
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

STEFANO ZUCCHETTI

I giacimenti mercuriferi secondari della Toscana e l'età della locale metallogenesi

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 36 (1964), n.5, p. 658–668.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1964_8_36_5_658_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Giacimenti minerari. — *I giacimenti mercuriferi secondari della Toscana e l'età della locale metallogenesi* (*). Nota di STEFANO ZUCCHETTI, presentata (**) dal Corrisp. A. CAVINATO.

PREMESSA.

Il distretto minerario mercurifero del Monte Amiata (Toscana) è il più cospicuo del mondo per produzioni e riserve. Recenti ritrovamenti di nuovo minerale (ad Abbadia S. Salvatore, al Siele, ecc.) e di nuovi giacimenti (Le Bagnore, Catabbio) ne hanno aumentato il già alto interesse economico e scientifico.

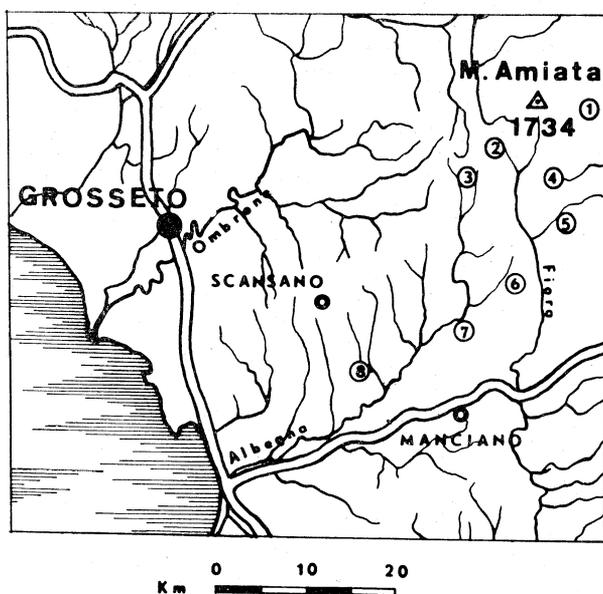


Fig. 1 - Carta del distretto mercurifero della Toscana sud-occidentale.

1 - Abbadia San Salvatore. 2 - Le Bagnore. 3 - Monte Labbro. 4 - Solforate (Siele). 5 - Morone (Selvena). 6 - Catabbio. 7 - Saturnia. 8 - Cerreto Piano.

Descrivo qui, per la prima volta, un gruppo di giacimenti cinabreriferi di natura secondaria, il cui studio in loco ed in laboratorio mi ha consentito di trarre interessanti conclusioni, anche sul più generale fenomeno della metallogenesi mercurifera locale.

Quelli in oggetto sono particolari adunamenti minerari, di tipo sia detritico che residuale, originatisi in seguito a processi di rielaborazione, sia in super-

(*) Istituto di Giacimenti Minerari del Politecnico di Torino.

(**) Nella seduta del 9 maggio 1964.

ficie che in sotterraneo, di giacimenti primari. I più interessanti, sia dal punto di vista scientifico, sia perché sono attualmente oggetto di coltivazione o di ricerca, ricorrono ad Abbadia San Salvatore, al Morone (Selvena), alle Solforate (Siele), a Cerreto Piano (Scansano), al Monte Labbro, a Saturnia, a Catabbio (fig. 1).

L'esistenza di cinabro detritico nella zona amiatina fu segnalata dal Lotti [19], che descrisse brevemente un giacimento caotico presso Abbadia ed un terreno di trasporto presso Saturnia. Successivamente, Bonato [3] riprese in esame le formazioni caotiche coltivate nella miniera di Abbadia, delle quali fa cenno anche Falini [12].

Depositi a tipo di « placers » ricorrono negli Stati Uniti dell'Ovest: nel Nevada [28], ad oro, scheelite e cinabro; nell'Idaho e nell'Oregon [15], a quarzo, oro e cinabro; nel Montana [10], a magnetite e cinabro. Analoghi depositi si trovano in Asia: nel Pahang nord-occidentale (Malacca) [22], nell'isola di Hokkai Do (Giappone) [13], nell'isola di Sakhalin [26].

Dalla letteratura non risulta, però, che siano stati finora descritti, od anche soltanto segnalati, giacimenti cinabriferi di tipo francamente residuale.

CENNI SULLA GEOLOGIA DELLA ZONA E DELLE MINERALIZZAZIONI PRIMARIE.

