

Cardona, A., Weber, M., Wilson, R., Cordani, U., Muñoz, C. M., Paniagua, F., 2007. Evolución tectono-magmática de las rocas maficas-ultramáficas del Cabo de La Vela y el Stock de Parashi, Península de la Guajira: registro de la evolución orogénica Cretácica-Eocena del norte de Suramérica y el Caribe. XI Congreso Colombiano de Geología, Bucaramanga, Agosto 14-17.

EVOLUCIÓN TECTONO-MAGMÁTICA DE LAS ROCAS MAFICAS-ULTRAMÁFICAS DEL CABO DE LA VELA Y EL STOCK DE PARASHI, PENÍNSULA DE LA GUAJIRA: REGISTRO DE LA EVOLUCIÓN OROGÉNICA CRETÁCICA-EOCENA DEL NORTE DE SURAMÉRICA Y EL CARIBE

RESUMEN

Las rocas máficas y ultramáficas del Cabo de la Vela y el Stock de Parashi presentan un registro tectonomagmático relacionado con la evolución de la margen Suramericana y la placa del Caribe. Las características petrológicas, geoquímicas e isotópicas del Cabo de la Vela sugieren la existencia de un arco de isla intra-oceánico con un ciclo de evolución hasta el Campaniano, que incluye la formación de una cuenca de retro-arco, seguida por el paso de esta cuenca a una zona de arco, probablemente relacionada a las modificaciones en el régimen de placas. Este arco intra-oceánico sería acrecionado al margen continental, donde sería instalado en el Eoceno un arco magmático con características calco-alcalinas y continentales, que estaría representado por el Stock de Parashi. Este magmatismo sería formado por la subducción de la placa del Caribe bajo la margen continental. La formación de este arco estaría relacionada a un período en el cual el vector de convergencia entre Norte y Suramérica se hace mas frontal, e indica que los modelos de flotabilidad de la litosfera que predicen la subducción de ciertos plateaus oceánicos son validos.

Palabras clave: Guajira, placa Caribe, arco intra-oceánico, arco continental, subducción-acreción

ABSTRACT

Mafic and ultramafic rocks from the Cabo de la Vela and the Parashi Stock record a tectonomagmatic evolution tightly linked to the interaction of northern South America and the Caribbean plate. Petrologic, geochemical and isotopic characteristics from the Cabo de la Vela rocks suggest the existence of an intra-oceanic island arc with a life cycle until the Campanian, that includes the growth and destruction of a back-arc basin by the installation of the main arc, related to the shift of the convergence relations. This arc was accreted to the continental margin, where an Eocene calc-alkaline related plutonic suite, represented by the Parashi Stock, was built. This arc also records the subduction of the Caribbean plate related to the shifting of the convergence vectors between North and South America, and the feasibility of an oceanic plateau to subduct as predicted by bouyancy models.

Key words: Guajira, Caribbean, intra-oceanic arc, continental arc, subduction-acretion

INTRODUCCIÓN

La dinámica orogénica Meso-Cenozóica de los Andes del Norte y el Caribe, así como de los océanos circundantes, esta relacionada con la evolución y acreción de diferentes terrenos de afinidad oceánica y la instalación de la subducción del tipo-b en la margen continental (Pindell, 1993, Aleman y Ramos, 2000).

En la Península de la Guajira se encuentran expuestas una serie de unidades de carácter ofiolítico y rocas de afinidad granítica que registran la compleja interacción entre la placa del Caribe y la margen continental Suramericana. En esta contribución se presentaran y discutirán las características petrotectónicas de las rocas máficas y ultramáficas del Cabo de la Vela y el Stock de Parashi en la Serranía de Jarara, y su relación con los procesos tectónicos que configuraron el norte de Colombia y el Caribe, a partir de la síntesis de los resultados obtenidos recientemente para estas unidades (Weber *et al.*, en prensa, Cardona *et al.*, en preparación).

MARCO GEOLÓGICO

La Península de la Guajira esta caracterizada por una serie de macizos aislados con una geología comparable, rodeados por regiones planas y cuencas sedimentarias de edad Cenozoica.

