

## RAIBL E' UN GIACIMENTO DI ORIGINE MAGMATICA (1)

L'interpretazione genetica dei giacimenti piombo zinciferi alpini è un problema di cui non esiste ancora una soluzione concordemente accettata dai vari Autori: lo sta a dimostrare il continuo insorgere di nuove opinioni tra loro contrastanti, le quali hanno tutte un elevato significato scientifico, ma nessuna di esse può essere accolta come definitiva, convincente ed applicabile a tutti i giacimenti. E' un problema quindi molto complesso, pieno di difficoltà da superare ed incertezze.

Dalla « *metallogenesì alpina* » che per tanti anni mantenne il predominio, e che ancora tenta di sostenersi con modifiche ed adattamenti, si passò nel 1950 alla « *genesì idrotermale secondaria* » ad opera di SCHNEIDERHÖHN: concezione nuova ed ardita che, pur abbisognando ancora di solide basi documentative, aveva avuto il merito di svincolarsi dalle vecchie concezioni per aprire nuove vie d'investigazione molto più proficue. Le nuove aggiunte e modifiche apportate poi dallo stesso Autore nel 1952 ad Algeri permettevano un *trait-d'union* non solo fra la mia ipotesi di legare alcuni giacimenti alpini, Raibl, in particolare, al plutonismo periadriatico, e la sua concezione, ma anche con la teoria della metallogenesì. Sembrava quindi che il problema si stesse avviando lentamente ad una soluzione, quando all'improvviso nel 1954 comparvero prima il lavoro di TAUPITZ *sull'origine sedimentaria dei giacimenti alpini tipo « Bleiberg »* (fra cui Raibl) completato in seguito da un nuovo studio sulla « *sedimentazione, diagenesi, metamorfismo, magmatismo ed origine dei giacimenti* », successivamente quello di SCHNEIDER sulla *formazione sedimentaria di fluorite nel Wetterstein superiore delle Alpi calcaree settentrionali*; ed infine i recenti studi a carattere geochimico e comparativo di SCHROLL ed HEGEMANN sulle tracce dei metalli vari contenuti nelle blende e galene alpine.

---

(1) Nota presentata alla riunione della « Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten Fachgruppe für Mineralogie und Geologie » a Klagenfurt (Austria) il 5 novembre 1955.

La nota che qui presento vuol prendere in considerazione e discutere i risultati delle ricerche dei colleghi TAUPITZ, SCHNEIDER e SCHROLL e dimostrare in base ai nuovi studi da me appositamente compiuti in questi ultimi tempi, che il giacimento di Raibl non può essere compreso fra quelli di origine sedimentaria.

### La teoria di Taupitz in relazione al giacimento di Raibl.

Secondo TAUPITZ [16] la mineralizzazione nelle Alpi Orientali, limitata al Ladinico superiore e Ladinico inferiore (a cui bisogna aggiungere l'Anisico medio <sup>(1)</sup>) si sarebbe sviluppata in tre fasi metallizzanti:

I - singenetico sedimentaria

II - diagenetico idatogena (soluzioni metallizzanti non assolutamente idrotermali)

III - sintettonico idatogena (legata alla tettonica alpina)

Prima di illustrare e commentare la suddivisione di TAUPITZ, desidero richiamare una certa correlazione, non però genetica, fra il numero delle fasi metallizzanti intravedute dal predetto Autore e quelle che io ho potuto stabilire per Raibl. A Raibl infatti si notano tre fasi metallizzanti: la prima d'impregnazione nella zona di contatto fra il calcare metallifero ed il Raibliano, in corrispondenza del passaggio delle faglie N-S, la seconda lungo le faglie N-S con carattere di sostituzione, in un periodo di pausa tettonica succeduto alla loro formazione, la terza, sintettonica, di sostituzione e riempimento, legata ad una ripresa dei movimenti, però a direzione NE-SW.

Delle tre fasi di TAUPITZ la prima è certamente la più importante e quella che dà adito alle maggiori discussioni: « I minerali non formano dei filoni estesi, ma riempiono dei canali nell'antico fondo del mare; si possono avere anche dei sistemi di canali paralleli, della larghezza da 5 a 50 m, che si prolungano spesso per alcune centinaia di metri. Questi canali si sono prevalentemente formati per erosione (submarina?) il che è indicato dalla frequente presenza nel minerale di frammenti della roccia incassante adiacente; spesso si hanno più canali con minerale, uno sopra l'altro, il che testimonia una formazione dei canali legata per qualche tempo allo stesso spazio. In certi casi i solchi

---

(<sup>1</sup>) Osservazione dell'Autore.

mineralizzati si trasformano verso il basso in profonde fenditure dove gli strati possono subire delle faglie (tettonica sinsedimentaria) ».

Esaminiamo al riguardo cosa si può osservare a Raibl ritenuto dal predetto Autore uno fra i giacimenti che potrebbero essere compresi nel quadro da lui illustrato.

Il mio studio ha dimostrato che i corpi minerali di Raibl si trovano *esclusivamente* in faglie N-S per una estensione di quasi Km 2,5 (Aloisi) e che tagliano sia il calcare metallifero come il Raibliano (attualmente la mineralizzazione più a sud si trova circa 500 m. nell'interno del Raibliano). La forma dei corpi minerali è filoniana dove le faglie hanno le salbande integre, mentre diventa colonnare dove fratture e faglie secondarie interessano la faglia principale; oppure, e questo è solo valido nel Raibliano, si può avere ancora una forma colonnare dove la faglia attraversa quegli strati Raibliani che hanno una composizione più calcarea degli altri; in questo caso la mineralizzazione prosegue dal filone di faglia anche negli strati adiacenti che occupa per sostituzione, creando quindi un corpo minerario « sui generis ». Escludo quindi per Raibl l'esistenza di canali mineralizzati del tipo descritto da TAUPITZ.

Sempre secondo lo stesso Autore l'arricchimento dei solfuri avrebbe luogo per via chimica o meccanica. Nel primo caso « si deve ricercare la causa nell'esistenza di piccole zone nel fondo marino a facies favorevole alla separazione dall'acqua del mare, e successiva concentrazione, dello zinco, piombo, ferro e fluoro. Una tale facies può essere rappresentata dalle melme di putrefazione ad azione fortemente riducente per la separazione di  $H_2S$ , quale prodotto della distruzione delle sostanze organiche e dell'opera di batteri riducenti i solfati, cosicchè i metalli sciolti nell'acqua vengono separati come solfuri difficilmente solubili. Tali condizioni esistevano nel fondo dei canali, come lo dimostra il bitume ivi conservato. Se vi è una facies melmosa di putrefazione a carattere regionale (p.e. scisti alluminiferi, scisti raibliani bituminosi, argilla bituminosa norica e liassica) nella migliore delle ipotesi può essere separata solo la quantità di metallo apportata dal mare: e questo quantitativo essendo disperso su di una vasta zona non può costituire una concentrazione locale utile. Nel caso invece di una facies melmosa di putrefazione di limitata estensione, si può separare localmente una non indifferente percentuale di metalli e formare un ricco giacimento. Perchè possano originarsi questi giacimenti bastano le normali percentuali di metalli che arrivano al mare per disfacimento

delle rocce, ma si può anche pensare che un apporto supplementare di metalli al mare sia in relazione col contemporaneo vulcanismo delle Alpi meridionali. Molti giacimenti delle Alpi settentrionali, Bleiberg, Raibl, Wiesloch e, secondo KEIL, anche i minerali sedimentari di Sedmotschislenici in Bulgaria hanno una tale origine ».

