

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**INTEGRACIÓN GEOLÓGICA DE LA REGIÓN
SIQUISIQUE-MATATERE, ESTADO LARA**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo
Por el Br. Sánchez J., Andrés.

Caracas, Junio de 2012

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**INTEGRACIÓN GEOLÓGICA DE LA REGIÓN
SIQUISIQUE-MATATERE, ESTADO LARA**

TUTOR: Dr. Franco Urbani
COTUROR: M.Sc. Lenín González

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo
Por el Br. Sánchez J., Andrés.

Caracas, Junio de 2012

Caracas, Junio de 2012

Los abajo firmantes, miembros del jurado designados por el Consejo de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por: Sánchez J., Andrés, titulado:

**“INTEGRACIÓN GEOLÓGICA DE LA REGIÓN
SIQUISIQUE-MATATERE, ESTADO LARA”**

consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios, conducentes al título de Ingeniero Geólogo, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

Prof. Ricardo Alezones
Jurado

Prof. Enzo Caraballo
Jurado

Prof. Franco Urbani
Tutor académico

Sánchez J., Andrés

INTEGRACIÓN GEOLÓGICA DE LA REGIÓN SIQUISIQUE-MATATERE, ESTADO LARA

**Tutor: Dr. Franco Urbani. Cotutor: Ing. Lenín González. Tesis, Caracas UCV.
Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. 2012, p. 230**

Palabras clave: Formación Matatere, Siquisique-Lara (estado), Napa-Lara (estado), cartografía, petrografía.

Resumen: La presente investigación consiste en la integración geológica de la región comprendida entre los poblados de Siquisique y Matatere, en el norte del estado Lara al noroccidente de Venezuela, abarcando un área de 1.513 km². Se pretende integrar la cartografía geológica de la región y además definir los contactos entre la Formación Matatere y las demás unidades con que se relaciona. Este estudio forma parte del “Proyecto Matatere” que a su vez está contenido en los proyectos LOCTI (Investigaciones geológicas al norte de Venezuela) y GEODINOS (Geodinámica Reciente del Límite Norte de la Placa Sudamericana) a través de FUNVISIS (Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas) y la UCV (Universidad Central de Venezuela).

Con la finalidad de cumplir con los objetivos, se recolectaron mapas geológicos locales y regionales de la zona, elaborados por autores previos, y de cuya integración se generaron 12 cartas geológicas actualizadas a escala 1:25.000 y una carta geológica a escala 1:100.000, siguiendo el cuadrículado generado por Cartografía Nacional (actual I.G.V.S.B.). La cartografía geológica fue apoyada con observaciones de campo realizadas en los sectores cercanos a los poblados de Matatere, Cambural, Siquisique, Corobore, Copaya y Los Algodones; además del análisis petrográfico de las muestras recolectadas.

La zona de estudio presenta unidades de origen ígneo, sedimentario y metamórfico y con una complejidad evolutiva y estructural. La historia geológica de la región inicia en el Cretácico, con la depositación de las unidades sedimentarias de las formaciones Bobare, La Luna y Barquisimeto; y la formación de las rocas ígneas pertenecientes a la Ofiolita de Siquisique como parte del proto-Caribe afectada por una pluma mantelar, que luego fueron emplazadas (Cretácico Tardío). En el período comprendido entre el Paleoceno y Holoceno, la sedimentación en el área es sin-tectónica, depositando primeramente las unidades paleocenas-eocenas (formaciones Matatere y Jarillal) mientras se termina de formar el Complejo Estructural Los Algodones (Paleógeno); seguido de las unidades oligocenas-miocenas (formaciones Churuguara, Castillo, Agua Clara, Cerro Pelado y Capadare); y terminando con las unidades cuaternarias (Formación Guaidima y depósitos cuaternarios). Esta sedimentación es sincrónica con la interacción entre la placa Caribe y la placa Suramericana, produciendo eventos importantes como el emplazamiento de las “Napas de Lara” en el Eoceno medio, la formación de la cuenca de Falcón en el Oligoceno y su inversión durante el Mioceno medio.

La Formación Matatere (Paleoceno-Eoceno medio) es la que abarca mayor área de todas las unidades que afloran en la región, y consiste en una secuencia turbidítica tipo flysch,

con gran cantidad de material alóctono del Cretácico como fuente de sedimentos o como peñones y olistolitos. Mediante el análisis petrográfico de las muestras recolectadas de esta formación, se clasificaron los siguientes tipos litológicos: arenisca lítica, grauvaca feldespática, grauvaca lítica, paraconglomerado polimíctico y ortoconglomerado polimíctico; presentando una sedimentación rápida, una fuente muy variada y cercana, y una diagénesis media-tardía. Las areniscas poseen una madurez textural baja y los conglomerados una mediana madurez textural; sin embargo, las muestras del Conglomerado de Cienaguita, que se ubica al suroeste de Cambural, lucen una madurez más alta que las demás y muestran una gradación de tamaño de grano muy marcada.

Las muestras tomadas de la Formación La Luna se clasificaron como wackstone/biomicrota de radiolarios y foraminíferos, presentando gran cantidad de lodo carbonático, evidenciando un ambiente de facies profunda; mostrando también numerosas fracturas rellenas de cemento carbonático y estilolitas infiriendo así compactación mecánica y diagénesis tardía.

Se presentan cuatro sistemas estructurales desarrollados en la región. El primer sistema corresponde principalmente a fallas de corrimiento acompañadas con fallas de alto ángulo, ubicado al este del Río Urama, con un patrón de orientación suroeste-noreste, desarrolladas durante el Paleoceno al Eoceno tardío y que colocan en contacto a las unidades cretácicas con la Formación Matatere a través del desarrollo de las napas. El segundo sistema, al norte de Los Algodones, consiste en una serie de plegamientos paralelos con una orientación similar a la anterior que deforman a las unidades terciarias; estas estructuras están asociadas a la inversión de la cuenca de Falcón en el Mioceno medio. El tercer sistema también se desarrolló a partir del Mioceno Medio y comprende fallas de corrimiento en el sector oeste-central de la región, con orientación suroeste-noreste que ponen en contacto a las formaciones Matatere y Castillo presentándose como cuerpos de forma alternada y alargada. El cuarto sistema se refiere a fallas de corrimiento neotectónicas en los alrededores de la depresión de Santa Inés, causando el cierre del valle.

Esta investigación, en conjunto con las demás pertenecientes al “Proyecto Matatere” y otras investigaciones paralelas en el resto del país, debe ser considerada como base para realizar un análisis tectonoestratigráfico, de orden regional, y así mejorar los modelos geológicos vigentes del norte de Venezuela; también es útil para tomar decisiones en cuanto a beneficio de la comunidad o como beneficio industrial en planificación y ordenamiento territorial, actividades económicas, construcción de infraestructuras, protección de los recursos naturales ó la identificación de sectores de riesgos naturales como deslizamientos, inundaciones, desbordes de ríos y quebradas, entre otras.

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada quiero agradecerle a Dios porque me ha dado la vida, porque que me ama como soy, con mis defectos y virtudes, porque que me ha regalado una historia de vida concreta y perfecta para mí, porque desea mi felicidad y porque siempre ha estado presente.

A mi padre *Gabriel Sánchez*, que en paz descanse, por su constante enseñanza en apreciar a la familia, por decirme siempre “las cosas se hacen bien o mejor no se hacen”, por aconsejarme que fuera en la vida lo que más me gustara pero tratando de serlo lo mejor posible, por enseñarme a ser detallista en mis quehaceres, por enseñarme moral y valores, pero sobre todo por decirme que estaba orgulloso de mí; por eso le dedico este logro a mi papá. A mi madre *Teresa*, por ser el pilar de amor en el hogar, por dar la vida por su familia, por transmitirme la fe, por el apoyo incondicional y por ser una gran amiga. A mi hermana *Gabriela*, que nunca ha dudado en ayudarme y en consentirme aunque pasemos ratos buenos o malos, por los momentos confidenciales y por el amor que he sentido de su parte desde mi niñez. A demás familiares que han compartido conmigo, me han dado buenos consejos y han estado preocupados por mi desarrollo académico: tío *Fernán S.*, primo *Ángel S.*, hno. *Yony S.*, tía *Luisa J.* y abuela *Sista A.* A mis hermanos de comunidad con los que he crecido en la fe y obtengo apoyo en las alegrías y en las tristezas. A *Nerelys L.*, quién llegó a mi vida para enseñarme sencillez, humildad y amor.

A mis panas de infancia y la adolescencia y no tan adolescencia, con quienes he experimentado mayoritariamente momentos amenos pero también compartido momentos de angustia, con quienes he crecido y han estado pendiente de mi desarrollo como persona: *Carolina L.*, *Ivana G.*, *Yeison F.*, *Jefferson A.*, *Ricardo V.*, *William A.*, *Douglas E.*, *Marialejandra P.*, entre otros del L.U.A.

Por supuesto quiero agradecer a la ilustre *Universidad Central de Venezuela* y a la *Escuela de Geología, Minas y Geofísica* por permitirme ingresar en sus espacios, por brindarse un segundo hogar y enseñarme tanto de ellas mismas. Al profesor *Franco Urbani* por darme el honor de investigar junto a él, por compartir sus conocimientos y darme ejemplo de amor por el trabajo, de dedicación, de constancia, de formalidad y por ser excelente tutor. Al profesor y cotutor *Lenín González*, que a pesar de su atareada labor como jefe de departamento, a la final

apartó tiempo para sentarnos y revisar el trabajo. A *FUNVISIS* por permitirme ser parte de los proyectos GEODINOS y LOCTI.

A los profesores *David Mendi, Luis Camposano, Luis Fajardo, Sebastián Grande, Enzo Caraballo, Ruthman Hurtado* y al *Ing. Walter Reategui* por la gran ayuda prestada, y sin interés, para la realización de las diferentes etapas de este trabajo. A los profesores: *Alfredo Mederos, Orlando Méndez, Rafael Falcón, Luis Chacón* e indudablemente *Ricardo Alezones*, por considerarlos más que excelentes profesores, por ayudarme en mi formación académica y a ampliar mis conocimientos; pero también por ser personas con quien se puede contar y por ser ejemplos de entrega y perseverancia.

A mis compañeros y amigos de la Facultad de Ingeniería que me acompañaron durante esta etapa de mi vida: *Karla T., Saraí P., Victoria C., Raúl C., Fernando N., Jhonatan A., William R., Alí G., Carlos L., Daniel R., Andrés "Pupi" M., Rotshira P., Elisa L., Andrei I., Miguel U., Jeshua G., Nestor C., Angelvis T., Andrés B., Naurelkys E., César "Wachu" B., Juan Carlos L., Carlos Fadl*, entre muchos más, por su amistad de alto nivel y lograr que este recorrido resultara divertido, agradable y provechoso.

A todas aquellas personas de que alguna manera u otra aportaron su granito de arena para hacer posible la finalización de este trabajo especial de grado y de mis estudios de pregrado.

Andrés Sánchez J.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
1.2. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	3
1.3. METODOLOGÍA.....	5
1.3.1. Etapa I: Recopilación de información bibliográfica.....	5
1.3.2. Etapa II: Trabajo de campo.....	7
1.3.3. Etapa III: Trabajo de laboratorio y oficina	8
2. GEOLOGÍA REGIONAL.....	11
2.1. TRABAJOS PREVIOS.....	11
2.2. TECTONO-ESTRATIGRAFÍA.....	20
3. GEOLOGÍA LOCAL.....	30
3.1. GENERALIDADES.....	30
3.2. UNIDADES LITOLÓGICAS	32
3.2.1. Unidades Sedimentarias.....	32
3.2.1.1. Formación Bobare.....	32
3.2.1.2. Formación La Luna.....	34
3.2.1.3. Formación Barquisimeto.....	40
3.2.1.4. Formación Matatere.....	42
3.2.1.5. Formación Jarillal.....	64
3.2.1.6. Complejo Estructural Los Algodones.....	66
3.2.1.7. Formación Churuguara.....	78
3.2.1.8. Formación Castillo.....	81
3.2.1.9. Formación Agua Clara.....	85
3.2.1.10. Formación Cerro Pelado.....	87
3.2.1.11. Formación Capadare.....	91
3.2.1.12. Formación Guaidima.....	96
3.2.1.13. Unidades Cuaternarias.....	97

3.2.2. Unidades Ígneas.....	100
3.2.2.1. Ofiolita de Siquisique.....	100
3.2.2.1.1. Unidad Volcánica.....	102
3.2.2.1.2. Unidad Plutónica.....	109
3.2.3. Unidad Metamórfica.....	121
3.2.1.2. Formación Mamey.....	121
3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL.....	124
3.3.1. Fallas de corrimiento.....	124
3.3.2. Fallas de alto ángulo.....	126
3.3.3. Pliegues.....	128
4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES.....	131
4.1. INTERPRETACIONES PETROGRÁFICAS.....	131
4.2. INTERPRETACIONES CARTOGRÁFICAS.....	138
4.3. MODELO EVOLUTIVO.....	142
5. SUMARIO, CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES.....	148
5.1. SUMARIO.....	148
5.1.1. Unidades y su yuxtaposición.....	148
5.1.2. Estructuras.....	149
5.1.3. Petrología-petrografía.....	150
5.1.4. Cartografía geológica.....	151
5.2. CONCLUSIONES GENERALES.....	152
5.3. RECOMENDACIONES.....	153
6. BIBLIOGRAFÍA.....	155
APÉNDICE A: GEOGRAFÍA FÍSICA.....	162
APÉNDICE B: CLASIFICACIONES UTILIZADAS DE ROCAS.....	170
APÉNDICE C: SÍNTESIS DE OBSERVACIONES DE CAMPO, DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO Y PETROGRAFÍA.....	183
ANEXO I: Perfil geológico A-A' sector Los Algodones-Corobore.....	216
ANEXO II: Perfil geológico B-B' sector Los Dos Camino-Copeyal.....	217
ANEXO III: Mapa geológico de Los Dos Caminos, Hoja 6147-I-SE.....	218
ANEXO IV: Mapa geológico de Siquisique, Hoja 6147-I-SO.....	219

ANEXO V: Mapa geológico de El Olivito, Hoja 6247-II-NE.....	220
ANEXO VI: Mapa geológico de El Alto, Hoja 6247-II-NO.....	221
ANEXO VII: Mapa geológico de El Desecho, Hoja 6247-III-NE.....	222
ANEXO VIII: Mapa geológico de Las Trincheras, Hoja 6247-III-NO.....	223
ANEXO IX: Mapa geológico de Panamá, Hoja 6247-IV-NE.....	224
ANEXO X: Mapa geológico de Copaya, Hoja 6247-IV-SE.....	225
ANEXO XI: Mapa geológico de El Ojo de Agua, Hoja 6247-IV-SO.....	226
ANEXO XII: Mapa geológico de Copeyal, Hoja 6347-III-NO.....	227
ANEXO XIII: Mapa geológico de La Garza, Hoja 6347-IV-SE.....	228
ANEXO XIV: Mapa geológico de El Porvenir, Hoja 6347-IV-SO.....	229
ANEXO XV: Mapa geológico de la Región Siquisique-Matateré. Escala 1:100.000.	230

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Área comprendida por el Proyecto Matatere en un DEM (imagen modificada de la data ASTER 2004) con una resolución de 30 m. El área de este estudio está sombreada con un azul más oscuro. Ichaso, Ricci y Gómez: trabajos similares a éste realizados dentro del proyecto.....	3
Fig. 2. Ubicación de la zona de estudio.....	4
Fig. 3. Zona de estudio delimitada en DEM (imagen modificada de la data ASTER 2004) con una resolución de 30 m, dividida en cuadrículas según las hojas topográficas a escala 1:25.000 del IVGSB.....	5
Fig.4 Límites esquemáticos del Surco de Barquisimeto durante el Paleoceno-Eoceno Inferior. Tomado y modificado de RENZ <i>et al.</i> (1955).....	21
Fig. 5. Cortes geológicos mostrando el desarrollo del sistema de corrimientos o Napas de Lara hacia el norte del estado Lara. Imagen tomada y modificada de BAQUERO <i>et al.</i> (2009), en MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	22
Fig. 6. Posición del frente de corrimiento para el Paleoceno-Eoceno. Tomado de MARTÍNEZ & VALLETTA (2008) y simplificado de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	22
Fig. 7. Desarrollo de las Napas de Lara en el Eoceno medio-tardío alcanzando el máximo espesor de la corteza. Tomado y modificado de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	23
Fig. 8. Corte esquemático de la Fig. 7 del Surco de Barquisimeto entre el Eoceno Medio y el Oligoceno. Tomado de MARTÍNEZ & VALLETTA (2008) y modificado de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	24
Fig. 9. Zona de descompresión tectónica generando estructuras graben y reactivación de fallas en el Oligoceno. Tomado de GÓMEZ (2012) y modificado de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	24
Fig.10. Sección de la Fig. 9 reconstruida para el Oligoceno, Tomado de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	24

Fig. 11. Modelo de “bote elongado” de la cuenca de Falcón. Tomado de ICHASO (2011) y modificado de BOESI & GODDARD (1991).....	25
Fig. 12. Máxima transgresión oligo-miocena en la cuenca de Falcón. Tomado de DÍAZ DE GAMERO (1977).....	26
Fig. 13. Bloque diagramático de la cuenca de Falcón durante el Oligoceno – Mioceno Temprano. A: Formación Casupal. B: Depósitos de aguas profundas provenientes del oeste. C: Calizas de las formaciones Churuguara y Capadare. D: Depósitos de abanicos de talud. E: Arrecifes de la Formación San Luis. Simplificado de PORRAS (2000).....	27
Fig.14. Sección de la Fig. 8 reconstruida para el Oligoceno, Tomado de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	28
Fig. 15. Situación presente de la cuenca “invertida” de Falcón. Tomado de ICHASO (2011) y modificado de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	29
Fig. 16. Situación actual de la cuenca de Falcón. Muestra el sistema de fallas con componente transcurrente y sentido este-oeste. Tomado y modificado de BOESI & GODDARD (1991).....	29
Fig. 17. Extensión de la Formación Bobare en la zona de estudio.....	32
Fig. 18. Extensión de la Formación La Luna en la zona de estudio.....	34
Fig. 19. Vetas rellenas de calcita (muestra LA-22-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	36
Fig. 20. Abundante matriz micrítica (muestra LA-22-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	36
Fig. 21. Recristalización de fósiles (muestra LA-22-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	37
Fig. 22. Fotomicrografías de la muestra LA-347-A. A) Radiolario esparitizado (NC); B) Otro radiolario alterado (NP); C) Extraclastos representados por cuarzo monocristalinos metamórficos; se ven en color gris (NC); D) Fracturas rellenas de cemento tipo espato y pseudoespato, cristales euhedrales de piritita.....	39

Fig. 23. Fotomicrografías de la muestra LA-347-B (NC). A) Lodo carbonático, aloquímicos circulares recristalizados, cemento tipo espato en fractura y pirita; B y C) Radiolarios esparitizados y alterados.....	39
Fig. 24. Fotomicrografías de la muestra LA-347-C (NC). A) Vista de la muestra donde se observa el lodo carbonático y algunos aloquímicos; B) Radiolario totalmente alterado y cristal subhedral de pirita (NC).....	39
Fig. 25. Fotomicrografías de la muestra LA-347-D (NC). A) Componentes principales de la muestra; se aprecian aloquímicos tipo radiolarios; a la izquierda se observa una fractura con cemento carbonático; B) Radiolario silicificado.....	40
Fig. 26. Extensión de la Formación Barquisimeto en la zona de estudio.....	41
Fig. 27. Extensión de la Formación Matatere en la zona de estudio.....	43
Fig. 28. Tipos de contactos entre las formaciones Matatere y Castillo. A la izquierda (LA-323): contacto discordante; a la derecha (LA-310): contacto de falla inversa.....	44
Fig. 29. Alternancia monótona de arenisca y lutita de la Formación Matatere en la zona de estudio. Cercanías del punto de observación LA-319, Qda. Benito.....	48
Fig. 30. Conglomerado de Cienaguita en la Formación Matatere exhibiendo la gradación del tamaño de grano. Punto de observación LA-302, Qda. El Páramo.....	48
Fig. 31. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-345-B (NC). A) Clasto redondeado de wackstone con foraminíferos y pelets; B) Fragmento redondeado de grauvaca de baja esfericidad; C) Clasto redondeado y esférico de wacka de baja esfericidad; D) Clasto redondeado de andesita con textura traquítica.....	52
Fig. 32. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-324-A (NC). A) Clasto de wackstone con 75% de micrita y 15% de aloquímicos; B) Fragmento de basalto con textura afieltrada; C) Cuarzita anfibolítica redondeada y de alta esfericidad.....	53
Fig. 33. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-318-A1 (NC). A) Disolución casi total de fragmento fósil sin diferenciar; B) A la izquierda, clasto de	

chert redondeado; en el centro, plagioclasa tipo oligoclasa; C) Fragmento de esquistos cuarzo micáceo exhibiendo claramente la foliación; D) disgregado de anortosita debido a la fabricación de la sección fina; E) Clasto de baja esfericidad de lutita; F) Fragmento redondeado y esférico de cuarzo de veta con extinción alineada; G) fragmento redondeado de metalava sin diferenciar por la alta alteración con textura radial y presenta una amígdala cloritizada.....**53**

Fig. 34. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-302-B (NC).

A) Clasto anguloso de caliza tipo mudstone; B) Cuarzita redondeada con cristales suturados; C) A la izquierda fragmento de concreción de óxido de hierro y a la derecha fragmento de alga carbonática; D) Clasto de melano-andesita sub-redondeado y baja esfericidad; E) A la izquierda fragmento anguloso de chert y a la derecha clasto de grauvaca redondeado.....**55**

Fig. 35. Muestra LA-318-B y LA-319-B en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con menos de 15% de matriz. Q=Cuarzo, F=Feldespatos, FR=Fragmento de roca.....**56**

Fig. 36. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-318-B. A)

Clasto de micrita arenosa (NP); B) Fragmento de mudstone con extraclastos de cuarzo (NP); C) Clorita diagenética con ilita (NC); D) A la izquierda y a la derecha, fragmentos de andesita porfídica; los pórfidos son de plagioclasa tipo andesina (NC).....**58**

Fig. 37. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-319-B. A)

Clasto de andesita bastante redondeado y esférico, con textura traquítica y pórfidos de plagioclasa; presenta leve alteración a minerales de arcilla y carbonáticos (NC); B) cemento tipo mineral calcáreo (NP); C) Fragmento de grauvaca cuarzosa sub-redondeado y de esfericidad media-baja (NC); D) de roca volcánica con alteración avanzada a minerales calcáreos (NC); E) en el centro fragmento redondeado de metalava máfica alterando radialmente a posible clorita; y a su izquierda fragmento de gabro alterando a mineral calcáreo (NC).....**58**

Fig. 38. Muestra LA-300-A y LA-311 en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con

más de 15% de matriz. Q=Cuarzo, F=Feldespatos, FR=Fragmento de roca.....**59**

Fig. 39. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-300-A. A) Vista general de la muestra (NC); B) Vista más a detalle de la muestra observándose los granos de cuarzo, plagioclasa y accesorios (NC).....	60
Fig. 40. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-311. A) Vista general de la muestra; diferentes tipos de granos: cuarzo, andesina, muscovita y fragmento de chert (NC); B) Fragmento de micrita arenosa sub-angular (NC); C) Textura mesopertita donde se observa cristales de plagioclasa dentro de cristal de feldespato potásico; aproximadamente el mismo porcentaje de volumen para los dos minerales; D)Textura mirmequítica, intercrecimiento de cuarzo en forma vermicular dentro de un cristal de feldespato-K.....	61
Fig. 41. Muestra LA-300-B-R y LA-301-A en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con más de 15% de matriz. Q=Cuarzo, F=Feldespato, FR=Fragmento de roca.....	62
Fig. 42. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-300-B-R. A) Vista general de la muestra (NC); B) Veta rellena de cuarzo y fragmentos de chert con arcilla autigénica (NC).....	63
Fig. 43. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-301-A. A) Vista la relación porcentual de los componentes de la muestra (NC); B) Veta rellena de cuarzo y calcita (NC); C) Porosidad por disolución y fractura en la muestra (NP).....	63
Fig. 44. Extensión de la Formación Jarillal en la zona de estudio.....	65
Fig. 45. Extensión del Complejo Estructural Los Algodones en la zona de estudio.....	67
Fig. 46. Sección del Complejo Estructural Los Algodones (CELA) en un tributario de la quebrada Las Petacas. 1-conglomerado rojizo replegado, 2-caliza con niveles detríticos gruesos, 3-chert, 4-caliza con niveles detríticos finos, 5-arenisca micácea verdosa, 6-lava con pequeñas almohadillas, 7-brecha de pelitas negras con bloques. D: discordancia. Tomado de URBANI <i>et al.</i> (2011) y modificado de STEPHAN (1982).....	68
Fig. 47. Mapa geológico del Complejo Estructural Los Algodones detallando los contactos entre las distintas litologías de la unidad.....	69

Fig. 48. Afloramiento donde fue tomada la muestra LA-18-A. Bloque de basalto que presenta pequeñas almohadillas. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	71
Fig. 49. Fenocristales de plagioclasa alterando a clorita en matriz afieltrada (muestra LA-18-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	71
Fig. 50. Matriz afieltrada y cloritizada (muestra LA-18-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	72
Fig. 51. Carbonato como alteración de fenocristales y matriz (muestra LA-18-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	72
Fig. 52. Fenocristales de labradorita alterando a clorita en matriz afieltrada (muestra LA-18-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	73
Fig. 53. Matriz presentando textura afieltrada (muestra LA-18-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	73
Fig. 54. Carbonato como alteración de fenocristales y matriz (muestra LA-18-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	74
Fig. 55. A la izquierda afloramiento de conglomerado holocuarcífero completamente fracturado. A la derecha se aprecia el cuarzo como componente principal de la roca. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	74
Fig. 56. Conglomerado holocuarcífero, conformado por clastos únicamente de cuarzo (muestra LA-76-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	75
Fig. 57. Presencia de clastos más bandeados que otros y deformados en diferentes direcciones (muestra LA-76-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	75
Fig. 58. Micritización de los fragmentos fósiles (muestra LA-76-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	76
Fig. 59. Disolución evidenciada en la porosidad secundaria (teñido azul) (muestra LA-76-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	76

Fig. 60. A la izquierda lodo micrítico con fracturas rellenas de pseudoespato y espato (NC). A la derecha radiolarios recristalizados (NP). Muestra LA-28-B-R. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	77
Fig. 61. A la izquierda microfósiles no identificados (NC). A la derecha neomorfismo agradante (NC). Muestra LA-28-C-R. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	77
Fig. 62. Extensión de la Formación Churuguara en la zona de estudio.....	79
Fig. 63. Extensión de la Formación Castillo en la zona de estudio.....	82
Fig. 64. Discordancia entre las formaciones Castillo (suprayacente) y Matatere (infrayacente). Nótese el escarpe que se forma por la diferenciación erosional. Norte de Copaya. Punto de observación LA-322.....	82
Fig. 65. Afloramiento de la Formación Castillo en el Caserío El Isleño, Qda. Uriche ó Las Lajitas; punto de observación LA-337. Típica secuencia de arenisca de grano medio a grueso.....	84
Fig. 66. Extensión de la Formación Agua Clara en la zona de estudio.....	85
Fig. 67. Extensión de la Formación Cerro Pelado en la zona de estudio.....	89
Fig. 68. Extensión de la Formación Capadare en la zona de estudio.....	92
Fig. 69. Modelos propuestos para explicar la relación estratigráfica entre las formaciones Churuguara y Capadare (en el gráfico como Formación Cristian). El sur se encuentra hacia la derecha. Tomado y modificado de WHEELER (1958).....	93
Fig. 70. Afloramiento de la Formación Capadare en las cercanías al Cerro Cabritona o Cobri, noreste de Copaya y este de Siquisique. Punto de campo LA-342. Está expuesta una capa de caliza de color marrón claro con icnofósiles y alto buzamiento.....	95
Fig. 71. Extensión de la Formación Guaidima en la zona de estudio.....	96
Fig. 72. Extensión de las unidades cuaternarias en la zona de estudio.....	98

Fig. 73. Depósitos cuaternarios al oeste de Siquisique, vista panorámica desde el punto LA-328 hacia el noreste. Al fondo, al borde de las laderas, terrazas aluviales y abanicos de explayamiento; el resto valle encajado por el paso del Río Baragua.....	99
Fig. 74. Extensión de la Ofiolita de Siquisique en la zona de estudio.....	101
Fig. 75. Contacto de falla de ángulo alto entre los cuerpos de gabro (unidad plutónica) y de basalto (unidad volcánica). Punto de observación LA-346B.....	102
Fig. 76. Rocas de la unidad volcánica formando estructuras de lavas almohadilladas con presencia de caliza intersticial. Fotografía de Franco Urbani; tomada de la portada de la revista Geos N° 40 (2009).....	103
Fig. 77. Plagioclasa no identificada completamente alterada (muestra LA-24-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	105
Fig. 78. Anfíbol (hornblenda) y plagioclasa no identificada (muestra LA-24-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	105
Fig. 79. Anfíbol (hornblenda) mostrando textura blastofítica (muestra LA-24-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	105
Fig. 80. Piroxeno alterado, mostrando colores de interferencia anómalos por el grosor de la sección fina (muestra LA-24-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	106
Fig. 81. Alto contenido de calcita como producto de alteración (muestra LA-24-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	106
Fig. 82. Clorita pseudomorfa de piroxeno (muestra LA-24-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	106
Fig. 83. Diabasa, con textura ofítica (muestra LA-25-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	107
Fig. 84. Clorita como alteración del hipersteno (muestra LA-25-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	107
Fig. 85. Textura cataclástica (muestra LA-25-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	108

Fig. 86. Textura ofítica en la muestra (muestra LA-26). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	108
Fig. 87. Presencia de leucoxeno (NP) (muestra LA-26). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	109
Fig. 88. Clinopiroxeno con hábito característico (NP) (muestra LA-26). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	109
Fig. 89. Contacto discordante entre una capa de arenisca de color beige de la Formación Castillo y un cuerpo de gabro muy descompuesto perteneciente a la unidad plutónica.....	110
Fig. 90. Afloramiento de gabro en la Quebrada Los Algodones. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	112
Fig. 91. Disolución parcial en cristales de piroxeno (augita) (muestra LA-19). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	112
Fig. 92. Plagioclasa (labradorita, 66% An) alterada a sericita y otros minerales de arcilla (muestra LA-19). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	112
Fig. 93. Cristales de piroxeno (augita) mostrando maclas deformadas y extinción ondulatoria (muestra LA-19). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	113
Fig. 94. Dique de diabasa intrusionando gabro. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	113
Fig. 95. Piroxeno (egirina) mostrando colores de interferencia anómalos consecuencia del grosor de la sección fina (muestra LA-20-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	114
Fig. 96. Calcita producto de alteración de la plagioclasa (muestra LA-20-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	114
Fig. 97. Plagioclasa no identificada por estar altamente alterada a minerales de arcilla (muestra LA-20-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	114

Fig. 98. Plagioclasa no identificada alterada a minerales de arcilla (muestra LA-20-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	115
Fig. 99. Piroxeno (egirina-augita) alterado (muestra LA-20-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	115
Fig. 100. Vetas rellenas de cuarzo autigénico y calcita (muestra LA-20-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	116
Fig. 101. Fragmento rodado de gabro fracturado. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	116
Fig. 102. Plagioclasa (labradorita, 60% An) fuertemente alterada (muestra LA-21-A-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	117
Fig. 103. Clorita rellenando intersticios (muestra LA-21-A-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	117
Fig. 104. Cristales de actinolita como alteración de piroxeno (muestra LA-21-A-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	117
Fig. 105. Plagioclasa (labradorita, 60% An) fuertemente alterada (muestra LA-21-B-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	118
Fig. 106. Clorita pseudomorfa de piroxeno (muestra LA-21-B-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	118
Fig. 107. Cristales de epidoto como producto de alteración de la plagioclasa (muestra LA- 21-B-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	119
Fig. 108. Obsérvese la plagioclasa (andesina, 35% An) (muestra LA-29-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	119
Fig. 109. Serpentina en contacto con plagioclasa alterada (muestra LA-29-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	120
Fig. 110. Extensión de la Formación Mamey en la zona de estudio.....	122

Fig. 111. Zona de falla de corrimiento en el punto de observación LA-317. Los estratos más claras corresponden a la Formación Castillo, mientras que las más oscuras a la Formación Matatere.....	126
Fig. 112. Fallas de corrimiento en la zona de estudio (líneas rojas continuas).....	126
Fig. 113. Afloramiento LA-310 donde se observa contacto de falla inversa de alto ángulo entre las formaciones Matatere y Castillo.....	127
Fig. 114. Fallas de alto ángulo en la zona de estudio (líneas rojas continuas).....	128
Fig. 115. Diferentes tipos de pliegues en los afloramientos de la zona de estudio. A) Afloramiento plegado de la Formación Barquisimeto en el punto de observación LA-305. B, C y D) Pliegues locales de la Formación Matatere en las cercanías del punto LA-318. E) Vista panorámica en el punto LA-321 donde se observa el gran plegamiento de la Formación Castillo.....	129
Fig. 116. Pliegues en la zona de estudio (líneas rojas continuas).....	130
Fig. 117. Perfil geológico B-B' del anexo XV, mapa geológico de la región Siquisique-Matatere. Apilamiento de escamas intercalando las formaciones Bobare, Barquisimeto y Matatere.....	140
Fig. 118. Perfil geológico A-A' (hojas 6246-I-NO y 6247-II-SO). Apilamiento de escamas de la Formación Barquisimeto intercaladas con la Formación Matatere.....	141
Fig. 119. Panorama en el Jurásico Tardío (150 Ma) de Suramérica, al norte de Venezuela ocurre la separación entre la placa norteamericana y la placa suramericana, generando el proto-Caribe (color rosado). Imagen tomada de PINDELL <i>et al.</i> (2005).....	142
Fig. 120. Turoniense-Coniaciense, período de máxima transgresión, depositación de provincia pelágica, facies tipo La Luna. Tomado de GÓMEZ (2012) y modificado de GONZÁLEZ DE JUANA <i>et al.</i> (1980).....	143
Fig. 121. A) Paleoceno–Eoceno, se genera una cuenca antepaís donde se deposita la Formación Matatere. B) Eoceno medio–tardío, culmina el emplazamiento de las napas de Lara. Imágenes tomadas de MARTÍNEZ & VALLETA (2008) y modificadas de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	145

Fig. 122. Sección transversal del Surco de Barquisimeto y de los mecanismos de aporte de sedimentos de masas alóctonas en el Eoceno medio. Tomado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008) y modificado de BAQUERO *et al.* (2009).....**145**

Fig. 123. Oligoceno temprano, se genera la cuenca de Falcón a través de un proceso de distensión. Tomado de GÓMEZ (2012) y modificado de BAQUERO *et al.* (2009).....**146**

Fig. 124. A) Mioceno medio, ocurre la inversión de la cuenca de Falcón; tomado de BOESI & GODDARD (1991). B) Situación presente de la cuenca “invertida” de Falcón. Tomado de ICHASO (2011) y modificado de BAQUERO *et al.* (2009).....**147**

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Unidades geológicas aflorantes en la región Siquisique – Matatere.....	31
Tabla 2. Tipos litológicos muestreados en la Formación La Luna.....	37
Tabla 3. Componentes de las muestras de la Formación La Luna.....	38
Tabla 4. Tipos litológicos muestreados en la Formación Matatere.....	49
Tabla 5. Componentes de las muestras LA-318-A1, LA-324-A y LA-345-B.....	50
Tabla 6. Componentes de la muestra LA-302-B.....	54
Tabla 7. Componentes de las muestras LA-318-B y LA-319-B.....	56
Tabla 8. Componentes de las muestras LA-300-A y LA-311.....	59
Tabla 9. Componentes de las muestras LA-300-B-R y LA-301-A.....	61

1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Especial de grado es parte del “Proyecto Matatere”, que a su vez está contenido en los proyectos LOCTI (Investigaciones geológicas al norte de Venezuela) y GEODINOS (Geodinámica Reciente del Límite Norte de la Placa Sudamericana) a través de FUNVISIS (Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas) y la UCV (Universidad Central de Venezuela).

El proyecto germina con el fin de obtener una base geológica que sea útil en planificaciones económicas, ambiental y de ordenamiento territorial, para los municipios Urdaneta y Torres pertenecientes al estado Lara. Es un aporte de FUNVISIS a estos entes del estado, que tiene por objetivo principal una cartografía geológica integrada y actualizada tomando en cuenta autores anteriores y recolección de información geológica en campo.

En base a la compilación de trabajos cartográficos existentes y a un trabajo de campo completo, constituido por geología de superficie y análisis petrográficos, se describirá la Formación Matatere (definida por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) como una secuencia turbidítica tipo flysch presente en el Surco de Barquisimeto, la cual posee material alóctono de diferente composición y tamaño) y sus unidades y estructuras geológicas adyacentes, en una zona al norte del estado Lara.

También, este trabajo es una actualización de la geología reportada de la zona de estudio, cartografiando de una forma más precisa y detallada la ubicación de las unidades presentes y sus contactos, las estructuras de deformación y la interacción que entre ellas se muestra. Se realizarán 12 mapas geológicos a escala 1:25.000 y uno a escala 1:100.000. Este estudio podría servir como fundamento en una investigación tectonoestratigráfica a nivel regional, que ayude a explicar el orden de depositación de las unidades presentes en el Surco de Barquisimeto, la evolución tectónica que tuvo dicha región y la procedencia del material aportado.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Integrar la cartografía geológica de la región Siquisique - Matatere, estado Lara, conjugando los datos recopilados por distintos autores, con la información obtenida en campo, referente a la ubicación de unidades, contactos y estructuras.

1.1.2. Objetivos específicos

- Recopilar información bibliográfica y cartográfica de estudios anteriores de las formaciones autóctonas y alóctonas y la verificación de los contactos entre ellas en la zona de interés.
- Realizar geología de superficie para registrar datos de campo, sobre todo en los contactos litológicos, describiendo los afloramientos y la litología.
- Analizar petrográficamente las secciones finas elaboradas a partir de las muestras de mano tomadas en campo, para clasificarlas litológicamente y determinar su origen.
- Elaborar 12 mapas geológicos actualizados, a escala 1:25.000, con la ayuda del *software* ArcGIS, basándose en la recopilación cartográfica geológica y la información obtenida en la geología de superficie; de la zona correspondiente a la cuadrícula de 12 mapas topográficos del Instituto Geográfico de Venezuela a escala 1:25.000 (6247-IV-NE, 6247-IV-SO, 6247-IV-SE, 6247-III-NO, 6247-III-NE, 6247-I-SO, 6247-I-SE, 6247-II-NO, 6247II-NE, 6347-IV-SO, 6347-IV-SE, 6347-III-NO).
- Elaborar un mapa geológico a escala 1:100.000, integrando la información de los mapas geológicos a escala 1:25:000.

1.2. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Proyecto Matatere se encuentra dividido en cuatro sectores principales establecidos mediante el cuadrículado del Instituto Geográfico de Venezuela para las hojas topográficas a escala 1:25.000; cada sector contiene 12 de éstas hojas. En la figura 1 se destacan los 4 sectores del proyecto resaltando la zona correspondiente a este trabajo (segundo sector de norte a sur).

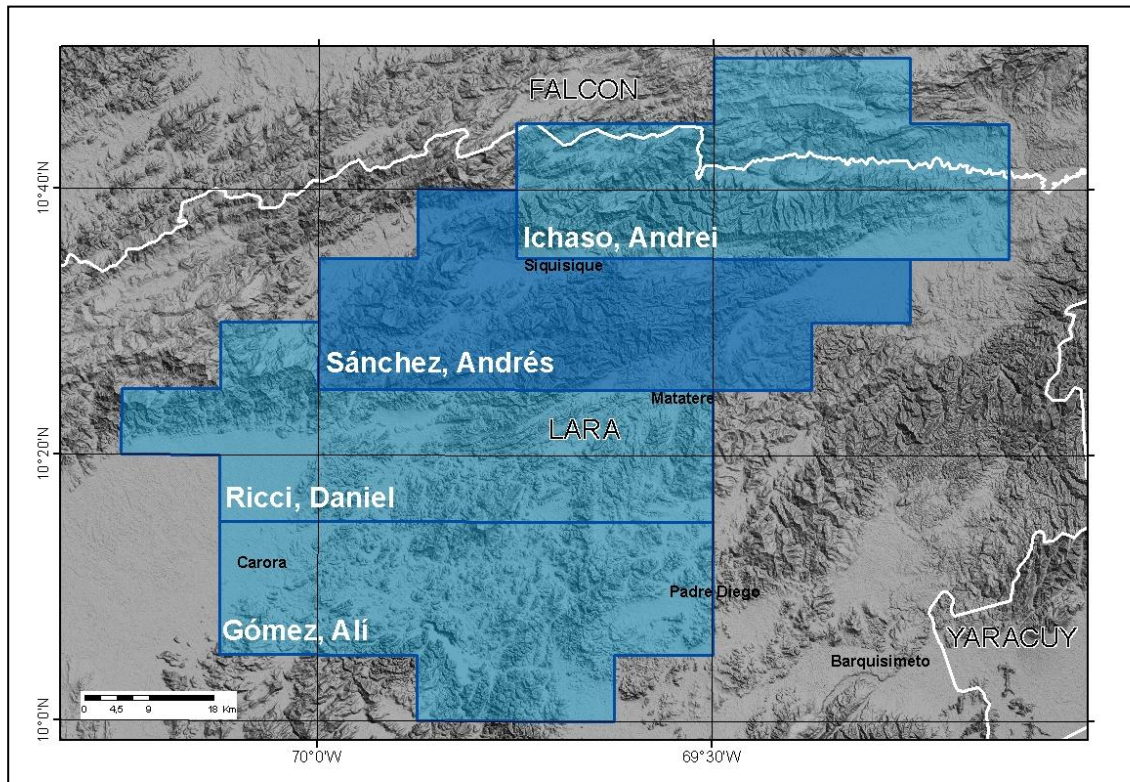


Fig. 1. Área comprendida por el Proyecto Matatere en un DEM (imagen modificada de la data ASTER 2004) con una resolución de 30 m. El área de este estudio está sombreada con un azul más oscuro. Ichaso, Ricci y Gómez: trabajos similares a éste realizados dentro del proyecto

La zona de estudio se encuentra al noroeste de Venezuela, en el estado Lara, específicamente al norte, abarcando un área de 1.513 km². Limita al norte con las poblaciones de Siquisique y El Hato de Urucure, al sur con Cambural y Matatere; al este con el valle de Santa Inés; y al oeste con Ojo de Agua. Corresponde parte de donde aflora la Formación Matatere, en el Surco de Barquisimeto. El sector estudiado genera un polígono (figuras 1, 2 y 3) cuyas coordenadas geográficas son:

- Franja Norte (Rectángulo pequeño):
Coordenadas Oeste: $69^{\circ}45'W - 69^{\circ}52'30''W$
Coordenadas Norte: $10^{\circ}35'N - 10^{\circ}40'N$

- Franja Central (Rectángulo mayor)
Coordenadas Oeste: $69^{\circ}15'W - 70^{\circ}W$
Coordenadas Norte: $10^{\circ}30'N - 10^{\circ}35'N$

- Franja Sur (Rectángulo mediano)
Coordenadas Oeste: $69^{\circ}22'30''W - 70^{\circ}W$
Coordenadas Norte: $10^{\circ}25'N - 10^{\circ}30'N$

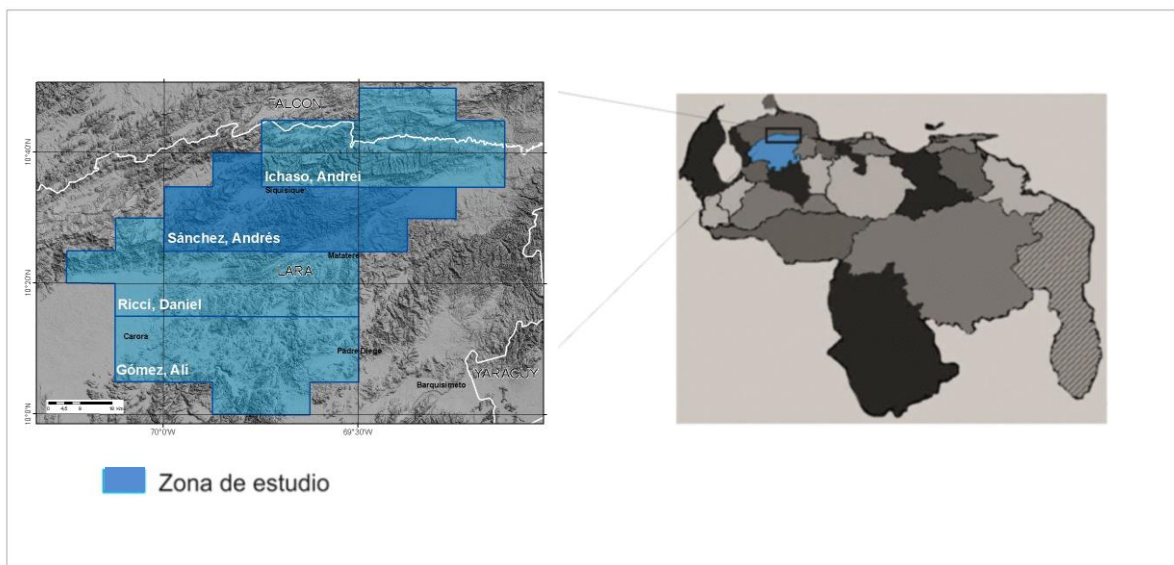


Fig. 2. Ubicación de la zona de estudio.

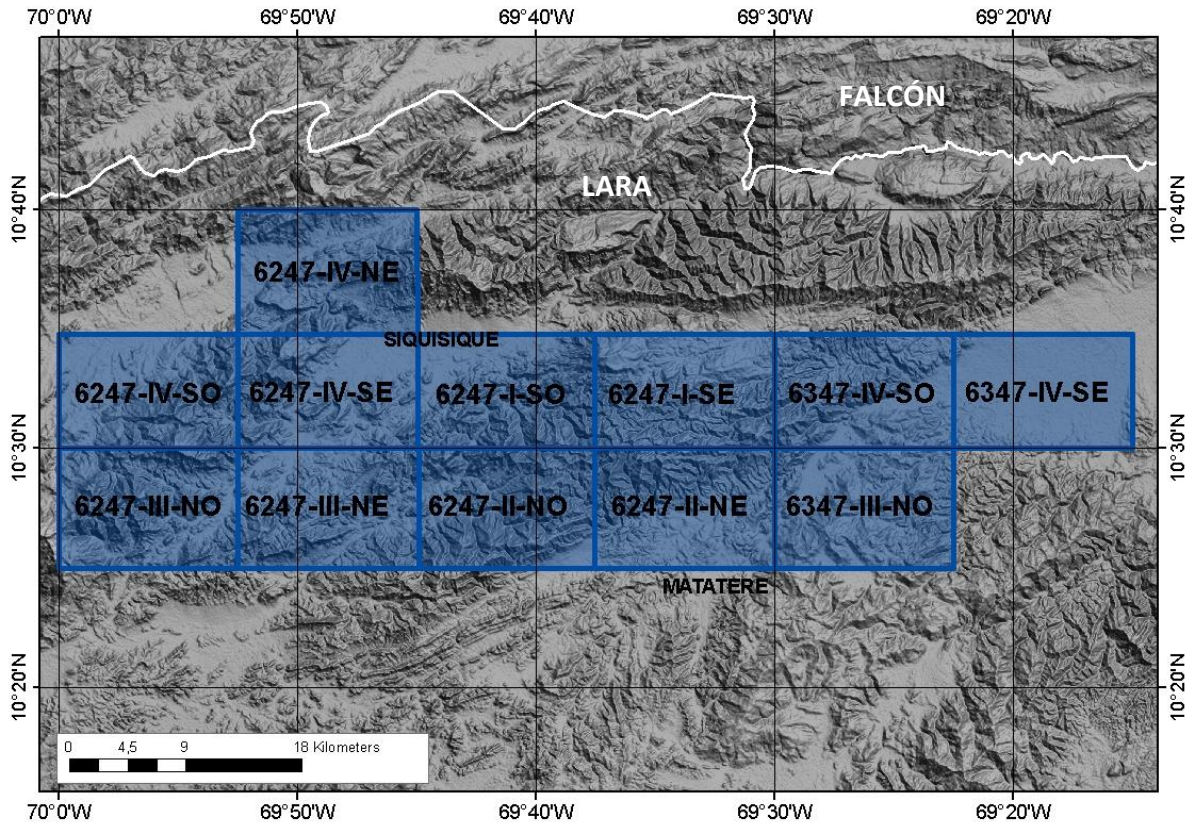


Fig. 3. Zona de estudio delimitada en DEM (imagen modificada de la data ASTER 2004) con una resolución de 30 m, dividida en cuadrículas según las hojas topográficas a escala 1:25.000 del IVGSB.

1.3. METODOLOGÍA

1.3.1. Etapa I: Recopilación de información bibliográfica

Esta primera etapa consiste en la recopilación de información geológica previa publicada, entre ellos artículos de revistas científicas, trabajos especiales de grado y memorias de congresos geológicos nacionales e internacionales realizados anteriormente con diferentes fines, al norte de Lara, de la Formación Matatere y otras unidades litológicas adyacentes.

Entre la cartografía a recolectada se tiene:

- Mapa geológico de Bucarito y Matatere al norte de Lara, realizado por VAN DER MEULEN (1954) para la Compañía Shell de Venezuela, a escala 1:40.000.
- Hojas C-4-D, C-5-C, C-5-D, D-4-B, D-5-A, D-5-B a escala 1:50.000 realizados para la “Creole Petroleum Corporation” por ROHR (1949), WHEELER (1958), JEFFERSON (1960) y NATERA (1957).
- Mapa geológico del sector de Los Algodones realizado por CORONEL *et al.* (1965) para la C.S.V. (Compañía Shell de Venezuela).
- Mapa geológico de la región Barquisimeto-Urachiche-Río Tocuyo de los estados Lara y Yaracuy, generado por BELLIZZIA *et al.* (1968) para el Ministerio de Minas e Hidrocarburos.
- Mapa geomorfológico base de las regiones costa nor-occidental 2, centro occidental 3 y central 6, realizado a escala 1:250.000 (COPLANARH, 1974), utilizado para las unidades cuaternarias.
- Mapa geológico del estado Lara, elaborado a escala 1:250.000 por STEPHAN (1982, 1985).
- Mapa de fallas activas cuaternarias reconocidas en el triángulo Boconó-Valera-Ancón a escala 1:250.000, elaborado por AUDEMARD *et al.* (1998) de la FUNVISIS.
- Mapa geológico de superficie 6247 a escala 1:100.000 realizado por BAQUERO (2007) para Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA).
- Mapa geológico del sector Los Algodones elaborado por URBANI *et al.* (2012), al norte del estado Lara, Venezuela.
- 12 Mapas topográficos del Instituto Geográfico Venezolano “Simón Bolívar” (IGVSB) a escala 1:25.000 del norte de Lara con sus respectivos ortofotomapas, cuyos códigos son: 6247-IV-NE, 6247-IV-SO, 6247-IV-SE, 6247-III-NO, 6247-III-NE, 6247-I-SO, 6247-I-SE, 6247-II-NO, 6247II-NE, 6347-IV-SO, 6347-IV-SE, 6347-III-NO.

1.3.2. Etapa II: Trabajo de campo

Se efectuó un trabajo de campo en las áreas aledañas a los poblados entre Siquisique, Los Algodones, Copaya, Corobore, Cambural, Matatere, y los ríos Baragua, Tocuyo, Copaya y Urama; con la finalidad de:

- Corroborar o corregir la información geológica previa recolectada en la Etapa I.
- Describir y ubicar los diferentes contactos litológicos y las estructuras geológicas presentes en la zona de estudio.
- Corroborar la existencia, extensión y composición de algunas de las capas de peñones cartografiadas por VAN DER MEULEN (1954).
- Tomar información de interés que no ha sido datada anteriormente, descripción de afloramientos (contactos, litología, estructuras), definiendo la forma y distribución en que se encuentran, y realizando una clasificación previa de las rocas.
- Recolectar muestras de mano en afloramientos que requieran mayor detalle de descripción litológica, principalmente muestras duras para luego elaborar secciones finas. Se le dio prioridad a rocas sedimentarias de grano medio a grueso, como areniscas y conglomerados de la Formación Matatere, para mejor descripción de componentes en posterior análisis petrográfico.
- Llevar un control de las áreas visitadas, correlacionando los datos obtenidos y relacionándolos con la geología regional.

Se efectuó la recolección de muestras de mano en afloramientos alrededores de las quebradas, ríos o cortes de carreteras; también se tomó muestra de un rodado en cauce de quebrada. Al mismo tiempo, se realizó una clasificación preliminar de la roca y se ubicó la toma de muestra en el mapa de campo. Las sedimentarias de grano grueso, como areniscas o conglomerados, y las rocas ígneas son útiles para inferir posibles fuentes de aporte de sedimento; mientras que las rocas carbonáticas aportan información ambiental a través de sus componentes. En total se recolectaron un total de 19 muestras.

Dependiendo del tipo de roca recolectada, se describieron una serie de parámetros que ayudaron a la clasificación de las mismas y a correlación de la geología local:

- **Arenisca:** color fresco, color meteorizado, tamaño de grano, escogimiento, esfericidad, redondez, reacción al ácido clorhídrico y mineralogía.
- **Conglomerado:** tamaño de clastos, porcentaje de matriz, escogimiento, esfericidad, redondez e identificación de tipos de clastos.
- **Roca ígnea:** color fresco, color meteorizado, tamaño de cristales (son observables o no), mineralogía y texturas presentes.
- **Roca carbonática:** color fresco, color meteorizado, presencia de siliciclásticos y contenido fósil.

1.3.3. Etapa III: Trabajo de laboratorio y oficina

Luego de haber realizado el trabajo de campo y haber corroborado y obtenido la información necesaria, se procede con la última etapa a la cual se somete la investigación y que se divide en dos actividades: la realización de los mapas geológicos y el análisis petrográfico de las muestras.

1.3.3.1. Elaboración de mapas geológicos

El primer paso consistió en utilizar los mapas recopilados en la Etapa I, algunos disponibles en físico y otros ya en formato digital facilitados por la mapoteca del Laboratorio de Geología y Geoquímica (330) de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela. Los que se encontraban en físico se convirtieron en imágenes raster con el uso de un “scanner”.

Utilizando en *software* ArcGis (versión 9.2) se georeferenciaron los mapas mencionados en coordenadas UTM La Canoa, ya que los mapas del IGVS B se encuentran en este sistema de coordenadas y además fue el sistema utilizado en el GPS (Global Position System) que se manipuló en el trabajo de campo.

La información topográfica fue digitalizada tomando como base los mapas topográficos a escala 1:25.000 del IGVS B. Se vectorizaron las curvas de nivel principales, vías, drenajes

y toponimia en capas diferentes, cada uno con sus respectivos atributos. Algunas vías fueron tomadas de los ortofotomapas del IGVS B.

La información geológica fue digitalizada fundamentándose también en los ortofotomapas del IGVS B y en los mapas geológicos. Se vectorizaron las unidades litológicas, contactos litológicos estructuras geológicas, trazas y datos de rumbos y buzamiento. De igual manera, cada tipo de elemento se vectorizó en capas diferentes con sus respectivos atributos.

Una vez digitalizada toda la información de los autores consultados, se procedió a añadir los datos recolectados en el trabajo de campo y finalmente se hicieron los ajustes respectivos para que toda la información en conjunto tuviera coherencia geológica.

Posteriormente se efectuó el diseño de los 12 mapas geológicos a escala 1:25.000 y del mapa geológico a escala 1:100.000. Se trasladó el sistema de coordenadas de UTM La Canoa a UTM WGS84. El mapa geológico general de la zona a escala 1:100.000 se elaboró enlazando la información de los 12 mapas a escala 1:25.000, pero obviando cierta información detallada por no ajustarse a la nueva escala aumentada.

1.3.3.2. Estudio petrográfico

Se elaboraron 14 secciones finas a partir de las muestras de mano tomadas en la etapa II. Se seleccionaron dependiendo del interés de la muestra, principalmente las de grano grueso y las que se encontraran en mejor estado físico. Cabe destacar que también se analizaron 17 secciones finas de MARTÍNEZ & VALLETTA (2008) utilizadas en su Trabajo Especial de Grado correspondientes al sector de Los Algodones y sus adyacencias, coincidiendo con parte de la zona de estudio del presente trabajo, con el fin de ahondar y comprender mejor la litología y procedencia de la Ofiolita de Siquisique y del Complejo de Los Algodones.

Las muestras se clasificaron según la composición mineralógica y textural, utilizando sistemas de clasificaciones propuestos por otros autores, cuyo uso dependió del tipo de roca analizada. Los sistemas de clasificación utilizados fueron:

- **Para areniscas:** clasificación de PETTIJOHN *et al.* (1972).

- **Para conglomerados:** clasificación de PETTIJOHN (1975).
- **Para carbonatos:** clasificaciones de DUNHAM (1962), FOLK (1962) Y MOUNT (1985).
- **Para rocas ígneas:** clasificación I.U.G.S., de STRECKEISEN (1972).

2. GEOLOGÍA REGIONAL

2.1. TRABAJOS PREVIOS

El territorio del estado Lara ha sido, desde muchos años atrás, investigado en el área geológica, principalmente por compañías petroleras, tales como Compañía Shell de Venezuela y Creole Petroleum Corporation, en exploración de hidrocarburos. Seguidamente, por su complejidad estructural y variedad de formaciones expuestas en la zona, numerosos autores han tomado interés en este lugar para sumergirse más a fondo, directa o indirectamente, en la investigación de la evolución tectono-estratigráfica del lugar. A continuación se presenta un resumen de trabajos de distintos autores que en sus de investigaciones han abarcado, total o parcialmente, el área correspondiente a este Trabajo especial de Grado:

- VAN DER MEULEN (1954): realizó un estudio para la Compañía Shell de Venezuela, en el área de Bucarito-Matatare, al norte de Barquisimeto y al sur de Siquisique, en el estado Lara, donde se encuentra el surco de Barquisimeto. El objetivo de su reporte es el estudio de las rocas del Cretácico, Paleoceno y Eoceno, y su contexto tectónico. Meulen define al Cretácico, representado por las entonces llamadas formaciones Tomón, La Luna y Colón, al igual que las capas de peñones dentro de las lutitas del Paleoceno y Eoceno. Litológicamente, el Eoceno está compuesto por arenisca, lutita y caliza arenosa conteniendo las capas de peñones de caliza cretácica, del Paleoceno y de rocas ígneas, de hasta 5 km de longitud. Las calizas del Paleoceno se encuentran tanto en condiciones autóctonas como calizas arrecifales y de manera alóctona en capas de peñones. Grandes foraminíferos fueron de gran ayuda para la datación del Eoceno Inferior y Eoceno Medio, sin embargo no hubo evidencia fósil para el Eoceno Superior. El Cretácico alóctono y los peñones del Paleoceno fueron originados en escarpes submarinos a lo largo del surco de Barquisimeto, relacionados con deslizamientos gravitacionales y corrientes turbidíticas; como ejemplos importantes de estas capas menciona la Capa de Peñones de Paragüito y el Conglomerado de Cienaguita. El Eoceno se encuentra discordante e infrayacente de los

sedimentos detríticos del Oligoceno. La estructura principal de la zona es el anticlinal de Buenos Aires, que presenta inmersión hacia el noreste, además de un gran número de fallas.

- RENZ *et al.* (1955): elaboraron un estudio de los deslizamientos submarinos al occidente de Venezuela, describiendo las lutitas del Paleoceno y Eoceno del estado Lara, junto con las peñas y bloques del Pre-Cretácico, Cretácico y Paleoceno. Los autores infieren que el material alóctono provino de la ruptura de escarpes submarinos causados por desplazamientos tectónicos verticales a lo largo de los bordes del surco de Barquisimeto, que fue movido gravitacionalmente hacia el centro del surco, distancias de aproximadamente 30 km de las fuentes próximas. Asociadas a las lutitas nombradas, encontraron unas areniscas carbonáticas con capas gradadas, que resultan de las corrientes turbidíticas. Los deslizamientos submarinos persistieron durante el Paleoceno Temprano al Eoceno medio, provocando un cambio de composición de las capas de peñones a medida que pasaba este tiempo. Las manifestaciones más importantes del fenómeno son: a) el deslizamiento submarino de Carora, consiste en una masa deslizada principalmente de lutitas retorcidas expuestas con un gran número de elementos secundarios clásticos del Cretácico, alternadas con areniscas de grano muy fino y lutitas paleocenas de ambiente de aguas profundas, evidenciando períodos de depósitos tranquilos alternando con eventos tectónicos; b) la capa de peñones de Paragüito, que contienen foraminíferos grandes del Eoceno medio y calizas del Paleoceno, además granitos y rocas metamórficas que son en generalmente más pequeños e irregulares que los elementos de calizas. A diferencia del deslizamiento de Carora, este pudo haber descendido del borde norte (Siquisique) y borde este de la cuenca sedimentaria de Barquisimeto.

- CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957): investigaron sobre las rocas ígneas (ofiotita extrusiva y complejo gabroico intrusivo) que afloran en los alrededores del poblado de Siquisique del estado Lara, para relacionarlas con las rocas del Cretácico que se encuentran a su alrededor (formaciones La Luna, Río Negro y Grupo Cogollo) y a su vez, de las rocas del Terciario (Eoceno y Oligoceno). Realizaron un mapa a escala 1:10.000 donde enfocan las zonas de Los Algodones y de Las Tinajitas, lugares importantes donde muestran afloramientos representativos de estas unidades ígneas. Dataron una edad del Cretácico Tardío a los eventos magmáticos y volcánicos responsables de la generación de estas rocas.

- WHEELER (1958): cartografió información estratigráfica y estructural del sector surcentral del estado Falcón (municipios Federación, Democracia y Buchivacoa) y norcentral del estado Lara (municipios Urdaneta y Torres). Resaltó las diferencias litológicas entre las calizas de la Formación Cristian (actualmente Formación Capadare) y la Formación Churuguara.

- CORONEL & RENZ (1960): clasificaron un material autóctono y otro alóctono en la zona ubicada entre Barquisimeto y el pueblo de Carorita Arriba. El material autóctono consiste en una secuencia terciaria no diferenciada tipo “flysch” depositada dentro del Surco de Barquisimeto, mientras que el material alóctono se encuentra dentro del material autóctono y lo clasifican como peñones de rocas cretácicas, gneises y arenisca cuarcítica del Paleoceno temprano. Explican que estos bloques y peñones del Paleoceno temprano provienen del borde sur del surco a causa de deslizamientos submarinos desprendidos de los escarpes de falla.

- RENZ (1960): realizó una recopilación de varios trabajos anteriores de otros autores y de él mismo; toma en cuenta trabajos realizados por su persona (1955), por LAKEMAN, VAN DER MUELEN (entre 1953 y 1954), BUSHMAN (1958 y 1959). En este trabajo se basó en el análisis del surco de Barquisimeto, situado al este del estado Lara, diciendo que está estratigráfica y estructuralmente complicado y poco comprendido. Nombra a deslizamientos submarinos ocurridos en el margen oeste del surco de Barquisimeto y sostiene que este proceso se da por una rápida subsidencia del surco, lo cual hace que las masas de rocas cretácicas y terciarias expuestas se deslicen hacia la cuenca. El área del surco está caracterizado por un gran espesor de una secuencia uniforme de lutitas terciarias de color gris oscuras a negras y laminares, con areniscas grises a marrones. Del Pre-Cretácico al Paleoceno existen una variedad de cantos y bloques que son intercalados con las lutitas descritas, nombrando a las formaciones Humocaró y La Luna como parte del aporte de este material, pero desconoce el origen de los cantos de rocas ígneas. La litología del terciario en general se asemeja a las facies flysch de los Alpes, y el espesor de la secuencia lo estima en unos 5.000 metros a lo largo del flanco noroeste del pliegue de Bucarito. El autor recomienda una mejor clasificación de las secuencias de los sedimentos terciarios del surco, para determinar el origen de los cantos y los bloques presentes dentro

de las mismas. Elaboró una tabla de correlación entre las formaciones terciarias presentes dentro del surco de Barquisimeto entre las zonas de Humacaro Bajo (edo. Lara) y Río Caribe (edo. Trujillo).

- BELLIZZIA & RODRIGUEZ (1966): estos autores le dieron el nombre de Formación Matatere, por primera vez y de manera informal, para definir la secuencia turbidítica de edad Paleoceno-Eoceno, intercalada con algunas capas de peñones. La gruesa sección de turbiditas está representada por generalmente delgadas capas de areniscas de diferentes composiciones, desde impuras líticas a impuras feldespáticas, con varios horizontes de areniscas conglomeráticas y conglomerados líticos; tienden a ser de grano medio y escogimiento pobre, además su color es de gris verdoso o marrón, los granos predominan angulares y subangulares. Estas areniscas representan el 25% a 35% de toda la secuencia y presentan algunas estructuras típicas de las turbiditas (buena gradación, huellas de base, pliegues slumps, estructuras de desgarre, láminas y escamas de filitas y lutitas, etc.). El resto del volumen total de la secuencia, entre 65% y 75%, lo representan las lutitas limolíticas o arenáceas, que desarrollan un clivaje oblicuo permitiendo su desprendimiento en lajas; el color fresco es negro y el color meteorizado es marrón. Los peñones y bloques localizados en la Formación Matatere provienen de deslizamientos de la Formación Barquisimeto y de areniscas, rocas graníticas y gnéicas del Cretácico Inferior. El ambiente de sedimentación se compara con las facies “flysch” europeos, relacionado con corrientes de turbidez. El surco de Barquisimeto es asociado a los grandes espesores de turbiditas sedimentados por deslizamientos, y responde a las teorías de tectónica en la zona y la presencia de material alóctono. La existencia de rocas metamórficas y volcánicas evidencian levantamiento orogénico o erosión marina muy marcada.

- VON DER OSTEN (1967): sugiere unificar la nomenclatura geológica existente hasta ese momento. Recomendó incluir a la secuencia tipo flysch, que rellena el Surco de Barquisimeto, en la Formación Morán, y al mismo tiempo subdividirla en dos miembros: el miembro inferior lutítico (Tocuyo) y un miembro superior arenoso (Botucal). Propuso que las nomenclaturas de las formaciones Barquisimeto, Matatere, entre otras, se consideraran inválidas. Indicó que las capas de peñones de Pavia y de Paragüito no deberían definirse

como unidades estratigráficas debido a que pertenecen a litofacies discontinuas distribuidas esporádicamente en las lutitas del miembro Tocuyo.

- BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968): elaboraron una descripción formal de la estratigrafía de los estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo. Resaltan que la geología del estado Lara es de gran interés por ser la zona de convergencia entre los sistemas orogénicos de las Cordilleras de Mérida y la Cordillera de la Costa, y que la complejidad estratigráfica y tectónica de la región se deben a los deslizamientos submarinos Cretácico Superior-Paleoceno y Eoceno. Los autores recalcan a La Formación Matatere como la unidad más característica del Surco de Barquisimeto, aflorando una tercera parte del total de la superficie del estado Lara. Señalan que la propuesta realizada por VON DER OSTEN (1967) carece de fundamento y que el nombramiento del Grupo Lara es inoportuna por constituir sus dos unidades componentes alóctonos del Cretácico Inferior y Superior. Describen más detalladamente a la Formación Matatere y la distinguen de la Formación Morán por la ausencia de fósiles en la lutita y por las características mineralógicas y texturales de la arenisca. Igualmente describe a las formaciones Barquisimeto, Bobare y otras tratando de hacer una relación estratigráficas entre ellas.

- GONZALEZ DE JUANA *et al.* (1980): sintetizan la evolución geológica del occidente del país, donde definen rasgos estructurales, estratigráficos y litológicos, regionales y locales, para cada unidad sedimentaria en el surco de Barquisimeto. Afirman que en la región central de Lara se produjeron deslizamientos sedimentarios desde su lugar de origen hacia el centro del Surco de Barquisimeto, emplazando estas masas alóctonas a una secuencia de sedimentos más jóvenes. Los cerros de colores blanquesinos o amarillentos que dominan sobre la planicie de suelos rojizos, representan estos bloques alóctonos. Los autores dan una descripción del relieve de la zona y su relación con la geología; expresa que la depresión de Lara comprende entre las poblaciones de Carora, El Tocuyo, Barquisimeto y Sarare. Las mayores extensiones de aluvión se encuentran en la Sabana de Carora y en la llanada entre Quíbor y Barquisimeto. Hacia el norte y oeste de Barquisimeto se exponen mayor cantidad de arcillas terciarias y bloques alóctonos. El cambio de relieve se denota gradual hacia el norte, desde las planicies hacia las elevaciones de Falcón, es más brusco hacia el suroeste por los Andes y hacia el este por la Cordillera de la Costa.

- STEPHAN (1982): define, en su tesis doctoral, a las montañas del norte del país, como un “edificio tectónico polifásico”, nombrando a la superposición de napas que se extiende desde la transversal de Barquisimeto en su región occidental hasta la península de Araya-Paria en su extremo oriental. Hizo énfasis al complejo tectónico-sedimentario de Lara como una sucesión terrígena del Paleoceno temprano al Eoceno tardío, intercalada con unidades alóctonas de las napas de la Cordillera de la Costa y de Tinaco-Tinaquillo, al norte de la Falla de Boconó. Divide a la Formación Matatere en 4 subconjuntos: Matatere I: serie esencialmente lutítica del Paleoceno temprano, en la parte superior es intercalado con olistolitos del Cretácico; Matatere II: dominada por intercalaciones pelíticas con paquetes de areniscas de mayor espesor (correspondiente al Paleoceno tardío hasta el Eoceno temprano), los olistolitos se presentan en todos los niveles, más abundantes en la base y en la parte superior. Es discordante con los alóctonos cretácicos subyacentes (unidades de las napas de la Cordillera de la Costa); Matatere III: es una sucesión caracterizada por areniscas y conglomerados, a menudo turbidíficas semejante a una secuencia tipo flysch. Los olistolitos son relativamente menos abundantes que en Matatere II y están también concentrados en la base y la parte superior de la secuencia, posee una edad del Eoceno temprano al Eoceno tardío y reposa discordante en el Cretácico alóctono (napa de la Cordillera de la Costa); Agua Negra: corresponde a la parte alta del Eoceno tardío, y consta de una secuencia de facies que varía desde conglomerados calcáreos a areniscas glauconíticas y lutitas negras fosilíferas, los olistolitos son más raros, acompañan a los “slumps”, reposa discordante en la unidad de Siquisique-Rio Tocuyo (napa de Tinaco-Tinaquillo). Describe a las unidades ígneas que afloran en la región de Siquisique, identificando una unidad volcanosedimentaria. El autor también define como “Complejo Tectono-Sedimentario de Lara” al sector conformado por las unidades paleocenas y eocenas depositadas al sur de las napas del Caribe, y propone utilizar este término en lugar de “Surco de Barquisimeto”, al cual considera como una connotación paleogeográfica y autoctonista.

- MARTÍNEZ & VALLETA (2008): procesaron un análisis petrográfico de las facies gruesas de la Formación Matatere, así como de los olistolitos contenidos en ella e interpretaron la ubicación y distribución de las muestras a lo largo de su zona de estudio.

Recopilaron las características petrográficas de las rocas aflorantes en el Surco de Barquisimeto y a las unidades del centro-occidente del país analizándolas como posibles fuentes de aporte de sedimentos en el Paleoceno-Eoceno. Clasificaron distintos tipos de areniscas y wacas de baja madurez textural y gran variedad de fragmentos líticos, por lo que la asociaron con diferentes unidades que se encontraban cerca al surco de depositación. El conglomerado resultó polimíctico, con fragmentos líticos de origen ígneo, volcánicos, plutónicos y de arenisca, infiriendo que su fuente de aporte se encuentra al norte del surco. Los olistolitos son principalmente de caliza y de rocas ígneas plutónicas estableciéndolos como unidades de aporte, siendo la roca carbonática de la secuencia cretácica que forma los bordes de la cuenca. Las unidades que resultaron potenciales fuentes de material afloran en las regiones de Península de la Goajira, Serranía de Perijá, Flanco Norandino, Andes de Mérida, sur del estado Lara, norte del estado Portuguesa, El Baúl, El Tinaco, Yumare, Península de Paraguaná y Siquisique. Diversas litologías encontradas no correspondieron con las unidades descritas en la literatura.

