

# Estudio Mineralógico de los Sedimentos de las Cuencas de Wagner y Consag, Golfo de California (México)

/ ELISABET BIROSTA (1\*), CARLES CANET (2), ESPERANÇA TAULER (1), PURA ALFONSO (3), ROSA MARÍA PROL-LEDESMA (2), ANTONI CAMPRUBÍ (4), JOAN CARLES MELGAREJO (1)

(1) Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, Martí i Franqués s/n 08028, Barcelona, Catalunya, España

(2) Departamento de Recursos Naturales, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México D.F., México

(3) Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Minerals, Universitat Politècnica de Catalunya, Avinguda Bases de Manresa, 61-73, 08240 Manresa, Catalunya, España

(4) Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México D.F., México

## INTRODUCCIÓN.

Las cuencas de Wagner y de Consag se encuentran localizadas en la parte más septentrional del Golfo de California (GC). Con una profundidad máxima de 216 m, son las cuencas más someras del golfo y presentan una actividad gasohidrotermal submarina intensa (Canet et al., 2008).

La Cuenca de Wagner se encuentra entre las coordenadas geográficas 30.8° - 31.2°N y 114.4° - 113.9°O. Se trata de una depresión semielíptica de dirección NE-SO, de unos 30 km de longitud y 20 km de anchura. La cuenca presenta una ligera inclinación hacia el NE donde asume su máxima profundidad.

La Cuenca de Consag, de características parecidas a la anterior, se encuentra situada al sur, entre las cuencas de Wagner y de Delfin. Está separada de la Cuenca de Wagner por un collado submarino situado a una profundidad de 154 m. Es una depresión alargada de 40 km de longitud, en dirección N-O y 15 km de anchura, en dirección NE. El fondo de la cuenca es estrecho y alargado y alcanza una profundidad máxima de 204 m en su parte central.

En este estudio se presenta la caracterización mineralógica de los sedimentos de las cuencas de Wagner y de Consag obtenidos durante la campaña oceanográfica Wag-01, y su relación con la actividad gasohidrotermal presente en la zona.

## CONTEXTO GEOLÓGICO.

Las cuencas de Wagner y de Consag se encuentran limitadas por dos sistemas de fallas transformantes de dirección NNO-SSE, sugiriendo su formación a partir de una subsidencia relacionada con una extensión *pull-apart* (Hurtado et al., 2004). El margen oriental de las cuencas está definido por la Falla de Wagner, de dirección N23°E, que conecta hacia el NO con el Sistema de Fallas de San Andrés (Aragón-Arreola y Martín-Barajas, 2007).

Los resultados batimétricos de la campaña oceanográfica muestran la presencia de ventilas que descargan activamente gas (principalmente CO<sub>2</sub>) en el fondo oceánico y sedimentos calientes a lo largo de la Falla Wagner. Las imágenes de los perfiles acústicos muestran canales y acumulaciones de

gas por debajo de las capas superficiales de sedimento. Asociadas a la capa de sedimentos en el suroeste de la Cuenca de Consag también se observan estructuras como fallas sinsedimentarias, pockmarks, mud domes o mud diapirs (Canet et al. 2008).

## MINERALOGIA.

La caracterización mineral se ha llevado a cabo mediante análisis de difracción de rayos X (DRX) y microscopía electrónica de barrido con dispersión de energía (SEM-EDS). La cuantificación de las fases minerales presentes se ha realizado mediante el ajuste de perfil del espectro de DRX por el método de Rietveld con el programa TOPAS.

