



## Barita en el sur de Nuevo León: su distribución y perspectivas

ESTHER MARÍA CRUZ GÁMEZ\*,\*\*, JUAN ALONSO RAMÍREZ FERNÁNDEZ\*, FERNANDO VELASCO TAPIA\*,  
ROBERTO OLEGARIO RÁBAGO TAVARES\*\*\*

La barita ( $\text{BaSO}_4$ ) se utiliza en la industria química para la elaboración de vidrio y pinturas. Sin embargo, se emplea principalmente en la industria petrolera. La densidad del compuesto puro es  $4.5 \text{ g/cm}^3$ , el cual hace que, molida, se utilice en los fluidos de perforación en los pozos petroleros. Sus principales aplicaciones se dan en los procesos mecánicos de perforación, remoción y suspensión de los cortes del pozo, para controlar la presión del fluido, aislar el fluido de la formación rocosa, enfriar y lubricar la barrena y maximizar la velocidad de penetración.

Según el Informe de la Minería Mexicana de 2004,<sup>1</sup> México participó con un 4.2% de la producción mundial de barita en 2003 (nacional 287,451 toneladas y mundial 6,807,000 toneladas), ocupando el quinto lugar. Esto se debe a la amplia distribución de este mineral en el país. Particularmente, en Nuevo León, la empresa Baramin la explota en el municipio de Galeana. En 2003 se extrajeron 222,432 toneladas (77% de la producción nacional).<sup>1</sup>

Geológicamente, el estado de Nuevo León cuenta con un basamento esparcido y heterogéneo de esquistos de la edad Paleozoica, el cual soporta una potente columna de rocas sedimentarias mesozoicas

(terrígenos, evaporitas, carbonatos y pelitas). Éstas evolucionaron en plataformas y cuencas, en estrecha relación con los bloques paleotectónicos y bajo la influencia de la apertura del Golfo de México, en un régimen de margen pasivo.

En este contexto, y vinculado a su posterior deformación durante la Orogenia Laramide (Paleoceno-Eoceno), tuvo lugar la mineralización barítica en el sur de Nuevo León. Debido a la demanda creciente, su estudio y prospección tiene particular importancia.

### Marco geológico y tectónico regional

En la región estudiada (figura 1) existen escasos afloramientos del basamento bajo las secuencias mesozoicas. De Cserna *et al.*<sup>2</sup> lo consideran la prolongación sur del cinturón orogénico *Ouachita-Marathon*. Estas rocas ocurren en cuatro localidades separadas, con una superficie aproximada de  $15 \text{ km}^2$ . Están compuestas por metamorfitas de bajo grado (esquistos verdes), donde se destacan filitas, esquistos y metareniscas. Su edad es carbonífera

\* Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL. [juanaram@mail.uanl.mx](mailto:juanaram@mail.uanl.mx)

\*\* Universidad de Pinar del Río, Cuba. [emcgamez02@yahoo.com](mailto:emcgamez02@yahoo.com)

\*\*\* Baramin S. A. de C. V.

(método K/Ar)<sup>3</sup> y corresponde a porciones del supercontinente Pangea, que se instaura con un episodio de sedimentación continental en el Triásico-Jurásico Inferior. Los lechos rojos atestiguan esta condición.<sup>4</sup> En el presente trabajo se adoptarán para estas rocas los nombres de Formación (Fm.) Huizachal y La Joya, respectivamente, en el sentido de Michalzik.<sup>7</sup>

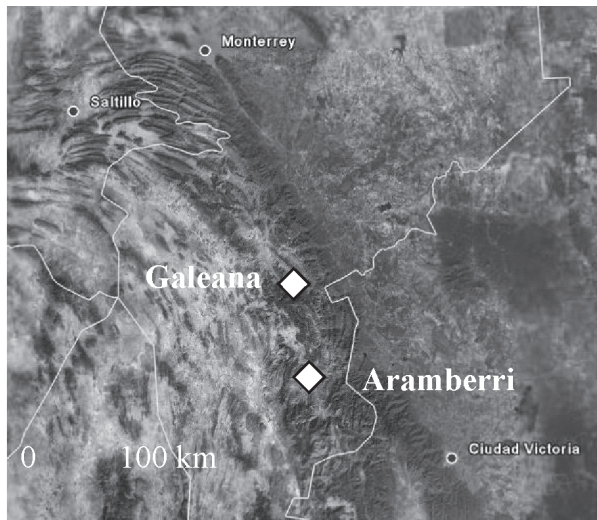


Fig. 1. Localización de los distritos baríticos en el sur del estado de Nuevo León (figura de Google Earth).

