizzazione e metasomatosi;
- 2) nei *karst*, tipiche tessiture laminate e brecciate;



(a)



(b)

Fig. 8. — *a*) Tessitura parallela inhomogenea dovuta a un'alternanza di livelli a deposizione meccanica e chimica. Dal basso verso l'alto: livelli a quarzo + fluorite + carbonato + sericite + blenda, a grana finissima, con concentrazioni variabili dei componenti; livello a fluorite con fessure di contrazione riempite a blenda; sottile livello a blenda e quarzo detritici; deposizione di carbonato in tessitura a palizzata nella parte alta (Kristallrase); livelli di sedimento rimaneggiato (fluorite xx, blenda) in deposizione gradata e stratificazione obliqua sulla « palizzata » di cristalli di calcite. Micrografia di un'intera sezione sottile, N //, 2,5 x. Località M. di Val Dolce. *b*) Tessitura brecciata costituita da frammenti di livelli carbonatici e livelli brecciolari \pm fini, poligenici, comprendenti anche sedimenti carboniferi mineralizzati a blenda (breccia di inomogeneità paradiagenetica nel senso di Sander). Micrografia di un'intera sezione sottile, 1 N, 2,5 x. Località Coglians-Volaia (Rio Chianaletta).

- 3) in *vene e filoni*, tessiture dovute a deposizione chimica, più raramente anche clastica.

Poichè tuttavia non è possibile dare una esposizione organica mantenendo un tale raggruppamento, senza cadere in ripetizioni, è parso più opportuno riassumere

le varie strutture e tessiture ricorrenti entro l'orizzonte metallifero in tre tipi principali: *a)* di *laminazione*, *b)* *brecciate*, *c)* *diagenetiche*, la cui breve illustrazione generale è stata integrata dalla dettagliata descrizione di numerosi esempi.

Tessiture di laminazione

Sono dovute a deposizione, sia meccanica, sia chimica, specialmente di solfuri (per lo più blenda e più raramente tetraedrite), fluorite, barite, quarzo, carbonati; esse possono essere *parallele* (figg. 6*a*, 6*b*) oppure *oblique*, per livellamento di cavità mediante progressivo riempimento (figure 7*a*, 8*a*) e con lamine di spessore variabile. Le bande possono essere da millimetriche a centimetriche e sono individuabili per il susseguirsi, sia di ritmi di sedimenti gradati (ritmiti) (fig. 6*a*), sia di fasi aventi composizione mineralogica diversa (fig. 7*b*).

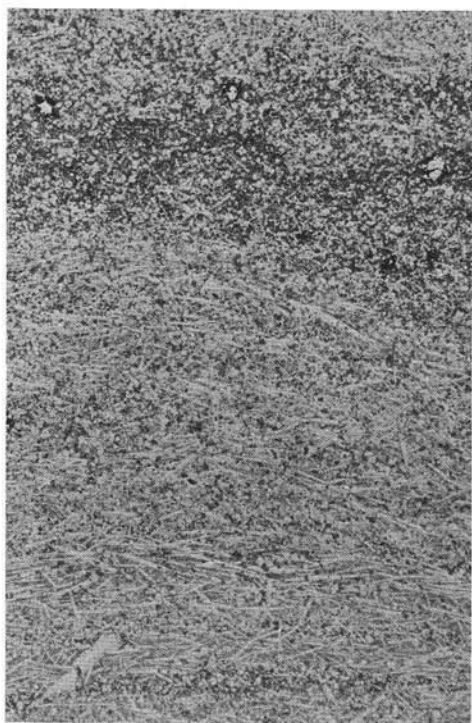


Fig. 9. — Tessitura parallela di una mineralizzazione a «barite» con fluorite, blenda e quarzo. Micrografia di sez. sottile, 1 N, 6,5 x circa.

Sono parimenti osservabili strutture *geopetali* riconoscibili attraverso sequenze a stratificazione gradata passante verso l'alto a sedimentazione di tipo chimico (figg. 7*b*, 8*a*) che secondo Bechstädt e Schneider sono caratteristiche di deposizione entro cavità; *impronte di carico* (*load cast*) dovute a clasti (fig. 6*b*), sia di calcare devonico, sia di scisti carboniferi caduti nel sedimento in via di deposizione e di consolidamento, per franamento del tetto della cavità in via di riempimento; *palizzate di cristalli* (*Kristallrase*) per esempio di calcite (fig. 8*a*), fluorite e quarzo (fig. 7*b*).

