

LUCIANO BRIGO ⁽¹⁾, ALFREDO FERRARIO ⁽¹⁾

LE MINERALIZZAZIONI
NELLE OFIOLITI DELLA LIGURIA ORIENTALE ⁽²⁾

ABSTRACT. — *Ore deposits in Eastern Ligurian ophiolites.*

The ore deposits associated with Eastern Ligurian ophiolites show different assemblages and structures in relation to the enclosing rock-types:

- in ultramafic rocks (more or less serpentinized): a chromite deposit in fine-grained concentration (Ziona); pyrrhotite-chalcopyrite-pyrite-pentlandite ores with Sudbury-like structure (M. Rossola); chalcopyrite-pyrite-pyrrhotite-nickel minerals-apatite ores in «stockwork» structure (Rocca di Lagorara); calcocite-covellite-chalcopyrite ores due to remobilization in veins and veinlets (Reppia, Libiola, Gallinaria);
- in metagabbros: the ore-bodies are vein-shaped, and have a constant mineralogical assemblage defined by bornite, chalcopyrite, quartz and calcite (Molin Cornaio, Bargone, Piazza, M. Mesco);
- in pillow or sheeted spilitic diabases ore bodies of massive, disseminate and «stockwork» structures (similar in all the deposits) defined by pyrite, chalcopyrite and sphalerite. (Ripa della Fugaja - Le Cascine, M. Bianco, Libiola, Gallinaria, Casali, M. Loreto).

The ultramafic rocks show tectonic structures, sometimes folded; the metagabbros have flaser and, sometimes, folded structures.

Even though these two units do not show primary relationships, they are believed to represent the «basement» where spilitic diabases and the sedimentary cover (Diaspri, Calcarei a Calpionelle, Argille a Palombini, Scisti di Val Lavagna) of Jurassic-Cretaceous age took place.

Space and time relationships between ore deposits and ophiolitic rocks confirm the suggested geological setting: Cu-Ni-Fe-Cr-(P) are present in ultramafic and metagabbros; Fe-Cu-Zn-(Au) in spilitic diabases.

⁽¹⁾ Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica, Cattedra di Giacimenti Minerari dell'Università degli Studi di Milano; via Botticelli 23 - 20133 Milano.

⁽²⁾ Lavoro eseguito nel quadro delle ricerche minerarie finanziate dal CNR.

Nei diversi litotipi del complesso ofiolitico della Liguria Orientale (ultramafiti, metagabbri, diabasi spilitici) si trovano molti giacimenti che in passato sono stati oggetto di una intensa attività di ricerca e di sfruttamento essenzialmente per minerali di rame (fig. 1).

L'inizio di tale attività viene fatto risalire, per quasi tutti i giacimenti, circa alla metà del secolo scorso. Il completo abbandono delle miniere e delle ricerche avvenne una decina di anni fa.

Le prime notizie bibliografiche a carattere storico-minerario sono di PERAZZI (1865), JERVIS (1974), BROWN (1876), ISSEL (1880, 1892), MAZZUOLI (1885), LOTTI (1889), MARANGHI (1896), CAPACI (1898), CASTELLI (1921), MONETTI (1923), PELLOUX (1926, 1934), CORTESE (1928), e più recentemente di GIORDANO (1969). Un breve studio giacimentologico sulle miniere di Reppia è stato eseguito da BONATTI e TREVISAN (1941). A BERTOLANI (1952) si deve uno studio minerografico sulle mineralizzazioni di Libiola, Gallinaria, Bargone e M. Loreto. Altri studi su minerali dei giacimenti di Libiola e Gallinaria sono stati condotti da FERRO (1899), PAGLIANI (1950) e GALLI (1959, 1961, 1964/a).

Solo recentemente uno degli autori (FERRARIO 1973) ha reso noto in un breve lavoro parte dei risultati di una ricerca giacimentologica a carattere regionale sui giacimenti liguri.

Questo studio rientra in un più vasto programma di revisione del quadro metallogenico dei giacimenti legati ai complessi ofiolitici, in particolare della Liguria, alla luce delle più recenti interpretazioni sulla loro evoluzione geologica.

Cenni geologici e tipi di mineralizzazioni.

