

M. BERTOLANI e G. P. SIGHINOLFI

NOTIZIE SULLE MINERALIZZAZIONI METALLIFERE
DELLA MINIERA AURIFERA DEI CANI
IN VALLE ANZASCA (NOVARA)

Riassunto. — Esame microscopico in luce riflessa delle mineralizzazioni metallifere del giacimento aurifero denominato miniera dei Cani in valle Anzasca (Novara). La ricerca dell'oro è stata eseguita per via spettrografica.

Il giacimento è risultato prevalentemente catatermale con manifestazioni successive, non aurifere, mesotermali. Lo stato di scarsa tettonizzazione in rocce altamente metamorfiche ha fatto avanzare l'ipotesi di una metallogenesi per rimobilizzazione.

Abstract. — Reflected light microscope examination of metalliferous mineralization from a gold deposit, named « Miniera dei Cani », in the valley of Anzasca (Novara) Italy. The determination of gold has been carried out by spectrographic means. The deposit is catathermal with subsequent non-auriferous mesothermal displays.

The scarce tectonisation of highly metamorphized rocks suggests the hypothesis of a metallogenesi by remobilization.

Premesse

E' noto che le mineralizzazioni aurifere primarie italiane sono localizzate attorno al massiccio del M. Rosa. I principali gruppi di giacimenti, un tempo oggetto di sfruttamento o di ricerca, sono: a Novaggio (NE del lago Maggiore), a Gondo (valle del Toce), in valle Artrona, in valle Anzasca, ad Alagna (val Sesia), a Vogogna e Rumianca (val d' Ossola), a Fobello e Rimella (alta val Mastallone), presso Campello Monti (valle Strona). Altre manifestazioni sono quelle di Brusson in val d' Aosta, presso Tavagnasco e nella valle dell'Orco.

Le più note sono quelle della valle Anzasca in provincia di Novara, perchè più a lungo è durato lo sfruttamento, cessato solo un paio di anni fa.

La valle Anzasca inizia direttamente dai fianchi orientali del Monte Rosa e raggiunge la val d' Ossola all' altezza di Piedimulera.

Numerose sono le manifestazioni aurifere in tutta la parte alta e media della valle, disseminate nelle formazioni gneissiche della serie del Monte Rosa. La posizione di esse è riportata nel foglio Varallo della carta geologica d'Italia al 100.000, rilevato, nella valle Anzasca, da Stella, che ebbe occasione di occuparsi dell'argomento in numerosi suoi scritti (STELLA 1906a, 1906b, 1941, 1943). Un giacimento in particolare attirò l'attenzione di Stella, in occasione di un suo studio geologico sull'origine di acque arsenicali: la Miniera dei Cani (STELLA 1906). Si tratta di un complesso assai vasto di gallerie suddiviso in tre gruppi: gruppo Mazzeria, gruppo Cani, gruppo Sasso Nero, situati in zona impervia tra i balzi rocciosi del fianco sinistro della valle soprastanti le frazioni di Vanzone e di S. Carlo, presso il crinale con la valle Bianca.

Il torrente, che, per la ripida natura del fianco della valle, ha inciso profondamente le rocce cristalline è il Crotto Rosso, così chiamato, perchè nei suoi rami provenienti dal gruppo Cani, convoglia acque intensamente colorate in giallo-rossastro per la grande quantità di sali di ferro in esse disciolti, provenienti dall'alterazione delle mineralizzazioni metallifere. In queste acque, oltre al ferro, presente nella quantità di gr. 1,08 per litro, sono stati determinati: SiO_2 (gr. 0,458), SO_4 (gr. 3,338), AsO_2 (gr. 0,011), Al (gr. 0,052), Ca (gr. 0,034), Mg (gr. 0,016), K (gr. 0,008), Na (gr. 0,010), Mn (gr. 0,172), Zn (gr. 0,009), Co (gr. 0,0003), Ni (gr. 0,0003). Qualitativamente sono stati identificati anche Cu, P_2O_5 , Pb (DACCOMO 1909).

