

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO-ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN MATATERE EN LA REGIÓN DE SIQUISIQUE – SANTA INÉS – SANTA CRUZ DE BUCARAL, ESTADOS LARA Y FALCÓN, VENEZUELA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo
Por el Br. Ichaso D. Andrei

Caracas, Junio de 2011

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO-ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN MATATERE EN LA REGIÓN DE SIQUISIQUE – SANTA INÉS – SANTA CRUZ DE BUCARAL, ESTADOS LARA Y FALCÓN, VENEZUELA

TUTOR: Dr. Franco Urbani

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo
Por el Br. Ichaso D. Andrei

Caracas, Junio de 2011

Ichaso D. Andrei

**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO-ESTRATIGRÁFICA DE LA
FORMACIÓN MATATERE EN LA REGIÓN DE
SIQUISIQUE – SANTA INÉS – SANTA CRUZ DE BUCARAL,
ESTADOS LARA Y FALCÓN, VENEZUELA**

Tutor: Dr. Franco Urbani. Tesis, Caracas UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. 2011, p. 176

Palabras clave: Formación Matatere, Siquisique, ofiolita, cartografía, petrografía.

Resumen: La zona de estudio se encuentra ubicada en el occidente de Venezuela, específicamente en el norte del estado Lara y en el sur del estado Falcón, el área abarcada es de 1.560 km². El presente trabajo pretende integrar la cartografía geológica de la región comprendida entre Siquisique-Santa Inés-Santa Cruz de Bucaral y describir el contacto entre la Formación Matatere y las rocas volcánicas de la Ofiolita de Siquisique en la quebrada Agua Linda, sector Macuere, estado Lara; el mismo de manera pionera forma parte de la zona septentrional del “Proyecto Matatere” financiado por FUNVISIS. Para llevar a cabo los objetivos se recolectaron mapas geológicos locales y regionales de la zona realizados por autores previos, y de cuya integración se generaron 12 cartas geológicas actualizadas a escala 1:25.000 y una carta geológica a escala 1:100.000. La cartografía geológica fue acompañada por el levantamiento geológico de una sección de la Formación Matatere en la quebrada Agua Linda y del correspondiente análisis petrográfico de las muestras recolectadas.

La historia geológica del área de estudio comienza paleogeográficamente al norte del país en un margen pasivo (proto-Caribe) en el Cretácico Tardío, con la depositación de las unidades sedimentarias de las formaciones La Luna y Barquisimeto; y al oeste (arco del Caribe) con la génesis de las rocas pertenecientes a la Ofiolita de Siquisique. A partir del Paleoceno hasta el Reciente, la sedimentación es sin-tectónica y controlada por la interacción entre la placa Caribe y la placa Suramericana, siendo los eventos más importantes el emplazamiento de las “Napas de Lara” en el Eoceno Medio, la apertura de la cuenca de Falcón en el Oligoceno y su inversión durante el Mioceno Medio.

Existen tres sistemas estructurales desarrollados en la región. El primero consiste en fallas de corrimiento con orientación este-noreste desarrolladas durante el Paleoceno al Eoceno Tardío que colocan en contacto las unidades cretácicas, tanto sedimentarias como ígneas, con la Formación Matatere. El segundo corresponde a una serie de plegamientos paralelos con orientación este-noreste y fallas de ángulo alto con componente transcurrente dextral y orientación este-noreste que deforman y desplazan las unidades terciarias, estas estructuras están asociadas al levantamiento de la cuenca en el Mioceno Medio. El tercer sistema desarrollado entre el Mioceno Medio y el Reciente comprende fallas de ángulo alto con orientación noroeste-sureste que segmentan los pliegues y un frente de corrimiento hacia el sur con orientación este-noreste, en donde las unidades cuaternarias están siendo sobrecorridas por las más antiguas.

En la sección levantada de la quebrada Agua Linda, la Unidad volcánica de la Ofiolita de Siquisique contiene dos tipos litológicos: basalto y diabasa, ambos presentan indicios de alteración hidrotermal por la depositación directa en vetas de prehnita, cuarzo, calcita, clorita y óxidos, mientras que solamente la diabasa presenta indicios de metasomatismo por la cloritización de clinopiroxenos. Entre los tipos litológicos que presenta la Formación Matatere se encuentran: grauvaca lítica, orto y paraconglomerado polimíctico y limolita en intercalaciones con la arenisca. La grauvaca lítica y el conglomerado presentan una baja madurez textural y química, se caracterizan por presentar una variedad muy grande de fragmentos de roca de los cuales se identificaron clastos de rocas ígneas volcánicas y plutónicas, rocas sedimentarias carbonáticas y siliciclásticas, y rocas metamórficas, indicativo de que diversas fuentes aportaron sedimentos para en su depositación. La limolita es de color gris oscuro con fractura astillosa característica, y posee en su interior nódulos de rocas carbonáticas.

El contacto entre la Formación Matatere y la Unidad volcánica en la quebrada Agua Linda es discordante, de tipo inconformidad, a diferencia de los contactos de falla identificados por otros autores en la región. De este contacto se puede interpretar que la secuencia tipo “flysch” de la Formación Matatere se depositó durante el Paleoceno-Eoceno sobre rocas volcánicas de la Ofiolita de Siquisique, la sedimentación continúa durante el emplazamiento hacia el sur de las “Napas de Lara”. La data e interpretaciones que se presentan en este estudio son recomendadas para la refinación de los modelos tectónicos vigentes.

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada quiero agradecer a la ilustre Universidad Central de Venezuela y a la Escuela de Geología, Minas y Geofísica por permitirme ingresar en sus espacios, disfrutar de una grandiosa experiencia universitaria y hacerme sentir como en casa. Al Dr. Franco Urbani por darme el honor de ser su tesista, por compartir sus conocimientos, por la valiosa ayuda prestada en la elaboración de este trabajo y sobre todo por ser un ejemplo de excelencia y humildad. A FUNVISIS por permitirme formar parte de los proyectos GEODINOS y LOCTI.

A mis padres, Andoni y Dana, por darme su apoyo y cariño durante tantos años, por estar siempre presentes y enseñarme el buen camino de la vida, sin sus consejos no hubiese podido llegar tan lejos. A mi hermana Daniza por alentarme en los momentos de tensión y sacarme de apuros muchas veces, y a mi hermano Aitor por tenerme paciencia y compartir conmigo sus conocimientos en geología, que fueron de muchísima ayuda para finalizar mi carrera, ¡¡los quiero!!. A mi sobrina Amaia, a mi abuela, a mis tíos y a mis primos. A Yeraldine por ser esa persona especial que me acompañó durante este largo trayecto.

A los profesores Lenín González y David Mendi por la ayuda invaluable que me prestaron en el trabajo de campo y durante la carrera. A los profesores: Ruthman Hurtado, Sebastián Grande, Orlando Méndez y Rafael Falcón por su excelente educación y ampliar mis conocimientos, así como por resolver mis dudas en los momentos de incertidumbre. Al profesor Enzo Caraballo por enseñarme a utilizar ArcGis y auxiliarme con la elaboración de los mapas geológicos. A Arturo por ayudarme con la elaboración de las secciones finas. Le doy especialmente las gracias al profesor Ricardo Alezones quién siempre estuvo dispuesto a escucharme e hizo que el camino al éxito fuese mucho más fácil.

A mis compañeros de la Escuela de Geología: Marialejandra, Andrés, Karla, Saraí, Victoria, Walter, Arnaldo, Fernando, Jhonatan, William, Alí, Carlos y Daniel, por su apoyo incondicional, por los momentos agradables y por hacer este viaje ameno.

A los habitantes de Macuere y Siquisique por su gran hospitalidad y un trato sin igual.

A todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo especial de grado.

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	8
2. GEOLOGÍA REGIONAL.....	10
2.1. TRABAJOS PREVIOS	10
2.2. TECTONO-ESTRATIGRAFÍA	12
3. GEOLOGÍA LOCAL	18
3.1. GENERALIDADES	18
3.2. UNIDADES LITOLÓGICAS	20
3.2.1. Unidades ígneas (ofiolita de Siquisique).....	20
3.2.1.1. Unidad volcánica.....	23
3.2.1.2. Unidad plutónica	30
3.2.2. Unidades sedimentarias	32
3.2.2.1. Unidad volcanosedimentaria.....	32
3.2.2.2. Esquisto de Aroa.....	33
3.2.2.3. Formación La Luna	35
3.2.2.4. Formación Barquisimeto	38
3.2.2.5. Formación Matatere	39
3.2.2.6. Formación Jarillal	62
3.2.2.7. Formación Casupal	65
3.2.2.8. Formación Churuguara	67
3.2.2.9. Formación Castillo	70
3.2.2.10. Formación Agua Clara	73

3.2.2.11. Formación Capadare	75
3.2.2.12. Formación Cueparo	80
3.2.2.13. Formación Ojo de Agua	82
3.2.2.14. Formación Guaidima	84
3.2.2.15. Unidades cuaternarias	85
3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL	87
3.3.1. Fallas de corrimiento	87
3.3.2. Fallas de alto ángulo	89
3.3.3. Pliegues	89
4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES	92
4.1. INTERPRETACIONES PETROGRÁFICAS	92
4.1.1. Unidad volcánica (ofiolita de Siquisique).....	92
4.1.2. Formación Matatere.....	94
4.2. INTERPRETACIONES CARTOGRÁFICAS	95
4.3. MODELO EVOLUTIVO	97
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
6. BIBLIOGRAFÍA	106
APÉNDICE A: GEOGRAFÍA FÍSICA	112
APÉNDICE B: CLASIFICACIONES DE ROCAS	118
APÉNDICE C: SÍNTESIS DE OBSERVACIONES DE CAMPO, DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO Y PETROGRAFÍA	132
ANEXO I: Mapa geológico de Mapararí, Hoja 6348-III-NO, estado Falcón	164
ANEXO II: Mapa geológico de Santa Cruz de Bucaral, Hoja 6348-III-NE, estado Falcón	165
ANEXO III: Mapa geológico de Urucure, Hoja 6248-II-SO, estados Falcón y Lara	166
ANEXO IV: Mapa geológico de Macuere, Hoja 6248-II-SE, estados Falcón y Lara	167
ANEXO V: Mapa geológico de La Chara, Hoja 6348-III-SO, estados Falcón y Lara	168

ANEXO VI: Mapa geológico de Puente Limón, Hoja 6348-III-SE, estados Falcón y Lara	169
ANEXO VII: Mapa geológico de El Paso, Hoja 6348-II-SO, estados Falcón y Lara	170
ANEXO VIII: Mapa geológico de El Mamón, Hoja 6247-I-NO, estado Lara	171
ANEXO IX: Mapa geológico de Cauderales, Hoja 6247-I-NE, estado Lara	172
ANEXO X: Mapa geológico de Aguada Grande, Hoja 6347-IV-NO, estado Lara ...	173
ANEXO XI: Mapa geológico de Santa Inés, Hoja 6347-IV-NE, estado Lara	174
ANEXO XII: Mapa geológico de Caserío Tropical, Hoja 6347-I-NO, estado Lara ...	175
ANEXO XIII: Mapa geológico de la región de Siquisique – Santa Inés – Santa Cruz de Bucaral, estados Falcón y Lara	176

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Área comprendida por el Proyecto Matatere en DEM, imagen modificada de la data ASTER año 1999 con una resolución de 30m.....	3
Fig. 2. Ubicación de la zona de estudio.....	4
Fig. 3. Zona de estudio delimitada en DEM, imagen modificada de la data ASTER año 1999 con una resolución de 30m.....	5
Fig. 4. Secciones geológicas mostrando la formación de corrimientos hacia el norte del estado Lara. Imagen tomada y modificada de BAQUERO <i>et al.</i> (2009), en MARTÍNEZ & VALLETA (2008).....	13
Fig. 5. Modelo conceptual de la cuenca de Falcón. Tomado y Modificado de BOESI & GODDARD (1991).....	14
Fig. 6. Mapa de ubicación de la región de estudio, donde se muestra la máxima transgresión oligo-miocena en la cuenca de Falcón. Tomado de DÍAZ DE GAMERO (1976).....	15
Fig. 7. Bloque diagramático de la cuenca de Falcón durante el Oligoceno – Mioceno Temprano. A: Formación Casupal. B: Depósitos de aguas profundas provenientes del oeste. C: Calizas de las formaciones Churuguara y Capadare. D: Depósitos de abanicos de talud. E: Arrecifes de la Formación San Luis. Simplificado de PORRAS (2000).....	15
Fig. 8. Situación presente de la cuenca “invertida” de Falcón. Tomado y simplificado de BOESI & GODDARD (1991) y BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	17
Fig. 9. Mapa de distribución de afloramientos de la Formación Matatere y la Unidad volcánica, en la quebrada Agua Linda, Sector Macuere, edo. Lara.....	21
Fig. 10. Extensión de la ofiolita de Siquisique en la zona de estudio.....	22
Fig. 11. Contacto entre basalto de la Unidad volcánica y conglomerado basal de la Formación Matatere en la quebrada Agua Linda. V=Unidad volcánica, M=Formación Matatere, la línea segmentada representa el contacto.....	24

Fig. 12. Rocas de la unidad volcánica formando estructuras de lavas almohadilladas con presencia de caliza intersticial. Fotografía de David Mendi tomada de la portada de la revista <i>Geos</i> N° 40 (2009)	24
Fig. 13. Clasificación de muestras de basalto, el área de color rojo representa la ubicación de las muestras analizadas mediante petrografías.....	26
Fig. 14. Basalto de la Unidad volcánica. A) La-1200-A. Microlitos de plagioclasa formando textura afieltrada, NP. B) La-1200-A. Textura porfídica generada por fenocristales de oligoclasa, NC. C) La-1200-B. Cristales de prehnita relleno veta, NC	27
Fig. 15. Muestra de diabasa graficada en triángulo QAP.....	29
Fig. 16. Diabasa de la Unidad volcánica. A) La-1201. Cristales de plagioclasa dentro de cristal de clinopiroxeno, generando textura ofítica, NC. B) La-1201. Cristal de piroxeno alterado completamente a clorita y cristales de leucóxeno, NP.....	30
Fig. 17. Extensión de la Unidad volcanosedimentaria en la zona de estudio.....	33
Fig. 18. Extensión de la Unidad Esquistos de Aroa en la zona de estudio.....	34
Fig. 19. Extensión de la Formación La Luna en la zona de estudio.....	36
Fig. 20. Extensión de la Formación Barquisimeto en la zona de estudio.....	38
Fig. 21. Extensión de la Formación Matatere en la zona de estudio.....	40
Fig. 22. Inconformidad entre la Formación Matatere y la Unidad volcánica de la ofiolita de Siquisique en la quebrada Agua Linda, sector Macuere, estado Lara. M= Formación Matatere, V=Unidad volcánica, la línea segmentada indica el contacto entre ambas unidades.....	41
Fig. 23. Discordancia angular entre las formaciones Capadare y Matatere en la quebrada La Torta, estado Lara. M: Formación Matatere. C: Formación Capadare. Q: sedimentos cuaternarios. Las líneas segmentadas indican las discordancias, mientras que las líneas punteadas muestran el buzamiento de los estratos	42
Fig. 24. Grauvaca lítica de la Formación Matatere. A) La-1206-B. Aspecto general de la roca en microscopio, NP. B) La-1203-E. Clastos de piroxenos en matriz carbonática, NC. C) La-1203-G. Fragmento de basalto y de caliza esparita, NC. D) La-1203-C. Fragmentos de caliza, el del centro con presencia de aloquímicos cloritizados, NP.....	46

Fig. 25. Muestras de grauvaca lítica graficadas en triángulo Q-F-FR, para areniscas con más de 15% de matriz. Q=Cuarzo, F=Feldespato, FR=Fragmento de roca.....	46
Fig. 26. Conglomerado polimíctico de la Formación Matatere. A) La-1200-F. Clastos de basalto y de caliza esparita en paraconglomerado, NC. B) La-1202-D Clasto de pelesparita en paraconglomerado, NP. C) La-1202-F. Fragmento de gabro (centro) y basalto (izquierda) en ortoconglomerado NP. D) La-1202-H. Fragmento de cuarcita (centro) con microfractura en ortoconglomerado, NC	49
Fig. 27. Afloramiento de limolita de fractura astillosa con nódulo de caliza embebido en ella, en la quebrada Agua Linda, sector Macuere, edo. Lara.....	49
Fig. 28. Muestras de clastos de gabro graficadas en triángulo Pl-Cpx-Opx.....	51
Fig. 29. Clasto de Gabro en la Formación Matatere. A) La-1200-C. Plagioclasas y clinopiroxenos generando textura subofítica, NP. B) La-1200-E. Textura ofítica y piroxeno alterado a clorita, NC. C) La-1200-J. Plagioclasa con alteración a minerales de arcilla y calcita, NC. D) La-1202-E1. Clinopiroxeno (abajo) alterando a anfíbol (arriba), NP	53
Fig. 30. Muestras de clastos de leucogabro graficadas en triángulo Pl-Cpx-Opx.....	54
Fig. 31. Clasto de leucogabro en la Formación Matatere. A) La-1202-E2. Textura ofítica generada por cristalización de plagioclasa dentro de piroxeno, NP. B) La-1200-H. Plagioclasa junto con clorita de variedad magnésiana, NC.....	55
Fig. 32. Muestras de clastos de gabro graficadas en triángulo Pl-Px-Hb.....	56
Fig. 33. Clasto de gabro hornbléndico en la Formación Matatere. A) La-1203-D. Cristales de anfíbol cloritizados junto con cristales de pirita, NP. B) La-1203-D. Cuarzo y pirita entre cristales de plagioclasa y anfíbol, NC	57
Fig. 34. Clasto de chert en la Formación Matatere. A) La-1200-D. Radiolarios recristalizados a mineral de sílice, NC. B) La-1200-D. Radiolario que todavía conserva su estructura interna, NP.....	58
Fig. 35. La-1202-G. Clasto de paraconglomerado polimíctico en la Formación Matatere. Fragmentos de basalto cloritizado y caliza esparítica en matriz de micrita.....	59