In base a considerazioni stratigrafico-strutturali le ofioliti della Liguria Orientale possono essere distinte in due unità: una *unità «inferiore»*, rappresentata dall'associazione ultramafiti-metagabbri, che costituisce il «basamento» sul quale giacciono indifferentemente tutti i termini di una *unità superiore*, caratterizzata dai diabasi spilitici tabulari e a pillows e dalle rocce della copertura sedimentaria di età giurassico-cretacea (Diaspri, Calcari a Calpionelle, Argille a Palombini, Scisti di Val Lavagna). Il passaggio tra le due unità è spesso caratterizzato da breccie monogeniche a cemento carbonatico, i cui elementi sono costituiti dalle rocce della unità inferiore (GALLI 1964/b, GALLI e TOGLIATTI 1965, PASSERINI 1965, DECANDIA ed ELTER 1972).

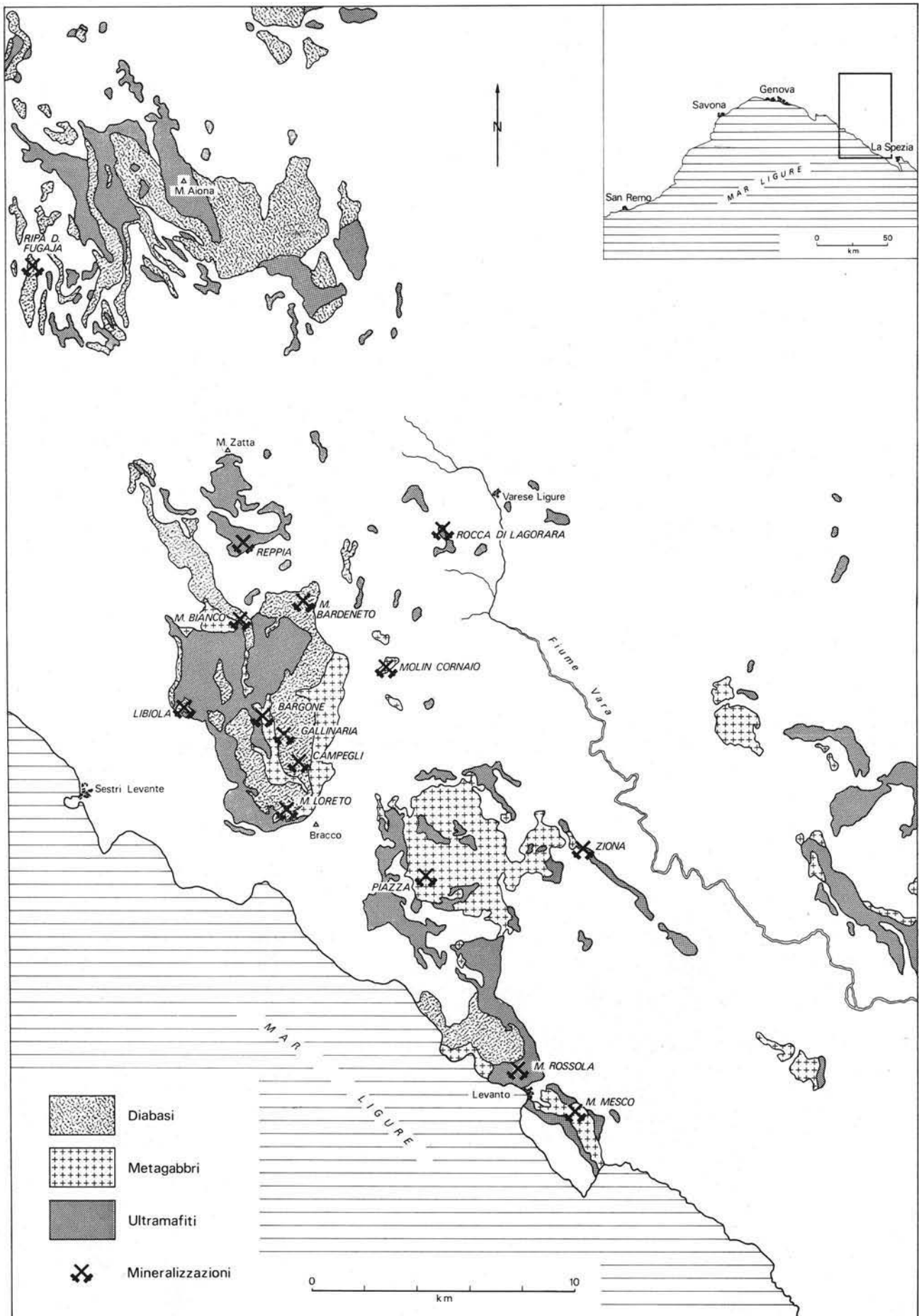


Fig. 1. — Distribuzione dei giacimenti nel complesso ofiolitico della Liguria Orientale.