Talvolta i singoli letti di minerali, in particolare fluorite e barite, possono formarsi per un processo di *deposizione in parte meccanica e in parte chimica*.

Nel caso della barite (fig. 9) le singole lamelle, statisticamente parallele al piano di sedimentazione rappresentato dai livelletti a cristalli di fluorite e blenda («tessitura parallela omogenea»), in realtà risultano embricate (fig. 10*a*). Tale fatto, analogamente a quanto descritto da SCHULZ (1966, 1976), può venir spiegato mediante un accrescimento chimico su preesistenti nuclei o granuli variamente orientati di

barite deposta per via meccanica. Una compattazione del sedimento stesso ancora plastico avrebbe accentuato l'orientazione delle lamelle di barite.

Nel caso illustrato in fig. 7b, si osserva una fluorite in xx idiomorfi entro letti quarzoso-sericitici a tessitura rigorosamente parallela, ricca di inclusioni di quarzo e sericite. È verosimile che i granuli suddetti si siano formati per accrescimento chimico durante la deposizione, attorno a nuclei detritici di cristalli di quarzo o a germi di cristallizzazione di fluorite caduti insieme al sedimento quarzoso-sericitico,

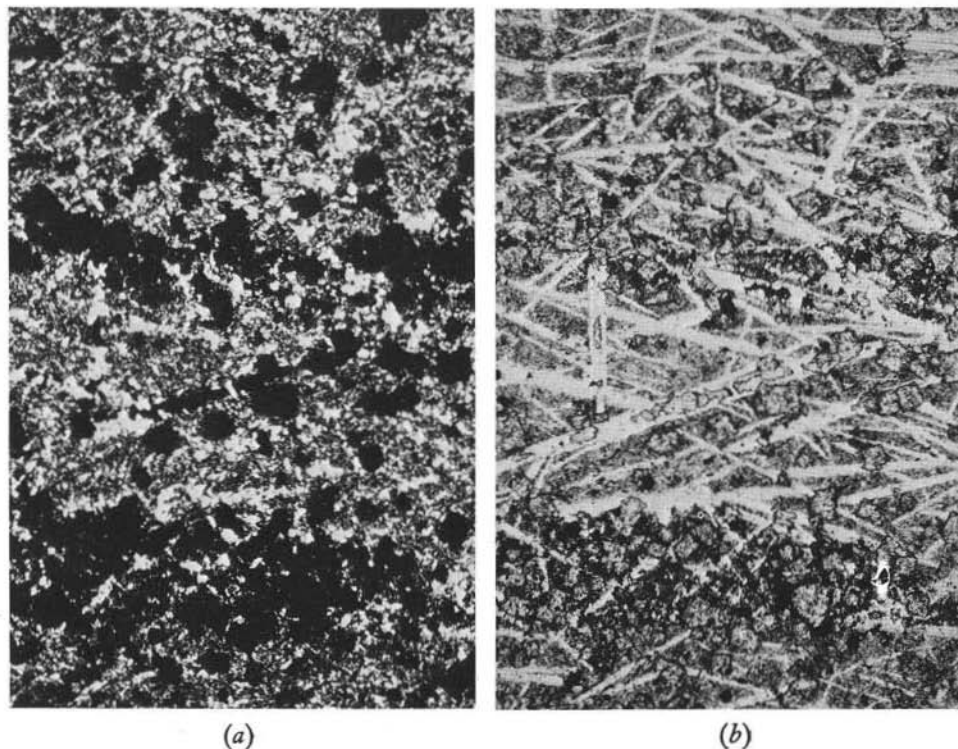


Fig. 10. — a) Particolare ingrandito della fig. 10. Le lamelle di « barite », statisticamente orientate, risultano embriate per un processo di deposizione meccanica durante la crescita chimica. I xx idiomorfi sono costituiti da fluorite, i granuli neri da blenda. Sez. sottile, 1 N, 50 x circa. b) Id. a N +. Le lamelle di « barite » risultano in effetti totalmente sostituite secondo un processo pseudomorfico da quarzo a fluorite. Sez. sottile, N +, 50 x circa.

per effetto della gravità, per un fenomeno analogo a quello descritto per la barite. Questo duplice meccanismo di formazione della fluorite nei sedimenti è stato descritto da SCHNEIDER (1954) per la fluorite del Wettersteinkalk sup. delle Alpi settentrionali.