Fig. 36. Clasto de mudstone en la Formación Matatere. A) La-1205-A. Aspecto general de la roca vista en microscopio, NC. B) La-1200-I. Espícula de equinodermo, NP. C) La-1203-F. Extraclastos: plagioclasa, cuarzo, óxidos y fragmentos de roca, NC	60
Fig. 37. Clasto de wackestone en la Formación Matatere. A) La-1202-C. Pellets silicificados dentro de cemento carbonático, NC. B) La-1202-C. Flujos de micrita que cortan a la muestra, NP	61
Fig. 38. La-1206-A. Clasto de lutita carbonática en la Formación Matatere. Clastos orientados y microfósiles recristalizados a calcita, NC.....	61
Fig. 39. Extensión de la Formación Jarillal en la zona de estudio.....	63
Fig. 40. Extensión de la Formación Casupal en la zona de estudio.....	65
Fig. 41. Extensión de la Formación Churuguara en la zona de estudio.....	68
Fig. 42. Extensión de la Formación Castillo en la zona de estudio.....	71
Fig. 43. Extensión de la Formación Agua Clara en la zona de estudio.....	74
Fig. 44. Extensión de la Formación Capadare en la zona de estudio.....	76
Fig. 45. Modelos propuestos para explicar la relación estratigráfica entre las formaciones Churuguara y Capadare (En el gráfico como Formación Cristian). Tomado de WHEELER (1958)	79
Fig. 46. Extensión de la Formación Cueparo en la zona de estudio.....	81
Fig. 47. Extensión de la Formación Ojo de Agua en la zona de estudio.....	83
Fig. 48. Extensión de la Formación Guaidima en la zona de estudio.....	84
Fig. 49. Extensión de las Unidad de terrazas en la zona de estudio.....	86
Fig. 50. Extensión de la Unidad de aluvión en la zona de estudio.....	86
Fig. 51. Fallas de corrimiento al noreste de Siquisique.....	88
Fig. 52. Fallas de corrimiento neotectónicas en la cercanía de la población de Santa Inés.	88
Fig. 53. Fallas de ángulo alto presentes en la zona de estudio.....	90
Fig. 54. Pliegues presentes en la zona de estudio.....	91

Fig. 55. La-1200-B. Veta rellena de prehnita en basalto de la Unidad volcánica, NC. V= Veta, P=Plagioclasa (en microlitos)	93
Fig. 56. La-1201. Cloritización y Sausuritización en muestra de diabasa, NP y NC. Chl=Clorita, P=Plagioclasa.....	93
Fig. 57. Panorama en el Jurásico Tardío (150 Ma) de Suramérica, al norte de Venezuela ocurre la separación entre la placa norteamericana y la placa suramericana, generando el proto-Caribe (color rosado). Imagen tomada de PINDELL <i>et al.</i> (2005).	97
Fig. 58. Paleoceno Tardío – Eoceno Temprano, se genera una cuenca antepaís donde se deposita la Formación Matatere. Imagen tomada de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	99
Fig. 59. Eoceno Medio – Eoceno Tardío, culmina el emplazamiento de las napas de Lara. Imagen tomada de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	99
Fig. 60. Oligoceno Temprano, se genera la cuenca de Falcón a través de un proceso de distensión. Imagen tomada de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	100
Fig. 61. Mioceno Medio, ocurre la inversión de la cuenca de Falcón. Imagen tomada de BOESI & GODDARD (1991).	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Unidades geológicas en la región de Siquisique – Santa Inés.....	19
Tabla 2. Tipos litológicos de la unidad volcánica en la quebrada Agua Linda, sector Macuere.....	25
Tabla 3. Composición mineralógica de las muestras de basalto.....	26
Tabla 4. Composición mineralógica de las muestras de diabasa.....	28
Tabla 5. Tipos litológicos en afloramientos de la Formación Matatere en la quebrada Agua Linda, sector Macuere.....	44
Tabla. 6. Tipos litológicos en clastos de rocas de la Formación Matatere en la quebrada Agua Linda, sector Macuere.....	50
Tabla 7. Composición mineralógica de los clastos de gabro.....	51
Tabla 8. Composición mineralógica de los clastos de leucogabro.....	53
Tabla 9. Composición mineralógica de clasto de gabro hornbléndico.....	56

1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Especial de Grado forma parte de los proyectos LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela) y GEODINOS (Geodinámica Reciente del Límite Norte de la Placa Sudamericana), bajo el nombre de “Proyecto Matatere”, coordinados por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) y ejecutado en colaboración con diversas instituciones, tal como la Universidad Central de Venezuela (UCV).

El “Proyecto Matatere” es una contribución preestablecida entre FUNVISIS y los municipios Urdaneta y Torres pertenecientes al estado Lara, con el fin de que puedan disponer de una base geológica que les permita diseñar planes de ordenación del territorio, de infraestructura, actividades económicas, entre otras. El mismo se centrará en el estudio de los límites de la Formación Matatere, en un área ubicada en los límites de los estados Lara y Falcón. Esta formación ha sido definida y descrita por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) como una secuencia tipo Flysch presente en el Surco de Barquisimeto, la cual posee material alóctono de diferente composición y tamaño.

A partir de geología de superficie y análisis petrográficos detallados se buscará describir la Formación Matatere y a las unidades litológicas adyacentes, caracterizar los contactos presentes, y además generar 12 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa geológico general a escala 1:100.000, actualizados, de un sector en el norte del estado Lara y el sur del estado Falcón. Los resultados obtenidos podrían servir de base para un estudio tectonoestratigráfico (de orden regional) de la Formación Matatere y proponer una interpretación de la tectónica que explique el relleno del Surco de Barquisimeto y la procedencia de este material.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

El presente trabajo tiene como objetivo principal integrar la cartografía geológica de la región Siquisique-Santa Inés-Santa Cruz de Bucaral, y en ella realizar la caracterización geológico – estratigráfica de la Formación Matatere, dentro del sector de Macuere, en una sección de la quebrada Agua Linda donde se localiza el contacto de la Formación sobre las rocas volcánicas de la Asociación Ígnea de Siquisique.

1.1.2. Objetivos específicos

- Recopilar información bibliográfica de la Formación Matatere y de las unidades litológicas en contacto con ella.
- Realizar el levantamiento geológico de superficie, de una sección de la quebrada Agua Linda, sector Macuere.
- Efectuar el análisis petrográfico de la Formación Matatere y de las unidades litológicas en contacto con ella, de los afloramientos de la quebrada Agua Linda.
- Elaborar el mapa geológico a escala 1:25.000 de un sector del norte del estado Lara y sur del estado Falcón, 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 cuadrículado del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.
- Generar un mapa geológico a escala 1:100.000, general, de un sector del norte del estado Lara y sur del estado Falcón, integrando la información de los mapas geológicos 1:25.000 elaborados previamente.

1.2. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Proyecto Matatere, se encuentra dividido en cuatro sectores principales establecidos a partir del cuadrículado propuesto por Cartografía Nacional y se encuentran señalados en la figura 1 sobre un Modelo de Elevación Digital (DEM por sus siglas en inglés) que forma parte de la data ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), proyecto llevado a cabo por la NASA (National Aeronautics and Space Administration) en conjunto con el Ministerio de Economía, Comercio e Industria japonés (METI) desde 1999 (JPL 2004). El área en el cual se enfoca este trabajo corresponde con el primer sector del Proyecto Matatere, el más septentrional.

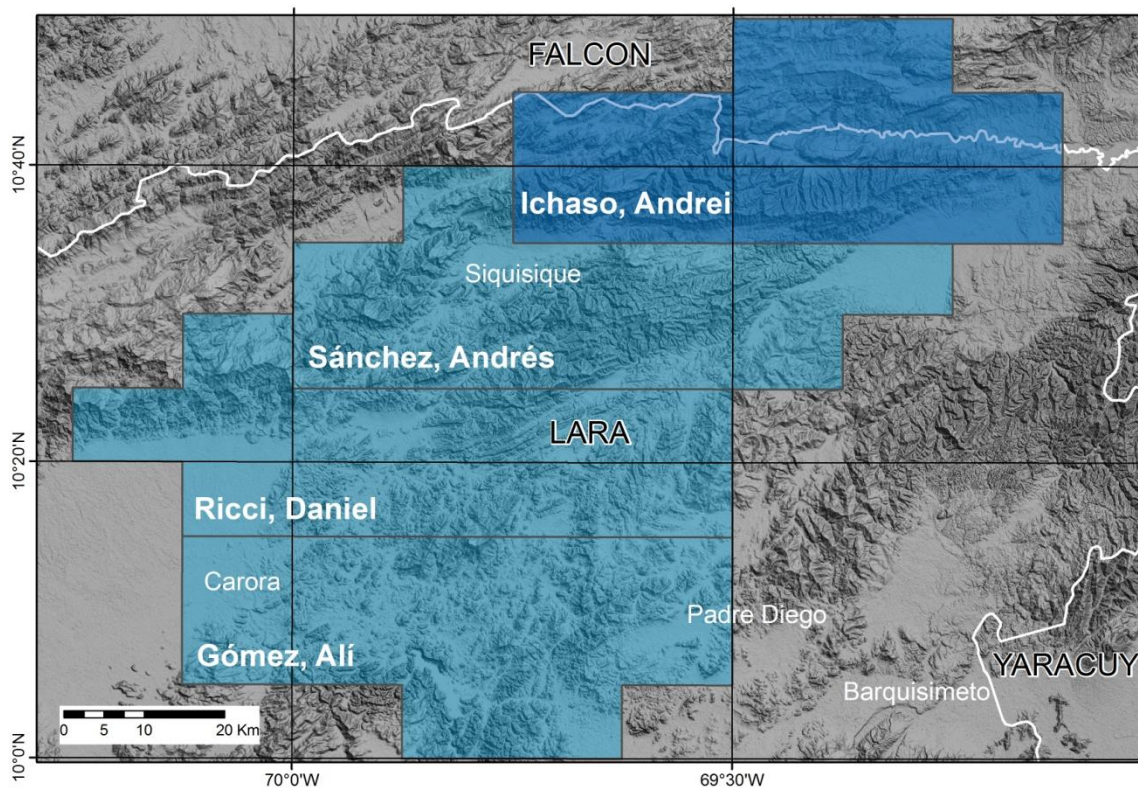


Fig. 1. Área comprendida por el Proyecto Matatere en DEM, imagen modificada de la data ASTER año 1999 con una resolución de 30m.

La zona de estudio se encuentra ubicada en el occidente de Venezuela y comprende un sector del norte del edo. Lara y parte del sur del edo. Falcón, entre las poblaciones de

Siquisique – Santa Inés – Santa Cruz de Bucaral. Genera un polígono observado en las figuras 2 y 3, cuyas coordenadas geográficas son:

- Parte Sur (Rectángulo mayor):

Longitudes: 69°7'30'' y 69°45' de longitud oeste.

Latitudes: 10°35' y 10°45' de latitud norte.

- Parte Norte (Rectángulo menor):

Longitudes: 69°15' y 69°30' de longitud oeste.

Latitudes: 10°45' y 10°50' de latitud norte.

La zona de estudio abarca un área aproximada de 1.520 km².

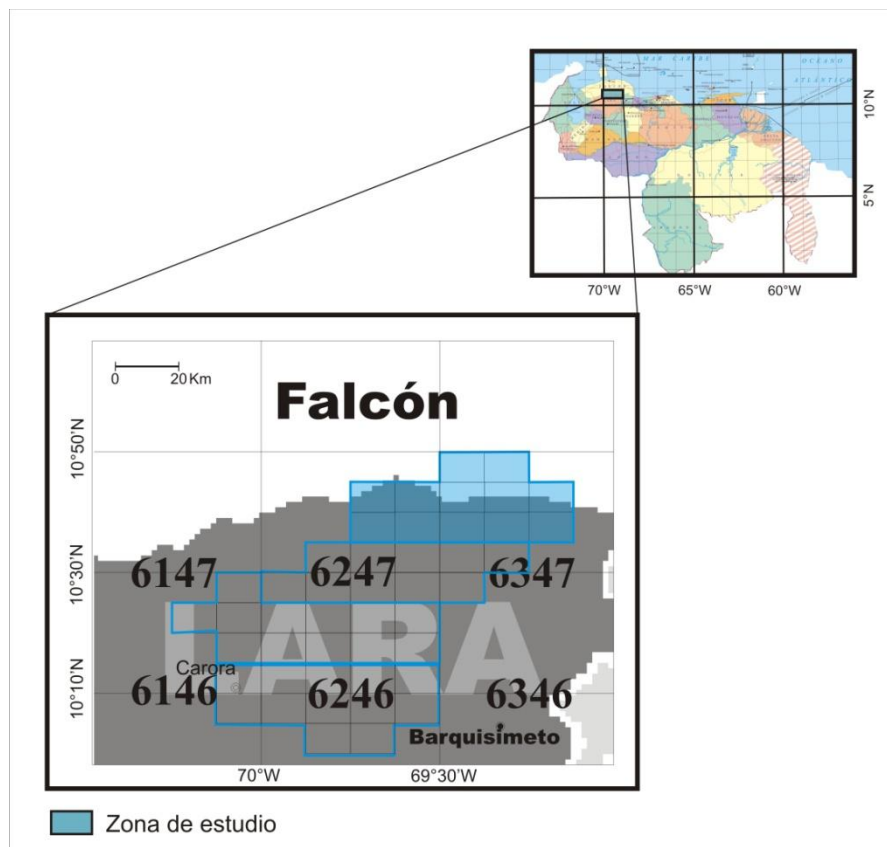


Fig. 2. Ubicación de la zona de estudio.

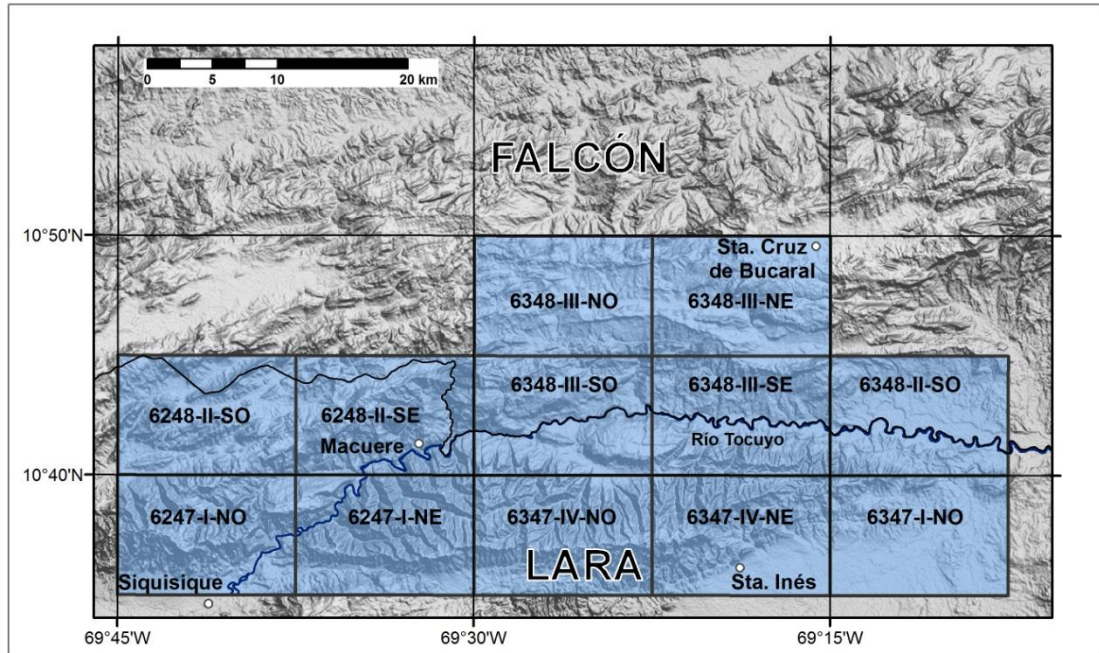


Fig. 3. Zona de estudio delimitada en DEM, imagen modificada de la data ASTER año 1999 con una resolución de 30m.

1.3. METODOLOGÍA

1.3.1. Etapa I: Recopilación de información bibliográfica

Esta etapa comprende la recopilación de la información geológica publicada en Congresos Geológicos nacionales e internacionales, Trabajos Especiales de Grado y publicaciones seriales, correspondiente a la zona de estudio.

Se recolectaron los siguientes mapas geológicos:

- Carta C-5 a escala 1:100.000 correspondiente a la “Creole Petroleum Corporation”, año 1963.
- Cartas C-5 D y C-5 C a escala 1:50.000 correspondientes a la “Creole Petroleum Corporation”, año 1962.
- Mapa geológico de Bucarito a escala 1:40.000, de Compañía Shell de Venezuela, elaborado por MEULEN (1954).

- Mapa geológico del estado Lara a escala 1:200.000, elaborado por RENZ (1960).
- Mapa geológico del estado Lara a escala 1:250.000, elaborado por STEPHAN (1982).
- Mapa Geológico del estado Lara a escala 1:250.000, elaborado por AUDEMARD *et al.* (1998).
- Mapas geológicos a escala 1:25.000 de: Guacamuco-Chorrerones-Macuere-Maroroy; Las Llanadas y Puente Limón, elaborados por REATEGUI (2011).

Se utilizaron los siguientes mapas topográficos del Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar”:

- 1) Mapas a escala 1:100.000
 - Hojas: 6348 y 6248.
- 2) Mapas a escala 1:25.000
 - 6247: I-NO y I-NE.
 - 6347: II-SO y II-SE.
 - 6347: IV-NO, IV-NE y I-NO.
 - 6348: III-NO, III-NE, III-SO, III-SE y II-SO.

Se recopilaron gráficos y cartas de comparación, identificación y clasificación de rocas en sedimentarias e ígneas en campo.

1.3.2. Etapa II: Trabajo de campo

Se realizó una salida de campo para la zona de estudio, específicamente a la quebrada Agua Linda dentro del sector Macuere, con la finalidad de:

- Corroborar la información teórica recolectada en la Etapa I.
- Realizar geología de superficie.
- Describir y definir los contactos entre la Formación Matatere y la Unidad de rocas volcánicas de la Ofiolita de Siquisique.

- Recolectar muestras de la Formación Matatere y la unidad de rocas volcánicas que se encuentra en contacto con esta.
- Elaborar un mapa de distribución de afloramientos en la qda. Agua Linda y ubicar en el mismo las muestras recolectadas, estructuras presentes y los contactos de la Formación Matatere con otras unidades.

Para el estudio geológico de una sección de la quebrada Agua Linda, se levantó una poligonal por su cauce y se fueron describiendo los afloramientos presentes y definiendo a que unidad pertenecía dicha roca. Con la descripción se fue elaborando un croquis, en el que se señalaron los lugares en donde habían rocas aflorando o cubiertos; dicho croquis consistiría en la base para la elaboración del mapa de distribución de afloramientos.

