TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

INTEGRACIÓN GEOLÓGICA DE LA REGIÓN LA MESA – MATATERE, ESTADO LARA, VENEZUELA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo
Por el Br. Ricci S. Daniel

Caracas, Octubre de 2011

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

INTEGRACIÓN GEOLÓGICA DE LA REGIÓN LA MESA – MATATERE, ESTADO LARA, VENEZUELA

TUTOR: Dr. Franco Urbani

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo
Por el Br. Ricci S. Daniel

Caracas, Octubre de 2011

Caracas, Octubre de 2011

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Geológica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Daniel Ricci S., titulado:

“Integración geológica de la región La Mesa-Matatere, estado Lara, Venezuela”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente 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. Enzo Caraballo
Jurado

Prof. Sebastián Grande
Jurado

Prof. Franco Urbani
Tutor Académico

Ricci S. Daniel

INTEGRACIÓN GEOLÓGICA DE LA REGIÓN LA MESA – MATATERE, ESTADO LARA, VENEZUELA

Tutor: Dr. Franco Urbani. Tesis, Caracas UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. 2011, p. 151

Palabras clave: Formación Matatere, La Mesa, Capas de Peñones, cartografía, petrografía.

Resumen: La zona de estudio se encuentra ubicada en el occidente de Venezuela, al norte del estado Lara, en el área comprendida entre las poblaciones de La Mesa y Matatere. El presente trabajo pretende integrar la cartografía geológica existente con datos obtenidos en campo, haciendo especial énfasis en la ubicación y descripción de las capas de peñones de la Formación Matatere. Esta investigación forma parte del "Proyecto Matatere", financiado por FUNVISIS. Para lograr la integración geológica fue necesaria la recopilación de la cartografía geológica referente a la zona de estudio, la cual al ser ajustada a la información de campo, se utilizó para generar 12 mapas a escala 1:25.000 y un mapa a escala 1:100.000, siguiendo el cuadriculado generado por Cartografía Nacional.

La transgresión Cretácica conlleva a la depositación de las formaciones Bobare y Barquisimeto, en ambientes marinos. Durante el Paleoceno-Eoceno, y por efecto de la colisión del arco de islas con la placa Sudamericana, se genera el emplazamiento de las napas de Lara, las cuales avanzan progresivamente hacia el sureste. Consecuencia directa del emplazamiento de las napas es la creación de la cuenca antepaís conocida como Surco de Barquisimeto, donde tiene lugar la depositación de la secuencia tipo flysch, conocida como Formación Matatere. Asimismo, el levantamiento generado por esta secuencia de corrimientos imbricada ocasiona que formaciones antiguas sean expuestas y sirvan como fuente de aporte de sedimentos para la secuencia flysch, conllevando esto a la depositación de varias capas de peñones, así como numerosos olistolitos. Durante el Eoceno cesa el emplazamiento de las napas de Lara, y comienza la subducción de ángulo bajo de la placa del Caribe por debajo de Sudamérica, siendo estos procesos contemporáneos con la depositación de la Formación Paují concordantemente sobre la Formación Matatere. La subducción mencionada provoca una liberación de esfuerzos, la cual conlleva a la creación de la cuenca de Falcón, donde se depositan, para la zona de estudio, las formaciones Castillo y Agua Clara, discordantemente sobre las formaciones Matatere y Paují.

Las fallas de corrimiento encontradas en la zona de estudio se asocian a dos procesos distintos: las que se hallan al este de la zona de estudio lo están con el emplazamiento de las napas de Lara, involucrando a las formaciones Barquisimeto y Matatere. Los corrimientos encontrados hacia el oeste se generan por la inversión de la cuenca de Falcón, involucrando a las formaciones Matatere y Castillo. Los plegamientos de la zona de estudio se encuentran asociados a los mismos eventos, exceptuando la nariz anticlinal de Bucarito, la cual probablemente tenga un origen asociado a la rotación horaria de fallas cuaternarias. En cuanto a las fallas de alto ángulo, presentan una orientación principalmente noreste, y se

encuentran cortando loe ejes de los plegamientos y los corrimientos hacia el oeste de la zona de estudio.

Las muestras de rocas ígneas recolectadas en las capas de peñones de la Formación Matatere corresponden a rocas félsicas, principalmente plutónicas. No se cuenta con información suficiente para proponer una fuente de aporte de sedimentos para la mayoría de estas, pero las muestras de diabasa y diorita cuarcífera presentan afinidad con las existentes en las unidades plutónica y volcánica de la Asociación Ígnea de Siquisique. En cuanto a las rocas sedimentarias, las que proporcionaron mayor cantidad de información fueron las rocas carbonáticas, las cuales presentaban en ocasiones foraminíferos de ambientes pelágicos y de plataforma, a pesar de haber sido recolectadas en la misma capa de peñones, lo que es evidencia de que el avance de las napas logro exponer unidades pertenecientes a todo el margen continental.

Este trabajo, junto con los demás pertenecientes al “Proyecto Matatere”, puede servir como base para nuevas investigaciones, de carácter regional, y también para establecer directrices en cuanto al uso de tierras, agua, recursos en general, planificación y ordenamiento del territorio, prevención de desastres como inundaciones y derrumbes, actividades económicas y construcción de infraestructuras.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo quiero agradecer a la ilustre Universidad Central de Venezuela, particularmente a la escuela de Geología, Minas y Geofísica, por abrirme sus puertas y sentirla verdaderamente como un segundo hogar. Al Dr. Franco Urbani, por haber sido un verdadero ejemplo de dedicación al trabajo, puntualidad y rectitud; y muy especialmente por haberme ayudado a comprender a lo que no quisiera dedicarme en mi vida profesional. A FUNVISIS por haberme permitido formar parte de los proyectos LOCTI y GEODINOS.

A mi madre, simplemente por haber sido el pilar inquebrantable sobre el cual se ha fundado todo lo que soy, y todo lo que puedo llegar a ser. Por haber sacrificado todo lo que ha estado a su alcance, para quitar cualquier escollo posible de mi camino. Sin ti absolutamente nada hubiera sido posible. A mi padre por todo el apoyo prestado. A mi tío Victor, por ser esa tercera figura paterna. A VICSA-TRACTOR C.A. por el patrocinio para la realización de las secciones finas. A mi reina por haber cambiado mi mundo, por ser el lente que magnifica lo mejor de mí, por apoyarme incondicionalmente y sobre todo por haber aguantado los tiempos más difíciles. A mi hermana por ser tan distinta a mí. A mis primos Enzo, por seguir vivo, Manuel, por ser mi favorito, y Victor, por haber sido los compañeros de tantos momentos de ocio. A mis demás tíos, abuelos, primos, incluyendo los de mi familia extendida por haber estado siempre allí.

A los profesores Ruthman Hurtado y Lenín González, por haber sido parte integral de mi formación académica, por los conocimientos impartidos en tantas materias que tuve el privilegio de cursar con ellos, y por la inmensa colaboración prestada durante el trabajo de campo y el análisis petrográfico. Al profesor David Mendi, por abrirme las puertas del laboratorio 330 y por enseñarme aplicaciones de la geología que no hubiera podido conocer en ninguna otra parte. Al profesor Ricardo Alezones, por ser lo que considero como el modelo a seguir para cualquiera que quiera incursionar en la docencia, por siempre tener una tesis a la cual referirme y además por siempre estar dispuesto a escuchar y saciar mis dudas, académicas o no. Al profesor Enzo Caraballo, por la infinita colaboración prestada con respecto al uso de ArcGis, incluso cuando esto conllevaba repetirme el mismo procedimiento más de una vez. A los profesores Rafael Falcón, Sebastián Grande, Carolina Machillanda, José Dugarte, Orlando

Méndez y Alfredo Mederos, por aportar cada uno lo que le corresponde para la excelente formación de todos los que pisan nuestra escuela, y especialmente al director Luis Chacón, por toda su dedicación y trabajo.

A todos los compañeros que me acompañaron a lo largo de mi carrera: Karla, Saraí, Andrés Mujica, Carlos, Fernando, Jonathan, Victoria, Alí, Raúl, Marialejandra, Gustavo, Rotshira, María y Valeria; por haber hecho mi estadía en la escuela amena y llevadera. Muy especialmente a Andrei Ichaso por toda la colaboración prestada para la realización de este trabajo, a Andrés Sánchez por su aporte en la realización del trabajo de campo, y a mi tutor industrial, Walter Reategui, por su valiosa ayuda en la realización de los mapas geológicos; pero sobre todo, a los tres por ser tan buenos amigos.

A los trabajadores de MYMAICA, especialmente a su vigilante, por toda la hospitalidad y facilidades brindadas.

A todas las personas que de una u otra forma prestaron su colaboración para la realización de este trabajo.

ÍNDICE

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**…….. 6**

1.3.3. Etapa III: Trabajo de laboratorio y oficina **……..... 7**

2. GEOLOGÍA REGIONAL…….…… 9

2.1. TRABAJOS PREVIOS ……..……9

2.2. TECTONO-ESTRATIGRAFÍA …….. 12

3. GEOLOGÍA LOCAL ……16

3.1. GENERALIDADES …….. 16

3.2. UNIDADES LITOLÓGICAS ……..18

3.2.1. Formación Bobare**……..…….... 18**

3.2.2. Formación Barquisimeto**……...20**

3.2.3. Formación Matatere**……...23**

3.2.3.1. Rocas sedimentarias clásticas y carbonáticas**……29**

3.2.3.2. Olistolitos**……...35**

3.2.3.3 Capas de peñones**……39**

3.2.4. Formación Paují**……63**

3.2.5. Formación Castillo**……64**

3.2.6. Formación Agua Clara**……...67**

3.2.7. Unidades cuaternarias**……69**

3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL 71

3.3.1. Fallas de corrimiento**….…….... 71**

3.3.2. Fallas de ángulo alto.**…… 72**

3.3.3. Pliegues**..……74**

4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES ……...76

4.1. INTERPRETACIONES PETROGRÁFICAS ……..76

4.2. INTERPRETACIONES CARTOGRÁFICAS ……...78

4.3. MODELO EVOLUTIVO ……80

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ……86

6. BIBLIOGRAFÍA ……..…….... 89

APÉNDICE A: GEOGRAFÍA FÍSICA ……..……93

APÉNDICE B: CLASIFICACIONES DE ROCAS ……..……97

APÉNDICE C: SÍNTESIS DE OBSERVACIONES DE CAMPO, DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO Y PETROGRAFÍA …….109

ANEXO I: Mapa geológico de Altagracia, Hoja 6147-II-SO, estado Lara……..……139

ANEXO II: Mapa geológico de El Saladillo, Hoja 6147-II-NE, estado Lara…...…...140

ANEXO III: Mapa geológico de San José, Hoja 6147-II-SE, estado Lara……..141

ANEXO IV: Mapa geológico de Las Huertas, Hoja 6146-I-NE, estado Lara…….142

ANEXO V: Mapa geológico de La Caimana, Hoja 6247-III-SO, estado Lara……143

ANEXO VI: Mapa geológico de Río Tocuyo, Hoja 6246-IV-NO, estado Lara……...144

ANEXO VII: Mapa geológico de Maldonado, Hoja 6247-III-SE, estado Lara...……145

ANEXOVIII: Mapa geológico de Guaidí Abajo, Hoja 6246-IV-NE, estado Lara…..146

ANEXO IX: Mapa geológico de Bucarito, Hoja 6247-II-SO, estado Lara……..147

ANEXO X: Mapa geológico de Pozo Salado, Hoja 6246-I-NO, estado Lara……...148

ANEXO XI: Mapa geológico de El Caimito, Hoja 6247-II-SE, estado Lara……...149

ANEXO XII: Mapa geológico de Uvedal, Hoja 6246-I-NE, estado Lara…….150

ANEXO XIII: Mapa geológico de la región de La Mesa-Matatere, estado Lara, a escala 1:100.000……..…151

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Área comprendida por el Proyecto Matatere en DEM (imagen modificada de la data ASTER 2004) con una resolución de 30 m……..……..... 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……... 4

Fig. 4. Cortes esquemáticos que muestran el emplazamiento del sistema imbricado de corrimientos conocido como las napas de Lara. Tomado y modificado de BAQUERO *et al.* (2009) ……..…….…… 12

Fig. 5. Posición del frente de corrimiento para el Paleoceno-Eoceno. Tomado de MARTÍNEZ Y VALLETTA (2008) y simplificado de BAQUERO *et al.* (2009)..... 13

Fig. 6. Corte esquemático del Surco de Barquisimeto para el Eoceno Medio. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)……..…….. 14

Fig. 7. Situación presente de la cuenca "invertida" de Falcón. Tomado de BAQUERO *et al.* (2009)…….. 15

Fig. 8. Extensión de la Formación Bobare en la zona de estudio..…….. 19

Fig. 9. Extensión de la Formación Barquisimeto en la zona de estudio……..…… 21

Fig. 10. Afloramiento La-425. Formación Barquisimeto en la quebrada Morrocoy…..….22

Fig. 11. Extensión de la Formación Matatere en la zona de estudio.…….. 24

Fig. 12. Afloramiento La-406.Contacto discordante entre las formaciones Matatere (izquierda) y Barquisimeto (derecha), observado en la quebrada El Salto del Negro…….....……. 25

Fig. 13. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra La-427R. A) Foraminíferos plánticos (*Discocyclina*) y fragmento de molusco cortados por veta de calcita (NC). B) Fragmento de alga verde (NP). C) Clasto de micrita arenosa (NC). D) Granos subredondeados de cuarzo policristalino (NC). E) Caliza granular lodosa con pellets y una espina de equinodermo (NP). F) Fragmento de molusco (NC)……..……... 29

Fig. 14. Muestra La-403C en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con más de 15% de matriz. Q=cuarzo, F=feldespato, FR=fragmento de roca…….....…….30

Fig. 15. La-403C. Fragmento fósil con inversión homoaxial en grauvaca feldespática (NC)……..……31

Fig. 16. Muestras La-405 y La-409 en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con menos de 15% de matriz. Q=cuarzo, F=feldespato, FR=fragmento de roca.……...……... 32

Fig. 17. Fig.17. Fotomicrografías de las muestras de subarenita feldespática. A) La-405. Deformación de granos dúctiles (NC). B) La-409. Deformación de cristal de muscovita (NC)……..…….. 32

Fig. 18. La-403AR. Fragmento de roca carbonática fosfatizado (NC)…...…… 33

Fig. 19. La-403AR. Granos de cuarzo en matriz micrítica (NC).……...……. 34

Fig. 20. La-411R. Grano de cuarzo con sombras de presión (NC).…….…… 35

Fig. 21. Nódulo de caliza en la quebrada Aceituna (afloramiento La-404).…….……36

Fig. 22. Afloramiento La-426. Olistolito de diorita cuarcífera de la quebrada Morrocoy.……..…….. 37

Fig. 23. Muestras de diorita cuarcífera graficadas en el diagrama triangular Q-A-P.....…. 37

Fig. 24. Fotomicrografías de muestras de diorita cuarcífera. A) La-426A. Veta de calcita cortando cristal de plagioclasa (NC). B) La-426B. Dique aplítico que corta la muestra. Se observa la fabrica inequigranular seriada (NC).……..38

Fig. 25. Columna estratigráfica generalizada de la Capa de Peñones de Paragüito en la localidad tipo. Escala: aproximadamente 200 m de espesor. Según RENZ *et al.* (1955) y tomado de URBANI (2010).……...……39

Fig. 26. Afloramiento La-401. Capa de Peñones de Paragüito aflorando en la quebrada El Palmiche.....43

Fig. 27. Muestras de granodiorita graficadas en el diagrama triangular Q-A-P…….…..45

Fig. 28. Fotomicrografías de muestras de granodiorita. A) La-401B Textura mirmequítica en Feldespato potásico (NC). B) La-431B. Textura antipertítica en cristal de plagioclasa (NC).…….……...……46

Fig. 29. Muestras de tonalita graficadas en el diagrama triangular Q-A-P (NP)……47

Fig. 30. Fotomicrografías de muestras de tonalita. A) La-418D. Cristales de biotita alterando a clorita (NC). B) La-431B. Biotita alterando a clorita (NC).....48

Fig. 31. Muestra de monzonita cuarcífera graficada en el diagrama triangular Q-A-P…...49

Fig. 32. Fotomicrografías de la muestra de monzonita cuarcífera. A) La-421A Cristales de biotita con textura sagenítica (NC). B) La-421A Cristal euhedral de titanita alterado a leucoxeno (NC).……..…….50

Fig. 33. Afloramiento La-418. Capa de peñones de la quebrada Mamonal, donde se encuentran numerosos cantos de rocas graníticas fuertemente meteorizadas.…….……50

Fig. 34. Muestra de andesita porfídica graficada en el diagrama triangular Q-A-P.……51

Fig. 35. Cristales euhedrales de anfíbol alterados (NC).……...……... 52

Fig. 36. Muestra de dacita porfídica graficada en el diagrama triangular Q-A-P…….53

Fig. 37. Fenocristal de plagioclasa sericitizado hacia el centro (NC).…….…….54

Fig. 38. Fotomicrografías de las muestras de paraconglomerado polimíctico. A) La-429A. Fragmento de cuarzo policristalino (NC). B) La-429A. Clastos subredondeados de chert (NC). C) La-420BR. Detalle de clasto de subarenita feldespática (NC). D) La-420BR. Clasto de roca carbonática (NC).……..……55

Fig. 39. Muestra La-418F en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con más de 15% de matriz. Q=cuarzo, F=feldespato, FR=fragmento de roca.…..……... 56

Fig. 40. La-418F. Detalle de clasto de roca carbonática (caliza granular lodosa) dentro de grauvaca lítica (NC)…….57

Fig. 41. Fotomicrografías de las muestras de arenisca micrítica. A) La-401E. Fragmento de alga roja coralina (NP). B) La-402C. Fragmentos de briozoarios (NP).…….....58

Fig. 42. Fotomicrografías de las muestras de caliza granular lodosa. A) La-401A. Foraminíferos plánticos recristalizados a calcita (NP). B) La.418B. Fragmento de alga verde recristalizado a calcita (NC). C) La-421B. Pellets de origen fecal y algal (NP)……...59

Fig. 43. Fotomicrografías de las muestras de caliza aloquímica arenosa. A) La-402A. Estilolitas (NP). B) La-402B. Fragmento de briozoario (NC)……...…….…… 60

Fig. 44. Fotomicrografías de las muestras de caliza lodosa (wackstone). A) La-402E. Foraminífero plántico (*Discocyclina)* (NP). B) La-429B. Fragmento de anélido (NC).…….....61

Fig. 45. Molde de amonite en nódulo de caliza.…….……..61

Fig. 46. Extensión de la Formación Paují en la zona de estudio.……..……63

Fig. 47. Extensión de la Formación Castillo en la zona de estudio.…….…….65

Fig. 48. Extensión de la Formación Agua Clara en la zona de estudio.……68

Fig. 49. Extensión de las unidades cuaternarias en la zona de estudio.……...…….70

Fig. 50. Distribución de los corrimientos en la zona de estudio.……..72

Fig. 51. Detalle de los corrimientos ubicados entre Pozo Salado y Bucarito.……..……72

Fig. 52. Fallas de ángulo alto presentes en la zona de estudio……..73

Fig. 53. Pliegues presentes en la zona de estudio.…….75

Fig. 54. Corte geológico A-B (hojas 6246-I-NO y 6247-II-SO). Apilamiento de escamas de la Formación Barquisimeto intercaladas con la Formación Matatere…….....79

Fig. 55. Apilamiento progresivo de las napas de norte a sur. Tomado y simplificado de STEPHAN (1982, 1985)……...……..……. 79

Fig. 56. Paleoceno Tardío – Eoceno Temprano. Generación de una cuenca antepaís donde se deposita la Formación Matatere. Tomado de BAQUERO *et al.* (2009)…….82

Fig. 57. Eoceno Medio – Eoceno Tardío. Finaliza el emplazamiento de las napas de Lara. Tomado de BAQUERO *et al.* (2009)..…….83

Fig. 58. Oligoceno Temprano. Generación de la cuenca de Falcón por un régimen distensivo. Tomado de BAQUERO *et al.* (2009)……...……..…84

Fig. 59. Situación presente de la cuenca "invertida" de Falcón. Tomado de BAQUERO *et al.* (2009)……..……..85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Unidades geológicas terciarias-cretácicas en la región de La Mesa-Matatere…...17

Tabla 2. Nomenclatura utilizada para las unidades cuaternarias……...……...17

Tabla 3. Tipos litológicos muestreados en la Formación Matatere.……..27

Tabla 4. Composición de la muestra de paraconglomerado polimíctico …….28

Tabla 5. Composición de los clastos de micrita arenosa……...28

Tabla. 6. Composición de los clastos de caliza granular lodosa (packstone)…….. 29

Tabla 7. Composición de la muestra de grauvaca feldespática……...… 30

Tabla 8. Composición de las muestras de subarenita feldespática.……...31

Tabla 9. Composición de las muestras de caliza granular lodosa (packstone).…...…….33

Tabla 10. Composición de la muestra de lodolita (mudstone).…….34

Tabla 11. Composición de la muestra de micrita arenosa..…….……35

Tabla 12. Muestras y tipo litológico correspondientes a los olistolitos encontrados dentro de la Formación Matatere.…….…. 35

Tabla 13. Composición mineralógica de las muestras de diorita cuarcífera…….…37

Tabla 14. Tipos litológicos muestreados en las capas de peñones de la Formación Matatere……...44

Tabla 15. Composición mineralógica de las muestras de granodiorita…….45

Tabla 16. Composición mineralógica de las muestras de tonalita……...…..……... 47

Tabla 17. Composición mineralógica de la muestra de monzonita cuarcífera……..48

Tabla 18. Composición Mineralógica de la muestra de andesita porfídica……...……...51

Tabla 19. Composición Mineralógica de la muestra de dacita porfídica……..53

Tabla 20. Composición de las muestra de paraconglomerado polimíctico……...54

Tabla 21. Composición mineralógica de los clastos de subarenita feldespática……...55

Tabla 22. Composición mineralógica de la muestra de grauvaca lítica……56

Tabla 23. Composición de la muestras de arenisca micrítica……...57

Tabla 24. Composición de las muestras de caliza granular lodosa (packstone)……...58

Tabla 25. Composición de las muestras de caliza aloquímica arenosa…….59

Tabla 26. Composición de las muestras de caliza lodosa (wackstone)…….…60

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se encuentra enmarcado dentro del "Proyecto Matatere", el cual a su vez forma parte de los proyectos LOCTI (Investigaciones Geológicas en el norte de Venezuela) y GEODINOS (Geodinámica Reciente del Límite Norte de la Placa Sudamericana), coordinados por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) y llevado a cabo de manera conjunta con la Universidad Central de Venezuela (UCV). Este proyecto surge como una contribución de FUNVISIS para los municipios Urdaneta y Torres, pertenecientes al estado Lara, siendo su objetivo principal la compilación de una cartografía geológica que permita a futuro la elaboración de una adecuada planificación económica, territorial y ambiental.

Este trabajo comprende la integración de la cartografía geológica existente de una zona ubicada al norte del estado Lara, en la cual aflora principalmente la Formación Matatere, descrita por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967, 1968) como una espesa secuencia de turbiditas, asociada con varios horizontes de capas de peñones. A Través de trabajo geológico de campo, análisis petrográfico e investigación bibliográfica se buscará corroborar la existencia de varias de estas capas de peñones, así como caracterizar algunos contactos entre la Formación Matatere y las unidades adyacentes, con el fin de generar 12 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa geológico a escala 1:100.000. Esta cartografía puede servir como base para futuras investigaciones tectonoestratigráficas que busquen ahondar en la depositación de las unidades sedimentarias presentes en la zona, así como la procedencia de este material.

1.1.OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Integrar la cartografía geológica de la región La Mesa - Matatere, estado Lara, conjugando los datos recopilados por distintos autores, con la información obtenida en campo, referente a la ubicación de contactos y a la distribución de las capas de peñones.

1.1.2. Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento geológico de superficie, prestando especial importancia a la ubicación y cartografía de los contactos entre la Formación Matatere y la Formación Barquisimeto, así como de las capas de peñones contenidas en la primera.

- Cartografiar y caracterizar las capas de peñones de la Formación Matatere, haciendo énfasis en el estudio de su contenido de bloques ígneo-metamórficos.

- Efectuar el análisis petrográfico de muestras tomadas en la zona de estudio.

- Elaborar el mapa geológico a escala 1:25.000 de la zona de estudio del norte del edo. Lara, a partir de la integración cartográfica de mapas geológicos de la zona publicados anteriormente y las observaciones propias. En total corresponde a 12 hojas según el cuadriculado de Cartografía Nacional.

- Integrar la información de los mapas geológicos a escala 1:25.000 en un mapa geológico a escala 1:100.000.

1.2.LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Proyecto Matatere ha sido subdividido en cuatro sectores, teniendo como base la división de las hojas topográficas realizada por Cartografía Nacional, y estando compuesto cada uno por 12 hojas a escala 1:25.000. En la figura 1 se indica la extensión regional del Proyecto Matatere, destacando la zona correspondiente a este trabajo.

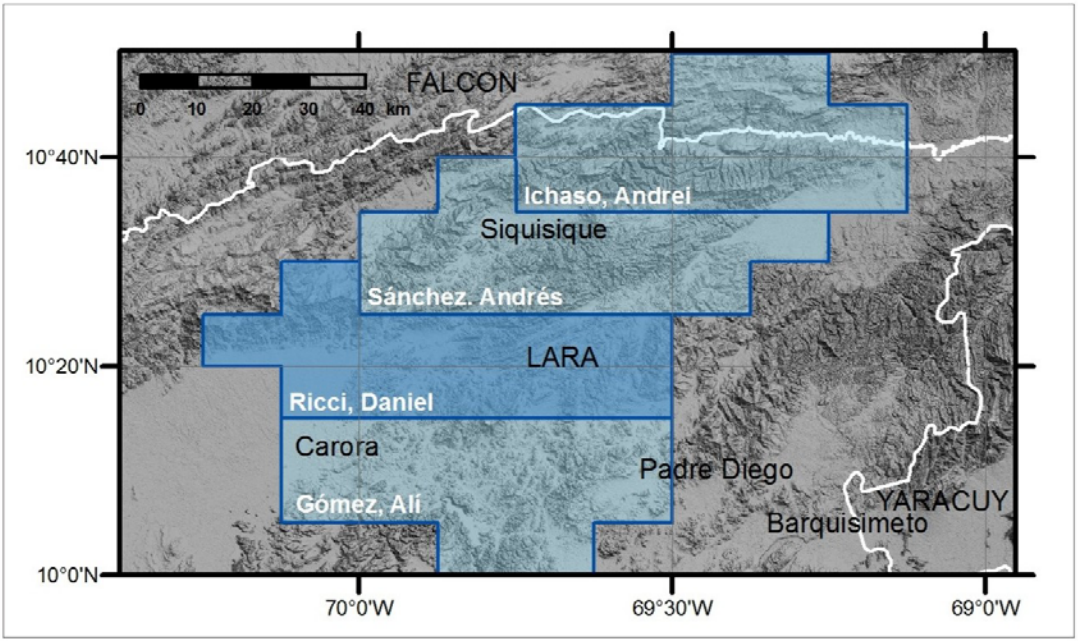


Fig. 1. Área comprendida por el Proyecto Matatere en DEM (imagen modificada de la data ASTER 2004) con una resolución de 30 m.

La zona de estudio se encuentra ubicada al norte del estado Lara, entre las poblaciones La Mesa y Matatere, y puede ser enmarcada dentro de un polígono con las siguientes coordenadas geográficas:

- Parte Sur (rectángulo mayor):

Coordenadas Oeste: 69º30'W – 70º7'30''W

Coordenadas Norte: 10º15'N – 10º25'N

- Parte Norte (rectángulo menor)

Coordenadas Oeste: 70ºW – 70º7'30''W

Coordenadas Norte: 10º25'N – 10º30'N

- Parte Oeste (rectángulo menor)

Coordenadas Oeste: 70º7’30’’W – 70º15’W

Coordenadas Norte: 10º25’N – 10º25’N

La zona de estudio abarca un área de 1.520 km^2.

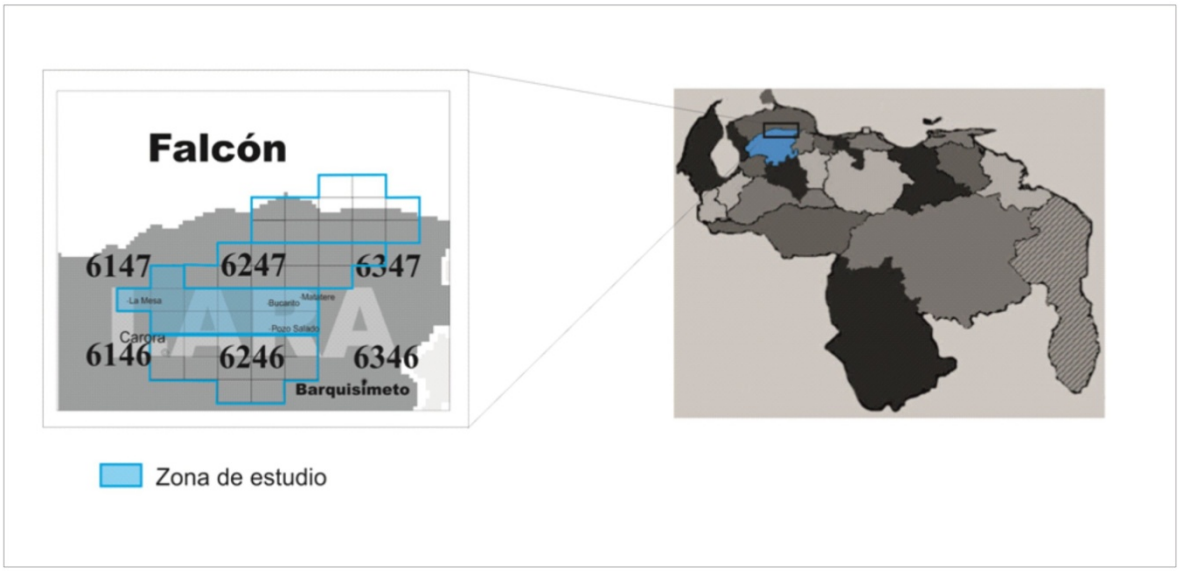


Fig. 2. Ubicación de la zona de estudio.

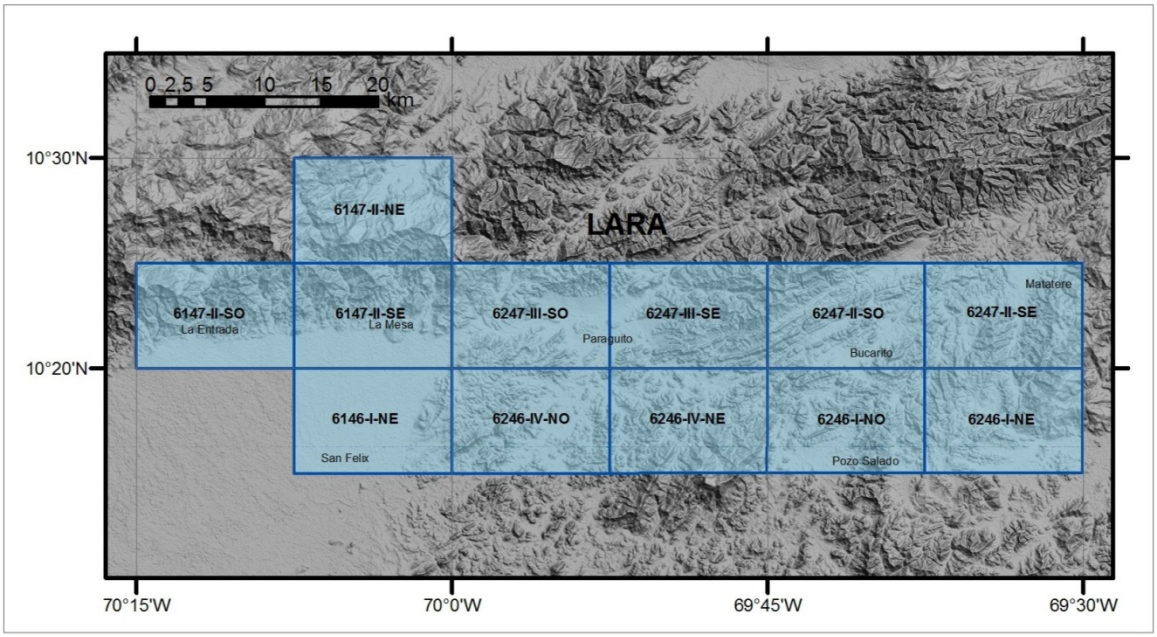


Fig. 3. Zona de estudio delimitada en DEM (imagen modificada de la data ASTER 2004) con una resolución de 30 m.

1.3.METODOLOGÍA

1.3.1. Etapa I: Recopilación de información bibliográfica

En esta etapa se incluye la recolección de información geológica publicada acerca de investigaciones realizadas en el área de estudio, como Trabajos especiales de Grado, artículos en revistas científicas y memorias de Congresos Geológicos.

Se recolectarán los siguientes mapas geológicos:

- Mapa geológico de la región de Bucarito-Matatere a escala 1:40.000, de la Compañía Shell de Venezuela, elaborado por VAN DER MEULEN (1954).

- Mapas de geología de superficie D-04-B y D-05-A a escala 1:50.000 correspondientes a la "Creole Petroleum Corporation" (1960), realizados por PIERCE (1951), WHEELER (1958), MCDANIEL (1960) y JEFFERSON (1960).

- Mapa geomorfológico base de las regiones costa nor-occidental 2, centro occidental 3 y central 6, realizado a escala 1:250.000 (COPLANARH 1974).

- Mapa geológico del estado Lara, elaborado a escala 1:250.000 por STEPHAN (1982, 1985).

- Mapas geológicos de superficie 6146 y 6147 a escala 1:100.000, de Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), elaborado por BAQUERO *et al.* (2010).

Asimismo se utilizaron también las siguientes hojas topográficas de Cartografía Nacional, a escala 1:25.000; junto con el ortofotomapa correspondiente:

- 6146: I-NE.
- 6147: II-S-O, II S-E, II N-E.
- 6246: I-N-E, IV-N-E y I-N-O.

- 6247: III-SE, II-SE, IV-NO, III-SO y II-SO.

Por último fueron recopiladas tablas visuales y gráficos adecuados para la clasificación de rocas, tanto en campo como mediante el análisis petrográfico.

1.3.2. Etapa II: Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó en los sectores cercanos a las poblaciones El Yabito, Bucarito y Pozo Salado, con el objeto de:

- Corroborar parte de la información teórica recolectada en la Etapa I.
- Realizar geología de superficie, con el objeto de recolectar muestras para un posterior análisis petrográfico. Se dio prioridad a las muestras de rocas carbonáticas y rocas ígneas contenidas en las capas de peñones, así como de las areniscas de grano grueso de la Formación Matatere.
- Describir y definir los tipos de contactos entre las formaciones Matatere y Barquisimeto, aflorantes en los sectores visitados.
- Corroborar la existencia, extensión y composición de algunas de las capas de peñones cartografiadas por VAN DER MEULEN (1954).

Se llevó a cabo la recolección de muestras tanto de bloques localizados en los afloramientos como de algunos rodados encontrados en las quebradas. Las rocas carbonáticas aportan información ambiental valiosa por medio de los fósiles, mientras que las rocas ígneas, conglomerados y areniscas de grano grueso son útiles para inferir fuentes de aporte de sedimentos, por lo que fueron los tipos litológicos buscados en campo. Se recolectó un total de 44 muestras.

La descripción litológica en campo se basó en distintos parámetros, dependiendo estos siempre del tipo de roca recolectado:

- **Roca ígnea:** color fresco, color meteorizado, tamaño de cristales (son observables o no), mineralogía y texturas presentes.
- **Arenisca:** color fresco, color meteorizado, tamaño de grano, escogimiento, esfericidad, redondez, reacción al ácido clorhídrico y mineralogía.

- **Roca carbonática:** color fresco, color meteorizado, presencia de siliciclásticos y contenido fósil.
- **Conglomerado:** tamaño de clastos, porcentaje de matriz, escogimiento, esfericidad, redondez e identificación de tipos de clastos.

1.3.3. Etapa III: Trabajo de laboratorio y oficina

El trabajó post-campo conllevó la realización de dos actividades: la elaboración de los mapas geológicos y el análisis petrográfico de algunas de las muestras recolectadas.

1) Elaboración de mapas geológicos

Para la elaboración de los mapas geológicos se utilizó la información cartográfica recolectada en la Etapa I, ya disponible en digital en la mapoteca del Laboratorio de Geología y Geoquímica (330) de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela.

Utilizando el programa Arc Map [GIS Software] versión 9.3, se inició el trabajo mediante la georeferenciación de todos estos mapas en coordenadas UTM La Canoa, debido a que estas fueron las coordenadas bajo las cuales se encontraba configurado el sistema GPS utilizado en campo. La información topográfica fue realizada tomando como base las hojas de Cartografía Nacional, mientras que para la información geológica se tomaron como base los mapas de la Creole Petroleum Corporation.

Una vez vectorizado cada tipo de dato en una capa individual se procedió a integrar la información geológica obtenida en campo con la ya obtenida anteriormente. Ya integrado todo el conjunto de datos geológicos, se procedió a realizar el traslado de la información al sistema de coordenadas UTM WGS84, para la posterior edición del diseño cartográfico final y la división de los mapas 1:25.000.

Para el mapa 1:100.000, la escala no permitió el grado de detalle presente en los anteriores, por lo que se simplificaron algunas características, sin que esto afectara la visión regional objeto de la carta.

2) Estudio petrográfico

De las 44 muestras recolectadas en campo se elaboraron 30 secciones finas, dando prioridad a los mejores ejemplares de cada tipo litológico (menor grado de meteorización, mayor contenido fósil, etc.). El análisis petrográfico fue realizado por medio de un microscopio de luz polarizada, el cual conllevo a su vez la toma de fotomicrografías para registrar aspectos resaltantes de cada muestra.

Los sistemas de clasificación utilizados para cada tipo de roca fueron los siguientes:

- **Para rocas ígneas:** clasificación I.U.G.S., de STRECKEISEN (1972).
- **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).

2. GEOLOGÍA REGIONAL

2.1. TRABAJOS PREVIOS

El estado Lara ha sido extensamente explorado desde 1928, por parte de compañías petroleras como la Compañía Shell de Venezuela y la Creole Petroleum Corporation. Particularmente en la zona de estudio se han llevado a cabo varios trabajos que la analizan de forma directa o indirecta, entre los que se destacan:

- VAN DER MEULEN (1954): como parte de su entrenamiento en geología de campo, realiza el estudio de la zona comprendida entre Bucarito y Matatere. A grandes rasgos diferencia secuencias cretácicas (entonces denominadas formaciones Colón, La Luna y Tomón), las cuales se encuentran de manera autóctona hacia el este de la zona de estudio, y de manera alóctona en capas de peñones dentro del Eoceno. Asimismo el Paleoceno se encuentra de forma autóctona como calizas arrecifales y de manera alóctona en capas de peñones. El Eoceno temprano pudo ser datado por fósiles, mientras que el Eoceno medio es estéril en este aspecto. Ambos fueron definidos como una secuencia uniforme de arenisca (carbonática o no) y lutita, con capas de peñones contentivas de rocas ígneas, caliza cretácica y del Paleoceno. Menciona la Capa de Peñones de Paragüito y el conglomerado de Cienaguita entonces interpretadas como originadas por eventos de deslizamiento submarino. El anticlinal de Buenos Aires, con inmersión hacia el noreste, es considerado como la estructura geológica mas importante de la zona, aunque también es consciente del extenso fallamiento presente.

- NATERA (1957) estudia la geología de la cuenca baja del Rio Tocuyo, abarcando la parte noreste de la zona de estudio del presente trabajo, y definiendo para el Eoceno tres unidades litológicas: la más antigua (unidad 1) compuesta por un conglomerado basal, seguido de una alternancia de arenisca y lutita; la segunda (unidad 2) conformada por capas de arenisca con cemento de minerales de arcilla; y la tercera (unidad 3) por una alternancia de arenisca y lutita similar a la primera pero estratigráficamente por arriba. Además hace énfasis en la ausencia de fósiles de la secuencia de edad Eoceno. El trabajo es amplio y define varias de las unidades más jóvenes que afloran a lo largo de la cuenca hidrográfica, proponiendo interpretaciones estructurales y una historia geológica para la zona.

- RENZ (1960): plantea que las formaciones Humocaro y La Luna sirven como fuente de aporte en los deslizamientos submarinos ocurridos en el margen oeste del surco de Barquisimeto. 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, quedando estas embebidas en lo que llama "lutitas terciarias sin diferenciar". Plantea que el origen de las rocas ígneas es desconocido.

- BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1966): en esta guía de excursión a la región de Duaca-Barquisimeto-Bobare, se propone por primera vez, y de manera muy informal, el nombre de Formación Matatere, para designar a la espesa secuencia de turbiditas asociada a varios horizontes de capas de peñones. Plantea condiciones de sedimentación similares a la facies de "flysch" europeo, y además reconoce la presencia de bloques pertenecientes a la Formación Barquisimeto, así como rocas graníticas y gnéisicas. Los autores realizan una síntesis de varias interpretaciones de tectónica y sedimentación en el surco de Barquisimeto.

- VON DER OSTEN (1967): en un intento de unificar la nomenclatura geológica existente hasta el momento, propone incluir dentro de la Formación Moran a la secuencia tipo flysch que se presenta como relleno del surco de Barquisimeto. La misma la subdivide en un miembro inferior lutítico (Tocuyo), y un miembro superior arenoso (Botucal). Menciona que las capas de peñones de Pavia y Paragüito no pueden ser consideradas unidades estratigráficas debido a que pertenecen a litofacies discontinuas distribuidas esporádicamente en las lutitas del miembro Tocuyo. Sugiere la invalidez de nomenclaturas como las formaciones Barquisimeto y Matatere, entre otras.

- BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968): presenta una descripción formal y a detalle de la Formación Matatere, en donde destacan características que la distinguen de la Formación Moran, como la ausencia de fósiles en la lutita y características mineralógicas y texturales en la arenisca. De igual forma describe detalladamente a las formaciones Barquisimeto, Bobare y a varias otras unidades, planteando una interpretación de la relación estratigráfica existente entre las mismas.

- STEPHAN (1982, 1985) define el complejo tectono-sedimentario de Lara, conformado por una sucesión terrígena de edad Paleoceno a Eoceno medio, intercalada con unidades alóctonas (napas de la cordillera de la Costa y de Tinaco-Tinaquillo). Considera la Formación Matatere como la parte más importante de esa sucesión terrígena autóctona, y la subdivide en tres partes: Matatere I, esencialmente pelítico, con capas de olistolitos cretácicos hacia el tope y al cual le asigna una edad Paleoceno Inferior; Matatere II, dominada por lutita y capas de arena fina, discordante sobre el cretácico alóctono (Napas de la cordillera de la costa) y de edad Paleoceno Superior a Eoceno Inferior; y finalmente Matatere III, de edad Eoceno Inferior a Eoceno medio, representado por facies flysch, con capas de arenisca de grano grueso y abundantes capas de peñones. El autor también define el complejo tectónico estratigráfico de Lara, 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) realizan el análisis petrográfico de las facies gruesas de la Formación Matatere, así como de algunos olistolitos contenidos en ella, con el objetivo de determinar posibles fuentes de aporte de sedimentos.

- NOGUERA *et al.* (2008): realiza datación de circones detríticos provenientes del margen pasivo venezolano, para formaciones del Cretácico Temprano. Sostienen que la red fluvial (proto-Rio Orinoco) drenaba tanto Los Andes como el escudo de Guayana durante el Cretácico Temprano, los cuales servían como aporte de sedimentos para las formaciones depositadas sobre el graben de Espino y el rift de Uribante, siendo la ultima la Formación Bobare.

- BAQUERO *et al.* (2009): si bien el objetivo del trabajo era evaluar la calidad de la roca madre cenozoica, realizan una completa interpretación estructural del desarrollo de la cuenca de Falcón, y el emplazamiento de las napas de Lara.

- URBANI (2010): propone formalizar la definición de las capas de peñones de Paragüito y de Pavia como subunidades válidas incluidas dentro de la Formación Matatere. Proporciona una síntesis de la información disponible en investigaciones anteriores

referentes a las mismas, así como nuevos datos obtenidos mediante trabajo de campo y dataciones geocronológicas. Por último propone descripciones detalladas para ambas unidades.

- URBANI & MENDI (2011): estudian la discordancia existente entre las rocas oligo-miocenas de la Cuenca de Falcón (Formación Castillo) y rocas del Paleógeno (Formación Matatere en la zona de estudio). Hacen énfasis en la extensión de la misma y en las unidades litológicas que esta involucra.

2.2. TECTONO-ESTRATIGRAFÍA

La zona de estudio se encuentra enmarcada dentro del panorama tectónico de la cuenca invertida de Falcón, el cual a su vez se encuentra ligado a la formación de las Napas de Lara. Para su generación, BAQUERO *et al.* (2009) proponen un desarrollo estructural en cuatro etapas. Para este modelo parten de la existencia de una plataforma relativamente llana de rocas cretácicas (fig. 4), de aproximadamente 236 km de longitud. Durante el Paleoceno?-Eoceno temprano la placa del Caribe se desplaza hacia el sur, ocasionando compresión sobre la plataforma cretácica y generando un sistema imbricado de corrimientos, conocido como las Napas de Lara. Este proceso se dio en cinco pulsos, y el acortamiento total de la secuencia cretácica fue de unos 73 km.