La mia opinione al riguardo non è certo del tutto negativa, e penso che giacimenti del tipo illustrato da TAUPITZ si possano effettivamente formare per via chimica in seguito all'azione selettiva delle melme di putrefazione sui metalli sciolti nell'acqua del mare. Ma la sua ipotesi non mi sembra applicabile a Raibl per le ragioni che seguono.

Mi limito a considerare solo la metallizzazione nella zona del contatto calcareo metallifero-Raibliano e nell'interno del Raibliano dato che ritengo fuori discussione quella nel calcare ladinico. Il Raibliano della nostra regione è molto esteso e di potenza rilevante; al contatto col metallifero si presenta in una facies calcareo-marnosa fortemente bituminosa tanto che si possono comunemente osservare trasudazioni di olii e paraffine. Ma questa facies non è locale bensì regionale per un'estensione di molti chilometri: è il cosiddetto *livello ittiolitico*. Le gallerie che attraversano la base del Raibliano drenano ancor oggi notevoli quantità di acido solfidrico che emana dalle marne bituminose. Ci troviamo di fronte quindi ad una di quelle facies melmose di putrefazione che TAUPITZ descrive come regionali, quindi per principio, non adatte a determinare concentrazioni utili di metalli. Ma ammesso che in seno a queste facies regionali esistessero localmente delle ipotetiche facies selettive per il Pb, Zn, Fe, ci si domanda: perchè i solfuri si trovano *soltanto* lungo le faglie che attraversano tanto il metallifero che il Raibliano? oppure, perchè le faglie si sono formate solo lungo le aree mineralizzate del presunto sedimento? L'esistenza di facies a carattere selettivo non è pertanto dimostrabile a Raibl, e se il caso favorisse il suo sicuro ritrovamento, essa rappresenterebbe un fenomeno di gran lunga subordinato agli altri che ritengo del tutto fondamentali.

Dobbiamo poi considerare la paragenesi dei minerali. Per ammettere un'origine sedimentaria bisogna pensare che queste facies di putrefazione coi loro prodotti determinassero una separazione PbS, FeS<sub>2</sub>, ZnS, BaSO<sub>4</sub>, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> in una successione paragenetica molto costante nel tempo e nei luoghi, cosa mi pare molto difficile a spiegarsi; e meno facile è il poter spiegare come durante l'orogenesi le acque che circolavano nell'ambiente sciogliessero i minerali sedimentari e li ride-

positassero poco distante sempre con lo stesso ordine paragenetico, dato che a Raibl la paragenesi è costante in tutto il giacimento e per le diverse fasi! Da dove proviene tutto il Mg che ha determinato le enormi masse di ganga dolomitica, sicuramente epigenetica, in seno al calcare metallifero, che è un calcare con bassi tenori di magnesio? Queste considerazioni portano ad escludere per Raibl un sedimento mineralizzato primario di deposizione chimica da cui sarebbe poi derivato il giacimento metasomatico.

Se il sedimento si origina invece per via meccanica, TAUPITZ afferma che è « diffusa una struttura brecciata sedimentaria di rocce mineralizzate, mentre lontano dalla mineralizzazione tali breccie sono molto più rare. Ordinariamente in tali breccie sono incassati dei frammenti grandi da millimetri fino decimetri di roccia poco bituminosa in vicinanza della facies mineralizzata nella pelite bituminosa. Talvolta si trova in tali breccie anche del minerale. Sono certamente di origine sedimentaria i frammenti di schalenblenda, ai quali è ancora appiccicata della roccia incassante, e roccia incassante nella massa di fondo costituita da dolomite pelitica e bituminosa che include conchiglie ben conservate, minerali concrezionati e colonie batteriche. Breccie sedimentarie di quel tipo sono conosciute anche con fluorite e pirite, contenute in frammenti di calcare bituminoso incassato nella facies mineralizzata. Frammenti di blenda rielaborata e nuovamente sedimentati sono spesso così impaccati che si può chiaramente riconoscere il sopra ed il sotto. Elementi puntiformi di pirite batterica si sono insinuati fra gli interstizi dei frammenti di blenda ».

Nel giacimento di Raibl, soprattutto nella zona di contatto fra calcare metallifero e Raibliano, ed in corrispondenza del passaggio della faglia Struggl, esiste visibile ancora a giorno un'enorme breccia scura, talora addirittura nerastra, ora potentemente mineralizzata, ora poco, ora sterile (vedi fig. 1). I minerali che si trovano sono: blenda gialla cristallina, blenda rossastra concrezionata attorno a germi o cristallini di galena, abbondante galena cristallina, molta pirite sia cristallina che colloidale, molta baritina con bitume, dolomite bianca, dolomite nera (per bitume), con paragenesi galena → pirite → blenda e con tutti i fenomeni di sostituzione ampiamente descritti. Per una osservazione superficiale l'assetto presentato in questo punto dal giacimento di Raibl potrebbe essere compreso nel quadro descritto da TAUPITZ e qui sopra riportato. Ma un attento esame dei campioni, sia macroscopico che microscopico, porta a risultati totalmente opposti. La breccia è infatti co-

