

CARACTERIZACIÓN TECTONOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN BARRANQUÍN EN EL CERRO LA LLANADA, CUMANÁ, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

¹Castillo Ch, Lino O; ²Peña W, Sara E; ³Tremaria P, Derio A,

¹ Departamento de Geología, Universidad de Oriente-Núcleo Bolívar, Calle San Simón, Sector La Sabanita, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar-Venezuela. ² Urbanización Andrés Eloy Blanco, Calle Sorocaima, Casa # 20, Ciudad Bolívar-Venezuela. ³ Urbanización Andrés Eloy Blanco, Calle Sorocaima, Casa # 14, Ciudad Bolívar-Venezuela.

RESUMEN

El presente estudio define las principales características sedimentológicas, petrográficas y geoquímicas del cerro La Llanada ubicado al Suroeste de la Ciudad de Cumaná en el estado Sucre. Como resultado del análisis de las asociaciones de facies sedimentarias identificadas en los afloramientos, se proponen para el área, ambientes que van desde Deltaico (Plano deltaico inferior) a Marino Somero (Plataforma interna). La litología presente está definida por arenitas cuarzosas, muy maduras texturalmente, con porcentajes de sílice promedio de 95,30%; lutitas silíceas (sílice promedio de 78,02%) y packstones y wackestones que poseen valores de sílice por encima de 10,74%. Por otro lado, métodos geoquímicos aplicados a las lutitas sugieren que el ambiente de sedimentación de estas rocas está asociado a una cuenca de Margen Pasivo lo cual concuerda con el modelo tectónico generado para la Cuenca Oriental de Venezuela durante el periodo Cretácico Inferior en el cual se depositó la Formación Barranquín.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como finalidad contribuir con la generación de una base de datos mediante el aporte de información geológica en la zona Suroeste de Cumaná, a través del análisis sedimentológico, petrográfico y geoquímico del cerro La Llanada. Esto se realizó por las razones siguientes: El 9 de julio de 1997, la Ciudad de Cumaná, del estado Sucre, Venezuela, y zonas cercanas como: Chiguana, Casanay, Guarapiche y San Antonio del Golfo estuvieron afectadas por el terremoto de Cariaco el cual tuvo una intensidad de 6.8 en la escala de Richter, esto como resultado del movimiento de una de las fallas más activas del Noreste de Venezuela, la falla de "El Pilar" (Audemard, 2006). Sydney (1930, apud Audemard, 2006) estudió el terremoto ocurrido en Cumaná el 17 de enero de 1929 que ocasionó daños de diferentes magnitudes. En vista a la activa sismicidad, ésta ciudad es considerada zona de alto riesgo. Para el año 2003, el Instituto de Sismología de la Universidad de Oriente, comienza una fase de captura de información geológica y geotécnica detallada, con miras a desarrollar la Microzonificación de Cumaná, contando para ello con el apoyo de la escuela de Ciencias de la Tierra del núcleo-Bolívar. Como primer paso se desarrollaron 3 trabajos de grado en el periodo 2004-2005 en los cerros: Cascajal, Colorado y El Medio.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada en las adyacencias del distribuidor los Bordones en la entrada de la ciudad de Cumaná, estado Sucre; la cual está referenciada en la hoja 7347 por las siguientes coordenadas U.T.M: E 367.981-368.070; N 1.151.682-1.151.668 (Figura 1). En general abarca una extensión de aproximadamente unos 3 km en la parte Noroeste del cerro "La Llanada", que pertenece al Bloque estructural Bergantín- Guanta de la Serranía del Interior Oriental de Venezuela.