Oltre al lavoro specifico dello Stella, altri Autori riportano notizie sulle mineralizzazioni del giacimento dei Cani, unitamente a quelle di altri giacimenti della zona e soprattutto sulle condizioni di giacitura, sull'assetto geologico e sulle passate produzioni di oro. Queste notizie risalgono già alla fine di due secoli fa con DE SAUSSURE (1796) e al secolo scorso o ai primi del secolo attuale con FANTONETTI (1836), SPEZIA (1862), FRANCOFORT (1864), BORDEAUX (1898), STELLA (1906b). Più recentemente troviamo notizie nei lavori di BUSACCHI (1929), FENOGLIO (1929 e 1931), HUTTENLOCHER (1934) ed infine ancora STELLA (1941, 1943).

Da detti autori risulta che i filoni auriferi sono filoni strato di piccole dimensioni negli gneiss e micascisti. L'oro non è visibile macroscopicamente e molto difficilmente lo si riconosce al microscopio. L'accompagnano numerosi solfuri e solfosali, tra cui predominano

pirite e *arsenopirite*. Inoltre *pirrotina*, *calcopirite*, *galena*, *blenda*. HUTTENLOCHER (1924) ha individuato anche *tetraedrite* e probabile *alaskaite* (= *pavonite*), sale di Cu-Pb-(Ag)-Bi. Queste mineralizzazioni sono ritenute da STELLA (1941, 1943), relativamente recenti, forse legate al magmatismo di Traversella e di genesi cata-mesotermale.

Nel 1961 in occasione di un riesame delle acque arsenicali, che, come si è detto, prendono origine dal gruppo centrale del giacimento, chiamato appunto dei Cani, abbiamo avuto occasione di visitare le miniere ora abbandonate, sia per quel che riguarda l'estrazione dell'oro, sia per la coltivazione più recente dei minerali di arsenico. In tale occasione si è potuto raccogliere campioni ancora freschi e visitare qualche galleria ancora transitabile. Abbiamo quindi ritenuto opportuno, prima che il giacimento divenga assolutamente impraticabile, fornire ancora qualche dato attraverso uno studio microscopico a luce riflessa e trasmessa, accompagnato da un'esame spettrografico di alcuni campioni.

Le Rocce incassanti

La zona mineralizzata, interamente situata in rocce metamorfiche, è compresa in un'anticlinale ellissoidica, con asse principale NE-SW, profondamente incisa dal « Crotto Rosso ». Nella parte esterna dell'anticlinale abbiamo le *anfiboliti*, di color verde cupo, massicce, spesso a struttura nettamente orientata. Al microscopio le anfiboliti risultano costituite in prevalenza da *orneblenda* in cristalli orientati, poco pleocroici con α giallino pallido, β verde grigio, γ verde azzurrino e da *plagioclasio* molto scarsamente geminato, piuttosto calcico (45% An), racchiudente, oltre a numerosi cristalli di anfibolo, ad indici di rifrazione più bassi e pleocroismo α incolore, β verde pallido, γ verde azzurro, riferibile ad *actinoto*, *titanite* molto diffusa, *clorite*, assai scarsa e *clinozoisite*, anch'essa rara. In alcuni campioni è presente anche *biotite* e *apatite*.

Più internamente si passa a *gneiss porfiroblastici*. In essi al microscopio si nota una prevalenza di *microclino* sia in grossi porfiroblasti, sia in cristalli irregolari associati a *quarzo* e *plagioclasio* nella massa granoblastica orientata della roccia. Il microclino è in parte geminato a grata, in parte non geminato, ma sempre con angolo degli assi ottici superiore a 70°.

Il quarzo è col microclino tra i costituenti più abbondanti. E' in cristalli irregolari con estinzione spesso ondulata.

Il *plagioclasio* è in cristalli piccoli, non geminati, poco o niente alterati, frammisti a quarzo e ortoclasio. Inoltre vi sono: *biotite* e *muscovite* in letti paralleli, associate ad *apatite*, relativamente abbondante e *zircono*.