Nel cosiddetto « basamento » le ultramafiti, rappresentate da termini harzburgitici a lherzolitici e più raramente wherlitici, dunitici e pirossenitici (GALLI 1964/b, BEZZI e PICCARDO 1970, GALLI et al. 1972, SELIGMANN 1972), mostrano strutture tettoniche talvolta ripiegate come ad esempio sul M. Aiona (SELIGMANN 1972). Anche i metagabbri, con strutture tipo flaser, presentano localmente evidenti fenomeni di ripiegamento (alta Valle di Lagorara) ⁽³⁾. Nei metagabbri inoltre si possono osservare processi di rodingitizzazione in corrispondenza di contatti tettonici, come ad esempio presso Villa Libiola (zona della miniera), dove tali rocce, associate a serpentiniti, sono sovrascorse sui diabasi.

I diabasi spilitici tabulari e a pillows (GALLI 1956, 1964/b; GALLI e CORTESOGNO 1970) non presentano strutture tettoniche ma sono interessati dalla stessa evoluzione geologica della copertura sedimentaria con la quale sono in stretto rapporto stratigrafico (PASSERINI 1965, DECANDIA ed ELTER 1972, SELIGMANN 1972, FERRARIO 1973).

L'associazione ultramafiti-metagabbri ed i diabasi appartengono quindi a processi genetici di età diversa. Tale interpretazione è ormai accettata dai vari studiosi sia per le ofioliti liguri (SELIGMANN 1972, GALLI et al. 1972) sia per altri complessi ofiolitici del bacino mediterraneo (REINHARDT 1969, G. V. DAL PIAZ 1971). Sostanziali divergenze di idee sussistono invece e sulla coincidenza spaziale e sui rapporti geometrici tra i vari litotipi ofiolitici, in particolare per quelli della Liguria Orientale.

Il quadro metallogenico in questo contesto geologico-strutturale viene definito da mineralizzazioni con caratteri geochimici e paragenetici diversi nei vari litotipi ofiolitici: comprensivamente a Cu-Fe-Ni-Cr-(P) nelle ultramafiti e nei metagabbri, a Fe-Cu-Zn-(Au) nei diabasi spilitici soprastanti. In figura 2 sono riportati i giacimenti distinti schematicamente secondo la loro posizione lito-stratigrafica e la loro specializzazione paragenetica.

⁽³⁾ BIGAZZI, FERRARA, INNOCENTI (1972) attribuiscono, sulla base di studi radiometrici eseguiti su zirconi contenuti in vene di differenziazione acida nei gabbri, un'età di risalita di questi ultimi di 165 m.a.

Mineralizzazioni	nel "basamento"	nei diabasi
Ripa della Fugaja		●
Reppia-Le Cascine	⊙	●
Rocca di Lagorara	◐	
M. Bardeneto		●
M. Bianco		●
Molin Cornaio	✱	
Libiola	⊙	●
Bargone	✱	
Gallinaria	⊙	●
Ziona	■	
Casali		●
M. Loreto		●
Piazza	✱	
M. Rossola	▲	
M. Mesco	✱	



Fig. 2. — Schema paragenetico dei giacimenti della Liguria Orientale in ultramafiti, metagabbri e diabasi spilitici: 1 paragenesi a pirite, calcopirite, blenda nei diabasi spilitici tabulari tipo M. Bianco e a pillows tipo Libiola; 2 paragenesi a bornite, calcopirite, quarzo, calcite nei metagabbri tipo Molin Cornaio; 3 paragenesi a pirrotina, calcopirite, pirite, pentlandite in ultramafiti parzialmente serpentinizzate tipo M. Rossola; 4 paragenesi a calcopirite, pirite, pirrotina, minerali di nichel, apatite in ultramafiti intensamente serpentinizzate tipo Rocca di Lagorara; 5 paragenesi a cromite, spinelli cromo-feriferi, pirite in ultramafiti serpentinizzate tipo Ziona; 6 paragenesi a calcopirite, calcocite, covellina in mineralizzazioni secondarie nelle serpentiniti.

Ultramafiti.

Nelle ultramafiti si possono distinguere diversi tipi di mineralizzazioni:

a) mineralizzazione a *pirrotina*, *calcopirite*, *pirite*, *pentlandite*, *blenda*; essa è caratteristica del giacimento di M. Rossola, presso Levanto, in una zona il cui assetto geologico è stato studiato da ABATE (1969).