- NOGUERA *et al.* (2008): procesaron datación de zircones detríticos provenientes del margen pasivo venezolano, para formaciones del Cretácico Temprano. Sustentan que el sistema fluvial Proto-Orinoco drenaba tanto en el escudo de Guyana como en Los Andes Colombo-Venezolanos durante el Cretácico Temprano, por ende servía como aporte de sedimentos para las formaciones depositadas sobre el graben de Espino y el rift de Uribante, siendo la última la Formación Bobare.

- BAQUERO *et al.* (2009): ejecutaron una investigación sobre el desarrollo polifásico de la cuenca de Falcón y evaluaron la calidad de la roca madre del Cenozoico. Presenta detalladamente un modelo tectono-estratigráfico evolutivo de la cuenca y del emplazamiento de las napas de Lara, mostrando por medio de croquis y cortes geológicos cada fase tectónica. Las Napas de Lara se emplazan entre el Cretácico Tardío al Eoceno medio, seguido del colapso tectónico y la formación del graben entre el Eoceno tardío y el Mioceno temprano, continuando con su inversión en el Eoceno medio exponiendo las secuencias.

- URBANI (2010): integra la información previa de RENZ *et al.* (1955) y BUSHMAN (1965) y propone dar validez a las unidades descritas por esos autores como son: la “Capa de Peñones de Paragüito” (noreste de Carora), denominadas por RENZ *et al.* (1955) y también de la “Capa de Peñones de Pavia” por BUSHMAN (1965), al noreste de Barquisimeto. El objetivo de este trabajo era realizar una descripción detallada y una cartografía adecuada para estas unidades con la finalidad de que fueran nuevamente validadas, ya que la comisión del Léxico Estratigráfico de Venezuela las había eliminado. Estos niveles de peñones, generalmente de calizas del Cretácico y granitos se encuentran dentro de la Formación Matatere (Paleoceno-Eoceno). Se utilizó el método de U-Pb en zircón algunos de los peñones, llegando a obtener edades del Ordovícico Tardío. El autor afirma que estas capas de peñones fueron depositadas en tiempo de inestabilidad tectónica en los límites del Surco de Barquisimeto dando lugar a los deslizamientos del material alóctono. El material sedimentario y granitoide provienen del margen sur del surco, mientras que los elementos ígneos máficos se relacionan con el margen norte, límite caribeño.

- URBANI & MENDI (2011): recopilan los trabajos realizados anteriormente que hacen referencia a la discordancia del margen sur de la cuenca Oligo-Miocena de Falcón. Citan reseñas que hablan del tema desde el año 1893 hasta la actualidad, apuntando también observaciones de campo propias de los autores. Concluyen que la edad de las unidades involucradas corresponden al efecto de la transgresión de las formaciones oligo-miocenas de la cuenca de Falcón sobre rocas del Paleógeno y más viejas. La Formación Matatere se encuentra cubierta por la Formación Castillo (con rocas siliciclásticas de ambiente costero) entre el norte de Carora y Siquisique. Más hacia el este la Formación Capadare reemplaza a la Formación Castillo (rocas carbonáticas de ambiente costero). En la zona de Yumare también aflora la discordancia, donde además de la Formación Capadare, también afloran las formaciones Ojo de Agua y Casupal, que se superponen a una unidad de rocas metaígneas máficas de posible edad Neoproterozoico.

- ICHASO (2011): realizó su Trabajo Especial de Grado involucrado en el “Proyecto Matatere” dirigido por FUNVISIS y en colaboración con la UCV. El “Proyecto Matatere” se divide en 4 zonas de estudio, cada uno abarcando un área aproximado de 1520 km²

(equivalente a 12 mapas de escala 1:25.000 del IGVS). Su objetivo principal consistía en una integración cartográfica de autores previos, con una base de trabajo de campo y análisis petrográficos, en la zona más septentrional del proyecto entre el norte del estado Lara y el sur del estado Falcón, específicamente en la región comprendida entre Siquisique-Santa Inés-Santa Cruz de Bucaral. Aparte de actualizar y detallar la cartografía geológica del lugar, pretendía describir el contacto entre la Formación Matatere y las rocas volcánicas de la Ofiolita de Siquisique en la quebrada Agua Linda, sector Macuere, estado Lara, afirmando la discordancia tipo inconformidad entre éstas dos unidades. Como resultado generó 12 cartas geológicas a escala 1:25.000 y una generalizada a escala 1:100.000. Señala que los eventos de las “Napas de Lara” (Eoceno Medio) y el desarrollo de la cuenca de Falcón (Oligoceno-Mioceno Medio) son los más importantes causantes de la distribución de las unidades en esta zona.

- RICCI (2011): al igual que el autor anterior, su Trabajo Especial de Grado pertenecía al “Proyecto Matatere” dirigido por FUNVISIS y en colaboración con la UCV. La zona de estudio de este autor concierne a la tercera zona, de norte a sur, del proyecto, al norte del estado Lara, entre los poblados La Mesa y Matatere. Recopiló cartografía geológica de la zona, realizó un trabajo de campo recolectando muestras y elaboró un análisis petrográfico de ellas. Además de describir las unidades aflorantes, contactos y estructuras, también hizo énfasis en corroborar las capas de peñones de la Formación Matatere citadas por autores anteriores. Expone la historia geológica de la zona, indicando los eventos de la transgresión del Cretácico, el emplazamiento de las Napas de Lara durante el Paleoceno-Eoceno, seguido de la creación de la cuenca de Falcón; que simultáneamente tuvieron la depositación de unidades que el autor describe (formaciones Bobare, Barquisimeto, Matatere, Paují, Castillo, Agua Clara, entre otras). Los levantamientos generados por las fallas de corrimientos producen que se expusieran las formaciones antiguas, sirviendo éstas como fuente de aporte para la secuencia flysch y depositándose las capas de peñones y variedad de olistolitos. El autor aportó 12 cartas geológicas a escala 1:25.000 y una generalizada a escala 1:100.000.

2.2. TECTONO-ESTRATIGRAFÍA

La zona del presente estudio se ubica dentro de los corrimientos en sentido NW-SE denominados Napas de Lara, que a su vez fueron afectados durante la formación e inversión de la cuenca de Falcón. El desarrollo de estas dos grandes estructuras a través de la historia geológica, llevan a cabo la distribución variada de unidades que hoy en día afloran en esta región.

VAN DER MEULEN (1954) destaca que la gran secuencia de sedimentos del Terciario se depositó en el Surco de Barquisimeto y que la estructura principal de la zona es el Anticlinal de Buenos Aires, con inmersión hacia el noreste y un gran conjunto de fallas. RENZ (1960) lo confirma acotando que estructuralmente, la zona es complicada debido a la cercanía con el límite tectónico. Esto último también lo comentan BELLIZZIA & RODRIGUEZ (1966) en su publicación, diciendo que los sedimentos del Surco de Barquisimeto están asociados a deslizamientos que responden a las teorías tectónicas y a levantamiento orogénico.

RENZ *et al.* (1955) en su propuesta de la “Capa de Peñones de Paragüito” y el “Deslizamiento submarino de Carora”, expresan que este material de secuencias de lutitas y areniscas del Terciario se depositaron en un momento de inestabilidad tectónica alternando con períodos de tranquilidad permitiendo deslizamientos del material alóctono de diferentes composiciones, entre el Paleoceno y Eoceno medio en el Surco de Barquisimeto (Fig. 4).

BAQUERO *et al.* (2009) proponen un modelo estructural detallado de cuatro etapas sobre el desarrollo tectónico de esta región. Parten de una distribución prácticamente plana de rocas del Cretácico de aproximadamente 236 km de longitud (Fig. 5, arriba).

La primera etapa ocurre durante el Paleoceno?-Eoceno Temprano y consiste en la aparición de una conjunto de corrimientos debido al movimiento en sentido sureste del Arco del Caribe con respecto a la placa Suramericana, ocasionando desplazamiento de las rocas del Cretácico previamente depositadas y emplazando parte del proto-Caribe, generando lo que se conoce como Napas de Lara (Fig. 5, abajo). Estos corrimientos se

desarrollaron en cinco pulsos y produjeron un acortamiento de 73 km, trayendo como consecuencia la generación de una cuenca antepaís de gran profundidad llamada Surco de Barquisimeto, en la que se depositó una secuencia tipo flysch (Formación Matatere) de forma discordante sobre la secuencia cretácica. A parte de esta secuencia rítmica y a causa de la inestabilidad tectónica en el Eoceno por el movimiento transpresivo de la placa proto-Caribe, también se hayan olistolitos del Cretácico e ígneos, por lo que se deduce que este material estuvo involucrado en el frente de deformación durante el evento tectónico de la migración de las Napas de Lara hacia el sur y posteriormente fueron recicladas en el surco (Fig. 6).

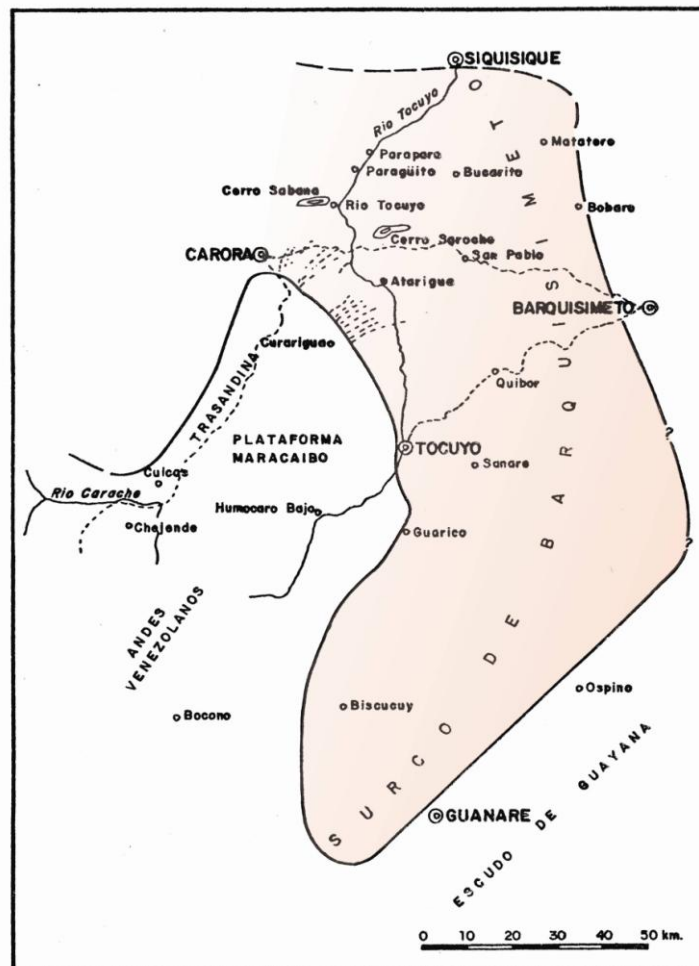


Fig.4 Límites esquemáticos del Surco de Barquisimeto durante el Paleoceno-Eoceno Inferior. Tomado y modificado de RENZ *et al* (1955)

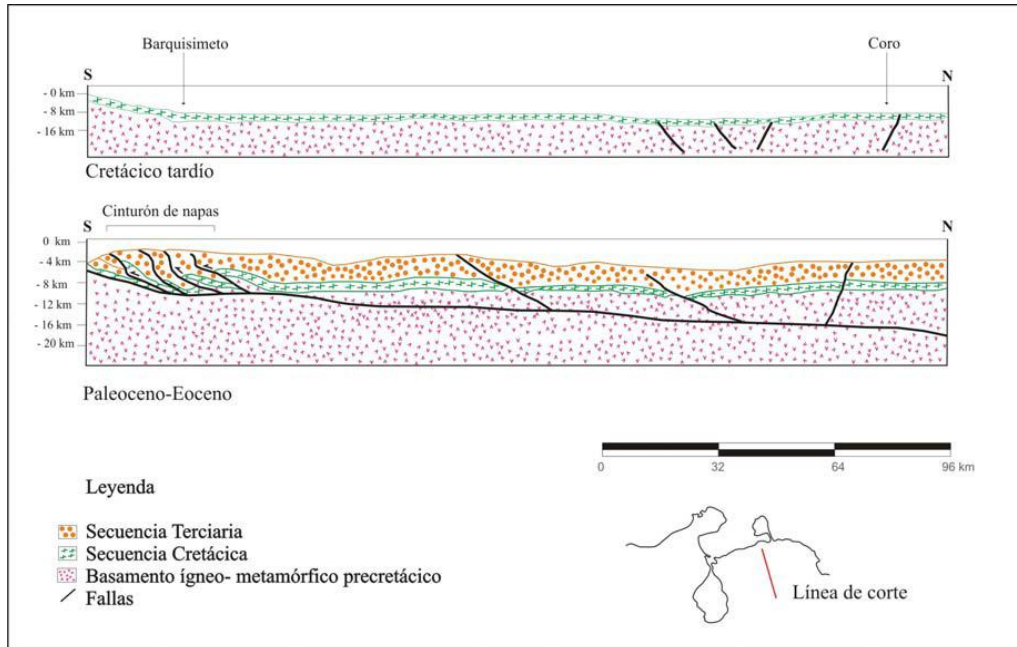


Fig. 5. Cortes geológicos mostrando el desarrollo del sistema de corrimientos o Napas de Lara hacia el norte del estado Lara. Imagen tomada y modificada de BAQUERO *et al.* (2009), en MARTÍNEZ & VALLETA (2008).

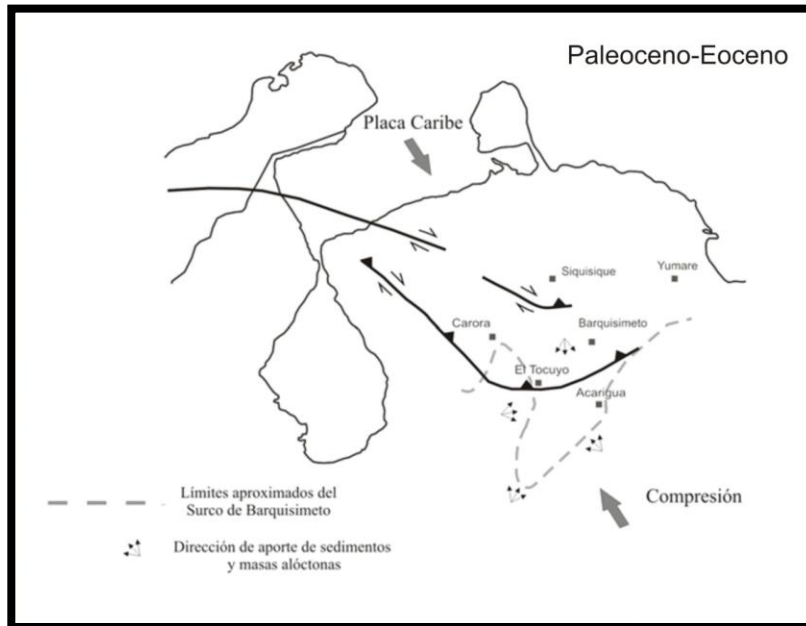


Fig. 6. Posición del frente de corrimiento para el Paleoceno-Eoceno. Tomado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008) y simplificado de BAQUERO *et al.* (2009).

Durante el Eoceno Medio la corteza alcanza su máximo espesor (Fig. 7) influyendo en el movimiento transpresivo de la placa proto-Caribe, provocando una subducción tipo “B” (de ángulo bajo) y la liberación de esfuerzos en la zona afectada. Dicha acción, con la ayuda de

las fallas pre-existentes y de la erosión, crea una zona de descompresión que genera colapso en fallas normales subparalelas a la subducción entre el Eoceno Tardío al Oligoceno (Fig. 8). Las fallas normales en conjunto, forman estructuras tipo graven y semigraven originando la cuenca de Falcón, contemplada como la segunda etapa propuesta por el autor (Fig. 9). En consecuencia, un evento transgresivo permite la depositación de formaciones como Santa Rita y Trujillo, pero ausentes hacia el norte y sur de esta región, por lo que deducen que éstas eran zonas dominantes (Fig. 10).

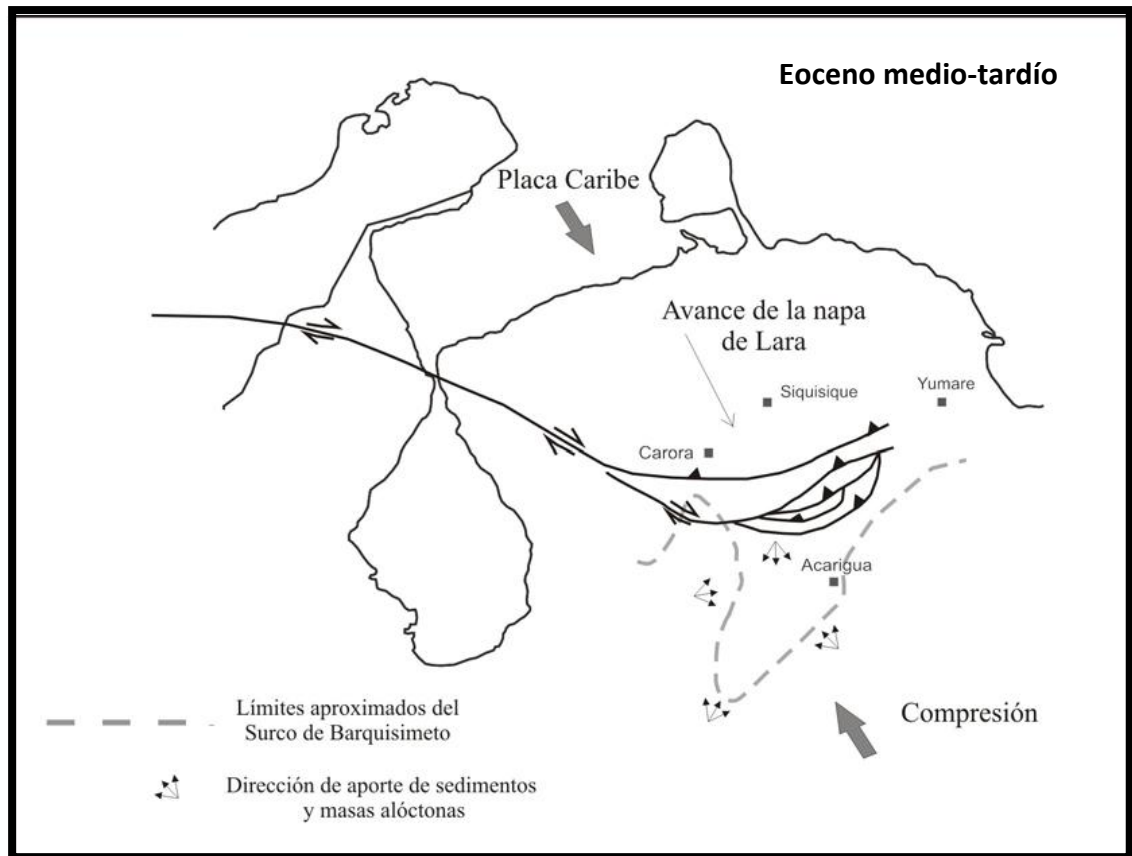


Fig. 7. Desarrollo de las Napas de Lara en el Eoceno medio-tardío alcanzando el máximo espesor de la corteza. Tomado de MARTÍNEZ & VALLETTA (2008) y modificado de BAQUERO *et al.* (2009).

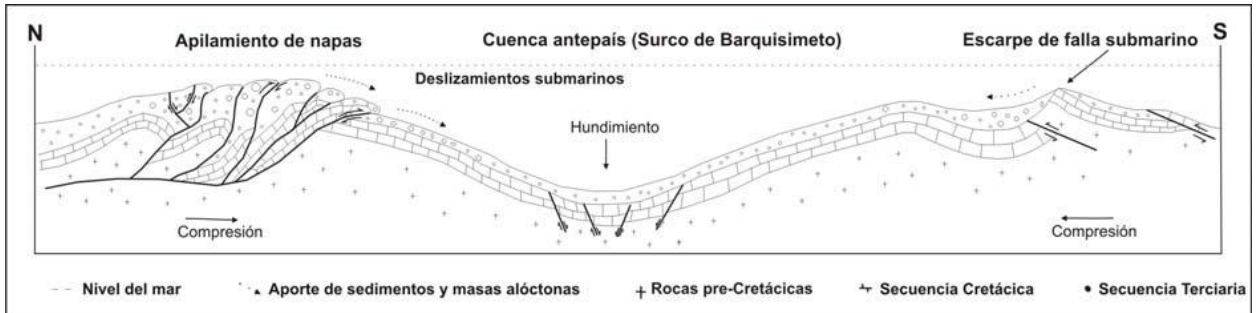


Fig. 8. Corte esquemático de la Fig. 7 del Surco de Barquisimeto entre el Eoceno Medio y el Oligoceno. Tomado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008) y modificado de BAQUERO *et al.* (2009).

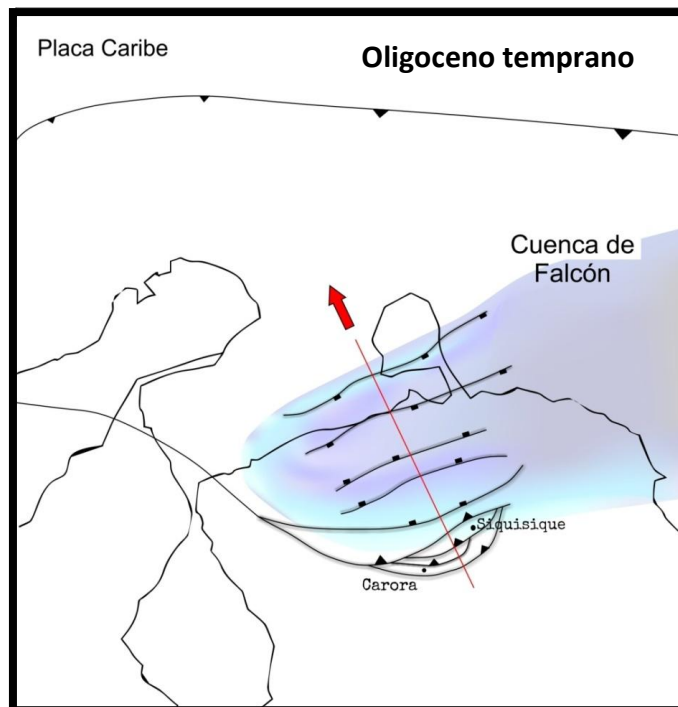


Fig. 9. Zona de descompresión tectónica generando estructuras graben y reactivación de fallas en el Oligoceno. Tomado de GÓMEZ (2012) y modificado de BAQUERO *et al.* (2009).

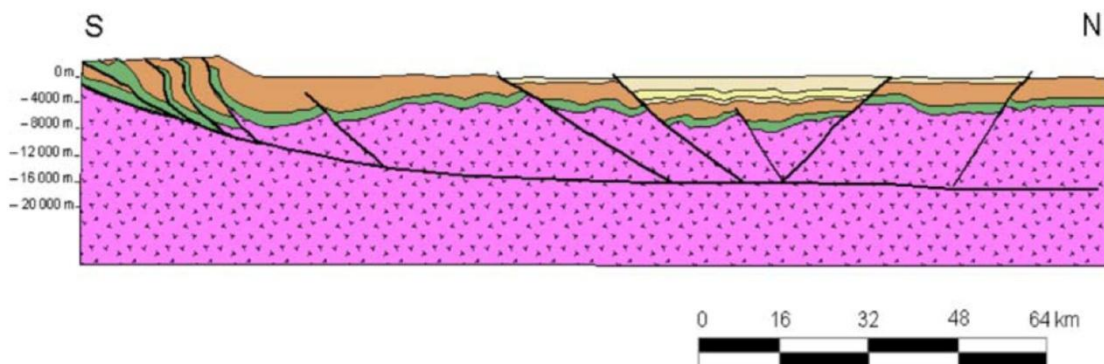


Fig.10. Sección de la Fig. 9 reconstruida para el Oligoceno, Tomado de BAQUERO (2009).

Anteriormente, BOESI & GODDARD (1991), señalaban que en el Oligoceno la cuenca de Falcón se atribuía a una cuenca “pull-apart”, con una geometría particular que se asimilaba a un “bote elongado” abierto hacia el noreste y bordes escarpados, con un eje cuya orientación era este-noreste y que permitió la disposición de las unidades depositadas durante el Oligoceno y Mioceno (Fig. 11).

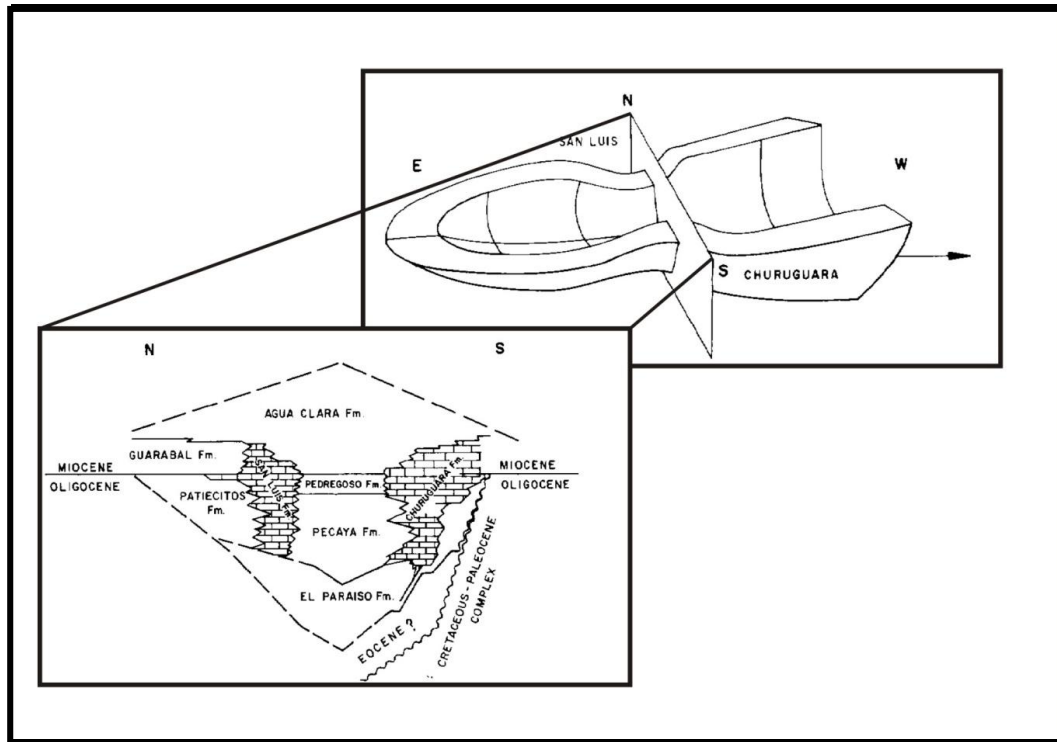


Fig. 11. Modelo de “bote elongado” de la cuenca de Falcón. Tomado de ICHASO (2011) y modificado de BOESI & GODDARD (1991).

Luego, AUDEMARD (1995) propone la apertura de la cuenca de una forma diacrónica, realizándose más pronto al este que al oeste, conectándose con la cuenca de Bonaire en su extremo oriental. En el límite sureste de la cuenca, la depositación da inicio con la Formación Cerro Misión de edad Eoceno Superior. El sector del eje de la cuenca era el que sufría mayor subsidencia, lo que condujo a depósitos de facies marinas profundas como la Formación Pecaya, pasando progresivamente a depósitos más clásticos como las formaciones Castillo y Paraíso hasta llegar a la zona de calizas de plataformas que se ejemplifican con la Formación Churuguara. Las formaciones Pecaya y Paraíso del Oligoceno se encuentran interrumpidas por intrusiones y coladas basálticas del Mioceno

Temprano, lo que indica un período de mayor subsidencia de la cuenca; y la Formación Agua Clara representa la sedimentación durante la subsidencia térmica. Esta misma transgresión es mostrada años antes por DÍAZ DE GAMERO (1977) en un mapa que comprende la zona del estado Falcón y el norte del estado Lara (Fig. 12). PORRAS (2000) presenta un bloque diagramático del mismo período para la misma zona mostrando la distribución de los depósitos y la estructura de la cuenca (Fig. 13).

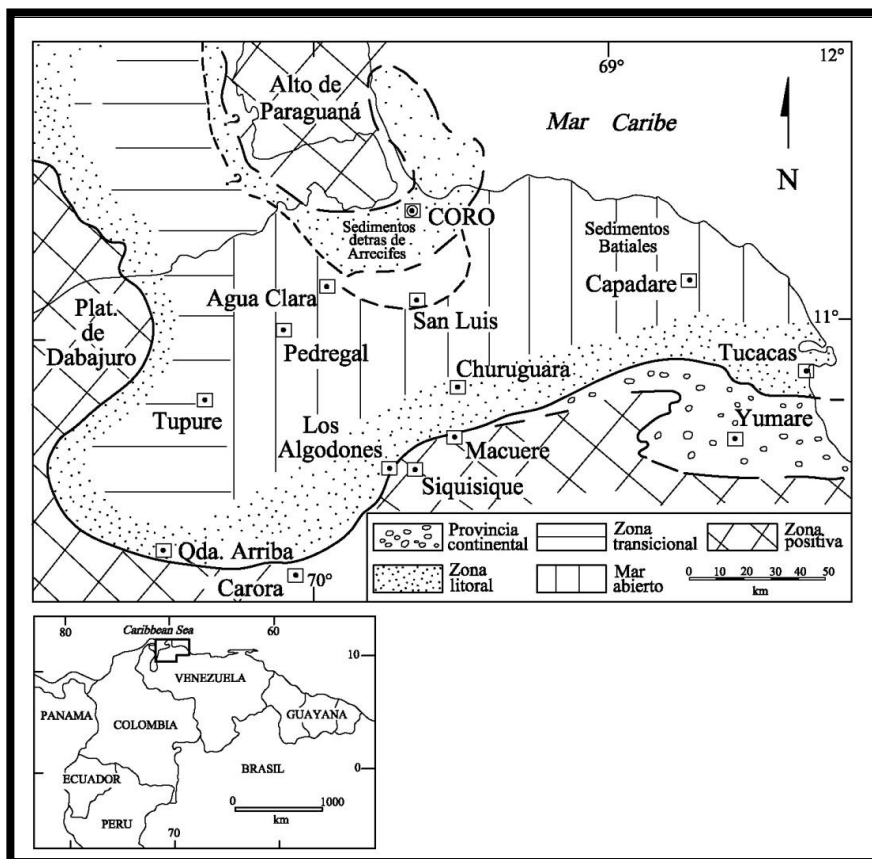


Fig. 12. Máxima transgresión oligo-miocena en la cuenca de Falcón. Tomado de DÍAZ DE GAMERO (1977).

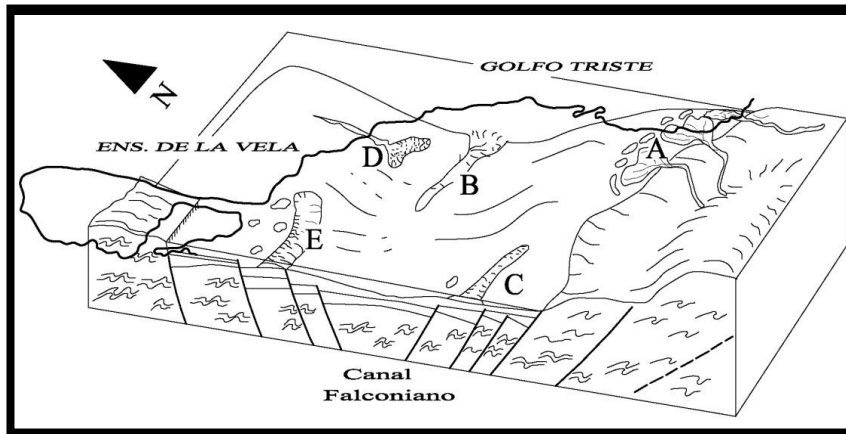


Fig. 13. Bloque diagramático de la cuenca de Falcón durante el Oligoceno – Mioceno Temprano. A: Formación Casupal. B: Depósitos de aguas profundas provenientes del oeste. C: Calizas de las formaciones Churuguara y Capadare. D: Depósitos de abanicos de talud. E: Arrecifes de la Formación San Luis. Simplificado de PORRAS (2000).

La tercera etapa según BAQUERO *et al.* (2009) ocurre a finales del Mioceno Temprano y comienzos del Mioceno Medio y consiste en un nuevo evento estructural compresivo a causa del desplazamiento de la placa Caribe que reactiva las fallas preexistentes e invierte la cuenca de Falcón. Esta misma afirmación había sido apuntada por BOESI & GODDARD (1991) diciendo que el eje de la cuenca se transformaba en el eje del anticlinorio de Falcón con una orientación este-noreste, el cual separaba el área en dos provincias sedimentarias: al norte se depositaban facies marino costeras y profundas, mientras que al sur se depositaban facies fluviales y de laguna (Fig. 14). AUDEMARD (1995) también comentó que este evento tectónico estructuró la cuenca en un gran anticlinorio desplazando su eje hacia el norte, manteniendo en el oriente de la estructura la configuración de marino profunda y hacia el oeste la continental.

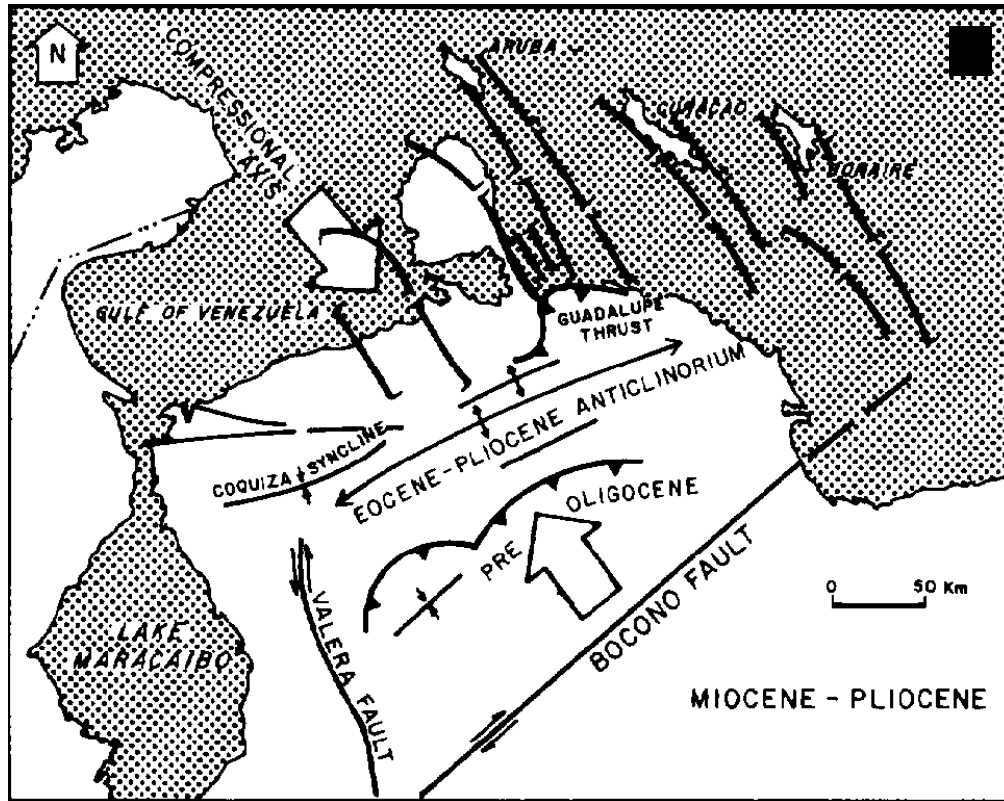


Fig.14. Sección de la Fig. 8 reconstruida para el Oligoceno, Tomado de BAQUERO (2009).

La cuarta y última etapa de BAQUERO *et al.* (2009) parte de la continua reactivación de las fallas preexistentes que alcanzan al sistema de fallas inversas de las napas de Lara en el Mioceno Tardío-Pleistoceno? frenando la inversión de la cuenca de Falcón. Sin embargo, se forman nuevas fallas al norte que cortan a las fallas anteriores. Al mismo tiempo se produce el levantamiento andino por el nuevo nivel de despegue propagado desde el sur que se une a las fallas del norte y crea un sistema triangular (Fig. 15). BOESI & GODDARD (1991) señalaron que durante este período se generan fallas con componentes transcurrentes de orientación este-oeste como el sistema de fallas Oca-Ancón, y que durante el Plioceno y Pleistoceno se mantiene las actividades tectónicas responsables del levantamiento del sistema montañoso actual y de las terrazas aluviales (Fig. 16).

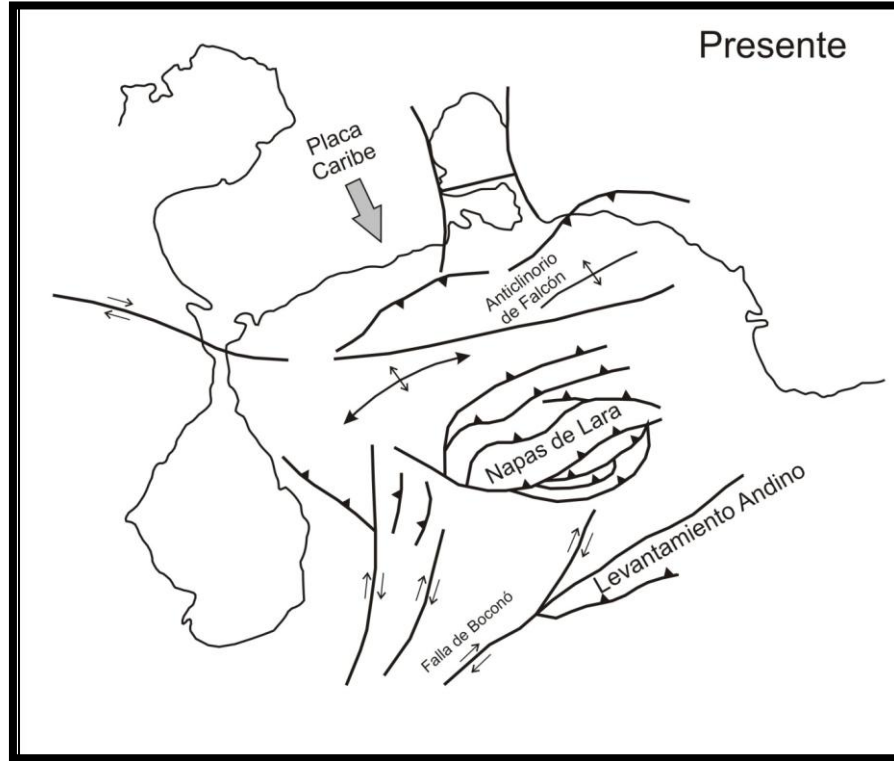


Fig. 15. Situación presente de la cuenca “invertida” de Falcón. Tomado de ICHASO (2011) y modificado de BAQUERO *et al.* (2009).

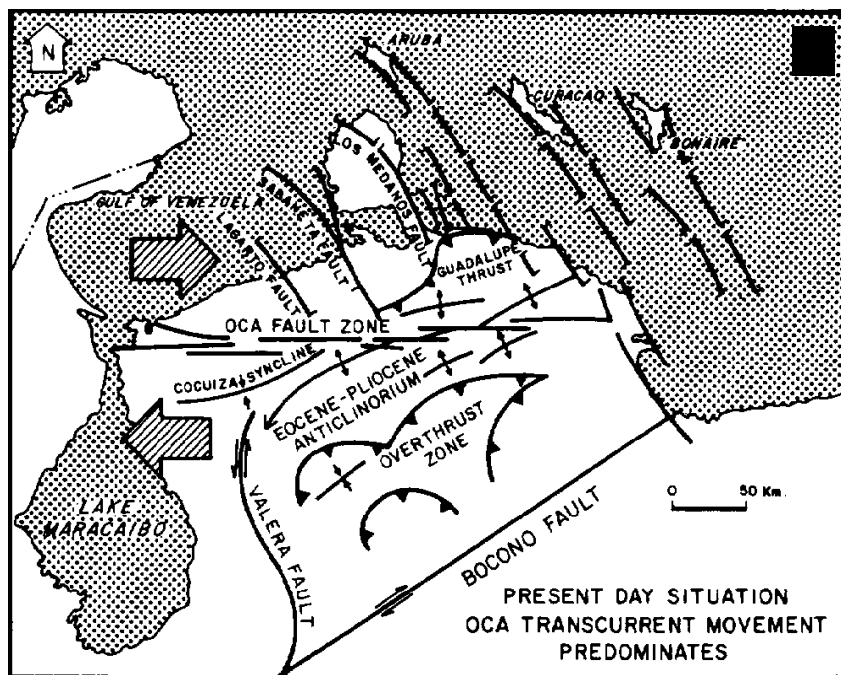


Fig. 16. Situación actual de la cuenca de Falcón. Muestra el sistema de fallas con componente transcurrente y sentido este-oeste. Tomado y modificado de BOESI & GODDARD (1991).

3. GEOLOGÍA LOCAL

3.1. GENERALIDADES

Este capítulo se enfoca en la descripción de cada una de las unidades que afloran dentro del área de estudio. Se tomarán en cuenta las descripciones de las investigaciones anteriores y las realizadas para este trabajo, con las muestras recolectadas y las observaciones de campo.

En el área comprendida entre los poblados de Siquisique y Matatere afloran unidades que comprenden edades desde el Cretácico hasta el Holoceno, de los tres diferentes tipos de rocas y variedad de litología. Predominan casi en su totalidad las rocas sedimentarias, abarcando casi toda la extensión de la zona, sin embargo se observan pequeñas unidades de rocas ígneas y otra unidad de rocas metamórficas.

En la tabla 1 se muestra una comparación de las unidades geológicas que afloran en la zona de estudio, organizadas de manera cronológica y dependiendo del tipo de unidad, con una breve descripción de su litología. La clasificación usada para las unidades cuaternarias se basó en la realizada por COPLANARH (1974), dividiéndolas en base a edades y medios de depositación.

Cabe destacar que el trabajo de campo se realizó en las cercanías de los poblados de Cambural, Corobore, Siquisique, Copaya y Los Algodones, con la finalidad de corroborar el tipo y la ubicación de los contactos entre las unidades presentes en estos sectores, que serán detallados más adelante en este capítulo. Igualmente, se presentará la descripción litológica de las muestras recolectadas durante esta etapa, más las compiladas de la investigación de MARTÍNEZ & VALLETA (2008).

En las descripciones de cada unidad se pueden presentar las siguientes abreviaciones que se definen a continuación para una mejor comprensión del contexto: NC= Nícoles Cruzados; NP= Nícoles Paralelos.

Tabla 1. Unidades geológicas aflorantes en la región Siquisique – Matatere

UNIDADES GEOLÓGICAS AFLORANTES EN LA REGIÓN SIQUISIQUE-MATATERE				
UNIDAD	EDAD	NOMEN-CLATURA	LITOLOGÍA/DESCRIPCIÓN	
UNIDADES SEDIMENTARIAS/VOLCANOSSEDIMENTARIAS				
Unidades Cuaternarias	Holoceno	Q0A3	Abanico de explayamiento	
		Q0A6	Rampa aluvial	
		Q0A9	Complejo coluvio-aluvial de piedemonte	
		Q0B9	Valle coluvio-aluvial	
		Q0B12	Valle encajado	
		Q0C21	Planicie de desborde, napa de desbordamiento	
		Q0D	Planicie de explayamiento	
	Pleistoceno superior	Q1A5	Rampa de explayamiento	
	Pleistoceno inferior	Q2A3	Abanico de explayamiento	
		Q2B10	Terraza aluvial	
Q3B10		Terraza aluvial alta		
Formación Guaidima	Plioceno	Tpgd	Comglomerado, arenisca y lutita	
Formación Capadare	Mioceno medio	Tmc	Caliza y arenisca limosa	
Formación Cerro Pelado	Mioceno temprano	Tmcp	Areniscas de grano fino hasta conglomerático con lutitas físis	
Formación Agua Clara		Tmac	Lutita ferruginosa con intercalaciones de arenisca	
Formación Capadare-Castillo (sin diferenciar)	Mioceno	Tmc-Tomc	Sin diferenciar	
Formación Castillo	Oligoceno-Mioceno temprano	Tomc	Conglomerado y arenisca	
Formación Churuguara		Tomch	Caliza limosa, caliza arrecifal, arenisca, limolita y lutita	
Complejo Estructural Los Algodones	Paleógeno	TA	TA _b	Brecha
			TA _c	Caliza
			TA _h	Conglomerado holocuarcítico
			TA _l	Lava basáltica
			TA _s	Sedimentarias sin diferenciar
Formación Jarillal	Eoceno medio-Eoceno tardío temprano	Tejr	Lutita, caliza y arenisca	
Formación Matatere	Paleoceno-Eoceno medio	Tem	Arenisca, conglomerado y lutita, secuencia Flysch	
Formación Barquisimeto	Cretácico Tardío	Kb	Lutita, limolita, marga compactada, ftanita y caliza	
Formación La Luna	Cretácico Tardío: Cenomaniense-Campaniense	Kl	Caliza y lutita con concreciones ocasionales y chert	
Formación Bobare	Cretácico Temprano: Albiense	Kbo	Areniscas cuarzosas con lutitas oscuras y presencia de calizas fosilíferas	
UNIDADES ÍGNEAS				
Ofiolita de Siquisique	Cretácico Tardío	KS _b	Basalto-diabasa	
		KS _g	Gabro	
UNIDADES METAMÓRFICAS				
Formación Mamey	Cretácico Temprano	Km	Esquisto carbonático cuarzo sericítico, esquisto grafitoso, caliza cristalina maciza, caliza laminada grafitosa; metarenisca y metaconglomerado, filita carbonácea	

3.2. UNIDADES LITOLÓGICAS

3.2.1. Unidades sedimentarias

3.2.1.1. Formación Bobare

Consideraciones históricas

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1966) la mencionaron por primera vez y posteriormente la describieron de manera formal en (1968). MACSOTAY *et al.* (1987) realizan el estudio litológico, paleontológico y paleoambiental de la Formación Bobare.

Localidad tipo

Ubicada en la carretera Bobare-Churuguara; allí los afloramientos son casi continuos desde El Portachuelo, a lo largo de 25 km hasta cerca del puente sobre la quebrada Urama.

Extensión

Aflora al norte de Barquisimeto, estado Lara, donde ocupa un área aproximada de 800 km². En la zona de estudio esta formación se presenta orientada suroeste-noreste, ubicado hacia el este, en el flanco este del Río Urama, al noreste de Matatere y al suroeste del valle de Santa Inés. Ocupa un 7,5% de las unidades estudiadas (Fig. 17).

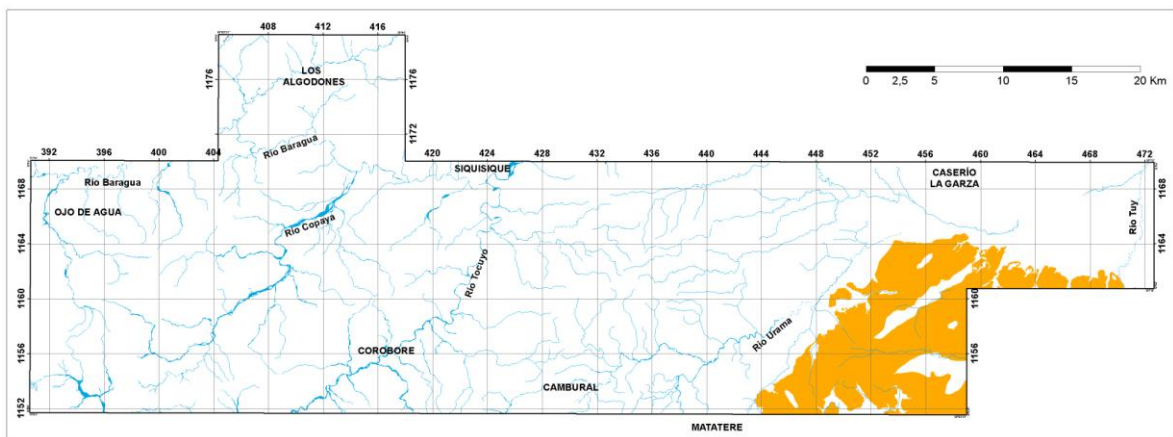


Fig. 17. Extensión de la Formación Bobare en la zona de estudio.

Contactos

Se presume que esta formación pasa transicionalmente hacia el este a la Formación Mamey. El contacto con la Formación Barquisimeto no está claro, sin embargo BELLIZZIA

& RODRÍGUEZ (1968) proponen que esta se presenta como mantos caóticos de deslizamiento transportados por gravedad que cubrían a la Formación Bobare.

En la zona de este estudio, la Formación Bobare se encuentra en contacto de falla de corrimiento con la Formación Barquisimeto.

Litología

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) señalan que se compone de arenisca cuarzosa de color gris oscuro, gris claro o crema, con texturas variables, que van de grano muy grueso, a veces conglomerática, a fino, predominando el tamaño de grano medio. Presenta baja madurez textural y cemento silíceo, ferruginoso y a veces calcáreo. Se presenta en capas que varían entre delgadas y macizas hasta los 2 m de espesor. Las superficies de estratificación son generalmente onduladas, y algunas exhiben marcas de base y gradación. No poseen marcas de oleaje, estratificación cruzada ni rizaduras. Se interestratifican con la arenisca capas de lutita y limolita de color fresco gris oscuro y que meteorizan a color gris claro y amarillento. Análisis de difracción de rayos X determinaron su composición ilítica-pirofilítica, con un contenido de cuarzo generalmente bajo.

Espesor

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) estiman un espesor de 1600 m.

Fósiles

MACSOTAY en BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) expone una tabla con base a icnofósiles observados en las formaciones Bobare y Morán. Las formas *Cylindrites sp.*, y *Palaeophycus sp.* presentes en la primera, pero ausentes en la segunda, son icnogéneos del Mesozoico que no subsisten en el Terciario. Posteriormente, MACSOTAY *et al.* (1987) publican una amplia lista de icnofósiles, entre otros: *Asterosoma icnosp.*, *Diplodomorpha icnosp.*, *Fucusopsis icnosp.*, *Gordia icnosp.*, *Helminthoidea icnosp.*, *Planolites icnosp.*, *Zoophycos icnosp.*, además de estos icnofósiles los autores señalan la presencia de amonites como *Hamitoides*, *hamites? prohisteroceles* y de gasterópodos.

Edad

Se le asigna a la formación una edad del Cretácico Temprano, entre Barremiense-Albiense, en base al trabajo de MACSOTAY *et al.* (1987).

Paleoambiente

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) proponen un ambiente de plataforma inestable, con transportes esporádicos por corrientes de turbidez, basándose en la ausencia de fósiles y rizaduras, así como la presencia de marcas de base. La ausencia de gradación de algunas capas de arenisca se atribuye al buen escogimiento del material de origen, debido a que en las más potentes esta poco definida o ausente.

3.2.1.2. Formación La Luna

Consideraciones históricas

GARNER (1926) le dió el nombre de La Luna a una secuencia de calizas a las que luego se les dio el rango de formación. RENZ (1959) señala cambios litológicos de la Formación La Luna en los estados Trujillo y Lara, dividiéndola en tres miembros: La Aguada, Chejendé y Timbetes.

Localidad tipo

SCHERER (1997a) la ubica en la quebrada La Luna a unos 200 m al oeste de la Hacienda La Luna, distrito Machiques, Sierra de Perijá, estado Zulia.

Extensión

Se extiende en toda la cuenca de Maracaibo, estado Zulia, hasta los estados Falcón, Lara, Trujillo, Mérida, Táchira, Barinas y la península de la Goajira (SCHERER 1997a). En la zona de estudio se presenta al sur del poblado Los Algodones, de forma irregular pero alargada en sentido este-oeste. Está asociada a las unidades ígneas; abarca aproximadamente 0,3% del área de estudio (Fig. 18).

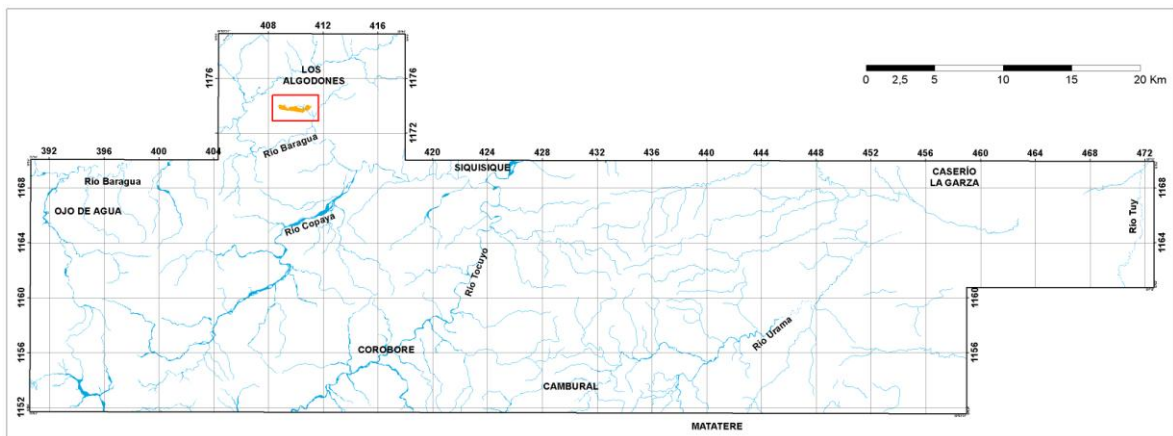


Fig. 18. Extensión de la Formación La Luna en la zona de estudio.

Contactos

En la región tipo, la Formación La Luna se encuentra en contacto concordante con la Formación Maraca (infrayacente) y con la Formación Colón (suprayacente) en la región de Maracaibo, también grada hacia el Sur lateralmente con la Formación Capacho (SCHERER 1997a). En la región de Siquisique se presenta en contacto de falla con las formaciones a su alrededor (MUÑOZ & RODRÍGUEZ 2009).

En el sector de Los Algodones se presenta en contacto de falla de ángulo alto con las formaciones Castillo y Matatere; mientras que con las unidades ígneas de la Ofiolita de Siquisique y con el Complejo Los Algodones su contacto es mediante fallas de corrimiento.

Litología

SCHERER (1997a) describe a la Formación La Luna como calizas y lutitas calcáreas fétidas, con abundante materia orgánica laminada y finamente dispersa, delgadamente estratificadas y laminadas, densas, de color gris oscuro a negro; la ftanita negra es frecuente en forma de vetas, nódulos y capas delgadas; las concreciones elipsoidales a discoidales de 10 a 80 cm de diámetro, son características típicas de la formación; posee variedad de concreciones que tienen ammonites y otros microfósiles en su interior. Las capas de caliza varían en espesor de 1 - 2 cm hasta unos 50 cm, con estratificación uniforme y monótona. Las fracturas frescas de las calizas tienen olor característico y fuerte a bitumen.

De acuerdo a MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) en la región de Siquisique los cuerpos de esta formación se encuentran tectónicamente adyacentes a los cuerpos de unidades ígneas que afloran en la zona, y los mismos pueden estar brechados debido a la cantidad de fallas presentes. Los autores reconocen 3 tipos litológicos: caliza de color gris negruzco, caliza lodosa y lutita, estas rocas meteorizan a un color blanquecino. Es muy común la presencia de nódulos con fósiles de ammonites.

Descripciones petrográficas

Se realizó la revisión de la petrografía LA-22-R correspondiente a la investigación de MARTÍNEZ & VALLETA (2008), obteniendo la siguiente descripción:

- **Micrita fosilífera**

Muestra recolectada en Cerro Regal, margen izquierdo de una quebrada que lo recorre al norte, a 1 km al norte de Los Algodones (coordenadas E 410. 628, N 1.175.108). En

campo, el afloramiento es de caliza tipo Formación La Luna, de capas de 5 a 10 cm, muy fragmentada. Tanto la muestra meteorizada como fresca son de color marrón intenso. En sección fina esta roca se compone de ortoquímicos (83%) representados por micrita (75%), espato (5%) y microespato (3%), precipitado y recristalizado, con textura equigranular; extraclastos de cuarzo (1%), y aloquímicos (10%) tipo fragmentos fósiles sin diferenciar (7%) y foraminíferos béticos (3%) recristalizados. No presenta evidencia de procesos orgánicos, neomorfismo, reemplazo, disolución ni efectos de presión solución

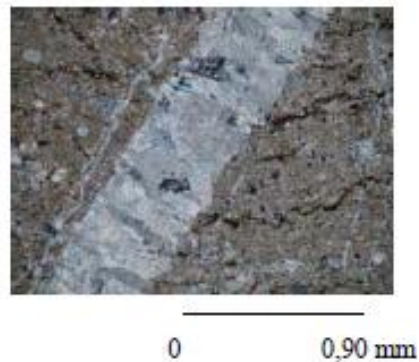


Fig. 19. Vetas rellenas de calcita (muestra LA-22-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

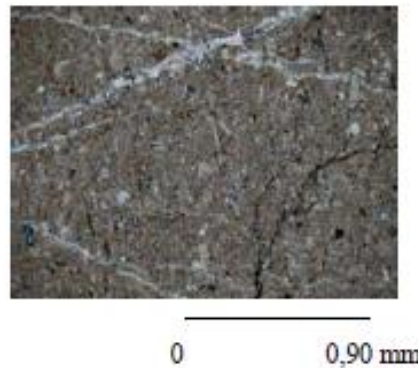


Fig. 20. Abundante matriz micrítica (muestra LA-22-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

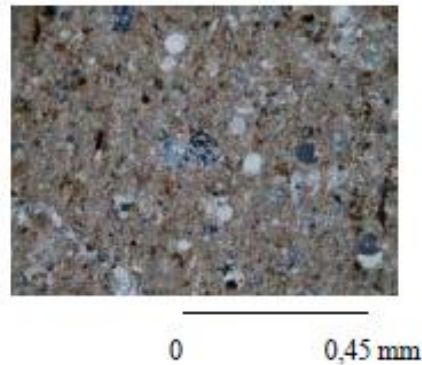


Fig. 21. Recristalización de fósiles (muestra LA-22-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

Seguidamente se describen los diferentes tipos litológicos de las muestras recolectadas en campo para esta investigación pertenecientes a la Formación La Luna. Estas muestras fueron tomadas al noroeste del caserío Los Algodones, en un tributario de la Qda. Las Petacas (coordenadas UTM: E: 410.668/ N: 1.173.735). La tabla 2 a continuación muestra la clasificación resultante de estas muestras después del análisis petrográfico.

Tabla 2. Tipos litológicos muestreados en la Formación La Luna

Tipo Litológico	Clasificación	Muestra	Análisis Petrográfico
Caliza	Wackstone/Biomicrocristal de radiolarios y foraminíferos	LA-347-A	Si
		LA-347-C	Si
		LA-347-B	Si
		LA-347-D	Si

- **Wackstone/biomicrocristal de radiolarios y foraminíferos**

En la tabla 4 se muestran los componentes principales de las muestras correspondientes a esta litología.

Tabla 3. Componentes de las muestras de la Formación La Luna

Muestra	Wackstone/biomicrita de radiolarios y foraminíferos							
	Extraclastos	Aloquímicos				Ortoquímicos		Porosidad
LA-347-A	4%	15%				80%		1%
		Intraclastos	Fósiles	Pelets	Ooides	Matriz (micrita)	Cemento	
		-	100%	-	-	85%	15%	
LA-347-B	3%	30%				65%		2%
		Intraclastos	Fósiles	Pelets	Ooides	Matriz (micrita)	Cemento	
		5%	95%	-	-	75%	25%	
LA-347-C	4%	35%				60%		1%
		Intraclastos	Fósiles	Pelets	Ooides	Matriz (micrita)	Cemento	
		-	100%	-	-	90%	10%	
LA-347-D	2%	40%				58%		-
		Intraclastos	Fósiles	Pelets	Ooides	Matriz (micrita)	Cemento	
		-	100%	-	-	90%	10%	

Este tipo de roca el cemento carbonático es de tipo microespato y pseudoespato, presentándose en forma recristalizada con textura equigranular, y espato como relleno de fracturas (vetas). El porcentaje de aloquímico está representado mayormente por radiolarios esparitizados y ligeramente metamorfizados por la alteración que presentan y algunos silicificados, de 0,1 mm de diámetro en promedio; en menor cantidad, foraminíferos bénticos igualmente alterados con diámetro promedio de 0,1 mm; y pocas espículas de esponjas en la muestra LA-347-B. Entre los extraclastos se observaron granos de cuarzo monocristalino metamórfico y cristales euhedrales y subhedrales de pirita; la muestra LA-347-B muestra un nivel de piritización. Las muestras LA-347-C y LA-347-D presentan materia orgánica levemente orientada. La porosidad es inducida por disolución de matriz y a veces fósiles. En la muestra LA-347-A se observan estilolitas que tienden a ser paralelas a las fracturas.

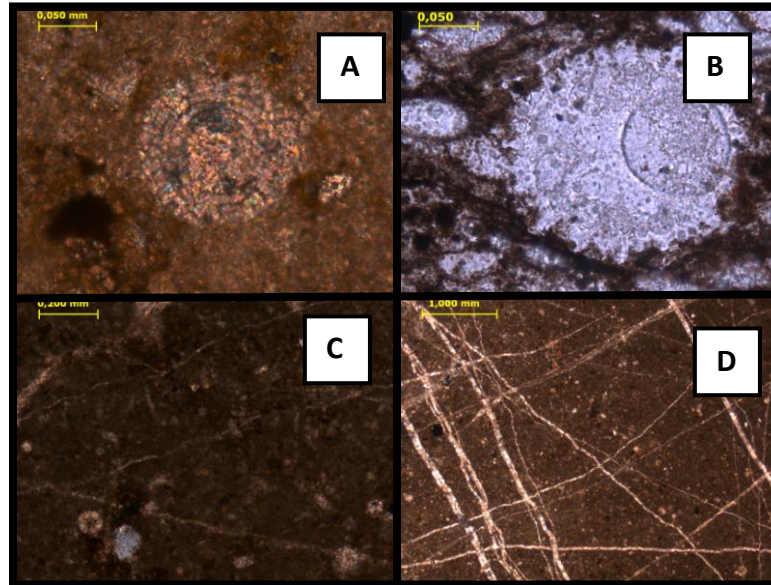


Fig. 22. Fotomicrografías de la muestra LA-347-A. A) Radiolario esparitizado (NC); B) Otro radiolario alterado (NP); C) Extraclastos representados por cuarzo monocristalinos metamórficos; se ven en color gris (NC); D) Fracturas rellenas de cemento tipo espato y pseudoespato, cristales euhedrales de pirita

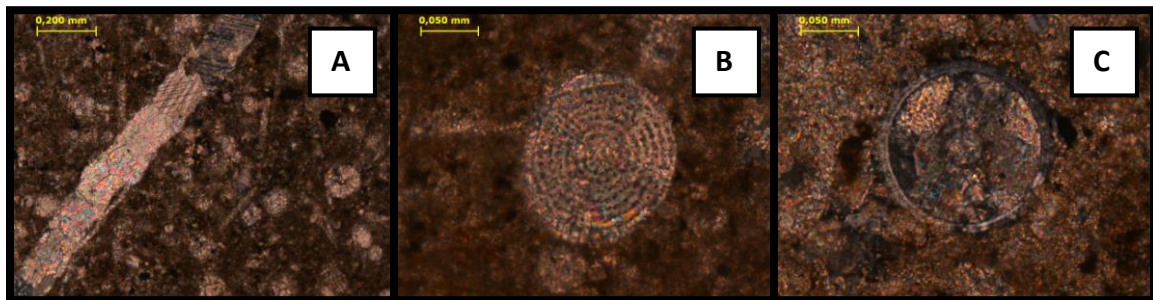


Fig. 23. Fotomicrografías de la muestra LA-347-B (NC). A) Lodo carbonático, aloquímicos circulares recristalizados, cemento tipo espato en fractura y pirita; B y C) Radiolarios esparitizados y alterados

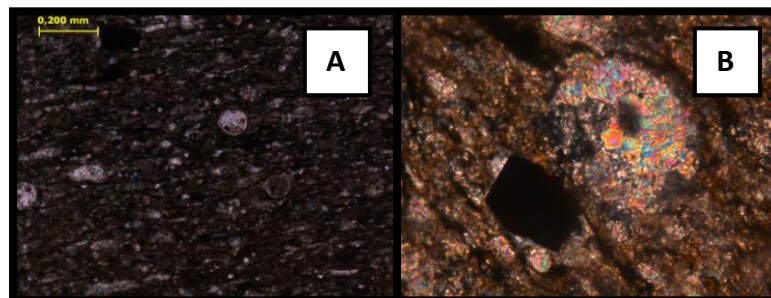


Fig. 24. Fotomicrografías de la muestra LA-347-C (NC). A) Vista de la muestra donde se observa el lodo carbonático y algunos aloquímicos; B) Radiolario totalmente alterado y cristal subhedral de pirita (NC)

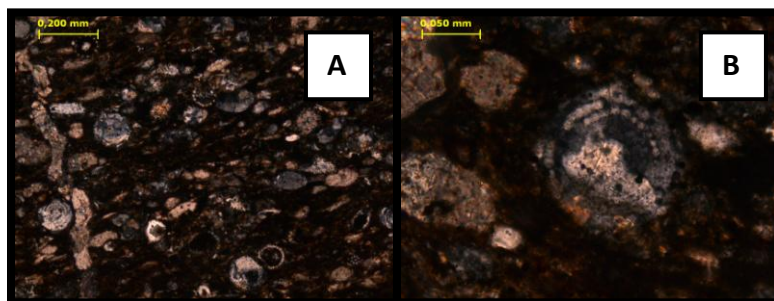


Fig. 25. Fotomicrografías de la muestra LA-347-D (NC). A) Componentes principales de la muestra; se aprecian aloquímicos tipo radiolarios; a la izquierda se observa una fractura con cemento carbonático; B) Radiolario silicificado

Espesor

En la cuenca de Maracaibo el espesor es de 100 a 300 m, con tendencia a aumentar de sur a norte. En la localidad tipo se estima que es de 300 m (SCHERER 1997a).

Fósiles

Según RENZ (1959), abundan los foraminíferos planctónicos: *Rotalipora*, *Globotruncana*, *Guembelina*, los restos de peces y los ammonites: *Coilopoceras*, *Barroisiceras*, *Hoplitoides*, *Peroniceras*, *Texanites*. RENZ (1982) reporta una fauna de ammonites caracterizada por los géneros: *Acanthoceras*, *Protacanthoceras*, *Fagesia*, *Nannovascoceras*, *Vascoceras*, *Paramammites*, *Pseudoneoptychites*, *Neoptychites*, entre otros.

Edad

La formación pertenece a una edad cretácica de Cenomaniense a Campaniense considerado por RENZ (1982) mediante los fósiles encontrados en ella.

Paleoambiente

SCHERER (1997a) indica que esta formación se depositó en un ambiente marino euxínico de profundidad variable en el tiempo entre 100 y 800 m.

3.2.1.3. Formación Barquisimeto

Consideraciones históricas

Para designar las rocas de la secuencia cretácica que aflora en la región de Barquisimeto, estado Lara, BUSHMAN (1959) fue el que le introdujo el nombre. Los autores CORONEL &

RENZ (1960) indican que las formaciones Barquisimeto y Barure que expuso BUSHMAN (1959) representan mesas alóctonas cretácicas que se encuentran embebidas dentro de un “wild flysch” del Terciario Temprano. BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967), manejando los criterios de deslizamiento de bloques, aplican el nombre de Formación Barquisimeto para designar una masa heterogénea de diversas unidades cretácicas.

Localidad tipo

La localidad tipo se encuentra en el cerro Volador al noroeste de la ciudad de Barquisimeto (CORONEL & RENZ 1960).

Extensión

Se distribuye ampliamente en Lara occidental, central y meridional, extendiéndose hasta la serranía de Portuguesa (ANÓNIMO 1997). En la zona de estudio esta formación se presenta como varios bloques alargados de variados tamaños limitados por fallas de corrimiento, con orientación suroeste-noreste, ubicado hacia el este de la zona de estudio, en los alrededores del Río Urama, al este de Cambural y al norte de Matatere. Ocupa un 3% de las unidades estudiadas (Fig. 26).

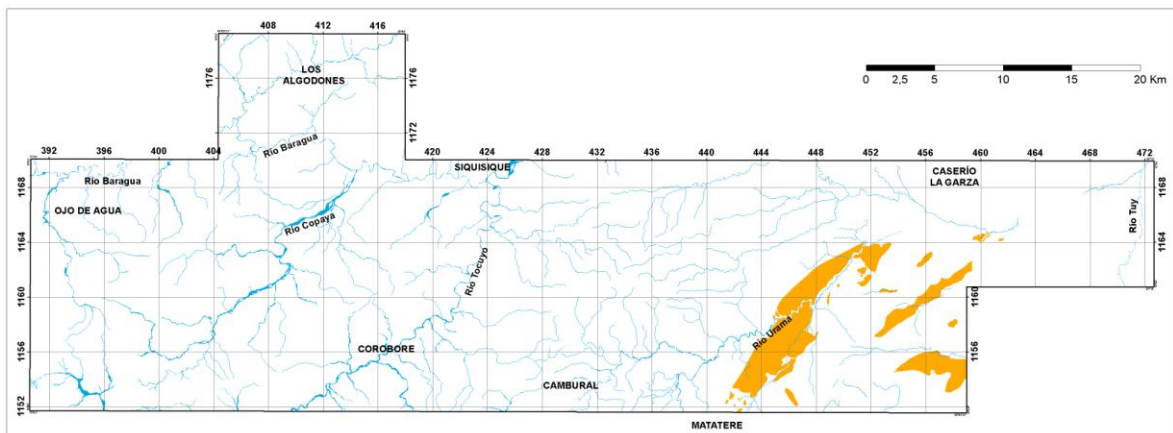


Fig. 26. Extensión de la Formación Barquisimeto en la zona de estudio.

Contactos

Según BUSHMAN (1959), la Formación Barquisimeto es gradacional sobre la Formación Carorita e infrayace gradacionalmente a la Formación Morán. MACSOTAY *et al.* (1987) señalan un hiatus sobre la Formación Bobare y en ausencia de esta sobre la Formación Carorita, y está cubierta en discordancia angular por la Formación Matatere. Hacia el norte

de la población de Santa Inés esta formación se encuentra discordante con respecto a las formaciones Matatere y Capadare, y probablemente en contacto de falla.

En la zona de estudio, los cuerpos de la Formación Barquisimeto se encuentran en contacto de falla de corrimiento con la Formación Bobare y en contacto de falla de alto ángulo con la Formación Matatere.

Litología

La Formación Barquisimeto se compone de lutita, limolita, marga, ftanita y caliza, de color gris oscuro a negro; las capas de caliza son discontinuas y predominan en la parte inferior de la secuencia. La unidad fue sometida a un metamorfismo de la facies prehnita-pumpellita y en algunos sectores presenta fuerte plegamiento isoclinal; se han encontrado porfidoblastos de pumpellita, así como el aspecto filítico de algunas capas (ANÓNIMO 1997).

Espesor

Presenta un espesor de 1700 m en el cerro Volador (CORONEL & RENZ 1960). La complejidad estructural en otras localidades dificulta el cálculo del espesor.

Fósiles

Se hallan: *Gumbelina globulosa*, *G. cretácea*, *Mammnites* sp., *Globigerina* sp., *Globotruncana* sp., y rudistas (BUSHMAN 1959, CORONEL & RENZ 1960 Y BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1968).

