

DINO DI COLBERTALDO - PIERFRANCESCO PAGNACCO

IL GIACIMENTO DI GALENA ARGENTIFERA DI VALVASSERA IN VALGANNA

Lo studio del giacimento di galena argentifera di Valvassera in Valganna fa parte di quell'insieme di ricerche geominerarie che da alcuni anni stiamo conducendo sulle Alpi centro orientali con la collaborazione di giovani ricercatori e sotto gli auspici del CNR e della Raibl Soc. Mineraria del Predil. Collaboratore per questo lavoro è stato il Dr. Pierfrancesco Pagnacco, cui si deve il rilievo geominerario e tettonico della regione che circonda la miniera e del sottosuolo.

Le ricerche di laboratorio sono state eseguite assieme, parte presso l'Ufficio Geologico della Raibl di Udine, parte presso l'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Milano.

Sul giacimento di Valvassera finora non erano stati eseguiti studi completi su basi scientifiche. Alcuni Autori ne parlano incidentalmente nelle loro pubblicazioni sul Varesotto. Altri (Jervis, Curioni, Artini ecc.), interessandosi della zona dal punto di vista minerario, includono questo giacimento fra le numerose mineralizzazioni associate al porfido quarzifero e ne fanno una descrizione molto sommaria, limitandosi a dare la posizione del filone ed elencando i minerali presenti con le loro caratteristiche cristallografiche.

Il lavoro che qui presentiamo non è ancora completo e definitivo, soprattutto per quanto riguarda la genesi del giacimento, poichè per giungere ad una conclusione concreta, se a questo si potrà arrivare, è necessario conoscere bene prima tutte le altre manifestazioni metallifere della regione.

Le nostre ricerche di campagna e sottosuolo sono state agevolate dal Dr. Salbe, Presidente della Soc. MIRIVA; e quelle di laboratorio dal Dr. Ing. Giovanni Nogara, Direttore Generale della « Raibl »; dal Prof. G. Schiavinato, Direttore dell'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Milano, dal prof. A. Bianchi, Direttore del Centro Studi di Petrografia e Geologia del CNR presso l'Università di Padova. A tutte queste persone rivolgiamo i nostri ringraziamenti.

GEOLOGIA DELLA REGIONE

La regione studiata si trova una decina di chilometri a nord di Varese ed è compresa nelle tavolette n. 31-I-SE e 31-I-SW, del foglio n. 21 della Carta d'Italia dell'IGM, dal titolo rispettivamente *Arcisate e Gavirate*.

I primi studi geologici effettuati nel distretto porfirico del lago di Lugano, cui fanno parte anche i porfidi della Valganna, risalgono al

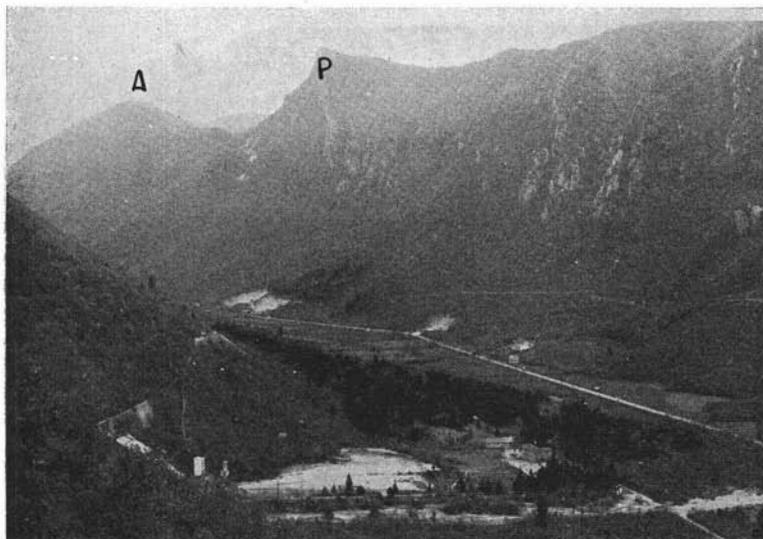


Fig. 1. — Panorama sulla Valganna: in primo piano, gli edifici della Miniera; in P, monte Poncione; in A, monte Val de' Corni (porfidi).

1883 ad opera di T. Harada (9). Successivamente si occuparono della zona Artini, De Angelis, Fossa Mancini, Nangeroni, Novarese, Taramelli, Vanni ed altri. Più significativo è però il lavoro di Kuenen del 1925 (10), perchè più completo sia dal punto di vista geologico-tettonico che petrografico; e simile come importanza è l'opera di De Sitter (6), pure dello stesso anno (che però interessa soltanto la zona marginale del nostro rilievo).

La regione della Valganna, a partire dalle omonime grotte a sud

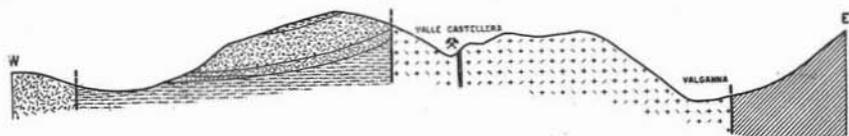
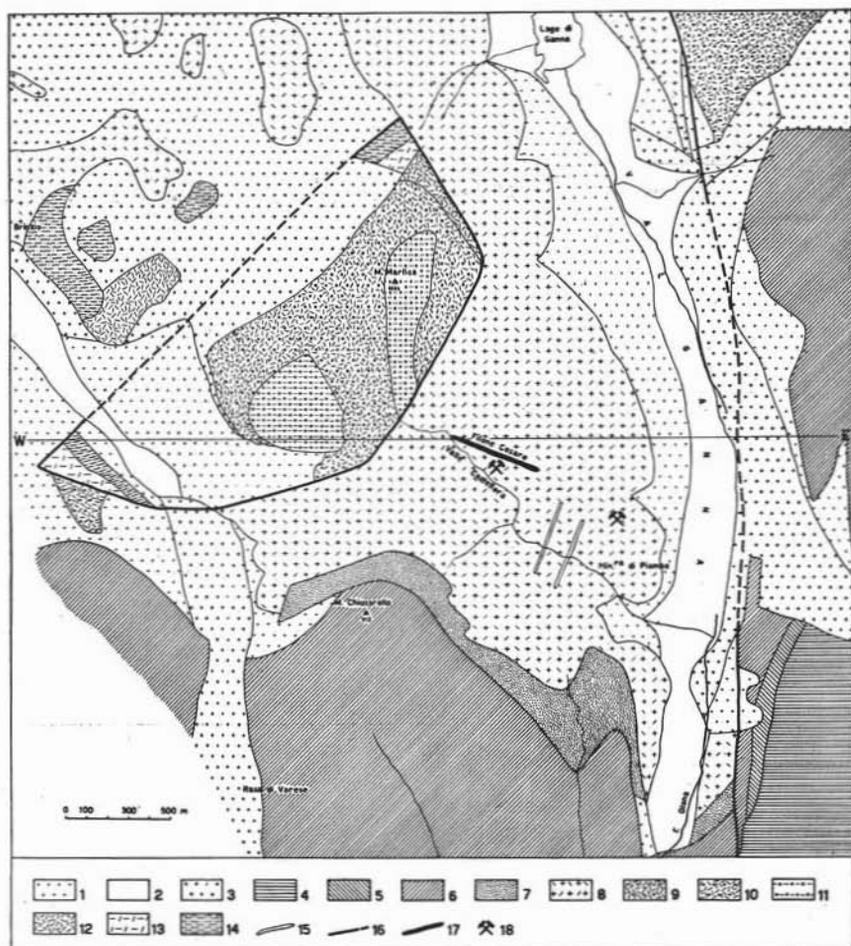


Fig. 2. — Schizzo geologico della regione che circonda le miniere di Valvassera e profilo geologico W - E.