Per una migliore illustrazione dei giacimenti secondari in oggetto, è utile premettere un sia pur breve quadro riassuntivo sui lineamenti geologici generali della zona, sulla giacitura e morfologia dei corpi mineralizzati primari, sulla loro ubicazione stratigrafica e sulla natura petrografica dei terreni che li ospitano.

L'assestamento stratigrafico e tettonico locale è noto grazie agli studi di molteplici Autori [2, 7, 17, 21, 23, 24]. In proposito, sarà sufficiente ricordare che l'area circostante il M.te Amiata è principalmente costituita da una serie di terreni sedimentogeni, la cui età va dal Permo-Carbonifero al Pliocene. In età post-eocenica e pre-pliocenica si sono verificati fenomeni di dislocazione tettonica e di erosione, durante una fase di continentalità. Il motivo strutturale è un'anticlinale allungata, il cui asse è diretto all'incirca da nord a sud. La parte nord dell'anticlinale è coperta dalle vulcaniti del Monte Amiata, di età postpliocenica.

Le principali mineralizzazioni primarie hanno sede:

in calcari dolomitici mesozoici, riferiti al Retico, come, ad esempio, nella miniera del Morone (Selvena);

in rocce silicee di tipo diasprigno-ftanitico, di età liassica, come, ad esempio, nella miniera di Monte Labbro;

in arenarie quarzoso-micaceo-calcaree (« pietraforte » dei Geologi toscani), con intercalazioni argillose a microfaune per lo più di età cretacea, come, ad esempio, nelle miniere di Solforate (Siele) e di Le Bagnore;

in calcareniti eoceniche stratificate, alternate con strati di argille sterili (« sopranummulitico »), come, ad esempio, nella miniera di Abbadia San Salvatore.

Il minerale utile è il cinabro, associato di solito a pirite, meno spesso a marcasite e stibina, raramente a solfuri arsenicali; fra le matrici comune è la calcite, rari gesso, quarzo, silice opalina e calcedoniosa, celestina, fluorite, zeoliti, ecc.

La distribuzione del minerale ed il tipo della mineralizzazione variano al variare della natura litologica dei terreni ospitanti. In sintesi, si può affermare che si ha riempimento di minute screpolature e di spazi vacuolari nei calcari dolomitici; impregnazione di piccoli volumi di roccia frantumata e spalmatura sulle pareti di sottili diaclasi nelle ftaniti; riempimento di fratture ed impregnazione nelle arenarie; spalmatura sulle pareti di minute diaclasi e riempimento di piccole fratture discordanti nelle calcareniti.

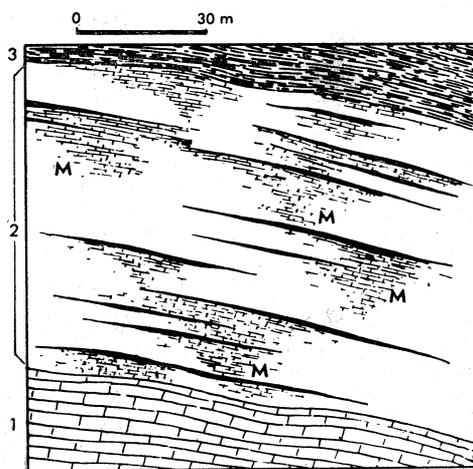


Fig. 2. - Giacimento di Abbadia San Salvatore. Tipica morfologia dei corpi mineralizzati primari.

1 - « Bancone »: calcari sterili. 2 - « Sopranummulitico »: alternanze di calcareniti, in parte mineralizzate, e di argille sterili. (Gli strati lenticolari di argilla sono segnati in nero: essi incappucciano i sottostanti corpi utili (M), che hanno forma di coni rovesci. Il cinabro spalma le pareti delle diaclasi delle calcareniti, e talora le riempie. In bianco le calcareniti sterili). 3 - « Galestri » di tetto.

Un carattere comune a quasi tutti i corpi utili, nei quali il minerale è distribuito in uno dei modi suddetti, è la loro giacitura in una struttura di tipo « impounding » [20], cioè al di sotto di un « tetto » semipermeabile, costituito da uno strato di argilla, o da un banco di marna o di calcare altamente marnoso, o da una formazione « galestrina ». La morfologia che in genere ne consegue, per i corpi stessi, è quella di banco strato, o di lente, o di cono rovescio a forte angolo di apertura (fig. 2), o addirittura di « ombrello ».

