
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

MARIA BIANCA CITA, CESARE CORSELLI

Precipitazione di gesso da brine saline al fondo del Mediterraneo orientale

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 80 (1986), n.1-2, p. 26-30.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1986_8_80_1-2_26_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/>

Geologia marina. — *Precipitazione di gesso da brine saline al fondo del Mediterraneo orientale.* Nota di MARIA BIANCA CITA e CESARE CORSELLI, presentata (*) dal Corrisp. M.B. CITA.

SUMMARY. — Gypsum precipitation from deep seated brines trapped near the bottom of a rimmed basin was recently discovered in the eastern Mediterranean. The basin-named Bacino Bannock after an Italian research vessel—is part of the outer flank of the Mediterranean Ridge, facing the Sirte Abyssal Plain.

An acoustic reflector separates normal sea water from hypersaline anoxic water at approximately — 3.200 meters. Persistent anoxic conditions started to develop 180 000 y BP, as documented in sediment cores.

The origin of the brines is accounted to submarine dissolution of Messinian evaporites, outcropping on the basin margin.

Sessanta chilogrammi di gesso in cristalli, di dimensioni variabili fra pochi centimetri e diversi decimetri, sono stati dragati sul fondo del Mediterraneo orientale a oltre 3.200 m. di profondità.

Cristalli di gesso pluricentimetrici sono stati incontrati anche all'interno di carote prelevate sul fondo del bacino, associati a sedimenti neri, spesso laminati, non bioturbati, emananti un forte odore di idrogeno solforato, indicatori di ambiente anossico.

I cristalli di maggiori dimensioni sono stati dragati sul ripido fianco orientale di un bacino profondo oltre 3.500 m., con un rilievo negativo rispetto alla topografia circostante di oltre 600 m., e un diametro di circa 15 km. Questo bacino si sviluppa entro le pendici esterne della Dorsale Mediterranea, affacciata verso il piano abissale della Sirte, ed è stato denominato Bacino Bannock dal nome della nave oceanografica italiana dalla quale è stata fatta l'importante scoperta (Scientific Staff Cruise BAN 84-12, 1985).

La fig. 1 mostra una carta batimetrica dell'area esplorata, basata su rilievi SEABEAM effettuati dalla nave oceanografica americana R.C. CONRAD nell'aprile 1984 e su rilievi effettuati con l'ecoscandaglio a 3.5 kHz della nave oceanografica BANNOCK nel settembre dello stesso anno; è anche indicata l'ubicazione dei 10 carotaggi e dei due dragaggi effettuati. La figura mostra anche le colonne stratigrafiche ricostruite per le varie carote, ordinate dalla meno profonda (a sinistra) alla più profonda (a destra). Le carote hanno mediamente una lunghezza di pochi metri, fino a un massimo di circa dieci m.

(*) Nella seduta dell'8 febbraio 1986.

