

Geología de la Ofiolita de Siquisique y unidades sedimentarias asociadas. Región de Siquisique-Mapararí, estados Lara y Falcón, Venezuela

Franco URBANI^{1,2}, Sebastián GRANDE², Walter REATEGUI^{1,2}, Pedro MUÑOZ², Hildemaro RODRÍGUEZ², Andrei ICHASO², David MENDI² & Marvin BAQUERO³. ¹Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, Caracas. ²UCV, Fac. Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. ³PDVSA – INTEVEP, Los Teques. Correo-e.: furbani@funvisis.gob.ve

Resumen

Desde 1928 los cuerpos ígneos asociados a rocas del Cretácico y Terciario en Siquisique, han llamado la atención de los geólogos. Allí afloran rocas ígneas, yuxtapuestas tectónicamente con la Formación La Luna. La Ofiolita de Siquisique de edad Cretácico Tardío, corresponde a rocas ígneas pertenecientes a un bloque del proto-Caribe engrosado por magmatismo de pluma mantelar, previo al ingreso del Gran Arco del Caribe. Las rocas máficas se separan en una unidad volcánica con predominio de basalto y otra plutónica mayormente con gabro, pero también ultramáficas, probablemente cumulativas. Adyacente se encuentra el Complejo Estructural Los Algodones, una melange tectónica probablemente correspondiente a la base de una napa mayor, con elementos ígneos de la Ofiolita y sedimentarios de ambientes de marino somero a profundo, con edades desde Cretácico al Eoceno. Las unidades aflorantes fueron yuxtapuestas y/o originadas durante los procesos del emplazamiento de las Napas de Lara durante el Eoceno. Posteriormente la región fue peneplanizada y cubierta por las formaciones Castillo y Capadare de la Cuenca de Falcón, involucrándose luego en su inversión, ocurrida en el Mioceno medio (>14,5 Ma).

Palabras claves: La Luna, Matatere, flysch, Castillo, Capadare.

Introducción

En la región fronteriza entre los estados Lara y Falcón, se ubican cuatro localidades donde afloran rocas ígneas máficas asociadas a unidades del Cretácico y Terciario. Estas localidades son Los Algodones, Yuri-Chorrerones, Las Llanaditas y El Limón (Fig. 1). Dichos cuerpos ígneos han llamado la atención de los geólogos desde la década de los años 1920s, dando lugar a muchas discusiones en cuanto a la edad de las rocas ígneas, sus relaciones con las rocas sedimentarias adyacentes y las implicaciones para la exploración de petróleo. Las principales contribuciones de los geólogos petroleros han sido las de L. Kehler, O. Renz, CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957, luego publicado como CSV 1965). En un apéndice de este último trabajo aparecen análisis petrográficos realizados por J. Schilling & E. Niggli, quienes introducen por primera vez el concepto de *ofiolita* para estas rocas. Posteriormente, STEPHAN (1982) incluye la más completa descripción e interpretación geológico-estructural de la región centro-norte del estado Lara, e implanta el concepto vigente de las Napas de Lara. Para la zona de Los Algodones, presenta una columna hipotética generalizada que comienza con gabro y diabasa, pasando a una unidad volcano-sedimentaria cretácica, hasta llegar a rocas de facies tipo "La Luna". BELLIZZIA (1986, siguiendo a STEPHAN 1982), introduce el nombre de Asociación Los Algodones para la unidad volcánico-sedimentaria ya mencionada y también

aplica el nombre de Ofiolita de Siquisique. BARTOK *et al.* (1986) presentan el hallazgo de amonites del Jurásico Medio en los intersticios de bloques de lava almohadillada. KERR *et al.* (2008) analizan geoquímicamente las rocas ígneas presentando interpretaciones geodinámicas.