In conclusione, si sottolinea il fatto che le principali mineralizzazioni sicuramente primarie sono ubicate in terreni di età pre-pliocenica, la cui natura, fatta eccezione per le sole ftaniti, è prevalentemente od almeno parzialmente calcarea (calcari dolomitici, calcareniti, arenarie a cemento calcareo).

RIELABORAZIONI IN SOTTERRANEO.

Le condizioni geo-idrologiche generali negli ambienti petrografici descritti sono facilmente intuibili. Trattasi infatti, per la maggior parte, di rocce percolabili da acque di circolazione « per descensum », permeabili e penetrabili non soltanto per fratture e per porosità, ma anche per dissoluzione, e quindi cavernizzabili e disgregabili per azioni meccaniche e chimiche combinate.

Le acque di percolazione hanno rielaborato parecchi giacimenti primari, in special modo quelli insediati nei calcari, operando fra l'altro un trasporto in parti più profonde di cinabro e di altri svariati materiali, e causando sovente locali arricchimenti.

In varie miniere ricorrono diaclasi, tasche e cavità, di forma varia e capricciosa e di vario volume, riempite di breccie di varia natura petrografica, di sabbie, di limi, di cinabro in minuti individui detritici e di altri materiali, residui insolubili delle rocce mineralizzate attraversate.

Entro a queste fratture e cavità, formatesi successivamente alla deposizione primaria del minerale, il cinabro è disperso in tenori medi variabili da qualche decimo a qualche unità per cento: episodicamente, ricorrono tasche anche di molte decine di m³, con tenori in Hg di parecchie unità per cento, e quindi di alto interesse minerario.

Il fenomeno è frequente, ad esempio, nel giacimento di Abbadia San Salvatore. Qui, i calcari eocenici, pur essendo di solito non acquiferi, si presentano spesso cavernizzati, in seguito a circolazione di acque⁽¹⁾. I materiali qui vi convogliati dalle acque stesse si sono a volte depositati in forma stratificata e sono costituiti da sabbie sciolte, classificate per volume e disposte in straterelli alternati di varia granulometria. Il cinabro vi ricorre in minuti cristallini detritici, ad abito prevalentemente romboedrico semplice o composto, talora geminati per compenetrazione, con facce fittamente striate e coi caratteristici colore rosso-carminio e lucentezza adamantina. Gli individui sono frequentemente frantumati e cariati e talora hanno spigoli arrotondati: le loro dimensioni medie variano da 0,04 a 0,08 mm, con massimi intorno ai 0,2-0,3 mm. Il cinabro, oltreché ad una certa porzione di materiali argilloidi, è associato prevalentemente a granuletti di quarzo e subordinatamente a minuti pezzetti calcarei, a pirite con abito cubico e pentagonododecaedrico, più o meno alterata, a metacinnabarite in individui a superficie cariate, a gesso in prismetti limpidi.

Analoghe e vistose concentrazioni per rimaneggiamento e trasporto in parti più profonde ho rilevato, ad esempio, nelle miniere di Solforate e del Morone.

(1) « Questi terreni devono essere in comunicazione idraulica con formazioni permeabili affioranti a quote più basse: lo dimostra il fatto che acque di drenaggio dalle vulcaniti soprastanti, con portate relativamente cospicue (dell'ordine di 80 l/sec) si disperdono da anni entro i calcari stessi, senza dar luogo a ristagno ed innalzamento di livello » [12].

RIELABORAZIONI IN SUPERFICIE.

In seguito all'emersione avvenuta in età post-eocenica, le formazioni della zona amiatina sono state soggette ad intensi e prolungati processi di erosione, di degradazione superficiale, di dilavamento, che hanno interessato spessori notevoli di roccia ed hanno quindi riesumato e smantellato anche le mineralizzazioni cinabrifere che vi erano ospitate.

In conseguenza di questo lungo ciclo erosivo - tenuto conto della resistenza del cinabro alle aggressioni chimiche operate dagli agenti della alterazione esogena e degli altri suoi caratteri chimici e fisici ⁽²⁾ - si sono potuti formare adunamenti sia di tipo detritico che di tipo residuale, conseguenti a processi di rielaborazione superficiale, con o senza trasporto dei materiali, come qui di seguito passo a descrivere.

Giacimenti detritici.