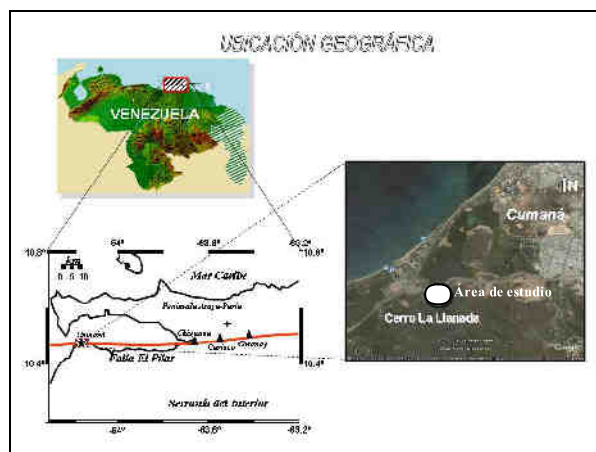


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

La columna estratigráfica del área de estudio está compuesta de base a tope por las siguientes formaciones: Barranquín, El Cantil, Querecual, Coche y Cumaná. La Formación Barranquín aflora extensamente en toda la Serranía del Interior Oriental, incluyendo la serranía de Guariquín y el cerro La Pica, en el Noreste, y las islas del archipiélago Guaiquerí-Manare, por el Noroeste (Macsoy *et al.*, 1986 en LEV, 1997), extendiéndose así por los estados Anzoátegui, Sucre y Monagas. Litológicamente está compuesta por un gran espesor de areniscas cuarcíticas, rojizo blanquecino, intercaladas con lutitas con capas ocasionales de calizas verdozas o negras, más comunes en la parte superior. Liddle (1946) en LEV, (Op. cit), calcula en 1500 m el espesor de la formación en su área tipo. Von Der Osten (1954) en LEV, (Op. cit), midió los espesores de los miembros Venados: 375 m; Morro Blanco; 348 m; Picuda; 425 m y Taguarumo; 660 m para un total de 1808 m en el área de Santa Fe. A la Formación Barranquín se le han asignado edades muy variadas según los fósiles evaluados y los autores. En orden estratigráfico, tenemos: Neocomiense (Schlagintweit, 1919, Well, 1944 en LEV, Op. cit), Valanginiense-Hauteriviense (Macsoy y Vivas, 1985, Macsoy *et al.*, Op.cit), Hauteriviense-Aptiense (Well, 1946, en parte González de Juana *et al.*, 1980; Yoris, 1985 en LEV, Op. cit); Aptiense (Imlay en Hedberg y Pyre; 1944 en LEV, Op. cit), premedio (Von Der Osten; Op. cit); Aptiense-Albiense (Von Der Osten; 1957 en LEV, Op. cit). Macsoy *et al.* (Op. cit), considera a la Formación Barranquín de paleoambiente totalmente marino. Vivas (1987), también considera a la Formación Barranquín correspondiente a un ambiente marino de plataforma interna.

AMBIENTES SEDIMENTARIOS

A partir de la información obtenida en campo se definieron para la Formación Barranquín siete (7) facies sedimentarias: seis facies siliciclásticas y una carbonática. La codificación de facies utilizada corresponde a la propuesta por Miall (1978) con algunas modificaciones. Estas facies sedimentarias son descritas como sigue a continuación:

- 1.-Facies St: Arenisca de grano grueso a medio, subangulosas a subredondeadas, mal a moderadamente escogidas con estratificación cruzada festoneada.
- 2.-Facies Sm: Arenisca masiva de grano medio, subredondeadas, bien escogidas.
- h: Arenisca de grano medio, subangulosas a subredondeadas, bien a moderadamente escogidas con estratificación plana.
- 4.-Facies Sr o Src o Srw: Arenisca de grano fino, subangulosas a subredondeadas, bien escogidas con presencia de laminación ondulítica (r), de corriente (rc) o de oleaje (rw), presencia de mica moscovita (Figura 2a).
- 5.-Facies Fl: Lutita laminada, color gris, marrón y púrpura, con presencia de *Otozamites* sp y *Weischsellia* cf. *Peruviana* (Figura 2b).

6.-Facies Flb: Lutita laminada, color marrón y púrpura, bioturbada (Icnofósil Planolites).