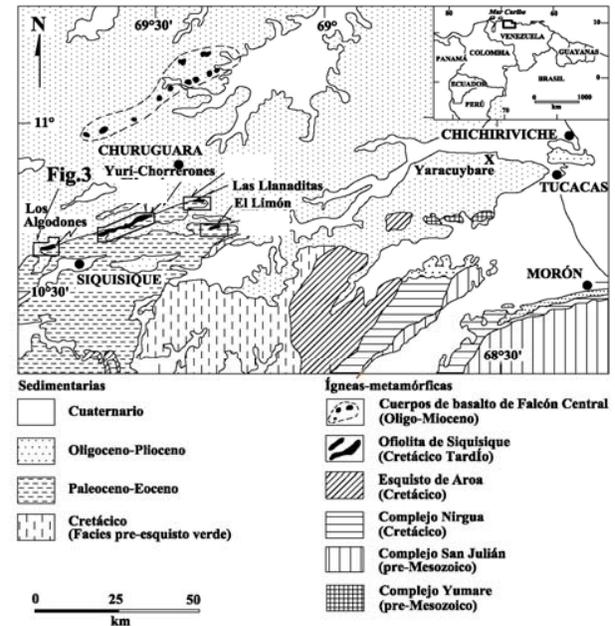


Fig. 1. Mapa geológico generalizado y ubicación de los cuatro cuerpos de la Ofiolita de Siquisique.

Más recientemente, en dos trabajos de la UCV se cartografía el cuerpo principal de la Ofiolita de Siquisique, que se extiende por 18 km entre las poblaciones de Guacamuco, Yuri, Chorrerones, Macuere y Marroy (MUÑOZ & RODRÍGUEZ 2009, REATEGUI 2011).

En el presente trabajo se integra la información disponible de la Ofiolita de Siquisique y demás unidades sedimentarias asociadas, para posteriormente en la publicación completa, presentar una descripción formal de las unidades aflorantes, con sus respectivas interpretaciones geodinámicas.

Geología local

En la Tabla 1 se muestra la evolución de la nomenclatura de las unidades cartografiadas en la zona de Los Algodones (Fig. 1), que ha sido la más estudiada, pero que también aparecen en los otros tres cuerpos. Allí se visualiza que los autores definieron en forma muy semejante a las unidades terciarias y a las rocas ígneas. La mayor diferencia se encuentra en las unidades sedimentarias mesozoicas, donde CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) y CVS (1965) las separan en

KEHRER (1930)	CORONEL & KIEWIT DE JONGUE (1957), CSV (1965)	STEPHAN (1982, 1985)	BARTOK <i>et al.</i> (1985)	BELLIZZIA (1986)	ESTE TRABAJO		
Aluvión	Aluvión reciente Terrazas	Aluvión	Aluvión	Aluvión	Q1 Aluvión Q2 Terrazas intermedias Q3 Terrazas altas		
Cerro Pelado	Oligoceno	Mioceno	Fm. Castillo	Fm. Castillo	Fm. Castillo		
Misoa-Trujillo	Eoceno	Fm. Matatere III	Fm. Matatere	Fm. Matatere	Fm. Matatere		
-	-	Suela de la unidad volcán-sedim. (pélita negra con bloques)	-	Suela pélitica oscura con bloques	Complejo Estructural Los Algodones Brecha (pélita negra con bloques) ("suela" de corrimiento)		
Cretácico (Colón, La Luna, Cogollo, sin diferenciar)	Fm. La Luna	Unidad volcánica-sedimentaria	Mesozoico sin diferenciar (chert y caliza)	Asociación Los Algodones	Fm. La Luna		
	Gr. Cogollo		Conglomerado basal de la sección mesozoica		Sedimentarias sin diferenciar Caliza Aptiense-Albiense		
	Fm. Río Negro		-		Conglomerado holocuarcifero Lava almohadillada		
Dolerita-basalto	Ofolita extrusiva	Unidad volcánica-plutónica	Diabasa y espilita	Extrusivas máficas	Unidad ofiolítica de Siquisique	Ofolita de Siquisique	Basalto - diabasa
Gabro-piroxenta	Complejo gabroide	Gabro	Gabro	Intrusivas máficas (gabro)	Gabro	Gabro	Gabro

Tabla 1. Resumen de la nomenclatura y unidades cartografiadas en la zona de Los Algodones. Las unidades más antiguas a la Formación Castillo no están representadas en orden de edad, dado que se formaron en distintos ambientes: margen pasivo de Sur América (unidades cretácicas), cuenca antepais (Formación Matatere, surco de Barquisimeto), corteza oceánica (Ofolita de Siquisique) y una unidad estructural formada durante el apilamiento de napas.