I più interessanti e vistosi giacimenti detritici sono quelli di Abbadia San Salvatore e di Cerreto Piano, entrambi coltivati anche oggigiorno. Cinabro detritico è stato rinvenuto anche presso Saturnia, dove si è al momento in fase di ricerca.

Ad *Abbadia San Salvatore* materiali detritici cinabriferi (denominati localmente « caotici ») riempiono la parte di fondo di un'ampia fossa, incisa in terreni eocenici, e sono a loro volta ricoperti, localmente, da strati di argille, forse plioceniche, e da rocce effusive (vulcaniti del Monte Amiata), di natura prevalentemente trachiandesitica e di età postpliocenica, talora detritiche (fig. 3).

Questi « caotici » conseguono dal disfacimento delle formazioni eoceniche (calcaree, calcarenitiche, argillose, galestrine, ecc.) e da un più o meno lungo trasporto dei materiali degradati; sono costituiti da ciottoli, da blocchi di varia dimensione per lo più a spigoli arrotondati, da materiali sabbiosi e argillosi, da cinabro detritico (in granuli quasi sempre liberi e solo raramente misti, le cui dimensioni medie variano da 0,05 a 0,15 mm, con massimi fino a 0,5 mm) mescolato alle sabbie od impastato nelle parti argillose, da altri minerali detritici: l'insieme ha una caratteristica fisionomia caotica.

(2) Il cinabro è stabile fino alla temperatura di sublimazione di 580° C [1] e non si ossida che molto lentamente. La sua solubilità in acqua, anche ad elevata temperatura, è molto scarsa: è stata calcolata [27] in 10⁻¹⁷ gr/l a 25° C e 10⁻¹⁵ gr/l a 400° C. È inoltre difficilmente attaccabile dall'acido solforico, anche se in soluzione abbastanza concentrata, ed un pò solubile in acque clorurate [4]. La sua mobilizzabilità secondaria e la sua rigenerabilità sono ancor oggi discusse [8, 14]. Il cinabro è dunque un minerale che può passar a far parte delle alluvioni e, data la proprietà di ridursi in minutissime parti a causa dell'alta fragilità, può subire trasporti in sospensione meccanica anche per distanze notevoli, nonostante l'elevato peso specifico: ciò anche per la tendenza naturale alla flottazione, quando sia appunto ridotto in minute particelle.

Tutto fa pensare ad un materiale alluvionale, depositato in un'ampia incisione fluviale, durante una fase di continentalità precedente al vulcanismo amiatino. Infatti, alcune concentrazioni mineralizzate, ricche di blocchi litoidi rotolati e di cinabro francamente detritico, sono localizzate alla base delle vulcaniti, anche in luoghi dove queste poggiano su materiali argillosi sterili.

In altri « caotici » sono presenti anche blocchi di vulcaniti e sabbie di disfacimento di queste, che conseguono evidentemente dalla degradazione di porzioni della colata trachitica, sovrastanti a formazioni già mineralizzate, sia primarie che detritiche: i singoli blocchi hanno infatti forma brecciolare e non sono mineralizzati.

Nel giacimento di *Cerreto Piano*, in comune di Scansano, il cinabro ricorre nelle ghiaie e nelle sabbie basali di trasgressione di una formazione

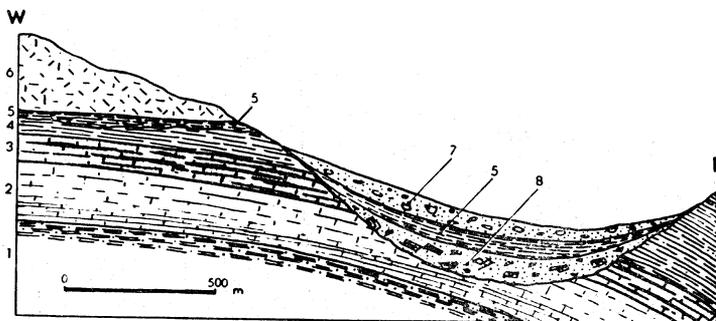


Fig. 3. - Giacimento « caotico » di Abbadia San Salvatore e suoi rapporti con le formazioni in posto.

