
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ALBERTO MARCELLO, PIERO ZUFFARDI

**Deposizione di solfuri e di barite in ambienti a
differente salinità**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 82 (1988), n.3, p. 545–551.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1988_8_82_3_545_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. — Deposizione di solfuri e di barite in ambienti a differente salinità. Nota di ALBERTO MARCELLO e PIERO ZUFFARDI, presentata (*) dal Corrisp. P. ZUFFARDI.

ABSTRACT. — *Sulfide and baryte accumulation in different salinity environments.* Some factual observations on the syn-sedimentary Pb, Zn, Fe sulfide and baryte deposits of Iglesias (Sardinia), Hokkaido (Japan), Grosseto District (Tuscany) are described and discussed. It is inferred that the salinity rate in the sedimentary environment of the host rocks could be a controlling factor of their accumulations.

KEY WORDS: Sulfides; Baryte; Syn-sedimentary Metallogenesis; Salinity.

RIASSUNTO. — Vengono presentati e discussi alcuni dati di osservazione sui giacimenti sin-sedimentari a solfuri di Pb, Zn, Fe ed a barite dell'Iglesiente (Sardegna), dell'Hokkaido (Giappone) e del Grossetano (Toscana). Se ne deduce che il tasso di salinità del bacino di sedimentazione delle formazioni che li ospitano possa essere uno dei fattori di controllo del loro accumulo.

PREMESSA

In questa nota si presentano alcuni dati di osservazione sui giacimenti minerari a Pb, Zn, Fe, Ba dell'Iglesiente (Sardegna Sud-occidentale) e sulle loro rocce incassanti. Da questa indagine sembra emergere la possibile esistenza di una correlazione fra la genesi di quei giacimenti e il tasso di salinità dell'ambiente di sedimentazione delle formazioni che li ospitano.

Si fa notare che i giacimenti polimetallici e a barite dell'Hokkaido (Giappone settentrionale) presentano un quadro analogo e i giacimenti essenzialmente piritosi del Grossetano mostrano caratteristiche ad esso coerenti.

IGLESIENTE

Nel Complesso Cambriano di questo distretto ricorrono grandiosi giacimenti di Pb, Zn, accompagnati da quantità variabili di Fe; si tratta sia di solfuri primari che dei loro prodotti di ossidazione superficiale. Notevoli sono anche taluni giacimenti a

(*) Nella seduta del 23 aprile 1988.

barite, mentre sono poco frequenti (3 soli su 58 giacimenti censiti) e meno interessanti le concentrazioni di altro tipo (a Cu, a fluorite).

La Fig. 1 mostra una cartina geologica schematica dell'Inglesiente e la distribuzione dei suoi giacimenti minerari; in essa sono stati distinti, con simboli diversi, 5 tipi di giacimento, come è specificato nella legenda.

Appare subito evidente che la stragrande maggioranza dei giacimenti è insediata in una stessa formazione, la cosiddetta «Formazione di Gonnese», comunemente chiamata, ben significativamente, il «Metallifero». Solo 6 giacimenti ne ricorrono al di fuori, ma sempre in prossimità di essa: sono infatti ospitati nella fascia di alternanze che fa da transizione fra il Metallifero e la sottostante «Formazione di Nebida», che è di tipo arenaceo-siltoso-filladico.

Ad un più attento esame della Fig. 1, si nota che la distribuzione dei primi 4 tipi di giacimento non è casuale ma è a zone, avendosi prevalenza del primo tipo nella fascia superiore del Metallifero; prevalenza del secondo tipo nella sua parte intermedia; prevalenza del terzo e del quarto tipo nella sua parte inferiore e nella parte alta della Formazione di Nebida.

La zonalità appare anche più evidente esaminando la Fig. 2, che mostra in modo schematico la sequenza delle formazioni cambriche iglesienti e la distribuzione in esse delle concentrazioni in esame. Si noti la bimodalità nella distribuzione della barite.