La Fm. Huizachal (Triásico Superior) se describe como una secuencia continental de conglomerados, areniscas en alternancia con limolitas y lutitas de color rojizo. Según Goldhammer,<sup>6</sup> sus espesores varían entre 100 y 1,000 m. Estas rocas alojan las principales vetas de barita que se han reportado en la región.

La Fm. La Joya (Calloviano, Jurásico Inferior) yace discordantemente sobre la Fm. Huizachal y en ésta no se ha reportado barita hasta el momento. Se considera que es la base de una secuencia transgresiva, que incluye depósitos aluviales y fluviales. Está compuesta de un conglomerado basal mal clasificado de fragmentos de rocas ígneas y metamórficas, así como areniscas rojizas de la Fm. Huizachal en una matriz arcillo-hematítica de un color que puede ir del rojo al violáceo.

Estos sedimentos subyacen discordantemente en algunas regiones a las secuencias carbonatadas. Sobre estas secuencias se extiende una amplia co-

bertura de rocas evaporíticas sulfatadas (Fms. Minas Viejas y Olvido) y carbonatadas (Fms. Novillo y Zuloaga), cuyo origen está ligado a su posición respecto a los elementos paleogeográficos,<sup>5,6</sup> configurados durante el Mesozoico temprano y marcado por la influencia de la apertura del Golfo de México, en un régimen de margen pasivo. Estas secuencias sedimentarias tienen amplia distribución en el área estudiada y su relación con la mineralización barítica es estrecha.

La Fm. Minas Viejas (Calloviano Sup.-Oxfordiano, Jurásico Medio al Superior) se describe como una secuencia de yesos y anhidritas con intercalaciones de calizas y lutitas y un espesor<sup>6</sup> de ~1,000 m. Tiene una amplia distribución en la región de estudio y subyace en concordancia con la Fm. Zuloaga.<sup>7</sup> El depósito de evaporitas continúa en forma restringida más allá del Oxfordiano, formando la parte inferior de la Fm. Olvido (Oxfordiano Superior-Kimmeridgiano Inferior,<sup>8</sup> Jurásico Superior). Estas evaporitas aportaron el  $\text{SO}_4^{2-}$  necesario para formar la barita.

La Fm. Novillo (Oxfordiano, Jurásico Superior) consiste en calizas grises, parcialmente dolomitizadas, dolomías y escasas lutitas. Está integrada por calizas oolíticas y ocasionalmente lutitas y calcarenitas. Estas formaciones subyacen o sobreyacen a las evaporitas.<sup>7,8</sup> La Fm. Novillo en Galeana, La Ascensión y Aramberri aloja barita en vetas, mantos y en brechas tectónicas de poca distribución.

De acuerdo a las columnas estratigráficas,<sup>7,8</sup> sobre estas secuencias se depositaron potentes carbonatos y pelitas que abarcan el resto del Mesozoico. Esta cubierta heterogénea fue plegada y afallada durante la génesis de la Sierra Madre Oriental, durante la orogénesis Laramide (Paleoceno-Eoceno, Terciario). El basamento cristalino fue localmente involucrado, aunque la deformación afectó principalmente a los estratos suprayacentes mesozoicos y del Paleógeno con un estilo de piel delgada.<sup>9</sup> Los niveles evaporíticos jugaron un papel muy importante como horizontes de despegue.

Dentro de las unidades tectónicas existentes en el área, destacan pliegues de las rocas jurásicas y cretácicas. La erosión de las estructuras ha sido tan intensa que afloran en sus núcleos rocas tan antiguas como los esquistos paleozoicos y los lechos

rojos. Los plegamientos son, en su mayor parte, simétricos y recostados. Estos eventos son los que han expuesto parte de la mineralización barítica a la superficie para su explotación actual.