Geológicamente estos macizos pueden dividirse en tres dominios litotectónicos coherentes (Alvarez, 1967; Lockwood, 1965, MacDonald, 1964) de SE a NE incluyen (Figura 1): un segmento poco deformado constituido por rocas sedimentarias Mesozoicas correlacionables con los sistemas depositacionales de la margen autóctona de Suramérica (Villamil, 1999); un dominio de basamento que incluye rocas metamórficas Mesoproterozoicas y Paleozoicas, cortado por un plutonismo Jurásico (Cardona-Molina *et al.*, 2006); y una serie de unidades metavolcano-sedimentarias de edad Cretácica (Formaciones Jarara y Etpana) asociadas a rocas máficas y ultramáficas de carácter plutónico, cortadas por rocas magmáticas de Edad Eocena.

El Cabo de la Vela, localizado en la región costera del centro de la Guajira, y el Stock de Parashi, localizado al NW de la Serranía de Jarara, son unidades representativas de este cinturón.

Cabo de La Vela

Las rocas del Cabo de La Vela incluyen fundamentalmente serpentinitas asociadas a lentes gabroicas, ambas cortadas por diques de andesitas basálticas (Alvarez, 1967; Sepúlveda *et al.*, 2003, Paniagua *et al.*, 2005). Las serpentinitas y los gabros presentan foliación y lineación mineral. Los gabros presentan texturas poligonales, características de recristalización a alta temperatura, además de posterior rodingitización y transformación en los bordes a hornblenditas, asociados a extensos procesos de metasomatismo que también serpentinizaron las peridotitas. Los basaltos son predominantemente porfiríticos. Las serpentinitas y rocas gabroicas asociadas a la Formación Etpana en la Serranía de Jarara presentan un patrón de alteración comparable con las del Cabo de la Vela (Arredondo *et al.*, 2005) y por el patrón de afloramientos podrían constituir el basamento sobre el cual se depositó la Formación Etpana.

En términos geoquímicos el diagrama V vs. Ti/1000 de Shervais (1982) los gabros y las andesitas basálticas presentan características de rocas formadas en un arco volcánico. Los gabros presentan patrones de elementos traza afines con el MORB y alguna contribución por subducción, mientras que las andesitas presentan los patrones típicos de subducción con enriquecimiento en LILE y anomalías negativas de Nb y Ti.

Las características composicionales de la espinela y el piroxeno son importantes indicadores del ambiente de formación de rocas máficas y ultramáficas (Pearce, 2003), además de ser particularmente útiles en rocas serpentinizadas donde la espinela puede ser el único mineral preservado después del proceso metasomático. Las altas relaciones Cr/Cr+Al vs. Mg/Mg+Fe de las espinelas analizadas en las serpentinitas y peridotitas del Cabo de la Vela se sobreponen con el campo de las espinelas del fore-arc de las Marianas (Parkinson & Pearce, 1998). La relación Ti vs Al (t) de los clinopiroxenos de los gabros presentan bajos contenidos de Ti, situación característica de ambientes de suprasubducción (Beccaluva *et al.*, 1989).

Tres análisis geocronológicos K-Ar en roca total de los basaltos andesíticos presentan una edad de ~74 Ma, considerada como la edad del vulcanismo.

Los valores de ϵ_{Nd} y $^{87}Sr/^{86}Sr$ inicial calculado para los diques de andesitas basálticas presentan rangos entre 4.1-7.3 y 0.7038-0.7041 respectivamente. Los gabros presentan un ϵ_{Nd} de 9.9 y razones iniciales $^{87}Sr/^{86}Sr$ de 0.7029-0.7031. Estas características muestran un carácter mantélico para ambas unidades, diferenciándose los gabros por una afinidad mayor con el MORB, y un probable enriquecimiento y variabilidad mayor en las andesitas basálticas asociadas posiblemente a contribución de sedimentos.