Richiameremo ora quei caratteri della serie cambrica iglesiente, che riteniamo interessanti ai fini della presente nota; non entreremo in dettagli, per i quali si rinvia agli appositi lavori citati in bibliografia, e ci limiteremo a dire, sinteticamente che tale serie inizia con una formazione terrigena, passante gradualmente ad un complesso carbonatico di piattaforma; questo, a sua volta, passa a formazioni di mare più e più profondo.

L'ambiente di sedimentazione del complesso carbonatico deve essere stato ipersalino, con salinità decrescente verso l'alto. Ché, infatti, esso è costituito da tre litotipi sovrapposti, e precisamente: da dolomie in strati sottili («Dolomia Rigata»), con frequenti stromatoliti, noduli e liste di selce, e impronte o pseudomorfi di solfati e cloruri: tali caratteristiche denunciano un ambiente a intensa salinità.

La Dolomia Rigata sfuma gradualmente in dolomia massiva («Dolomia Grigia»), prevalente nella sezione intermedia del complesso e/o in calcare massivo («Calcare Ceroide»), prevalente nella parte sommitale. La Dolomia Grigia è da considerare come il prodotto di dolomitizzazione precoce del Calcare. Le stromatoliti e la selce sono del tutto eccezionali in questi due litotipi; le impronte e gli pseudomorfi di solfati e cloruri sono ancora presenti ma con frequenza assai minore che nella Dolomia Rigata. Ciò dimostra una minor salinità dell'ambiente; il fatto poi che la dolomitizzazione del calcare sia decrescente dal basso verso l'alto, è indicativo della gradualità di tale diminuzione.

Anche i banchi calcarei delle alternanze subito sottostanti alla Dolomia Rigata si presentano frequentemente dolomitizzati, e contengono impronte e pseudomorfi di solfati e cloruri. Scendendo più in basso, la dolomitizzazione si fa occasionale e le impronte e gli pseudomorfi non si trovano più.

Questi dati di osservazione starebbero ad indicare che l'ambiente di sedimentazione della serie dei terreni che ospitano le mineralizzazioni sia stato evaporitico con massimo di salinità in corrispondenza della zona costituita dalla Dolomia Rigata e dalla parte alta delle sottostanti alternanze, e graduale diminuzione della stessa sia verso l'alto che verso il basso.

Si noti che la supposta salinità di tale zona è coerente con la presenza in essa delle non infrequenti, se pur circoscritte, fasi di emersione, che sono testimoniate dalla presenza di crostoni di «ferro residuale» (generalmente di poca entità, ma talora coltivabili) intercalati in questa parte della serie.

Inoltre facciamo notare che, secondo le indagini di Tocco *et al.* (1982), il rapporto Sr/Na è più basso nella parte basale del Metallifero e nella parte alta delle sottostanti alternanze, che nel Calcare Ceroide: ciò starebbe ad indicare, secondo taluni Autori: (Land & Hoops, 1973), una diminuzione della salinità in tal senso, e quindi confermerebbe il quadro da noi ipotizzato. È però lecito affacciare dubbi sulla validità – almeno in senso quantitativo – di questo indicatore di salinità (come già sottolineò Strakov, nel 1957) tanto più per complessi antichi, come è il nostro caso, che sono stati assoggettati a vari eventi post-deposizionali, molto probabilmente capaci di mobilitare differenzialmente Sr e Na.