La mineralizzazione si sviluppa secondo un orizzonte nelle ultramafiti parzialmente serpentinite, spesso in concentrazioni lenticolari con tessitura orientata di origine metamorfica; i caratteri complessivi della mineralizzazione rivelano motivi analoghi alle mineralizzazioni « liquido-magmatiche » tipo Sudbury;

b) mineralizzazione a *calcopirite*, *pirite*, *minerali di nichel* (*skutterudite?*), *calcite*, *quarzo*; si tratta della mineralizzazione del giacimento di Rocca di Lagorara (Valle di Lagorara), caratterizzata da una abbondanza « anomala » ed indubbiamente significativa in apatite; il giacimento, per quanto si può ancora vedere, è costituito da uno « stockwork » che interessa ultramafiti intensamente serpentinite;

c) mineralizzazione a *cromite*; si trova presso Ziona (La Spezia) sotto forma di piccole concentrazioni in lenti ed ammassi irregolari in una scaglia di serpentinite compresa in un metagabbro a grana grossolana (STELLA 1924, FERRARIO in DI COLBERTALDO 1970); caratteristica è una tessitura ad atollo della cromite in granuli disposti attorno a singoli cristalli di pirite a loro volta immersi in una matrice serpentinoso; studi a carattere chimico-petrografico sulle cromite di varie località della Liguria sono stati eseguiti recentemente da BEZZI e PICCARDO (1972);

d) mineralizzazione a *calcopirite*, *calcocite*, *covellina* in sottili vene irregolari nelle zone di contatto tettonico con le mineralizzazioni legate ai diabasi spilitici (Libiola, Reppia, Gallinaria); caratteristiche sono ofisferiti (GALLI 1964) mineralizzate corticalmente a calcopirite; si tratta di manifestazioni secondarie dovute a mobilitazione delle mineralizzazioni nei diabasi.

E' opportuno ricordare infine che alcuni minerali metallici, localmente concentrati, devono essere considerati come componenti accessori delle ultramafiti stesse:

- pirite e magnetite sono generalmente scarsi; il contenuto di quest'ultima aumenta con l'intensificarsi della serpentizzazione delle rocce;
- la cromite, che dà luogo a piccole concentrazioni presso Ziona e ad alcune manifestazioni minori, è quasi sempre presente (BECALUVA et al. 1973);
- minerali metallici di Ni, quali ferro-nichel nativo, pentlandite, heazlewoodite, bravoite e millerite vengono segnalati con distribuzione

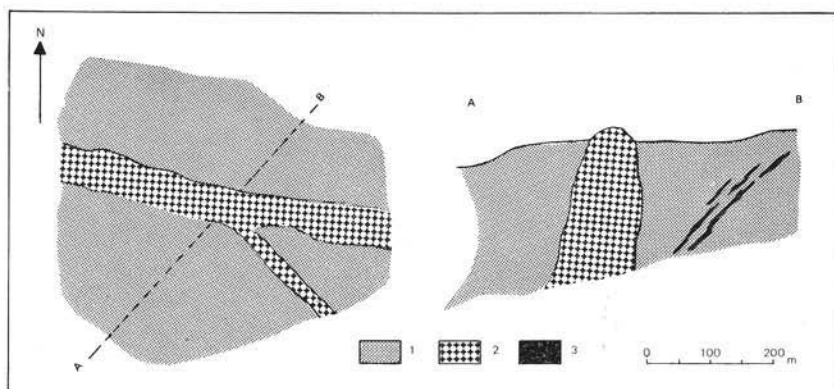


Fig. 3. — Giacimento di Piazza: quadro geologico e rappresentazione schematica della mineralizzazione. (1 metagabbri; 2 diabasi massicci filoniani; 3 mineralizzazioni).

alquanto uniforme nelle ultramafiti della Liguria Occidentale (Gruppo di Voltri) ed Orientale da ZUCCHETTI (1974). In uno studio su alcune serpentiniti delle Alpi occidentali viene sottolineata, tra l'altro, l'importanza per il problema del recupero del nichel (ZUCCHETTI 1970).

Metagabbri.

Ai metagabbri sono strettamente associati i giacimenti di Bargone, Molin Cornaio, Piazza (fig. 3) e M. Mesco (per quest'ultimo ci si riferisce alla segnalazione di JERVIS 1874).

Essi sono tutti caratterizzati da paragenesi e motivi strutturali molto simili: si tratta infatti di tipici filoni con tessitura talora simmetrica e potenza variabile da 0,1 a 1 m circa, non di rado paralleli alla tessitura orientata dei flaser-gabbri (Molin Cornaio). La composizione mineralogica è data da *bornite*, *calcocite*, *calcopirite*, *quarzo* e *calcite*; la *pirite* e la *blenda* risultano molto rari. Tale composizione assume un carattere esclusivo per queste mineralizzazioni definite inoltre da uno stretto legame spaziale con la roccia incassante.