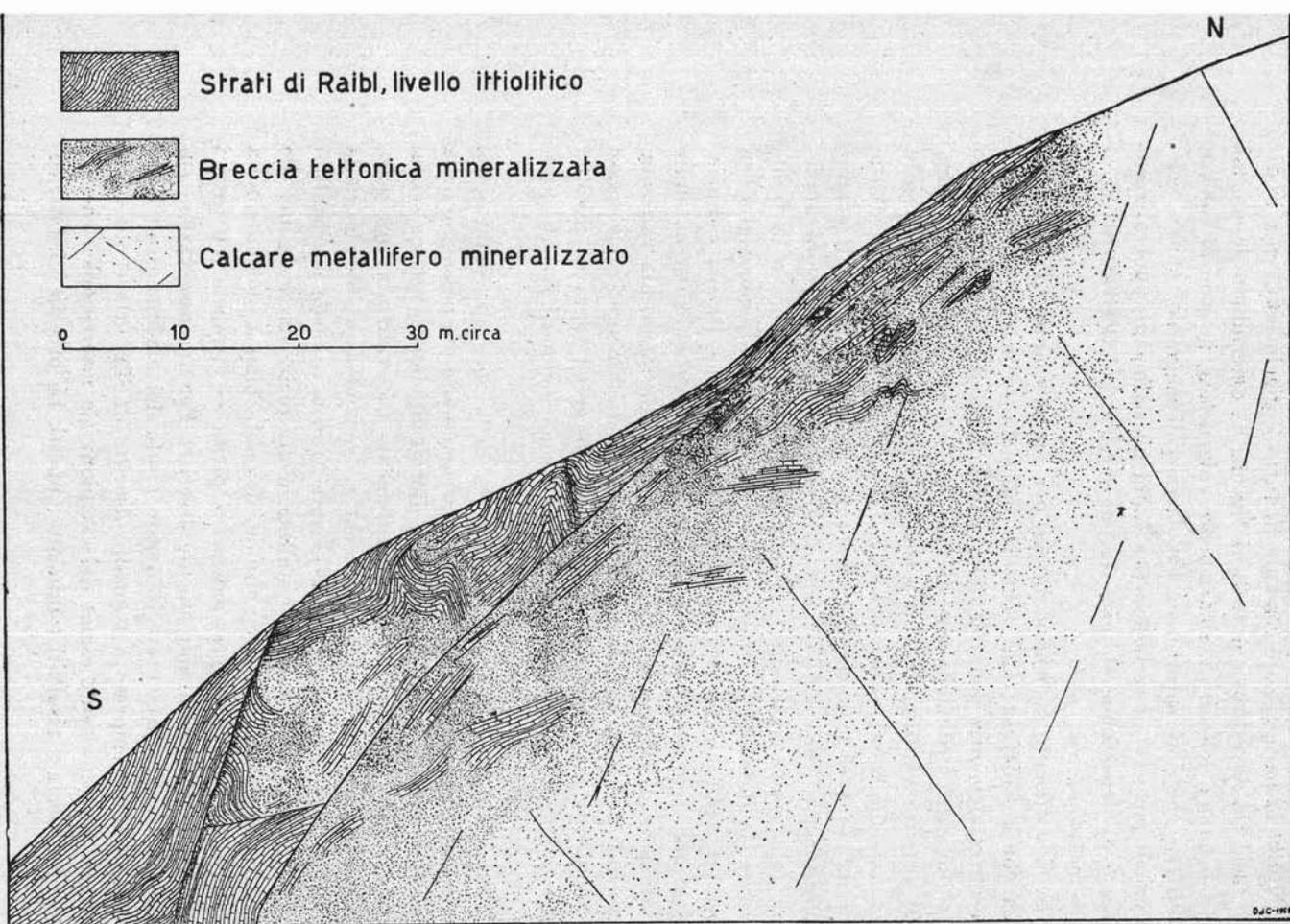


Fig. 1. — *Schizzo geologico-minerario* lungo la faglia Struggl nella zona di contatto fra il Raibliano ed il calcare metallifero del Ladinico superiore (tratto Pozzo Clara - cantiere Udo). Il piano della faglia corrisponde press'a poco al piano del foglio; N e S indicano il nord ed il sud. Nella zona del contatto gli strati risultano molto raddrizzati, contorti, fagliati (da faglie secondarie). La punteggiatura indica la zona della grande breccia tettonica mineralizzata. I solfuri e la loro ganga hanno sostituito solo le parti più calcaree, mentre gli elementi marnosi e bituminosi, le selci e talora piccole oasi di strati molto bituminosi, sono stati risparmiati. Le sostanze bituminose, rimosse dalla loro sede, sono abbondantemente penetrate anche nel calcare metallifero e nelle faglie.

stituita da elementi neri, di forma generalmente rettangolare, a spigoli vivi, variamente orientati, talvolta richiamanti nell'insieme una certa tessitura parallela; essi sono costituiti da marne molto bituminose e silicee, talvolta alternate a straterelli pelitici, o da selci nere. Ciascun elemento isolato dalla massa si rivela di forma piatta con superfici lucidissime dovute ad uno scorrimento anteriore alla formazione della breccia. Se la breccia non è stata mineralizzata, il cemento è un calcare grigio leggermente marnoso e bituminoso, e se invece è stata mineralizzata allora è sostituito da dolomite bianca o nerastra, baritina, galena, blenda gialla e rossastra, pirite. Si tratta quindi di una estesa *breccia tettonica* formatasi al contatto fra due diverse masse, di tipo competente ed incompetente, dove si sono scaricate le forze immense che determinarono la prima fase tettonica di Raibl, da me già ampiamente descritta [2]. Il processo tettonico e metallizzante può essere così ricostruito: alla base del Raibliano esisteva (ed esiste in parte tuttora) una facies costituita da un'alternanza di straterelli calcarei contenenti selci nere (fig. 2-3), di piccole dimensioni, disposte in letti paralleli, e di straterelli marnosi neri bituminosi e molto silicei con piante (*Voltzia*) e pesci (*Belonorhynchus*, ecc.), potenza dei singoli strati: da qualche millimetro a molti centimetri, il tutto abbondantemente impregnato di bitume liquido. Con lo sviluppo della prima fase tettonica, si delinearono le faglie N-S attraverso il calcare metallifero ed il Raibliano, e le zolle da esse staccate si mossero verso sud con una inclinazione di 35°. La parte calcarea massiccia delle zolle (settore nord) premette contro il Raibliano finemente stratificato che, incapace a reagire, si raddrizzò (fino a 70°), si corrugò, comportandosi come una massa fortemente plastica per effetto di uno slittamento differenziale determinatosi lungo gli innumerevoli giunti di stratificazione lubrificati dal bitume (fig. 1). Nella zona di contatto fra la massa del calcare metallifero e gli straterelli Raibliani l'urto fu naturalmente più violento: si ebbe inizialmente lo scorrimento differenziale dei singoli straterelli, ma una volta raggiunto il limite di plasticità questi si frantumarono minutamente determinando la grandiosa breccia (fig. 4).

Al termine di questo atto le forze si rilassarono e le faglie N-S nonchè le infinite fratture, originatesi con la frantumazione della roccia e tenute chiuse dalle enormi pressioni, si aprirono permettendo la salita alle soluzioni idrotermali. Queste impregnarono la breccia e in gran parte la sostituirono: la presenza di bitume, sostanze organiche e di acido solfidrico catalizzò l'ambiente e favorì la deposizione dei

minerali. Gli straterelli calcarei vennero totalmente, o quasi, sostituiti da bianca dolomite con galena, blenda, pirite (fig. 5 e tav. 1), mentre furono risparmiati dalla sostituzione gli elementi neri a composizione marroso-bituminosa-silicea e le selci. Attorno a questi si depositò un esile straterello di pirite e di blenda che li ricoprì come un guscio; i cristalli di galena si allinearono pure nella bianca dolomite attorno agli ele-