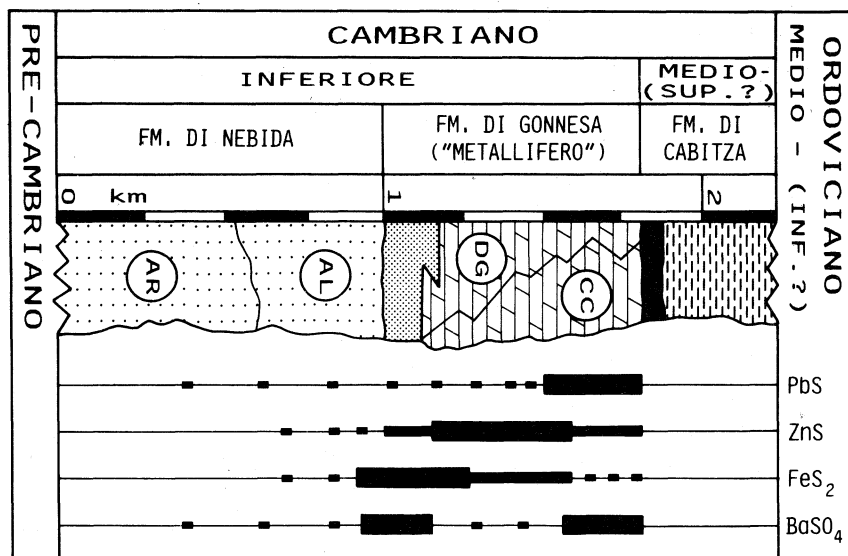
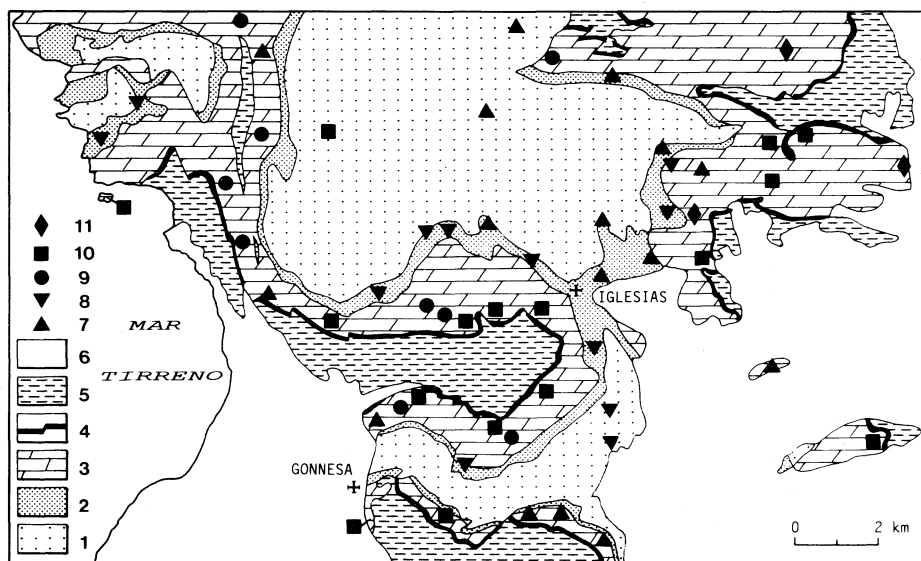
Ricordiamo infine che – non segnati né sulla cartina di Fig. 1, né nella serie di Fig. 2 – sono presenti, a vari livelli del Metallifero, sottili strati di meta-tufiti basiche e filoncelli litoidi basici ad essi connessi, che indicano la presenza di attività vulcanica sottomarina pene-contemporanea alla sedimentazione.

Ora che abbiamo dato qualche cenno sulle caratteristiche salienti della serie che ospita le mineralizzazioni iglesienti, chiediamoci: quali sono le cause della zonalità di queste?

Per tentare di dare una risposta alla domanda, occorre, innanzitutto risolvere altre due questioni, e cioè: qual è la genesi dei giacimenti iglesienti? Qual è stata la loro successiva evoluzione?

Rifacendoci all'abbondante letteratura sul tema, edita negli ultimi 20 anni, si può affermare che la loro genesi primaria sia sin-sedimentare (probabilmente vulcano-sedimentare). Successivamente, gli accumuli primari sarebbero stati assoggettati all'azione di vari eventi geologici (tettonismo, attacco ad opera di acque superficiali); taluni di essi sarebbero stati più o meno profondamente trasformati in loco, altri sarebbero stati demoliti e i loro componenti dispersi o trasportati e rideposti a distanza, in accumuli di tipo carsico.