Spiegazione dei segni: 1, detrito di falda; 2, alluvioni recenti; 3, morene in generale; 4, Norico, dolomie; 5, Carnico, calcari marnosi; 6, Ladinico superiore, dolomie; 7, Werfeniano, conglomerati e arenarie del Servino; 8, Permico, porfidi; 9, Permico, porfirite quarzifera; 10, Permico, porfirite a pirosseno; 11, Permico, conglomerati tufacei; 12, Permico, porfirite quarzoso-biotitica; 13, Permico, tuffiti basali; 14, Paleozoico, micascisti e gneiss; 15, filoni eruttivi vari; 16, faglie; 17, filoni metalliferi; 18, miniere di Valvassera.

fino al lago di Ghirla a nord, è costituita da terreni paleozoici (Carbonifero e Permico) e triassici, disposti in normale successione stratigrafica, come risulta dallo schema che qui riportiamo:

Quaternario	—	{ alluvioni recenti, talora torbose detrito di falda morena
Norico	—	
Carnico	—	
Ladinico-Anisico	—	facies dolomitica infraraibiana
Werfen	—	arenarie e conglomerati del Servino
Permico	—	porfidi, porfiriti e tufi
Carbonifero	—	micascisti e gneiss

All'inizio del Permico la regione era occupata dai rilievi di scisti cristallini e gneiss, smantellati ed appiattiti dall'erosione. Durante detto periodo si ebbe l'effusione delle rocce porfiriche del distretto del Lago di Lugano, caratterizzate da varie colate, differenti per composizione mineralogica e chimica. Queste manifestazioni effusive ebbero inizio con tufi, tufiti biotitico-quarzoso-porfiriche, alla cui base si trovano conglomerati con ciottoli costituiti da scisti. Sopra i tufi, che hanno una potenza complessiva di circa 75 m., segue una colata di porfirite quarzoso-biotitica di 200 m. di spessore massimo, quindi porfiriti pirosseniche con interstratificazioni di tufi, per altri 450 m. di potenza, ed infine una porfirite quarzosa a tessitura fluidale, con interstratificazioni tufacee, potenza 150 m.. Sopra questo basamento di tufi e porfiriti si trova adagiata la gigantesca colata di porfido quarzifero, chiamato *granofiro*, per la sua tendenza a dare strutture micropegmatitiche grafiche (granofiriche), che ammantano la zona con uno spessore di diverse centinaia di metri. Diechi porfirici, della potenza di alcune decine di metri, alimentanti la colata, sono visibili nei dintorni di Brinzio ed anche in altre parti della massa granofirica. Vene pegmatitiche negli scisti e gneiss della Valmolina e filoni e vene di barite, fluorite e quarzo talora con galena argentifera e pirite, sparse un po' dovunque nella regione, debbono interpretarsi come una manifestazione dello stesso magma.

Nel periodo successivo all'attività vulcanica, la regione fu sottoposta ad una lenta subsidenza epigenetica, che secondo Kuenen ed altri

Autori durò fino all'epoca del corrugamento alpino e determinò la trasgressione Werfeniana con conglomerati e arenarie del Servino, formazione basale della serie sedimentaria. Il Servino è poco diffuso in Valganna. Sopra il Werfen poggiano le facies dolomitiche dell'Anisico e del Ladinico, la cui distinzione, basata sulla presenza di un sottile livello bituminoso, è spesso molto incerta; la potenza complessiva si aggira sugli 800-900 metri. In regolare successione stratigrafica troviamo quindi il Carnico, in genere poco esteso, con calcari marnosi talora fogliettati, di colore grigio-giallastro, privi di fossili; ed infine il Norico, caratterizzato da dolomie suberistalline, con macchie violacee, spesso cariate per dissoluzione dello scheletro calcareo, o sfaticcie per alterazione.

TETTONICA DELLA REGIONE

La struttura tettonica della Valganna s'inquadra nell'anticlinale del Campo dei fiori, già studiata da Harada, Senn, Kuenen e soprattutto da De Sitter. Il nucleo di questa anticlinale, il cui asse è diretto press'a poco E.NE-W.SW, nella zona della Valganna è formato da rocce metamorfiche (micasisti e gneiss) e effusive, mentre nei fianchi troviamo le formazioni sedimentarie più recenti. Ad E della Valganna l'anticlinale, secondo De Sitter, si complica ed assume una certa asimmetria dovuta al ripiegamento del nucleo cristallino in diverse pieghe secondarie difficilmente riconoscibili, cui sarebbe da imputare l'origine della « *faglia della Valganna* » che ha direzione N-S e che corre lungo il pendio orientale della Valle stessa (vedi schizzo geologico).

Altre numerose faglie, legate alla formazione dell'anticlinale, sono raggruppabili in due sistemi: uno più antico a direzione NE-SW, ed uno più recente a direzione N-S.

La faglia della Valganna ha un rigetto notevole al centro, mentre verso le estremità nord e sud si attenua tanto che nelle rocce dolomitiche anche la faglia stessa non è più visibile.

Spesso il contatto tra rocce metamorfiche e sedimentarie è di origine tettonica dovuto forse alle diverse caratteristiche meccaniche delle rocce e quindi alla diversa reazione alle spinte.

La tettonica all'interno della formazione porfirica è piuttosto semplice, se si prescinde dalle numerosissime fratture dovute al raffreddamento della massa. La struttura più interessante è quella rappre-

sentata dall'horst del Monte Martica, sulla cui sommità affiorano i terreni porfirici più antichi, cioè le porfiriti a pirosseno e i conglomerati tufacei ed un piccolo nucleo di micascisti, mentre tutto all'intorno, secondo un contatto di faglia verticale, gli altri terreni, per lo più porfidi, si trovano abbassati. L'elevazione massima di questo horst è di circa 500 m.

IL GIACIMENTO DI VALVASSERA

Notizie storiche.

La tradizione locale vuol far risalire la miniera di Valvassera ad epoca romana, basandosi su avanzi di lavori ritenuti di quei tempi; ma non ci sono tuttavia argomenti sicuri per avvalorare una tale credenza.