Stock de Parashi

El Stock de Parashi cubre un área de ~90 Km² e intruye rocas metasedimentarias de bajo grado de la Formación Etpana (Lockwood, 1965). Litológicamente incluye una facies principal de carácter granodiorítico a monzodiorítico, una serie de diques de composición cuarzo monzodiorítica y enclaves máficos de composición diorítica. Químicamente rocas del Stock de Parashi se caracterizan por ser bajas en K. Comparadas con el manto muestran enriquecimiento de los elementos LILE como Rb, Ba y K en relación a los HFSE (p.e. Nb, Ti, Y, Nd), así como concentraciones de Nb e Y relativamente bajas, que en conjunto son características de granitos formados en arco magmático (Pearce, 1996).

Los análisis de química mineral indican que el anfíbol corresponde fundamentalmente a magnesiohornblenda y la plagioclasa presenta zonación química normal con variaciones composicionales entre An₄₈ y An₂₀. Las proporciones de FeO-MgO-Al₂O₃ en la biotita son características de granitoides del tipo calco-alcálico (Abdel-Rahman, 1994).

Lockwood (1965) reporta una edad K-Ar en hornblenda de ~ 48Ma. Nuevos resultados K-Ar obtenidos en anfíbol y biotita presentan edades semejantes de 47 y 45 Ma coherentes con los resultados obtenidos previamente. Las razones isotópicas iniciales Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ del stock y los diques, calculadas para una edad de cristalización de 48 Ma presenta valores entre 0.7505-0.70576 y un εNd_(48Ma) entre -0.82 y -4.42. Estos valores son un poco más positivos y menores que los característicos de sedimentos marinos o el basamento continental (Cordani *et al.*, 2005, Cardona-Molina *et al.*, 2006) y sugieren una mezcla entre una fuente juvenil y alguno de estos dos componentes. Igualmente contrasta significativamente con las características más juveniles de los diques basálticos del Cabo de la Vela e inclusive con zonas del arco de las antillas formadas cerca de aportes de sedimentos (Jolly *et al.*, 2006).

DISCUSIÓN

Las características petrotectónicas registradas en el Cabo de La Vela y el Stock de Parashi sugieren una evolución geológica representada en la Figura 2, e incluye la evolución de un arco intra-oceánico formado con anterioridad al Campaniano, representado por el Cabo de La Vela. Este arco tendría un ciclo de formación de un back-arc o fore-arc donde se habrían formado y exhumado las serpentinitas y los gabros, y por modificaciones en las características de la convergencia, probablemente el paso de una subducción tipo Marianas a una del tipo Chile, esta zona se convertiría en un arco a ~74 Ma, donde tendría lugar el emplazamiento de los diques. Asociados a esta evolución estarían las formaciones Jarara y Etpana que podrían corresponder a cuencas asociadas al desarrollo de este arco, así como posiblemente las formaciones Loma de Hierro, Dos Hermanas y Paracotos de la Cordillera de la Costa en Venezuela (Beccaluva, 1996, Giunta, 2002).

Durante el Eoceno este conjunto ya estaría acrecionado a la margen, como lo indica la formación del magmatismo de arco continental, representado por el Stock de Parashi que sellaría la acreción entre 76 Ma – 48 Ma. Este magmatismo de arco continental contrasta con el magmatismo intra-oceánico común en el circum-caribe, y está restringido espacial y temporalmente en la margen Suramericana del Caribe. Su existencia estaría relacionada a un periodo (56-38 Ma) en el cual la convergencia entre Norte y Suramérica pasa de una convergencia dominada por strike-slip sin subducción, a una relación más frontal (Müller *et al.*, 2004) que propicia la subducción y la generación de magmas. Adicionalmente, estaría indicando la subducción de la corteza engrosada del Caribe, como lo predicen los modelos de flotabilidad de la litosfera, que indican que un plateau debe tener un espesor mayor de 17 Km y una edad muy joven para no subducir (Cloos, 1993). El batolito de Santa Marta y el plutón de Buritaca, así como otros cuerpos menores de la Sierra Nevada de Santa Marta de edad Eocena (Tschanz *et al.*, 1974), estarían también relacionados a este magmatismo.