Tessiture brecciate

Derivano, sia dal riempimento caotico di cavità, sia dalla cementazione di detriti carbonatici probabilmente di falda da parte di un sedimento fine per lo più quarzoso

o quarzoso-carbonatico mineralizzato a solfuri, barite, fluorite. Altre volte si hanno *brecce poligeniche* a elementi di calcare devonico sterile o mineralizzato e di scisti carboniferi cementati da una matrice quarzo-carbonatica.

Tessiture brecciate particolari risultano anche da processi di deformazione sin-diagenetici che interessano il sedimento mineralizzato in via di formazione e di consolidamento (*brecce di inomogeneità*) (fig. 8b).

Tessiture diagenetiche

La marcata impronta diagenetica che si sovrappone alle tessiture di tipo schiettamente sedimentario si riconosce in tutta una serie di strutture e tessiture che sono ampiamente rappresentate nell'orizzonte mineralizzato.

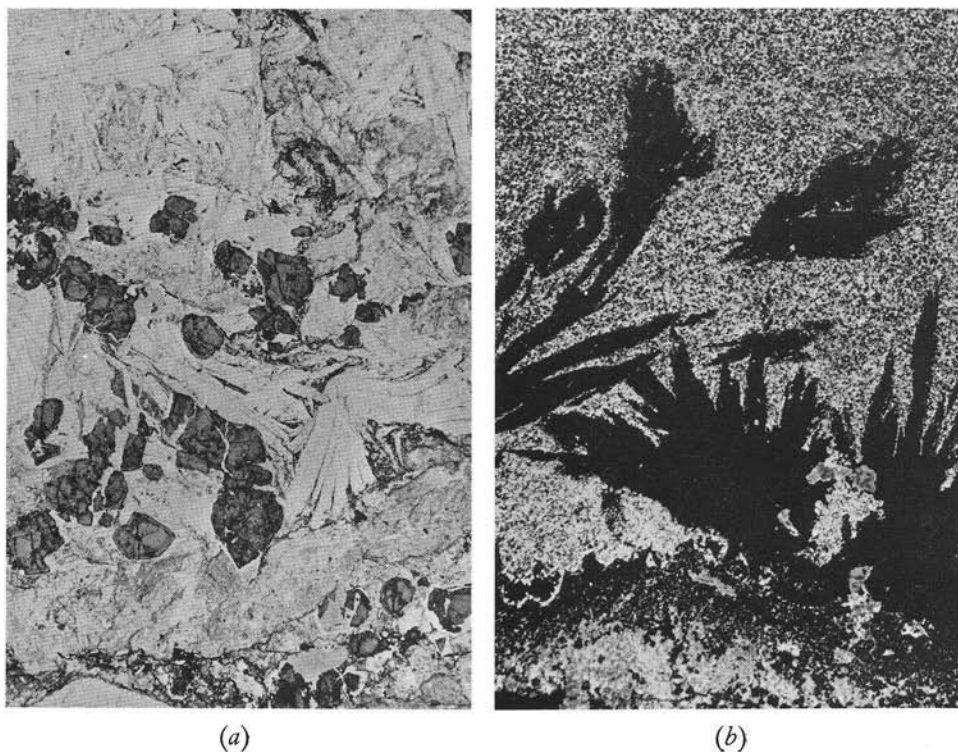


Fig. 11. — *a*) Tessitura diagenetica di ricristallizzazione che ha interessato in particolare la blenda (in grossi xx zonati scuri) e la barite in fasci di lamelle. Fenomeni di deformazione da sin- a post-diagenetica risultano dalle lamelle contorte di barite e dalla struttura cataclastica della blenda. Micrografia di un'intera sezione sottile, 1 N, 2,5 x. Località Timau, Casera Malpasso. *b*) Tessitura di sostituzione pseudomorfica diagenetica di fluorite su barite cresciuta a cespuglio su un livello mineralizzato. Micrografia di un'intera sezione sottile, N +, 2,5 x. Località M. di Val Dolce.

Sono innanzitutto molto comuni e diffuse le *tessiture di ricristallizzazione* in fase da sin- a post-diagenetica a spese, sia del carbonato, sia dei vari minerali costituenti la paragenesi metallifera (figg. 11a).