De acuerdo al tipo de roca hallado, se siguieron diversos parámetros para su descripción:

- **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, mineralogía.
- **Lutita:** color fresco, color meteorizado, reacción al ácido clorhídrico y textura.
- **Conglomerado:** tamaño de clastos, porcentaje de matriz, escogimiento, esfericidad, redondez e identificación de tipos de clastos.
- **Clastos en conglomerado:** color fresco, color meteorizado, tamaño, esfericidad, redondez y características litológicas.

Para la recolección de muestras se trató de que fuese lo más distribuida posible dentro de la sección levantada, tomando en cuenta: el tipo de roca, la cercanía al contacto entre las unidades litológicas, el grado de meteorización de la roca aflorando, mineralogía presente, el tamaño y litología de los clastos (en el caso de conglomerados) y las posibilidades de poder realizarle una sección fina. Se recolectaron un total de 33 muestras.

1.3.3. Etapa III: Trabajo de laboratorio y oficina

Esta fase post-campo, podría dividirse de acuerdo a la realización de dos actividades principales, la elaboración de los mapas geológicos y el estudio petrográfico de las muestras recolectadas.

1) Elaboración de mapas geológicos

Para la elaboración de los mapas geológicos, primero se realizó la conversión de los mapas en papel a imágenes raster, mediante el uso de un “scanner” para su posterior modificación.

Con el uso del programa ArcMap [GIS Software] versión 9.2, se comenzó por la georeferenciación de los mapas en coordenadas UTM La Canoa. Posteriormente se llevó a cabo la digitalización de datos topográficos (siendo la base los mapas del Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar”) y de datos geológicos (sirviendo como base los mapas de la Creole Petroleum Corporation); cada tipo de dato (drenaje, curvas de nivel, litología, contactos, etc.) se digitalizó en capas diferentes con sus atributos correspondientes.

Una vez digitalizada la data geológica, se realizaron modificaciones de la misma en base a la integración de la información obtenida en campo y a la información establecida en los mapas de los autores consultados.

Con toda la información disponible en digital, se procedió a la edición y reproducción de 12 mapas a escala 1:25.000 en coordenadas UTM WGS84, los cortes de dichos mapas se realizaron a través las coordenadas geográficas utilizadas en los mapas topográficos empleados. A partir de los mapas 1:25.000, se elaboró el mapa geológico general de la zona a escala 1:100.000, simplificando los detalles de los mismos.

2) Estudio petrográfico

De las 33 muestras recolectadas se elaboraron un total de 29 secciones finas, ésto debido al tamaño pequeño de algunas de ellas o que se trataba de una roca blanda. Se realizó el estudio petrográfico de las muestras mediante el uso de un microscopio de luz polarizada,

para definir el tipo de roca, así mismo se tomaron microfotografías de las características más importantes para cada sección fina.

La clasificación de las rocas se realizó mediante sistemas de clasificaciones propuestos por otros autores, cuyo uso dependió del tipo de roca en estudio. Los sistemas de clasificación utilizados fueron:

- **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

Los trabajos más importantes que tratan directa o indirectamente sobre el área de estudio son:

- VAN DER MEULEN (1954) realiza un estudio de las secuencias cretácicas y terciarias, estas últimas de época Paleoceno y Eoceno, que afloran en el área de Bucarito – Matatere situada al norte de Barquisimeto y al Sur de Siquisique. También estudia el panorama tectónico de la zona. Reconoce que las secuencias cretácicas (formaciones Colón, La Luna y Tomón) se encuentran de manera autóctona y en capas de cantos rodados dentro de capas de lutita pertenecientes al Paleoceno y Eoceno. La secuencia del Eoceno se describe como una intercalación de lutita y arenisca con algunas capas de caliza arenosas, dentro de la cual se encuentran bloques cretácicos de hasta 5 km de longitud. El anticlinal de Buenos Aires con inmersión hacia el noreste es definido como la principal estructura geológica de la zona.

- CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) se encargan de estudiar las rocas ígneas que afloran en el área de Siquisique, estado Lara, y establecer su relación con las rocas cretácicas presentes. El estudio se centró en las localidades de Los Algodones y Las Tinajitas, en donde observaron dos unidades ígneas principales, una de rocas ígneas plutónicas y otras de rocas ígneas volcánicas. Establecieron una edad de Cretácico Tardío para los eventos magmáticos y volcánicos que dieron origen a estas rocas.

- NATERA (1957) realizó la cartografía geológica del área de Bajo Río Tocuyo desde las montañas de Aroa hasta Mapararí, estados Lara y Falcón; además reinterpreta las estructuras geológicas presentes en el área. La cartografía de estas unidades sirvieron como mapa base de las hojas C-5 y C-6 de la Creole Petroleum Company.

- WHEELER (1958) se encargó de obtener la información estratigráfica y estructural, así como su cartografía, de la zona surcentral del estado Falcón y de la zona norcentral del estado Lara, cubriendo los distritos Federación, Democracia y Buchivacoa en Falcón y Urdaneta y Torres en Lara. Propone conservar a la Formación Cristian y separarla de la

Formación Capadare debido a las diferencias litológicas entre las calizas que afloran en la zona de estudio y las que afloran en la localidad tipo.

- CORONEL & RENZ (1960) definieron, entre la ciudad de Barquisimeto y el pueblo de Carorita Arriba, una secuencia terciaria no diferenciada en facies “flysch” dentro del Surco de Barquisimeto, considerada como el único material autóctono. El material alóctono, dentro de la unidad fue identificado como peñones de rocas cretácicas, gneises y arenisca cuarcítica del Paleoceno inferior. La presencia de estos bloques es atribuida a fenómenos de deslizamientos submarinos desprendidos de los escarpes de falla del borde sur del Surco de Barquisimeto.

- RENZ (1960) Se encargó de elaborar una tabla de correlación entre las formaciones terciarias presentes dentro del surco de Barquisimeto entre las zonas de Humacaro Bajo (edo. Lara) y Río Caribe (edo. Trujillo); a partir de información recolectada de publicaciones anteriores de otros autores y trabajos previos realizados por el mismo autor. Estableció y describió cuales eran las secuencias sedimentarias cretácicas y terciarias que afloraban alrededor del surco de Barquisimeto para determinar y clasificar el origen de los peñones alóctonos incluidos en las rocas terciarias dentro del surco, además de proponer el proceso que transportó a estos peñones.

- BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968), introducen el nombre de Formación Matatere para designar formalmente una gruesa secuencia turbidítica de edad Paleoceno-Eoceno que contiene cantos y bloques alóctonos, y que es considerada por los autores como la unidad más característica del Surco de Barquisimeto.

- GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980), presentan una síntesis de la evolución geológica del occidente del país, donde se definen rasgos estructurales, estratigráficos y litológicos, regionales y locales, para cada unidad sedimentaria en el surco de Barquisimeto.

- STEPHAN (1982), en su tesis doctoral en el estado Lara definió a las montañas del norte del país, como un “edificio tectónico polifásico”, formado por una superposición de napas que se extiende desde la transversal de Barquisimeto en su región occidental hasta la península de Araya- Paria en su extremo oriental. Propone la división de la Formación

Matatere en cuatro subunidades: Matatere I, II, III y Agua negra. Realiza la descripción de las unidades ígneas que afloran en la región de Siquisique, identificando una unidad volcanosedimentaria.

- MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) realizaron el levantamiento geológico y la cartografía de las unidades ígneas y sedimentarias que afloran en las localidades de Siquisique y Puente Limón, estado Lara, donde definieron unidades geológicas, los contactos entre ellas y su modelo evolutivo. Estudiaron la mitad oeste del gran cuerpo de ofiolita de Guacamuco-Macuere-Maroroy, al norte de Siquisique.
- REATEGUI (2011) presenta la cartografía geológica actualizada de la zona Guacamuco – Puente Limón, en los municipios Urdaneta y Federación de los estados Falcón y Lara. Estudió la mitad este del gran cuerpo de ofiolita de Guacamuco-Macuere-Maroroy, al norte de Siquisique.

2.2. TECTONO-ESTRATIGRAFÍA

En el área ocupada por el estado Falcón y la parte norte del estado Lara se encuentran incluidas la cuenca “invertida” de Falcón y una serie de corrimientos en sentido NW-SE llamados Napas de Lara. El origen de estas estructuras permitió la presencia de la diversidad de rocas que afloran en el territorio noroccidental de Venezuela.

BAQUERO *et al.* (2009) proponen un modelo estructural para el área y señalan que existieron 4 eventos estructurales que condicionaron la sedimentación en los estados Lara y Falcón. El primero de ellos consiste en la formación de una serie de corrimientos durante el Paleoceno? – Eoceno Temprano debido al movimiento de la placa proto-Caribe hacia el sur contra la placa Suramericana, afectando a las rocas cretácicas depositadas previamente y emplazando parte del proto-Caribe (Fig. 4). Estos corrimientos son conocidos como “Napas de Lara” y ocasionaron un acortamiento de aproximadamente 73 km en la región.

El emplazamiento de estas napas originaron la formación de una cuenca antepaís de gran profundidad, conocida como Surco de Barquisimeto, en donde se depositó la secuencia turbidita tipo flysch de la Formación Matatere. La presencia de olistolitos cretácicos dentro

del flysch y de unidades equivalentes en edad al mismo, sugieren que dicha secuencia estuvo envuelta en la deformación ocasionada por la migración de las napas hacia el sur.

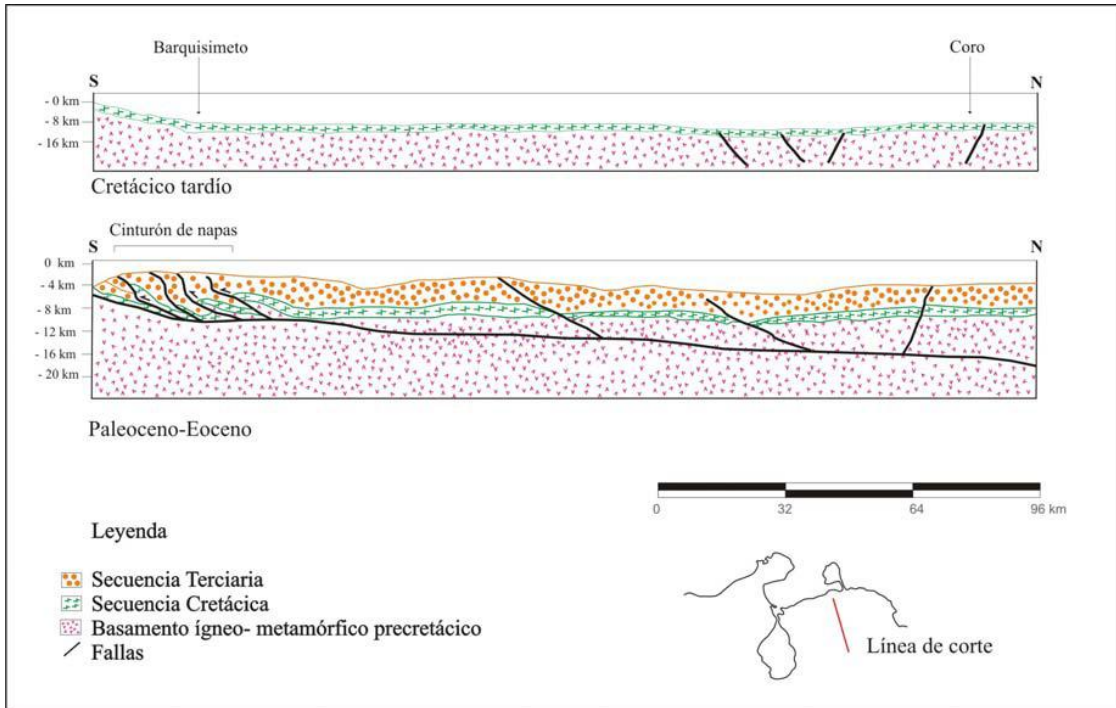


Fig. 4. Secciones geológicas mostrando la formación de corrimientos hacia el norte del estado Lara. Imagen tomada y modificada de BAQUERO *et al.* (2009), en MARTÍNEZ & VALLETA (2008).

En el Eoceno Medio la corteza llega a su máximo espesor afectando el movimiento de la placa proto-Caribe, debido a esto se empieza a generar una subducción tipo “B” en el norte de la región. La liberación de esfuerzos por el cese de acción de la placa proto-Caribe junto con la presencia de fallas pre-existentes y erosión, se crea una zona de descompresión subparalela a la subducción ocasionando un colapso acompañado por extensión y fallamiento normal en el Eoceno Tardío al Oligoceno. Entre las fallas formadas se origina una estructura graben que marca el segundo evento estructural, el origen de la cuenca de Falcón donde se empiezan a depositar las Formaciones Santa Rita y Trujillo marcando el comienzo de un evento transgresivo. Se asume que las partes norte y sur de la región se encontraban emergente por la no depositación de estas unidades (BAQUERO *et al.* 2009).

BOESI & GODDARD (1991) indican que en el Oligoceno la formación de la cuenca de Falcón se debe a una estructura “pull-apart” y le otorga a la cuenca una forma de “bote elongado”, cuyo eje presenta una orientación este-noreste, con una abertura hacia el noreste

y de bordes escarpados, representado en la figura 5. Esta forma particular de la cuenca determinó la depositación de las unidades durante el Oligoceno-Mioceno.

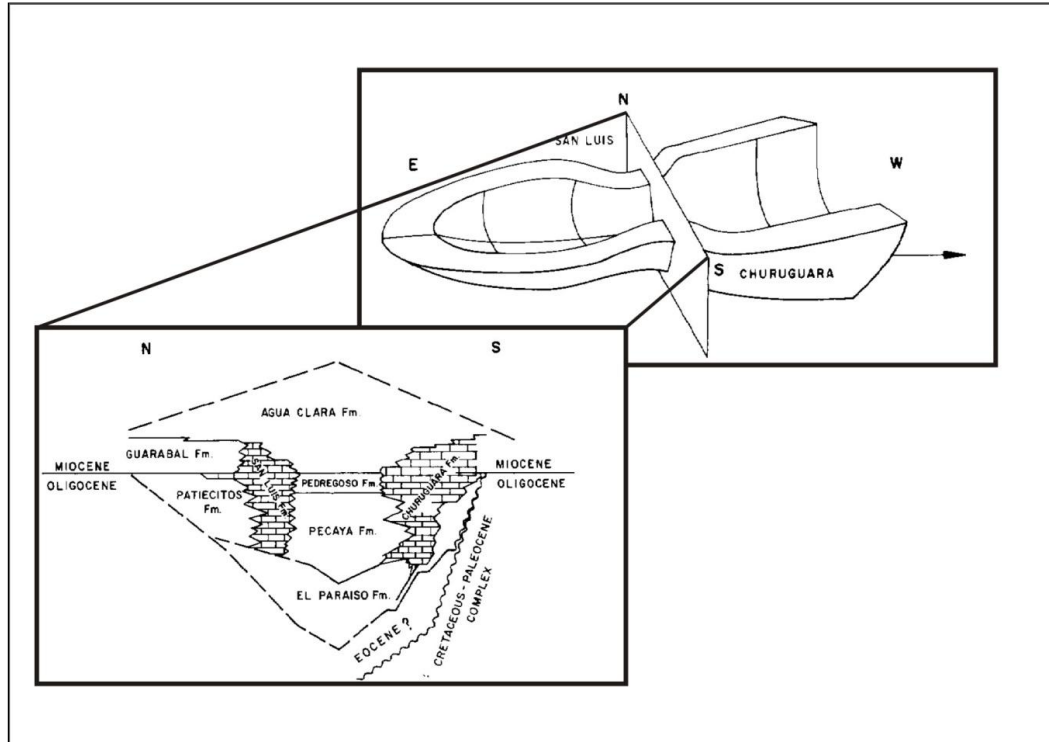


Fig. 5. Modelo conceptual de la cuenca de Falcón. Tomado y Modificado de BOESI & GODDARD (1991).

Durante el Oligoceno al Mioceno Temprano se depositan secuencias sedimentarias en ambientes fluviales a marino profundos, tales como: Formación Paraíso, Formación Pecaya, Formación Castillo, Formación Churuguara, Formación Agua Clara, parte inferior del Grupo Agua Salada, entre otras. En el Mioceno Temprano intrusiones basálticas ocurren antes de la depositación de la Formación Agua Clara, originadas por la extensión de la cuenca y pueden representar el máximo alargamiento de la misma (BAQUERO *et al.* 2009). La máxima transgresión en la cuenca de Falcón es representada por DÍAZ DE GAMERO (1977) en un mapa del área de Falcón y norte del estado Lara, de igual manera PORRAS (2000) presenta un bloque diagramático de la cuenca para este periodo (Figs. 6 y 7 respectivamente).

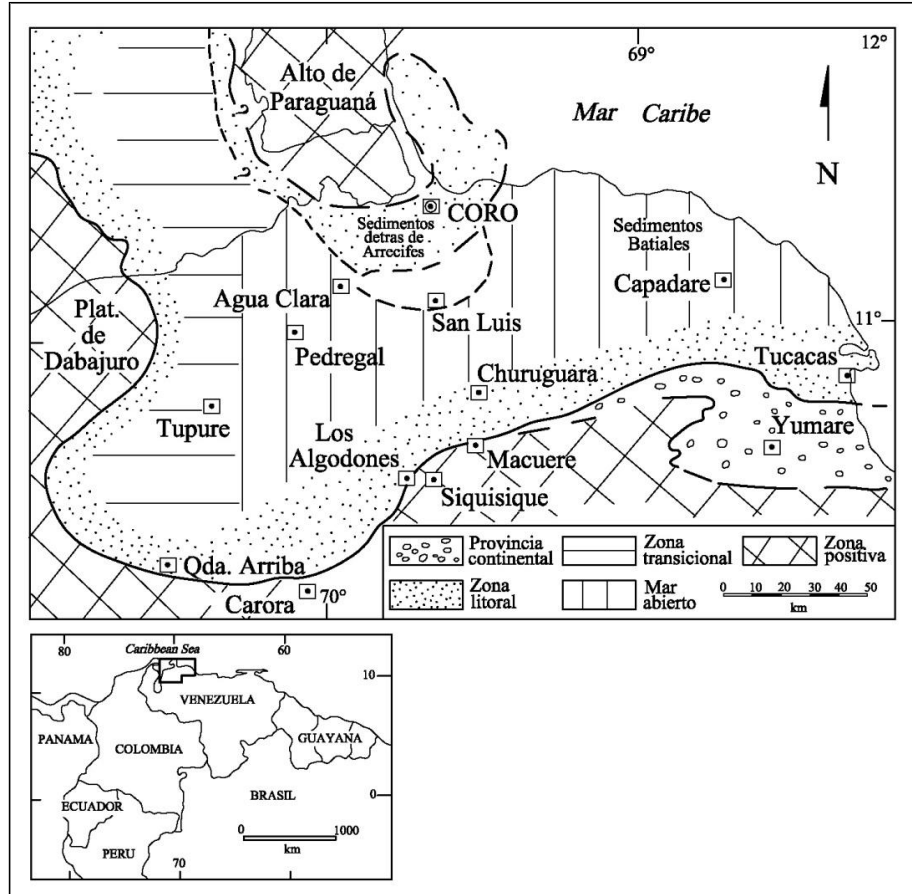


Fig. 6. Mapa de ubicación de la región de estudio, donde se muestra la máxima transgresión oligo-miocena en la cuenca de Falcón. Tomado de DÍAZ DE GAMERO (1977).