Edad

Mediante su contenido faunístico se le asigna una edad cretácica Cenomaniense – Maastrichtiense (BUSHMAN 1959, CORONEL & RENZ 1960 Y BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1968).

3.2.1.4. Formación Matatere

Consideraciones históricas

Al inicio esta formación fue agrupada con la suprayacente Formación Misoa conociéndose como Formación Misoa/Trujillo. Luego el nombre de Trujillo fue limitado a la sección inferior de predominancia lutítica (SUTTON 1946). Otros autores, entre ellos NATERA (1957) y RENZ (1960), definen la secuencia como “sin diferenciar”. VAN DER MEULEN (1954) la describe dentro de su “secuencia eocena”. RENZ *et al.* (1955) describen

formalmente la “Capa de Peñones de Paragüito” y BUSHMAN (1965) describe una unidad semejante en el noroeste de Barquisimeto como "Capas de Peñones de Pavia", estando ambas compuestas de olistolitos de caliza del cretácico y rocas ígneas. Quienes proponen por primera vez el nombre de Formación Matatere fueron BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1966), los cuales posteriormente (1968) la describen de manera formal como una secuencia tipo “flysch”. VON DER OSTEN (1967) considera el nombre invalido, y propone su inclusión dentro de la Formación Moran. STEPHAN (1982, 1985) la subdivide en tres unidades, llamadas Matatere I, II y III.

Localidad tipo

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1966) proponen como secciones de referencia la presente en el flanco oriental de la serranía de Matatere, en las quebradas Matatere, Cambural y Morrocoy; así como la del flanco occidental, en las quebradas Parapara, Cogollal y Los Yabos.

Extensión

La Formación Matatere aflora en todo el estado Lara abarcando una superficie de 6.600 km².

En la zona de estudio, esta formación abarca gran parte del área, exceptuando los extremos este, oeste y norte. Su forma equivale a grandes cuerpos alargados con orientación preferencial de suroeste-noreste atravesando toda la zona. Abarca cerca del 65% del total de las unidades que afloran en la región (Fig. 27).

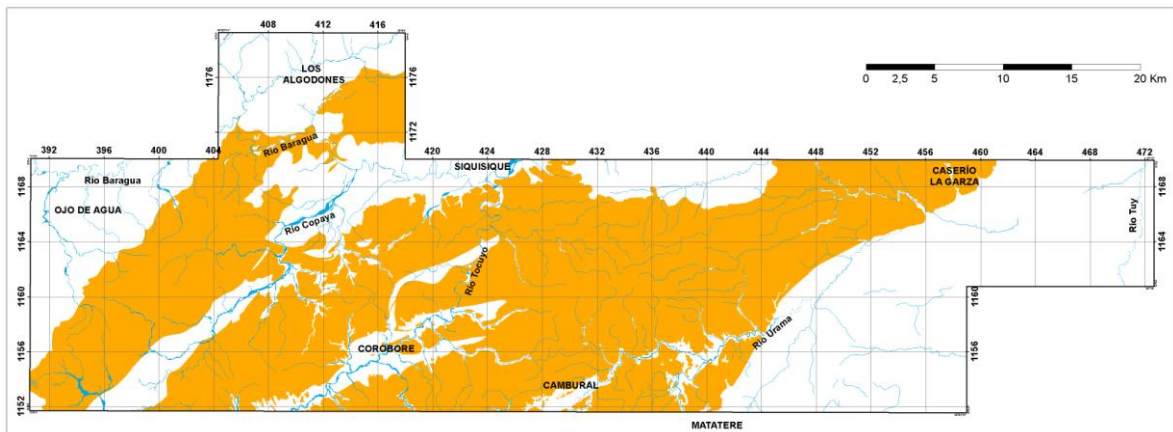


Fig. 27. Extensión de la Formación Matatere en la zona de estudio.

Contactos

La Formación Matatere posee en la zona de estudio dos tipos de contactos, discordante y de falla; este último a causa de la complejidad estructural atribuido por los corrimientos de las Napas de Lara. En los lugares en que la Formación Castillo (de edad Oligoceno-Mioceno temprano) se encuentra estratigráficamente por encima de la Formación Matatere (de edad Paleoceno-Eoceno medio), el contacto entre ambas es discordante; mientras que en los lugares en que la Formación Matatere se encuentra estratigráficamente por encima de la Formación Castillo, el contacto entre las unidades viene dado por una falla de corrimiento. Esto se puede observar en la mitad oeste de la zona de estudio, donde entran en contacto estas dos unidades, cerca de los poblados Corobore, El Desecho, Copaya, Los Algodones y al este de El Ojo de Agua (Fig. 28).

Al otro extremo de la región, en los alrededores del Río Urama, el contacto que presenta con la Formación Barquisimeto es de falla de ángulo alto. Según URBANI & MENDI (2011), el contacto con la Formación Barquisimeto cuando ésta se encuentra estratigráficamente por arriba de la Formación Matatere, consiste en fallas de corrimiento. Cuando la Formación Matatere se encuentra estratigráficamente por arriba de la Formación Barquisimeto, el contacto entre ambas unidades es discordante.



Fig. 28. Tipos de contactos entre las formaciones Matatere y Castillo. A la izquierda (LA-323): contacto discordante; a la derecha (LA-310): contacto de falla inversa

Litología

VAN DER MEULEN (1954) divide su “secuencia Eoceno” en cuatro zonas:

- Zona 1: constituida por capas lutita gris fisil que meteoriza a color marrón, intercaladas con arenisca de hasta 50 cm.
- Zona 2: compuesta principalmente por lutita, intercalada con arenisca calcárea, conglomerado y brecha. La lutita es de color fresco gris y meteorizado marrón, y en algunos casos arenosa. La arenisca calcárea es de color fresco marrón y color meteorizado gris claro, de granulometría fina a media, con cuarzo, mica, feldespatos sericitizados, calcita y chert. El conglomerado presenta la misma composición que la arenisca, y contienen clastos de caliza. Esta zona contiene capas de bloques de caliza cretácica y granito.
- Zona 3: con mayor porcentaje de arenisca que la anterior y también con capas de bloques de composición similar a las de la zona anterior.
- Zona 4: esta zona presenta alternancia de lutita y arenisca de 20 cm de espesor promedio.

De forma general, el autor señala que el Eoceno medio se caracteriza por la ausencia de fósiles, y la representa una secuencia monótona de capas de arenisca de hasta 5 m de espesor, separadas regularmente por delgadas capas de lutita. La Capa de Peñones de Paragüito y el Conglomerado de Cienaguita se encuentran en esta secuencia.

NATERA (1957) define la secuencia como Eoceno sin diferenciar y la clasifica en 3 tramos que son los siguientes:

- El tramo inferior contiene capas de conglomerado mal escogido que gradan a capas de arenisca de grano fino a grueso con chert negro, intercaladas con lutita laminada de color gris oscuro a rojizo.
- El tramo medio consiste en una secuencia monótona, compuesta por arenisca de grano muy fino, ausente de fósiles y ferruginosa de color marrón oscuro a un gris verdoso con aspecto “lutítico”; contentiva de algunos cuerpos de caliza limosa no fosilífera y de color gris.
- El tramo superior la consiste en una secuencia de arenisca intercalada con lutita de color gris oscuro algo carbonática. Señala que es similar a la primera unidad, pero que se encuentra estratigráficamente por encima.

WHEELER (1958) describe a la secuencia con el nombre de Formación Trujillo y la define predominantemente lutítica con intercalaciones de arenisca y conglomerado. Las capas de lutita son de color gris claro a negras, generalmente no fosilíferas y con presencia de nódulos de hierro, aumentando su contenido carbonático hacia el tope de la secuencia. La arenisca es de color gris oscuro de grano fino a grueso, de espesor variable, micácea y a veces presenta niveles conglomeráticos, clasificando a la mayoría como grauvacas. El conglomerado presenta clastos sub-angulares a bien redondeados de gran variedad litológica, entre los que hay rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, siendo los principales constituyentes el chert negro y el cuarzo.

El autor acota que hacia el este la secuencia va aumentando el tamaño de grano. Hacia la región de Siquisique reconoció un miembro carbonático en las cercanías de Cerro Algodones, en donde hay caliza de color gris azulado con lentes de chert negro, intercalada con lutita negras.

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967) la definen como una secuencia turbidítica representada por capas de lutita intercalada con capas de arenisca de composición variable con algunos niveles conglomeráticos y conglomerado lítico. La lutita es generalmente negra y meteoriza a un color verdoso o marrón, se encuentra irregularmente interestratificada. La arenisca se presenta generalmente en capas delgadas con un color gris verdoso y meteoriza con un aspecto conocido como “sal y pimienta”, es de grano medio con escogimiento pobre y granos sub-angulares a angulares, el contenido de matriz es de 10-25%; al igual que el conglomerado está compuesta por cuarzo, micas, feldespatos y diversos fragmentos líticos: caliza, filita, esquisto, cuarcita, lutita, rocas volcánicas y gneis, constituyen aproximadamente de 25 a 35% de volumen en la formación. También comentan que existen bloques deslizados dentro de la formación, presentando diversos tamaños que van de capas de peñones a bloques montañosos, provenientes de la Formación Barquisimeto, rocas graníticas y gnéisicas cretácicas, arenisca y rocas volcánicas ácidas (con mayor presencia de estas últimas hacia el Alto de Siquisique). Los olistostromos de rocas metamórficas y volcánicas sugieren un levantamiento epirogénico de las áreas cercanas al surco de Barquisimeto o una fuerte erosión submarina. La comparan con la facies “flysch” de Europa.

STEPHAN (1982, 1985) divide las unidades paleocenas y eocenas en 4 unidades: Matatere I, Matatere II, Matatere III y Agua Negra. De las subunidades de la Formación Matatere se tiene:

- Matatere I, unidad caracterizada por ser una sucesión pelítica; su posible edad es Maastrichtiense superior-Paleoceno temprano.

- Matatere II, unidad predominantemente pelítica con intercalación de horizontes psammíticos que presentan niveles de olistolitos, se le atribuye una edad Paleoceno a Eoceno temprano (MACSOTAY, O. en STEPHAN, 1982)

- Matatere III, localizada en el norte de Lara, es la unidad que se asemeja más al “flysch” típico, y es definida como una asociación psammo-pelítica y conglomerática, con alternancia rítmica de arenisca grauvasca y lutita con presencia de brechas y microbrechas. Se le atribuye una edad Eoceno temprano – Eoceno medio. Las areniscas se presentan generalmente en capas delgadas, aunque pueden alcanzar espesores de hasta más de 2 m. Son de color gris verdoso o marrón, generalmente de grano medio y muestran pobre escogimiento y predominio de granos sub-angulares y angulares. Las lutitas son generalmente limolíticas o arenáceas, cuando frescas son de color negro y metamorfizadas predomina el color verdoso o marrón. La estratificación de las lutitas es muy irregular y por el escaso espaciado de las fracturas y el desarrollo de un clivaje oblicuo, se origina una fragmentación en lápices. Los olistostromos se hallan embebidos tanto en capas de arenisca como en lutita, y corresponden a calizas, tanto bioclásticas, asemejando a las del Grupo Cogollo - Formación Apón, muy fosilíferas, con niveles abundantes de moluscos; así como también calizas pelíticas, muy densas, fétidas, con abundante materia orgánica, característica de la Formación La Luna. A su vez es común encontrar bloques de rocas ígneas, dentro de capas de peñones, principalmente plutónicas tipo granitos, dioritas y algunas volcánicas como dacitas y andesitas. Esta unidad es discordante sobre la unidad San Pablo-Buenos Aires, y es sobrecorrida por las unidades de la Ofiolita de Siquisique. Además, el autor presume que pasa transicionalmente a la Asociación Agua Negra.

En la zona de estudio aflora su típica secuencia tipo “flysch”, es decir, la unidad Matatere III de STEPHAN (1982); presentando una alternancia monótona de arenisca (de variados espesores) y lutita con niveles conglomeráticos y algunas veces embebidos peñones carbonáticos (Fig. 29). Las areniscas generalmente son de grano medio a grueso

con variedad de componentes con colores entre marrón y gris. La lutita usualmente es de color gris oscuro a negro y se caracterizan por presentar una fractura astillosa y por desprenderse en lascas. El conglomerado está formado por clastos sub-redondeados a angulares de diversos tamaños y de gran variedad litológica con abundantes fragmentos de roca, muy mal escogidos. Un caso particular es el Conglomerado de Cienaguita que presenta gradación muy marcada con tamaño de grano fino hasta 1 cm; y un espesor de la capa de 102,5 m (Fig. 30).



Fig. 29. Alternancia monótona de arenisca y lutita de la Formación Matatere en la zona de estudio. Cercanías del punto de observación LA-319, Qda. Benito



Fig. 30. Conglomerado de Cienaguita en la Formación Matatere exhibiendo la gradación del tamaño de grano. Punto de observación LA-302, Qda. El Páramo

Descripciones petrográficas

De la Formación Matatere se recolectaron muestras de los afloramientos procurando obtener tamaños de granos gruesos, para su posterior análisis petrográfico. A continuación se describen los 5 tipos litológicos que se muestrearon dentro de la Formación Matatere. En

la tabla 5 se expone la clasificación de las muestras recolectadas en campo de esta formación y se indica a cuales se les realizó análisis petrográfico.

Tabla 4. Tipos litológicos muestreados en la Formación Matatere

Tipo Litológico	Clasificación	Muestra	Análisis Petrográfico
Conglomerado	Paraconglomerado polimíctico	LA-318-A1	Si
		LA-318-A2	No
		LA-324-A	Si
		LA-324-B	No
		LA-345-A	No
		LA-345-B	Si
	Ortoconglomerado polimíctico	LA-302-A	No
		LA-302-B	Si
Arenisca	Arenisca lítica	LA-318-B	Si
		LA-319-A	No
		LA-319-B	Si
	Grauvaca feldespática	LA-300-A	Si
		LA-311	Si
	Grauvaca lítica	LA-300-B-R	Si
		LA-301-A	Si

• Paraconglomerado polimíctico

Litología correspondiente a tres muestras recolectadas en el trabajo de campo a las cuales se les realizó análisis petrográfico. La muestra LA-318-A1 fue tomada al este de Corobore (coordenadas UTM: E: 418.869/ N: 1.157.826); LA-324-A fue tomada del sector Agua Viva, vía Siquisique-Guamuy, sur de Siquisique (coordenadas UTM: E: 425.123/ N: 1.166.840); y la muestra LA-345-B se recolectó en las cercanías del Río Baragua, al este de el Cerro de la Aceituna, norte de Copaya (coordenadas UTM: E: 412.735/ N: 1.170.414). La composición mineralógica de estas muestras se expresa en la tabla 6.

Tabla 5. Componentes de las muestras LA-318-A1, LA-324-A y LA-345-B

Paraconglomerado Polimítico				
Muestra	Clastos	Matriz	Cemento	Porosidad
LA-318-A1	53%	25%	7%	15%
LA-324-A	35%	60%	2%	3%
LA-345-B	35%	45%	15%	5%

Los tamaños de grano de estas muestras varían entre 0,2 a 8,2 mm, el tamaño promedio es de 3,5 aproximadamente, presentando un escogimiento muy pobre a medio, redondeados de esfericidad media-baja a media-alta. Los contactos predominantes son grano-matriz, grano-cemento y puntuales.

La matriz posee un escogimiento pobre, con tamaño de granos entre 0,022 a 0,2 mm. Los granos de la matriz son sub-angulares, con esfericidad media a media-alta. Se compone principalmente de cuarzo monocristalino metamórfico (70%), plagioclasas (10-20%), y accesorios tales como biotita, muscovita, óxido de hierro, clorita, circón y esfena euhedral metamórfica (10-20%).

La composición del cemento varía de cuarzo (0-70%), óxido de hierro (20-80%) y mineral calcáreo (10-20%).

La porosidad predominante es por disolución, pero también se encuentra interpartícula y por fractura.

En cuanto a la composición de los clastos se tiene:

- Cuarzo (30-60%): se presenta bastante redondeados en sus variedades monocristalino plutónico, monocristalino metamórfico y policristalino metamórfico.
- Feldespato (0-10%): sub-redondeados, feldespato potásico tipo ortosa y plagioclasas tipo albita, andesina y oligoclasa; generalmente se encuentra alterando a material carbonático o a minerales de arcilla.
- Accesorios (0-5%): principalmente micas tipo biotita y muscovita, aunque también se pueden encontrar clorita, circón y pirita.
- Fragmentos de roca (30-70%): entre los fragmentos de roca de esta litología se tiene:
 - Chert redondeado de baja a media-alta esfericidad de 1,8 a 2,5 mm en tamaño aproximadamente. Compuesto sólo por microcristales de cuarzo.

- Wacka cuarzosa bastante redondeados y esféricos, con un tamaño promedio de 1,8 a 2,5 mm, de 70-90% de granos (cuarzo en su mayoría) y 10-30% de matriz (arcillas).
- Grauvaca cuarzosa redondeada con esfericidad baja, con un tamaño promedio de 5,0 mm, aproximadamente 75% de granos (cuarzo en su mayoría) y 25% de matriz (arcillas).
- Fragmento de calcarenita (arenisca calcárea) redondeado de baja esfericidad con tamaño promedio de 1,0 cm.
- Lutita redondeada pero de baja esfericidad, con tamaños aproximados de hasta 2,0 mm, presentando leves alineaciones y minerales arcillosos. Ciertos fragmentos poseen foraminíferos glauconitizados.
- Fragmentos redondeados de limolita con radiolarios silicificados con tamaño aproximado de 1,5 mm.
- Wackstone de 2,0-2,5 mm de diámetro, de sub-angular a redondeados y de esfericidad media-alta, soportado por micrita pero de 15-20% de aloquímicos (radiolarios y foraminíferos en menor cantidad).
- Mudstone soportados casi en su totalidad por lodo carbonático (micrita) y tamaños promedios de 1,8 a 2,5 mm.
- Fragmento redondeado de wackstone, soportado por micrita pero con cantidades considerable de foraminíferos.
- Fósil bastante redondeado y esférico sin diferenciar debido a la casi total disolución.
- Basalto de tamaño promedio 2,0 mm. Presenta textura afieltrada observándose microlitos de plagioclasas orientadas de formas aleatorias, y tiene cierta alteración a minerales arcillosos. En algunos casos, los cristales de plagioclasa son de tipo andesina, sin embargo, por el grado de alteración se le otorga el nombre de labradorita; en otros casos no se puede identificar el tipo de plagioclasa por la alteración por lo que la roca también pudiera ser una melano-andesita.
- Andesita de tamaño hasta 3,5 mm. Presenta textura porfídica y traquítica observándose matriz de microlitos de plagioclasas orientadas y no orientadas y pórficos de plagioclasa tipo oligoclasa. Contiene clorita como alteración de la plagioclasa.

- Fragmento redondeado de metadiabasa de 0,5 mm de diámetro con alteración marcada.
- Fragmento redondeado de metalava sin diferenciar por la alta alteración, de 1,0 mm de diámetro con textura radial y presenta una amígdala cloritizada.
- Anortosita disgregados por la elaboración de la sección fina. Contiene en su totalidad cristales de plagioclasa, algunas con maclas y otras no. Los contactos entre los cristales se generan a 120°.
- Esquisto cuarzo micáceo subredondeado y de esfericidad media-baja. Se observa claramente la foliación por la alineación de las micas.
- Cuarzita altamente redondeada y esférica, con tamaño promedio de 2,0 mm de diámetro; presenta anfíbol tipo actinolita (cuarzita anfíbolítica) y alineaciones paralelas.
- Fragmento redondeado y esférico de cuarzo de veta, con diámetro de 2,0 mm; presenta cristales de cuarzo con bordes suturados y con extinción alineada.

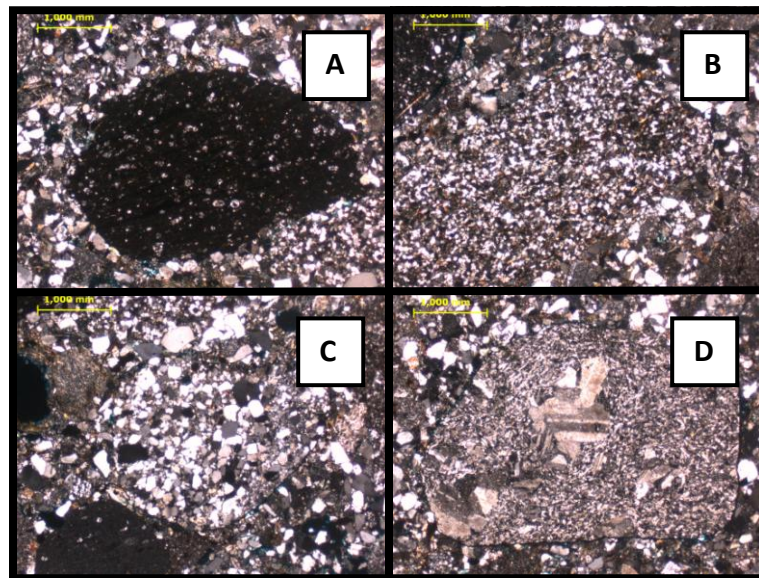


Fig. 31. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-345-B (NC). A) Clasto redondeado de wackstone con foraminíferos y pellets; B) Fragmento redondeado de grauwacka de baja esfericidad; C) Clasto redondeado y esférico de wacka de baja esfericidad; D) Clasto redondeado de andesita con textura traquítica

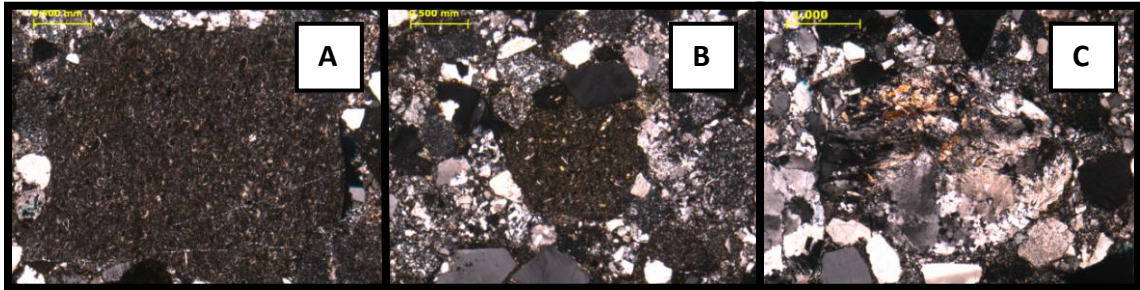


Fig. 32. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-324-A (NC). A) Fragmento de lutita compacta con foraminíferos glauconitizados; B) Fragmento de basalto con textura afieltrada; C) Cuarcita anfibolítica redondeada y de alta esfericidad

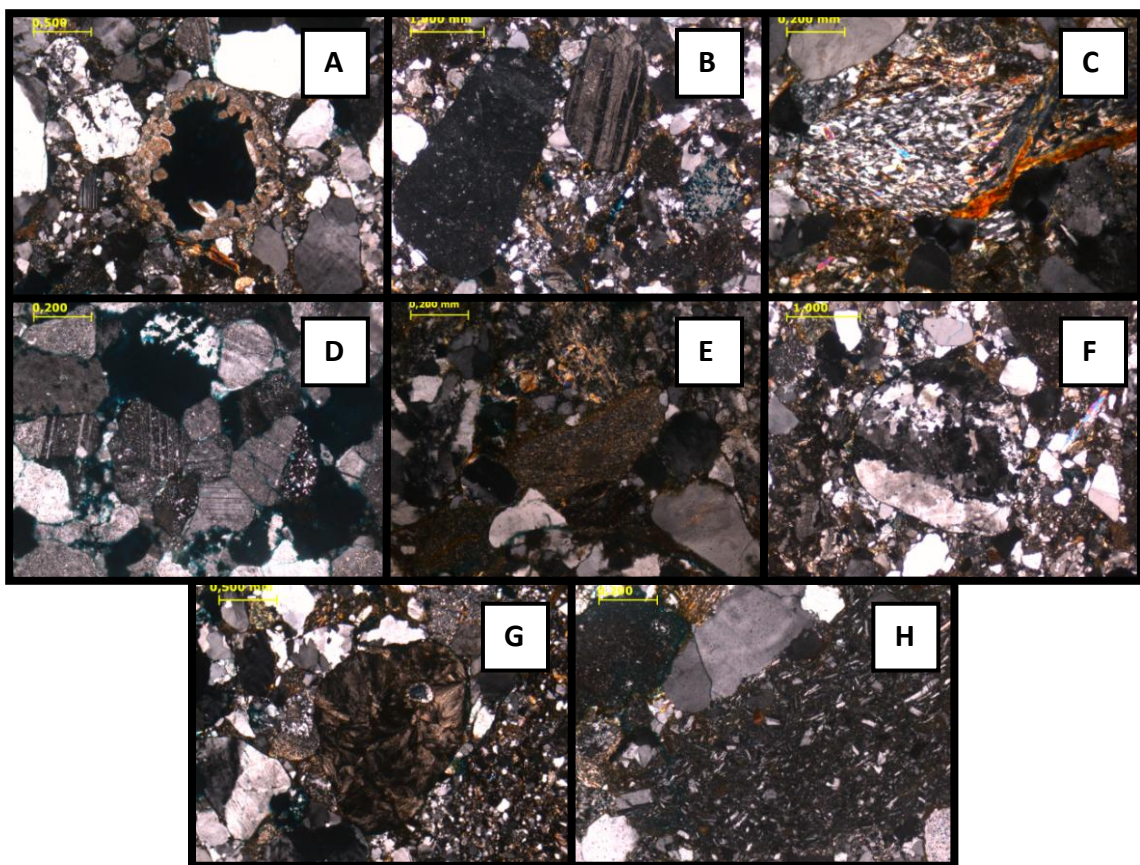


Fig. 33. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-318-A1 (NC). A) Disolución casi total de fragmento fósil sin diferenciar; B) A la izquierda, clasto de chert redondeado; en el centro, plagioclasa tipo oligoclasa; C) Fragmento de esquisto cuarzo micáceo exhibiendo claramente la foliación; D) disgregado de anortosita debido a la fabricación de la sección fina; E) Clasto de baja esfericidad de lutita; F) Fragmento redondeado y esférico de cuarzo de veta con extinción alineada; G) Fragmento redondeado de metalava sin diferenciar por la alta alteración con textura radial y presenta una amígdala cloritizada; H) Fragmento de andesita porfídica con cristales listoneados de oligoclasa

• **Ortoconglomerado polimíctico**

Esta litología corresponde a la muestra LA-302-B a la cual se le realizó análisis petrográfico. Dicha muestra fue tomada en la Quebrada El Páramo, al suroeste de Cambural (coordenadas UTM: E: 423.758 / N: 1.151.940) y pertenece al llamado Conglomerado de Cienaguita. La composición mineralógica de esta muestra se indica en la tabla 7.

Tabla 6. Componentes de la muestra LA-302-B

Ortoconglomerado Polimíctico				
Muestra	Clastos	Matriz	Cemento	Porosidad
LA-302-B	80%	12%	5%	3%

El tamaño de grano de esta muestra en petrografía varía entre 0,5 a 5 mm, con tamaño promedio de 1,2 mm, presentando un escogimiento muy pobre, de sub-angulares a redondeados con esfericidad media-baja a media-alta. Los contactos mayoritarios son longitudinal, puntual y grano-matriz.

La matriz posee un escogimiento medio, con tamaño de granos máximo hasta 0,5 mm. Los granos de la matriz son sub-angulares, con esfericidad media-baja. Su composición es de cuarzo monocristalino metamórfico (65%), plagioclasa (10%), y minerales de arcilla (35%).

El cemento lo representa sólo mineral calcáreo tipo calcita.

La porosidad predominante es por disolución de matriz.

Se encuentran varios tipos de clastos:

- Cuarzo (70%): se presenta bastante redondeados en sus variedades monocristalino plutónico, monocristalino metamórfico y policristalino metamórfico.

- Feldespato (4%): sub-redondeados, como plagioclasa tipo andesina.

- Accesorios (1%): representado por micas tipo biotita y muscovita.

- Fragmentos de roca (25%): encontrándose diferentes litologías:

- Grauvaca cuarzosa bastante redondeada y esférica, con un tamaño promedio de 2,0 mm, aproximadamente 60% de granos (cuarzo en su mayoría) y 40% de matriz (cuarzo y arcillas).

➤ Mudstone de tamaño promedio 1,0 mm compuesto casi en su totalidad por micrita y aproximadamente 1% de aloquímicos tipo foraminíferos, es angular y de baja esfericidad.

➤ Aloquímico tipo alga coralina de nombre *Goniolithon*, un poco desgastada en los bordes y con un tamaño promedio de 0,7 mm; y fragmento angular de concha marina de 1,0 mm en tamaño y muy desgastado.

➤ Concreción de óxido de hierro redondeado presentando esfericidad media-alta; con un tamaño promedio de 1,7 mm, y granos de cuarzo angulares embebidos en él.

➤ Volcánica, específicamente melano-andesita porfídica de 3,0 mm de largo. Los pórfidos son de andesina y la matriz de plagioclasas presenta una textura afieltrada. Exhibe carbonatización y granos de clorita.

➤ Chert anguloso a sub-redondeado de de 1,5 mm de diámetro aproximadamente y esfericidad media compuestos totalmente de microcristales de cuarzo.

➤ Cuarcita, con tamaño promedio de 1,5 mm, presenta cristales de cuarzo con bordes suturados, muy bajo porcentaje de muscovita. El clasto se encuentra redondeado con esfericidad media-alta.

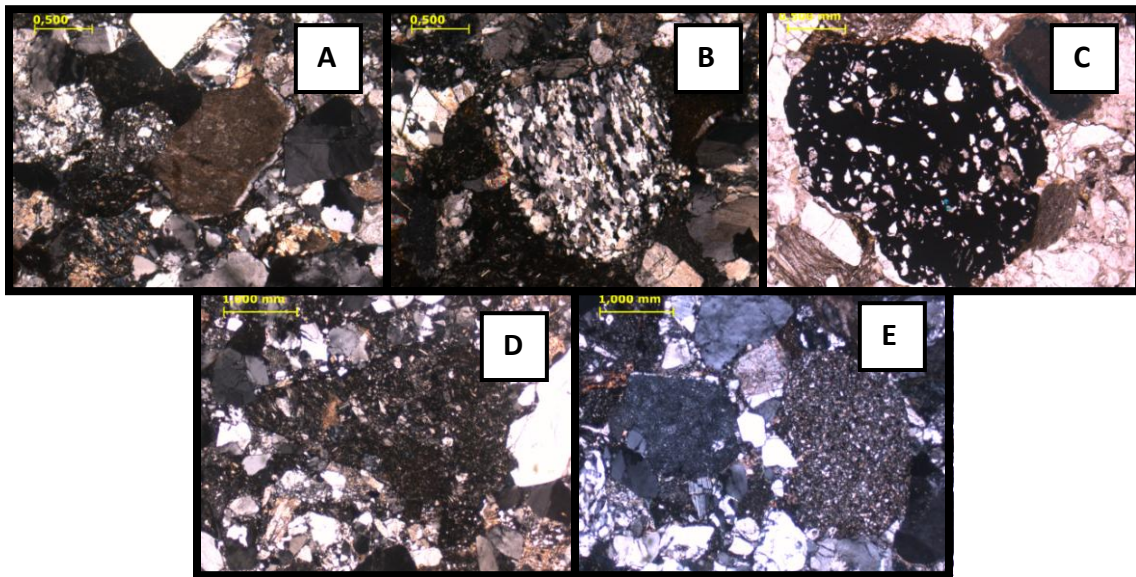


Fig. 34. Fotomicrográficas de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-302-B (NC). A) Clasto angular de caliza tipo mudstone; B) Cuarcita redondeada con cristales suturados; C) A la izquierda fragmento de concreción de óxido de hierro y a la derecha fragmento de alga carbonática; D) Clasto de melano-andesita sub-redondeado y baja esfericidad; E) A la izquierda fragmento angular de chert y a la derecha clasto de gravava redondeado

• Arenisca lítica

Dos muestras de las recolectadas en la etapa de campo fueron clasificadas con este tipo litológico. La muestra LA-318-B fue tomada al este de Corobore Abajo (coordenadas UTM: E: 418.869/ N: 1.157.826), mientras que la muestra LA-319-B se tomo de Cerro Negro (coordenadas UTM: E: 416.360/ N: 1.162.049). Los componentes principales se muestran en la tabla 8.

Tabla 7. Componentes de las muestras LA-318-B y LA-319-B

Arenisca Lítica							
Muestra	Granos				Matriz	Cemento	Porosidad
LA-318-B	76%				12%	10%	2%
	Qz	Fld	FR	Acces			
	58%	15%	25%	2%			
LA-319-B	63%				10%	20%	7%
	Qz	Fld	FR	Acces			
	65%	5%	30%	<1%			

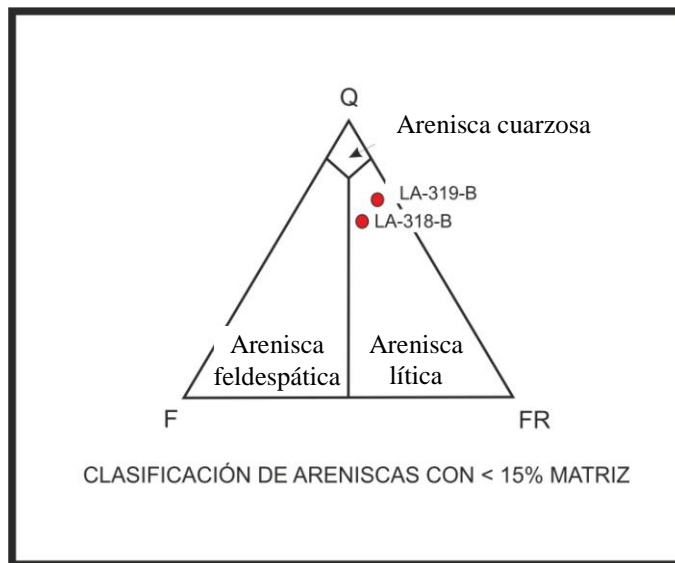


Fig. 35. Muestra LA-318-B y LA-319-B en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con menos de 15% de matriz. Q=Cuarzo, F=Feldespato, FR=Fragmento de roca.

Esta roca presenta tamaño de grano medio a muy grueso (0,25-4,0 mm), con escogimiento muy pobre a bueno, con clastos de sub-angulares a redondeados, mayormente sub-angulares, de esfericidad media-baja a media-alta y contactos grano-matriz, grano-cemento, puntual y longitudinales.

Del volumen total de los granos se obtienen los siguientes porcentajes: el cuarzo representa 60-65% presentándose en su variedad monocristalino plutónico, monocristalino metamórfico, y policristalino metamórfico; 23-30% de fragmentos de rocas, entre ellos chert (45-50%), roca volcánica (andesita porfídica, basalto o melano-andesita) con textura porfídica y textura de flujo (10-30%), grauvaca cuarzosa (0-45%), limolita (0-20%), wackstone con microfósiles (0-5%) cuarcita (0-5%), gabro con alteración carbonática (0-2%), filita grafitosa (0-2%), metalava máfica con alteración radial a posible clorita (0-2%); de 5-15% de plagioclasa con alteraciones a minerales de arcilla y carbonáticos; y 1-2% en accesorios tales como muscovita y clorita diagenética con ilita.

La matriz está compuesta por minerales de arcilla (70%) y cuarzo (30%). El cemento está representado por material calcáreo y óxido de hierro, rellenando poros, sobrecreciendo y envolviendo granos.

La porosidad es de tipo interpartícula y por disolución de granos y matriz, pero rara vez como fractura.

La muestra presenta alteración en varios granos de plagioclasas por lo que son difíciles de identificar.

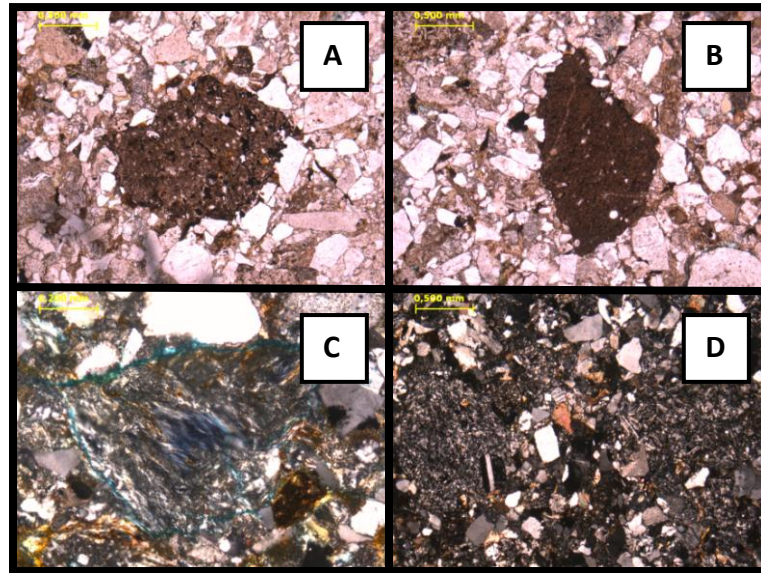


Fig. 36. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-318-B. A) Clasto de limolita de mediana esfericidad (NP); B) Fragmento de limolita de baja esfericidad (NP); C) Clorita diagenética con illita (NC); D) A la izquierda y a la derecha, fragmentos de andesita porfídica; los pórfidos son de plagioclasa tipo andesina (NC)

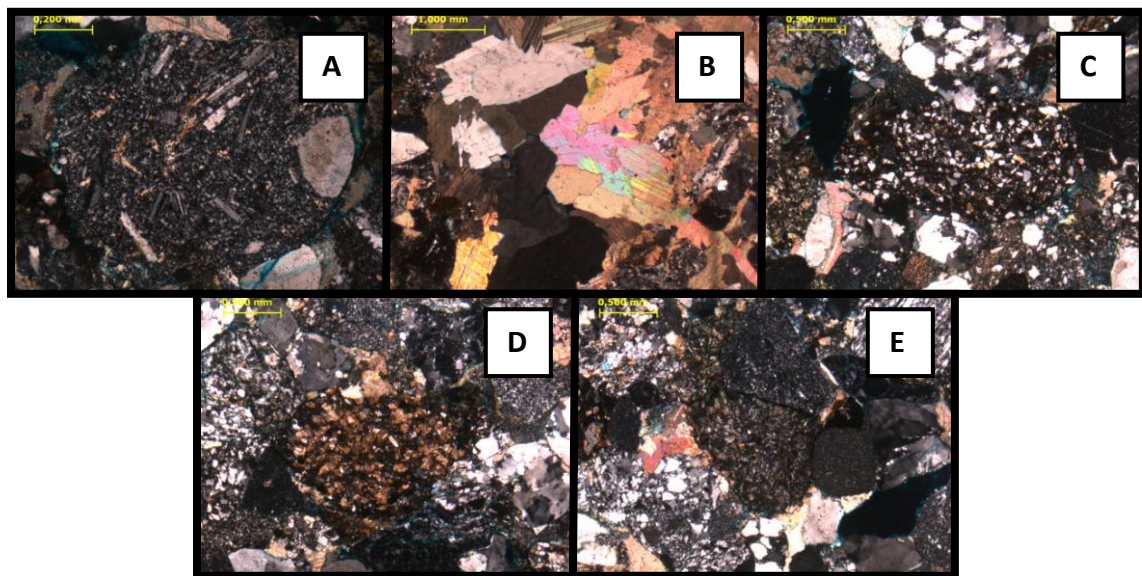


Fig. 37. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-319-B. A) Clasto de andesita bastante redondeado y esférico, con textura traquítica y pórfidos de plagioclasa; presenta leve alteración a minerales de arcilla y carbonáticos (NC); B) cemento tipo mineral calcáreo (NP); C) Fragmento de grauvaca cuarzosa sub-redondeado y de esfericidad media-baja (NC); D) de roca volcánica con alteración avanzada a minerales calcáreos (NC); E) en el centro fragmento redondeado de metalava máfica alterando radialmente a posible clorita; y a su izquierda fragmento de gabro alterando a mineral calcáreo (NC)

- **Grauvaca feldespática**

Esta litología es equivalente a dos muestras adquiridas en la etapa de campo. La muestra LA-300-A fue tomada en la Quebrada Los Siete Caminos (coordenadas UTM: E: 435.790 / N: 1.152.818), mientras que la muestra LA-311 se tomó en las cercanías de Corobore (coordenadas UTM: E: 416.788/ N: 1.158.466). Los componentes principales de estas muestras se registran en la tabla 9.

Tabla 8. Componentes de las muestras LA-300-A y LA-311

Grauvaca Feldespática							
Muestra	Granos				Matriz	Cemento	Porosidad
LA-300-A	70%				20%	10%	-
	Qz	Fld	FR	Acces			
	85%	10%	-	5%			
LA-311	60%				30%	10%	-
	Qz	Fld	FR	Acces			
	70%	10%	5%	5%			

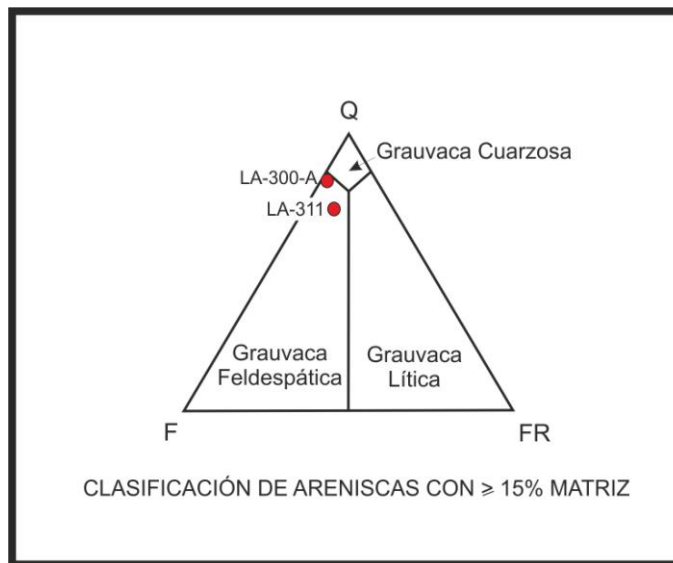


Fig. 38. Muestra LA-300-A y LA-311 en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con más de 15% de matriz. Q=Cuarzo, F=Feldespato, FR=Fragmento de roca

Con el análisis petrográfico de estas dos muestras se obtuvo que la roca posee un tamaño de grano de grano muy fino a medio (0,05-1,3 mm). Presenta escogimiento pobre a bueno, con clastos de sub-angulares a sub-redondeados de esfericidad media a media-alta y contactos longitudinales, puntuales, cóncavo-convexo, grano matriz y pocas veces suturado.

Del volumen total de los granos se obtienen los siguientes porcentajes: el cuarzo representa el 70-85% presentándose en su variedad monocristalina plutónico, monocristalina metamórfico y policristalina metamórfico; 10% de feldespatos correspondiente feldespato potásico tipo ortosa y plagioclasa tipo labradorita, bitownita, oligoclasa y andesina; y 5% en accesorios distribuidos en muscovita, biotita, circón y clorita producto de la cloritización.

La matriz está compuesta por minerales de arcilla (40-60%), cuarzo (20-30%) y óxido de hierro (10-40%). El cemento se compone de minerales de arcilla, óxido de hierro ó mineral calcáreo, generalmente como envoltorio de granos.

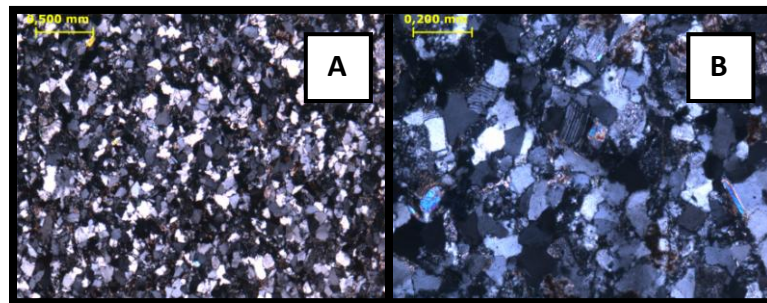


Fig. 39. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-300-A. A) Vista general de la muestra (NC); B) Vista más a detalle de la muestra observándose los granos de cuarzo, plagioclasa y accesorios (NC)

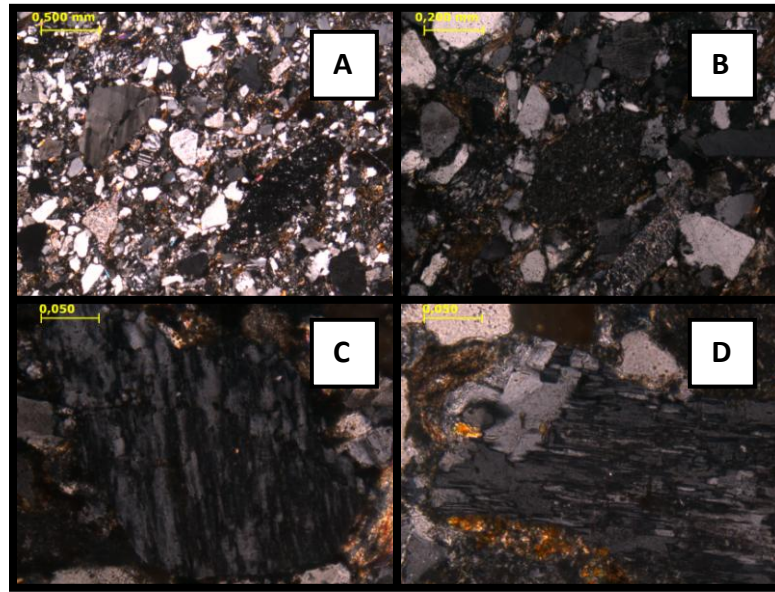


Fig. 40. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-311. A) Vista general de la muestra; diferentes tipos de granos: cuarzo, andesina, muscovita y fragmento de chert (NC); B) Fragmento de micrita arenosa sub-angular (NC); C) Textura mesopertita donde se observa cristales de plagioclasa dentro de cristal de feldespato potásico; aproximadamente el mismo porcentaje de volumen para los dos minerales; D) Textura mirmequítica, intercrecimiento de cuarzo en forma vermicular dentro de un cristal de feldespato-K

• Grauvaca lítica

Clasificación otorgada a dos muestras tomadas en la etapa de campo a las que se les realizó análisis petrográfico: LA-300-B-R, recolectada en la Quebrada Los Siete Caminos (coordenadas UTM: E: 435.790 / N: 1.152.818) como canto rodado; y LA-301-A adquirida en la Quebrada Cambural, sector Cambural Abajo (coordenadas UTM: E: 433.000 / N: 1.154.507). En la tabla 10 se expresan los componentes principales de las muestras.

Tabla 9. Componentes de las muestras LA-300-B-R y LA-301-A

Grauvaca Lítica							
Muestra	Granos				Matriz	Cemento	Porosidad
LA-300-B-R	55%				35%	5%	5%
	Qz	Fld	FR	Acces			
	80%	1%	10%	9%			
LA-301-A	55%				35%	8%	2%
	Qz	Fld	FR	Acces			
	80%	7%	10%	3%			



Fig. 41. Muestra LA-300-B-R y LA-301-A en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con más de 15% de matriz. Q=Cuarzo, F=Feldespato, FR=Fragmento de roca.

El análisis petrográfico de ambas muestras dio como resultado una roca de grano muy fino a muy grueso (0,03-1,5 mm). Presenta escogimiento muy pobre a medio, con clastos de sub-angulares a sub-redondeados de esfericidad media-baja a media y contactos predominantemente puntual y grano-matriz.

De la totalidad de los granos en volumen se obtienen los siguientes porcentajes: el cuarzo representa el 80% presentándose en su variedad monocristalino plutónico y metamórfico, y policristalino metamórfico; 10% de fragmentos de rocas entre ellos chert (10-90%) algunos con arcilla autigénica, mudstone (10%), grauvaca cuarzosa (0-10%), cuarcita (0-5%) y filita (0-5%); 1-7% de plagioclasa tipo oligoclasa y albita; y 3-9% en accesorios tales como muscovita y biotita (40%), ilita (40%), óxido de hierro (10%) y circón redondeado (<1%).

La matriz está compuesta por minerales de arcilla (50-60%), cuarzo (20-30%), material carbonático (0-20%) y óxido de hierro (0-20%).

El cemento se encuentra representado por minerales de arcilla, óxido de hierro y material calcáreo, generalmente como envoltorio de los granos y rellenando poros.

La gran mayoría de la porosidad es ocasionada por disolución de granos y matriz y algunas fracturas.

Las rocas presentan vetas rellenas de cuarzo y/o de calcita con espesores aproximados de 0,5 a 1,5 mm. Algunas plagioclasas alteran a arcilla y varios detritos de biotitas sufren cloritización.

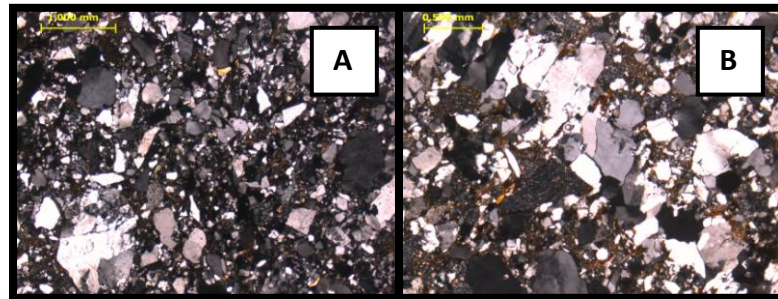


Fig. 42. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-300-B-R. A) Vista general de la muestra (NC); B) Veta rellena de cuarzo y fragmentos de chert con arcilla autigénica (NC)

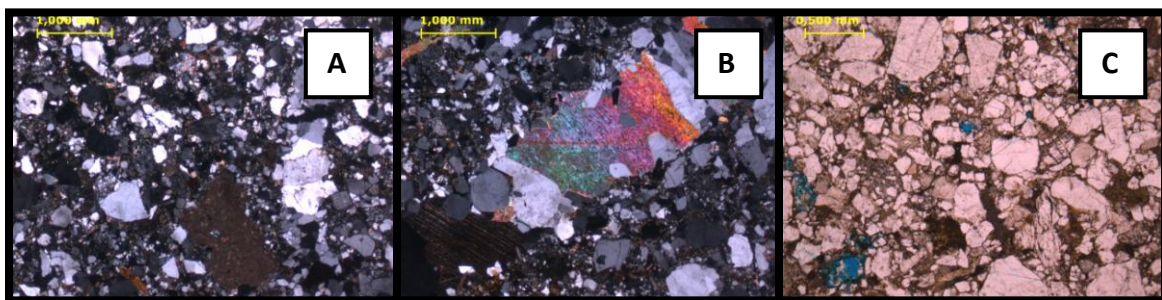


Fig. 43. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra LA-301-A. A) Vista la relación porcentual de los componentes de la muestra (NC); B) Veta rellena de cuarzo y calcita (NC); C) Porosidad por disolución y fractura en la muestra (NP)

Espesor

VON DE OSTEN & ZOZAYA (1957) estiman que el espesor de la Formación Matatere ronda entre los 2,5 y los 3 km, aunque no se conoce con exactitud debido a la falta de continuidad de marcadores horizontales y lo deformada y fracturada que está la secuencia. ANÓNIMO (1997) estima 3000 m para la secuencia.

Fósiles

VAN DER MEULEN (1954) señala que su sección correspondiente al Eoceno medio, la cual sería equivalente a la Formación Matatere, es poco fosilífera. En una muestra se identificó *Cribrostomoides trinitatensis*, *Cyclammina elegans*, *Glomospira* sp. y *Haplophragweides excavata*, que corresponden al Paleoceno. En la región de El Tocuyo-

Bobare, VON DER OSTEN & ZOZAYA (1957) enumeraron numerosos foraminíferos que determinan una edad Daniense a Eoceno medio.

Edad

Mediante los fósiles reportados por VON DE OSTEN & ZOZAYA (1957), la formación estima una edad del Paleoceno-Eoceno. STEPHAN (1982) coloca una edad para cada subunidad: Matatere I como Paleoceno, Matatere II como Eoceno temprano y Matatere III como Eoceno medio. La Formación Matatere que aflora en la zona de estudio corresponde a Matatere III del Eoceno medio. Esta edad es confinada mediante el estudio de cristales detríticos de zircón a través del método U-Pb por NOGUERA *et al.* (2008), donde el grano más joven es de $39,4 \pm 1,5$ Ma (Eoceno medio, Bartoniano) (URBANI 2009).

Paleoambiente

Debido a la secuencia rítmica, la Formación Matatere se depositó en un ambiente turbidítico (BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1967).

3.2.1.5. Formación Jarillal

Consideraciones históricas

Originalmente SENN (1935) publica el nombre de lutitas de Jarillal para referirse a la parte media del conocido Grupo Agua Negra, entre el conglomerado de Santa Rita y las Capas de Churuguara. Por su parte, WHEELER (1963) excluyó la Formación Churuguara del Grupo Agua Negra, quedando así la parte superior que corresponde a la Formación Jarillal, en los estados Falcón y Lara. PITTELLI & MOLINA (1989) incluyen en su trabajo las calizas de Churugarita, Piedras Blancas, Hacienda la Victoria y el embalse de Pueblo Viejo dentro de la Formación Jarillal.

Localidad tipo

Se encuentra en los flancos del Anticlinal de Buena Vista, a lo largo del antiguo camino de Baragua, en la serranía de Agua Negra, estado Falcón (SENN 1935).

Extensión

Según SENN (1935), aflora en los distritos Federación y Democracia, del estado Falcón y los distritos Urdaneta y Torres en el estado Lara. PITTELLI & MOLINA (1989) reconocen a la Formación Jarillal en el sector oriental del estado Zulia desde el límite sur de la zona de fallas de Oca-Mene de Mauroa-Hombre Pintado-Bariro, hasta el área de Quiroz-Pica Pica.

En el área de estudio la Formación Jarillal se encuentra al noroeste de Los Algodones, mostrando en planta una geometría ovalada alargándose hacia el noreste. Abarca un 0,4% de las unidades que allí afloran (Fig. 44).

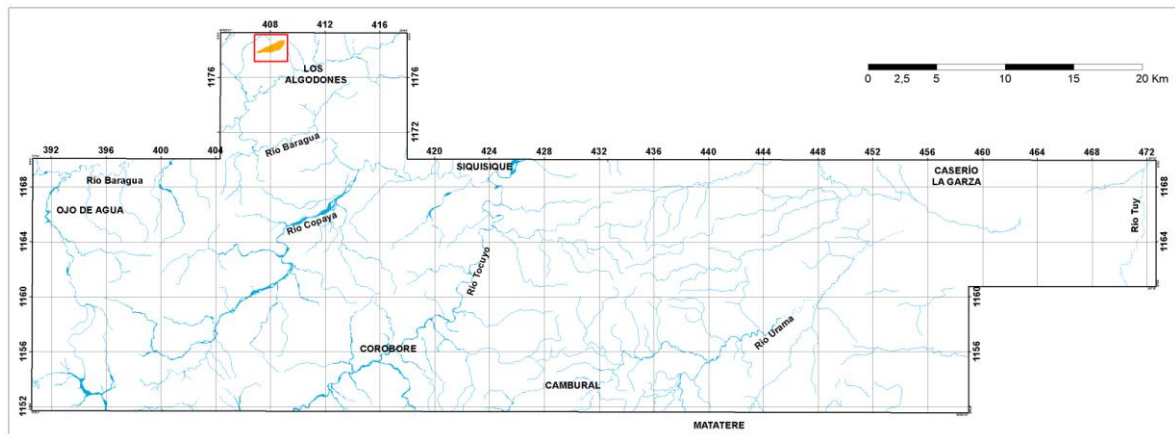


Fig. 44. Extensión de la Formación Jarillal en la zona de estudio

Contactos

La Formación Jarillal es gradacional y concordante sobre la Formación Santa Rita en la localidad tipo y debido a los pobres afloramientos no se conoce con exactitud su relación con la Formación Trujillo (hoy en día Formación Matatere). También indica que aunque el contacto superior con la Formación Churuguara parece ser concordante, la evidencia paleontológica sugiere un hiatus (WHEELER 1958). La Formación Jarillal yace discordantemente sobre las formaciones Paují o Misoa, y su contacto superior con la Formación La Victoria es concordante (PITTELLI & MOLINA 1997). Hacia el noreste de la población de Urucure la formación se encuentra concordante sobre la Formación Matatere y es discordante con la Formación Casupal suprayacente.

El cuerpo de la Formación Jarillal que aflora en la zona de estudio se encuentra de manera discordante sobre la Formación Churuguara.

Litología

SENN (1935) la describe como una secuencia lutítica arenosa de color gris oscuro a abigarrado, siendo muy fosilífera en la parte inferior y ausente de fósiles en la parte superior, junto con las lutita aparece intercalada caliza con fósiles. WHEELER (1958) describe a la lutita en los primeros 100 m de la secuencia como de color gris oscuro, limosa y con fractura irregular que se encuentra intercalada con delgadas capas de caliza arcillosa

fosilífera que presenta nódulos de color gris oscuro; la lutita de la parte superior es de color gris oscuro, limosa, micácea y a veces presenta glauconita. Hacia la base de la unidad reportaron arenisca carbonática de grano grueso, ferruginosa y con moluscos mal preservados en ciertas localidades.

Espesor

WHEELER (1958) midió un espesor de 397 m en la localidad tipo y 312 m en la Quebrada Callao, al sur del caserío Milagro. PITTELLI & MOLINA (1989) estiman un espesor de 1366 m en el pozo Pica-Pica IX.

Fósiles

SENN (1935) comenta la abundante presencia del pelecípodo *Raetomya* en las lutitas inferiores y de fragmentos de moluscos y ostrácodos. PITTELLI & MOLINA (1997) señalan la presencia de numerosos foraminíferos en la Formación Jarillal: *Textularia* spp., *Gaudryina* sp., *Cyclamina* sp., *Gyroidina soldanii*, *Lenticulina* spp., *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina* spp., *Nummulites*, *Truncorotaloides rohri*, *Globigerina eocena* y *Globigerina* spp.

Edad

PITTELLI & MOLINA 1997 le otorga a la formación una edad de Eoceno medio tardío a Eoceno tardío temprano.

Paleoambiente

Los autores PITTELLI & MOLINA (1997) proponen que el ambiente de depositación es marino, a una paleoprofundidad de 100 y 200 m, representando un máximo transgresivo y el inicio de un ciclo regresivo.

3.2.1.6. Complejo Estructural Los Algodones

Consideraciones históricas

El primer autor que definió esta unidad en el sector de Los Algodones, al oeste de Siquisique, estado Lara, fue STEPHAN (1982); reúne en ella lo que anteriormente CSV (1965) había cartografiado como formaciones Río Negro, Cogollo, La Luna y algunas rocas volcánicas. Además de éstas, también cartografía una subunidad que denomina “suela de corrimiento”, correspondiente al arrastre y acumulación de materiales en la base de la napa. BELLIZZIA (1986) introduce el nombre de Asociación Los Algodones. Fue estudiada posteriormente al norte de la población de Siquisique por MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) y

luego por REATEGUI (2011). Estos últimos autores cartografiaron componentes individuales de la unidad por separado a escala 1:10.000 y 1:25.000. Finalmente, URBANI *et al.* (2012) realizó una compilación y elaboró la cartografía actualizada del complejo detallando cada tipo litológico presente en él.

Localidad tipo

Afloramientos ubicados en el margen oeste de la Quebrada Las Petacas, del sector de Los Algodones; donde fue definida esta unidad.

Extensión

El cuerpo mayor de la unidad se localiza en los alrededores de Los Algodones, junto con parte de la Ofiolita de Siquisique, con aproximadamente 3,5 km por 0,5 km de extensión, con orientación NE, y es el cuerpo que aflora en la zona de estudio, abarcando un 0,2% del área total (Fig. 45). Otros cuerpos menores aparecen en torno al cuerpo mayor de la Ofiolita de Siquisique, entre Yuri y Macuere.

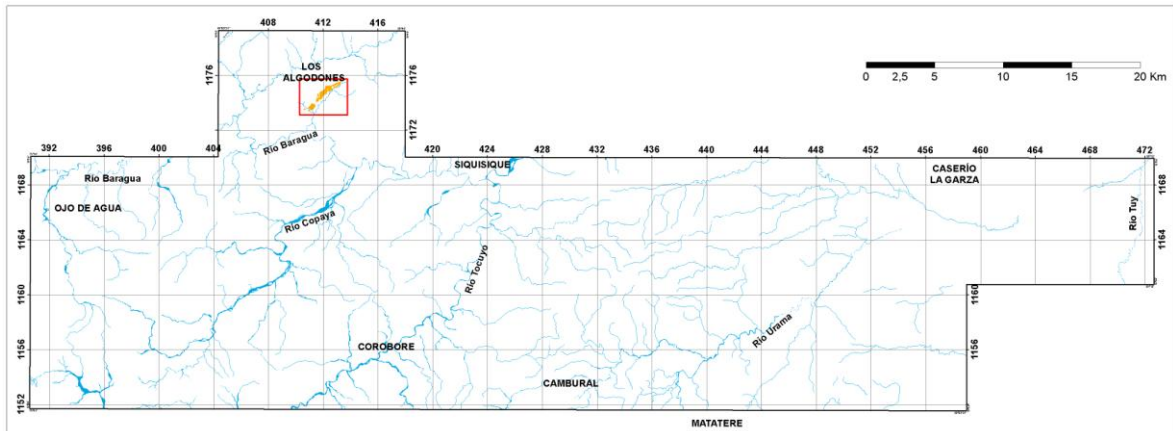


Fig. 45. Extensión del Complejo Estructural Los Algodones en la zona de estudio.

Contactos

STEPHAN (1982) indica que El Complejo Estructural Los Algodones se encuentra en contacto tectónico con la Formación Matatere. En el norte de Siquisique se encuentra en contacto de falla con los bloques de la Formación La Luna y además es sobrecorrida por estos bloques y por la unidad plutónica de la Ofiolita de Siquisique. URBANI *et al.* (2012) destacan que los contactos de esta unidad con la Ofiolita de Siquisique y las formaciones Matatere y La Luna son de falla de corrimiento y de ángulo alto, pero en parte aparece

cubierta discordantemente por la Formación Castillo, tal cual como se observa en la zona de estudio.

Litología

Para STEPHAN (1982) la unidad comprende varios tipos litológicos entre los que se destacan: arenisca micácea de grano fino bien estratificada, conglomerado holocuarífero, conglomerado con fragmentos de chert y cuarzo de 0 a 5 cm, conglomerado con fragmentos de ftanita, caliza micrítica con globigerinas y radiolarios, detritos carbonáticos, chert, riolita, riodacita, mantos de diabasa y lavas basálticas almohadilladas (Fig. 46).

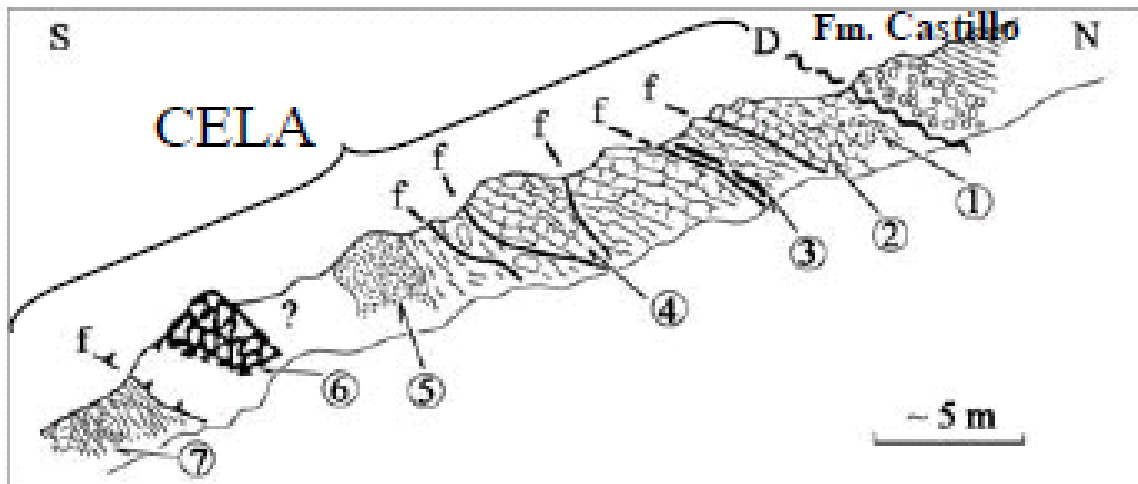
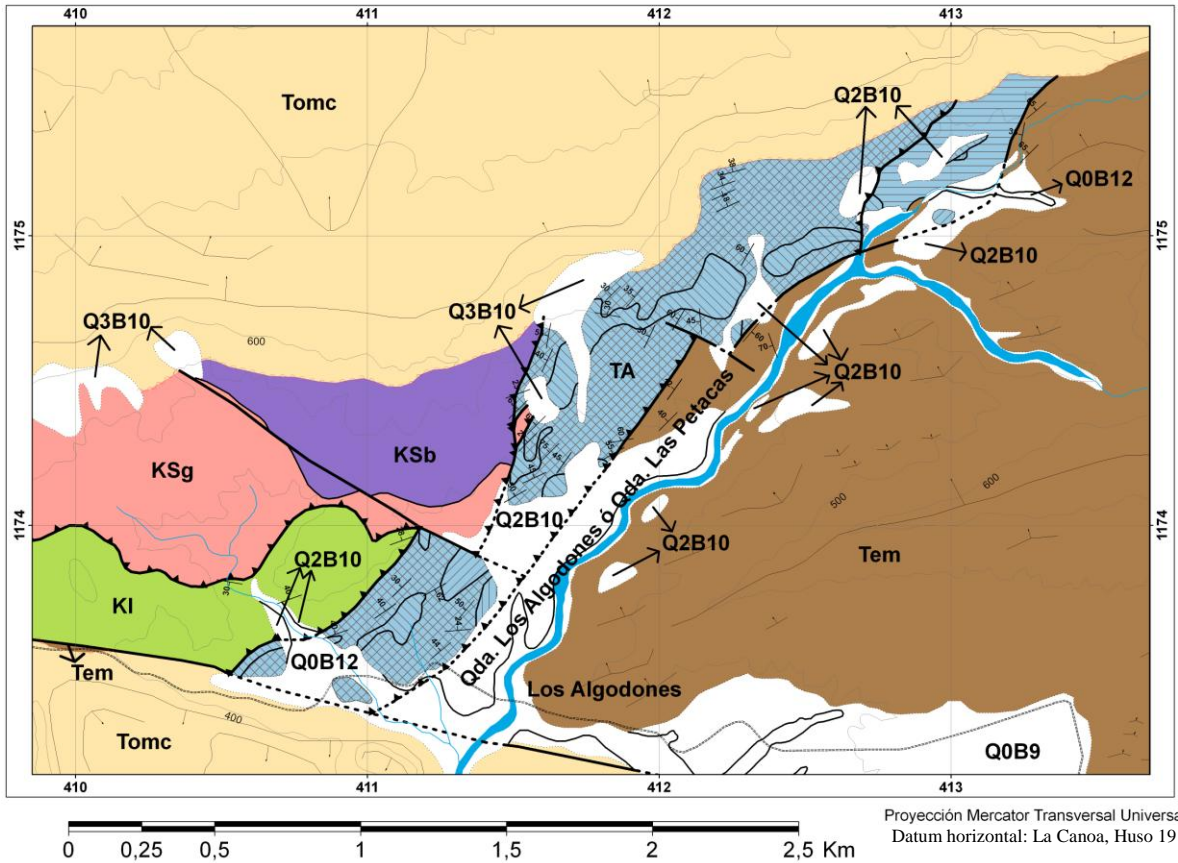


Fig. 46. Sección del Complejo Estructural Los Algodones (CELA) en un tributario de la quebrada Las Petacas. 1-conglomerado rojizo replegado, 2-caliza con niveles detríticos gruesos, 3-chert, 4-caliza con niveles detríticos finos, 5-arenisca micácea verdosa, 6-lava con pequeñas almohadillas, 7-brecha de pelitas negras con bloques. D: discordancia. Tomado de URBANI *et al.* (2011) y modificado de STEPHAN (1982)

URBANI *et al.* (2012) indican que la unidad corresponde a una mélange tectónica y perturbada presenta diversos orígenes, variedad de edades y litologías. La siguiente figura (Fig. 47) es un mapa geológico del Complejo Estructural Los Algodones realizado en base al mapa de URBANI *et al.* (2011) donde muestra el contacto de las diferentes litologías de la unidad.

Mapa geológico del Complejo Estructural Los Algodones (TA)



Unidades litológicas

- Q0B9 Valle Coluvio-Aluvial (Holoceno)
- Q0B12 Valle Encajado (Holoceno)
- Q2B10 Terraza Aluvial (Pleistoceno inferior)
- Q3B10 Terraza Aluvial Alta (Pleistoceno)
- Tomc Formación Castillo (Oligoceno - Mioceno temprano)
- TA Complejo Estructural Los Algodones (Cretácico Temprano - Paleógeno)
 - TAa Complejo Estructural Los Algodones: Brecha
 - TAc Complejo Estructural Los Algodones: Caliza
 - TAd Complejo Estructural Los Algodones: Conglomerado holocarcitero
 - TAe Complejo Estructural Los Algodones: Lava basáltica
 - TAf Complejo Estructural Los Algodones: Sedimentarias sin diferenciar
- Tem Formación Matatere (Paleoceno - Eoceno medio)
- KS Ofiolita de Siquisique (Cretácico Tardío)
 - KSb Ofiolita de Siquisique: Basalto - Diabasa
 - KSg Ofiolita de Siquisique: Gabro
- KI Formación La Luna (Cretácico Tardío: Cenomaniense-Campaniense)

Símbolos topográficos

- Curvas de nivel
- Carretera
- Drenaje

Símbolos geológicos

- Contacto Cuaternario
- Contacto geológico
- Contacto discordante
- Trazas
- Estratificación
- Falla de Ángulo Alto
- Falla de Ángulo Alto Cubierta
- Falla de Ángulo Alto Inferida
- Falla de Corrimiento
- Falla de Corrimiento Cubierta

Fig. 47. Mapa geológico del Complejo Estructural Los Algodones detallando los contactos entre las distintas litologías de la unidad.

Como se dijo anteriormente, este complejo se ha cartografiado en componentes individuales separados a escala 1:10.000 y 1:25.000 por varios autores (CSV 1965, MUÑOZ & RODRÍGUEZ 2010, REATEGUI 2011). Entre las litologías se pueden observar caliza, conglomerado oligomítico constituido exclusivamente de clastos centimétricos y redondeados de cuarzo, volcánicas (algunas almohadilladas) semejantes a las de la Ofiolita de Siquisique, todo esto rodeado de rocas pelíticas, psamíticas, carbonáticas y chert, no cartografiables separadamente; algunos fragmentos de areniscas con moldes de amonites; y 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).

Descripciones petrográficas

MARTÍNEZ & VALLETA (2008) recolectaron muestras de esta unidad y elaboraron sus respectivos análisis petrográficos los cuales fueron revisadas para este trabajo obteniendo como resultado las siguientes litologías:

- **Andesita porfídica (andesita piroxénica)**

La muestra LA-18-A fue recolectada en la Quebrada Las Petacas, al norte de la fila de Morrocoy, a 4,5 km al noreste del caserío Los Algodones (Coordenadas E 412. 997, N 1.176.097). En campo se observan dos afloramientos de estas rocas máficas a ambos lados de la quebrada; esta muestra fue tomada en la margen izquierda de la quebrada. La muestra meteorizada presenta una coloración gris oscura mientras que la muestra fresca refleja heterogeneidad de colores.