Diabasi spilitici.

Nei diabasi spilitici si trovano la maggior parte dei giacimenti cupriferi liguri (Ripa della Fugaja, Le Cascine, M. Bardeneto, M. Bianco, Libiola (fig. 4), Gallinaria, Casali, M. Loreto) già descritti da uno degli autori (FERRARIO 1973).

In questi giacimenti la mineralizzazione può essere massiccia, disseminata, a «stockwork», ed è costituita dalla comune associazione mineralogica a *pirite*, *calcopirite*, *blenda*, *pirrotina*, *mackinawite*, *magnetite*, *quarzo*. Solo il giacimento di M. Bianco è situato, con strutture a stockwork predominante, nei diabasi spilitici tabulari. La posizione stratigrafica degli altri giacimenti, nei livelli superiori delle pillow lave, e la costanza paragenetica delle loro mineralizzazioni li lega, geneticamente, ad un particolare momento evolutivo delle grandi effusioni basiche sottomarine giurassico-cretaciche. Più in generale la tipica associazione delle mineralizzazioni a Fe-Cu con quelle manganesifere negli orizzonti inferiori della copertura sedimentaria (Diaspri) mette in risalto il significato geologico della metallogenese in questa unità del complesso ofiolitico.

Osservazioni conclusive.

La distinzione nel complesso ofiolitico ligure di due unità geologiche è quindi avvalorata, oltre che da motivi stratigrafico-strutturali, anche da motivi giacimentologici che si esprimono attraverso lo stretto legame spazio-temporale delle diverse mineralizzazioni con i litotipi delle unità suddette. In questo senso, considerando la persistenza delle paragenesi specializzate a Cu-Ni-Fe-Cr nelle ultramafiti e il carattere esclusivo delle paragenesi mineralogiche nei metagabbri, nonché la ben definita posizione stratigrafica delle mineralizzazioni a Fe-Cu-Zn nei

diabasi in stretta associazione con la copertura sedimentaria, appare giustificato parlare di « marker geochimici e/o stratigrafici » caratterizzanti i singoli termini ofiolitici.

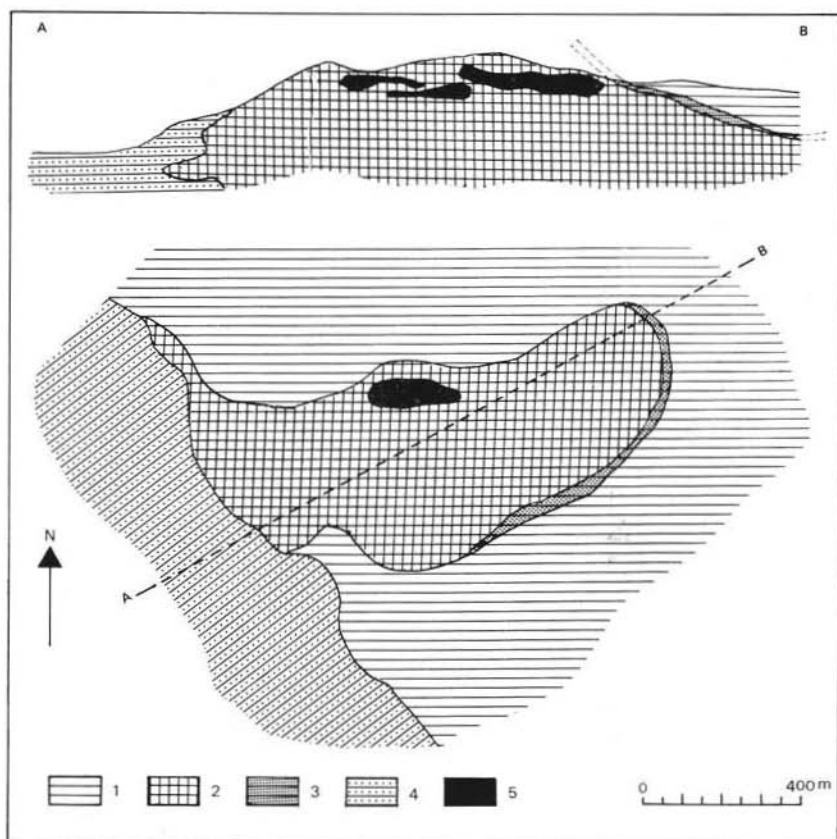


Fig. 4. — Giacimento di Libiola: quadro geologico e rappresentazione schematica della mineralizzazione. (1 serpentiniti; 2 pillow lave spilitiche; 3 metagabbri rodingitizzati; 4 argilliti di Val Lavagna; 5 mineralizzazioni massicce).