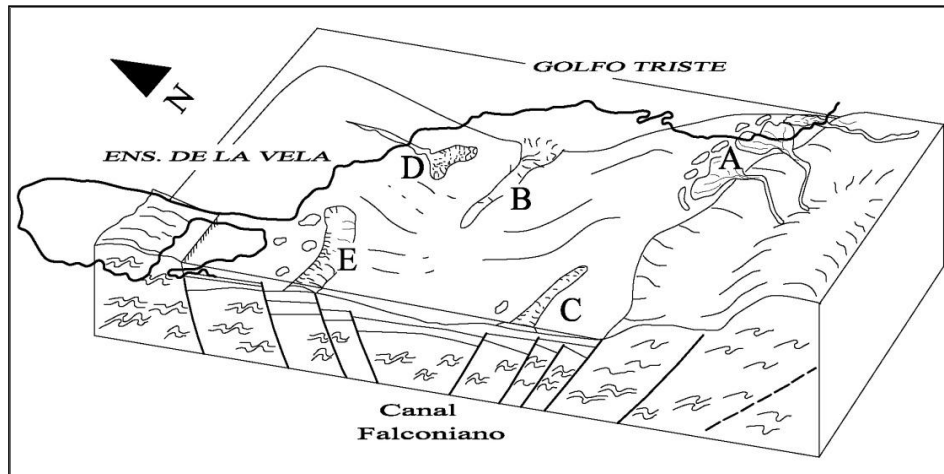


Fig. 7. Bloque diagramático de la cuenca de Falcón durante el Oligoceno – Mioceno Temprano. A: Formación Casupal. B: Depósitos de aguas profundas provenientes del oeste. C: Calizas de las formaciones Churuguara y Capadare. D: Depósitos de abanicos de talud. E: Arrecifes de la Formación San Luis. Simplificado de PORRAS (2000).

De acuerdo a BAQUERO *et al.* (2009) a finales del Mioceno Temprano y comienzos del Mioceno Medio, y como resultado del desplazamiento de la placa Caribe en el norte, se origina un tercer evento estructural de tipo compresivo caracterizado por la reactivación de fallas preexistentes y la inversión de la cuenca de Falcón. Según BOESI & GODDARD (1991) la posición ocupada por el eje de la cuenca se convierte en el eje del sistema montañoso originado por la inversión de la cuenca, dando origen a la separación del área en dos provincias sedimentarias, una al norte donde se desarrollarían facies marino costeras y marino profundas, y una al sur donde predominarían facies fluviales y de lagunas. Con el levantamiento de la cuenca se originan una serie de pliegues con orientación este-noreste conocidos como el anticlinorio de Falcón.

El último evento estructural propuesto por BAQUERO *et al.* (2009), es la generación de nuevas fallas debido a la acción de la placa Caribe, durante el Mioceno Tardío al Reciente, que cortan a las preexistentes y que coinciden con el levantamiento de los Andes, el cual genera un nuevo nivel de despegue propagado desde el sur. Este nivel de despegue se une al de las fallas en el norte de la región formando una zona triangular. BOESI & GODDARD (1991) por su parte señalan que en este período se generan fallas de componente transcurrente con una orientación aproximada este-oeste como el sistema de fallas Oca-Ancón; también sugieren que existe actividad tectónica durante el Plioceno y el Pleistoceno, responsable de levantamiento del sistema montañoso reciente y de la formación de terrazas aluviales. En la figura 8 se visualiza la situación presente de la cuenca de Falcón de manera simplificada.

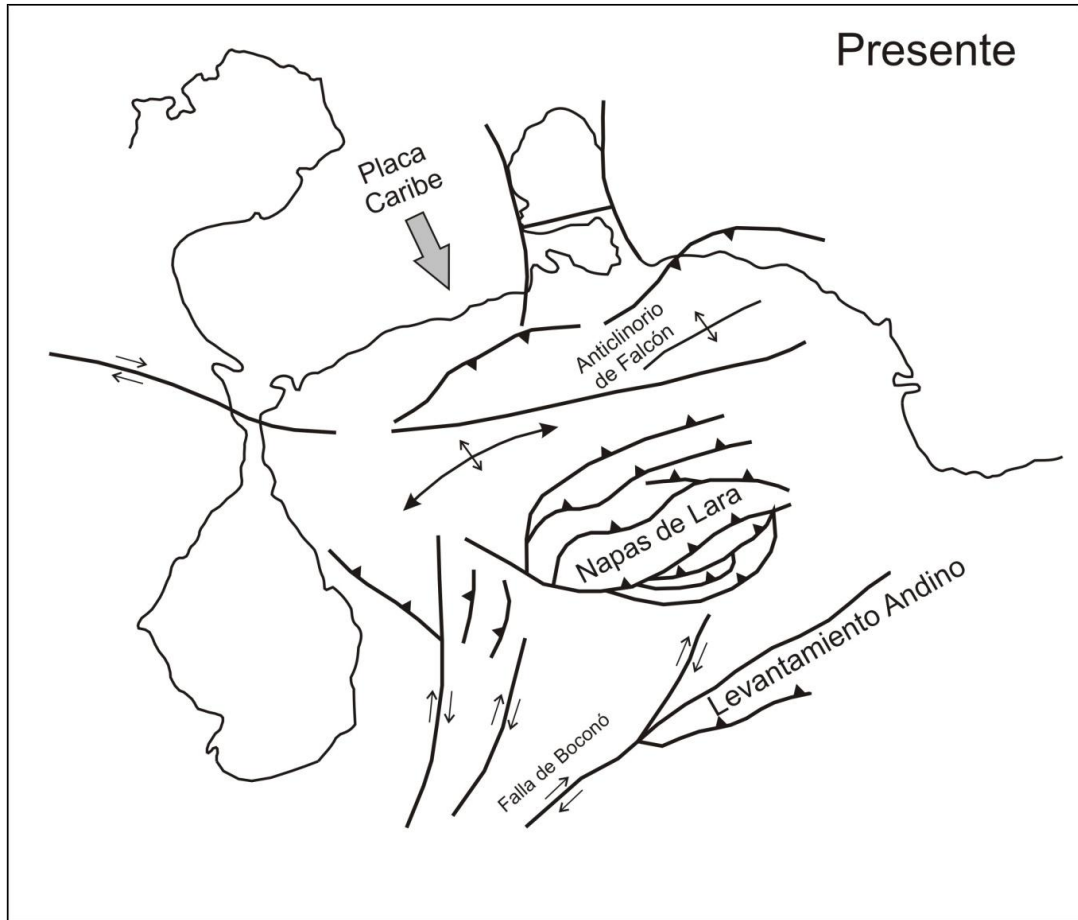


Fig. 8. Situación presente de la cuenca “invertida” de Falcón. Tomado y simplificado de BOESI & GODDARD (1991) y BAQUERO *et al.* (2009).

3. GEOLOGÍA LOCAL

El área de estudio comprende la región de Siquisique – Santa Inés – Santa Cruz de Bucaral. Este capítulo se centrará en las descripciones de las unidades litológicas que afloran en dicha área, tanto de los trabajos previos realizados por otros autores como el trabajo de campo realizado por el autor del presente proyecto, este último con la finalidad de describir el contacto entre la Formación Matatere y la Unidad volcánica en la quebrada Agua Linda.

3.1. GENERALIDADES

En la región de Siquisique - Santa Inés – Santa Cruz de Bucaral afloran rocas de edades cretácicas a edades recientes y de diversa litología, incluyendo los tres tipos de roca principales. En la tabla 1 se pueden observar dichas unidades en orden cronológico.

Las rocas ígneas están representadas por la ofiolita de Siquisique que comprende rocas plutónicas gabroides y rocas volcánicas máficas (basaltos y diabasas). Estas rocas abarcan aproximadamente un 2% del área de estudio y se presentan en cuerpos alargados con orientación este-noreste, sobrecorriendo a unidades sedimentarias del Terciario.

La secuencia sedimentaria comprende rocas cretácicas representadas por la unidad volcanosedimentaria y los olistolitos de las formaciones La Luna y Barquisimeto; rocas Terciarias, formaciones: Matatere, Jarillal, Casupal, Churuguara, Castillo, Agua Clara, Capadare, Cueparo, Ojo de Agua y Guaidima; y sedimentos cuaternarios. Las rocas sedimentarias abarcan un 97% del área de estudio, siendo las formaciones Matatere y Capadare las que más afloran.

Las rocas metamórficas abarcan menos de 1% del área de estudio, ubicándose en el sector sureste del mismo, y están representadas por la unidad Esquisto de Aroa. Esta unidad se encuentra contemplada dentro del *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997) como Formación Aroa.

Tabla 1. Unidades geológicas en la región de Siquisique – Santa Inés

Unidad	Edad	Nomenclatura	Litología
Unidades Sedimentarias			
Aluvión	Holoceno	Qal	Aluvión
Terraza aluvial	Pleistoceno	Qt	Aluvión
Formación Guaidima	Plioceno	Tpgd	Conglomerado, arenisca y lutita
Formación Ojo de Agua	Mioceno Tardío	Tmoa	Arenisca, conglomerado y caliza arenosa y nodular
Formación Cueparo	Mioceno Medio - Mioceno Tardío	Tmcu	Lutita, arenisca, caliza y coquina
Formación Capadare	Mioceno Medio	Tmc	Caliza y arenisca limosa
Formación Agua Clara	Mioceno Temprano	Tmac	Lutita ferruginosa con intercalaciones de arenisca
Formaciones Capadare - Castillo (Sin dif.)	Oligoceno - Mioceno Medio	Tmc-Tomc	Sin diferenciar
Formaciones Capadare - Churuguara (Sin dif.)	Oligoceno - Mioceno Medio	Tmc-Tomch	Sin diferenciar
Formación Castillo	Oligoceno - Mioceno Temprano	Tomc	Conglomerado y arenisca
Formación Churuguara	Oligoceno Temprano - Mioceno temprano	Tomch	Caliza limosa, caliza arrecifal, arenisca, limolita y lutita
Formación Casupal	Oligoceno - Mioceno Temprano	Tomca	Arenisca, lutita y conglomerado
Formación Jarillal	Eoceno Medio tardío - Eoceno Tardío temprano	Tejr	Lutita, caliza y arenisca
Formación Matatere	Eoceno Medio	Tem	Arenisca, conglomerado y lutita, secuencia Flysch
Formación Barquisimeto	Cretácico (Cenomaniense - Maastrichtiense)	Kb	Lutita, limolita, marga compactada, ftanita y caliza
Formación La Luna	Cretácico (Cenomaniense - Campaniense)	Kl	Caliza y lutita con concreciones ocasionales y chert
Unidad volcanosedimentaria	Cretácico-Eoceno	KT	Conglomerado holocuarcífero, lava almohadillada, caliza tipo Fm. Apón, entre otras cosas
Unidades Metamórficas			
Esquisto de Aroa	Cretácico Temprano	Ka	Esquisto carbonático grafitoso, filita grafitosa y esquisto cuarzo-micáceo-grafitoso
Unidades Ígneas (Ofiolita de Siquisique)			
Unidad Plutónica-Volcánica (Sin dif.)	Cretácico Tardío	Ksgb	Gabro, basalto y diabasa
Unidad Plutónica	Cretácico Tardío	Ksg	Gabro
Unidad Volcánica	Cretácico Tardío	Ksb	Basalto y diabasa

El trabajo de campo se llevó a cabo en la quebrada Agua Linda, sector Macuere. El mismo consistió en la descripción del contacto entre la Formación Matatere y la Unidad volcánica de la ofiolita de Siquisique que allí aflora. Dicha información está contemplada en la descripción de ambas unidades. En la figura 9 se puede contemplar un mapa de distribución de afloramientos de la quebrada Agua Linda.

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

NC: Nícoles Cruzados	Px: Piroxeno	Cal: Calcita
NP: Nícoles Paralelos	Cpx: Clinopiroxeno	Chl: Clorita
Mtz: Matriz	Opx: Ortopiroxeno	Prh: Prehnita
Pl: Plagioclasa	Anf: Anfíbol	Opa: Opacos
Qtz: Cuarzo	Hb: Hornblenda	

3.2. UNIDADES LITOLÓGICAS

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

3.2.1. Unidades ígneas (ofiolita de Siquisique)

Consideraciones históricas

Las rocas ígneas que afloran en el área de Siquisique fueron descritas por CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) y aparecen cartografiadas en CIA. SHELL DE VENEZUELA (1965). MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) estudian la mitad oeste del cuerpo mayor que aflora al noreste de la población de Siquisique, en las localidades de Chorrerones-Macuere-Maroroy, también estudiaron los cuerpos que afloran en las cercanías de la población El Limón, estado Lara; por su parte REATEGUI (2011) estudió la mitad este de este cuerpo ígneo ubicado al noreste de Siquisique, además describe el cuerpo ígneo que aflora en la localidad de Las Llanaditas, en el sur del estado Falcón.

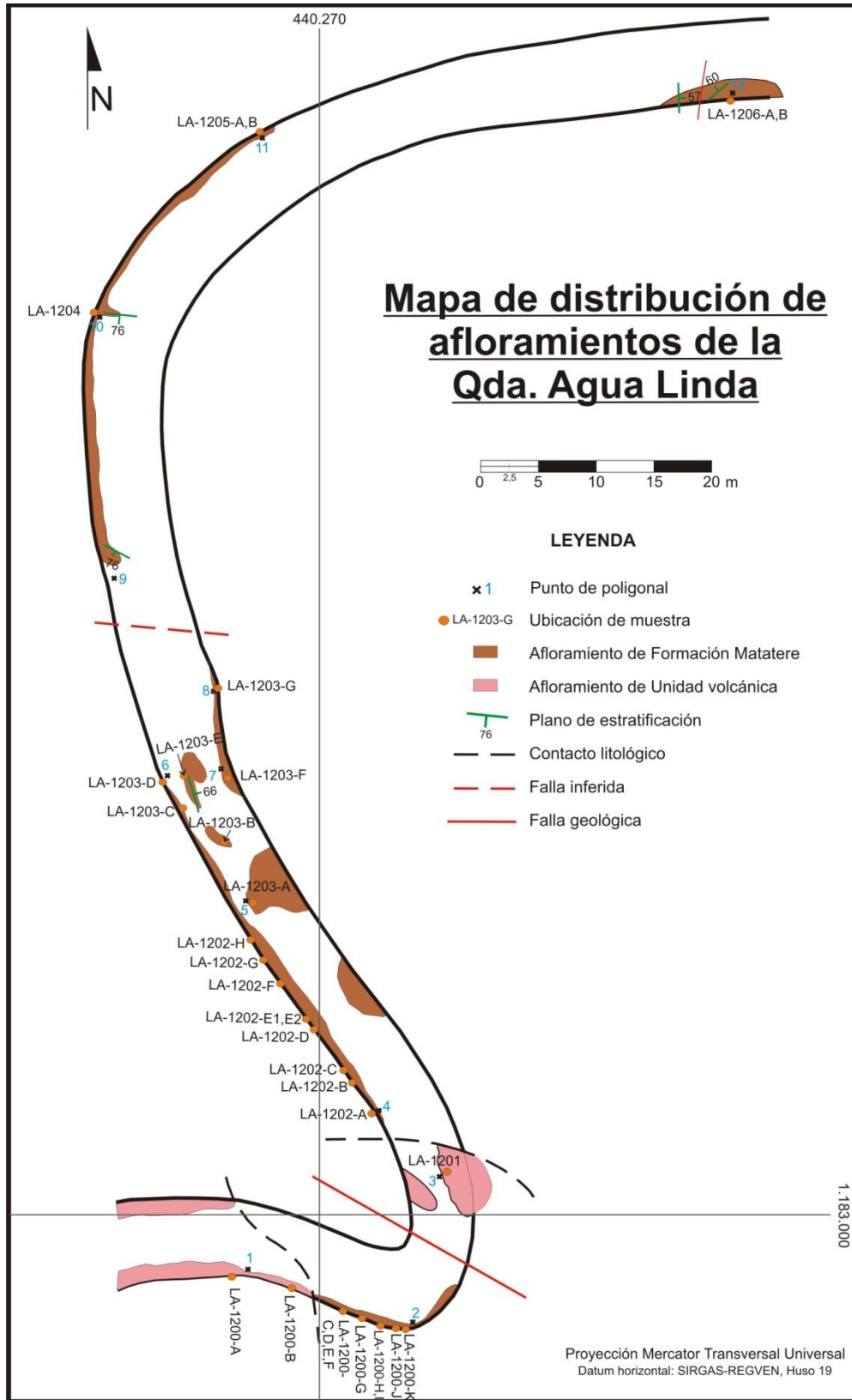


Fig. 9. Mapa de distribución de afloramientos de la Formación Matatere y la Unidad volcánica, en la quebrada Agua Linda, Sector Macuere, edo. Lara.

Localidad tipo

El estudio de estas rocas por parte de CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) se centró en dos áreas, Los Algodones y Las Tinajitas, de las cuales la primera podría considerarse como su localidad tipo, sin embargo MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) proponen las quebradas Las Lajas y Las Mochas, afluentes de la quebrada La Torta, como secciones de referencia.

Extensión

La ofiolita de Siquisique aflora en el sur del estado Falcón y el norte del estado Lara, principalmente en las localidades de Los Algodones y de Siquisique. En el área de estudio abarca cerca del 2% del área total; en el norte de Siquisique esta unidad se presenta con una forma alargada con una orientación este-noreste, haciéndose más gruesa hacia el noreste. En la localidad de Puente Limón se encuentran tres cuerpos, uno de mayor tamaño con forma de triángulo y dos más pequeños, uno al suroeste y otra al sureste del de mayor tamaño. En la zona de Las Llanaditas afloran otros tres cuerpos de esta unidad, uno más grande con forma rectangular y otros dos más pequeños, con forma de ojo, al sur de este (Fig. 10).