TABELLA 1
Zonalità della mineralizzazione

	A			B				C		E
	PALOMBINO	PERALBA	AVANZA	VOLAIA	COGLIANS	TIMAU	ZERMULA	VAL DOLCE	CAVALLO	COCCAU
blenda	-----	-----	-----	-----	*****	*****	*****	*****	*****	*****
tetraedrite	-----	*****	-----	-----	*****	-----	-----	-----	-----	-----
calcopirite	-----	-----	-----	-----	-----	*****	-----	-----	-----	*****
cinabro	*****	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
galena	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
skutterudite	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
bournonite	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
jamesonite	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
enargite	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
boulangierite	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
bornite	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
arsenopirite	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
pirite-marcasite	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
barite	-----	-----	-----	-----	-----	*****	-----	-----	-----	*****
fluorite	-----	-----	-----	*****	-----	-----	-----	*****	*****	-----
siderite	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
bitume	-----	-----	-----	-----	-----	*****	-----	-----	-----	-----
grafite	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
quarzo	-----	-----	-----	-----	-----	*****	-----	*****	-----	*****

A-B-C-E Zone mineralizzate ***** abbondante ***** presente ----- tracce

La ricristallizzazione assume entità macroscopica in corrispondenza di facies particolari, es. bituminose, come nel caso delle blende della zona di Timau i cui grossi occhi raggiungono il \varnothing di alcuni mm. A tale processo sembrano riferibili le varie tessiture di « smistamento » descritte per i solfuri.

Sono infine riscontrabili tessiture dovute a processi di *rimobilizzazione* i.s. che riguardano soprattutto barite, fluorite, quarzo, carbonati e meno intensamente solfuri (galena, tetraedrite, calcopirite). Si hanno quindi *vene diagenetiche* nelle « fessure di riduzione verticale » (Schwundrisen), *stiloliti* di blenda, carbonati, bitume (fig. 5c) e soprattutto vistose ed estese tessiture di sostituzione spesso pseudomorfica operate da quarzo (fig. 5c), barite (fig. 5h) fluorite su carbonato, quarzo su barite (fig. 5b), fluorite su barite (fig. 11b), tetraedrite su calcopirite (fig. 2c) e viceversa.

Zonalità della mineralizzazione; distribuzione delle paragenesi nelle singole aree paleogeografiche delimitate

Come si è accennato precedentemente, è già possibile distinguere, nella mineralizzazione delle Alpi Paleocarniche, una zonalità in grande corrispondente ad aree delimitate da paleofaglie.

Nell'ambito poi delle singole aree si può notare una distribuzione di paragenesi

diverse da mettere probabilmente in relazione con un'originaria distribuzione paleogeografica dei metalli.

Nella tabella 1 sono sinteticamente riportati i risultati dello studio minerografico.

1 - *Zona A, ad Hg, Cu, Zn, Ba*

Partendo da O, nell'area del M. Palombino e del M. Peralba, è individuabile una mineralizzazione essenzialmente a *cinabro* e talora *boulangerite*; più a E, nell'area del M. AVANZA, è abbondante la *barite* e tra i solfuri prevale la *tetraedrite*; più rare *calcopirite* e *blenda*.

2 - *Zona B, a Zn, Cu, Pb, Ni, Sb, As, Ba, F*

Sempre da O a E, l'area del M. Volaia è caratterizzata da una mineralizzazione del tutto localizzata (Sassonero) a *fluorite* accompagnata da *blenda* e *quarzo*; nell'area del M. Coglians prevale la *tetraedrite* con *blenda* leggermente subordinata, mentre *calcopirite* e *galena* si trovano in piccole quantità; molto abbondante qui è il *quarzo* in relazione al tipo di mineralizzazione (crostoni). L'area del P.zo TIMAU è contraddistinta invece da una grande abbondanza di *blenda* e *calcopirite* accompagnate assai spesso da *tetraedrite*, *galena*, *skutterudite* e subordinate *bournonite* e *arsenopirite*; abbondante è la *barite* e molto frequente il *bitume*, spesso sotto forma di *grafite*. L'area del M. Zermula, tettonicamente complessa, è contraddistinta da paragenesi povere a *blenda* e *tetraedrite*.

A COMEGLIANS, in corrispondenza della zona B, ma geograficamente più a S, affiorano manifestazioni a *barite* + *fluorite* con subordinate paragenesi metallifere a Cu, Sb, Ni (pirite bravoitica), Pb, Zn, Fe.