Le prime notizie sicure risalgono invece al secolo scorso, fra il 1830-1840, quando un privato, attratto dai resti di antiche gallerie, iniziò una coltivazione su piccola scala, limitata al solo livello S. Carlo. Verso il 1862 la miniera passò al Sig. Vinasque Bagliani, il quale, determinata la potenza e l'estensione del filone, riprese la coltivazione lungo il livello S. Carlo, su regolare concessione. Dissesti finanziari fecero sì che in seguito il proprietario si associasse al Sig. Barboglio e cedesse poi allo stesso la concessione. Il Barboglio dette grande impulso alla miniera, tracciando nuove gallerie e pozzi, costruendo anche una piccola diga sul torrente Castellera per impiegare l'acqua come forza motrice per la laveria. Dopo aver conseguito notevoli profitti, il Barboglio vendette la concessione all'ingegnere tedesco Schmidt, che lavorò per parecchi anni sempre con profitto, tracciando fra l'altro anche la galleria omonima ed il traverso banco che da questa galleria porta all'esterno presso il torrente.

Dopo la morte dell'ing. Schmidt, la miniera, a causa del basso prezzo del piombo, rimase chiusa fino al 30 giugno 1909, data di nuova riapertura ad opera dei Signori Camolli e Magnoni di Varese, che la coltivarono fino al 1918. In tale anno la miniera, con tutte le proprietà, passò all'Impresa Girola di Milano che iniziava la sua attività con lavori di ricerche, preparazione di nuovi cantieri, costruzione di una nuova laveria sul fondo valle presso il torrente Castellera (dov'è ancora oggi), impianto di una teleferica dalla galleria Schmidt alla laveria (40-50 t/giorno). Nel 1935 si chiuse l'esercizio di Camolli e Magnoni, la miniera venne abbandonata fino al 1940, anno in cui fu riaperta da parte della

Soc. MIRIVA (Miniere Riunite Varese) che la gestisce tuttora, dopo una interruzione dal 1945 al 1948.

Attualmente la miniera consta di cinque livelli, denominati dall'alto al basso, San Carlo, Schmidt, Bianchi, Umberto, Cesare, per complessivi cinque chilometri di gallerie. La coltivazione è limitata per ora al livello Cesare e prosegue verso l'alto sino a raggiungere il sovrastante livello Umberto.

L'AMBIENTE GEOLOGICO E TETTONICO DEL GIACIMENTO

Il giacimento di Valvassera è interamente incassato nel porfido rosso quarzifero, che non presenta sostanziali differenze dall'esterno all'interno. Le numerose sezioni studiate di campioni prelevati in superficie e nel sottosuolo offrono questo quadro petrografico: struttura olocrostellina ipidiomorfa a grana media, tendente alla porfirica per la presenza di grossi fenocristalli di ortoclasio. I componenti fondamentali sono quarzo, ortoclasio, biotite, muscovite; gli accessori: zircone, apatite, oltre a pochi minerali opachi; i secondari: sericite, clorite, saussurite, calcite.

Nella roccia si distinguono bene due generazioni, una più antica con cristalli idiomorfi rappresentati soprattutto da ortoclasio, quarzo, plagioclasio, miche, minerali accessori; ed una più recente con cristalli allotriomorfi di ortoclasio e quarzo.

Il quarzo è il minerale più abbondante, in cristalli idiomorfi riasorbiti ai bordi (I generaz.) ed in plaghe allotriomorfe (II generaz.); normalmente i cristalli sono limpidi e fratturati, con sericite nelle fratture; l'estinzione è ondulata. Il quarzo si trova spesso associato all'ortoclasio in aggregati micropegmatitici.

L'ortoclasio è abbondante in cristallini idiomorfi di colore rosa, talora in grossi fenocristalli o in plaghe allotriomorfe. E' biassico negativo con indici sempre inferiori a quelli del balsamo. E' normalmente alterato in prodotti saussuritici e sericitici. Gli individui maggiori sono geminati tipo Karlsbad e presentano frequenti accrescimenti micropegmatitici e micropertitici.

I plagioclasii sono poco frequenti. Hanno abito idiomorfo e sono geminati secondo la legge dell'albite, dell'albite-Karlsbad, del periclino. Nei geminati tipo albite gli angoli di estinzione in zona simmetrica danno in media un valore di 15° corrispondente ad una miscela andesinica al 35% An.

La muscovite è di solito rara, in lamelle, spesso associate a biotite. Più rara è la biotite, in lamelle sfrangiate riassorbite ai bordi, con pleocroismo α = giallo, β = e γ = marron scuro.

I minerali accessori, apatite, zircono, pirite si presentano nel normale abito idiomorfo con le caratteristiche ottiche usuali. Fra i prodotti secondari si annovera calcite e clorite.

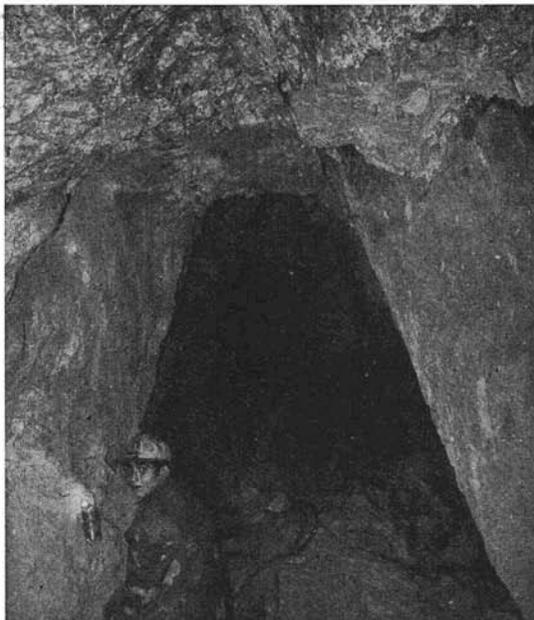


Fig. 3. — Miniera di Valvassera: galleria lungo il filone. Sulla destra di chi guarda si nota molto bene la salbanda del filone.

Il porfido incassante il filone è di solito alterato dall'azione idrotermale delle soluzioni metallizzanti e contiene spesso della fluorite epigenetica formatasi per sostituzione di alcuni componenti. Il colore della fluorite è violaceo, l'abito cubico, le tracce di sfaldatura ben visibili; cristallini di apatite (divenuti ospiti durante il processo di sostituzione) risultano inclusi nella fluorite.

Il porfido si presenta di solito con un aspetto massiccio nell'insieme, ma è interessato da un gran numero di piccole fratture, dovute a contrazioni della massa porfirica durante il raffreddamento. Queste

fratture non sembrano avere avuto importanza agli effetti della mineralizzazione: hanno di solito direzione intorno a NE-SW e sono verticali o quasi. In seno a questo ambiente si trovano due faglie con direzione WNW-ESE con breccia di frizione mineralizzata e con potenza variabile da m. 0,30 a 3,50 e più. Le due faglie hanno decorso pressochè rettilineo e parallelo, sebbene verso l'estremità est si avvicinino alquanto. Si tratta di faglie vicarianti.