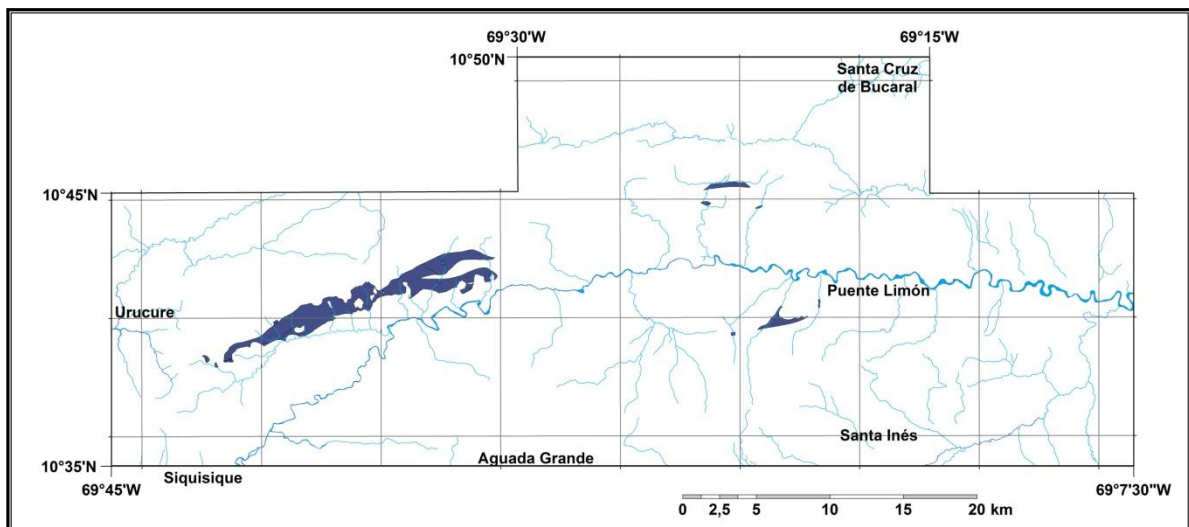


Fig. 10. Extensión de la ofiolita de Siquisique en la zona de estudio.

En la quebrada Agua Linda la Unidad volcánica representa aproximadamente un 10% de las rocas que allí afloran (Fig. 9).

Dentro de la ofiolita de Siquisique se definieron dos unidades ígneas principales, una de rocas volcánicas e hipoabisales y otra de rocas plutónicas (CORONEL & KIEWIET DE JONGE 1957, STEPHAN 1982), sin embargo REATEGUI (2011) incluye una tercera unidad sin diferenciar, en donde se incluyen ambos tipos de litologías.

3.2.1.1. Unidad volcánica

Contactos

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

En el área de estudio, al norte de Siquisique estas rocas se encuentran en contacto gradacional con las rocas plutónicas, sobrecorriendo a las rocas eocénicas de la Formación Matatere y bloques cretácicos de la Formación La Luna, y en contacto discordante con rocas de las formaciones Matatere y Capadare; en la localidad de Puente Limón se encuentra sin diferenciar con la Unidad plutónica y sobrecorriendo a la Formación Matatere; y en la localidad de Las Llanaditas aparece sin diferenciar con la Unidad plutónica, sobrecorriendo a la Formación Matatere y en contacto discordante con la Formación Casupal.

En la quebrada Agua Linda, sector Macuere, esta unidad presenta contacto discordante y contacto de falla con la Formación Matatere. En la figura 11 se observa el contacto de inconformidad entre el basalto de la Unidad volcánica y el conglomerado basal de la Formación Matatere.

Litología

CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) las describen en el área de Los Algodones como rocas básicas de composición andesítica y basáltica de color marrón rojizo a gris verdoso, con textura afanítica. Estas rocas ígneas representan una extrusión submarina debido a la presencia de cherts biogénicos, y rocas calizas recristalizadas embebidos en ellas, además de las estructuras con forma de lavas almohadilladas (Fig. 12). En el área de Las Tinajitas

las rocas volcánicas son muy similares al área de Los Algodones. Este tipo de rocas aunque están alteradas, lo están menos que las rocas de la unidad plutónica.

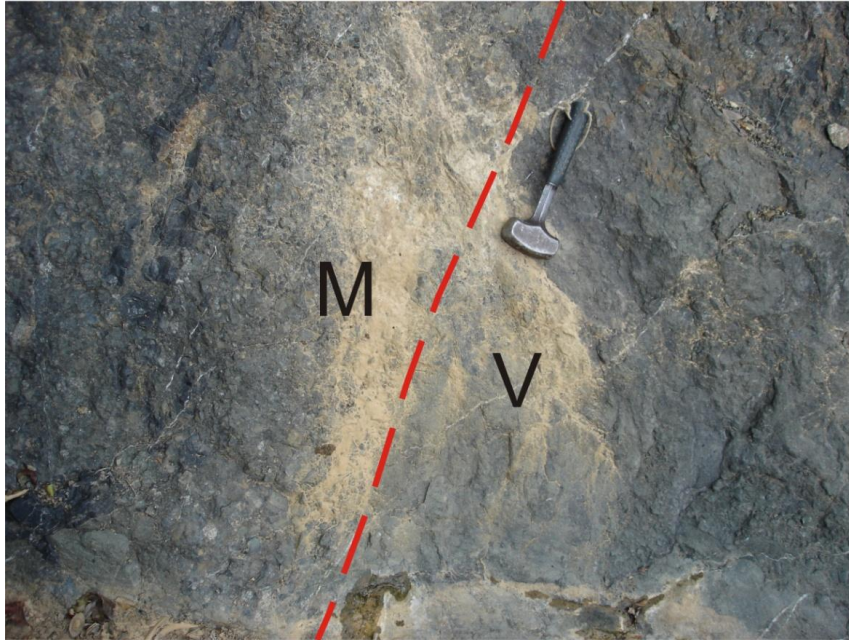


Fig. 11. Contacto entre basalto de la Unidad volcánica y conglomerado basal de la Formación Matatere en la quebrada Agua Linda. V=Unidad volcánica, M=Formación Matatere, la línea segmentada representa el contacto.



Fig. 12. Rocas de la unidad volcánica formando estructuras de lavas almohadilladas con presencia de caliza intersticial. Fotografía de David Mendi tomada de la portada de la revista *Geos* N° 40 (2009)

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

En la quebrada Agua Linda, sector Macuere, las rocas volcánicas presentan un aspecto masivo, homogéneo y son de color verdoso. A partir de observaciones en afloramiento, en muestra de mano y análisis petrográficos se definieron 2 tipos litológicos de esta unidad (Tabla 2)

Tabla 2. Tipos litológicos de la unidad volcánica en la quebrada Agua Linda, sector Macuere

Unidad Volcánica (Ofiolita de Siquisique)	
Tipo Litológico	Muestra con análisis petrográfico
Basalto	La-1200-A, La-1200-B
Diabasa	La-1201

- **Basalto**

El basalto es de color verdoso, con presencia de brechas no piroclásticas, y presenta textura afanítica en muestra de mano. Ambas muestras tomadas de esta roca son hipocristalinas y exhiben una fábrica de tipo inequigranular. La textura afieltrada es común en estas rocas basálticas, la muestra La-1200-A presenta textura porfídica muy localmente. El tamaño de los cristales aumenta hacia el contacto con la Formación Matatere.

En la tabla 3 se muestra la composición mineralógica de este tipo de roca y en la figura 13 el triángulo de clasificación utilizado.

Tabla 3. Composición mineralógica de las muestras de basalto

Basalto (Unidad volcánica)								
Muestra	Pl	Mtz	Cpx	Qtz	Cal	Chl	Prh	Opa
La-1200-A	32%	51%	0%	2%	12%	2%	0%	1%
La-1200-B	55%	30%	2%	2%	6%	0%	3%	2%

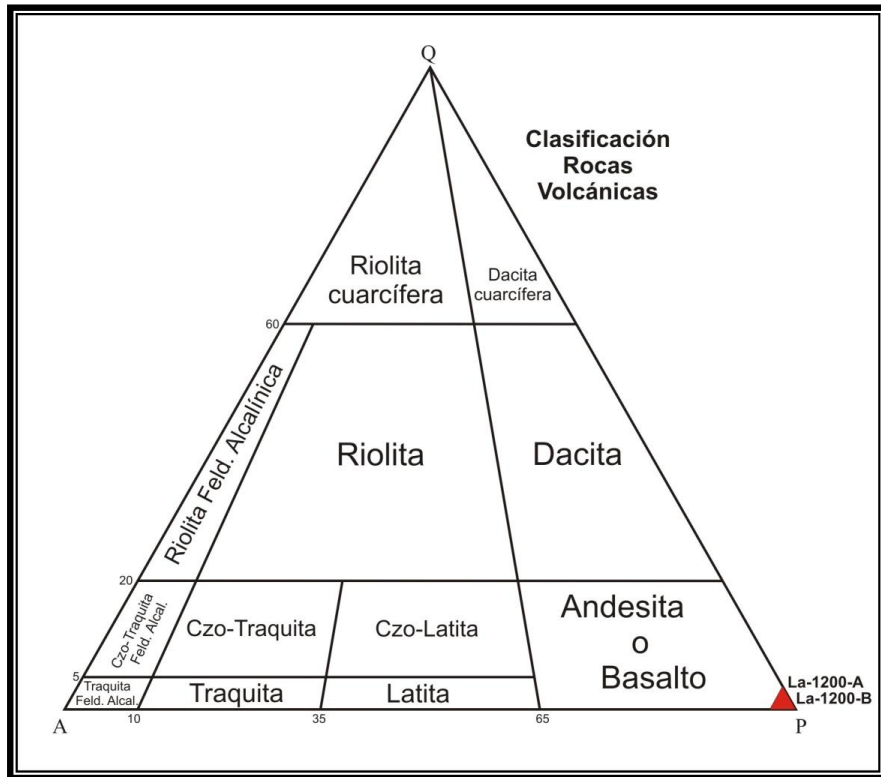


Fig. 13. Clasificación de muestras de basalto, el área de color rojo representa la ubicación de las muestras analizadas mediante petrografías.

Plagioclasa: se presenta en microlitos de tamaño variable (0,28 mm a 1,35 mm) con hábito subhedral en cristales tabulares, y en ocasiones como pórfidos en una matriz criptocristalina, que se identificaron como de tipo oligoclasa. Estos microlitos generan una textura afieltrada, y los cristales de mayor tamaño generan textura porfídica (Figs. 14A y 14B). Es muy frecuente la alteración de las plagioclasas a minerales de arcilla.

Matriz: criptocristalina, por lo tanto se dificultó su identificación. Se logró identificar dos colores característicos en la matriz, un color claro quizás otorgado por plagioclasas, y un color oscuro otorgado por pequeños cristales de óxidos.

Clinopiroxenos: solo se encontraron en la muestra La-1200-B y en muy poca proporción, presentes en cristales muy pequeños y fracturados entre las plagioclasas, se cree que pueden consistir en cristales de augita.

Cuarzo: se presenta rellenando vetas generadas posteriormente a la formación de la roca, por lo tanto no afecta en la clasificación de la misma.

Calcita: presente rellenando vetas generadas posteriormente y los cristales exhiben su maclado característico.

Clorita: se encuentra en las vetas junto con el cuarzo y los minerales opacos.

Prehnita: este mineral solamente se observó en la muestra La-1200-B, se encuentra rellenando vetas y presenta un hábito radial (Fig. 14C).

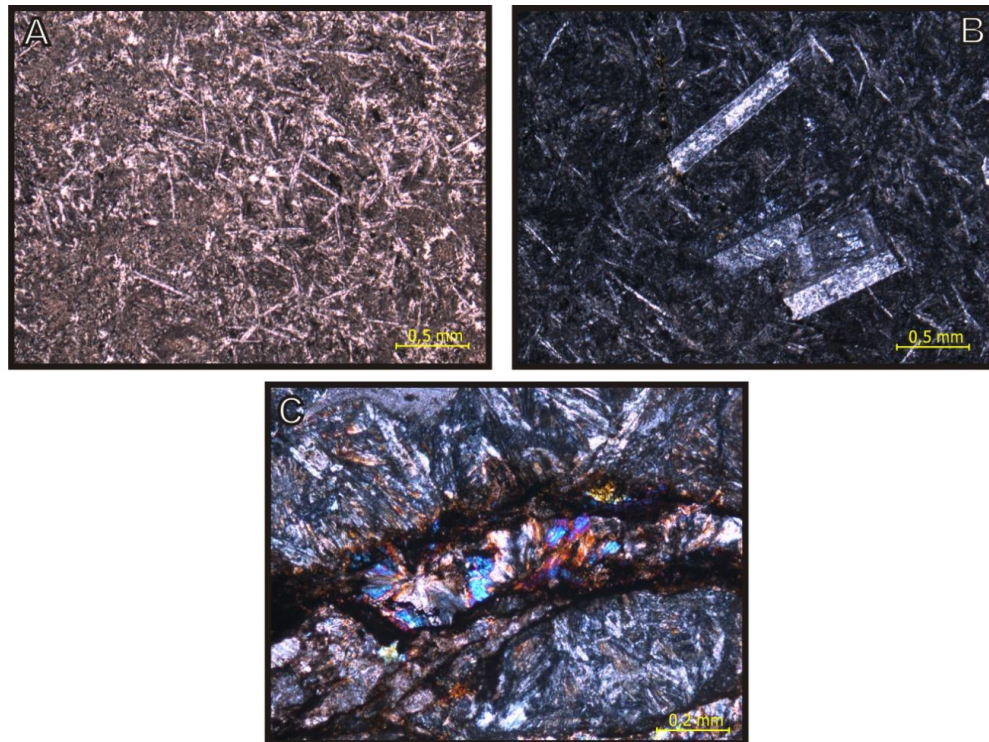


Fig. 14. Basalto de la Unidad volcánica. A) La-1200-A. Microlitos de plagioclasa formando textura afieltrada, NP. B) La-1200-A. Textura porfídica generada por fenocristales de oligoclasa, NC. C) La-1200-B. Cristales de prehnita rellenando veta, NC.

Opacos: se encontraron cristales de pirita con hábito euhedral asociados principalmente a las vetas que se encuentran rellenas con cuarzo.

- **Diabasa**

La diabasa en afloramiento presenta un aspecto muy similar a los basaltos, son de color verdoso y masivo, sin embargo en muestra de mano el tamaño de los cristales se muestra un poco mayor que las anteriores. La roca es holocristalina, fanerítica y de fábrica equigranular hipidiomórfica. Presenta textura ofítica, característica de este tipo de roca, y en ocasiones subofítica.

En la tabla 4 se muestra la composición mineralógica de la diabasa y en la figura 15 el triángulo utilizado para su clasificación.

Tabla 4. Composición mineralógica de las muestras de diabasa

Diabasa (Unidad volcánica)					
Muestra	Pl	Cpx	Chl	Cal	Opa
La-1201-A	52%	14%	22%	4%	8%

Aunque en el triángulo QAP utilizado para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales la muestra La-1201-A cae dentro del campo de “gabro”, en base a las características texturales en afloramiento y sección fina se decide otorgarle el nombre de diabasa, equivalente hipoabisal del gabro.

Plagioclasa: presente en cristales tabulares subhedrales de tamaño promedio 0,6 mm y es de tipo oligoclasa. Junto con el clinopiroxeno genera textura ofítica (Fig. 16A) y subofítica. Presenta alteración media a minerales de arcilla.

Clinopiroxeno: presente en cristales muy fracturados y alterados (Fig. 16B), lo cual dificulta observar su forma original, medir su tamaño e identificar el tipo; se reconoce que son clinopiroxenos por el alto color de interferencia. Forma textura ofítica y subofítica con la plagioclasa.

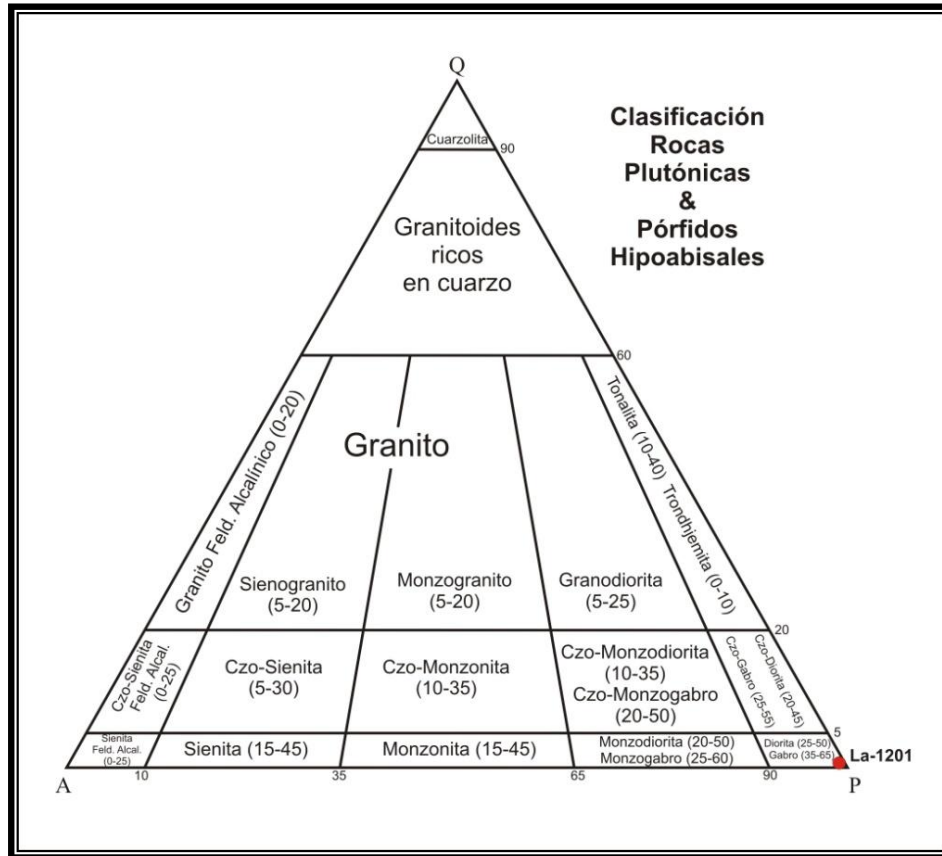


Fig. 15. Muestra de diabasa graficada en triángulo QAP.