7.-Facies Lm: Calizas fosilíferas masivas de color gris oliva, diaclasadas con relleno secundario de calcita, presencia de bivalvos y turrítella, los colores de meteorización van desde amarillo claro a gris (Figura 2c).

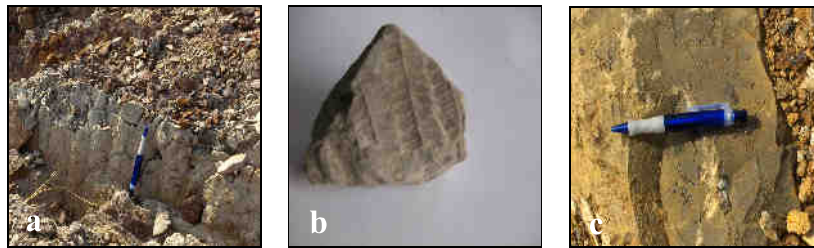


Figura 2. Diferentes facies sedimentarias identificadas: a) Facies Sr; b) Facies Fl; c) Facies Lm.

CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA DE LAS FACIES SEDIMENTARIAS

Para ésta etapa se describieron petrográficamente un total de 19 muestras. Las areniscas (facies S) fueron definidas como arenitas cuarzosas y poseen las siguientes características: granos bien escogidos en un rango que va de subangulosos a subredondeados, con un porcentaje de cuarzo entre un 86-97% y un 0,1-1% de feldespato lo que hace representativamente cuarzosa indicando una alta madurez textural (Figura 3a). La presencia de óxido de hierro en estas muestras es debido a la meteorización química a la cual están sometidas las rocas en la superficie y hacen que los minerales ferromagnesianos se oxiden. El fracturamiento observado en las muestras MB-2, MB-12, MB-27 puede estar relacionado al grado de diaclasamiento que presentan estas areniscas (Figura 3b). Los fragmentos de rocas metasedimentarias que se observan son foliados micáceos. El sobrecrecimiento de cuarzo está relacionado a procesos de disolución por presión, alteración de feldespatos y transformaciones de minerales de arcilla (Figura 3c). La fuente de la sílice es inorgánica y es la forma más frecuente de cementación.

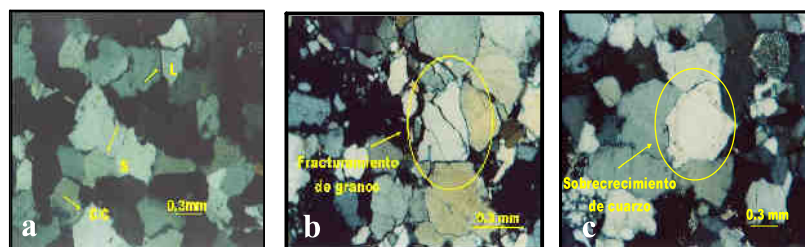


Figura 3. Microfotografías de las muestras de areniscas: a) Arenita cuarzosa; b) Fracturamiento de las partículas; c) Sobrecrecimiento de cuarzo.

Por otro lado, las muestras MA-1 y MA-4 son calizas granulares lodosas (Packstone) constituidas por granos carbonáticos de un 59-90% de la roca y matriz de micrita, mientras que las MA-15, MA-49, MB-17, MB-21, MB-28 son calizas lodosas (Wackestone) que contienen 10-15% de partículas carbonáticas, soportadas por lodo. Dentro de las características más recurrentes se observó que la porosidad es casi nula y, en la mayoría se apreció que los bioclásticos presentes se encuentran micritizados y cementados por calcita lo que dificulta la observación de los fósiles (Figura 4).