Gli gneiss porfiroblastici passano gradualmente a gneiss molto micacei a tessitura granoblastica. La mica *biotite* e *muscovite* è in letti alterni paralleli. Tra questi letti di mica si trovano *microclino*, scarsamente geminato e *plagioclasio*, presso a poco in uguale quantità, unitamente a *quarzo*, abbondante. Il plagioclasio, fresco, geminato albite, è un termine abbastanza sodico. A questi minerali fondamentali si associa il *granato* in piccoli lembi, l'*apatite*, anche qui relativamente abbondante, e lo *zircono*.

Numerosi sono i termini di passaggio tra questi due gneiss, così che una differenza netta non esiste e un tipo sfuma nell'altro. Inoltre, anche nella parte più interna dell'anticlinale ricompaiono, in alternanza, le anfiboliti.

L'intera serie è involupata in gneiss, definiti da Stella come ortogneiss e che talvolta si presentano con facies veramente granitiche, sfumanti in tipi gneissici orientati. Non sarebbe perciò eccessivamente azzardato definire queste rocce col nome di « migmatiti » e le facies sopra nominate come facies nebulitiche. Questo involuppo migmatitico non si arresta però alle anfiboliti, che in vicinanza del contatto, presentano fenomeni d'iniezione e di granitizzazione.

Condizioni di giacitura

Le mineralizzazioni, come è noto, interessano la formazione gneissica centrale con filoni strato di scarsa potenza e pochi filoncelli discordanti con la scistosità. Lungo questi filoni si sviluppano le gallerie a diversi livelli, approfittando del fatto che nella parte centrale del giacimento la scistosità, e conseguentemente i filoncelli con essa concordanti, è quasi verticale. L'esame della ganga di detti filoni non ha mai dato altro minerale che il *quarzo*; anche nei campioni da noi raccolti il minerale metallifero è accompagnato esclusivamente da *quarzo* pieno di inclusioni prevalentemente liquide. Nel *quarzo*, come elementi coinvolti nella mineralizzazione, strappati meccanicamente e trasformati, troviamo *clorite*, *muscovite* e *sericite*.

Nel *quarzo* non si notano i segni di azioni dinamiche intense, riferibili ad esempio ad un atto metamorfico, ma solo deboli deformazioni rivelate da estinzione talvolta ondulata o a settori, oppure da qualche venetta ricristallizzata, che attraversa anche il minerale metallifero.

Le mineralizzazioni metallifere

Le mineralizzazioni metallifere sono distribuite irregolarmente lungo i filoncelli quarziferi, che, come si è detto, sono seguiti da serie sovrapposte di gallerie. Campioni mineralizzati si possono raccogliere in posto all'interno delle gallerie stesse, ma, dato lo stato di abbandono ormai pluriennale, non è prudente avventurarsi in galleria, dove le armature stanno gradatamente cedendo all'usura dell'umidità e delle acque fortemente acide, che rappresentano una caratteristica del giacimento. Campioni ancora freschi si possono avere anche sui piazzalotti delle gallerie ancora accessibili, ossia raggiungibili con sentieri praticabili, generalmente tagliati nella roccia, oppure presso la vecchia stazione di partenza della teleferica o in corrispondenza degli scivoli, che portano il minerale a quote più basse.

I campioni studiati sono stati raccolti in parte alle gallerie « compressori » e « piazza nuova », in parte sui piazzali di cui sopra.

L'esame microscopico in luce riflessa ha mostrato la presenza di molti minerali già osservati da HUTTENLOCHER (1934) e, in modo particolare: *pirite*, *arsenopirite*, *pirrotina*, *calcopirite*, *blenda*, *galena*, *tetraedrite*. Non abbiamo riscontrato la supposta « *alaskaite* », ma abbiamo identificato un minerale di cobalto e nichel attribuibile alla *linneite*. Malgrado le molte ricerche e numerosi attacchi, non si è osservato *oro*, posto in evidenza, come vedremo, in pochi campioni solamente con l'esame spettrografico.