Clorita: es de color verdoso en nicoles paralelos y se presenta como alteración de los clinopiroxenos principalmente. Su color de interferencia verdoso indica que se trata de la variedad no magnesiana.

Calcita: se presenta exclusivamente rellenando vetas generadas posteriormente a la formación de la roca.

Opacos: se identificaron dos tipos de minerales opacos: pirita con su típico brillo metálico amarillo y su hábito euhedral, y leucoxeno presente en cristales alargados y con un brillo de color blanco lechoso.

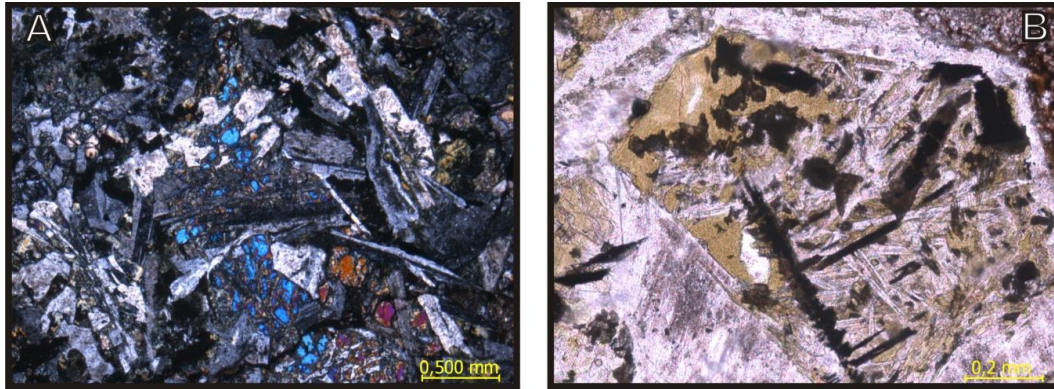


Fig. 16. Diabasa de la Unidad volcánica. A) La-1201. Cristales de plagioclasa dentro de cristal de clinopiroxeno, generando textura ofítica, NC. B) La-1201. Cristal de piroxeno alterado completamente a clorita y cristales de leucoxeno, NP.

Edad

De acuerdo a CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) la presencia de rocas del Cretácico Tardío dentro de las rocas volcánicas y de apariencia concordante sobre ellas, le otorgan una edad Cretácico Tardío, pudiéndose extender al Paleoceno, al evento volcánico en las localidades de Los Algodones y Las Tinajitas. STEPHAN (1982) A través de estudios radiométricos ($^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$) determinó una edad para las diabasas de Albiense a Cenomaniense (105 ± 10 Ma). A través de estudios petrográficos (MUÑOZ & RODRÍGUEZ 2009) y geoquímicos (KERR *et al.* 2010) se interpreta que estas rocas basálticas tienen afinidad con los basaltos de meseta oceánica intrusionados en el proto-Caribe. Nuevas dataciones geocronológicas de Ar-Ar (KERR *et al.* 2010) le dan una edad cretácica de pisos Cenomaniense y Coniaciense (90-95 Ma) al evento volcánico.

3.2.1.2. Unidad plutónica

Contactos

MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) señalan que la unidad está en contacto tectónico con la unidad volcanosedimentaria.

En el área de estudio, en el norte de Siquisique esta unidad presenta los siguientes contactos:

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

- De falla, siendo sobrecorrida por bloques de la Formación La Luna.

Hacia la localidad de Puente Limón, las rocas plutónicas se encuentran sobrecorriendo a la Formación Matatere y en contacto discordante con la Formación Capadare; y en la localidad de Las Llanaditas aparece sin diferenciar con la Unidad volcánica, sobrecorriendo a la Formación Matatere y en contacto discordante con la Formación Casupal.

Litología

Esta unidad es descrita por CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) en las áreas de Los Algodones y Las Tinajitas. En los Algodones identificaron rocas ígneas básicas de grano grueso como gabro, norita, hornblendita y posiblemente diorita, que pertenecen a un mismo cuerpo intrusivo y presentan pequeños cambios mineralógicos en su composición debido a la diferenciación magmática, Las rocas mencionadas presentan un color gris amarillento con tonalidades verdes y una composición promedio de plagioclasa (20 - 30%), hornblenda (30%), piroxenos (40%) y en ocasiones olivino (1-2%). En la localidad de Las Tinajitas el gabro es muy similar al presente en el área de Los Algodones, pero se encuentran muestras más frescas; la poca cantidad de afloramientos dificultó la cartografía del cuerpo.

STEPHAN (1982) reporta a la unidad como “macizo de gabro” donde define a las rocas gabroides como homogéneas que presenta diques de espesor variable rellenos de calcita, también indica que esta unidad está siendo intrusionada por diabasas. MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) a través de estudios petrográficos indican que las rocas de esta unidad se encuentran alteradas a pumpellita, clorita, epidoto y calcita, y están compuestas principalmente por plagioclasa y en menor proporción por diópsido y espinela; clasifican a las rocas como troctolitas con textura de cúmulos.

Edad

CORONEL & KIEWIET DE JONGE (1957) consideran que la edad de la intrusión es Cretácico Tardío – Paleoceno en las localidades de Los Algodones y Las Tinajitas, debido a la ausencia de este tipo de rocas ígneas en las rocas sedimentarias del Cretácico Temprano.

STEPHAN (1982) A través de datación por el método $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$, le otorga una edad de Valanginiense a Hauteriviense (136 ± 15 Ma) al evento magmático que originó la cristalización de estas rocas. KERR *et al.* (2010) propone una edad de 90-95 Ma a través de

métodos más precisos que el de $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$, por lo tanto es la edad preferencial en cuanto a interpretaciones se trata.

3.2.2. Unidades sedimentarias

3.2.2.1. Unidad volcanosedimentaria

Esta unidad no se encuentra contemplada en el *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997).

Consideraciones históricas

Fue establecida por STEPHAN (1982) en el sector de Los Algodones, al oeste de Siquisique, estado Lara. Fue estudiada posteriormente la norte de la población de Siquisique por MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009).

Localidad tipo

No se encuentra establecida una localidad tipo, pero podría considerarse a los afloramientos presentes en la quebrada Las Petacas, del sector de Los Algodones, debido a que allí fue definida esta unidad.

Extensión

La unidad se exhibe en afloramientos pequeños aislados en la zona de Los Algodones y en la región comprendida entre Siquisique y Churuguara (MUÑOZ & RODRÍGUEZ 2009). Estos afloramientos forman cuerpos alargados con una orientación este-noreste. En el área de estudio la unidad abarca menos de 1% de las unidades que afloran y se encuentra junto con la ofiolita de Siquisique al norte de la población de Siquisique (Fig. 17).

Contactos

STEPHAN (1982) señala que la unidad se encuentra en contacto tectónico con la Formación Matatere. En el norte de Siquisique se encuentra en contacto de falla con los bloques de la Formación La Luna y además es sobrecorrida por estos bloques y por la unidad plutónica de la ofiolita de Siquisique.

Litología

STEPHAN (1982) describe que la unidad comprende diversidad de tipos litológicos entre los que se encuentran: arenisca micácea de grano fino bien estratificada, conglomerado holocuarcífero, conglomerado con fragmentos de chert y cuarzo de 0 a 5 cm, conglomerado con fragmentos de ftanita, caliza micrítica con globigerinas y radiolarios,

detritos carbonáticos, chert, riolita, riodacita, mantos de diabasa y lavas basálticas almohadilladas.

Se desconoce si esta unidad fue depositada originalmente con esta variedad de tipos de roca o si se trata de un complejo estructural con todas estas litologías yuxtapuestas tectónicamente. En la zona de Los Algodones varios de estos tipos litológicos se encuentran en contacto de falla (STEPHAN 1982, CIA. SHELL DE VENEZUELA 1965).

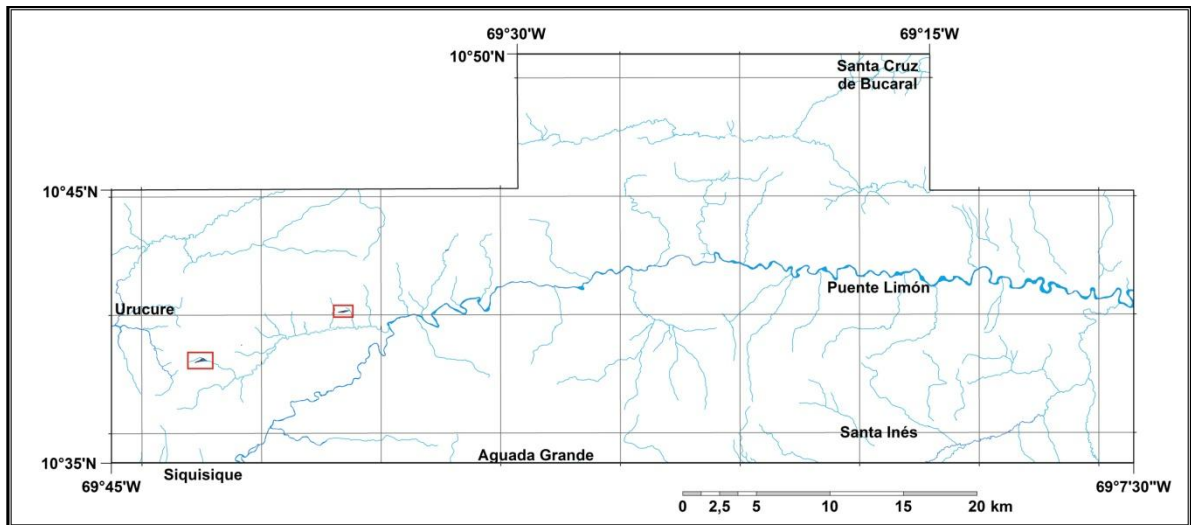


Fig. 17. Extensión de la Unidad volcanosedimentaria en la zona de estudio.

Edad

La edad de la unidad está comprendida de Cretácico a Eoceno, se cree que el límite inferior se encuentra entre el Hauteriviense inferior al Barremiense inferior, marcado por la presencia de ammonites de dicha edad en la unidad, mientras que el límite superior es de edad Eoceno Temprano a Eoceno Medio, debido a que en el sector comprendido entre Siquisique y Puente Limón (río Tocuyo) se encuentran rocas de dicha edad en la unidad volcanosedimentaria (STEPHAN 1982).

3.2.2.2. Esquisto de Aroa

Consideraciones históricas

Esta unidad está contemplada como Formación Aroa en el *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997), este término fue introducido por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967) para designar una espesa secuencia de rocas metamórficas expuestas

en la serranía de Aroa, estado Yaracuy, en el distrito minero de Aroa, con la cual se asocia la mena de piritas cupríferas.

Localidad tipo

La serranía de Aroa, en el estado Yaracuy, es considerada como la localidad tipo, debido a que de allí se toma el nombre para esta unidad. BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) proponen como secciones de referencia el río Tupe y las quebradas Las Minas, Cumeragua y Carampampa ubicadas en el estado Yaracuy.

Extensión

La unidad se encuentra presente en las Serranías de Aroa y de Nirgua-Tucaragua, estados Lara, Yaracuy y Cojedes (SAVIAN 1997). En el área de trabajo esta unidad aflora al sureste de Santa Inés, y abarca menos del 1% de las unidades presentes (Fig. 18).

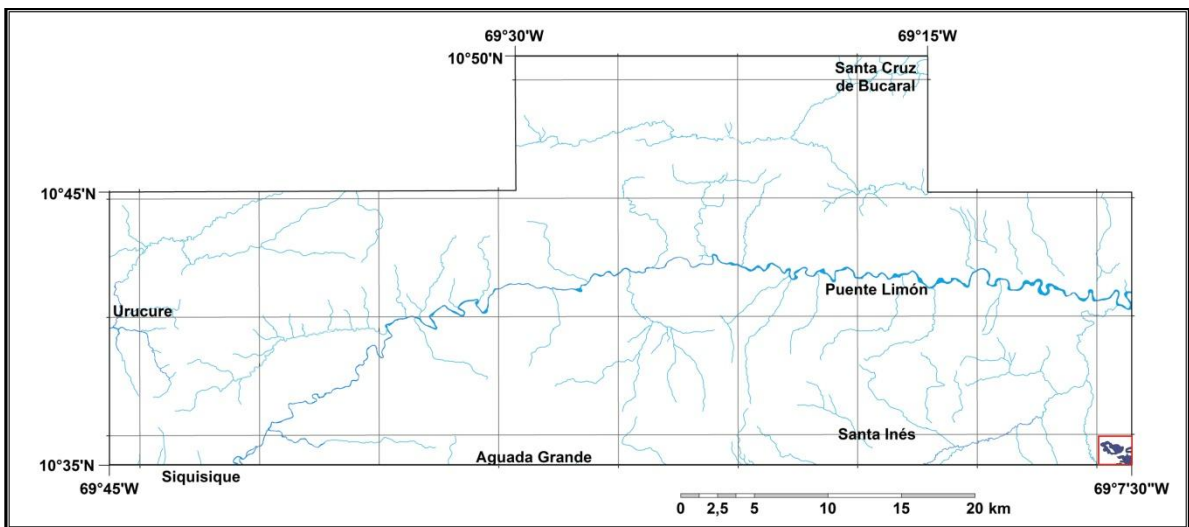


Fig. 18. Extensión de la Unidad Esquisto de Aroa en la zona de estudio.

Contactos

La unidad la consideran concordante y transicional con la Formación Nirgua y la Formación Mamey (SAVIAN 1997).

Litología

NATERA (1957) reconoce rocas metamórficas en el área de Bajo Tocuyo que afloran en colinas elongadas paralelas que separan los valles Tocuyo y Aroa y en el sur del río Aroa formando el borde sur de la cuenca Tocuyo. Las rocas consisten en esquisto carbonático y

mármol con presencia de: pirita, calcopirita, galena, cuarzo, calcita, clinozoisita, microclino, entre otros minerales. El autor considera que las rocas fueron afectadas por metamorfismo dinamotermal y regional.

La Formación consiste en una secuencia de esquistos carbonáticos grafitosos, filita grafitosa, esquistos cuarzo-micáceos grafitosos, caliza laminada, caliza maciza y horizontes de esquistos verdes, estos últimos compuestos por zoisita, clinozoisita, epidoto, feldespato, actinolita, clorita, calcita y cuarzo. El esquistos carbonático-grafitoso, micáceo-grafitoso y la filita grafitosa constituyen alrededor del 60% de la unidad y están compuestos por: calcita, grafito, sericita, cuarzo, feldespato, zoisita, pirita y clorita (SAVIAN 1997). Según BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) la Formación Aroa fue afectada por metamorfismo regional de la subfacies de cuarzo-albita-muscovita-clorita de la facies de esquistos verdes.

Espesor

De acuerdo a BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) el espesor de la secuencia es difícil de estimar debido al intenso cizallamiento y plegamiento, pero estiman un espesor mínimo de 1.200 m.

Edad

A estas rocas se le asigna una edad Cretácico Temprano, por su posición infrayacente a la Formación Mamey del Aptiense-Albiense (SAVIAN 1997).

3.2.2.3. Formación La Luna

Consideraciones históricas

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

Localidad tipo

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

Extensión

Esta unidad se extiende en toda la cuenca de Maracaibo, estado Zulia, así como en los estados Falcón, Lara, Trujillo, Mérida, Táchira, Barinas y la península de la Goajira

(SCHERER 1997a). En la región de Siquisique-Santa Inés-Santa Cruz de Bucaral se presenta principalmente en el área al norte de Siquisique, en bloques alargados con orientación este-noreste, también hay otros cuerpos pequeños localizados en Puente Limón y Las Llanaditas asociados a las unidades ígneas; abarca aproximadamente 1% del área de estudio (Fig. 19).

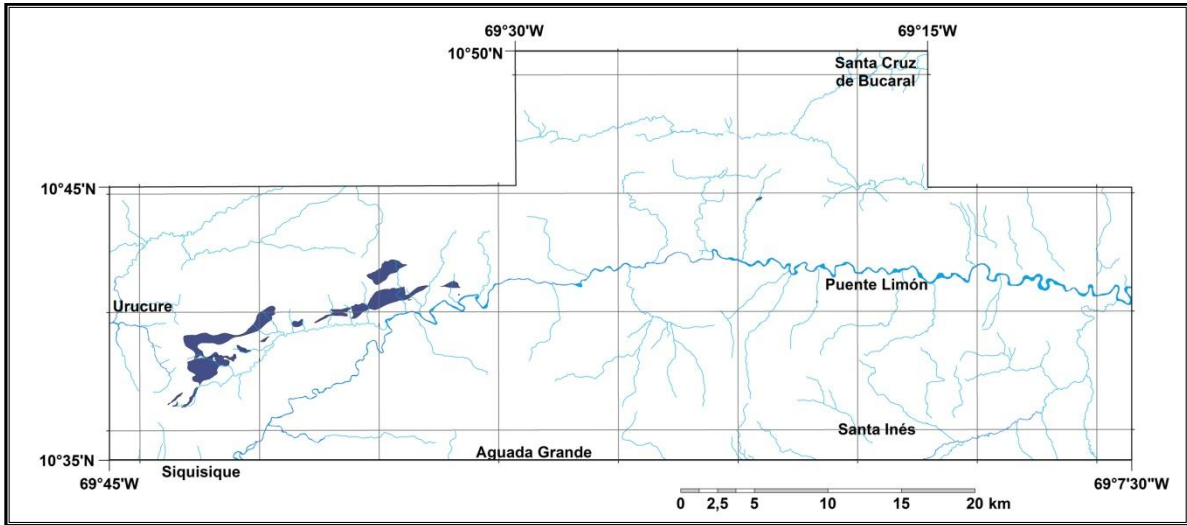


Fig. 19. Extensión de la Formación La Luna en la zona de estudio.

Contactos

La Formación La Luna presenta contacto concordante con la Formación Maraca (infrayacente) y con la Formación Colón (suprayacente) en la región de Maracaibo, también grada hacia el Sur lateralmente con la Formación Capacho (SCHERER 1997a).

En la región de Siquisique se presenta en contacto de falla con las formaciones a su alrededor (MUÑOZ & RODRÍGUEZ 2009).