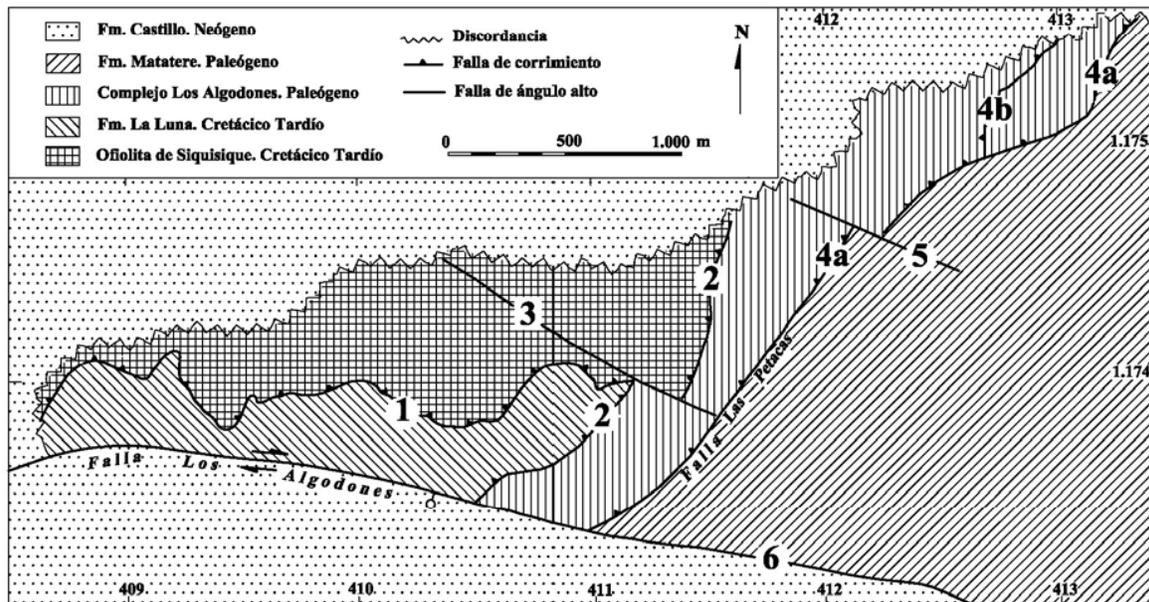


Fig. 2. Mapa geológico-estructural simplificado de la zona de Los Algodones, sin unidades del Cuaternario.

formaciones Río Negro, Cogollo y La Luna. Luego STEPHAN (1982), manteniendo intacta la cartografía de los autores anteriores, reinterpreta y agrupa a estas tres formaciones bajo una "unidad volcano-sedimentaria" y otra adicional que interpreta como la "suela de corrimiento" de la napa. En resumen este último autor reconoce las siguientes unidades: 1) Formación Matatere. 2) Unidad brechada o "suela de corrimiento". 3) Una secuencia volcánico-sedimentaria que incluye a una facies "La Luna". 4) Asociación volcánico-plutónica. BELLIZZIA (1986) acuña en nombre de Asociación

Los Algodones para incluir las rocas de la secuencia volcano-sedimentaria.