L'osservazione dei rapporti tra i vari minerali ha posto in evidenza, che i primi a formarsi sono stati *pirite* e *arsenopirite*, in qualche caso con poca *calcopirite*. I due primi minerali sono quasi sempre frammisti, in modo da non poter stabilire una precedenza tra i due. La *calcopirite* nei rari casi in cui compare tra i minerali di questa fase, è in goccioline interne all'*arsenopirite*. *Pirite* e *arsenopirite* sono spesso fratturate, a volte anche intensamente, in modo da dare una microbreccia, talora cementata da *quarzo*, talaltra da minerale metallifero di venuta successiva. Questa fratturazione non arriva mai ad assumere

un andamento orientato, come accade in alcuni giacimenti metalliferi coinvolti in veri e propri atti di metamorfismo tettonico.

Il primo minerale che segue la pirite ed arsenopirite e successiva loro fratturazione è la *pirrotina*, spesso accompagnata da poca *blenda*, *calcopirite*, *linneite* e *tetraedrite*. Quando è presente *pirrotina* manca la pirite ed è da pensare che FeS rappresenti la continuazione, in ambiente diverso, della deposizione di FeS₂. La *calcopirite* è a volte intimamente associata alla *pirrotina* e in tal caso si dimostra contemporanea. Tale *calcopirite* è attraversata da venette di *blenda* e include piccoli lembi di *linneite*, bianca, isotropa, a potere riflettente leggermente superiore alla *calcopirite* e durezza quasi uguale.

L'attacco con HNO₃, se non eccessivamente prolungato, non altera la *linneite*, mentre imbrunisce e corrode la *calcopirite*. Non è possibile accertare a quale varietà di *linneite* appartiene il minerale in oggetto per la scarsità e piccolezza dei granuli. La sua presenza tuttavia è convalidata dalla quantità dosabile di Co (0,00031 gr. litro), superiore anche a quella del Ni (0,00028 gr. litro) esistente nelle acque mineralizzate, che fuoriescono dalla galleria di ribasso (DACCOMO 1905) e, come vedremo, dai risultati delle indagini spettrografiche.

La *pirrotina* è sempre più o meno trasformata in *marcasite* lungo le fratture e i piani di sfaldatura.

In altri casi la *pirrotina* è riassorbita dalla *calcopirite*, che si dimostra quindi posteriore. Associata a questa *calcopirite* più tarda vi è *blenda* che, in qualche caso, presenta le caratteristiche strutture di smescolamento. In questa *blenda*, che mostra scarsi riflessi interni, il potere riflettente è più elevato di quello medio del minerale e significa che si è in presenza di una *blenda* ferriera.

La *tetraedrite* è poca e in lembi sparsi associati a *calcopirite*, per cui è da presumere una contemporaneità di venuta del solfoarsenito col solfoferrito di rame.

Un altro minerale cementante è la *galena*. E' abbastanza diffusa, ma difficilmente abbondante. In alcuni casi è frammista a *pirite* di seconda generazione, non fratturata. Può inglobare tutti i minerali precedentemente elencati, è quindi da considerare, unitamente alla seconda generazione di *pirite*, il minerale formatosi per ultimo.

Come si è detto, mentre la *pirite* di prima generazione e l'*arsenopirite* possono presentarsi fratturate e deformate, gli altri minerali: *pirrotina*, *calcopirite*, *blenda*, *galena*, *tetraedrite*, *pirite* II non sono

nè fratturate nè deformate. Le tracce dei piani di sfaldatura della galena sono perfettamente rettilinee.

Ne consegue che la prima generazione ha subito, dopo la sua deposizione, un'azione tettonica sensibile, pur senza apparire coinvolta in un metamorfismo vero e proprio. Si tratta della fase a più alta termalità, che l'abbondanza di arsenopirite può far definire catatermale e che si è depositata evidentemente durante azioni tettoniche residue.