En el norte de la población de Siquisique sobrecorre y es sobrecorrida por la Formación Matatere, la Unidad volcanosedimentaria y las rocas ígneas de la Ofiolita de Siquisique, presenta contacto discordante y de falla con la Formación Capadare. La Formación La Luna guarda la misma relación con las unidades nombradas en los pequeños afloramientos ubicados en Puente Limón y Las Llanaditas.

Litología

De acuerdo a SCHERER (1997a) la Formación La Luna consiste en “calizas y lutitas calcáreas fétidas, con abundante materia orgánica laminada y finamente dispersa, delgadamente estratificadas y laminadas, densas, de color gris oscuro a negro; la ftanita

negra es frecuente en forma de vetas, nódulos y capas delgadas; las concreciones elipsoidales a discoidales de 10 a 80 cm de diámetro, son características típicas de la Formación, que permiten reconocerla en cualquier afloramiento. Muchas de las concreciones tienen ammonites y otros macrofósiles en su interior. Las capas de caliza varían en espesor de 1 - 2 cm hasta unos 50 cm, con estratificación uniforme y monótona. Fracturas frescas de las calizas tienen olor característico y fuerte a bitumen”.

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

Espesor

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

Fósiles

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

Edad

RENZ (1982) considera por los fósiles encontrados que la Formación pertenece a una edad cretácica de Cenomaniense a Campaniense.

Paleoambiente

En SCHERER (1997a) se indica que la Formación La Luna se depositó en un ambiente marino euxínico de profundidad variable en el tiempo entre 100 y 800 m.

3.2.2.4. Formación Barquisimeto

Consideraciones históricas

El nombre fue introducido por BUSHMAN (1959) para designar rocas de la secuencia cretácica que aflora en la región de Barquisimeto, estado Lara. De acuerdo a CORONEL & RENZ (1960) las formaciones Barquisimeto y Barure que expuso Bushman representan mesas alóctonas cretácicas que se encuentran embebidas dentro de un “wild flysch” del Terciario temprano, BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967) utilizando los criterios actuales de deslizamiento de bloques, aplican el nombre de Formación Barquisimeto para designar una masa heterogénea de diversas unidades cretácicas.

Localidad tipo

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

Extensión

Posee una amplia distribución en Lara occidental, central y meridional, extendiéndose hasta la serranía de Portuguesa (ANÓNIMO 1997). En la zona de estudio esta Formación se presenta como un gran bloque alargado con orientación este-noreste, ubicado al norte de la población de Santa Inés, ocupa un 1% de las unidades estudiadas (Fig. 20).

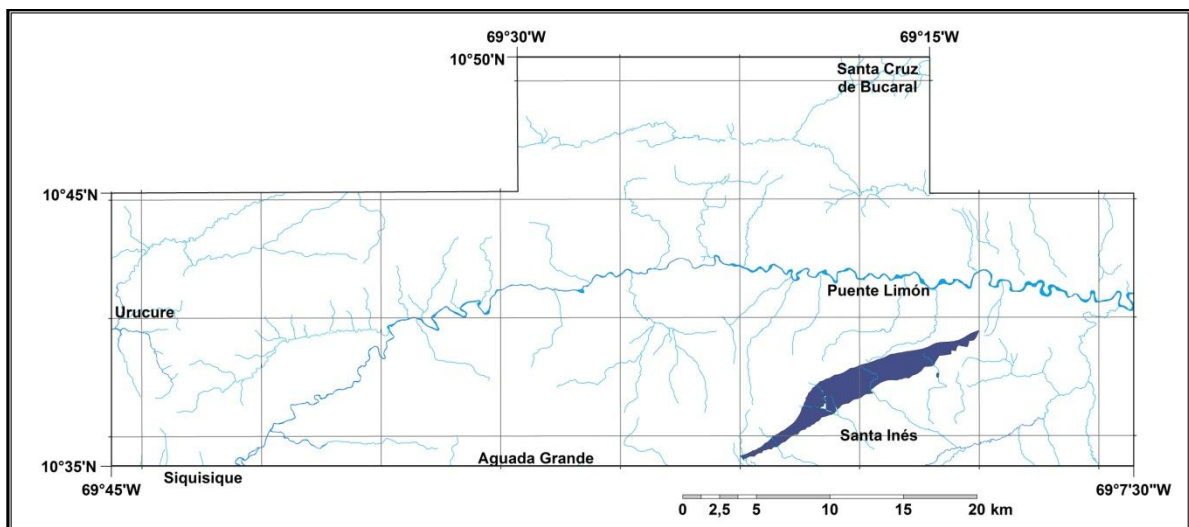


Fig. 20. Extensión de la Formación Barquisimeto en la zona de estudio.

Contactos

BUSHMAN (1959) indica que la Formación Barquisimeto es gradacional sobre la Formación Carorita e infrayace gradacionalmente a la Formación Morán; por su parte MACSOTAY *et al.* (1987) señala un hiatus sobre la Formación Bobare y en ausencia de esta sobre la Formación Carorita, y está cubierta en discordancia angular por la Formación Matatere. Hacia el norte de la población de Santa Inés esta Formación se encuentra discordante sobre las formaciones Matatere y Capadare, y probablemente en contacto de falla.

Litología

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

Espesor

El espesor de la Formación es de 1700 m en el cerro Volador (CORONEL & RENZ 1960), en las demás localidades las complicaciones estructurales complican su medición.

Fósiles

En la Formación hay presencia de: *Gumbelina globulosa*, *G. cretácea*, *Mammnites* sp., *Globigerina* sp., *Globotruncana* sp., y rudistas (BUSHMAN 1959, CORONEL & RENZ 1960 Y BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1968).

Edad

De acuerdo a su contenido faunístico se otorga una edad cretácica Cenomaniense – Maastrichtiense (BUSHMAN 1959, CORONEL & RENZ 1960 Y BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1968).

3.2.2.5. Formación Matatere

Consideraciones históricas

Originalmente en informes de las empresas petroleras esta formación fue agrupada con la suprayacente Formación Misoa dándose a conocer como Formación Misoa/Trujillo, luego el nombre Trujillo fue restringido sólo a la sección inferior de predominancia lutítica

(SUTTON 1946). El nombre por el cual se le conoce actualmente fue introducido por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967), y se definió como una espesa secuencia flysch asociada con diversos horizontes de capas de peñones.

Localidad tipo

Su localidad tipo reside en las quebradas que disectan a las serranías de Matatere y Parupano, ubicadas en el norte del estado Lara (BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1967).

Extensión

La Formación Matatere aflora en todo el estado Lara abarcando una superficie de 6.600 km². En el área de estudio esta Formación aflora en ambos flancos del río Tocuyo, desde el norte de Siquisique hasta el sureste de Puente Limón, llegando inclusive hasta la localidad de Las Llanaditas en el norte; ocupa cerca de 27% de las unidades que afloran (Fig. 21).

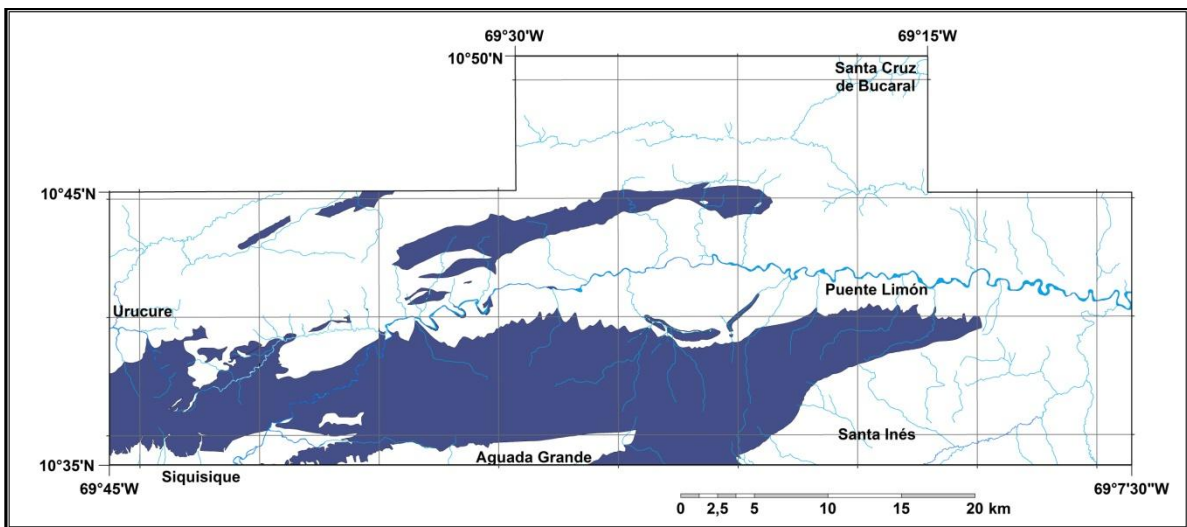


Fig. 21. Extensión de la Formación Matatere en la zona de estudio.

En la sección levantada de la quebrada Agua Linda, la Formación Matatere abarca cerca del 90% de las rocas que allí afloran (Fig. 9).

Contactos

En el área de estudio la Formación Matatere presenta contactos discordantes con las formaciones: Castillo, al norte de Siquisique y al sureste de Urucure; Capadare, en casi toda su extensión desde Siquisique hasta Puente Limón; Casupal, desde el norte de Macuere hasta el sector de las Llanaditas; Barquisimeto, al oeste de Santa Inés. Esta Formación sobrecorre y es sobrecorrida por las rocas cretácicas de la Formación La Luna y de la

ofiolita de Siquisique. En algunos casos presenta contacto de falla con la Formación Capadare, en las cercanías de Puente Mamón, y con la Formación Barquisimeto, al norte de Santa Inés.

En la quebrada Agua Linda, sector Macuere, la Formación Matatere se encuentra en contacto discordante con la Unidad volcánica de la ofiolita de Siquisique, marcando una inconformidad entre rocas basálticas de esta unidad y el conglomerado basal de Matatere (Fig. 22). Así mismo en la quebrada La Torta se puede observar un buen afloramiento del contacto discordante entre las formaciones Matatere y Capadare (Fig. 23).



Fig. 22. Inconformidad entre la Formación Matatere y la Unidad volcánica de la ofiolita de Siquisique en la quebrada Agua Linda, sector Macuere, estado Lara. M= Formación Matatere, V=Unidad volcánica, la línea segmentada indica el contacto entre ambas unidades.

Litología

NATERA (1957) la define como Eoceno si diferenciar y describe 3 tramos diferentes que fueron cartografiadas como una sola debido a que los afloramientos se encontraban , pero muy deformados y no permitieron establecer la relación entre ellas, ni el espesor de cada una.

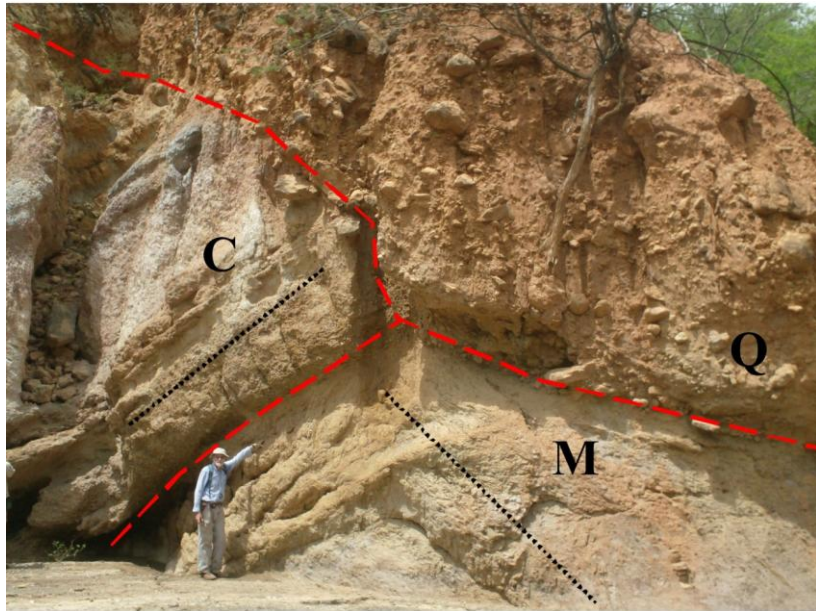


Fig. 23. Discordancia angular entre las formaciones Capadare y Matatere en la quebrada La Torta, estado Lara. M: Formación Matatere. C: Formación Capadare. Q: sedimentos cuaternarios. Las líneas segmentadas indican las discordancias, mientras que las líneas punteadas muestran el buzamiento de los estratos.

- La parte inferior consiste en capas de conglomerado mal escogido que pasan transicionalmente a capas de arenisca de grano fino a grueso con cherts negros, intercaladas con lutita laminada de color gris oscuro a rojizo claro. La relación entre esta unidad y la segunda, no está claramente definida debido a lo plegadas y falladas que se encuentran las secuencias.

- El tramo medio lo describió como 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”. Señala que encontró cuerpos de caliza limosa no fosilífera y de color gris embebidos en la roca.

- La parte superior fue descrita como una secuencia de arenisca intercalada con lutita de color gris oscuro algo carbonática. Esta secuencia se le asemeja a la primera unidad, pero reitera que estratigráficamente se encuentra por encima de esta.

Por otra parte WHEELER (1958) describe la unidad con el nombre de Formación Trujillo como predominantemente lutítica con intercalaciones de arenisca y conglomerado. Las

capas de lutita son de color gris claro a negras, generalmente no fosilíferas y con presencia de nódulos de hierro, menciona que hacia el tope de la secuencia la lutita aumenta su contenido carbonático. La arenisca es de color gris oscuro de grano fino a grueso, de espesor variable, micácea y a veces presenta niveles conglomeráticos, la mayoría de las capas fueron clasificadas como grauvacas. El conglomerado presenta clastos sub-angulares a bien redondeados de gran variedad litológica, entre los que hay rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, siendo los principales constituyentes el chert negro y el cuarzo. Señala que hacia el este la formación va aumentando su tamaño de grano.

Hacia la región de Siquisique reconoció un miembro carbonático en las cercanías de Cerro Algodones, en donde hay caliza de color gris azulado con lentes de chert negro, intercalada con lutita negras.

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967) la reconoce como una secuencia turbidítica e incluso es comparada con la facies “flysch” de Europa. La Formación Matatere está representada por capas de lutita intercalada con capas de arenisca de composición variable con algunos niveles conglomeráticos y conglomerado lítico.

La lutita es generalmente negra y meteoriza a un color verdoso o marrón, se encuentra irregularmente interestratificada. La arenisca se presenta generalmente en capas delgadas con un color gris verdoso y meteoriza con un aspecto conocido como “sal y pimienta”, es de grano medio con escogimiento pobre y granos sub-angulares a angulares, el contenido de matriz es de 10-25%; al igual que el conglomerado está compuesta por cuarzo, micas, feldespatos y diversos fragmentos líticos: caliza, filita, esquisto, cuarcita, lutita, rocas volcánicas y gneis, constituyen aproximadamente de 25 a 35% de volumen en la formación.

Existen bloques deslizados dentro de la Formación Matatere de diversos tamaños que van de capas de peñones a bloques montañosos, provenientes de la Formación Barquisimeto, rocas graníticas y gnéissicas cretácicas, arenisca y rocas volcánicas ácidas, estas últimas con mayor presencia hacia el Alto de Siquisique. Los olistostromos de rocas metamórficas y volcánicas sugieren un levantamiento epirogénico de las áreas cercanas al surco de Barquisimeto o una fuerte erosión submarina.

STEPHAN (1982) propone la división de la Formación Matatere en 4 unidades: Matatere I, Matatere II, Matatere III y Agua negra. En el norte de Lara, hacia la región de Siquisique, propone a Matatere III como una asociación psammo-pelítica y conglomerática, en la cual existe una alternancia rítmica de arenisca grauvasca y lutita con presencia de brechas y microbrechas. La secuencia se encuentra sobrecorrida por rocas de la ofiolita de Siquisique.

En la quebrada Agua Linda la Formación Matatere aflora su típica secuencia tipo Flysch, es decir, la unidad Matatere III de STEPHAN (1982), con presencia de conglomerado basal pasando en la parte media a capas de arenisca con niveles conglomeráticos y luego a una alternancia monótona de arenisca con limolita y lutita.

Generalmente el conglomerado está formado por clastos sub-redondeados a angulares de diversos tamaños y de gran variedad litológica; la arenisca de color gris verdoso y es texturalmente inmadura con diversidad de clastos, principalmente fragmentos de roca, en afloramiento pueden presentar patrones de diaclasas; la limolita y la lutita usualmente son de color gris oscuro a negro y se caracterizan por presentar una fractura astillosa.

De la Formación Matatere se recolectaron muestras tanto de las rocas aflorando, como de clastos individuales presentes en ellas para su posterior análisis petrográfico. De las muestras de rocas se definieron un total de 4 tipos litológicos representados en la tabla 5.

Tabla 5. Tipos litológicos en afloramientos de la Formación Matatere en la quebrada Agua Linda, sector Macuere

Formación Matatere			
Tipo Litológico		Muestra	Análisis Petrográfico
Arenisca	Grauvaca Lítica	La-1203-B, La-1203-C, La-1203-E, La-1203-G, La-1204 y La-1206-B	Todas poseen análisis petrográfico
Conglomerado	Paraconglomerado polimíctico	La-1200-F, La-1202-D y La-1203-A	Todas poseen análisis petrográfico
	Ortoconglomerado polimíctico	La-1202-F y La-1202-H	Todas poseen análisis petrográfico
Limolita	Limolita	La-1205-B	No posee análisis petrográfico

- **Grauvaca lítica**

Es el tipo de arenisca que aflora en la quebrada Agua Linda, el tamaño de grano varía en toda la secuencia; presenta un escogimiento de muy pobre a bueno, granos subredondeados a sub-angulares de esfericidad media a baja. Los contactos entre granos tienden a ser puntuales y longitudinales, pero en algunas muestras se llegó a observar contactos cóncavos-convexos (Fig. 24A.). En algunas ocasiones presentan niveles conglomeráticos y niveles arcillosos.

La roca está compuesta por un promedio de 50 a 75% de granos. Entre los granos hay presencia de cuarzo (3-25%) de origen plutónico y metamórfico en sus variedades policristalinas y monocristalinas. Los feldespatos (4-25%) están representados por granos de plagioclasa tipo andesina y ortosa, se encuentran alterando a sericita y a calcita. Los fragmentos de roca son el componente más abundante (15-62%) y siendo de gran variedad litológica: caliza esparita, chert, lutita, basalto cloritizado, gabro, cuarcita y esquisto cuarzo-micáceo, también es común la presencia granos pequeños de anfíboles y piroxenos muy fracturados (Figs. 24B, 24C y 24D). Entre los minerales accesorios (0-5%) es común encontrar clorita autigénica y por alteración de biotita, muscovita, circón, biotita y pirita. Algunas veces esta arenisca se muestra cloritizada y glauconitizada.