Sicché, attualmente, ci troveremmo di fronte a due gruppi di giacimenti: il primo comprende quei giacimenti che – pur profondamente trasformati – ricorrono negli stessi siti ove si era formata la concentrazione primaria; il secondo gruppo, invece, quelli che si trovano in siti diversi e distanti dai siti originali. Di conseguenza, possiamo ritenere che l'attuale zonalità nella distribuzione dei giacimenti del primo gruppo (quello dei giacimenti trasformati in loco) ripeta con buona approssimazione la zonalità delle concentrazioni primarie. Ma, se è vero – come già s'è detto – che la genesi primaria è sin-sedimentare, dobbiamo ritenere che tale zonalità sia da ricolle-



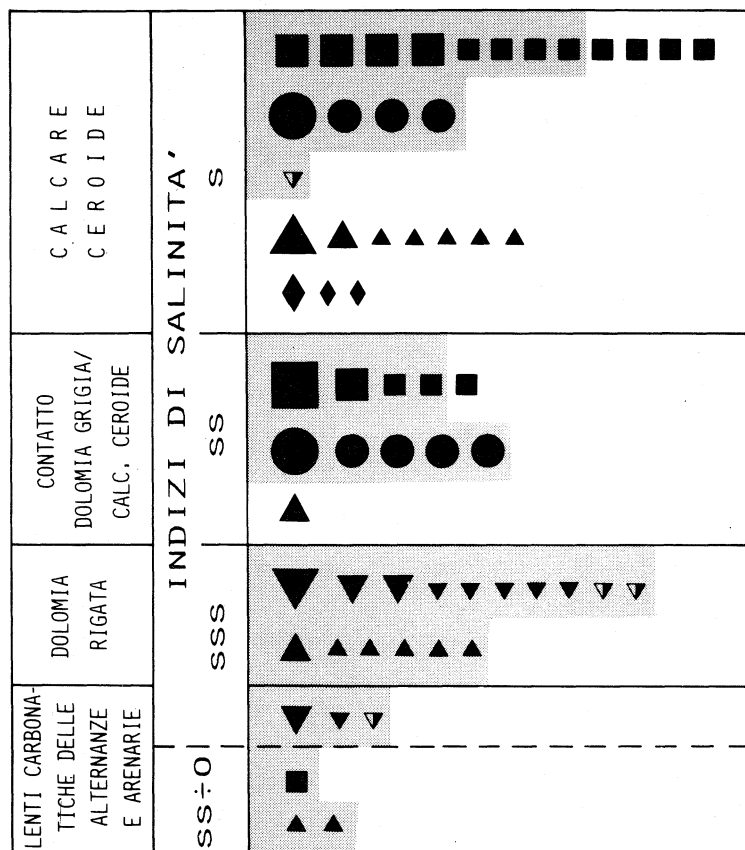
Formazioni geologiche: 1: Formazione arenaceo-siltoso-filladica, contenente lenti carbonatiche, rare nella sezione inferiore (AR in Fig. 2) e frequenti nella sezione superiore («Alternanze» = AL in Fig. 2); 2: «Dolomia Rigata»; 3: «Metallifero», costituito in prevalenza da «Dolomia Grigia» (DG in Fig. 2) nella sezione inferiore e da «Calcare Ceroide» (CC in Fig. 2) nella sezione superiore; 4: Calcarei nodulari e scistosi; 5: Formazione siltoso-filladica («Scisti di Cabitza»); 6: Formazioni post-cambriche indifferenziate.

Giacimenti: 7: a prevalente BaSO₄, con accessori solfuri; 8: massivi a prevalente FeS₂ con Zn S subordinata e tracce di PbS; 9: a ZnS con accessori FeS₂ e PbS finemente dispersi nella matrice carbonatica («calcare blendoso») o concentrati in vene; 10: a prevalente PbS con ZnS subordinata e accessoria FeS₂; 11: di altri minerali (Cu con accessori Fe, Zn, Pb; CaF₂ con accessoria BaSO₄ e tracce di solfuri).

Fig. 1 e 2

gare ai fattori ambientali che hanno controllato i processi di sedimentazione e diagenesi del complesso che ospita quei giacimenti.