### Metodología de trabajo

A partir de los mapas geológicos a escala 10,000,000 y los reportes de barita dados por el SGM (Servicio Geológico Mexicano) para Nuevo León, se seleccionaron las minas y lotes a estudiar: mina La Huiche (Galeana), lote Veracruz (La Ascensión), mina Los Compadres y lote Grecia (Aramberri). En estos sitios se tomaron muestras para láminas delgadas que se elaboraron en el Laboratorio de Preparación de la FCT, UANL. Éstas se analizaron bajo un microscopio Leica DMLSP con aditamentos fotográficos.

### Mineralización Barítica en el sur del Nuevo León

Los depósitos de barita más importantes de Nuevo León se localizan al sur de Galeana y en el NW de Aramberri (figura 1). A partir de esto se han considerado dos distritos mineros (Cruz *et al.*):<sup>10,11</sup> Galeana y Aramberri.

#### Distrito Galeana

##### Mina La Huiche

Se encuentra a 18 km al sur de Galeana. La barita se aloja en los lechos rojos de la Fm. Huizachal, en forma de veta-fallas. Se distribuyen desde los límites de la Fm. Minas Viejas hasta una profundidad de laboreo de 220 m.

Las vetas alcanzan espesores de hasta 19 m y echados de 45-90°. Ocurren en tres direcciones preferenciales: NE20°SW, NE60°SW y NW70°SE, las últimas son las más mineralizadas. Es común que se desplacen por fallas de poco rechazo. La barita posee un peso específico (PE) 4.21 g/cm<sup>3</sup> y de 84 a 95% de BaSO<sub>4</sub>, además, algo de calcita, cuarzo, sulfuros y yeso (Rábago, com. pers. 2005). Se observa la barita en cristales ramificados, fibrosos y entrecruzados; también en varias generaciones y

cortadas por fracturas estilolíticas (figura 2).

Las rocas predominantes son areniscas cuarcíce-

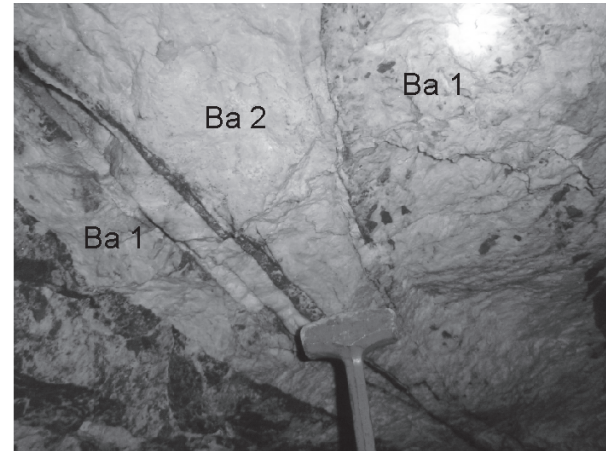


Fig. 2. Veta con dos generaciones de barita (Ba1 y Ba2), a la vez interceptadas por fracturas y estilolitas. Mina La Huiche, Galeana, N. L.

ras con líticos (volcánicos, limolitas), muscovita, zircón y minerales opacos, en una matriz de arcilla recristalizada con calcita en parches y vetas. Con frecuencia, las areniscas son cortadas por diques, tales como andesitas, compuestas por fenocristales de plagioclasa y hornblenda, otras son más holocristalinas, muy alterados a saussurita y clorita, en una matriz variable de microcristales.

##### Lote Veracruz

Ubicado en la comunidad de La Ascensión, en Aramberri, N. L., López<sup>12</sup> reporta 36 concesiones mineras en los alrededores de Galeana, correspondiente a las áreas de San Marcos, Santa Clara, San Lucas y La Barranca del Río del Pílon. La mineralización ocurre en calizas micríticas de la Fm. Novillo, en una zona brechada con dirección NE30°SW. En la parte inferior, la brecha contiene fragmentos de barita en una matriz esparítica (figura 3), en transición a zonas que sólo poseen barita y calcita muy mezcladas, en ocasiones ocurre calcita bien desarrollada. En este caso, la mineralización puede darse al menos en dos eventos.

La barita se vincula a los lechos rojos de la Fm. Huizachal y a calizas de la Fm. Novillo. En los labores de la mina La Huiche aún no se han encontra-

do los límites inferiores de las vetas. Esto hace a la zona prospectiva para ampliar las reservas de la región.