Con el trabajo de la UCV (MUÑOZ & RODRÍGUEZ 2009, REATEGUI 2011), separaron a la Formación La Luna de la unidad volcano-sedimentaria, dado que ésta puede cartografiarse en forma clara e independiente, observándose en contacto de falla con las otras unidades. También se propone cambiar el nombre de "Asociación Los Algodones" de Bellizzia, por "Complejo Estructural Los Algodones" (según criterios del artículo 37 de NACSN 2005), incluyendo en él a

las rocas de la "suela de corrimiento" de Stephan. En las siguientes secciones se resumirá la descripción de las unidades nuevas o informales involucradas y se añadirá información adicional en aquellas ya válidas.

Ofiolita de Siquisique

En esta unidad se engloban las rocas ígneas máficas plutónicas y volcánicas. La localidad tipo se establece en los cerros adyacentes al caserío Los Algodones, ubicado a 13 km al oeste de Siquisique, estado Lara, ciudad de la cual toma su nombre. Allí es donde se encuentra el cuerpo más conocido y estudiado (Fig. 2), pero el mayor cuerpo se extiende por 18 km entre los sitios de Guacamuco y Maroroy y también hay dos localidades más pequeñas en El Limón y Las Llanaditas (Fig. 1).

La unidad se subdivide en: 1- Subunidad volcánica-hipoabisal (basalto predominante, diabasa y toba piroxénica); 2- Subunidad plutónica (gabro como litología predominante, norita horblendica, gabronorita, peri-dotita piroxénica, lherzolita, troctolita, hornblendita), todas las rocas presentan alto grado de cataclasis y alteración de sus minerales, resaltando la presencia de prehnita en todas ellas.

Los contactos de la Ofiolita de Siquisique con las formaciones La Luna, Matatere y con el Complejo Estructural Los Algodones son de falla, mayormente de corrimiento con buzamiento al norte, pero localmente también de fallas de ángulo alto (ver patrón de fallas en la Fig. 2). Las formaciones neógenas Castillo y Capadare, cubren parte de la unidad en inconformidad (URBANI & MENDI 2011).

BARTOK *et al.* (1985) sugieren una edad Jurásico medio para la Ofiolita, con base al hallazgo de amonites en los intersticios de una lava almohadillada de bloques sueltos en las cabeceras de la quebrada Las Petacas, pero éstos no pertenecen a la Ofiolita sino que corresponden a olistolitos originalmente incluidos en la Formación Matatere. Para las rocas ígneas de Los Algodones, KERR *et al.* (2010) obtuvieron edades $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ de 90-94 Ma (Turoniense-Cenomaniense).

Complejo Estructural Los Algodones

Esta unidad corresponde a una mélangé tectónica y perturbada de cuerpos de roca de diversos orígenes y edades (Fig. 3). Su localidad tipo se ubica en los afluentes de la margen derecha de la quebrada Las Petacas, cerca del caserío de Los Algodones (Fig. 2). STEPHAN (1982: 219-221) quien define la unidad, reúne en ella lo que previamente CSV (1965) había cartografiado como formaciones Río Negro, Cogollo, La Luna y algunas rocas volcánicas; separadamente también cartografía una subunidad que denomina "suela de corrimiento" (Tabla 1), correspondiente al arrastre y acumulación de materiales en la base de la napa. Esta información es resumida en BELLIZZIA (1986: 6702) quien introduce en nombre de Asociación Los Algodones.

Algunos de los componentes individuales de la unidad han sido cartografiados separadamente a escala 1:10.000 y 1:25.000 (CSV 1965, MUÑOZ & RODRÍGUEZ 2010, REATEGUI 2011), como son: 1- caliza Aptiense-Albiense, 2- conglomerado oligomítico constituido exclusivamente de clastos centimétricos y redondeados de cuarzo, 3- volcánicas (algunas almohadilladas) semejantes a las de la Ofiolita de Siquisique, 4- todo esto rodeado de rocas pelíticas, psamíticas, carbonáticas y chert, no cartografiados separadamente; aquí algunos fragmentos de areniscas contienen moldes de amonites (con dos asociaciones de edades: a- Barremiense inferior y b-

Valanginiense superior al Hauteriviense basal: J. P. Thieuloy, en STEPHAN 1982: 491-498). 5- También separan una subunidad con los mismos tipos de rocas, pero aún más brechada, donde los bloques de las mismas litologías usualmente no son mayores a dimensiones decimétricas (la "suela de corrimiento" de STEPHAN 1982).