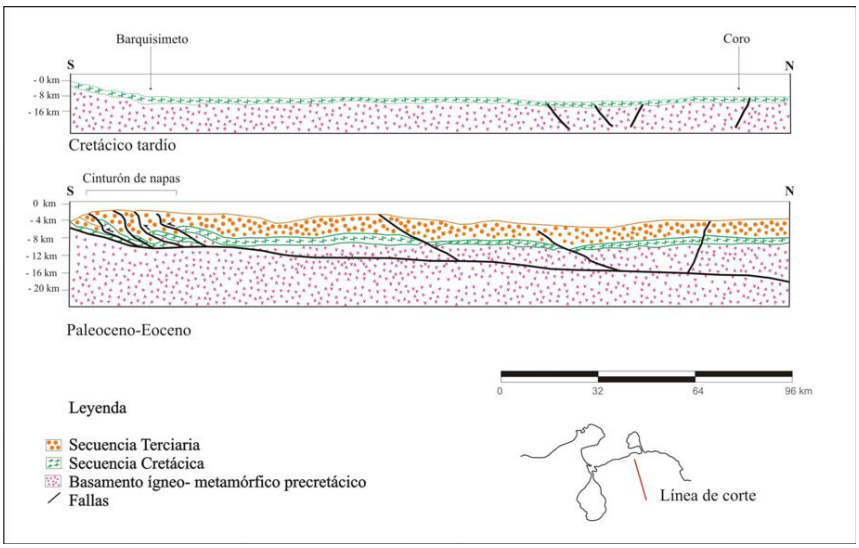


Fig. 4. Cortes esquemáticos que muestran el emplazamiento del sistema imbricado de corrimientos conocido como las napas de Lara. Tomado y modificado de BAQUERO *et al.* (2009).

Debido al emplazamiento de las napas se genera una cuenca antepaís (*foreland)*, conocida como surco de Barquisimeto (fig. 5). Por ser el Eoceno un período de gran inestabilidad tectónica, se deposita la secuencia tipo *flysch* conocida como la Formación Matatere, la cual contiene numerosos olistolitos de rocas ígneas y del Cretácico. Las rocas carbonáticas cretácicas existentes dentro de las capas de peñones, sugieren que estas estuvieron involucradas dentro del frente de deformación, por lo que fueron recicladas dentro del surco (fig. 6).

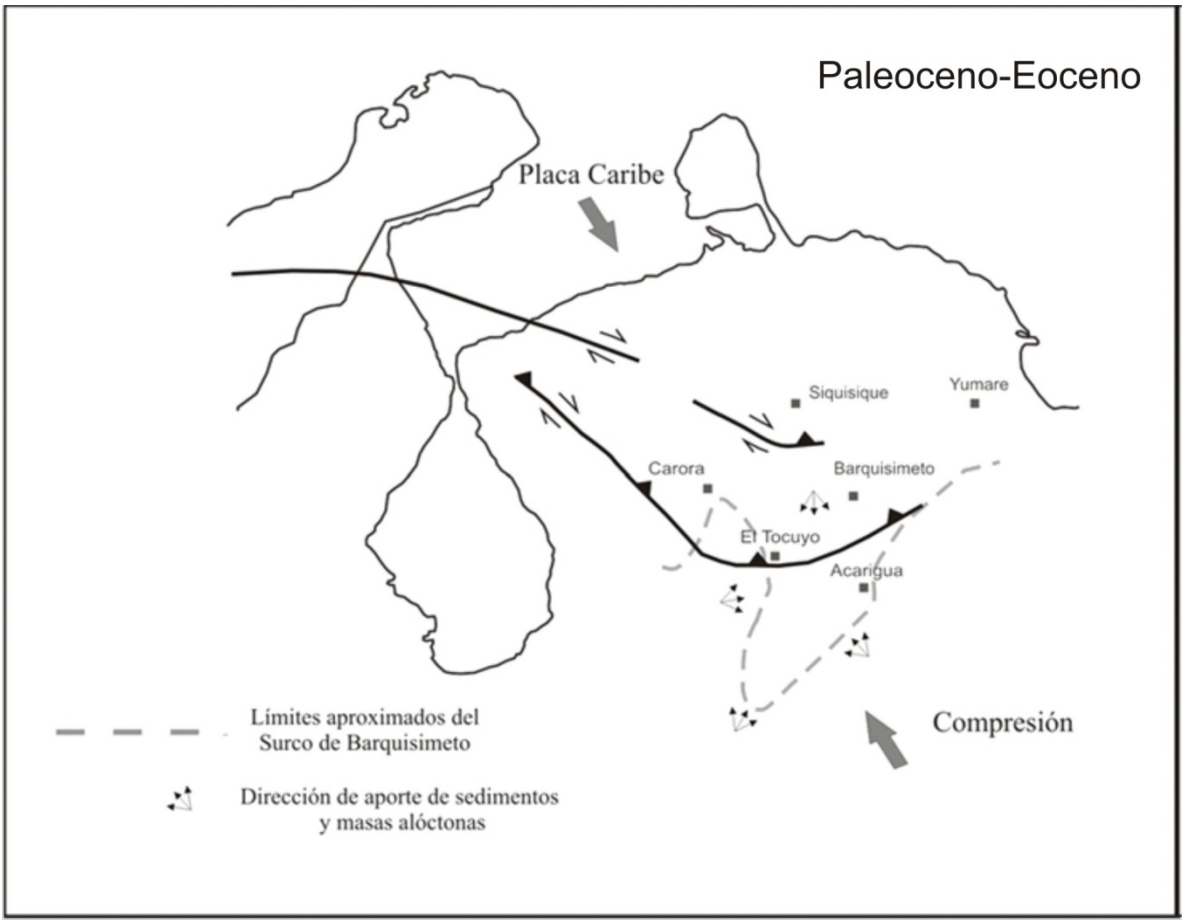


Fig. 5. Posición del frente de corrimiento para el Paleoceno-Eoceno y límites del surco de Barquisimeto. Tomado de MARTÍNEZ & VALLETTA (2008) y simplificado de BAQUERO *et al*. (2009).

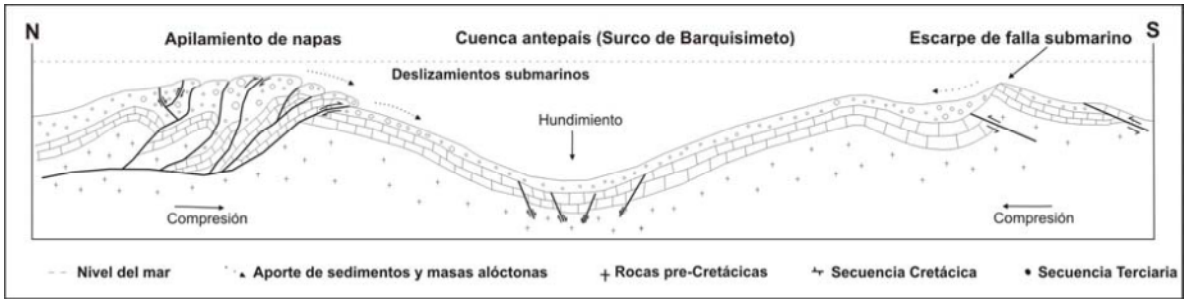


Fig. 6. Corte esquemático del Surco de Barquisimeto para el Eoceno medio. Tomado y modificado de MARTÍNEZ & VALLETA (2008)

Durante el Eoceno la corteza acumula su mayor espesor, lo cual obstaculiza el continuo movimiento de la placa proto-Caribe, por lo que se genera una subducción de angulo bajo durante el Eoceno Tardío-Oligoceno. La erosión, sumada a la liberación de esfuerzos locales debido al cese de actividad de la placa del Caribe, genera una zona de descompresión subparalela a la subducción, lo que conlleva a la reactivación de fallas preexistentes y presenta un escenario ideal para el colapso tectónico.

AUDEMARD (1995) propone una apertura diacrónica de la cuenca, la cual se da de Este a Oeste. La depositación se inicia con la Formación Cerro Misión, la cual precisamente se encuentra confinada a la margen sureste de la cuenca. Por estar el eje de la cuenca sometido a una fuerte subsidencia, se depositan facies marinas profundas (Formación Pecaya), las cuales pasan progresivamente a depósitos más clásticos (Formaciones Paraíso y Castillo) hasta llegar a calizas de plataforma (formaciones Churuguara y Capadare). Las formaciones Pecaya y Paraíso, de edad Oligoceno se encuentran interdigitadas con intrusiones basálticas, las cuales marcan el período de mayor subsidencia tectónica. La posterior subsidencia termal permite la depositación de la Formación Agua Clara.

La tercera etapa propuesta por BAQUERO *et al.* (2009) consiste en un desplazamiento de la placa del Caribe hacia el sureste, ocasionando la reactivación de fallas pre-existentes, lo cual derivó en la inversión tectónica de la cuenca de Falcón. AUDEMARD (1995) plantea que este evento compresivo estructura la cuenca como un gran anticlinorio, desplazando el eje de la sedimentación hacia el norte. Sin embargo el sector oriental de la cuenca, el más abierto al mar, preservó su configuración de cuenca marina profunda, por lo que solo el suroeste de la cuenca se vio afectada por esta fase tectónica de edad Mioceno medio a

Superior. Como consecuencia de esto los depósitos de la cuenca eran continentales hacia el oeste y marinos hacia el este.

Por último BAQUERO *et al.* (2009) proponen que durante el Mioceno-Pleistoceno? Las fallas reactivadas alcanzan al sistema imbricado de las napas de Lara y la inversión cesa. Sin embargo, por el continuo movimiento de la placa del Caribe, se generan nuevas fallas hacia el norte, las cuales cortan a las pre-existentes. Aunado a esto se da el levantamiento andino debido a un nuevo nivel de despegue, el cual se une al sistema de fallas del norte generando un sistema triangular.

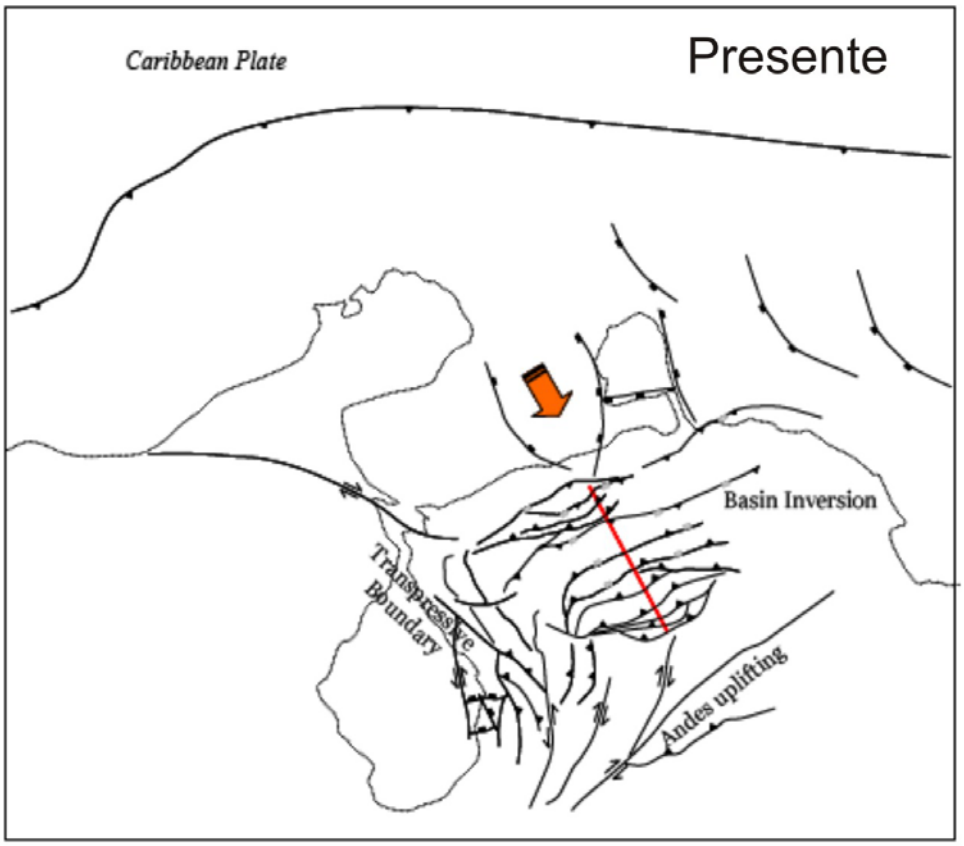


Fig. 7. Situación presente de la cuenca "invertida" de Falcón. Tomado de BAQUERO *et al.* (2009).

3. GEOLOGÍA LOCAL

3.1. GENERALIDADES

La zona de estudio comprende parte del norte del estado Lara, entre las poblaciones de La Mesa y Matatere. A continuación se describirán las unidades litológicas aflorantes en el área, con información compilada por otros autores así como datos obtenidos durante el trabajo de campo. Las capas de peñones de la Formación Matatere, así como su contenido también serán descritas con especial énfasis.

En el área de estudio afloran unidades de edad Cretácico hasta reciente, siendo todas de carácter sedimentario. Las mismas corresponden a las formaciones Bobare, Barquisimeto, Matatere, Paují, Castillo y Agua Clara, siendo las formaciones Matatere y Barquisimeto las que ocupan el mayor porcentaje en cuanto a área de afloramiento se refiere. Aunado a esto se encuentran olistolitos de rocas ígneas y sedimentarias, como caliza tipo La Luna. Asimismo aparecen algunas capas de peñones dentro de la Formación Matatere, contentivas de diversas litologías.

Las rocas ígneas encontradas corresponden a olistolitos métricos a submétricos encontrados dentro de la Formación Matatere. Durante el trabajo de campo fueron muestreadas algunas de estas capas de peñones, y su ubicación ha quedado corroborada y registrada en los mapas anexos. La Tabla 1 muestra las unidades litológicas cretácicas y terciarias presentes en la zona de estudio.

A continuación se presenta una lista de las abreviaturas utilizadas en este capítulo:

NC: Nícoles Cruzados	Lcx: Leucoxeno	Px: Piroxeno	Opa: Opacos	Cal: Calcita
NP: Nícoles Paralelos	Kfs: Feldespato potásico	Cpx: Clinopiroxeno	Ap: Apatito	Chl: Clorita
Mtz: Matriz	Bt: Biotita	Qtz: Cuarzo	FR: Fragmentos de roca	Hbl: Hornblenda
Pl: Plagioclasa	Ms: Muscovita	Am: Anfíbol		Opa: Opacos

Tabla 1. Unidades geológicas terciarias-cretácicas en la región de La Mesa-Matatere.

Unidad	Edad	Nomenclatura	Descripción
Agua Clara	Mioceno temprano	Tmac	Lutita ferruginosa con intercalaciones de arenisca
Castillo	Oligoceno-Mioceno temprano	Tomc	Conglomerado y arenisca
Paují	Eoceno	Tep	Lutita
Matatere	Eoceno medio	Tem	Arenisca, conglomerado y lutita. Secuencia Flysch
Barquisimeto	Cretácico Tardío (Cenomaniense-Maastrichtiense)	Kb	Lutita, limolita, marga compactada, ftanita y caliza
Bobare	Cretácico Temprano (Barremiense-Albiense)	Kbo	Arenisca cuarzosa y lutita

Para las unidades cuaternarias se genero una clasificación basada en la realizada por COPLANARH (1974), cuyos mapas fueron utilizados para enriquecer la cartografía del presente trabajo. La nomenclatura que será empleada para la clasificación se encuentra en la tabla 2.

Tabla 2. Nomenclatura utilizada para las unidades cuaternarias, basada en COPLANARH (1997).

Edad	Nomenclatura	Descripción
Holoceno	Q0A5	Rampa de explayamiento
	Q0A6	Rampa coluvial
	Q0A9	Complejo coluvio-aluvial de piedemonte
	Q0B9	Valle coluvio-aluvial
	Q0B12	Valle encajado
Pleistoceno Superior	Q1A3	Abanico de explayamiento
	Q1A5	Rampa de explayamiento
	Q1B10	Terraza Aluvial
Pleistoceno Inferior	Q2A3	Abanico de explayamiento

3.2. UNIDADES LITOLÓGICAS

A continuación se describirán las unidades litológicas representadas en los mapas 1:25.000 y que afloran en el área de estudio.

3.2.1. Formación Bobare

Consideraciones históricas

Fue mencionada por primera vez por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1966), para luego ser descrita formalmente por los mismos autores (1968). MACSOTAY *et al.* (1987) hacen el estudio litológico, paleontológico y paleoambiental de la Formación Bobare.

Localidad tipo

La localidad tipo se encuentra en la carretera Bobare-Churuguara, donde 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 area aproximada de 800 km^2. Ocupa un 3% del area total de la zona de estudio (fig. 8), encontrándose al este de la misma.

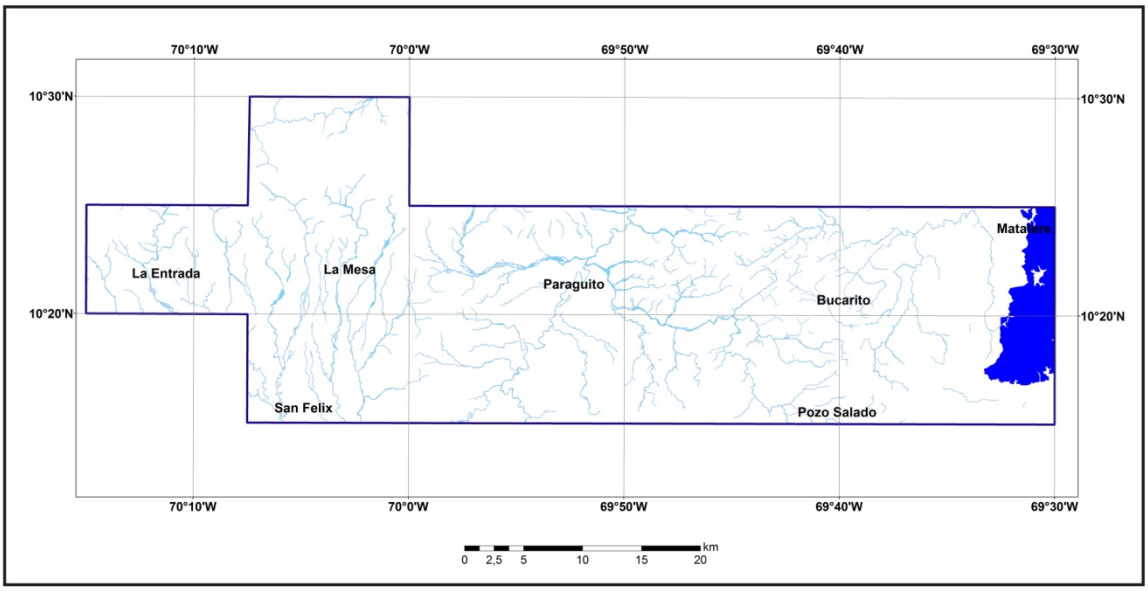


Fig. 8. Extensión de la Formación Bobare en la zona de estudio.

Contactos

La Formación Bobare presuntamente pasa transicionalmente hacia el este a la Formación Mamey. El contacto con la Formación Barquisimeto no está claro. BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) proponen que esta se presenta como mantos caóticos de deslizamiento transportados por gravedad que cubrían a la Formación Bobare.

Litología

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) plantean que esta compuesta por 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 presentan marcas de oleaje, estratificación cruzada ni rizaduras.

Con la arenisca se interestratifican 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.

Los autores 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.

Espesor

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

Fósiles

MACSOTAY en BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) presenta un cuadro 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, *Helmintoidea* icnosp., *Planolites* icnosp., *Zoophycos* icnosp., además de estos icnofósiles los autores señalan la presencia de amonites como *Hamitoides, hamites? prohisteroceres* y de gasterópodos.

Edad

El conjunto de fósiles mencionado por MACSOTAY *et al*. (1987) permite asignar una edad para la Formación Bobare una edad Cretácico Temprano, probablemente Barremiense-Albiense.

3.2.2. Formación Barquisimeto

Consideraciones históricas

El término fue introducido por BUSHMAN (1959) para designar rocas de la secuencia cretácica que aflora en la región de Barquisimeto, estado Lara. CORONEL & RENZ (1960) y BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) coinciden en la interpretación de la Formación Barquisimeto como una acumulación heterogénea de masas alóctonas cretácicas embebidas en un "wild flysch" del Terciario temprano, estableciendo los últimos que la teoría de deslizamiento de bloques es la que mejor se ajusta a las relaciones estratigráficas presentes en el estado Lara.

Localidad tipo

BUSHMAN (1959) no señala localidad tipo. CORONEL & RENZ (1960) señala como localidad tipo el cerro Volador, al norte de Barquisimeto. MACSOTAY *et al*. (1987) señalan como la mejor sección, la expuesta en los cerros al sur de la carretera Lara-Zulia, entre las quebradas La Ruesca y el caserío Mamón.

Extensión

La Formación Barquisimeto se distribuye ampliamente por Lara occidental, central y meridional, hasta la serranía de Portuguesa. Ocupa un 6% del area total de la zona de estudio (fig. 9), ubicándose al este de la misma, así como al sur, entre las poblaciones de Pozo Salado y Bucarito.

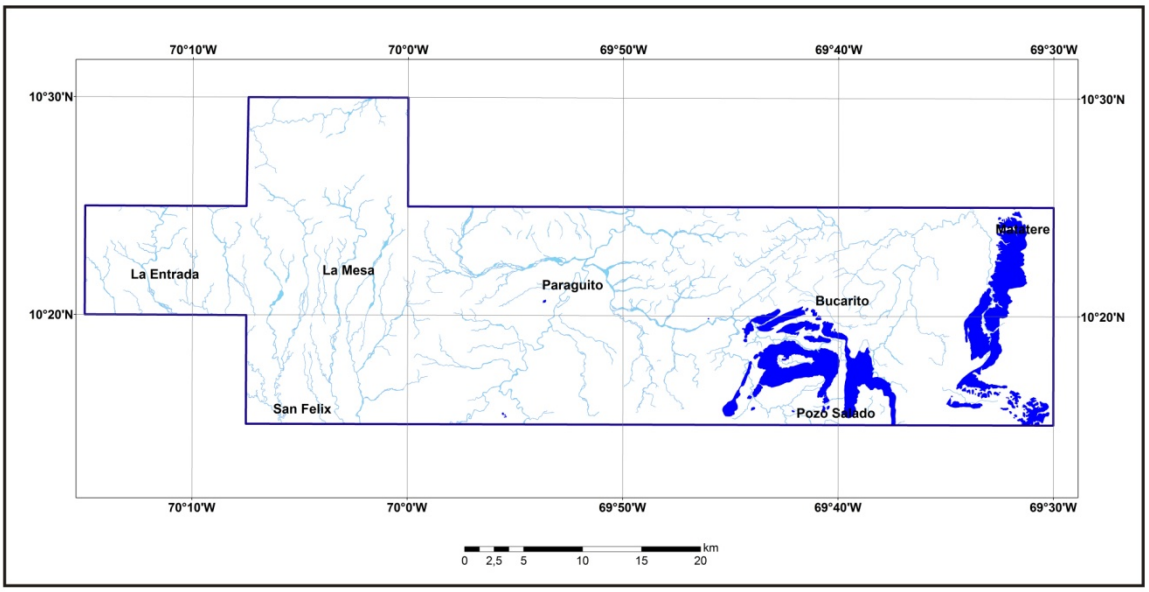


Fig. 9. Extensión de la Formación Barquisimeto en la zona de estudio.

Contactos

Según BUSHMAN (1959) la Formación Barquisimeto es gradacional sobre la caliza arenosa de la Formación Carorita, e infrayace, también gradacionalmente, a la Formación Morán. Mientras tanto MACSOTAY *et al.* (1987) señalan un hiatus sobre la Formación Bobare y en ausencia de esta sobre la Formación Carorita, y que además se halla cubierta en discordancia angular por la Formación Matatere. Hacia el norte de la población de Pozo Salado se presenta sobrecorriendo a la Formación Matatere, formando sucesivas "escamas"

de corrimiento. Cuando la Formación Matatere se encuentra estratigráficamente por arriba de la Formación Barquisimeto, el contacto entre las mismas es discordante. Este último tipo de contacto fue observado en la quebrada El Salto del Negro (hoja 6246-I-NO)

Litología

Comprende capas de limolita, lutita, marga compactada, ftanita y caliza, de color fresco gris oscuro a negro y meteorizado gris claro. Las capas de caliza son discontinuas y se presentan sobre todo en la parte inferior de la secuencia. STEPHAN (1982, 1985) la coloca dentro de su unidad de San Pablo-Buenos Aires, y la define como una secuencia de alternancias marlítico-arcillosas y ftanítico-pelíticas, de ambiente hemipelágico y pelágico. La unidad experimentó metamorfismo de la facies prenhita-pumpellita y en algunos sectores presenta plegamientos isoclinales; se han encontrado porfidoblastos de pumpellita. En la zona de estudio se presenta principalmente como interestratificaciones de caliza y ftanita, como se observa en la figura 10, presentando las partes pelíticas en ocasiones un aspecto de pizarra.



Fig. 10. Afloramiento La-425. Formación Barquisimeto en la quebrada Morrocoy.

Espesor

CORONEL & RENZ (1960) mencionan un espesor de 1700 m en su sección del cerro Volador. Las demás localidades presentan complicaciones estructurales que restan fiabilidad al espesor medido.

Fósiles

BUSHMAN (1959), CORONEL & RENZ (1960) y BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) señalan presencia de: *Gumbelina globulosa, G. cretacea, Mammnites* sp., *Globigerina* sp., *Globotruncana* sp., y rudistas.

Edad

El conjunto faunal y las relaciones estratigráficas permiten asignarle a la Formación Barquisimeto una edad Cenomaniense-Maastrichtiense.

3.2.3. Formación Matatere

Consideraciones históricas

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1966) proponen el nombre por primera vez, y posteriormente (1968) es descrita formalmente por los mismos autores como una secuencia tipo "flysch". Trabajos anteriores como el de NATERA (1957) y RENZ (1960) definen la secuencia como "sin diferenciar", al igual que VAN DER MEULEN (1954), quien la describe dentro de su "secuencia eocena". Además RENZ *et al.* (1955) describen formalmente la "Capa de Peñones de Paragüito"; así mismo BUSHMAN (1965) describe una unidad similar en el noroeste de Barquisimeto como "Capas de Peñones de Pavia", siendo ambos niveles contentivos de olistolitos de caliza del cretácico y rocas ígneas. 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

Aflora en las serranías de Matatere y Parupano, en el estado Lara. En la zona de estudio, la Formación Matatere aflora en un 70% del area total (fig. 11), encontrándose distribuida a

lo largo de la misma, tanto al norte de la población de La Mesa, como entre las poblaciones de San Félix y Matatere.

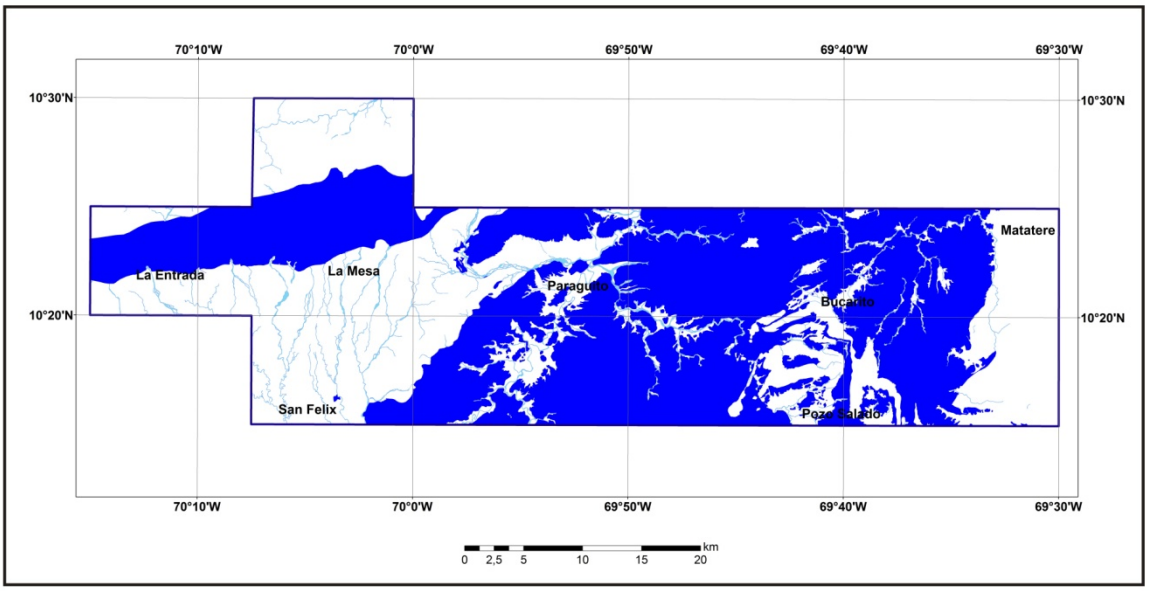


Fig. 11. Extensión de la Formación Matatere en la zona de estudio.

Contactos

La geología estructural de la zona hace que los contactos entre la Formación Matatere y las unidades adyacentes sean difíciles de observar. Cuando la Formación Castillo se encuentra estratigráficamente por arriba de la Formación Matatere, el contacto entre ambas es discordante. Sin embargo, cuando la Formación Matatere se encuentra estratigráficamente por arriba de la Formación Castillo, el contacto entre las unidades viene dado por una falla de corrimiento.

Una relación similar ocurre con la Formación Barquisimeto, debido a que cuando esta se encuentra estratigráficamente por arriba de la Formación Matatere, el contacto entre ambas 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 (URBANI & MENDI, 2011). Un ejemplo de este último tipo de contacto fue observado en campo, en el punto de observación La-406 (fig. 12). El contacto entre la Formación Paují y la Formación Matatere es concordante.



Fig. 12. Afloramiento La-406.Contacto discordante entre las formaciones Matatere (izquierda) y Barquisimeto (derecha), observado en la quebrada El Salto del Negro.

Litología

VAN DER MEULEN (1954) la coloca dentro de su secuencia de edad Eoceno. El Eoceno Temprano lo subdivide en tres 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 meteorizado gris claro, de granulometría fina a media, con cuarzo, mica, feldespato sericitizado, calcita y chert. El conglomerado presenta la misma composición que la arenisca, y contienen clastos de caliza. Menciona que esta zona contiene capas de bloques de caliza cretácica y granito.
- Zona 3: con mayor porcentaje de arenisca que la anterior. Presenta también capas de bloques con composición similar a las anteriormente mencionadas.
- Zona 4: esta zona presenta alternancia de lutita y arenisca de 20 cm de espesor promedio.

El Eoceno medio se caracteriza por su ausencia de fósiles, y viene dado por 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 se encuentra en esta secuencia.

NATERA (1957) por su parte la define como Eoceno si diferenciar y define 3 tramos, haciendo la salvedad que fueron cartografiados sin diferenciarse debido a lo deformados que se encontraban los afloramientos.

- La parte 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.

- La parte superior la describe como 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.

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) la definen como una gruesa secuencia de turbiditas, con características del "flysch" europeo. Las capas de arenisca generalmente son delgadas, de unos 30 cm de espesor, pero pueden llegar a medir 3 m. Son de grano fino a medio y presentan pobre escogimiento, con baja madurez textural. El contacto entre arenisca y lutita es a veces abrupto y a veces transicional. La arenisca presenta estructuras típicas de secuencias turbidíticas, como marcas de base, huellas de carga y estructuras de desgarre. Se componen principalmente por cuarzo, con menores proporciones de feldespato, mica, pirita, zircón y fragmentos de caliza, granito y gneis. La lutita compone entre el 33 y 55% de la unidad, y es de color gris oscuro y meteoriza a marrón claro. Presenta una característica fractura astillosa. Como los autores anteriores, mencionan las capas de bloques, y plantean teorías sobre su depositación.

STEPHAN (1982, 1985) plantea la división de las unidades paleocenas y eocenas en 4 unidades: Matatere I, Matatere II, Matatere III y Agua Negra. 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 grauvaca y lutita con presencia de brechas y microbrechas. Los olistostromos se hallan embebidos tanto en capas de arenisca como en lutita, y corresponden a rocas carbonaticas, pelitas

litificadas, esquistos, cuarcitas, y más raramente, rocas volcánicas básicas y gneises. Esta unidad es discordante sobre la unidad San Pablo-Buenos Aires, y es sobrecorrida por las unidades de Yumare y Siquisique. Además, el autor presume que pasa transicionalmente a la Asociación Agua Negra.

El 99% de la Formación Matatere que aflora en la zona de estudio equivale a la subunidad Matatere III definida por STEPHAN (1982, 1985), si bien presenta algunas variaciones en cuanto a espesor de las litologías, siendo el espesor de las capas de lutita algo mayor hacia el sureste. El 1% restante aflora en la esquina sureste de la zona de estudio, y corresponde a la unidad Matatere I. Algunos niveles caóticos contienen nódulos y bloques de caliza, sin embargo representan eventos locales, que de ninguna forma constituyen capas continuas. Lo mismo ocurre con un olistolito de diorita cuarcífera encontrado en la quebrada Morrocoy. Las muestras tomadas en la Formación Matatere, sin incluir olistolitos ni capas de peñones, puede englobarse en 8 tipos litológicos los cuales se encuentran representados en la tabla 3 y serán descritos a continuación.

Tabla 3. Tipos litológicos muestreados en la Formación Matatere.

Formación Matatere				
Tipo Litológico			**Muestra**	**Análisis Petrográfico**
Sedimentario	Conglomerado	Paraconglomerado Polimíctico	La-427R	Posee análisis petrográfico
	Arenisca	Grauvaca Feldespática	La-403C	Posee análisis petrográfico
		Subarenita Feldespática	La-405 y La-409	Todas poseen análisis Petrográfico
		Arenisca de grano muy grueso	La-410R	No posee análisis petrográfico
	Caliza	Caliza granular lodosa (packstone)	La-403AR	Posee análisis petrográfico
		Lodolita (mudstone)	La-404B	Posee análisis petrográfico
		Micrita Arenosa	La-411R	Posee análisis petrográfico

3.2.3.1. Rocas sedimentarias clásticas y carbonáticas

- **Paraconglomerado polimíctico**

La muestra La-427R se recolecto como rodado en uno de los tributarios de la quebrada La Rinconada (hoja 6247-II-SO). La composición del mismo se representa en la tabla 4.

Tabla 4. Composición de la muestra de paraconglomerado polimíctico

Paraconglomerado Polimíctico				
Muestra	**Clastos**	**Matriz**	**Cemento**	**Porosidad**
La-427R	40%	30%	25%	5%

La matriz presenta un buen escogimiento, y granos principalmente subangulares de cuarzo (75%), así como cristales de muscovita como mineral accesorio. El cemento predominante es de minerales de arcilla (25%), aunque también se observo algo de cemento carbonatico. En cuanto a la composición de los clastos, esta será descrita a continuación:

- Cuarzo (30%): se presenta en sus variedades mono y policristalina, en cristales bien redondeados y con tamaños entre 3 mm y 4 mm (fig. 13D).
- Micrita arenosa (20%): se da en clastos redondeados que a su vez contienen granos subangulares de cuarzo embebidos en una matriz micrítica (fig.13C). Presentan tamaños entre los 3 mm y 5 mm. La composición mineralógica de los clastos de micrita arenosa se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Composición de los clastos de micrita arenosa

Clastos de micrita arenosa		
Muestra	**Extraclasticos**	**Micrita**
La-427R	20-30%	70-80%

- Fragmentos fósiles (39%): contiene abundantes fósiles bien preservados de *Discocyclina*, así como fragmentos de moluscos con inversión homoaxial (fig.13F) y abundantes fragmentos de algas verdes y rojas.

- Caliza granular lodosa (packstone) (10%): los fragmentos de este tipo de roca presentan más de 50% de aloquímicos y tamaños entre 2,3 mm y 5 mm. La composición mineralógica de los clastos de caliza granular lodosa se representa en la tabla 6.

Tabla 6. Composición de los clastos de caliza granular lodosa (packstone)

Clastos de caliza granular lodosa (packstone)		
Muestra	**Aloquímicos**	**Micrita**
La-427R	50-63%	50-37%

- Granitoide (1%): presenta dos fragmentos de posible roca granítica, con tamaños entre 2 mm y 3 mm. Contienen cristales de plagioclasa, cuarzo y biotita.

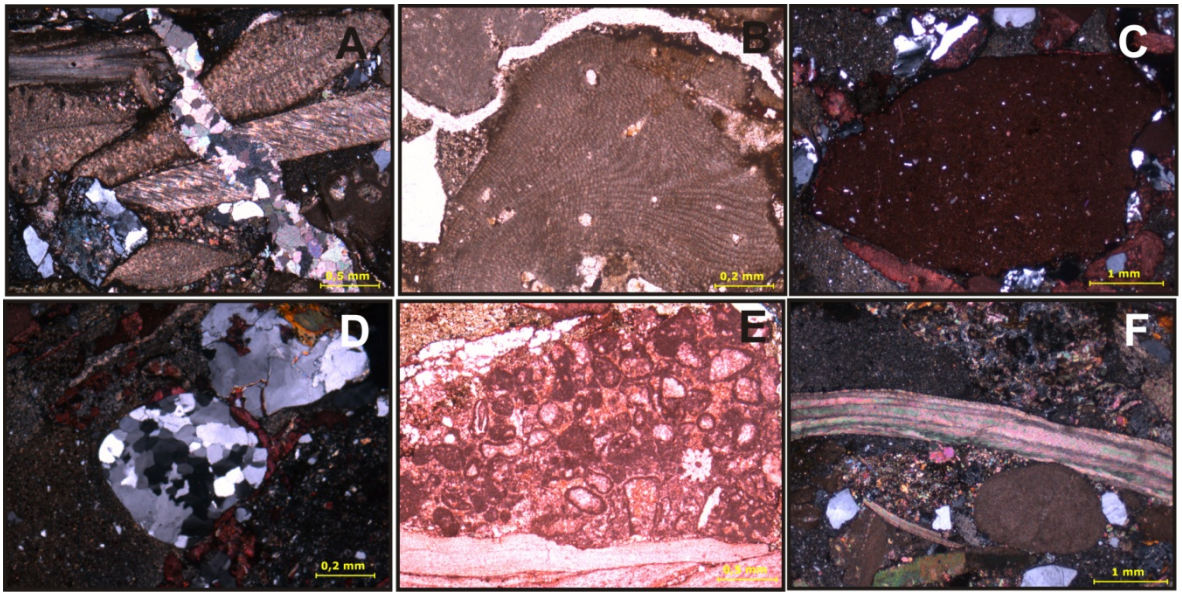


Fig.13. Fotomicrografías de los clastos contenidos dentro de la muestra La-427R. A) Foraminíferos plánticos (*Discocyclina*) y fragmento de molusco cortados por veta de calcita (NC). B) Fragmento de alga verde (NP). C) Clasto de micrita arenosa (NC). D) Granos subredondeados de cuarzo policristalino (NC). E) Caliza granular lodosa con pellets y una espina de equinodermo (NP). F) Fragmento de molusco (NC)

- **Grauvaca feldespática**

La muestra La-403C fue recolectada estratigráficamente por debajo de la capa de peñones aflorante en la quebrada Quebracho (hoja 6247-II-SO). Presenta un tamaño de grano promedio de 0,3 mm (arena media) y un escogimiento medio. Contiene un 30% de

granos, de los cuales un 14% corresponde a cuarzo monocristalino subredondeado. Las plagioclasas ocupan un 7%, y se encuentran poco alteradas. Además presenta un 5% de granos de chert y minerales accesorios como moscovita, biotita (4%) y fragmentos fósiles con inversión homoaxial como el observado en la figura 15. Contiene un alto porcentaje de matriz (50%), la cual está compuesta por minerales de arcilla, entre los que se pudo identificar la esmectita. El cemento (19%) está también compuesto por minerales de arcilla. La porosidad presente (2%) se debe a fracturas en la roca. La tabla 7 muestra la composición mineralógica de la roca, mientras que la figura 15 su ubicación en el diagrama de clasificación triangular.

Tabla 7. Composición de la muestra de grauvaca feldespática.

Grauvaca Feldespática								
Muestra	**Granos**					**Matriz**	**Cemento**	**Porosidad**
	Qtz	**Pl**	**FR**	**Bt**	**Ms**			
La-403C	14%	7%	5%	2%	2%	50%	19%	1%

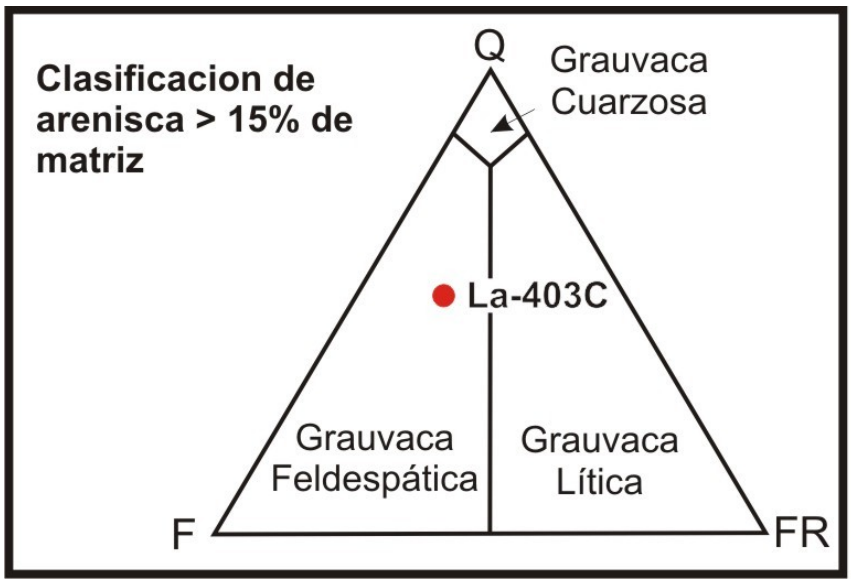


Fig. 14. Muestra La-403C en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con más de 15% de matriz. Q=cuarzo, F=feldespato, FR=fragmentos de roca.



Fig. 15. La-403C. Fragmento fósil con inversión homoaxial en grauvaca feldespática (NC)

- **Subarenita feldespática**

Fueron recolectadas dos muestras de este tipo litológico, La muestra La-405 recolectada en la quebrada La Rinconada (hoja 6247-II-SO), y la muestra La-409 (hoja 6247-II-SO), encontrada en la quebrada Arriba. Presentan porcentajes similares de granos (50%-68%), matriz (10%-12%) y cemento (20%-23%). Solo la muestra La-409 presenta algo de porosidad (7%) la cual se da entre partículas. La composición de los granos es principalmente cuarzo (45%-53%), feldespato (5%-9%), fragmentos de roca como chert y cuarcita (4%-5%) y minerales accesorios (1%-6%) como muscovita, biotita y clorita los cuales en ocasiones se encuentran deformados (fig. 17 A, B). La matriz de ambas rocas contiene minerales de arcilla. En cuanto a las características texturales, presentan un escogimiento de medio a pobre y granos subredondeados. La compactación presente es de media a baja. La tabla 8 contiene la composición mineralógica de las muestras de subarenita feldespática, mientras que la figura 16 su ubicación en el diagrama de clasificación triangular.

Tabla 8. Composición de las muestras de subarenita feldespática.

Subarenita Feldespática									
Muestra	**Granos**						**Matriz**	**Cemento**	**Porosidad**
	Qtz	**Pl**	**Kfs**	**FR**	**Bt**	**Ms**			
La-405	53%	5%	-	4%	3%	3%	12%	20%	-
La-409	45%	7%	2%	5%	-	1%	10%	23%	7%

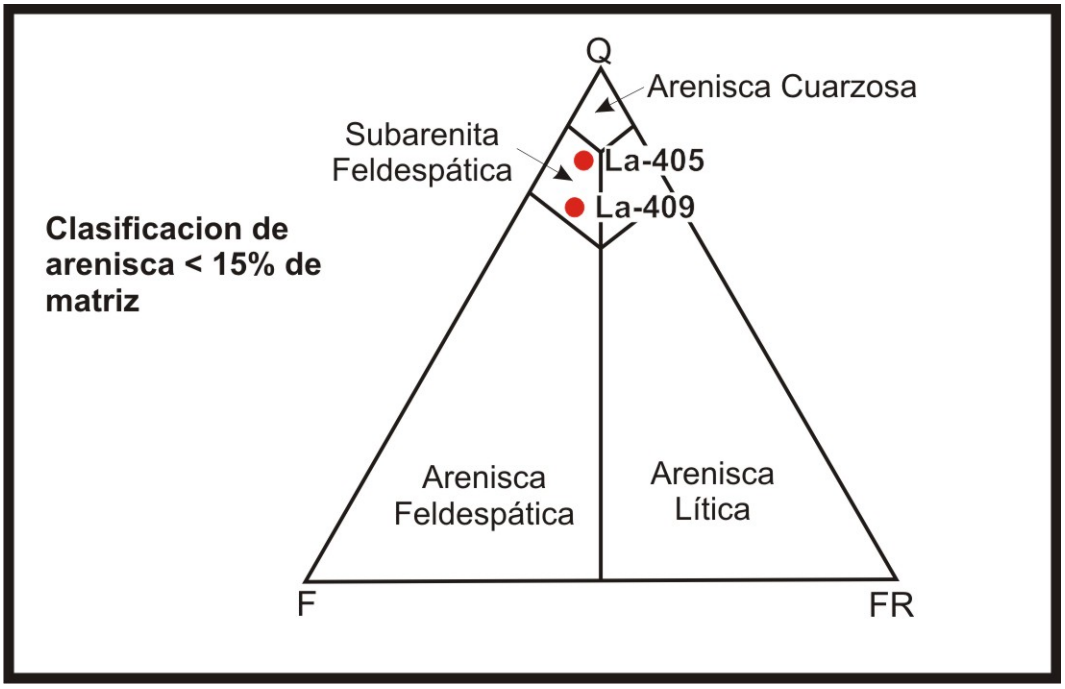


Fig. 16. Muestras La-405 y La-409 en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con menos de 15% de matriz. Q=Cuarzo, F=Feldespato, FR=Fragmento de roca.