La faglia più meridionale delle due presenta nella parte mediana della breccia e con un andamento parallelo alle salbande, una frattura di spessore molto variabile, riempita di materiale argilloso.

FORMA DEI CORPI MINERARI E TIPO DI MINERALIZZAZIONE

Il giacimento di Valvassera è attualmente costituito da due filoni, ad andamento press'a poco parallelo. Il filone principale, denominato *Cesare*, ha direzione N 58° W in media ed immerge verso N con 80° circa. Corrisponde ad una faglia mineralizzata ed è sdoppiato in direzione da quella frattura riempita d'argilla, di cui abbiamo parlato poco sopra, in due porzioni, chiamate *Primo filone al letto* e *Secondo filone al tetto*.

L'andamento del filone Cesare è in complesso abbastanza regolare; nei livelli superiori la sua immersione tocca i 70°.

L'altro filone, denominato in loco « *Terzo filone* » è stato scoperto di recente ed occupa con tutta probabilità un'altra faglia, vicariante della faglia principale. La sua giacitura è parallela a quella del filone Cesare, sia per quanto riguarda la direzione che l'immersione.

La potenza del filone principale può raggiungere e talora sorpassare i tre metri. Il minerale risiede soltanto nella parte centrale del filone dato che le estremità E.SE e W.NW sono praticamente sterili. Si può dire che in sezione verticale ed in direzione il corpo minerario abbia la forma di un trapezio con la base maggiore rivolta verso l'alto.

In seno al corpo minerario, il corpo metallifero ha forma molto irregolare ed instabile, costituendo nell'insieme delle colonne subverticali che contengono la maggior concentrazione nei livelli superiori, mentre verso la superficie tendono ad isterilirsi, forse per incipiente sopravvenuta lisciviazione per « *descensum* ». L'affioramento del filone Cesare è ben visibile per aver dato luogo ad una depressione ed a una interruzione della pendenza del versante.

Del terzo filone non si hanno ancora dati sufficienti per una sua

descrizione dettagliata in quanto è stato scoperto di recente ed è conosciuto solo nella parte più bassa della miniera.

La struttura dei filoni, anteriore alla metallizzazione, era dunque quella di fratture riempite dal materiale della pareti. Le soluzioni salirono attraverso le breccie porose e le metallizzarono, ove erano meno compresse, per impregnazione, ed in piccola parte anche per sostituzione dei minerali più facili all'alterazione, quali per esempio i feldspati. Le soluzioni hanno anche metallizzato qua e là il porfido alle

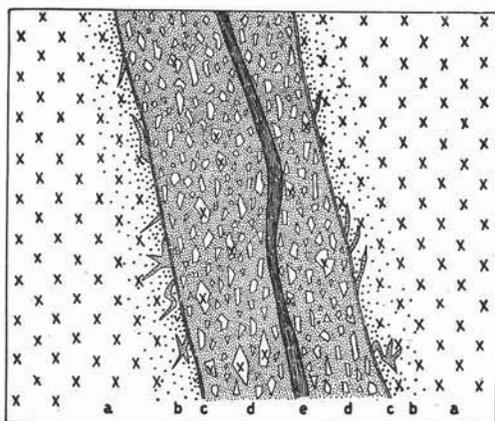


Fig. 4. — Sezione verticale del filone principale.

salbande lungo le screpolature collaterali alle faglie, per la profondità di qualche decina di centimetri. In queste venuzze si ha tessitura simmetrica. Esse talora sono così fitte da dare in certi punti una mineralizzazione «fuori filone» più importante di quella filoniana vera e propria.

Una sezione attraverso la roccia incassante ed il filone principale mette in evidenza il seguente motivo (vedi figura 4):

- a) porfido incassante compatto;
- b) porfido incassante sempre più alterato con l'avvicinarsi al filone e con venuzze di minerale;
- c) salbanda spesso argillificata, di colore giallastro, sempre bagnata da acqua discendente;
- d) breccia di frizione mineralizzata con tessitura irregolare;
- e) straterello costituito da prodotti argillosi, in cui sono presenti anche minutissimi frammenti di minerali metallici, testimoni di una ripresa dei movimenti, dopo avvenuta la mineralizzazione.

DESCRIZIONE DEI MINERALI METALLICI E DELLA LORO GANGA
ALL'ESAME MICROSCOPICO.

Durante lo studio microscopico delle sezioni lucide e sottili di numerosi campioni sistematicamente prelevati nei diversi livelli, abbiamo potuto distinguere i seguenti minerali:

a) *minerali metallici*

galena
pirite
marcasite
calcopirite
pirrotina
tetraedrite argentifera (freibergite)
arsenopirite
blenda I^a e II^a

b) *prodotti d'alterazione dei minerali metallici*

göthite
covellina
calcocite
cerussite

c) *minerali della ganga*

quarzo I^o - II^o - III^o
fluorite
baritina
siderite
clorite

d) *minerali d'incerta origine, probabilmente presenti originariamente nel porfido*

rutilo
ilmenite

Galena.

In tutto il giacimento la galena è il minerale più abbondante fra quelli metallici. In sezione lucida si presenta con i caratteri ottici che contraddistinguono normalmente questo minerale: colore bianco, potere di riflessione medio alto, assenza di pleocroismo e di effetti di anisotropia, bassa durezza, molte figure triangolari. Raramente compare

in cristalli ad abito idiomorfo, soprattutto cubi, come al livello Bianchi; più sovente si presenta in plaghe allotriomorfe adattate agli spazi intercrystallini lasciati dai minerali depositatisi in precedenza, oppure in venette sottili (in tutti i livelli). Non sono rari anche bellissimi esempi di *pseudomorfo*si di galena su fenocristalli di ortoclasio.

La galena quando si presenta allotriomorfa non è pura; essa contiene smistamenti di tetraedrite o frammenti di calcopirite, blenda, pirite, siderite che si annidano di preferenza verso il bordo delle plaghe (livello Cesare e Umberto), oppure anche di fluorite e quarzo II (livello Umberto).

La struttura risulta visibile solo dopo attacco con HBr conc. Appaiono così delle bande ad andamento sinuoso attestanti che il minerale è stato sottoposto a movimenti posteriori alla sua deposizione, e tracce di piani di sfaldatura secondo il cubo, da interpretarsi come una ricristallizzazione successiva.

Quando la galena si trova in venette microscopiche, come nei livelli Umberto, Bianchi, S. Carlo, Schmidt si nota la seguente tessitura: alle salbande delle venette, cristalli pressochè idiomorfi di baritina e quarzo, mentre al centro negli spazi vuoti, tra le terminazioni appuntite dei cristalli suaccennati, galena. Questa galena non presenta alcuna inclusione di altri minerali e dopo attacco con HBr rivela sempre antiche deformazioni meccaniche (fratture sinuose, microfaglie con breccia di frizione) e talora una decisa laminazione secondo piani paralleli, il tutto mascherato dalla ricristallizzazione cubica più recente.