3 - *Zona C, a fluorite, Zn, Pb, Cu, Sb, Ni, As*

Procedendo ancora verso E, nell'area M. di Val Dolce - M. Cavallo la mineralizzazione è data essenzialmente da *fluorite*, *quarzo*, *blenda* con *galena*, *calcopirite*, *bournonite*, *tetraedrite*, *tennantite*, *jamesonite*, *skutterudite*, *arsenopirite*, *enargite*. Da sottolineare, rispetto alla precedente zona B, l'abbondanza della *fluorite*, della *blenda*, della *galena*, quest'ultima particolarmente ricca di solfosali.

4 - *Zona D, non mineralizzata*

5 - *Zona E, a barite (fluorite), Zn, Pb, Cu, Sb*

La zona di Coccau/Thörl infine è caratterizzata da una mineralizzazione essenzialmente a *barite*, *quarzo* accompagnati da *blenda*, *galena*, *bournonite*, *jamesonite*, *tetraedrite*, *calcopirite* e *fluorite* in tracce.

Per concludere: il *cinabro* risulta presente soltanto nella estremità occidentale (M. Palombino - M. Peralba); nelle restanti zone nelle quali la *blenda* ha un carattere ubiquitario, si individua chiaramente una zona a Cu (P.zo Timau) essenzialmente a *tetraedrite* e *calcopirite* cui si associa anche la *siderite*; la *barite* è presente

quasi costantemente entro l'intero orizzonte e con una certa abbondanza, fatta eccezione per la zona C nella quale prevale la *fluorite*; il *bitume* è particolarmente abbondante nelle zone a barite, mentre sembra essere assente nelle zone a fluorite e quarzo (M. Cavallo), contrariamente a quanto osservato da SCHNEIDER (1954) nel Wettersteinkalk delle Alpi Calcaree settentrionali; il *quarzo* è particolarmente abbondante in associazione ai crostoni; esso assume una notevole importanza genetica a cui si accennerà più avanti.

La caratterizzazione geochimica della paragenesi, in particolare della blenda e della tetraedrite è in corso di effettuazione attraverso studi alla microsonda.

I dati per ora a disposizione comprendono quelli noti dalla letteratura e altri non ancora pubblicati gentilmente forniti.

Analisi chimiche sulle *tetraedriti* del M. Avanza, riportate da MARINON (1881) e DANA (1952) indicano rispettivamente valori del 0,50 % e del 2,67 % Hg.

Analisi chimiche eseguite dal Centro Ricerche Metallurgiche di Torino su alcuni campioni ricchi in blenda della zona del M. Cavallo, rivelano un alto contenuto in Cd (0,09-0,46 %); analisi di blenda del M. di Val Dolce (DROVENIK, comunicazione personale) hanno dato in particolare contenuti anche superiori all'1 %.

Vecchie analisi riportate da FERUGLIO (1966) riguardanti concentrati di tetraedrite del M. Avanza, danno tenori in Ag oscillanti tra 170 e 780 g/t. Un'analisi più recente effettuata dalla LORO & PARISINI (1941) sempre su un concentrato del medesimo giacimento non rivela tracce di Ag.

Analisi spettrochimiche su alcune blende dell'area del P.zo Timau e del M. di Val Dolce (SCHROLL, comunicazione personale) confermano un elevato contenuto in Cd e Ga; in particolare si nota che i valori di Ga sono particolarmente elevati (≈ 600 ppm) in paragenesi a blenda e fluorite.

Per quanto riguarda infine il Ni, espresso come si è visto dal minerale skutterudite, la sua presenza è stata già segnalata per Comeglians da DI COLBERTALDO & FERUGLIO (1964) che accennano a una «pirite bravoitica» determinata per via roentgenografica.

Conclusioni

In base ai dati geologici rilevabili dalla letteratura e ai dati di osservazione risultanti dallo studio delle paragenesi metallifere, si possono fare le seguenti considerazioni.