Nel quadro metallogenico descritto per la Liguria Orientale si possono far rientrare la nota mineralizzazione cuprifera di Montecatini in Val di Cecina, legata ai diabasi dell'Appennino Toscano (BERTOLANI e RIVALENTI 1973), nonchè quella di Corehia nell'Appennino Parmense

che «... si manifesta prevalentemente al contatto tra la copertura sedimentaria caotica e il diabase, ...» (BERTOLANI 1962). Per le ultramafiti di quest'area inoltre, in particolare del complesso M. Nero - M. Aiona, VENTURELLI e ZEDA PARACCHINI (1972), segnalano quali minerali accessori pentlandite, heazlewoodite e cerargirite.

Lo stesso quadro metallogenico può essere esteso al complesso ofiolitico metamorfico della Liguria Occidentale. Nel Gruppo di Voltri le ricerche giacimentologiche preliminari condotte da uno di noi (FERRARIO) (4) hanno infatti messo in evidenza nell'ambito delle ultramafiti tettoniche più o meno serpentizzate e talvolta ripiegate (comunicazione personale di FORCELLA 1973), la presenza di mineralizzazioni molto simili per caratteri paragenetici e di giacitura a quelle della Liguria Orientale (M. Ramazzo, Sassello). In particolari litotipi prasinitici (probabili derivati metamorfici di vulcaniti basiche), talvolta in tipica associazione con orizzonti quarziticci a granato e cloritoide manganeseferi (zona del lago di Ortiglieto) (5), si trovano localmente manifestazioni a Fe-Cu. In questo contesto può rientrare anche, in modo significativo per quanto concerne l'evoluzione geologica e metamorfica della regione, il giacimento di Vigonzano nell'Appennino Parmense (BERTOLANI 1959; DI COLBERTALDO e SCOTTI 1965).

La possibilità infine di una correlazione con le mineralizzazioni degli altri complessi ofiolitici più o meno metamorfici delle Alpi risulta giustificata, sulla base della più recente bibliografia sull'argomento (6), dalla distribuzione qualitativamente persistente delle paragenesi metallifere in associazioni litologiche la cui natura primaria appare riconducibile a quella propria dei complessi non metamorfici da noi descritti.

(4) Ricerche eseguite nel quadro degli Studi Geodinamici sul Gruppo di Voltri, diretti da G. Pasquarè dell'Ist. di Geol. dell'Un. di Milano.

(5) Analisi qualitative sulla distribuzione del Mn eseguite con strumento Stereoscan Cambridge 96113 MK2A (in dotazione al Centro di Studio sulla Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali, Milano), e con Jeol mod. JSM-35 (analisi eseguite da D. Rossi della JEOL italiana).

(6) Si vedano in proposito i lavori di Zucchetti e Natale (1964), Debenedetti (1965), Dal Piaz (1971), Zucchetti (1970), per le Alpi Occidentali, di Dietrich (1972) per la zona di Oberhalbstein nelle Alpi Centrali e di Colbertaldo e Leonardelli (1963), Baggio e De Vecchi (1969) per le Alpi Orientali.