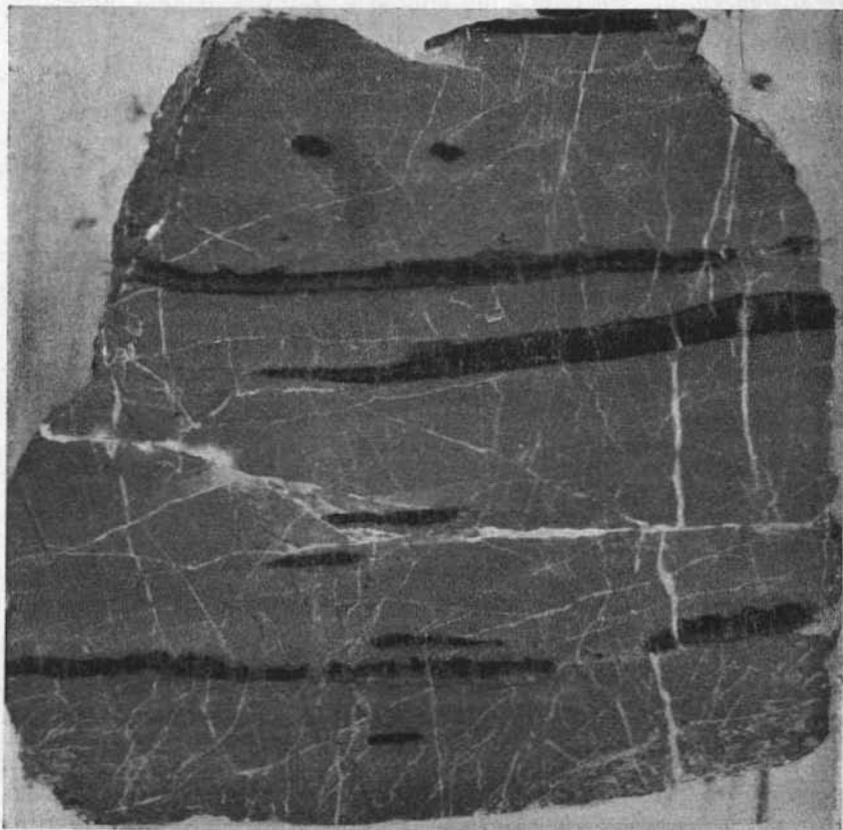


Fig. 2. — *Campioni di strati di Raibl indisturbati del livello ttiolitico, presso il contatto col calcare metallifero, fra il pozzo Clara e il cantiere Udo. Si tratta di calcari bituminosi contenenti lenti allungate di selci nere in letti paralleli (striscie nere con serepolautre). Le venettine bianche sono costituite da dolomite idrotermale. Questi strati, testimoni dell'ambiente pretettonico, permettono di spiegare la presenza di selci nella breccia tettonica. Luce ordinaria, grandezza nat.*

menti neri (fig. 5) mentre la blenda (di tipo cristallino in microcristalli) penetrò nelle microfratture, dovunque potè sostituire od avviare un cristallino (fig. 6 e tav. 1). La macrografia della Tav. 1 illustra uno dei più tipici esempi di iniezione idrotermale nell'originario sedimento sterile, mentre la figura 6, che è una micrografia composta, dimostra come il fenomeno sia presente con la massima intensità anche in grandezze microscopiche: le venette di dolomite con cristallini di blenda, attraversanti una selce ne sono una chiara testimonianza. A mano a

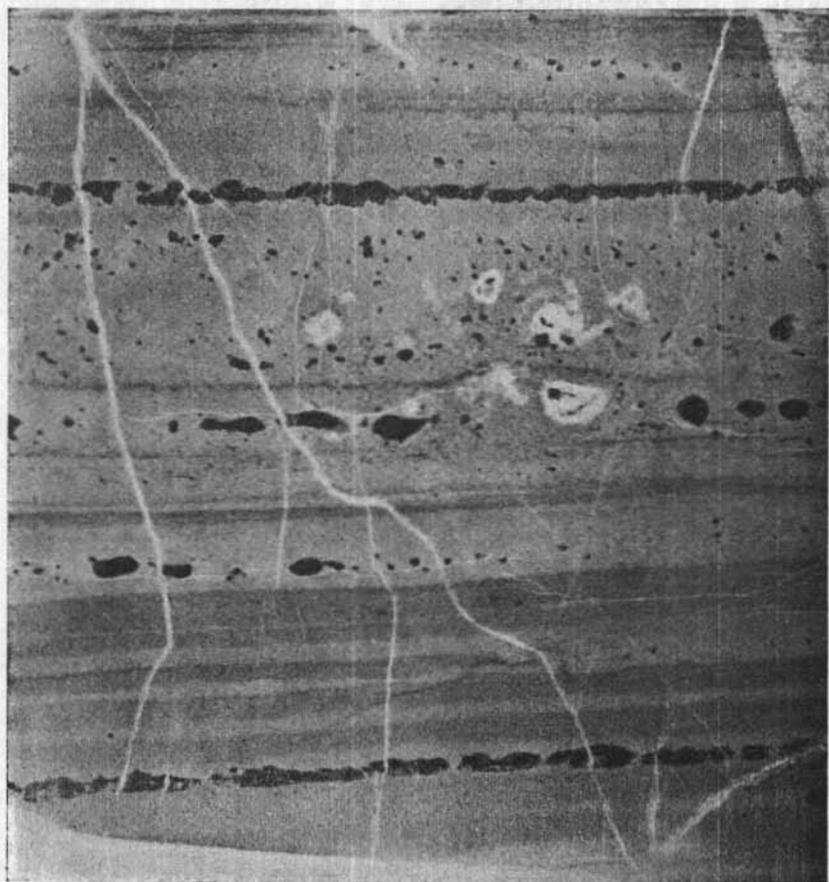


Fig. 3. — Come in fig. 2. Qui le selci disposte in letti paralleli hanno forma rotondeggiante, subvoidale, corrispondendo ad analoghe forme rinvenute nelle aree mineralizzate. Luce ordinaria, grandezza nat.

mano che ci si allontana poi dall'optimum della mineralizzazione, che come dissi si trova nella zona del contatto, e ci si avvia nell'interno del Raibliano, i solfuri diminuiscono di quantità fino a scomparire totalmente: allora è possibile riconoscere in posto la fronte idrotermale che è caratterizzata da venettine di dolomite bianca cementanti le ultime

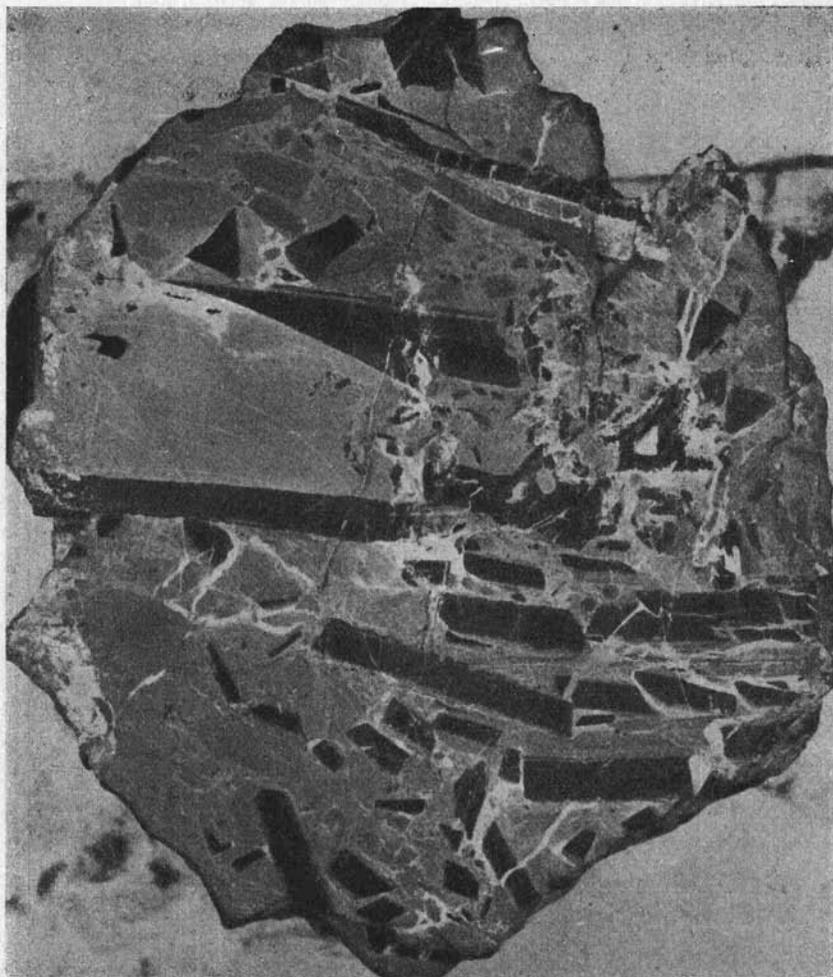


Fig. 4. — *Breccia tettonica non mineralizzata* poco a nord della posizione ove sono stati raccolti i campioni delle figure 2-3. Gli straterelli selciferi sono stati rotti in frammenti (elementi neri) e variamente spostati dalla loro primitiva sede. Grandezza nat.