Se è chiaro il legame dell'orizzonte mineralizzato con il paleorilievo devonico, altrettanto evidente è il suo carattere « autonomo » nei confronti, sia del paleorilievo, sia del Carbonifero su di esso trasgressivo. Tale fatto si può dedurre esaminando alcuni punti:

a) le tessiture osservate, sia a livello microscopico, sia a livello del campione a mano, indicano un processo di risedimentazione generale chimica (con rimobilizzazioni

- s.l.) e meccanica; il quarzo detritico e in parte quello chimico a palizzata sono strettamente legati alla mineralizzazione;
- b) le paragenesi a quarzo autigeno sono geneticamente riferibili a condizioni climatiche continentali di tipo desertico, contrariamente alle ipotesi che vedono nel vulcanismo la principale sorgente della silice; nel nostro caso non è infatti possibile alcun rapporto con le formazioni vulcaniche Carbonifere;
- c) sia le tessiture che le paragenesi a quarzo indicano dunque il succedersi di processi di arricchimento complessi plurifasici in ambiente verosimilmente continentale e in condizioni climatiche particolari.

Le suddette considerazioni, alle quali va aggiunto il discorso sulla zonalità delle mineralizzazioni, rendono pertanto probabile l'ipotesi dell'esistenza di un *originario orizzonte mineralizzato* (e probabilmente non solo in anomalie geochemiche) i cui sedimenti potrebbero corrispondere a quelli di un ambiente lagunare \pm bituminoso \pm argilloso (v. zona del P.zo Timau) e/o evaporitico (v. zona del M. Cavallo a SiO_2 + fluorite. Secondo Bechstädt, 1975, infatti l'associazione di questi due minerali sarebbe indicativa di tali condizioni).

In quanto alla zonalità delle mineralizzazioni, almeno quella in grande doveva essere già sviluppata nel suddetto orizzonte, mentre quella in piccolo, distinguibile nelle singole aree paleogeografiche, può esser attribuita a successive fasi di risedimentazione e rimaneggiamento.

Il problema della posizione stratigrafica del supposto orizzonte esula dal tema di ricerca sviluppato ed è in ogni caso di difficile risoluzione in quanto nessuna traccia di esso è mai stata trovata in posto. Del resto, secondo alcune ipotesi geologiche basate sulla teoria della tettonica a zolle, l'area di sedimentazione dei terreni affioranti nella Catena Carnica, fino al Devonico compreso, dovrebbe addirittura esser ricercata in zone estremamente distanti da quelle attualmente a essa adiacenti (VAI, 1974).

BIBLIOGRAFIA

- AMSTUTZ G.C., RAMDOHR P., PARK W.C. (1964) - *Diagenetic behaviour of sulphides*. Sedimentology and ore genesis, Elsevier, 65-90.
- AMSTUTZ G.C., BERNARD A.J. (1973) - *Ores in sediments*. Springer, Berlin.
- ASSERETO R., BRIGO L., BRUSCA C., OMENETTO P., ZUFFARDI P. (1976) - *Italian ore/mineral deposits related to emersion surfaces*. Mineral. Dep., Berlin, 11, 170-179.
- BECHSTÄDT T. (1975) - *Lead-Zinc ores dependant on cyclic sedimentation*. Mineral. Dep., Berlin, 10, 234-248.
- BECHSTÄDT T. (1975) - *Sedimentologie und Diagenese des Wettersteinkalkes von Bleiberg-Kreuth*. Berg-u. Hütt. Monat., 120, H. 10.
- BRIGO L., DI COLBERTALDO D. (1972) - *Un nuovo orizzonte metallifero nel Paleozoico delle Alpi Orientali*, 2nd Int. Symp. on the Min. Dep. on the Alps, Lubljana.