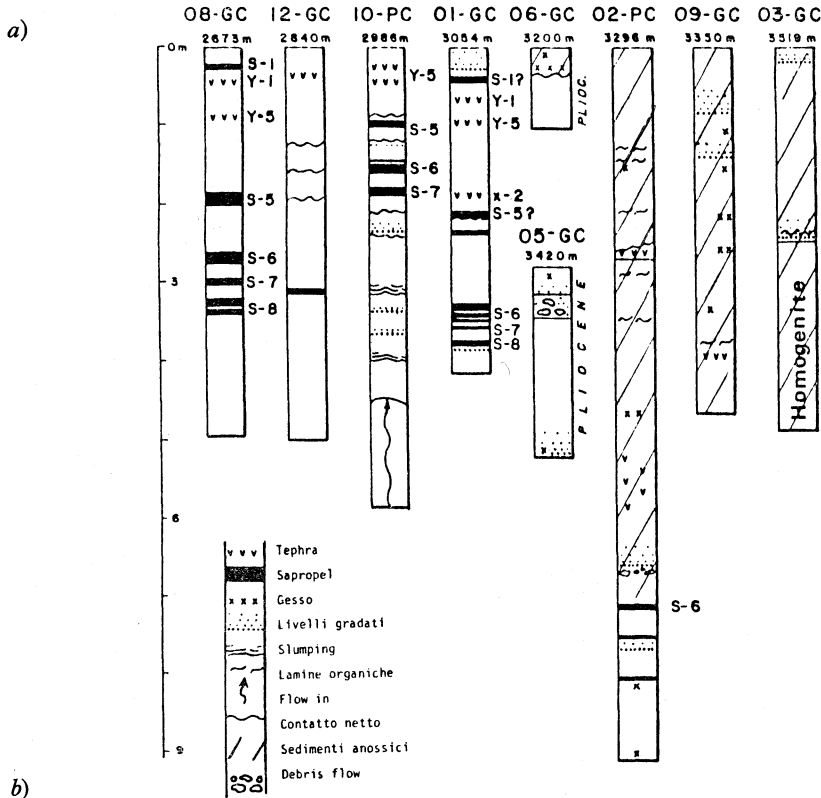
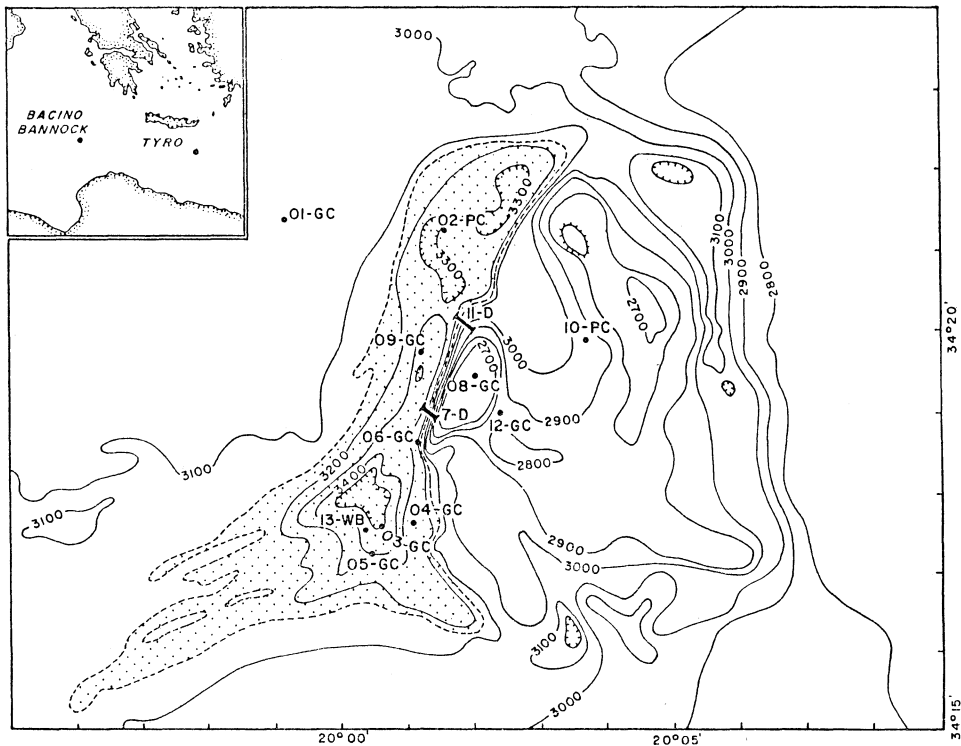


Fig. 1 A) Carta batimetrica del bacino Bannock e ubicazione dei carotaggi (PC = carote a pistone; GC = carote a gravità), dragaggi (D) e prelievi d'acqua (WB). L'area punteggiata rappresenta la superficie di separazione fra l'acqua a salinità normale e le brine. B) Colonne stratigrafiche dei sedimenti carotati. Il carotaggio 04 ha recuperato soltanto cristalli di gesso.

I sedimenti recuperati sono di età quaternaria (Olocene, Pleistocene superiore, Pleistocene medio). Due carote prelevate sul fianco S del bacino, contengono sedimenti pliocenici in facies pelagica.

Le carote ubicate sugli alti fisiografici contengono la successione tipica del Mediterraneo orientale, con marne rosate ricchissime di micro e nannofossili planctonici come litologie dominanti, sapropels e tephra come litologie minori con spessori centimetrici. I primi, contenenti carbonio organico in tenori superiori al 2%, si sono depositi durante episodi brevi (Kidd *et al.*, 1978) climaticamente modulati, in cui il Mediterraneo orientale è diventato stagnante (Olausson, 1961; Ryan, 1972; Cita *et al.*, 1977; Thunell *et al.*, 1977; Rossignol Strick, 1983). I tephra rappresentano l'espressione sedimentaria di attività vulcanica esplosiva (Ninkovich e Heezen, 1965; Keller *et al.*, 1978) e sono isocroni, come pure i sapropels, permettendo quindi di applicare una stratigrafia ad alta risoluzione.

Le carote ubicate nelle parti più profonde del bacino, al di sotto di 3.200 m., contengono sedimenti nerastri fetidi con presenza di lamine mucillagginose e di cristalli di gesso indicativi di condizioni anossiche persistenti, in contrasto con quelle episodiche, ciclicamente ripetute dei sapropels. Nella carota BAN 84-02, che è la più lunga di tutte, si è potuto osservare il passaggio da condizioni normali a condizioni di anossia persistente (Parisi *et al.*, in corso di stampa): questo passaggio si è verificato circa 180.000 anni fa.