La generazione successiva ha approfittato per la sua diffusione delle fratture originate dalla precedente tettonizzazione. La termalità di questa venuta è decrescente: parte dalla pirrotina e linneite ancora catatermali, passa alla blenda ferrifera con strutture di smescolamento generalmente ritenuta mesotermale, per abbassarsi forse ancora fino al limite inferiore della fase mesotermale con le ultime venute di galena.

La successione delle mineralizzazioni sarebbe quindi avvenuta secondo il seguente schema:

Catatermale	}	Pirite I, Arsenopirite, Oro, Calcopirite I, Quarzo.
		Cataclasi.
	}	Pirrotina, Calcopirite II, Linneite, Blenda I, Tetraedrite, Quarzo.
Mesotermale		Blenda II, Calcopirite III.
	}	Galena, Pirite II.

Di trasformazione - Marcasite, Ematite, Limonite.

Rispetto allo schema di Huttenlocher, che riporto in nota a scopo di confronto (*), le principali differenze consistono nella collocazione,

(*) Huttenlocher presenta il seguente schema di venute mineralizzanti:

- 1 - Separazione di pirite più o meno idiomorfa.
- 2 - Una deformazione postpiritica non sempre riconoscibile.
- 3 - Una separazione di arsenopirite idiomorfa corrode in parte la pirite e ne include meccanicamente elementi.
- 4 - Separazione di pirrotina, che ingloba e corrode pirite e arsenopirite.
- 5 - Separazione di calcopirite.
- 6 - Separazione di tetraedrite.
- 7 - Separazione di blenda.
- 8 - Separazione di galena.

da parte di Huttenlocher, delle azioni tettoniche, dopo una prima venuta di pirite e prima della deposizione dell'arsenopirite e nel distacco successivo dei vari atti mineralizzanti da noi maggiormente raggruppati. Le nostre osservazioni ci conducono invece a considerare contemporanee pirite e arsenopirite che s'inglobano e corrodono a vicenda e a collocare la maggior cataclasi dopo la venuta di entrambi i minerali, dato che anche l'arsenopirite risulta spesso intensamente fratturata. Invece la blenda attaccata con $K_2MnO_7 + H_2SO_4$ e la calcopirite attaccate con $K_2MnO_7 + KOH$ non hanno mostrato segni di deformazione meccanica dimostrando che dopo la loro deposizione, a differenza della pirite I e dell'arsenopirite, vi è stata scarsa attività dinamica.

Presenza e diffusione dell'oro

Al fine di accertare la presenza dell'oro e di eventuali altri elementi, non riconoscibili per via microscopica, sono stati analizzati per via spettrografica 12 campioni. Detti campioni sono costituiti da aggregati di minerale metallifero con ganga quarzifera e presentano la seguente paragenesi:

- N° 1 - Arsenopirite, pirite, quarzo.
 - N° 2 - Pirrotina, calcopirite, blenda, linneite, tetraedrite, arsenopirite, marcasite, quarzo.
 - N° 3 - Calcopirite, blenda, arsenopirite, quarzo.
 - N° 6 - Pirite, arsenopirite, quarzo.
 - N° 7 - Pirite, arsenopirite, galena, blenda, quarzo.
 - N° 10 - Pirite, arsenopirite, calcopirite, galena, quarzo.
 - N° 11 - Pirite, arsenopirite, quarzo.
 - N° 13 - Arsenopirite, pirite, titanite, quarzo.
 - N° 14 - Pirite, arsenopirite, galena, quarzo.
 - N° 15 - Pirite, arsenopirite, quarzo.
 - N° 18 - Pirite, arsenopirite, quarzo.
- Blenda - Blenda, calcopirite, pirite, arsenopirite, quarzo.

Gli spettrogrammi sono stati effettuati con spettrografo Hilger e Watts modello E 742 ad ottica intercambiabile, in un campo variante da 2200 Å a 5500 Å.

In queste determinazioni l'oro è risultato presente in soli due campioni (N° 1 e N° 7), con righe di debole intensità. Si ha così una conferma della scarsità quantitativa e della poca diffusione dell'elemento, che ha valorizzato nel secolo scorso il giacimento.