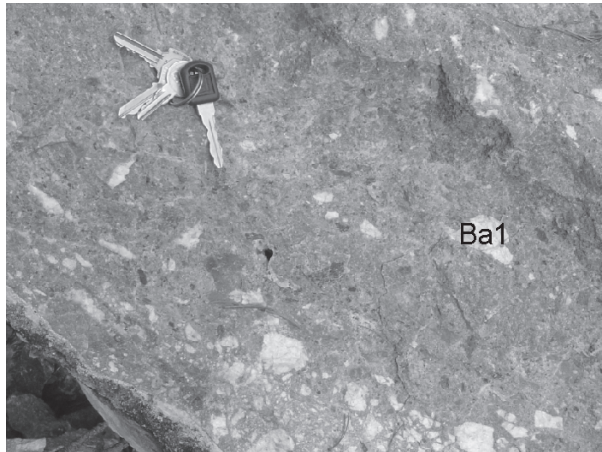


Fig. 3. Brecha con fragmentos de barita (Ba1), en una matriz de calcita (Fm. Novillo). Lote Veracruz, La Ascensión, N. L.

## Distrito Aramberri

### Mina Los Compadres

Se localiza a 5 km al NW de Aramberri. Está emplazada en calizas micríticas de la Fm., la cual tiene estratos de 0.30m y actitud regional de N35°W-10°NE. La estructura mineralizada es un manto casi horizontal lenticular con 0.70 m de espesor y actitud similar, reconocido con obra minera en una superficie de 140x1.5 m. En una porción del manto se observó una veta que lo corta en dirección N55°W-22°NE, lo que amplía las perspectivas de encontrar mineralización siguiendo otros patrones diferentes al manto explorado. En la mina La Lucha de Los Compadres, cercana a ésta, Arias<sup>13</sup> reporta la existencia de dos mantos y una veta.

### Obra al SE de la mina Los Compadres

Forma parte de la concesión Los Compadres, y se ubica a 1.3 km al SE del manto antes descrito. La mineralización se aloja en vetas en la Fm. Novillo. En la obra minera existe una veta (1.5 m de ancho) de rumbo NW85°E, la cual es desplazada unos metros por otra (1.6 m de ancho) con rumbo

NW30°SE. Muy cercano a esta zona, la caliza se presenta brechada, con fragmentos de barita y a su vez cortada por vetillas de barita y calcita (figura 4). Esta calcita hace que la barita se contamine y pierda calidad. Al parecer, la mineralización presente puede corresponder al menos a dos eventos.

En el sector La Gloria, localizado a 6.5 km al SW de Aramberri, la mineralización se aloja en fracturas y vetas en los lechos rojos de Huizachal.<sup>14</sup>



Fig. 4. Parte izquierda, brecha en la Fm. Novillo con fragmentos de barita (Ba1). Parte derecha, veta de barita (Ba2) y calcita (Ca). Lote Grecia, Aramberri, N. L. (lámina Grecia-2A, 10x, c/n).

Por lo expuesto, la barita está relacionada con las Fms. Huizachal y Novillo. No sólo se reportan los sectores antes indicados, también existen, según Arias,<sup>13</sup> 29 concesiones mineras. Este autor indica que los yacimientos son en vetas lenticulares a lo largo de fallas y fracturas. Las vetas del área reflejan sistemas de fallas definidos, los cuales se orientan NE-SW. El mineral es de calidad adecuada para la industria petrolera (PE de 4.0 g/cm<sup>3</sup>, BaSO<sub>4</sub> de 95-96%).

## Resultados y discusión

En este contexto, la barita ocurre en rocas continentales y carbonatos marinos. Aparece en vetas, mantos y brechas; relacionada con escasos sulfuros, cuarzo, carbonatos y óxidos. El papel de las evaporitas es indiscutible como fuente de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> para la barita.<sup>11</sup> Los mayores desarrollos ocurrieron en

el Jurásico Inferior. Se conformaron plataformas evaporíticas ligadas a los altos paleogeográficos de esa época. Las relaciones estratigráficas en los cortes se representan en la figura 5. Es notorio que las vetas se alojan en sedimentos subyacentes.

