

FEDERICO MASTRANGELO \*, PIETRO NATALE \*

TESTIMONIANZE DELLA METALLOGENESI  
LEGATA ALLA TRASGRESSIONE EPIERICINICA  
NEL BRIANZONESE \*\*

RIASSUNTO. — Dopo un breve richiamo circa le caratteristiche generali dei giacimenti metalliferi sedimentari di ambiente trasgressivo, con particolare riguardo alla provincia metallogenica permo-triassica europea, vengono succintamente descritte alcune mineralizzazioni delle Alpi Occidentali, ed essenzialmente dell'Unità Brianzonese, che possono essere inquadrare nella suddetta provincia metallogenica. Le mineralizzazioni stesse vengono classificate nel modo seguente: mineralizzazioni ferrifere e mineralizzazioni uranifere nel Permiano; mineralizzazioni a Fe-Mn ed a Ba-Fe ( $\pm$  Pb) nei livelli basali del Trias; mineralizzazioni a Ba ( $\pm$  Fe) insediate alla base delle formazioni carbonatiche del Trias medio, alcune delle quali apparentemente in corrispondenza di lacune del Trias detritico basale.

ABSTRACT. — After an introduction illustrating the general characteristics of the ore deposits in sedimentary transgressive environments, with special reference to the Permo-Triassic metallogenic province of Europe, the paper describes briefly some mineralizations of the Western Alps (« Brianzonese Zone ») which belong probably to the same metallogenic province and which are classified as follows: Fe and U mineralizations in Permian beds; Fe-Mn and Ba-Fe ( $\pm$  Pb) mineralizations in basal Triassic beds; Ba ( $\pm$  Fe) mineralizations below the carbonatic formations of the middle Trias, in part related probably to hiatus of the basal Triassic beds.

**Premessa**

Sebbene sia conosciuta ormai da tempo l'esistenza nell'ambito europeo di una estesa provincia metallogenica sedimentaria, legata alla trasgressione permo-triassica sul continente ercinico, nel nostro Paese le indicazioni al riguardo risultano relativamente scarse e probabilmente inadeguate all'importanza che anche in Italia detta provincia metallogenica assume.

Ci è quindi sembrato giusto contribuire al chiarimento di questo interessante aspetto della giacimentologia italiana, sia pure soltanto, per ora, con riferimento all'area delle Alpi Occidentali.

In questa nota di carattere introduttivo ci proponiamo di esporre le premesse ed i termini generali del problema nonchè di elencare e succintamente descrivere un certo numero di mineralizzazioni dell'arco alpino occidentale, appartenenti in

\* Istituto di Mineralogia, Geologia e Giacimenti Minerari - Politecnico di Torino.

\*\* Lavoro eseguito nell'ambito del Progetto Finalizzato di Geodinamica, Pubbl. No. 7.

massima parte all'Unità Brianzonese, che costituiscono un primo nucleo chiaramente riconosciuto della provincia epiercinica in questo settore (1).

È peraltro nostra intenzione approfondire in seguito la conoscenza di queste mineralizzazioni, al fine sia di contribuire al chiarimento dei relativi processi di formazione, sia di valutarne tutte le connesse possibilità minerarie. Abbiamo la speranza di poter in futuro estendere l'indagine anche ad altre aree della penisola, sia alpine che appenniniche, affrontando i problemi dell'appartenenza alla provincia metallogenica in questione di altri gruppi di giacimenti, la cui origine è attualmente controversa.

### Le mineralizzazioni sedimentarie di ambiente trasgressivo

Fin dal 1911 L. DE LAUNAY ebbe modo di evidenziare a scala europea i caratteri comuni a certi giacimenti metalliferi stratiformi contenuti nei sedimenti permiani e triassici. Passarono tuttavia molti anni prima che questa osservazione venisse compresa nel suo reale significato, prima cioè che si facesse strada l'idea di una vasta provincia metallogenica legata alla trasgressione permo-triassica.

A questo importante ciclo metallogenico sedimentario, sull'esistenza del quale difficilmente si potrebbe oggi dubitare, vengono attribuiti, per esempio, i noti « Kupferschiefer » dello Zechstein germanico (SERKIES et al., 1966), vari giacimenti a U, Pb, Zn, Cu della provincia epiercinica francese (BERNARD e FOGLIERINI, 1963), in particolare quelli delle Cevenne, così bene illustrati da BERNARD (1961), ed anche, sia pure in forma ipotetica, numerose mineralizzazioni uranifere insediate nel Permiano alpino (MITTEMPERGER, 1968).

La grande importanza di questo tipo di metallogenosi è d'altra parte ampiamente riconosciuta ormai anche al di fuori dell'ambito europeo. Così, se è noto da tempo che molti giacimenti di ferro sedimentari si sono originati in corrispondenza di periodi di vaste trasgressioni marine (FAIRBRIDGE, 1967), oggi si può anche affermare che nelle serie trasgressive, soprattutto nella parte basale delle sequenze positive, si localizza gran parte del metallifero sedimentario, che oltre al ferro, comprende principalmente: Mn, U, V, Cu, Pb, Zn, Ba e F.

Secondo quanto afferma NICOLINI (1970): « *les concentrations stratiformes, sensu lato, se localisent souvent, en milieu continental, dans des passées réductrices, appartenant à un ensemble oxydant, et en milieu marin, lorsque le phénomène oxydant cesse, au sein d'une série sédimentaire ou lorsque dans un niveau donné le milieu réducteur est accentué; ce milieu réducteur accentué pouvant se situer soit dans des bassins plus ou moins fermés, soit au contraire vers la haute-mer, loin des côtes aérées* ».