I cristalli di gesso si presentano con diversi abiti cristallini:

cristalli prismatici euedrali caratterizzati per lo più da forme $\{hk0\}$ e $\{0kl\}$ ed in minor misura $\{hkl\}$;

cristalli geminati lunghi $\{101\}$ a ferro di lancia per lo più in frammenti;

cristalli da tabulari a lenticolari e a rosetta con un rapporto lunghezza/ampiezza molto piccolo.

I diversi abiti possono formare concrescimenti che raggiungono dimensioni e peso notevoli fino a un massimo di ~ 18 Kg.

Il gesso è di precipitazione recente, come dimostrano le inclusioni organogene che comprendono foraminiferi planctonici e pteropodi presenti nel Mediterraneo solo nell'Olocene (Corselli e Aghib, in corso di stampa).

Condizioni anossiche al fondo e precipitazione di gesso sono intimamente connessi.

La presenza di brine saline ad alta densità al fondo del bacino infatti impedisce il rimescolamento delle acque abbattendo il tenore in ossigeno. Un riflettore acustico all'interno della massa d'acqua a profondità comprese fra 3.350 e 3.200 m., rivelato da un ecoscandaglio a 15 kHz, rappresenta l'espressione fisica del contrasto di densità fra l'acqua normale e le brine.

Analisi su quattro campioni di acqua raccolte con bottiglie a rovesciamento in prossimità del fondo (Tabella I) rivelano che la densità dell'acqua è superiore a 1.21 e la sua salinità è $\sim 265\text{‰}$. Le brine appaiono particolarmente arricchite in Potassio, Magnesio, Cloro, mentre sono povere in Calcio.

Bacini anossici in mare profondo sono molto rari, e specialmente rari sono quelli in cui l'anossia deriva dalla presenza di brine ad alta densità, limitate alla

TABELLA 1.

Profondità, densità e componenti chimici identificati in quattro campioni d'acqua prelevati mediante bottiglie a rovesciamento nella parte più profonda del Bacino Bannock

Prof. m	Densità g/cm ³	pH 25° C	Ca g/Kg	Mg g/Kg	Na g/Kg	K g/Kg	Cl g/Kg	SO 4 g/Kg	HCO 3 g/Kg	Br g/Kg
3.255	1.216	7.2	0.4118	13.203	76.85	4.27	158.775	10.3845	0.219	0.58
3.310	1.215	6.5	0.4174	13.079	77.77	4.115	156.958	10.6242	0.165	0.59
3.350	1.218	7.0	0.4153	13.315	77.95	4.185	158.839	10.536	0.38	0.59
3.370	1.216	7.6	0.4301	13.319	78.12	4.276	159.22	10.304	0.416	0.6

parte più profonda del bacino. Fra i pochi esempi conosciuti ricordiamo il bacino di Orca nel Golfo del Messico (Addy e Behrens, 1980), le Hot Brines del Mar Rosso (Bischoff, 1969; Craig, 1969) e il bacino di Tyro nel Mediterraneo orientale scoperto di recente (Jongsma *et al.*, 1983; de Lange *et al.*, 1983).

In nessuno di questi bacini vi è precipitazione di gesso, ad eccezione del Mar Rosso, dove essa è legata ad attività idrotermali.

La Dorsale Mediterranea si trova però in una situazione geodinamica completamente diversa da quella del Mar Rosso, e presenta valori del flusso termico particolarmente bassi (Erickson e Von Herzen, 1978). Perciò la nostra scoperta riveste un carattere eccezionale.

Riteniamo che l'origine delle brine saline che si accumulano nel fondo del Bacino Bannock, e del gesso che precipita e cresce in grossi cristalli sui suoi fianchi, sia dovuta alla dissoluzione delle evaporiti messiniane che si sono accumulate sul fondo del Mediterraneo durante la cosiddetta « crisi di salinità » del Miocene terminale, fra circa 6 e 5 milioni di anni fa. L'arricchimento in potassio ci fa supporre che le evaporiti dissolte corrispondano alla serie salina che contiene sali potassici.

La velocità di sedimentazione calcolata per i sedimenti pelagici carotati intorno al Bacino Bannock è bassa, essendo compresa fra 1 e 2 cm/1.000 anni. Se estrapoliamo questa velocità di sedimentazione fino alla base del Pliocene (5 milioni di anni) otteniamo uno spessore di un centinaio di metri per la successione Plio-Quaternaria.

Il dislivello delle pareti che circondano il bacino Bannock è molto superiore a questo valore, rendendo plausibile l'ipotesi che le evaporiti messiniane siano esposte all'azione dissolvente dell'acqua marina.

Il forte gradiente della parete SE è messo in rapporto con la presenza di una faglia diretta trasversalmente all'allungamento della Dorsale (Camerlenghi e Cita, in stampa).