A partir de su posición y emplazamiento actual, se han dado dos eventos de reacondamamiento: (1) vinculado a la carga litostática cuando los sedimentos carbonatados la sobreyacieron<sup>3</sup> y (2) relacionado con la Orogenia Laramide.<sup>15, 16</sup> Durante estos reacondamamientos se tuvieron relaciones paleogeográficas muy estrechas con las Fms. Huizachal y Novillo.

Las evaporitas han estado muy relacionadas con el basamento y sedimentos clásticos de las Fms. Huizachal y La Joya (figura 2). Estas rocas contienen minerales portadores de  $Ba^{+2}$ , como los feldespatos anortoclasa (2,600-3,000 ppm) y ortoclasa (3,330-5,380 ppm).<sup>17</sup>

Kesler *et al.*<sup>18</sup> reportan en los lechos rojos de la Fm. Huizachal (en Galeana) valores de 220-1,454 ppm y un promedio de 687 ppm (n=19).

Entonces, existieron suficientes materiales terrígenos y fragmentos del basamento, mismos que pudieron aportar  $Ba^{+2}$  a las soluciones.

Por las observaciones realizadas durante el presente trabajo, y a partir de la información obtenida por el SGM, se ha podido confirmar que la barita ocurre en varias generaciones (figuras 2 y 4). Además, está mezclada con sulfuros y atravesada por calcita, brechada (figuras 3 y 4), cortada por fracturas estilolíticas, desplazada por fallas y plegadas. Evidentemente, estos rasgos no se justifican con un único evento de mineralización.

Con relación a su génesis, Kesler *et al.*<sup>18</sup> indican el carácter epigenético de la barita vinculada a la Orogenia Laramide y el papel de los lechos rojos y las evaporitas como portadores de  $Ba^{+2}$  y  $SO_4^{-2}$ , respectivamente. Estos autores justifican la mineralización a partir de este evento. Sin embargo, se observa barita de dos generaciones, y a su vez desplazada por fallas. Conforme a las clasificaciones de los tipos genéticos de barita dadas por Clark<sup>19</sup> y Clark y Orris,<sup>20,21</sup> la barita ocurre de dos formas fundamentales: exhalativo-sedimentario (mantos) e hidrotermal (vetas epigenéticas). Se considera que la barita ha sido depositada a través de estos dos procesos, pero el último es el mejor expresado en

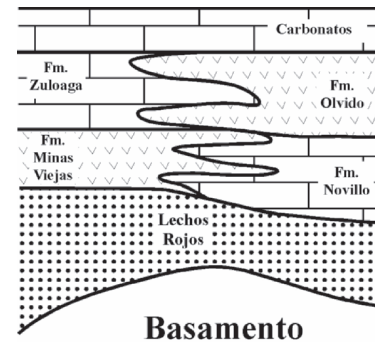


Fig. 5. Relación del basamento, los sedimentos clásticos y carbonatados con las evaporitas sin reacondamarse.

la zona, y está vinculado al reacondamamiento de las evaporitas.

De este modo se dan las temperaturas necesarias por los reacondamamientos (Kesler *et al.*<sup>19</sup> reportan  $-300-400^{\circ}$  en la barita de Galeana), y en un ambiente de abundante agua pueden generarse soluciones hidrotermales que, al enriquecerse de  $Ba^{+2}$  y  $SO_4^{-2}$ , se alojaron en las fracturas en un régimen de extensión. Por tales razones, la barita forma vetas en las Fms. Huizachal y Novillo, y se brechan algunas antes formadas. En este caso pudieron darse las siguientes situaciones:

1. Proceso de mineralización vinculado al reacondamamiento de las evaporitas por presión litostática, cuando los sedimentos carbonatados la sobreyacieron. Debido a esto, y en secuencias muy cercanas a ellas, ocurrió la mineralización en vetas, en función del nivel de permeabilidad de la roca huésped (figura 6a).