(1) In questa nota F. Mastrangelo ha curato in particolare la descrizione dei giacimenti ferriferi ed uraniferi del Permiano e delle mineralizzazioni della Valle Stretta e dell'alta Savoia; P. Natale ha curato la parte introduttiva e la descrizione delle mineralizzazioni delle Alpi Marittime e del Colle del Nivolet; le considerazioni metallogeniche sono frutto di un comune lavoro.

Di conseguenza le mineralizzazioni di ambiente trasgressivo vengono generalmente inquadrare in uno schema classificativo che fa riferimento al contesto litologico in cui esse si insediano e quindi anche ai loro rapporti spaziali con il continente cui sono geneticamente legate (si veda, per esempio, BERNARD, 1961).

Un primo gruppo comprende i cosiddetti giacimenti tipo « Red beds » o « Sandstone type », rappresentati da concentrazioni per lo più stratoidi, spesso monometalliche e soprattutto a U, V, Cu, Pb, Zn, insediate in formazioni detritiche di facies continentale o subcontinentale e mostranti un legame più o meno diretto con formazioni detritiche ossidate, generalmente continentali (« Red beds »). L'associazione con sedimenti di questo tipo è spesso indice di una connessione genetica con un ambiente paleoclimatico caratterizzato da clima caldo con alternanza di periodi umidi e secchi.

Nell'ambito di questo primo gruppo possiamo ulteriormente distinguere due sottotipi. Il sottotipo dei « Red beds » s.s. comprende le concentrazioni insediate direttamente nelle formazioni ossidate, anche se localizzate a volte in corrispondenza di episodi riducenti o di strutture particolari, come i « paleocanali ». Ne sono esempi i giacimenti a U, V del Plateau del Colorado e, nell'ambito alpino, le manifestazioni di U, Pb riconosciute in vari punti nelle Arenarie di Val Gardena (BRONDI et al., 1971) e quelle uranifere e cuprifere insediate nei « Red beds » del Permiano medio della Slovenia centrale (JOKANOVIC et al., 1972; DROVENIK et al., 1972).

Un secondo sottotipo comprende invece mineralizzazioni che, pur trovandosi in contesti paleogeografici affini a quelli dei « Red beds », sono però insediate in formazioni detritiche non ossidate. Ne sono notevoli esempi i grandi giacimenti russi di Fe e Mn ( $\pm$  Ba) di Tchiaturi e di Nikopol (VARENTSOV, 1964) ed in parte i giacimenti cupriferi del Copperbelt africano (GARLICK, 1967, cit. in NICOLINI, 1970).

Un secondo grande gruppo di mineralizzazioni di ambiente trasgressivo è quello costituito dalle concentrazioni stratiformi, soprattutto cuprifere, di tipo « Black shale », le quali sono talvolta associate a giacimenti tipo « Red beds », ma ricorrono in sedimenti pelitici di più o meno spiccato carattere euxinico. Ricordiamo come esempi i già citati « scisti cupriferi » dello Zechstein germanico ed alcuni giacimenti francesi nel Permiano e nel Trias delle Cevenne (BERNARD, 1961).

Ancora legati ad uno zoccolo alterato sono infine certi giacimenti soprattutto a pirite, blenda e galena, insediati in rocce carbonatiche, spesso dolomitiche, e talvolta chiaramente associati a concentrazioni sedimentarie dei tipi precedenti. Citiamo come esempi le mineralizzazioni piombo-zincifere entro le rocce carbonatiche al tetto degli « scisti cupriferi » dello Zechstein (DEANS, 1948) ed alcuni giacimenti a Pb e Zn delle Cevenne (BERNARD, 1961). Nell'ambito italiano possiamo ricordare i calcari dolomitici a Bellerophon del Permiano, che nel Trentino sono diffusamente mineralizzati a galena (BRUSCA et al., 1972).

Come è emerso da quanto si è fin qui detto, la provincia metallogenica epierci-

nica europea annovera mineralizzazioni di tipo assai vario, fra le quali si trovano rappresentati tutti i tipi di giacimenti poc'anzi definiti.

Nell'ambito dell'arco alpino occidentale, cui più direttamente ci vogliamo ora riferire, le mineralizzazioni inquadrabili nella provincia metallogenica stessa mostrano, come vedremo, una tipologia meno varia, quasi tutte rientrando nel gruppo dei « Red beds » l.s..

Di esse diremo quindi brevemente, dopo aver richiamato per sommi capi le caratteristiche generali del contesto geologico che le racchiude.

### Generalità sull'ambiente geologico

Nell'arco alpino, ed in particolare nelle Alpi occidentali, il Permiano è costituito, com'è noto, da potenti serie continentali, litologicamente piuttosto eterogenee, che rappresentano il prodotto dello smantellamento della catena ercinica.

Con particolare riguardo all'unità Brianzonese, le formazioni permiane risultano interessate da due fasi tettoniche principali, che separano l'Eopermiano dal Neopermiano inferiore (nel quale sono intercalate le vulcaniti tardoerciniche) e questo dal Neopermiano superiore. Quest'ultimo (talora indicato anche come « Permo-Trias ») è costituito in prevalenza dai sedimenti grossolani del « Verrucano Brianzonese ».

Uno dei caratteri più ricorrenti e tipici di questo Verrucano è la diffusa pigmentazione rossa degli elementi detritici, che testimonia l'avanzato stato di rubefazione delle coperture pedologiche e dei depositi pedemontani, dalla cui rielaborazione questo materiale traeva origine.