Fig. 48. Afloramiento donde fue tomada la muestra LA-18-A. Bloque de basalto que presenta pequeñas almohadillas. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

En el análisis petrográfico la muestra posee un tamaño de grano mínimo 0,7 mm, promedio 1,3 mm y máximo 2,2 mm. Posee una matriz con textura afieltrada. Es hipocristalina, afanítica e inequigranular porfídica. Se compone de cuarzo (<1%), plagioclasa tipo andesina (10%) fuertemente alterada a calcita, clorita y minerales de arcilla (Fig. 21); clorita (10%) pseudomorfa de piroxeno y autigénica rellenando espacios intersticiales, y material carbonático (30%) como producto de alteración. La matriz (50%), se compone principalmente de microlitos de plagioclasa desorientados presentando textura afieltrada. Se encuentra cloritizada y presenta óxido tipo limonita. Se observa crecimiento epitaxial en los fenocristales de plagioclasa y corrosión de los bordes por efectos de la matriz.

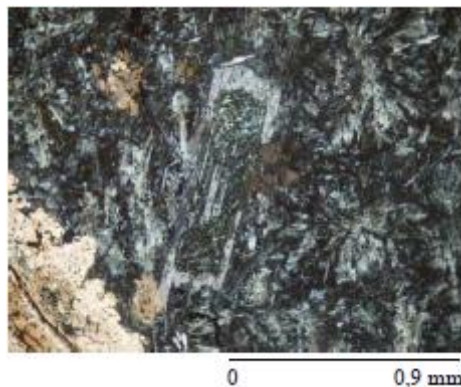


Fig. 49. Fenocristales de plagioclasa alterando a clorita en matriz afieltrada (muestra LA-18-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

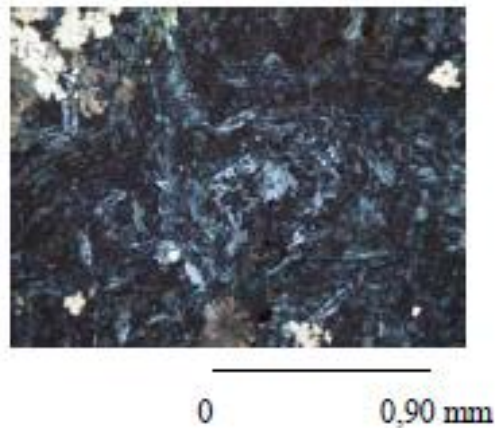


Fig. 50. Matriz afieltrada y cloritizada (muestra LA-18-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

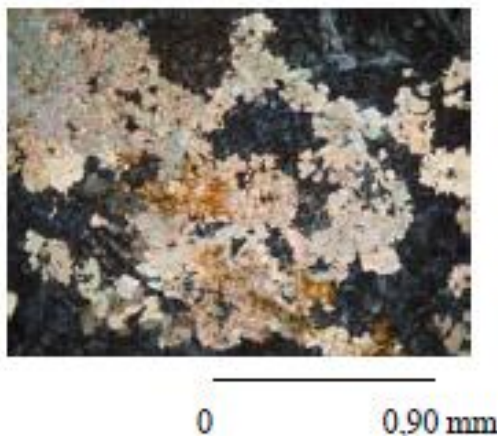


Fig. 51. Carbonato como alteración de fenocristales y matriz (muestra LA-18-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

- **Basalto porfídico**

La muestra LA-18-A, fue recolectada en un afloramiento de basalto con estructuras de pequeñas almohadillas que se encuentra en la margen derecha de la quebrada. En su análisis petrográfico posee un tamaño de grano mínimo 0,5 mm, promedio 0,7 mm y máximo 1,8 mm. Presenta una matriz con textura de flujo y fenocristales de plagioclasa (labradorita, 54% An) con textura glomeroporfídica. La roca se caracteriza por ser hipocristalina, afanítica e inequigranular porfídica. Está compuesta por cuarzo (1%), plagioclasa labradorita (54%) fuertemente alterada a minerales de arcilla y clorita (Fig. 52); clorita (4%) pseudomorfa de piroxeno, y material carbonático (30%) como producto de alteración. La matriz (60%) se compone principalmente de microlitos de plagioclasa y óxido tipo ilmenita, mostrando textura afieltrada (Fig. 53) y perlítica como consecuencia de

la desvitrificación. Presenta textura amigdaloides con vacuolas redondeadas y rellenas de clorita.

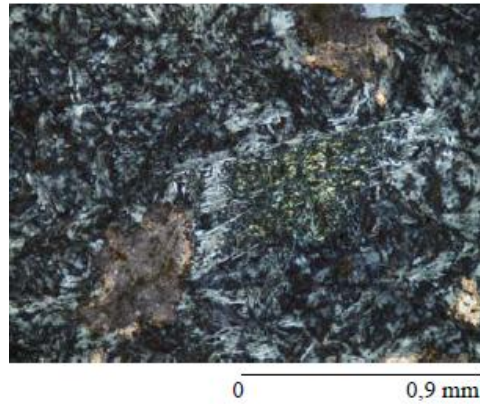


Fig. 52. Fenocristales de labradorita alterando a clorita en matriz afieltrada (muestra LA-18-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

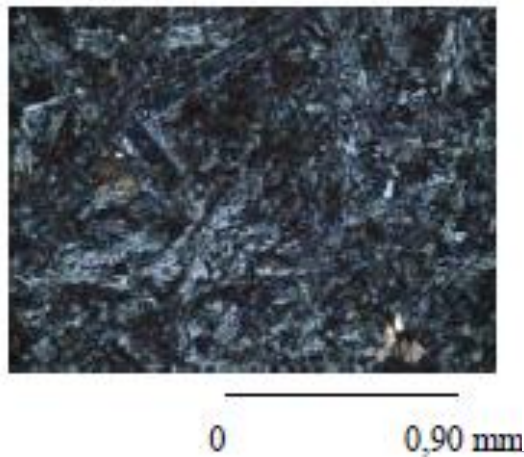
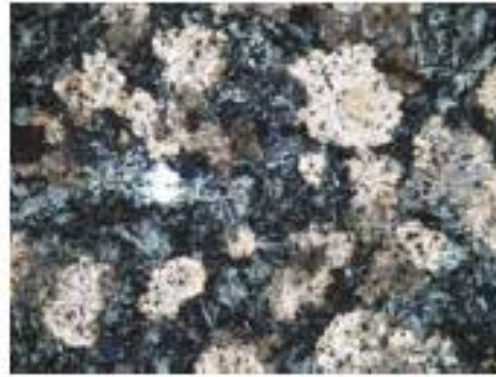


Fig. 53. Matriz presentando textura afieltrada (muestra LA-18-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



0 0.90 mm

Fig. 54. Carbonato como alteración de fenocristales y matriz (muestra LA-18-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

- **Conglomerado oligomítico (holocuarcífero)**

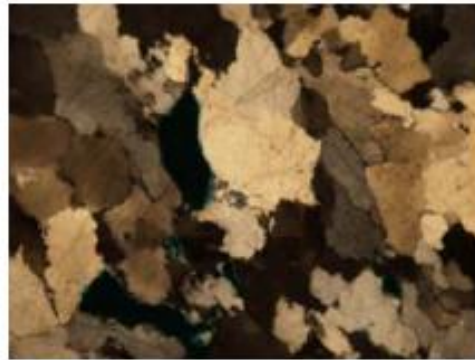
La muestra LA-76-R fue recolectada en el margen derecha de la quebrada Las Petacas, a 1 km del caserío Los Algodones (Coordenadas E 411.331, N 1.174.441).



Fig. 55. A la izquierda afloramiento de conglomerado holocuarcífero completamente fracturado. A la derecha se aprecia el cuarzo como componente principal de la roca. Tomado y modificado DE MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

Como resultado del análisis petrográfico, la muestra se clasifica como un paraconglomerado, ortomítico y monomítico, compuesto por clastos (30%), matriz (50%), cemento (5%) y porosidad (15%). Los clastos poseen un tamaño promedio de 4,5

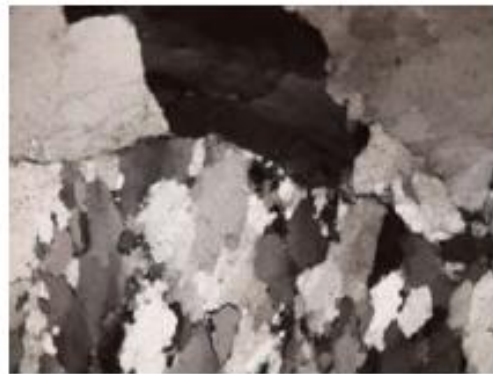
mm, bordes subangulares y excentricidad media-baja, estando compuestos en su totalidad por cuarzo monocristalino metamórfico. Tanto la matriz como el cemento están constituidos por cuarzo y sílice autigénica (Fig. 28). En el mapa de Coronel y Kiewiet de Jonge en CSV (1965) este cuerpo se define como Formación Río Negro.



0 0,90 mm

Fig. 56. Conglomerado holocarcífero, conformado por clastos únicamente de cuarzo (muestra LA-76-R).

Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



0 0,90 mm

Fig. 57. Presencia de clastos más bandeados que otros y deformados en diferentes direcciones (muestra LA-76-R). Tomado y modificado DE MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

• Caliza tipo Grupo Cogollo

Las muestras LA-28-A-R, LA-28-B-R y LA-28-C-R se recolectaron en el margen derecho de la quebrada Las Petacas, a 1 km al norte del caserío Los Algodones

(coordenadas UTM: E 411.575, N 1.174.295) y constituyen calizas de diversos tipos semejantes a los del Grupo Cogollo posiblemente correspondientes a la Formación Apón.

➤ **Biomicrocristalita:** correspondiente a la muestra LA-28-A-R que presenta un color blanco en muestra de mano. En sección fina se compone de ortoquímicos (20%) representados en su totalidad por microcristalita; extraclastos (5%) de cuarzo (4%) y plagioclasa (1%), y aloquímicos (60%) compuestos en su totalidad por fragmentos fósiles no diferenciables. Evidencia disolución de fragmentos fósiles. No presenta procesos orgánicos, ni cementación, ni evidencia de neomorfismo, reemplazamiento o efectos de presión-solución. Se presentan estructuras orgánicas concéntricas.

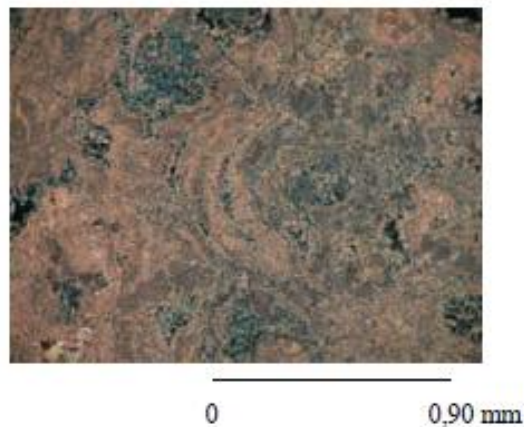


Fig. 58. Micritización de los fragmentos fósiles (muestra LA-76-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

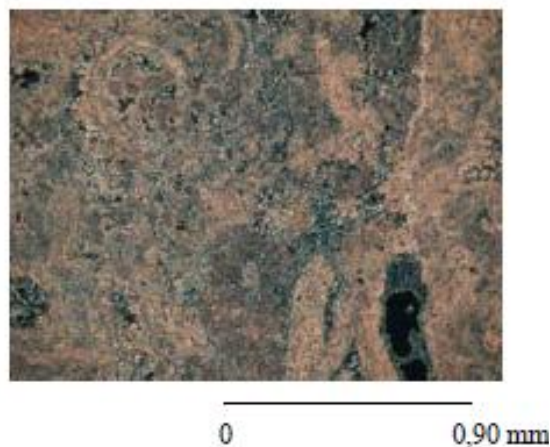


Fig. 59. Disolución evidenciada en la porosidad secundaria (teñido azul) (muestra LA-76-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

➤ **Micrita:** correspondiente a las muestras LA-28-B-R y LA-28-C-R que presentan un color intermedio en muestra de mano. En sección fina se compone principalmente de ortoquímicos (80-95%), representados por micrita (70-80%), espato (4-15%) y pseudoespato (0-6%). Los extraclastos están representados por cuarzo (2-4%) y plagioclasa no identificada (1%), mientras que los aloquímicos (0-10%) se componen en su totalidad por fósiles no identificados. La muestra LA-28-B-R presenta cemento de pseudoespato y espato, precipitado y recristalizado, con textura equigranular; se evidencia neomorfismo tipo agradante y disolución de la matriz; no presenta procesos orgánicos; no se evidencia reemplazamiento ni efectos de presión-solución; se presentan radiolarios recristalizados. La muestra LA-28-C-R presenta cemento de espato recristalizado, con textura equigranular; se evidencia neomorfismo tipo agradante; no presenta procesos orgánicos y no hay evidencia de reemplazamiento ni presión-solución.

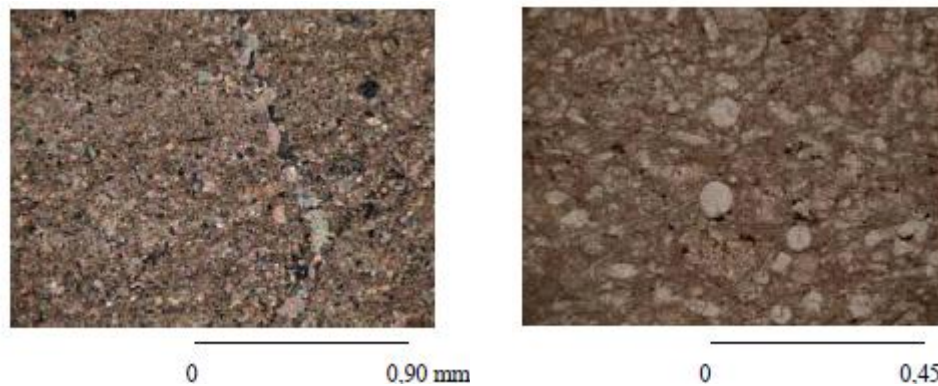


Fig. 60. A la izquierda lodo micrítico con fracturas rellenas de pseudoespato y espato (NC). A la derecha radiolarios recristalizados (NP). Muestra LA-28-B-R. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

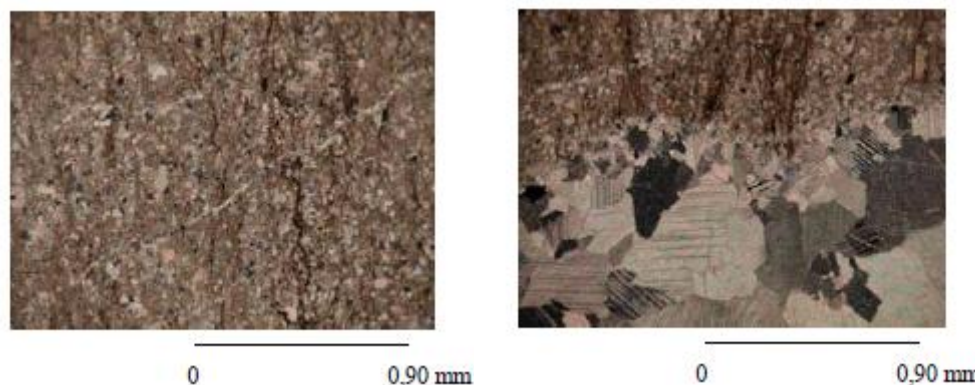


Fig. 61. A la izquierda microfósiles no identificados (NC). A la derecha neomorfismo agradante (NP). Muestra LA-28-C-R. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

Edad

La edad de los componentes de este complejo estructural está comprendida del Cretácico al Eoceno. La unidad más antigua se encuentra entre el Hauteriviense temprano al Barremiense temprano, marcado por la presencia de ammonites de dicha edad en la unidad, mientras que el límite superior es de edad Eoceno temprano a Eoceno medio, debido a que en el sector comprendido entre Siquisique y Puente Limón (Río Tocuyo) se encuentran rocas de dicha edad en el complejo (STEPHAN, 1982).

En la cartografía de CSV (1965), MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2010) y REATEGUI (2011) especifican edades para algunos de los componente de la unidad: caliza equivale a una edad de Aptiense-Albiense y algunos fragmentos de areniscas que contienen moldes de amonites con dos asociaciones de edades: Barremiense temprano y Valanginiense temprano al Hauteriviense basal.

La unidad fue amalgamada tectónicamente en el evento de apilamiento de las Napas de Lara, en el Eoceno tardío-Oligoceno temprano.

3.2.1.7. Formación Churuguara

Consideraciones históricas

GORTER & VAN DER VLERK (1932) introdujeron el nombre de esta formación a las rocas que afloran en la cercanía de la población de Churuguara en el estado Falcón. Posteriormente fue estudiada por LIDDLE (1946) y WHEELER (1958) quienes la elevan al rango de formación.

Localidad tipo

SENN (1935) designó a la sección en la quebrada Mamoncito, en el flanco sur del anticlinal Buena Vista, como su localidad tipo.

Extensión

La Formación Churuguara aflora extensamente en el flanco sur de la cuenca de Falcón y se reconoce al oeste hasta la quebrada Mamoncito y hacia el este hasta más allá de Churuguara (LORENTE & DÍAZ DE GAMERO 1997).

En la región de este estudio aflora en el límite norte, al noroeste del poblado Los Algodones. Comprende 1% de las unidades que allí afloran (Fig. 62).

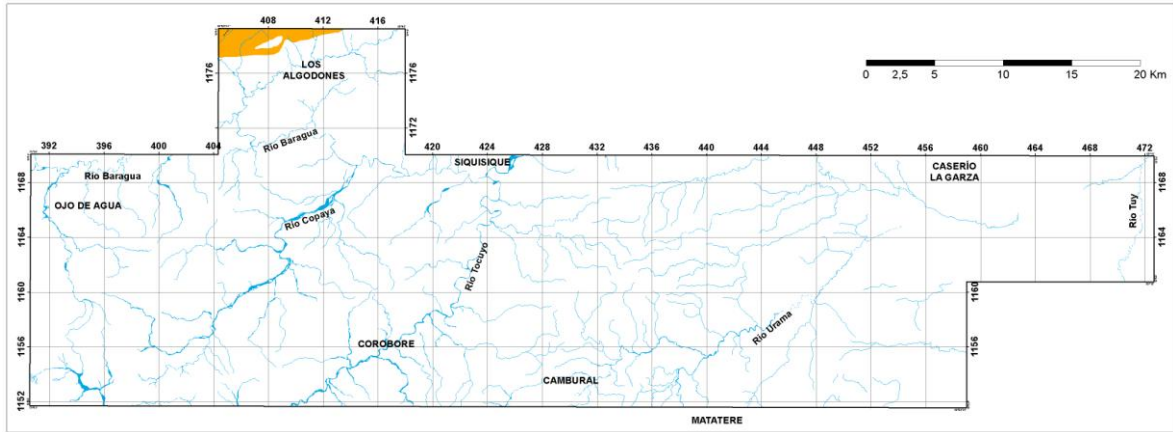


Fig. 62. Extensión de la Formación Churuguara en la zona de estudio

Contactos

NATERA (1957) reporta un cambio de facies entre las formaciones Churuguara y Capadare en las cercanías de la población de Mapararí. WHEELER (1958) revela que la formación es concordante con la Formación Agua Clara suprayacente y que existe un cambio de facies lateral con la Formación Castillo. Según DÍAZ DE GAMERO (1977), el contacto inferior es concordante con la Formación Paraíso y que al sur de su localidad tipo se interdigita con la Formación Pecaya.

Para el presente trabajo se atribuye un contacto concordante entre las formaciones Churuguara y Agua Clara, sin embargo, un segmento del contacto, al este del mismo, es de falla de ángulo alto. Con respecto a la Formación Jarillal se encuentra discordante.

Litología

WHEELER (1958) describe a la Formación Churuguara como una serie de intercalaciones entre capas de caliza arenosa gradando a arenisca carbonática, caliza masiva arrecifal, caliza fosilífera arcillosa, arenisca no carbonática, limolita, lutita y algunas capas de arenisca glauconítica. Además dice que en la sección tipo, aunque las lutita abarcan un 60% del volumen de la sección, las capas duras son las que caracterizan a la formación.

La roca más común es la caliza arenosa que grada a arenisca carbonática; la misma es de color gris azulado a gris oscuro, bien consolidada, fosilífera, de grano fino a muy grueso, a veces glauconítica y con presencia de nódulos carbonáticos y ferruginosos de 1 a 25 cm de longitud. La segunda litología más característica de esta formación es la caliza arrecifal masiva de color gris claro a un gris azulado, bien consolidada, con presencia de orbitoides,

corales, fragmentos de algas, equinoideos y conchas de pelecípodos; este tipo de caliza se caracteriza por formar riscos prominentes.

Las capas de arenisca son de diversos tipos, siendo las más comunes la de arenisca cuarzosa de color gris claro, porosa, de grano medio a muy grueso, de moderada consolidación y friable a buena consolidación y no friable, localmente carbonática, con estratificación cruzada y pequeños nódulos de hierro. En la base de la formación se ubican capas de arenisca de color verde a gris azulado, de grano muy fino a medio, micácea y carbonática, que presenta un 10% de chert negro en su composición y le da un aspecto de “sal y pimienta” a la roca.

La limolita es común, siendo de color gris oscuro, gris verdoso o gris azulado, micácea, localmente carbonática y a veces glauconítica.

La lutita por su parte es de color gris a gris oscuro, limosa, con pocos fósiles, fractura irregular y con presencia de nódulos de hierro alineados con la estratificación.

Espesor

La Formación Churuguara posee un espesor de 1.215 m, medido en la quebrada Mamoncito por WHEELER (1958), mencionando que la unidad se hace más delgada hacia el sur, pero más gruesa hacia el norte y al oeste.

Fósiles

WHEELER (1958) reporta una gran variedad de fósiles: *Globigerina ciperoensis*, *Globorotalia opima opima*, *Uvigerina adelinensis*, *U. sparsicostata* en la base de la formación; *Operculinoides panamensis*, *O. antiguensis*, *O. semmesi*, *Miogypsina hawkinsi*, *Heterostegina antillea*, *Turritella montañitensis olcottii*, *T. filacarmenensis* en la parte media de la unidad; *Textularia falconensis*, *Turritella zuliana*, *T. montañitensis*, *Anadarca (Cunearca) zuliana maracaibensis*, *Semele quirosana*, *Pecten antiguensis churuguarensis* en la parte superior.

Edad

Los fósiles presentes en la base de la formación indican una edad de Oligoceno temprano a medio, los de la parte media una edad Oligoceno medio a tardío y los de la parte superior una edad de Mioceno temprano (WHEELER 1958). DÍAZ DE GAMERO (1977) considera una edad de Oligoceno temprano a Mioceno temprano y reporta que la edad del

contacto entre las formaciones Pecaya y Churuguara es variable, de acuerdo al nivel de exposición de la interdigitación que existe entre las unidades.

Paleoambiente

ESCALONA *et al.* (1978) concluyen que el ambiente de depositación de la Formación Churuguara fue de aguas tranquilas, claras, de salinidad normal y clima tropical para las facies carbonáticas, mientras que las facies clásticas indican una influencia costera importante.

3.2.1.8. Formación Castillo

Consideraciones históricas

JHONSON (1949) utilizó el nombre de la formación por primera vez para identificar una secuencia de arenisca, conglomerado, lutita y caliza ocasional, que aflora en Cerro Castillo. Más adelante, WHEELER (1960) también publica una descripción de la unidad. LORENTE (1986) en su trabajo expone la microflora que posee la formación y establece la su edad y el ambiente sedimentario con la ayuda de su investigación.

Localidad Tipo

WHEELER (1960), propone que el nombre proviene del cerro Castillo, a unos 27 km al sur de Dabajuro, distrito Buchivacoa, estado Falcón; sin embargo, recomienda la sección que aflora en el cerro Frío, unos 5 km al este de cerro Castillo.

Extensión

La Formación Castillo aflora en una zona semicircular, a lo largo del borde occidental de la cuenca de Falcón (WHEELER 1960).

En la zona de estudio aflora desde el límite oeste hasta la zona central, al sur de Siquisique; se presenta en forma de franjas alargadas en sentido suroeste-noreste. Ocupa un 8% del área total (fig. 63).

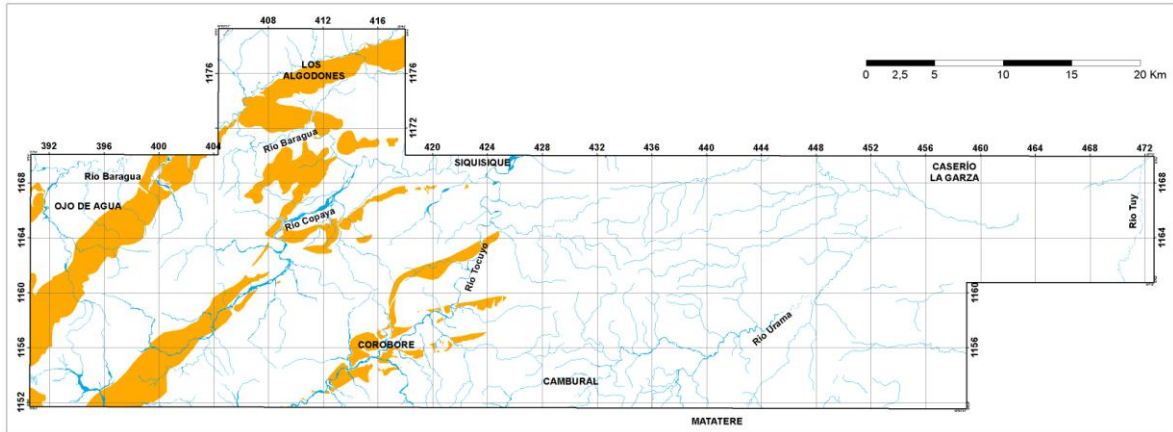


Fig. 63. Extensión de la Formación Castillo en la zona de estudio

Contactos

La Formación Castillo, según WHEELER (1960), se halla en contacto concordante sobre las lutitas de la Formación Pecaya. LORENTE (1997) añade que su contacto superior es concordante y diacrónico hacia el sur de la cuenca con la Formación Agua Clara.

En la zona de estudio, presenta un contacto discordante con la Formación Matatere cuando se encuentra estratigráficamente por arriba de ella. Cuando la Formación Matatere se encuentra estratigráficamente por arriba de la Formación Castillo, el contacto entre ambas es de corrimiento. En muchos lugares de esta zona, donde se presenta un contacto discordante entre estas dos formaciones, la Formación Castillo suele estar dispuesta en lo alto de los cerros formando escarpes por la diferenciación erosional (Fig. 64). En el sector de Los Algodones, La Formación Castillo se encuentra inconforme sobre la Ofiolita de Siquisique y el Complejo Estructural Los Algodones, y discordante sobre la Formación La Luna.



Fig. 64. Discordancia entre las formaciones Castillo (suprayacente) y Matatere (infrayacente). Nótese el escarpe que se forma por la diferenciación erosional. Norte de Copaya. Punto de observación LA-322

Litología

WHEELER (1958) la describe como una secuencia de arenisca con intercalaciones de lutita, limolita, conglomerado, lignita y algunas capas de caliza.

Por una parte, la arenisca se encuentra con un espesor variable, de algunos metros a más de 10 m, definiendo varios tipos de ella: arenisca de color gris claro, grano medio a muy grueso, porosa, de masiva a presentar estratificación cruzada, micácea y de moderada a buena consolidación; arenisca de color gris claro a gris oscuro, arcillosa, carbonática con jarosita y que suele presentar vetas ferruginosas y nódulos pequeños; arenisca gris, carbonática, mal escogida que meteoriza a color anaranjado; arenisca cuarzosa color gris claro, de grano fino a grueso y bien consolidada; arenisca arcillosa de color gris claro, de grano medio y moderadamente consolidada que presenta horadaciones rellenas por material arenoso carbonático de color rojizo; arenisca arcillosa, lenticular y muy friable con estratificación cruzada; arenisca lenticular con conglomerado, bien consolidados por una matriz parcial o completamente ferruginosa (Fig. 65). Estos dos últimos tipos de arenisca son comunes en la parte sur de donde aflora la unidad.

La lutita aflora principalmente al norte, presenta colores gris claro a gris oscuro, micáceas, de pobre a buena consolidación y con fractura semi-concoidea, pueden ser ligníticas o jarosíticas.

Hacia el sur del área, se intercala limolita con la arenisca, estas son de color gris claro pero meteorizan a un color blanco, rosado, anaranjado o rojo, contienen esferulitas ferruginosas y nódulos de 5 a 15 cm de diámetro.



Fig. 65. Afloramiento de la Formación Castillo en el Caserío El Isleño, Qda. Uriché ó Las Lajitas; punto de observación LA-337. Típica secuencia de arenisca de grano medio a grueso

Espesor

GORMAN (1950) indica que en el área de cerro Frío alcanza 1477 m y en la quebrada Lugado posee 1.066 m, en el este de Buchivacoa. Por otro lado, WHEELER (1960) señala un espesor de 779 m en la quebrada Cocuyito al sur de Baragua.

Fósiles

WHEELER (1958) identificó macroforaminíferos, foraminíferos bénticos y moluscos del Oligoceno en su localidad tipo, y del Mioceno Temprano en el borde sur de la cuenca; LORENTE (1986) en un estudio palinológico identifica la zona de *Magnastriatites Cicatricosisporites dorogensis* de edad Oligoceno, en los niveles inferiores, y la zona de *Verrutricolporites* en niveles superiores.

Edad

WHEELER (1960) expresa que la edad de la formación es de Oligoceno tardío– Mioceno temprano. LORENTE (1986) sugiere una edad Oligoceno en niveles inferiores y Mioceno temprano en los niveles superiores.

Paleoambiente

El sector sur de la formación fue depositada bajo condición de agua salobre y continental, mientras que en el sector norte fue depositada en un ambiente marino somero (WHEELER 1958).

3.2.1.9. Formación Agua Clara

Consideraciones históricas

El nombre de Agua Clara fue introducido por GARNER (1926) en las cercanías de la población de Agua Clara como una secuencia de lutita con interstratificaciones de caliza y lutitas ocasionales. En seguida es descrita en detalle por LIDDLE (1928) quién la define como formación.

Localidad tipo

Se encuentra en el río Mitare, en las proximidades a la población de Agua Clara (DÍAZ DE GAMERO, 1997).

Extensión

WHEELER (1958) señala que la unidad aflora en las cercanías de los bordes suroccidental, occidental y septentrional de la cuenca de Falcón. DÍAZ DE GAMERO (1989) indica que en Falcón norcentral la formación aflora solo al oeste del río Mitare.

La unidad comprende cerca del 4% en la zona de estudio y aflora al noroeste de ésta, por los poblados de Ojo de Agua y al noroeste de Los Algodones, como una franja en sentido NE (Fig. 66).

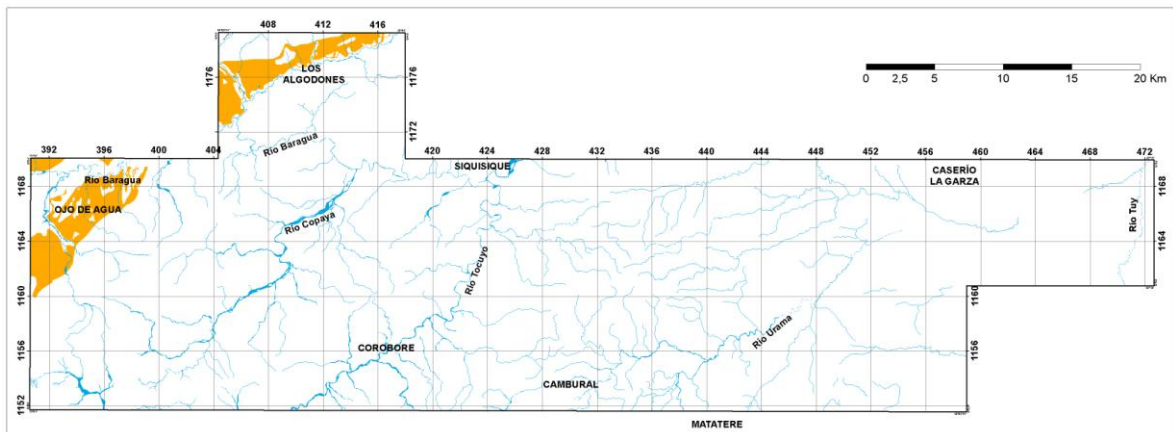


Fig. 66. Extensión de la Formación Agua Clara en la zona de estudio

Contactos

La Formación Agua Clara yace de manera concordante sobre las formaciones Castillo, Churuguara y Pedregoso; y la suprayace, también de manera concordante, las areniscas de la Formación Cerro Pelado (WHEELER 1958, DÍAZ DE GAMERO 1997). En los afloramientos

al norte de Urucure presenta contacto concordante con la Formación Capadare y contacto concordante y de falla con la Formación Churuguara.

Al norte de Los Algodones, en la zona de estudio, La Formación Agua Clara se observa en contacto concordante con la Formación Churuguara en su flanco norte, mientras que en su flanco sur se encuentra cubierto por sedimento cuaternario.

Litología

En su localidad tipo, LIDDLE (1928) la describe como compuesta por lutita ferruginosa concrecionaria, arenosa y yesífera de color gris negruzco con algunas intercalaciones delgadas de arenisca limosa y carbonática, localmente glauconítica y fosilífera de color verdoso a gris. WHEELER (1958) la describe como monótona, consistiendo en lutita de poca estratificación a masiva, de color gris oscuro, fosilífera, yesífera y localmente carbonática con intercalaciones ocasionales de caliza de color gris oscuro, yesífera y con alto contenido de fósiles, presentando un espesor menor de 15 cm. Las capas de lutita pueden incluir nódulos carbonáticos y en muestras frescas es distintivo el olor a petróleo. Más adelante, DÍAZ DE GAMERO (1989) acota que la parte superior de la unidad está compuesta de lutita localmente carbonática, con la presencia de muchos restos de plantas, algunos carbones de hasta 0,5 m de espesor y algunas capas delgadas de arenisca de grano fino, laminada, micácea con muchos restos vegetales.

Espesor

El espesor de la Formación Agua Clara es de 600 m en sección incompleta en el río Diquiva (WHEELER 1958), de 1.500 m en su localidad tipo y de 1.362 m en sección completa en el río Lagarto (DÍAZ DE GAMERO 1997).

Fósiles

DÍAZ DE GAMERO (1989) reconoce gran cantidad de foraminíferos béticos que pasan a conjuntos de ostrácodos y foraminíferos plantónicos hacia la parte superior de la formación, además identificó la zona de *Catapsydrax dissimilis* y la zona de *Catapsydrax stainforthi*.

Edad

DÍAZ DE GAMERO (1989) le asigna una edad del Mioceno temprano a partir de los fósiles identificados.

Paleoambiente

De acuerdo a DÍAZ DE GAMERO (1989), la parte inferior de la formación se depositó en un ambiente marino, mientras que su parte superior fue sedimentada en un ambiente de poca profundidad pasando a un ambiente de prodelta. En un estudio geoquímico DEL OLLO *et al.* (1994) mencionan que las rocas de la Formación Agua Clara en superficie y subsuelo, presentan una alta madurez y que los bitúmenes fueron originados por material orgánico marino y terrestre, sedimentado en un ambiente transicional con influencia deltaica.

3.2.1.10. Formación Cerro Pelado

Consideraciones históricas

Por vez primera, LIDDLE (1928) nombra y describe a la unidad en detalle, aunque anteriormente, GARNER (1926) había designado el intervalo equivalente en el río Mitare, con el nombre de Formación Las Lajas. WIEDENMAYER (1937) designó como "tramo carbonífero de El Isiro" a un intervalo supuestamente equivalente a la formación, en las cercanías de Coro. Por otra parte, HALSE (1937-a) describió el Grupo Cerro Pelado, en la parte occidental del distrito Buchivacoa, en Falcón occidental, y posteriormente estudia la formación en El Mene de Mauroa, también de Falcón occidental (HALSE, 1947). Al mismo tiempo, GONZÁLEZ DE JUANA (1937) describe un intervalo estratigráfico en el área de Cumarebo, en Falcón nororiental, con el nombre de Formación Cerro Pelado, indicando que la parte superior se conoce con el nombre de paquete de Las Lomas y aflora al norte del río Ricoa, mientras que las areniscas que afloran al sur de dicho río son más antiguas, y las designa como Formación Solito. PAYNE (1951) modifica la nomenclatura estratigráfica del área de Cumarebo, y coloca las Arenas de Las Lomas y de Solito como miembros de su Formación Ricoa, eliminando en esta región, el nombre de Cerro Pelado. Los nuevos nombres formacionales de PAYNE (1951) no tuvieron acogida posterior en la literatura geológica, pero los estudios de DÍAZ DE GAMERO (1997) eliminan los nombres de Formación Cerro Pelado (y otros) de la región de Cumarebo, incluyendo la sección correspondiente dentro de la Formación Agua Salada. WHEELER (1960, 1963) menciona brevemente la Formación Cerro Pelado y coloca la Formación Solito como su equivalente lateral en la región de Falcón nororiental. GAMERO Y DÍAZ DE GAMERO (1963), describen en detalle un intervalo caracterizado por areniscas al sur de Coro, asignándolo a la

Formación Cerro Pelado. DÍAZ DE GAMERO (1977) precisa la edad de este mismo intervalo en base a foraminíferos planctónicos. GONZÁLEZ *et al.* (1985), hacen un estudio preliminar del potencial carbonífero de la formación. LORENTE (1986) estudia la microflora de la Formación Cerro Pelado en varias localidades de Falcón occidental. DÍAZ DE GAMERO (1989) describe la unidad en Falcón occidental y establece un nuevo esquema de correlación para el Mioceno Temprano y Medio de Falcón septentrional, demostrando que la Formación Cerro Pelado no existe al este del río Mitare y que la unidad conocida con este nombre al norte de la serranía de San Luis corresponde a la parte inferior de la Formación Socorro. HAMBALEK *et al.* (1994) presentan un estudio palinoestratigráfico de la unidad.

Localidad tipo

La localidad tipo se encuentra en los cerros Pelado y Hormiga, al norte de Pedregal, entre Agua Clara y Urumaco, distrito Democracia, estado Falcón.

Extensión

La Formación Cerro Pelado aflora a lo largo del frente de montañas de Falcón occidental, desde la región de Mene de Mauroa al oeste, hasta el río Mitare al este. La formación soporta la topografía más alta en la región del Surco de Urumaco, conformada por una amplia franja de colinas desprovistas de vegetación, con alturas superiores a los 500 m.

En la zona de estudio abarca un 0,4% de área total y lo representan dos pequeños cuerpos alargados en sentido suroeste-noreste al norte del poblado Los Algodones, ubicados sobre el eje de un sinclinal (Fig. 67).

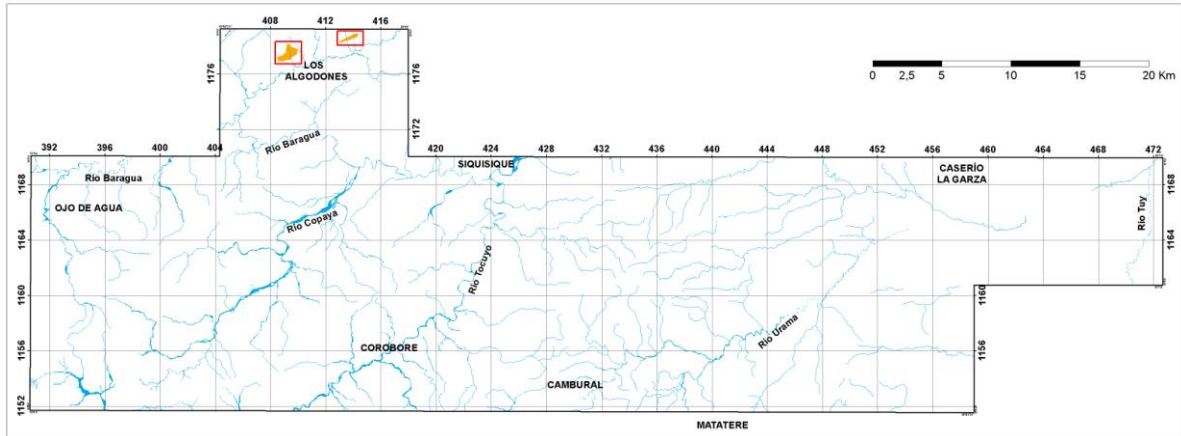


Fig. 67. Extensión de la Formación Cerro Pelado en la zona de estudio

Contactos

El contacto inferior es concordante y transicional con la Formación Agua Clara, tal y como se observa en la zona de estudio. El contacto superior es igualmente concordante y transicional con la Formación Querales.

Litología

LIDDLE (1928, 1946) describe a la Formación Cerro Pelado en su localidad tipo como areniscas intercaladas con lutitas y algunos lignitos, especialmente abundantes en su parte superior. Las areniscas son ferruginosas, de colores gris, gris marrón y marrón rojizo, de grano fino a grueso, moderadamente duras, y se disponen en capas delgadas a masivas, lajas, con estratificación cruzada y marcas de oleaje. Las lutitas son de color gris azul a gris oscuro, arenosas, yesíferas, micáceas, ferruginosas y carbonosas. HALSE (1937) describe a la formación en Falcón occidental, como compuesta de areniscas macizas con algunas arcillas que contienen fósiles marinos y carbones detríticos. En ciertos lugares encontró capas de carbón de hasta 1 m de espesor. Cerca de la base, ubicó a menudo capas de guijarros de cuarzo y fragmentos angulares de feldespatos caolinizados, muy característicos de este horizonte. GONZÁLEZ *et al.* (1985) mencionan que la mayor parte de los carbones se encuentran en la parte media y superior de la formación. DÍAZ DE GAMERO (1989) describe la formación en el área del Surco de Urumaco, como constituida predominantemente por areniscas de grano fino a medio, con intervalos de grano grueso y hasta conglomerático, dispuestas en capas desde pocos metros a 20 y 30 m de espesor. El autor indica que las areniscas muestran estratificación cruzada planar, a veces festoneada, rizaduras de corriente, y cierta bioturbación en la base de las capas. Los grandes paquetes

están constituidos por sedimentación rítmica en la que el espesor de las capas disminuye de base a tope, aunque la tendencia opuesta ocurre también con menor frecuencia. La parte superior de la formación contiene los mayores espesores de lutitas, que a veces son calcáreas, con algunas areniscas calcáreas y raras calizas lodosas entre 0,2 y 1 m de espesor. Las lutitas son físis, en ocasiones carbonosas, con carbones de espesores variables, entre 0,1 y 1,5 m, con un máximo de 2,7 m en la quebrada El Paují.

Espesor

LIDDLE (1928, 1946) calculó un poco más de 1.000 m en la localidad tipo; HALSE (1937, 1947) añade que disminuye a unos 900 m en Buchivacoa occidental y 800 m al sur de Mene de Mauroa. HAMBALEK *et al.* (1994) midieron 1.760 m en las quebradas El Trocón y La Paloma, en el área tipo.

Fósiles

La Formación Cerro Pelado es pobremente fosilífera. Ocasionalmente se encuentran raras conchas de moluscos y las lutitas contienen una microfauna muy pobre, predominantemente de foraminíferos arenáceos típicos de aguas salobres (DÍAZ DE GAMERO 1989). La microflora, al contrario, es abundante y variada. LORENTE (1986) reconoce los siguientes palinomorfos, de una sección de superficie cercana o la localidad tipo: *Laevigatisporites vulgaris*, *Verrucatosporites usmensis*, *Monoporites annulatus*, *Mauritiidites franciscoi*, *Magnastriatites grandiosus*, *Psilamonocolpites medius*, *Verrucatosporites spp.* En menor cantidad, *Echitricolporites maristellae*, *Perisyncolporites pokornyí*, *Deltoidosport adriennis*, *Retriticolporites hispidus*, *Psilatricolporites triangularis*. HAMBALEK *et al.* (1994) mencionan los palinomorfos *Psiladiporites minimus*, *Crototricolpites annemariae*, *Jandufouria seamrogiformis*, *Verrutricolporites rotundiporus*.

Edad

A la Formación Cerro Pelado se le asigna la edad por su posición estratigráfica, entre dos unidades lutíticas bien datadas. Corresponde a la Zona de *Globigerinatarella insueta* y la parte inicial de la Zona de *Praeorbulina glomerosa*, del Mioceno temprano tardío (DÍAZ DE GAMERO, 1989). La microflora de la formación corresponde a la parte inferior de la Zona de *Psiladiporites-Echitricolporites*, igualmente del Mioceno temprano tardío (Lorente,

1986). HAMBALÉK *et al.* (1994) reconocen la Zona de *Echitricolporites maristellae-Psiladiporites minimus* (parte tardía del Mioceno temprano).

Paleoambiente

El ambiente de depositación es de delta progradante, con todo el complejo de facies asociadas, empezando con el frente deltaico, con desarrollo de gruesas barras de desembocadura, pasando a llanura deltaica, con canales distributarios, bahías, pantanos, marismas, etc. y, nuevamente hacia arriba, a frente deltaico (DÍAZ DE GAMERO, 1989). Posteriormente, HAMBALÉK *et al.* (1994) presentan un estudio palinológico detallado, reconociendo ambientes iniciales de frente deltaico y complejo litoral, con bahías protegidas, barras y lagunas. Hacia arriba se pasa a predominio de ambientes fluviales, con características típicas de llanura deltaica, desarrollo de bosques pluviales en las áreas más continentales y pantanos costeros con manglares en las áreas de la parte central de la llanura deltaica con depósitos de marismas. Luego, las condiciones ambientales muestran un alto dominio de ambientes palustres, mayormente de aguas dulces, con desarrollo de una densa vegetación. Hacia arriba, se pasa de nuevo a ambientes de marismas y lagunas, con algunos desarrollos de pantanos de agua dulce. En el tope de la formación aparecen, como en la base, depósitos de gran espesor de barras de distributarios del frente deltaico, evidenciando una degradación del delta. Unos años más tarde, DÍAZ DE GAMERO (1996) identifica el sistema fluvial que construyó en el Mioceno temprano el delta representado hoy por la Formación Cerro Pelado como el proto-Orinoco. Este río drenaba la Cordillera Central de Colombia, al oeste y el macizo Guayanés, al este y, fluyendo hacia el norte, desembocaba en el noreste de Falcón.

3.2.1.11. Formación Capadare.

Consideraciones históricas

WIEDENMAYER (1924) utilizó por primera vez el nombre “Capadare” (Serie de) para designar a una secuencia de unidades litoestratigráficas de edad Mioceno-Plioceno de Falcón Oriental; pero muchas de estas unidades fueron correlacionadas de manera errónea y hoy en día se conocen con diversos nombres. LIDDLE (1928) es quién le da el nombre de Caliza de Capadare, aunque varios autores optan llamarla Formación Capadare. Quienes justifican el nombre de Formación Capadare son BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976),

apuntando sus características litológicas cartografiables, a una secuencia de calizas arrecifales, margas y lutitas expuestas en Falcón sureste y surcentral.

Localidad tipo

La localidad tipo se encuentra en el cerro Capadare, distrito Acosta del estado Falcón, aunque existen secciones de referencia como los cerros Mirimire, Chichiriviche, Jacura y Guaidima de los distritos Jacura y Acosta del estado Falcón (SCHERER 1997b).

Extensión

Esta formación aflora como bancos carbonáticos y complejos arrecifales separados en los distritos Acosta y Silva del estado Falcón según SCHERER (1997a).

En la sección de estudio esta formación aflora en la parte norcentral, desde el sur de Copaya, en la fracción más norte del Río Copaya, hasta Siquisique. Se muestra en pequeños cuerpos cubiertos por sedimentos cuaternarios con una orientación preferencial suroeste-noreste. En el extremo noreste de la zona de estudio también se encuentra otro pequeño cuerpo de la Formación Capadare dispuesta de la misma manera. Esta formación abarca un 0,8% del área total (Fig. 68).

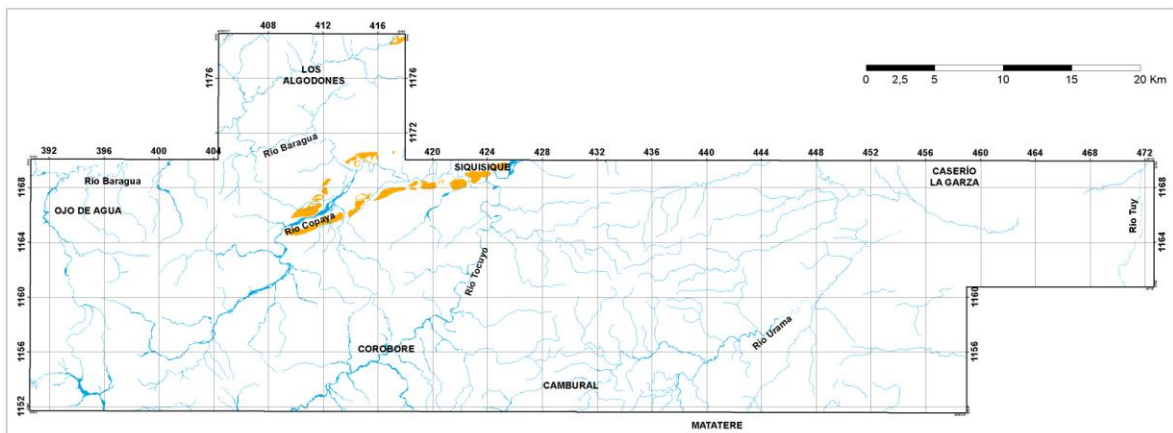


Fig. 68. Extensión de la Formación Capadare en la zona de estudio

Contactos

En el trabajo de WHEELER (1958) se propone que la formación yace discordante sobre la Formación Castillo tal cual se observa en el flanco sur de los cuerpos que afloran en la zona de estudio. La Formación Capadare hacia el este se acuña en donde entra en contacto discordante con la Formación Matatere y la Formación Casupal; su contacto con la Formación Agua Clara es concordante. Por encima la Formación Capadare se encuentra en

contacto concordante con la Formación Cueparo; ambas son propuestas como equivalentes por NATERA (1957).

Es complicado conocer con exactitud el tipo de contacto cuando la parte superior de la Formación Churuguara consiste en intercalaciones de calizas y lutitas. NATERA (1957) reporta un cambio lateral de facies entre la Formación Churuguara y la Formación Capadare en las cercanías de Mapararí. WHEELER (1958) indica que aunque ambas formaciones llegan a ser similares litológicamente, no son equivalentes en el tiempo, siendo más antigua la Formación Churuguara, además considerando que la Formación Capadare se adelgaza y gradúa hacia el norte en las formaciones Agua Clara y Cueparo; la Formación Churuguara debe acuñarse hacia el sur para reemplazar la pérdida de la sección carbonática.

WHEELER (1958) expone 3 modelos de acuñamiento de la Formación Churuguara hacia el Sur donde están involucradas también las formaciones Capadare y Agua Clara presentes en la zona de estudio (Fig. 69):

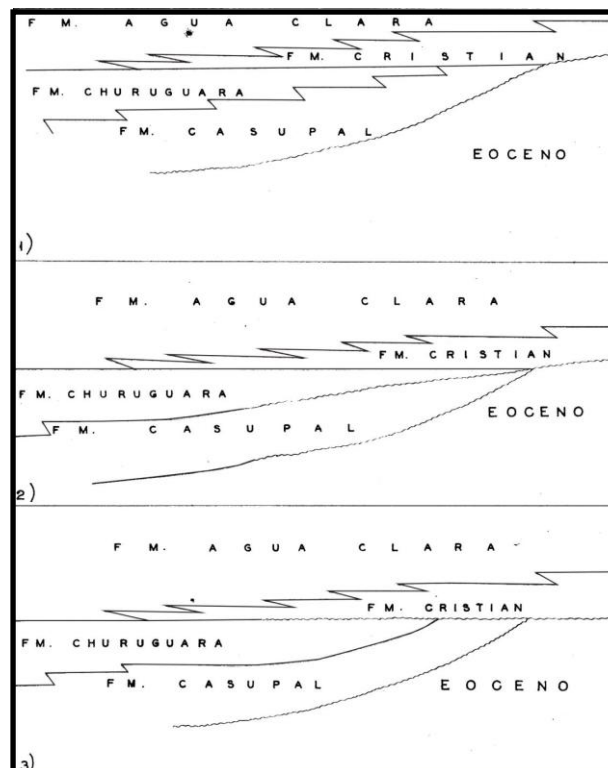


Fig. 69. Modelos propuestos para explicar la relación estratigráfica entre las formaciones Churuguara y Capadare (en el gráfico como Formación Cristian). El sur se encuentra hacia la derecha. Tomado y modificado de WHEELER (1958)

1. La Formación Churuguara grada hacia el sur en la Formación Casupal.
2. Se desarrolla una discordancia local en el borde sur de la cuenca entre las formaciones Churuguara y Casupal. Se deposita luego la Formación Capadare por transgresión sobre la Formación Churuguara.
3. Discordancia local en la base de la Formación Capadare. La Formación Churuguara es cubierta discordantemente por la Formación Capadare.

Litología

En su localidad tipo, NATERA (1957) la describe como una caliza masiva, pero en la región de Bajo Tocuyo se encuentran otros tipos litológicos. Se halla caliza limpia de masiva a capas delgadas, ricas localmente de megafósiles, algas y conchas de bivalvos, sobretudo en la quebrada Guaca, en ciertas localidades abarcan cerca de un 100% del volumen de la formación. Las capas de caliza usualmente conforman crestas de gran altura con laderas de alta pendiente; las que generan escarpes parecen ser de tipo masivas y continuas. Otra característica de esta formación es la topografía aserrada y la presencia de sumideros cársticos. También se encuentran capas de lutita intercaladas de color gris a gris verdoso, carbonáticas y localmente fosilíferas. Estos intervalos arcillosos desaparecen de una localidad a otra, y no se encuentran restringidos a alguna posición estratigráfica, sin embargo en ciertas zonas pueden llegar a abarcar hasta 50% de volumen en la formación. En la carretera Barquisimeto-Churuguara, en la sección expuesta al sur del río Tocuyo, hay presencia de un conglomerado basal de 5 a 6 m de espesor que es discordante sobre rocas del Eoceno. Este conglomerado está formado por clastos de cuarzo, arenisca y chert, embebidos en una matriz altamente ferruginosa. Esta facies conglomerática está restringida a esta carretera y a la quebrada Las Palmas adyacente.

Parte de la Formación Capadare que aflora en la región de Siquisique difiere en las características litológicas y en correlación con la que aflora en su localidad tipo, por lo tanto WHEELER (1958) la describe en ese sector como Formación Cristian, nombre utilizado por diversos geólogos anteriormente. La Formación Cristian es caracterizada por una serie de capas de caliza intercaladas con arenisca y lutita. La caliza es de color gris a marrón claro, bien consolidada, muy rica en fósiles y con una matriz “densa”, en algunos casos arenosa y arcillosa (Fig.35). La lutita es de color gris claro con fractura irregular, localmente limosa pero es más común que sea carbonática con alto contenido fosilífero. La

presencia de arenisca es rara, es de grano fino a grueso y carbonática, puede estar bien consolidada o poco consolidada, dependiendo de la cantidad de cemento carbonático.



Fig. 70. Afloramiento de la Formación Capadare en las cercanías al Cerro Cabritona o Cobri, noreste de Copaya y este de Siquisique. Punto de campo LA-342. Está expuesta una capa de caliza de color marrón claro con icnofósiles y alto buzamiento

Espesor

NATERA (1957) estima 149 m en la quebrada Pozo Azul de Falcón oriental, WHEELER (1958) midió 193 m de la Formación Cristian en el oeste de Siquisique, DÍAZ DE GAMERO (1985) reporta espesores variables de 150 a 300 m en su localidad tipo.

Fósiles

SENN (1935) reporta el foraminífero béntico *Amphistegina* sp. así como ejemplares de *Sorites* sp, *Bolivina* sp., moluscos mal preservados, equinodermos *Clyeaster* y *Scutellidae*, fragmentos de algas y bivalvos. WHEELER (1958) reporta la presencia de *Miogypsina*.

Edad

Debido a la variedad de fósiles que posee la formación, ha existido cierta controversia al definir la edad exacta de la misma. La presencia de *Miogypsina* indica una edad de Mioceno temprano, sin embargo, DROOGER (1956) cree que el rango de la *Miogypsina* puede abarcar hasta el Mioceno medio; RENZ (1948) correlaciona la unidad con el Miembro Huso de la Formación Pozón del Grupo Agua Salada, situada en zona de *Robulus senni* de Mioceno medio, asimismo DÍAZ DE GAMERO (1985) le asigna una edad que va de la zona de *Globorotalia fohsi* a *Globorotalia menardii* del Mioceno medio.

Paleoambiente

El ambiente de depositación es marino sin influencia costera o continental alguna, de aguas claras, energía moderada, bien oxigenadas y en un clima tropical (DÍAZ DE GAMERO, 1985).

3.2.1.12. Formación Guaidima

Consideraciones históricas

Formación propuesta por NATERA (1957) pero por no publicarse, no está incluida en el *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 2010). Formación Guaidima es el nombre con que se le conoce a las rocas aflorantes en el sinclinal de Guaidima, al suroeste del anticlinal de Riecito.

Localidad tipo

Sinclinal de Guaidima al suroeste del poblado de Riecito, estado Falcón.

Extensión

NATERA (1957) reporta que esta formación está restringida en los valles de Guaidima y Cubecito y a una pequeña zona en el borde norte del valle de Ureña, al este de la carretera hacia Churuguara.

En el área de estudio esta formación aflora como un remanente de un cuerpo que se encuentra en las afueras del límite de la zona de estudio, representa sólo el 0,1% y está ubicado al noreste (Fig. 71).

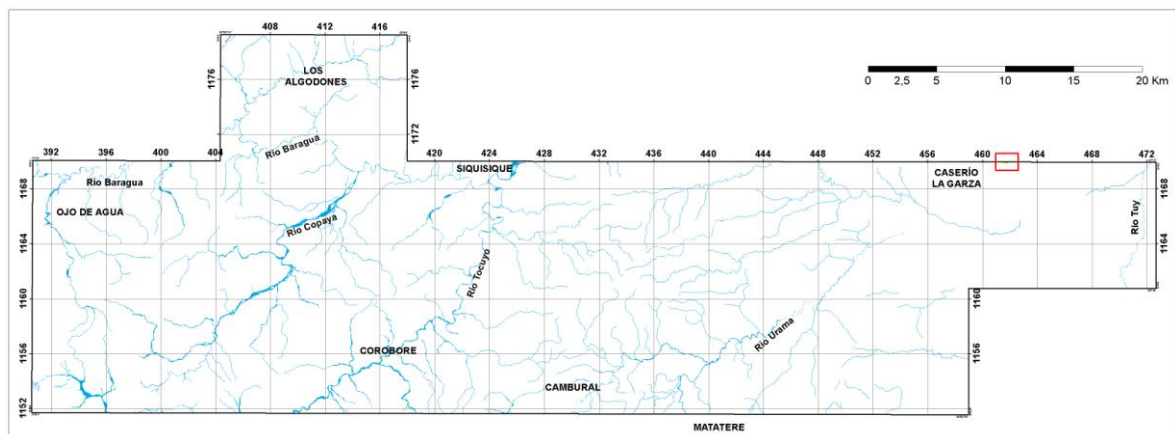


Fig. 71. Extensión de la Formación Guaidima en la zona de estudio

Contactos

En las cercanías del poblado de Santa Inés la Formación Guaidima descansa discordantemente sobre la Formación Capadare y solamente es cubierta por sedimentos cuaternarios sin consolidar. En la zona de estudio, el pequeño cuerpo que se manifiesta está rodeado de sedimento cuaternario.

Litología

Está conformada por capas de conglomerado, arenisca y lutita, siendo predominantes las rocas conglomeráticas. La estratificación masiva y la poca exposición son características de esta formación. El conglomerado contiene fragmentos muy angulares de rocas cretácicas y de edades más jóvenes y tiene un aspecto de depósitos modernos de ríos, sin embargo se encuentra muy bien cementado por una matriz arenosa carbonática. En algunas áreas, como en los valles de Tapatapa y Guaidima, los clastos redondeados de cuarzo son el constituyente principal de la roca.

Espesor

NATERA (1957) estima como máximo unos 200 m de espesor; sin embargo, no se conoce con exactitud.

Edad

Su edad exacta se desconoce debido a la ausencia de fósiles, no obstante, por su posición estratigráfica se cree que es de edad Plioceno (NATERA 1957).

Paleoambiente

NATERA (1957) indica un ambiente de depositación continental.

3.2.1.13. Unidades Cuaternarias

Consideraciones históricas

La Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hídricos (COPLANARH, 1974) fue el ente quien realizó un mapa geomorfológico de las regiones costa noroccidental, centro occidental y central (sistema montañoso noroccidental) y por medio el cual sintetiza los sedimentos recientes del cuaternario en un sistema de clasificación tomando en cuenta tanto la morfología de la unidad, como el medio depositacional.

Extensión

Los sedimentos cuaternarios sin consolidar se transportan y se depositan por los valles y planicies que dispone la topografía. Se encuentran dispuestos en toda la zona de estudio, principalmente en los alrededores de los cauces de los drenajes. Estas unidades abarcan un 11% del total del área, encontrándose los mayores depósitos al este del caserío La Garza, en el valle de Santa Inés, y en los alrededores de Siquisique donde presenta un relieve aproximadamente homogéneo (Fig. 72).

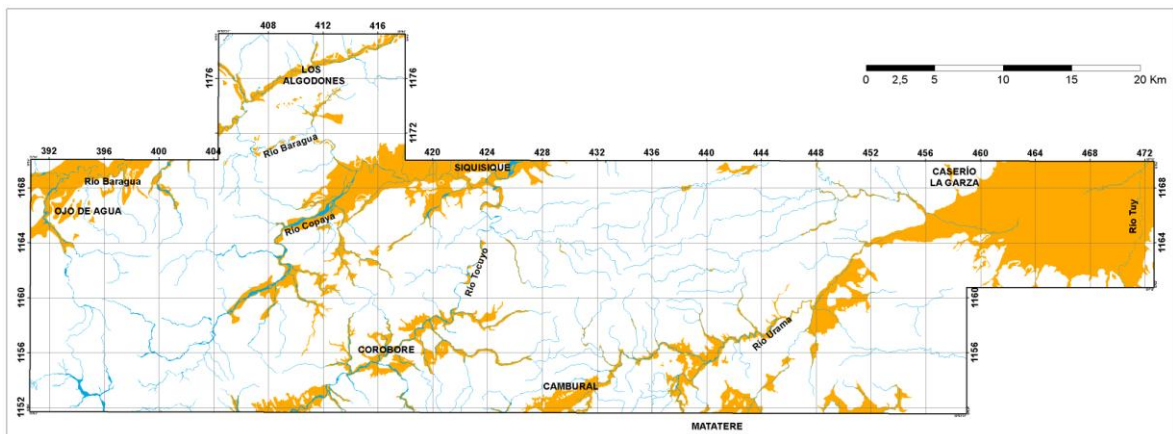


Fig. 72. Extensión de las unidades cuaternarias en la zona de estudio

Contactos

En la zona de estudio, las unidades cuaternarias están en contacto discordante sobre todas las demás unidades.

Litología

Las unidades cuaternarias representan los sedimentos no consolidados, movilizados por procesos cuaternarios, entre ellos aluviones, desbordes, abanicos, etc. En la zona de estudio se encuentran 10 formas de depósito cuaternario propuestas por COPLANARH (1974), las cuales se describen a continuación:

- A3: Abanico de explayamiento o cono de deyección. Comprende movimientos en masa localizados de material de granulometría variable, principalmente entre tamaño arena y arcilla en forma de abanico.
- A5: Rampa de explayamiento. Depósito de sedimentos esparcidos en una pendiente; utilizado para designar acumulaciones torrenciales locales de material con granulometría variable.

- A6: Rampa coluvial. Sedimentos de tamaño de grano variable disponibles en una leve pendiente.
- A9: Complejo coluvio-aluvial de piedemonte. Generado por inundaciones ocasionales de origen fluvial. La granulometría del depósito es variable.
- B9: Valle coluvio-aluvial. Sedimentos de drenajes activos o inactivos mezclados con sedimentos de las laderas próximas.
- B10: Terraza aluvial.
- B10: Terraza aluvial alta.
- B12: Valle encajado. Sedimentos aluviales en un medio depositacional en forma de “V”.
- C21: Planicie de desborde, napa de desbordamiento. Sedimentos en masa depositados por deslizamientos.
- D: Planicie de explayamiento. Depósito de sedimentos esparcidos en una planicie.

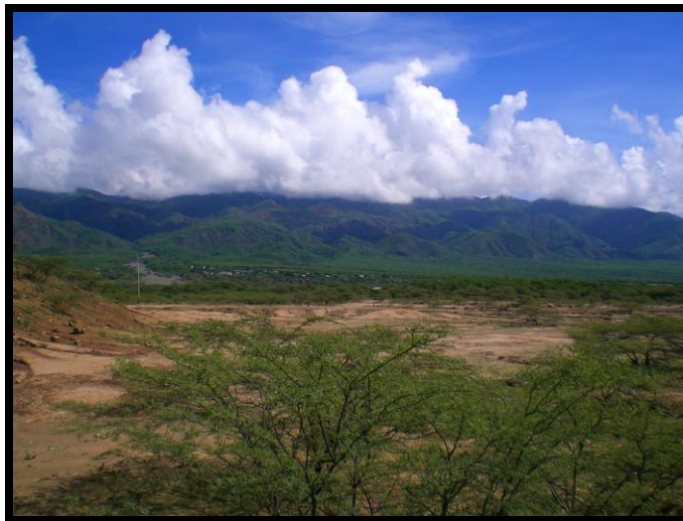


Fig. 73. Depósitos cuaternarios al oeste de Siquisique, vista panorámica desde el punto LA-328 hacia el noreste. Al fondo, al borde de las laderas, terrazas aluviales y abanicos de explayamiento; el resto valle encajado por el paso del Río Baragua

Edad

COPLANARH (1974) asigna ciertos prefijos en la nomenclatura de las unidades cuaternarias para clasificar la edad. Basándose en este criterio, en este trabajo se utilizó los siguientes prefijos:

- Q0: Holoceno.
- Q1: Pleistoceno superior.
- Q2 y Q3: Pleistoceno inferior.

Con estos prefijos y las nomenclaturas de los sistemas de depósito, se obtiene la descripción completa de la unidad. Por ejemplo: Q2A3 se refiere a un abanico de explayamiento del Pleistoceno inferior.

Además de esta información se pueden establecer otras basadas en la relación espacial existente entre las mismas, es decir, en el caso de las terrazas, al estar siempre rodeadas por otros depósitos cuaternarios, se encuentran entre las más antiguas de las unidades recientes. Las unidades más recientes son depósitos tipo valle o coluviales, encontrándose estos siempre asociados a los drenajes de alta influencia, y cortando además unidades anteriores, como abanicos y rampas de explayamiento.

3.2.2. Unidades ígneas

3.2.2.1. Ofiolita de Siquisique

Consideraciones históricas

Las unidades ígneas que afloran en las cercanías de Siquisique fueron descritas por CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) y aparecen cartografiadas en CSV (1965). Posteriormente MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) estudian la mitad oeste del cuerpo mayor que aflora al noreste de la población de Siquisique, en las localidades de Chorrerones-Macuere-Maroroy, también estudiaron los cuerpos que afloran en las cercanías de la población El Limón, estado Lara. REATEGUI (2011) estudió la mitad este de este cuerpo ígneo y describe el cuerpo ígneo que aflora en la localidad de Las Llanaditas, en el sur del estado Falcón. ICHASO (2011) describe el contacto entre la Formación Matatere y las rocas volcánicas de la Ofiolita de Siquisique en la quebrada Agua Linda, sector Macuere, estado Lara. URBANI *et al.* (2012) realizan una compilación de las investigaciones realizadas por ellos mismo y por otros autores de la geología de la Ofiolita de Siquisique, abarcando la región Siquisique-Mapararí del estado Lara

Localidad tipo

URBANI *et al.* (2012) indica que 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.

Extensión

La Ofiolita de Siquisique aflora en el sur del estado Falcón y el norte del estado Lara, principalmente en las localidades de Los Algodones y de Siquisique. Para este estudio, el cuerpo ofiolítico que aflora es el ubicado en la localidad de Los Algodones, obteniendo una forma semitriangular debido a que está limitado por una serie de corrimientos y fallas de alto ángulo que le dan esta geometría, pero también posee un leve alargamiento en sentido suroeste-noreste. Abarca sólo el 0,4% del área total. Por otro lado, el mayor cuerpo se extiende por 18 km entre los sitios de Guacamuco y Maroroy, al norte de Siquisique. Según ICHASO (2011) se presenta con una forma alargada con una orientación este-noreste, haciéndose más gruesa hacia el noreste. En la localidad de Puente Limón se encuentran tres cuerpos, uno de mayor tamaño con forma de triángulo y dos más pequeños, uno al suroeste y otra al sureste del de mayor tamaño. En la zona de Las Llanaditas afloran otros tres cuerpos de esta unidad, uno más grande con forma rectangular y otros dos más pequeños, con forma de ojo, al sur de este.

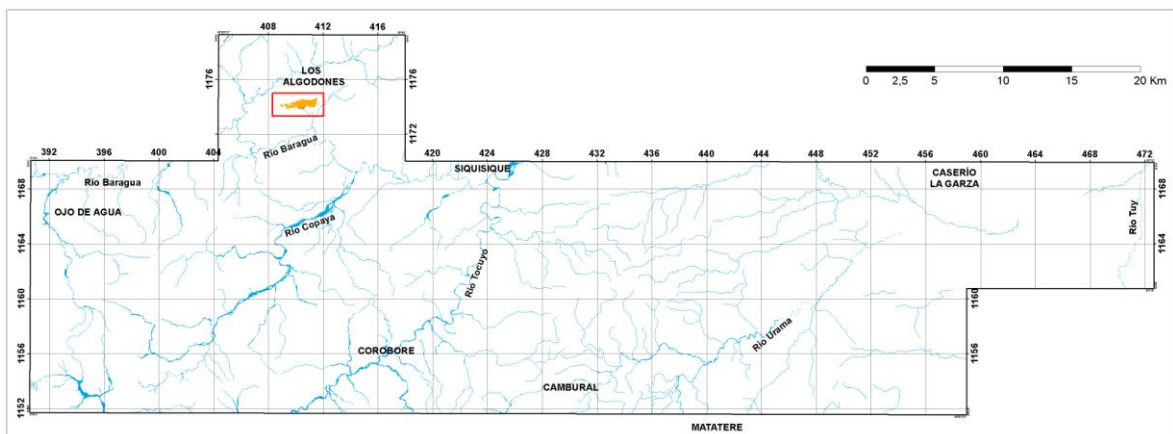


Fig. 74. Extensión de la Ofiolita de Siquisique en la zona de estudio

3.2.2.1.1. Unidad volcánica

Contactos

La unidad volcánica se encuentra en contacto gradacional, intrusivo o de falla con las rocas de la unidad plutónica, y en contacto de falla con la unidad volcanosedimentaria y rocas de la Formación Matatere. En algunos casos se presentan como mantos o “sills” dentro de la unidad volcanosedimentaria (MUÑOZ & RODRÍGUEZ 2009).

Los contactos de la Ofiolita de Siquisique en general 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. Las formaciones neógenas Castillo y Capadare, cubren parte de la unidad en inconformidad (URBANI & MENDI 2011).

Efectivamente, en el área de estudio esta unidad se presenta en contacto concordante y de falla de alto ángulo con la unidad plutónica (Fig. 40); en contacto de falla de corrimiento con el Complejo Estructural Los Algodones y en contacto discordante con la Formación Castillo.



Fig. 75. Contacto de falla de ángulo alto entre los cuerpos de gabbro (unidad plutónica) y de basalto (unidad volcánica). Punto de observación LA-346B

Litología

En el sector de Los Algodones, CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) describen esta unidad como rocas básicas de composición andesítica y basáltica de color marrón rojizo a

gris verdoso, con textura afanítica. Las rocas de esta unidad representan una extrusión submarina debido a la presencia de cherts biogénicos, las rocas calizas recristalizadas embebidos en ellas y por las estructuras con forma de lavas almohadilladas (Fig. 41). Las rocas volcánicas en el área de Las Tinajitas son muy parecidas a las encontradas en el área de Los Algodones.