Gli altri elementi individuati appartengono in parte a lembi di roccia incassante impigliati nella ganga, com'è posto in evidenza dall'esame microscopico in sezione sottile. Sono tra questi, oltre Si, dipendente nella massima parte dalla ganga quarzosa, Na, Mg, Al, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Ba.

Rappresentano costituenti principali di minerali individuati: Fe, Cu, Zn, As, Pb ed anche Co e Ni, per la presenza, sia pur scarsa, di linneite.

Inoltre sono stati posti in evidenza Ag, Sb, Bi, Sn.

Ag, sempre presente, è in buona parte legato alla galena e alla tetraedrite. Pure in relazione con la tetraedrite è verosimilmente Sb, presente in nove campioni su dodici. Bi, posto in evidenza in 6 campioni, e, nei campioni 2, 10, 11 con righe molto forti, può confermare la presenza di un minerale di bismuto, da noi non individuato coll'osservazione microscopica, ma segnalato da Huttenlocher ed attribuito all'alaskaite = pavonite di Ramdohr ($\text{Pb}(\text{Ag}, \text{Cu})_2 \text{Bi}_4 \text{SO}_8$) RAMDOHR 1960). La presenza di questo minerale spiegherebbe anche la notevole intensità delle righe di Bi e Ag nei campioni 2, 10, 11.

Di più difficile interpretazione sono le tracce di stagno che compaiono nei campioni 3, 13, 15; nessun minerale di stagno è individuabile, nemmeno in quantità minime; è da pensare quindi che lo stagno entri come sostituzione isomorfa o con l'antimonio (CAROBBI 1947, BERTOLANI 1948) o col bismuto.

Nella blenda compaiono, come accade di consueto, oltre ai costituenti principali, ferro compreso, anche Ag, Bi, As, Mn e inoltre Cd e In.

Le Acque mineralizzate

Come è stato accennato all'inizio, questo giacimento è caratterizzato da una rimobilizzazione in zona di ossidazione, per percolazione, di ioni soprattutto metallici. L'intensa fratturazione delle rocce gneissiche e l'ampia diffusione del minerale hanno facilitato la forma-

zione di soluzioni fortemente acide che, come è noto, sono frequenti e assai energiche nei giacimenti prevalentemente piritosi. Queste acque del giacimento in parte si concentrano in alcune gallerie, come ad esempio la galleria « Piazza nuova » e la galleria « Compressori » e fuoriescono dall'ultima con un pH 2,1 e un residuo fisso di gr. 5,617 litro (NESINI, BOSALINI 1930). Buona parte invece viene smaltita dalla galleria di ribasso dove risulta maggiormente diluita dall'apporto di altre acque non mineralizzate.

La fortissima acidità di queste acque provoca sensibili alterazioni anche nelle rocce incassanti, che, sebbene formate da silicati, si trasformano in aggregati argillosi incoerenti. Questi prodotti di alterazione saranno oggetto di studio particolare e i risultati verranno resi noti in altra sede.

Brevi considerazioni

Nella classificazione di SCHNEIDERHÖHN (1941) questo giacimento s'inquadra molto bene nei giacimenti filoniani di quarzo e oro ipoabisali catatermali, dato che l'oro, come già è noto e come si è potuto osservare con l'esame spettrografico, accompagna i minerali della prima fase catatermale: pirite e arsenopirite, mentre gli altri solfuri di facies mesotermale ne sono privi.