In contrasto all'eterogeneità litologica della serie continentale spicca la notevole uniformità dei sovrastanti orizzonti del Trias basale, corrispondenti al vero e proprio atto dell'ingressione marina.

La monotonia del Trias inferiore nella regione compresa tra la Lombardia ed il Brianzonese l.s., è la testimonianza di un ambiente paleogeografico piuttosto uniforme, costituito da un plateau continentale spianato e coperto da vegetazione, sul quale si andava estendendo un mare in genere poco profondo, delimitato da coste basse e sabbiose e costellato da vaste isole, alcune delle quali emerse lungo tutto il Trias.

Ne dovette probabilmente risultare tra costa e mare aperto un insieme di lagune e di bracci di mare basso, costituenti degli ambienti semichiusi, nei quali potevano instaurarsi condizioni locali ben differenziate ed anche relativamente anomale sotto il profilo geochimico.

In relazione al particolare ruolo paleogeografico della dorsale Brianzonese, nelle Alpi Occidentali il Trias ha caratteristiche peculiari e di transizione fra il dominio alpino e quello germanico.

Possiamo distinguere tre fasce concentriche. Una prima fascia esterna appartenente alla Zona Delfinese mostra un Trias di tipo germanico ridotto. La fascia

intermedia (Brianzonese) mostra l'esteso e ben noto Trias composto da un livello inferiore (Scitico) di quarziti bianche, pure, ben stratificate (nella cui base sfumano gradualmente i conglomerati del Verrucano), da un livello intermedio di scisti, carnioli e gessi (il cosiddetto « Roth »), quindi da una massa di calcari dolomitici ad Encrini, Gasteropodi, Diplopore, spesso fino a qualche centinaio di metri, ed infine dal Retico ad Avicula Contorta. La fascia interna infine, quella della Zona Piemontese, mostra un Trias simile a quello Brianzonese, ma con faune francamente alpine nel livello calcareo superiore.

I diversi bacini che si possono individuare all'interno di queste fasce si differenziano naturalmente nel dettaglio, mostrando caratteristiche stratigrafiche peculiari, sulle quali non riteniamo comunque di dover insistere in questa sede.

### Le mineralizzazioni delle Alpi Occidentali

Le mineralizzazioni in questione, indicate in fig. 1, si possono classificare in base ad un criterio stratigrafico-giaciturale nel seguente modo:

1. Mineralizzazioni nel Permiano
  - 1.1. Mineralizzazioni ferrifere (1, 2);
  - 1.2. Mineralizzazioni uranifere (3, 4, 5, 6, 7).
2. Mineralizzazioni nel Trias inferiore
  - 2.1. Mineralizzazioni a Fe-Ba e a Fe-Mn a tetto delle quarziti werfeniane (8, 9);
  - 2.2. Mineralizzazioni a Ba-Pb nelle quarziti werfeniane (10);
  - 2.3. Mineralizzazioni a Ba ± Fe in probabile lacuna delle quarziti werfeniane (11, 12).

Nell'ordine passiamo brevemente in rassegna le situazioni più significative.

#### 1. MINERALIZZAZIONI NEL PERMIANO

##### 1.1. Mineralizzazioni ferrifere

Mineralizzazioni di questo tipo sono note in varie località, sia nel « Brianzonese s.s. » che nel cosiddetto « Brianzonese interno », come anche nelle coperture dei massicci cristallini, in particolare nel Dora-Maira. Non poche di esse hanno dato vita in passato, ed anche in tempi abbastanza recenti, a modeste attività estrattive.

Nel complesso i giacimenti presentano caratteristiche abbastanza consimili: in primo luogo la morfologia stratiforme e la giacitura concordante con le rocce incassanti. Il minerale predominante è l'ematite, talora compatta e microgranulare, tal'altra scagliosa e micacea, che può giungere a tenori del 70-75 %; ad essa si accompagna in qualche caso ed in quantità del tutto subordinata la pirrite; inoltre non sono rari — specie nelle parti meno ricche della mineralizzazione — elementi clastici quarzosi.

Come esempi citiamo la mineralizzazione del Banchet, nei pressi di Bardonecchia, quella di Noli, quella di M. Seguret a Nord di Salbertrand e quella di Comba dei Carbonieri, in Val Pellice.

Nella prima, situata a circa 2000 metri di quota, sull'orografica destra della Valle Stretta, si coltivava un banco della potenza di qualche metro, ospitato in