La galena dei livelli superiori, come per esempio del S. Carlo, sembra di tipo metacolloidale, per essere formata da evidenti zone di accrescimento, che successivamente hanno assunto contorni poligonali. Questa constatazione appoggia l'ipotesi di una diminuzione della temperatura nel giacimento dal basso all'alto. Il quarzo II e la siderite sostituiscono parzialmente con automorfismo la galena. La galena invece sostituisce la baritina divenendone talvolta pseudomorfa.

Pirite.

La pirite deve ritenersi il minerale metallico più abbondante dopo la galena. I caratteri ottici sono quelli normali delle comuni piriti: colore di riflessione giallo bianco, mancanza di pleocroismo, leggera anisotropia anomala dovuta alla instabilità della sua composizione stechiometrica.

La pirite si presenta in cristallini cubici idiomorfi, talora di dimen-

sioni macroscopiche, o più spesso in forma di una minuta granulazione quale risultato della fratturazione dei cubetti ad opera dei movimenti tettonici. Si possono anche osservare due tipi di fratturazione: o come microfratturazione senza distacco delle parti; oppure con distacco delle parti, in cui però sono visibili ancora i segni della prima microfratturazione.

Galena e pirite hanno reagito diversamente alle spinte tettoniche. La galena, essendo plastica si è deformata, adattandosi alle nuove condizioni mediante processi di laminazione, e successivamente ricristallizzando; la seconda invece, più dura e elastica, si è fratturata. E' stato osservato nella pirite del livello Umberto una struttura scheletrica, da interpretarsi però come un residuo di sostituzione da parte di minerali di ganga.

La pirite contiene inclusioni di minerali della ganga, quali resti di sostituzione durante il processo di crescita. A sua volta, la pirite è contenuta come inclusione nella galena e nella calcopirite, dai quali minerali è stata in parte sostituita. E' pertanto anteriore alla loro formazione.

Abbiamo esaminato anche delle sezioni di pirite fratturata in cui le fratture sembravano cementate da galena. Considerando però che i due minerali presentano caratteristiche meccaniche decisamente opposte, dobbiamo interpretare il fenomeno come il risultato di un processo tettonico che ha coinvolto contemporaneamente i due minerali; in tal modo la galena è stata cacciata a pressione dentro le fratture della pirite.

Marcasite

Minerale assai raro a Valvassera, è stato osservato in associazione a pirite nei livelli Cesare e Schmidt. Gli individui hanno abito idiomorfo. A nicol paralleli presenta colore di riflessione bianco con punte al giallo, potere di riflessione molto elevato, debole pleocroismo, che diviene più marcato in olio. A nicol incrociati gli effetti di anisotropia sono molto evidenti con colori azzurro chiaro, bruno scuro quasi estinto; in olio divengono ancora molto più appariscenti.

Calcopirite

La calcopirite si trova di regola in plaghette come inclusione nella galena, o disseminata in minuscoli granuletti nella ganga, preferendo la baritina, fra le cui lamelle essi trovano la sede più adatta. Il colore

di riflessione è giallo oro, il potere di riflessione è compreso fra quello della galena e della pirite, la biriflessione praticamente assente in aria, è appena visibile in olio; deboli gli effetti di anisotropia a nicol incrociati, un po' più marcati in olio. Dopo attacco delle sezioni lucide con ammoniaca ed acqua ossigenata, è comparsa una distinta struttura cristallina, messa in evidenza da lamelle di geminazione polisintetica (vedi Tav. II). Inoltre è stato possibile constatare che alcuni cristalli di calcopirite sono in più punti interrotti o attraversati da galena, il che dimostra come la calcopirite inclusa nel solfuro di piombo sia un resto di sostituzione e non un prodotto di smistamento. La calcopirite include cristallini di pirite e raramente di blenda (livello Bianchi) di solito lungo i bordi e perciò, nella serie paragenetica, è anteriore alla galena e posteriore alla pirite.

Pirrotina

E' un minerale non molto abbondante e irregolarmente diffuso. Si presenta in piccoli cristallini, spesso in abito idiomorfo, o in aggregati di granuletti quali inclusioni nella galena. Il potere di riflessione è abbastanza elevato, il colore di riflessione giallo crema con lieve tendenza al bruno rame; il pleocroismo già visibile in aria, è più evidente in olio e varia dal bruno scuro per O, al crema molto chiaro per E. A nicol incrociati gli effetti di anisotropia sono molto marcati, ed i colori variano dal grigio bleu verde al giallo grigio rossastro.

La pirrotina è stata riscontrata sicuramente soltanto al livello Cesare.

Blenda.

La blenda è presente un po' dovunque, ma sempre in piccola quantità; i suoi caratteri ottici sono quelli usuali: potere di riflessione medio basso, colore di riflessione grigio chiaro, isotropa e con riflessi interni di colore rosso bruno scuro (blenda I leggermente marmatitica) oppure giallo arancione (blenda II). La forma degli individui è quella di granuletti più o meno rotondeggianti, o di plaghette allotriomorfe immerse nella ganga o nella galena ed anche, molto più raramente, nella calcopirite. Quando la blenda si trova nella baritina, allora è disposta fra le sue lamelle; quando invece risulta inclusa nella galena, o si trova orientata nei suoi piani di sfaldatura ponendo così in rilievo l'andamento ondulato di questa; oppure risulta irregolarmente disseminata in essa in forma di granuli e plaghette.

La blenda inclusa nella galena appartiene a due distinte generazioni: quella disposta irregolarmente nel minerale ospite, dopo attacco rivela una struttura decisamente cristallina con tracce di piani di sfaldatura che si intersecano con angoli di 60° ; quella invece giacente nei piani di sfaldatura della galena mostra, dopo attacco, una struttura a zone, che testimoniano una origine metacolloidale. La blenda cristallina va interpretata di prima generazione (blenda I) e costituisce resti di sostituzione operata dalla galena; la blenda metacolloidale giacente nei piani di sfaldatura della galena appartiene ad una seconda generazione (blenda II), posteriore alla galena (vedi Tav. I, Fig. 3). La blenda II sostituisce la galena per « penetrazione guidata ». La paragenesi pertanto nei confronti della galena è: blenda I \rightarrow galena \rightarrow blenda II.

La blenda I a sua volta contiene calcopirite.

Tetraedrite.

La tetraedrite si rinviene in forma di piccoli granuletti rotondeggianti, normalmente inclusi nella galena, ma anche, sebbene più di rado, nella calcopirite e nella blenda. Il suo potere di riflessione è molto elevato, un po' inferiore a quello della galena, il colore di riflessione è grigio bianco con punta al verde oliva, è isotropa e quasi totalmente estinta a nicol incrociati. Le inclusioni di tetraedrite nella galena sono talvolta allineate secondo particolari direzioni, cosicchè possono essere interpretate come un processo di smistamento della galena nei suoi piani di sfaldatura.