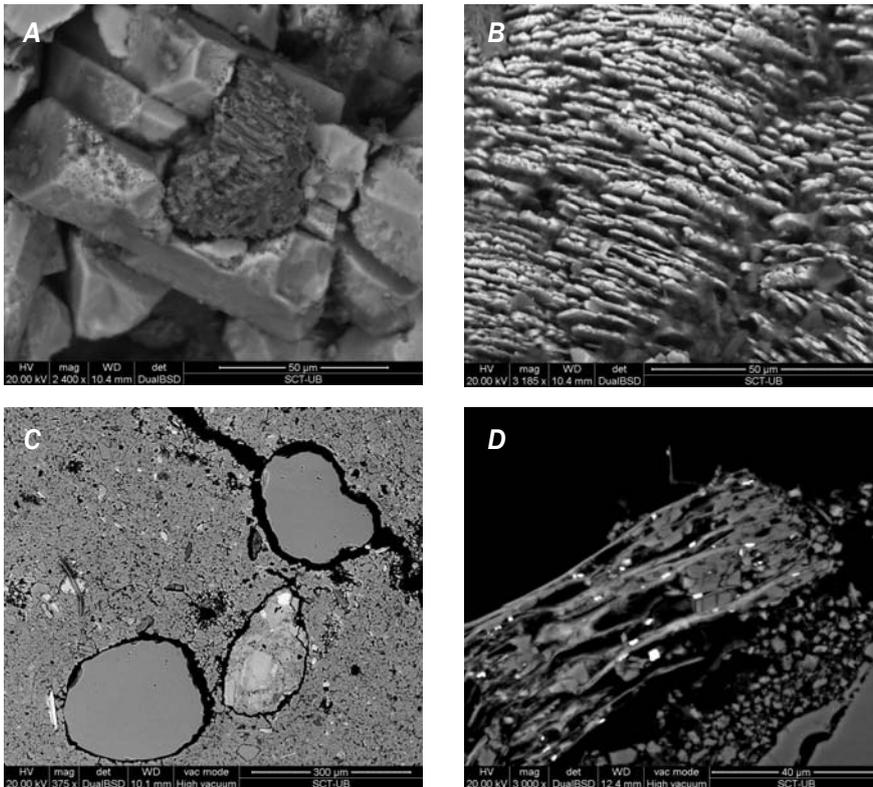
En la tabla 1 se presentan los resultados del porcentaje en peso de los diferentes minerales presentes en muestras representativas de las cuencas.

Los fragmentos consolidados, pertenecientes al este de la Cuenca de Wagner, muestran altos porcentajes de azufre nativo en forma de cristales idiomórficos (Fig. 1A), barita tabular (Fig.

Zona	Microclina	Ortoclasa	Albita	Calcita	Dolomita	Aragonita	Cuarzo	Illita	Barita	Pirita	Yeso	Halita
1	0	0	15.0	23.0	5.0	0	51.0	3.0	0	0	0	3.0
2	0	0	12.0	22.0	0	0	58.0	3.0	0	0	0	5.0
3	0	7,1	2,9	0	0	0	17,1	3,5	67,0	0,3	1,3	0,8
4	5,3	2,7	9,4	3,8	3,2	0	48,2	25,0	0	0	0	2,4
5	1,5	2,2	4,8	4,1	1,1	52,3	27,3	6,7	0	0	0	0
6	0	0	0	0	72,5	4,3	11,8	9,2	0	0	1,4	0,8

Tabla 1. Concentraciones representativas (% en peso) de los principales minerales que componen los sedimentos de las Cuencas de Wagner y de Consag. Zona 1 Depocentro de la Cuenca Wagner; Zona 2 Depocentro de la Cuenca Consag, Zona 3 y 4 Este de la Cuenca Wagner, Zona 5 y 6 Sureste de la Cuenca Consag.

**palabras clave:** Sedimentos hemipelágicos, actividad hidrotermal, barita, azufre  
**key words:** hemipelagic sediment, hydrothermal activity, barite, sulphur



**fig 1.** Imágenes de SEM. A) Cristales idiomórficos de azufre con partículas arcillosas, B) Barita tabular, C) Granos de cuarzo y feldespato rodeados con una matriz dolomítica y arcillosa, D) Illita alterada.