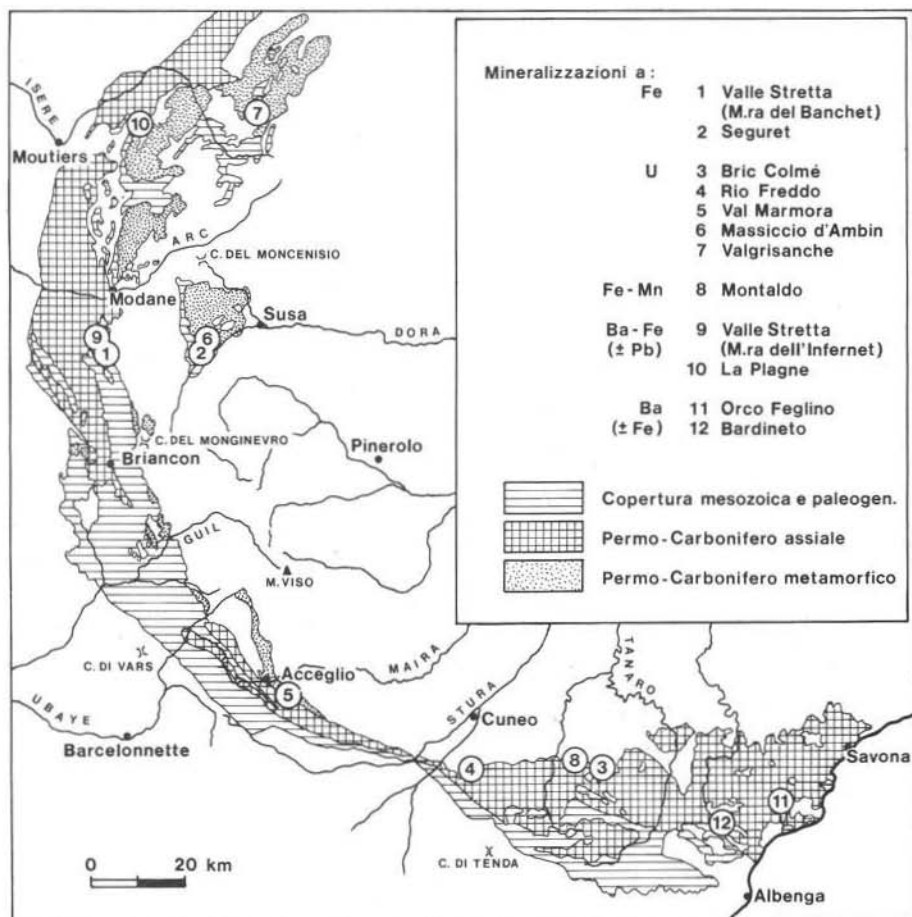


Fig. 1. — Distribuzione geografica delle principali mineralizzazioni legate alla trasgressione permo-triassica nel Briançonnais.

concordanza in un orizzonte di scisti conglomeratici a clasti di quarzo rosato, costituenti la sommità della sequenza permiana, che poggiano in discordanza su scisti laminati verdastrì dell'Eopermico, mentre verso l'alto sfumano con passaggi insensibili nella base, anch'essa conglomeratica, delle quarziti chiare dello Scitico.

Molto simile, dal punto di vista morfologico e tessiturale, è la mineralizzazione



a ematite nota, sempre nei livelli conglomeratici del Verrucano, nelle Alpi Marittime, in vicinanza di Noli (GIORDANO, 1969).

Il giacimento di M. Seguret ricorre nella parte superiore di un complesso indifferenziato di gneiss e micascisti noti come « Scisti dell'Ambin », in un orizzonte di micascisti verdognoli che superiormente fanno insensibile passaggio alle formazioni dell'Eotrias.

La mineralizzazione risulta costituita da due strati di ematite microcristallina, aventi potenza intorno al metro e separati da un analogo spessore di roccia sterile.

Il giacimento di Comba dei Carbonieri, situato a Sud di Villar Pellice si sviluppa in forma di lente appiattita, concordante con la scistosità generale, in una formazione di micascisti grigio argentei; il minerale è costituito da oligisto micaceo, in lamelle adagiate secondo la scistosità, e forma livelletti centimetrici alternati a livelletti di micascisti.

Rimane incerta l'esatta collocazione stratigrafica della mineralizzazione; osserviamo tuttavia che anche in questo caso la formazione micascistosa passa gradualmente alle quarziti costituenti la base della serie mesozoica piemontese, che la sormontano in perfetta concordanza: non è escluso quindi che la si possa ancora riferire ai livelli superiori del Permiano.

## 1.2. Mineralizzazioni uranifere

Mineralizzazioni di questo tipo sono note in vari punti dell'arco alpino occidentale. Le conoscenze al riguardo sono frutto, in massima parte, di quella vasta campagna di prospezione, svoltasi negli anni '50, che mirava a ritrovare nel nostro Paese depositi uraniferi di interesse industriale (D'AGNOLO, 1968; IPPOLITO, 1958; IPPOLITO et Al., 1961; MITTEMPERGER, 1968).

Riassumendone le caratteristiche comuni osserviamo anzitutto che tali mineralizzazioni risultano strettamente legate alle aree di affioramento della serie permotriassica e sono insediate in formazioni di ambiente continentale o sub-continentale (in prevalenza detritiche, solo subordinatamente vulcaniche), derivanti dallo smantellamento del continente ercinico. Più precisamente esse ricorrono nei livelli superiori di questa serie argilloso-arenacea, poco al di sotto dei primi livelli trasgressivi e laddove i sedimenti si differenziano per una più fine granulometria ed una maggior abbondanza di fillosilicati.

Tutta la serie, e con essa le mineralizzazioni, ha subito il metamorfismo alpino che ha comportato una certa differenziazione dell'originario quadro di unitarietà: così, mentre nelle Alpi Marittime il metamorfismo di epizona non ha del tutto obliterato le originarie caratteristiche dei sedimenti e delle mineralizzazioni, in altre zone (Massiccio di Ambin, Valgrisanche) l'impronta metamorfica risulta più marcata, sia sulle mineralizzazioni, che sembrano aver subito un riassetto più generale, sia sugli originari sedimenti, che risultano qui trasformati in metamorfiti di più alto grado.

I corpi mineralizzati hanno giacitura per lo più concordante con la scistosità, la

quale sembra in genere riflettere l'originaria stratificazione; la loro morfologia ha tendenza stratoide risolvendosi in lenti appiattite o talora in fusi con prevalente sviluppo longitudinale; spesso i giacimenti risultano costituiti da un certo numero di questi corpi che si inseguono a distanza, allineandosi su uno od al massimo due livelli della serie con uno sviluppo complessivo anche di alcune centinaia di metri. Le singole lenti hanno però in genere dimensioni piuttosto modeste, dell'ordine di alcuni metri o anche meno.