1 - Argille scistose cretache. 2 - Calcarei sterili eocenici. 3 - Calcareniti eoceniche a mineralizzazione primaria. 4 - « Galestri ». 5 - Argille (plioceniche?). 6 - Trachite in posto post-pliocenica. 7 - « Caotico » trachitico. 8 - « Caotico » di disfacimento dell'eocene: blocchi e ciottoli, materiali sabbiosi e argillosi, cinabro detritico.

pliocenica, che si appoggia, in discordanza, su terreni di natura calcareo-arenaceo-galestrina, tettonicamente dislocati ed erosi (fig. 4).

Questo complesso ghiaioso-sabbioso ha spessori bruscamente variabili da zero a massimi di 10-15 metri. Le sabbie, la cui natura è prevalentemente quarzoso-feldispatica e subordinatamente micacea, si affinano di grana verso l'alto, passando ad argille siltose, di solito non stratificate, quindi ad argille franche, di colore grigio-azzurroastro e con facies piacentiana, che rappresentano il grosso della sedimentazione pliocenica. Questa si chiude con sabbie e ghiaie di regressione ⁽³⁾.

(3) Alla base delle argille è localizzato un livello estensivo, dello spessore di pochi metri, contenente macrofossili a tipo di pectinidi, nonché una microfauna povera, prevalentemente bentonica, che testimonia un'ambiente marino, sottosalato, con acque torbide, quale si ha in vicinanza di un delta fluviale [11]. Al disotto di questo livello sono uno o due strati di arenaria dolomitica lapidea, spessi alcuni decimetri.

Una serie di faglie, di direzione media NW-SE, abbassa gli strati cina-briferi fino a circa 150 m al disotto della superficie del suolo, che è ben spia-nata su notevole estensione.

Nell'orizzonte mineralizzato il cinabro è prevalentemente addensato in straterelli allungati e discontinui, in masserelle lenticolari, distribuite qua e là irregolarmente ed il cui volume medio è di qualche decimetro cubo. Ecce-

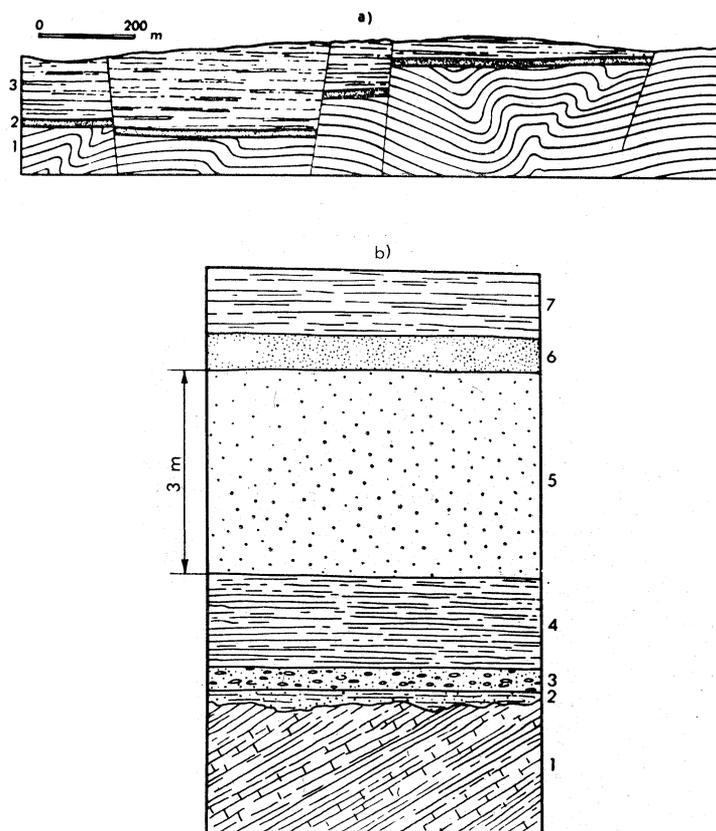


Fig. 4 - Giacimento detritico di Cerreto Piano.

a) Sezione geologica generale: 1 - « Galestri ». 2 - Livello basale della trasgressione pliocenica, di potenza variabile da zero a 10-15 m, costituito da prevalenti sabbie e ghiaie. In esso ricorre il cinabro. 3 - Argille sterili plioceniche.

b) Livello basale della trasgressione pliocenica: sezione dettagliata: 1 - « Galestri », 2 - Argille sabbiose. 3 - Ghiaie e sabbie. 4 - Argille scure torbose. 5 - Sabbie e ghiaie cinabrifere. 6 - Arenaria dolomitica lapidea. 7 - Argille superiori il cui livello basale contiene macrofossili.

zionalmente si rinvennero ammassi di dimensioni maggiori, anche dell'ordine del metro cubo.