Este tipo de rocas se encuentran alteradas, sin embargo no más que las rocas plutónicas de la misma Ofiolita de Siquisique.



Fig. 76. Rocas de la unidad volcánica formando estructuras de lavas almohadilladas con presencia de caliza intersticial. Fotografía de Franco Urbani; tomada de la portada de la revista *Geos* N° 40 (2009)

STEPHAN (1982) define esta unidad en la región de Los Algodones como “macizos de diabasa” e identifica 3 tipos litológicos: hacia el oeste diabasas brechadas con textura pseudo-almohadillada y presencia de rocas carbonáticas recristalizadas; hacia el sur en forma de diques con orientación norte-sur que atraviesan masas de rocas gabroides y además presentan rocas carbonáticas recristalizadas; y hacia el noreste aflora una brecha explosiva con fragmentos de diabasa color negro, roca toleítica y algunos clastos carbonáticos.

En la quebrada Agua Linda, sector Macuere, ICHASO (2011) comenta que las rocas volcánicas presentan un aspecto masivo, homogéneo y son de color verdoso. A partir de

descripción de campo y análisis petrográficos, el autor definió 2 tipos litológicos de esta unidad: basalto y diabasa.

Descripciones petrográficas

Para este trabajo se revisaron cuatro secciones finas (LA-24-A, LA-24-B, LA-25, LA-26) realizadas por MARTÍNEZ J. & G. VALLETA (2008) correspondiente a la unidad volcánica.

De forma general, estas muestras se clasifican como metadiabasa y presenta una cristalinidad que varía de holocristalina a hipocristalina, es fanerítica y equigranular con una fábrica que varía de hipidiomórfica a alotriomórfica. Se compone de plagioclasa (35-40%) tipo andesina, oligoclasa y en ocasiones no determinada por la fuerte alteración a minerales de arcilla; piroxeno (5-30%) tipo egirina-augita, hipersteno, diópsido y en ocasiones no determinado por la fuerte alteración a material carbonático, clorita e ilmenita; y anfíbol tipo hornblenda (0-55%) mostrando disolución parcial y alteración a minerales de arcilla. Presenta textura blastofítica entre la plagioclasa y la hornblenda. Algunas muestras exhiben textura cataclástica.

De forma particular se tienen los siguientes tipos litológicos:

- **Diabasa (diabasa hornbléndica)**

Corresponde a la muestra LA-24-A que fue recolectada en un cerro al norte del Cerro Regal, a 1,5 km al norte del caserío Los Algodones (coordenadas E 411.202, N 1.174.978). Posee un tamaño de grano mínimo 0,45 mm, promedio 1,2 mm y máximo 3,4 mm. En muestra de mano posee color verde oscuro. En sección fina presenta textura ofítica entre cristales de anfíbol (hornblenda) y plagioclasa no identificada por estar altamente alterada.

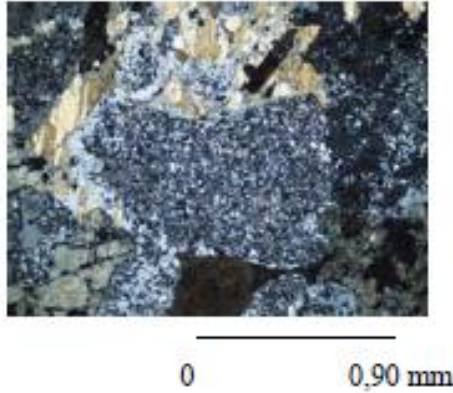


Fig. 77. Plagioclase no identificada completamente alterada (muestra LA-24-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

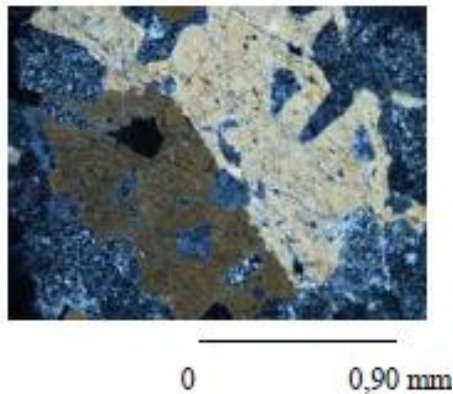


Fig. 78. Anfíbol (hornblenda) y plagioclase no identificada (muestra LA-24-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

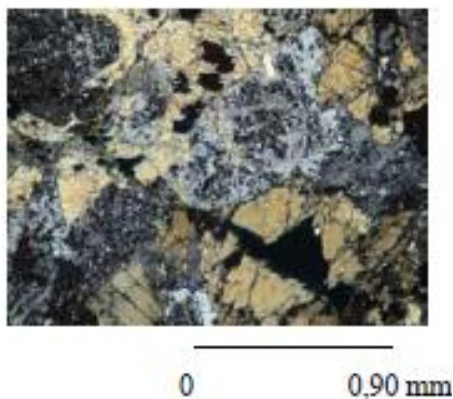
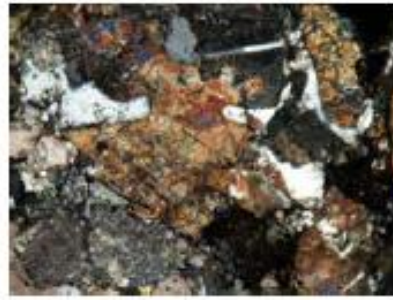


Fig. 79. Anfíbol (hornblenda) mostrando textura blastofítica (muestra LA-24-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

- **Diabasa (diabasa piroxénica)**

Clasificación de la muestra LA-24-B la cual fue recolectada en el mismo sitio que la muestra anterior. Posee un tamaño de grano mínimo 0,3 mm, promedio 0,8 mm y máximo

1,9 mm. Presenta textura ofítica entre cristales de piroxeno y plagioclasa, ambos sin diferenciar por estar altamente alterados.



0 0,90 mm

Fig. 80. Piroxeno alterado, mostrando colores de interferencia anómalos por el grosor de la sección fina (muestra LA-24-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



0 0,90 mm

Fig. 81. Alto contenido de calcita como producto de alteración (muestra LA-24-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

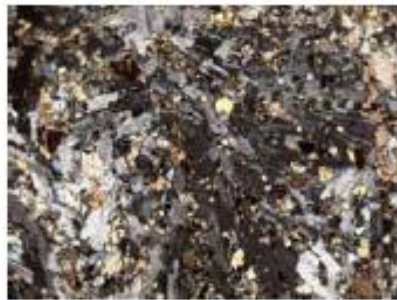


0 0,90 mm

Fig. 82. Clorita pseudomorfa de piroxeno (muestra LA-24-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

- **Diabasa cataclástica**

Recolectada como rodado en un cerro al norte del Cerro Regal, a 1,5 km al norte del caserío Los Algodones (coordenadas E 410.953, N 1.175.575), rotulada como LA-25-R. En muestra de mano se encuentra altamente meteorizado con una coloración gris clara mientras que la muestra fresca es gris oscuro. En sección fina posee un tamaño de grano mínimo 0,1 mm, promedio 0,35 mm y máximo 0,60 mm. Presenta textura ofítica entre la plagioclasa (oligoclasa, 26% An) y el ortopiroxeno (hipersteno) y textura cataclástica a lo largo de todos sus componentes.



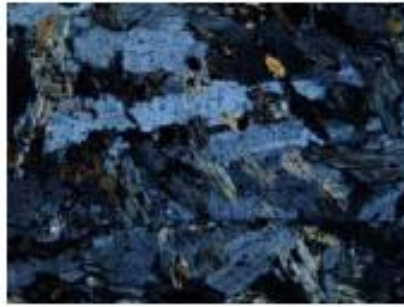
0 0,90 mm

Fig. 83. Diabasa, con textura ofítica (muestra LA-25-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



0 0,45 mm

Fig. 84. Clorita como alteración del hipersteno (muestra LA-25-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

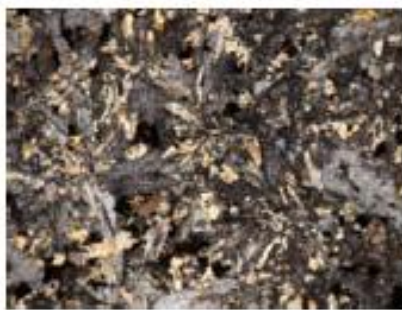


0 0,45 mm

Fig. 85. Textura cataclástica (muestra LA-25-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

- **Diabasa**

Correspondiente a la muestra LA-26, recolectada de un cerro al norte del Cerro Regal, a 1,5 km al norte del caserío Los Algodones (coordenadas E 411.001, N 1.175.297). En campo se observa como un cuerpo fresco y prominente, casi en la cumbre del cerro, de color gris oscuro. En sección fina posee un tamaño de grano mínimo 0,1 mm, promedio 0,35 mm y máximo 0,60 mm; presenta textura ofítica entre la plagioclasa (andesina, 42% An) y el clinopiroxeno (diópsido).



0 0,90 mm

Fig. 86. Textura ofítica en la muestra (muestra LA-26). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

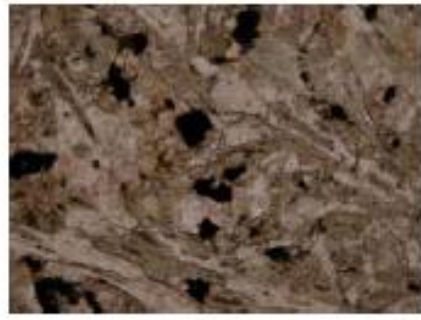


Fig. 87. Presencia de leucoxeno (NP) (muestra LA-26). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



Fig. 88. Clinopiroxeno con hábito característico (NP) (muestra LA-26). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

3.2.2.2. Unidad plutónica

Contactos

Según MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009), la unidad está en contacto tectónico con la unidad volcanosedimentaria.

ICHASO (2011) señala que los cuerpos de esta unidad que afloran en el norte de Siquisique esta unidad presentan los siguientes contactos:

- De tipo gradacional con la Unidad volcánica de la Ofiolita de Siquisique.
- De falla, sobrecorriendo a las formaciones Matatere y La Luna y a la unidad volcanosedimentaria.
- De falla, siendo sobrecorrida por bloques de la Formación La Luna.

En la zona de estudio, en las cercanías del poblado de Los Algodones, este cuerpo plutónico se encuentra en contacto concordante y de falla de ángulo alto con la unidad volcánica, en contacto de falla de corrimiento con el Complejo Estructural Los Algodones y la Formación La Luna, y en contacto discordante con la Formación Castillo.



Fig. 89. Contacto discordante entre una capa de arenisca de color beige de la Formación Castillo y un cuerpo de gabro muy descompuesto perteneciente a la unidad plutónica

Litología

CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) describen esta unidad en los sectores de Los Algodones y Las Tinajitas. En Los Algodones identificaron rocas ígneas básicas de grano grueso como gabro, norita, hornblendita y posiblemente diorita, que pertenecen a un mismo cuerpo intrusivo deduciendo que presentan pequeños cambios mineralógicos en su composición a causa de la diferenciación magmática. Estas rocas exponen un color gris amarillento con tonalidades verdes y una composición promedio de plagioclasa (20 - 30%), hornblenda (30%), piroxenos (40%) y en ocasiones olivino (1-2%). En Las Tinajitas el gabro es muy similar al de Los Algodones, con diferencia de que se encuentran más frescas. STEPHAN (1982) reporta a la unidad como “macizo de gabro” donde define a las rocas gabroides como homogéneas que contienen diques de espesor variable rellenos de calcita e intrusiones de diabasas. Según los estudios petrográficos de MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) las rocas de esta unidad se encuentran alteradas a pumpellita, clorita, epidoto y calcita, compuestas principalmente por plagioclasa y en menor proporción por dióxido y espinela; clasifican a las rocas como troctolitas con textura de cúmulos.

Descripciones petrográficas

Para esta unidad plutónica, MARTÍNEZ & VALLETA (2008) también realizaron un estudio petrográfico, a través de muestras que recolectaron en su investigación. Seis de estas secciones finas (LA-19, LA-20-A, LA-20-B, LA-21-A-R, LA-21-B-R, LA-29-R) fueron revisadas y compiladas para este trabajo.

De manera general, estas rocas se clasifican como metadiorita y metagabro y se caracteriza por ser holocristalina, fanerítica y equigranular con una fábrica que varía de idiomórfica a alotriomórfica. Se compone de plagioclasa (30-100%) tipo andesina, labradorita y en ocasiones no identificada, alterada a minerales de arcilla, material carbonático y clorita. De igual manera, contiene cuarzo (0-5%), piroxeno (5-30%) tipo hipersteno y egirina-augita, alterando a anfíbol actinolita, material carbonático y clorita; clorita (5-30%) pseudomorfa de anfíbol, como producto de alteración y rellenando intersticios; material carbonático (0-25%) como producto de alteración, serpentina (0-15%) como alteración de olivino, óxidos tipo limonita e ilmenita (0-10%) y epidoto (0-3%) como alteración de plagioclasa. En general la roca se encuentra bastante alterada, presentando ocasionalmente textura protocataclástica, y vetas rellenas de cuarzo y material carbonático en cantidades variables.

De forma particular se tienen los siguientes tipos litológicos:

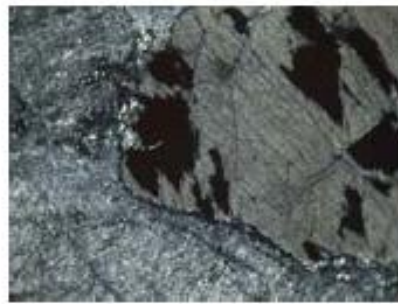
- **Gabro**

Clasificación para las muestras LA-19, LA-20-A, LA-20-B. Como características individuales se tienen:

➤ LA-19: la muestra se recolectó de la Quebrada Los Algodones, a 1 km al norte del caserío Los Algodones (coordenadas: E 410.495, N 1.173.837). En el afloramiento, el gabro posee tamaño de granos de 2 a 3 mm aproximadamente. Se observa la presencia de minerales máficos alterados a un color verde claro. La muestra meteorizada presenta una coloración crema mientras que la muestra fresca posee heterogeneidad de colores. En sección fina posee un tamaño de grano mínimo 0,8 mm, promedio 4 mm y máximo 10 mm.

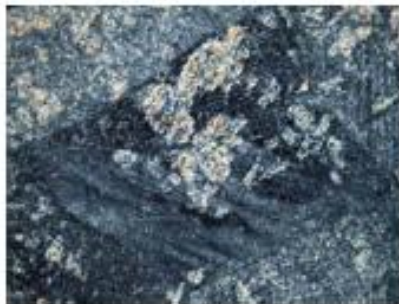


Fig. 90. Afloramiento de gabro en la Quebrada Los Algodones. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



0 0,90 mm

Fig. 91. Disolución parcial en cristales de piroxeno (augita) (muestra LA-19). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



0 0,90 mm

Fig. 92. Plagioclasa (labradorita, 66% An) alterada a sericita y otros minerales de arcilla (muestra LA-19). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

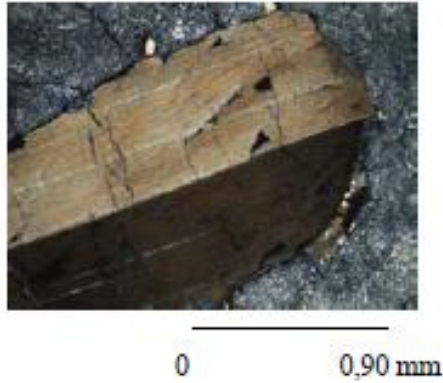


Fig. 93. Cristales de piroxeno (augita) mostrando maclas deformadas y extinción ondulatoria (muestra LA-19). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

➤ LA-20-A: la muestra se recolectó de la Quebrada Los Algodones, a 1 km al norte del caserío Los Algodones (coordenadas: E 410.357, N 1.174.806). En el afloramiento, el gabro se presenta intrusionado por un dique de 3 cm de espesor de una posible diabasa; la muestra meteorizada presenta una coloración crema mientras que la muestra fresca posee heterogeneidad de colores. En el análisis petrográfico posee un tamaño de grano mínimo 1,8 mm, promedio 2,7 mm y máximo 4 mm.



Fig. 94. Dique de diabasa intrusionando gabro. Tomado y modificado de MARTÍNEZ J. & G. VALLETA (2008)

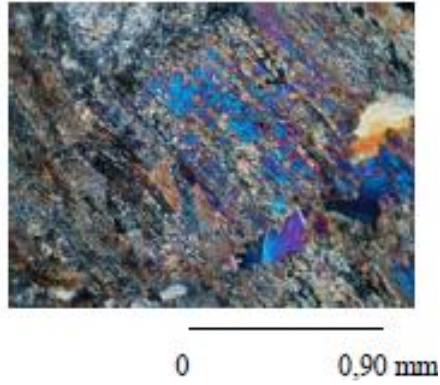


Fig. 95. Piroxeno (egirina) mostrando colores de interferencia anómalos consecuencia del grosor de la sección fina (muestra LA-20-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

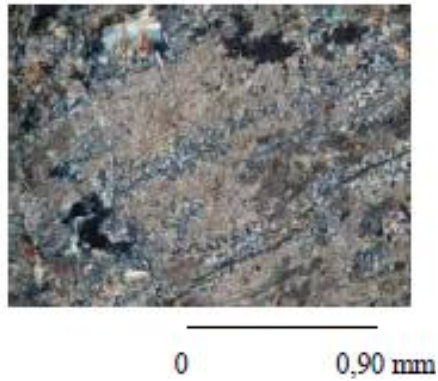


Fig. 96. Calcita producto de alteración de la plagioclasa (muestra LA-20-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

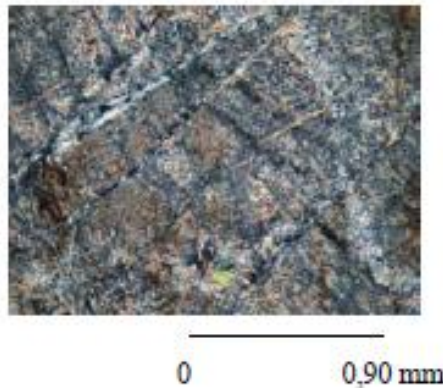
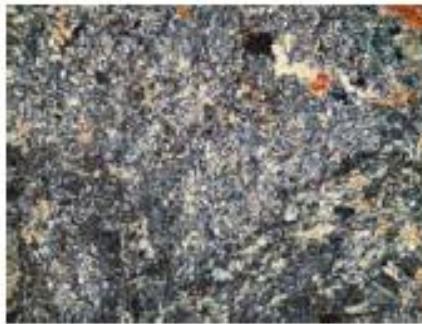


Fig. 97. Plagioclasa no identificada por estar altamente alterada a minerales de arcilla (muestra LA-20-A). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

➤ LA-20-B: esta muestra se tomó en el mismo punto que la muestra anterior (coordenadas: E 410.357, N 1.174.806) y en el afloramiento la roca meteorizada presenta una coloración gris oscura mientras que la muestra fresca posee heterogeneidad de colores. En la sección fina no se estimó el tamaño de grano debido a la fuerte alteración.



0 0,90 mm

Fig. 98. Plagioclasa no identificada alterada a minerales de arcilla (muestra LA-20-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



0 0,45 mm

Fig. 99. Piroxeno (egirina-augita) alterado (muestra LA-20-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



0 0,45 mm

Fig. 100. Vetas rellenas de cuarzo autigénico y calcita (muestra LA-20-B). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

- **Gabro (gabro piroxénico)**

Correspondiente a la muestra LA-21-A-R, la cual fue tomada en la Quebrada Los Algodones, a 1 km al norte del caserío Los Algodones (coordenadas E 410.298, N 1.174.783). La muestra es un fragmento rodado de gabro fracturado y cizallado y presenta heterogeneidad de colores tanto fresca como meteorizada. En el análisis petrográfico posee un tamaño de grano mínimo 0,9 mm, promedio 2,2 mm y máximo 3,6 mm.



Fig. 101. Fragmento rodado de gabro fracturado. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



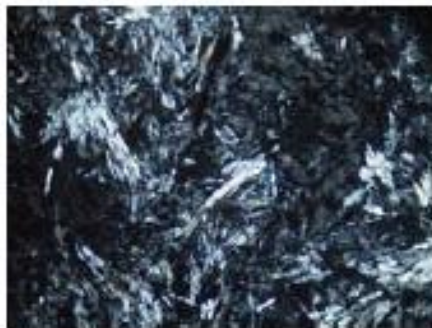
0 0,90 mm

Fig. 102. Plagioclasa (labradorita, 60% An) fuertemente alterada (muestra LA-21-A-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



0 0,90 mm

Fig. 103. Clorita rellenando intersticios (muestra LA-21-A-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)



0 0,90 mm

Fig. 104. Cristales de actinolita como alteración de piroxeno (muestra LA-21-A-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

- **Metagabro (gabro piroxénico)**

Clasificación dada a la muestra LA-21-B-R que fue recolectada en el mismo punto que la muestra anterior (coordenadas E 410.298, N 1.174.783). También es un fragmento de rodado fracturado y cizallado que presenta heterogeneidad de colores tanto meteorizada como fresca. En sección fina posee un tamaño de grano mínimo 0,3 mm, promedio 1,6 mm y máximo 9 mm.

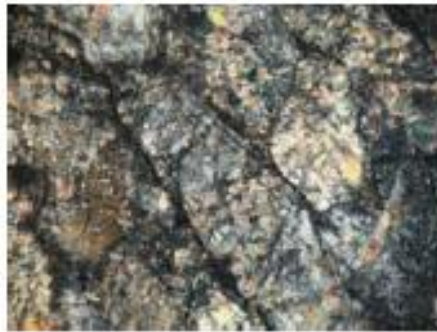


Fig. 105. Plagioclasa (labradorita, 60% An) fuertemente alterada (muestra LA-21-B-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

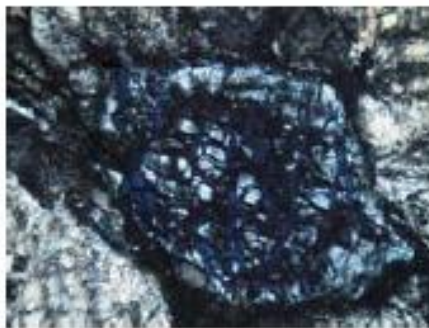
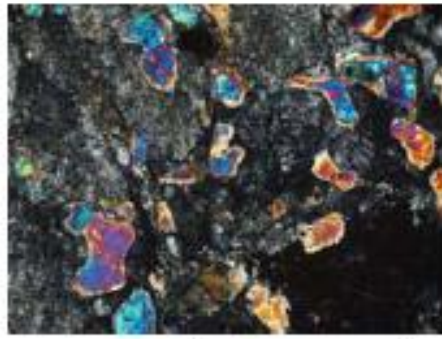


Fig. 106. Clorita pseudomorfa de piroxeno (muestra LA-21-B-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

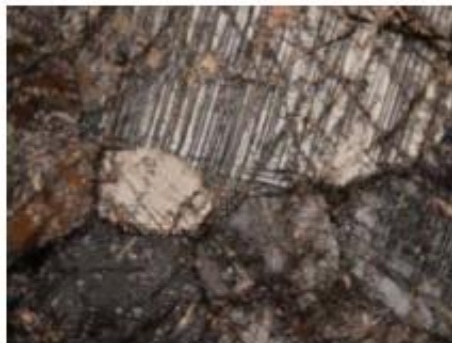


0 0.90 mm

Fig. 107. Cristales de epidoto como producto de alteración de la plagioclasa (muestra LA-21-B-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

- **Metadiorita protocataclástica (metadiorita olivinífera)**

Clasificación correspondiente a la muestra LA-29-R, la cual fue recolectada a 1 km al suroeste de la población de Macuere, y a 3 km al este de la población de Chorrerón (coordenadas E 410. 646, N 1.174.665). Canto rodado ubicado en una quebrada con diámetro aproximado de 20 cm que presenta bordes sub-redondeados y esfericidad media. En su estudio petrográfico la muestra posee un tamaño de grano mínimo 0,2 mm, promedio 5,6 mm y máximo 11 mm.



0 0.90 mm

Fig. 108. Obsérvese la plagioclasa (andesina, 35% An) (muestra LA-29-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

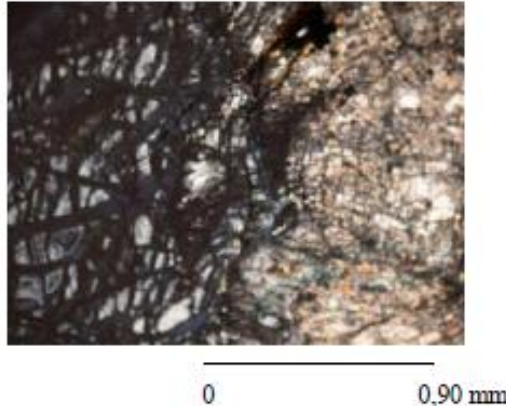


Fig. 109. Serpentina en contacto con plagioclasa alterada (muestra LA-29-R). Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

Edad de la Ofiolita de Siquisique

CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) indican que la presencia de rocas del Cretácico Tardío dentro de las rocas volcánicas y de apariencia concordante sobre ellas, le otorgan una edad Cretácico Tardío, pudiéndose extender al Paleoceno al evento volcánico en las localidades de Los Algodones y Las Tinajitas, además proponen que la edad de la intrusión en esta zona es Cretácico Tardío–Paleoceno, debido a la ausencia de este tipo de rocas ígneas en las rocas sedimentarias del Cretácico Temprano. Luego, STEPHAN (1982) a través de datación por el método $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$, determinó una edad para las diabasas de Albiense a Cenomaniense (105 ± 10 Ma) y le fija una edad de Valanginiense a Hauteriviense (136 ± 15 Ma) al evento magmático que originó la cristalización de estas rocas. BARTOK *et al.* (1985) proponen 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. A través de estudios petrográficos (MUÑOZ & RODRÍGUEZ 2009) y geoquímicos (KERR *et al.* 2010) se interpreta que las rocas basálticas tienen afinidad con los basaltos de meseta oceánica intrusionados en el proto-Caribe. Nuevas dataciones geocronológicas de Ar-Ar realizadas por KERR *et al.* (2010) le dan una edad cretácica de pisos Cenomaniense y Coniaciense (90-95 Ma) al evento magmático, por lo tanto es la edad que más se adapta a las interpretaciones.

3.2.2. Unidad metamórfica

3.2.2.2. Formación Mamey

Consideraciones históricas

BELLIZZIA Y RODRÍGUEZ (1967) propusieron este término para designar la unidad superior de las dos en que dividieron a la Formación Los Cristales, definida por BUSHMAN (1959). Seguidamente, VON DER OSTEN (1967) recomendó el rechazo del nombre por considerar que la unidad no se distingue adecuadamente de otras. BELLIZZIA Y RODRÍGUEZ (1968) reconocieron tres unidades formacionales en el intervalo de la Formación Los Cristales, en la serranía de Nirgua - Tucuragua, de las cuales la superior es la Formación Mamey, pero recomendaron sustituir este nombre por el de Los Cristales, redefinida por ellos en la misma publicación, debido a su homonimia con un miembro local de la Formación Oficina de Venezuela oriental. Sin embargo, STAINFORTH (1968) recomendó mantener la Formación Mamey en Lara, como unidad superior del Grupo Los Cristales, debido a la invalidez del nombre Mamey en Anzoátegui por ausencia de definición. BELLIZZIA (1968) estuvo de acuerdo con lo anterior. BELLIZZIA Y RODRÍGUEZ (1967) hacen mención que la Formación Río Turbio (nombre propuesto por BUSHMAN (1958, 1959) a una secuencia en forma de bloque aislado al sur de Barquisimeto) probablemente constituye como un bloque alóctono de la Formación Mamey, lo cual recomendaron rechazar ese término de Formación Río Turbio, y designar a esta masa aislada con el nombre informal de "Calizas del Río Turbio". Resumidamente, con esta formación se presenta gran confusión en la literatura; las descripciones son pobres y las relaciones con las unidades adyacentes no han sido bien estudiadas. Quien estudia luego esta unidad es SKERLEC (1979) considerando que pertenece al "Grupo Los Cristales o Grupo Caracas".

Localidad tipo

Actualmente no se ha definido una localidad tipo específica, sin embargo, el nombre proviene de una de las mejores secciones que aflora en la quebrada Mamey afluente de la quebrada Nonavana, al este de Duaca, estado Lara. Aparte hay secciones representativas en el curso inferior del río Bobare y en las quebradas Las Palmas, Palmarito, La Peña, Cogollal y Pisaje en la serranía del Bobare, estado Lara.

Extensión

La unidad completa se extiende desde el valle del río Moroturo al norte hasta las cercanías de Sarare, estado Lara. SKERLEC (1979) distribuye esta unidad en toda la zona montañosa entre las poblaciones de Cabudare - Río Claro y Sarare.

En la zona de estudio apenas aflora en el límite este, representando un 0,5% del total del área.

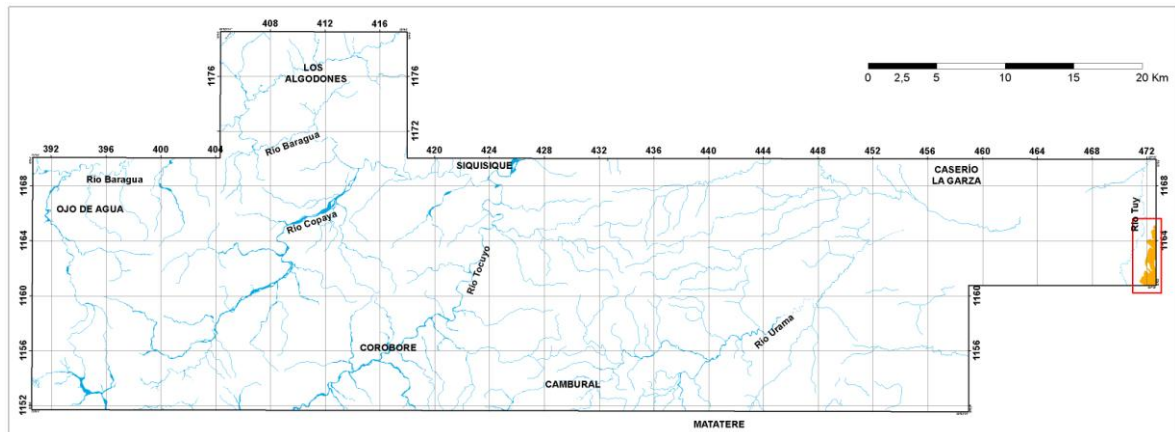


Fig. 110. Extensión de la Formación Mamey en la zona de estudio

Contactos

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967) postulan relaciones transicionales con la Formación Aroa infrayacente y relaciones transicionales hacia arriba y lateralmente a la Formación Bobare. Por otro lado, GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980) recalca que debido a que la Formación Bobare representa sedimentos turbidíticos del Surco de Barquisimeto, las relaciones entre las unidades Mamey y Bobare deben ser reestudiadas y posiblemente sea necesario redefinir la Formación Mamey.

En la zona de estudio, el pequeño fragmento que aflora de la Formación Mamey se encuentra en contacto sólo con sedimento cuaternario, por donde recorre el cause del Río Tuy.

Litología

Según BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967) la unidad consiste esencialmente de esquistos cuarzo - sericítico con colores gris, naranja y marrón, en capas generalmente lenticulares, de espesores variables, entre centímetros y 5 m, metaconglomerado de colores crema a gris claro, intercalados con los primeros, algunos son polimixtos intraformacionales, con

fragmentos que alcanzan dimensiones de guijarros, peñas y peñones de mármol, filita y menos frecuentemente de arenisca; metaconglomerado calcáreo arcósico y mármol arenáceo conglomerático arcósico; metarenisca generalmente calcárea y feldespática, de grano grueso a medio, y color gris oscuro a crema, que meteorizan en pardo rojizos con manchas blancas, y filita negra grafitosa, localmente calcárea. Algunas veces se encuentran macro y microbrechas con fragmentos líticos de mármol y filita en una matriz calcáreo-arcillosa. Las rocas carbonáticas de la unidad se presentan en capas macizas a foliadas en diferentes intervalos; muchas de ellas muestran marcada lenticularidad y en general sus espesores y continuidad lateral son bastante irregulares; son de colores, gris, gris azulado y gris oscuro negro, de grano fino a medio; muchas veces son arenáceas, hasta conglomeráticas, semejantes a las de la Formación Carorita. En la parte superior de la unidad, en la zona de transición a la Formación Bobare, el porcentaje de metaconglomerados disminuye drásticamente, la metarenisca se hace muy cuarcífera, y prácticamente desaparece el mármol y el elemento calcáreo tanto como cemento o como parte de la matriz.

Más adelante, SKERLEC (1979) señala en su investigación que esta unidad está constituida por mármol, metaconglomerado y filita.

Espesor

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) estimaron 1.400 m de espesor.

Fósiles

En ciertos sectores se encuentran fragmentos de amonites, muy semejantes a los descritos en la Formación Carorita. Algunas calizas de la unidad contienen pelecípodos, espinas de equinoideos y corales.

Edad

Basándose en su contenido faunal, se le otorga una edad de Cretáceo Temprano.

3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

La región que abarca la zona de estudio, relativamente entre los poblados de Siquisique y Matatere, se encuentra afectada por numerosas estructuras que conllevan a las unidades que afloran a una configuración en particular. Anteriormente, STEPHAN (1982) había reportado la deformación que expresaba la geología de la región y la definió como Complejo Tectónico-sedimentario de Lara. Los elementos estructurales principales en el área son descritos más adelante y son representados por fallas de corrimiento, fallas de alto ángulo y pliegues.

3.3.1. Fallas de corrimiento

Las fallas de corrimiento de la región son las estructuras que más resaltan ya que se distribuyen en gran parte de la zona de estudio, sobretodo sector norte (alrededores del poblado de Los Algodones), en el sector oeste-central (entre los ríos Copaya y Tocuyo) y en el extremo este (entre la Qda. Urama y el Río Tuy). Estas estructuras pueden llegar a medir más de 20,5 km de longitud y generalmente conservan un patrón de orientación suroeste-noreste.

En el sector norte, en las cercanías del poblado de Los Algodones, las fallas de corrimiento se encuentran limitando a las unidades alóctonas presentes, tales como la Ofiolita de Siquisique, la unidad volcanosedimentaria del Complejo Estructural Los Algodones y la Formación la Luna, colocándolas en contacto de falla con la Formación Matatere y la Formación Castillo. La longitud de estas estructuras varía entre 850 y 3.000 m, mientras que la orientación tiene un rumbo entre el norte y el este, con buzamiento hacia el norte y dirección de transporte tectónico hacia el sur. A veces los corrimientos se encuentran segmentados por fallas de alto ángulo de corta longitud.

El sistema de fallas de corrimiento del sector oeste-central es el más extenso, conteniendo estructuras de larga longitud hasta 18,8 km. Engloba únicamente las formaciones Matatere y Castillo, provocando una alternancia de afloramientos de estas unidades en cuerpos alargados con orientación suroeste-noreste, intercalando contactos

estratigráficamente discordantes con contactos de falla de corrimiento. En este sector se encuentran dos subsistemas de este tipo de fallas: entre los poblados Los Jebes y El Jobo, alrededores de la Quebrada Las Lajitas, se encuentra una falla de corrimiento con una longitud aproximada de 19 km, colocando en contacto un cuerpo alargado de la Formación Castillo rodeado por la Formación Matatere; en las alrededores del Río Tocuyo, entre los poblados de El Palmarito y Guamuy, una falla de corrimiento se ramifica principalmente de tres fallas de sur a norte dando origen a una alternancia de cuerpos alargados de la Formación Castillos con la Formación Matatere. Las estructuras de este sector fueron cartografiadas originalmente por VAN DER MEULEN (1954), sin embargo, con las observaciones de campo de este trabajo se verificó y se corrigió la ubicación de algunos de estos elementos estructurales.

El sector este incluye fallas de corrimiento de larga longitud, hasta de 22 km y abarca el área entre el poblado de La Sabana hasta la depresión de Santa Inés Involucra las formaciones Mamey, Bobare, Barquisimeto, Matatere y sedimentos cuaternarios. Generalmente los corrimientos en este sector se encuentran limitando cuerpos alargados o en forma lenticular de la Formación Barquisimeto en sentido suroeste-noreste, colocándolo en contacto con la Formación Bobare. De la misma manera, la depresión cuaternaria del Valle de Santa Inés se encuentra limitada por este tipo de estructuras, colocando en contacto los sedimentos recientes de la depresión con las formaciones Mamey, Bobare, Barquisimeto y Matatere; además estas fallas poseen movimiento cuaternario comprobado según AUDEMARD *et al.* (1998). Al norte del caserío La Colonia se expone otro corrimiento atravesando a la Formación Matatere perdiéndose en el límite norte del área de estudio, cuyo movimiento cuaternario también es señalado por los autores anteriores. El buzamiento de los corrimientos es en sentido norte excepto el límite sur de la depresión que buza hacia el sur.



Fig. 111. Zona de falla de corrimiento en el punto de observación LA-317. Los estratos más claras corresponden a la Formación Castillo, mientras que las más oscuras a la Formación Matatere

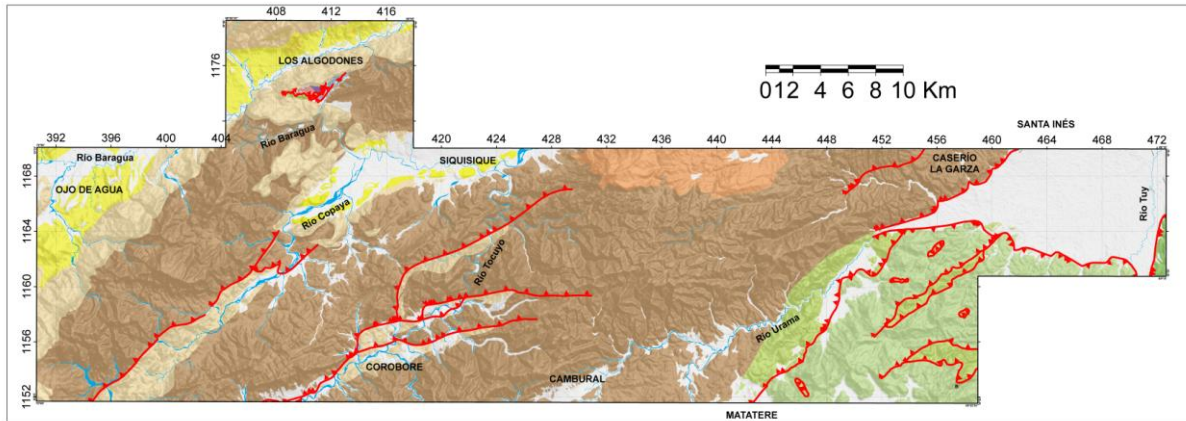


Fig. 112. Fallas de corrimiento en la zona de estudio (líneas rojas continuas)

3.3.2. Fallas de alto ángulo

Las fallas de alto ángulo tienen menor relevancia en la zona de estudio que las fallas de corrimiento por no poseer un patrón tan definido y por encontrarse dispersa en toda la región, sin embargo, algunas de ellas son extensas, delimitan unidades y cortan con la continuidad de los corrimientos.

Un sistema de fallas de alto ángulo subparalelas (orientación de suroeste-noreste) y de larga extensidad (hasta 22 km) se disponen en el sector este-central, entre los poblados de La Sabana y Los Dos Caminos. Poseen movimiento tanto dextral como sinistral,

provocando desplazamiento subparalelos de bloques rocosos. Involucran las formaciones Barquisimeto, Matatere y el cuerpo Capadare-Castillo sin diferenciar.

Otro grupo de tres fallas de larga extensión (hasta 15,6 km) se disponen en el sector oeste-central de la zona de estudio; dos de ellas tienden a ser paralelas con un rumbo de N20°-30°W, la cual una pasa por el sector El Jobo y se relaciona con las formaciones Matatere y Castillo, la otra es la conocida como la Falla de Los Algodones que se ubica en el sector que lleva el mismo nombre y se relaciona con el Complejo Estructural Los Algodones y las formaciones La Luna, Matatere y Castillo. La tercera falla posee una orientación inicial de N45°E, pero va cambiando a E-W hacia al norte; recorre el poblado de Copaya e involucra las formaciones Matatere, Castillo y Capadare.

Otras series de fallas secundarias de poca extensión (no más de 4 km de longitud) se encuentran dispersas y mayormente se relacionan con las fallas de corrimiento o con las fallas de alto ángulo principales en las zonas de Los Algodones, Corobore, Copaya y El Cogollal. Un grupo de estas fallas se ubican en el límite oeste de la zona de estudio, en el sector Ojo de Agua, desplazando los contactos entre las formaciones Castillo y Agua Clara y delimitando pequeños pliegues que se hallan en el lugar. En el sector de Los Cañitos se evidencian otros pequeños segmentos de fallas de alto ángulo y se relacionan solo con la Formación Matatere.



Fig. 113. Afloramiento LA-310 donde se observa contacto de falla inversa de alto ángulo entre las formaciones Matatere y Castillo

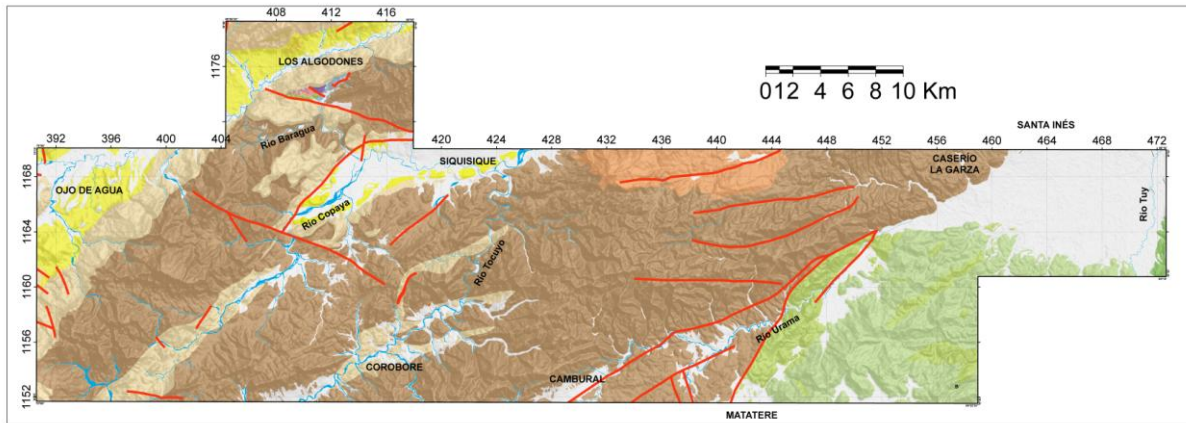


Fig. 114. Fallas de alto ángulo en la zona de estudio (líneas rojas continuas)

3.3.3. Pliegues

La mayoría de las estructuras plegadas en la zona de estudio son locales y no muy extensas, no obstante, en el límite norte, al norte de Los Algodones, existe un tren de pliegues sinclinales y anticlinales, paralelos a subparalelos entre sí, con longitudes hasta 12.400 m pero que realmente se extienden fuera de los límites de la zona, y con orientación aproximada de N50°-60°E. Los ejes de estos pliegues son curvos y varían su rumbo, relacionándose con las formaciones Churuguara, Agua Clara, Jarillal y Cerro Pelón. Las pendientes de los flancos de estos pliegues no son simétricas, ven disminuyendo hacia el sur hasta encontrarse con el valle de la Quebrada Urucure.

Un conjunto de pliegues se ubican a la altura del sector El Desecho, del lado este y oeste de la Quebrada Las Lajitas, con una orientación similar a los pliegues nombrados anteriormente. La extensión máxima de estos es de 8.000 m, los ejes son aproximadamente rectilíneos y flancos asimétricos. En superficie se relacionan solamente con Formación Matatere.

En el extremo oeste de la zona se aprecian pequeños pliegues secundarios anticlinales y sinclinales de no más de 1.360 m de longitud; dos de ellos se limitan con fallas secundarias con orientaciones de N45°E aproximadamente y los otros tres se evidencian por disposición de las trazas geológicas paralelos con orientación aproximada E-W. En los alrededores del

Río Copaya también se hallan pliegues secundarios subparalelos entre sí con orientación N45°E y prácticamente rectilíneos excepto el que se encuentra al norte de Copaya que es ligeramente curvo en el mismo sentido de las trazas; se relacionan con las formaciones Matatere y Castillo. Finalmente, al otro extremo de la zona de estudio, en las cercanías de los sectores Agua Viva, Las Brujitas y Juanico también se exponen pliegues secundarios locales los cuales sus ejes no sobrepasan los 1.550 m de longitud; los del sector Las Brujitas se disponen aproximadamente N-S pero con trayectoria levemente curva y dependen de las orientaciones de los rumbos y buzamientos de la Formación Bobare; los del sector Agua Viva son rectilíneos y dependen de las orientaciones estratigráficas de la Formación Barquisimeto; y un anticlinal local al norte de Juanico evidenciado por las trazas de la Formación Matatere.

Además, los afloramientos visitados en la etapa de campo suelen estar deformados y presentar variedad de pliegues, evidenciando la influencia tectónica en todas las unidades de diferentes edades que fueron observadas (fig. 112).

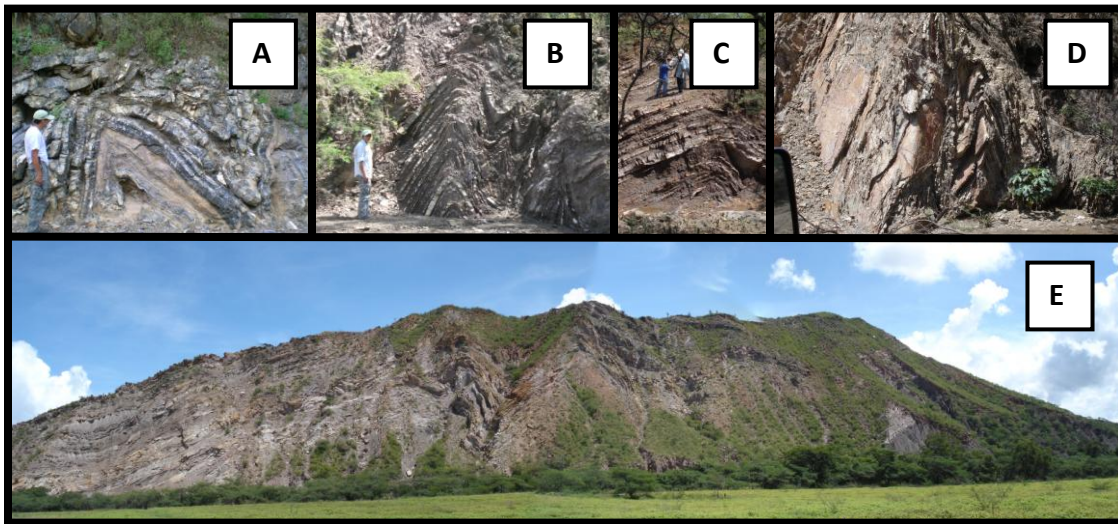


Fig. 115. Diferentes tipos de pliegues en los afloramientos de la zona de estudio. A) Afloramiento plegado de la Formación Barquisimeto en el punto de observación LA-305. B, C y D) Pliegues locales de la Formación Matatere en las cercanías del punto LA-318. E) Vista panorámica en el punto LA-321 donde se observa el gran plegamiento de la Formación Castillo

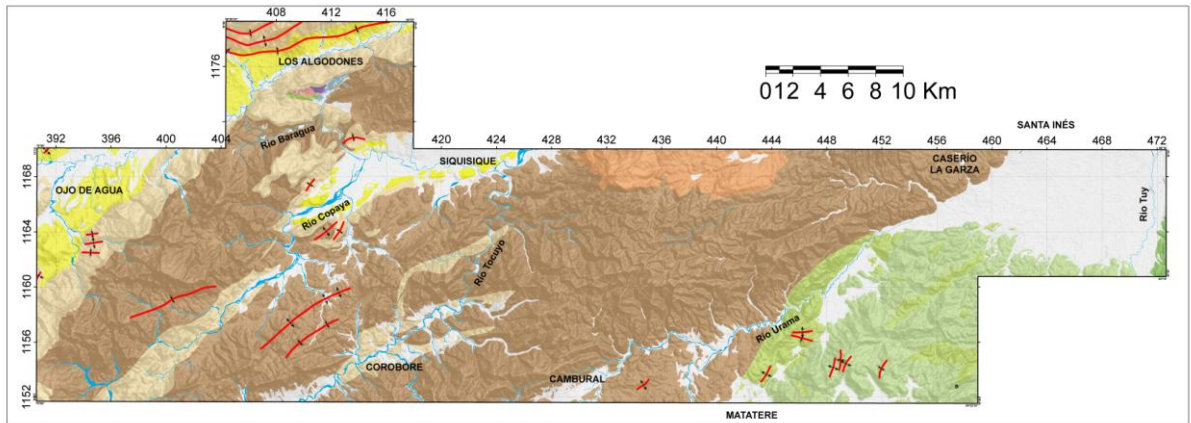


Fig. 116. Pliegues en la zona de estudio (líneas rojas continuas)

4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES

A continuación se presentan las interpretaciones que derivan de los análisis petrográficos realizados a las muestras recolectadas durante la etapa de campo en la zona de estudio, correspondientes a las formaciones La Luna y Matatere. Igualmente, se realiza la interpretación de la cartografía realizada para este trabajo, que abarca el área entre los poblados de Siquisique y Matatere, cuya información fue recopilada de autores anteriores y ampliándola a partir de las observaciones de campo realizadas para esta investigación. Por último, se presenta un modelo evolutivo que explica la configuración actual y las relaciones entre las unidades y estructuras que se exponen en la región.

4.1. INTERPRETACIONES PETROGRÁFICAS

4.1.1. Formación La Luna

Para esta formación se definió un solo tipo litológico correspondientes a las muestras recolectadas en este trabajo. Las cuatro muestras adquiridas de la Formación La Luna, en un tributario de la Quebrada Las Petacas, al noreste de los Algodones (hoja 6247-IV-NE), se clasificaron como wackstone de radiolarios y foraminíferos (según DUNHAM, 1962) o lo que es equivalente a una biomicrita (según FOLK, 1962), por encontrarse soportadas por micrita o lodo carbonático pero con más de 10% de aloquímicos de origen fósil.

Los tipos de fósiles encontrados son en su mayoría radiolarios, y en segundo orden también se presentan foraminíferos. Debido a estos componentes que son del tipo plantónicos, se le asigna a la roca un ambiente de facies profunda para su formación. En la muestra LA-347-B se encontró en muy poca cantidad espículas de esponjas (de la especie porífera) la cual indica que la Formación La Luna no siempre fue asociada a un ambiente anóxico, sino que también tuvo influencia óxica para contener restos de este tipo de organismos.

La alteración de los fósiles es otra característica importante de estas rocas; casi todos los aloquímicos presentes se encuentran esparitizados, es decir, sus componentes fósiles se recrystalizaron a cemento cambiando su aspecto original.

En dos muestras (LA-347-C y LA-347-D) se observó gran cantidad de materia orgánica que evidencia un leve pulso de energía para poner en una disposición orientada ese material; a diferencia de las otras dos muestras (LA-347-A y LA-347-B) donde predomina una depositación por decantación.

La numerosa cantidad de vetas en todas las muestras rellenas de espato y pseudoespato, dan por determinado que estas rocas sufrieron algún tipo de compactación mecánica provocando las fracturas en diferentes direcciones. Cabe destacar que esta unidad se asocia a un evento tectónico por lo que las fracturas posiblemente sean originadas al momento de los emplazamientos de estos grandes cuerpos.

Finalmente, la presencia de estilolitas en una muestra (LA-347-A), consecuencia de la disolución de material carbonático a causa de la sobrecarga y la presión/solución; aunado a la deformación y recrystalización de los fósiles en las cuatro muestras, son una evidencia diagnóstica para asignarles una diagénesis tardía a estas rocas que afloran como un cuerpo alóctono en el sector de Los Algodones.

4.1.2. Formación Matatere

Se describieron cinco tipos litológicos de la Formación Matatere en varios puntos de observación de la zona de estudio, los cuales son: arenisca lítica, grauvaca feldespática, grauvaca lítica, paraconglomerado polimíctico y ortoconglomerado polimíctico. Estos tipos litológicos se caracterizan por poseer diversos tipos de clastos siendo los más abundantes los fragmentos de roca, lo que hace que la roca tienda a presentar inestabilidad química y mecánica, sin embargo, el grado de compactación suele ser baja por la gran cantidad de contactos grano-matriz entre los granos, aunque también se hacen evidentes contactos grano-cemento, puntuales y muy pocas veces longitudinales.

Los distintos tipos de arenisca presentan baja madurez textural indicada por diversos aspectos que exponen las muestras tales como un escogimiento predominantemente pobre,

redondez de los granos sub-angular a sub-redondeada y el porcentaje de matriz suele sobrepasar del 15% para la mayoría de las muestras.

Debido al grado de madurez que muestran las areniscas estudiadas se supone que para la formación de estas rocas se necesitó una rápida depositación de los sedimentos, por ende, un corto transporte de los mismos y una fuente de material cercana a la cuenca de depósito.

Las muestras de areniscas a las que se les realizó análisis petrográfico no poseen ningún patrón de distribución en la zona de estudio, y por esta razón no se puede definir un ambiente de depositación específico para cada uno de ellas. No obstante, por las características en común de todas estas muestras (grado de madurez bajo y la composición muy variada de los granos), se otorga que toda la zona de estudio estuvo bajo una condición de plataforma inestable con sedimentación rápida e influencia de una fuente compleja de diferentes litologías.

Por otra parte, a los conglomerados estudiados se les otorga una mediana madurez basándose en las características texturales de los granos; a pesar de que poseen un escogimiento muy pobre con tamaños de granos muy variados (desde 0,2 a 10 mm) y el porcentaje de matriz sobrepasa el 15% en la mayoría de los casos, la redondez de los granos es bastante alta en todos los tipos de clastos.

La madurez textural de los conglomerados analizados de la Formación Matatere revela que para la generación de estas rocas también se realizó una depositación a corto tiempo, sin embargo, los clastos de diferentes litologías tuvieron que sufrir retrabajo desde su fuente para exhibir una redondez alta.

La única muestra de conglomerado que posee un porcentaje de matriz bajo (12%) es el ortoconglomerado polimíctico perteneciente al Conglomerado de la Cienaguita (punto de observación LA-302, muestra LA-302-B), ubicado en la Quebrada El Páramo al suroeste de Cambural (hoja 6247-II-NO), cuya depositación de los componentes y ambiente diagenético para su formación tuvo que haber sido en condiciones algo diferentes a los otros conglomerados analizados (paraconglomerados polimícticos tales como LA-318-A1, LA-324-A, LA-345-B), posiblemente condiciones de energía más constante y menos caóticas. Otro factor que favorece la afirmación anterior sería el tipo de contactos longitudinal predominante entre los granos del Conglomerado de Cienaguita, que resulta como producto de un proceso de presión-solución mayor que el resto de los conglomerados

estudiados, y como posee un alto porcentaje de cuarzo (70% del total de los clastos), posiblemente el cemento precipitado como sobrecrecimiento de los granos detríticos de cuarzo originaron este tipo de contacto. Además, el tipo de estructura gradante que presenta en el afloramiento y en muestra de mano es una característica única e indica cambios energéticos en la depositación, o más bien, como se trata de un ambiente tectónico tipo flysch, cambios en la energía producto de los pulsos tectónicos que ayudaron al aporte de los sedimentos detríticos en la cuenca para este conglomerado. Aunque relativamente son pocas muestras analizadas de este tipo de roca, se puede decir que para el resto de los conglomerados el ambiente y energía de depositación fue similar ya que poseen características parecidas tanto en la cantidad de sus componentes como en los tipos de clastos.

Tomando en cuenta ahora los tipos de clastos presentes en las areniscas y conglomerados revisados para este trabajo, se tiene que posee una influencia sedimentaria, ígnea y metamórfica, apuntando a una fuente variada e inestable en la cuenca de depositación para la formación de dichas rocas detríticas tal y como se dijo anteriormente. De manera global, los granos de cuarzo en variedades como monocristalino plutónico, monocristalino metamórfico y policristalino metamórfico, son los más abundantes en las rocas abarcando altos porcentajes en el total de volumen de las mismas, e indicando orígenes diferentes (ígneos y metamórficos); sin embargo, las muestras exhiben gran influencia en fragmento de rocas de litologías variadas y también cierto porcentaje de granos de feldespatos (feldespato potásico o plagioclasas) bien preservados ó alterados provenientes probablemente de rocas ígneas. Como accesorios también existe variedad, se tiene muscovita, biotita, clorita, circón y esfena euhedral metamórfica posiblemente de las granulitas del basamento.

Dentro de los fragmentos de roca abundan los fragmentos de chert, seguidamente los fragmentos de rocas sedimentarias, volcánicas y metamórficas respectivamente. De forma general, estos clastos se presentan bastante redondeados y esféricos a excepción de los clastos que poseen alineaciones debido a minerales micáceos o de arcilla que le dan inestabilidad mecánica, tales como los fragmentos metamórficos o las limolitas y lutitas.

Estos tipos de clastos tienden a poseer alteraciones propias, a veces desde su lugar de origen y otras veces por efectos diagenéticos ya en la cuenca.

Los fragmentos de chert inicialmente son de origen químico y en la zona de estudio se asocian a la Formación La Luna que posee rocas de este tipo y además son fuentes cercanas a la cuenca.

Los clastos de rocas sedimentarias son de diferentes litologías las cuales destacan wacka cuarzosa, grauvaca cuarzosa, calcarenita, limolita, lutita, mudstone, wackstone, fragmentos fósiles de concha marina sin diferenciar por disolución o por presentarse disgregados, fragmento de alga coralina, concreción de hierro con granos de cuarzo.

De los clastos de rocas clásticas es lógico pensar que su origen señala a unidades sedimentarias más antiguas sin olvidar que tienen que ser fuentes no muy lejanas a la cuenca. Los clastos de wacka cuarzosa, grauvaca cuarzosa, calcarenita, limolita y lutita son litologías tan comunes que es incierto concretar una fuente, no obstante, pudieron derivarse de los sistemas montañosos de ese entonces de Venezuela y Colombia (proto-Andes Colombiano). El fragmento de concreción de óxido probablemente proviene de algún cúmulo de óxido de hierro en rocas clásticas de esas unidades, evidenciándose por los granos de cuarzo embebidos en él, que a la vez presentan ángulos indicando poca abrasión y un entrapamiento rápido en la matriz oxidada.

A los clastos de calizas tipo “mudstone” y “wackstone” que poseen una considerable cantidad de lodo carbonático y presentan microfósiles tipo radiolarios de ambientes profundos y foraminíferos béticos, se les correlaciona con la Formación La Luna; y los fragmentos de conchas marinas y de algas coralinas son de ambientes de plataformas someras y se correlacionan con las rocas carbonáticas tipo Grupo Cogollo.

Los clastos metamórficos suelen ser redondeados; si bien, los clastos de esquisto cuarzo micáceo son de baja esfericidad por la inestabilidad que le brindan las micas y los clastos de cuarcita se disponen de forma esférica por la estabilidad del cuarzo a la abrasión. Estos fragmentos pudieran asociarse con rocas metamórficas antiguas de la actual cordillera de los Andes de Mérida. También se halla filita grafitosa de baja esfericidad probablemente proveniente de las rocas jurásicas de la Formación Pueblo Nuevo que actualmente aflora en la península de Paraguaná del estado Falcón.

Entre los fragmentos volcánicos se obtuvo cierta variedad litológica dependiendo de la textura y contenido mineralógico. Aunque ciertamente los clastos no representan a la roca de origen, se clasificaron con la composición presente para tener una idea de su procedencia. Entre los tipos litológicos de los clastos volcánicos resultaron: andesita traquítica, melano-andesita, andesita porfídica, basalto, metadiabasa y metalava máfica sin diferenciar, clasificados por diferentes tipos de plagioclasas que contenían y por el índice de color. Los clastos volcánicos tipo basalto y metadiabasa son asociados directamente al piso oceánico máfico, específicamente con la Ofiolita de Siquisique (unidad volcánica), caracterizados por poseer textura porfídica (pórfidos de plagioclasa cálcica) y la matriz con microlitos de plagioclasa de textura afieltrada; mientras que los fragmentos de andesita traquítica, melano andesita y andesita porfídica son asociados con rocas félsicas originadas sólo por procesos de subducción, provenientes del arco volcánico caribeño, donde las plagioclasas tienden a ser más sódicas debido a la alta diferenciación magmática de la actividad volcánica, también con textura porfídica y matriz con microlitos de plagioclasa de textura afieltrada.

Es notable que la influencia ígnea en las rocas analizadas de la Formación Matatere en la zona de estudio sea mayoritariamente volcánica, sin embargo, la muestra LA-319-B (wacka lítica) posee un fragmento gabroide de 0,5 mm que contiene pórfidos de plagioclasa sin diferenciar por la alteración carbonática, sin embargo, se deduce que su procedencia es de la unidad plutónica de la Ofiolita de Siquisique. Existen fragmentos de anortosita que solo se hallan en la muestra LA-318-A1 (paraconglomerado polimíctico) recolectada en el sector de Corobore Abajo, los cuales pudieran proceder de unidades semejantes a las anortositas de la Península de la Guajira ó del actual Complejo Yumare (Precámbrico). Además, la muestra LA-311, correspondiente a una grauvaca feldespática, presenta texturas de origen granítico y un porcentaje considerable de clastos de feldespatos, lo que indica un buen aporte plutónico para lograr preservar estos granos que son muy inestables a la erosión. En la roca se observa una textura mesopertita presenciándose una relación aproximadamente equitativa de cristales de plagioclasa con cristales de feldespato potásico en un solo clasto; y se observa una textura mirmequítica (de intercrecimiento de cuarzo en forma vermicular dentro de un cristal de feldespato potásico).

En la mayoría de las muestras a las que se le realizó análisis petrográfico se observa claramente alteración de los feldespatos (tanto potásicos como plagioclasas) lo cual es común en el proceso de diagénesis. Estos minerales suelen alterarse a minerales de arcilla tipo illita-esmectita. De la misma manera, se pueden observar alteración de micas tipo biotita a mineral clorita; esto se presenta en casi todas las muestras y se puede generar en etapas tempranas de la diagénesis, pero la illita-esmectita evidencia una diagénesis tipo profunda, como es evidente en la muestra LA-318-B (wacka lítica).

Algo también común entre las muestras es la calcitización, que consiste en el reemplazo de partículas minerales como cuarzo, feldespato o fragmento de rocas volcánicas por calcita a través de los fluidos que atraviesan a las rocas. En este proceso, la temperatura, la presencia de CO₂, y en definitiva el pH juega un papel importante en el control de la estabilidad inversa entre las partículas minerales y la calcita, por lo tanto, a medida que el pH aumenta (mayor o igual a 9) la calcita disminuye su solubilidad y la sílice se hace más soluble.

Las muestras de MARTÍNEZ & VALLETA (2008) compiladas y revisadas para este trabajo se asociaron a tres unidades que afloran en la zona de estudio. Del Complejo Estructural Los Algodones se reconocieron varios tipos litológicos: volcánicas tipo andesita porfídica y basalto porfídico provenientes de la Ofiolita de Siquisique; conglomerado holocuarcífero posiblemente de la Formación Río Negro (Cretácico Temprano); y caliza (biomicrita y micrita) tipo Grupo Cogollo probablemente de la Formación Apón (Cretácico, Aptiense-Albiense). De la Formación La Luna, que se encuentra como un cuerpo emplazado por los corrimientos al norte de Los Algodones, se obtuvo como litología micrita fosilífera. Por último, de la unidad volcánica de la Ofiolita de Siquisique, cuerpo propio del piso oceánico, se reconoció diabasa, diabasa hornbléndica, diabasa piroxénica y diabasa cataclástica; y de la unidad plutónica gabro, gabro piroxénico, metagabro y metadiorita protocataclástica. De acuerdo a KERR *et al.* (2010), la Ofiolita de Siquisique corresponde a un bloque de la corteza oceánica proto-Caribe afectada por una pluma mantelar. BARTOK *et al.* (1985) determinó una edad paleontológica del Jurásico Medio por unos amonites preservados en los intersticios de la lava almohadillada (que probablemente la edad equivale al magmatismo MORB que generó el proto-Caribe). A su vez, la adyacencia de la Formación La Luna con la Ofiolita de Siquisique indica que los procesos compresivos del Eoceno

medio lograron obducir bloques de la corteza proto-Caribe sobre rocas sedimentarias de edades equivalentes pero estas últimas formadas en el margen pasivo suramericano. Por otro lado, 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 amalgamiento tectónico corresponde al tiempo del emplazamiento de las Napas de Lara entre el Eoceno medio al Oligoceno temprano, siendo parte de la suela de una napa mayor (URBANI *et al.*, 2011).

En conclusión, a pesar de que las rocas de la Formación Matatere analizadas exponen una baja madurez textural gracias a la disposición de los granos y a la variedad de tipos de clastos, pudieron experimentar una diagénesis entre media y tardía debido a la alteración de las plagioclasas a minerales de arcilla y la alteración de biotita a clorita, que se puede observar en los componentes de las muestras.

4.2. INTERPRETACIONES CARTOGRÁFICAS

La zona de estudio presenta una gran complejidad estructural y estratigráfica gracias a la disposición de las unidades de diferentes edades que afloran en la región. Con la cartografía geológica realizada en este trabajo, basándose en las investigaciones de autores anteriores y en las observaciones de campo adquiridas en este estudio, se construyen una serie de interpretaciones con el fin de crear una armonía existencial entre los elementos estratigráficos y estructurales presentes.

Las formaciones Bobare, La Luna, Barquisimeto, la Ofiolita de Siquisique y El Complejo Estructural Los Algodones son las rocas más antiguas expuestas, de edad Cretácico, y se encuentran en contacto tectónico con las rocas eocenas de la Formación Matatere, todo entremezclado como lonjas de corrimientos, como consecuencia de la migración hacia el sureste de las Napas de Lara que afectó toda la región. Las rocas de las formaciones Bobare y Barquisimeto se ubican en el sector este de la zona de estudio en forma de cuerpos alargados e intercalados con un patrón de orientación suroeste-noreste; y en el sector Los Algodones afloran cuerpos más pequeños pero igualmente alargados (no

más de 3,4 km de longitud) de la Formación La Luna y del Complejo Estructural Los Algodones.

La unidad que abarca gran parte de la región (65% del total de las unidades que afloran) es la Formación Matatere, y ella consiste en una secuencia turbidítica tipo flysch; corresponde a la unidad de Matatere III definida por STEPHAN (1982, 1985) como una asociación psammo-pelítica y conglomerática, con alternancia rítmica de arenisca grauvaca y lutita, tal y como se pudo observar en todos los afloramientos. En la etapa de campo de esta investigación se pudo divisar que los contactos en que se encuentra la Formación Matatere con unidades más jóvenes son discordantes y en contacto de falla con varias unidades de diferentes edades, tal y como se señaló en la cartografía. Además, en la zona aflora parte de una reconocida capa de esta formación llamada Conglomerado de Cienaguita, descrita originalmente por VAN DER MEULEN (1954), de aproximadamente 102,5 m de espesor, contiene de una gran variedad de clastos de diferentes litologías, tamaños de granos hasta 1 cm y con una estructura gradada muy marcada vista en el afloramiento, ubicada en la Quebrada el Páramo, al suroeste de Cambural, en el límite surcentral de la zona de estudio; esta capa posee un rumbo de N50E donde gran parte aflora en la zona de investigación de RICCI (2011).

Se puede apreciar en la región dos discordancias principales. La primera discordancia adquiere una edad post-Eoceno y está definida por la depositación de las unidades más jóvenes, empezando por la Formación Castillo (Oligoceno-Mioceno Temprano), sobre la Formación Matatere (Paleoceno-Eoceno Medio) y sobre la Ofiolita de Siquisique (Cretácico Tardío), y por otro lado, la depositación de la Formación Churuguara (Oligoceno Temprano-Mioceno Temprano) sobre la Formación Jarillal (Eoceno Medio Tardío-Eoceno Tardío Temprano). La segunda discordancia, de edad post-Mioceno, pone en contacto a la Formación Castillo más antigua (Oligoceno-Mioceno Temprano) con la Formación Capadare que es más joven (Mioceno Medio). Es notable observar que en el límite norcentral de la zona de estudio, en el sector La Coca, se ubica una discordancia, que por la naturaleza de la unidad más joven, equivale a alguna de las dos ya mencionadas pero sin poder identificar su edad, ya que pone en contacto a la Formación Matatere con el cuerpo de las formaciones Capadare-Castillo sin diferenciar.

En el área de la investigación es posible observar tres tipos de estructuras principales distribuidas en toda su extensión, la cual se refiere a las fallas de corrimiento, las fallas de alto ángulo y a los plegamientos.

Las fallas de corrimiento con buzamiento al norte y las fallas de alto ángulo que colocan en contacto a las unidades cretácicas entre sí y con la Formación Matatere, se asocian con el emplazamiento de las Napas de Lara hacia el sur, generando bloques superpuestos en forma de “escamas”; estas fallas mayoritariamente poseen una orientación suroeste-noreste obligando a los bloques de las unidades involucradas a seguir ese patrón de rumbo (Fig. 113). Los pliegues locales y las fallas de alto ángulo de menor importancia que se encuentran en estas unidades posiblemente se formaron desde esta actividad tectónica de emplazamiento de napas ocasionando gran deformación de las unidades. (Ver anexo XV: mapa geológico de la región Siquisique-Matatere y anexo I: perfil geológico A-A’ sector Los Algodones-Corobore)

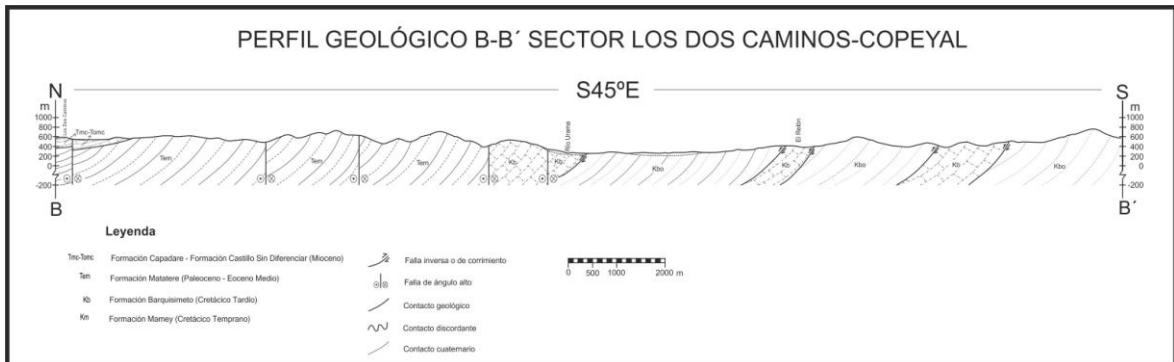


Fig. 117. Perfil geológico B-B' del anexo XV, mapa geológico de la región Siquisique-Matatere. Apilamiento de escamas intercalando las formaciones Bobare, Barquisimeto y Matatere.

El tren de pliegues de gran longitud (12,4 km) y las fallas de alto ángulo menores en el límite norte de la zona de estudio, en el flanco norte de la Quebrada Urucure, y que poseen un rumbo este-noreste, afectan a las unidades del Mioceno y de edades más antiguas. Estas estructuras están asociadas con el proceso de inversión de la cuenca de Falcón en el Mioceno medio (BOESI & GODDARD 1991, BAQUERO *et al.* 2009).