I corpi mineralizzati, i cui tenori si aggirano intorno a qualche unità per mille, si risolvono spesso in fitte ripetizioni di livelletti uraniferi con altri del tutto sterili; in altri casi la mineralizzazione è diffusa uniformemente in tutta la massa della lente, in altri ancora si possono osservare piccole concentrazioni imputabili a rimobilizzazione metamorfica.

La paragenesi è assai povera da un punto di vista sia qualitativo, sia quantitativo: solo la pirite risulta talora prevalente sul minerale uranifero, che è costituito per lo più da uraninite microcristallina, mentre sono del tutto subordinati solfuri e solfosali di Zn, Cu e Pb. Degna di nota e forse geneticamente significativa è la presenza assai frequente di carbonio organico e talora di apatite.

## 2. MINERALIZZAZIONI NEL TRIAS INFERIORE

### 2.1. Mineralizzazioni a Fe-Ba e a Fe-Mn a tetto delle quarziti werfeniane

In alta Valle Stretta, non lontano dalla già ricordata mineralizzazione ferrifera del Permiano, ricorre un primo interessante esempio di mineralizzazione di questo tipo. Si tratta di un banco di barite ed ematite, spesso fino a 7-8 metri, interstratificato fra le quarziti a letto ed una formazione carbonatica dell'Anisico, ed i cui affioramenti si sviluppano, a circa 2300 metri di quota, tra il Rio del Vallone e le falde di Punta dell'Infernet.

Localmente la serie sembra caratterizzata da una certa riduzione di spessore delle quarziti (che a letto del giacimento mostrano tracce di stratificazione incrociata). Lo strato baritico-ematitico è ricoperto dalle formazioni calcaree dell'Anisico, dalle quali è tuttavia separato da un orizzonte di scisti pelitici verdognoli; localmente sembrano assenti le evaporiti, che affiorano poco più a valle, alle falde della Guglia Rossa.

Nelle sue propaggini meridionali, sotto la Punta Infernet, il banco mostra una potenza minore e risulta costituito in prevalenza da ematite, per la quale è stato coltivato negli anni '30; procedendo invece verso Nord, il suo contenuto in ematite diminuisce notevolmente, mentre diventa preponderante la barite, in granuli anche centimetrici, cementati da barite più fine pigmentata dall'ossido di ferro.

Un altro esempio è rappresentato dalla mineralizzazione di ferro e manganese di Montaldo Mondovì in provincia di Cuneo, che diede luogo anch'essa ed all'incirca nello stesso periodo ad una modesta attività estrattiva. Lo strato mineralizzato è interposto fra quarziti werfeniane e calcari dolomitici del Trias medio, ha uno



spessore di 5-6 metri ed è in sostanza una quarzite, più o meno feldspatica e fillitosa, abbondantemente impregnata da ossidi di ferro e manganese, con sottili intercalazioni costituite dai soli ossidi.

Nella tessitura il minerale ricorda quindi da vicino i minerali ferriferi del Permiano che, come si è già detto, hanno spesso il carattere di sedimenti clastici, più o meno ricchi di cemento ferrifero.

## 2.2. Mineralizzazioni a Ba-Pb nelle quarziti werfeniane

Mineralizzazioni di questo tipo si conoscono solo in territorio francese. Così i giacimenti di La Plagne e di Pesey in Val d'Isère, che sono stati oggetto di coltivazione fino a pochi anni fa (ROGEL, 1964; ROUTHIER, 1963; RAGUIN, 1961).

Dello stesso tipo è anche probabilmente il giacimento di l'Argentière, situato una decina di chilometri a Sud di Briançon, tuttora oggetto di coltivazione (OMENETTO e BRIGO, 1976).

Nel caso di La Plagne, le quarziti mostrano una notevole riduzione di potenza, passando nel contempo a facies eteropiche che costituiscono la serie differenziata del giacimento. I livelli werfeniani sono costituiti da «sabbie» silicee bianche più o meno grossolane (conseguenti da una comminuzione tettonica delle quarziti) che si appoggiano su scisti verdognoli permiani e sono sormontate dai livelli evaporitici dello Scitico superiore.

Lo strato mineralizzato, che ricorre in queste «sabbie» poco al di sopra del contatto con il Permiano, ha uno spessore massimo di tre metri e risulta costituito per lo più da barite cristallina in granuli di dimensioni intorno al millimetro, cementati da barite più fine; la sua struttura si risolve in un'alternanza di livelletti quasi esclusivamente baritici con altri, più sottili, nei quali una matrice sideritica od ankeritica presenta una fine disseminazione di galena.

La barite è poi diffusa anche in tutta la formazione detritica, ricorrendovi con quarzo microcristallino e talvolta anche galena, come cemento dei clasti.

## 2.3. Mineralizzazioni a Ba±Fe, in probabile lacuna delle quarziti werfeniane

Possiamo ricordare tre mineralizzazioni che sembrano situate in corrispondenza di una lacuna stratigrafica che mette direttamente a contatto del Permiano, o di uno zoccolo più antico, le formazioni dello Scitico superiore o dell'Anisico-Ladinico, con lacuna dell'unità detritica basale del Trias. Nei primi due casi che citeremo, tale situazione giaciturale non può comunque essere delineata che in forma ipotetica, in attesa che gli accertamenti in corso confermino questa impressione.