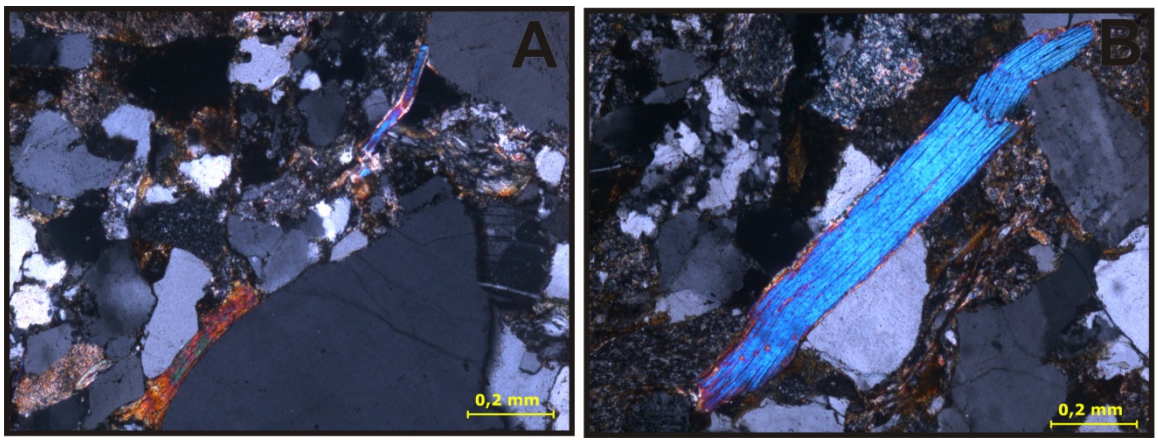


Fig.17. Fotomicrografías de las muestras de subarenita feldespática. A) La-405. Deformación de granos dúctiles (NC). B) La-409. Deformación de cristal de muscovita (NC).

- **Arenisca de grano muy grueso**

La muestra La-410R pertenece a este tipo litológico, y fue encontrada como rodado en la naciente de la quebrada Arriba (hoja 6247-II-SO). Presenta color fresco marrón oscuro y meteorizado marrón claro. Los granos identificables son de cuarzo y chert de color negro, y

no se encuentran cementados por material carbonatico. También presenta una abertura rellena de cuarzo de 2,5 cm. No se realizo análisis petrográfico para este tipo de roca.

- **Caliza granular lodosa (packstone)**

La muestra fue La-403AR fue recolectada como rodado en la quebrada Quebracho (hoja 6247-II-SO). Está compuesta por un 47% de aloquímicos, 40% de ortoquímicos, 11% de extraclastos y 2% de porosidad. Los fósiles van desde los 0,5 mm hasta incluso los 2 cm, y se encuentran recristalizados a calcita, por lo que no fue posible su identificación. Los ortoquímicos vienen dados por un 30% de matriz micrítica y un 10% de cemento radial tipo microespato. La porosidad presente se da por disolución tanto de la matriz como de los fragmentos fósiles. Los extraclasticos corresponden a fragmentos de roca carbonática de tipo pelmicrita, algunos de los cuales se encuentran fosfatizados (fig. 18). Como el contenido fósil es mayor a 10% y además el ortoquímico predominante es la micrita, se le otorga también el nombre de "biomicrita" (FOLK 1962). La tabla 9 muestra la composición mineralógica de la muestra de caliza granular lodosa.

Tabla 9. Composición de las muestras de caliza granular lodosa (packstone).

Caliza granular lodosa (packstone)				
Muestra	**Aloquímicos**	**Ortoquímicos**	**Extraclastos**	**Porosidad**
La-403AR	47%	40%	11%	2%

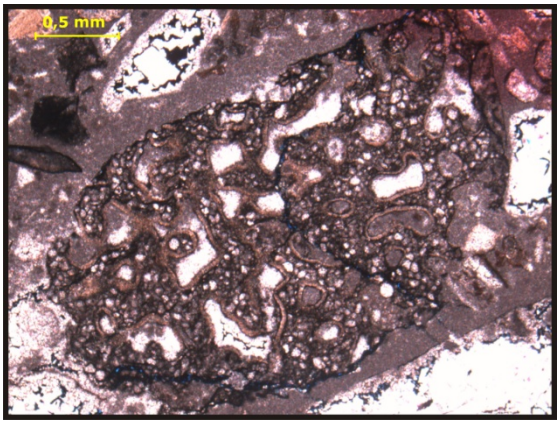


Fig. 18. La-403AR. Fragmento de roca carbonática fosfatizado (NC)

- **Lodolita (mudstone)**

La muestra La-404B fue recolectada en una capa de caliza de 12 cm de espesor, en el afloramiento de la Formación Matatere ubicado en la quebrada Aceituna (hoja 6247-II-SO). Está compuesta por un 89% de ortoquímicos, 10% de extraclásticos y 1% de aloquímicos. El ortoquímico predominante es la micrita (60%), aunque se encuentra parcialmente recristalizada a pseudoespato (29%). Los extraclasticos corresponden a granos de cuarzo, los cuales se disponen de forma coherente con la laminación (fig. 19). No fue posible identificar los fragmentos aloquímicos. La tabla 10 muestra la composición mineralógica de la muestra de lodolita.

Tabla 10. Composición de la muestra de lodolita (mudstone).

Lodolita (mudstone)			
Muestra	**Ortoquímicos**	**Extraclastos**	**Aloquímicos**
La-404B	89%	10%	11%

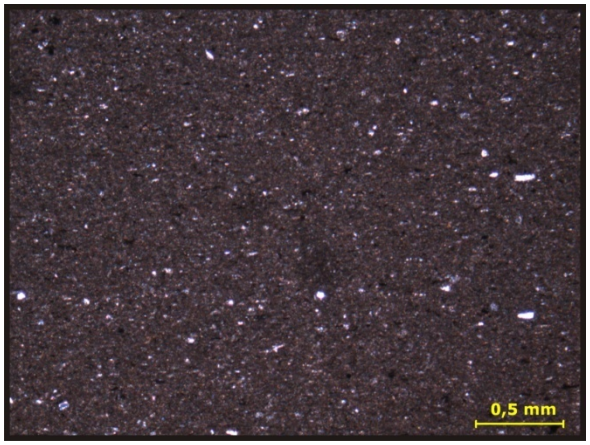


Fig. 19. La-403AR. Granos de cuarzo en matriz micrítica (NC).

- **Micrita arenosa**

La muestra La-411R, perteneciente a este tipo litológico, encontrada como rodado en la quebrada La Verota (hoja 6246-I-NO). Corresponde a una roca híbrida, compuesta por un 15% de extraclásticos, 45% de ortoquímicos y 40% de aloquímicos. El componente extraclástico está representado por granos de cuarzo mayores a 2 mm, fracturados y presentando algunos sombras de presión (fig. 20). El ortoquímico predominante es la

matriz micrítica, mientras que los fragmentos fósiles que conforman el componente aloquímico, fueron imposibles de identificar. La tabla 11 muestra la composición mineralógica de la muestra de micrita arenosa.

Tabla 11. Composición de la muestra de micrita arenosa.

Micrita Arenosa			
Muestra	**Ortoquímicos**	**Aloquímicos**	**Extraclastos**
La-411R	45%	40%	15%

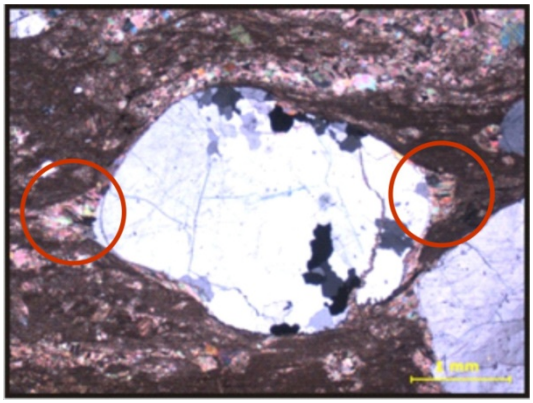


Fig. 20. La-411R. Grano de cuarzo con sombras de presión (NC).

3.2.3.2. Olistolitos

Las muestras correspondientes a los olistolitos encontrados dentro de la Formación Matatere, se encuentran en la tabla 12, y serán descritas posteriormente

Tabla 12. Muestras y tipo litológico correspondientes a los olistolitos encontrados dentro de la Formación Matatere.

Tipo Litológico			Muestras	Análisis Petrográfico
Sedimentario	Químico	Nódulo de caliza	La-404A, La-406 y La-428R	No poseen análisis petrográfico
Ígneo	Plutónico	Diorita cuarcífera	La-426A y La-426B	Todas poseen análisis Petrográfico

- **Concreciones de caliza**

Estas muestras se encontraban tanto en afloramiento como en forma de cantos rodados en algunas quebradas (fig. 21). En general son homogéneos sin fragmentos siliciclásticos o fósiles observables. De color fresco negro y meteorizado marrón claro. Presentan similitud con las típicas concreciones de la Formación La Luna.



Fig. 21. Nódulo de caliza en la quebrada Aceituna (afloramiento La-404).

- **Diorita cuarcífera**

Este cuerpo, ubicado en la quebrada Morrocoy (hoja 6246-IV-NE), fue descrito por STEPHAN (1982, 1985), y se presenta como un cuerpo de 6 m de altura, el cual se encuentra parcialmente embebido dentro de una capa de lutita de aproximadamente 10 m de espesor (fig. 22). Del mismo fueron tomadas las muestras La-426A y La-426B. Presenta una fábrica inequigranular e hipidiomórfica, con abundante cuarzo y hornblenda. Presenta color fresco verde oscuro, y meteorizado verde claro. Se encuentra cortada por numerosos diques aplíticos (fig. 24B), y además por pequeñas vetas de calcita. Los cristales tienen un tamaño promedio de 1,3 mm y la mayoría son diferenciables a simple vista. Se tomaron dos muestras, una de la roca fresca y otra en el contacto con uno de los diques. La tabla 13 muestra la composición mineralógica de las muestras tomadas, y la figura 23 su ubicación en el triangulo de clasificación.



Fig. 22. Afloramiento La-426. Olistolito de diorita cuarcífera de la quebrada Morrocoy.

Tabla 13. Composición mineralógica de las muestras de diorita cuarcífera.

Diorita cuarcífera							
Muestra	Pl	Chl	Qtz	Cal	Kfs	Hb	Ep
La-426A	50%	22%	8%	15%	3%	0%	2%
La-426B	57%	12%	12%	8%	5%	5%	1%

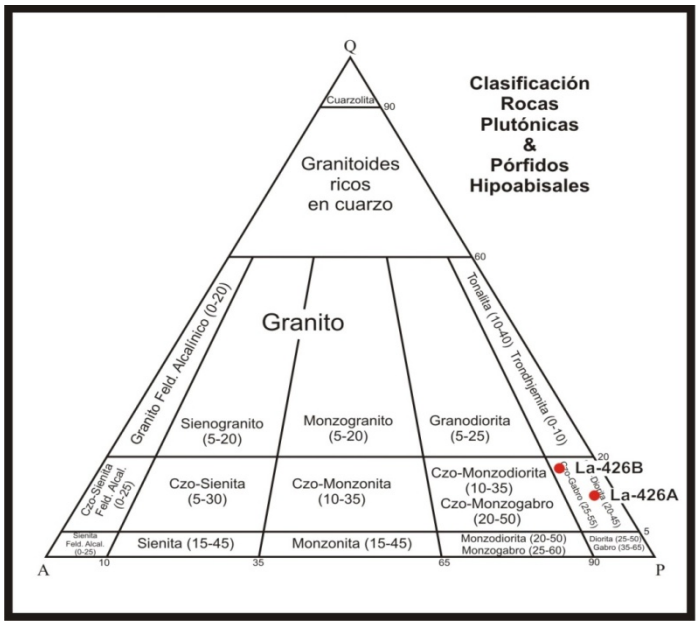


Fig. 23. Muestras de diorita cuarcífera graficadas en el diagrama triangular Q-A-P.

Plagioclasa: es el mineral más abundante en ambas muestras, y se presenta en cristales subhedrales, tanto en forma de matriz como en fenocristales con un tamaño promedio de 1,2 mm. Los ejemplares identificables pertenecen al tipo andesina y en general se encuentra fuertemente sericitizada.

Clorita: se encuentra presente en ambas muestras, pero solo en la La-426B se evidencia como producto de alteración de hornblenda. Se presenta en cristales alargados y de color azul de primer orden.

Cuarzo: está presente en ambas muestras, en cristales subhedrales con un tamaño promedio de 0,8 mm.

Calcita: se presenta en pequeñas vetas cortando la roca, no mayores a 1 mm de grosor (fig. 25A).

Hornblenda: se encuentra solo en la muestra La-426B, y siempre parcialmente alterada a clorita. En cristales de habito alargado que en ocasiones conservan su clivaje característico.

Epidoto: se encuentra asociado a la calcita en algunas vetas.

Feldespato Potásico: Se pudo identificar en ambas muestras. Se presenta en cristales subhedrales, menos alterados a sericita que la plagioclasa, y también con menor tamaño.

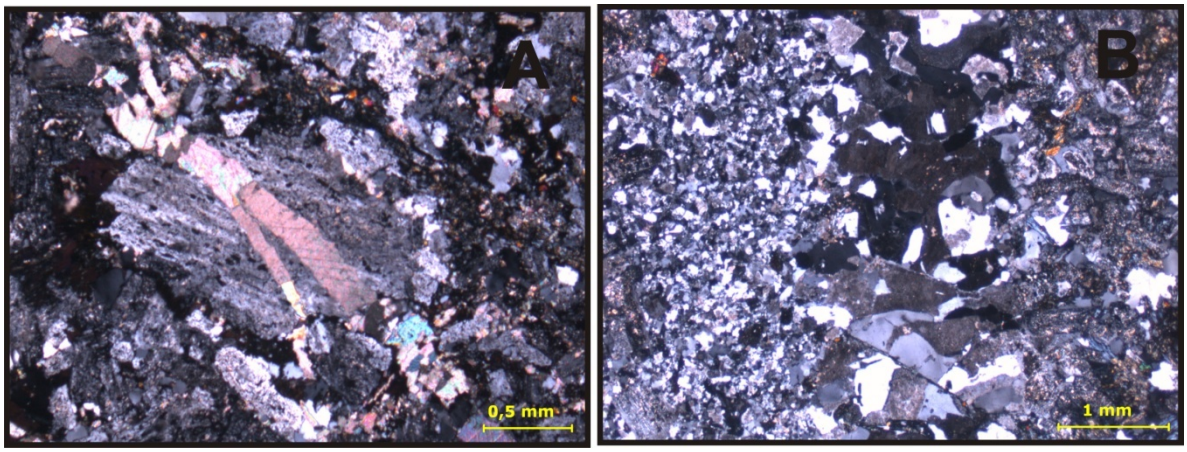


Fig. 24. Fotomicrografías de muestras de diorita cuarcífera. A) La-426A. Veta de calcita cortando cristal de plagioclasa (NC). B) La-426B. Dique aplítico que corta la muestra. Se observa la fabrica inequigranular seriada (NC).

Espesor

Estimado en 3000 m (ANÓNIMO 1997).

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 DE OSTEN y ZOZAYA (1957) enumeraron numerosos foraminíferos que determinan una edad Daniense a Eoceno medio.

Edad

Paleoceno-Eoceno. STEPHAN (1982, 1985) propone una edad de Eoceno medio para su subunidad Matatere III, que equivale a la aflorante en la zona de estudio.

Correlación

Puede correlacionarse con la Formación Guárico en el frente montañoso de la Serranía del Interior y con la Formación Río Guache en el frente de montañas entre Acarigua y Guanare

3.2.3.3. Capas de peñones

Consideraciones históricas

VAN DER MEULEN (1954) menciona eventos de deslizamiento dentro de sus secuencias correspondientes al Eoceno temprano y medio, siendo estos de dos tipos: mantos o "losas" cretácicas y capas de peñones. Los mapas contenidos en su trabajo muestras varias de estas capas de peñones, incluyendo la Capa de Peñones de Paragüito, la cual ubica dentro de su secuencia del Eoceno medio. Las capas de peñones de la quebrada Mamonal también son nombradas por el autor.

Por otra parte, RENZ *et al.* (1955) publica la descripción formal de la Capa de Peñones de Paragüito, incluyendo una columna estratigráfica generalizada de la misma en su localidad tipo. BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) mencionan también capas de bloques embebidas dentro de capas de lutita y limolita de la secuencia flysch, pero no las cartografían ni

clasifican separadamente. STEPHAN (1982, 1985) igualmente estudia y cartografía la unidad, pero tampoco utiliza nombres formales.

BUSHMAN (1959) define la capa de cantos de Pavia al Norte de Barquisimeto. Posteriormente el mismo autor (1965) realiza una descripción detallada acerca de su contenido litológico. CORONEL & RENZ (1960) realizan la cartografía geológica de la misma zona pero no reconocen la unidad separadamente, incluyéndola dentro de su *Terciario no diferenciado en facies "flysch"*.

URBANI (2010) proporciona datos obtenidos con nuevo trabajo de campo y dataciones geocronológicas, con el objeto de proponer a las capas de peñones de Paragüito y de Pavia como subunidades validas dentro de la Formación Matatere.

Localidad tipo

Para la Capa de Peñones de Paragüito, RENZ *et al*. (1955) plantean las colinas en los alrededores del caserío Paragüito (hoja 6247-III-SO). Para la capa de cantos de Pavia BUSHMAN (1965) establece su localidad tipo en el alto de Pavia, al noreste de Barquisimeto.

Extensión

La Capa de Peñones de Paragüito se extiende de manera continua por 50 km, pasando por las poblaciones de La Mesa, Paragüito hasta llegar a la quebrada Morrocoy (VAN DER MEULEN 1954, RENZ 1960). La Capa de Cantos de Pavia aflora al norte y noroeste de Barquisimeto, en la zona de Altos de Pavia, Continuando en la carretera hacia Bobare.

Contactos

Para ambas subunidades los contactos son gradacionales, tanto arriba como abajo con el resto de la Formación Matatere, donde se encuentran incluidas.

Litología

VAN DER MEULEN (1954) menciona que el contenido de las capas de peñones consiste en granito y caliza cretácica y paleocena. Menciona que las capas de peñones más antiguas presentan mayor contenido de rocas graníticas.

RENZ *et al.* (1955) publica una descripción detallada de la capa de peñones de Paragüito en su localidad tipo, incluyendo asimismo una columna estratigráfica generalizada de la misma (fig. 25). URBANI (2010) traduce y resume la descripción litológica del autor anterior de la siguiente manera: En la parte inferior aparecen bloques de caliza del Paleoceno. Uno de esos cuerpos es la gran roca conocida como Peña Azul, de unos 40 m de largo, unos 15

m de espesor, que consiste en una caliza arrecifal, con abundantes algas, pobremente estratificada, masiva y de color azulado.

Por encima sigue una lutita gris oscuro a negra, con concreciones ferruginosas y una pocas capas delgadas de arenisca.

Siguiendo hacia arriba hay un nivel de brecha carbonática con *Pseudophragmina* (*Proporocyclina*) *convexicamerata* Cole & Gravell, indicativo de edad Eoceno medio, también con abundantes foraminíferos pequeños pelágicos (del tipo *Globigerina* sp. y otros). Esta brecha muestra estratificación gradada. La mayor parte de los peñones que forman esta unidad se encuentran por encima de esta brecha. Los peñones de granito y rocas metamórficas en general son más pequeños y más irregulares que los elementos de caliza.



Fig. 25. Columna estratigráfica generalizada de la Capa de Peñones de Paragüito en la localidad tipo. Espesor aproximado 200 m. Según RENZ et al. (1955) y tomado de URBANI (2010).

Entre los bloques del Cretácico, aquellos de caliza de la Formación La Luna y Grupo Cogollo son los más comunes. Un gran cuerpo de la Formación La Luna al oeste de la carretera Carora-Siquisique, contiene amonites del Turoniense (*Cailopoceras*) e *Inoceramus*. Los peñones del Grupo Cogollo en general son más pequeños que aquellos de la Formación La Luna, y consisten de todas las variedades de caliza típicas de este grupo, inclusive se colectaron amonites del Albiense (*Oxytropidoceras* sp.), pero tampoco son raras las muestras de caliza con *Orbitolina* y con rudistas.

El material alóctono varía en tamaño, desde fragmentos de foraminíferos grandes individuales, hasta el cuerpo ya descrito de 40 m (Piedra Azul), pero la mayor parte de los peñones se encuentran en el intervalo de 1 a 2 m de diámetro. Los bloques de caliza poco estratificada como los de Cogollo o del Paleoceno muestran formas bastante irregulares.

Muchos peñones internamente muestran estrías de falla lo que implica tectonismo en sus zonas de origen. Muchos peñones tienen bordes redondeados. Los afloramientos de lutita en contacto bajo los peñones comúnmente están bastante contorsionados, en contraste con los de arriba que se encuentran sin disturbar. Otra observación es que los bloques de una misma litología se asocian en agrupaciones, lo cual puede indicar que formaron parte de un bloque mayor, luego probablemente roto y disgregado durante el transporte.

A lo largo del rumbo de la unidad el material alóctono dentro de la lutita difiere mucho de un lugar a otro, de manera que en algunos lugares no se observan peñones por varios cientos de metros, mientras que en otros la unidad se va engrosando hasta unos 200 m y contiene al menos un peñón por cada 10 m^3 de lutita. Aún más, la composición de la unidad muestra notables cambios: al norte de Bucarito, por ejemplo la capa contiene muchos peñones de caliza rosada a gris clara parecidos a los de la región de Barquisimeto, probablemente derivado del borde Este del surco.

Tanto por abajo como por encima de esta unidad, la circundante Formación Matatere está compuesta por lutita negra a negro grisáceo, con intercalaciones de arenisca, especialmente por encima, donde se ve la clara alternancia de capas de lutita y arenisca de unos 3 cm cada una. En la zona de estudio, la capa de peñones de Paragüito fue visitada en su afloramiento correspondiente a la quebrada El Palmiche (fig. 26).



Fig. 26. Afloramiento La-401. Capa de Peñones de Paragüito aflorando en la quebrada El Palmiche

Este afloramiento presenta un espesor medido de 30 m, y contiene principalmente concreciones y bloques de rocas carbonáticas tipo La Luna y Apón, los cuales presentan tamaños comprendidos entre 2 m y 20 cm. Solo fue encontrado un fragmento de roca granítica. Todos los bloques se encuentran embebidos en la típica lutita de la Formación Matatere, de color gris oscuro a negro y con fractura astillosa. El contenido de Olistolitos aumenta hacia el sur, lo cual corresponde a la base de la secuencia.

En la zona de estudio se lograron ubicar 6 capas de peñones dentro de la Formación Matatere, incluyendo la capa de peñones de Paragüito. Las rocas muestreadas dentro de estas capas se engloban dentro de 13 tipos litológicos, los cuales se resumen en la tabla 14 y serán descritos posteriormente.

Tabla 14. Tipos litológicos muestreados en las capas de peñones de la Formación Matatere

Capas de Peñones de la Formación Matatere				
Tipo Litológico			**Muestras**	**Análisis Petrográfico**
Ígneo	Plutónico	Granodiorita	La-401B y La-431B	Todas poseen análisis petrográfico
		Tonalita	La-418D y La-431A	Todas poseen análisis petrográfico
		Monzonita cuarcífera	La-421A	Posee análisis petrográfico
		Rocas graníticas	La-418E, La-420A, La-422, La-423A y La-423B	No poseen análisis petrográfico
	Hipoabisal	Andesita porfídica	La-429C	Posee análisis petrográfico
	Volcánico	Dacita porfídica	La-429D	Posee análisis petrográfico
Sedimentario	Conglomerado	Paraconglomerado polimíctico	La-420BR y La 429A	Todas poseen análisis petrográfico
	Arenisca	Grauvaca lítica	La-418F	Posee análisis petrográfico
		Arenisca micrítica	La-401E y La-402C	Todas poseen análisis petrográfico
	Caliza	Caliza granular lodosa (packstone)	La-401A, La-418B y La-421B	Todas poseen análisis petrográfico
		Caliza aloquímica arenosa	La-402A y La-402B	Todas poseen análisis petrográfico
		Caliza lodosa (wackstone)	La-402E, La-403B, La-403C y La-429B	Todas poseen análisis petrográfico
		Concreción de caliza	La-401C	No posee análisis petrográfico

- **Granodiorita**

Se recolectaron dos ejemplares de este tipo litológico (muestras La-401B y La-431B), ambos en capas de peñones distintas. La muestra La-401B fue recolectada en el afloramiento de la Capa de Peñones de Paragüito de la quebrada El Palmiche (hoja 6247-II-SO), mientras que la muestra La-431B fue encontrada en la quebrada Morrocoy (hoja 6246-I-NO). Corresponden a rocas hipidiomórficas, inequigranulares y holocristalinas. Ambas se encontraban fuertemente meteorizadas. La tabla 15 muestra la composición mineralógica de las muestras de granodiorita, y la figura 27 su ubicación en el triangulo de clasificación.

Tabla 15. Composición mineralógica de las muestras de granodiorita.

Granodiorita							
Muestra	Pl	Qtz	Kfs	Bt	Chl	Cal	Acc
La-401B	36%	30%	16%	15%	2%	0%	1%
La-431B	28%	30%	12%	18%	2%	9%	1%

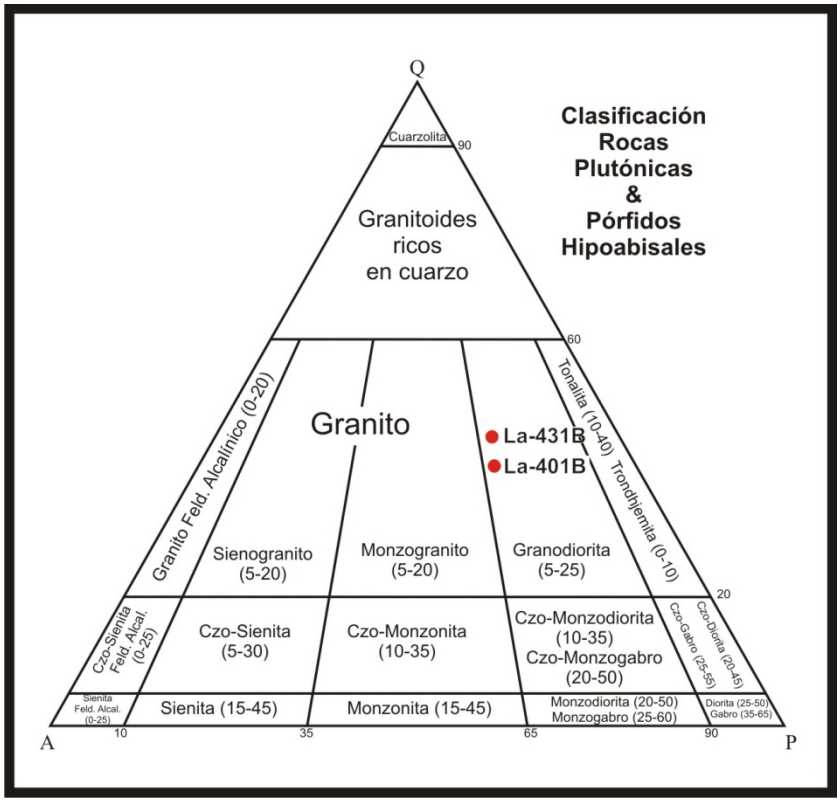


Fig. 27. Muestras de granodiorita graficadas en el diagrama triangular Q-A-P.

Plagioclasa: en la muestra La-401B es el mineral más abundante y es del tipo oligoclasa. En la muestra La-431B es el segundo en orden de abundancia y es de tipo andesina. En ambos casos se presenta en cristales subhedrales y sericitizados. En la muestra La-431B un ejemplar presenta textura antipertítica (fig. 28B).

Cuarzo: está presente en ambas muestras, en cristales subhedrales y en algunos casos con textura de reabsorción.

Feldespato potásico: Se encuentra en cristales subhedrales, menos sericitizados que la plagioclasa, fracturados y en ocasiones con textura pertítica en parches y micrográfica (fig. 28A).

Biotita: se presenta en cristales de hasta 2,3 mm, en ocasiones deformados y alterados a clorita.

Clorita: se presenta como producto de alteración de la biotita.

Calcita: se encuentra solo en la muestra La-431B, rellenando pequeñas vetas.

Accesorios: presentan minerales accesorios como muscovita y zircón, el último como inclusión en cuarzo y biotita.

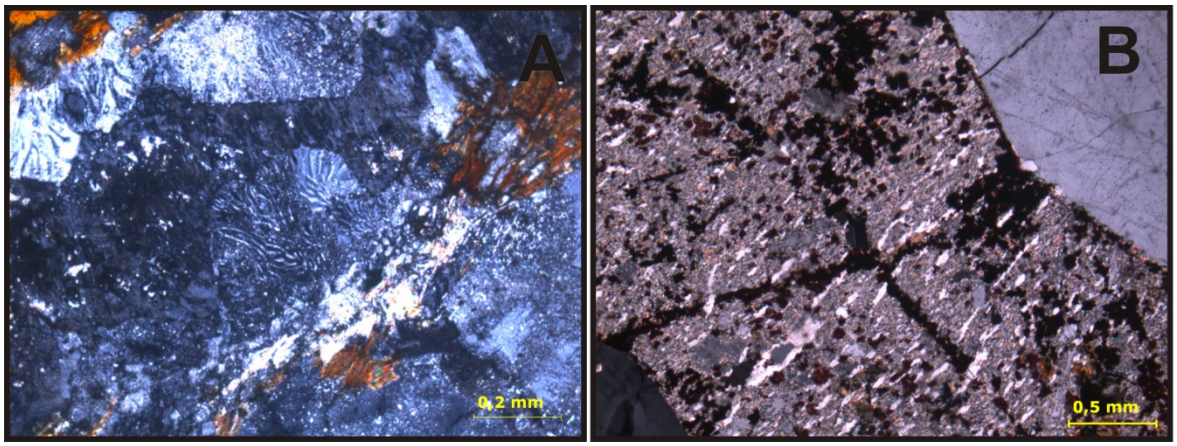


Fig. 28. Fotomicrografías de muestras de granodiorita. A) La-401B Textura micrográfica en feldespato potásico (NC). B) La-431B. Textura antipertítica en cristal de plagioclasa (NC).

- **Tonalita**

Las muestras de estos tipos litológicos (La-418D y La-431A) fueron recolectadas en capas de peñones distintas, la primera en la quebrada Mamonal, y la segunda en la quebrada Morrocoy. Corresponden a rocas faneríticas, equigranulares, hipidiomórficas y holocristalinas, cortadas por vetas de calcita. El índice de color se encuentra entre 10% y 45%, por lo que fueron consideradas tonalitas. La tabla 16 muestra la composición mineralógica de las muestras de tonalita, mientras que la figura 29 su ubicación en el diagrama triangular de clasificación.

Tabla 16. Composición mineralógica de las muestras de Tonalita.

Tonalita								
Muestra	Pl	Qtz	Bt	Chl	Lcx	Cal	Ms	Ap
La-418D	50%	20%	6%	4%	9%	8%	2%	1%
La-431A	52%	19%	5%	15%	0%	7%	1%	1%

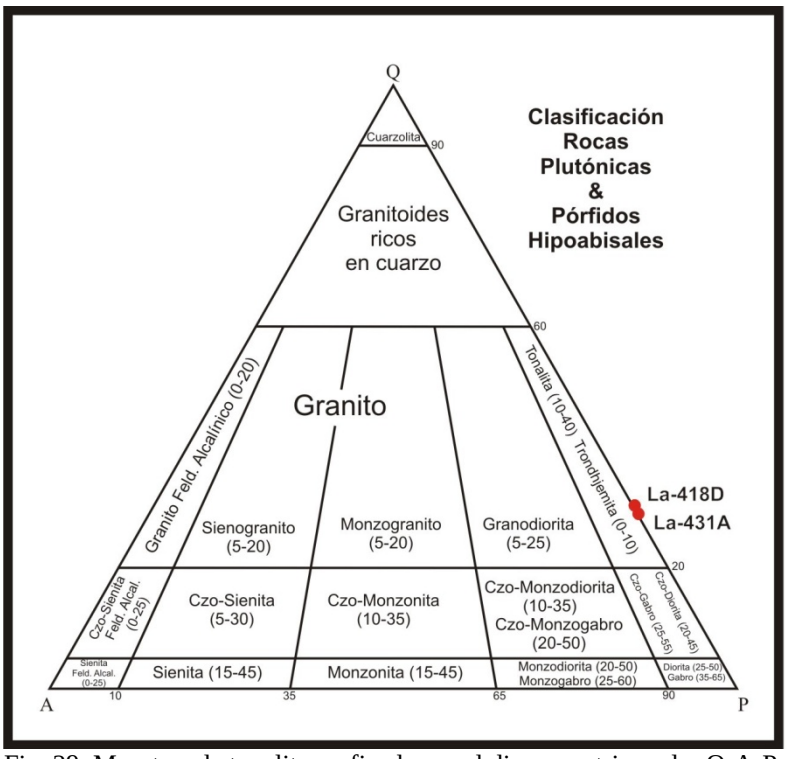


Fig. 29. Muestras de tonalita graficadas en el diagrama triangular Q-A-P.

Plagioclasa: de tipo andesina, representa el mineral más abundante en ambas muestras. Se encuentra fuertemente sericitizada y se presenta en cristales subhedrales de 0,4 a 3 mm.

Cuarzo: se presenta en ambas muestras, en cristales subhedrales. Algunos ejemplares se encuentran fracturados, mientras que otros presentan textura de reabsorción.

Biotita: se presenta en cristales poco deformados, parcialmente alterada a clorita (fig. 30A, B)

Clorita: se presenta como producto de alteración de la biotita.

Leucoxeno: se encuentra solo en la muestra La-418D, como alteración de esfena. Esta se presenta en cristales euhedrales alargados, con sección basal rómbica.

Calcita: se presenta en ambas muestras rellenando pequeñas vetas.

Muscovita: se presenta como mineral accesorio en ambas muestras.

Apatito: se encuentra en ambas muestras, como inclusión en cristales de cuarzo.

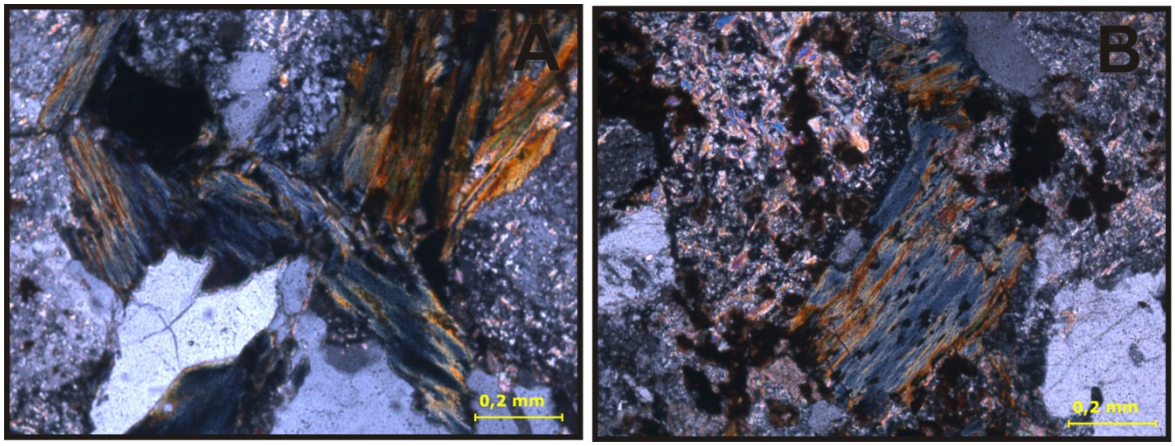


Fig. 30. Fotomicrografías de muestras de tonalita. A) La-418D. Cristales de biotita alterando a clorita (NC). B) La-431B. Biotita alterando a clorita (NC).

- **Monzonita cuarcífera**

Se recolecto una muestra de este tipo litológico (La-421B), en la capa de peñones ubicada en la quebrada El Agua (hoja 6246-I-NO). Corresponde a una roca fanerítica, holocristalina e inequigranular porfídica. Presenta un color fresco gris claro, y meteorizado marrón. La roca se encuentra muy meteorizada y se disgrega al tacto. La tabla 17 representa la composición mineralógica de la roca, y la figura 31 su representación en el diagrama de clasificación triangular.

Tabla 17. Composición mineralógica de la muestra de monzonita cuarcífera

Monzonita cuarcífera						
Muestra	Pl	Kfs	Qtz	Bt	Chl	Lcx
La-421A	45	24	16	7	5	2

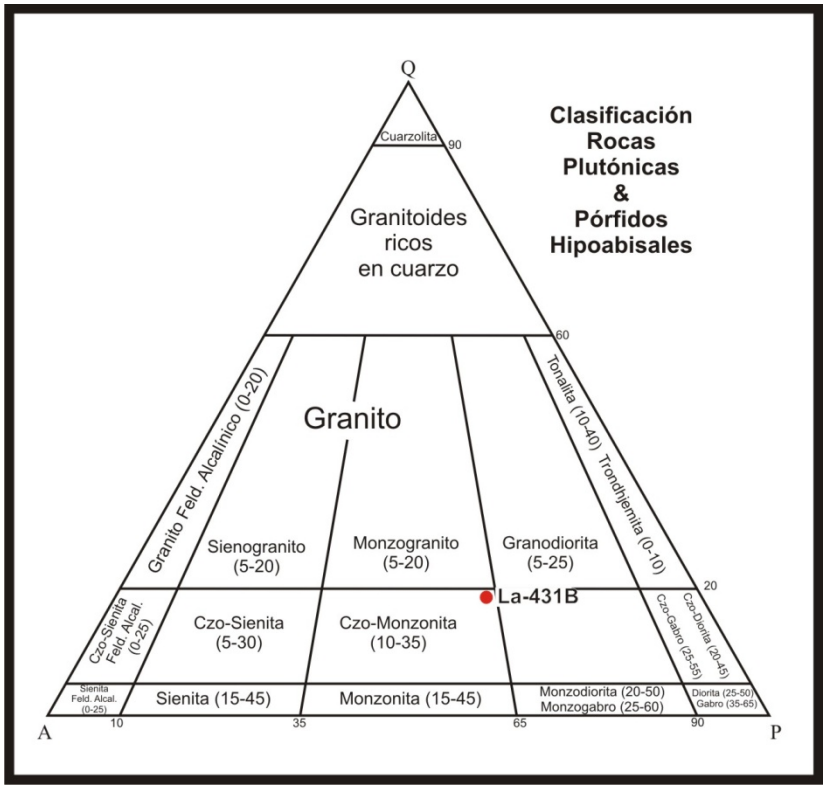


Fig. 31. Muestra de Monzonita cuarcífera graficada en el diagrama triangular Q-A-P.

Plagioclasa: de tipo oligoclasa, se presenta tanto en forma de matriz como en cristales de hasta 1 mm. Se encuentra fuertemente sericitizada.

Feldespato potásico: se presenta en cristales fracturados de hasta 2 mm.

Cuarzo: se presenta en cristales subhedrales, en ocasiones fracturados y con inclusiones de circon.

Biotita: en cristales deformados, en ocasiones con textura sagenítica (fig. 32A) y evidenciando alteración a clorita.

Clorita: se presenta como producto de alteración de la biotita.

Leucoxeno: se encuentra como alteración de titanita. Esta se presenta en cristales euhedrales alargados, con sección basal rómbica (fig. 32B).

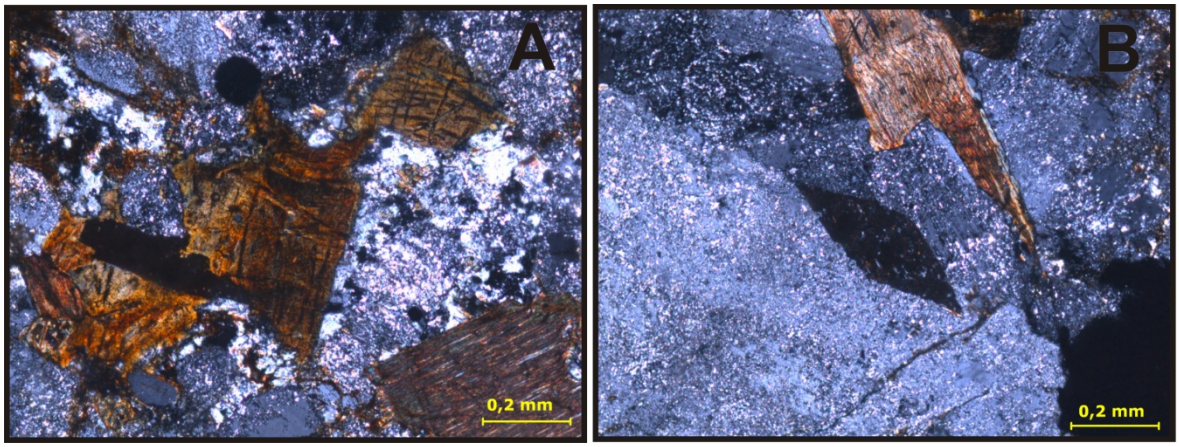


Fig. 32. Fotomicrografías de la muestra de monzonita cuarcífera. A) La-421A Cristales de biotita con textura sagenítica (NC). B) La-421A Cristal euhedral de titanita alterado a leucoxeno (NC).

- **Rocas graníticas**

Las muestras correspondientes a este tipo litológico (La-418E, La-420A, La-422, La-423A y La-423B) fueron recolectadas en varios afloramientos de capas de peñones dentro de la Formación Matatere, y por su similitud con las rocas anteriormente descritas no se realizó su análisis petrográfico (fig. 33). En general corresponden a rocas faneríticas, holocristalinas e inequigranulares. El alto nivel de meteorización es también una constante para este tipo litológico.



Fig. 33. Afloramiento La-418. Capa de peñones de la quebrada Mamonal, donde se encuentran numerosos cantos de rocas graníticas fuertemente meteorizadas.

- **Andesita Porfídica**

Una muestra de este tipo litológico (La-429C) fue recolectada en la capa de peñones de la quebrada Morrocoy (hoja 6246-I-NO). Corresponde a una roca con textura porfídica, de color meteorizado gris claro, con algunos cristales tabulares visibles macroscópicamente. La roca se encuentra además fuertemente carbonatizada. La tabla 18 representa la composición mineralógica de la muestra de andesita porfídica, y la figura 34 su ubicación en el diagrama triangular de clasificación. Su mineralogía y la presencia de textura porfídica permitieron diferenciarla del basalto, que ocupa el mismo lugar en la clasificación.

Tabla 18. Composición mineralógica de la muestra de andesita porfídica.

Andesita porfídica									
Muestra	**Matriz (60%)**			**Fenocristales (40%)**					
	Cal	Chl	Pl	Pl	Px	Cal	Hb	Lcx	Qtz
La-429D	40%	15%	5%	5%	10%	10%	5%	6%	4%

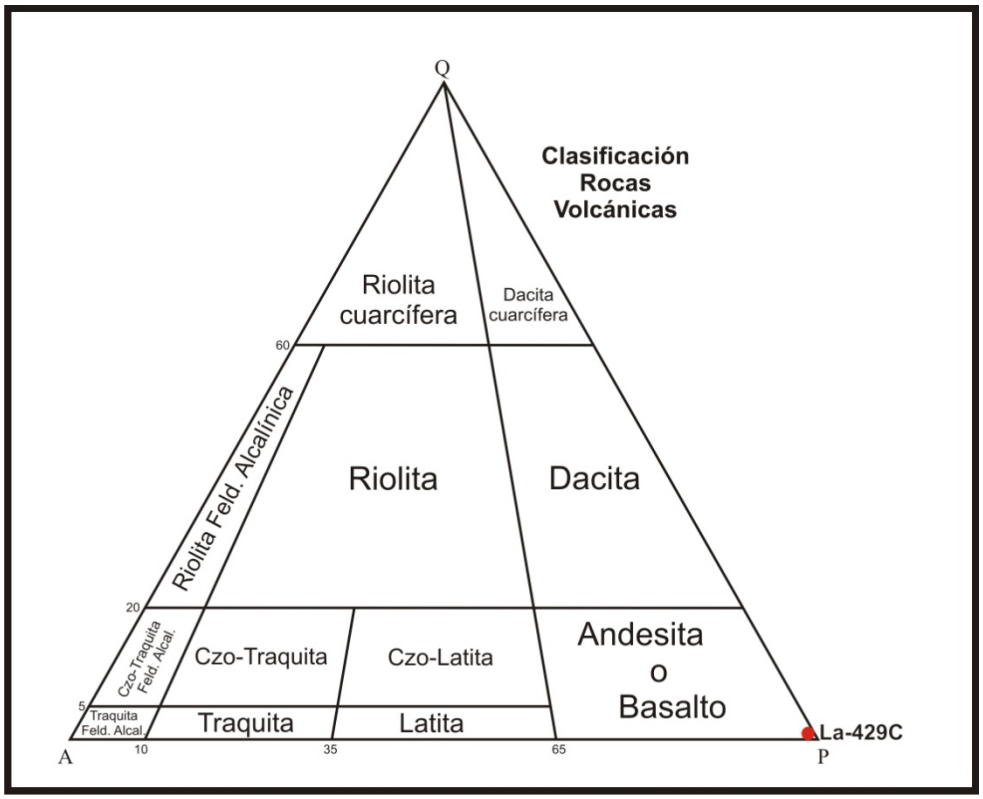


Fig. 34. Muestra de andesita porfídica graficada en el diagrama triangular Q-A-P.

Calcita: se encuentra tanto como mineral de alteración de la plagioclasa como rellenando pequeñas vetas.

Clorita: se presenta como producto de alteración de hornblenda y piroxeno.

Plagioclasa: conforma la matriz de la roca, y se encuentra tan alterada a calcita que fue imposible identificar el tipo al cual pertenece.

Clinopiroxeno: se presenta en cristales euhedrales de hasta 1,6 mm, fuertemente alterados a clorita y a leucoxeno (fig. 35).

Hornblenda: se presenta alterando a clorita, conservando algunos ejemplares el clivaje característico del anfíbol.

Leucoxeno: se presenta como alteración en algunos cristales de piroxeno.

Cuarzo: se presenta en cristales redondeados, muy probablemente como relleno de cavidades.