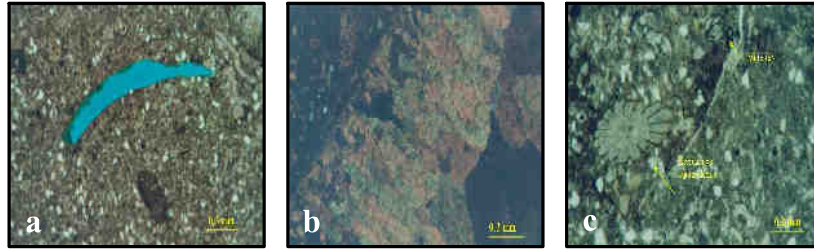


Figura 4. Microfotografía de las calizas: a) Wackestone mostrando la baja porosidad visual (porosidad móldica); b) Cemento de calcita; c) Miliólidos y espícula de Equinodermos en una muestra de Wackestone.

ASOCIACIÓN DE FACIES SEDIMENTARIAS

Una vez descrita cada una de las facies sedimentarias se interpretaron cuatro (4) asociaciones de facies como lo son: canales distributarios, barras de desembocadura, bahías interdistributarias o zonas paludales y plataforma continental.

1.- Depósitos de canales distributarios: Esta asociación de facies se inicia en la base con facies Sm ó St que pasa transicionalmente hacia el tope a facies Sh. La asociación finaliza en el tope con facies Fl que representan el relleno final del canal por sedimentos finos de bahía interdistributaria y/o laguna. Los canales distributarios generalmente se caracterizan por formar paquetes de arenas cilíndricas en la base y/o granodecrecientes hacia el tope. En estos casos es posible observar sobre el depósito de canal, material arcilloso que corresponde bien sea al relleno del canal una vez que queda inactivo por la migración lateral del mismo o a los depósitos de llanuras interdistributarias.

2.- Bahías interdistributarias: Predominan las facies Fl con restos de fauna fósil y/o materia orgánica. El contacto inferior es generalmente abrupto sobre los depósitos de canales distributarios o barras de desembocadura.

3.- Barras de desembocadura: La asociación se inicia en la base con facies Srw que pasa transicionalmente hacia el tope a facies Sh. Esta facies es típicamente granocreciente. Los contactos internos entre las facies son transicionales o erosivos, reflejando estos últimos cambios episódicos en los niveles de energía. El contacto inferior es generalmente abrupto sobre los depósitos finos de costafuera o bahía.

4.- Plataforma interna: Predominan las facies Lm y Flb. La primera representa ambientes con aguas parcialmente estancadas característicos de facies retroarrecifales o lagunas costeras, debido a la baja energía y profundidad (presencia de Miliólidos), además, estas facies carbonáticas sugieren un clima cálido. La presencia de micrita indica un ambiente de sedimentación tranquila, ya sea por encima o debajo del nivel de las olas, así como los extraclastos y terrígenos en las secciones delgadas estudiadas indican proximidad de áreas emergidas. Por su parte, la presencia del icnofósil planolites en las lutitas (facies Flb) pudiese estar asociada a zonas de plataforma continental (zonas infralitorales a circalitorales).

PALINOLOGÍA, NANOFÓSILES CALCÁREOS Y FORAMINÍFEROS

De los análisis realizados a las dieciséis (16) muestras enviadas al Laboratorio de El Chaure (PDVSA), gran parte carecen de materia orgánica y palinomorfos terrestres y marinos. Los palinomorfos identificados (esporas de hongos e hyphas) no poseen ningún valor estratigráfico, reflejando que el ambiente de sedimentación poseía condiciones húmedas por presencia de estos hongos.

Solo 4 muestras (MA-30, MA-38, MA-48, MB-19) poseen materia orgánica principalmente terrestre, pero el estado de preservación es muy alterado y carbonizado. Por otro lado, todas las muestras resultaron estériles en Nanoflora calcárea, excepto la correspondiente a MB-19, en la cual se observó *Cretarhabdus conicus*, *Watznaueria barnesae*, *Cyclagelosphaera margerelii* y *Braarudosphaera bigelowii*. Este conjunto floral nos indica un rango de edad Cretácico sin diferenciar. En cuanto al análisis de foraminíferos todas las muestras resultaron estériles.