BIBLIOGRAFIA

- ABBATE E. (1969) - *Geologia delle cinque terre e dell'entroterra di Levante (Liguria Orientale)*. Mem. Soc. Geol. It., 8, 923-1014.
- BAGGIO P., DE VECCHI G. P. (1969) - *Risultati preliminari di ricerche geologiche-petrografiche nell'alta Valle di Vizze (Alto Adige)*. Studi Trent. Sc. Nat., 17, 13-24.
- BECCALUVA L., VENTURELLI G., ZERBI M. (1973) - *Ca, Fe, Mg, Mn, Cr, Ni, Co distribution in some ultramafic rocks outcropping in the northern Apennines with some geological remarks*. Ateneo Parmense, Acta Naturalia, 9, 1, 69-98.
- BERTOLANI M. (1952) - *I giacimenti cupriferi nelle ofioliti di Sestri Levante (Liguria)*. Per. di Min., 21, 149-170.
- BERTOLANI M. (1959) - *Ricerche sulle rocce prasinitiche e anfibolitiche e sul giacimento metallifero di Vigonzano (Appennino piacentino)*. Atti della Soc. dei Naturalisti e Matematici di Modena, 89-90, pp. 31, tav. 4.
- BERTOLANI M. (1962) - *Linneite, calcopirrotina e strutture blenda-pirrotina nelle mineralizzazioni metallifere del giacimento di Corchia (Appennino Parmense)*. Per. di Min., 287-299.
- BERTOLANI M., RIVALENTI G. (1973) - *Le mineralizzazioni metallifere della miniera di Montecatini in Val di Cecina (Pisa)*. Boll. Soc. Geol. It., 92, 635-648.
- BEZZI A., PICCARDO G. B. (1970) - *Studi petrografici sulle formazioni ofiolitiche della Liguria. Riflessioni sulla genesi di complessi ofiolitici in ambiente appenninico ed alpino. Nota preliminare*. Rend. Soc. It. Mineral. Petrol., 26, 1-42.
- BEZZI A., PICCARDO G. B. (1971) - *Caratteristiche chimiche e fisiche di cromiti delle ultramafiti cumulitiche del Massiccio del Bracco (Appennino Ligure)*. Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova, 78.
- BIGAZZI G., FERRARA G., INNOCENTI F. (1971) - *Fission track ages of gabbros from northern Apennines ophiolites*. Earth and Planetary Science Letters, 14, 242-244.
- BONATTI S., TREVISAN L. (1941) - *Notizie preliminari sul giacimento di Reppia (Chiavari)*. Rend. Soc. Min. It., 29, 3, 87-97.
- BROWN F. (1876) - *Notizie storico statistiche sulla miniera di Libiola*. Genova.
- CAPACI C. (1898) - *Cenno sulle miniere di manganese di M. Alpe, M. Zenone e M. Porcile e sulle miniere di rame di M. Bardeneto e di M. Bianco presso Sestri Levante*. Firenze.
- CASTELLI G. (1921) - *Le miniere di rame di Campegli presso Sestri Levante*. Rass. Min., 42, 50-51.
- COLBERTALDO D. (DI), LEONARDELLI A. (1963) - *Il giacimento cuprifero di S. Martino di Predoi nell'alta Valle Aurina (Alto Adige)*. Mem. Acc. Pat. di SS. LL. AA., Cl. di Sc. Mat. e Nat., 75, pp. 35.
- COLBERTALDO D. (DI), SCOTTI F. (1965) - *Il giacimento cuprifero di Vigonzano*. Ist. Lomb., Acc. di Sc. e Lett., 99, 486-508.
- COLBERTALDO D. (DI) (1970) - *Giacimenti Minerari Vol. II*. Edizione CEDAM, Padova.
- CORTESE E. (1928) - *Minerali di rame nelle rocce verdi terziarie*. La Min. Ital., 12.

- DAL PIAZ G. V. (1971) - *Alcune considerazioni sulla genesi delle ofioliti piemontesi e dei giacimenti ad esse associati*. Ass. Mineraria Subalpina, 3-4, 365-388.
- DEBENEDETTI A. (1965) - *Il complesso radiolariti - giacimenti di manganese - giacimenti piritoso-cupriferi - rocce a fuchsite, come rappresentante del Malm nella formazione dei calcescisti. Osservazioni nelle Alpi Piemontesi e della Val d'Aosta*. Boll. Soc. Geol. It., 84, 131-163.
- DECANDIA F. A., ELTER P. (1972) - *La «zona» ofiolitifera del Bracco nel settore compreso fra Levanto e la Val Graveglia (Appennino Ligure)*. 66° Congresso della Soc. Geol. It., Pisa-Sestri Levante, Sett. 1972, 37-64.
- DIETRICH V. (1971) - *Die sulfidischen Vererzungen in den Oberhalbsteiner Serpentiniten*. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser., Lfg. 49, pp. 128.
- FERRARIO A. (1973) - *I giacimenti cupriferi nelle pillow-lavas della Liguria Orientale*. Rend. Soc. It. di Min. Petrol., 29, 485-495.
- FERRO A. A. (1899) - *Analisi della sferocobaltite di Libiola*. Atti Soc. Lig. Sc. Nat. Geol., 10.
- GALLI M. (1956) - *Studi petrografici sulle formazioni ofiolitiche dell'Appennino Ligure. Nota II. I diabasi della riviera di Levante*. Per. di Min., 25.
- GALLI M. (1959) - *Sulla presenza di calcotrichite nella miniera di Libiola*. Atti Museo Civ. Sc. Nat., 71.
- GALLI M. (1961) - *Ricerche sui minerali della miniera di Gallinaria (Chiavari)*. Atti Museo Civ. Sc. Nat., 72.
- GALLI M. (1964a) - *Sui costituenti minori dell'argento di Libiola*. Doriana Sup. Ann. Museo Civ. Storia Nat., 2.
- GALLI M. (1964b) - *Le ofioliti dell'Appennino Ligure*. Ann. Museo Civ. St. Nat. Genova, 74, 233-343.
- GALLI M., TOGLIATTI V. (1965) - *Ricerche petrografiche sulla formazione ofiolitica dell'Appennino Ligure. Il Rosso di Levante. Nuovo contributo*. Ann. Museo Civ. St. Nat., 75.
- GALLI M., CORTESOGNO L. (1970) - *Studi petrografici sulle formazioni ofiolitiche dell'Appennino Ligure. Nota XIII. Fenomeni di metamorfismo di basso grado in alcune rocce della formazione ofiolitica dell'Appennino Ligure*. Rend. S.I.M.P., 26, 599-647.
- GALLI M., BEZZI A., PICCARDO G. B., CORTESOGNO L., PEDEMONTE G. M. (1972) - *Le ofioliti dell'Appennino Ligure: un frammento di crostamantello «oceanici» dell'antica Tetide*. 66° Congresso della Soc. Geol. It., Pisa-Sestri Levante, Sett. 1972, 1-36.
- GIORDANO G. (1969) - *Le attività estrattive in Liguria*. L'Ind. Mineraria, 20, 519-532, 566-580, 630-640.
- ISSEL A. (1880) - *Cenni sulla miniera ramifera di Bargone*. Giorn. Soc. Geol. Lett. Conv. Sc. Genova.
- ISSEL A. (1892) - *Liguria geologica e preistorica*. Donath ed. Genova.
- JERVIS G. (1874) - *I tesori sotterranei dell'Italia*. Loescher ed. Torino.
- LOTTI B. (1889) - *La gèneses des gisement cuprifère des depots ophiolitique tertiaries de l'Italie*. Bull. Soc. Belge Geol. Pal. Hydr., Mem. 2.
- MARANGHI M. (1896) - *La miniera di rame, pirite ramosa e solfuro di ferro della Rossola in Liguria*. Rass. Mineraria, 3.