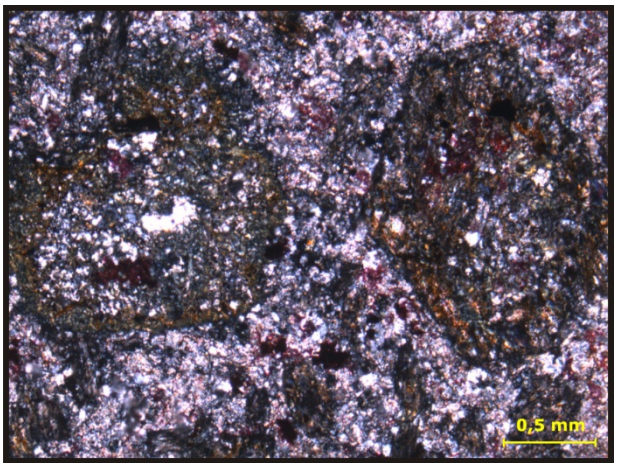


Fig. 35. Cristales euhedrales de anfíbol alterados (NC).

- **Dacita porfídica**

La muestra La-429D fue recolectada también en la capa de peñones que aflora en la quebrada Mamonal (hoja 6246-I-NO). Es una roca afanítica, holocristalina y de fabrica inequigranular porfídica. Se encuentra además cortada por pequeñas vetas de calcita. La composición mineralógica de la muestra está representada en la tabla 19, mientras que su ubicación en el diagrama triangular de clasificación se encuentra en la figura 36.

Tabla 19. Composición mineralógica de la muestra de dacita porfídica.

Dacita porfídica							
Muestra	**Matriz (65%)**			**Fenocristales (35%)**			
	Pl	Qtz	Kfs	Pl	Chl (Bt)	Bt	Opa (Px)
La-429D	40%	20%	5%	15%	4%	2%	14%

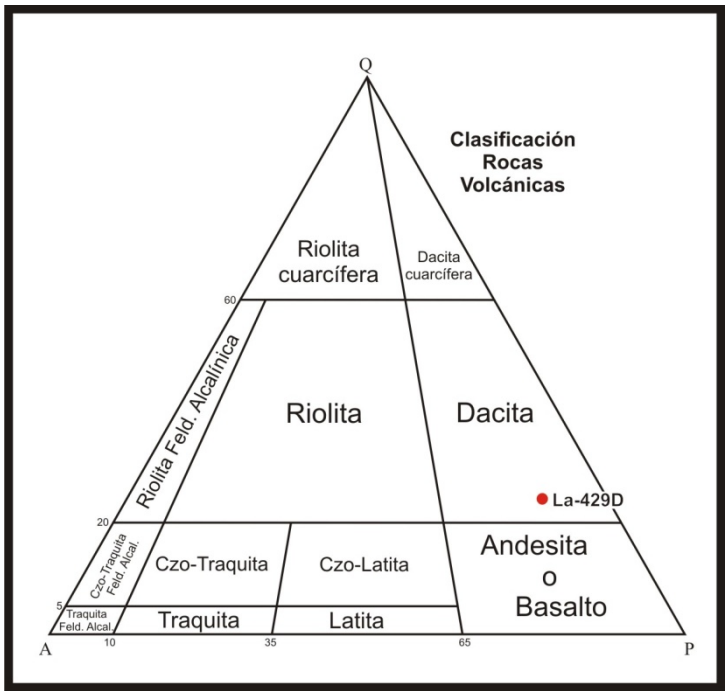


Fig. 36. Muestra de dacita porfídica graficada en el diagrama triangular Q-A-P.

Matriz

Plagioclasa: se presenta fuertemente sericitizada, en algunas ocasiones como microlitos.

Cuarzo: se presenta únicamente en forma de matriz.

Feldespato potásico: al igual que el cuarzo, se encuentra únicamente en la matriz de la roca.

Fenocristales

Plagioclasa: tienen tamaños entre 0,3 y 2 mm, en ocasiones zonada y sericitizada hacia el centro (fig. 37). Los ejemplares identificables pertenecen al tipo oligoclasa.

Clorita: se presenta como mineral de alteración de la biotita.

Biotita: se presenta en cristales algo deformados, alterada casi completamente a clorita.

Opacos: se pudo identificar algunos cristales euhedrales de hematita, los cuales probablemente provengan de la alteración de piroxeno.

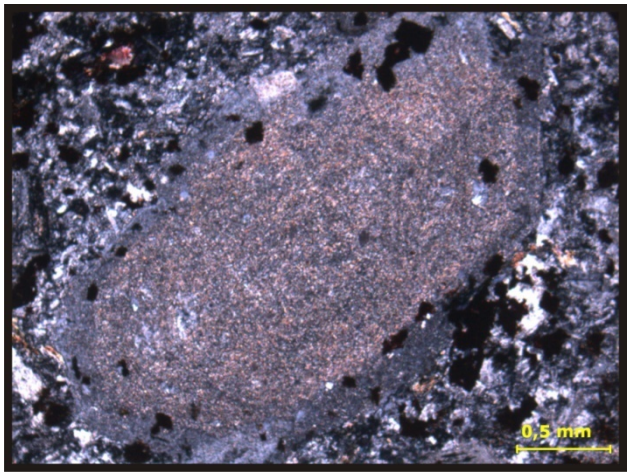


Fig. 37. Fenocristal de plagioclasa más sericitizado hacia el centro (NC).

- **Paraconglomerado polimíctico**

Se recolectaron dos muestras de este tipo litológico (La-420BR y La-429A), la primera recogida como un clasto desprendido de la capa de peñones aflorante en la quebrada El Agua (hoja 6246-I-NO), y la segunda en la correspondiente a la quebrada Morrocoy (hoja 6246-I-NO). La composición mineralógica de las muestras se expresa en la tabla 20.

Tabla 20. Composición de las muestra de paraconglomerado polimíctico.

Paraconglomerado polimíctico				
Muestra	**Clastos**	**Matriz**	**Cemento**	**Porosidad**
La-420BR	30%	40%	20%	10%
La-429A	40%	10%	49%	1%

La matriz de la muestra La-420BR está compuesta por granos de cuarzo (60%), plagioclasas de los tipos andesina y oligoclasa junto con feldespatos potásicos (10%), chert y fragmentos de rocas sedimentarias (10%), como micrita y subarenita feldespática de grano muy fino; todo cementado por minerales de arcilla. La muestra La-429A presenta una matriz compuesta por granos de cuarzo subangulares (60%) cementados por material carbonatico (40%).

La composición de los clastos será descrita a continuación:

- Cuarzo (20 – 85%): se presenta en sus variedades mono y policristalina, en redondeados y con tamaño promedio de 5 mm. Algunos presentan textura poiquilítica, con inclusiones de circon (fig. 38A).
- Chert (15%): se encuentra sólo en la muestra La-429A. Se presenta en clastos subredondeados y con un tamaño promedio de 3,2 mm (fig. 38B).
- Subarenita feldespática (7%): presente sólo en la muestra 420BR. La composición de los granos es de cuarzo y plagioclasa (fig. 38C). La tabla 21 muestra la composición mineralógica del clasto de subarenita feldespática.

Tabla 21. Composición mineralógica de los clastos de subarenita feldespática.

Clastos de subarenita feldespática				
Muestra	**Granos**		**Cemento**	**Matriz**
La-420BR	**Qtz**	**Pl**	20%	15%
	60%	5%		

- Rocas carbonáticas (3%): este tipo de clasto se encuentra sólo en la muestra 420BR. Corresponde a fragmentos de micrita, esparita y fragmentos fósiles (fig. 38D).

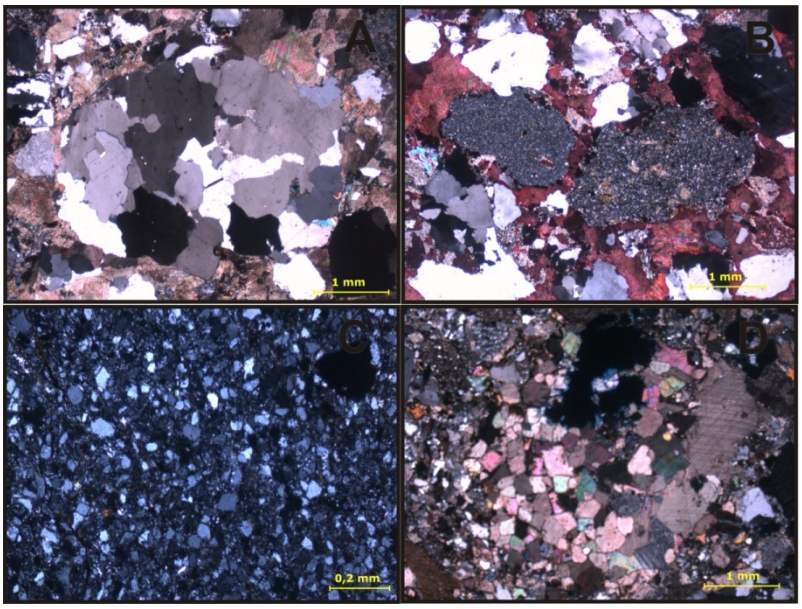


Fig. 38. Fotomicrografías de las muestras de paraconglomerado polimíctico. A) La-429A. Fragmento de cuarzo policristalino (NC). B) La-429A. Clastos subredondeados de chert (NC). C) La-420BR. Detalle de clasto de subarenita feldespática (NC). D) La-420BR. Clasto de roca carbonática (NC).

- **Grauvaca lítica**

La muestra La-418F fue recolectada en la capa de peñones de la quebrada Mamonal (hoja 6246-I-NO). Corresponde a una roca de moderadamente a bien escogida, compuesta por granos de cuarzo, plagioclasa y fragmentos de rocas sedimentarias carbonaticas embebidos en una matriz de minerales de arcilla (fig. 40). Se pudo realizar el análisis petrográfico de uno de los fragmentos de roca, el cual resulto ser una caliza granular lodosa con abundantes macrofósiles no identificables y algunos briozoarios. La tabla 22 muestra la composición mineralógica de la muestra, mientras que la figura 39 su ubicación en el diagrama triangular de clasificación.

Tabla 22. Composición mineralógica de la muestra de grauvaca lítica.

Grauvaca lítica						
Muestra	**Granos**			**Matriz**	**Cemento**	**Porosidad**
La-418F	**Qtz**	**Pl**	**FR**	16%	25%	2%
	33%	4%	18%			

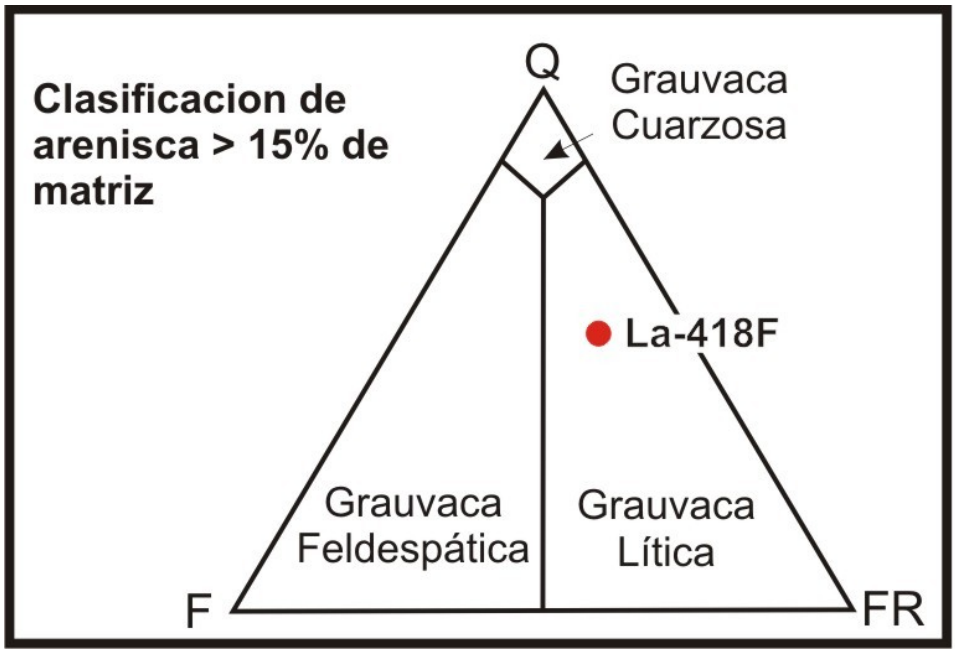


Fig. 39. Muestra La-418F en diagrama triangular Q-F-FR, para areniscas con más de 15% de matriz. Q=cuarzo, F=feldespato, FR=fragmentos de roca.

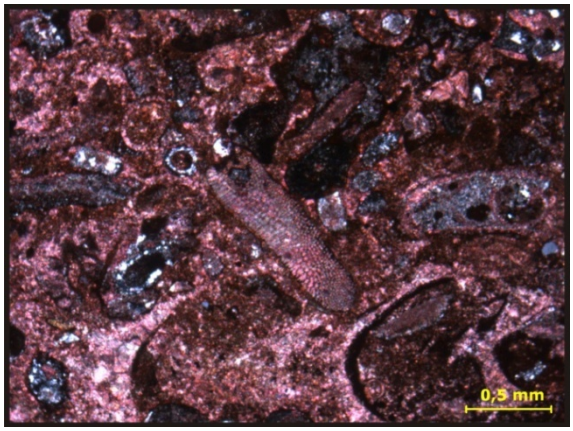


Fig. 40. La-418F. Detalle de clasto de roca carbonática (caliza granular lodosa) dentro de grauvaca lítica (NC)

- **Arenisca micrítica**

Las muestras La-401E y La-402C fueron recolectadas en el afloramiento de la Capa de Peñones de Paragüito ubicado en la quebrada El Palmiche (hoja 6247-II-SO), y en la aflorante en la quebrada Guasa (hoja 6247-II-SO) respectivamente. Corresponden a rocas hibridas compuestas por extraclasticos (60-65%), aloquímicos (10-15%) y ortoquímicos (25%). El extraclástico más abundante es el cuarzo (49-55%), el cual se presenta en granos, tanto monocristalino como policristalino, subangulares y de baja esfericidad. El ortoquímico presente en ambas muestras es la matriz micrítica. La tabla 23 muestra la composición de las muestras de arenisca micrítica, mientras que la figura 41 muestra parte del componente aloquímico de las muestras.

Tabla 23. Composición de la muestras de arenisca micrítica.

Arenisca Micrítica			
Muestras	**Extraclastos**	**Aloquímicos**	**Ortoquímicos**
La-401E	65%	10%	25%
La-402C	60%	15%	25%

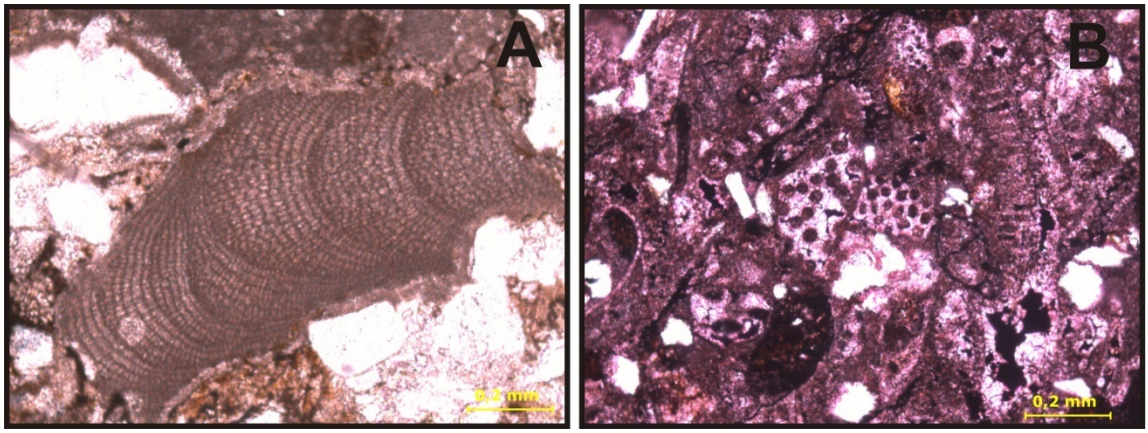


Fig. 41. Fotomicrografías de las muestras de arenisca micrítica. A) La-401E. Fragmento de alga roja coralina (NP). B) La-402C. Fragmentos de briozoarios (NP).

- **Caliza granular lodosa (packstone)**

Las muestras La-401A, La-418B y La-421B corresponden a rocas carbonaticas laminadas o masivas, recolectadas en el afloramiento de la Capa de Peñones de Paragüito de la quebrada El Palmiche (hoja 6247-II-SO), y las aflorantes en las quebradas Mamonal (hoja 6246-I-NO) y El Agua (hoja 6246-I-NO) respectivamente. Las dos primeras fueron clasificadas como biomicrita según FOLK (1962), mientras que la muestra La-421B fue clasificada como pelmicrita, siguiendo los criterios del mismo autor. En general se encuentran compuestas principalmente por aloquímicos (60-70%) de distintas clases, matriz micrítica (25-35%) y bajo porcentaje de extraclasticos (1-5%). La tabla 24 muestra la composición de las muestras de caliza granular lodosa y la figura 42 parte del componente aloquímico de las muestras.

Tabla 24. Composición de las muestras de caliza granular lodosa (packstone).

Caliza granular lodosa (packstone)			
Muestras	**Extraclastos**	**Aloquímicos**	**Ortoquímicos**
La-401A	-	70%	28%
La-418B	1%	60%	39%
La-421B	5%	60%	35%

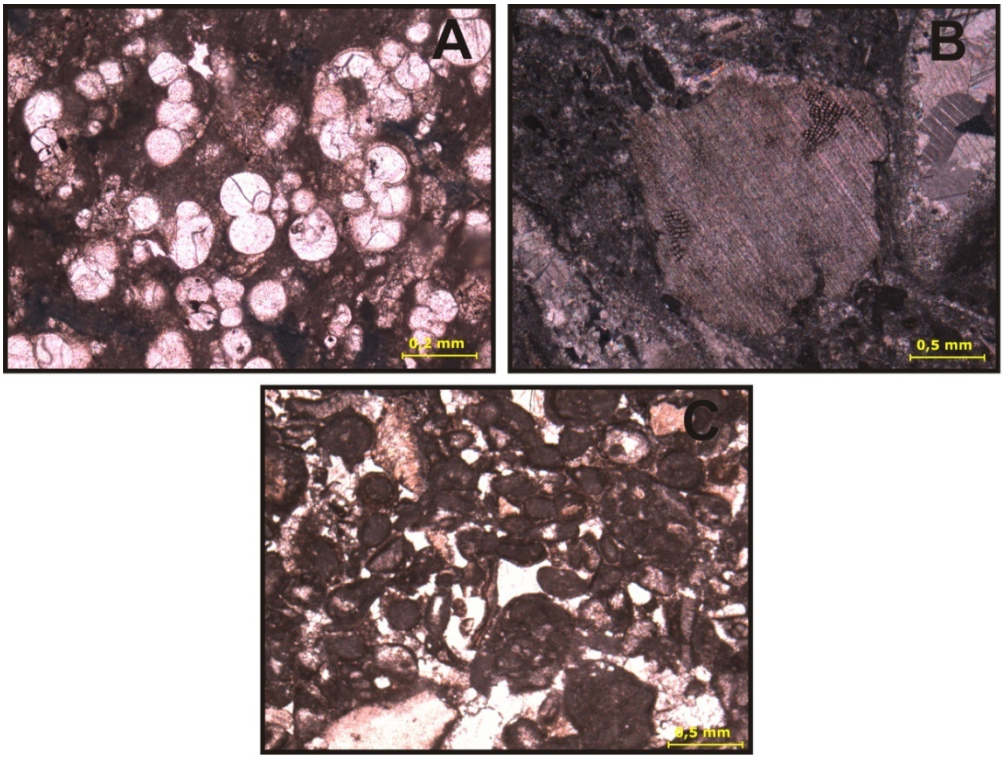


Fig. 42. Fotomicrografías de las muestras de caliza granular lodosa. A) La-401A. Foraminíferos plánticos recristalizados a calcita (NP). B) La.418B. Fragmento de alga verde recristalizado a calcita (NC). C) La-421B. Pellets de origen fecal y algal (NP).

- **Caliza aloquímica arenosa**

Se recolectaron dos muestras de este tipo litológico (La-402A y La-402B), ambas en la capa de peñones aflorante en la quebrada Guasa (hoja 6247-II-SO). Corresponden a rocas hibridas compuestas por extraclasticos (15-30%), aloquímicos (20-45%) y ortoquímicos (25-63%). Los fragmentos extraclasticos son principalmente de cuarzo, angulares y de baja esfericidad. Los fósiles que conforman el componente aloquímico son principalmente algas y foraminíferos plánticos. El ortoquímico predominante es la matriz micrítica. La tabla 25 muestra la composición de las muestras de caliza aloquímica arenosa.

Tabla 25. Composición de las muestras de caliza aloquímica arenosa.

Caliza aloquímica arenosa				
Muestras	**Extraclastos**	**Aloquímicos**	**Ortoquímicos**	**Porosidad**
La-402A	15%	20%	63%	2%
La-402B	40%	35%	25%	-

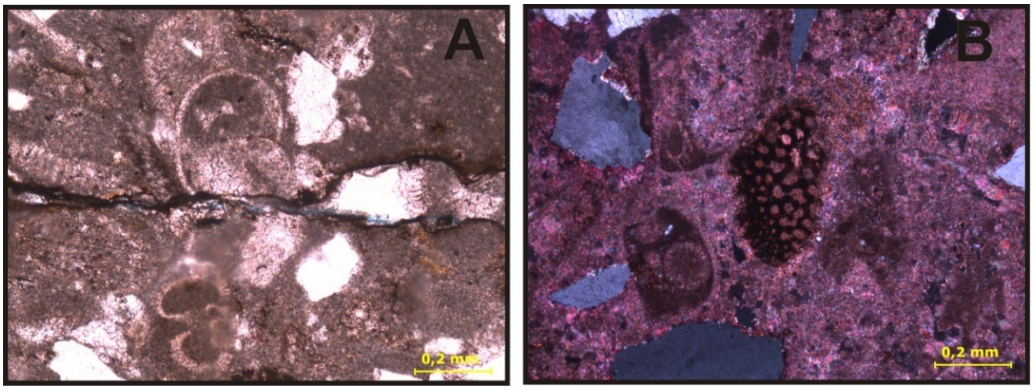


Fig. 43. Fotomicrografías de las muestras de caliza aloquímica arenosa. A) La-402A. Estilolitas (NP). B) La-402B. Fragmento de briozoario (NC).

- **Caliza lodosa (wackstone)**

Las muestras de este tipo litológico (La-402E, La-403B, La-403D y La-429B) fueron recolectadas en las capas de peñones aflorantes en las quebradas Guasa (hoja 6247-II-SO), Quebracho (hoja 6247-II-So) y Morrocoy (hoja 6246-I-NO) respectivamente. Fueron clasificadas también según FOLK (1962) como biomicrita. Corresponden a rocas carbonaticas compuestas por aloquímicos (30-50%), ortoquímicos (59-63%) y un bajo porcentaje de extraclasticos (1-10%). Los fósiles más abundantes son los foraminíferos plánticos. Como ortoquímico se encontró matriz micrítica y cemento tipo microespato. Los extraclasticos corresponden a fragmentos de cuarzo. La tabla 26 muestra la composición porcentual de las muestras de caliza lodosa.

Tabla 26. Composición de las muestras de caliza lodosa (wackstone).

Caliza lodosa (wackstone)				
Muestras	**Extraclastos**	**Aloquímicos**	**Ortoquímicos**	**Porosidad**
La-402E	7%	30%	63%	2%
La-403B	-	40%	57%	3%
La-403D	-	50%	40%	10%
La-429B	1%	40%	59%	1%

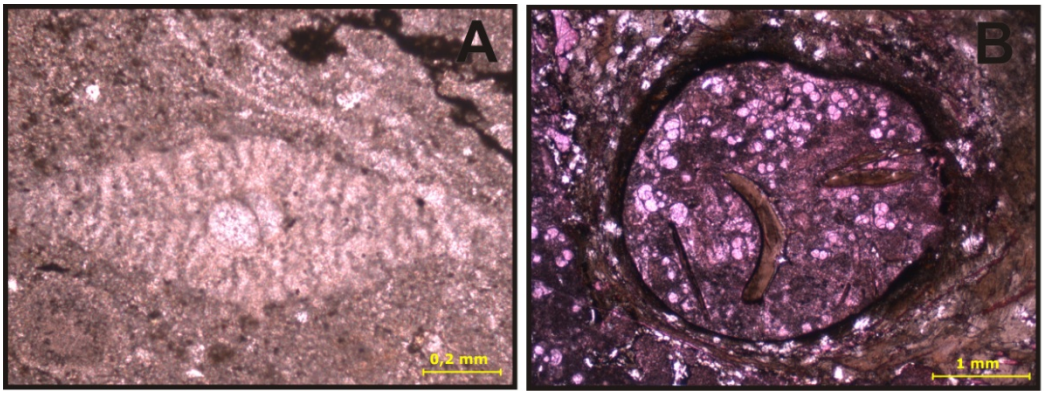


Fig. 44. Fotomicrografías de las muestras de caliza lodosa (wackstone). A) La-402E. Foraminífero plántico (*Discocyclina)* (NP). B) La-429B. Fragmento de Anélido (NC).

- **Concreción de caliza**

La muestra tomada fue recolectada en el afloramiento de la capa de peñones de Paragüito ubicado en la quebrada El Palmiche (hoja 6247-II-SO), en donde se encontraban varios ejemplares de este tipo litológico. Corresponde a una roca carbonática tipo La Luna, homogénea, de color fresco negro y meteorizado gris claro. No presenta fragmentos siliciclásticos observables. En la misma fue encontrado el molde de un amonite (fig. 45).



Fig. 45. Molde de amonite en nódulo de caliza.

Espesor

Para la capa de peñones de Paragüito el espesor es muy variable. Al noreste de Carora, RENZ *et al.* (1955) miden espesores de hasta 200 m. En la zona de estudio la misma presenta un espesor de 30 m. Las demás capas de peñones estudiadas presentan espesores entre 40 cm hasta los 4,05 m.

Edad

Para la capa de peñones de Paragüito, RENZ *et al.* (1955) y STEPHAN (1982, 1985) proponen una edad Eoceno medio, por estar incluidas en la Formación Matatere de dicha edad. VAN DER MEULEN (1954) menciona varias capas de peñones en sus secuencias del Eoceno temprano (zonas 2, 3 y 4) y medio.

3.2.4. Formación Paují

Consideraciones históricas

TOBLER (1922) y GARNER (1926) fueron los primeros en mencionar la Lutita de Paují, descrita por primera vez por LIDDLE (1928). Estos autores incluyeron la actual Formación Mene Grande dentro de esta unidad, como miembro superior (NUTTALL 1935, TASH 1938). RENZ (1942), estableció la separación en dos formaciones. Guedez (1985) infiere su existencia entre Monay (estado Trujillo) y Carora. GRAVES (1988) describe la Formación en el centro del lago de Maracaibo.

Localidad tipo

Se ha establecido como localidad tipo el Rio Paují, de donde se deriva el nombre. Asimismo aflora casi perfectamente en las cercanías, a lo largo del río San Pedro.

Extensión

La unidad aflora al este del lago de Maracaibo y a lo largo del flanco noroccidental de los Andes. En el subsuelo se presenta a lo largo del borde oriental del lago, en las áreas de Cabimas, Bachaquero y Ceuta. En la zona de estudio, los afloramientos de la Formación Paují ocupan un 2% del area total (fig. 46).

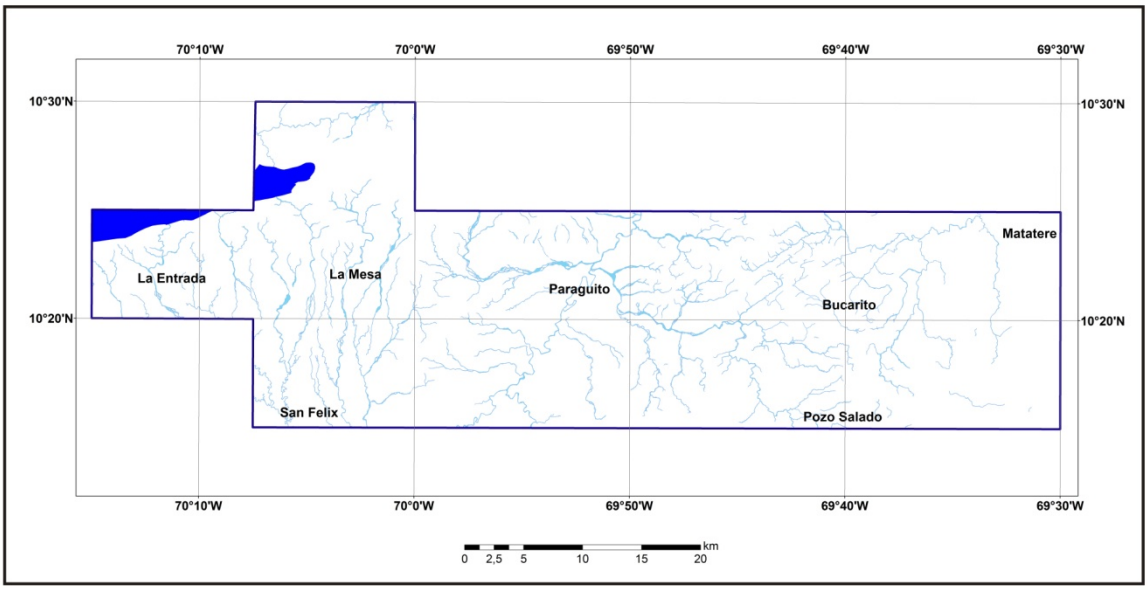


Fig. 46. Extensión de la Formación Paují en la zona de estudio.

Contactos

El contacto inferior es transicional y concordante con las capas de la Formación Misoa (ANÓNIMO 1997). En la zona de estudio presenta contacto discordante con la Formación Castillo al norte de La Mesa, y contacto concordante con la Formación Matatere al norte de La Entrada.

Litología

La unidad es una espesa secuencia de lutita, claramente diferenciable de la arenisca de las formaciones Misoa infrayacente, y Mene Grande suprayacente. La lutita típica tienen color gris mediano a oscuro, y es maciza a físil y con concreciones. En estado fresco, es firme, y frecuentemente exhibe fractura concoidal, pero meteoriza rápidamente a masas blandas y escamosas. En general, hay una virtual ausencia de arena; una excepción, restringida a la región de Mene Grande, es la Arena de Paují Medio (Middle Paují Sand) (ANÓNIMO 1997).

Espesor

Presenta un espesor de 1200 m en la sección tipo del rio San Pedro.

Fósiles

WALTON (1966) enumeró un conjunto de foraminíferos plantónicos, entre los cuales

destacan: *Globigerina senni*, *Globorotalia bolivariana*, *G. spinuloinflata* y *Truncorotaloides rohri*, que representan la Zona de *Porticulosphaera mexicana*.

Edad

La edad de la Zona de *Porticulosphaera mexicana*, corresponde al Eoceno medio.

3.2.5. Formación Castillo

Consideraciones históricas

El nombre de la Formación fue utilizado por primera vez por JHONSON (1949) para identificar una secuencia de arenisca, conglomerado, lutita y caliza ocasional, que aflora en Cerro Castillo. WHEELER (1960) también publica una descripción de la Formación. LORENTE (1986) publicó la microflora presente en la formación, y en base a ella, estableció la edad y el ambiente sedimentario de esta unidad.

Localidad tipo

WHEELER (1960), plantea que el nombre proviene del cerro Castillo, a unos 27 km al sur de Dabajuro, distrito Buchivacoa, estado Falcón. Recomienda la sección aflorante 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 principalmente al oeste de Paragüito, y ocupa un 5% del area total de estudio (fig. 47).

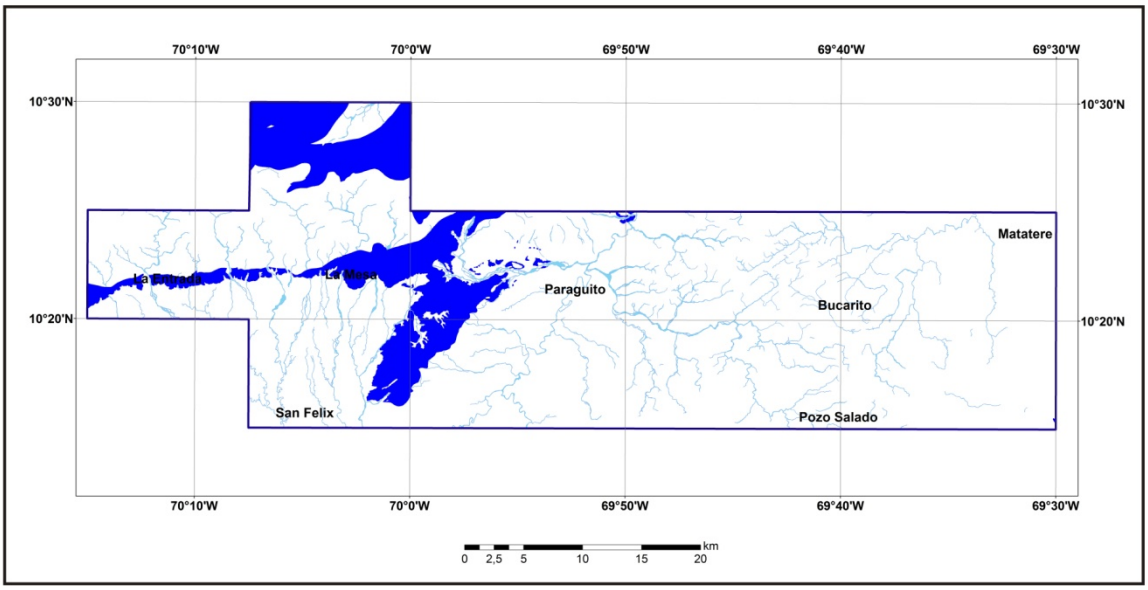


Fig. 47. Extensión de la Formación Castillo en la zona de estudio.

Contactos

WHEELER (1960) plantea que la Formación Castillo yace concordantemente sobre las Lutitas de Pecaya. Su contacto superior es concordante y diacrónico hacia el sur de la cuenca con la Formación Agua Clara (LORENTE, 1997). En la zona de estudio, presenta un contacto discordante con la Formación Matatere cuando se encuentra estratigráficamente por arriba de la misma. Cuando la Formación Matatere se encuentra estratigráficamente por arriba de la Formación Castillo, el contacto entre ambas es de corrimiento.

Litología

WHEELER (1960) es quien define a la Formación Castillo como una secuencia de arenisca con intercalaciones de lutita, limolita, conglomerado, lignito y algunas capas de caliza.

La arenisca se encuentra con un espesor variable, de algunos metros a más de 10 m, y define 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. Las capas de lutita se hallan principalmente en los afloramientos del norte, son de color gris claro a gris oscuro, micáceas, de pobre a buena consolidación y con fractura semi-concoidea, pueden ser ligníticas o jarosíticas. En la parte sur del área vienen dadas por capas de limolita las intercaladas 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. El lignito presenta un espesor menor a 2 m y es impura, arenoso y limoso, mientras que la caliza es de color marrón e impuro.

Espesor

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

Fósiles

WHEELER (1960) presenta una extensa lista de macroforaminíferos, foraminíferos bénticos y moluscos fósiles del Oligoceno, procedentes del área tipo y otra de fósiles del Mioceno Temprano provenientes del borde sur de la cuenca. LORENTE (1986) indica la microflora presente en la Formación Castillo en el pozo TIG-141X, con dos conjuntos de palinomorfos: uno inferior, relativamente rico y otro superior, bastante pobre en especies y ejemplares. La microflora en esos niveles está representada principalmente por: *Retitricolporites guianensis, Proxapertites operculatus, Zonocostites ramonae, Retitricolpites simplex, Verrucatosporites cf. speciosus, Retitricolpites amapaensis, Mauritiidites franciscoi, Deltoidospora adriennis, Laevigatosporites vulgaris, Psilatricolporites maculosus, Verrucatosporites usmensis* e *Incertae sedis*.

Edad

De acuerdo a WHEELER (1960) 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.

3.2.6. 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 lutitas con interestratificaciones de calizas y lutitas ocasionales, pero es descrita en detalle por LIDDLE (1928) quién la define como Formación Agua Clara. DÍAZ DE GAMERO (1977) precisa la edad de la base de la Formación Agua Clara en su localidad tipo y, posteriormente (1989) indica la edad de la parte superior de la Formación.

Localidad tipo

En las cercanías del poblado de Agua Clara, en el río Mitare, distrito Democracia, estado Falcón (DÍAZ DE GAMERO, 1997).

Extensión

WHEELER (1960) menciona que la unidad aflora en las proximidades de los bordes suroccidental, occidental y septentrional de la cuenca de Falcón. Por su parte DÍAZ DE GAMERO (1989) indica que en Falcón norcentral la Formación aflora solo al oeste del río Mitare. En la zona de estudio, aflora solo al norte de La Mesa, y ocupa un 1% del area total (fig. 48).

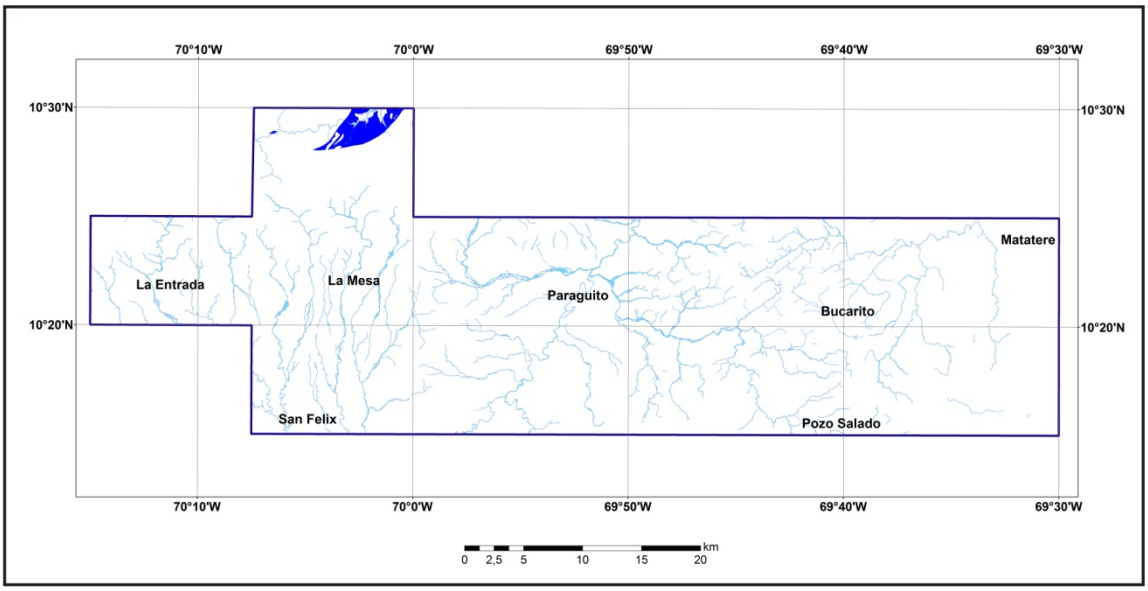


Fig. 48. Extensión de la Formación Agua Clara en la zona de estudio.

Contactos

La Formación Agua Clara yace de manera concordante sobre las formaciones Castillo, Churuguara y Pedregoso y la suprayace, también de manera concordante, la Formación Cerro Pelado (WHEELER 1960, DÍAZ DE GAMERO 1997). En la zona de estudio presenta contacto de corrimiento con la Formación Castillo, y hacia el oeste del mismo, un contacto estratigráfico concordante con la misma Formación.

Litología

LIDDLE (1928) describe a la Formación en su localidad tipo como compuesta por lutita ferruginosa concrecionaría, 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 (1960) la define 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. DÍAZ DE GAMERO (1989) menciona que la unidad, en su parte superior, 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

Su espesor es de 600 m en sección incompleta en el río Diquiva (WHEELER 1960), 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 bénticos 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

A partir de los fósiles identificados se propone una edad del Mioceno Temprano (DÍAZ DE GAMERO 1989).

3.2.7. Unidades cuaternarias

Estas unidades representan los sedimentos no consolidados, movilizados por procesos cuaternarios. Se encuentran distribuidos en toda el area de estudio, ocupando un 13% de la misma (fig. 49) principalmente alrededor de los drenajes. Al norte de San Félix se encuentra una rampa de sedimentos cuaternarios que ocupa prácticamente la totalidad de la hoja 6146-I-NE.

Todas las unidades cuaternarias presentes en la zona de estudio fueron subdivididas, tomando como base el mapa geomorfológico base de la Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hídricos (COPLANARH), el cual sintetiza en un sistema de clasificación tanto la morfología de la unidad cuaternaria como el medio depositacional. En la zona de estudio se encuentran siete de las 19 formas de depósito cuaternario propuestas por dichos autores, las cuales serán descritas 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.
- A5: Rampa de explayamiento. Utilizado para designar acumulaciones torrenciales locales de material con granulometría variable.
- A6: Rampa coluvial.
- A9: Complejo coluvio-aluvial de piedemonte. Generado por inundaciones ocasionales de origen fluvial. La granulometría del depósito es variable.
- B9: Valle coluvio-aluvial.
- B10: Terraza aluvial.
- B12: Valle encajado.

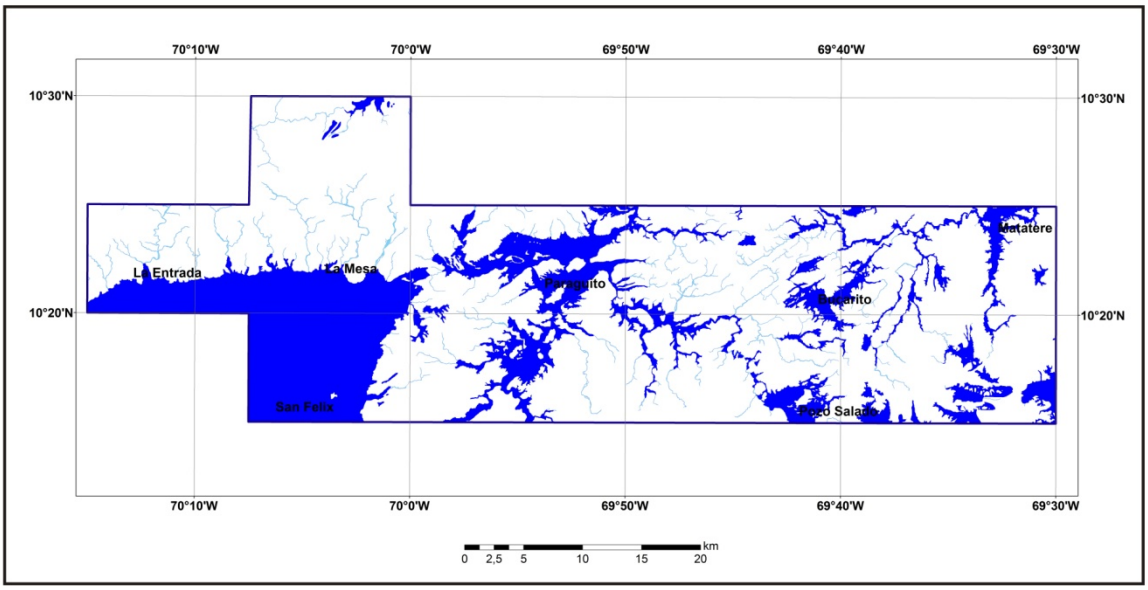


Fig. 49. Extensión de las unidades cuaternarias en la zona de estudio.

Aparte de la información cronológica proporcionada por COPLANARH (1997) se pueden establecer otras basadas en la relación espacial existente entre las mismas. Por ejemplo, las terrazas, al estar siempre rodeadas por otros depósitos cuaternarios, se encuentran entre las más antiguas de las unidades recientes, por lo que en los mapas de la Creole Petroleum Corporation se les asigna una edad de Pleistoceno Superior. Las unidades más recientes son depósitos tipo valle o coluviales, encontrándose estos siempre asociados a los drenajes principales, y cortando además unidades anteriores, como abanicos y rampas de explayamiento.

3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

La zona de estudio presenta numerosas estructuras producto de deformación. Estas se pueden englobar en 3 tipos: fallas de corrimiento, fallas de ángulo alto y plegamientos.

3.3.1. Fallas de corrimiento

Las fallas de corrimiento se encuentran, en general, distribuidas a lo largo de toda la zona de estudio, en tres grupos principales de acuerdo a la edad de los mismos: el pmás antiguo, ubicado entre las poblaciones de Pozo Salado y Bucarito (hoja 6246-I-NO); el segundo se ubica al norte de la población de La Entrada hasta el norte de Paragüito (hojas 6147-II-NE, 6147-II-SE, 6147-II-SO Y 6247-III-SO); y los corrimientos cuaternarios ubicados al este de Matatere y al norte de la Mesa (hojas 6247-II-SE y 6246-I-NE).

El primer grupo de corrimientos pone en contacto la Formación Barquisimeto la cual cabalga sobre la Formación Matatere sucesivamente, generando “escamas” de corrimiento con forma de “U”. Esta fase de deformación obedece a emplazamiento de las napas de Lara, y se encuentran a su vez plegadas, debido a un evento posterior al emplazamiento de las napas, y que las configura en la terminación periclinal del plegamiento definido por RENZ (1960) como la nariz anticlinal de Bucarito (Bucarito Nose).

El segundo grupo de corrimientos presenta una orientación general que va de E-W a NE. Algunos de estos corrimientos ponen en contacto las Formaciones Matatere y Castillo, así como las formaciones Castillo y Agua Clara, mientras que otros se dan dentro de la Formación Matatere. Esta fase de deformación obedece al proceso de inversión de la cuenca de Falcón.