Poichè nella galena non abbiamo mai osservato nè corpi argentiferi, nè altri minerali d'argento, e poichè il tenore di questo metallo nella galena varia da circa 200 a 380 gr/t secondo le nostre due determinazioni ⁽¹⁾ (ma che deve essere certamente superiore nel concentrato) dobbiamo ritenere che il minerale portatore sia proprio la tetraedrite descritta, della varietà *freibergite*. Il contenuto di tetraedrite nella galena aumenta sensibilmente nel giacimento dal basso all'alto, cosicchè non è escluso che le parti superiori del giacimento siano anche più ricche, come già lo erano in passato.

⁽¹⁾ In un campione di galena prelevato al livello Cesare abbiamo trovato Ag gr. 209 - 236/t galena, e in un campione proveniente dal livello S. Carlo, Ag = gr 383/t galena.

Arsenopirite.

Manca nei livelli bassi e comincia a comparire soltanto al livello Schmidt. Si presenta in cristallini idiomorfi dalla caratteristica forma a losanga. Il potere di riflessione è molto elevato, il colore è bianco con punta al giallo, il pleocroismo visibile in olio con variazione dal bianco al giallo; gli effetti di anisotropia sono evidenti nelle tonalità del bruno scuro e bleu scuro.

MINERALI DELLA GANGA.

Quarzo.

Il quarzo compare in tre distinte generazioni:

a) *quarzo primario*, in fenocristalli appartenenti in origine al porfido incassante;

b) *quarzo I°*, sostituyente il feldispato potassico e subordinatamente gli altri minerali;

c) *quarzo II°*, in minuta granulazione come cemento di fratture.

Il quarzo primario, di origine liquido-magmatica, si presenta in fenocristalli più o meno riassorbiti ai bordi nelle ordinarie dimensioni in cui ricorrono nel porfido. Questi fenocristalli sono spesso fratturati e cementati da minerali di origine idrotermale, quali baritina, fluorite e quarzo II. Il quarzo I°, di origine idrotermale, ha determinato sostituzioni, soprattutto dell'ortoclasio, talora così intensamente da divenire pseudomorfo: il quarzo II si presenta invece in granuletti, a contorno irregolare, che cementano tutte le microfatture aperte nei minerali dai movimenti della seconda fase tettonica. La distinzione fra quarzo primario e quarzo II è molto evidente dopo attacco di struttura con HF su sezioni lucide. Nel quarzo primario compare una struttura che è tipica della modificazione β , nel quarzo II invece quella della modificazione α .

La paragenesi delle tre varietà di quarzo è di norma chiara. Il più antico è il quarzo primario che, per provenire dal porfido, è anteriore all'atto metallizzante; il quarzo I°, di venuta, sostituisce in particolar modo l'ortoclasio, il quarzo II è infine posteriore a tutti i minerali perchè cementa le loro fratture.

Fluorite.

La fluorite è abbastanza diffusa nel giacimento, sebbene irregolarmente distribuita. Per lo più si presenta in plaghe allotriomorfe, ma anche in individui idiomorfi di forma cubica. Se le plaghe sono di gran-

dezza macroscopica, allora compare una tessitura a mosaico. In sezione sottile è in genere incolore, non sempre perfettamente limpida. A nicol incrociati risulta totalmente estinta.

La fluorite sostituisce gli individui feldispatici, ma è a sua volta sostituita, lungo i piani di sfaldatura, dal quarzo I e dalla siderite e marginalmente dal quarzo II. L'ordine paragenetico dovrebbe pertanto essere fluorite \rightarrow quarzo I \rightarrow quarzo II.

Baritina.

La baritina si presenta nel caratteristico abito lamellare in tessitura raggiata e talora a rosetta, di colore rosa. In sezione sottile ed a nicol paralleli è di colore bianco con tendenza al giallo pallido; il rilievo è alto, sempre maggiore del balsamo. A luce convergente si rivela biassica positiva; l'estinzione è retta.

La baritina, è sostituita da fluorite; plaghette di baritina, quali resti di sostituzione, sono infatti presenti nella fluorite. Ma la posizione paragenetica della baritina nei riguardi degli altri minerali non è sempre chiara. Tuttavia osservando macroscopicamente il minerale in posto, si ha l'impressione che le rosette di baritina si siano sistemate in tutti gli interstizi della breccia di frizione, sostituendo anche dei minerali primari (del porfido originale); mentre nelle fessure rimaste aperte, fra la baritina e la breccia e fra le lamelle della baritina stessa, si sono infiltrati gli altri minerali di venuta, fra cui in particolare blenda e calcopirite.

Siderite.

Un altro minerale di ganga, molto diffuso specialmente al livello Schmidt, è la siderite, di color giallo marron. In sezione sottile appare di un colore bianco terroso; debolmente pleocroica, è caratterizzata da iridescenze che persistono anche a nicol incrociati. In sezione lucida presenta i fenomeni ottici consueti ai carbonati: colore di riflessione grigio scuro, potere di riflessione molto basso, ma superiore a quello della calcite, biriflessione notevole, riflessi interni giallo marron, effetti di anisotropia evidenti.

La siderite di rado in abito idiomorfo, costituisce di preferenza masse irregolari microcristalline. Sostituisce gran parte dei minerali già esistenti e, per essere esente da microfratturazioni, la sua messa in posto dovrebbe coincidere con un periodo posteriore all'ultima fase tettonica. Tuttavia inclusioni di siderite sono frequenti, come già abbiamo

detto, anche nella fluorite. Il fatto però può essere spiegato con processi di sostituzione per penetrazione guidata e con automorfismo operati dalla siderite sulla fluorite lungo i piani di sfaldatura. La posizione paragenetica della siderite risulta quindi posteriore all'ultima fase tettonica e anteriore alla venuta del quarzo II, in quanto questo minerale riempie gli spazi intercristallini della siderite stessa.

Altri minerali associati alla ganga.

Nella ganga si trovano anche altri minerali che originariamente facevano parte del porfido incassante come, per esempio, *ilmenite*, *rutilo*, *ortoclasio* talora profondamente alterato e suoi prodotti d'alterazione fra cui *sericite*, *calcite*, *clorite*, *caolino* ecc., ed il *quarzo* primario di cui già abbiamo parlato. Tutti questi minerali sono frammisti agli altri minerali della vera ganga idrotermale e debbono ritenersi in parte resti di un processo di sostituzione (rutilo, quarzo, ortoclasio) o prodotti d'alterazione soprattutto dell'ortoclasio (sericite, calcite, caolino ecc.).

L'*ilmenite* si presenta in sciami di piccoli aghetti. A nicol paralleli ha un potere di riflessione medio, che si abbassa alquanto in olio. Il colore è grigio chiaro; visibile una debole biriflessione. A nicol incrociati gli effetti di anisotropia sono evidenti.

Anche il *rutilo* compare in forma di microbastoncini, dal potere di riflessione medio e dal colore grigio simile a quello della blenda.

Il pleocroismo già debolmente visibile in aria, in olio è più evidente; pure visibili sono gli effetti di anisotropia ed i riflessi interni gialli.

Dei minerali citati in questo paragrafo, non si terrà conto nella paragenesi in quanto sono estranei alla metallizzazione.