Esaminiamo, ora, il diagramma di Fig. 3, che rappresenta la frequenza dei depositi iglesienti nei vari termini del complesso cambrico. In questo diagramma la dimensione dei simboli è indicativa della dimensione (grande, media, piccola) dei giacimenti. I simboli anneriti per metà indicano che il giacimento cui si riferiscono è ospitato in parte nella roccia a fianco segnata e in parte in altra.



Indizi di salinità: (Fig. 3): O = assente; S = presenti ma non frequenti; SS = Frequenti; SSS = molto frequenti.

Osservazione: Tutti i giacimenti sono variamente ossidati nella loro porzione affiorante (in minima parte quelli a BaSO_4 e CaF_2 , intensamente taluni a solfuri).

Fig. 3

Abbiamo tenuto distinti i giacimenti del primo gruppo (simboli su fondo grigio) da quelli del secondo gruppo (simboli su fondo bianco). È interessante notare che i 3 giacimenti del quinto tipo (a Cu, a fluorite) e tutti i giacimenti a prevalente barite ospitati nel Calcare Cerioide, rientrano nel secondo gruppo e quindi dicono ben poco sulla zonalità primaria delle (pre)-concentrazioni da cui derivano.

Al contrario, la distribuzione dei giacimenti del primo gruppo, sempre che siano valide le ipotesi genetiche più sopra esposte, offre un'immagine che si può ritenere

prossima a quella primaria, e mostra con convincente chiarezza, il cambiamento nel tipo di concentrazioni (da baritose e/o piritoso-zincifere a zinco-piombifere e infine a piombo-zincifere) in concomitanza con il cambiamento della roccia che le ospita (da alternanze silicatico-carbonatiche e/o Dolomia Rigata a fascia di contatto fra Dolomia Grigia e Calcare Ceroide, e infine a Calcare Ceroide non dolomitizzato).

Se si tien conto di quanto abbiamo detto in merito agli ambienti di sedimentazione di tali rocce e – in particolare – alla loro diversa salinità, la constatata covariazione di quest'ultima e del tipo di mineralizzazione non può mancare di apparire, quanto meno, suggestiva. In tal senso la presenza di una (se pur piccola) concentrazione a PbS nella parte inferiore delle alternanze, ove la salinità appare assai bassa, può essere non priva di significato.

Ci limitiamo a mettere in evidenza questi dati di fatto, senza tentarne un'interpretazione, che, d'altronde, esulerebbe sia dagli scopi della presente nota, che vuol essere essenzialmente descrittiva, sia dalle nostre stesse competenze.

HOKKAIDO (Giappone settentrionale)

Nell'Hokkaido ricorrono giacimenti a solfuri di Pb, Zn, Cu, Fe fra i più grandi del mondo e discreti giacimenti a barite.

Si tratta di accumuli vulcano-sedimentari ospitati in una serie miocenica, argilloso-sabbioso-tufitica, con lenti di gesso e anidrite. Pur se il quadro d'assieme è complicato dalla presenza di deposizioni idrotermali entro e nell'immediato intorno di apparati vulcanici coevi al complesso ospitante le mineralizzazioni, la situazione è notevolmente chiara a distanza da essi. E ciò, tanto più, grazie al fatto che, essendo i giacimenti di recente formazione, essi hanno subito ben pochi mutamenti post-deposizionali.

Considerando gli accumuli vulcano-sedimentari a solfuri, se ne distinguono tre tipi e cioè: «kuroko» (= minerale nero) costituito da blenda e galena con accessoria calcopirite e pirite e con barite in piccoli cristalli e rari gesso, anidrite; «oko» (= minerale giallo) costituito da calcopirite, pirite, calcopirite con accessoria blenda e galena e con barite in grossi cristalli, rari gesso, anidrite; «sekkoko» (= minerale gesso-so) o «riukkako» (= minerale piritoso) costituito da gesso, anidrite con quantità variabili di pirite e accessoria calcopirite, rara barite, tracce di blenda e galena.