El tercer y último grupo de corrimientos se origina por dos eventos cuaternarios: el primero corresponde a el movimiento del bloque triangular limitado por las fallas de Oca, Valera y Boconó, el cual genera un corrimiento de orientación NE que pasa a N-S en las cercanías de Matatere, el cual se conoce como falla de Uvedal. El segundo evento corresponde a un frente inverso con vergencia sur de las montañas al norte de Carora, sobre el cuaternario de la cuenca de Carora, el cual se encuentra al norte de La Mesa (hoja 6147-II-SE). La figura 50 muestra la distribución de los corrimientos en la zona de estudio,

mientras que en la figura 51 se observa el sistema de corrimientos ubicado entre Pozo Salado y Bucarito (hoja 6246-I-NO).

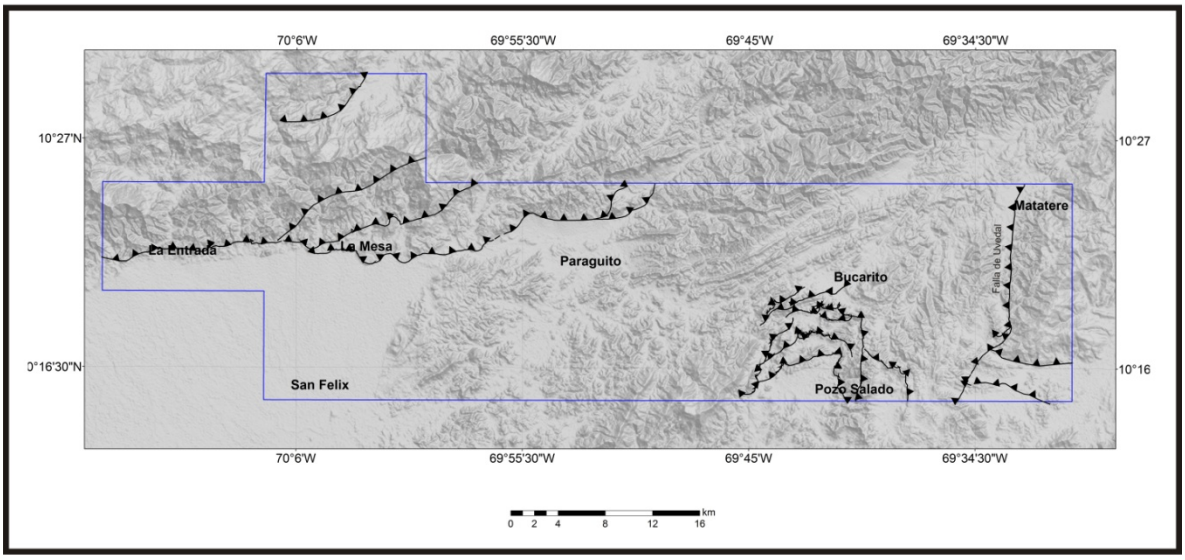


Fig. 50. Distribución de los corrimientos en la zona de estudio.

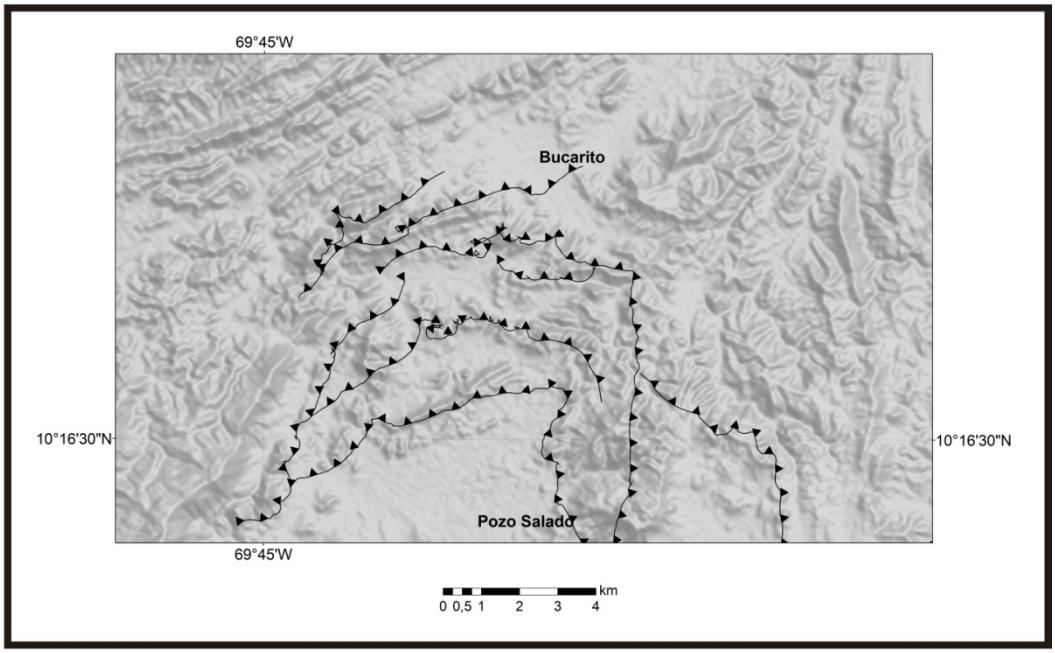


Fig. 51. Detalle de los corrimientos ubicados entre Pozo Salado y Bucarito.

3.3.1. Fallas de ángulo alto

Las fallas de alto ángulo se encuentran agrupadas hacia el oeste de la hoja, asociadas a los corrimientos ubicados entre La Entrada y Paragüito. La mayoría de estas fallas presentan una orientación aproximadamente N-S, y desplazan algunos de los corrimientos antes mencionados. Asimismo, estas fallas segmentan plegamientos dentro de la Formación Castillo, los cuales también se encuentran asociados al frente de corrimiento.

Al sur de Paragüito y al norte de Bucarito, la orientación de las trazas y la dirección de algunos drenajes permitió inferir la presencia de un grupo de fallas, con rumbo aproximado N45E. La falla inferida al norte de Bucarito termina bruscamente al encontrarse con el sistema de corrimientos que pone en contacto a la Formación Barquisimeto con la Formación Matatere. La figura 52 muestra la distribución de las fallas de ángulo alto en la zona de estudio.

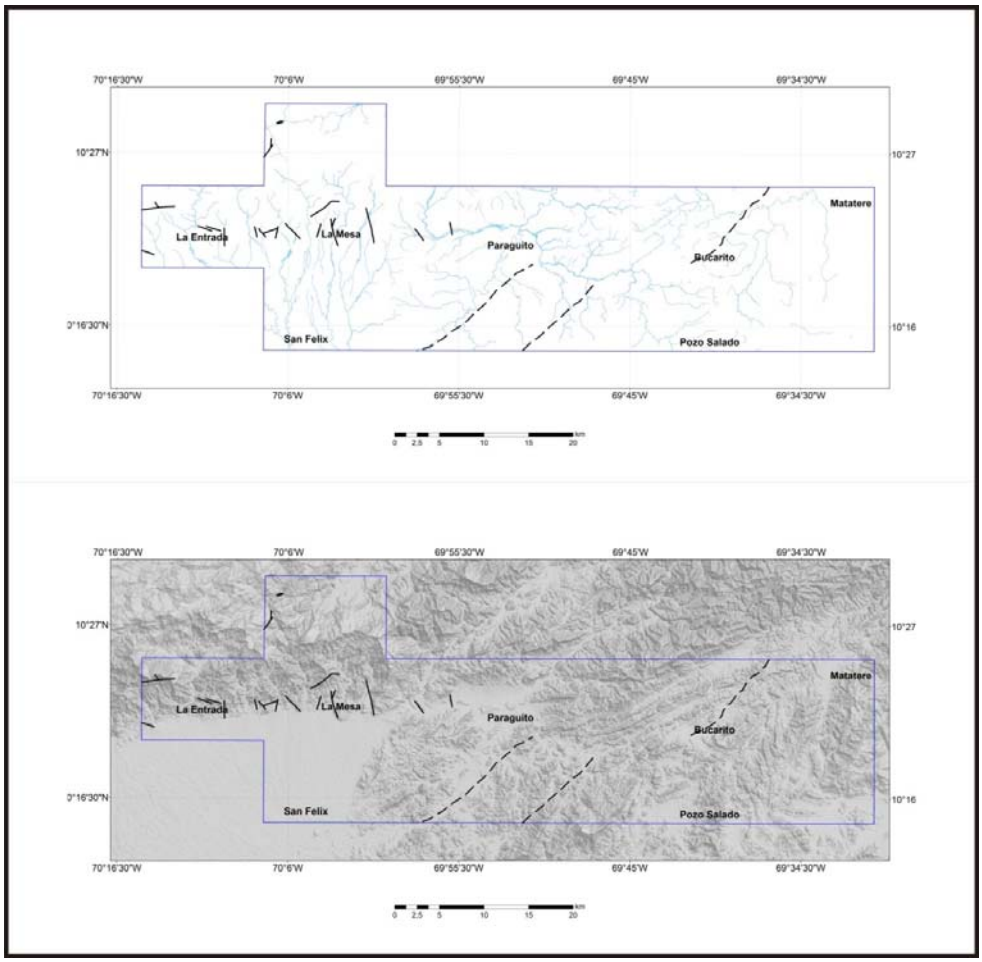


Fig. 52. Fallas de ángulo alto presentes en la zona de estudio.

3.3.3. Pliegues

La mayor cantidad de plegamientos se encuentran asociados al grupo de corrimientos ubicado al norte de La Mesa. Corresponden a anticlinales y sinclinales que deforman la Formación Castillo, y que a su vez se encuentran segmentados por fallamientos de angulo alto. Hacia el este de Bucarito, se tiene el anticlinal de Buenos Aires, el cual se presenta como el rasgo tectónico más importante de la zona (VAN DER MEULEN, 1954). Consiste en un anticlinal con inmersión hacia el noreste, el cual termina al encontrarse con los corrimientos que ponen en contacto los mantos de la Formación Barquisimeto con la Formación Matatere. Hacia el este del anticlinal de Buenos Aires, se encuentra un sinclinal subparalelo y asociado a este. Asimismo, hacia el sur se tiene la estructura conocida como "Bucarito Nose", definida por RENZ (1960) y que deforma las escamas de corrimiento ubicadas entre Pozo Salado y Bucarito, configurándolas en un plegamiento anticlinal con inmersión hacia el noreste. En la figura 53 se ve la distribución de los plegamientos en la zona de estudio.

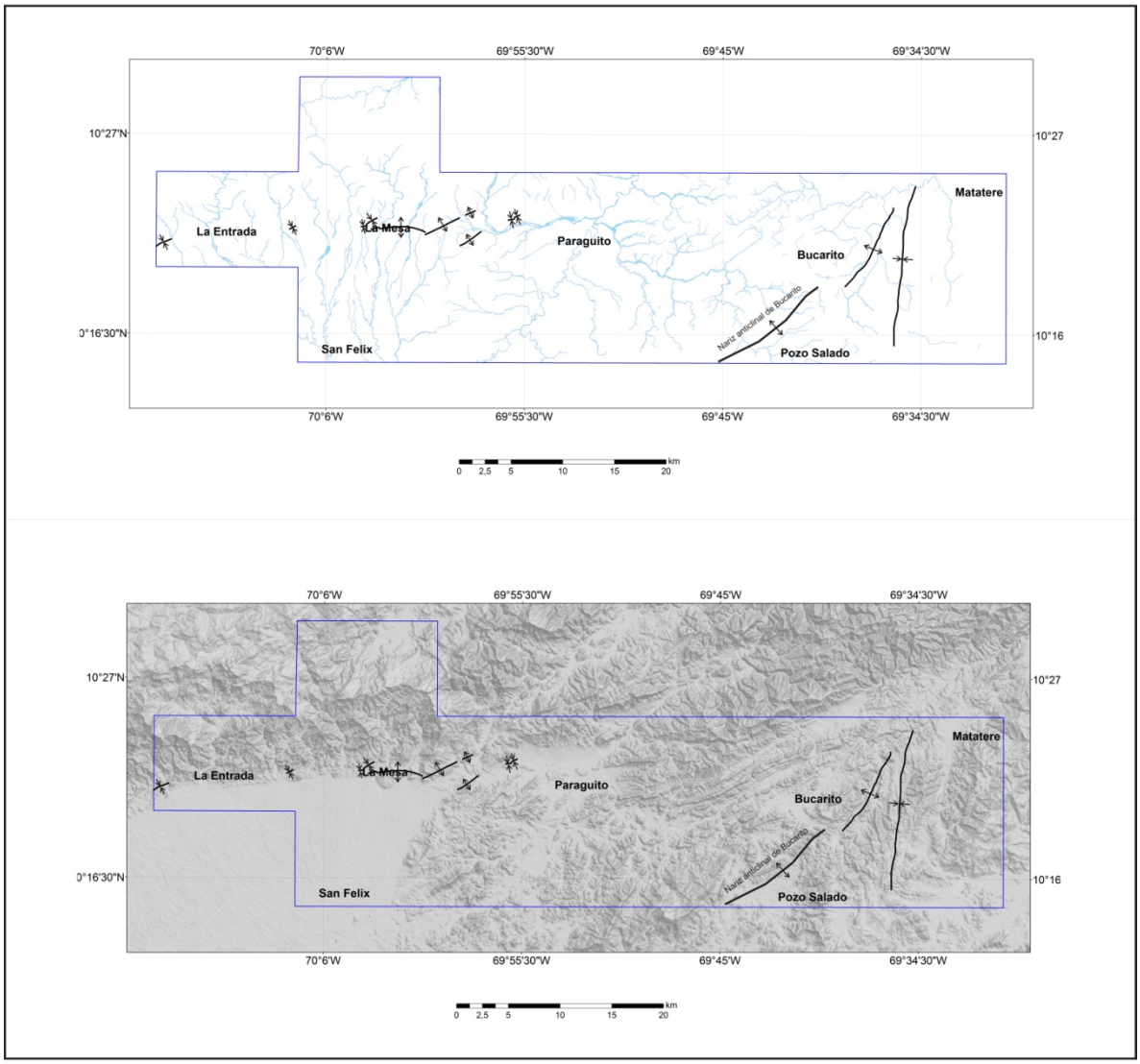


Fig. 53. Pliegues presentes en la zona de estudio.

4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES

A continuación se formulan interpretaciones basadas en el análisis petrográfico realizado, así como en la recopilación cartográfica de la zona de La Mesa-Matatere. Por último se propondrá un modelo evolutivo que explique la configuración presente actualmente en la zona de estudio.

4.1. INTERPRETACIONES PETROGRÁFICAS

El trabajo de campo realizado en la Formación Matatere permitió muestrear distintos tipos litológicos aflorantes. El único bloque ígneo encontrado fuera de una capa de peñones, fue un olistolito de diorita cuarcífera, encontrado en la quebrada Morrocoy. En esta roca, la abundancia de vetas de calcita, a veces asociada a epidoto, y la alteración casi total de la hornblenda a clorita, permite afirmar que la roca fue sometida a una fuerte alteración hidrotermal.

Las demás rocas muestreadas dentro de la Formación Matatere, sin incluir las capas de peñones, fueron todas de carácter sedimentario. A grandes rasgos las rocas clásticas presentan algunas características texturales en común. Presentan un escogimiento de medio a pobre, con un porcentaje de matriz superior al 10%. Los clastos son generalmente subredondeados a subangulares, lo cual aunado al contenido siempre presente de feldespato (tanto potásico como plagioclasa) o fragmentos de roca, permite inferir que el area fuente de sedimentos no se encontraba muy distante. Así como es evidente una fuente de aporte de rocas siliciclásticas, el aporte carbonático se hace evidente, tanto en la cantidad de fragmentos de roca carbonática encontrados en las muestras, como en las concreciones de caliza tipo La Luna encontrados en los afloramientos.

En cuanto a las rocas clásticas, se tiene que las encontradas en afloramiento contienen un contenido siliciclástico importante (>10%) y además carecen de fósiles. La muestra La-411R presenta evidencias de actividad tectónica en la zona de su depositación, como sombras de presión, fracturas y orientación isotrópica de algunos granos de cuarzo. Esto es coherente con el panorama de inestabilidad tectónica existente en el surco de Barquisimeto para el momento de la sedimentación de la Formación Matatere.

Gran parte del presente trabajo se concentró en la caracterización de las capas de peñones de la Formación Matatere, por lo las mismas fueron muestreadas extensamente. La diversidad de los tipos litológicos contenidos en estas capas de peñones es reflejo claro de la cantidad de fuentes de aporte de sedimentos aflorantes para el momento de la sedimentación de la Formación Matatere. Las muestras tomadas en la capa de peñones de Paragüito, presentan características ambientales muy distintas, conteniendo fauna pelágica (foraminíferos plánticos en la muestra La-401A) y de plataforma carbonática (alga roja coralina en la muestra La-401E). A esto puede sumarse el hecho de que también se encontraron nódulos de caliza tipo La Luna e incluso un molde de amonite, lo que coincide con lo descrito por RENZ (1960) que plantea rocas carbonaticas cretácicas y paleocenas como fuente de aporte.

La capa de peñones que aflora en la quebrada Guasa (afloramiento La-402, hoja 6247-II-SO) pudo ser seguida hasta la quebrada Quebracho (afloramiento La-403, hoja 6247-II-SO), y contiene únicamente bloques de rocas carbonáticas. La diversidad de áreas fuente se evidencia tanto en los fósiles presentes en estas como en las etapas diagenéticas evidenciadas, pudiendo ubicarse algunas de estas muestras en la etapa de diagénesis avanzada por la presencia de estilolitas.

Las capas de peñones ubicadas hacia el sur son las que presentan mayor contenido de rocas ígneas. Las capas de peñones aflorantes en las quebradas Mamonal (hoja 6246-I-NO), El Agua (hoja 6246-I-NO) y Cañaote (hoja 6247-II-SO) en los afloramientos La-418, La-420, La-421, La-422 y La-423, presentan una composición bastante similar, con rocas similares entre sí, de grano grueso como tonalita y monzonita cuarcífera. Una de las capas de peñones de la quebrada Morrocoy (afloramiento La-431, hoja 6146-I-NO), contiene rocas de composición similar, por lo que es muy probable que todas estas capas de peñones compartan la procedencia de sus clastos. Sin embargo otra de las capas de peñones de la quebrada Morrocoy (afloramiento La-429, hoja 6246-I-NO) presenta litologías no vistas en las demás, como andesita porfídica y dacita porfídica, por lo que necesariamente debe haber tenido otra area de aporte de sedimentos. Los conglomerados muestreados en las capas de peñones no presentan una gran variedad litológica en sus clastos, siendo estos principalmente granos de cuarzo y chert redondeados.

Debido a lo tectonizada que se encuentra la Formación Matatere en la zona de estudio, es imposible establecer relaciones estratigráficas entre las capas de peñones, lo cual sería muy útil para precisar la fuente exacta de su contenido litológico. Sin embargo los datos obtenidos a partir del análisis petrográfico pueden ser correlacionados con los de futuras investigaciones, y así plantear teorías más sólidas acerca de la posible procedencia de los cuerpos contenidos en estas.

4.2. INTERPRETACIONES CARTOGRÁFICAS

Las unidades que se encuentran en la zona de estudio presentan relaciones estratigráficas complejas. En base a la cartografía geológica realizada, la cual compila trabajos anteriores y la información recopilada en campo, se formulan varias interpretaciones acerca de la configuración actual de la zona de estudio.

La unidad más antigua presente en la zona de estudio corresponde a la Formación Bobare, la cual aflora sólo al este de la misma. Esta Formación aflora en un área tan pequeña, que no aporta mayor información para el presente análisis; más que el hecho de que se encuentra en contacto estratigráfico concordante con la Formación Barquisimeto.

La Formación Barquisimeto se encuentra ubicada hacia la parte centro-oriental de la zona de estudio, y presenta una complicada relación tectono-estratigráfica con la Formación Matatere, generando “escamas” sucesivas de corrimiento en la zona ubicada entre Pozo Salado y Bucarito (fig.54), en donde se intercalan litologías de las dos unidades. La relación entre estas dos unidades se explica con la estructura imbricada que presenta el Complejo Tectónico Sedimentario de Lara, debido el apilamiento de las napas de Lara hacia el sureste. Al respecto, STEPHAN (1982, 1985) plantea que la disposición caótica de las unidades cretácicas no puede ser explicada por deslizamientos submarinos, sino por la acción de corrimientos superpuestos, los cuales se dan por el avance del tren de napas hacia el sur. La figura 55 muestra esquemáticamente como se dispone este apilamiento progresivo de las napas de Lara. El plegamiento cartografiado por RENZ (1960) correspondiente a la nariz anticlinal de Bucarito (Bucarito Nose) parece corresponder a un régimen de esfuerzos compresivo, con orientación NW-SW, al igual que el anticlinal de

Buenos Aires y el sinclinal asociado a este. Todo esto podría coincidir con una rotación horaria del bloque triangular limitado por las fallas de Oca-Valera-Boconó.

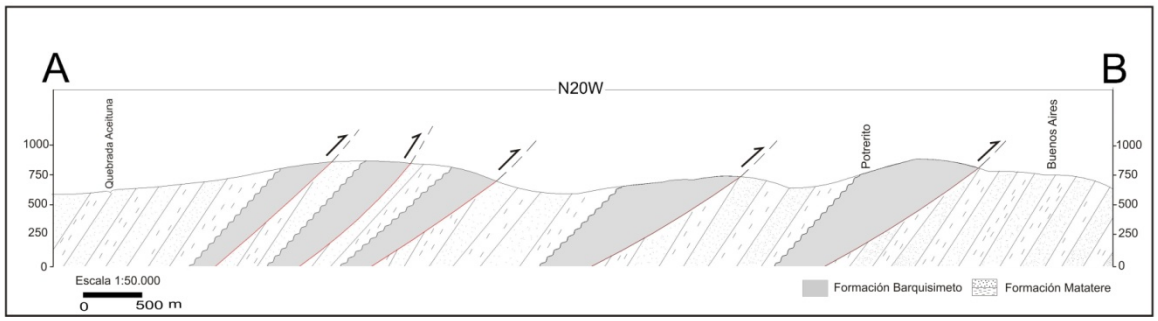


Fig. 54. Corte geológico A-B (hojas 6246-I-NO y 6247-II-SO). Apilamiento de escamas de la Formación Barquisimeto intercaladas con la Formación Matatere.

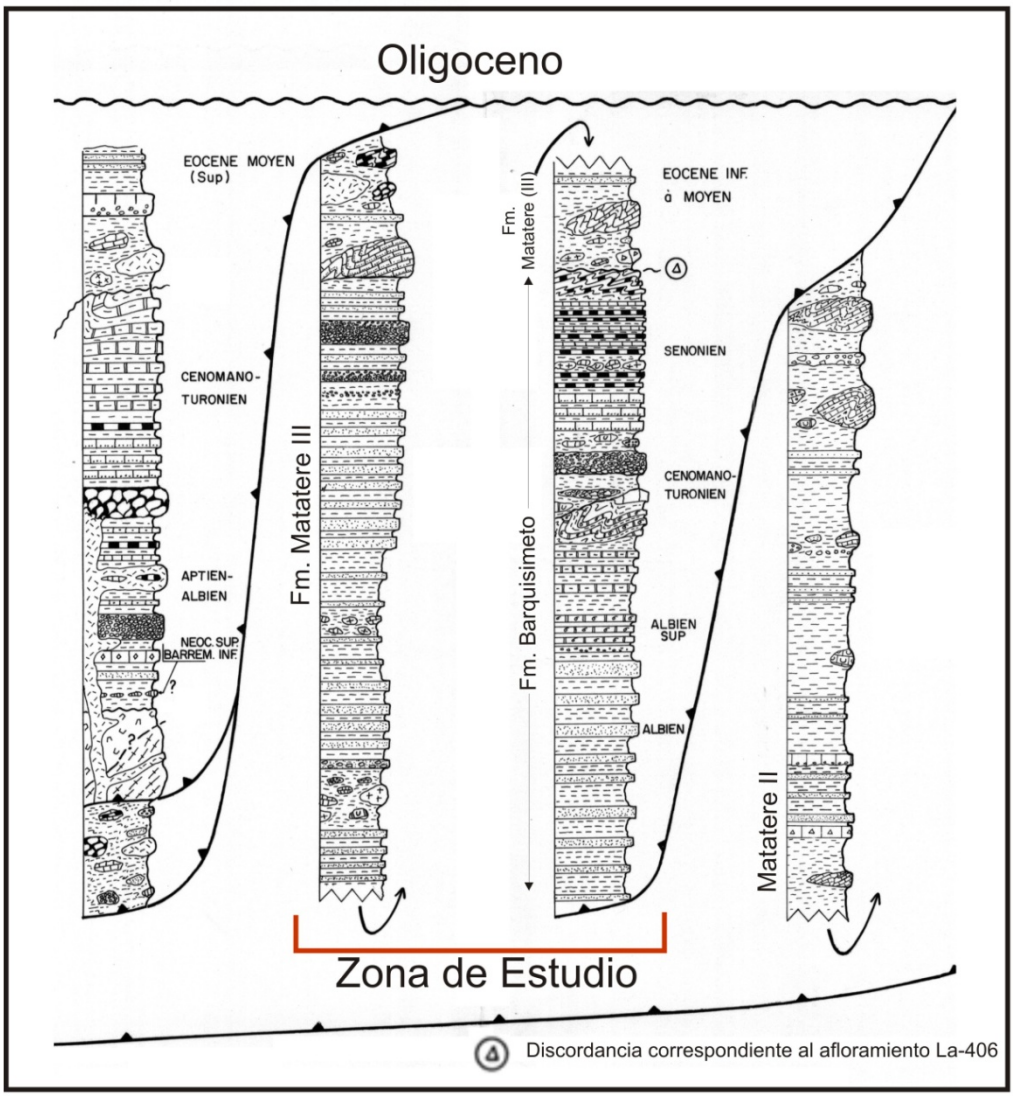


Fig. 55. Apilamiento progresivo de las napas de norte a sur.
Tomado y simplificado de STEPHAN (1982, 1985).

La Formación Matatere, de edad Eoceno medio consiste en una secuencia de tipo flysch con abundantes bloques alóctonos. En el afloramiento La-406 pudo observarse uno de sus contactos discordantes con la Formación Barquisimeto, el cual corresponde al fenómeno explicado anteriormente. Presenta un contacto estratigráfico concordante con la Formación Paují, y a su vez la Formación Castillo es discordante sobre ambas. Sin embargo, en la parte centro occidental de la zona de estudio, se observan corrimientos que ponen en contacto las formaciones Matatere y Castillo. Estos corrimientos se deben a esfuerzos compresivos asociados a la inversión tectónica de la cuenca de Falcón. De hecho, la Formación Castillo se encuentra deformada, con plegamientos de ejes subparalelos al frente de corrimiento. La Formación Agua Clara se encuentra únicamente hacia el norte de la zona de estudio, y se deposita concordantemente sobre la Formación Castillo.

4.3. MODELO EVOLUTIVO

Se presenta un modelo evolutivo de la zona de estudio, basado en las evidencias petrográficas y cartográficas expuestas anteriormente. Mediante este se propone explicar la configuración geologica actual de la zona comprendida entre La Mesa y Matatere.

Jurásico

La separación de Norteamérica y Sudamérica, genera entre estas una corteza oceánica, conocida como proto-Caribe. La depositación durante el Jurásico en Venezuela está condicionada a estructuras de graben, asociadas al proceso de rifting que separó Pangea (MENDOZA 2005).

Cretácico

El Cretácico en Venezuela viene marcado por un evento transgresivo, el cual alcanza su máxima expresión durante el Turoniense-Coniaciense (MENDOZA 2005). A medida que esta se acentúa, los ambientes depositacionales se van haciendo más marinos, por lo que se deposita la Formación Bobare, en ambientes de plataforma inestable, y posteriormente la Formación Barquisimeto, con características de aguas profundas (BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1966).

Paleoceno-Eoceno

A finales del Cretácico, el margen pasivo del noroccidente del país comienza a transformarse en un margen colisional, producto del choque del arco de islas que proviene del Pacifico, con el borde norte de la Placa Sudamericana. Consecuencia directa de esta interacción es el emplazamiento de una serie de napas, cuyo frente se desplaza hacia el sureste. La subsidencia adicional generada por el emplazamiento de las napas genera una cuenca antepaís (fig. 56), en la cual comienza, a finales del Paleoceno, la depositación de las turbiditas de la Formación Matatere. Para inicios del Eoceno, la cuenca experimenta una rápida subsidencia, ocasionando que abundante material alóctono, proveniente fundamentalmente de las napas expuestas hacia el sur, sea transportado hacia el interior de la cuenca (MARTÍNEZ & VALLETTA 2008). Este proceso es la causa de que formaciones cretácicas o más antiguas, para ese entonces ya expuestas, sirvan como fuente de aporte de sedimentos para la secuencia terciaria. De esta forma se originan las capas de peñones de la Formación Matatere.

El avance de las napas de Lara hacia el sur desprende e imbrica escamas de la Formación Barquisimeto infrayacente, y los coloca en contacto con la Formación Matatere que se viene depositando en el surco mediante fallas de corrimiento (STEPHAN 1982, 1985). La discordancia más antigua encontrada en la zona de estudio se da en el contacto entre las formaciones Matatere y Barquisimeto, y es consecuencia directa de la depositación sintectónica de la secuencia flysch a medida que avanzan progresivamente las napas.

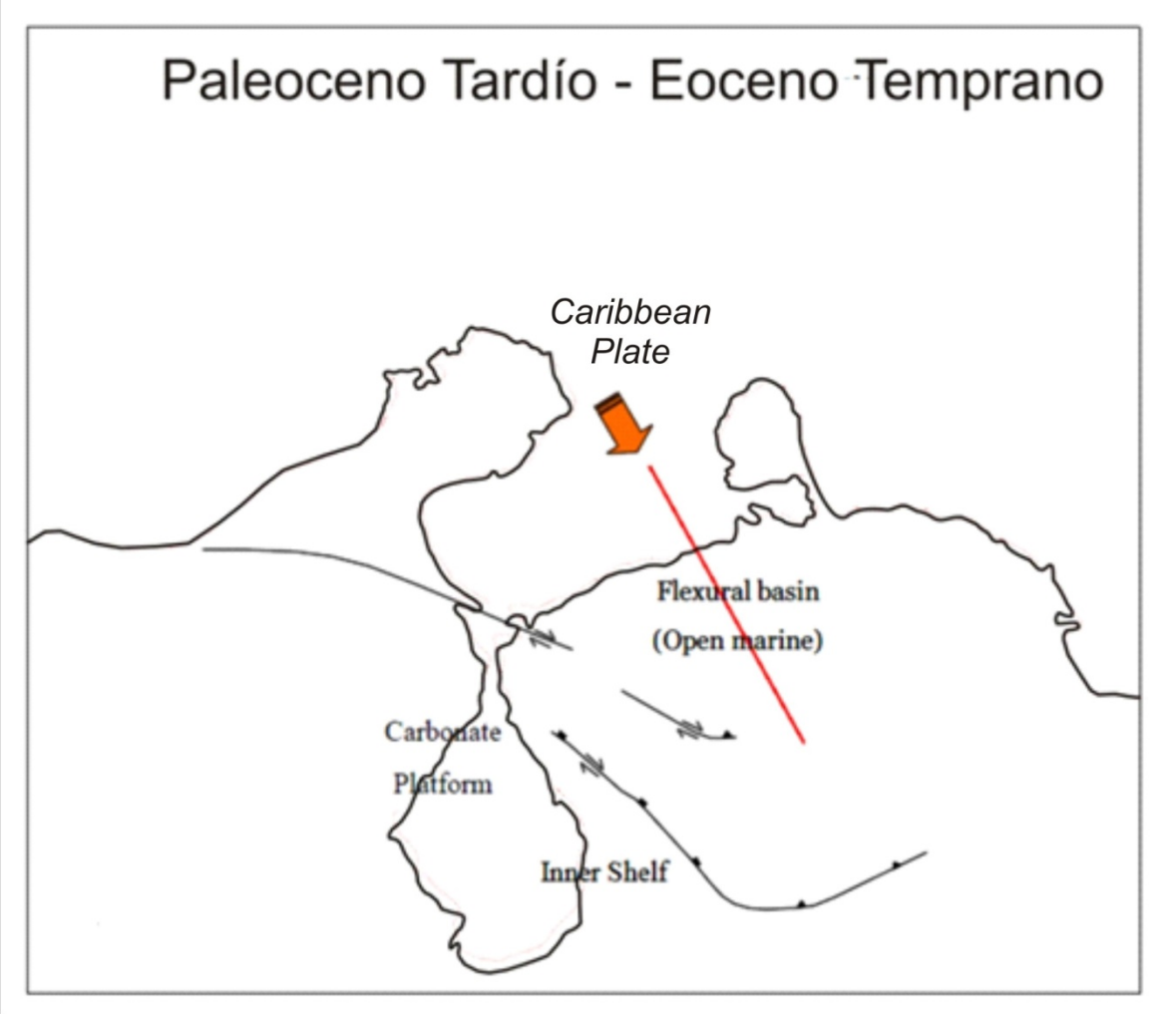


Fig. 56. Paleoceno Tardío – Eoceno Temprano. Generación de una cuenca antepaís donde se deposita la Formación Matatere. Tomado de BAQUERO *et al.* (2009).

Para el Eoceno medio se inicia la subducción de ángulo bajo de la placa del Caribe por debajo de la Placa Sudamericana, y para el Eoceno tardío finaliza el emplazamiento de las napas de Lara, como se observa en la figura 57. En este intervalo de tiempo se deposita la Formación Paují, concordantemente sobre la Formación Matatere (BAQUERO *et al*. 2009)

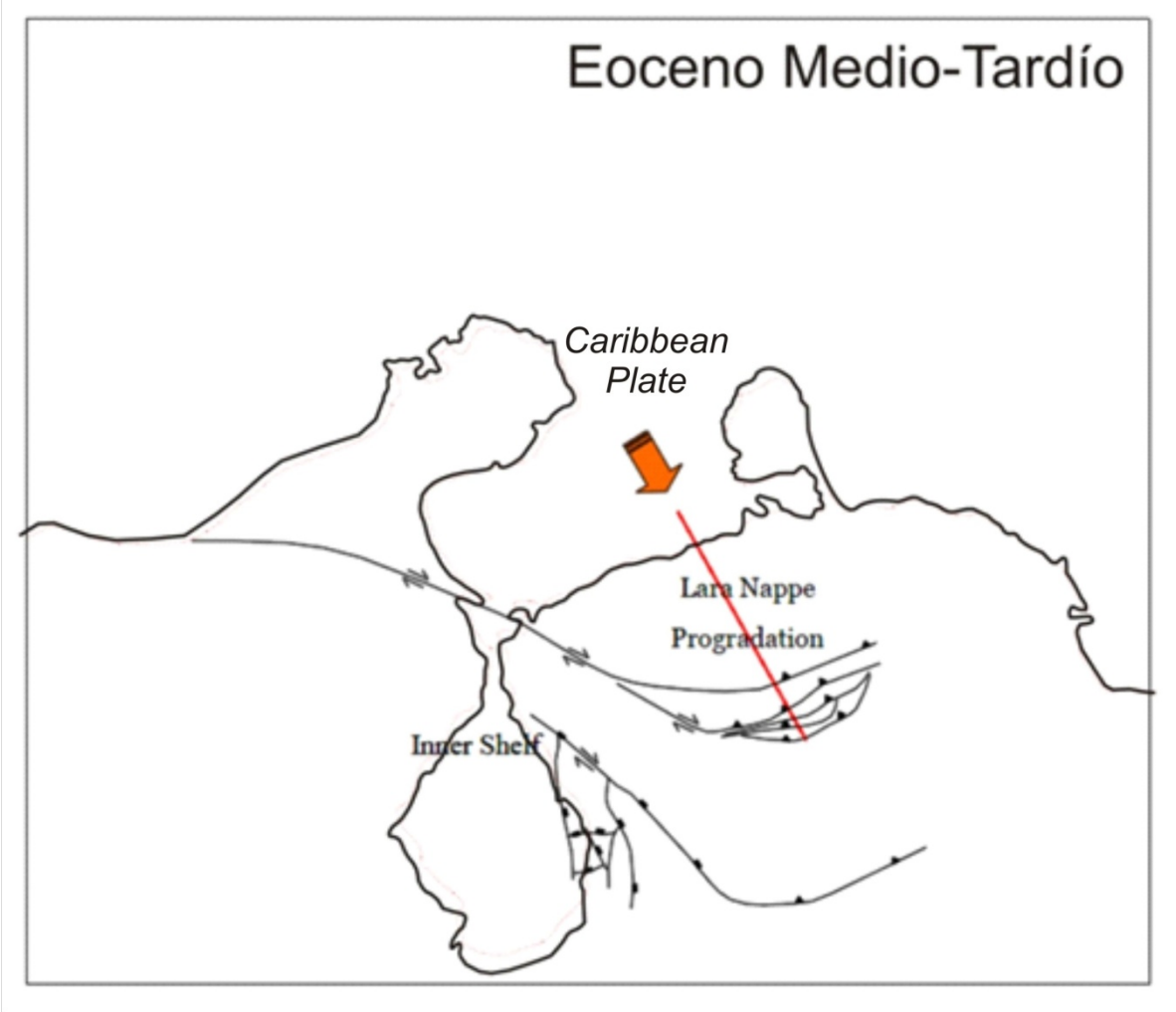


Fig. 57. Eoceno medio – Eoceno tardío. Finaliza el emplazamiento de las napas de Lara. Tomado de BAQUERO *et al.* (2009).

Oligoceno – Mioceno medio

Debido a la subducción de la placa del Caribe durante el Eoceno, se produce una liberación de esfuerzos, generándose un cambio de régimen tectónico compresivo a uno extensivo, siendo esto el origen de la cuenca de Falcón (BAQUERO *et al.* 2009*)* como se ve en la figura 58. Como consecuencia de esta generación de espacio, entre el Oligoceno-Mioceno Temprano, se deposita la Formación Castillo discordantemente sobre las formaciones Matatere y Paují, generándose la segunda discordancia presente en la zona de estudio. Esta depositación marca el inicio de la sedimentación post-extensional, siendo esta seguida por la Formación Agua Clara.

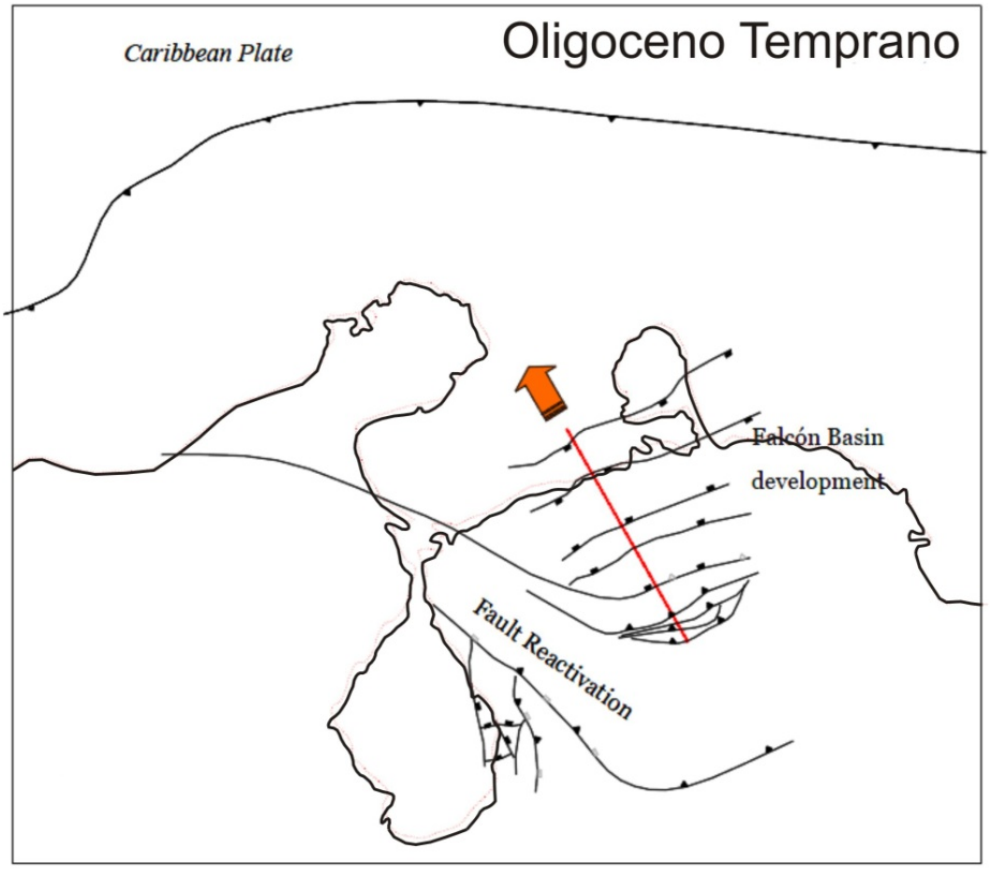


Fig. 58. Oligoceno Temprano. Generación de la cuenca de Falcón por un régimen distensivo. Tomado de BAQUERO *et al.* (2009).

Mioceno Medio – Reciente

La compresión generada a partir del Mioceno Medio por la Placa del Caribe al norte, y el levantamiento andino al sur, genera la inversión de la cuenca de Falcón (BAQUERO *et al*. 2009). Este evento se ve reflejado en la zona de estudio con el corrimiento que pone en contacto la Formación Castillo con la Formación Matatere. Además, hacia el sur del corrimiento, la Formación Castillo se encuentra fallada y plegada, como consecuencia de los mismos efectos compresivos. El corrimiento ubicado más hacia al norte, ubicado entre las formaciones Castillo y Agua Clara, también se genera de la misma forma, y de esta manera se obtiene la configuración actual (figura 59).

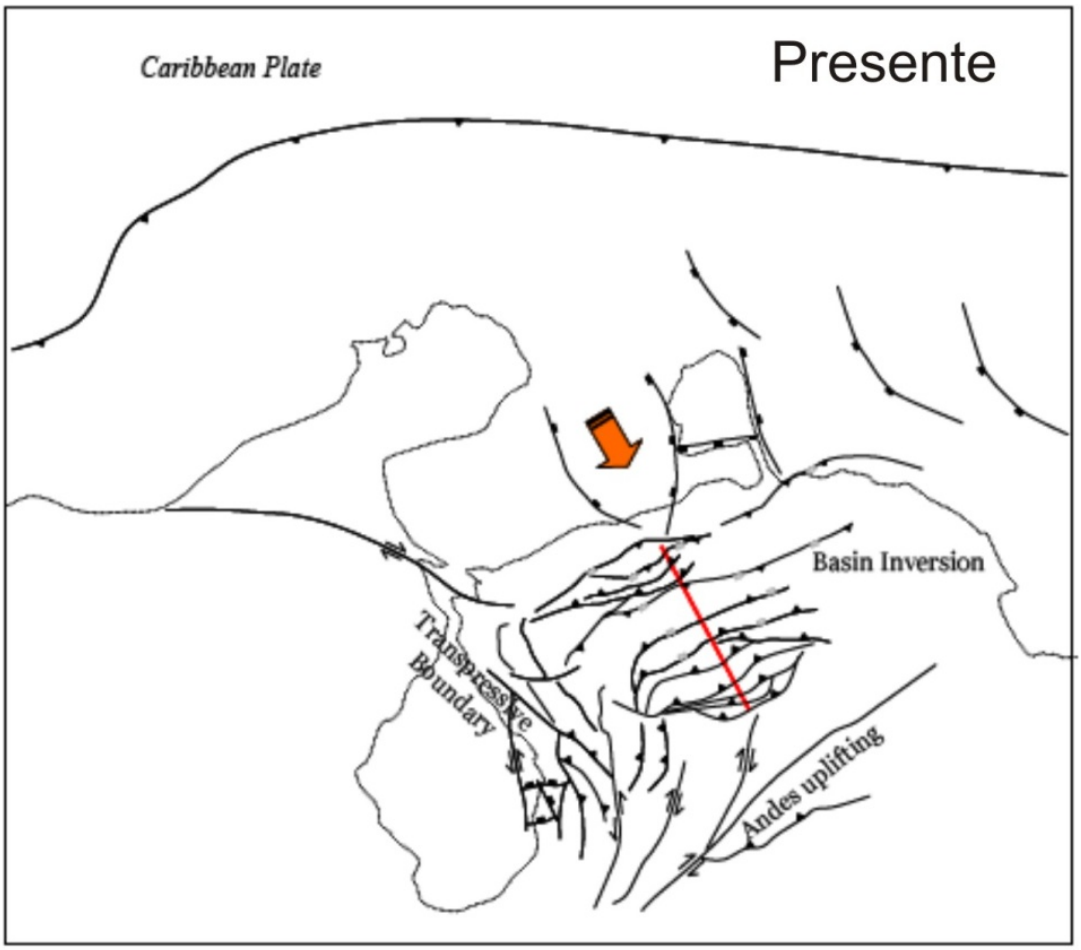


Fig. 59. Situación presente de la cuenca "invertida" de Falcón. Tomado de BAQUERO *et al.* (2009).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La región comprendida entre La Mesa y Matatere, presenta una diversidad litológica con edades desde el Cretácico hasta el Holoceno, la cual es reflejo de su complejidad estructural. Las rocas de edad Cretácico corresponden a las formaciones Bobare y Barquisimeto, las cuales se depositaron concordantemente sobre una plataforma carbonática ubicada en el margen pasivo de Sudamérica, a medida que se acentuaba la transgresión cretácica.

La secuencia terciaria se encuentra representada principalmente por la Formación Matatere, la cual se deposita en una cuenca antepaís generada por la colisión del arco de islas con la Placa Sudamericana. Las formaciones cretácicas ahora expuestas en el margen continental, junto con rocas ígneas más antiguas, sirven como fuente de aporte del material alóctono que hoy se ve en las capas de peñones de la Formación Matatere. La Formación Paují se deposita concordantemente sobre la Formación Matatere, y discordantemente sobre ambas, se depositan las formaciones Castillo y Agua Clara, una vez que los esfuerzos compresivos cesan y el emplazamiento de las Napas de Lara culmina.