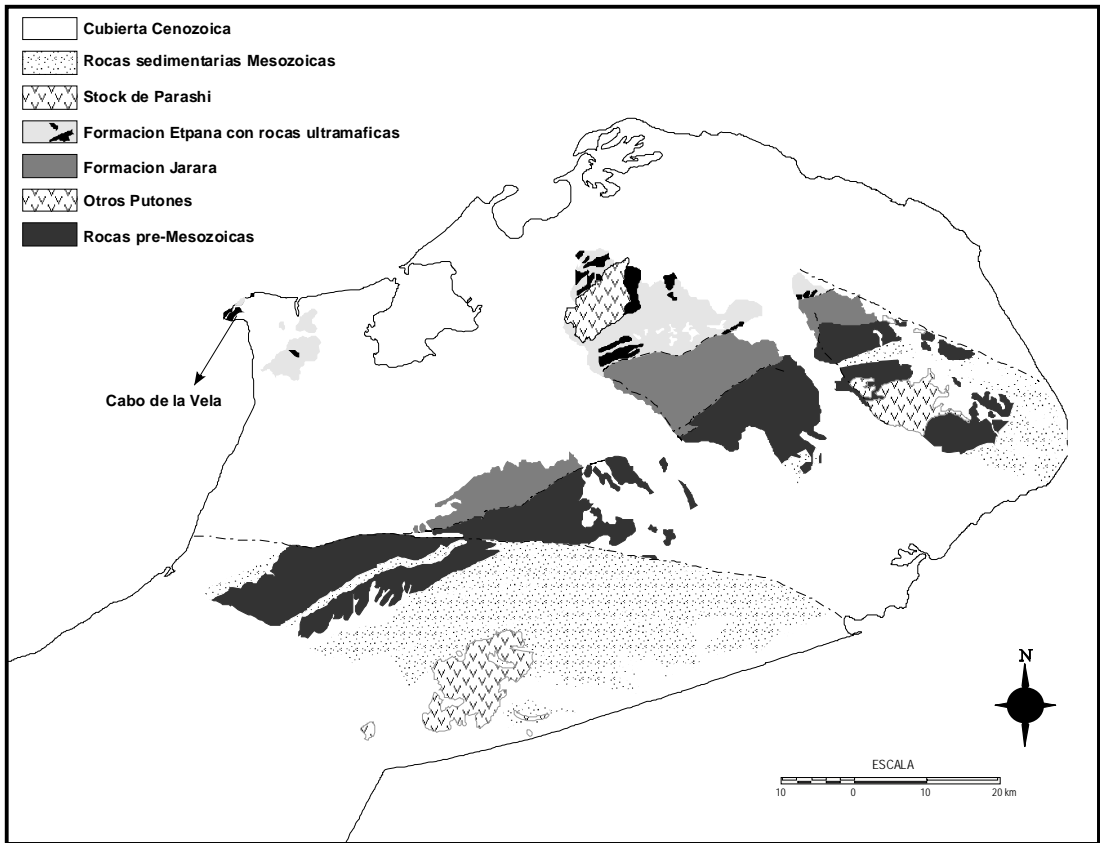
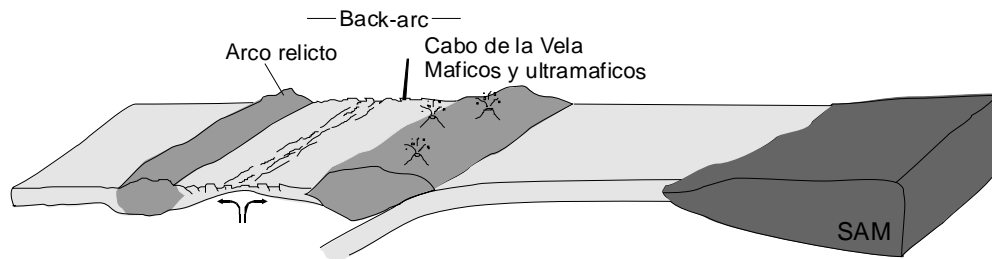
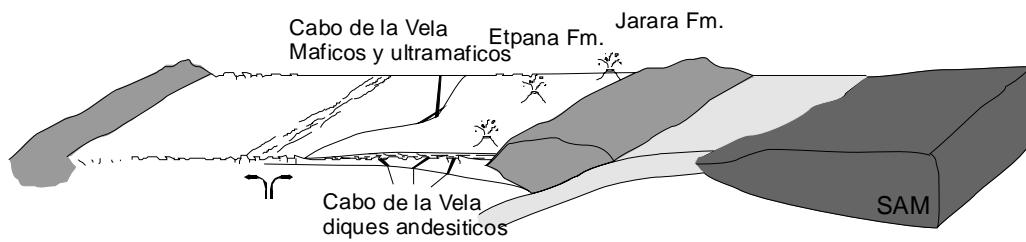