L'esame in posto del produttivo e lo studio in laboratorio dei campioni, sia su sezioni lucide e sottili che su preparati granulari, suggeriscono una genesi sedimentare detritica, e non già quella idrotermale, da altri proposta [11, 16, 18]. I principali dati di osservazione che confortano questo nostro modo di vedere sono:

l'accennata morfologia dei corpi mineralizzati, nonché la loro distribuzione discontinua ed irregolare nell'orizzonte produttivo;

la presenza di alternanze di straterelli di sabbie sterili con altri di ghiaie mineralizzate;

l'abito del cinabro, che ricorre, mescolato ai minerali litoidi, in minuti individui detritici, frantumati e rotolati (anche se talora le plaghe di cinabro di campioni particolarmente ricchi, osservate in sezione al microscopio, paiono cementare i granuli di quarzo e di feldispato, le lamelle di mica, ecc.);

il fatto che gli spazi intergranulari occupati dal cinabro hanno dimensioni maggiori di quelle massime dei vuoti di una qualsiasi sabbia di pari grana, anche non costipata;

l'assenza totale di fenomeni metasomatici sui minerali litoidi dei sedimenti psammitici e psefitici nei quali ricorre il cinabro;

l'assenza sia dei minerali di ganga che di solito accompagnano il cinabro nei suoi depositi primari, sia di altri minerali metalliferi di sicuro apporto idrotermale (il cinabro è talora associato a marcasite e pirite, che nella generalità dei casi hanno le caratteristiche dei solfuri riprecipitati).

Si può quindi verosimilmente pensare ad un trasporto fluviale con gli usuali regimi di portate variabili nel tempo e ad una deposizione in ambiente litorale deltizio-palustre, data la frequente disuniformità di grana degli strati e delle lenti sabbioso-ghiaiose e la presenza di partimenti argillosi con sostanze organiche.

Fenomeni di rielaborazione, ad opera di acque circolanti nei sedimenti mineralizzati, si devono essere verificati dopo la loro deposizione e durante la loro costipazione. Ciò è suggerito dalla presenza di particolari corpi mineralizzati di modeste proporzioni, dispersi irregolarmente nell'orizzonte produttivo, e caratterizzati da una alta coerenza e da forme capricciose: ad essi si dà localmente il nome di « tozzi ».

Nei dintorni di *Saturnia*, a valle dell'abitato, ricorre una formazione argillosa pliocenica, nella quale è disperso il cinabro in tenori molto modesti. Quel che interessa segnalare è che nelle assisi superficiali della formazione, che sono di natura sabbiosa, e perfino nella coltre di terreno agricolo, si è rinvenuto del cinabro in minuti individui detritici.

Giacimenti residuali.

Nella letteratura non risulta esservi alcun cenno di giacimenti cinabri-feri residuali. Ad alcuni adunamenti amiatini ritengo di poter assegnare una genesi di questo tipo. Fra di essi, il più interessante è stato recentemente individuato nei dintorni di *Catabbio*: viene attualmente esplorato mediante scavo di trincee e pozzetti.

Esso è localizzato in una depressione del terreno a forma di conca allungata, su di un versante a dolce inclinazione (fig. 5): le dimensioni massime della conca sono di circa 200 × 100 m. Tutt'intorno affiorano rocce calcarenitico-argillose, che lo studio microscopico in sezione sottile mi ha consentito

di rilevare analoghe, ad esempio, a quelle del giacimento primario di Abbazia San Salvatore: esse, in alcune zone a monte dell'avvallamento, sono mineralizzate a cinabro primario.

Nella depressione in oggetto ricorre una coltre di materiali incoerenti, prevalentemente argillosi, la cui potenza massima esplorata è dell'ordine dei 15 m a partire dalla superficie.

Il cinabro è impastato e disperso in questa fanghiglia, insieme a pezzi di calcareniti di varia dimensione, a individui arenacei di quarzo, a prismetti di marcasite, a prodotti vari di alterazione, in specie limonitici, ecc. Esso è in minuti individui liberi, di dimensioni medie di 0,1-0,2 mm, massime sui 0,5 mm, di forma romboedrica semplice o composta, talora geminati, ben sovente integri, anche se a superficie rugose, meno spesso frantumati.