Las estructuras ubicadas hacia el este de la zona de estudio se originan con la migración de las napas de Lara hacia el sur durante el Paleoceno-Eoceno Medio, mientras que las ubicadas hacia el este se relacionan con el proceso de inversión de la cuenca de Falcón durante el Mioceno Medio. Para estas últimas puede ser establecida una secuencia de sucesión: primero se da el plegamiento de la Formación Castillo, seguido del corrimiento que hace que esta sea sobrecorrida por la Formación Matatere, y finalmente, la serie de fallas con orientación aproximadamente N-S, que cortan las estructuras antecedentes.

Las rocas sedimentarias clásticas recolectadas presentan características texturales similares, como el escogimiento medio a pobre, subredondez de los granos y contenido de matriz mayor a 10%, lo que permite inferir cercanía de las fuentes de aporte de sedimentos. Las capas de peñones de la Formación Matatere constituyeron parte importante del presente estudio, siendo prioritario su ubicación, seguimiento y muestreo. Las muestras tomadas dan indicio de áreas fuentes de distinta ubicación, edad y ambiente de depositación, siendo esta ultima

característica inferida por la diversidad faunal encontrada dentro de las rocas carbonáticas. Por ejemplo, las muestras La-401A y La-401E, que fueron encontradas en la Capa de Peñones de Paragüito, presentan fauna que denota ambientes de depositación totalmente distintos, estando la primera compuesta únicamente por foraminíferos plánticos (profundidades pelágicas) probablemente relacionados con la Formación La Luna, mientras que la segunda contiene fragmentos de alga roja coralina (ambiente de plataforma).

Establecer puntualmente alguna zona como fuente de sedimentos es muy arriesgado, debido al panorama tectónico tan distinto que existía para el momento de la depositación de la Formación Matatere. La misma premisa aplica para las muestras de rocas ígneas estudiadas: a pesar de actualmente se encuentran cartografiadas rocas ígneas con características petrográficas muy similares a las existentes en el presente trabajo (Granito de El Baño y metatonalita perteneciente al Complejo de Yumare, MARTÍNEZ & VALLETA 2008) el desconocimiento de su ubicación para el Eoceno, sumado a la intensa actividad tectónica de la zona, hace imposible aseverar estas litologías como fuente de aporte de sedimentos. Sin embargo, al ser la mayoría de las rocas ígneas muestreadas del tipo plutónico félsico, esto permite inferir que las mismas tienen más afinidad con un dominio continental que con el arco volcánico que se encontraba hacia el norte.

Las muestras de diorita cuarcífera (La-426A y La-426B), presentan afinidad con las existentes en las unidades plutónica y volcánica de la Ofiolita de Siquisique, las cuales pudieron haber servido como fuente de aporte, basado en el hecho de que dichas unidades se vieron involucradas en el avance del tren de napas hacia el sur, por lo que pudieron haber sido expuestas y posteriormente erosionadas y depositadas en la secuencia eocena. El hecho de que las rocas ígneas encontradas en la zona de estudio hayan sido muestreadas, cartografiadas y analizadas petrográficamente permite que estas puedan ser comparadas con las obtenidas en trabajos futuros, lo cual podría establecer, con bases sólidas, posibles fuentes de procedencia.

La cartografía geológica producto de este trabajo compila información de investigaciones mucho más completas que la presente, con nuevos datos recolectados en campo. Esta puede servir como base para nuevas investigaciones, de carácter regional, y también para establecer

directrices en cuanto al uso de tierras, agua y recursos en general. La información detallada presente en esta cartografía geológica puede ser utilizada para el beneficio de la población de la zona, en materias como planificación y ordenamiento del territorio, prevención de desastres como inundaciones y derrumbes, actividades económicas y construcción de infraestructuras.

Del proyecto realizado, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Continuar la investigación del Proyecto Matatere hacia el este de la zona de estudio, para así determinar posibles efectos del emplazamiento de las napas de Lara sobre las litologías aflorantes, como la Formación Bobare al este de la población de Matatere.

- La cartografía de los contactos tectónicos entre las formaciones Matatere y Barquisimeto, proporciona información acerca de algunos procesos de deformación posteriores, como el plegamiento que conforma la nariz anticlinal de Bucarito. Este aporte cartográfico, junto con los aportados por futuros trabajos del Proyecto Matatere, puede ser aprovechado para realizar un análisis tectonoestratigráfico, de orden regional, de la Formación Matatere y demás unidades que rellenan el Surco de Barquisimeto. La información obtenida puede mejorar y enriquecer los modelos aceptados actualmente para explicar la sedimentación en esta zona tan compleja estructuralmente.

- Seguir la recomendación de URBANI (2010) de proponer a la Capa de "Peñones de Paragüito" y la "Capa de Peñones de Pavia" como subunidades validas dentro de la Formación Matatere, y ser incluidas como tales dentro del *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997).

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 15 septiembre 2011.

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.

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.

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

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 & 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.

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/b110w.htm. Consulta 15 septiembre 2011.

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.

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.

GARNER, A. H. 1926. Suggested nomenclature and correlation of the geological formations in Venezuela. *Am. Inst. Min. Metall. Eng., Tr.*, pp. 677-684.

GRAVES, G., 1988. Ambientes sedimentarios y entrampamiento de hidrocarburos en las arenas "B" superiores de la Formación Misoa en el área LL-370 lago de Maracaibo. *VI Cong. Geol. Venez*. Caracas. 5: 3085.3102.

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.

GUEDEZ, V., 1985. Revisión geológica y evaluación exploratoria del sector de Monay-Carora. VI *Cong. Geol. Venez*., Caracas, 5: 3103-3127.

JHONSON. 1949. 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.

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 1 septiembre 2011.

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. 1997. Formación Castillo. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. http://www.pdvsa.com/lexico/b110w.htm. Consulta 15 septiembre 2011.

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.

MCDANIEL E. L. 1960. *Geology of Northeast Trujillo - Southwest Lara Western Venezuela*. Creole Petroleum Corporation, inédito. EPL-3996.

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.

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

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.

PIERCE, A. C. 1951. *Mapa D-4-B Geología de superficie*. Creole Petroleum Corp., mapa 1:50.000, inédito

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.

STEPHAN J. F. 1982. *Evolution géodinamique du domain Caräibe, Andes et Chaine Caräibe sur la transversale de Barquisimeto (Vénézuéla).* Univ. Pierre et Marie Curie (Paris VI). Tesis doctoral. Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, 41: en prensa (+ 512 p. en DVD), 2011.

STEPHAN J. F. 1985. *Andes et chaîne Caraïbe sur la transversale de Barquisimeto (Venezuela). Évolution géodynamique*. *Symposium Géodynamique des Caraïbes*, París, 5-8 febrero 1985. Paris: Edit. Technip, p. 505-529.

STRECKEISEN, A. L. 1972. Classification and nomenc1ature of Plutonic rocks. Recommendations of the IUGS, Subcommission on the systematics of Igneous rocks. *Geol. Rundschau*, 63: 773-786.

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. Fis., Mat. Y Nat.* 60(4): 9-25

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: en prensa.

VON DER OSTEN, E. 1967. Stratigraphy of Central Lara. *Bol. Inform. Asoc. Venez. Geol. Min. y Petról.,* 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.

WALTON, W. M., 1966. Contributions of the AVGMP Maracaibo Basin Eocene Nomenclature Commitee. II- The Paují and Mene Grande formations. *Asoc. Venez. Geol., Min. y Petról., Bol. Inform.*, 9(12): 325-337.

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 Petról*. 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.

APÉNDICE A
GEOGRAFÍA FÍSICA

A.1. FISIOGRAFÍA Y RELIEVE

El área de estudio consiste principalmente en filas alargadas y estrechas, con una altura promedio de 800 m s.n.m. y una orientación preferencial suroeste-noreste, las cuales se interdigitan con valles y zonas llanas. La cantidad de filas aumenta hacia el este de la zona de estudio, mientras que las zonas topográficamente más elevadas se encuentran al norte de la misma (hoja 6147-II-NE). Los valles se encuentran asociados a los drenajes principales, mientras que la zona llana de mayor extensión corresponde al límite norte de la depresión de Carora (COPLANARH 1974). En la figura A1 se encuentran ubicados los elementos de relieve más representativos de la zona de estudio, los cuales serán descritos posteriormente.

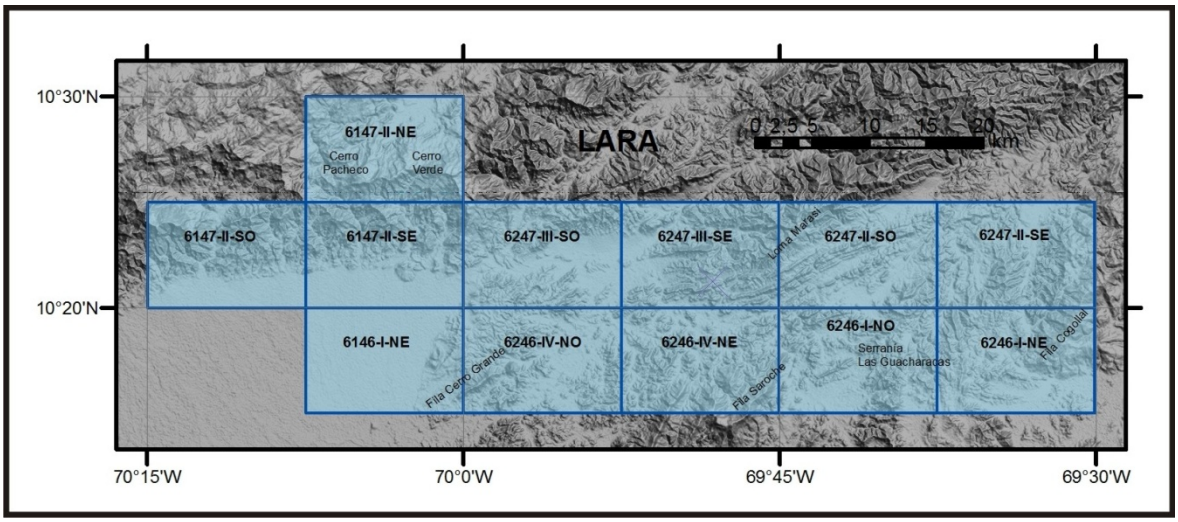


Fig. A1. Relieves topográficos de mayor importancia en la zona de estudio.

- Cerro Verde: se encuentra ubicado al norte de Santa Rosa, y su altura máxima llega a los 1.400 m s.n.m. La ladera ubicada de cara hacia el sur se encuentra fuertemente cortada por drenajes, mientras que la opuesta pierde cota suavemente hacia el norte. En el nace la quebrada Agua Negra.

- Cerro Pacheco: ubicado también al norte de Santa Rosa, presenta características similares con el cerro Verde. Su altura máxima es de 1.300 m s.n.m.

- Fila Cerro Grande: ubicado al norte de El Tanquito, presenta una orientación suroeste-noreste. Su altura máxima ronda los 700 m s.n.m., su cresta es rectilínea y sus laderas son asimétricas, siendo la ladera sur la de mayor pendiente.

- Loma Marasi: ubicada al norte de El Pellejo, es la de mayor relieve entre una serie de colinas y filas, todas con orientación suroeste-noreste. Su altura máxima es de 1.200 m s.n.m., y es la naciente de las quebradas El Pellejo y La Caña.

- Fila Saroche: ubicada al sur de Saroche, presenta una altura máxima de 1.100 m s.n.m. Corresponde a una fila de cresta sinuosa y laderas asimétricas, siendo la ubicada de cara al sur la que posee una pendiente más pronunciada.

- Serranía de Las Guacharacas: ubicada al este de Buenos Aires, presenta una altura máxima que ronda los 1.000 m s.n.m. Sirve como naciente para la quebrada Las Guacharacas.

- Fila Cogollal: ubicada al este de Tumbacoa, presenta una altura máxima de 1.000 m s.n.m. Posee una cresta rectilínea, con orientación preferencial suroeste-noreste. Las laderas son simétricas y se encuentran cortadas por numerosos drenajes.

A.2. DRENAJE

El patrón de drenaje en la zona de estudio es principalmente dendrítico, en donde numerosos tributarios nacientes en las zonas elevadas alimentan los cauces principales. La gran mayoría de estos son intermitentes, sirviendo como vías de comunicación entre los poblados en la época de sequía. En algunas zonas como al norte de Bucarito el patrón de drenaje es subparalelo, siguiendo un control litológico evidenciado por las abundantes trazas presentes en ese sector (hoja 6247-II-SO).

A.3. CLIMA

La zona de estudio presenta características correspondientes al clima semiárido, con una temperatura promedio de 28°C, la cual puede llegar a los 38°C en la época de sequía (NATERA 1957). La zona presenta dos períodos de lluvia: uno corto comprendido entre Octubre y Diciembre, y uno largo que abarca desde Mayo a Agosto. Las lluvias pueden durar varios días y muchas zonas experimentan inundaciones. Como se dijo anteriormente, durante la época de sequía únicamente los cauces principales tienen agua.

A.4. GEOMORFOLOGÍA

El modelado presente actualmente en la zona de estudio se encuentra controlado principalmente por la litología y por las estructuras geológicas presentes. Para la zona de estudio pueden ser definidas dos unidades geomorfológicas, basadas en la información compilada por COPLANARH (1974), las cuales serán descritas a continuación.

Unidad de relieve alto

Esta unidad ocupa cerca del 80% del área total de la zona de estudio. COPLANARH (1974) la describe como dominada por colinas monoclinales aisladas, fuertemente quebradas y alineadas en filas paralelas con una orientación marcada suroeste-noreste. Las cuestas están constituidas por afloramientos de arenisca, con pendientes entre 10 y 15°. Debido a las condiciones semiáridas estas se encuentran prácticamente desnudas. Las contracuestas se desarrollan sobre capas de lutita, con pendientes pronunciadas que varían alrededor de 30 y 40°. El control estructural también se hace presente, por ejemplo, el corrimiento ubicado al norte de Santa Rosa (hoja 6147-II-NE), tiene una marcada expresión en la topografía, generando una cuesta que buza suavemente hacia el norte (Formación Castillo) y una contracuesta con un buzamiento algo más fuerte hacia el sur (Formación Matatere).

Tanto la Formación Castillo en el límite norte de la depresión de Carora, como la Formación Matatere al este de la misma, presentan un relieve caracterizado por crestas

elevadas separando valles profundos en forma de V. Las pendientes en su mayoría son fuertes, de 15 a 30°.

Unidad de relieve bajo

Constituye aproximadamente el 20% de la zona de estudio, y comprende rampas y abanicos de explayamiento, así como algunos valles, todos compuestos por sedimentos cuaternarios. Los valles se encuentran en los cauces de los drenajes principales, como el Río Tocuyo, mientras que la rampas y abanicos de explayamiento se concentran en lo que corresponde al límite norte de la depresión de Carora (COPLANARH 1974).

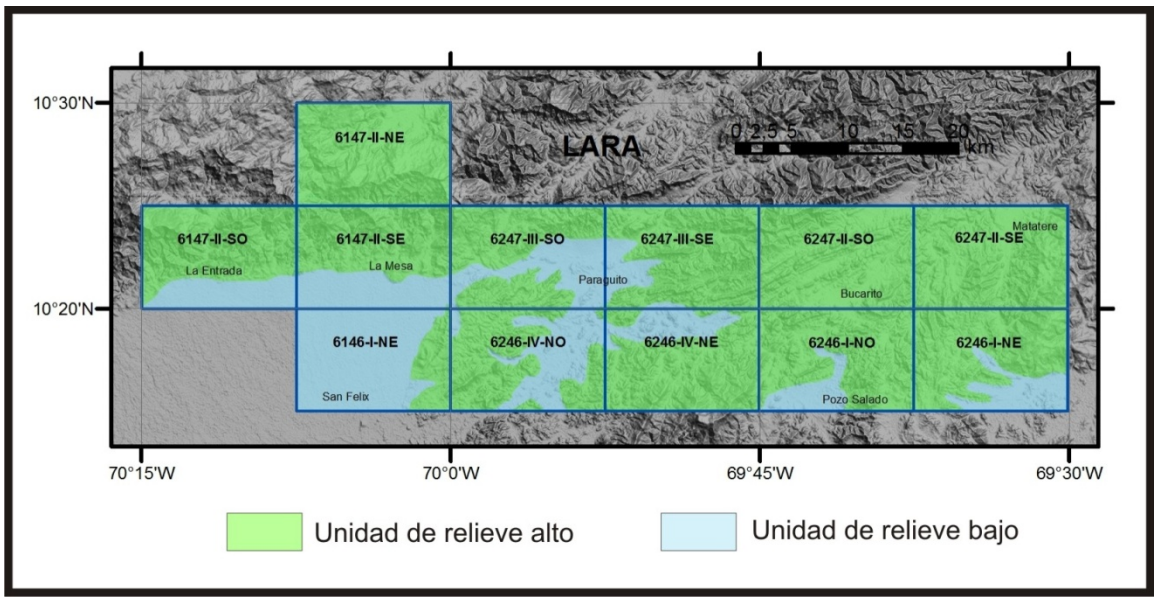


Fig. A2. Unidades geomorfológicas definidas para el área de estudio.

APÉNDICE B
CLASIFICACIONES UTILIZADAS DE ROCAS

A continuación serán descritas las clasificaciones empleadas para dar nombre a las rocas muestreadas durante la etapa de campo.

B.1. CLASIFICACIONES PARA ROCAS SEDIMENTARIAS

La clasificación de las rocas sedimentarias se basa en la génesis y granulometría de la misma, pudiendo ser estas: clásticas, carbonáticas o híbridas.

B.1.1. Rocas sedimentarias clásticas: arenisca y conglomerado

Para la clasificación de las rocas clásticas, tanto en campo como en petrografía fueron utilizados los siguientes gráficos, tablas y cartas visuales. (Figs. B1, B2, B3, B4 y B5).

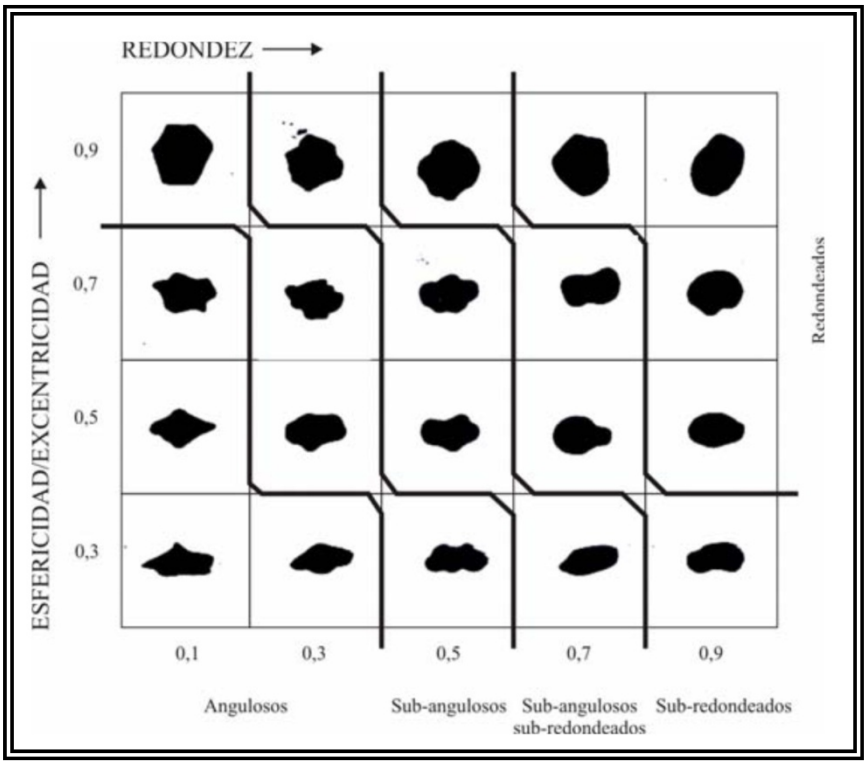


Fig. B.1. Tabla visual de esfericidad y redondez de granos. Según KRUMBEIN & PETTIJHON (1938)

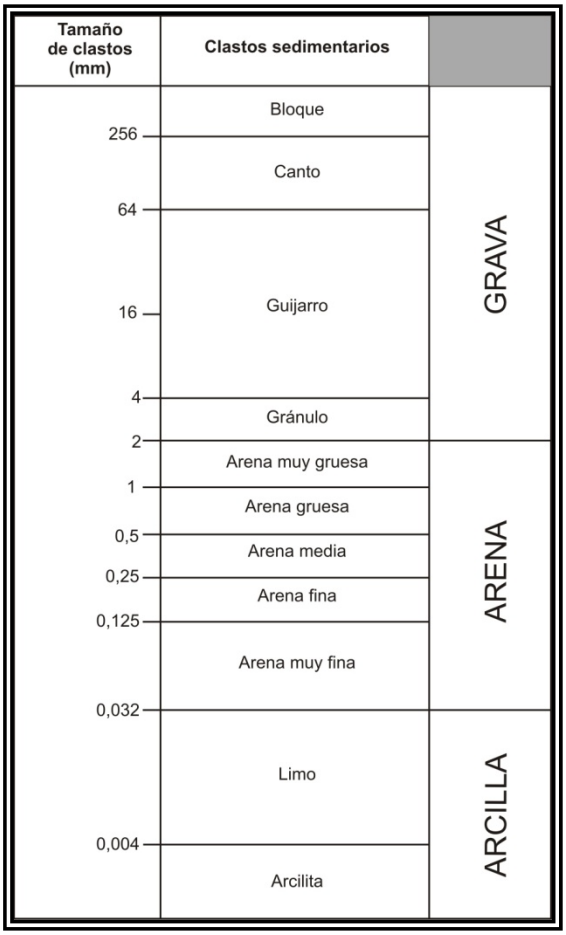


Fig. B2. Clasificación de tamaño de grano según HALLSWORTH & KNOX (1999).

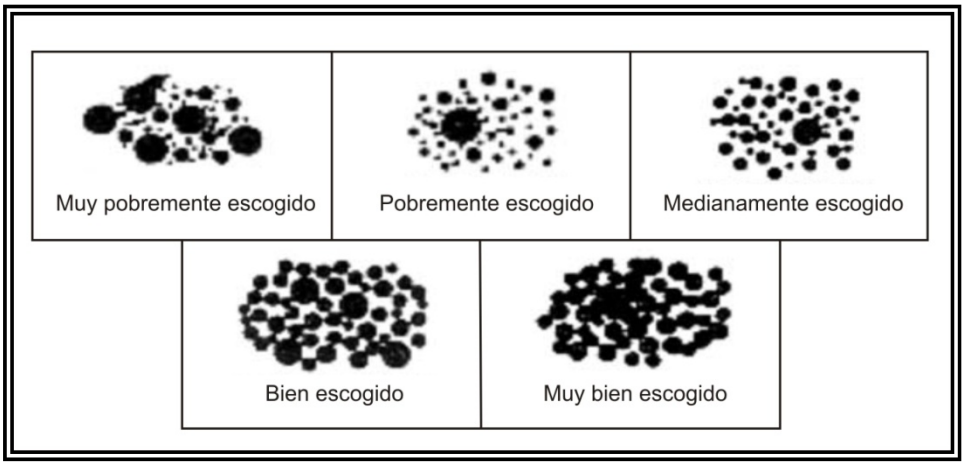


Fig. B3. Tabla visual de escogimiento de los granos propuesta por FOLK (1962).

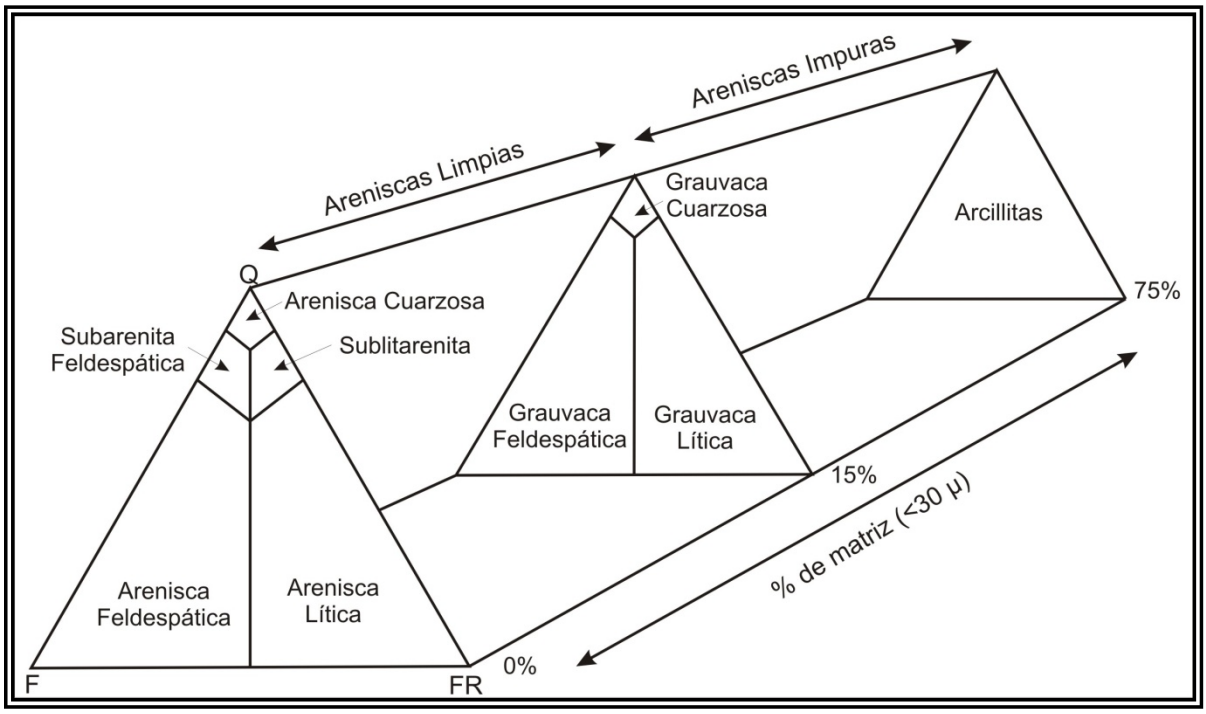


Fig. B4. Clasificación de areniscas. Imagen tomada y modificada de PETTIJOHN *et al.* (1972). Q=cuarzo, F= feldespato y FR=fragmento de roca.

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 PETTIJHON (1975)

B.1.2. Rocas sedimentarias carbonáticas.

La clasificación de rocas carbonáticas se baso en las propuestas de dos autores, las cuales serán explicadas a continuación.

B.1.2.1. Clasificación según FOLK (1962)

Esta clasificación toma como parámetros el porcentaje y tipo de componente aloquímico (fósiles, ooides, pellets o intraclastos) y ortoquímico (espato o micrita) presente en la muestra (Fig. B.6). Si los componentes aloquímicos superan el 10% de volumen en la roca, el nombre de la roca será compuesto, comenzando con la abreviatura correspondiente del aloquímico predominante, seguido del ortoquímico predominante y terminando siempre con el sufijo "ita".

Si el porcentaje aloquímico se encuentra entre 1 y 10%, la roca será llamada caliza micrítica o caliza espática (de acuerdo al ortoquímico predominante) seguido por el nombre del grano carbonático más abundante.

Si el porcentaje de aloquímico es menor a 1%, la roca tendrá solamente el nombre del ortoquímico predominante terminado con el sufijo "ita", si ambos ortoquímicos presentan un porcentaje similar, la roca es llamada dismicrita. En caso de que la roca presente una estructura esquelética formada al momento de la depositación, se le da el nombre de biolitita.

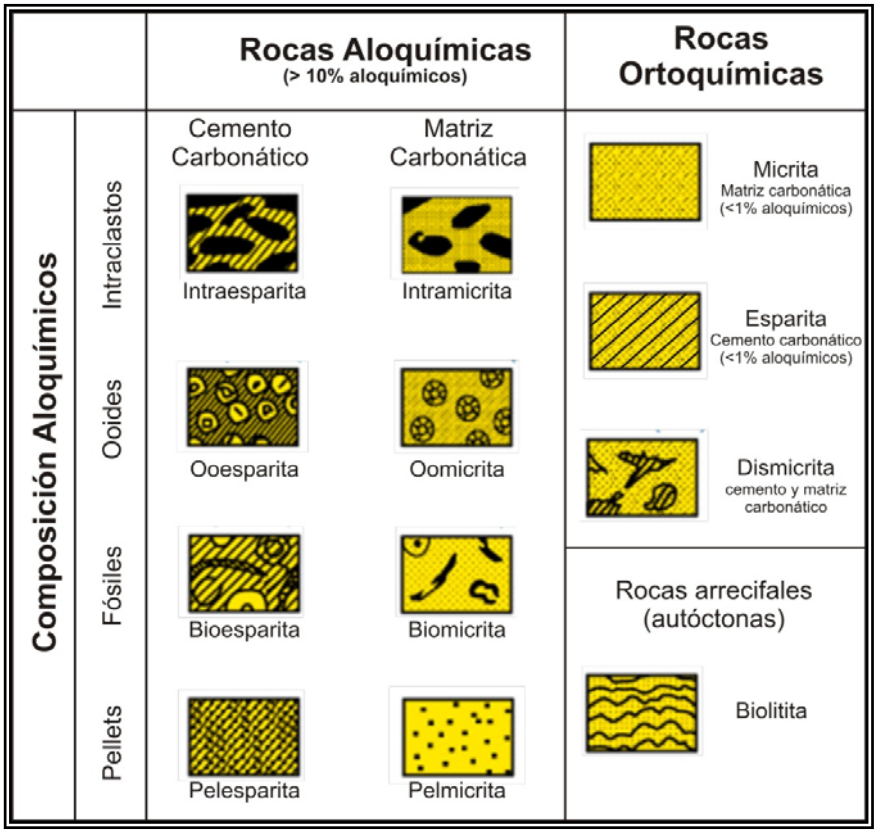


Fig. B6. Clasificación de rocas carbonáticas, imagen tomada y modificada de FOLK (1962).

B.1.2.2. Clasificación según DUNHAM (1962)

Esta clasificación contempla la textura depositacional de la roca así como el enlace entre los componentes y si el mismo se dio al momento de la depositación. En la figura B7 se sintetizan los criterios de esta clasificación.

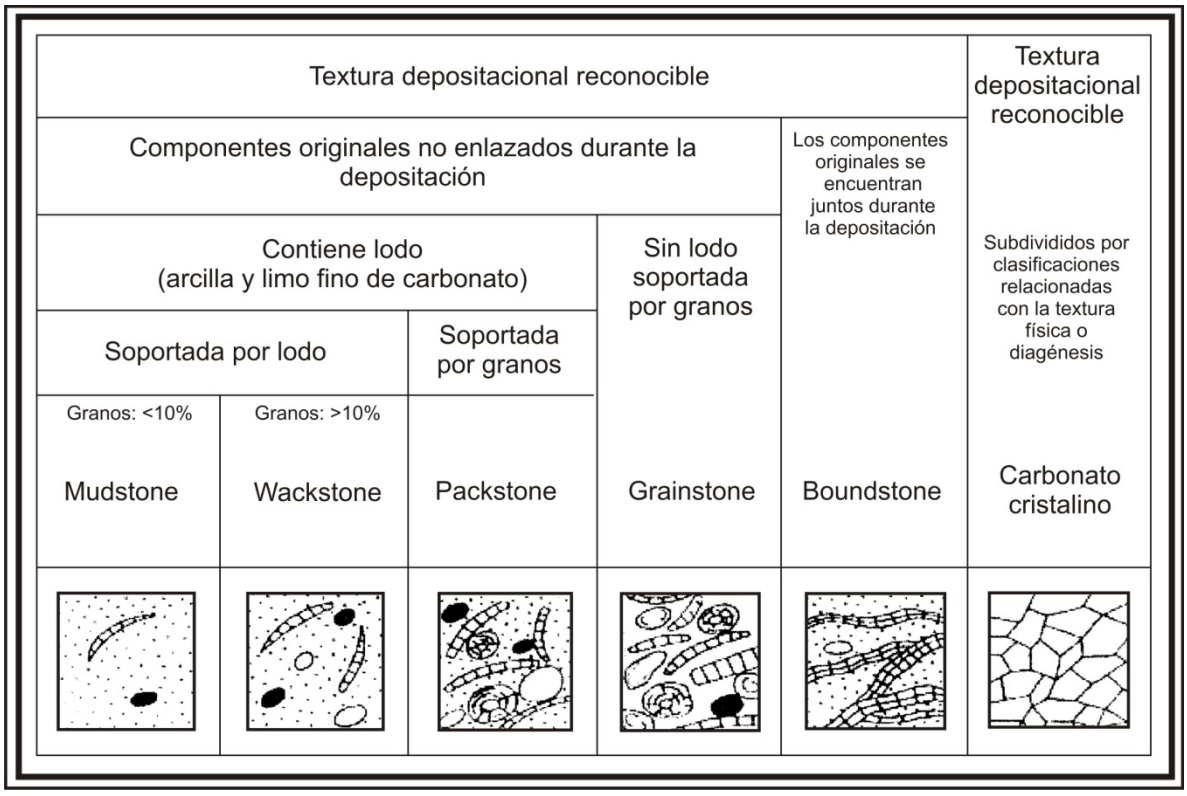


Fig. B7. Clasificación de rocas carbonáticas según DUNHAM (1962).

B.1.3. Rocas sedimentarias híbridas

La clasificación propuesta por MOUNT (1985) fue la seguida en el presente trabajo, y se aplica para rocas carbonáticas que presentan más de 10% de componentes siliciclásticos. Si bien el sistema de clasificación se basa en un tetraedro, el autor también diseñó un sistema de preguntas que lleva proporciona el nombre de la roca, y que fue el utilizado para la clasificación de las rocas híbridas muestreadas en la zona de estudio (fig. B8).

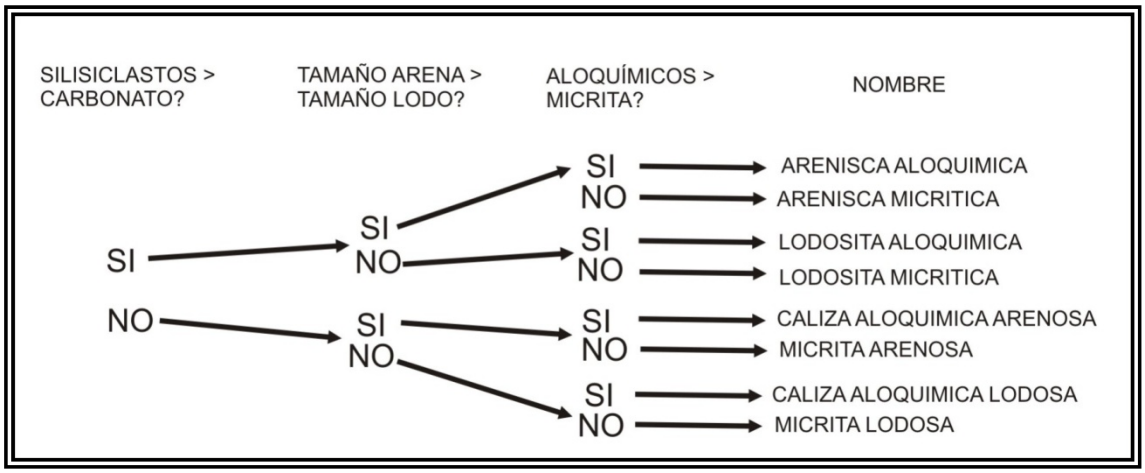


Fig. B8. Esquema propuesto por MOUNT (1985) para clasificación de rocas híbridas.

B.2. CLASIFICACIONES PARA ROCAS ÍGNEAS

Esta clasificación divide las rocas ígneas en dos grandes grupos: las que presentan cristales reconocibles a simple vista (textura fanerítica), y las que no (textura afanítica). Esta característica determina el diagrama de clasificación triangular a utilizar. Posteriormente se requiere la composición mineralógica de la roca, expresada en porcentaje. Posteriormente estos porcentajes son recalculados con respecto a los tres minerales más abundantes de la roca, los cuales son graficados en el diagrama para así obtener el nombre de la roca.

B.2.1. Rocas plutónicas

Para la clasificación de las rocas plutónicas se utilizó el triángulo Q-A-P para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales (Fig. B9). En este diagrama de clasificación triangular se toma en cuenta el índice de color, o cantidad de minerales máficos y accesorios, el cual determina si el nombre llevará el prefijo “Leuco” (si la roca presenta un índice de color menor al indicado en el diagrama) o “melano” (si la roca presenta un índice de color mayor al indicado en el diagrama).

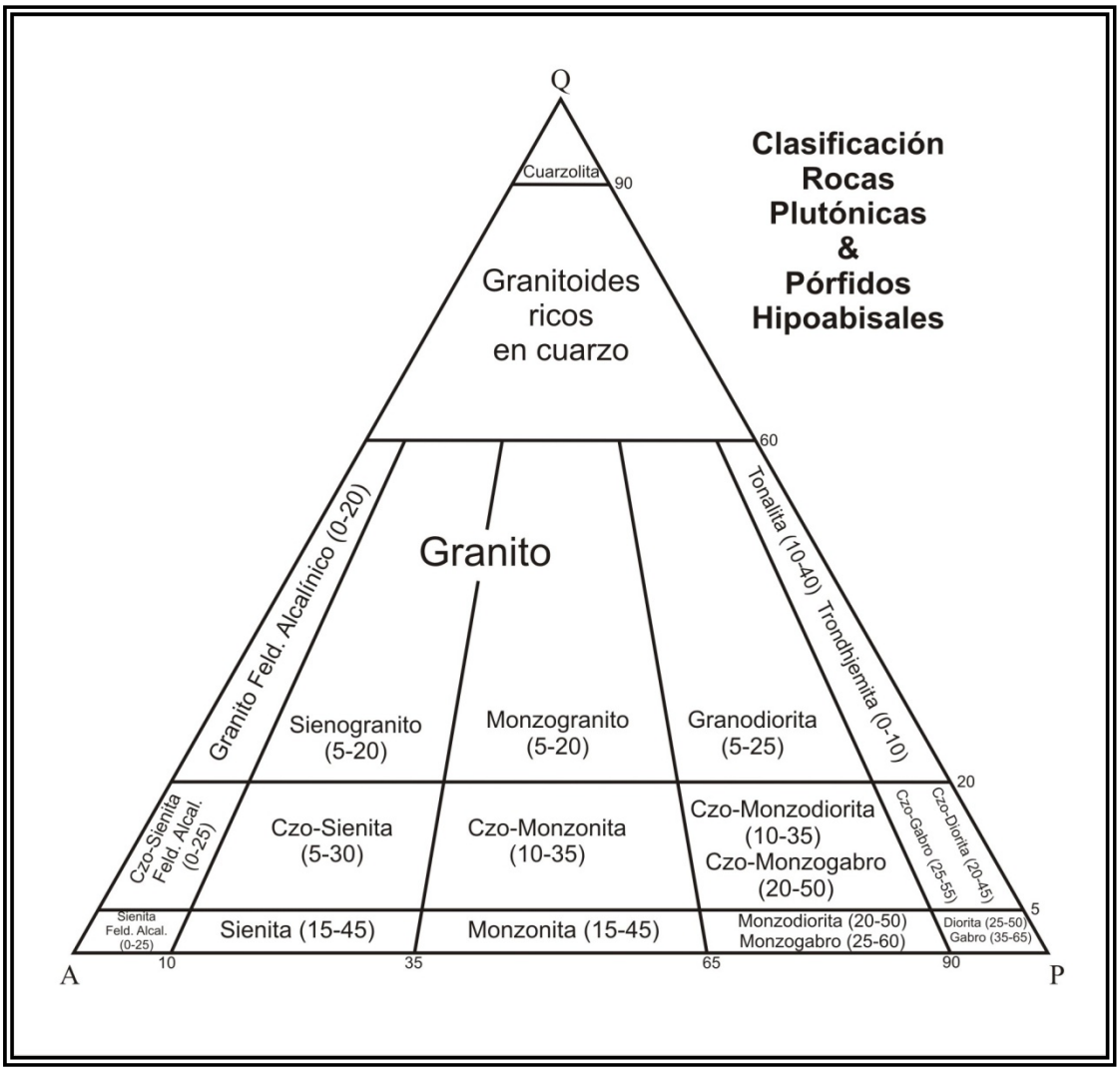


Fig. B9. Triángulo Q-A-P para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales, tomado y modificado de STRECKEINSEN (1972). Q = cuarzo, A = feldespato y P = plagioclasa.

B.2.1. Rocas volcánicas

Para la clasificación de las rocas volcánicas se utilizó el triángulo Q-A-P para rocas volcánicas, el cual no contempla el parámetro del índice de color para su clasificación (fig. B10)

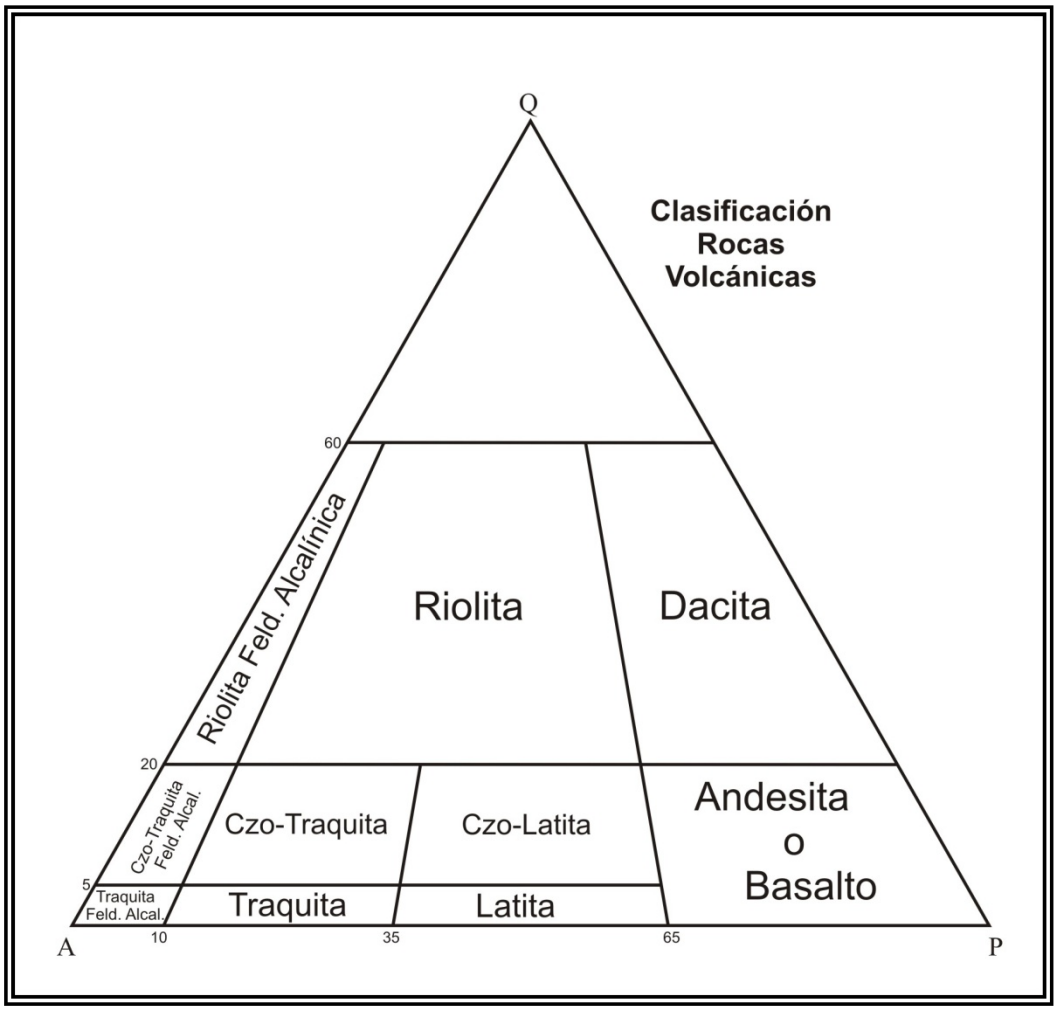


Fig. B10. Triángulo Q-A-P para rocas volcánicas, tomado y modificado de STRECKEINSEN (1972). Q = cuarzo, A = feldespato y P = plagioclasa.

B.3. PLANILLAS PETROGRÁFICAS UTILIZADAS

Las planillas empleadas para la recolección de los datos obtenidos en los análisis petrográficos fueron proporcionadas por el Laboratorio de Geología y Geoquímica de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. En ellas se registran los parámetros más importantes para darle nombre a cada tipo litológico. Las planillas en sí se muestran en las figuras B11, B12, B13 y B14.

Planilla para petrografía de rocas IGNEAS Y METAMORFICAS (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	( ) Alotriomorfica (anh.)
	( ) Gneis	GRANULARIDAD	FÁBR.INEQUIGRANULAR
( ) Porfidoblástica	NO FOLIADA	( ) Fanerítica	( ) Seriada
( ) Porfidoclástica	( ) Granofel	( ) Afanítica	( ) Porfíditica
	( ) Hornfel	( ) Criptocristalino	

ROTAS MECANICAMENTE Y RECONSTITUIDAS
1- No Foliadas
CATACLÁSTICAS
% fragmentos
>50 Protocatacl.:__
10-50 Catacla.:__
<10 Ultracatacl.:__

Texturas ígneas y metamórficas:

Flujo:__	Intersertal__	Subofítica:__	
Afieltrada:__	Eutaxítica:__	Ofítica:__	
Esferulítica:__	Vitrofídica:__	Gráfica:__	
Traquítica:__	Bordes re.:__	Zonación:__	
Pertítica:__ Meso.:__ Anti.:__ (Tipo:_____, %Plag:___)			

Foliación: Lepidoblástica:___ Nematoblástica:___
Foliación: Fuerte__ Mediana __ Pobre__ Muy pobre__

Halos pleo.:__	Reliquias:__	Helicítica:__	Red (web):__
Sagenítica:__	Simplectit.:__	Poiquilítica:__	Reabsorc.__
Mirmequít.:__	Decusada:__	Augen:__	Augenesquis.:__
	Sombras P.:__	Glomeroporfirítica:__	

Transformaciones: Ol->Sp __ Px->Sp __ Px->Anf __ Anf->Cl __ Gr->Bi __ Gr->Cl __ Bi->Cl __

2- Foliadas MILONÍTICAS
% Porfiroclastos
>50 Protomil.:__
10-50 Milonita:__
<10 Ultramil.:__
Blastomilonita:__

TAMAÑOS	Promedio (de mm - a mm)
General	(-)
Porfidoblastos	(-)
Porfidoclastos	(-)
Megacristales	(-)
Fenocristales	(-)
Matriz	(-)

TRIÁNGULO A-P-Q	%	%
Feldespato alcalino:		A:
Plagioclasa (>5An).:		P:
Cuarzo:		Q:
I.C. =		100%

Transparencia: [desde clara (1) a oscura(5)]: ___

MINERALOGÍA (+- en orden de abundancia) [En volcanicas separar fenocristales de constituyentes de la matriz]

Nombre	%	Nombre	%	
1-		7-		
2-		8-		
3-		9-		
4-		10-		
5-		11-		
6-		12-		Tz: trazas

Plagioclasa: (muy importante)
Composicion: ___ %An (Nombre:_____). Alterada: Mucho:__ Mediano:__ Poco:__ Nada:__
En orden de abundancia (4->0) a: Sericita:__ Epidoto:__ Calcita:__ Albita:__ Otro:_____

Nota: Al reverso hacer lo mismo para otros minerales alterados (biotita, anfibol, piroxeno, olivino, etc.)