FIGURA 1. Mapa geológico de la Guajira modificado del Mapa Geológico de Colombia (INGEOMINAS, en preparación).

Pre-Campaniano



Campaniano-Maastrichiano



Eoceno

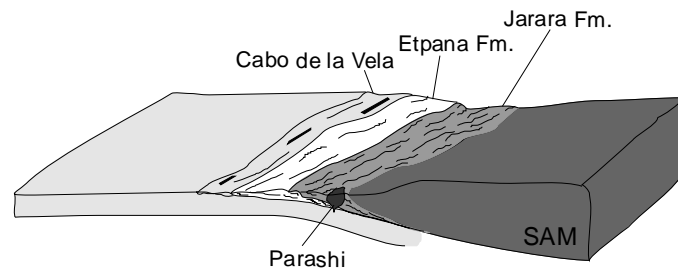


FIGURA 2. Esquema de evolución tectónica del Cabo de la Vela y el Stock de Parashi.

REFERENCIA

- Abdel-Rahman, A.-F. M. (1994). Nature of biotites from alkaline, calc-alkaline and peraluminous magmas. *Journal of Petrology*, 35, 525-541.
- Aleman, A, Ramos, V. (2000). The Northern Andes. 453-480 In Cordani, U. G., Milani, E. J., Thomaz, A, Campos, D. A, Tectonic evolution of South America, pp. 41-96.
- Alvarez, W. (1967). Geology of the Simarua and Carpintero area, Guajira Peninsula, Colombia. Ph.D. thesis. Princeton University. 147p.
- Arredondo, L. F.; Weber, M.; Cardona, A.; Jiménez, D.; Gómez, J.; Nivia, A.; Wilson R. (2005). Petrografía de las ultramafitas y rodingitas de la Serranía de Jarara, Península de la Guajira-Colombia. *X Congreso Colombiano de Geología - Simposio de Geología Regional*.
- Beccaluva, L.; Macciotta, G.; Piccardo, G. B.; Zeda, O. (1989). Clinopyroxene composition of ophiolite basalts as petrogenetic indicator. *Chemical Geology*, 77, pp. 165-182.
- Beccaluva, L.; Coltorti, M.; Giunta, G.; Iturralde-Vinent, M.; Navarro, E.; Siena, F. & Urbani, F. (1996). Cross sections through the ophiolitic units of th Southern and Northern Margins of the Caribbean Plate, in Venezuela (Northern Cordilleras) and Central Cuba. *Ofioliti*, 21, pp. 85-103.