GEOQUÍMICA SEDIMENTARIA

Fueron seleccionadas 20 muestras para los análisis geoquímicos. Las areniscas analizadas poseen un valor de sílice promedio de 95,30% con una mediana de 95,32% y valores mínimos y máximos de 92,99 % y 97,49% respectivamente. Como compuesto secundario presenta un valor promedio de 1,52% de óxido férrico (Fe_2O_3) el cual se encuentra por encima del valor normal para una arenisca promedio, posee una mediana de 1,776% y valores máximos y mínimos entre 0,188% y 4,239%. Estos valores por encima de lo normal se deben principalmente al elevado grado de alteración en que se encuentran las muestras analizadas. Por otro lado, los valores de Al_2O_3 , Na_2O y K_2O están por debajo de lo normal, pudiéndose relacionar con el alto grado de madurez química y textural que poseen estas areniscas (Figura 5a). Según el gráfico propuesto por Herrón (1986), todas las muestras son areniscas férricas a excepción de la muestra MA-18 clasificada como sublitoarenita (Figura 5b). Por su parte, las lutitas presentan como compuesto principal el SiO_2 con un valor promedio de 78,02% lo cual está muy por encima del valor normal para una lutita promedio (58,10%) indicando que la mayoría de la fracción fina son minerales silíceos re TRABAJADOS, las muestras poseen una mediana de 77,66% y valores máximos y mínimos entre 89,21% y 67,74% respectivamente. (Figura 5a). Las calizas también muestran un alto porcentaje de óxido de sílice con un valor promedio de 12,85% y una media de 12,9% con máximos y mínimos de 14,78 y 10,74% respectivamente (Figura 5a). Los altos valores de este óxido pueden ser debidos al ambiente de sedimentación (Nerítico interno) y al marco tectónico de la cuenca. El CaO está por debajo del valor promedio normal para una caliza con 37,69%. El Fe_2O_3 se encuentra por encima del valor normal con un valor promedio de 1,10%, una mediana de 1,61% y valores máximos y mínimos de 2,42% y 0,28% respectivamente, este efecto se debe al grado de meteorización que poseen las muestras.

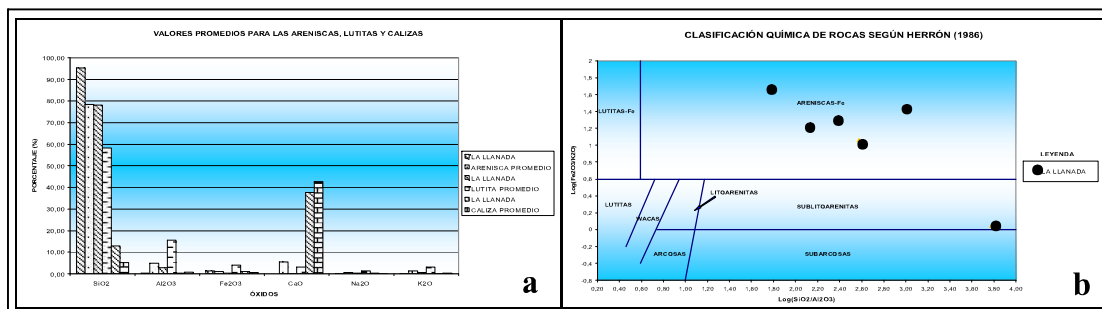


Figura 5. Características geoquímicas de las muestras: a) Porcentajes de óxidos para cada litología que conforma el cerro La Llanada; b) Clasificación química de las areniscas según Herrón, (1986).