CLASIFICACIÓN GENERAL

Plutónica: ____ Hipoabisal:____ Volcánica (lava):____ Volcánica (piroclástica:____ hibrida:____)
Metaplutónica: ____ Metahipoabisal:____ Metalava:____ Metatoba:____ (Metatoba hibrida: ___)
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: ***Hacerlas al reverso*** , 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 metamorfimo, 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, hipidiomorfico, idiomorfico.
Visualizar texturas y minerales ígneos en: http://www.eos.ubc.ca/courses/eosc221/igneous/igtextur.html

Minerales metamorficos	http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/met_minerals.htm
Minerales igneos	http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/ig_minerals.htm
Petrologia en general	http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology

Usar las clasificaciones de rocas igneas y metamorficas de: http://www.bgs.ac.uk/bgsrcs/download.html

Fig. B11. 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:** 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
	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	Feldespato
Matriz	Contactos suturados	Moscovita
Cemento	Estilolitas	Biotita
		FR
		Otros

	Porcentajes originales	Recálculo	
Cuarzo			**Clasificación según**
Feld			
FR			**Nombre de roca**
Matriz			

Usar clasificaciones de: http://www.bgs.ac.uk/bgsrcs/download.html

Fig. B12. Planilla petrográfica utilizada para areniscas.

Planilla para petrografía de CONGLOMERADO (Lab.330)

No. Muestra:	Fecha:	Petrografía por:

Clasificación según:

Contenido de matriz	Estabilidad de los clastos	Tipo de clastos
Paraconglomerado	Ortomíctico o cuarzoso	Monomíctico
Ortoconglomerado	Petromíctico	Polimíctico

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/bgsrcs/download.html

Fig. B13. 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 bénticos	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 esqueletales	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	
Granos	**Presión / Solución**
Matriz	Estilolitas
Cemento	Otros
Fr. Fósiles	

Nombre de roca según:

Dunhan:

Folk:

Mount:

Usar clasificaciones de: http://www.bgs.ac.uk/bgsrcs/download.html

Fig. B14. Planilla petrográfica utilizada para carbonatos.

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

Reconocimiento del sector Quebracho (24/07/2010).

Abreviaturas utilizadas: NC= Nícoles Cruzados.
NP= Nícoles Paralelos.

Punto de observación: La-400
Ubicación: Quebrada El Palmiche.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 426.618 / N: 1.149.451
Observaciones de campo: Afloramiento de la Formación Matatere. Se evidencia la presencia de capas de lutita fisil, de color fresco gris oscuro y que meteorizan a marrón claro. Además se observaron capas de caliza de hasta 20 cm, las cuales presentan vetas de calcita que cortan de forma perpendicular a la estratificación.
Fotografías:



Fig. C1. Afloramiento de la Formación Matatere.

Punto de observación: La-401
Ubicación: Quebrada El Palmiche.
Unidad: Capa de Peñones de Paragüito.
Coordenadas UTM: E: 426.112 / N: 1.148.686
Observaciones de campo: Capa de bloques, contentiva de cantos tipo La Luna de hasta 2 m x 1 m. Se observan bloques de caliza nodular con amonites. Los bloques se encuentran embebidos en las lutitas típicas de la Formación Matatere, descritas anteriormente, y aumentan en número y tamaño hacia la base de la secuencia, ubicada hacia el Sur. Hacia el tope se recolectó un fragmento de granito de 20 cm de diámetro. La capa presenta un espesor de 30 m.
Fotografías:



Fig. C2. Capa de Peñones de Paragüito.



Fig. C3.Amonite en nódulo de caliza, recolectado en la Capa de Peñones de Paragüito.



Fig. C4. Bloque de granito encontrado in situ dentro de la capa de Peñones de Paragüito. Corresponde a la muestra La-401B.

Descripción de muestra de mano La-401A:
Caliza laminada, de color fresco gris oscuro y meteorizado gris claro. Se observan también algunos cristales de cuarzo.



Fig. C5. Muestra La-401A.

Descripción Petrográfica, La-401A: Packstone de foraminíferos plánticos/Biomicrita. Roca carbonática, compuesta en un 70% por foraminíferos plánticos, entre los que se pudo identificar Globorotalia y Globigerina, los cuales se encuentran recristalizados a calcita (65%) y a sílice (5%). Los mismos presentan tamaños que van desde 0,05 mm hasta 0,2 mm de diámetro. El contenido restante corresponde a un 28% de matriz micrítica y a un 2% de vetas rellenas de calcita.

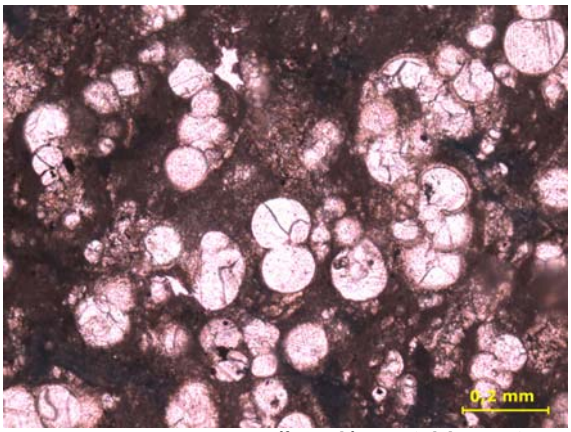


Fig. C6. La-401A. Foraminíferos plánticos (Globigerina) recristalizados a calcita (NP).

Descripción muestra de mano La-401B:
Roca ígnea plutónica, hipidiomórfica, equigranular y holocristalina. Se encuentra fuertemente meteorizada y se disgrega al tacto. Se observan cristales subhedrales de cuarzo, feldespato y biotita. Se evidencia alteración del feldespato potásico.



Fig. C7. Muestra La-401B.

Descripción Petrográfica, La-401B: Granodiorita. Roca fanerítica, con cristales de un tamaño promedio de 1 mm. Se encuentra constituida principalmente (36%) por cristales de plagioclasa fuertemente sericitizada. Los ejemplares identificables pertenecen al tipo oligoclasa. Contiene además un 30% de cristales de cuarzo subhedrales, algunos de los cuales se encuentran fracturados. La biotita (15%) se presenta deformada, mientras que la clorita (2%) se encuentra como alteración de la biotita. Los cristales de feldespato potásico (16%) se encuentran también fracturados y sericitizados, presentando algunos una textura pertítica en parches. Se evidenciaron también cristales de feldespato potásico reemplazados por lóbulos con textura mirmequítica. Contiene también

algunos cristales de muscovita y circón (1%), el último como inclusión cuarzo, plagioclasa y biotita.

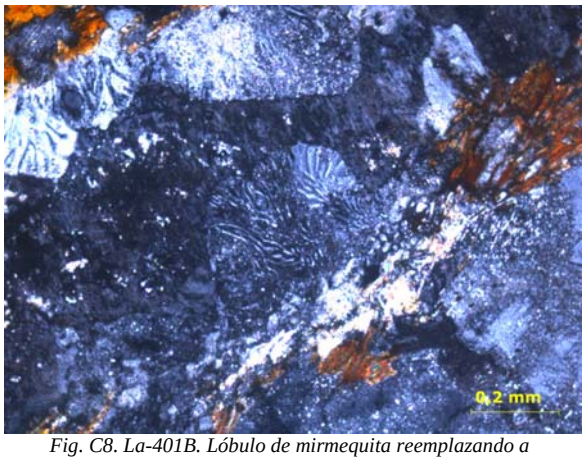


Fig. C8. La-401B. Lóbulo de mirmequita reemplazando a feldespato potásico (NC).

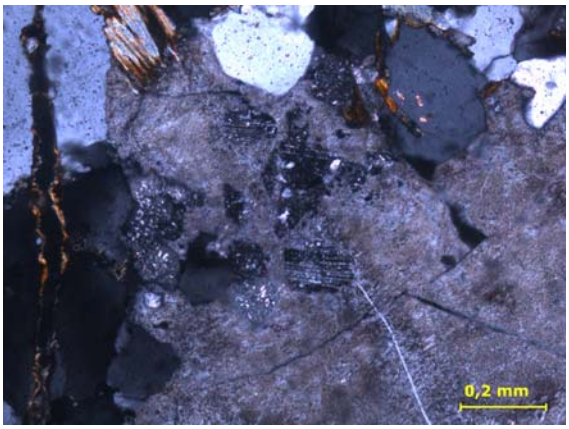


Fig. C9. La-401B. Feldespato potásico con textura pertítica en parches (NC).

Descripción muestra de mano La-401C:
Nódulo de caliza de color fresco negro y meteorizado gris oscuro. Se encuentra cortada por vetas de calcita. No se observan fósiles macroscópicos.



Fig. C10. Muestra La-401C.

Descripción muestra de mano La-401DR:
Arenisca de grano grueso, de color fresco marrón oscuro y meteorizado marrón claro. Se encuentra cementada por material carbonatico. Los granos identificables corresponden a cuarzo y chert negro.



Fig. C11. Muestra La-401DR.

Descripción muestra de mano 401E:
Arenisca de grano grueso, de color fresco gris y meteorizado marrón. Contiene granos de cuarzo angulares y de baja esfericidad, así como un fragmento de caliza negra de 2,2 mm de diámetro. Esta cortada por una pequeña veta de cuarzo.



Fig. C12. Muestra La 401E.

Descripción Petrográfica, La-401E: Arenisca Micrítica. Roca hibrida, compuesta por un 65% de fragmentos extraclásticos, 10% de aloquímicos y un 25% de ortoquímicos. Los extraclastos comprenden principalmente fragmentos subangulares y de baja esfericidad de cuarzo, tanto monocristalino como policristalino. Contiene además un 10% de plagioclasas, algunas de ellas ligeramente alteradas a calcita. Estas son todas de los tipos oligoclasa y andesina. Finalmente presenta un 30% de diversos fragmentos de roca, entre los cuales abunda el chert

(10%), y fragmentos de rocas carbonáticas del tipo micrita (20%), algunas contentivas de pellets también micritizados.
En cuanto a los componentes aloquímicos, posee fragmentos fósiles de algas rojas coralinas (5%), algas verdes micritizadas (2%), ooides deformados y fracturados (2%) y espinas de equinodermos (1%). El componente ortoquímico viene dado por matriz micrítica (20%) y cemento tipo espato, el cual se encuentra en las vetas.

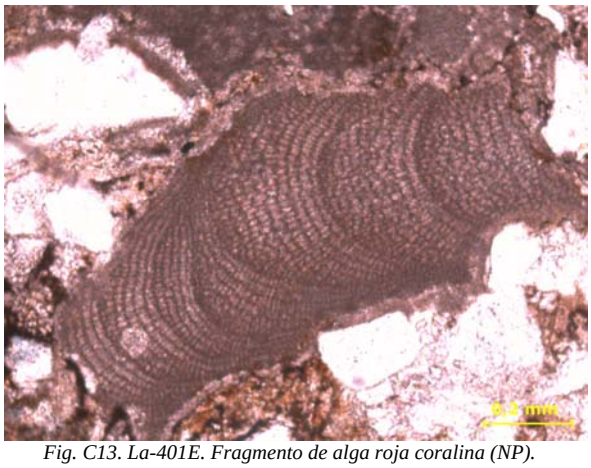


Fig. C13. La-401E. Fragmento de alga roja coralina (NP).

Reconocimiento de los sectores Quebracho y La Rinconada (25/07/2010).

Punto de observación: La-402
Ubicación: Quebrada Guasa
Unidad: Formación Matatere (Capa de Peñones).
Coordenadas UTM: E: 427.708 / N: 1.147.995
Observaciones de campo: Capa de bloques de 6,5 m de espesor, contentiva de cantos de caliza oscura, nodular, embebidos en lutitas típicas de la Formación Matatere. Bloques en promedio decimétricos, llegando hasta los 2 m de diámetro. Se encuentran distribuidos de forma caótica. En la boca de la quebrada se encuentra un afloramiento, en el cual se evidencia la fractura astillosa típica de las lutitas de Matatere.

Fotografías:



Fig. C14. Afloramiento de la boca de la quebrada Guasa. Se evidencia la fractura astillosa de las lutitas de la Formación Matatere.



Fig. C15. Capa de Bloques.

Descripción muestra de mano La-402A:
Nódulo de caliza de color fresco gris oscuro y meteorizado gris claro. Se observan algunos fragmentos fósiles imposibles de identificar, todos menores a 1mm. No se observan fragmentos siliciclásticos.



Fig. C16. Muestra La-402A.

Descripción Petrográfica, La-402A: Caliza Aloquímica Arenosa. Roca hibrida, compuesta por

un 15% de extraclásticos, 20% de aloquímicos, 63% de ortoquímicos y 2% de porosidad. Los fragmentos siliciclásticos corresponden a cuarzo (10%), el cual se presenta en cristales angulosos y de baja esfericidad con tamaños desde 0,3 mm hasta 1 mm, fragmentos de roca carbonática con pellets micritizados (3%), chert (1%) y accesorios (1%) como muscovita y biotita. El componente aloquímico (20%) comprende fragmentos de bivalvos recristalizados (3%), foraminíferos plánticos del genero Globigerina (10%), foraminíferos bénticos del genero Miliolido (4%), espinas de equinodermos (3%). La matriz micrítica (15%) se encuentra parcialmente recristalizada a cemento tipo microespato (5%). La porosidad presente se da como fracturas. Se observa también la presencia de estilolitas, lo cual indica una diagénesis tardía.

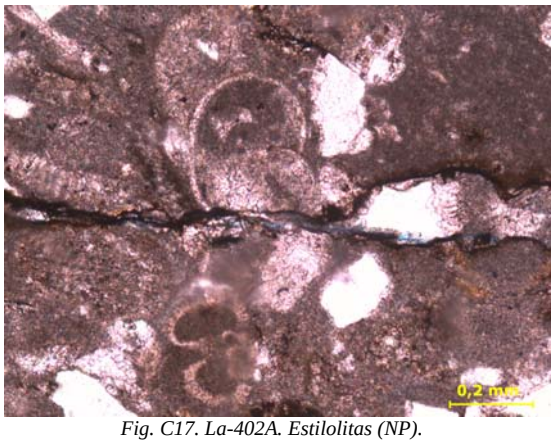


Fig. C17. La-402A. Estilolitas (NP).

Descripción muestra de mano La-402B:
Caliza masiva, cortada por vetas de calcita, color fresco gris oscuro y meteorizado marrón. Presenta además un 30% de siliciclásticos visibles macroscópicamente. No se observan fósiles.



Fig. C18. Muestra La-402B.

Descripción Petrográfica, La-402B: Caliza Aloquímica Arenosa. Roca hibrida, compuesta por un 40% de extraclásticos, 35% de aloquímicos y 25% de ortoquímicos. Los componentes extraclásticos vienen representados principalmente por granos de cuarzo (35%), generalmente angulares y de baja esfericidad y con tamaños que van entre 0,3 mm y 0,7 mm. También presenta un 5% de fragmentos de rocas, como chert (3%) y clastos de micrita con pellets también micritizados (2%). El componente aloquímico viene representado por fragmentos de algas verdes micritizadas (10%), algas rojas coralinas (7%), ostrácodos (3%), Briozoarios recristalizados a calcita (4%), Miliolidos (7%), Anélidos (1%) y foraminíferos bénticos del genero Peneroplis (3%). La matriz se encuentra compuesta por micrita (23%). Presenta una veta rellena por cemento tipo espato (2%).

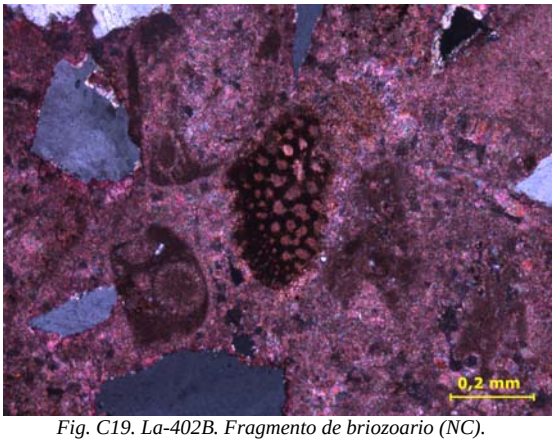


Fig. C19. La-402B. Fragmento de briozoario (NC).

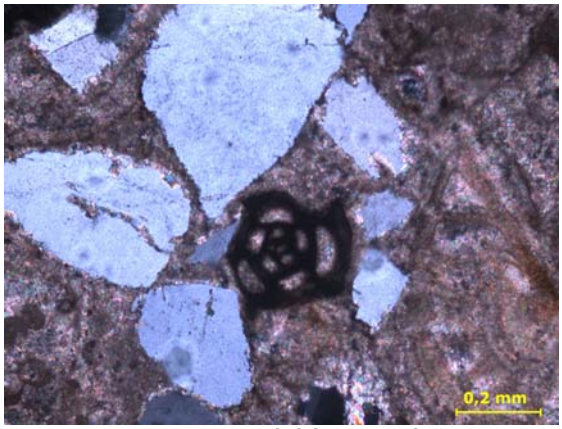


Fig. C20. La-402B. Miliolido micritizado (NC).

Descripción muestra de mano La-402C:
Caliza laminada de color fresco gris oscuro y meteorizado gris claro. Presenta cristales de cuarzo visibles macroscópicamente, así como fragmentos de chert, todos menores a 1mm. No se observan fósiles.



Fig. C21. Muestra La-402C.

Descripción Petrográfica, La-402C: Arenisca Micrítica. Roca hibrida, compuesta por un 60% de extraclásticos, 15% de aloquímicos y 25% de ortoquímicos. La roca presenta una intercalación de niveles con alto contenido sisliciclástico, de color marrón claro; y otros, de color oscuro, compuestos principalmente por fragmentos de foraminíferos sin diferenciar (8%), foraminíferos plánticos del genero Globorotalia (4%) y fragmentos de briozoarios (3%). El contenido extraclástico consta de cristales de cuarzo (49%) tanto policristalino como monocristalino, subangulares y de baja esfericidad, con tamaños entre 0,2 mm y 0,5 mm. El nivel con granulometría más gruesa contiene granos de cuarzo redondeados con tamaños entre 0,5 mm y 0,8 mm, así como dos extraclastos de micrita lodosa mayores a 2 mm. Contiene también fragmentos de chert y muscovita (1%). El componente ortoquímico viene dado por matriz micrítica (25%). Se observo la presencia de estilolitas, lo cual indica que la roca llego a la etapa de diagénesis tardía.

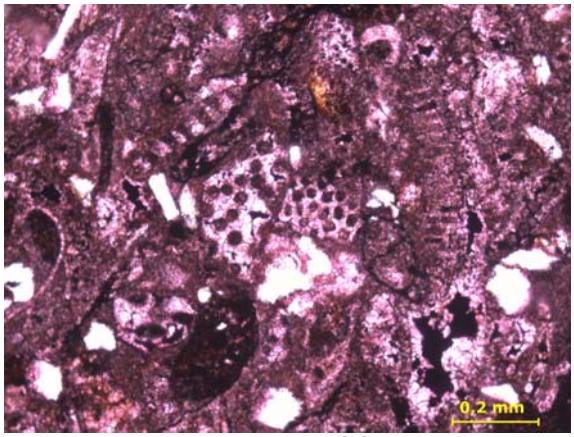


Fig. C22. La-402C. Fragmentos de briozoarios (NP).

Descripción muestra de mano La-402D:
Material cementante carbonatico que une los nódulos de la muestra 402A. De color marrón claro. Contiene granos de chert redondeados y de color negro.



Fig. C23. Muestra La-402D.

Descripción muestra de mano La-402E:
Caliza de color fresco gris oscuro y meteorizado marrón claro. Se encuentra cortada por vetas de calcita. Se observan granos de cuarzo y chert menores a 1 mm. No se observan fósiles.



Fig. C24. Muestra La-402E.

Descripción Petrográfica, La-402E: Wackestone/Biomicrita. Roca carbonática, compuesta por un 7% de extraclásticos, 30% de aloquímicos y 63% de ortoquímicos. El componente extraclástico está representado por granos de cuarzo subangulares con tamaños entre 0,2 mm y 0,5 mm. Este mineral se presenta también en vetas junto con la calcita. El componente ortoquímico lo comprenden fragmentos de foraminíferos y algunos macrofósiles sin diferenciar (12%), foraminíferos plánticos de los géneros Globorotalia y Discocyclina (13%) y briozoarios micritizados (5%). El componente ortoquímico está representado por matriz micrítica. El cemento tipo espato se encuentra rellenando vetas de hasta 1,5 mm de espesor. La presencia de estilolitas denota una etapa de diagénesis tardía.

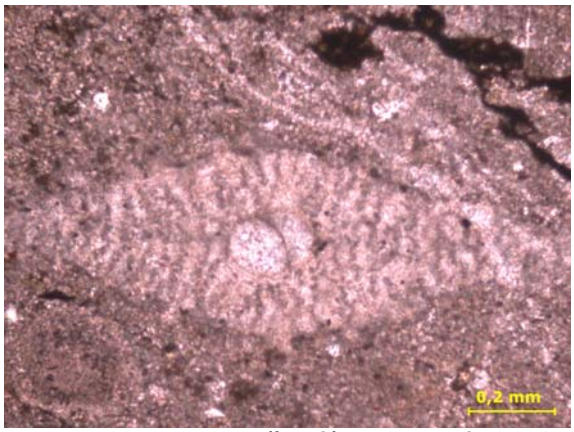


Fig. C.25. La-402E. Foraminífero plántico (Discocyclina) (NP).

Punto de observación: La-403
Ubicación: Quebrada Quebracho.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 426.332 / N: 1.147.587
Observaciones de campo: Afloramiento de capa de bloques de caliza fosilífera y laminada, parcialmente cubierto y derrumbado. También se encontraron cantos rodados de caliza fosilífera.
Fotografías:



Fig. C26. Afloramiento La- 403. Se observan bloques de caliza laminada.

Descripción muestra de mano La-403AR:
Caliza con abundantes macrofósiles, de color fresco gris oscuro y meteorizado gris claro. No se observan componentes siliciclásticos ni otros fragmentos de roca.



Fig. C27. Muestra La-403AR.

Descripción Petrográfica, La-403AR: Packstone/Biomicrita. Roca carbonática, compuesta por un 47% de aloquímicos, 40% de ortoquímicos, 11% de extraclastos y 2% de porosidad. Los fósiles van desde los 0,5 mm hasta incluso los 2 cm, y se encuentran totalmente recristalizados a calcita, lo cual hace que sean imposibles de identificar. Los componentes ortoquímicos vienen dados por un 30% de matriz micrítica y un 10% de cemento radial tipo microespato, el cual se encuentra rodeando algunos fragmentos fósiles. La porosidad presente se da por disolución tanto de la matriz como de los fragmentos fósiles. Los extraclasticos corresponden a fragmentos de roca carbonática de tipo pelmicrita, algunos de los cuales se encuentran fosfatizados.

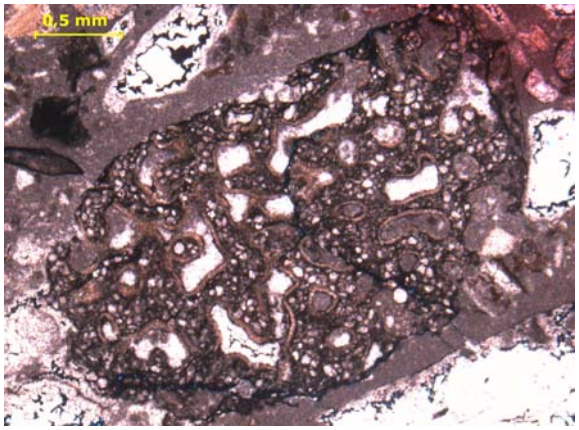


Fig. C28. La-403AR. Fragmento de roca carbonática fosfatizado (NC).

Descripción muestra de mano La-403B:
Caliza laminada, de color fresco gris oscuro y meteorizado gris claro. Presenta un 20% de granos de cuarzo, menores a 1 mm. No se observan fósiles.



Fig. C29. Muestra La-403B.

Descripción Petrográfica, La-403B: Wackestone/Biomicrita. Roca carbonática, compuesta por un 40% de aloquímicos, 57% de ortoquímicos y 2% de porosidad. El componente aloquímico está representado por un 38% de fósiles de foraminíferos plánticos, totalmente recristalizados a calcita. Los géneros reconocidos corresponden a Globorotalia y Globigerina. La disposición de los fósiles se corresponde con la laminación observada en la muestra de mano. El componente ortoquímico corresponde a matriz micrítica, sin señales de recristalización. La porosidad presente se da por fracturas en la roca.

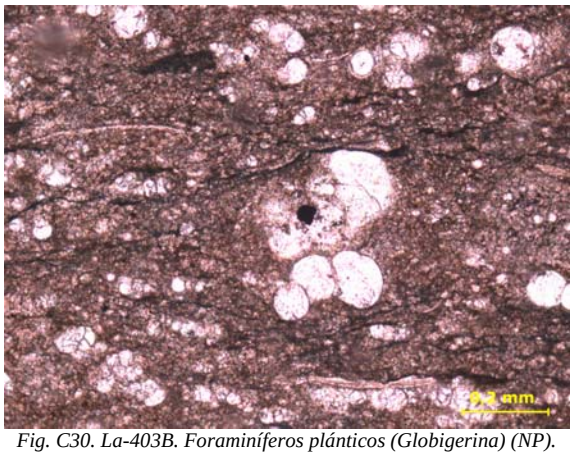


Fig. C30. La-403B. Foraminíferos plánticos (Globigerina) (NP).

Descripción muestra de mano La-403C:
Arenisca de grano fino, de color fresco gris oscuro y meteorizado gris claro. La composición de la mayoría de los granos no se puede determinar macroscópicamente. Los granos mayores a 1mm representan el 2% de la muestra y corresponden a material carbonatico de color blanco.



Fig. C31. Muestra La-403C.

Descripción Petrográfica, La-403C: Grauvaca Feldespática. Roca sedimentaria clástica, con tamaño de grano promedio de 0,3 mm (arena media) y un escogimiento medio. Presenta un 30% de granos, de los cuales un 14% corresponde a cuarzo monocristalino subredondeado. Las plagioclasas ocupan un 7%, y se encuentran muy poco alteradas. Estas son del tipo andesina. Además presenta un 4% de granos de chert y minerales accesorios como moscovita y biotita (4%). Presenta un alto contenido de matriz (50%), la cual está compuesta por minerales de arcilla, entre los que se pudo identificar la esmectita. El cemento (19%) está compuesto igualmente por minerales de arcilla. La porosidad presente (2%) se debe a fracturas en la roca. Los contactos se dan principalmente entre los granos, la matriz (50%) y el cemento (20%). Los contactos entre granos son puntuales (20%) y longitudinales (10%), con lo que se evidencia la baja compactación de la roca.



Fig. C32. La-403C. Fragmento fósil con inversión homoaxial (NC).

Descripción muestra de mano La-403D
Caliza laminada, de color gris claro. Contiene fósiles de amonoideos, con tamaños entre y mm. No se aprecia ningún contenido siliciclástico.



Fig. C33. Muestra La-403D

Descripción Petrográfica, La-403D: Wackestone/Biomicrita. Roca carbonática, compuesta por un 50% de aloquímicos, 40% de ortoquímicos y 10% de porosidad. El componente aloquímico está representado por fósiles de foraminíferos plánticos del género Globigerina (40%) totalmente recristalizados a calcita, los cuales van desde los 0,2 mm a 0,53 mm y además se disponen de forma coherente con la laminación. Presenta además un 40% de matriz micrítica la cual se encuentra parcialmente disuelta, generando el 10% de porosidad presente en la roca.

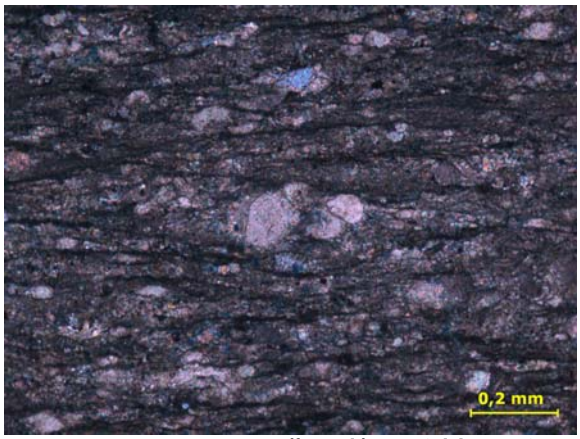


Fig. C34. La-403D. Foraminíferos plánticos (Globigerina) recristalizados a calcita y dispuestos en forma coherente con la laminación (NC).

Punto de observación: La-404
Ubicación: Quebrada Aceituna.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 420.433 / N: 1.144.105

Observaciones de campo: Afloramiento de secuencia tipo Flysch. Se observó un nivel caótico de 3 m de espesor, contentivo de nódulos de caliza embebidos en las lutitas típicas de la Formación Matatere. El nivel se acuña lateralmente. Hacia el tope se encontró una capa de caliza de 12 cm de espesor.
Fotografías:


Fig. C35. Nivel caótico dentro del cual se observa un nódulo de caliza.

Descripción muestra de mano La-404A:
Nódulo de caliza de 13x7x5 cm. Presenta color fresco negro y meteorizado marrón. Homogénea, sin evidencia de fósiles o fragmentos siliciclásticos.



Fig. C36. Muestra La-404A.

Descripción muestra de mano La-404B:
Caliza laminada, de color fresco gris oscuro y meteorizado gris claro. De textura homogénea, sin fragmentos fósiles ni siliciclásticos apreciables.



Fig. C37. Muestra La-404B.

Descripción Petrográfica, La-404B: Mudstone/Micrita. Roca carbonática, compuesta por un 89% de ortoquímicos, 10% de extraclásticos y 1% de aloquímicos. El componente ortoquímico está representado por un 60% de matriz micrítica, la cual a su vez se encuentra parcialmente recristalizada a pseudoespato (29%). El porcentaje de aloquímicos corresponde a fragmentos fósiles no identificables. Los fragmentos extraclásticos corresponden a granos de cuarzo (7%) angulares generalmente de 0,05 mm (tamaño limo). La laminación observada en la muestra de mano viene dada por la disposición de cristales de cuarzo de 0,1 mm a 0,5 mm. Los fragmentos de roca observados (3%) corresponden a chert y clastos de 0,1 mm a 0,3 mm de micrita.

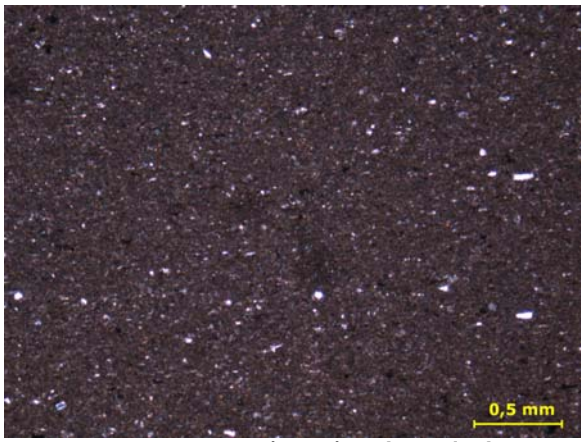


Fig. C38. La-404B. Orientación isotrópica de cristales de cuarzo alargados (NC).

Punto de observación: La-405
Ubicación: Quebrada La Rinconada.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 420.726 / N: 1.144.691
Observaciones de campo: Afloramiento de la Formación Matatere. Se encontró el contacto entre areniscas potentes de 11,58 m de espesor y lutitas. No se observó ningún tipo de estructuras sedimentarias.
Fotografías:



Fig. C39. Contacto entre lutitas y areniscas potentes.

Descripción muestra de mano La-405:
Arenisca de grano muy grueso. No se identifica la composición del cemento, pero no es carbonatico. La matriz es de tamaño arena fina a muy fina, y esta también compuesta de cuarzo. Presenta fragmentos de cuarzo de colores claros, fácilmente distinguibles a simple vista, los cuales no muestran gradación.



Fig. C40. Muestra La-405.

Descripción Petrográfica, La-405: Subarenita Feldespática. Roca sedimentaria clástica, pobremente escogida y con granos subredondeados. El tamaño de grano se distribuye en dos poblaciones: la primera entre los 0,3 mm y los 0,6 mm, y la segunda entre 1 mm y 2 mm. Está compuesta por un 68% de granos, 12% de matriz y 20% de cemento. No presenta porosidad alguna.
Los granos son principalmente de cuarzo (53%), en sus variedades monocristalina y policristalina, 5% de feldespatos (plagioclasas tipo andesina y oligoclasa), 4% de fragmentos de roca (chert y cuarcita) y 6% de

minerales accesorios entre los que destaca la muscovita y la biotita, estando la ultima cloritizada en algunos casos. La matriz está compuesta por cuarzo y por minerales de arcilla. El cemento está compuesto por caolinita, esmectita y otros minerales de arcilla. Algunos cristales de moscovita se encuentran deformados, lo cual sumado al porcentaje de contactos longitudinales (40%) evidencia una compactación media.

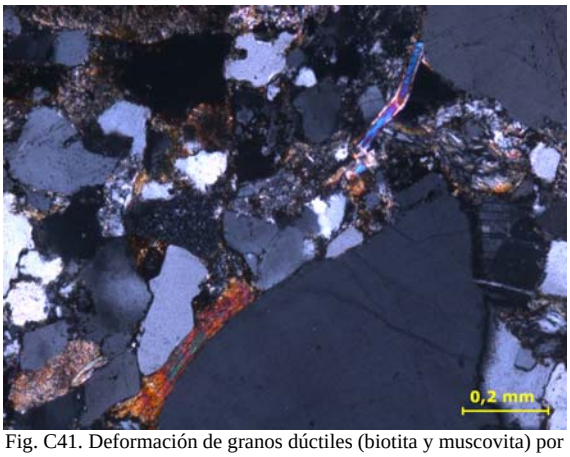


Fig. C41. Deformación de granos dúctiles (biotita y muscovita) por efecto de la compactación (NC).

Reconocimiento de los sectores Marchan, La Verota, Potrerito y Curarí (26/07/2010).

Punto de observación: La-406
Ubicación: Quebrada El Salto del Negro.
Unidad: Contacto discordante entre las Formaciones Matatere y Barquisimeto.
Coordenadas UTM: E: 421.771 / N: 1.142.144
Observaciones de campo: Discordancia angular que marca el contacto entre las Formaciones Matatere y Barquisimeto. En el afloramiento la Formación Barquisimeto presenta una orientación de N55W36N, y está compuesta en un 90% por chert laminado, con vetas, de color gris oscuro a negro y con nódulos de caliza. La Formación Matatere presenta una orientación de N45W10N, y evidencia un cambio brusco en su buzamiento a 25º N al alejarse de la zona de contacto. La litología corresponde a capas de lutita negra, fisil intercalada con capas de arenisca de grano medio (tamaño de grano siempre menor a 2 mm) meteorizada.

Fotografías:

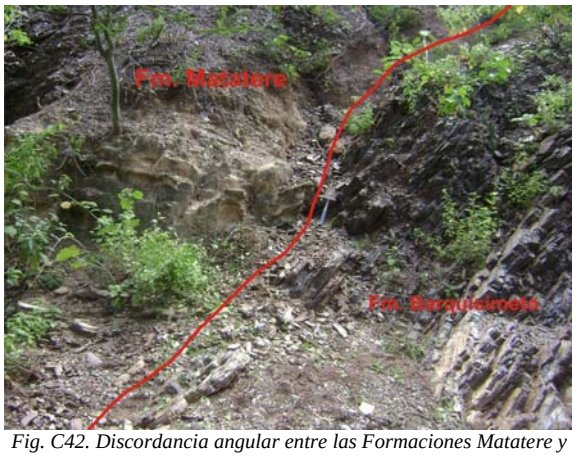


Fig. C42. Discordancia angular entre las Formaciones Matatere y Barquisimeto.

Descripción muestra de mano La-406:
Nódulo de caliza encontrado dentro de la Formación Barquisimeto. De color fresco negro y meteorizado marrón claro. No se observan fósiles.



Fig. C43. Muestra La-406.

Punto de observación: La-407
Ubicación: Carretera entre la Verota y Jarillar.
Unidad: Contacto de falla entre las Formaciones Matatere y Barquisimeto.
Coordenadas UTM: E: 424.275 / N: 1.142.239
Observaciones de campo: Contacto de falla entre las Formaciones Matatere y Barquisimeto. Se evidencia en la ausencia de lineaciones que presenta la Formación Barquisimeto, lo cual contrasta con la presentada por la Formación Matatere.

Fotografías:

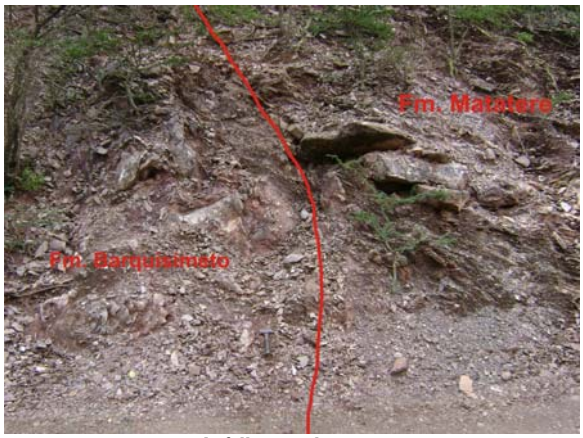


Fig. C44. Contacto de falla entre las Formaciones Matatere y Barquisimeto.

Punto de observación: La-408
Ubicación: Tributario de la quebrada La Bocaina.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 423.121 / N: 1.138.637
Observaciones de campo: Afloramiento donde se observó la secuencia tipo flysch plegada. Los plegamientos se clasifican como abiertos, según su ángulo interlimbar.
Fotografías:



Fig. C45. Plegamientos abiertos de la Formación Matatere.

Punto de observación: La-409
Ubicación: Quebrada Arriba.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 430.174 / N: 1.143.976
Observaciones de campo: Afloramiento de la Formación Matatere.

Fotografías:



Fig. C46. Afloramiento La-409.

Descripción muestra de mano La-409:
Arenisca de grano grueso, de color fresco marrón claro, y meteorizado gris claro. El cemento está compuesto por un mineral de color marrón claro, que no efervesce con acido clorhídrico.



Fig. C47. Muestra La-409.

Descripción Petrográfica, La-409: Subarenita Feldespática. Roca sedimentaria clástica, bien escogida y con granos subredondeados, con tamaños que oscilan entre los 0,5 y 0,9 mm. Está compuesta por un 60% de granos, 10% de matriz, 23% de cemento y una porosidad del 7%. El mineral más abundante es el cuarzo (45%), el cual se presenta en sus variedades monocristalina y policristalina. Presenta además feldespatos (9%), tanto potásicos como el microclino como plagioclasas de tipo andesina. Los fragmentos de roca (5%) vienen representados por granos de chert. La muscovita (1%) se encuentra como mineral accesorio, y los cristales se encuentran deformados. La matriz constituye un 10% y está compuesta por minerales de arcilla, de los que se pudo identificar la esmectita. El cemento (23%) se

encuentra compuesto por minerales de arcilla y oxido de hierro. La porosidad existente es interpartícula, lo cual sumado al poco porcentaje de contactos entre granos (30%) denota una baja compactación.

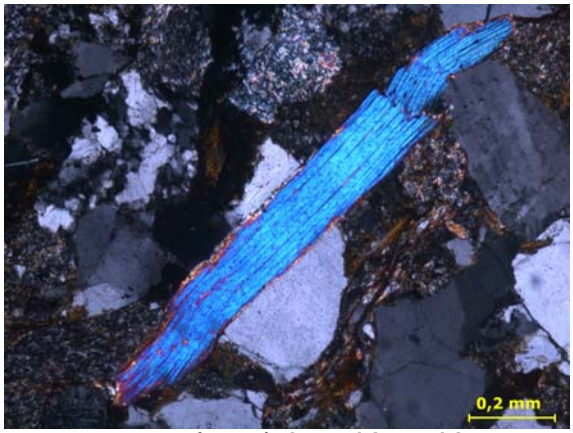


Fig. C48. La-409. Deformación de cristal de cristal de muscovita (NC).

Punto de observación: La-410
Ubicación: Cerro La Manga (naciente de la Quebrada Arriba).
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 430.320 / N: 1.143.976
Observaciones de campo: Intercalación de capas de arenisca y lutita de hasta 20 cm de espesor. Se observaron capas rojas intercaladas dentro de la secuencia, de no más de 5 cm de espesor. Asimismo se encontraron fragmentos
Fotografías:



Fig. C49. Intercalación de areniscas y lutitas donde se observan además las capas rojas.

Descripción muestra de mano La-410R
Arenisca de grano muy grueso, de color marrón oscuro y que meteoriza a marrón claro. Presenta una abertura rellena de cuarzo de 2,5 cm. Los granos identificables son de cuarzo y chert negro todos entre redondeados y subredondeados. El cemento no es carbonatico.



Fig. C50. La-410R.

Punto de observación: La-411
Ubicación: Quebrada La Verota
Unidad: Contacto entre las Formaciones Matatere y Barquisimeto.
Coordenadas UTM: E: 423.365 / N: 1.142.942
Observaciones de campo: El cambio de color observado en las laderas permite inferir la existencia del contacto entre las Formaciones Matatere y Barquisimeto. No fue posible determinar el tipo de contacto, pero por encontrarse la Formación Barquisimeto estratigráficamente por arriba de la Formación Matatere, se infiere de corrimiento.
Fotografías:

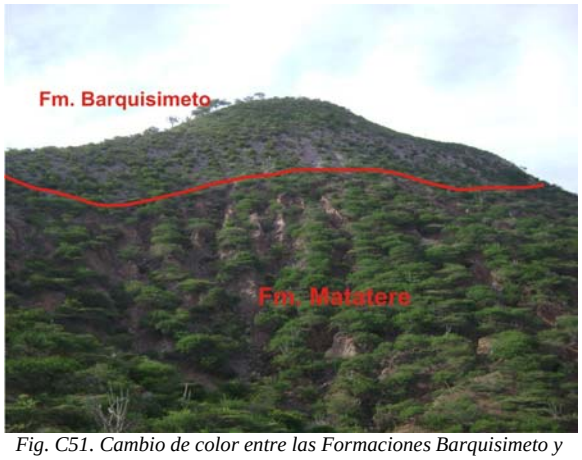


Fig. C51. Cambio de color entre las Formaciones Barquisimeto y Matatere.

Descripción muestra de mano La-411R
Roca clástica, con matriz de tamaño arena fina, de color fresco gris claro y meteorizado marrón. Los clastos de mayor tamaño son de cuarzo subangular. El cemento es carbonatico, y además la muestra está cortada por vetas de calcita.



Fig. C52. Muestra La-411R.

Descripción petrográfica, La-411R: Micrita Arenosa. Roca hibrida, compuesta por un 15% de extraclásticos, 40% de aloquímicos y un 45% de ortoquímicos. El componente extraclástico está representado por granos de cuarzo mayores a los 2 mm, redondeados, fracturados y con presencia de sobrecrecimiento. La disposición de los mismos, así como la presencia de sombras de presión permite inferir que la roca se encontraba originalmente en una zona de cizalla. La matriz micrítica, y el cemento tipo microespato que se encuentra rellenando algunas vetas, representan el componente ortoquímico. El componente aloquímico lo representan fragmentos de macrofósiles, los cuales por estar totalmente recristalizados a calcita, son imposibles de identificar.

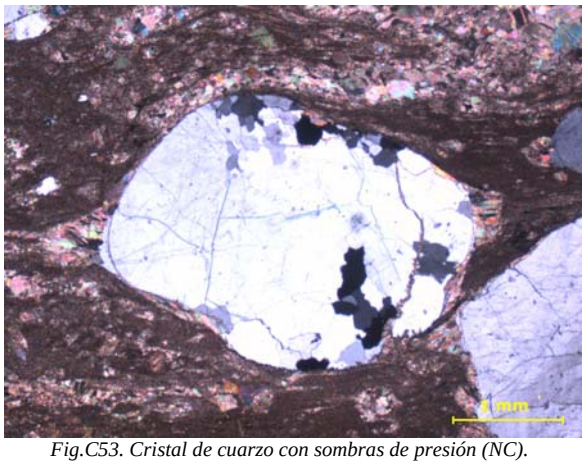


Fig.C53. Cristal de cuarzo con sombras de presión (NC).

Reconocimiento del sector Pozo Salado (31/08/2010).

Punto de observación: La-412
Ubicación:
Unidad: Formación Barquisimeto.
Coordenadas UTM: E: 426.962 / N: 1.131.995
Observaciones de campo: Inicio de afloramientos de la Formación Barquisimeto.