La più importante delle tre mineralizzazioni è probabilmente quella di barite dell'alta Val Bormida, nel Brianzonese delle Alpi Marittime.

In questa zona, e principalmente nei dintorni di Bardinetto e nei pressi di Isallo in comune di Magliolo, sono state coltivate delle lenti, spesse fino a 4-5 metri, di barite saccaroide, talvolta bianca e abbastanza pura, ma spesso inquinata da

silice, alternata a letti di quarzo microcristallino, o a volte mista a carbonati (GIORDANO, 1969).

A tetto delle lenti baritiche si trovano tipiche formazioni carbonatiche del Trias medio, mentre il letto, almeno in alcuni punti, parrebbe costituito da scisti e porfiroidi permiani.

Un'altra mineralizzazione, simile sotto certi aspetti alla precedente, è situata, sempre nel Brianzonese delle Alpi Marittime, nel comune di Orco Feglino ed è stata oggetto di ricerca da parte della S.p.a. Montecatini come giacimento di pirite e minerale di ferro (ANONIMO, 1927). Il banco mineralizzato, spesso 8-9 metri e subverticale, è posto tra scisti permiani e calcari dolomitici del Trias medio. In grande e nel dettaglio esso mostra una struttura stratificata ed è costituito da pirite, ossidi di ferro, barite, quarzo e fillosilicati.

Questo contatto mineralizzato può essere interpretato come un contatto meccanico tra le formazioni carbonatiche anisico-ladiniche e gli scisti permiani della « Formazione di Eze » (Foglio 92-93 della C.G.I.); ci sembra però che detta situazione si possa anche spiegare in termini stratigrafici, come lacuna delle quarziti dello Scitico, che affiorano a non più di un chilometro verso Est.

Merita infine un cenno anche la piccola mineralizzazione a Fe-Ba che abbiamo potuto riconoscere, in analoga posizione stratigrafica, alla base della copertura mesozoica del Gran Paradiso nei pressi del Colle del Nivolet, in alta Valle dell'Orco. In questo caso le tipiche carnirole triassiche vengono a ricoprire quasi direttamente il basamento cristallino parascistoso. In luogo del Trias inferiore detritico, che è rappresentato a distanza di pochi chilometri dalle caratteristiche quarziti, anche qui ricorre uno strato di un paio di metri di ossidi di ferro e barite, con tracce di rame e di piombo.

### Considerazioni metallogeniche

Come si è già ricordato all'inizio di questa nota, numerose mineralizzazioni più o meno simili a quelle ora descritte sono conosciute in varie parti del mondo, ed in particolare in Europa nella serie trasgressiva epiercinica del bacino germanico.

Secondo l'interpretazione di un numero sempre crescente di studiosi, le mineralizzazioni di questo tipo sarebbero geneticamente riferibili a processi di natura sedimentaria, cioè a fenomeni di concentrazione di metalli messi in libertà nel corso dell'alterazione superficiale delle rocce.

In molti dei casi studiati nell'ultimo ventennio le situazioni geologiche in cui si inquadrano le mineralizzazioni inducono a ritenere che tali processi di concentrazione si sono svolti attraverso stadi intermedi di preconcentrazione, realizzati in condizioni paleogeografiche adatte, nell'ambito delle coperture pedologiche.

Come rilevano BERNARD e FOGlierINI (1963), con particolare riguardo alla provincia epiercinica francese: « *ce n'est que lorsque l'épiprogénie s'atténue que l'altération chimique des roches du continent, prenant le pas sur l'altération mécanique,*

*a pu réaliser une préconcentration pédologique des éléments lourds jusqu'alors disséminés dans les puissantes séries détritiques de remplissage des grabens. Le remaniement fluvial de ces préconcentrations, résiduelles, conduit à quelques indices du type "Red beds" continentaux (Permien français), mais ce n'est que lors des premières oscillations de la transgression du Muschelkalk que le remaniement marin aboutit à des concentrations étendues soumises, au moins quant à leur distribution, aux lois de la sédimentation littorale ».*

Vari metalli, normalmente dispersi a bassi tenori nelle rocce avrebbero così potuto concentrarsi nelle situazioni sedimentologiche adatte, talvolta fino a formare dei giacimenti minerariamente significativi.

Sempre con riferimento alla situazione riscontrata in Francia ed a prescindere dalle manifestazioni metallifere del Permiano continentale, le mineralizzazioni in questione, contenute per lo più nei termini inferiori del Trias (Bundsandstein o Werfeniano), si localizzano lungo la probabile linea di spiaggia del mare triassico (vedasi ad esempio la fig. 1 in BERNARD e FOGIERINI, 1963). Inoltre i giacimenti principali risultano spesso contenuti in serie a spessore ridotto e quindi situati verosimilmente in corrispondenza di alti strutturali.

Le stesse serie ridotte mineralizzate a solfuri vengono interpretate come facies eteropiche delle serie subsidenti a evaporiti, nei confronti delle quali le mineralizzazioni stesse mostrano una spiccata incompatibilità spaziale (BERNARD e FOGIERINI, 1963).