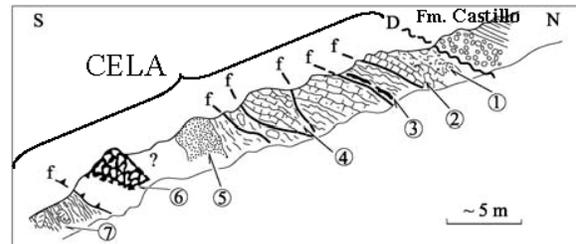


Fig. 3. Sección del Complejo Estructural Los Algodones (CELA) en un tributario de la quebrada Las Petacas. 1-conglomerado rojizo replegado, 2-caliza con niveles detriticos gruesos, 3-chert, 4-caliza con niveles detriticos finos, 5-arenisca micécea verdosa, 6-lava con pequeñas almohadillas, 7-brecha de pelitas negras con bloques. D: discordancia. Tomado de STEPHAN (1982: 229).

El cuerpo mayor de la unidad se localiza en los alrededores de Los Algodones (Fig. 2) con aproximadamente 3,5 km por 0,5 km de extensión, con orientación NE. Otros cuerpos menores aparecen en torno al cuerpo mayor de la Ofiolita de Siquisique, entre Yuri y Macuere (Fig. 1).

Los contactos de esta unidad con la Ofiolita de Siquisique y las formaciones Matatere y La Luna son de fallas de corrimiento y de ángulo alto (ver Fig. 2), pero en parte aparece cubierta discordantemente por la Formación Castillo (Figs. 2 y 3).

Formación La Luna

Esta unidad está muy bien expuesta tanto en los alrededores de Los Algodones, como entre Yuri y Maroroy. Las rocas analizadas corresponden a micrita fosilífera, donde entre otra fauna, se ha identificado *Hedbergella* sp. y *Heterohelix* sp. Se hallan escasas concreciones carbonáticas decimétricas, algunas con amonites (e.g.: *Peroniceras* sp., Coniaciense). Esta unidad siempre se encuentra adyacente y en contacto de falla con la Ofiolita de Siquisique.

Formación Matatere

STEPHAN (1982) subdivide a la Formación Matatere en tres unidades informales que denomina I, II y III. En la zona de estudio aflora Matatere III, una unidad turbidítica con una monótona alternancia de lutita y arenisca, que también incluye la presencia de niveles de conglomerados y olistolitos hasta plurimétricos de rocas sedimentarias e ígneo-metamórficas. Por la evidencia paleontológica, Matatere III se ubica entre el Eoceno temprano (parte tardía) y el Eoceno medio (no tardío) (STEPHAN 1982:303-304). Recientemente entre Siquisique y Carora se han realizado diversos estudios en esta unidad, a saber: 1- Estudio petrográfico de las facies gruesas (MARTÍNEZ & VALLETTA 2010); 2- geocronología U-Pb en cristales detriticos de zircón por LA-ICP-MS (NOGUERA *et al.* 2010), donde el grano más joven es de $39,4 \pm 1,5$ Ma (Eoceno Medio, Bartoniano) lo cual confirma la edad paleontológica de STEPHAN (1982); 3- una revisión de las capas de peñones dentro de la unidad (URBANI 2010); 4- estudios de REATEGUI (2011) e ICHASO (2011) donde se describen en detalle, en una localidad única al norte de Macuere, un contacto donde la

Formación Matatere está depositada inconforme y directamente sobre el basalto de la Ofiolita de Siquisique.