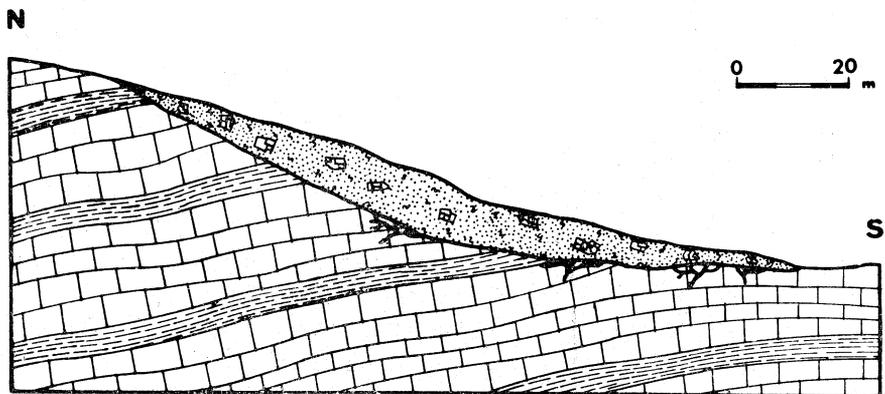


Fig. 5. - Giacimento residuale di Catabbio.

Una coltre residuale di materiali prevalentemente argillosi, contenente cinabro granulare, poggia su di una formazione calcarenitico-argillosa eocenica, mineralizzata a cinabro primario.

I caratteri geo-morfologici dell'adunamento indicano che esso si è formato tramite un processo di tipo residuale, che così si può sintetizzare nelle sue fasi essenziali:

un lungo ed intenso ciclo erosivo che ha riesumato un giacimento primario e lo ha successivamente rielaborato in superficie;

una degradazione ad opera di azioni meccaniche e chimiche combinate, da parte degli usuali agenti dell'alterazione esogena, con asportazione selettiva per i diversi costituenti;

un preminente dilavamento della parte carbonatica;

un residuare in loco (od un trasporto per brevi percorsi) del cinabro e delle altre impurità insolubili;

in definitiva, quindi, la formazione di una coltre arricchita in minerale utile, la causa appunto dell'allontanamento delle frazioni indesiderabili.

Ad ulteriore conforto di questo nostro modo di vedere sta il recente ritrovamento della mineralizzazione cinabrifera primaria nelle calcareniti di base, sottostanti alla coltre residuale.

Anche nei dintorni di *Monte Labbro* ricorre una concentrazione cinabrifera di superficie, peraltro di modeste proporzioni, che ha tutti i caratteri dell'accumulo residuale.

Trattasi di una coltre di materiali argillosi e sabbiosi, che riempie un piccolo avvallamento, localizzato su di un dolce pendio, in terreni di natura calcareo-marnoso-arenacea. Il cinabro, che ha caratteri morfologici analoghi a quelli del giacimento di *Catabbio*, è mescolato alle sabbie ed alle argille ed è concentrato soprattutto nelle porzioni di base dell'accumulo.

CONCLUSIONI.

I risultati degli studi sui giacimenti cinabriferi, che ho esposto in questa Nota, consentono di trarre interessanti conclusioni sulla età della metallogenesi mercurifera e sulla economia dei giacimenti secondari.

Età dei giacimenti cinabriferi.

Il reperto, nell'area amiatina, di giacimenti cinabriferi detritici ospitati in formazioni plioceniche consente di affermare che almeno alcune mineralizzazioni primarie sono precedenti al Pliocene e che non si può quindi assegnare, al locale fenomeno metallogenico mercurifero, una età unicamente post-pliocenica, in particolare post-vulcanica, come finora postulato da numerosi Autori [5, 6, 9, 11, 12, 16, 19, 25].

Parte delle mineralizzazioni primarie – almeno quelle dalla cui degradazione sono conseguiti i giacimenti detritici descritti – si dovranno collocare in un'epoca metallogenica del tardo Eocene. La cospicuità che dovevano avere tali mineralizzazioni – facilmente intuibile a giudicare dalla vistosità dei giacimenti detritici stessi – potrebbe inoltre giustificare l'ipotesi che addirittura tutte le mineralizzazioni cinabrifere primarie della zona siano ascrivibili all'epoca precisata: la quale ipotesi, oltre ad essere consentita dalla rilevata ubicazione in terreni di età pre-pliocenica dei giacimenti primari, conferirebbe loro una più chiara unitarietà di geni.