- Cardona, A.; Weber, M.; Muñoz, C.; Cordani, U.; Wilson, R.; in prep. Tectonomagmatic record of the Parashi Stock, northernmost Colombia Caribbean region: implications for the convergence of the Caribbean plate with South America.
- Cardona-Molina, A.; Cordani, U.; MacDonald, W. (2006). Tectonic correlations of pre-Mesozoic crust from the northern termination of the Colombian Andes, Caribbean region. *Journal of South American Earth Sciences*. 21, pp. 337-354
- Cloos, M., (1993). Lithospheric bouyancy and collisional orogenesis: Subduction of oceanic plateaus, continental margins, island arcs, spreading ridges, and seamounts. *Geological Society of America Bulletin*. 105, pp. 715-737
- Cordani, U. G.; Cardona, A.; Jimenez, D.; Liu, D. & Nutman; A. P. (2005). Geochronology of Proterozoic basement inliers from the Colombian Andes: tectonic history of remnants from a fragmented grenville belt. In: Vaughan, A. P. M., Leat P. T., Pankhurst, R. J. (eds), *Terrane Processes at the Margins of Gondwana*. Geological Society of London, Special Publication, 246, pp. 329-346.
- Giunta, G.; Beccaluva, L.; Coltorti, M.; Siena, F. & Vaccaro; C. (2002). The southern margin of the Caribbean Plate in Venezuela: tectono-magmatic setting of the ophiolite units and kinematic evolution. *Lithos*, 63, pp. 19-40.
- Jolly, W. T.; Lidiak, E. G.; Dickin, A. P. (2006). Cretaceous to Mid-Eocene pelagic sediment budget in Puerto Rico and the Virgin Islands (northeast Antilles Island arc). *Geologica Acta*, 4, pp. 35-62.
- Lockwood, J. P. (1965). *Geology of the Serranía de Jarara area, Guajira Península, Colombia*. Ph.D. thesis, Princeton University, 237 p.
- MacDonald, W. D. (1964). *Geology of the Serranía de Macuira area, Guajira Península, Colombia*. Ph.D. thesis, Princeton University, 167 p.
- Müller, R. D.; Royer, J-Y; Cande, S. C.; Roest, W. R.; Maschenkiv, A. (2004). *New Constraints on Caribbean Plate Tectonic Evolution Caribbean Basins included in the series Sedimentary Basins of the World*, 4 Elsevier Science.
- Paniagua, F.; Weber, M.; Cardona, A.; Wilson, R. (2005) Caracterización petrográfica de las serpentinitas y rodingitas asociadas del Cabo de la Vela: metamorfismo retrógrado de un fragmento de manto litosférico emplazado en el piso oceánico. *X Congreso Colombiano de Geología - Simposio de Geología Regional*.
- Parkinson, I. J.; Pearce, J. A. (1998). Peridotites from the Izu–Bonin–Mariana forearc (ODP Leg 125): evidence for mantle melting and melt–mantle interaction in a supra-subduction zone setting. *Journal of Petrology*, 39, pp. 1577– 1618.
- Pearce, J. A. (1996). Sources and settings of granitic rocks. *Episodes*, 19, pp. 120-125.
- Pearce, J. A. (2003). Supra-subduction zone ophiolites: the search for modern analogues. In: Diley, Y., Newcomb, S., eds., *Ophiolite concept and the evolution of geological thought*. Geological Society of America, Special Paper 373. pp. 269-293.
- Pindell, J. L. (1993), Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean, in S. K. Donovan and T.A. Jackson (eds.), *University of the West Indies Publisher's Association Caribbean Geology: An Introduction*, pp. 13-39.
- Sepúlveda, L. P.; Weber, M.; González, H.; Franco, E.; Cardona, A.; Wilson, R. (2003). Serpentinitas del Cabo de La Vela y rocas gabroicas asociadas. *Memorias IX Congreso Colombiano de Geología – Simposio de Petrología*, pp. 68-69.

Shervais, J. W. (1982). Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth and Planetary Science Letters*, 59, pp.101-118.

Tschanz, C. M.; Marvin, R. F.; Cruz, J. (1974). Geologic evolution of the Sierra Nevada de Santa Marta area, Colombia. *Geological Society of America Bulletin*, 85, pp. 273-284.

Villamil, T. (1999). Campanian-Miocene tectonostratigraphy, depocenter evolution and basin development of Colombia and Western Venezuela. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 153, pp. 239-275

Weber, M. B. I.; Cardona, A.; Paniagua, F.; Cordani, U.; Sepúlveda, L.; Wilson, R. in press. The Cabo de la Vela mafic-ultramafic complex, Northeastern Colombian Caribbean region – A record of multi stage evolution of a Late Cretaceous intra-oceanic arc. *Special Publication Geological Society of London*.