fratture (vedi fig. 7 e 8) degli strati di Raibl. Più in là anche queste diminuiscono di numero e di potenza, fino a ridursi a grandezze capillari e poi scomparire per sempre.

La breccia tettonica di Raibl è una breccia viva, densa di storia minerogenetica: in nessun modo può essere paragonata ad una breccia sedimentaria mineralizzata nel senso di TAUPITZ.

Esaminiamo ora le due successive fasi di TAUPITZ: « la *più antica* (diagenetico-idatogena) rappresenta una ricristallizzazione ed uno spostamento dei sedimenti mineralizzati nel corso della formazione dia-

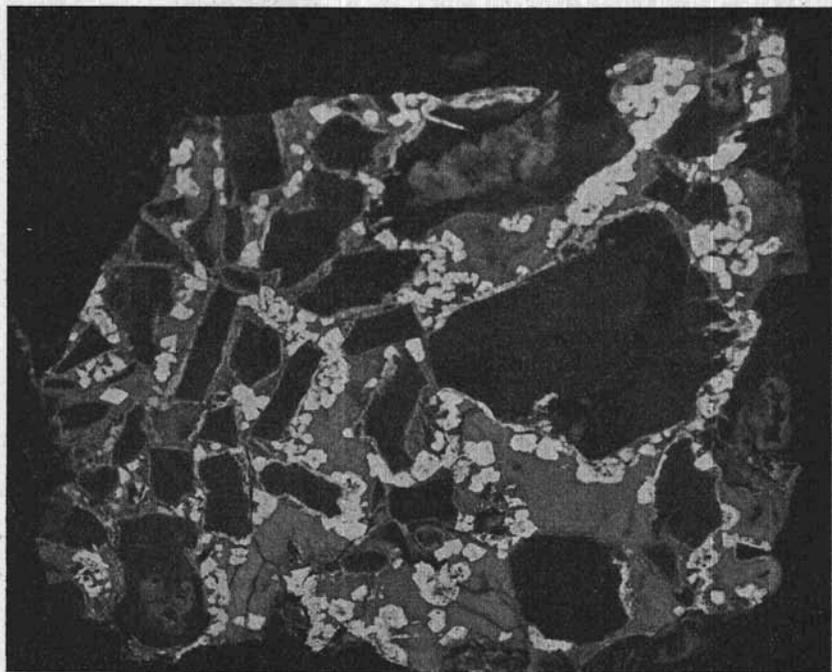


Fig. 5. — *Breccia tettonica mineralizzata*, raccolta al cantiere Udo (una ventina di metri più a nord dei campioni illustrati nelle figure 2-3-4). Elementi neri = selci o marne molto bituminose, sterili; orlo biancastro attorno agli elementi neri = pirite; cristalli bianchi = galena; cemento grigio = dolomite bianca. Tutti gli elementi neri liberati dal materiale che li envolve, presentano due superfici lucide testimoni dei movimenti differenziali cui sono stati sottoposti gli strati di Raibl prima della mineralizzazione. La fotografia è stata eseguita con una particolare luce riflessa che aveva il compito di porre in evidenza solo i solfuri, lasciando il proprio colore alla ganga. Grandezza nat. circa.

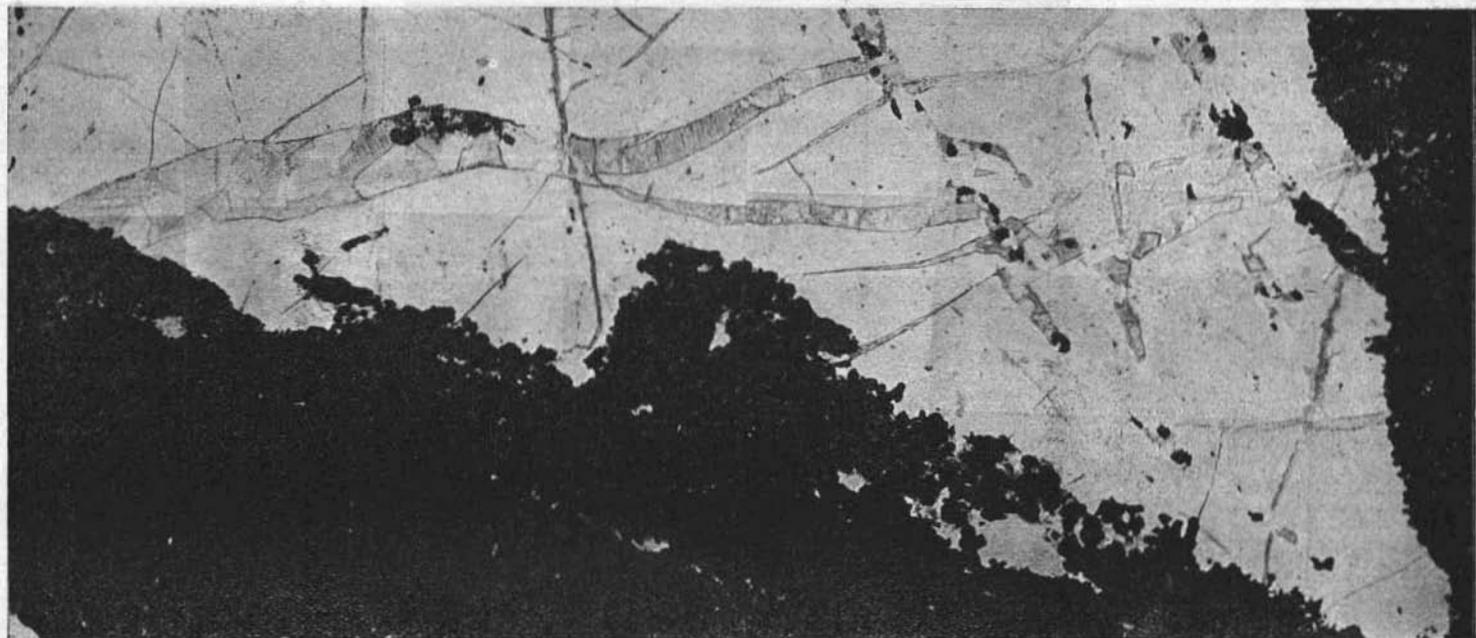


Fig. 6. — *Micrografia composta* di un campioncino staccato da uno strato mineralizzato di Raibl all'XI livello Clara. Masse e granuletti neri = blenda gialla microeristallina; zona biancastra = selce; venette nella selce = dolomite con blenda. Questa micrografia è una decisa conferma dei motivi illustrati dalla Tav. 1. La sostituzione ha interessato solo le zone calcaree degli strati di Raibl, ma non gli elementi di selce che sono stati attaccati solo parzialmente ai bordi. Nelle fratture però penetra ugualmente la mineralizzazione. I campioni della figura 6 e della tav. 1 sono quelli che più si avvicinano ad un sedimento per una osservazione superficiale. Le loro macro e micrografie invece pongono in evidenza una tipica mineralizzazione idrotermale con sostituzione selettiva. Nicol II, 20 X.

genetico-tardiva della dolomia saccharoide. La fase *più recente* (sintettonico-idatogena) è contemporanea al più grande ripiegamento delle Alpi Settentrionali (prececnomaniana).