È facile capire che siffatte ipotesi metallogeniche aprono tutta una serie di problemi interpretativi, riguardanti i vari aspetti del modello genetico, ed in particolare: il comportamento dei metalli in tracce nei processi di alterazione superficiale delle rocce; l'influenza delle condizioni paleogeografiche e climatiche sul decorso dell'alterazione e sulle possibilità di preconcentrazione pedologica dei singoli metalli; il condizionamento metallogenico esercitato dalla geochemica del substrato; la migrazione dei metalli e le relative possibilità di selezione nei diversi stadi del trasporto continentale e marino; e quindi i controlli della sedimentazione metallifera nei diversi ambienti sedimentari (una panoramica del problema generale si può trovare in BERNARD, 1973; alcuni aspetti particolari vengono affrontati, per esempio, da SAMAMA, 1971).

Non v'è dubbio che molto resta ancora da fare, anche sotto il profilo teorico e sperimentale, per chiarire i molteplici aspetti di tale vasta e complessa problematica.

Per quanto riguarda le mineralizzazioni dell'arco alpino occidentale, che abbiamo poc'anzi brevemente descritte, non possiamo per il momento che esporre alcune considerazioni di carattere orientativo, in attesa che il completamento delle indagini attualmente in corso ci consenta di svolgere un'analisi più dettagliata e più documentata.

La metallogenesi del Permiano, in primo luogo, appare abbastanza chiara nel quadro di un ambiente continentale sottoposto ad intensa alterazione pedologica e caratterizzato con ogni probabilità da coperture ferruginose ben sviluppate.

In tali condizioni la sedimentazione ferrifera è una possibilità ben nota e giustificabile sotto il profilo geochimico.

Per quanto riguarda l'uranio, la cui relativa diffusione è probabilmente legata al contenuto anomalo delle vulcaniti tardoerciniche (MITTEMPERGER, 1968), vari sono gli argomenti a favore del carattere singenetico delle mineralizzazioni; ricordiamo in particolare la monotona collocazione stratigrafica delle stesse, la morfologia dei corpi mineralizzati, assimilabile talvolta a quella delle barre costiere, nonché le indicazioni di carattere geocronologico (IPPOLITO, 1958).

Riteniamo anche in complesso accettabili le ipotesi avanzate da vari autori per quanto riguarda le condizioni di deposizione dell'uranio, il quale si sarebbe depositato in ambienti lagunari o deltizi, unitamente a sedimenti pelitici ricchi di sostanza organica (MITTEMPERGER, 1968).

Restano tuttavia da chiarire alcuni aspetti metallogenici strettamente connessi tra loro, e principalmente: il carattere monometallico dei giacimenti, la provenienza dell'uranio e le modalità di migrazione e di concentrazione del metallo.

Per quanto riguarda invece le mineralizzazioni del Trias inferiore va subito rilevata la spiccata caratterizzazione ferro-baritica del gruppo e, con riferimento al versante italiano, la relativa povertà di metalli, come Cu, Pb e Zn, che invece caratterizzano la provincia epiercinica in altri settori.

L'importanza che assumono il ferro ed il bario è un dato di fatto significativo. È infatti ormai ben accertato l'importante ruolo che questi due elementi assumono nelle provincie trasgressive in generale ed in particolare in quella epiercinica. Nel caso in esame l'abbondanza del bario è per altro verosimilmente connessa alla diffusione delle plutoniti e delle vulcaniti acide del substrato.

Le conoscenze geochimiche riguardanti il bario inducono a ritenere, secondo quanto già ben espresso da BERNARD (1961), che questo elemento può subire una preconcentrazione nelle coperture pedologiche ossidate, dalle quali verrebbe poi mobilizzato sotto forma di cloruro o di bicarbonato, per infine riprecipitare come solfato, concentrandosi ulteriormente. Questa precipitazione appare spesso legata alla deposizione degli argilloidi e della silice «ultradetritica» e può realizzarsi nel corso della sedimentazione, al termine della fase detritica, oppure anche durante la cementazione diagenetica delle areniti, a partire dalle acque connate.

Anche nei casi da noi presi in esame la barite mostra una notevole predilezione per l'orizzonte sormontante le quarziti werfeniane o per le sedi in cui la sedimentazione clastica è più o meno fortemente rallentata, con assottigliamento o lacuna delle quarziti stesse. Meno evidenti appaiono invece i rapporti tra sedimentazione baritica e deposizione delle evaporiti, non potendosi comunque escludere che gli strati baritici rappresentino in qualche caso delle facies eteropiche delle evaporiti solfatiche normali, così come è stato riconosciuto da BERNARD (1961) nel distretto delle Cevenne.

Contando di poter ritornare in una prossima occasione su questi ed altri interessanti aspetti del quadro metallogenico in studio, vogliamo concludere questa

nota sottolineando l'interesse, anche minerario, che una miglior conoscenza di questo gruppo di mineralizzazioni delle Alpi Occidentali può rivestire, con riferimento soprattutto agli strati baritici ed alle concentrazioni di Pb, Zn, Cu che vi sono talvolta associate.

Più in generale l'interesse dello studio di questa provincia metallogenica risiede nel fatto che in essa crediamo si possano inquadrare numerose altre mineralizzazioni alpine o appenniniche, alcune con un certo grado di sicurezza, altre almeno a titolo di ipotesi di lavoro.