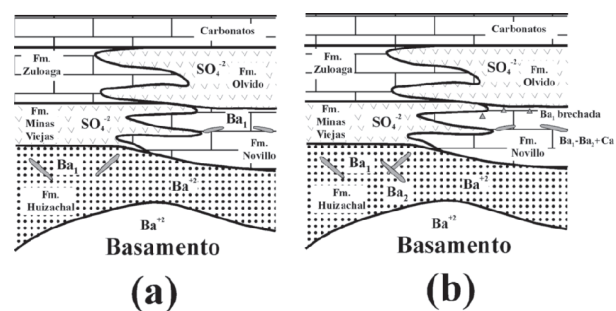


Fig. 6. Esquema para la formación de barita en vetas (a) a causa del reacondamamiento por carga litostática, (b) a causa de los esfuerzos de la Orogenia Laramide.

2. Proceso de mineralización vinculado al reacomodamiento de las evaporitas debido a la Orogenia Laramide. Aquí precipita otra generación de barita, en algunos casos acompañadas por calcita, se brechan las anteriormente formadas, se pliegan y se cortan por fallas de poco desplazamiento. Por lo general, se acomodan por las mismas vías utilizadas por las primeras. Es común en esta etapa, sobre todo las relacionadas con calizas, que estén contaminadas por vetillas de calcita (figura 6b).

## Conclusiones

Es difícil, en la mayoría de las ocasiones, evaluar en los depósitos a cuál proceso de reacomodamiento de las evaporitas se vincula la barita, ya que tiene características genéticas superpuestas.

Los elementos que han intervenido en la formación de esta mineralización son: basamento-lechos, rojos-evaporitas-carbonatos, de amplia distribución; esto hace presuponer un gran potencial barítico. Con estudios de prospección adecuados (geofísico, tectónico y mineralógico), en los distritos de Galeana y Aramberri se podría abastecer gran parte de la demanda creciente de barita para la industria petrolera en los próximos años.

## Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por el proyecto Paicyt, UANL (CT868-04), cuyo responsable es el primer autor. Además, colaboró el Ing. Miguel Ángel Arias Gtz., del Servicio Geológico Mexicano (Gerencia Saltillo) y los estudiantes Eduardo González y José Jonathan Jasso, de la FCT, UANL.

## Resumen

En México, la barita tiene amplia distribución y existe en un intervalo que abarca el Mesozoico y el Cenozoico Inferior. En Nuevo León abunda esta mineralización, que ocurre principalmente en Galeana y Aramberri. Se encuentra en forma de vetas, mantos y brechas. Las vetas son las más abundantes, se alojan tanto en sedimentos continentales como carbonatados. El basamento, los lechos rojos y las evaporitas dieron los componentes ne-

cesarios para la formación de soluciones hidrotermales ricas en  $BaSO_4$ . Las Fms. Huizachal (Triásico Superior-Jurásico Inferior) y Novillo (Oxfordiano) fueron el medio adecuado para que precipitaran a partir de los reacomodamientos de las evaporitas.

**Palabras claves:** Barita, Vetas hidrotermales, Distritos mineros, Galeana, Aramberri.

## Abstract

Barite, which is present in the Mesozoic and Early Cenozoic sediments, has a broad distribution in Mexico. This mineralization is abundant in the state of Nuevo Leon, primarily in two locations which are Galeana and Aramberri. Barite is found in vein, bed, and breach forms. The most abundant form found is in veins. Regional basement, red beds, and evaporites provided the necessary components for the formation of rich- $BaSO_4$  hydrothermal fluids. Huizachal (Late Triassic-Early Jurassic) and Novillo (Oxfordian) Formations built an adequate environment for a precipitation process as the evaporites were being readjusted.

**Key words:** Barite, Hydrothermal veins, Mineral district, Galeana, Aramberri.

## Referencias

1. Secretaría de Economía. Informe de la Minería Mexicana 2004. México, D. F., pp. 22, 63 y 70.
2. De Cierna, Z., GRAN, J. L., Ortega-Gutiérrez, F., 1977. Alóctono del Paleozoico Inferior en la región de Ciudad Victoria, estado de Tamaulipas. Rev. Inst. Geol. UNAM, Vol. 1, p. 23-43.
3. Meiburg, P., Chapa-Guerrero, J. R., Grotehusmann, I., Kustus, T., Lentzy, P., de León-Gómez, H., Mansilla-Teran, M. A., 1987. El basamento precretácico de Aramberri-estructura clave para comprender el décollement de la cubierta jurásica/cretácica de la Sierra Madre Oriental. Actas FCT, UANL, Vol. 2, p.15-22.
4. Moran-Zenteno, D. J., 1986. Breve revisión