Il fatto che anche attualmente siano attive, nell'area amiatina, sorgenti termominerali che depositano cinabro, mercurio nativo e solfuri di arsenico e di antimonio non contraddice la predetta conclusione. In ogni parte del mondo sono infatti note sorgenti analoghe, che depositano solfurati ed altri svariati sali: ma è altrettanto noto che la natura di queste deposizioni è intimamente legata alla natura delle rocce entro le quali avviene la circolazione delle acque. Per cui ci pare ragionevole ritenere che il mercurio trasportato e deposto dalle sorgenti attive del M.te Amiata possa essere stato prelevato da preesistenti giacimenti profondi.

Il discorso si può ripetere a proposito delle rare tracce di cinabro che talora ricorrono nelle vulcaniti e che, secondo alcuni Autori, starebbero a dimostrare un diretto legame temporale fra le mineralizzazioni e le vulcaniti stesse: il che non ci pare giustificato, poiché tali tracce si possono facilmente considerare o come inclusi o come dovute a mercurio occluso dalle lave che attraversarono i giacimenti già esistenti all'epoca della eruzione.

Considerazioni di carattere economico.

Gli adunamenti secondari illustrati, oltre all'interesse scientifico, rivestono anche un particolare interesse minerario, per gli elevati tenori in mercurio, superiori in genere a quelli medi dei giacimenti primari e, ancor più, a quelli minimi oggi remunerativi.

Per quanto riguarda inoltre le concentrazioni di tipo residuale, è da sottolineare ancora la particolare economia che si potrà realizzare nella coltivazione, dato il loro carattere di superficie.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] E. T. ALLEN, J. L. CRENSHAW, « Am. Journ. Sci », 34, 341 (1912).
- [2] E. BENEIO, « Boll. Soc. Geol. Ital. », 68, 66 (1949).
- [3] P. BONATO, « L'Ind. Min. », 1, 125 (1950).
- [4] T. M. BRODERICK, « Econ. Geol. », 11, 645 (1916).
- [5] C. DE CASTRO, « Mem. descr. carta geol. d'It. », 16 (1914).
- [6] G. DESSAU, « Boll. Soc. Geol. Ital. », 70, 3 (1951).
- [7] G. DESSAU e altri, « Boll. Soc. Geol. Ital. », 69, 69 (1950).
- [8] R. M. DREYER, « Econ. Geol. », 35, 17 (1940).
- [9] F. ELTER, « L'Ind. Min. », 6, 65 (1955).
- [10] W. H. EMMONS, F. C. CALKINS, « U.S. Geol. Surv. », P. P. 78, 154 (1913).
- [11] F. FALINI, « Per. Mineral. », 25, 95 (1956).
- [12] F. FALINI, « Per. Mineral. » 29, 19 (1960).
- [13] Z. HARADA, « Japan. Ass. Mineral. Journ. », 29, 159 (1943).
- [14] K. B. KRAUSKOPF, « Econ. Geol. », 46, 498 (1951).
- [15] W. LINDGREN, « U.S. Geol. Surv. », A. R. 22, 664 (1901).
- [16] B. LOTTI, « Rass. Min. », 29, 33 (1908).
- [17] B. LOTTI, « Mem. descr. carta geol. d'It. », 13 (1910).
- [18] B. LOTTI, « Rass. Min. », 39, 177 (1913).
- [19] B. LOTTI, *I depositi dei minerali metalliferi*, 2^a ed., 182 (1928).
- [20] R. A. MACKAY, « Econ. Geol. », 41, 13 (1946).
- [21] G. MERLA, « Boll. Soc. Geol. Ital. », 70, 95 (1951).
- [22] J. A. RICHARDSON, « Inst. Min. Met. Lond. », 490, 19 (1947).
- [23] R. SIGNORINI, « Boll. Soc. Geol. Ital. », 65, 17 (1946).
- [24] R. SIGNORINI, « Boll. Soc. Geol. Ital. », 65, 40 (1946).
- [25] V. SPIREK, « Zeitschr. prakt. Geol. », 369 (1897).
- [26] J. TAKAHASHI, « Japan. Ass. Mineral. Journ. », 28, 277 (1942).
- [27] J. VERHOOGEN, « Econ. Geol. », 33, 34 (1938).
- [28] R. WILLDEN, P. E. HOTZ, « Econ. Geol. », 50, 661 (1955).