RELACIÓN TECTONO-SEDIMENTARIA

Feo Codecido et al., (1984); Stephan et al., (1990); Erlich y Barret, (1990); Di Croce, (1995); Lugo y Mann, (1995) en Hung E., (1995) proponen que la Cuenca Oriental de Venezuela (COV) es el resultado de una compleja interacción entre las placas litosféricas suramericana, norteamericana y caribe en los cuales se pueden diferenciar tres episodios tectónicos mayores: 1.- Una fase Rift (apertura de Pangea), desde el Triásico al Jurásico Tardío; 2.- Una fase de Margen pasivo, durante el Jurásico Tardío al Oligoceno (Figura 6a) y 3.- Una fase de Margen activo, desde el Mioceno Temprano al Reciente. Según los resultados obtenidos por los diagramas geoquímicos de Roser y Korsh, (1991) aplicados a rocas de grano fino (lutitas), los sedimentos de la Formación Barranquín en el área estudiada corresponden a un período de Margen Pasivo, lo cual, se corresponde con el marco tectónico regional propuesto para el período Cretácico (Figura 6b). De esta manera se pudiese interpretar que el alto porcentaje de sílice presente en las muestras tiene asociación con el alto re trabajo al cual fueron sometidos estos sedimentos durante ésta etapa de Margen Pasivo estable y a su ambiente de sedimentación.

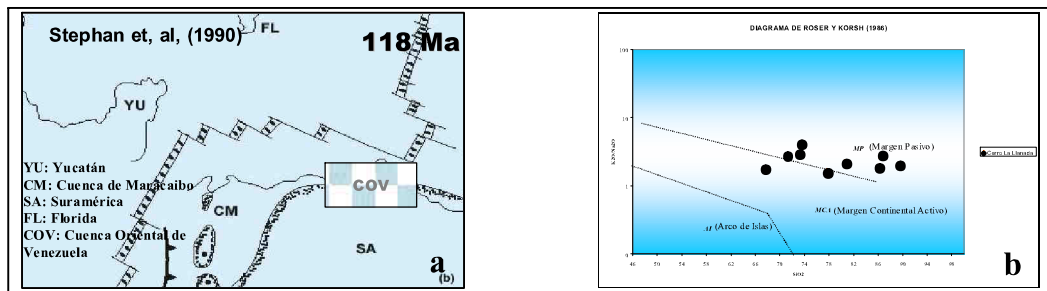


Figura 6. Relación del ambiente de sedimentación con la evolución tectónica de la Cuenca: a) Cuenca Oriental de Venezuela durante el Cretácico Inferior; b) Diagrama de discriminación de Roser y Korsh, (1991).

CONCLUSIONES

- 1.- Se propone un ambiente Deltaico (Plano deltaico inferior) y Marino somero (Plataforma interna) para la sección de la Formación Barranquín que aflora en el cerro La Llanada.
- 2.- Los análisis de Nanofósiles y foraminíferos realizados a las muestras no aportaron información valiosa al estudio por ser estériles.
- 3.- Las areniscas fueron clasificadas como arenitas cuarzosas, maduras y silíceas.
- 4.- Las calizas fueron clasificadas como packstone y wackestone asociadas a un ambiente de plataforma interna, con altos porcentajes de sílice.
- 5.- El análisis geoquímico de las lutitas indica que durante la sedimentación de la Formación Barranquín la Cuenca Oriental de Venezuela se encontraba en una etapa de Margen Pasivo.

REFERENCIAS

- Audemard, F.A., 2006. Surface rupture of the Cariaco July 09, 1997 earthquake on the El Pilar fault, Northeastern Venezuela. Elsevier. Tectonophysics 424, p. 19-39.
- Herrón, M., 1988. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core log data. Journal of Sedimentary Petrology 58 (5), p. 820 – 829.
- Hung, E., 1995. Foredeep and Thrust Belt Interpretation of the Maturín Subbasin, Eastern Venezuelan Basin. MsC Thesis. Petróleos de Venezuela S.A, p. 62.
- LEV, 1997. Código Geológico de Venezuela (on line) (www.pdvsa.com/lexico/).
- Roser, B.P.; Korsch, R.J., 1986. Determination of tectonic setting of sandstone -mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio. Journal of Geology 94, p. 635-650.