MINERALI SECONDARI.

Göthite.

Quale prodotto d'ossidazione della pirite e della siderite troviamo la göthite, in plaghette allotriomorfe negli spazi intercristallini, o pseudomorfa. In sezione lucida la göthite presenta un colore di riflessione grigio ferro; il potere di riflessione è medio basso, molto simile a quello della blenda, ed in olio si abbassa ancora. Visibile la biriflessione, e gli effetti di anisotropia a nicol incrociati. I riflessi interni sono di colore rosso vivo. Quando la göthite sostituisce la siderite, il processo è favorito dai piani di sfaldatura del carbonato.

Covellina e calcocite.

Ambedue derivano dall'alterazione della calcopirite e si trovano in quantità accessoria. La covellina sostituisce marginalmente la calcopirite. Le sue proprietà ottiche sono quelle usuali: forte pleocroismo nelle tonalità verde-bleu, marcati effetti di anisotropia e riflessi interni arancione. La calcocite, piuttosto rara, appartiene alla varietà isotropa ed è contrassegnata da un colore di riflessione grigio con tendenza al bleu e da un potere di riflessione piuttosto basso.

Cerussite.

Al livello S. Carlo abbiamo notato della cerussite quale prodotto di sostituzione marginale della galena.

IL PROCESSO METALLIZZANTE.

Dallo studio dei reciproci rapporti fra i vari minerali presenti nel giacimento di Valvassera, in relazione ai movimenti che si sono succeduti e riscontrati nei minerali stessi, possiamo riassumere lo sviluppo dei vari fenomeni che portarono alla formazione dei filoni metalliferi.

Durante la *prima fase tettonica* si formarono in seno al porfido alcune fratture a direzione W.NW - E.SE con una pendenza di 70°-80° verso N.NE. Queste fratture furono in seguito riempite dal materiale porfirico caduto dalle pareti, costituendo così la sede più adatta per ricevere la *prima fase metallizzante*, comprensiva di due venute, a bassa termalità la prima, a media termalità la seconda. Non è possibile confermare se l'arsenopirite e la pirrotina appartengano all'atto metallizzante o non costituiscano invece dei minerali accessori del porfido incassante.

La *seconda fase tettonica* determinò un frizionamento del materiale di riempimento delle fratture, ivi compresi i minerali depositi durante la prima fase metallizzante. In favore di questa ipotesi ricordiamo i fenomeni di cataclasi, milonisi, laminazione presentati dai minerali metallici ed in gran parte mascherati dai successivi processi di ricristallizzazione.

Al termine di questa fase tettonica le pressioni si allentarono e nuove soluzioni poterono allora salire, apportando siderite e quarzo: è la *seconda fase metallizzante*. L'allentamento delle pressioni persistendo, si aperse in seguito una nuova frattura nella zona mediana della breccia. Questa fu allora riempita per descensum dai prodotti di

alterazione, come caolino e argilla. E' probabile che sia avvenuta in seguito anche un assestamento delle due opposte parti, favorito dal materiale argilloso.

Il quadro dei fenomeni minerogenetici ora descritto può essere così schematizzato:

I fase tettonica - apertura delle fratture principali, e riempimento delle stesse con materiale porfirico caduto dalle pareti

<i>I fase metallizzante</i>	}	I venuta (a	bassa ter-	malità)	{	1 baritina	
						2 pirite	
						3 marcasite	
						1 arsenopirite	} non sicuramente idrotermali; forse originali nel porfido
						2 pirrotina	
		II venuta (a	medio-alta	termalità)	{	3 calcopirite	
						4 blenda I	
						5 fluorite	
						6 quarzo I	
						7 galena + tetraedrite	
						8 blenda II	

II fase tettonica - trasformazione delle fratture in faglie, con frizionamento anche dei minerali della prima fase.

II fase metallizzante { siderite
quarzo II

III fase tettonica - riapertura di una frattura nel mezzo della breccia di frizione, suo riempimento con materiale argilloso e probabile successivo assestamento.

Considerando poi la distribuzione dei principali minerali nel giacimento in senso verticale, abbiamo notato che galena, tetraedrite, calcopirite, blenda aumentano verso l'alto, la pirite verso il basso, arsenopirite e pirrotina si localizzano nella zona medio superiore, fluorite e siderite si trovano di preferenza nella zona medio superiore, barite aumenta verso il basso e verso l'alto. Queste condizioni fanno ritenere che l'ambiente a temperatura di deposizione più elevata (meso fino catatermale) si trovi nella parte medio superiore del giacimento, corrispondente ai livelli Bianchi e Schmidt.

ORIGINE DELLE SOLUZIONI, ETÀ E CLASSIFICAZIONE DEL GIACIMENTO

Il problema dell'origine delle soluzioni che hanno dato luogo al giacimento di Valvassera non dovrebbe presentare in linea di massima delle difficoltà. Abbiamo visto che i corpi metalliferi sono incassati nel porfido, entro fratture, riempite dal materiale delle sponde, divenute poi faglie per assestamento delle zolle da esse staccate; che le paragenesi dei minerali sono abbastanza complete e potremmo aggiungere anche normali per un giacimento di origine magmatica; che accanto a venute di bassa temperatura stanno venute di minerali a media temperatura, richiamanti così il quadro delle paragenesi telescopiche dei giacimenti subvulcanici; e pertanto di fronte a queste constatazioni riteniamo che le soluzioni metallizzanti siano provenute dallo stesso magma che ha dato origine ai porfidi.

L'epoca in cui il giacimento si è formato è invece suscettibile di discussione, perchè in un distretto metallifero come quello della Valganna, e zone limitrofe, non ci si può ovviamente basare, per definire l'epoca di formazione, su di un solo giacimento.

Ritenendo che le soluzioni metallizzanti siano state un prodotto finale del magmatismo porfirico (i porfidi dovevano già essersi consolidati e fratturati), dovremmo far risalire l'epoca di formazione del giacimento al Post-Permico. Ma poichè nella zona esistono filoni e vene di barite, quarzo, fluorite che sono nettamente troncati alla base del Werfen, o penetrano anche nelle arenarie di questo periodo, possiamo concludere col dire che la metallizzazione, dovuta al magma porfirico, si protrasse dalla fine del Permico ad una buona parte del Werfeniano e che a questo intervallo risale anche il giacimento di Valvassera.

Tenendo conto dei risultati a cui è giunto il presente studio, possiamo classificare il giacimento e definirlo come *subvulcanico, mesoepitermale, filoniano, di età Permo-Triassica*.

Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Milano.

«RAIBL» Soc. Mineraria del Predil - Udine - Dicembre 1960.

Centro studi di Petrografia e Geologia del CNR presso l'Università di Padova.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ARTINI E., *Baritina di Vassera* - Atti Soc. It. Sc. Nat. XXXV Milano 1895.
- (2) BROGGI G., *Miniere e Cave del Varesotto* - Univ. Catt. del S. Cuore - Milano 1956.