En la mitad oeste de la zona de estudio se observan corrimientos que ponen en contacto a las formaciones Matatere y Castillo de forma intercalada, cartografiadas primeramente por VAN DER MEULEN (1954). Como la Formación Castillo, de edad Oligoceno-Mioceno

Temprano, está involucrada y se había formado luego de que el avance de las napas de Lara ya había cesado, se infiere que estos corrimientos son consecuencia de esfuerzos compresivos asociados a la inversión tectónica de la cuenca de Falcón. (Ver Fig. 114; anexo XV: mapa geológico de la región Siquisique-Matateré y anexo II: perfil geológico B-B' sector Los Dos Camino-Copeyal)

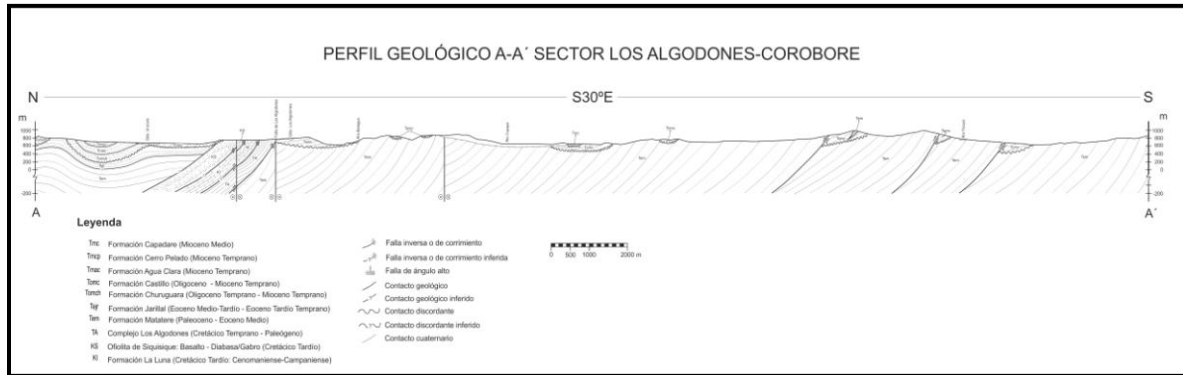


Fig. 118. Perfil geológico A-A' (hojas 6246-I-NO y 6247-II-SO). Apilamiento de escamas de la Formación Barquisimeto intercaladas con la Formación Matateré.

Existen unas fallas de alto ángulo menores en el límite norte y oeste de la región, de variadas orientaciones, que afectan a las estructuras nombradas anteriormente generadas por la inversión de la cuenca. Estas fallas segmentan los pliegues y desplazan las estructuras pre-existentes.

Alrededor del valle de Santa Inés, en la depresión situada en el límite este de la zona de estudio, se presentan fallas de corrimiento y de alto ángulo neotectónicas reportadas por AUDEMARD *et al.* (1998), que afectan a las formaciones Mamey, Bobare, Barquisimeto y Matateré de edades distintas, afectan a las fallas de corrimiento asociadas a movimiento de las Napas de Lara, y afecta a los depósitos cuaternarios de la depresión. El efecto más notable de las estructuras neotectónicas consiste en el cierre del valle de Santa Inés por la disposición opuesta de los buzamientos de los corrimientos que se encuentran alrededor de él; en efecto, el corrimiento en el límite sur de la depresión provoca que los cuerpos del Cretácico se emplacen hacia el norte, mientras que el corrimiento en el límite norte emplaza a la Formación Matateré y a las unidades más jóvenes hacia el sur. (Ver anexo XIII, mapa geológico de La Garza, Hoja 6247-IV-SE y anexo XIV, mapa geológico de El Porvenir, Hoja 6347-IV-SO).

4.3. MODELO EVOLUTIVO

A continuación se propone el modelo evolutivo de la región Siquisique-Matatera, tomando en cuenta las interpretaciones elaboradas a partir de publicaciones previas afianzadas por las observaciones de campo y los análisis petrográficos realizados para esta investigación.

Jurásico

En este período ocurre la fragmentación y separación de lo que hoy es Norteamérica y Suramérica del supercontinente Pangea. La separación entre estas dos placas (apertura tethysiana) forma una corteza oceánica normal conocida como proto-Caribe (Fig. 119). Las condiciones de depositación en Venezuela durante este periodo estuvieron limitadas a estructuras graben asociadas al proceso de rifting que separó el supercontinente Pangea (MENDOZA 2005).

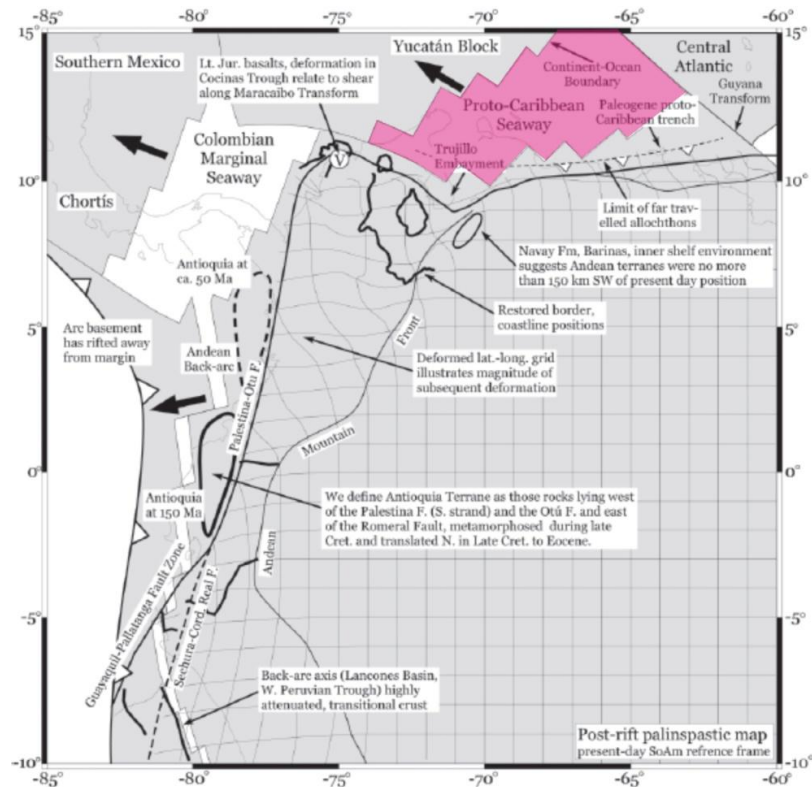


Fig. 119. Panorama en el Jurásico Tardío (150 Ma) de Suramérica, al norte de Venezuela ocurre la separación entre la placa norteamericana y la placa suramericana, generando el proto-Caribe (color rosado). Imagen tomada de PINDELL *et al.* (2005)

Cretácico

En el Cretácico Tardío (Turoniense-Coniaciense) un evento transgresivo alcanza su máxima expresión (MENDOZA, 2005). A medida que va avanzando este evento, los ambientes depositacionales en el nor-occidente de Venezuela se van tornando más marinos, por lo que se deposita la Formación Bobare en un ambiente de plataforma inestable. Seguidamente, en un ambiente de aguas profundas, se depositan rocas como lutita, ftañita y caliza con abundante materia orgánica que están contenidas en la Formación La Luna; la Formación Barquisimeto se deposita sincrónicamente con ésta última y poseen características muy similares, pero con la diferencia de que se relaciona con ambientes más oxigenados y de mayor aporte de sedimentos psamíticos (BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1966) (Fig. 120).

En este período también siguen generándose las rocas ígneas de la Ofiolita de Siquisique, formadas desde la creación de una meseta oceánica a partir de una pluma mantelar dentro de la corteza oceánica del proto-Caribe (KERR *et al.*, 2010).



Fig. 120. Turoniense-Coniaciense, período de máxima transgresión, depositación de provincia pelágica, facies tipo La Luna. Tomado de GÓMEZ (2012) y modificado de GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980)

Paleoceno-Eoceno

El margen pasivo en el nor-occidente del país fue transformándose en un margen activo a finales del Cretácico como consecuencia del choque de un arco insular proveniente del Pacífico con el límite norte de la placa Suramericana. Los esfuerzos compresivos del choque provocan el emplazamiento de bloques en forma de un tren de napas de las unidades cretácicas (Bobare, La Luna, Barquisimeto) con transporte tectónico con sentido sureste, y la compresión de este proceso trae como consecuencia que se genere una cuenca antepaís en donde se deposita durante el Paleoceno-Eoceno, sobre las rocas volcánicas del fondo, una secuencia turbidítica correspondiente a la Formación Matatere (Fig. 121.A). Al inicio del Eoceno, la cuenca sufre una rápida subsidencia ocasionando que gran cantidad de material alóctono, expuesto en las napas, sea transportado al interior de la cuenca (MARTÍNEZ & VALLETTA, 2008). Este proceso provoca que la secuencia depositada contenga fragmentos de rocas cretácicas de variados tamaños, desde clastos como componentes en de sus rocas detríticas, hasta bloques; además es la causante de la formación de las capas de peñones (URBANI, 2011). La sedimentación de las turbiditas continúa sintectónicamente a medida que avanzan los movimientos de las napas, a la vez formando “escamas” de las formaciones Bobare, Barquisimeto y La Luna poniéndolas en contacto, por medio de fallas de corrimiento y de ángulo alto, con la Formación Matatere, que aún se está depositando en el surco (STEPHAN, 1982, 1985) (Fig. 122). Con este mismo proceso se forma el Complejo Estructural Los Algodones como parte basal de napa, donde se entremezclan elementos muy disímiles.

De acuerdo con PINDELL *et al.* (2005) y BAQUERO *et al.* (2009), durante el Eoceno Medio, la Placa Caribe sigue su movimiento oeste-este desplazando y consumiendo al proto-Caribe, además de experimentar una subducción de bajo ángulo hacia el sur con la Placa Suramericana. Para el Eoceno Tardío, las conocidas “Napas de Lara” culminan su emplazamiento (Fig. 121.B).

Desde el Eoceno Medio tardío al Eoceno tardío temprano se deposita concordantemente sobre la Formación Matatere la Formación Jarillal.

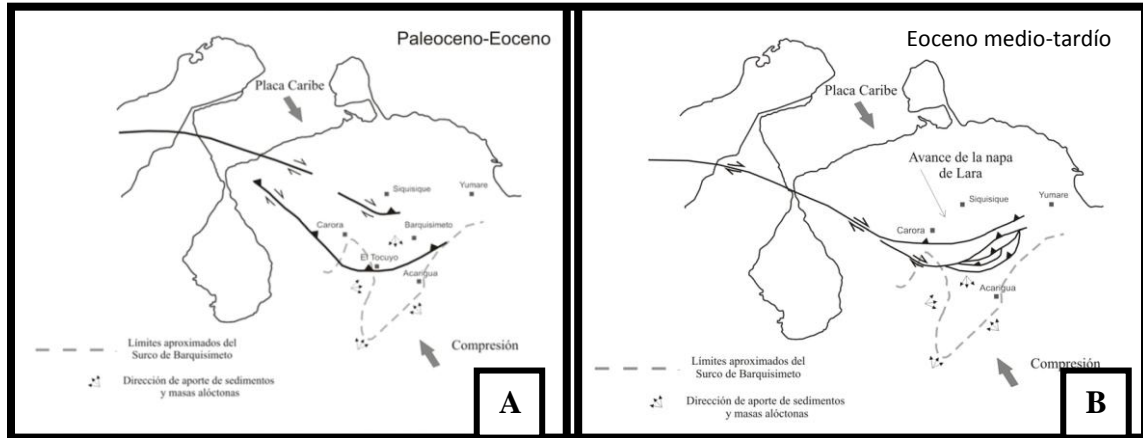


Fig. 121. A) Paleoceno–Eoceno, se genera una cuenca antepaís donde se deposita la Formación Matatere. B) Eoceno medio–tardío, culmina el emplazamiento de las nappas de Lara. Imágenes tomadas de MARTÍNEZ & VALLETTA (2008) y modificadas de BAQUERO *et al.* (2009)

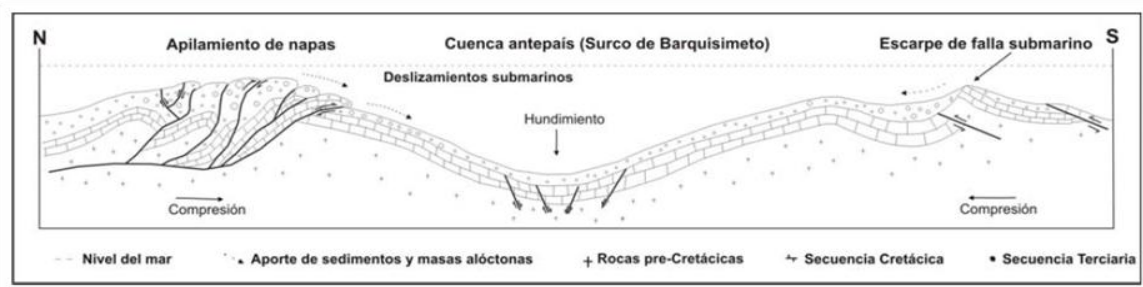


Fig. 122. Sección transversal del Surco de Barquisimeto y de los mecanismos de aporte de sedimentos de masas alóctonas en el Eoceno medio. Tomado de MARTÍNEZ & VALLETTA (2008) y modificado de BAQUERO *et al.* (2009)

Oligoceno – Mioceno medio

En los inicios del Oligoceno, en esta región, la acción del placa Caribe sobre la placa Suramericana cesa y se genera una liberación de esfuerzos como consecuencia de la subducción del proto-Caribe durante el Eoceno, y los procesos de distensión son la génesis de fallas normales y estructuras tipo graben que producen un adelgazamiento cortical responsable de la formación de la cuenca de Falcón (BAQUERO *et al.*, 2009) (Fig. 123). Las rocas depositadas en este período (formaciones Churuguara y Castillo) forman la primera discordancia angular de la zona sobre las rocas eocénicas (formaciones Matatere y Jarillal).

Las lutitas de la Formación Agua Clara son depositadas durante el Mioceno temprano, aflorando al noroeste del área de estudio, y marcando probablemente la zona de mayor

profundidad de la cuenca. De manera concordante sobre esta última, se deposita la Formación Cerro Pelado y aflora en la zona de estudio como pequeños cuerpos remanentes de la erosión.

En el Mioceno medio es depositada la Formación Capadare sobre la Formación Castillo (Oligoceno-Mioceno temprano) formando la segunda discordancia de la zona, en los alrededores de Copaya y Siquisique.

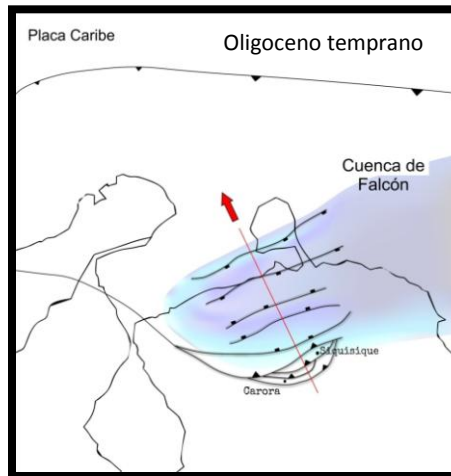


Fig. 123. Oligoceno temprano, se genera la cuenca de Falcón a través de un proceso de distensión. Tomado de GÓMEZ (2012) y modificado de BAQUERO *et al.* (2009)

Mioceno medio – Reciente

Desde el Mioceno medio se reactivan las fallas originadas durante el proceso de extensión, pero ahora por esfuerzos compresivos gracias a la interacción de la Placa Caribe con un nuevo pulso tectónico más el levantamiento andino, provocando la inversión de la cuenca de Falcón (BOESI & GODDARD 1991, BAQUERO *et al.* 2009); y así mismo generando la gran estructura llamada anticlinorio de Falcón (Fig. 124.A). En este mismo periodo y mediante el mismo proceso se forman plegamientos sobre las unidades ya depositadas al noroeste del área de estudio; poseen una orientación este-noreste subparalela al eje del anticlinorio. Luego, se genera un sistema de fallas de alto ángulo que cortan y desplazan a los pliegues pre-existentes, difícilmente apreciables en la zona de estudio ya que solo se observan fragmentos de éstos y continúan fuera de los límites. Más al sur, este proceso se delata en dos evidencias: primero en el conjunto de fallas de corrimiento que ponen en contacto a las formaciones Matatere (Paleoceno-Eoceno Medio) y Castillo (Oligoceno-

Mioceno temprano) con orientación preferencial de noreste-suroeste; y segundo en la gran deformación que posee la Formación Castillo mostrando plegamientos y fallas locales.

Durante el Plioceno se deposita la Formación Guaidima discordantemente sobre las formaciones del Mioceno, aunque en la zona de estudio no se aprecie ya que solo aflora un pequeño fragmento rodeado de sedimento reciente.

Durante el Cuaternario son añadidas fallas neotectónicas de corrimiento y de ángulo alto ubicadas en la depresión de Santa Inés (AUDEMARD *et al.*, 1998).

Con estos últimos procesos tectónicos y la exposición de todas las unidades depositadas, la erosión realiza el respectivo desgaste en las rocas generando la configuración actual de la zona y permitiendo los diferentes depósitos cuaternarios (Fig. 124.B).

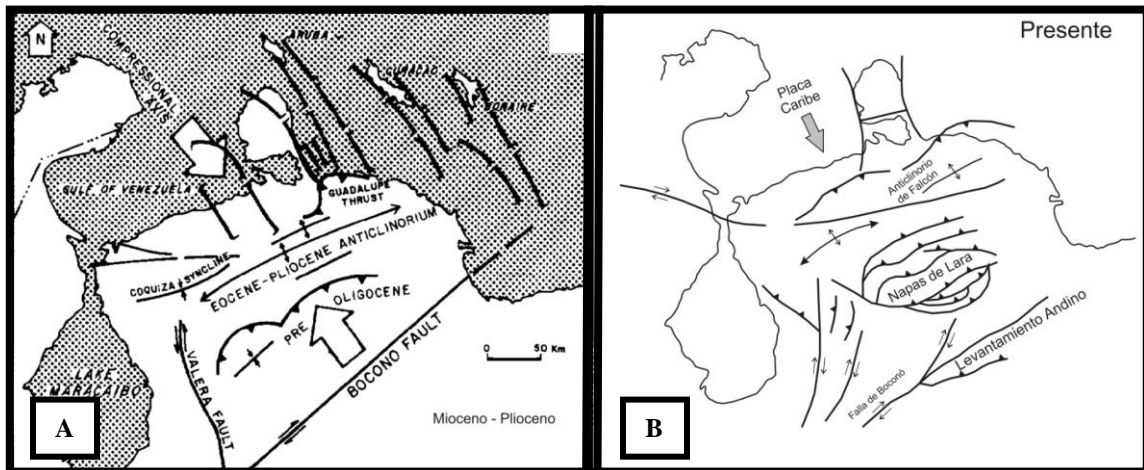


Fig. 124. A) Mioceno medio, ocurre la inversión de la cuenca de Falcón; tomado de BOESI & GODDARD (1991). B) Situación presente de la cuenca “invertida” de Falcón. Tomado de ICHASO (2011) y modificado de BAQUERO *et al.* (2009)

5. SUMARIO, CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

5.1. SUMARIO

5.1.1. Unidades y su yuxtaposición

La zona de estudio comprendida entre los sectores de Siquisique y Matatere, en el estado Lara, presenta unidades de origen ígneo, sedimentario y metamórfico y de edades variables desde el Cretácico Temprano hasta el Holoceno. Por el contexto tectónico en que formaron la mayoría de las unidades y por la distribución crono-estratigráfica en que se encuentran, esta región posee una evolución geológica particular y compleja.

Las rocas de edad Cretácico están representadas por las formaciones Mamey (Cretácico Temprano), Bobare (Cretácico Temprano: Albiense), La Luna (Cretácico Tardío: Cenomaniense-Campaniense), Barquisimeto (Cretácico Tardío), la Ofiolita de Siquisique (Cretácico Tardío) y el Complejo Estructural Los Algodones (Paleógeno). Las litologías son variables y las más relevantes para cada formación son: la Formación Mamey consta de esquisto cuarzo-sericítico y metaconglomerado; la Formación Bobare contiene arenisca cuarzosa y lutita; la Formación La Luna compuesta por caliza, lutita con abundante materia orgánica y chert; la Formación Barquisimeto posee lutita, limolita, marga compactadas, chert y caliza; la Ofiolita de Siquisique compuesta por volcánicas y plutónicas como basalto-diabasa y gabro respectivamente; y el Complejo Estructural Los Algodones varía entre caliza, conglomerado holocuarcítico, volcánicas y rocas pelíticas, psamíticas carbonáticas y chert. Todas estas rocas, a excepción de la unidad de la Formación Mamey, se encuentran incluidas en la secuencia de las “Napas de Lara” que fueron emplazadas en el Eoceno medio-tardío; e igualmente, muchas de ellas sirvieron de fuente de sedimento para las rocas depositadas luego en el Paleógeno y en el Neógeno.

El Terciario se caracteriza por contener solamente secuencias de rocas sedimentarias. En el período Paleoceno-Eoceno medio se deposita en una cuenca antepaís generada a partir del choque entre el arco de islas y la placa Suramericana, la unidad turbidítica tipo flysch de la Formación Matatere, una secuencia rítmica primordialmente de arenisca impura lítica o impura feldespática y lutita negra. A los inicios del Eoceno, la cuenca experimenta una rápida subsidencia, permitiendo que gran cantidad de material alóctono del Cretácico, expuesto sobre

las napas, caiga dentro de ella y sirva de aporte a la secuencia. Durante el Eoceno tardío se deposita de manera concordante sobre la Formación Matatere la Formación Jarillal. Como respuesta de la apertura de la cuenca de Falcón al principio del Oligoceno, a causa de la liberación de los esfuerzos compresivos por la subducción de la placa Caribe por debajo de la placa Suramericana, se deposita una secuencia sedimentaria presidida por las formaciones Churuguara y Castillo (Oligoceno temprano-Mioceno temprano) que forman una discordancia sobre las formaciones Jarillal y Matatere respectivamente. Siguen depositándose progresivamente las formaciones Agua Clara y Cerro Pelado (Mioceno temprano) hasta que se forma una nueva discordancia en el Mioceno Medio al depositarse la Formación Capadare sobre la Formación Castillo. La Formación Guaidima (Plioceno) también genera una discordancia al depositarse sobre las rocas del Mioceno, aunque no se aprecie en la zona de estudio.

El Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno) está constituido por una serie de depósitos recientes, distribuidos en toda la zona y extendiéndose principalmente en los valles de los drenajes principales y en las planicies de Siquisique y Santa Inés.

5.1.2. Estructuras

Las unidades cretácicas (Bobare, La Luna, Barquisimeto, Ofiolita de Siquisique y Complejo Estructural Los Algodones) están limitadas en todo el área de estudio principalmente por fallas de corrimiento, pero también por fallas de alto ángulo con un patrón de orientación suroeste-noreste; estructuras generadas el Paleoceno-Eoceno Medio como consecuencia del choque del arco insular proveniente del Pacífico con la placa Suramericana, donde se empezaron a formar un tren de napas hacia el sureste. El resto de las estructuras se formaron a partir del Mioceno medio con un nuevo pulso tectónico (provocado por la interacción entre las placas Caribe y Suramericana, el mismo que inició la inversión de la cuenca de Falcón) y el levantamiento andino, creando plegamientos significativos de larga longitud a lo largo de las unidades miocenas ya depositadas en el noroeste de la zona de estudio, con orientación preferencial suroeste-noreste, subparalelas al anticlinorio de Falcón; que posteriormente fueron cortados y desplazados por fallas de alto ángulo. En el mismo período se crea un conjunto de fallas de corrimiento en el sector oeste-central de la región que ponen en contacto las formaciones Castillo (Oligoceno-Mioceno temprano) y Matatere

(Paleoceno-Eoceno medio) en forma de cuerpos alargados alternados con orientación preferencial de noreste-suroeste, añadiendo fallas de alto ángulo y pliegues menores por la deformación de estas unidades. Durante el cuaternario, con nuevos movimientos tectónicos, se agregan fallas de corrimiento en los alrededores de la depresión de Santa Inés provocando el cierre de la misma por la disposición opuesta de los buzamientos de las estructuras.

5.1.3. Petrología-petrografía

De la Formación La Luna se recolectaron cuatro muestras en un tributario de la Quebrada Las Petacas, al noreste de los Algodones, a las cuales se les clasificó como wackstone de radiolarios y foraminíferos (según DUNHAM, 1962) o biomicrita (según FOLK, 1962) por su mayoritario contenido de lodo carbonático y por poseer más de 10% de aloquímicos, entre radiolarios y en menor cantidad foraminíferos, todos alterados y esparitizados. Debido al contenido fósil, la roca se formó en un ambiente de facies profunda, aunque se evidencia en dos muestras materia orgánica orientada por leves pulsos de energía y en otra muestra se encuentra pocas espículas de esponjas indicando que la formación no siempre se asoció con ambientes anóxicos, sino también con ambientes óxicos. Todas las muestras presentan gran número de fracturas rellenas de cemento tipo espato y pseudoespato, producto de compactación mecánica; y en una muestra se observó estilolitas gracias a los procesos de presión/disolución que experimentó la roca. Por todas estas evidencias, a las rocas se les asignó una diagénesis tardía.

De la Formación Matatere se tomaron diez muestras para el análisis petrográfico, entre los poblados de Matatere, Cambural, Siquisique, Copaya y Corobore, procurando que fueran de grano grueso para identificar sus componentes. Se clasificaron cinco tipos litológicos: arenisca lítica, grauvaca feldespática, grauvaca lítica, paraconglomerado polimíctico y ortoconglomerado polimíctico. Las areniscas estudiadas presentan baja madurez textural indicada por el escogimiento predominantemente pobre, redondez de los granos sub-angular a sub-redondeada, el porcentaje de matriz mayormente suele pasar del 15% y la gran cantidad de contactos grano-matriz; por lo que tuvo que ser una rápida depositación, un transporte corto de los sedimentos y una fuente cercana. Los conglomerados analizados presentan madurez mediana; aunque exhibe un escogimiento pobre, los contactos entre los granos mayoritariamente sean grano-matriz o puntuales, y generalmente el porcentaje de matriz pasa

del 15%, los granos y fragmentos se encuentran con redondez alta; por ende, se infiere que para este tipo de rocas también la depositación tuvo que haber sido rápida pero con la diferencia de que los clastos sufrieron mayor desgaste desde su fuente. En la Quebrada El Páramo, al suroeste del poblado de Cambural, existe una capa importante denominada Conglomerado de Cienaguita y clasificado como ortoconglomerado polimíctico, que a diferencia de los otros conglomerados descritos, éste posee contactos longitudinal predominante entre los granos y porcentaje de matriz bajo (12%), producto de un proceso de presión-solución mayor a los otros conglomerados; además de la marcada gradación en muestra de mano y en afloramiento es una característica particular de esta capa evidenciando los cambios energéticos en los pulsos tectónicos para la depositación de los sedimentos turbidíticos.

Tanto las areniscas como los conglomerados analizados de la Formación Matatere, presentan una gran variedad litológica en los granos y fragmentos de rocas en los que destacan: cuarzo plutónico y metamórfico, feldespatos potásicos y plagioclasas, accesorios tipo muscovita, biotita, clorita, circón y esfena euédral metamórfica posiblemente de las granulitas del basamento; chert de la Formación La Luna; wacka cuarzosa, grauvaca cuarzosa, calcarenita, limolita y lutita probablemente de formaciones montañosas para la época; mudstone y wackstone de la Formación La Luna; conchas marinas y algas coralinas de rocas tipo Grupo Cogollo; esquisto cuarzo micáceo posiblemente de las rocas metamórficas antiguas de la actual cordillera de los Andes de Mérida; filita grafitosa probablemente de las rocas jurásicas de la Formación Pueblo Nuevo; andesita proveniente del arco volcánico caribeño; basalto, metadiabasa y gabro asociados las unidades volcánica y plutónica de la Ofiolita de Siquisique; y anortosita de la Península de la Guajira ó del Complejo Yumare (Precámbrico).

En la mayoría de las petrografías se observó la alteración de feldespato a minerales de arcillas y carbonáticos, y de biotita a clorita; evidencias de los efectos diagenéticos; por lo tanto, las rocas experimentaron diagénesis entre media a tardía.

En resumen, zona de estudio estuvo bajo una condición de plataforma inestable con sedimentación rápida e influencia de una fuente compleja de diferentes litologías.

5.1.4. Cartografía geológica

La cartografía geológica actualizada elaborada para este estudio, en la región comprendida entre Siquisique y Matetere, constituye un aporte geocientífico importante ya que fue la recopilación de una serie de trabajos dispersos con informaciones clave sobre la geología del sector, más los datos certeros obtenidos de la etapa de campo con las observaciones de los afloramientos y las descripciones litológicas de muestras de mano y secciones finas. Esta información permitió exponer en los mapas elaborados un mejor nivel de detalle sobre la distribución de las unidades y estructuras geológicas. Además, esta cartografía constituye una herramienta científica básica y fundamental para las interpretaciones de geología de superficie o de subsuelo en carácter regional o estudios más específicos en el sector. A su vez, este trabajo es un aporte importante para los entes públicos nacionales y locales ya que puede aprovecharse en beneficio de la comunidad o como beneficio industrial en planificación y ordenamiento territorial, actividades económicas, construcción de infraestructuras, protección de los recursos naturales ó la identificación de sectores de riesgos naturales como deslizamientos, inundaciones, desbordes de ríos y quebradas, entre otras.

5.2. CONCLUSIONES GENERALES

Con la recopilación cartográfica de la región Siquisique-Matetere de investigaciones anteriores realizadas por diferentes autores, en conjunto con los datos obtenidos en campo, se logró integrar la información geológica plasmándolo en 13 hojas cartográficas a escala 1:25.000 y una a escala 1:100.000, señalando lo más preciso posible la distribución de las unidades, la distribución de las estructuras y los contactos entre todos estos elementos.

El análisis petrográfico es una herramienta muy útil que ayudó a identificar los tipos litológicos de las muestras recolectadas de las formaciones La Luna y Matetere. Se clasificó una caliza tipo wackstone/biomicrita de radiolarios y foraminíferos de ambientes de facies profunda de la Formación La Luna de edad Cretácico Tardío (Cenomaniense-Campaniense); areniscas tipo arenisca lítica, grauvaca feldespática, grauvaca lítica, y conglomerados tipo paraconglomerado polimíctico y ortoconglomerado polimíctico de la secuencia flysch de la Formación Matetere con influencia muy variada de origen ígneo, sedimentario y metamórfico.

La disposición de las unidades geológicas y los tipos de contactos entre ellas que se pueden observar en la cartografía, en conjunto con los perfiles geológicos y la información petrográfica, colaboraron indudablemente en el momento de armar la historia geológica de la región, dando como resultado la explicación de los eventos tectónicos ocurridos desde el Jurásico hasta el presente, en la cual afloran las unidades descritas en esta investigación.

La distribución areal de las unidades por edad evidencia la migración de la sedimentación hacia el norte a medida que avanza el tiempo, ya que las unidades más antiguas (formaciones Bobare, La Luna y Barquisimeto del Cretácico) se concentran hacia el sureste de la zona de estudio.

El patrón de orientación (suroeste-noreste) que presentan las unidades, estructuras y discordancias en la región, son evidencia de la influencia de la placa Caribe en sentido sureste sobre la placa Suramericana.

El modelo de evolución geológica planteado para esta zona está acorde con los trabajos previos y se encuentra en armonía con el resto de las zonas del Proyecto Matatere.

Este trabajo da un aporte científico a la geología de Venezuela y al conocimiento que se tiene hoy en día sobre la Formación Matatere y las unidades involucradas en el proceso tectónico de las Napas de Lara ocurrido desde el Paleoceno.

5.3. RECOMENDACIONES

- Considerar el presente estudio junto con los de ICHASO (2011), RICCI (2011) y GÓMEZ (2012) para completar el “Proyecto Matatere”, para así obtener más datos sobre la Formación Matatere y su relación estratigráfica con las demás unidades y poder con ello completar la información de esta unidad en el *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997), la cual, en su versión actual, la información se presenta pobre, en especial sobre sus contactos.

- Correlacionar el “Proyecto Matatere” con el proyecto cartográfico del estado Yaracuy, en la zona de transición entre la Cordillera de la Costa y las Napas de Lara, para realizar un análisis tectonoestratigráfico, de orden regional, de las unidades involucradas en toda la región y así mejorar los modelos geológicos vigentes del norte de Venezuela; y entender mejor las relaciones entre las provincias de las “Napas de Lara” y de la “Cordillera de la Costa”

- Incluir a la Formación Guaidima, definidas por NATERA (1957) en el estado Lara, dentro del *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997), para completar la bibliografía de las unidades litológicas que afloran en el área. Esta formación no están incluida a causa de que el trabajo donde se definió no se publicó hasta el 2010.
- Realizar un trabajo de geología de campo al sureste de la zona de estudio, entre los poblados Copeyal y La Colonia, para corroborar los contactos y la ubicación entre las formaciones Matatere, Bobare y Barquisimeto. De igual forma, diferenciar el cuerpo que aflora en el sector norcentral de la zona de estudio, por los sectores de Los Dos Camino y La Cocaca, que se identifica como Formación Capadare-Castillo sin diferenciar. Todo esto con el fin de mejorar la información aportada por este trabajo.
- Considerar a futuro esta zona como posible curso de campo para pregrado, ya que es rico en el aspecto geológico por su litología muy variada y complejidad estructural.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO. 1997. Formación Barquisimeto. En: W. SCHERER (ED.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/b110w.htm>. Consulta 26 marzo 2012.
- AUDEMARD, F. A., 1995, La Cuenca Terciaria de Falcón, Venezuela Noroccidental: Síntesis Estratigráfica, Génesis e Inversión Tectónica. *IX Congreso Latinoamericano de Geología*, Caracas, Venezuela.
- AUDEMARD, F. A., A. SINGER & J. A. RODRÍGUEZ. 1998. *Estudio de neotectónica y geología de fallas activas del triángulo de fallas de Boconó, Oca-Ancón y Valera*. FUNVISIS, informe inédito para INTEVEP, 138 p. + mapa 1:250.000.
- BAQUERO, M., J. ACOSTA, E. KASSABJI, J. ZAMORA, J. SOUSA, J. RODRÍGUEZ, J. GROBAS, L. MELO & F. SHNEIDER. 2009. Polyphase development of the Falcón basin in northwestern Venezuela, implications for oil generation. In: The origin and evolution of the Caribbean plate, from JAMES, K.H., LORENTE, M.A., & PINDELL J. L. (eds.) *Geological Society, London, Special Publications* 328: 587-612.
- BAQUERO, M., J. ACOSTA & M. NÚÑEZ. 2010. Mapas geológicos de Falcón occidental, Venezuela. *Geos* (UCV, Caracas), 40:111.
- 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.
- BELLIZZIA, A. & G. D. RODRÍGUEZ. 1966. Guía de la excursión a la región de Duaca-Barquisimeto-Bobare. *Bol. Geol.* 8(16): 284-309.
- BELLIZZIA A. & D. RODRÍGUEZ. 1968. Consideraciones sobre la estratigrafía de los estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo. *Bol. Geol.*, MMH, Caracas, 9(18):515-563.
- BOESI, T. & GODDARD, D. (1991) A new Geologic Model Related to the Distribution of Hydrocarbon Source Rocks in the Falcon Basin, Northwestern Venezuela. *Active Margin Basins: Case Histories and Examples. Am. Assoc. of Petrol. Mem.* 52: 303-319.
- BUSHMAN, J. R. 1959. Geology of the Barquisimeto area – A summary report. *Bol. Inform. Asoc. Venez. Geol. Min. y Petról.*, 2(4): 65-84.
- BUSHMAN, J. R. 1965. Geología del área de Barquisimeto, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 6(11): 3-111
- CIEN – COMITÉ INTERFILIALES DE ESTRATIGRAFÍA Y NOMENCLATURA. 1997. *Código Geológico de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico>.

- COPLANARH (Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos). 1974. *Estudio Geomorfológico de las regiones costa noroccidental, centro occidental y central (sistema montañoso noroccidental)*. Inventario Nacional de tierras, Publicación N° 44.
- CORONEL, G. & E. J. C. KIEWIET DE JONGE. 1957. *Igneous rocks of the Siquisique area. Compañía Shell de Venezuela*. Compañía Shell de Venezuela. Informe inédito EP-1561. 11 p. Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas) 40[2009]:103 + 41 p. en DVD, 2010.
- CORONEL, G & O. RENZ. 1960. Deslizamientos submarinos al noroeste de Barquisimeto, estado Lara. Memorias III Congr. Geol. Venezolano, Caracas, nov. 1959. *Bol. Geol., Public. Esp.* 3,2: 743-759.
- CSV-COMPAÑÍA SHELL DE VENEZUELA. 1965. Igneous rocks of the Siquisique area. State of Lara. *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petról.* 8(10): 286-306, 1 mapa.
- CIA. SHELL DE VENEZUELA. 1965. Rocas ígneas de la región de Siquisique estado Lara. *Bol. Inf. Asoc. Venez. Geol., Min. y Pet.*, 8(10): 286-306.
- DEL OLLO, D., M. ESCANDÓN Y F. GALARRAGA, 1994. Origen del petróleo en la cuenca de Falcón (Resumen), *V Simposio Bolivariano de Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas*, Mem.: 408-410.
- DÍAZ DE GAMERO, M. L. 1977. Estratigrafía y micropaleontología del Oligoceno, y Mioceno inferior del centro de la cuenca de Falcón, Venezuela. *Geos* (UCV, Caracas), 22:3-60.
- DÍAZ DE GAMERO, M. L. 1989. El Mioceno temprano y medio de Falcón septentrional. *Geos* (UCV, Caracas), 29:25-35.
- DÍAZ DE GAMERO, M. L. 1997. Formación Agua Clara. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/a400w.htm>. Consulta 26 marzo 2012.
- DROOGER, C. W. 1956. Transatlantic correlation of the Oligo-Miocene by means of foraminifera. *Micropaleontology*, vol. 2, no. 2, pp. 183-192.
- DUNHAM, R. J. 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. En W. E. HAM (ed.), *Classification of carbonate rocks*. *Am. Assoc. of Petrol. Mem.* 1:108-121.
- ESCALONA, N., I. TRUSKOWSKI & E. ZAPATA. 1978. Estudio de las facies carbonáticas en la Formación Churuguara, estado Falcón. *Asoc. Venez. Geol., Min. y Petról., Bol. Inf.*, 20(4): 144-174.
- FOLK, R. L. 1962. Spectral subdivision of limestone types. En W. E. HAM (ed.), *Classification of carbonate rocks*: *Am. Assoc. of Petrol. Mem.* 1.: 62-84.
- GAMERO, G. A. y DÍAZ DE GAMERO, M. L., 1963. Estudio de una sección de referencia de las formaciones Cerro Pelado y Socorro, en la región de El Saladillo, Estado Falcón, *Geos*, 9: 7-44.

- GARNER, A. H. 1926. Suggested nomenclature and correlation of the geological formations in Venezuela. *Am. Inst. Min. Metall. Eng., Tr.*, pp. 677-684.
- GORTER, N. E. & I. M. VAN DER VLERK. 1932. Larger foraminifera from central Falcón (Venezuela). *Leidsche Geol. Mededeell.*, 4(2): 91-122.
- GÓMEZ, A. 2012. *Integración geológica de la región Carora-Padre Diego, Edo. Lara, con énfasis en la Formación Matatere y sus contactos.*, UCV-G, 140 p.
- GONZÁLEZ DE JUANA, C. 1937-a. Geología y estratigrafía de la región de Cumarebo, Estado Falcón, *Bol. Geol. y Min.*, 1(2-4): 197-217.
- GONZÁLEZ DE JUANA, C. 1937-b. General geology and stratigraphy of Cumarebo area, State of Falcón. *Bol. Geol. y Min.*, Caracas, 1(2-4): 187-205.
- GONZÁLEZ DE JUANA, C., J. M. ITURRALDE DE AROZENA & X. PICARD CADILLAT. 1980. *Geología de Venezuela y sus cuencas petrolíferas*. Caracas: Ed. Foninves, 1031 p.
- GORMAN. 1950. Formación Castillo. En W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/c62w.htm>. Consulta 15 septiembre 2011.
- HALSE, G. W. 1937-a. La estratigrafía del occidente del Distrito Buchivacoa, Estado Falcón, Venezuela, *Bol. Geol. y Min.*, 1(2-4): 183-193.
- HALSE, G. W. 1937-b. The stratigraphy of west Buchivacoa, Venezuela. *Bol. Geol. y Min.*, Caracas, 1(2-4): 175-184.
- HALSE, G. W. 1947. Oil fields of west Buchivacoa, Venezuela, *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull.*, 31(12): 2170-2192.
- HAMBALEK, N., V. RULL, E. DE DIGIACOMO Y M. L. DÍAZ DE GAMERO. 1994. Evolución paleoecológica y paleoambiental de la secuencia del Neógeno en el Surco de Urumaco. Estudio palinológico y litológico, *Bol., Soc. Venezolana Geol.*, 191-27-19.
- ICHASO, A. 2011. *Caracterización geológico-estratigráfica de la Formación Matatere en la región de Siquisique – Santa Inés – Santa Cruz de Bucaral, estados Lara y Falcón, Venezuela.*, UCV-G, 176 p.
- JHONSON. 1949. Formación Castillo. En W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/c62w.htm>. Consulta 26 marzo 2012.
- JEFFERSON, JR. C. C. 1960. *Geology of the Barquisimeto-San Carlos area, Western Venezuela*. Creole Petroleum Corp., 51 p., 13 mapas. Informe EPL-4057.
- JPL. JET PROPULSION LABORATORY. 2004. ASTER Mission. *ASTER - Advance Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*. <http://asterweb.jpl.nasa.gov/mission.asp>. Consulta 26 marzo 2012.

- KERR, A.C., F. URBANI, R. SPIKINGS, T. BARRY, A. R. HASTIE & J. TARNEY. 2010. The Siquisique basalts and gabbros, Los Algodones, Venezuela: late Cretaceous oceanic plateau formed within the proto-Caribbean plate?. *Geos* 40(2009): 19-21 + cartel en DVD (Carpetas 10).
- LIDDLE, R. A. 1928. *The geology of Venezuela and Trinidad*, (1st. ed.) J. P. McGowan, Fort Worth, Texas, 552 p.
- LORENTE, M. A. 1986. *Palynology and Palynofacies of the Upper Tertiary In Venezuela* Dissert. Botanicae 99, Cramer Ed., Berlin, Stuttgart, 222 p.
- LORENTE, M. A. 1997a. Formación Castillo. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/c62w.htm>. Consulta 26 marzo 2012.
- LORENTE, M. A. & M. L. DÍAZ DE GAMERO. 1997. Formación Churuguara. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/c110w.htm>. Consulta 26 marzo 2012.
- MACSOTAY O.; J. F., STEPHAN, Y E. ALVAREZ. 1987. Grupo Lara: Sedimentitas oceánicas y peninsulares en el Cretáceo alóctono de Venezuela occidental. *Bol. Geol.*, (28): 3-78.
- MARTÍNEZ J. & G. VALLETA. 2008. *Petrografía de las facies gruesas de la Formación Matatere y otras unidades del Centro-Occidente del país*. UCV-G, 278 p. Reproducido en *Geos* 40 (UCV, Caracas) 40[2009]: 67 + 289p. en DVD, 2010.
- MENDOZA, V. 2005. *Geología de Venezuela, Tomo II Cretácico, Terciario y Reciente sedimentario de Venezuela*. Publicado por HECLA Minera Venezolana, Puerto Ordaz, Estado Bolívar.
- MOUNT, J. 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first-order textural and compositional classification. *En Sedimentology. Journal International Association of Sedimentologists*, 32(3):435-442.
- MUÑOZ, P. E. & H. A. RODRÍGUEZ. 2009. *Geología de las unidades ígneas y sedimentarias de Siquisique-Puente Limón, estado Lara*. UCV-G, 225 p.
- NATERA, B. R. 1957. Geology of the lower río Tocuyo basin. Creole Petroleum Corp., Caracas. Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas) 40[2009]: 108 + 159 p. en DVD, 2010.
- NOGUERA M., C. STEDMAN, E. FIRST, A. PARRINELLO, J. E. WRIGHT, F. URBANI Y J. COLGAN. 2008. 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. II Jornadas Venezolanas de Geociencias de las Rocas Ígneas y Metamórficas, UCV, Caracas, nov. 2008. Resumen y cartel en CD. (Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, 40[2009]: 29 p. + 1 cartel en DVD, 2010).
- NUTTALL, W. L. F., 1935. Upper Eocene foraminifera from Venezuela, *Jour. Paleont.*, 9: 121-131.
- PAYNE, A. L., 1951. Cumarebo oil field, Falcón, Venezuela, *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull.*, 35(8): 1850-1878.

- PETTIJHON, F. J. 1975. *Sedimentary rocks*. New York: Harper and Brothers, 628 p.
- PETTIJHON F. J., POTTER, P. E. & R. SIEVER. 1972. *Sand and sandstones*. New York: Springer Verlag eds., 618 p.
- PINDELL, J., L. KENNAN, W. V. MARESCH, K. P. STANEK, G. DRAPER, & R. HIGGS. 2005. Plate-kinematics and crustal dynamics of Circum-Caribbean arc-continent interactions: tectonic controls on basin development in Proto-Caribbean margins, in H.G. Avé Lallement and V.B. Sisson, eds., *Caribbean-South American Plate Interactions*, Venezuela. *Geol. Soc. America, Spec. Pap.* 394, p. 7-52.
- PITELLI, R. & A. MOLINA. 1989. El Eoceno Medio Tardío y Eoceno Tardío de la parte occidental de la cuenca de Falcón. *Soc. Venez. Geol., Bol.*, 36: 5-12.
- PITELLI, R. & A. MOLINA. 1997. Formación Jarillal. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/j2w.htm>. Consulta 26 marzo 2012.
- PORRAS, L. 2000. Evolución tectónica y estilos estructurales de la región costa afuera de las cuencas de Falcón y Bonaire. *Memorias VII Simposio Bolivariano Exploración Petrolera de las Cuencas Subandinas*, 279-292.
- REATEGUI, W. 2011. *Reconocimiento geológico de la región comprendida entre Guacamuco y Puente Limón, municipios Urdaneta y Federación, estados Lara y Falcón.*, UCV-G, 172 p.
- RENZ, H. H. 1942. Stratigraphy of northern South America, Trinidad and Barbados. *8th. Amer. Sci. Cong., U.S.A., 1940, Proc.*, 4: 513-571.
- RENZ O. 1960. Remarks on the Barquisimeto Through. *Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo, Bol. Inf.* 3: 155-160.
- RENZ O., R. LAKEMAN & E. VAN DER MEULEN. 1955. Submarine sliding in Western Venezuela. *Bull. AAPG* 39(10): 2053-2067.
- RICCI, D. 2011. *Integración geológica de la región La mesa – Matatere, estado Lara, Venezuela.*, UCV-G, 151 p.
- ROHR, K. 1949. *Notes on aerial survey of Falcón*. Creole Petroleum Corp. Caracas, informe inédito EPL-04226.
- ROHR, K. 1955. *Aerial survey of eastern Falcón*. Creole Petroleum Corp. Caracas, informe inédito EPL-04129.
- SCHERER, W. 1997a. Formación La Luna. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/l170w.htm> . Consulta 26 marzo 2012.
- SCHERER, W. 1997b. Formación Capadare. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/c24w.htm>. Consulta 26 marzo 2012.

- SENN, A. 1932. *Geological report on the stratigraphy of east and central Falcón and adjacent areas*. Creole Petroleum Corp. Caracas, informe inédito.
- SENN, A. 1935. Die stratigraphische Verhretung der Tertiären Orbitoiden, mit spezieller Berücksichtigung ihres Vorkommens in Nord-Venezuela und Nord-Marokko. *Eclog. Geol. Helv.* 28(1): 51-113 y 369-373.
- SKERLEC, G. M. 1979. Geology of the Acarigua area, Venezuela. *University of Princeton*, Dept. Geology, Ph.D. dissertation, 301 p. Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas) 39[2007]: 199-200 + 263 p. en DVD (carpeta 263), 2007.
- STAINFORTH, R. M., 1968. El desarrollo de la terminología estratigráfica en el estado Lara. *Bol. Inf., Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol.*, 11(9): 243-253.
- STEPHAN J. F. 1982. *Evolution Geodynamique du Domine Caraïbe Andes et Chaîne Caraïbe sur la Transversale de Barquisiméto. (Vénézuéla)*. Univ. Pierre et Marie Curie, Thèse Doct. Etat., inédito, 512 p. Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas) 42[2012]: 142-143 + 152 p. en DVD (carpeta 18), 2012.
- STEPHAN J. F. 1985. *Andes et chaîne Caraïbe sur la transversale de Barquisiméto (Venezuela). Évolution géodynamique. Symposium Géodynamique des Caraïbes*, París, 5-8 febrero 1985. Paris: Edit. Technip, p. 505-529.
- STRECKEISEN, A. L. (1972). Classification and nomenclature of Plutonic rocks. Recommendations of the IUGS, Subcommission on the systematics of Igneous rocks. *Geol. Rundschau*, 63: 773-786.
- SUTTON, F. A. 1946. Geology of Maracaibo basin, Venezuela. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.* 30(10):1621-1741.
- TOBLER, A. 1922. Die Jacksonstufe (Priabonien) in Venezuela and Trinidad. *Eclog. Geol. Helv.*, 17(3): 342-346
- URBANI, F. 2010. Las capas de peñones de la Formación Matatere, estado Lara, Venezuela. *Bol. Acad. C. Fís., Mat. Y Nat.* Vol. 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. Acad. C. Fís., Mat. Y Nat.* 60(4): 9-25
- URBANI F., S. GRANDE, W. REATEGUI, P. MUÑOZ, H. RODRÍGUEZ, A. ICHASO, D. MENDI, M. BAQUERO. 2012. Geología de la Ofiolita de Siquisique y unidades sedimentarias asociadas. Región de Siquisique-Mapararí, edos. Lara y Falcón, Venezuela. *Geos* 42: 114-117.
- VAN DER MEULEN, E. 1954. *Geological report on the Bucarito and Matatere area (north Lara)*, Compañía Shell de Venezuela, Maracaibo, inédito, 14 p. Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas) 41[2011]: 110 + 19 p. en DVD (carpeta 43), 2011.
- VON DER OSTEN, E. 1967. Stratigraphy of Central Lara. *Bol. Inform. Asoc. Venez. Geol. Min. y Petrol.*, 10(11): 309-333.

- VON DER OSTEN, E. & D. ZOZAYA. 1957. Geología de la parte suroeste del estado Lara, Región de Quíbor. *Bol. Geol.* 4(9): 3-52.
- WHEELER, C. B. 1958. Geology of south central Falcón and northwestern Lara and the regional stratigraphy and oil possibilities of Oligocene and Lower Miocene sediments in the Falcón basin. Creole Petroleum Corp., Caracas. Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas) 40[2009]: 110 + 149 p. en DVD, 2010.
- WHEELER, C. B. 1960. Estratigrafía del Oligoceno y Mioceno inferior de Falcón occidental y nororiental. *Mem. III Cong. Geol. Venezolano*, Caracas, 1959, *Bol. Geol.*, MMH, *Public. Esp.* 3, 1: 407-465. Versión en inglés: Oligocene and Lower Miocene stratigraphy of western and northeastern Falcón Basin, Venezuela. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 47(1): 35-68, 1963. Resumido en: *Bol. Inform. Asoc. Venez. Geol., Min. y Petrol.* 6(5): 154, 1963.
- WHEELER, C. B. 1963. Oligocene and Lower Miocene stratigraphy of western and northeastern Falcón Basin, Venezuela. *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull.*, 47(1): 35-68. Resumen (1963) en: *Asoc. Venez. Geol., Min. y Petrol., Bol. Inform.*, 6(5): 154.
- WIEDENMAYER, C. 1924. Zur Geologie von Ost-Falcon (Nordwest Venezuela). *Eclog. Helv.* 18(4):508-512.
- WIEDENMAYER, C. 1937. Informe geológico sobre los depósitos carboníferos de Coro, Distrito Miranda, Estado Falcón, *Bol. Geol. y Min.*, 1(1): 65-81.

APÉNDICE A GEOGRAFÍA FÍSICA

A.1. FISIOGRAFÍA Y RELIEVE

La zona de estudio se caracteriza por filas alargadas con una altura promedio de 1.000 m.s.n.m. y una orientación preferencial de suroeste a noreste, los cuales se intercalan con valles drenados y algunas áreas llanas. Se evidencian dos sistemas montañosos principales: el que abarca mayor área se ubica en la parte central de la zona de estudio, alargándose con la orientación mencionada desde los poblados de Corobore al suroeste, hasta La garza al noreste; y el que posee las mayores cotas que se ubica al oeste, pasando por el poblado Las Trincheras al suroeste hasta Los Algodones al norte (Fig. A1). Los valles están vinculados con los drenajes sin sobrepasar los 400 m.s.n.m., presentándose la mayoría de forma estrecha entre las filas, sin embargo los valles relacionados con los drenajes principales, entre ellos los ríos Tocuyo, Baragua, Copaya, Urama y la Quebrada Urucure, suelen ser más amplios que los tributarios. Dos grandes terrazas aluviales se hacen presentes en la zona, una situada en el poblado de Siquisique en la parte central y la otra en Santa Inés hacia el este, con cotas entre 200 y 300 m.s.n.m.

Generalmente, los cerros y filas suelen presentar geometría irregular con laderas asimétricas y estribaciones interdigitadas con drenajes. Entre los elementos de relieve más importantes se tienen:

- Cerro El Zumbador: está ubicado en las cercanías del poblado de Las Trincheras, al suroeste de la zona de estudio. Presenta una geometría semicircular y posee las cotas más altas de toda el área, aproximadamente 1.300 m.s.n.m., siendo dominante con respecto a los demás elementos de relieve presentes. Sus laderas aumentan de cota concéntricamente, aunque interrumpidas por las quebradas Camey, Zumbador, El Cedro y Cujicito, nacientes desde este alto topográfico.

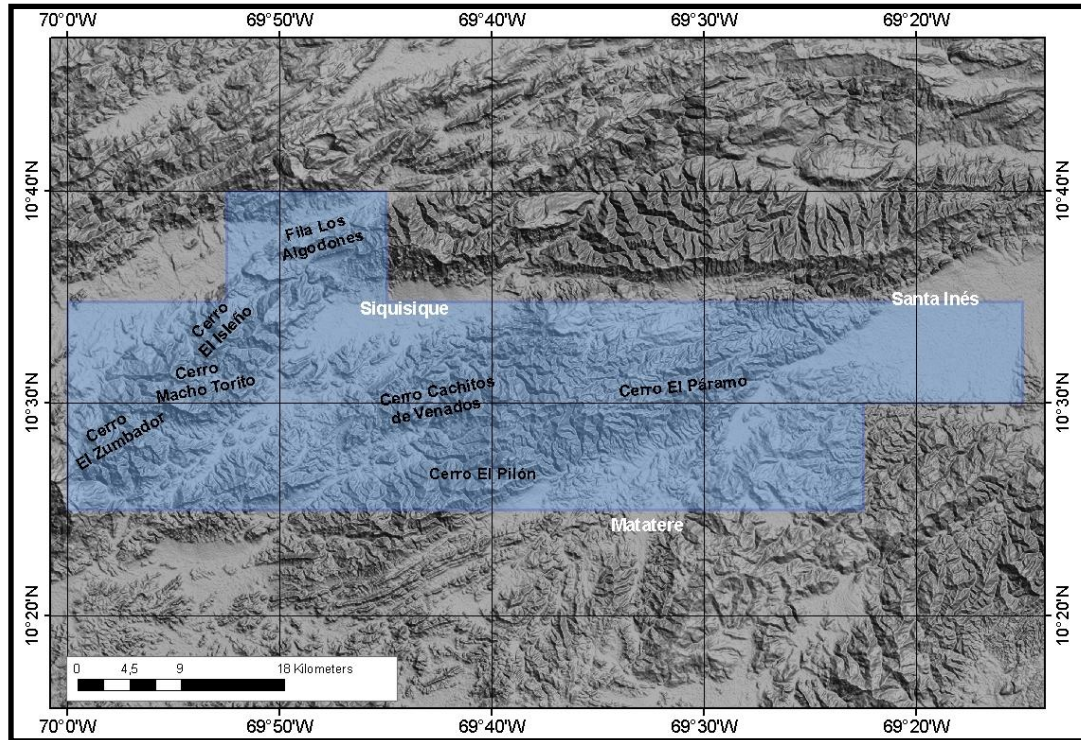


Fig. A1. Principales rasgos fisiográficos de la zona de estudio, imagen modificada de la data ASTER año 1999 con una resolución de 30m. (DEM)

- Cerro Macho Torito: se encuentra al sur del sector los Chimchombos, al oeste de la zona. Su geometría es alargada con una orientación este-oeste pero curveada hacia el norte. Presenta acentuadas estribaciones excepto en su mitad sur, ya que por este lado la ladera tiene mayor pendiente que la ladera norte, además está limitada por las quebradas Las lajitas y Las Bonitas que poseen una orientación similar. Su máxima altura oscila entre los 1.200 m.s.n.m.

- Cerro El Isleño: se sitúa al noreste del sector Los Chimchombos, al oeste de la zona de estudio. Exhibe una geometría alargada con orientación N40°E, pero en su lado norte se divide en dos estribaciones en forma de “Y”. La ladera este luce una mayor pendiente que la oeste, y su fila es aproximadamente recta. La cota mayor pasa de 1.000 m.s.n.m.

- Fila Los Algodones: fila alargada medianamente sinuosa con una orientación de N65°E dispuesta al norte del poblado de Los Algodones, al norte de la zona de estudio. Su

altura (aproximadamente 600 m.s.n.m.) no compite con los otros relieves descritos de mayor cota, sin embargo su geometría de larga longitud (alrededor de 6 km) la hace característica y sobresaliente al estar continua y paralela al valle del Río Urucure al norte. La ladera sur posee mayor pendiente que la ladera norte.

- Cerro Cachitos de Venados: se ubica en la parte central del área, específicamente al norte del sector Corobore Abajo, limitado por el Río Tocuyo al este y al sur, y por la Quebrada El Benito al oeste. Posee una orientación preferencial de N70°E, sin embargo su geometría es irregular con varias estribaciones en todas las direcciones. Hacia el norte tiene menos pendiente, y su cota máxima es un poco más de 800 m.s.n.m.

- Cerro El Pílon: está situado en la parte sur-central de toda el área, al norte de Los Araguatos, con geometría semi-ovalada dispuesta de este a oeste, uniéndose hacia el este con la Loma de Palo de Agua. El cerro se limita al norte por la Quebrada Agua Grande, al oeste por la Quebrada los Araguatos y al sur por las quebradas El Páramo y Adentro. Su cota máxima equivale a 1.200 m.s.n.m. aproximadamente y su ladera norte con menos pendiente con respecto a la sur.

- Cerro El Páramo: dispuesto en la parte central de toda la zona, al norte de la Quebrada Cambural, con una orientación preferencial de N55°E y geometría alargada con algunas estribaciones y levemente simétrica. Varias quebradas tributarias nacen de este cerro. Su altura mayor los representan pequeños picos alineados que pasan los 1.000 m.s.n.m. Sus laderas tienen pendientes similares.

A.2. DRENAJE

El patrón de drenaje representativo de la zona de estudio es dendrítico a causa del sistema montañoso que presenta, sin embargo, en algunos sitios de pendientes relativamente constantes se pueden apreciar un patrón subparalelo, como en el caso de las cercanías del Caserío La Garza, Siquisique y El Ojo de Agua.

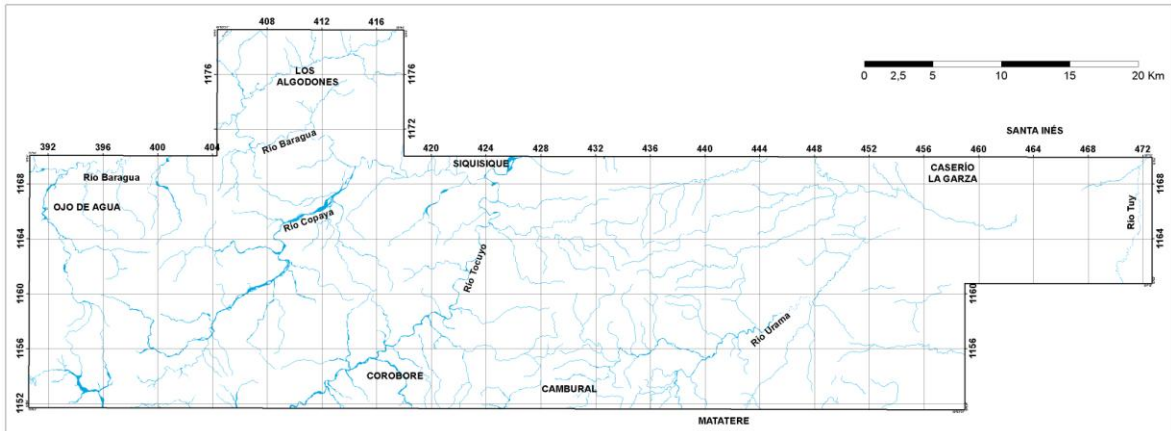


Fig. A2. Distribución del drenaje en la zona de estudio. Imagen modificada de la data ASTER año 1999 con una resolución de 30m. (DEM)

Existen varios drenajes principales que son alimentados por la diversidad de tributarios que nacen en las zonas elevadas. El Río Tocuyo atraviesa la parte central de la zona de norte a sur desde Siquisique hasta El Palmarito, con una geometría bastante meandriforme atravesando el sistema montañoso. Al sur y al norte, el valle de este río se encuentra más amplio que en la parte central. El Río Baragua, igualmente meandriforme, se desplaza en un sentido aproximado oeste-este, mostrando un segmento de él en la parte oeste de la zona de estudio y reapareciendo en la parte norte pasando cerca del poblado de Los Algodones hasta que se intercepta con el Río Tocuyo. También se observa el Río Copaya que nace de una serie de quebradas al oeste de la zona, drenando hacia el noreste pasando por el poblado de Copaya e interceptándose con el Río Baragua y mostrando un patrón anastomosado. El Río Urama nace de la intercepción de las quebradas Cambural y Chiriquire en el poblado de Urama, al este de la zona. Presenta un valle relativamente amplio y marcada sinuosidad pero con orientación rectilínea de N40°E hasta llegar al valle de Santa Inés que se esparce. Por último, en el extremo oeste de la zona de estudio se encuentra el Río Tuy que drena de forma meandriforme con una orientación de sur a norte por el valle de Santa Inés. Es alimentado por los drenajes dispersos del valle.

La mayoría de estos drenajes pueden llegar a tener un régimen intermitente en la época de sequía, por lo que los causes son utilizados como medios de comunicación entre los poblados; esto lo confirma WHEELER (1958) añadiendo que pueden generarse lagunas

desconectadas a lo largo del Río Tocuyo. En cambio, en tiempo de lluvia pueden ocurrir crecidas violentas de los ríos principales provocando inundaciones en las zonas aledañas.

A.3. CLIMA

El clima en toda esta zona es semiárido. Según NATERA (1957), la temperatura promedio es de 28° C, mientras que en tiempo de sequía puede llegar hasta 38°C. El área presenta dos períodos de lluvia, el más corto de octubre a diciembre y el más largo de mayo a agosto. Durante estos períodos las lluvias pueden durar varios días provocando inundaciones en ciertas zonas y evitando el paso por las mismas. En los períodos de sequía sólo los drenajes principales tienen agua, mientras que los secundarios se encuentran secos, o como mucho, intermitentes.

A.4. VEGETACIÓN

CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) indica que en la zona se evidencian cactus (*Opuntia caribaea*) y cujíes (*Mimosa cabrera*) con densidad moderada sobre las rocas cretácicas; mientras que en las rocas terciarias hay mayor densidad de vegetación, entre las que se encuentran cardones de lefaria (*Lemaireocereus deficiens*) y tunas (*Opuntia ficus-indica*, *Opuntia caribaea*).

Gran mayoría de la zona de estudio está cubierta por un denso bosque de árboles caducifolios, de diversas especies y que llegan a poseer una gran altura, representándolos árboles tanto de madera suave como de madera dura. Entre los árboles de madera suave se encuentran el jabillo (*Hura crepitans* L.) y el cedrillo (*Guarea glabra*); y entre los de madera dura el caobo (*Swietenia macrophylla*), el cedro (*Cedrela odorata*), el apamate (*Tabebuia rosea*) y el bálsamo (*Myroxylon toluiferum*). Estas especies son muy buscadas para su tala. (NATERA 1957).

A.5. GEOMORFOLOGÍA

El modelado de la zona de estudio actualmente está controlado por la litología y las estructuras geológicas presentes, aunque los factores exodinámicos generan el relieve final. Debido a esto, se generaron varios niveles de relieve, pero que pueden ser agrupados en dos unidades geomorfológicas (Fig. A3), utilizando como base la información compilada de COPLANARH (1974). Estas unidades son descritas a continuación:

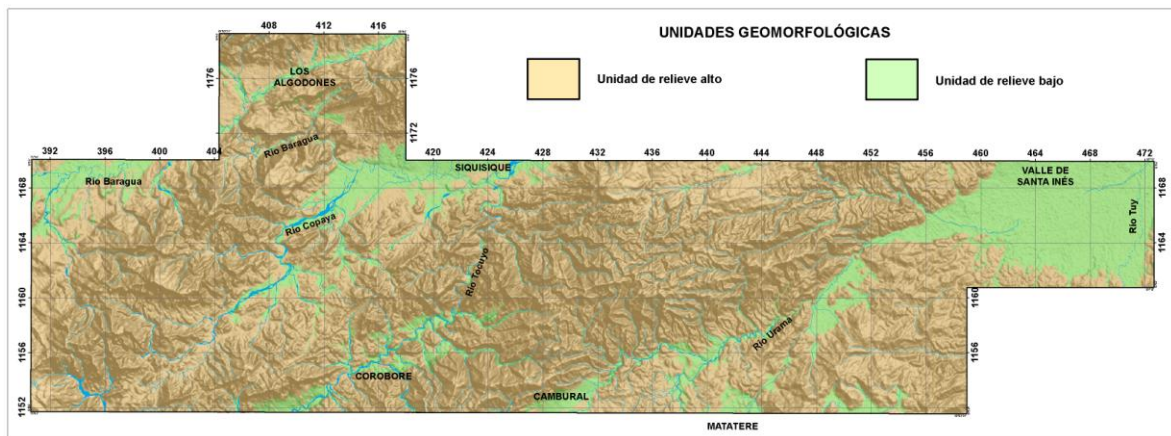


Fig. A3. Distribución de las unidades geomorfológicas en la zona de estudio. Imagen modificada de la data ASTER año 1999 con una resolución de 30m. (DEM)

Unidad de relieve alto

Esta unidad abarca aproximadamente un 85% del área total de la zona de estudio y está representada por sistemas montañosos orientados de manera suroeste-noreste. COPLANARH (1974) define esta unidad como dominada por colinas monoclinales aisladas, fuertemente quebradas y alineadas en filas paralelas con una orientación marcada nombrada anteriormente. La unidad presenta un relieve caracterizado por crestas elevadas separando valles profundos en forma de “V”. Las cuestas de las crestas están representadas en su mayoría por capas de arenisca, con pendientes entre 10 y 15°; por las condiciones semiáridas de la región, éstas se encuentran al descubierto. Las contracuestas se desarrollan sobre capas de lutita, con pendientes pronunciadas que varían alrededor de 30 y 40°. La mayoría de los cerros con relieves abruptos, escarpes y numerosas estribaciones están asociados a rocas terciarias del Eoceno (formaciones Matatere, Jarillal y Churuguara), en

cambio, las colinas con pendientes más suaves y topes redondeados están asociadas a las rocas terciarias del Mioceno y Plioceno (formaciones Castillo, Agua Clara, Cerro Pelado, Capadare, Guaidima). Las rocas de edad cretácica (formaciones Mamey, Bobare, La Luna, Barquisimeto, Ofiolita de Siquisique y Complejo Los Algodones) suelen generar un relieve de colinas irregulares y abruptas, debido a que se relacionan directamente con estructuras de falla

Las estructuras geológicas también influyen en esta unidad. Todos los pliegues existentes sólo se encuentran en esta unidad geomorfológica, evidenciando la complejidad de relieve en los sistemas montañosos, mientras que las zonas planas mantienen una topografía homogénea y pertenecen a la unidad de relieve bajo. Las estructuras de fractura también influyen en la forma topográfica; por ejemplo, la serie de corrimientos cartografiadas anteriormente por VAN DER MEULEN (1954) y modificadas en este trabajo, al sur de Siquisique, muestran que su cuesta (inclinada hacia el norte) la constituyen parte de la Formación Matatere, con una pendiente menor que la contracuesta (inclinada al sur), constituida esta última por la Formación Castillo. Las fallas de ángulo alto generalmente dejan a su paso evidencias diagnósticas de su existencia, tales como cambios de cota a valores inferiores, ensilladuras de fallas y drenajes intermontinos.

Unidad de relieve bajo

Esta unidad abarca aproximadamente un 15% del área total de la zona de estudio y está representada por los valles, terrazas, rampas, complejos coluvio-aluviales de piedemonte, planicies y abanicos de explayamiento, constituidos principalmente por sedimentos cuaternarios no consolidados. La unidad contiene las cotas más bajas y la topografía de menos pendiente. Los valles son del tipo encajado (en forma de “V”) y de tipo coluvio-aluvial (en forma de “U”), suelen ser angostos y están relacionados con los drenajes principales como los ríos Baragua, Copaya, Tocuyo, Urama, Tuy y algunas quebradas de considerable transporte de sedimentos. Algunos de estos valles están controlados por fallas, ya que generan cortes en el relieve permitiendo que el drenaje cargado de sedimentos drene por esta vía, como en el caso de los corrimientos y las fallas al este del área. Los demás elementos de relieve, las terrazas, complejos coluvio-aluviales de piedemonte, rampas,

planicies y abanicos de explayamiento, abarcan la mayor parte de esta unidad, y están ubicados en dos grandes planicies: una donde se asienta el poblado de Siquisique, al sur del pueblo, en la parte nor-central de la zona de estudio; y la otra de mayor tamaño, en el extremo noreste, donde se asienta el poblado de Santa Inés y La Garza.

APÉNDICE B CLASIFICACIONES UTILIZADAS DE ROCAS

Las clasificaciones de rocas que se utilizaron para definir y darle nombre a las muestras obtenidas en campo son descritas a continuación.

B.1. CLASIFICACIONES PARA ROCAS SEDIMENTARIAS

Esta clasificación de rocas sedimentarias se fundamenta en el tipo de roca según sus componentes y origen, pudiendo ser clásticas, carbonáticas o híbridas.

B.1.1. Rocas sedimentarias clásticas: arenisca y conglomerado

Se presentan a continuación una serie de gráficos, tablas y cartas visuales. (Figs. B1, B2, B3, B4 y B5) que facilitaron la descripción de rocas clásticas, tanto en el campo, como en el laboratorio y en las petrografías.