Le acque di fondo circolanti nelle fenditure tettoniche di nuova formazione operavano colà, e nelle immediate vicinanze dei corpi minerali di origine sedimentaria, delle lisciviazioni, generando dei camini carsici. I minerali sedimentari e le rocce incassanti si sciolsero nell'acqua di fondo e furono nuovamente deposti in altri luoghi. Di solito i minerali furono trasportati di soli pochi metri, più raramente furono mineralizzate, da parte dei minerali sedimentari primari, delle fenditure a maggiori distanze (100-1000 m.). Formazioni metasomatiche si hanno solo occasionalmente, specialmente nelle miloniti tettoniche. Le tessiture di queste formazioni idatogene si presentano come *tipicamente idrotermali*; pur tuttavia non si tratta di una formazione magmatico-idrotermale secondaria nei sensi di SCHNEIDERHÖHN:

1 - E' improbabile che si trovino in stretta vicinanza minerali sedimentari ed idrotermali. Questa stretta connessione è diffusa non solo localmente, ma regionalmente.

2 - Tutte le mineralizzazioni di forma filoniana che poterono essere interpretate come fenditure di apporto, diventano sempre sterili a più o meno grande distanza dai giacimenti sedimentari, sebbene la roccia incassante non cambi essenzialmente.

3 - Le mineralizzazioni idatogene si attengono di solito alle superfici nobili che non rappresentano speciali orizzonti di stagnazione, nè sono bene solubili, ma sono gli orizzonti dei minerali sedimentari. L'immediato piede degli scisti raibliani che dovrebbe rappresentare una buona copertura per ristagno, non è mineralizzato idatogenicamente. Notevole il fatto che i calcari di grande estensione ed uniformi non contengono minerali al tetto e al piede degli orizzonti mineralizzati ».

Nel giacimento di Raibl la massima deposizione di minerale si trova localizzata nel calcare ladinico e si estende fino a circa 2 Km di distanza dal Raibliano. La forma dei corpi mineralizzati, come già dissi è filoniana o colonnare. Le colonne di sostituzione possono raggiungere diametri molto grandi (70-100 m. Colonna Principale, Colonna Struggl, ecc.); le tessiture dei minerali sono fra le più tipiche e didattiche: a coecarda, a listato, a festoni; le sostituzioni e le paragenesi si presentano uguali in tutto il giacimento sia nel Raibliano che nel Ladinico; le fasi metallizzanti sono nette, alternate a fasi tettoniche ben distinte.



Fig. 7. — *La fronte idrotermale*, (solo dolomitizzazione), come appare nell'interno del Raibliano a mano a mano che ci si allontana verso sud dall'area mineralizzata illustrata nella fig. 1. E' un fitto intreccio di vene dolomitiche che talora si addensano nelle zone più calcaree e più fratturate di uno strato. 1/12 del nat.



Fig. 8. — *La fronte idrotermale*, come in fig. 7. Qui si vede con maggior dettaglio lo sviluppo della dolomitizzazione in una zona più fratturata degli strati. 1/7 del nat.

Considerando la distribuzione del minerale si può osservare come nell'interno del Raibliano vi sia una massa utile inferiore ad 1/3 dell'intero giacimento.

Applicando la teoria di TAUPITZ, se il presunto giacimento sedimentario primario si fosse formato in corrispondenza del livello ittiolitico, le soluzioni idatogene della terza fase avrebbero dovuto sciogliere un immenso ammasso di minerale e trasportarlo lungo le faglie fino a 2 Km di distanza (cioè già mille metri oltre il limite massimo ammesso da questo Autore), operare intense sostituzioni e sviluppare tutti i più tipici processi idrotermali. Supponiamo che tutto questo sia veramente accaduto. Quali immensi vuoti non dovremmo trovare nell'interno del Raibliano? Invece non si trova niente, neanche vuoti riempiti. La mineralizzazione vi continua normale con lo stesso carattere filoniano e colonnare alternantesi secondo le condizioni tettoniche e petrografiche locali sia nel Ladinico che nel Raibliano.

Penso poi che non bisogna sopravvalutare l'azione di queste soluzioni idatogene. A loro si può attribuire la solfatizzazione dei solfuri ed il rideposito dei metalli in altre posizioni sotto forma di carbonati e idrossidi, i vari processi di ossidazione, ma la soluzione dei solfuri e la rideposizione come tali in altri luoghi mi sembra dubbia. A temperatura ordinaria per sciogliere un grammo di blenda occorrono ben 40 tonnellate d'acqua [3], ed in queste condizioni è più facile ottenere una dispersione più che una concentrazione di metalli. Ed è molto difficile concepire, a meno che non si possa dimostrare sperimentalmente, che i minerali si possano rideporre nello stesso ordine paragenetico che possedevano nell'originario giacimento sedimentario.

Per quanto riguarda il capoverso 1 di TAUPITZ, sono perfettamente convinto che è molto improbabile che si trovino in stretta vicinanza minerali sedimentari ed idrotermali: questo potrebbe essere un caso, non la regola, a meno che non si tenga conto di quanto ho proposto nelle conclusioni del presente lavoro.

Il concetto del capoverso 2 non si può applicare a Raibl inquantochè il giacimento si disperde a circa 2 Km di distanza dal Raibliano in corrispondenza del passaggio di una poderosa faglia quale è la Bärenklamm, nè si conosce ancora la situazione oltre questo disturbo.

Nè posso infine accettare quanto è esposto nel capoverso 3 perchè l'immediato piede degli scisti raibliani in corrispondenza del passaggio delle faglie, rappresenta proprio l'optimum della mineralizzazione idrotermale in questo settore.

Riepilogando dunque credo di aver dato sufficienti spiegazioni ed illustrazioni per dimostrare che il giacimento di Raibl non può esser incluso, nel suo complesso, nella categoria dei giacimenti sedimentari di TAUPITZ; e se incidentalmente si dovessero un giorno trovare dei campioni mineralizzati nel Raibliano che lo studio petrografico definisse come sicuramente di origine sedimentaria, sarebbe un ritrovamento molto interessante, ma rimarrebbe allo stato di semplice curiosità e non potrebbe mai infirmare la genesi idrotermale da me attribuita a Raibl, il cui quadro è di dimensioni molto vaste, complete e sufficientemente chiare per poter esser messo in dubbio.