- (3) BURFORD J. A., *Les formations cristallines de la Région Luganaise* - Schw. Min. Petr. Mitth. Bd. XX - Zurich, 1940.
- (4) COLBERTALDO D. (DI), *Le risorse di minerali metallici in Friuli* - L'Industria Mineraria - Roma agosto 1960.
- (5) COLBERTALDO D. (DI), *Corso di giacimenti minerari* - CEDAM - Padova - 1957-1959.
- (6) DE SITTER L. U., *Les porphyres Luganais entre le lac de Lugano et la Valganna* - Leid. Geol. Med. Leiden 1925.
- (7) DE SITTER L. U., *Structural Geology* - F. E. N. Y. 1956.
- (8) FORRESTER J. D., *Principles of Field and Mining Geology* - N. Y. 1949.
- (9) HARADA T., *Das Luganer Eruptivgebiet* - N. J. Min. Geol. Pal.-Bd. II. Stuttgart 1883.
- (10) KUENEN PH. H., *The porphyry district of Lugano, West of the Valganna* - Leid. Geol. Med. - Leiden 1925.
- (11) NANGERONI G., *L'origine della Valganna* - Insubria II, 5 - Varese 1925.
- (12) NOVARESE S., *Note illustrate della carta geologica d'Italia* - R. Uff. Geol. Roma 1939.
- (13) RAGUIN E., *Géologie des Gîtes Minéraux* - Masson Ed. Paris 1949.
- (14) RAMDOHR P., *Die Erzminerale und Ihre Verwachsungen* - Akademie V. Berlin 1950.
- (15) SCHNEIDERHÖHN H., *Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde* - Jena 1941.
- (16) SENN A., *Beiträge zur geologie des Alpensüdrandes* - Ecl. Geol. Helv. XVIII, 4 - Basel 1924.
- (17) VANNI M., *La Valganna* - Boll. R. Soc. Geogr. It. V, 6 - Roma 1917.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I

Microfotografie di sezioni lucide

- Fig. 1. — Galena dopo attacco con HBr. Si nota una decisa struttura a zone, caratteristica dei minerali metacolloidali.
Livello San Carlo, nicol //, circa 350 X.
- Fig. 2. — Galena (campo chiaro) con inclusioni (smistamenti?) di tetraedrite argentifera (plaghetta color grigio chiaro).
Livello San Carlo, nicol //, circa 350 X.
- Fig. 3. — Esempio di « sostituzione per penetrazione guidata » da parte di blenda II (plaghe grigie zonate) su galena (campo chiaro). La blenda, che ha subito l'attacco di struttura, rivela una struttura a zone di tipo metacolloidale.
Livello Cesare, nicol //, circa 350 X.
- Fig. 4. — Microvena a tessitura simmetrica, con calcopirite alle salbande (plaghetta chiara) in ganga di quarzo (grigio scuro), nella galena corrosa.
Livello Cesare nicol paralleli //, circa 350 X.

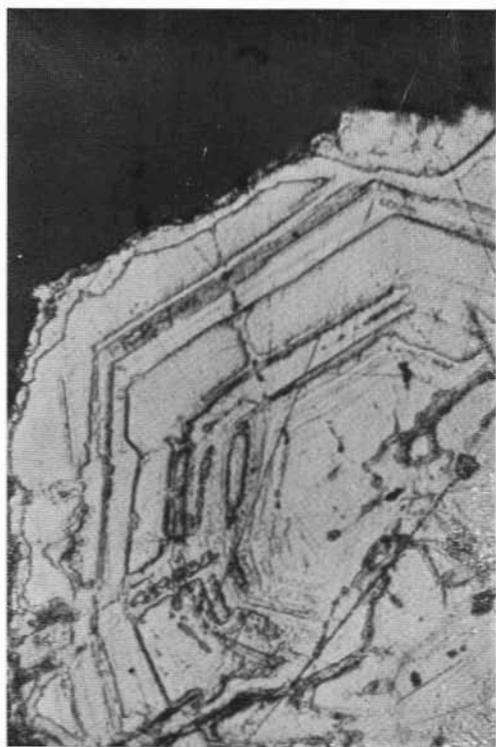


Fig. 1



Fig. 2

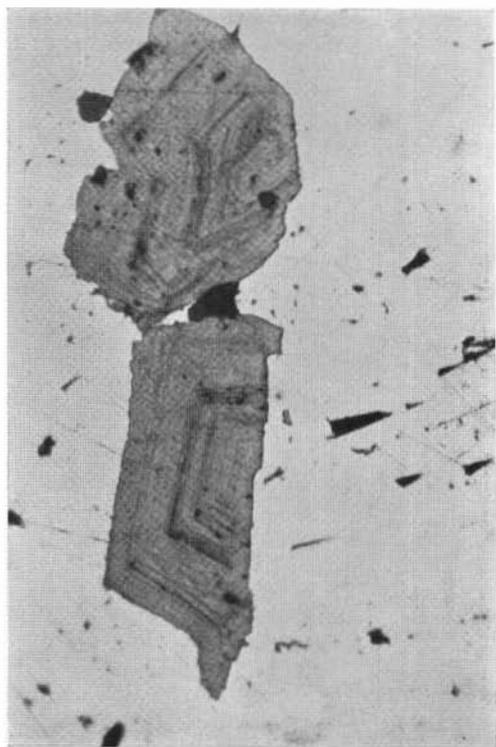


Fig. 3

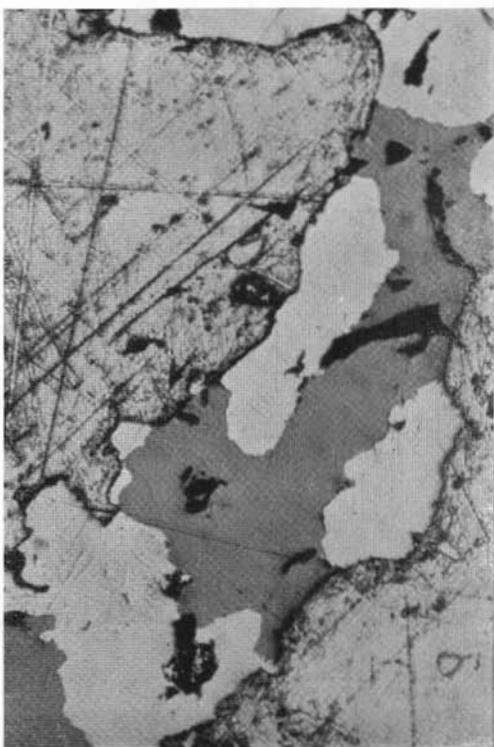


Fig. 4



Micrografia di una sezione lucida

Grossa plaga di calcopirite inclusa nella galena. La calcopirite attaccata con ammoniaca e acqua ossigenata ha rivelato una struttura decisamente cristallina a lamelle di geminazione polisintetica.

Nella calcopirite si notano inclusioni di cubetti di pirite.

Livello Cesare, micrografia composta da 4 micrografie semplici, nicol paralleli, circa 350 X.