Concludiamo pertanto con un elenco, molto probabilmente incompleto, ma già molto significativo, di giacimenti che ci sembrano meritevoli, a questo proposito, di essere ricordati:

- le mineralizzazioni stratoidi a Ba, F, Pb nel Lias trasgressivo alla base della copertura del massiccio del Mont Chetif, in Valle d'Aosta;
- numerose, anche se modeste, mineralizzazioni di piombo note nel Permiano delle Alpi Marittime;
- gli strati a Fe, Mn, Ba nel Servino delle Alpi bergamasche e bresciane;
- varie mineralizzazioni stratoidi a Ba ed a F nel Permiano e nel Trias delle Alpi Meridionali;
- i giacimenti a Fe, Ba, Pb nella « Formazione a Bellerophon » del Permiano e nel Werfeniano del Trentino;
- le già ricordate mineralizzazioni a U e a Pb nelle « Arenarie di Val Gardena »;
- alcune mineralizzazioni a Fe-Ba delle Alpi Apuane, interposte fra lo zoccolo ed il Trias medio calcareo-dolomitico, talvolta in evidente lacuna del termine detritico basale della trasgressione triassica;
- infine i noti giacimenti stratiformi di pirite della Toscana meridionale (Niccioleta, Boccheggiano ed altri), localizzati fra le filladi ed il Retico evaporitico e quindi caratterizzati da una posizione stratigrafica che ancora ricorda quella di alcune mineralizzazioni della provincia metallogenica epiercinica.

#### BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO (1927) - *I giacimenti italiani di pirite di ferro*. In: « Les réserves mondiales en pyrites », Graficas Reunidas, Madrid, p. 703.
- BERNARD A. (1961) - *Contribution à l'étude de la province métallifère sous-cévenole*. Sci. Terre, 7, 3-4, 123-403.
- BERNARD A. (1973) - *A review of processes leading to the formation of mineral deposits in sediments*. In: « Ores in sediments », Springer Verlag, Berlin, 1-6.
- BERNARD A., FOGlierINI F. (1963) - *Aperçu sur le Trias métallifère en France*. Memoires BRGM, 15, 635-650.

- BRONDI A., POLIZZANO C., ANSELMI B., BENVENÙ F. (1970) - *Rinvenimento di una mineralizzazione a galena nelle arenarie permiane di Nalles (Bolzano)*. In: «L'industria mineraria nel Trentino-Alto Adige», Economia Trentina, 3, 171-182.
- BRUSCA C., DESSAU G., JENSEN M. L., PERNA G. (1972) - *The deposits of argentiferous galena within the Bellerophon Formation (Upper Permian) of the Southern Alps*. Proc. II Int. Symp. Min. Dep. Alps, Ljubljana, 159-179.
- D'AGNOLO M. (1968) - *Manifestazioni uranifere nell'arco alpino occidentale*. Atti I Symp. Int. Giac. Min. Alpi, Trento, 2, 279-288.
- DEANS T. (1948) - *The Kupferschiefer and the associated lead-zinc mineralization in the Permian of Silesia, Germany and England*. XVIII Int. Geol. Cong., London, 7, 340-352.
- DE LAUNAY L. (1911) - *Les minerais stratiformes de la chaîne hercynienne*. Ann. Mines, Paris, p. 100.
- DROVENIK F., DROVENIK M., GRAD K. (1972) - *Kupferführende Grödener Schichten Sloweniens*. Proc. II Int. Symp. Min. Dep. Alps, Ljubljana, 95-107.
- FAIRBRIDGE R. W. (1967) - *Phases of diagenesis and authigenesis*. In: «Diagenesis in sediments», Elsevier, Amsterdam, 19-89.
- GIORDANO G. (1969) - *Le attività estrattive in Liguria (parte II)*. L'Ind. Min., 20, 11, 566-580.
- IPPOLITO F. (1958) - *Le formazioni uranifere comprese nei sedimenti del tardo Paleozoico alpino*. L'Ind. Min., 9, 11, 671-675.
- IPPOLITO F., BAGGIO P., LORENZONI S., MARINELLI G., MITTEMPERGER M., SILVESTRO F. (1961) - *Le mineralizzazioni ad uranio delle Alpi italiane*. L'Ind. Min., 12, 1, 1-7.
- JOKANOVIC V., RADOSEVIC S., RISTIC M. (1972) - *The uranium deposit of Zirovski Vrh.* Proc. II Int. Symp. Min. Dep. Alps, Ljubljana, 91-93.
- MITTEMPERGER M. (1968) - *Le mineralizzazioni ad uranio delle Alpi italiane*. Atti I Symp. Int. Giac. Min. Alpi, Trento, 2, 319-333.
- NICOLINI P. (1970) - *Géologie des concentrations minérales stratiformes*. Gauthier-Villars, Paris, p. 792.
- OMENETTO P., BRIGO L. (1976) - *Metallogenese nel quadro dell'orogene ercinico delle Alpi (con particolare riguardo al versante italiano)*. Mem. Soc. Geol. It., 13/1, 339-362.
- RAGUIN E. (1961) - *Géologie des gîtes minéraux*. Masson & C.ie, Paris, p. 686.
- ROGEL P. (1964) - *Le gisement de Pb de la Plagne (Savoie). Sa liaison avec un paleotalus*. Cah. Geol., Paris, 74, 841-847.
- ROUTHIER P. (1963) - *Les gisements métallifères*. Masson & C.ie, Paris, p. 1282.
- SAMAMA J. C. (1971) - *Ore deposits and continental weathering: a contribution to the problem of geochemical inheritance of heavy metal contents of basement areas and of sedimentary basins*. In: «Ores in sediments», Springer Verlag, Berlin, 247-266.
- SERKIES J., LETOWSKI F., NIEMIEC J. (1966) - *Application of the potential-pH diagrams to characteristic of some Zechstein copper deposits*. Econ. Geol., 61, 1266-1271.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1970) - *Foglio 92-93 «Albenga-Savona» (II ed.)*.
- VARENTSOV I. M. (1964) - *Sedimentary manganese ores*. Elsevier, Amsterdam, p. 119.