Discusiones y conclusiones

La edad paleontológica del Jurásico Medio de BARTOK *et al.* (1985) probablemente corresponda al magmatismo MORB que generó el proto-Caribe, quedando los amonites preservados en los intersticios de la lava almohadillada, luego un fragmento de la misma quedó incorporado como un olistolito dentro de la Formación Matatere. Mientras que la edad Cretácico Tardío para las rocas máficas de la Ofiolita, con los datos geoquímicos presentados por KERR *et al.* (2010) se infiere que corresponde a un magmatismo procedente de una pluma mantelar profunda, cuya composición se sobrepone con la de basaltos derivados a partir de un ambiente de manto somero astenosférico. Esta mezcla de fuentes de pluma y MORB se explica con una petrogénesis cercana a una zona de expansión oceánica activa dentro del proto-Caribe, es decir una meseta oceánica del Cretácico tardío formada dentro de la placa jurásica del proto-Caribe, previo al ingreso del Gran Arco del Caribe y el resto de la placa oceánica homónima. La Ofiolita de Siquisique corresponde entonces a un bloque de la corteza oceánica proto-Caribe afectada por una pluma mantelar.

El Complejo Estructural Los Algodones contiene elementos sedimentarios datados desde el Hauteriviense temprano al Albiense por paleontología, y volcánicos probablemente del Turoniense-Cenomaniense, pero su amalgamamiento tectónico corresponde al tiempo del emplazamiento de las Napas de Lara entre el Eoceno medio al Oligoceno temprano.

La presencia adyacente de la Formación La Luna y la Ofiolita de Siquisique indica que durante el Eoceno Medio al iniciarse los procesos compresivos generadores de las Napas de Lara, las fallas de corrimiento lograron obducir bloques de la corteza oceánica proto-Caribe (Ofiolita de Siquisique), yuxtaponiéndolos a rocas sedimentarias de edades equivalentes pero formadas en el margen pasivo Suramericano (Formación La Luna). Los altos formados por éstas y otras unidades al estar siendo exhumadas tectónicamente, parcialmente sirvieron de fuente de sedimentos a los flujos turbidíticos (Formación Matatere) que alimentaron a las cuencas antepaís (BAQUERO *et al.* 2009). Pero también se constituyeron en basamento de dichas cuencas, de allí tanto el hallazgo de la Formación Matatere depositada inconformemente sobre el basalto de la Ofiolita de Siquisique, en Macuere; como la misma Formación Matatere en contacto discordante sobre la Formación Barquisimeto (una unidad más psamítica que la Formación La Luna, pero de edades equivalentes) en Bucarito (a unos 30 km al sur de la zona de estudio). El Complejo Estructural Los Algodones corresponde a la suela de una napa mayor, donde en su avance se mezclaron elementos litológicos ígneos y sedimentarios, de edades Hauteriviense al Cenomaniense.

La evolución de la región avanza con la exhumación de las Napas de Lara, su peneplanización, y la generación de la cuenca falconiana, donde una amplia transgresión deposita a las formaciones Castillo y Capadare, en forma discordante/inconforme tanto sobre las subunidades de la Ofiolita de Siquisique, como sobre la Formación La Luna y el Complejo Estructural Los Algodones. Posteriormente durante el Mioceno medio se inicia la inversión de la cuenca falconiana, cuyos efectos en la zona de estudio se visualizan por la presencia de

fallas de corrimiento que ponen a la Formación Matatere por encima de la Formación Castillo.

Una situación equivalente a Siquisique es visible en la región limítrofe de Yaracuy y Falcón, donde el Complejo Yumare (Proterozoico) está en contacto de fallas de corrimiento con las formaciones La Luna y Matatere (URBANI *et al.* 2008).

Agradecimientos

A Marina Peña por la paciente preparación de las figuras. Este trabajo es una contribución de los proyectos GEODINOS y LOCTI (Investigaciones geológicas del norte de Venezuela) de FUNVISIS.