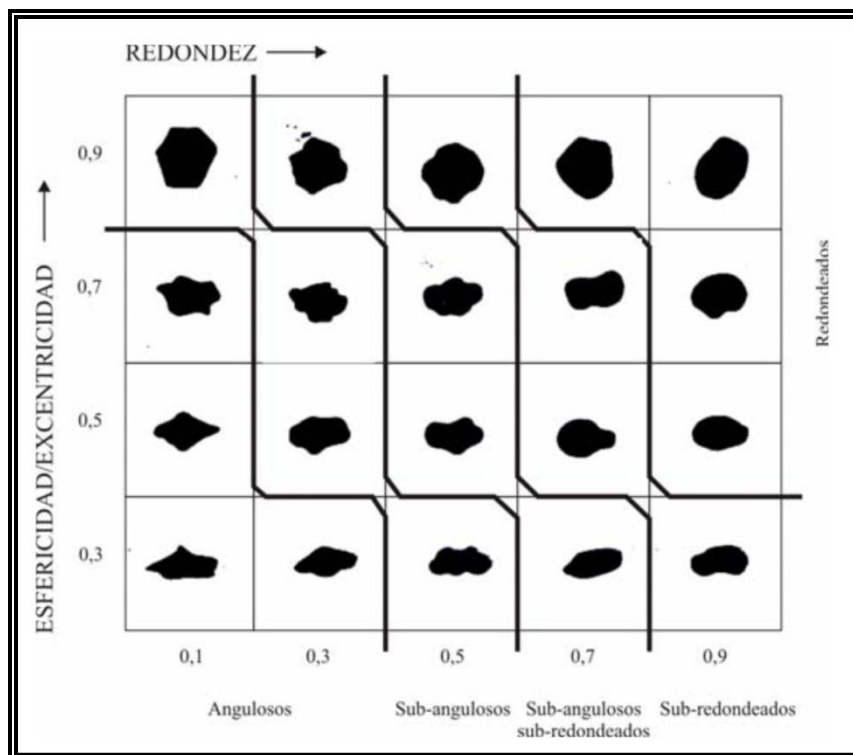


Fig. B.1. Tabla visual de esfericidad y redondez de granos. Según KRUMBEIN & PETTJHON (1938)

Tamaño de clastos (mm)	Clastos sedimentarios	
256	Bloque	GRAVA
	Canto	
64	Gujarro	
4	Gránulo	
2	Arena muy gruesa	ARENA
1	Arena gruesa	
0,5	Arena media	
0,25	Arena fina	
0,125	Arena muy fina	
0,032	Limo	ARCILLA
0,004	Arcilita	

Fig. B2. Clasificación de tamaño de grano según HALLSWORTH & KNOX (1999).

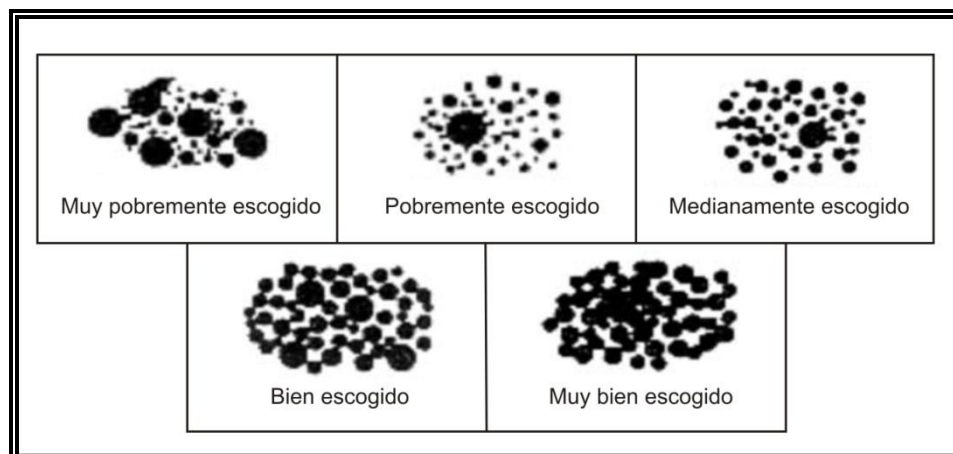


Fig. B3. Tabla visual de escogimiento de los granos propuesta por FOLK (1962).

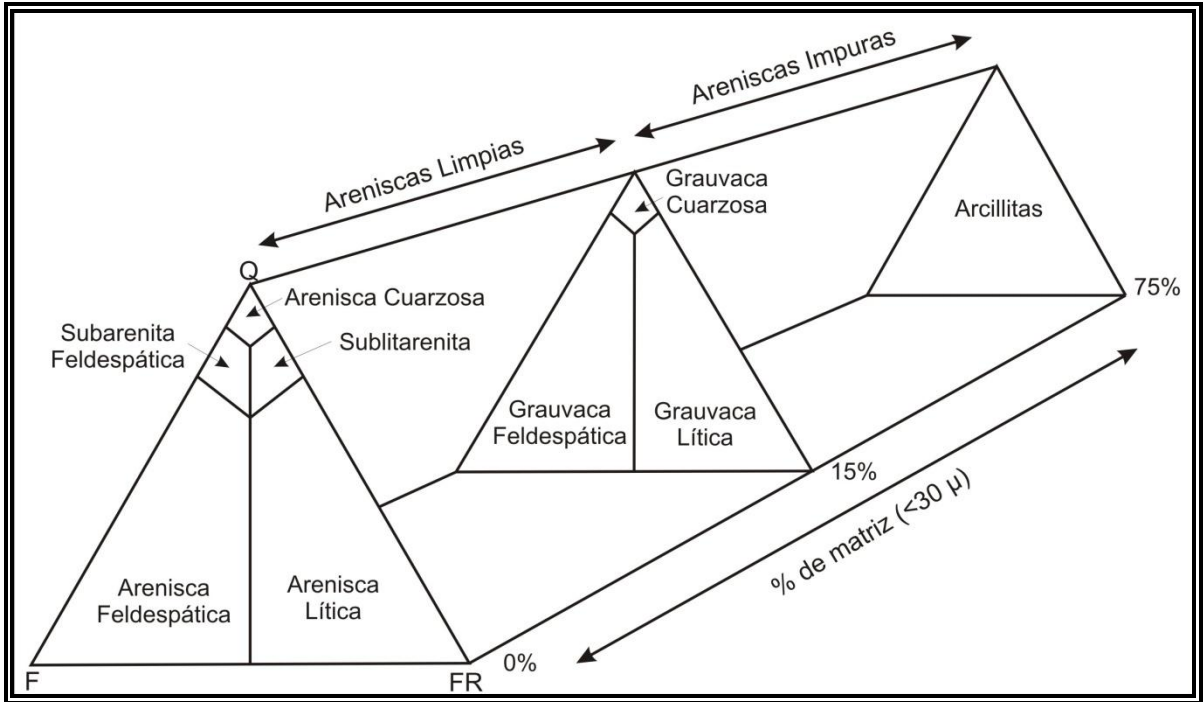


Fig. B4. Clasificación de areniscas. Imagen tomada y modificada de PETTIJOHN *et al.* (1972). Q=cuarzo, F= feldespato y FR=fragmento de roca.

Clasificación de conglomerados	
Según porcentaje de matriz	
Nombre	% Matriz
Ortoconglomerado	< 15 %
Paraconglomerado	> 15 %
Según tipo de clastos presentes	
Nombre	Tipo de clastos
Conglomerado Monomíctico	Un solo tipo
Conglomerado Polimíctico	Varios tipos

Fig. B5. Clasificación de conglomerados según porcentaje de matriz y tipo de clastos. Según PETTIJOHN (1975)

B.1.2. Rocas sedimentarias carbonáticas.

Las rocas carbonáticas se definieron mediante dos clasificaciones descritas abajo, realizados por dos autores distintos, por lo tanto a éstas muestras se le otorgaron dos nombres.

B.1.2.1. Clasificación según FOLK (1962)

Folk (1962) clasifica las rocas carbonáticas tomando en cuenta el porcentaje y tipo de componente aloquímico (fósiles, ooides, pellets o intraclastos) y ortoquímico (espato o micrita) que contenga (Fig. B6).

Si la roca posee en volumen un porcentaje mayor al 10% de aloquímico, el nombre de la roca será compuesto, tendrá como prefijo la abreviatura correspondiente al aloquímico predominante, seguido del nombre del ortoquímico predominante y finalizando con el sufijo “ita”.

Si la roca posee en volumen un porcentaje entre 1 y 10% de aloquímico se le aplica por nombre caliza micrítica o caliza espática (de acuerdo al ortoquímico predominante) seguido por el nombre del grano carbonático más abundante.

Si la roca posee en volumen un porcentaje menor a 1% de aloquímico, se le aplica solamente el nombre del ortoquímico predominante terminado con el sufijo “ita”; si el porcentaje de ambos ortoquímicos son similares, el nombre es dismicrita. Cuando la roca expone una estructura esquelética formada junto con la depositación, es llamada biolitita.











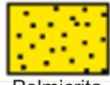

		Rocas Aloquímicas (> 10% aloquímicos)		Rocas Ortoquímicas
Composición Aloquímicos	Intraclastos	Cemento Carbonático  Intraesparita	Matriz Carbonática  Intramicrita	 Micrita Matriz carbonática (<1% aloquímicos)
	Ooides	 Ooesparita	 Oomicrita	 Esparita Cemento carbonático (<1% aloquímicos)
	Fósiles	 Bioesparita	 Biomicrita	 Dismicrita cemento y matriz carbonático
	Pellets	 Pelesparita	 Pelmicrita	Rocas arrecifales (autóctonas)  Biolitita

Fig. B6. Clasificación de rocas carbonáticas, imagen tomada y modificada de FOLK (1962).

B.1.2.2. Clasificación según DUNHAM (1962)

Esta clasificación se fundamenta en la textura depositacional de la roca y en el enlace entre los componentes verificando si se originaron al momento de la depositación o posterior (Fig. B7).

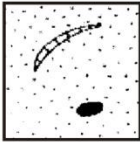
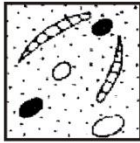
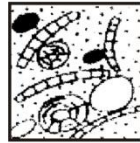
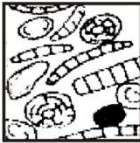

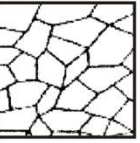
Textura depositacional reconocible				Textura depositacional reconocible	
Componentes originales no enlazados durante la depositación					
Contiene lodo (arcilla y limo fino de carbonato)		Sin lodo soportada por granos		Los componentes originales se encuentran juntos durante la depositación	Subdivididos por clasificaciones relacionadas con la textura física o diagénesis
Soportada por lodo		Soportada por granos			
Granos: <10%	Granos: >10%				
Mudstone	Wackstone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Carbonato cristalino
					

Fig. B7. Clasificación de rocas carbonáticas según DUNHAM (1962).

B.1.3. Rocas sedimentarias híbridas

Para las rocas carbonáticas que presentan una composición mixta, se utilizó la clasificación propuesta por MOUNT (1985) que se aplica para rocas carbonáticas que presentan más de 10% de componentes siliciclásticos. Este sistema de clasificación consiste en un tetraedro, en donde se toma en cuenta los porcentajes de aloquímicos, micrita, componentes siliciclásticos tamaño arena y componentes siliciclásticos tamaño limo (Fig. B8). Pero así mismo, para simplificar la clasificación de este tipo de roca, el autor elaboró un sistema de preguntas que conllevan directamente al nombre de la roca, y que fue el utilizado para la clasificación de las rocas híbridas tomadas en la zona de estudio (fig. B9).

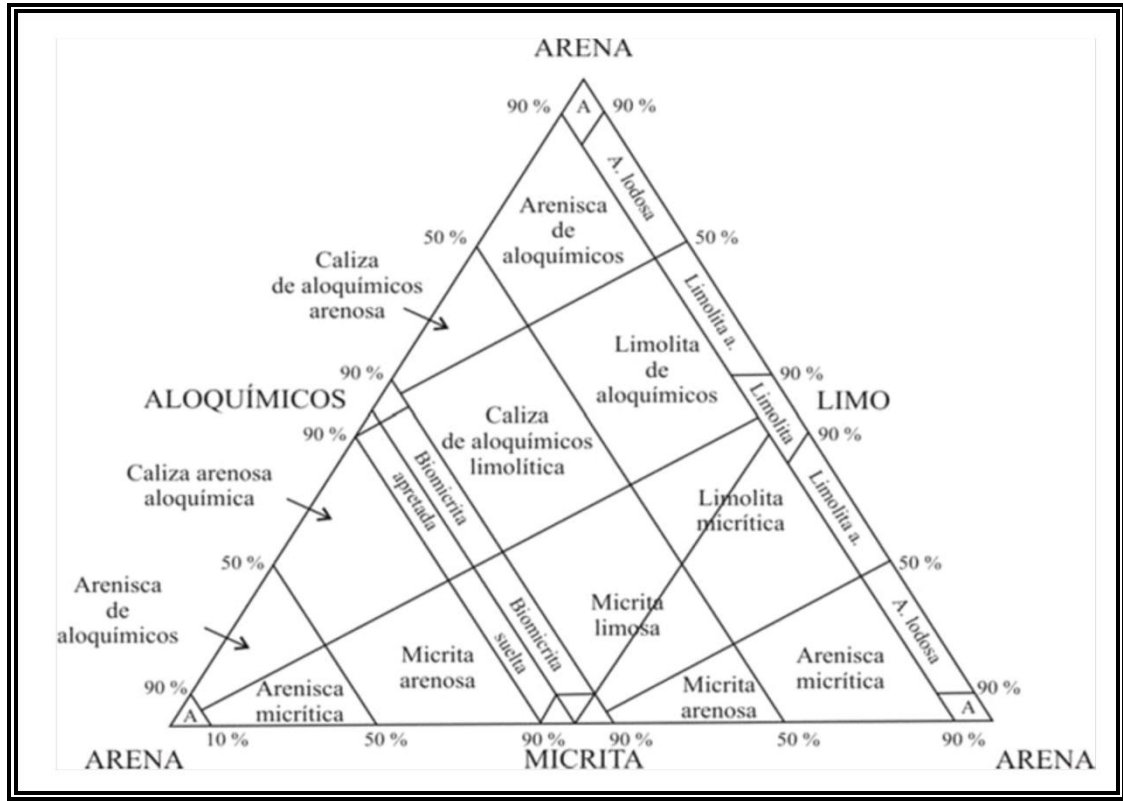


Fig. B8. Tetraedro para clasificación de rocas sedimentarias híbridas según MOUNT (1985).

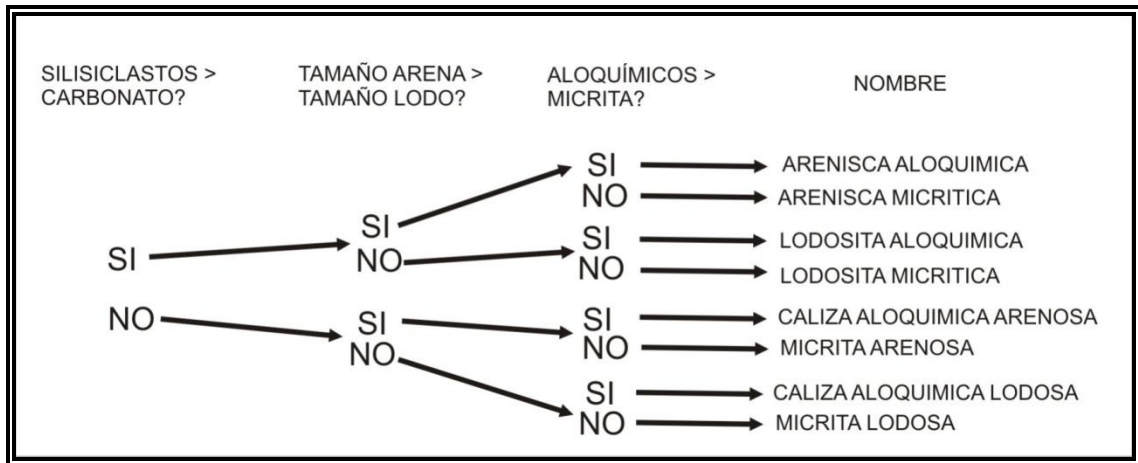


Fig. B9. Esquema propuesto por MOUNT (1985) para clasificación de rocas híbridas.

B.2. CLASIFICACIONES PARA ROCAS ÍGNEAS

Para clasificar las rocas ígneas se tomó en cuenta la propuesta de STRECKEINSEN (1972), en la cual divide este tipo de rocas en dos grandes grupos dependiendo de la textura: las que poseen cristales visibles y reconocibles a simple vista (faneríticas) y las que poseen cristales muy pequeños que no se diferencian a simple vista (afanítica). Además también toma en cuenta la mineralogía modal de la roca, por lo cual existen varios triángulos cuyos vértices representan el 100% de un mineral preestablecido.

Graficando los porcentajes de los minerales dados en los triángulos se determina el nombre de la roca. Generalmente la suma de los parámetros de cada vértice no resulta un 100%, en consecuencia, se debe realizar un recálculo con los minerales tomados en cuenta en el triángulo a utilizar para que el nombre de la roca sea el correcto.

B.2.1. Rocas plutónicas

Las rocas plutónicas se clasificaron según los triángulos Q-A-P para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales; Pl-Px-Hb para rocas gabroides sin olivino y con hornblenda; Pl-Cpx-Opx para rocas gabroides sin olivino y sin hornblenda (Figs. B10, B11 y B12).

En el caso del triángulo Q-A-P para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales, se toma en cuenta el “índice de color” de la roca, indicado como un intervalo de valores entre paréntesis en cada campo del triángulo. En el caso de que este parámetro se encuentre por debajo de dichos números se le agrega el prefijo “Leuco” al nombre de la roca y si se encuentra por encima el prefijo “Melano”. El índice de color está representado por la suma de los porcentajes modales de los minerales máficos y otros, tales como: micas, anfíboles, piroxenos, olivino, minerales opacos, epidoto, minerales accesorios, etc.

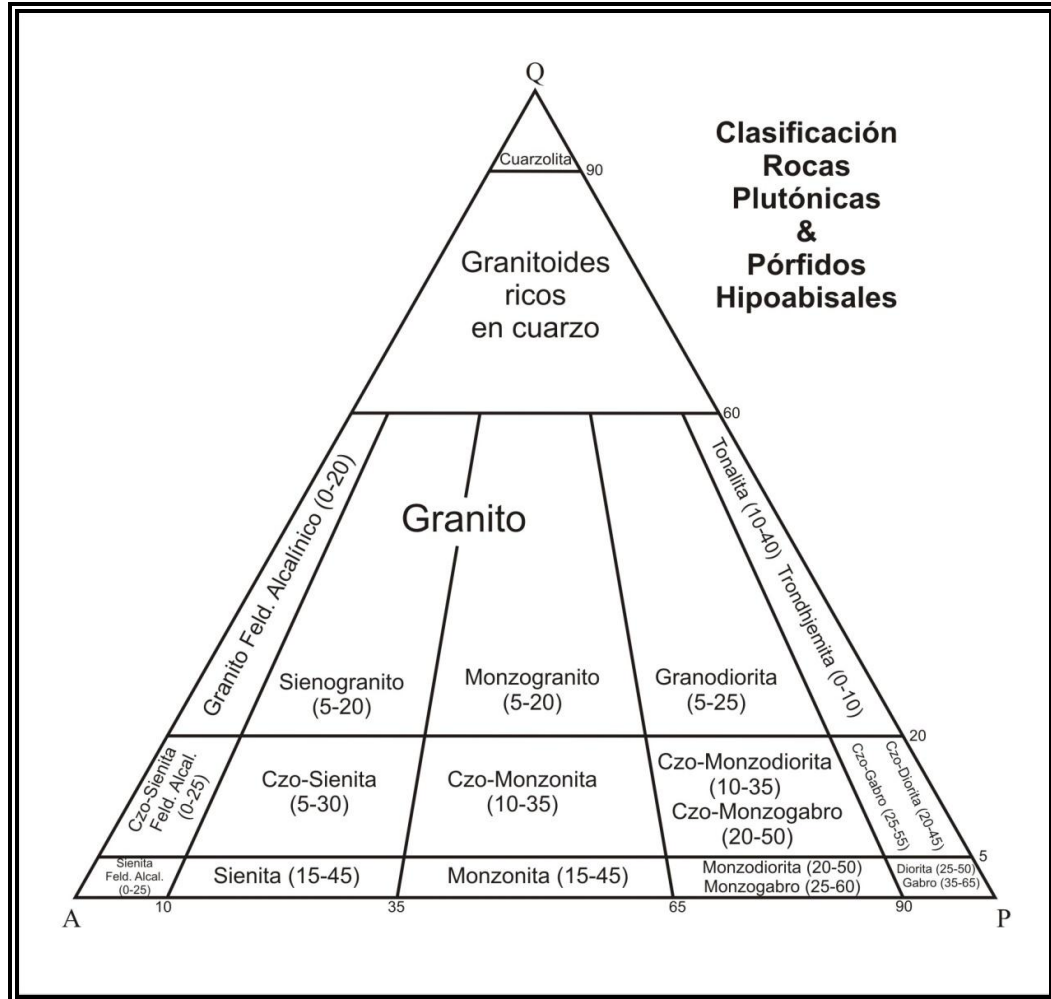


Fig. B10. Triángulo Q-A-P para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales, tomado y modificado de STRECKEINSEN (1972). Q = cuarzo, A = feldespato y P = plagioclasa.

B.2.1. Rocas volcánicas

Para la clasificación de las rocas volcánicas se utilizó el triángulo Q-A-P para rocas volcánicas, que a diferencia del triángulo Q-A-P para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales, éste no toma en cuenta el parámetro de índice de color para su clasificación (fig. B13)

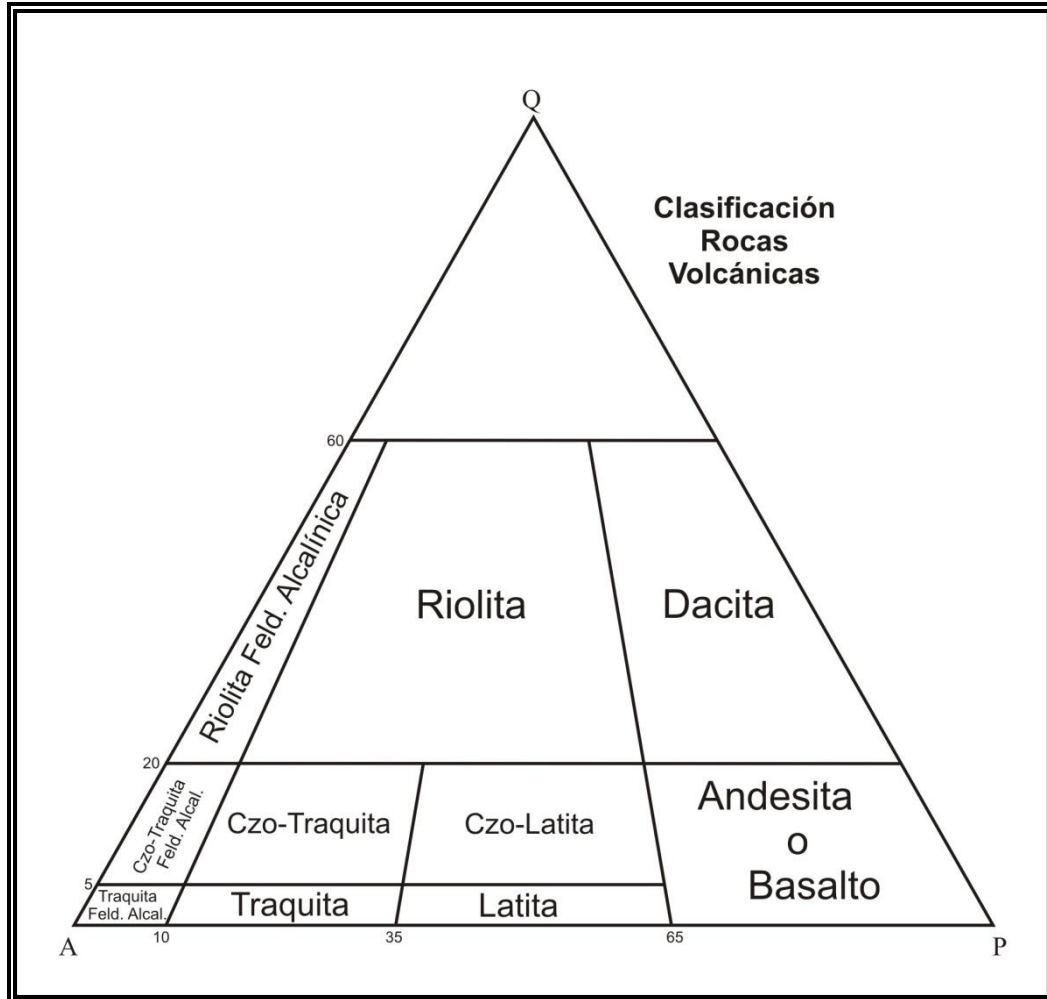


Fig. B13. Triángulo Q-A-P para rocas volcánicas, tomado y modificado de STRECKEINSEN (1972).
Q = cuarzo, A = feldespato y P = plagioclasa.

B.3. PLANILLAS PETROGRÁFICAS UTILIZADAS

Los datos obtenidos en los análisis petrográficos fueron plasmados en una serie de planillas dependiendo del tipo de roca analizada. En estas planillas se registraron los parámetros y características más importantes de cada muestra que ayudaron definitivamente con su clasificación. Las planillas utilizadas se muestran en las figuras B14, B15, B16 y B17.

Planilla para petrografía de rocas IGNEAS Y METAMÓRFICAS (Lab.330)							
No. Muestra:		Fecha:		Petrografía por:			
ROCA METAMÓRFICA: _____				ROCA ÍGNEA: _____			
FÁBRICA		FOLIADA		CRISTALINIDAD		FÁBR. EQUIGRANULAR	
() Idioblástica (euhedral)		() Pizarra		() Holocristalina		() Idiomórfica (euhe.)	
() Hipidioblástica (subhedral)		() Filita		() Hipocristalina		() Hipidiomórfica (subh.)	
() Xenoblástica (anhedral)		() Esquisto		() Holohialina		() Alotriomorfa (anh.)	
() Porfidoblástica		() Gneis		GRANULARIDAD		FÁBR. INEQUIGRANULAR	
() Porfidoclastica		NO FOLIADA		() Fanerítica		() Seriada	
		() Granofel		() Afanítica		() Porfidítica	
		() Hornfel		() Criptocristalino			
ROTAS MECANICAMENTE Y RECONSTITUIDAS		Texturas ígneas y metamórficas:		Foliación: Lepidoblástica: _____		Nematoblástica: _____	
1- No Foliadas		Flujo: _____	Intersertal: _____	Subofítica: _____	Foliación: Fuerte _____	Mediana _____	Pobre _____
CATACLÁSTICAS		Afieltrada: _____	Eutaxítica: _____	Ofítica: _____	Halos pleo.: _____	Reliquias: _____	Helicítica: _____
% fragmentos		Esferralítica: _____	Vitrofídica: _____	Gráfica: _____	Sagenítica: _____	Simplectit.: _____	Poiquilítica: _____
>50 Protocatacl.: _____		Traquítica: _____	Bordes re.: _____	Zonación: _____	Mirmequit.: _____	Decusada: _____	Augen: _____
10-50 Catacl.: _____		Perfítica: _____	Meso.: _____	Anti.: _____	(Tipo: _____, %Plag: _____)	Sombras P.: _____	Glomeroporfídica: _____
<10 Ultracatacl.: _____		Transformaciones: Ol->Sp _____ Px->Sp _____ Px->Anf _____ Anf->Cl _____ Gr->Bi _____ Gr->Cl _____ Bi->Cl _____					
2- Foliadas		TAMAÑOS		Promedio (de mm - a mm)		TRIÁNGULO A-P-Q	
MILONÍTICAS		General		(-)		%	
>50 Protomil.: _____		Porfidoblastos		(-)		Feldespatos alcalinos: _____ A: _____	
10-50 Milonita: _____		Porfidoclastos		(-)		Plagioclasa (>5An): _____ P: _____	
<10 Ultramil.: _____		Megacristales		(-)		Cuarzo: _____ Q: _____	
Blastomilonita: _____		Fenocristales		(-)		I.C. = _____ 100%	
		Matriz		(-)		Transparencia: [desde clara (1) a oscura(5)]: _____	
MINERALOGÍA (+- en orden de abundancia) [En volcánicas separar fenocristales de constituyentes de la matriz]							
Nombre		%		Nombre		%	
1-				7-			
2-				8-			
3-				9-			
4-				10-			
5-				11-			
6-				12-		Tz: trazas	
Plagioclasa:		Composición: _____ %An (Nombre: _____). Alterada: Mucho: _____ Mediano: _____ Poco: _____ Nada: _____					
(muy importante)		En orden de abundancia (4->0) a: Sericita: _____ Epidoto: _____ Calcita: _____ Albita: _____ Otro: _____					
Nota: Al reverso hacer lo mismo para otros minerales alterados (biotita, anfíbol, piroxeno, olivino, etc.)							
CLASIFICACIÓN GENERAL							
Plutónica: _____ Hipoabisal: _____ Volcánica (lava): _____ Volcánica (piroclástica: _____ híbrida: _____)							
Metaplutónica: _____ Metahipoabisal: _____ Metalava: _____ Metatoba: _____ (Metatoba híbrida: _____)							
Metasedimentaria: _____ (Metapelita: _____ Meta-psamita: _____ Meta-psefita: _____ Meta-carbonática: _____)							
NOMBRE DE CAMPO:							
NOMBRES PETROGRÁFICOS:							
NOMBRES PROTOLÍTICOS (si es posible):							
Facies (subfacies) metamórfica:							
DESCRIPCIONES DE LOS MINERALES: <i>Hacerlas al reverso</i> , hacer gráficos, marcar sitios para fotomicrografías, etc.							
No indicar propiedades obvias de los minerales, ejm.: Muscovita: extinción paralela... Pero siempre indicar los colores de pleocroismo...							
En casos como clorita indicar siempre los colores de interferencia, dado que pueden ser distintos si proviene de biotita o anfíbol.							
Indicar: Minerales pico de metamorfismo, minerales retrógrados, reacciones, interpretaciones de la historia de la roca.							
Si bien arriba hay una casilla de texturas, aquí señalar cuales minerales estan involucrados en ellas y detalles adicionales.							
Formas de minerales: acicular, columnar, fibroso, equidimensional, hojoso, tabular, alotriomorfo, hipidiomorfo, idiomorfo.							
Visualizar texturas y minerales ígneos en: http://www.eos.ubc.ca/courses/eosc221/igneous/igttextur.html							
Minerales metamórficos http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/met_minerals.htm							
Minerales ígneos http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/ig_minerals.htm							
Petrología en general http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology							
Usar las clasificaciones de rocas ígneas y metamórficas de: http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html							

Fig. B14. Planilla petrográfica utilizada para rocas ígneas y metamórficas.

Planilla para petrografía de ARENISCA (Lab.330)			
No. Muestra:	Fecha:	Petrografía por:	
Características texturales			
Tam. Grano: (-) mm	Clasificación:	Orientación: Anisotrópica Isotrópica	
Escogimiento (%)	Redondez (%)	Esfericidad (%)	Contactos (%)
Muy bueno	Bien redond	Alta	Grano-matriz
Bueno	Redondeado	Media- alta	Grano- cemento
Medio	Sub- redond	Media	Puntual
Pobre	Sub- angular	Media- baja	Longitudinal
Muy pobre	Angular	Baja	Conc-Conv
Suturado			
Componentes principales (%)			
Granos:	Matriz:	Cemento:	Porosidad:
Granos %			
Cuarzo %	Feldespatos %	Fr. de Roca %	Accesorios %
Mc plutónico	Plagioclasa	Chert	Biotita
Pc plutónico	Ortosa	Metamórfico	Moscovita
Volcánico	Microclino	Sediment.	Circón
Mc Metamórfico		Volcánica	Apatito
Pc Metamórfico		Plutónica	Turmalina
Epidoto			
Matriz %	Cemento %	Porosidad %	
Minerales de arcilla	Cuarzo	Interpartícula	
Oxidos Fe	Oxido de Fe	Intrapartícula	
Cuarzo	Caolinita	Disolución	
Caolinita	Mineral calcáreo	Fractura	
Material carbonático	Minerales de arcilla	Móldica	
Otros	Otros		
Efectos diagenéticos			
Compactación		Cementación	
Alta	Deformación de granos dúctiles	Tipo de Cemento predominante	
Media	Fracturamiento de granos dúctiles	Rellenando poros	
Baja	Trituramiento de granos dúctiles	Sobrecrecimiento de granos	
	Deformación de granos	Aros/Forros/Envoltorios de granos	
Disolución	Presión / Solución		Alteración
Granos	Contacto long y conc- conv		Feldespatos
Matriz	Contactos suturados		Moscovita
Cemento	Estilolitas		Biotita
FR			
Otros			
Porcentajes originales		Recálculo	
Cuarzo		Clasificación según Nombre de roca	
Feld			
FR			
Matriz			
Usar clasificaciones de: http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html			

Fig. B15. Planilla petrográfica utilizada para areniscas.

Planilla para petrografía de CONGLOMERADO (Lab.330)			
No. Muestra:	Fecha:	Petrografía por:	
Contenido de matriz		Clasificación según:	
Paraconglomerado	Ortomictico o cuarzosos	Tipo de clastos	
Ortoconglomerado	Petromictico	Monomictico	
		Polimictico	
Componentes principales (%)			
Clastos	Matriz	Cemento	Porosidad
Características texturales de los clastos			
Tam. Grano (mm)	Clasificación (%)		Orientación
Máx	Arena (1/16-2) mm		Isotrópica
Mín	Gránulo (2-4) mm		Anisotrópica
Promedio	Guijarro (4-64) mm		
Tamaños mayores ver muestra de mano			
Escogimiento (%)	Redondez (%)	Esfericidad (%)	Contactos (%)
Muy bueno	Bien redond	Alta	Grano-matriz
Bueno	Redondeado	Media- alta	Grano- cemento
Medio	Sub- redond	Media	Puntual
Pobre	Sub- angular	Media- baja	Longitudinal
Muy pobre	Angular	Baja	Conc-Conv
			Suturado
Composición de los clastos %			
Cuarzo %	Feldespatos %	Fr. de Roca %	Accesorios %
Mc plutónico	Plagioclasa	Chert	Biotita
Pc plutónico	Ortosa	Metamórfico	Moscovita
Volcánico	Microclino	Sediment.	Circón
Mc Metamórfico		Volcánica	Apatito
Pc Metamórfico		Plutónica	Turmalina
			Epidoto
Tipos de fragmentos de roca			
Sedimentario			
Ígneo Plutónico			
Ígneo Volcánico			
Metamórfico			
Cemento %			
Cuarzo			
Oxido de Fe			
Caolinita			
Mineral calcáreo			
Minerales de arcilla			
Otro			
Características texturales de la matriz			
Tam. Grano: (-) mm	Clasificación:	Orientación: Anisotropica Isotropica	
Escogimiento (%)	Redondez (%)	Esfericidad (%)	Contactos (%)
Muy bueno	Bien redond	Alta	Grano-matriz
Bueno	Redondeado	Media- alta	Grano- cemento
Medio	Sub- redond	Media	Puntual
Pobre	Sub- angular	Media- baja	Longitudinal
Muy pobre	Angular	Baja	Conc-Conv
			Suturado
Composición de los granos de la matriz %			
Cuarzo %	Feldespatos %	Fr. de Roca %	Accesorios %
Mc plutónico	Plagioclasa	Chert	Biotita
Pc plutónico	Ortosa	Metamórfico	Moscovita
Volcánico	Microclino	Sediment.	Circón
Mc Metamórfico		Volcánica	Apatito
Pc Metamórfico		Plutónica	Turmalina
Otros %			Epidoto
Minerales de arcilla	Clasificación de roca para la matriz		
Oxidos de Fe	según ()		
Caolinita			
Material carbonático			
Mas detalles seguir al reverso.			
Usar las clasificaciones de rocas de: http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html			

Fig. B16. Planilla petrográfica utilizada para conglomerados.

Planilla para petrografía de CARBONATOS (Lab. 330)			
No. Muestra:	Fecha:	Petrografía por:	
Componentes principales (%)			
Extraclásticos:	Aloquímicos:	Ortoquímicos:	Porosidad:
Extraclastos %			
Cuarzo %	Feldespatos %	Fr. de Roca %	Accesorios %
Mc plutónico	Plagioclasa	Chert	Biotita
Pc plutónico	Ortosa	Metamórfico	Moscovita
Volcánico	Microclino	Sediment.	Circón
Mc Metamórfico		Volcánica	Apatito
Pc Metamórfico		Plutónica	Turmalina
			Epidoto
			Glauconita
Aloquímicos %			Porosidad %
Intraclastos %		Fósiles %	Interpartícula
Fragmentos de Braquiopodos		Foraminíferos béticos	Intrapartícula
Fragmentos de Equinodermos		Miliólidos	Disolución
Fragmentos de Ostracodos		Nummulites	Fractura
Fragmentos de Moluscos		Amphistegina	Móldica
Fragmentos de Algas		Ostrácodos	Matriz (micrita) %
Fragmentos de Corales		Otros	Cemento %
Fragmentos de Calizas		Pelets %	Espato
Agregados o Grappes		Ooides %	Microespato
Otros			Pseudoespato
Efectos diagenéticos			
Procesos orgánicos			
Micritización de partículas esqueléticas		Bioturbaciones	
Formación de envoltorios micríticos		Otros	
Cementación			
Cemento predominante:			
Forma en que se presenta		Textura	
Precipitado	Recristalizado	Sintaxial	Radial
		Isópaco	Equigranular
		Menisco	Otros
Neomorfismo		Reemplazamiento	
N. Inversión Homoaxil de Fr. de Moluscos		Glauconitización	
N. Inversión Heteroaxil de Fr. de Moluscos		Silicificación	
Neomorfismo agradante		Fosfatización	
		Otros	
Disolución		Nombre de roca según:	
Granos	Presión / Solución	Dunhan:	
Matriz	Estilolitas	Folk:	
Cemento	Otros	Mount:	
Fr. Fósiles			
Usar clasificaciones de: http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html			

Fig. B17. Planilla petrográfica utilizada para carbonatos.

APÉNDICE C

SÍNTESIS DE OBSERVACIONES DE CAMPO, DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO Y PETROGRAFÍA

Reconocimiento del sector Cambural (Edo. Lara).**Qda. Los Siete Caminos.***Formación Matatere**Abreviaturas utilizadas:* NC= Nícoles Cruzados

NP= Nícoles Paralelos

Punto de observación: LA-300**Ubicación:** Qda. Los Siete Caminos.**Unidad:** Formación Matatere.**Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):**

E: 435.790 / N: 1.152.818

Observaciones de campo: Intercalación de arenisca gruesa laminada de 10 a 30 cm de espesor, con lutita negra físil de 10 a 20 cm de espesor. No efervesce al ácido clorhídrico. Hacia el tope del afloramiento la arenisca suele ser de grano más grueso. Presenta vetillas de cuarzo perpendiculares a la estratificación. Los estratos poseen una orientación de N35E23S.

Fotografías:

Fig. C1. Afloramiento de la Formación Matatere en la Qda. Los Siete Caminos

Descripción de muestra de mano LA-300-A:

Arenisca de grano muy fino laminada, con color fresco gris oscuro y color meteorizado gris verdoso. Presenta cuarzo, granos de color negro y granos de óxido difíciles de diferenciar por el pequeño tamaño. Bien escogido, de alta esfericidad y sub-redondeados. La laminación se rige por los minerales de color negro que se alinean y forman franjas no mayores a 4 mm de espesor. No se diferencia la matriz.



Fig. C2. Muestra LA-300-A

Descripción Petrográfica LA-300-A:

Grauvaca feldespática. Roca sedimentaria, arenisca de grano fino a muy fino (0,05-0,25 mm). Presenta escogimiento bueno, con clastos de sub-angulares a sub-redondeados de esfericidad media-alta y contacto longitudinal, cóncavo-convexo, grano matriz y pocas veces suturado. Los componentes principales son: granos 70%, matriz 20% y cemento 10%.

Del total de los granos se obtienen los siguientes porcentajes: el cuarzo representa el 85% presentándose en su variedad monocristalina y policristalina; 10% de feldespato correspondiente a plagioclasas tipo labradorita, bitownita y oligoclasa; y 5% en accesorios distribuidos en muscovita (75%), biotita (20%) y clorita (5%) producto de la cloritización.

La matriz está compuesta por minerales de arcilla (60%), cuarzo (30%) y óxido de hierro (10%). El cemento se compone de minerales de arcilla y mineral calcáreo, generalmente como envoltorio de granos.

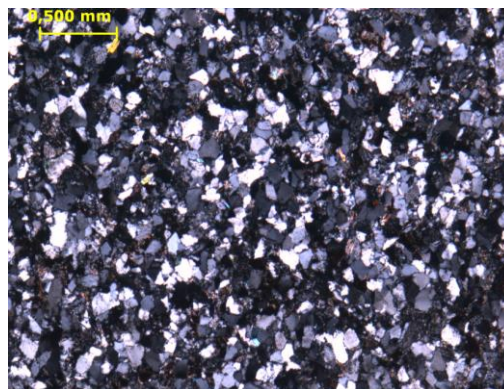


Fig. C3. LA-300-A. Vista general de la muestra bajo microscopio (NC)

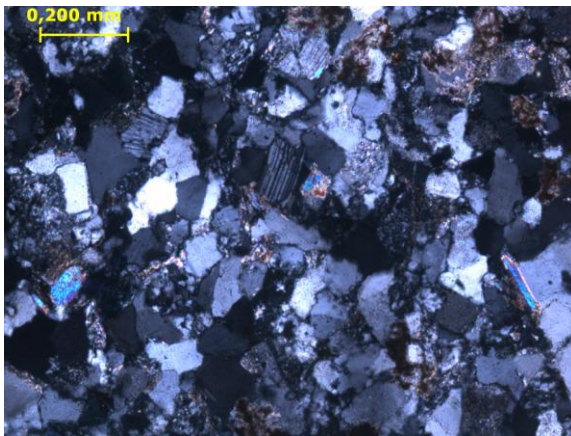


Fig. C4. LA-300-A. Vista más a detalle de la muestra observándose los granos de cuarzo, plagioclasa y accesorios (NC)

Descripción de muestra de mano LA-300-B-R: Canto suelto de arenisca de grano fino a medio, con color fresco marrón oscuro y color meteorizado marrón rojizo. Contiene cuarzo, feldespato, granos de color negro (sin diferenciar por el tamaño) y fragmentos de roca (al parecer sedimentaria) de color gris claro, grano accesorio de color rojizo, algunos granos oxidados. El tamaño máximo de los granos es de 4 mm. Pobremente escogido, baja esfericidad y sub-redondeados. No se diferencia la matriz. Presenta relleno de cuarzo y de óxido entre fracturas pequeñas de la muestra de 1 mm de espesor.



Fig. C5. Muestra LA-300-B-R

Descripción Petrográfica LA-300-B-R:

Grauvaca lítica. Roca sedimentaria, arenisca de grano muy fino a medio (0,03-1,3 mm). Presenta escogimiento muy pobre, con clastos de sub-angulares a sub-redondeados de esfericidad media-baja y contacto predominantemente puntual y grano-matriz. Los componentes principales son: granos 55%, matriz 35%, cemento 5% y porosidad 5%.

Del total de los granos se obtienen los siguientes porcentajes: el cuarzo representa el 80% presentándose en su variedad monocristalino plutónico y metamórfico, y policristalino metamórfico; 10% de fragmentos de rocas entre ellos chert (90%), algunos con arcilla autigénica, mudstone (10%) y filita (5%); 9% en accesorios tales como muscovita (40%), ilita (40%), óxido de hierro (10%) y circón redondeado (<1%); 1% de plagioclasa tipo oligoclasa y albita.

La matriz está compuesta por minerales de arcilla (60%), cuarzo (20%) y material carbonático (20%).

El cemento se encuentra representado totalmente por minerales de arcilla, generalmente como envoltorio de los granos.

La gran mayoría de la porosidad es ocasionada por disolución de granos y matriz.

La muestra presenta una veta rellena totalmente de cuarzo de 0,5 mm de espesor. Algunas plagioclasas alteran a arcilla y varios detritos de biotitas sufren cloritización.

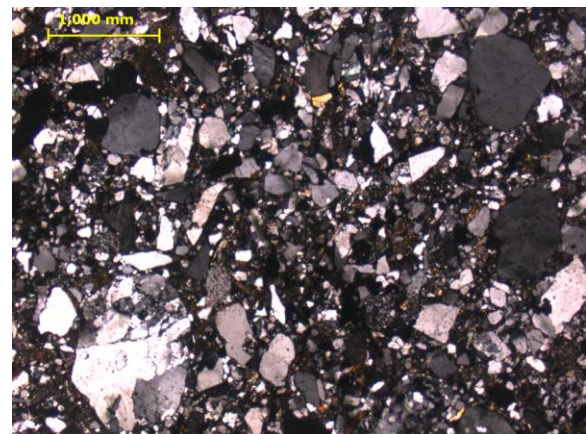


Fig. C6. LA-300-B-R. Vista general de la muestra. Obsérvese el grado de escogimiento, esfericidad y redondez (NC)

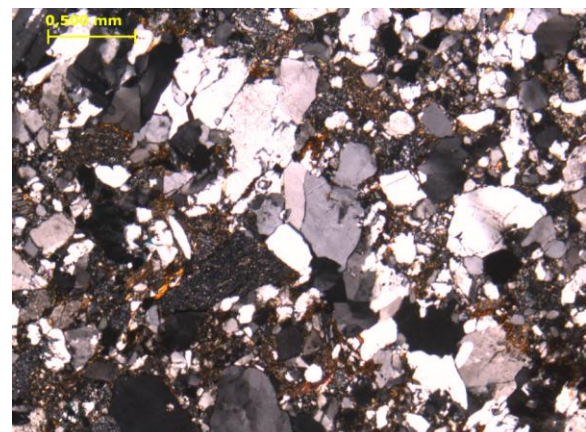


Fig. C7. LA-300-B-R. Veta rellena de cuarzo y fragmentos de chert con arcilla autigénica (NC)

Punto de observación: LA-301**Ubicación:** Qda Cambural, sector Cambural Abajo.**Unidad:** Formación Matatere.**Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):**

E: 433.000 / N: 1.154.507

Observaciones de campo: Bloques de arenisca deslizados desde una colina al borde de la carretera.**Fotografías:**

Fig. C8. Bloques deslizados al borde de la carretera de donde se obtuvo la muestra LA-301-A

Descripción de muestra de mano LA-301-A:

Arenisca de grano fino a medio. El color fresco es marrón oscuro y el color meteorizado es marrón rojizo. Posee cuarzo, feldespato, granos de color negro (sin diferenciar por el tamaño), algunos granos oxidados. El tamaño mayor de los granos es de 2 mm. De mediano a bien escogido, mediana esfericidad, de sub-redondeados a redondeados. No se diferencia la matriz pero esfervesce levemente (posible cemento carbonático). Vetas rellenas de cuarzo y de calcita con espesores de 1 a 6 mm.



Fig. C9. Muestra LA-301-A

Descripción petrográfica LA-301-A:

Grauvaca lítica. Roca sedimentaria, arenisca de grano muy fino a muy grueso (0,1-1,5 mm). Presenta escogimiento medio, con clastos de sub-angulares a sub-redondeados de esfericidad media-baja a media y contacto predominantemente puntual y grano-matriz. Los componentes principales son: granos 55%, matriz 35%, cemento 8% y porosidad 2%.

Del total de los granos se obtienen los siguientes porcentajes: el cuarzo representa el 80% y se presenta en sus variedades monocristalino plutónico y metamórfico, y policristalino metamórfico; 10% de fragmentos de rocas entre ellos sedimentarias (85%) tales como mudstone y grauvaca cuarzosa, chert (10%) y cuarcita (5%); 7% de plagioclasa y 3% accesorios (biotita, muscovita y circón redondeado).

La matriz está compuesta por minerales de arcilla (50%), cuarzo (30%) y óxido de hierro (20%).

El cemento está compuesto por minerales de arcilla, óxido de hierro y material calcáreo generalmente como envoltorio de los granos y relleno de poros.

La porosidad es generada por disolución de matriz y algunas fracturas.

La muestra presenta dos vetas de aproximadamente 1,5 mm de espesor, rellena una de solo cuarzo y la otra de cuarzo y calcita. Ciertas plagioclasas alteran a arcilla.

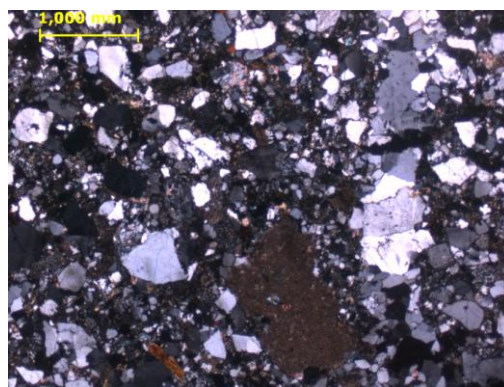


Fig. C10. LA-301-A. Vista del escogimiento y la relación porcentual de los componentes de la muestra (NC)

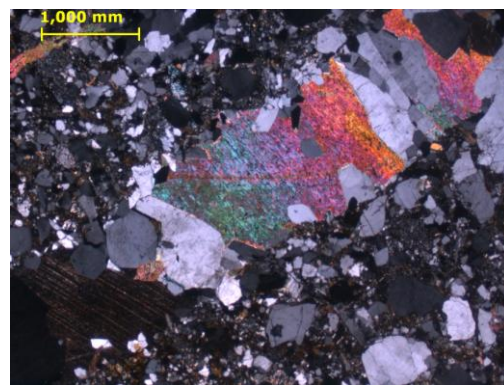


Fig. C11. LA-301-A. Veta rellena de cuarzo y calcita (NC)

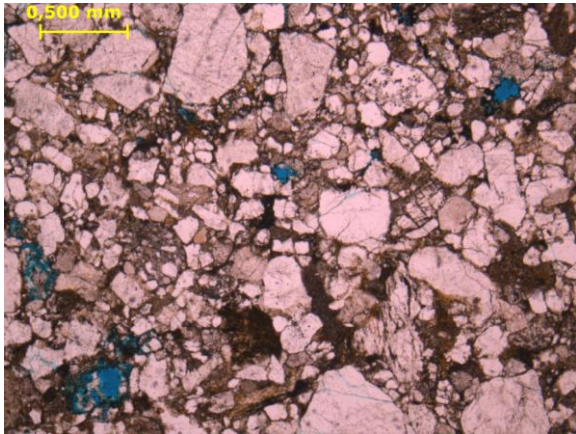


Fig. C12. LA-301-A. Porosidad por disolución y fractura en la muestra (NP)



Fig. C14. Conglomerado de Cienaguita. Acercamiento del afloramiento LA-302-A donde se ve a detalle la gradación del tamaño de los granos

Punto de observación: LA-302

Ubicación: Qda. El Páramo, suroeste de Cambural.

Unidad: Formación Matatere

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 423.758 / N: 1.151.940

Observaciones de campo: Conglomerado de Cienaguita. Se observa claramente la gradación de los granos desde tamaño fino hasta 1 cm aproximadamente. Posee un espesor aproximado de 102,5 m y una orientación de N50E65N.

Fotografías:



Fig. C13. Conglomerado de Cienaguita. Muestra la gradación del tamaño de los granos a lo largo del afloramiento LA-302

Descripción de muestra de mano LA-302-A:

Paraconglomerado polimíctico con gradación muy marcada (granos con tamaños arenas muy fino a tamaño grava). El color fresco es gris oscuro y el color meteorizado es de gris oscuro a negro. Contiene cuarzo blanco y gris, chert, fragmento de roca (posible arenisca de color negro y de color beige, y posible esquisto muscovítico), plagioclasa. El tamaño máximo de los granos es de 1 cm aproximadamente. Muy mal escogido de baja esfericidad y de sub-angulosos a sub-redondeados. La matriz es de tamaño arena fina a media. En ciertos lugares la muestra esfervece lo que parece ser cemento carbonático. La gradación de la muestra se ve reflejada claramente en una franja de 4 cm, de tamaño de grano muy fino, que va aumentando a medida que se aleja de la misma.



Fig. C15. Muestra LA-302-A

Descripción de muestra de mano LA-302-B: Paraconglomerado polimíctico idéntico a la muestra anterior, con gradación muy marcada (granos con tamaños arenas muy fino a tamaño grava). El color fresco es gris oscuro y el color meteorizado es de gris oscuro a negro. Contiene cuarzo blanco y gris, chert, fragmento de roca (posible arenisca de color negro y de color beige, y posible esquisto muscovítico), plagioclasa. El tamaño máximo de los granos es de 1 cm aproximadamente. Muy mal escogido de baja esfericidad y de sub-angulosos a sub-redondeados. La matriz es de tamaño arena fina a media. En ciertos lugares la muestra esferece lo que parece ser cemento carbonático. La gradación de la muestra se ve reflejada claramente en una franja de 4 cm, de tamaño de grano muy fino, que va aumentando a medida que se aleja de la misma. En esta muestra la degradación está menos marcada que en la anterior. Posee una fractura plana casi inapreciable parecido a una diaclasa, sin relleno.



Fig. C16. Muestra LA-302-B

Descripción petrográfica LA-302-B:
Ortoconglomerado polimíctico. Roca sedimentaria, conglomerado cuyos componentes principales son: 80% de clastos, 12% de matriz, 5% de cemento y 3% de porosidad. Posee escogimiento muy pobre, clastos sub-angulares a redondeados con esfericidad media a media-alta y de contacto longitudinal y puntual. Los clastos poseen un tamaño promedio de 1 mm, siendo el mínimo de 0,1 mm y el máximo de 5 mm. El 80% de los clastos en la sección fina son tamaño arena y el 20% tamaño gránulo; presentan orientación isotrópica.

Del total de los clastos de la muestra posee 70% de cuarzo en las variedades de monocristalino plutónico, monocristalino metamórfico y policristalino metamórfico; 25% de fragmentos de roca, 4% de plagioclasa (andesina) y 1% de minerales accesorios entre biotita y muscovita. Entre los fragmentos de roca

se reconocieron 7 tipos litológicos, siendo los clastos sedimentarios mayoritarios:

-Mudstone de tamaño promedio 1,0 mm compuesto casi en su totalidad por micrita y aproximadamente 1% de aloquímicos tipo foraminíferos, es angular y de baja esfericidad.



Fig. C17. LA-302-B. Clasto angular de caliza tipo mudstone (NC)

-Cuarcita, con tamaño promedio de 1,5 mm, presenta cristales de cuarzo con bordes suturados, muy bajo porcentaje de muscovita. El clasto se encuentra redondeado con esfericidad media-alta.

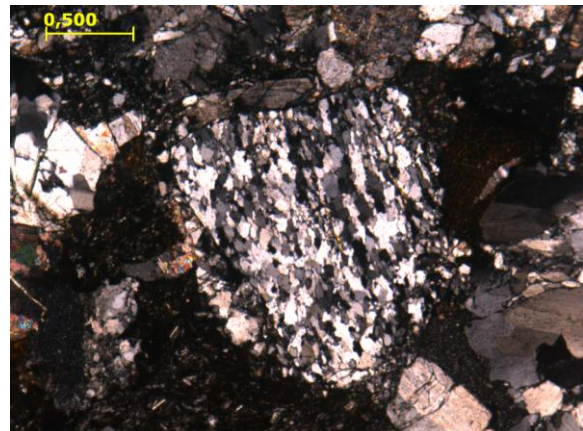


Fig. C18. LA-302-B. Cuarcita redondeada con cristales suturados (NC)

-Clasto redondeado tipo concreción de óxido de hierro presentando esfericidad media-alta; con un tamaño promedio de 1,7 mm, y granos de cuarzo angulares embebidos en él.

-Fragmento de aloquímico tipo alga coralina de nombre *Goniolithon*, un poco desgastada en los bordes y con un tamaño promedio de 0,7 mm; y fragmento angular de concha marina de 1,0 mm en tamaño y muy desgastado.

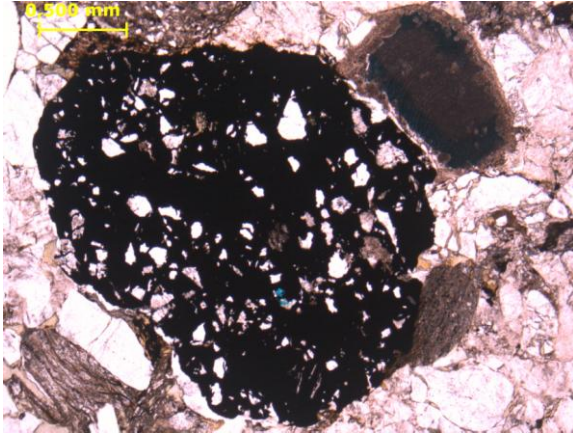


Fig. C19. LA-302-B. A la izquierda fragmento de concreción de óxido de hierro y a la derecha fragmento de alga coralina (NP)

-Clasto de volcánica, específicamente melano-andesita porfídica de 3,0 mm de largo. Los pórfidos son de andesina y la matriz de plagioclasas presenta una textura afieltrada. Exhibe carbonatización y granos de clorita.

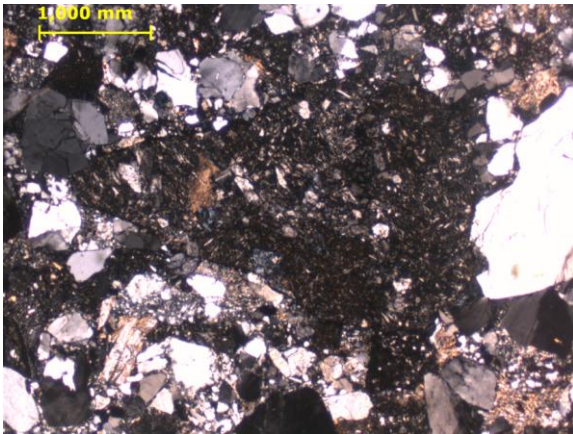


Fig. C20. LA-302-B. Clasto de melano-andesita sub-redondeado y baja esfericidad (NC)

-Fragmentos angulosos a sub-redondeados de chert de 1,5 mm de diámetro aproximadamente y esfericidad media compuestos totalmente de microcristales de cuarzo.

-Clastos de grauvaca bastante redondeados y esféricos, con un tamaño promedio de 2,0 mm, aproximadamente 60% de granos (cuarzo en su mayoría) y 40% de matriz (cuarzo y arcillas).

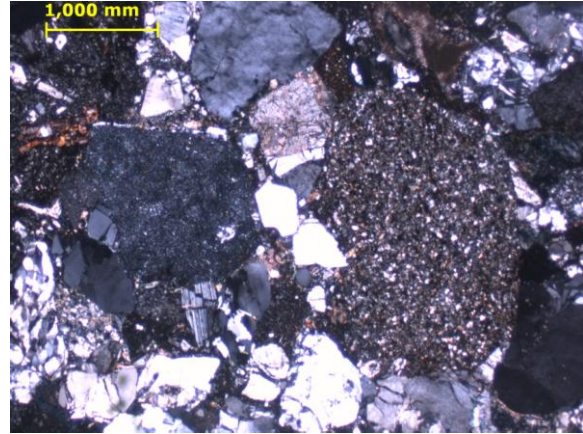


Fig. C21. LA-302-B. A la izquierda fragmento anguloso de chert y a la derecha clasto de grauvaca redondeado (NC)

La matriz de esta muestra presenta un escogimiento medio, redondez sub-angular, esfericidad media-baja, compuesta por granos de cuarzo, arcilla y algunas plagioclasas. El cemento lo compone calcita en su totalidad.

Reconocimiento del sector Bobare (Edo. Lara) Serranía de Bobare.

Formación Matatere y Formación Barquisimeto

Punto de observación: LA-303

Ubicación: Ruta hacia el norte de Bobare (Serranía de Bobare)

Unidad: Formación Matatere

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 440.461/ N: 1.150.876

Observaciones de campo: Vista en dirección norte del valle de Matatere. Tanto el valle como el alto topográfico del fondo corresponden a la Formación Matatere.

Fotografías:



Fig. C22. Vista panorámica del valle de Matatere en dirección norte

Punto de observación: LA-304

Ubicación: Pueblo de Matatere

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 440.516 / N: 1.149.222

Observaciones de campo: Punto de control para ubicación.

Fotografías:



Fig. C23. Zona central del pueblo de Matatere

Punto de observación: LA-305

Ubicación: Qda. Tumbacoa.

Unidad: Formación Barquisimeto.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 440.081 / N: 1.143.402

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Barquisimeto.

Fotografías:



Fig. C24. Vista de un afloramiento de la Formación Barquisimeto



Fig. C25. Afloramiento totalmente plegado de la Formación Barquisimeto

Punto de observación: LA-306

Ubicación: Qda. Tumbacoa.

Unidad: Formación Matatere.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 439.888 / N: 1.140.144

Observaciones de campo: Afloramiento de la Formación Matatere de lutita intercalada con bloques redondeados de arenisca propia de la formación.

Fotografías:



Fig. C26. Afloramiento LA-306. Lutita con bloques redondeados de arenisca

**Reconocimiento del sector Corobore (Edo. Lara)
Sur de Siquisque.**

Formación Matatere y Formación Castillo

Punto de observación: LA-307

Ubicación: Qda. Sabana Grande.

Unidad: Formación Matatere.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 417.161 / N: 1.160.697

Observaciones de campo: Alternancia de arenisca oxidada delgada de 3 cm de espesor con lutita de hasta

10 cm abigarrada. Los planos de estratificación están expuestos claramente y ambas rocas se encuentran muy meteorizadas y astilladas. Las trazas cruzan la ladera de la colina y por el piso de la carretera. La orientación de los planos de estratificación es N17E34N.

Fotografías:



Fig. C27. Afloramiento LA-307. Capas bien expuestas de arenisca oxidada y lutita abigarrada

Punto de observación: LA-308

Ubicación: Ruta hacia el sur de Siquisique vía Corobore

Unidad: Formación Matatere

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 417.225/ N: 1.159.806

Observaciones de campo: Vista panorámica hacia el sur donde se observa posible discordancia entre la Formación Castillo con la Formación Matatere.

Fotografías:



Fig. C28. Vista panorámica de contacto discordante entre la Formación Castillo y la Formación Matatere

Punto de observación: LA-309

Ubicación: Cercanías de Corobore

Unidad: Formación Matatere y Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 417.263/ N: 1.159.805

Observaciones de campo: Contacto de falla de la Formación Castillo con la Formación Matatere. El afloramiento se encuentra muy brechado y la Formación Castillo en este punto se acuña. Siguiendo hacia el sur por la carretera se encuentra la Formación Matatere aflorando a ambos lados.

Fotografías:



Fig. C29. Contacto de falla entre la Formación Castillo y la Formación Matatere

Punto de observación: LA-310

Ubicación: Cercanías de Corobore

Unidad: Formación Matatere y Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 416.993/ N: 1.159.209

Observaciones de campo: Contacto de falla entre la Formación Matatere y Formación Castillo generando pliegues de arrastre. La falla es de tipo inversa y posee un buzamiento aproximado de 36°N.

Fotografías:



Fig. C30. Afloramiento LA-310 donde muestra contacto de falla inversa entre las formaciones Matatere y Castillo



Fig. C31. Acercamiento del afloramiento LA-310 con detalles de los pliegues de arrastre

Punto de observación: LA-311

Ubicación: Cercanías de Corobore

Unidad: Formación Matatere y Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 416.788/ N: 1.158.466

Observaciones de campo: La Formación Castillo se encuentra en contacto de falla con la Formación Matatere. La estratificación de la Formación Castillo tiene una orientación de N52E subvertical.

Fotografías:



Fig. C32. Afloramiento LA-311 en el cual se observa el contacto de falla entre las formaciones Matatere y Castillo

Descripción de muestra de mano LA-311: Arenisca de grano muy fino a fino. El color fresco es gris oscuro, y el meteorizado gris oscuro y rojizo. Se le puede observar a simple vista cuarzo (traslúcido), granos de color blanco opaco, granos de color negro, granos anaranjados oxidados (no se diferencian por el tamaño). El tamaño máximo de los granos es de 0,5 mm aprox. De baja esfericidad, angulosos y bien escogido. No se distingue la matriz. No esfervece al HCl.



Fig. C33. Muestra LA-311

Descripción Petrográfica LA-311:

Grauvaca feldespática. Roca sedimentaria, arenisca de grano muy fino a medio (0,1-1,3 mm). Exhibe un escogimiento medio a pobre, con clastos subredondeados de esfericidad media y contactos puntuales en su mayoría. Los componentes principales son: granos 60%, matriz 30% y cemento 10%.

Del total de los granos se obtienen los siguientes porcentajes: el cuarzo representa el 70% presentándose en su variedad monocristalina plutónico y policristalina metamórfico; 10% de feldespato correspondiente a plagioclasa tipo andesina y ortosa; 5% de fragmentos de roca tales como chert y micrita arenosa; y 5% en accesorios distribuidos entre biotita, muscovita, circón y clorita.

La matriz está compuesta por minerales de arcilla (40%), óxido de hierro (40%) y cuarzo (20%). El cemento se compone generalmente de óxido de hierro, pero también se presenta como material calcáreo.



Fig. C34. LA-311. Vista del grado de escogimiento y diferentes tipos de granos: cuarzo, andesina, muscovita y fragmento de chert

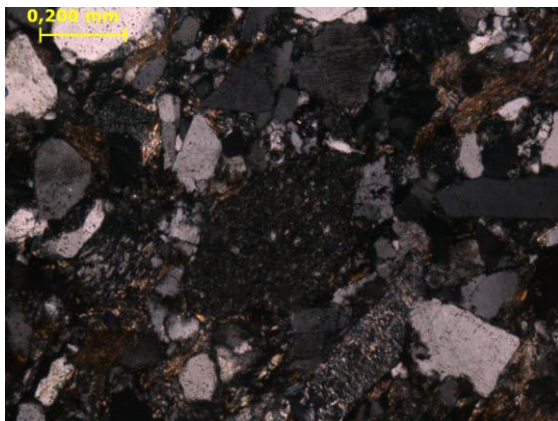


Fig. C35. LA-311. Fragmento de micrita arenosa sub-angular

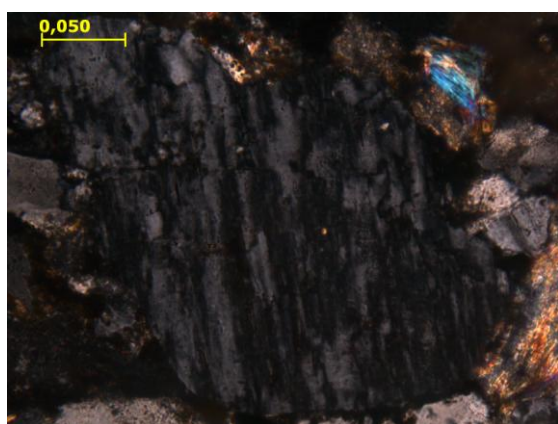


Fig. C36. LA-311. Textura mesopertita donde se observa cristales de plagioclasa dentro de cristal de feldespato potásico; aproximadamente el mismo porcentaje para los dos minerales

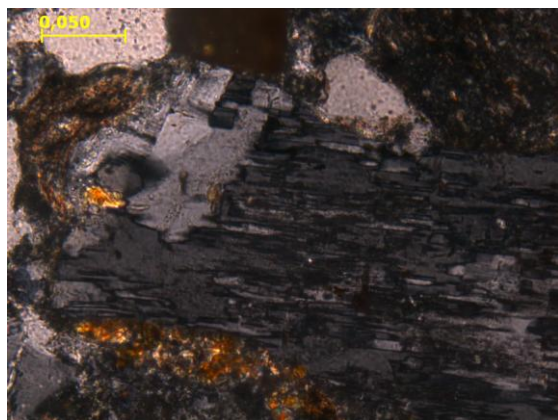


Fig. C37. LA-311. Textura mirmequítica, intercrecimiento de cuarzo en forma vermicular dentro de un cristal de feldespato potásico

Punto de observación: LA-312
Ubicación: Cercanías de Corobore, en quebrada tributaria del Río Tocuyo.
Unidad: Formación Castillo.
Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):
 E: 416.914/ N: 1.157.474

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Castillo, donde sigue aflorando hacia aguas abajo del tributario.

Punto de observación: LA-313
Ubicación: Corobore Arriba (Pueblo)
Unidad: Formación Castillo.
Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):
 E: 416.703/ N: 1.156.721

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Castillo. Hacia el sur se observan trazas sobresalientes de la Formación Castillo como relieves de cuesta.

Fotografías:



Fig. C38. Vista de la Formación Castillo alrededor de la carretera en el punto de observación LA-313, cruzando el valle de una quebrada. Se señalaron las trazas

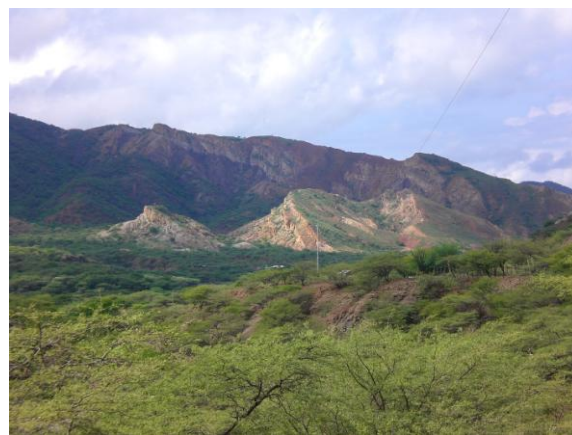


Fig. C39. Vista panorámica desde el punto LA-313 hacia el sur, se aprecian trazas de la Formación Castillo en relieve de cuesta

Punto de observación: LA-314
Ubicación: Cercanías de Corobore Arriba, en quebrada tributaria del Río Tocuyo.
Unidad: Formación Matatere y Formación Castillo.
Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):
 E: 416.575/ N: 1.156.738

Observaciones de campo: Discordancia angular entre la Formación Matatere con la Formación Castillo. Las capas de la Formación Matatere se disponen prácticamente verticales, mientras que las capas de la Formación Castillo se disponen con un ángulo menor.

Fotografías:

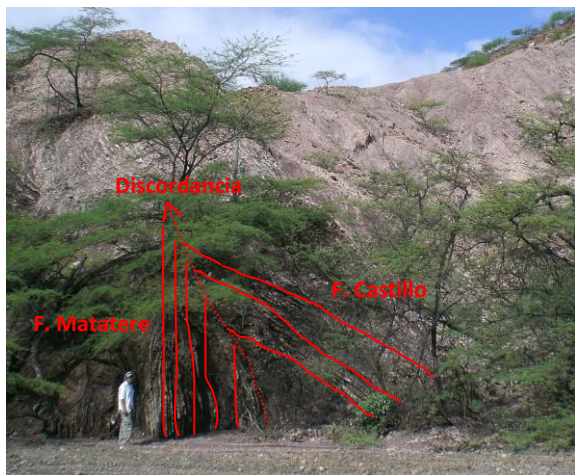


Fig. C40. Discordancia en el punto LA-314

Punto de observación: LA-315

Ubicación: Intersección de Corobore Arriba con el río Tocuyo.

Unidad: Formación Matatere y Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 416.676/ N: 1.156.249

Observaciones de campo: Se observan cerros hacia el sur y hacia el sureste de las formaciones Castillo y Matatere respectivamente.

Fotografías:



Fig. C41. Vista desde el punto LA-315 hacia el sureste en el cual se visualizan cerros exhibiendo la Formación Matatere



Fig. C42. Vista desde el punto LA-315 hacia el sur en el cual se visualizan cerros exhibiendo la Formación Castillo

Punto de observación: LA-316

Ubicación: Vía desde Corobore Arriba hacia Corobore Abajo.

Unidad: Formación Matatere.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 417.362/ N: 1.157.681

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Matatere; las capas se encuentran oxidadas cruzando el camino. A lo largo de este camino aflora solo Formación Matatere.

Fotografías:



Fig. C43. Punto de observación LA-316. Aflora capas oxidadas de la Formación Matatere cruzando el camino

Punto de observación: LA-317

Ubicación: Corobore Abajo.

Unidad: Formación Matatere y Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 418.609/ N: 1.157.605

Observaciones de campo: Zona de falla entre la Formación Matatere y la Formación Castillo. Las capas de ambas formaciones se disponen de forma caótica. Se aprecia arenisca gruesa con contenido fósil de la Formación Castillo mezcladas con secuencias de la Formación Matatere.

Fotografías:

Fig. C44. Afloramiento LA-317. Zona de falla. Los estratos más claros corresponden a la Formación Castillo, mientras que las más oscuras a la Formación Matatere

Punto de observación: LA-318

Ubicación: Al este de Corobore Abajo.

Unidad: Formación Matatere.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 418.869/ N: 1.157.826

Observaciones de campo: Vista panorámica del Río Tocuyo. En este punto está presente la Formación Matatere muy deformada.