Anche qui, dunque, si nota una variabilità nella composizione dei solfuri parallelamente alla composizione delle evaporiti che li accompagnano.

Si hanno inoltre depositi stratoidi a barite in letti sottili, del tutto simili a quelli che ricorrono alla base del «Metallifero» sardo.

GROSSETANO

In questo distretto ricorrono importanti giacimenti a pirite tutti ospitati nella fascia di transizione fra meta-peliti e formazioni carbonatiche evaporitiche (il «Caver-

noso», la «Dolomia a Cellette») di età triassica. Nelle stesse meta-peliti sono intercalate lenti di gesso e anidrite. Le concentrazioni piritose – che, secondo la recente letteratura, sono di genesi vulcano-sedimentare – sono strettamente legate o alle evaporiti delle metapeliti o al soprastante complesso, che, come s'è detto, è evaporitico.

Le coeve deposizioni baritose sono, anch'esse, stratoidi ed insediate alla base del «Cavernoso».

Con ciò la «simpatia» fra pirite e/o barite e ambiente ipersalino sembra confermata. Sono assenti, in questo distretto, le concentrazioni a piombo e zinco, e quindi la eventuale conferma all'ipotesi avanzata per l'Iglesiente e l'Hokkaido è solo parziale.

CONCLUSIONI

I dati di osservazione più sopra esposti sembrano indicare – almeno in via di ipotesi – la possibile influenza del tasso di salinità del bacino di sedimentazione sulle concentrazioni sin-sedimentarie a solfuri e a barite che vi si depositano.

Tale ipotesi potrà essere accettata solo se potrà essere suffragata su base chimica e geo-chimica. Il suo risvolto applicativo sarebbe evidentemente importante: ché, infatti, sarebbe sufficiente valutare la salinità dell'ambiente di sedimentazione di un complesso per prevedere – nell'ambito dei solfuri di Pb, Zn, Fe, Cu e della barite – la sua «predisposizione» ad ospitare mineralizzazioni d'un tipo o dell'altro.

REFERENCES

- CARMIGNANI L., CHERCHI A., RICCI A., (1987): *Basement structure and Mesozoic-Cainozoic Evolution of Sardinia*; in: «The Lithosphere in Italy», Acc. Naz. Lincei.
- CARMIGNANI L., COCOZZA T., GHEZZO C., PERTUSATI P.C., RICCI C.A., (Editori-1982): *Guida alla Geologia del Paleozoico Sardo*, «Soc. Geol. It.»
- CIVITA M., CARMIGNANI L., COCOZZA T., FORTI P., PERNA G., TURI B., (Editori-1980): *Idrogeologia del Bacino Minerario dell'Iglesiente*, SAMIM.
- LAND L.S., HOOPS G.K., (1973): *Sodium in Carbonate Sediments and Rocks: a possible Index to the Salinity of Diagenetic Solutions*, «Journal of Sedimentary Petrology», vol. 43, n° 3.
- LATTANZI P.F., TANELLI G., (1983): *Pyritic ores of Southern Tuscany*, Volume speciale n° 7, «Soc. Geol. Sud-Africa».
- MATZUKUMA T., HORIKOSHI E., (1970): *Kuroko Deposits in Japan: A Review*, in: Tatsumi T.(Ed.): «Volcanism and Ore Genesis», University of Tokio Press.
- STRAKOV N.M., (1957): *Méthodes d'étude des roches sédimentaires*, Traduzione dal Russo, C.N.R.S., Parigi
- TOCCO S., FANFANI L., GANDINI A., GARBARINO C., GRILLO S.M., MARCELLO A., MAZZELLA A., SALVADORI A., VIOLO M., (1982): *Final Report on the Pb-Zn and Ba Mineralizations in the Cambrian Carbonatic Platform, S.W. Sardinia (Italy)*, EEC Program on Primary Raw Materials.
- ZUFFARDI P., (1970): *La métallogénèse du Plomb, du Zinc et du Barium en Sardaigne: un'exemple de permanence, de polygénétisme et de transformisme*, «Bull. Soc. Geol. Belgique».