1B) y en forma de agregados radiales. En menor cantidad aparece calcita, dolomita y pirita framboidal. Además, existe un elevado porcentaje de granos detríticos, formados fundamentalmente por cuarzo y feldespatos. Algunas de estas muestras presentan canales abiertos que podrían corresponder a estructuras de escape de gas.

En el sureste de la Cuenca de Consag, con volcanes y diapiros de lodo activos (Canet et al. 2008), aparecen fragmentos de lodo consolidado formados por una matriz que engloba granos redondeados generalmente de hasta 300  $\mu\text{m}$  (Fig. 1C). La mineralogía consiste en calcita, dolomita, pirita (framboidal y idiomorfa) e illita Fig. 1D). En algunos casos la matriz esta formada por cristales de dolomita que rodean granos detríticos de cuarzo y feldespatos.

#### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

La precipitación de barita en ambientes submarinos puede ser debida a la infiltración de fluidos asociados a la actividad gasohidrotermal, reductores y ricos en bario, y su mezcla con el agua del mar fría y rica en sulfato. Posiblemente la precipitación de barita en esta zona esté relacionada con las ventilas de gas y sugiere una infiltración

de fluidos que han circulado por la cuenca.

Los fragmentos de lodo consolidado podrían ser un producto de la actividad de los diapiros y volcanes de lodo descritas por Canet et al. (2008).

La textura de los carbonatos de esta zona sugiere un origen autigénico relacionado con ambientes donde se produce la interacción de un fluido de baja temperatura, rico en hidrocarburos, con el sedimento (cold seeps). Estos, podrían haberse formado en relación a una oxidación anaeróbica de metano (AOM) propiciada por la actividad bacteriana (Aloisi et al. 2004).

#### AGRADECIMIENTOS.

Esta investigación fue financiada por los proyectos IN-106907 (PAPIIT, UNAM) y "Desalación de agua de mar con energías renovables" (IMPULSA, UNAM). Agradecemos a la Comisión Académica de Buques Oceanográficos (CABO, UNAM) el haber respaldado la campaña oceanográfica "WAG-01". Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la tripulación del B/O El Puma. Expresamos nuestro agradecimiento a todos los participantes por su apoyo durante la campaña. Los autores

pertenecen al GRC-Recursos minerales: *Jaciments, aplicacions i sostenibilitat*. Agradecemos el soporte de los técnicos de Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona.

#### REFERENCIAS.

- Aloisi, G., Wallmann, K., Bollwerk, S. M., Derkachev, A., Bohrmann, G. & Suess, E. (2004): The effect of dissolved barium on biochemical processes at cold seeps. *Geochim. Cosmochim. Acta* **68**, 8, 1735-1748.
- Angelier, J., Colletta, B., Chorowicz, J., Ortleib, L., & Rangin, C. (1981): Fault tectonics of the Baja California peninsula and the opening of the Sea of Cortez, Mexico: *J. Struct. Geol.* **3**, 347-357
- Aragón-Arreola, M. & Martín-Barajas, A., (2007): Westward migration of extension in the northern Gulf of California, Mexico. *Geology* **35**, 571-574
- Canet, C., Pro-Ledesma, R.M., Dando, P., Camprubí, A., Robinsons, C.J., Shumilin, E., Vázquez-Figueroa, V., López-Sánchez, A., Franco, S., Peláez-Gaviria, J.R., Birosta, E., Angeles, C., Estradas, A., Rodríguez-Figueroa, G. & Sánchez-González, A., (2008): Mud diapirism and gas seepage in the northern Gulf of California. *Marine Geol.*, en revisión
- Hurtado-Artunduaga, A.D., González-Fernández, A., Martín-Barajas, A., Contreras, J.P., Mortera-Gutiérrez, C., 2004. Modelo estructural de la Cuenca de Wagner (Golfo de California) basado en sísmica de reflexión multicanal. *Geos, U. Geof. Mex.* **22**, 172.
- TOPAS, General Profile and Structure Analysis Software for Powder Diffraction Data, V2.1, Bruker AXS GmbH, Karlsruhe, Germany.