- sobre la evolución tectónica de México. *Geof. Int.* Vol. 25, No. 1, p. 9-38.
5. Smith, C. I., 1981. Lower Cretaceous stratigraphy and structure, northern Mexico: West Texas. *Geol. Soc. Pub.* 81-74, p. 1-27.
  6. Goldhammer, R. K., 1999. Mesozoic sequence stratigraphy and palaeographic evolution of northeast México. *Geol. Soc. Am. Special Paper* 340, p. 1-58.
  7. Michalzik, D., 1988. Trias bis tiefste Unterkreide der Northöstlichen Sierra Madre Oriental, Mexiko-Fazielle Entwicklung eines passiven Kontinental randes. Ph.D. thesis. Technischen Hochschule Darmstadt, 247 p.
  8. Quezada, J. M., Sarmiento, R., 1999. Tabla de correlación estratigráfica de la República Mexicana. Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros.
  9. Tardy, M., Longoria, J. F., Martínez-Reyes, J., Mitre L. M., Patiño M., Podilla, R., Ramírez S., 1977. Observaciones generales sobre la estructura de la Sierra Madre Oriental: la aloctonía del conjunto cadena altiplano central, entre Torreón, Coah. y San Luis Potosí, S.L.P. México. *Revista Inst. de Geol. UNAM*, Vol. 75, No. 1, p 1-11.
  10. Cruz, E. M., Velasco, F., Ramírez, J. A., Castro, J., 2004. Revisión de la mineralización barítica en Sierra Madre Oriental. México. Resúmenes IV Reunión de Ciencias de la Tierra. *Soc. Geol. Méx.*, p. 196.
  11. Cruz, E. M., Ramírez, J. A., Velasco, F., 2005. Las evaporitas en el NE de México: secuencias claves para la formación de las baritas. XII Congreso Latinoamericano de Geología. Quito, Ecuador.
  12. López, J., 1958. Notas sobre el trabajo desarrollado en el área de Galeana, N. L., para el inventario de la barita y la fluorita del norte de la República. *Archivo Técnico. SGM.*
  13. Arias, M. A., 1983. Yacimientos minerales del área de Aramberri, estado de Nuevo León. *Archivo Técnico. SGM.*
  14. Andrade, F. J., Aguirre, M. F., 1980. Informe de la visita de reconocimiento a los fundos mineros La Gloria y La Gloria II, ubicados en el municipio de Aramberri, N.L. *Archivo Técnico. SGM.*
  15. Padilla-Sánchez, R. J. 1985. Las estructuras de la curvatura de Monterrey, estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí. *UNAM. Inst. Geol. Rev.*, Vol. 6, p 1-20.
  16. Eguiluz, S., Aranda, M., Marret, R., 2000. Tectónica de la Sierra Madre Oriental. *Bol. Soc. Geol. Méx.* Vol. 53, No. 1, p. 1-26.
  17. Wedepohl, K. H., 1978. *Handbook of Geochemistry*. Vol. II/4. Springer Verlag, p. 56-D-13.
  18. Kesler, S. E., Jones, L. M., Ruiz, J., 1988. Strontium and Sulfur Isotope Geochemistry of the Galeana Barite District, N.L., México. *Econ. Geol.*, Vol. 83, p. 1907-1917.
  19. Clark, S.H., Gallagher, M.J., Poole, F.G., 1990. World Barite Resources: a review of recent production patterns and genetic classification. *Earth Science*, 99, p. B125-B132.
  20. Clark, S., Orris, G.J. 1991a. Descriptive model of epigenetic vein barite (Model 27e). Some Industrial Mineral Deposit Models: Descriptive Deposit Models. U.S. Department of the Interior, U.S.G.S. Open-File Report 91-11A, pp. 22-23.
  21. Clark, S., Orris, G.J. 1991b. Descriptive model of exhalative barite (Model 31b). Some Industrial Mineral Deposit Models: Descriptive Deposit Models. U.S. Department of the Interior, U.S.G.S. Open-File Report 91-11A, pp. 24-25.

Recibido: 27 de julio de 2005

Aceptado: 17 de febrero de 2006