Le brine saline originate dalla dissoluzione delle evaporiti Messiniane si accumulano sul fondo del bacino che è orlato da rilievi da ogni parte; esse non possono essere diluite e disperse, poiché le correnti geostrofiche non penetrano

all'interno del bacino chiuso. Il forte contrasto di densità ($\sim 20\%$) impedisce il ricambio verticale dell'acqua provocando stagnazione al fondo.

La precipitazione del gesso inizia quando si raggiunge il punto di saturazione di questo minerale.

BIBLIOGRAFIA

- ADDY S.K. and BEHRENS E.W. (1980) - *Time of accumulation of hypersaline anoxic brine in Orca Basin*, « Marine Geol. », 37, 241-252.
- BISCHOFF J.L. (1969) - *Red Sea geothermal brine deposits: their mineralogy, chemistry and genesis*. In E.T. Degens and D.A. Ross (Editors), *Hot Brines and Recent Heavy metal deposits in the Red Sea*. Springer-Verlag, 368-401.
- CAMERLENGHI A. and CITA M.B. (1986) - *Setting and tectonic evolution of small eastern Mediterranean deep-sea basins*, « Mar. Geol. », in stampa
- CITA M.B., VERGNAUD GRAZZINI C., ROBERT C., CHAMLEY H., CIARANFI N. and D'ONOFRIO S. (1977) - *Paleoclimatic record of a long deep-sea core from the Eastern Mediterranean*, « Quat. Res. », 8, 205-235.
- CORSELLI C. and AGHIB F. (1986) - *Brine formation and gypsum precipitation in Bacino Bannock*, « Mar. Geol. », in stampa.
- CRAIG H. (1969) - *Geochemistry and origin of Red Sea brines*. In: E.T. DEGENS and D.A. ROSS (Editors), *Hot Brines and Recent Heavy metal deposits in the Red Sea*. Springer, 208-242.
- DE LANGE G.L. and TEN HAVEN H.L. (1983) - *Recent sapropel formation in the eastern Mediterranean*, « Nature », 305 (5937), 797-798.
- ERICKSON A.J. and VON HERZEN R.P. (1978) - *Down Hole temperature measurements, Deep Sea Drilling Project, Leg 42a*. In K.J. HSU and MONTADERT *et al.* *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 42*, U.S. Gov. Printing Office, Washington, D.C., 857-871.
- JONGSMA D., FORTUIN A.R., HUSON W., TROELSTRA S.R., KLAVER G.T., PETERS J.M., VAN HARTEN D., DE LANGE G.J. and TEN HAVEN L. (1983) - *Discovery of an anoxic basin within the Strabo Trench, eastern Mediterranean*, « Nature », 305 (5937), 795-797.
- KELLER J., RYAN W.B.F., NINKOVICH D. and ALTHERR R. (1978) - *Esplosive volcanic activity in the Mediterranean over the past 200.000 yr as recovered in the deepsea sediments*, « Geol. Soc. Am. Bull. », 89, 591-604.
- KIDD R.B., CITA M.B. and RYAN W.B.F. (1978) - *The stratigraphy of eastern Mediterranean sapropel sequences as recovered by DSDP Leg 42a and their paleoenvironmental significance*. In: K. HSU, L. MONTARDERT *et al.*, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 42* U.S. Gov. Printing Office, Washington, D.C., 421-443.
- NINKOVICH D. and HEEZEN B.C. (1965) - *Santorini tephra*. Colston Research Soc. Submarine geology and geophysics symposium. 17th. Proc.: 413-453.
- OLAUSSEN E. (1961) - *Studies of deep-sea cores*. « Repts. Swed. Deep Sea Exp. », 8, 323-438.
- PARISI E., ERBA E. and CITA M.B. (1986) - *Stratigraphy and sedimentation in the anoxic Bannock Basin*, « Mar. Geol. » in stampa.
- ROSSIGNOL-STRIK M. (1983) - *African monsoons, an immediate climate response to orbital insolation*, « Nature », 303 (5921), 46-49.
- RYAN W.B.F. (1972) - *Stratigraphy of Late Quaternary sediments in the Eastern Mediterranean*. In: D.J. STANLEY (Editor), *The Mediterranean Sea: a Natural Sedimentation Laboratory*. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pa., 149-170.
- SCIENTIFIC STAFF OF CRUISE BANNOCK 1984-12 (1985) - *Gypsum precipitation from cold brines in an anoxic basin in the Eastern Mediterranean*. « Nature », 314 (6007), 152-154.
- THUNELL R.C., WILLIAMS D.F. and KENNETT J. (1977) - *Late Quaternary paleoclimatology, stratigraphy and sapropels history in Eastern Mediterranean deepsea sediments*, « Mar. Micropaleont. », 2, 371-388.