Nel 1954 compariva un secondo lavoro di TAUPITZ « *sulla sedimentazione, diagenesi, metamorfismo, magmatismo ed origine dei giacimenti* » [16]. In questo lavoro l'Autore in sostanza ribadisce i concetti già esposti, ma in modo più moderato, meno estremista, in quanto ammette fra l'altro che esalazioni e acque termali legate a magmi basici juvenili sfocino nel mare a diano luogo a giacimenti misti magmatico sedimentari. Ritengo senz'altro possibile che ciò possa avverarsi, se nonchè Zn, Pb, Ba sono comunemente legati a rocce acide e non a rocce basiche. Molta importanza viene anche data in questo lavoro alla mobilizzazione delle sostanze durante i processi metamorfici con formazioni di minerali caratteristici quali siderite, magnetite, talco, intesi come prodotti di sostituzione del Fe e Mg col Ca delle rocce calcaree.

#### **Considerazioni sui lavori di Schneider, Hegemann, Schroll e conclusioni.**

Risulta pure molto interessante al riguardo il lavoro di SCHNEIDER sulla formazione di fluorite nel Wetterstein superiore delle Alpi calcaree settentrionali [13], in quanto ha dei riflessi fondamentali con la genesi dei giacimenti sedimentari di Pb-Zn. La fluorite infatti accompagna spesso i due solfuri nei giacimenti studiati ed è ritenuta quale ultimo prodotto della migrazione del fluoro originatosi da manifestazioni vulcaniche sottomarine. A Raibl la fluorite manca, per cui lo studio di SCHNEIDER non trova in questa nota la relativa discussione. Mi limito però a dire che di recente ho dato alla stampa una memoria [7] sui giacimenti di fluorite, con galena e blenda subordinate, della Val d'Aupa (Moggio Udinese) situati nel calcare metallifero del Ladinico superiore, e che sono stati da me classificati come *subvulcanici* di tipo *mesotermale*, non solo per l'abito altamente cristallino di tutti i com-

ponenti mineralogici, per la loro paragenesi normale (quarzo I → fluorite + calcite → blenda → galena → quarzo II), per la fluorite talora in abito cubico e ottaedrico, ma anche per i risultati dello studio decrepitolometrico che hanno dato per la fluorite della Val d'Aupa valori intorno ai 275°.

Restano infine da considerare gli studi geochimici comparativi di W. SIEGL, F. HEGEMANN e SCHROLL sulle tracce di metalli vari contenuti nelle blende e nelle galene dei giacimenti alpini.

HEGEMANN [9] suppone un arricchimento a strati singenetico ed attribuisce la provenienza dei metalli al vulcanismo submarino del Trias medio, conclusione ultima a cui sono arrivati poi parzialmente SCHNEIDER e TAUPITZ.

SCHROLL [9] afferma che si deve ritenere il Tl come elemento guida in tutte le mineralizzazioni triassiche delle Alpi calcaree, per le quali si deve anche supporre la medesima metallogenesi. La presenza di Tl potrebbe essere in relazione con la proposta origine submarina vulcanica dei metalli principali se si può fare un raffronto con il contenuto metallico del giacimento di Meggen, fra i cui minerali (legati ai Kupferschiefer) manca questo elemento.

A tale riguardo sono ancora del parere di tenere distinte almeno *temporalmente* se non geneticamente le mineralizzazioni ubicate nell'Anisico medio e nel Ladinico superiore. Sia attraverso i recenti studi esaminati in questa nota, sia in quelli da me condotti ultimamente nel Ladinico superiore della Val d'Aupa e nell'Anisico medio del Passo del Giau sopra Cortina (Col Piombin), nonché nel distretto piombo zincifero di Auronzo, si sta delineando la tendenza di attribuire al magmatismo del Trias medio degli atti metallizzanti. Certo però che se consideriamo i giacimenti e le manifestazioni metallifere della Val d'Aupa (Ladinico superiore), della regione d'Auronzo (Anisico medio) e del Passo del Giau (Anisico medio) ed altri di minore importanza e studiamo i rapporti di giacitura e genetici, non possiamo stabilire un paragone. Col Piombin e Val d'Aupa si presentano con caratteri quasi perimagmatici; Auronzo telemagmatico. Val d'Aupa offre una paragenesi del tipo normale, non invertita. Nel Trias medio compaiono dunque diverse metallizzazioni di tipo locale, di piccola entità, e distribuite nel tempo, la cui genesi potrebbe essere in relazione con le diverse effusioni che hanno caratterizzato questo periodo, come ho dimostrato per i porfidi di Riofreddo [2].

Ora di fronte a questo rosario di piccoli giacimenti piombo zinci-

feri riferibili al magmatismo del Trias medio, stanno i grandi giacimenti alpini che non possono essere attribuiti agli stessi atti metallizzanti in quanto la loro potenza è di gran lunga superiore, presentano più paragenesi distinte (tre per Raibl) e la tettonica vi gioca un ruolo fondamentale: *è infatti un dato acquisito che i grandi giacimenti alpini sono sempre associati ad una tettonica molto complessa e profonda.*

Nel mio lavoro sul giacimento di Raibl affermavo che le uniche manifestazioni eruttive locali sono quelle delle porfiriti e dei porfidi, di età rispettivamente Ladinica e Postladinica. Attribuire il giacimento a queste manifestazioni significa assegnargli un'età troppo antica rispetto alle linee tettoniche fondamentali a cui è strettamente legato (oligo-mioceniche): d'altra parte non c'è prova di una diretta dipendenza genetica delle soluzioni metallizzanti dai porfidi o dalle porfiriti, nè data la massa relativamente modesta delle effusioni porfiriche c'è rapporto con la imponente mineralizzazione. Il carattere della mineralizzazione è poi di tipo epitermale fino a mesotermale, con carattere tele-apomagmatico.

Io confermo pertanto in questa nota la mia opinione che la fonte della mineralizzazione di Raibl dovrebbe rintracciarsi in un apporto idrotermale di una massa magmatica ancora profonda di età terziaria, *senza con ciò escludere che una prima e più antica manifestazione esterna di questa stessa massa magmatica sia costituita dalle porfiriti e dai porfidi della nostra regione.* Una tale ipotesi s'accorda con quella geologico-tettonica già messa in evidenza da Gb. DAL PIAZ [1] circa la probabile esistenza di un grande batolite profondo di età terziaria a cui sarebbero riferibili le varie manifestazioni intrusive dell'arco alpino periadriatico, e potrebbe convalidare il criterio di consanguineità proposto da SCHROLL attraverso l'analisi di tracce di metalli nelle blende (la presenza in tutte di Ge, Ga, Tl, As) in quanto i piccoli giacimenti anisici e ladinici verrebbero riferiti al ciclo del magmatismo triassico, i grandi giacimenti ladinici a batoliti terziari *di cui il magmatismo triassico rappresenterebbe una più antica manifestazione.*

Da quando TAUPITZ nel 1954 rese pubblica la concezione di giacimenti chimico-organogeni e meccanici di tipo prettamente sedimentario, si va di pari passo sviluppando sempre più, come prima accennai, l'idea che l'apporto primo di metalli e di fluoro provenga da manifestazioni vulcaniche sottomarine. In sostanza dunque fra un giacimento tipicamente idrotermale ed uno di quelli definiti come sedimentari non ci sarebbe nessuna differenza di genesi perchè ambedue sono di origine

magmatica, soltanto che nei primi, essendo epigenetici, le soluzioni hanno dovuto migrare attraverso le fratture e porosità delle rocce, mentre i metalli in esse contenuti sono stati « intrappolati » dall'azione chimico fisica e talora catalitica di rocce particolari incontrate nel loro percorso (influenza della roccia incassante sulla deposizione); nei secondi, singenetici, il medium attraverso cui sono migrate le soluzioni idrotermali era l'acqua del mare e le « trappole » per i metalli erano costituite dalle facies sapropelitiche, cosicchè si originarono dei depositi i cui minerali presentano tipiche strutture e tessiture sedimentarie appunto perchè la deposizione avvenne in un medium molto fluido, qual'è l'acqua del mare. Per distinguere questi particolari giacimenti dovrebbe bastare l'aggiunta di un aggettivo al termine già noto, cioè: *giacimenti idrotermali marini*.