Fotografías:

Fig. C45. A la izquierda, afloramiento muy deformado de la Formación Matatere; a la derecha, cauce del Río Tocuyo

Descripción de muestra de mano LA-318-A1:

Arenisca de grano grueso a muy grueso. Poseen un color fresco marrón oscuro. El color meteorizado es marrón rojizo. Presenta cuarzo (traslúcido), granos de color blanco opaco, granos de color negro (posiblemente chert), granos anaranjados oxidados, posibles fragmentos de rocas metamórficas con micas. El tamaño máximo de los granos es de 1,3 mm aproximadamente. De baja a mediana esfericidad, de subredondeados a redondeados, pobremente escogido. La matriz es de grano muy fino. No esfervece al HCl.



Fig. C46. Muestra LA-318-A1

Descripción Petrográfica LA-318-A1:

Paraconglomerado polimictico. Roca sedimentaria, conglomerado cuyos componentes principales son: 53% de clastos, 25% de matriz, 7% de cemento y 15% de porosidad. Presenta escogimiento muy pobre, clastos sub-redondeados a redondeados con esfericidad media-baja y de contacto grano-matriz en su mayoría. Los clastos poseen un tamaño promedio de 0,8 mm, siendo el mínimo de 0,2 mm y el máximo de 3,5 mm. El 80% de los clastos en la sección fina son tamaño arena y el 20% tamaño gránulo; presentan orientación isotrópica.

Del total de los clastos que posee la muestra se tiene que el 50% es de cuarzo en las variedades de monocristalino plutónico, monocristalino metamórfico y policristalino metamórfico; 35% de fragmentos de roca, 10% de feldespato (plagioclasa tipo oligoclasa y andesina, feldespato potásico tipo ortosa) y 5% de minerales accesorios entre biotita, muscovita, clorita, circón y esfena euhedral. Entre los fragmentos de roca se reconocieron 13 tipos litológicos, siendo los clastos sedimentarios mayoritarios:

-Fragmento de calcarenita (arenisca calcárea) redondeado de baja esfericidad con tamaño promedio de 1,0 cm.

-Fragmento de wacka cuarzosa bastante redondeados y esféricos, con un tamaño promedio de 1,8 mm, aproximadamente 85% de granos (cuarzo en su mayoría) y 15% de matriz (arcillas).

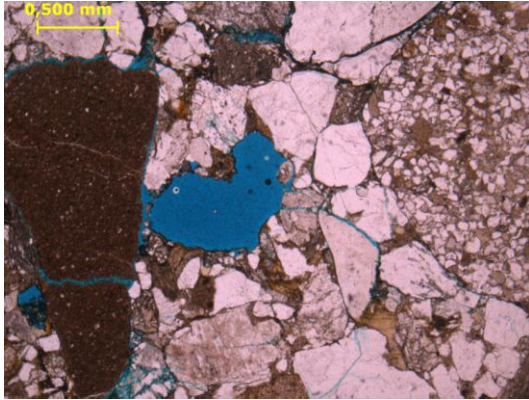


Fig. C47. LA-318-A1. A la derecha, clasto redondeado de wacka cuarzosa, a la izquierda fragmento de chert (NP)

-Lutita redondeada pero de baja esfericidad, con tamaños aproximados de 0,4 mm, presentando leves alineaciones y minerales arcillosos.

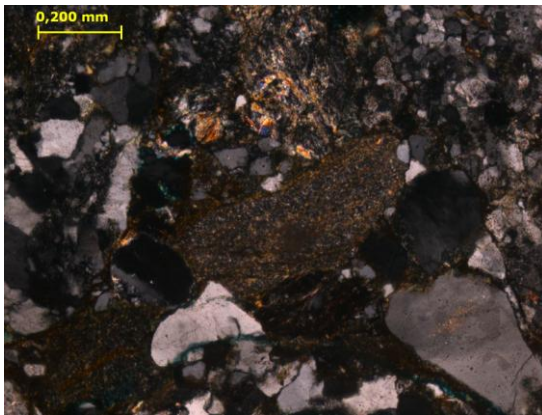


Fig. C48. LA-318-A1. Clasto de baja esfericidad de lutita (NC)

-Fragmentos redondeados de limolita con radiolarios silicificados con tamaño aproximado de 1,0 mm.

-Fragmento fósil bastante redondeado y esférico sin diferenciar debido a la casi total disolución.

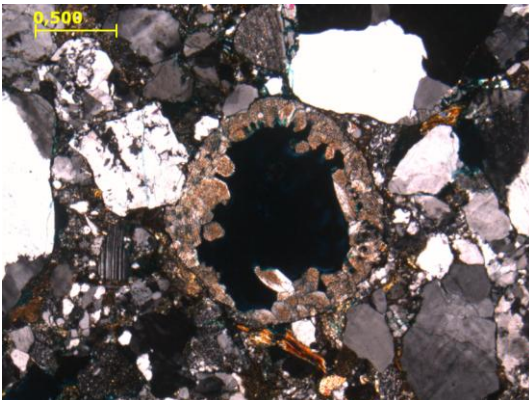


Fig. C49. LA-318-A1. Disolución casi total de fragmento fósil sin diferenciar (NC)

-Fragmentos redondeados de baja esfericidad de chert de 2,5 mm en tamaño aproximadamente.

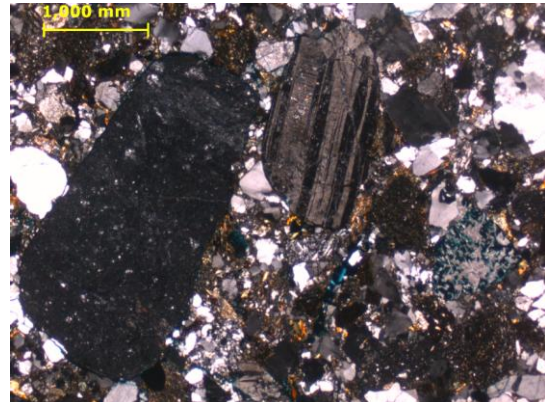


Fig. C50. LA-318-A1. A la izquierda, clasto de chert redondeado; en el centro, plagioclase tipo oligoclase redondeada (NC)

-Esquisto cuarzo micáceo subredondeado y de esfericidad media-baja. Se observa claramente la foliación por la alineación de las micas.

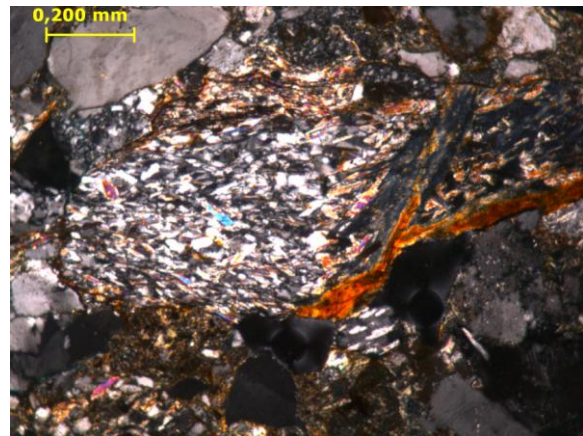


Fig. C51. LA-318-A1. Fragmento de esquisto cuarzo micáceo exhibiendo claramente la foliación (NC)

-Fragmentos de cuarzo de veta altamente redondeado y esférico, con tamaño promedio de 2,0 mm de diámetro, presenta cristales de cuarzo con bordes suturados y con extinción alineada.

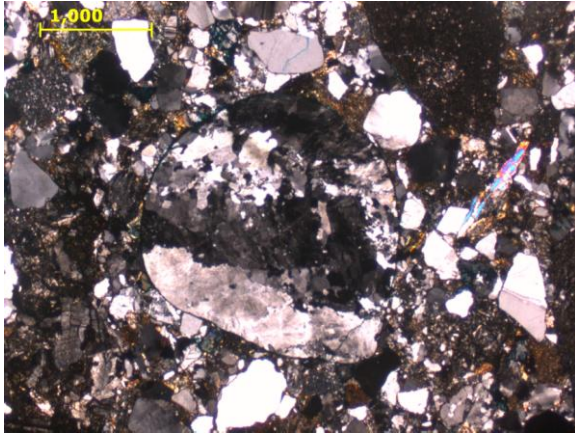


Fig. C52. LA-318-A1. Cuarzo de veta redondeado y esférico con extinción alineada (NC)

-Fragmento redondeado de wackstone, soportado por micrita pero con cantidades considerable de foraminíferos.

-Fragmento sub-angular a sub-redondeado de andesita porfídica con cristales listoneados de plagioclasa (oligoclasa) y un tamaño promedio de 1,0 mm.

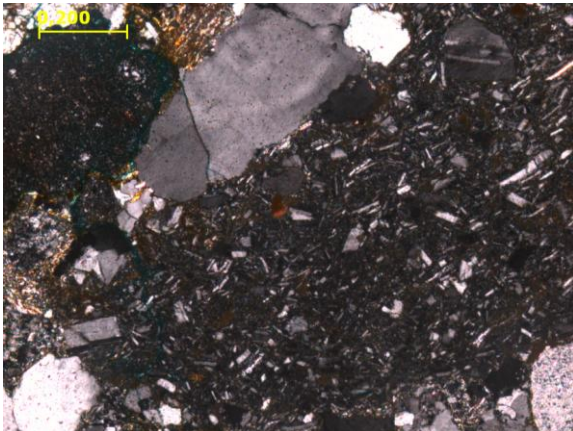


Fig. C53. LA-318-A1. Fragmento de andesita porfídica con cristales listoneados de oligoclasa (NC)

-Fragmento redondeado de metadiabasa de 0,5 mm de diámetro con alteración marcada.

-Fragmento redondeado de metalava sin diferenciar por la alta alteración, de 1,0 mm de diámetro con textura radial y presenta una amígdala cloritizada.

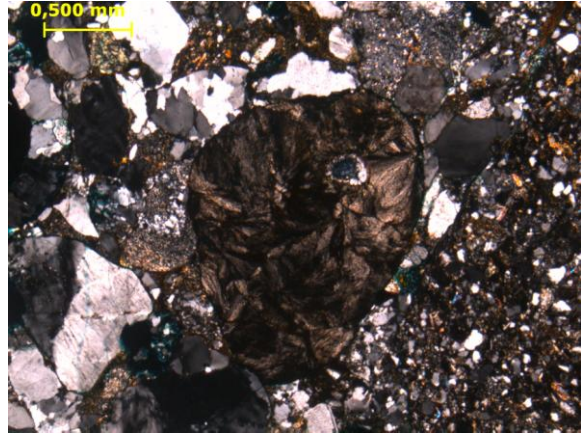


Fig. C54. LA-318-A1. Metalava sin diferenciar bastante alterada radialmente con amígdala cloritizada (NC)

-Clasto de anortosita disgregados por la elaboración de la sección fina. Contiene en su totalidad cristales de plagioclasa, algunas con maclas y otras no. Los contactos entre los cristales se generan a 120°.

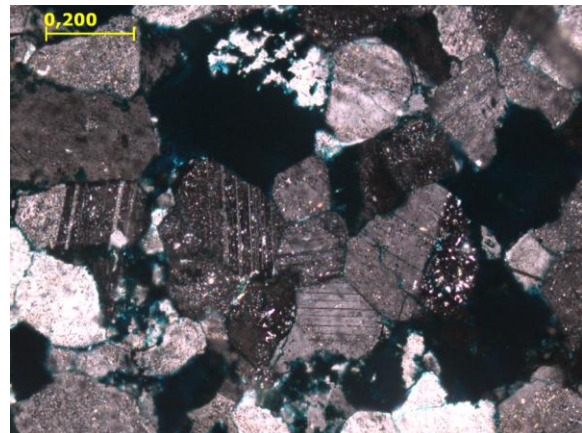


Fig. C55. LA-318-A1. Fragmento disgregado de anortosita debido a la fabricación de la sección fina (NC)

La matriz de esta muestra presenta un escogimiento pobre, redondez sub-angular, esfericidad media-baja, compuesta por granos de cuarzo y arcilla. El cemento lo compone óxido de hierro y mineral calcáreo como envoltorios de granos. La porosidad es debida principalmente por disolución de granos de feldespato y de fragmento fósil, pero también se encuentra interpartícula y por fractura.

Descripción de muestra de mano LA-318-A2: Arenisca de grano grueso a muy grueso. Poseen un color fresco marrón oscuro. El color meteorizado es marrón rojizo. Presenta cuarzo (traslúcido), granos de color blanco opaco, granos de color negro (posiblemente chert), granos anaranjados oxidados, posibles fragmentos de rocas metamórficas con micas. El tamaño máximo de los granos es de 0,8 mm aproximadamente. De baja a mediana esfericidad, de

subredondeados a redondeados, pobremente escogido. La matriz es de grano muy fino. No esfervece al HCl.



Fig. C56. Muestra LA-318-A2

Descripción de muestra de mano LA-318-B:

Arenisca de grano medio a grueso, con color fresco beige oscuro, y color meteorizado beige claro. Se le observa cuarzo (traslúcido y blanco), plagioclasa (amarillento), granos negros, grises y beige (posibles fragmentos de roca). El tamaño máximo de los granos es de 0,3 mm. Pobremente escogido, de baja a mediana esfericidad y subredondeados. No se reconoce la matriz por el pequeño tamaño de grano. Reacciona muy poco al ácido clorhídrico, en lugares específicos, posiblemente sea cemento carbonático.



Fig. C57. Muestra LA-318-B

Descripción Petrográfica LA-318-B:

Wacka lítica. Roca sedimentaria, arenisca de grano medio a muy grueso (0,25-1,75 mm). Presenta escogimiento muy pobre, con clastos de sub-angulares de esfericidad media-baja a baja y contactos predominantemente grano-matriz, grano-cemento y puntual. Los componentes principales son: granos 76%, matriz 12%, cemento 10% y porosidad 2%.

Del total de los granos se obtienen los siguientes porcentajes: el cuarzo representa el 60% presentándose en su variedad monocristalino plutónico, monocristalino metamórfico, y policristalino metamórfico; 23% de fragmentos de rocas, entre ellos chert (45%), roca volcánica (andesita porfídica) con textura traquítica o textura de flujo (30%), limolita (20%) y cuarcita (5%); 15% de plagioclasa y 2% en accesorios tales como muscovita y clorita diagenética con ilita.

La matriz está compuesta por minerales de arcilla (70%) y cuarzo (30%).

El cemento está representado por material calcáreo y se encuentra rellenando poros, sobrecreciendo y envolviendo granos.

La porosidad es ocasionada principalmente por disolución de granos y matriz, pero también como interpartícula y rara vez como fractura.

La muestra presenta alteración en varios granos de plagioclasas por lo que son difíciles de identificar.

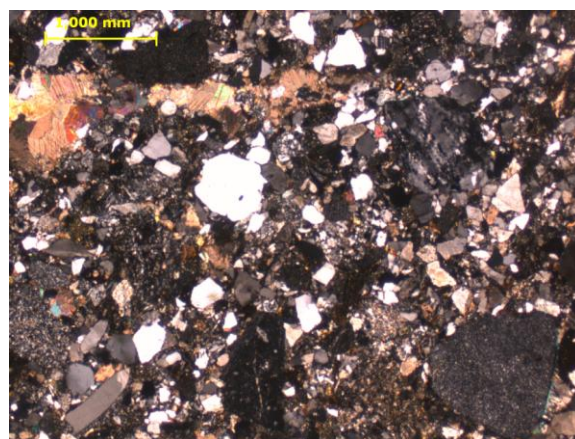


Fig. C58. LA-318-B. Vista comparativa del escogimiento de la muestra. También se observa el cemento carbonático y la matriz arcillosa y cuarzosa (NC)



Fig. C59. LA-318-B. Clasto de limolite mediana esfericidad (NP)



Fig. C60. LA-318-B. Fragmento de limolita de baja esfericidad (NP)

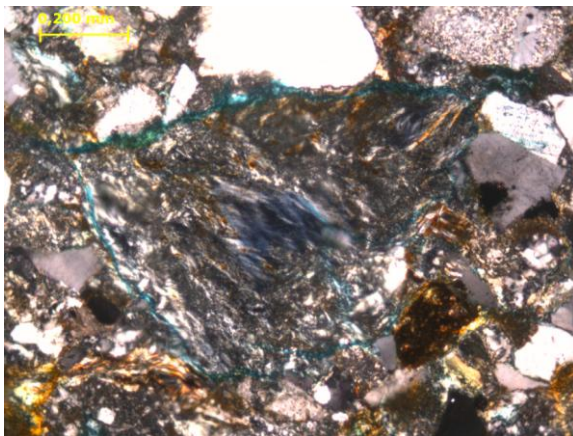


Fig. C61. LA-318-B. Clorita diagenética con illita (NC)



Fig. C62. LA-318-B. A la izquierda y a la derecha, fragmentos de andesita con textura traquítica. Los pórfidos son de plagioclasa tipo andesina (NC)

Punto de observación: LA-319

Ubicación: Cerro Negro.

Unidad: Formación Matatere.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 416.360/ N: 1.162.049

Observaciones de campo: Afloramiento de la Formación Matatere donde predomina arenisca de grano grueso, con una orientación de N30E48N.

Fotografías:



Fig. C63. Afloramiento LA-319 de areniscas gruesas de la Formación Matatere

Descripción de muestra de mano LA-319-A:

Arenisca de grano grueso a muy grueso. Color fresco gris oscuro, color meteorizado marrón rojizo. Presenta cuarzo, calcita, granos de color negro, amarillentos, oxidados, posibles fragmentos de areniscas de grano muy fino color beige. El tamaño máximo de los granos es de 4,0 mm. Bien escogido, alta esfericidad, redondeados. No se reconoce la matriz. Reacciona con el ácido clorhídrico, posee carbonato. Vetillas rellenas de cuarzo y calcita recrystalizados, a su vez, rellenas de granos tamaño arena fina. Las vetillas no sobrepasan los 5,0 mm de espesor.



Fig. C64. Muestra LA-319-A

Descripción de muestra de mano LA-319-B:

Arenisca de grano grueso a muy grueso. Color fresco gris oscuro, color meteorizado marrón rojizo. Presenta cuarzo, calcita, granos de color negro, amarillentos, oxidados, posibles fragmentos de areniscas de grano muy fino color beige. El tamaño máximo de los granos es de 5,0 mm. Bien escogido, alta esfericidad,

redondeados. No se reconoce la matriz. Reacciona con el ácido clorhídrico, posee carbonato. Vetillas rellenas de cuarzo y calcita recristalizados, a su vez, rellenas de granos tamaño arena fina. Las vetillas no sobrepasan los 6,0 mm de espesor.



Fig. C65. Muestra LA-319-B

Descripción Petrográfica LA-319-B:

Wacka lítica. Roca sedimentaria, arenisca de grano medio a muy grueso (0,25-4,0 mm). El escogimiento de los granos es de medio a bueno, con clastos de subredondeados a redondeados, esfericidad media a media-alta y contactos longitudinales en su mayoría. Los componentes principales son: granos 63%, matriz 10%, cemento 20% y porosidad 7%.

De la totalidad de los granos, el cuarzo representa el 65% mostrándose en las variedades de monocristalino y policristalino metamórfico; los fragmentos de roca representan un 30% y entre ellos se tiene chert (45%), grauvaca cuarzosa (30%), wackstone con microfósiles (5%), volcánica (basalto ó melano-andesita) con textura porfídica (10%), cuarcita (2%), gabro alterado (2%), filita grafitosa (2%) y metalava máfica con alteración radial a posible clorita (2%); el porcentaje de feldespato es 5%, que corresponde a granos de plagioclasa con alteraciones a minerales de arcilla y carbonáticos. Menos del 1% de los granos es correspondiente a muscovita como mineral accesorio.

La matriz está compuesta por minerales de arcilla y cuarzo. El cemento se presenta en minerales calcáreos y óxido de hierro, relleno de poros y como envoltorios. La porosidad es de tipo interpartícula y por disolución de matriz. Algunos granos de feldespato se encuentran alterados y los fragmentos ígneos tienen alta alteración a calcita ó clorita.

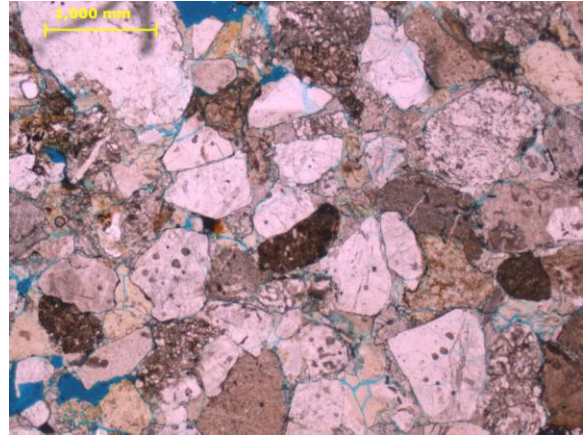


Fig. C66. LA-319-B. Escogimiento bueno y los contactos longitudinales entre los granos; también la porosidad interpartícula y por disolución de matriz (NP)

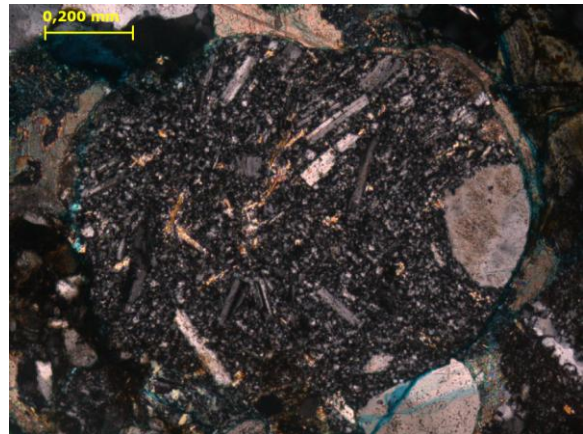


Fig. C67. LA-319-B. Clasto de andesita bastante redondeado y esférico, con textura traquíutica y pórfidos de plagioclasa. Presenta leve alteración a minerales de arcilla y carbonáticos (NC)

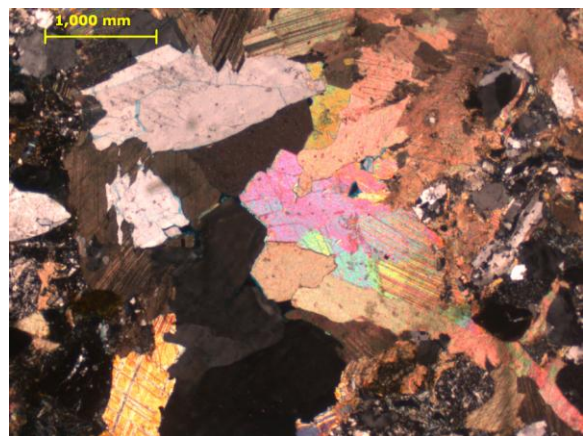


Fig. C68. LA-319-B. Cemento tipo mineral calcáreo (NC)

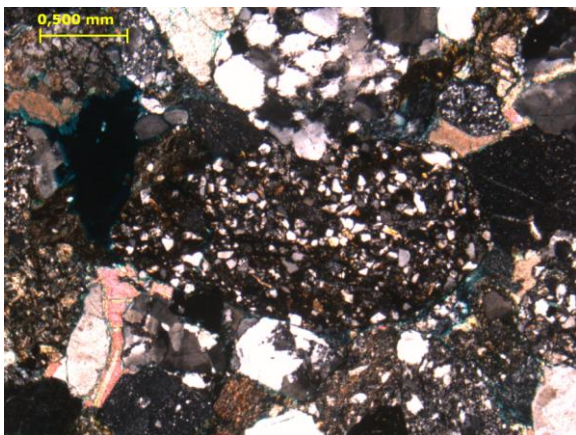


Fig. C69. LA-319-B. Fragmento de grauvaca cuarzosa sub-redondeado y de esfericidad media-baja (NC)



Fig. C70. LA-319-B. Clasto de roca volcánica con alteración avanzada a minerales calcáreos (NC)

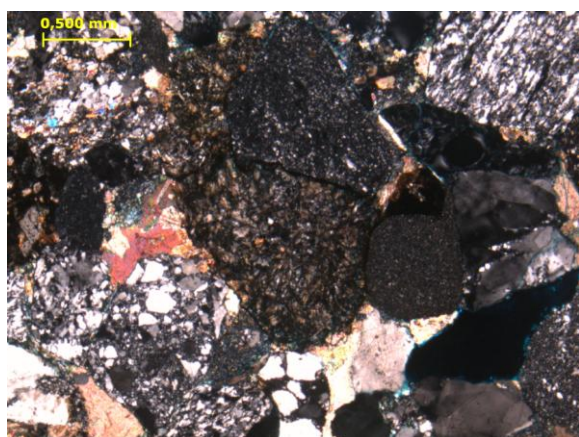


Fig. C71. LA-319-B. En el centro fragmento redondeado de metalava máfica alterando radialmente a posible clorita; y a su izquierda fragmento de gabro alterando a mineral calcáreo (NC)

Punto de observación: LA-320

Ubicación: Cruce de Copaya con Río Baragua.

Unidad: Formación Matatere y Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 413.084/ N: 1.169.834

Observaciones de campo: Discordancia entre la Formación Matatere y la Formación Castillo. Las capas de la Formación Matatere tienen una orientación de N44E88N, y las capas de la Formación Castillo se orientan N86W20N.

Fotografías:



Fig. C72. Clara discordancia angular; la secuencia superior pertenece a la Formación Castillo, y la secuencia inferior a la Formación Matatere

Punto de observación: LA-321

Ubicación: Intersección de la carretera Copaya-Barquisimeto con Río Copaya, al suroeste de Copaya.

Unidad: Formación Matatere y Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 408.864/ N: 1.164.063

Observaciones de campo: Vista panorámica de discordancia entre las formaciones Matatere y Castillo; se observan plegadas y deformadas.

Fotografías:

Reconocimiento del sector Copaya (Edo. Lara).

Oeste de Siquisique.

Formación Matatere, Formación Castillo y Formación Capadare

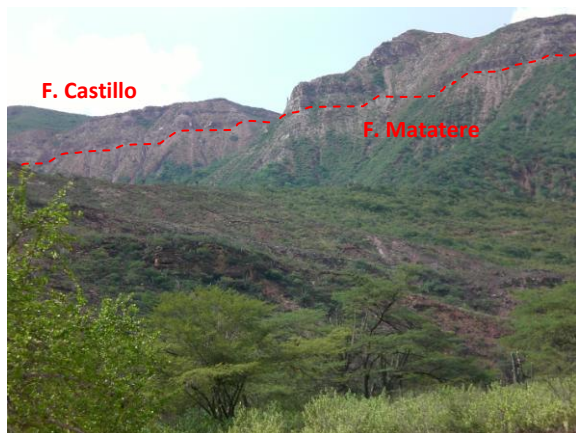


Fig. C73. Discordancia angular remarcada con línea discontinua roja. En la parte superior se dispone la Formación Castillo y en la parte inferior la Formación Matatere. Fotografía tomada hacia el este



Fig. C75. Muestra discordancia angular (línea discontinua roja); suprayacente a ésta se posiciona la Formación Castillo, e infrayacente la Formación Matatere



Fig. C74. Fotografía panorámica tomada hacia el sureste. Discordancia angular remarcada con línea discontinua roja; a la izquierda de ésta la Formación Castillo muy deformada; a la derecha, la Formación Matatere

Punto de observación: LA-322

Ubicación: Norte de Copaya.

Unidad: Formación Matatere y Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 412.990/ N: 1.170.078

Observaciones de campo: Discordancia entre la Formación Matatere y la Formación Castillo. No se observa indicios de la Formación Capadare en este punto de observación.

Fotografías:

Reconocimiento del sector Los Algodones (Edo. Lara). Oeste de Siquisique.

Formación Matatere, Formación Castillo, Formación Capadare y Formación La Luna

Punto de observación: LA-323

Ubicación: Noreste de Los Algodones

Unidad: Formación Castillo y Formación La Luna.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 410.025/ N: 1.173.571

Observaciones de campo: Zona de falla de Los Algodones. Hacia el lado norte aflora la Formación La Luna, hacia el lado sur aflora la Formación Castillo. El rumbo de la falla es de N65W. A unos 50 m más al este aflora una discordancia de las formaciones Matatere-Castillo.

Fotografías:



Fig. C76. Afloramiento LA-323 exponiendo a la Formación La Luna



Fig. C77. Discordancia entre la Formación Matatere (inferior) y Formación Castillo (superior) a 50 m al este del punto LA-323



Fig. C79. Acercamiento del afloramiento LA-324, se aprecia el conglomerado

**Reconocimiento del sector Guamuy (Edo. Lara).
Sur de Siquisique, lado este del Río Tocuyo.
Formación Matatere**

Punto de observación: LA-324

Ubicación: Sector Agua Viva, vía Siquisique-Guamuy, sur de Siquisique.

Unidad: Formación Matatere.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 425.123/ N: 1.166.840

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Matatere en la cual aflora un conglomerado.

Fotografías:



Fig. C78. Afloramiento del punto de observación LA-324



Fig. C80. Muestra LA-324-A

Descripción Petrográfica LA-324-A
Paraconglomerado polimíctico. Roca sedimentaria, conglomerado cuyos componentes principales son: 35% de clastos, 60% de matriz, 2% de cemento y 3% de porosidad. Presenta escogimiento muy pobre, clastos redondeados con esfericidad media a alta y de contactos grano-matriz y puntuales en su mayoría. Los

Descripción de muestra de mano LA-324-A: Paraconglomerado polimíctico, de color fresco gris oscuro y color meteorizado beige. Posee cuarzo, chert, fragmentos de rocas de varios tipos y redondeados (areniscas grises y amarillentas, y otras no distinguibles), cemento de color amarillo, granos de color verde oliva. Tamaño máximo de los granos 30,0 mm. Muy mal escogido, mediana esfericidad y bien redondeados. Matriz de grano medio a grueso. De composición variada. No reacciona con el HCl, no posee carbonato. Algunas fracturas en granos se ven rellenas de matriz y cemento. En algunos granos se observa recristalización de cuarzo. Presencia de un cemento amarillento y alargado que no reacciona con el HCl, con inclusiones de cuarzo.

clastos poseen un tamaño promedio de 0,3 mm, siendo el mínimo de 0,25 mm y el máximo de >7 mm. El 50% de los clastos en la sección fina son tamaño arena, el 30% son tamaño guijarro y el 20% son tamaño gránulo; presentan orientación isotrópica.

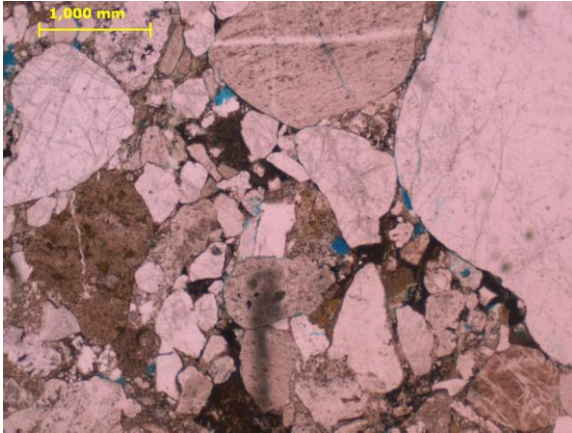


Fig. C81. LA-324-A. Vista de la muestra mostrando el grado de escogimiento muy pobre, clastos redondeados de esfericidad media a alta. Porosidad interpartícula y por disolución de granos y matriz (NP)

Del total de los clastos que posee la muestra se tiene que el 60% es de cuarzo en las variedades de monocristalino plutónico, monocristalino metamórfico y policristalino metamórfico; 30% de fragmentos de roca, 9% de feldespato (plagioclasa tipo albita y) y 1% de minerales accesorios entre biotita, muscovita, circón y pirita.

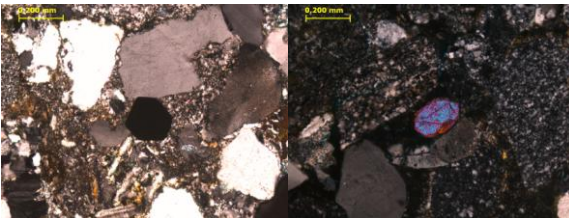


Fig. C82. LA-324-A. Minerales accesorios de la muestra. A la izquierda cristal de pirita, a la derecha, cristal de circón. Ambos euhedrales (NC)

Entre los fragmentos de roca se reconocieron 7 tipos litológicos, siendo los clastos de chert mayoritarios:

- Fragmentos de chert redondeados con esfericidad media a media alta. Presentan tamaños promedio de 1,8 mm aproximadamente. Compuesto sólo por microcristales de cuarzo.
- Fragmento de lutita compacta de 2,0 mm de diámetro, sub-angular y de esfericidad media-alta, con matriz arcillosa y foraminíferos glauconitizados.

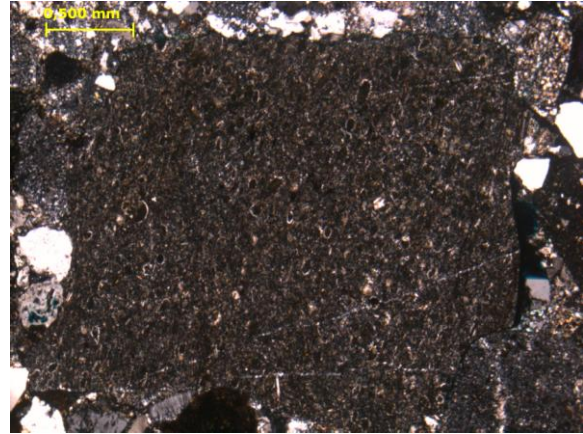


Fig. C83. LA-324-A. Fragmento de lutita compacta con foraminíferos glauconitizados de (NC)

-Fragmentos redondeados de caliza tipo mudstone soportados casi en su totalidad por lodo carbonático (micrita) y tamaños promedios de 1,8 mm.

- Clastos de wacka cuarzosa bastante redondeados y esféricos, con un tamaño promedio de 1,8 mm, aproximadamente 70% de granos (cuarzo en su mayoría) y 30% de matriz (arcillas).

-Fragmentos redondeados de limolita de mediana esfericidad con tamaños aproximados de 1,5 mm.

-Clastos de cuarcita redondeados de 2,0 mm de mediana a alta esfericidad. Algunos clastos presentan anfibolita tipo actinolita (cuarcita anfibolítica).

-Fragmentos de volcánica tipo basalto de tamaño promedio 1,0 mm. Presenta textura afieltrada observándose microlitos de plagioclasas orientadas de formas aleatorias, y tiene cierta alteración a minerales arcillosos. La plagioclasa es de tipo andesina, pero por la alteración se le otorga el nombre de labradorita.

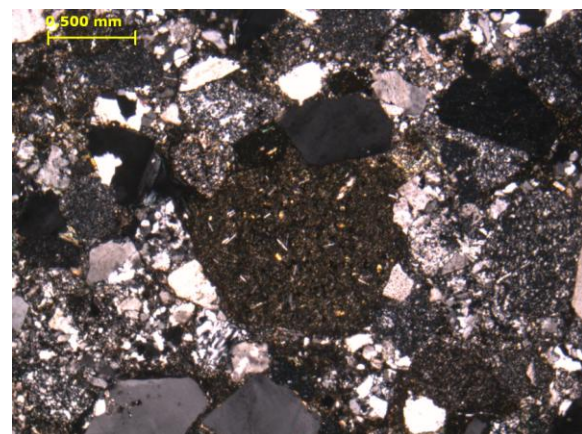


Fig. C84. LA-324-A. Fragmento de basalto con textura afieltrada (NC)

La matriz de esta muestra presenta un escogimiento pobre, redondez sub-angular, esfericidad media, compuesta por granos de cuarzo monocristalino

metamórfico. El cemento lo compone óxido de hierro y mineral calcáreo presentándose como forros en los granos. La porosidad es consecuencia de disolución de granos y también de tipo interpartícula. Algunos granos de plagioclasas se encuentran alterando a minerales calcáreos.

Descripción de muestra de mano LA-324-B: Paraconglomerado polimíctico, de color fresco gris oscuro y color meteorizado beige. Posee cuarzo, chert, fragmentos de rocas de varios tipos y redondeados (areniscas grises y amarillentas, y otras no distinguibles), cemento de color amarillo, granos de color verde oliva. Tamaño máximo de los granos 30,0 mm. Muy mal escogido, mediana esfericidad y bien redondeados. Matriz de grano medio a grueso. De composición variada. No reacciona con el HCl, no posee carbonato. Algunas fracturas en granos se ven rellenas de matriz y cemento. En algunos granos se observa recristalización de cuarzo. Presencia de un cemento amarillento y alargado que no reacciona con el HCl, con inclusiones de cuarzo. Con fracturas planas a lo largo de la muestra y alto óxido sus superficies.



Fig. C85. Muestra LA-324-B

Reconocimiento del sector del Río Baragua y Río Copaya, poblados de Copaya y El Jobo (Edo. Lara). Suroeste de Siquisique.

Formación Matatere, Formación Castillo y Formación Capadare

Punto de observación: LA-325

Ubicación: Puente sobre el Río Baragua, suroeste de Siquisique.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 421.814/ N: 1.168.676

Observaciones de campo: Punto de control para ubicación.

Fotografías:



Fig. C86. Río Baragua, tomada desde un puente al suroeste de Siquisique

Punto de observación: LA-326

Ubicación: Sureste del Puente sobre el Río Baragua, suroeste de Siquisique.

Unidad: Formación Capadare.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 421.367/ N: 1.168.440

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Capadare que se presenta expuesta en la carretera.

Fotografías:



Fig. C87. Afloramiento de la Formación Capadare en el punto de observación LA-326. Se resalta una capa de caliza dispuesta prácticamente horizontal

Punto de observación: LA-327

Ubicación: Cruce al caserío Maturín.

Unidad: Formación Capadare.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 420.321/ N: 1.168.157

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Capadare; se dispone buzando hacia el norte.

Fotografías:



Fig. C88. Punto de control LA-327. Cruce al caserío Maturín donde aflora la Formación Capadare

Punto de observación: LA-328

Ubicación: Carretera al suroeste de Siquisique, pasando el cruce al caserío Maturín.

Unidad: Formación Capadare.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 417.433/ N: 1.167.734

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Capadare. También vista panorámica de las unidades del Cuaternario.

Fotografías:



Fig. C89. Punto de control LA-328. Estrato de la Formación Capadare (líneas rojas discontinuas). En el fondo de la ladera fragmentos deslizados de calizas de dicha formación (circunferencias rojas)

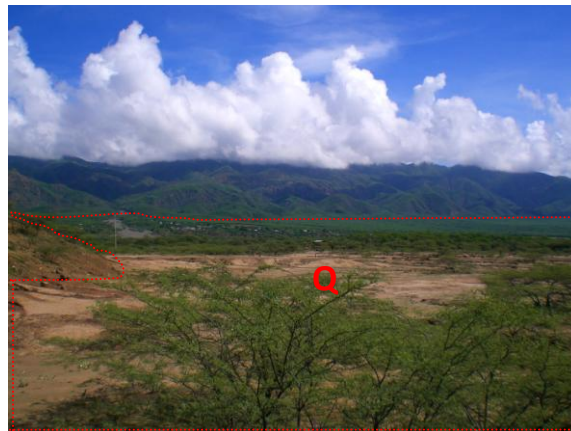


Fig. C90. Vista panorámica desde el punto LA-328 hacia el noreste, donde se aprecia las unidades del cuaternario (área interna de las líneas rojas punteadas)

Punto de observación: LA-329

Ubicación: Carretera al suroeste de Siquisique, cercanías del cruce de Qda. Sabana Grande con Río Copaya.

Unidad: Formación Capadare.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 413.178/ N: 1.166.142

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Capadare.

Fotografías:



Fig. C91. Afloramiento de la Formación Capadare en corte de carretera en el punto LA-329. Se distinguen los estratos de calizas

Punto de observación: LA-330

Ubicación: Carretera al suroeste de Siquisique, cercanías del cruce de Qda. Sabana Grande con Río Copaya.

Unidad: Formación Capadare.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 412.938/ N: 1.165.985

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Capadare. Las capas tienen una orientación de N62E22N.

Fotografías:

Fig. C92. Medición de la orientación espacial de las capas de calizas de la Formación Capadare (líneas rojas discontinuas) en el punto LA-330

Punto de observación: LA-331

Ubicación: Carretera al suroeste de Siquisique, cercanías del cruce de Qda. Sabana Grande con Río Copaya.

Unidad: Formación Capadare.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 412.094/ N: 1.165.888

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Capadare cubierta por vegetación en un pequeño cerro al bore de la carretera.

Fotografías:

Fig. C93. Formación Capadare en el punto LA-331 cubierta por vegetación

Punto de observación: LA-332

Ubicación: Borde del Río Copaya, al suroeste del cruce de Qda. Sabana Grande con Río Copaya.

Unidad: Formación Capadare.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 411.329/ N: 1.165.768

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Capadare que se encuentra a ambos lados del río.

Fotografías:

Fig. C94. Formación Capadare en la ladera del Río Copaya (línea azul punteada). El río, ubicado al fondo del valle se encuentra cubierto por vegetación

Punto de observación: LA-333

Ubicación: Carretera al suroeste de Siquisique, al suroeste del cruce de Qda. Sabana Grande con Río Copaya.

Unidad: Formación Capadare.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 410.676/ N: 1.165.023

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Capadare y bloques deslizados de la misma.

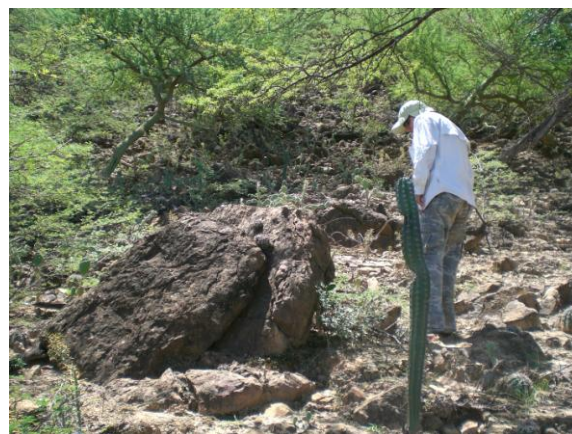
Fotografías:

Fig. C95. Formación Capadare en el punto LA-333 y bloques deslizados de la misma formación

Punto de observación: LA-334

Ubicación: Carretera al suroeste de Siquisique, al suroeste del cruce de Qda. Sabana Grande con Río Copaya.

Unidad: Formación Capadare.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 410.017/ N: 1.165.053

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Capadare, cubierta por mucha vegetación en pequeño cerro.

Fotografías:

Fig. C96. Formación Capadare cubierta por mucha vegetación en el punto LA-334

Punto de observación: LA-335**Ubicación:** Caserío El Isleño, vía Tocuyo-Carora.**Unidad:** Formación Capadare.**Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):**

E: 409.245/ N: 1.164.837

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Capadare, al borde de la carretera.

Fotografías:

Fig. C97. Afloramiento de las capas de calizas de la Formación Capadare al borde de la carretera

Punto de observación: LA-336**Ubicación:** Caserío El Isleño, Qda. Uriche ó Las Lajitas.**Unidad:** Formación Castillo.**Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):**

E: 408.932/ N: 1.164.881

Observaciones de campo: Afloramiento de la Formación Castillo cruzando el Río Uriche, hacia el lado oeste del mismo, exponiendo areniscas de grano medio.

Fotografías:

Fig. C98. Afloramiento de la Formación Castillo a orillas del Río Uriche

Punto de observación: LA-337**Ubicación:** Caserío El Isleño, Qda. Uriche ó Las Lajitas.**Unidad:** Formación Castillo.**Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):**

E: 408.995/ N: 1.164.742

Observaciones de campo: Aflora la Formación Castillo en arenisca medias y gruesas, con una orientación de N46W25N.

Fotografías:

Fig. C99. Areniscas medias y gruesas de la Formación Castillo en el punto LA-337

Punto de observación: LA-338**Ubicación:** Qda. Sirarigua, al sur de El Jobo.**Unidad:** Formación Matatere y Formación Castillo.**Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):**

E: 408.023/ N: 1.163.338

Observaciones de campo: Discordancia formada entre las formaciones Matatere y Castillo, la cual presenta una orientación de N45E68N. La secuencia de la Formación Matatere se encuentra un poco deformada.

Fotografías:

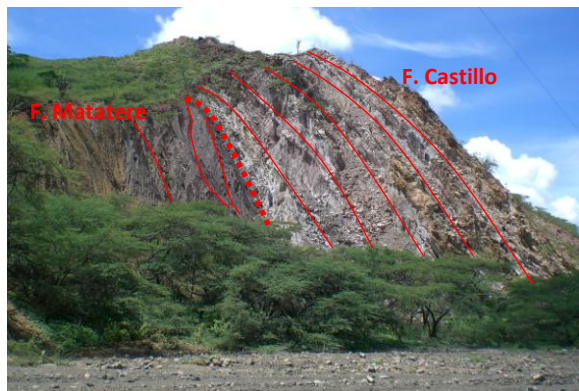


Fig. C100. Fotografía tomada desde la Qda. Sirarigua. Al fondo discordancia (línea roja discontinua), Formación Matatere (izquierda) y Formación Castillo (derecha)

Punto de observación: LA-339

Ubicación: Qda. Sirarigua, al sur de El Jobo.

Unidad: Formación Matatere y Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 407.686/ N: 1.163.402

Observaciones de campo: Contacto de falla entre las formaciones Matatere y Castillo. El rumbo de la falla es de N26E.

Fotografías:



Fig. C101. Contacto de falla entre la Formación Castillo (izquierda) y la Formación Matatere (derecha)

Punto de observación: LA-340

Ubicación: Qda. El Isleño ó El Jobo.

Unidad: Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 408.873/ N: 1.165.389

Observaciones de campo: Afloramiento de una secuencia de arenisca de grano medio de la Formación

Castillo. No hay evidencias de cuerpos de la Formación Capadare.

Fotografías:



Fig. C102. Areniscas de grano medio de la Formación Castillo en el punto LA-340

Punto de observación: LA-341

Ubicación: Cercanías al Cerro Cabritona o Cobri, noreste de Copaya.

Unidad: Formación Capadare.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 415.358/ N: 1.170.838

Observaciones de campo: Aflora la Formación Capadare representada por rocas carbonáticas de color beige. Intersección de pequeña quebrada con la carretera Siquisique-Los Algodones.

Fotografías:



Fig. C103. Intersección de quebrada con la carretera Siquisique-Los Algodones, correspondiente al punto LA-341

Punto de observación: LA-342

Ubicación: Cercanías al Cerro Cabritona o Cobri, noreste de Copaya.

Unidad: Formación Capadare.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 415.010/ N: 1.170.202

Observaciones de campo: Punto de control de la Formación Capadare, cuyas capas poseen una orientación de N80W65N. Aflora una capa carbonática con presencia de icnofósiles (ophiomorfos y thalassinoides)

Fotografías:



Fig. C104. Afloramiento de la Formación Capadare en el punto de observación LA-342



Fig. C105. Acercamiento del afloramiento LA-342 mostrando los icnofósiles

Punto de observación: LA-343

Ubicación: Río Baragua, al este de el Cerro de la Aceituna, norte de Copaya.

Unidad: Formación Matatere.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 412.878/ N: 1.170.223

Observaciones de campo: Vista panorámica; desde este punto se divisa la Formación Matatere en el Cerro de la Aceituna en Copaya.

Fotografías:



Fig. C106. Tomada desde el punto LA-343 hacia el oeste. En el Cerro de la Aceituna aflora la Formación Matatere

Punto de observación: LA-344

Ubicación: Cercanías del Río Baragua, al este de el Cerro de la Aceituna, norte de Copaya.

Unidad: Formación Matatere y Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 412.680/ N: 1.170.597

Observaciones de campo: Contacto discordante entre la Formación Matatere y la Formación Castillo. La Formación Castillo yace en la parte superior del risco, mientras que la Formación Matatere en la parte inferior.

Fotografías:

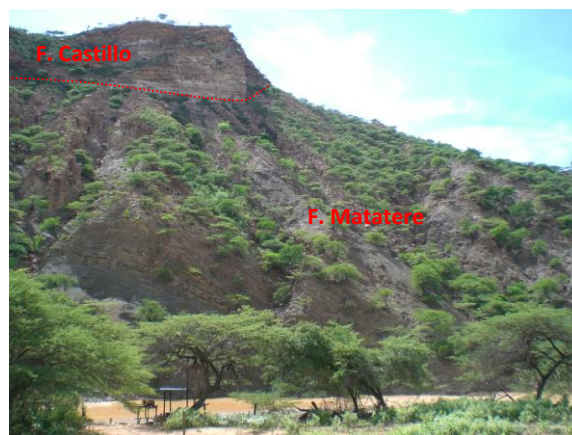


Fig. C107. Tomada desde el punto LA-344 hacia el oeste. En el Cerro de la Aceituna se expone la discordancia (línea punteada roja) entre las formaciones Matatere y Castillo



Fig. C108. Tomada desde el punto LA-344 hacia el norte. En el Cerro de Los Algodones aflora la discordancia (línea punteada roja) entre las formaciones Matatere y Castillo

Punto de observación: LA-345

Ubicación: Cercanías del Río Baragua, al este de el Cerro de la Aceituna, norte de Copaya.

Unidad: Formación Matatere.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 412.735/ N: 1.170.414

Observaciones de campo: Aflora la Formación Matatere en capas de conglomerado.

Fotografías:



Fig. C109. Capa de conglomerado perteneciente a la Formación Matatere en el punto de observación LA.345

Descripción de muestra de mano LA-345-A:

Paraconglomerado polimíctico. Su color fresco es gris claro, y su color meteorizado es beige amarillento. Contiene cuarzo, chert, granos de color verde oliva que no se reconocen por tamaño, fragmentos de roca (areniscas amarillas, grises), granos de color marrón claro (posible feldespato). El tamaño máximo de los granos es de 10,0 mm. Medianamente escogido, baja esfericidad y redondeados. La matriz es de tamaño arena fina y de composición variable. Ciertas zonas esfervece al HCl, posible cemento carbonático. Muy fracturada y oxidada superficialmente.



Fig. C110. Muestra LA-345-A

Descripción de muestra de mano LA-345-B:

Idéntico a la muestra LA-345-A. Paraconglomerado polimíctico. Su color fresco es gris claro, y su color meteorizado es beige amarillento. Contiene cuarzo, chert, granos de color verde oliva que no se reconocen por tamaño, fragmentos de roca (areniscas amarillas, grises), granos de color marrón claro (posible feldespato). El tamaño máximo de los granos es de 10,0 mm. Medianamente escogido, baja esfericidad y redondeados. La matriz es de tamaño arena fina y de composición variable. Ciertas zonas esfervece al HCl, posible cemento carbonático. Muy fracturada y oxidada superficialmente.



Fig. C111. Muestra LA-345-B

Descripción Petrográfica LA-345-B

Paraconglomerado polimíctico. Roca sedimentaria, conglomerado cuyos componentes principales son: 35% de clastos, 45% de matriz, 15% de cemento y 5% de porosidad. El escogimiento de esta muestra es media, clastos redondeados con esfericidad media a media- alta y de contactos grano-matriz en su mayoría. Los clastos poseen un tamaño promedio de 4,3 mm, siendo el mínimo de 0,2 mm y el máximo de 8,2 mm.

El 50% de los clastos en la sección fina son tamaño guijarro, el 30% son tamaño gránulo y el 20% son tamaño arena; presentan orientación isotrópica.

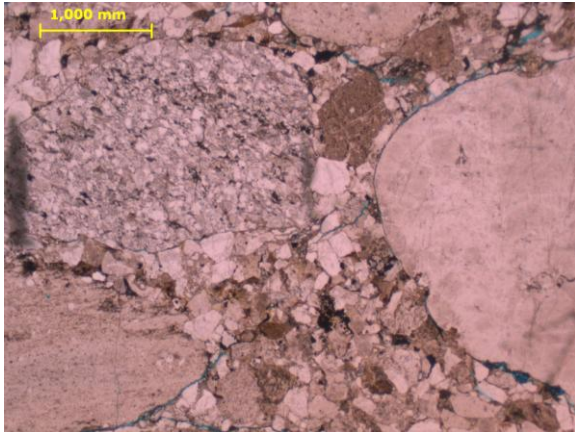


Fig. C112. LA-345-B. Vista de los clastos y la matriz de la muestra. Los granos más pequeños representan la matriz evidenciando el alto contenido de la misma (NP)

Del total de los clastos que posee la muestra se tiene que el 70% es de fragmentos de roca; 30% de cuarzo en las variedades de monocristalino y policristalino metamórfico; y <1% de clorita como mineral accesorio.

Entre los fragmentos de roca se reconocieron 7 tipos litológicos, siendo los clastos sedimentarios mayoritarios:

- Clastos de caliza tipo wackstone de 2,5 mm de diámetro, redondeados y de esfericidad media-alta, soportado por micrita pero con 20% de aloquímicos (radiolarios y foraminíferos en menor cantidad).

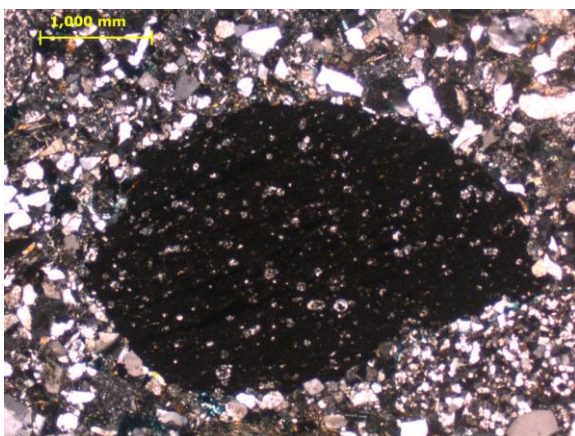


Fig. C113. LA-345-B. Clasto redondeado de wackstone con foraminíferos y pelets (NC)

- Fragmentos redondeados de caliza tipo mudstone con tamaños promedios de 2,5 mm, soportados casi en su totalidad por lodo carbonático (micrita)

- Fragmentos redondeados de grauvaca cuarzosa con esfericidad baja, con un tamaño promedio de 5,0 mm, aproximadamente 75% de granos (cuarzo en su mayoría) y 25% de matriz (arcillas).

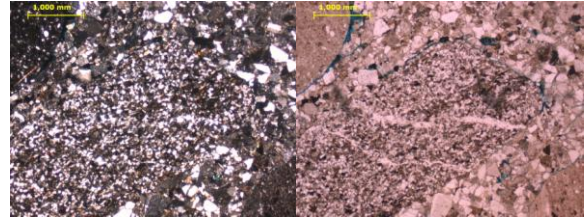


Fig. C114. LA-345-B. Fragmento redondeado de grauvaca de baja esfericidad. A la izquierda en nicoles cruzados (NC) y a la derecha en nicoles paralelos (NP)

- Clastos de wacka cuarzosa bastante redondeados y esféricos, con un tamaño promedio de 2,5 mm, aproximadamente 90% de granos (cuarzo en su mayoría) y 10% de matriz (arcillas).

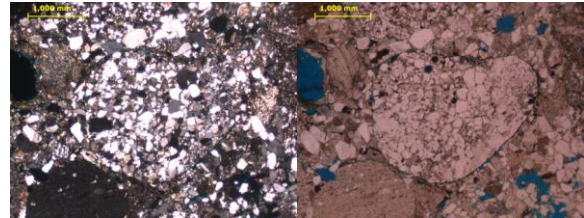


Fig. C115. LA-345-B. Clasto redondeado y esférico de wacka de baja esfericidad. A la izquierda en nicoles cruzados (NC) y a la derecha en nicoles paralelos (NP)

- Fragmentos de volcánica tipo andesita de tamaño promedio 3,5 mm. Presenta textura traquítica observándose microlitos de plagioclasas orientadas de formas aleatorias como matriz y pórficos de plagioclasa tipo oligoclasa. Contiene clorita como alteración de la plagioclasa.



Fig. C116. LA-345-B. Clasto redondeado de andesita con textura traquítica (NC)

- Fragmento de volcánica tipo basalto ó melanoandesita (no se puede identificar la plagioclasa) de 2,0 mm de tamaño.
- Fragmentos de chert redondeados con esfericidad media-baja. Presentan tamaños promedio de 2,0 mm aproximadamente. Compuesto sólo por microcristales de cuarzo.

La matriz de presenta un escogimiento medio, redondez sub-angular, esfericidad media-alta, compuesta por granos de cuarzo monocristalino metamórfico y monocristalino plutónico. El cemento lo compone cuarzo, óxido de hierro y mineral calcáreo presentándose como forros en los granos. La muestra se encuentra muy fracturada, por lo que gran parte de la porosidad es inducida.

Reconocimiento del sector Los Algodones (Edo. Lara). Oeste de Siquisique.

Formación Castillo, Formación La Luna y Ofiolita de Siquisique

Punto de observación: LA-346-A

Ubicación: Los Algodones, al este de la Qda. Los Algodones.

Unidad: Ofiolita de Siquisique.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 410.551/ N: 1.173.888

Observaciones de campo: Afloramiento de gabro en cauce de quebrada tributaria de la Qda. Los Algodones. Además, canto rodado de basalto con textura brechada indicando tectonismo.

Fotografías:



Fig. C117. Cuerpo de gabro aflorando en cauce de una pequeña quebrada



Fig. C118. Canto rodado de basalto con textura brechada

Punto de observación: LA-346-B

Ubicación: Los Algodones, al este de la Qda. Los Algodones.

Unidad: Ofiolita de Siquisique.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 410.697/ N: 1.174.299

Observaciones de campo: Vista del contacto de falla entre las unidades de gabro y basalto de la Ofiolita de Siquisique, evidenciado por un valle encajado y el cambio brusco litológico.

Fotografías:



Fig. C119. Contacto de falla entre los cuerpos de gabro y de basalto

Punto de observación: LA-346-C

Ubicación: Los Algodones, al este de la Qda. Los Algodones.

Unidad: Ofiolita de Siquisique.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 410.267/ N: 1.174.196

Observaciones de campo: Gabro conteniendo vetas carbonáticas que reaccionan al HCl no mayores a 10 cm.

Fotografías:



Fig. C120. Vetas carbonáticas en gabros

Punto de observación: LA-346-D

Ubicación: Los Algodones, al este de la Qda. Los Algodones.

Unidad: Ofiolita de Siquisique y Formación Castillo.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 410.287/ N: 1.174.514

Observaciones de campo: La Formación Castillo se encuentra discordante suprayacente a un gabro severamente descompuesto de la Ofiolita de Siquisique.

Fotografías:



Fig. C121. Discordancia del tipo incoformidad, entre una capa de arenisca de color beige de la Formación Castillo y un cuerpo de gabro muy descompuesto



Fig. C122. Acercamiento del gabro descompuesto, se comporta muy friable

Punto de observación: LA-347

Ubicación: Noroeste del caserío Los Algodones; tributario de la Qda. Las Petacas.

Unidad: Formación La Luna.

Coordenadas UTM (Zona 19, La Canoa):

E: 410.668/ N: 1.173.735

Observaciones de campo: Afloramiento de la Formación la Luna en cauce de quebrada exhibiendo los típicos estratos de caliza y lutita oscura.

Fotografías:



Fig. C123. Afloramiento de la Formación La Luna en el punto de observación LA-347

Descripción Petrográfica LA-347-A:

Wackstone/Biocrita. Roca carbonática compuesta por: ortoquímicos 80%, aloquímicos 15%, extraclásticos 4%, porosidad 1%. Dentro de los ortoquímicos posee un 85% de micrita y 15% de cemento carbonático de tipo microespato y pseudoespato presentándose en forma recristalizada con textura equigranular, y espato como relleno de fracturas (vetas) que poseen el mismo espesor. El porcentaje de aloquímico está representado por radiolarios (90%) de 0,15 mm de diámetro, muy alterados y recristalizados; foraminíferos bénticos

(10%) también recristalizados de 0,1 mm aproximadamente. Entre los extraclastos se observaron granos de cuarzo metamórficos y cristales euhedrales y subhedrales de pirita. En la roca se encuentran numerosos juegos de fracturas rellenas con cemento y algunas estilolitas que tienden a ser paralelas a las fracturas

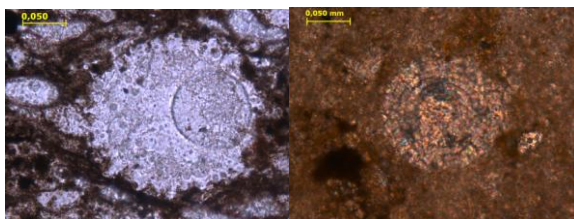


Fig. C124. LA-347-A. Aloquímicos tipo radiolarios alterados y recristalizados. A la izquierda con (NP) y a la derecha con (NC)

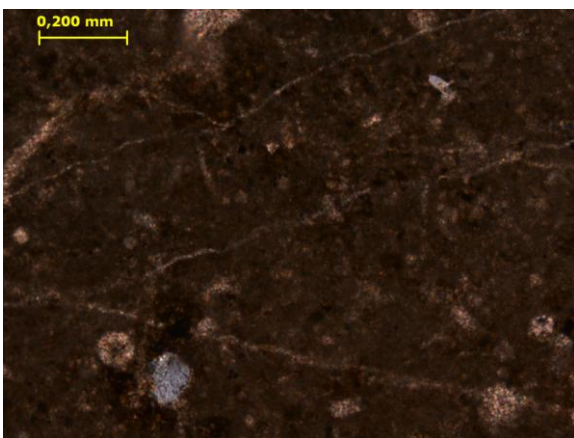


Fig. C125. LA-347-A. Extraclastos representados por cuarzo monocristalinos metamórficos; se ven en color gris (NC)

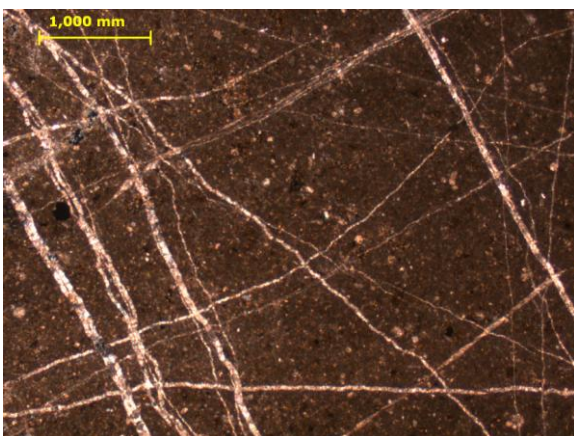


Fig. C126. LA-347-A. Fracturas rellenas de cemento tipo espato y pseudoespato; cristales euhedrales opacos de pirita (NC)

Descripción Petrográfica LA-347-B:

Wackstone/Biomicrocrista. Roca carbonática compuesta por: ortoquímicos 65%, aloquímicos 30%, extraclásticos 3%, porosidad 2%. Dentro de los ortoquímicos posee un 75% de micrita y 25% de

cemento carbonático de tipo microespato y pseudoespato presentándose en forma recristalizada con textura equigranular, y espato como relleno en fracturas (vetas). El porcentaje de aloquímico está representado por radiolarios esparitizados y ligeramente metamorfizados por la alteración (85%) de 0,1 mm de diámetro en promedio, foraminíferos béticos recristalizados (10%) de 0,1 mm aproximadamente, y espículas de esponja (5%). Entre los extraclastos se observaron granos de cuarzo monocristalino metamórfico y cristales opacos de pirita. Esta muestra presenta un nivel de piritización.

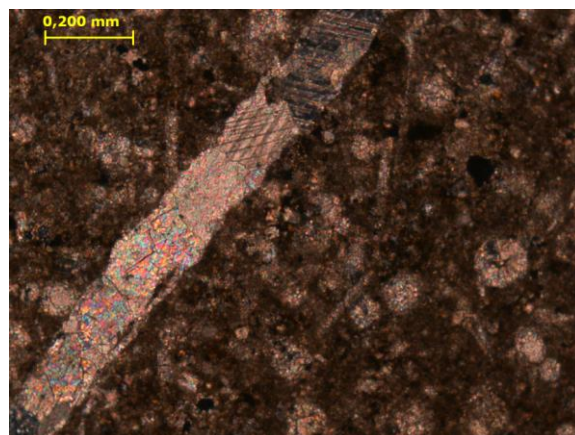


Fig. C127. LA-347-B. Componentes de la muestra. Obsérvese el porcentaje de lodo carbonático, los radiolarios circulares recristalizados, el cemento tipo espato en vetas y pirita de aspecto opaco (NC)

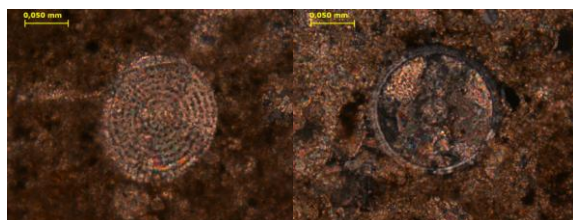


Fig. C128. LA-347-B. Radiolarios esparitizados y alterados (NC)

Descripción Petrográfica LA-347-C:

Wackstone/Biomicrocrista. Roca carbonática compuesta por: ortoquímicos 60%, aloquímicos 35%, extraclásticos 4%, porosidad 1%. Los ortoquímicos lo representan un 90% de micrita y 10% de cemento carbonático de tipo microespato presentándose en forma recristalizada con textura equigranular, y espato como relleno de fracturas (vetas). El porcentaje de aloquímico lo compone principalmente radiolarios esparitizados y alterados (85%) de un diámetro promedio de 1,0 mm; y foraminíferos béticos de un diámetro de 0,1 mm aproximadamente generalmente recristalizados. Como extraclastos se observa granos de cuarzo monocristalino metamórfico y cristales

euhedrales y subhedrales de pirita. Esta muestra posee materia orgánica levemente orientada.

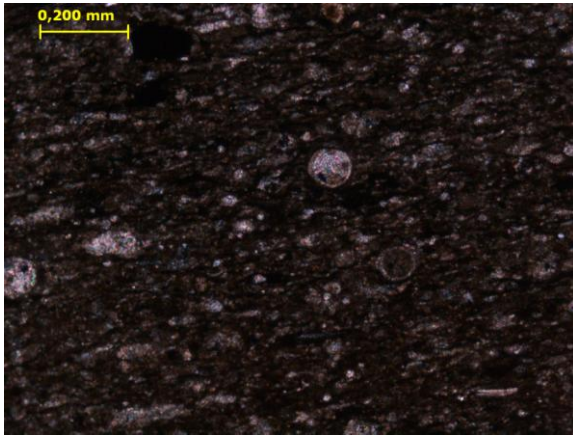


Fig. C129. LA-347-C. Vista de la muestra donde se observa el lodo carbonático, radiolarios esparitizados y la materia orgánica levemente orientada (NC)

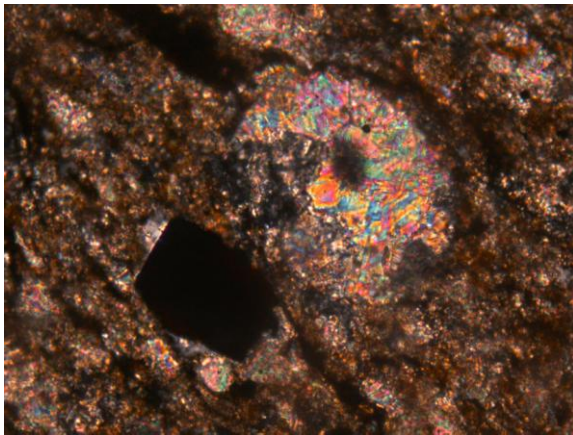


Fig. C130. LA-347-C. Radiolario totalmente alterado y cristal subhedral de pirita (NC)

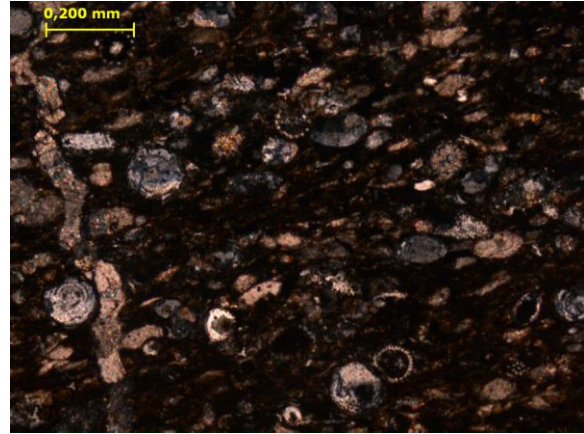


Fig. C131. LA-347-D. Componentes principales de la muestra. Se aprecian aloquímicos tipo radiolarios. A la izquierda se observa una veta rellena por cemento (NC)

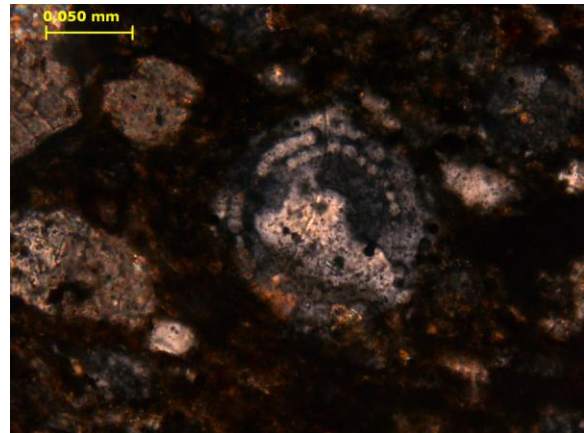


Fig. C132. LA-347-D. Acercamiento del radiolario silicificado (NC)

Descripción Petrográfica LA-347-D:

Wackstone/Biomicrota. Roca carbonática compuesta por: ortoquímicos 58%, aloquímicos 40%, extraclásticos 2% y sin porosidad. Dentro de los ortoquímicos contiene un 90% de micrita y 10% de cemento carbonático de tipo espató con textura equigranular como relleno en fracturas (vetas). Los aloquímicos lo componen en primer orden radiolarios esparitizados y alterados, algunos silicificados (90%) de 0,1 mm de diámetro en promedio y foraminíferos béticos de 0,1 mm de diámetro. Dentro de los extraclastos se observaron granos de cuarzo monocristalinos metamórficos. La muestra posee materia orgánica levemente orientada de aspecto opaco.

**ANEXO I: PERFIL GEOLÓGICO A-A' SECTOR
LOS ALGODONES-COROBORE**

ANEXO II: PERFIL GEOLÓGICO B-B' SECTOR LOS DOS CAMINO-COPEYAL

ANEXO III: MAPA GEOLÓGICO DE LOS DOS CAMINOS, HOJA 6147-I-SE
ESCALA 1:25.000

ANEXO IV: MAPA GEOLÓGICO DE SIQUISIQUE, HOJA 6147-I-SO
ESCALA 1:25.000

ANEXO V: MAPA GEOLÓGICO DE EL OLIVITO, HOJA 6247-II-NE
ESCALA 1:25.000

ANEXO VI: MAPA GEOLÓGICO DE EL ALTO, HOJA 6247-II-NO
ESCALA 1:25.000

ANEXO VII: MAPA GEOLÓGICO DE EL DESECHO, HOJA 6247-III-NE
ESCALA 1:25.000

**ANEXO VIII: MAPA GEOLÓGICO DE LAS TRINCHERAS, HOJA 6247-III-NO
ESCALA 1:25.000**

ANEXO IX: MAPA GEOLÓGICO DE PANAMÁ, HOJA 6247-IV-NE
ESCALA 1:25.000

ANEXO X: MAPA GEOLÓGICO DE COPAYA, HOJA 6247-IV-SE
ESCALA 1:25.000

ANEXO XI: MAPA GEOLÓGICO DE EL OJO DE AGUA, HOJA 6247-IV-SO
ESCALA 1:25.000

**ANEXO XII: MAPA GEOLÓGICO DE COPEYAL, HOJA 6347-III-NO
ESCALA 1:25.000**

ANEXO XIII: MAPA GEOLÓGICO DE LA GARZA, HOJA 6347-IV-SE
ESCALA 1:25.000

ANEXO XIV: MAPA GEOLÓGICO DE EL PORVENIR, HOJA 6347-IV-SO
ESCALA 1:25.000

ANEXO XV: MAPA GEOLÓGICO DE LA REGIÓN SIQUISIQUE-MATATERE
ESCALA 1:100.000