La semplice fratturazione e la mancanza di laminazione nelle prime mineralizzazioni, l'assenza di disturbi nelle seconde (pirrotina, blenda, calcopirite, galena), hanno fatto pensare giustamente a una genesi recente post-alpina del giacimento (STELLA 1941, 1943). La maggiore difficoltà consiste però nel trovare una relazione tra le mineralizzazioni aurifere e non aurifere della miniera dei Cani, di tipo filoniano, con escursione, come si è visto, da catatermale a mesotermale e masse magmatiche recenti. Problema che si estende ai giacimenti analoghi della zona. Data l'ormai acquisita ercinicità delle masse granitiche dei Laghi occorrerebbe prendere in considerazione, con STELLA (1941), i batoliti di Traversella e di Biella, molto lontani dalla zona, o masse analoghe ricoperte dal cristallino antico. Per le difficoltà di provare queste ipotesi, non è da scartare l'idea che le mineraliz-

zazioni in esame rappresentino, in accordo con le ipotesi di SCHNEIDERHÖHN (1952) e di ANDREATTA (1955), il prodotto di una rimobilizzazione in età alpina di vecchi giacimenti ercincini.

Istituto di Mineralogia dell'Università di Modena
1° ottobre 1963.

BIBLIOGRAFIA

- ANDREATTA C., *Noch einmal über die Regeneration von Lagerstätten und über die Stoffmobilisierung*. «Neues Jahrb. Miner.», 5, 1955. pp. 112-117.
- BERTOLANI M., *I costituenti minori delle antimoniti*. «Rend. Acc. Naz. dei Lincei», Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat. [VIII], 5, 1948. pp. 435-442.
- BORDEAUX A., *I giacimenti auriferi delle Alpi*. «Rass. Miner.», 1898.
- BUSACHI A., *Giacimenti auriferi del Piemonte*. «Relaz. al Serv. Miner. nel 1927». Min. Econ. Naz., 37, Roma, 1929.
- CAROBBI G., *Proposte per un sistema cristallografico degli ioni*. «Atti e Mem. di Scienze Lett. e Arti di Modena», [V], 7, 1947.
- DACCOMO G., *Relazione dell'analisi chimica delle sorgenti minerali dei Cani*. Modena, 1905. Pubbl. Milano 1909.
- DE SAUSSURE B., *Voyages dans les Alpes*. Neuchatel, 1796.
- FANTONETTI G. B., *Le miniere metalliche dell'Ossola in Piemonte*. Milano, 1836.
- FENOGLIO M., *Alcune osservazioni sui giacimenti auriferi dell'Ossola*. «Boll. Soc. Geol. Ital.», 48, 1929. pp. 233-240.
- FENOGLIO M., *Osservazioni sui giacimenti auriferi dell'Ossola*. «Ind. Miner.», 5, 1931. pp. 285-288.
- FRANCOFORT E., *Sull'oro contenuto nei filoni auriferi della Vallanzasca*. Torino, 1864.
- HUTTENLOCHER F., *Die Erzlagerstättenzonen der Westalpen*. «Schw. Min. Petr. Mitt.», 14, 1934. pp. 22-149.
- NASINI R., BOSALINI E., *Indagini chimico-fisiche e analisi chimica dell'acqua di Vanzone d'Ossola*. «Ann. Chim. Appl.», 20, 1930.
- RAMDOHR P., *Die Erzminerale und ihre Verwachsungen*. Berlin, 1960.
- SCHNEIDERHÖHN H., *Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde. I. Die Lagerstätten der magmatischen Abfolge*. Jena, 1941.
- SCHNEIDERHÖHN H., *Genetische Lagerstättengliederung auf geotektonischer Grundlage*. Stuttgart, 1952.
- SPEZIA A., *Coltivazione delle miniere aurifere in Pestarena di Macugnaga*. Torino, 1862.

- STELLA A., *La miniera aurifera dei Cani in valle Anzasca e le sue sorgenti arsenicali*. «Rass. Min. e dell'Ind. Chim.», 25, 1906a.
- STELLA A., *I giacimenti metalliferi dell'Ossola*. «Boll. R. Com. Geol. d'Italia», 37, 1906b. pp. 265-280.
- STELLA A., *Filoni e filoni-strati auriferi delle Alpi Italiane*. «Boll. Soc. Geol. Ital.», 60, 1941. pp. XXXV-XXXIX.
- STELLA A., *I giacimenti auriferi delle Alpi Italiane*. «Mem. deser. Carta geol. d'Italia», 27, Roma, 1943.