Un'ultima considerazione desidero ancora fare: che cioè non si deve dimenticare il concetto di « failles vivantes » [18]. I grandi giacimenti alpini, come già dissi, sono sempre accompagnati da una tettonica molto complessa e di proporzioni grandiose: non è improbabile che questa tettonica sia rivissuta nei terreni di copertura, sopra le zone che erano già state sedi di dislocazioni, di fenomeni vulcanici, o di antiche mineralizzazioni. Non si può pertanto escludere che a creare la caratteristica delle paragenesi povere di minerali e di metalli abbiano contribuito anche soluzioni eterogenee provenienti in parte da giacimenti diversi, rimaneggiati durante le fasi orogenetiche, accanto a vere soluzioni idrotermali di magmi juvenili, come ha proposto SCHNEIDERHÖHN nel capitolo « Giacimenti di tipo alpino rigenerati in un orogene con forte plutonismo sinorogenico e vulcanismo susseguente » [12].

*Fotografie e micro-macro fot. dell'Autore*

*Miniere di Raibl, Cave del Predil, 4 novembre 1955, e Centro studi di Petrografia e Geologia del Consiglio Naz. delle Ricerche presso l'Università di Padova.*

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] BIANCHI A. e DAL PIAZ GB., *La monografia geologico petrografica sull'Alto Adige e Regioni limitrofe*. Relazione dei risultati ed aggiornamento critico. Period. Miner. 1939, n. 2, Roma.
- [2] COLBERTALDO D. (DI), *Il giacimento piombo zincifero di Raibl in Friuli (Italia)* - Mem. presentata 18<sup>a</sup> Sess. Congr. Intern. Geol., Londra, 1948.
- [3] COLBERTALDO D. (DI), *La teoria dell'impounding di R. A. Mackay nei riguardi di alcuni giacimenti piombo-zinciferi delle Alpi Orientali* - Estr. Rendic. Soc. M. I. Anno VI, 1949.

- [4] COLBERTALDO D. (DI), *Sulla genesi dei giacimenti piombo zinciferi di Grigna e Pian da Barco*, Estr. Rendic. Soc. M.I. Anno VII, 1952.
- [5] COLBERTALDO D. (DI), *I giacimenti piombo zinciferi di Grigna e Pian da Barco nelle Alpi Orientali* - Mem. present. 19<sup>a</sup> Sess. Congr. Intern. Geol. Algeri 1952.
- [6] COLBERTALDO D. (DI), *Strutture e tessiture di galena blenda e pirite in alcuni giacimenti delle Alpi orientali* - Centro studi petr. geol. C.N.R. presso Università di Padova - Vol. XVIII - 1955.
- [7] COLBERTALDO D. (DI), *I giacimenti a fluorite, blenda e galena della Val d'Aupa nelle Alpi Carniche*. In stampa.
- [8] HIESSLEITNER G., *Ostalpine Erzmineralisation in Begleitung von vor- und zwischen-mineralisatorisch eingedrungenem Eruptivganggestein* - Erzmetall - Band VII, Heft 8, 1954.
- [9] SCHROLL E., *Bemerkungen zur «Alpinen Metallogene» der Kalkalpinen Blei-Zink-Lagerstätten* - Tschermaks mineralogische u. petr. Mitteilungen, Band 5, Heft 1-2 (1954).
- [10] SCHROLL E., *Über das Vorkommen einiger Spurenmetalle in Blei-Zink-Erzen des Ostalpinen Metallprovinz* - Tschermaks mineralog. u. petr. Mitteilungen, Band 5, Heft 3, 1955.
- [11] SCHNEIDERHÖHN H., *Genetische Lagerstättengliederung auf geotektonischer Grundlage* - N. J. Min. Mh. 1952, 47-89.
- [12] SCHNEIDERHÖHN H., *La position génétique des gites métallifères post-Triassiques de l'Afrique du nord Française* - Comptes rendus XIX ses. Congr. Geol. Intern., Section XII - Alger 1952.
- [13] SCHNEIDER H. J., *Die sedimentäre Bildung von Flusspat in Oberen Wettersteinkalk del nördlichen Kalkalpen* - Abh. der Bayerischen Akad. der Wissens. Neue Folge, Heft 66, 1954.
- [14] SCHULTZ O., *Ein neuer Aufschluss der stratigraphischen Grenze Wettersteinkalk - Raibler Schichten*. Berg u. Hütt. Monatshefte, Heft 2, 1955.
- [15] SCHULTZ O., *Montangeologische Aufnahme des Pb-Zn - Grubenrevieres Vomperloch, Karwendelgebirge, Tirol*. Berg u. Hütt. Monatshefte, Heft 9, 1955.
- [16] TAUPITZ K. Ch., *Erze sedimentärer Entstehung auf alpinen Lagerstätten des Typus «Bleiberg»* - Zeitschr. für Erzberg. u. Metallhütt. Agosto 1954, Heft 8.
- [17] TAUPITZ K. Ch., *Über Sedimentation, Diagenese, Metamorphose, Magmatismus und die Entstehung der Erzlagerstätten* - Sond. aus der Chemie der Erde Zeitschr. für Chem. Min. Petr. Bodenkunde u. Geoch. Siebenzehnter Band, Heft 2, 1954.
- [18] RAGUIN E., *Métallogénie hydrothermale et failles vivantes* - Extrait du Bulletin de la Société Géologique de France, 5<sup>a</sup> serie, tome XIX, 1949.

### SPIEGAZIONE DELLA TAV. VI

*Macrografia composta di un campione della breccia tettonica mineralizzata (strato di Raibl sostituito). Lo straterello nero in alto, cataclasato e fagliato è una selce nera sterile sfuggita alla sostituzione; lo straterello nero in basso, pure diacclasato e fagliato, è costituito da una marna molto silicea e bituminosa sterile; tutti gli altri frammenti neri sono relitti di selci o di marne. Il materiale che cementa l'insieme è formato da blenda gialla microcristallina a grana finissima, galena, pirite, dolomite bianca e baritina. Non mi sembra che possa esistere un quadro più chiaro di quello illustrato da questa macrografia, per esprimere un processo di iniezione idrotermale con sostituzione selettiva e sotto pressione. Luce ordinaria, 12 macrografie semplici, 2,5 X circa.*