- MAZZUOLI L. (1885) - *Sul giacimento cuprifero della Gallinaria (Liguria Orientale)*. Boll. R. Com. Geol. It., 16.
- MONETTI A. (1923) - *Relazioni sulla miniera di Deiva*. Rivista del Ser. Min., 44 A.
- NATALE P., ZUCCHETTI S. (1964) - *Studi sui giacimenti piritosi-cupriferi stratiformi delle Alpi occidentali. Nota I: compendio delle conoscenze attuali sulle pirite stratiformi*. Boll. Ass. Mineraria Subalpina, 1, 49-70.
- PAGLIANI G. (1950) - *Epsomite di Libiola*. Rivista di Scienze Nat. « Natura », 41, 23-27.
- PASSERINI P. (1965) - *Rapporti fra le ofioliti e le formazioni sedimentarie fra Piacenza e il Mare Tirreno*. Boll. Soc. Geol. Ital., 84.
- PELLOUX A. (1926) - *La regione ofiolitica del Bracco e rame a Deiva*. Rass. Min. Met. Chim., 32, 64.
- PELLOUX A. (1934) - *Sulla geologia ed i giacimenti di minerali della regione di Sestri Levante e Chiavari*. Boll. Soc. Geol. It., 53.
- PERAZZI C. (1865) - *Intorno ai giacimenti cupriferi nei monti serpentinosi dell'Italia Centrale*. Mem. Atti Acc. R. Sc., 22, Torino.
- REINHARDT B. M. (1969) - *On the genesis and emplacement of Ophiolites in the Oman Mountains geosyncline*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 49.
- SELIGMANN F. (1972) - *Zur Altersfrage der orogenen Ultramafitit - Gabbro - Assoziation im Nordapennin*. N. Jh. Geol. Paleont. Mh., 1, 34-51.
- STELLA A. (1924) - *Sopra un giacimento di cromite nel Vallone Argentiera presso Ziona (alta Valle Vara)*. Boll. Soc. Geol. It., 43, 183-188.
- VENTURELLI G., ZEDA PARACCHINI O. (1972) - *Pentlandite, heazlewoodite e cerargirite in rocce ultrafemiche dell'Appennino Parmense*. Rend. Sc. fis. mat. e nat., Acc. Naz. Lincei, 52, 88-92.
- ZUCCHETTI S. (1970) - *Ferro-nichel nativo ed altri minerali nicheliferi in serpentiniti anche asbestifere delle Alpi occidentali*. Rend. S.I.M.P., 26, 377-397.
- ZUCCHETTI S. (1974) - *Prime osservazioni sui minerali nicheliferi in serpentiniti della Liguria*. Rend. S.I.M.P., 30.