Bibliografía

- BAQUERO M., J. ACOSTA, E. KASSABI, J. ZAMORA, J. C. SOUSA, J. RODRÍGUEZ, L. MELO & F. SCHNEIDER. 2009. Polyphase development of the Falcon Basin in northwestern Venezuela: implications for oil generation. En: K. JAMES, M. LORENTE & J. L. PINDELL (eds). *The Origin and Evolution of the Caribbean Plate*. Geological Society, London, Sp. Publ. 328: 587-612.
- BARTOK P. E., O. RENZ y G. E. G. WESTERMANN. 1985. The Siquisique ophiolites, Northern Lara state, Venezuela: A discussion on their Middle Jurassic ammonites and tectonic implications. *Geol. Soc. America Bull.* 96: 1050-1055.
- BELLIZZIA A. 1986. Sistema montañoso del Caribe. Una cordillera alóctona en la parte norte de América del Sur. *Mem. VI Congr. Geol. Venezolano*, Caracas, 10: 6657-6836.
- CORONEL G. R. & E. J. C. KIEWIET DE JONGE 1957. *Igneous rocks of the Siquisique area*. Cia. Shell de Venezuela, Caracas. (Reproducido en *Geos* 40(2009): 103 + 41 p. en DVD, 2010).
- CSV-COMPAÑÍA SHELL DE VENEZUELA. 1965. *Igneous rocks of the Siquisique area*. State of Lara. *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petrol.* 8(10): 286-306, 1 mapa.
- ICHASO A. 2011. Caracterización geológico-estratigráfica de la Formación Matatere en la región de Siquisique-Santa Ines-Santa Cruz de Bucaral, estados Lara y Falcón. *Geos* 41, en prensa.
- KERR A., F. URBANI, R. SPIKINGS, T. BARRY & J. TARNEY. 2010. The Siquisique basalt and gabbro units, Los Algodones, Lara state, Venezuela: Late Cretaceous oceanic plateau formed within the proto-Caribbean plate? *Geos* 40(2009):19-21 + cartel en DVD.
- MARTÍNEZ G. & VALLETTA G. 2010. Petrografía de las facies gruesas de la Formación Matatere y otras unidades del centro-occidente de Venezuela. *Geos* 40 (2009):65-66 + 298 p. en DVD.
- MUÑOZ P. & H. RODRÍGUEZ. 2010. Geología de las unidades ígneas y sedimentarias de Siquisique-Puente Limón, estado Lara. *Geos* 40(2009): 70-71 (+ 206 p. y mapas en carpeta 42 de DVD).
- NACSN - NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE. 2005. North American Stratigraphic Code. *AAPG Bull.* 89(11): 1547-1591.
- NOGUERA M., C. STEDMAN, E. FIRST, E. LORD, A. PARRINELLO, J. E. WRIGHT & F. URBANI. 2010. Detrital zircon geochronology of Paleocene/Eocene turbidites from Venezuela and offshore islands: Implications for Late Cretaceous subduction initiation along the leeward islands and Aves ridge. *Geos* 40(2009): 29-30 + cartel.
- REATEGUI W. 2011. Reconocimiento geológico de la región comprendida entre Guacamuco y Puente Limón, municipios Urdaneta y Federación, estados Lara y Falcón. *Geos* 41, en prensa.
- STEPHAN J. F. 1982. *Evolution géodynamique du domain Caräibe, Andes et Chaîne Caräibe sur la transversale de Barquisimeto (Vénézuéla)*. Univ. Pierre et Marie Curie (Paris VI). Tesis doctoral.
- URBANI F. 2010. Las capas de peñones de la Formación Matatere, estado Lara, Venezuela. *Bol. Acad. Cienc. Fis., Mat. y Nat.*, Caracas 70(1): 9-37.
- URBANI F. & D. MENDI. 2011. Notas sobre la discordancia del margen sur de la cuenca oligo-miocena de Falcón, estados Lara, Falcón y Yaracuy, Venezuela. *Bol. ACFMN*, 70(2010)(4): 9-25.
- URBANI F., L. A. CAMPOSANO, D. MENDI, A. MARTÍNEZ & A. GONZÁLEZ. 2008. Consideraciones geológicas de la zona de Yumare, estados Falcón y Yaracuy. *Bol. ACFMN* 68(2): 9-30.