Punto de observación: La-413
Ubicación:
Unidad: Contacto entre las Formaciones Matatere y Barquisimeto.
Coordenadas UTM: E: 426.791 / N: 1.132.026
Observaciones de campo: Contacto entre las Formaciones Matatere y Barquisimeto. El contacto en sí no aflora, por la existencia de un espacio de 5 m de deslizamientos, por lo que se infiere un contacto de falla.

Punto de observación: La-414
Ubicación:
Unidad: Contacto entre las Formaciones Matatere y Barquisimeto.
Coordenadas UTM: E: 426.978 / N: 1.131.995
Observaciones de campo: Al igual que en el punto de observación anterior, la zona donde debe encontrarse el contacto se encuentra cubierta por deslizamientos, por lo que igualmente se infiere un contacto de falla.

Reconocimiento de los sectores Pozo Salado, El Cañaote y Morrocoy (01/09/2010).

Punto de observación: La-415
Ubicación: Quebrada Pozo Salado.
Unidad: Formación Barquisimeto.
Coordenadas UTM: E: 426.328 / N: 1.135.262
Observaciones de campo: inicio de afloramientos de la Formación Barquisimeto.

Punto de observación: La-416
Ubicación: Quebrada Pozo Salado.
Unidad: Formación Barquisimeto.
Coordenadas UTM: E: 426.304 / N: 1.135.130
Observaciones de campo: En este punto la cartografía propone un contacto entre las Formaciones Barquisimeto y Matatere basándose en el cambio de color de la litología. Sin embargo se pudo constatar que la Formación Barquisimeto también puede desarrollar colores meteorizados marrones.

Punto de observación: La-417
Ubicación: Carretera Pozo Salado-Buenos Aires.
Unidad: Formación Barquisimeto.
Coordenadas UTM: E: 423.177 / N: 1.134.348
Observaciones de campo: A lo largo de toda la carretera aflora la Formación Barquisimeto.

Punto de observación: La-418
Ubicación: Quebrada Mamonal.
Unidad: Formación Matatere.

Coordenadas UTM: E: 430.282 / N: 1.139.726

Observaciones de campo: Capa de peñones con bloques ígneos y de caliza fosilífera embebidos dentro de las lutitas típicas de la Formación Matatere. La capa tiene un espesor verdadero de 3,2 m, con variaciones leves en el mismo a lo largo del afloramiento.

Fotografías:



Fig. C54. Capa de peñones de la Quebrada Mamonal.

Descripción muestra de mano La-418A:

Roca granítica, fanerítica, hipidiomórfica, de textura equigranular y holocristalina. Los feldespatos se encuentran alterados a caolinita. También se observan minerales claros alargados que parecen ser plagioclasas, así como mica oscura. Se encuentra fuertemente meteorizado.



Fig. C55. Muestra La-418A.

Descripción muestra de mano La-418B:

Caliza fosilífera, con abundantes macrofósiles no identificables. De color fresco gris oscuro y meteorizado marrón claro. Se encuentra cortada por abundantes vetas de calcita. Se observa laminación en algunos sectores de la muestra.



Fig. C56. Muestra La-418B.

Descripción Petrográfica, La-418B: Packstone/Biomicrita. Roca carbonática, compuesta por un 60% de aloquímicos, 39% de ortoquímicos y 1% de extraclásticos, sin porosidad alguna. El porcentaje de aloquímicos está representado por macrofósiles recristalizados a calcita (42%), en diversos estados de preservación y que no pudieron ser identificados; briozoarios recristalizados a calcita (12%) y algas verdes micritizadas (6%). El componente ortoquímico está representado por matriz micrítica, la cual no evidencia recristalización. Contiene pocos fragmentos de cuarzo subangulares, menores a 0,1 mm.



Fig. C57. La-418B. Fragmento de alga verde recristalizado a calcita (NC).

Descripción muestra de mano La-418C

Arenisca cuarzosa de grano fino, de color fresco gris claro y meteorizado marrón. Se encuentra muy compactada, no se evidencia porosidad. No se distingue la composición de la matriz. El cemento no es carbonatico.



Fig. C58. Muestra La-418C.

Descripción muestra de mano La-418D:
Roca granítica fanerítica, inequigranular y holocristalina. Compuesta por abundante feldespato potásico, así como micas claras y oscuras. El feldespato potásico se presenta fuertemente alterado. El cuarzo se presenta en menor proporción. Se evidencian además numerosas vetas pequeñas de calcita.



Fig. C59. Muestra La-418D.

Descripción Petrográfica, La-418D: Tonalita.
Roca fanerítica, con cristales de un tamaño promedio de 0,8 mm. Presenta una textura porfídica, en donde se observa una matriz compuesta por cristales de plagioclasa alterados a sericita. La plagioclasa es el mineral más abundante (50%), encontrándose tanto en la matriz como en cristales con un tamaño promedio de 0,4 mm. Los cristales identificables pertenecen al tipo andesina. Contiene además cuarzo (20%) con textura de reabsorción. Presenta un 6% de biotita, mientras que la clorita (4%) se encuentra como alteración de la biotita. Contiene un 9% de leucoxeno, el cual se presume que procede de alteración de piroxeno, un 8% calcita, la cual se presenta rellenando vetas, y también contiene algo de muscovita (2%). El circón y el apatito (1%) se encuentran como inclusiones en algunos cristales de cuarzo. La roca podría haber estado sometida a un metamorfismo de alto grado en facies granulita.

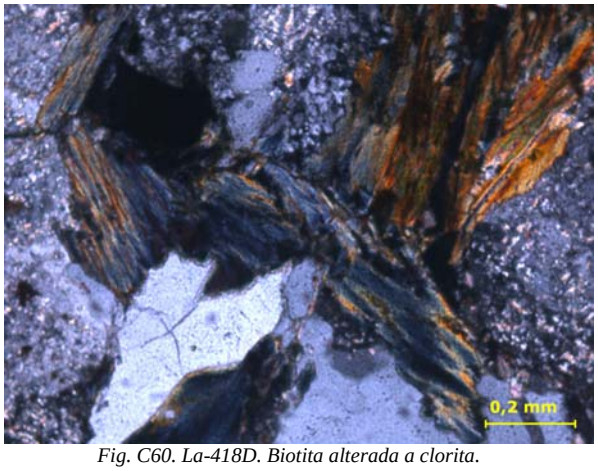


Fig. C60. La-418D. Biotita alterada a clorita.

Descripción muestra de mano La-418E:
Roca granítica, fanerítica, equigranular, hipidiomórfica y holocristalina. Se observa feldespato potásico alterado a caolinita, cuarzo y abundante mica oscura. Contiene pequeñas vetas de calcita.



Fig. C61. Muestra La-418E.

Descripción muestra de mano La-418F:
Arenisca de grano fino, de color fresco negro y meteorizado marrón claro. Contiene fósiles no identificables con lupa, así como un fragmento de roca carbonática de 5mm.



Fig. C62. Muestra La-418F.

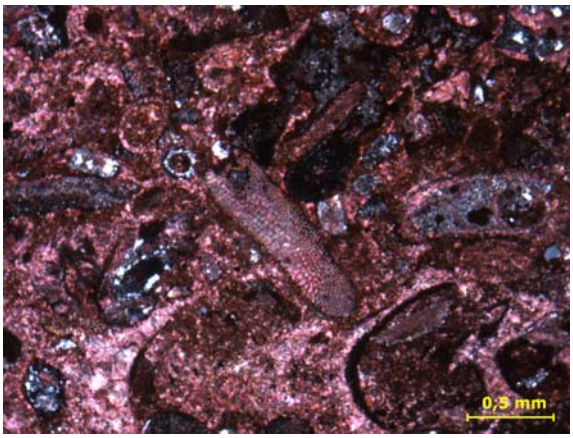


Fig. C63. La-418F. Briozoario recristalizado a calcita (NC).

Descripción Petrográfica, La-418F: Grauvaca Lítica. Roca sedimentaria clástica, en la que la mayoría de los granos se encuentran entre los 0,1 mm y 0,3 mm. Texturalmente se presenta bien escogida, con más de un 50% de granos subangulares. Está compuesta por un 57% de granos, entre los que destaca el cuarzo (33%) tanto en sus variedades monocristalina como policristalina. Contiene además un 4% de plagioclasas tipo oligoclasa y un 18% de fragmentos de rocas sedimentarias. La matriz (16%) es de minerales de arcilla, entre los que se pudo distinguir la esmectita, mientras que el cemento se encuentra compuesto tanto por minerales de arcilla como por material carbonatico. La porosidad presente (3%) se da por fracturas en la roca.

El fragmento de roca de mayor tamaño posee 5 mm de largo, y corresponde a una roca carbonática tipo packstone, compuesta por un 40% de aloquímicos, 50% de matriz micrítica parcialmente recristalizada, y 10% de fragmentos siliciclásticos. El componente aloquímico está representado por fragmentos de macrofósiles recristalizados a calcita e imposibles de identificar (23%), briozoarios bien preservados recristalizados a calcita (5%) y foraminíferos plánticos pertenecientes al género Globorotalia (2%), también recristalizados a calcita.

Punto de observación: La-419
Ubicación: Quebrada Mamonal.
Unidad: Formación Barquisimeto.
Coordenadas UTM: E: 425.239 / N: 1.135.877
Observaciones de campo: Afloramiento de la Formación Barquisimeto. No se observa el contacto descrito en la cartografía.

Punto de observación: La-420
Ubicación: Quebrada El Agua.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 430.563 / N: 1.138.232
(Cota: 665m)
Observaciones de campo: Capa de peñones, contentiva de bloques graníticos, de caliza fosilífera y de conglomerado. Los conglomerados contienen a su vez abundantes fragmentos de granito y chert de colores oscuros. La capa de peñones se encuentra plegada
Fotografías:



Fig. C64. Capa de peñones de la Quebrada El Agua. Se observa el plegamiento muy cerrado.



Fig. C65. Bloque de conglomerado. Se observan los fragmentos de granito.

Descripción muestra de mano La-420A:
Roca granítica descompuesta, de color fresco marrón claro y meteorizado marrón oscuro. Contiene micas oscuras y alargadas, rodeadas de feldespatos potásicos alterados. El cuarzo no es muy abundante, al igual que las plagioclasas.



Fig. C66. Muestra La-420A.

Descripción muestra de mano La-420BR:
Conglomerado contentivo de clastos de cuarzo redondeados y de alta esfericidad. Además contiene fragmentos de chert y de areniscas de grano muy fino. La matriz es de tamaño fino a medio, y parte del cemento es de material carbonatico.



Fig. C67. Muestra La-420BR.

Descripción Petrográfica, La-420BR: Paraconglomerado polimíctico. Roca sedimentaria clástica, compuesta por un 30% de clastos, 40% de matriz, 20% de cemento y 10% de porosidad. Presenta un escogimiento muy pobre, con clastos principalmente subredondeados. Los clastos poseen un tamaño promedio de 4,3 mm, encontrándose el 25% dentro del tamaño granulo y el 5% restante dentro del tamaño guijarro. Se encuentran dispuestos con orientación anisotrópica. La composición de los clastos se divide en tres grupos:

- Cuarzo (20%): Granos de cuarzo tanto monocristalino como policristalino, redondeados y con un tamaño que se encuentra entre los 3 mm y 14 mm.



Fig. C68. Cristal de cuarzo policristalino dentro de conglomerado (NC).

- Subarenita feldespática (7%): Clastos de roca sedimentaria clástica bien escogida, compuesta por un 60% de granos de cuarzo menores a 0,1 mm, 5% de plagioclasas de tamaño muy fino para ser identificables, 20% de cemento de minerales de arcilla y 15% de matriz de esmectita.

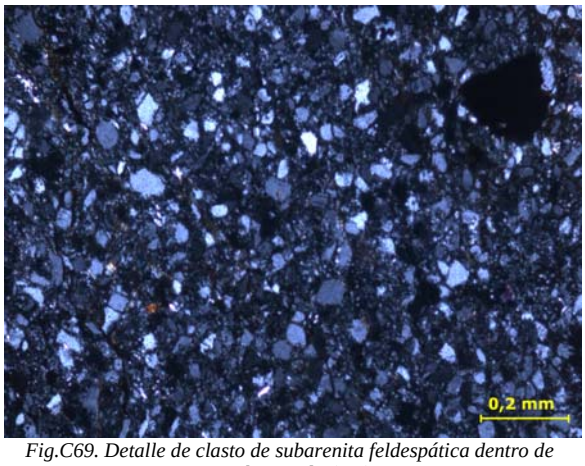


Fig.C69. Detalle de clasto de subarenita feldespática dentro de conglomerado (NC).

- Rocas carbonáticas (3%): Fragmentos de micrita, esparita y fragmentos fósiles con inversión heteroaxial.

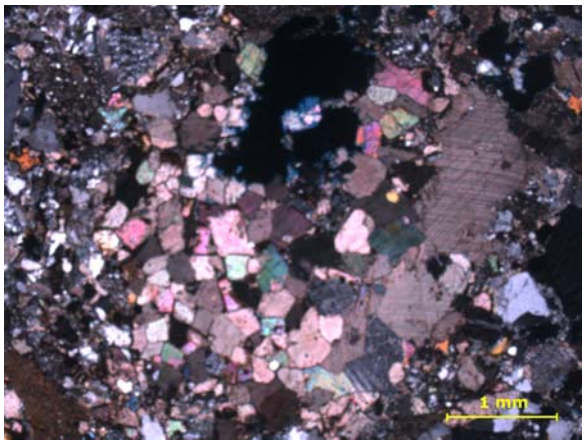


Fig. C70. Clasto de esparita con porosidad por disolución, dentro de conglomerado (NC).

La matriz está compuesta por granos de cuarzo (60%), plagioclasas de los tipos andesina y oligoclasa junto con feldespatos potásicos (10%), chert y fragmentos de rocas sedimentarias (30%), como micrita y subarenita feldespática de grano muy fino.

Punto de observación: La-421
Ubicación: Quebrada El Agua.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 420.290 / N: 1.138.584
Observaciones de campo: Capa de peñones con bloques graníticos y de caliza, que van desde 3 cm hasta 20 cm de diámetro.

Fotografías:



Fig. C71. Cantos de granito y de caliza dentro de la capa de peñones.

Descripción muestra de mano La-421A:
Roca granítica de color fresco gris claro y meteorizado marrón. Se encuentra fuertemente meteorizada y se disgrega al tacto. Presenta abundante biotita y plagioclasa. El cuarzo se observa en menor cantidad.



Fig. C72. Muestra La-421A.

Descripción Petrográfica, La-421A: Monzonita Cuarcífera. Roca fanerítica, holocristalina e inequigranular porfídica. Se encuentra compuesta principalmente por plagioclasa (45%) fuertemente sericitizada. Esta se encuentra tanto en forma de matriz como en cristales de hasta 1 mm. Los ejemplares identificables pertenecen al tipo oligoclasa. Presenta también feldespato potásico (24%) en cristales fracturados de hasta 2 mm. El cuarzo se presenta en menor proporción (16%), y contiene, en ocasiones inclusiones de circón. La biotita (7%) presenta en ocasiones textura sagenítica, mientras que la clorita (5%) se presenta como alteración de la biotita. El leucoxeno (2%) se presenta como alteración (probablemente por diagénesis) de cristales de titanita,

los cuales aún conservan su hábito característico. La presencia de este mineral permite inferir que la roca sufrió un metamorfismo de alto grado, en la facies granulita. Contiene un 1% de minerales accesorios como inclusiones de circón en cristales de cuarzo.

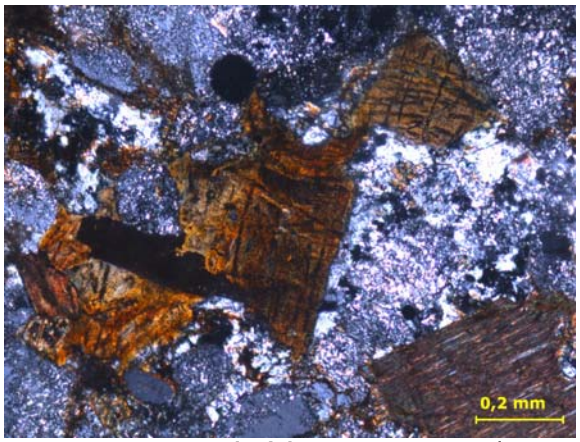


Fig. C73. La-421A. Cristales de biotita con textura sagenítica. En la parte superior se observa un cristal de apatito con corte basal (NC).



Fig. C74. La-421A. Cristales de titanita euhedral, alterado a leucoxeno (NC).

Descripción muestra de mano La-421B:
Caliza fosilífera masiva, de color fresco negro y meteorizado marrón claro. Los fósiles no son identificables macroscópicamente. No se observa ningún componente siliciclástico.



Fig. C75. Muestra La-421B.

Descripción Petrográfica, La-421B: Packstone/Pelmicrita. Roca carbonática, compuesta por un 60% de aloquímicos, 5% de extraclásticos y 35% de ortoquímicos, sin porosidad alguna. El porcentaje de aloquímicos está representado por pellets (45%), tanto de origen fecal (redondeados) como de origen algal (alargados); fragmentos de macrofósiles recristalizados imposibles de identificar (10%) y espinas de equinodermos (5%). El componente ortoquímico está representado por un 25% de matriz micrítica y un 10% de cemento carbonatico, en el que predomina la variedad microespato. Este último se presenta por recristalización de la matriz micrítica. El 5% de extraclásticos viene dado por algunos fragmentos de cuarzo subangulares (2%) y fragmentos de rocas carbonáticas (3%), como micrita y micrita arenosa.



Fig.C76. Pellets de origen fecal (redondeados) y de origen algal (alargados) (NP).

Punto de observación: La-422
Ubicación: Quebrada El Agua.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 430.182 / N: 1.138.704

Observaciones de campo: Capa de peñones con bloques graníticos algo más frescos que los anteriores, No se observaron bloques de caliza ni de chert. Se observo como la estratificación de la Formación Matatere está tan marcada que puede llegar a confundirse con la foliación de la Formación Barquisimeto.

Fotografías:



Fig. C77. Estratificación en la Formación Matatere.



Fig. C78. Capa de peñones afloramiento La-422.

Descripción muestra de mano La-422

Roca granítica, fanerítica, equigranular, hipidiomórfica y holocristalina. Presenta abundante feldespato potásico y minerales micáceos oscuros. El cuarzo es menos abundante. Se encuentra cortada por vetas de calcita.



Fig. C79. Muestra La-422.

Punto de observación: La-423
Ubicación: Quebrada Cañaote.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 431.950 / N: 1.138.542

Observaciones de campo: Capa de peñones contentiva de rocas ígneas y calizas. Las capas se encuentran plegadas y los bloques están dispuestos de forma caótica.

Fotografías:



Fig. C80. Capa de peñones de la quebrada Cañaote.

Descripción muestra de mano La-423A:

Roca granítica, fanerítica, inequigranular, hipidiomórfica y holocristalina; de color fresco gris claro y meteorizado marrón. Fuertemente meteorizada. Presenta abundante cuarzo, seguido de feldespatos alterados y un mineral micáceo de color oscuro.



Fig. C81. Muestra La-423A.

Descripción muestra de mano La-423B:
Roca granítica fuertemente meteorizada, de color fresco gris claro y meteorizado marrón. Presenta textura inequigranular. Se observan cristales de cuarzo euhedrales, feldespatos alterados, biotita y, en menor porcentaje, hornblenda.



Fig. C82. Muestra La-423B.

Punto de observación: La-424
Ubicación: Quebrada Morrocoycito.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 429.631 / N: 1.139.787
Observaciones de campo: Nódulo de de 1 m de diámetro, dentro de la Formación Matatere.

Fotografías:

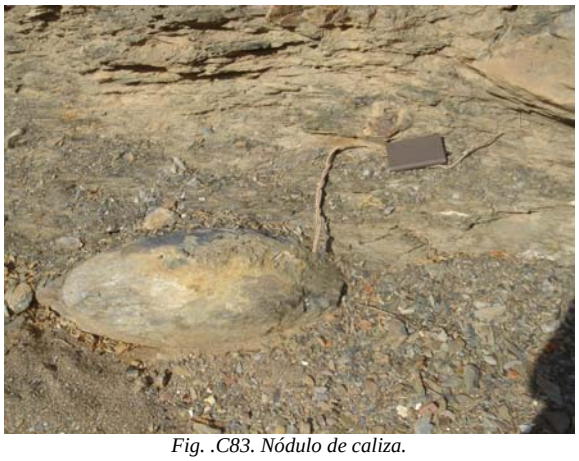


Fig. .C83. Nódulo de caliza.

Punto de observación: La-425
Ubicación: Quebrada Morrocoy.
Unidad: Formación Barquisimeto.
Coordenadas UTM: E: 426.354 / N: 1.140.281
Observaciones de campo: Chert interestratificado en la Formación Barquisimeto.
Fotografías:

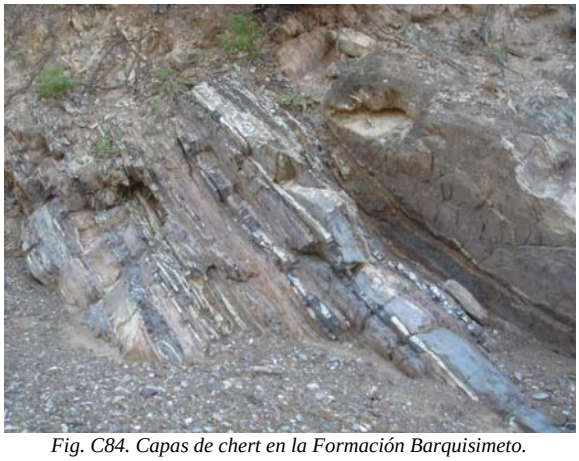


Fig. C84. Capas de chert en la Formación Barquisimeto.

Reconocimiento del sector Las Guarabas (01/09/2010).

Punto de observación: La-426
Ubicación: Quebrada Morrocoy.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 417.787 / N: 1.142.276
Observaciones de campo: Olistolito diorítico de 6 m de altura, dentro de una capa de lutitas de 10 m de espesor. El cuerpo se encuentra fuertemente diaclasado y es cortado por diques aplíticos.

Fotografías:



Fig. C85. Olistolito diorítico de la Quebrada Morrocoy.



Fig. C86. Detalle de los diques aplíticos que cortan el olistolito.

Descripción muestra de mano La-426A:
Roca ígnea plutónica, inequigranular e hipidiomórfica, con abundante cuarzo y hornblenda. Los cristales son identificables a simple vista. De color fresco verde oscuro y meteorizado verde claro. Se encuentra cortada por numerosas vetas de calcita



Fig. C87. Muestra La-426A.

Descripción Petrográfica, La-426A: Diorita Cuarcífera. Roca fanerítica e inequigranular porfídica, con cristales que presentan un tamaño promedio de 1,3 mm. Se encuentra compuesta principalmente por plagioclasa (50%), la cual se presenta tanto en fenocristales entre 0,5 mm y 1,2 mm como en la matriz. Los cristales identificables son del tipo andesina y además se encuentran sericitizados. Presenta también un 22% de clorita, la cual se infiere que provenga de la alteración de hornblenda. Contiene además cuarzo (8%) y en menor proporción (3%) feldespato potásico. La roca se encuentra cortada por vetas de calcita (15%) y epidoto (2%) con espesor de hasta 2 mm.



Fig. C88. La-426A. Veta de calcita cortando cristal de plagioclasa. (NC)

Descripción muestra de mano La-426B:
Corresponde a la misma roca anterior, tomada en la zona donde es cortada por un dique de textura aplítica. Los cristales de hornblenda son ligeramente mayores que en la muestra anterior, y se observan también cristales de plagioclasa.



Fig. C89. Muestra La-426B.

Descripción Petrográfica, La-426B: Diorita Cuarcífera cortada por dique de aplita monzogranítica. Roca fanerítica, holocristalina e inequigranular porfídica; con cristales que presentan un tamaño promedio de 1,2 mm. El mineral más abundante es la plagioclasa (57%), la cual se presenta tanto en forma de matriz como en fenocristales de hasta 1 mm. En ambos casos se encuentra fuertemente sericitizada. La hornblenda (5%) se presenta en cristales de hasta 1,8 mm y, a diferencia de la muestra anterior, pueden observarse algunos cristales que no se encuentran completamente alterados a clorita (12%). El cuarzo compone el 12% de la muestra y el feldespato potásico un 5%. La calcita (8%) se presenta en vetas junto con el epidoto (1%).

En cuanto al dique, este presenta hacia los bordes (contacto con la roca caja) una fabrica inequigranular seriada, con un tamaño de grano que llega hasta 1.5 mm. Los cristales de los bordes son fundamentalmente de cuarzo (40%) y feldespato potásico (25%). El interior del dique presenta una textura porfídica, con una matriz compuesta por feldespato potásico y cuarzo, y fenocristales de plagioclasa (labradorita) de hasta 1 mm. Las plagioclasas representan un 35% de la composición del dique, y algunos cristales se encuentran alterados a epidoto y a sericita.

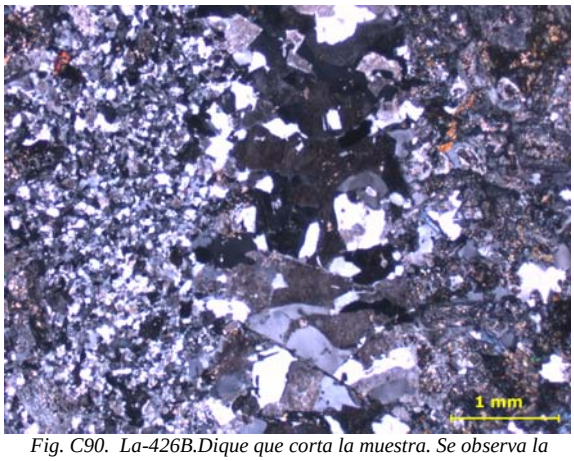


Fig. C90. La-426B.Dique que corta la muestra. Se observa la fábrica inequigranular seriada que presenta. (NC)

Punto de observación: La-427
Ubicación: Tributario de la Quebrada La Rinconada.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 418.650 / N: 1.144.806
Observaciones de campo: Afloramiento de la Formación Matatere. No se observó la capa de peñones cartografiada por VAN DER MEULEN (1954). Se encontraron algunos cantos rodados de conglomerado.



Fig. C91. Afloramiento La-427.

Descripción muestra de mano La-427R:
Conglomerado de color fresco marrón oscuro y meteorizado marrón claro. Se identifican fragmentos de cuarzo, chert de color negro, caliza y plagioclasa. Se observan dos tipos de matriz, de los cuales solo uno efervesce con acido clorhídrico

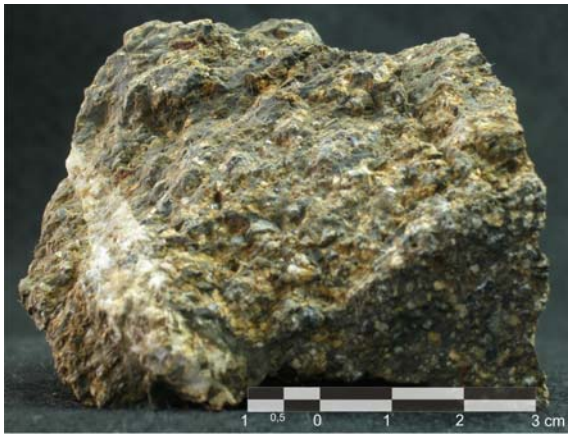


Fig. C92. Muestra La-427R.

Descripción Petrográfica, La-427R: Paraconglomerado polimíctico. Roca sedimentaria, compuesta por un 40% de clastos mayores a 2 mm, 30% de matriz, 25% de cemento y 5% de porosidad. Presenta un escogimiento muy pobre, con granos subredondeados y dispuestos con orientación anisotrópica. El 67% de los clastos son de tamaño granulo, mientras que el 33% restante se clasifica como guijarro. La composición de los clastos es muy variada:

- Cuarzo (30%): Granos de cuarzo, tanto monocristalino como policristalino, bien redondeados y con tamaños entre 3 mm y 4 mm.



Fig. C.93. La-427R. Clasto redondeado de cuarzo policristalino dentro de conglomerado (NC).

- Micrita arenosa (20%): Clastos redondeados de roca sedimentaria hibrida, contentiva de granos subangulares de cuarzo (20% - 30%) embebidos en una matriz micrítica. Sus tamaños varían entre 3 mm y 5 mm.

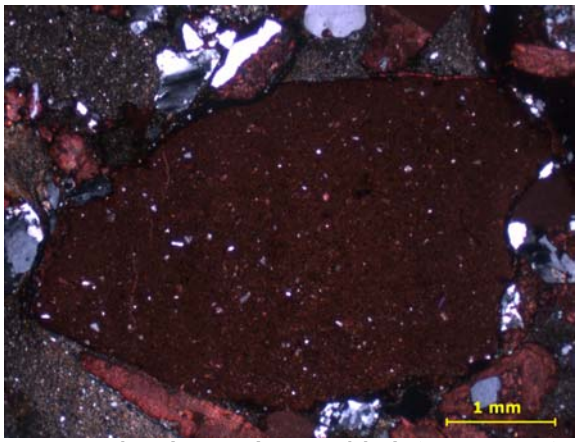


Fig. C94. Clasto de roca sedimentaria hibrida (micrita arenosa) dentro de conglomerado (NC).

- Fragmentos fósiles (39%): Se encontraron abundantes fósiles bien preservados de Discocyclina, así como fragmentos de moluscos con inversión homoaxial. Además contiene abundantes fragmentos de algas verdes y rojas.



Fig. C95. Foraminíferos plánticos (Discocyclina) y fragmento de molusco con inversión homoaxial cortados por veta de calcita (NC).



Fig. C96. Fragmento de molusco con inversión homoaxial (NC)



Fig. C97. Fragmento de alga verde (NP).

- Packstone (10%): Presenta tres variedades de este tipo de roca, estando compuestas las tres por más de 50% de aloquímicos embebidos en matriz micrítica. Los clastos se encuentran redondeados y presentan tamaños entre 2,3 mm y 5 mm.

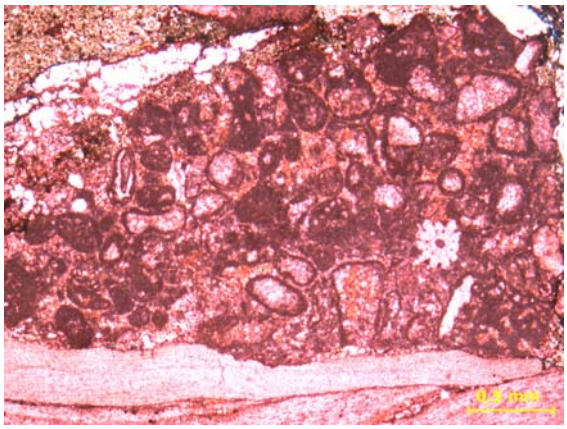


Fig. C98. Roca carbonática (Packstone) con pellets y una espina de equinodermo (NP).

- Granitoide (1%). Posee dos fragmentos de roca subangulares con tamaño de 2 mm y 3 mm respectivamente, los cuales están compuestos por cristales de cuarzo, plagioclasa de tipo andesina y biotita. Los cristales se encuentran fracturados y algunas de las plagioclasas alteradas a calcita.

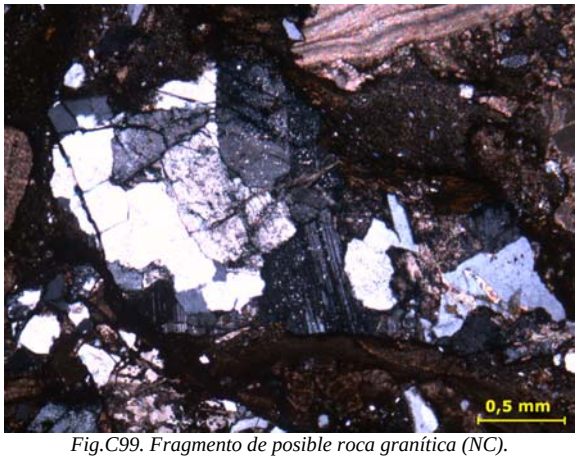


Fig.C99. Fragmento de posible roca granítica (NC).

La matriz es de tamaño arena fina, compuesta por granos de cuarzo de ente 1 mm y 3 mm y muscovita como mineral accesorio. El cemento está compuesto por minerales de arcilla y material carbonatico. La porosidad presente se da por fracturas en la roca, una de las cuales se encuentra rellena por calcita.

Punto de observación: La-428
Ubicación: Quebrada Aceituna.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 421.628 / N: 1.143.182
Observaciones de campo: Naciente de la Quebrada Aceituna. Se encuentran algunos rodados de caliza.

Descripción muestra de mano La-428R:
Nódulo de caliza, de color fresco gris oscuro y meteorizado gris claro. No se observan fósiles ni fragmentos siliciclásticos.



Fig. C100. Muestra La-428R.

Punto de observación: La-429
Ubicación: Quebrada Morrocoy.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 420.037 / N: 1.140.844
Observaciones de campo: Capa de peñones o conglomerado olistolítico descrito por STEPHAN (1982), de 24,7 m de espesor. Contiene bloques ígneos, de chert y de caliza de hasta 3 m de diámetro.
Fotografías:



Fig. C101. Capa de bloques del afloramiento La-429.

Descripción Muestra de mano La-429A:
Conglomerado de color fresco gris claro y meteorizado marrón claro. La gran mayoría de los fragmentos corresponden a cuarzo, de redondeados a angulares y llegando a medir hasta 1 cm de diámetro. En menor proporción presenta fragmentos de caliza y chert negro. Cementado por material carbonatico.



Fig. C102. Muestra 429A.

Descripción Petrográfica, La-429A: Paraconglomerado polimíctico. Roca sedimentaria compuesta por un 40% de clastos mayores a 2 mm, 49% de cemento carbonatico, 10% de matriz y 1% de porosidad. Presenta un escogimiento pobre, con granos redondeados y dispuestos con orientación anisotrópica. Los clastos presentan la siguiente composición:

- Cuarzo (85%): Se presenta tanto en su variedad monocristalina como policristalina, en clastos redondeados con tamaños entre 4 mm y 5 mm. Algunos presentan textura poiquilítica, con inclusiones de circón.

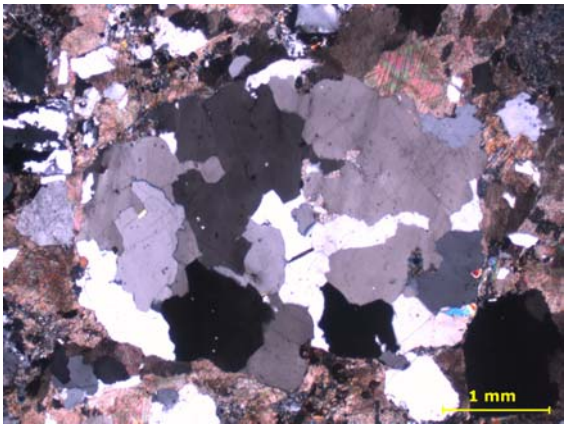


Fig. C103. Clasto de cuarzo policristalino con textura poiquilítica dentro de conglomerado (NC).

- Chert (15%): Se presenta en clastos subredondeados y con un tamaño promedio de 3,2 mm.

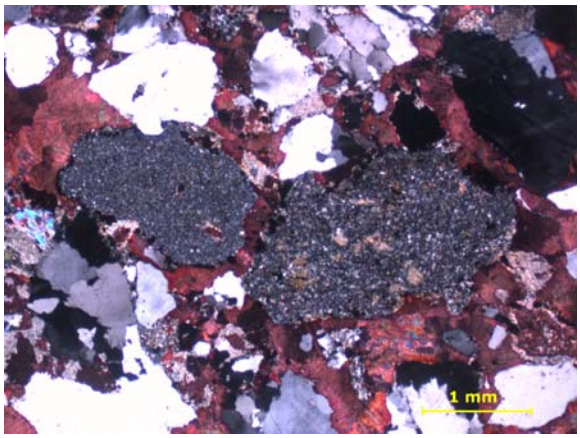


Fig. C104. Clastos de chert dentro de conglomerado (NC).

El cemento es carbonatico y de tipo espato. La matriz está compuesta por granos de cuarzo subangulares, con un tamaño que se encuentra entre los 0,2 y 0,3 mm. La porosidad presente se da por fracturas en la roca.

Descripción muestra de mano La-429B:
Caliza masiva, de color fresco negro y meteorizado marrón claro. No se observan fósiles ni fragmentos siliciclásticos.



Fig. C105. Muestra La-429B.

Descripción Petrográfica, La-429B: Wackestone/Biomicrita. Roca carbonática, compuesta por un 40% de aloquímicos, 59% de ortoquímicos, 1% de extraclásticos y 1% de porosidad. El componente aloquímico está representado por un 35% de foraminíferos plánticos, total o parcialmente recristalizados a calcita. El componente ortoquímico corresponde a matriz micrítica y a cemento tipo microespato que se encuentra rellenando algunas fracturas. La porosidad presente está representada por fracturas.



Fig. C106. Anélido y foraminíferos plánticos (Globigerina) (NP).

Descripción muestra de mano La-429C:
Roca ígnea con textura porfídica, en la que los cristales diferenciables macroscópicamente son de hábito tabular, alargados y de color verde claro. La matriz de la roca es de color gris claro. También se pueden observar algunos cristales de cuarzo y múltiples vetas rellenas de calcita.



Fig. C107. Muestra La-429C.

Descripción Petrográfica, La-429C: Andesita porfídica. Roca volcánica, fuertemente carbonatizada. La calcita (50%) es el mineral más abundante, la cual se presenta como mineral de alteración de la plagioclasa (10%) e impide la identificación del tipo al cual pertenece esta última. Contiene además cristales de clorita (15%) de hasta 2,7 mm de largo, los cuales provienen de la alteración de hornblenda (5%) y piroxeno. Presenta un 10% de cristales euhedrales de piroxeno fuertemente alterados a clorita y a leucoxeno (6%), con un tamaño de hasta 1,6 mm. Los cristales de anfíbol presentan una textura esquelética y bordes de reacción. La alteración es tal que son imposibles de identificar. También contiene algunos fenocristales de cuarzo (4%) de 1 mm, probablemente como relleno de cavidades y vetas rellenas por calcita.



Fig. C108. La-429D. Cristales de anfíbol alterados, con textura esquelética y bordes de reacción.

Descripción muestra de mano, La-429D:
Roca volcánica, de color gris claro que meteoriza a gris oscuro. Presenta pórfidos de plagioclasa, así como cristales de oxido color naranja y pequeñas vetas de calcita.



Fig. C109. Muestra La-429D.

Descripción Petrográfica, La-429D: Dacita porfídica. Roca volcánica afanítica, holocristalina y de fabrica inequigranular porfídica. Compuesta principalmente por un 65% de matriz y 35% de fenocristales. La matriz se encuentra compuesta por un 40% de plagioclasa sericitizada, la cual se presenta en algunos sectores como microlitos, 20% de cuarzo y 5% de feldespato potásico. Los fenocristales son principalmente de plagioclasa (15%), la cual se presenta como pórfidos de 0,3 mm hasta 2 mm. Se encuentra fuertemente sericitizada, y en algunos casos presenta una textura afieltrada. Algunos ejemplares se presentan zonados y sericitizados hacia el núcleo. Los cristales identificables son del tipo labradorita. Además contiene un 4% de clorita, la cual proviene de alteración de la biotita (2%). Contiene además un 14%

de óxidos rojizos, entre los que se encuentran algunos cristales euhedrales de hematita, la cual se presume que proviene de la alteración de piroxeno. Se observaron además numerosas vetas de calcita y cuarzo, las cuales llegan a tener hasta 1,5 mm de separación.

Punto de observación: La-430
Ubicación: Quebrada Morrocoy.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 420.181 / N: 1.141.156
Observaciones de campo: Plegamiento de eje vertical afectando conglomerado sin cemento. El conglomerado contiene fragmentos de caliza, chert, rocas ígneas y de otros conglomerados. Contiene fragmentos de granitoides meteorizados cortados por vetas de calcita. Este punto equivale al punto N° 2 descrito por STEPHAN (1982).
Fotografías:



Fig. C110. Plegamiento de eje vertical.



Fig. C111. Detalle de conglomerado afectado por plegamiento de eje vertical.

Punto de observación: La-431
Ubicación: Quebrada Morrocoy.
Unidad: Formación Matatere.
Coordenadas UTM: E: 419.926 / N: 1.141.507
Observaciones de campo: Capa de peñones de 4.05 m de espesor, contentiva de rocas ígneas de hasta 1 m de diámetro, algunas tan meteorizadas que se deshacen al tacto.
Fotografías:



Fig. C112. Capa de peñones del afloramiento La-431.

Descripción muestra de mano La-431A:
Roca granítica, de textura fanerítica, equigranular, hipidiomórfica y holocristalina. Contiene abundante plagioclasa, junto con cuarzo y clorita. Se encuentra cortada por vetas de calcita.



Fig. C113. Muestra La-431A.

Descripción Petrográfica, La-431A: Tonalita. Roca plutónica, con cristales de un tamaño promedio de 2,5 mm. Compuesta por plagioclasa (52%) de tipo andesina, la cual se encuentra fuertemente sericitizada. Los cristales de plagioclasa son los que presentan el mayor tamaño, llegando a medir hasta 3 mm. Contiene además cuarzo (19%), el cual se presenta en cristales de hasta 2,5 mm, algunos de los cuales se encuentran fracturados. Se observo también textura de reabsorción en algunos de estos cristales. Contiene también clorita (15%) la cual se presenta como alteración de biotita (5%). La calcita (7%) se presenta

tanto en pequeñas vetas posteriores a la cristalización de la roca. Se encontraron trazas de muscovita (1%) e inclusiones de apatito (1%) en algunos cristales de cuarzo.

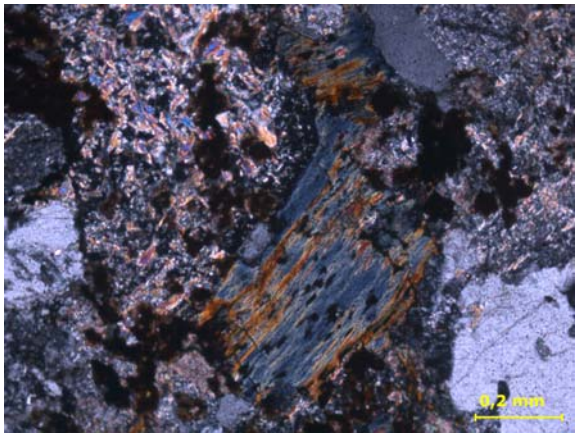


Fig. C114. La-431A. Biotita alterada a clorita. (NC).

Descripción muestra de mano, La-431B:
Roca granítica con fabrica equigranular, hipidiomórfica y holocristalina. Los cristales de mayor tamaño corresponden al cuarzo. Asimismo presenta abundantes cristales de un mineral micáceo de color verde oscuro. Las plagioclasas aparecen en menor proporción, al igual que los feldespatos potásicos. Ambos se encuentran bastante alterados.



Fig. C115. Muestra La-431B.

Descripción Petrográfica, La-431B: Granodiorita.
Roca plutónica, hipidiomórfica, con cristales de un tamaño promedio de 1,2 mm. El componente principal es el cuarzo (30%), el cual se presenta en cristales de hasta 4 mm. Presenta inclusiones de circón y en algunos casos textura de reabsorción. La plagioclasa (28%), es de tipo andesina, y se encuentra fuertemente sericitizada. Uno de los ejemplares presenta textura antipertítica. La biotita (18%) se presenta en cristales de hasta 2,3 mm, y algunos ejemplares se encuentran alterados a clorita (2%). El feldespato potásico se encuentra en menor proporción (12%), así como la calcita (9%), que se presenta en pequeñas vetas. El 1% restante corresponde a minerales accesorios como el circón, que se presenta como inclusión en cristales de cuarzo. La presencia de textura antipertítica permite inferir que la roca llego a sufrir metamorfismo de alto grado en la facies granulita, pero el grado de alteración es tal que impide aseverarlo.

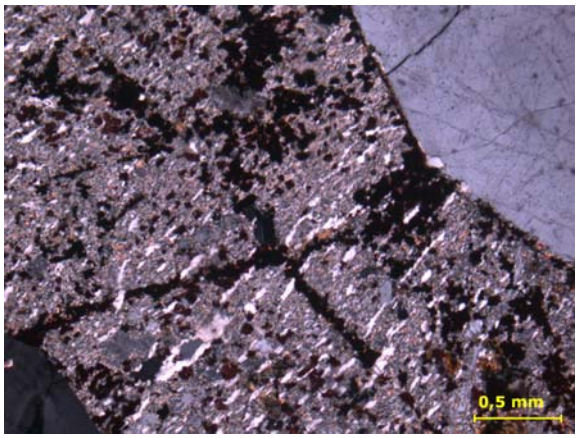


Fig. C116. La-431B. Cristal de plagioclasa con textura antipertítica. (NC).

ANEXO I

Mapa geológico de Altagracia, Hoja 6147-II-SO, estado Lara

ANEXO II

Mapa geológico de El Saladillo, Hoja 6147-II-NE, estado Lara

ANEXO III

Mapa geológico de San José, Hoja 6147-II-SE, estado Lara

ANEXO IV

Mapa geológico de Las Huertas, Hoja 6146-I-NE, estado Lara

ANEXO V

Mapa geológico de La Caimana, Hoja 6247-III-SO, estado Lara

ANEXO VI

Mapa geológico de Río Tocuyo, Hoja 6246-IV-NO, estado Lara

ANEXO VII

Mapa geológico de Maldonado, Hoja 6247-III-SE, estado Lara

ANEXO VIII

Mapa geológico de Guaidi Abajo, Hoja 6246-IV-NE, estado Lara

ANEXO IX

Mapa geológico de Bucarito, Hoja 6247-II-SO, estado Lara

ANEXO X

Mapa geológico de Pozo Salado, Hoja 6246-I-NO, estado Lara

ANEXO XI

Mapa geológico de El Caimito, Hoja 6247-II-SE, estado Lara

ANEXO XII

Mapa geológico de Uvedal, Hoja 6246-I-NE, estado Lara

ANEXO XIII

Mapa geológico de la región de La Mesa-Matatere, estado Lara, a escala 1:100.000