- BRIGO L., OMENETTO P. (1974) - *Metallogenesi nel quadro dell'orogene ercinico (con particolare riguardo al versante italiano)*. Mem. Soc. Geol. It., 13, 1-24.
- BRIGO L., OMENETTO P. (1976) - *Le mineralizzazioni piombo-zincifere della zona di Raibl. Nuovi aspetti giacimentologici*. L'Ind. Min., 27, II, 49-56.
- BRIGO L. (1977) - *Die Buntmetallvererzungen im Devon der Karnischen Alpen und der südlichen Karawanken*. In stampa.
- DI COLBERTALDO D., FERUGLIO GB. (1964) - *Le manifestazioni metallifere di Comeglians nella media Val Degano (Alpi Carniche)*. Atti. Soc. It. Sc. Nat., 24, II, Milano.
- EHRHART H. (1956) - *La genèse des sols en tant que phénomène géologique*. Masson et C.ie, Paris, 1, 90.
- ENDLICHER G. (1976) - *Die singenetischen Fluss- und Schwespatmineralisationen von Arlos und Villabona in Westasturien/Nord-Spanien*. Mineral. Dep., Berlin, 11, 329-351.
- FERUGLIO GB. (1966) - *Il giacimento cuprifero del Monte Avanza in Carnia*. Symp. Int. Giac. Min. Alpi, Trento.
- FERUGLIO GB. (1969) - *Sui metacristalli di quarzo nel giacimento cuprifero del Monte Avanza in Carnia*. Atti Acc. Sc. Lett. e Arti, Udine, ser. 7, 8.
- Handboob of geochemistry* - II-3 (1972). Springer Verlag, Berlin.
- LAGNY PH., ROUVIER H. (1976) - *Les gisements Pb-Zn en roches carbonatées sous inconformité: gisements paleokarstiques ou gisements dans des paleokarsts?* Mem. Soc. Géol. Fr., 7.
- MILLOT G. (1964) - *Silicifications, silex et croissance des cristaux*. In Géologie des argiles, Masson, Paris, 323-351.
- MÖLLER P., PAREKT P. P., SCHNEIDER H.-J. (1976) - *The application of Tb/Ca - Tb/La abundance ratios to problems of fluor spar genesis*. Mineral. Dep., Berlin, 11, 111-116.
- PARK C., AMSTUTZ G. C. (1968) - *Primary Cut- and Fill Channels and gravitational diagenetic features*. Mineral. Dep., Berlin, 3, 66-80.
- RAMDOHR P. (1969) - *The ore minerals and their intergrowths*. Pergamon Press, London.
- RODEGHIERO F. (1973) - *Le mineralizzazioni a Pb-Zn, fluorite, barite nel Carnico della zona del Pizzo della Presolana (Prealpi Bergamasche)*. Tesi di laurea, Univ. Milano.
- SCHNEIDER H.-J. (1954) - *Die sedimentäre Bildung von Flussspat im Oberen Wettersteinkalk der nordlichen Kalkalpen*. Abh. Bayr. Ak. Wiss. math. nat. Kl., 66, 37 S.
- SCHNEIDER H.-J. (1964) - *Facies differentiation and controlling factors for the depositional lead-zinc concentration in the Ladinian geosynclin of the eastern Alps*. Sedimentology and ore genesis, Elsevier, 29-46.
- SCHNEIDER H.-J., MÖLLER P., PAREKT P. P. (1975) - *Rare earth elements distribution in fluorites and carbonate sediments of the East-Alpine Mid-Triassic sequences in the Nördliche Kalkalpen*. Mineral. Dep., Berlin, 10, 330-344.
- SCHROLL E. (1955) - *Über das Vorkommen einiger Spurenelemente in Blei-Zinc-Erzen der Ostalpinen Metallprovinz*. Tscherms. Min. Petr. Mitt., Bd. 5, II.
- SCHULZ O. (1964) - *Lead-zinc deposits in the Calcareous Alps as an example of submarine-hydrothermal formation of mineral deposits*. Sedimentology and ore genesis, Elsevier, 47-52.
- SCHULZ O. (1966) - *Pseudomorphe Verdrängungen von Baryt durch Calcit und Fluorit*. N. Jb. Miner. Mh., 342-345.
- SCHULZ O. (1967) - *Sedimentäre Barytgefüge im Wettersteinkalke der Gailtaler Alpen*. Tscherms. Min. Petr. Mitt., Bd. 12, I.
- SCHULZ O. (1975) - *Resedimentbreccien und ihre möglichen Zusammenhänge mit Zn-Pb-Konzentrationen in mitteltriadischen sedimenten der Gailtaler Alpen*. Tscherms. Min. Petr. Mitt., 33, 130-157.
- SCHULZ O. (1976) - *Typical and non typical sedimentary ore fabrics*. Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits, 3, Elsevier, 417-475.
- VACHÉ R. (1966) - *Ricerche microstratigrafiche sul metallifero di Gorno (Prealpi Bergamasche)*. Riv. It. Paleont. Strat., Milano, I, 72.
- VAI G. B. (1974) - *Stratigrafia e paleogeografia ercinica delle Alpi*. Mem. Soc. Geol. It., 13, 7-37.
- ZUFFARDI P. (1976) - *Karsts and economic mineral deposits*. In: *Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits*. Wolf K. H. (ed.), Elsevier, Amsterdam, 175-212.