La matriz (7-35%) está compuesta principalmente por óxidos y minerales de arcilla, el cemento (8-26%) está compuesto principalmente por mineral carbonático y óxido de hierro, sin embargo hay presencia de cemento de cuarzo y minerales de arcilla en algunas muestras. El cemento carbonático se presenta como recristalización de una matriz, por lo tanto el porcentaje de este se le añade al porcentaje de matriz en el momento de clasificación de la roca.

En la figura 25 se observan las muestras de la grauvaca lítica en el triángulo de clasificación.

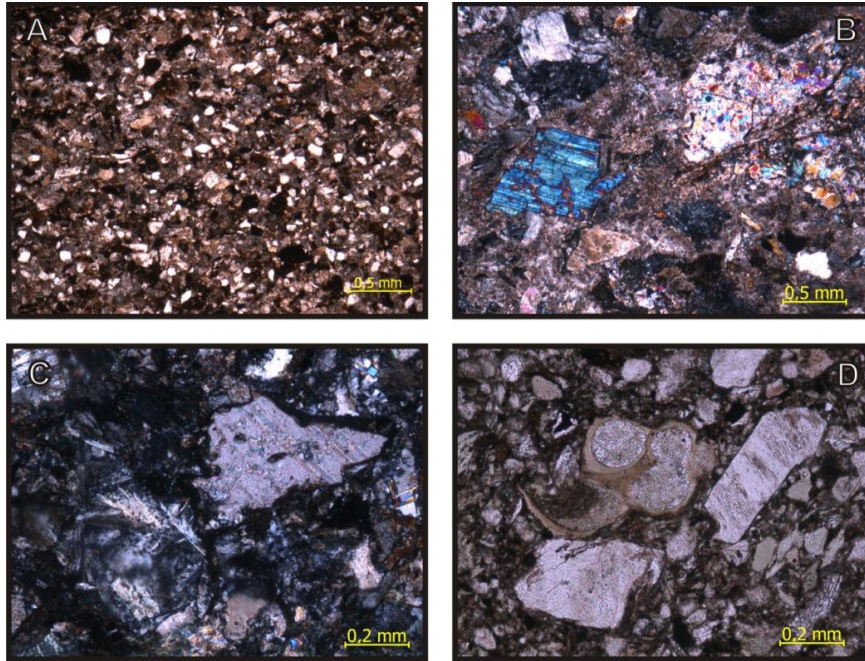


Fig. 24. Grauvaca lítica de la Formación Matatere. A) La-1206-B. Aspecto general de la roca en microscopio, NP. B) La-1203-E. Clastos de piroxenos en matriz carbonática, NC. C) La-1203-G. Fragmento de basalto y de caliza esparita, NC. D) La-1203-C. Fragmentos de caliza, el del centro con presencia de aloquímicos cloritizados, NP.

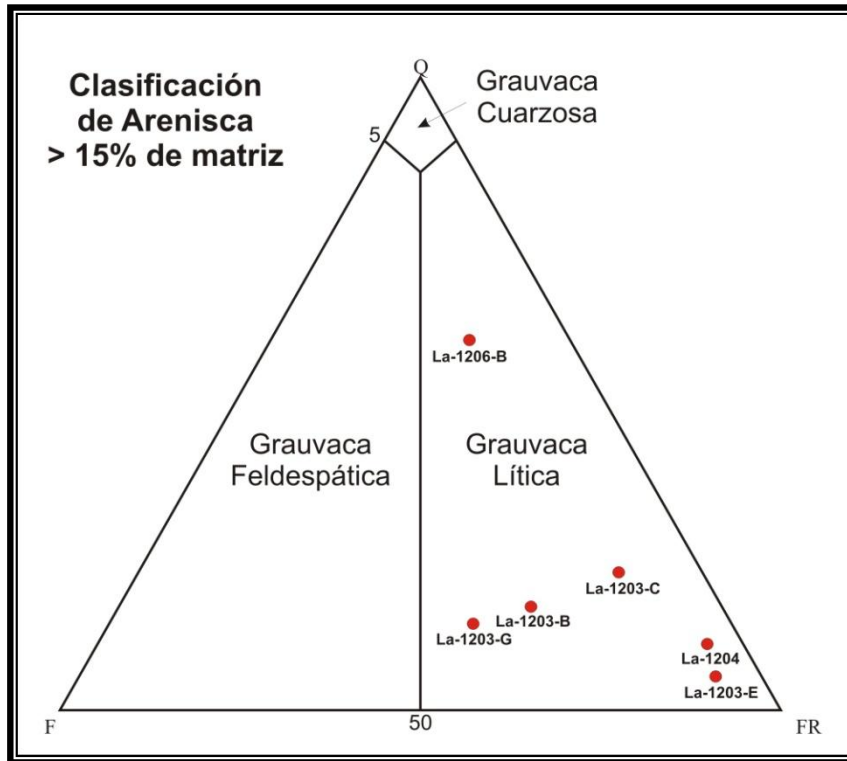


Fig. 25. Muestras de grauvaca lítica graficadas en triángulo Q-F-FR, para areniscas con más de 15% de matriz. Q=Cuarzo, F=Feldespato, FR=Fragmento de roca

- **Conglomerado polimíctico**

Aunque se definieron dos tipos de conglomerado, paraconglomerado polimíctico y ortoconglomerado polimíctico, la única diferencia entre estos es que varía el porcentaje de matriz que los componen, por lo tanto se describirán en una misma sección.

Consisten en rocas de composición y características texturales variables. Predominan los clastos tamaño arena siendo el promedio de 1,5 mm, sin embargo también hay presencia de gránulos y gujarros. Presenta un escogimiento muy pobre y los clastos tienden a ser redondeados a sub-redondeados con una esfericidad media y orientación isotrópica. El contenido de clastos varía entre 35 y 88% de diversa composición, el contenido de matriz va de 17 a 55% en el paraconglomerado y de 0 a 10% en el ortoconglomerado, siendo mayoritariamente de composición carbonática y en algunos casos arcillosa; tienden a presentar poco cemento (4-10%) y el mismo es de tipo carbonático y de óxido de hierro.

Entre los clastos abundan los fragmentos de roca (22-64%) de diversa litología, el cuarzo (0-10%) son de tipo metamórfico y se presentan en su variedad monocristalina y policristalina, los feldespatos por su parte están representados por plagioclasa tipo andesina y ortosa, hay presencia de muscovita como mineral accesorio (0-2%). A continuación se describen los clastos fragmentos de roca:

Clastos esparita: poseen un tamaño promedio de 1,14 mm, compuestos por cristales de calcita bien desarrollados con su maclado característico, no hay presencia de componentes aloquímicos (Fig. 26A).

Clastos de caliza bioesparita: con tamaño promedio de 1 mm, roca compuesta por fragmentos de moluscos con inversión homoaxial, foraminíferos béticos y algunos pellets, el cemento presente es de tipo microespato

Clastos de caliza pelesparita: presentan un tamaño promedio de 0,8 mm y está compuesto por más del 10% de pellets y algunos ooides dentro de un cemento de tipo microespato (Fig. 26B).

Clastos de lutita: tienen forma alargada de aproximadamente 1,8 mm, se encuentran bien redondeados y están compuestos principalmente por minerales micáceos, logrando observarse algunos clastos pequeños de cuarzo.

Clastos de waca cuarzosa: con tamaño promedio de 2 mm, de sub-redondeados a sub-angulares, presentan aproximadamente un 50% de granos compuestos por feldespatos, plagioclasas, muscovita, óxidos y cuarzo, siendo el último mayoritario. El porcentaje restante corresponde a una matriz de minerales de arcilla.

Clastos de basalto: poseen un tamaño variable entre 1,20 mm a 16 mm, compuestos por plagioclasa de tipo oligoclasa originando textura afieltrada y algunos cristales de clinopiroxenos pequeños muy fracturados. La matriz es criptocristalina y usualmente de color oscuro. Algunos de estos clastos se encuentran totalmente cloritizados y suelen presentar en los bordes clorita y cemento carbonático y de óxido de hierro (Figs. 26A y 26C).

Clastos de gabro: poseen un tamaño promedio de 1,8 mm, y se encuentran compuestos aproximadamente por un 70% de cristales de plagioclasa de tipo oligoclasa y andesina, y un 30% de piroxenos. Los piroxenos se encuentran muy alterados a clorita y en ocasiones a calcita.

Clastos de cuarcita: poseen un tamaño promedio de 2,2 mm, en ellos se observan cristales de cuarzo con bordes saturados y la presencia de muscovita que marcan una orientación (Fig. 26D).

Clastos de esquisto: presentan un tamaño promedio de 1,8 mm, y se encuentran compuestos por cristales de cuarzo, plagioclasa, clorita y opacos, estos últimos le otorgan una orientación a la roca. Se logró identificar leucoxeno como uno de los minerales opacos constituyentes.

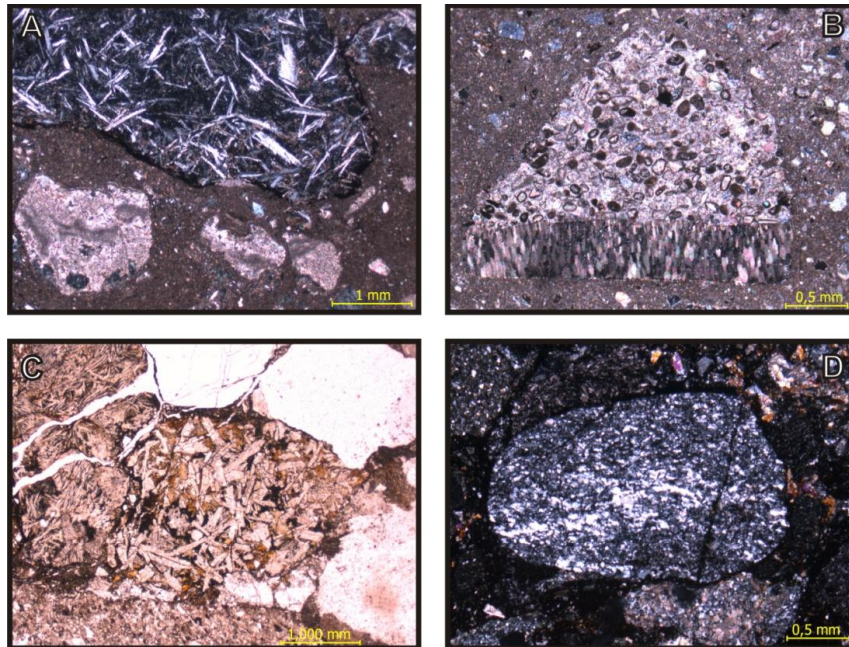


Fig. 26. Conglomerado polimíctico de la Formación Matatere. A) La-1200-F. Clastos de basalto y de caliza esparita en paraconglomerado, NC. B) La-1202-D Clasto de pesparita en paraconglomerado, NP. C) La-1202-F. Fragmento de gabro (centro) y basalto (izquierda) en ortoconglomerado NP. D) La-1202-H. Fragmento de cuarcita (centro) con microfractura en ortoconglomerado, NC.

- **Limolita**

Este tipo de roca se presenta como alternancia con la arenisca, es de color gris oscuro y puede presentar nódulos de caliza embebidos dentro de ella (Fig. 27). Es característica una fractura de tipo astillosa. No se realizó un análisis petrográfico para este tipo de roca.



Fig. 27. Afloramiento de limolita de fractura astillosa con nódulo de caliza embebido en ella, en la quebrada Agua Linda, sector Macuere, edo. Lara.

De las muestras de clastos individuales y nódulos se lograron identificar 9 tipos litológicos, que se presentan en la tabla 6 y serán descritos a continuación:

Tabla. 6. Tipos litológicos en clastos de rocas de la Formación Matatere en la quebrada Agua Linda, sector Macuere

Formación Matatere			
Tipo Litológico del clasto	Muestra	Análisis petrográfico	
Ígneos	Gabro	La-1200-C, La-1200-E, La-1200-G, La-1200-J, La-1202-B y La-1202-E1	A excepción de La-1200-G, y La-1202-B, todas poseen análisis petrográfico
	Leucogabro	La-1200-H y La-1202-E2	Todas poseen análisis petrográfico
	Gabro hornbléndico (cloritizado)	La-1203-D	Posee análisis petrográfico
	Diabasa	La-1202-A	No posee análisis petrográfico
Sedimentarios	Chert	La-1200-D	Posee análisis petrográfico
	Ortoconglomerado polimíctico	La-1202-G	Posee análisis petrográfico
	Caliza - "Mudstone"	La-1200-I, La-1200-K, La-1203-F y La-1205-A	Todas poseen análisis petrográfico
	Caliza - "Wackestone"	La-1202-C	Posee análisis petrográfico
	Lutita carbonática	La-1206-A	Posee análisis petrográfico

- **Gabro**

Presente en clastos de 4 a 8 cm de longitud dentro de conglomerado. Son clastos de roca holocristalina, fanerítica y generalmente con fábrica equigranular hipidiomórfica, el tamaño de los cristales es variable entre las muestras, siendo el promedio de 2,5 mm, la muestra La-1200-E1 presenta mayor tamaño de cristales que las demás. Las rocas presentan texturas ofítica, subofítica y bordes de reacción. En la tabla 7 se muestra la composición mineralógica de los clastos de gabro analizados petrográficamente, y en la figura 28 el triángulo de clasificación.

Tabla 7. Composición mineralógica de los clastos de gabro

Gabro (Clasto en Formación Matatere)								
Muestra	Pl	Cpx	Anf	Chl	Cal	Qtz	Prh	Opa
La-1200-C	52%	35%	0%	4%	3%	2%	2%	2%
La-1200-E	48%	37%	0%	10%	0%	0%	0%	5%
La-1200-J	43%	38%	0%	10%	5%	0%	0%	2%
La-1202-E1	55%	35%	4%	5%	0%	0%	0%	1%

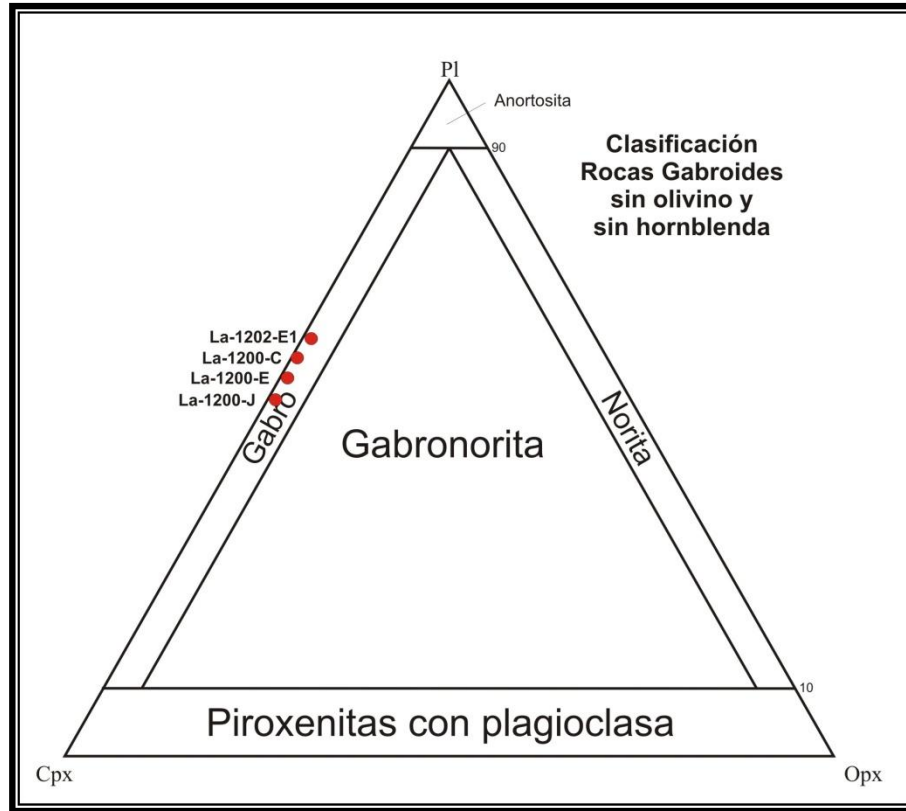


Fig. 28. Muestras de clastos de gabro graficadas en triángulo PI-Cpx-Opx.

Plagioclasa: Se presenta en cristales subhedrales con tamaño promedio 2,1 mm pero se observaron cristales de hasta 5,2 mm. Son de tipo oligoclasa en su mayoría, en la muestra La-1202-E1 predominan las de tipo andesina. Suele presentarse en los bordes de los piroxenos generando textura subofítica y a veces dentro de ellos generando textura ofítica (Figs. 29A y 29B). Se encuentran fuertemente alteradas a minerales de arcilla y en ocasiones a calcita, presentan pocas fracturas (Fig. 29C).

Clinopiroxeno: poseen forma subhedral y en ocasiones anhedral, con un tamaño promedio de 2,4 mm. Se caracterizan estar fracturados y alterados parcial o totalmente a

clorita, y en ocasiones parcialmente a calcita. La alteración que presenta dificulta la identificación del tipo piroxeno, es probable que sean augita o diópsido.

Anfíbol: solo se observó en la muestra La-1202-E1, se presentan como alteración de los fenocristales de clinopiroxeno que al igual que estos se presentan muy fracturados y alterados, se identificó como anfíbol por su clivaje (Fig. 29D). No se logró determinar el tipo de anfíbol.

Clorita: presente en todas las muestras analizadas, se formó por alteración de los clinopiroxenos. Se observó tanto la variedad magnésiana, con color de interferencia azul de primer orden, como la variedad no magnésiana.

Calcita: se observa como alteración de algunas plagioclasas y de clinopiroxenos, y en vetas mostrando cristales con maclado bien desarrollado.

Cuarzo: se presenta solo en vetas generadas posteriormente, por lo tanto su porcentaje no fue considerado al momento de clasificar el clasto.

Prehnita: solo presente en la muestra La-1200-C, se encuentra dentro de vetas y en cristales con hábito radial.

Opacos: aparecen en vetas y como cristales aislados en toda la muestra, por su brillo en luz reflejada se identificaron: pirita, presente en cristales euhedrales a subhedrales y magnetita, presente en cristales subhedrales a anhedrales.

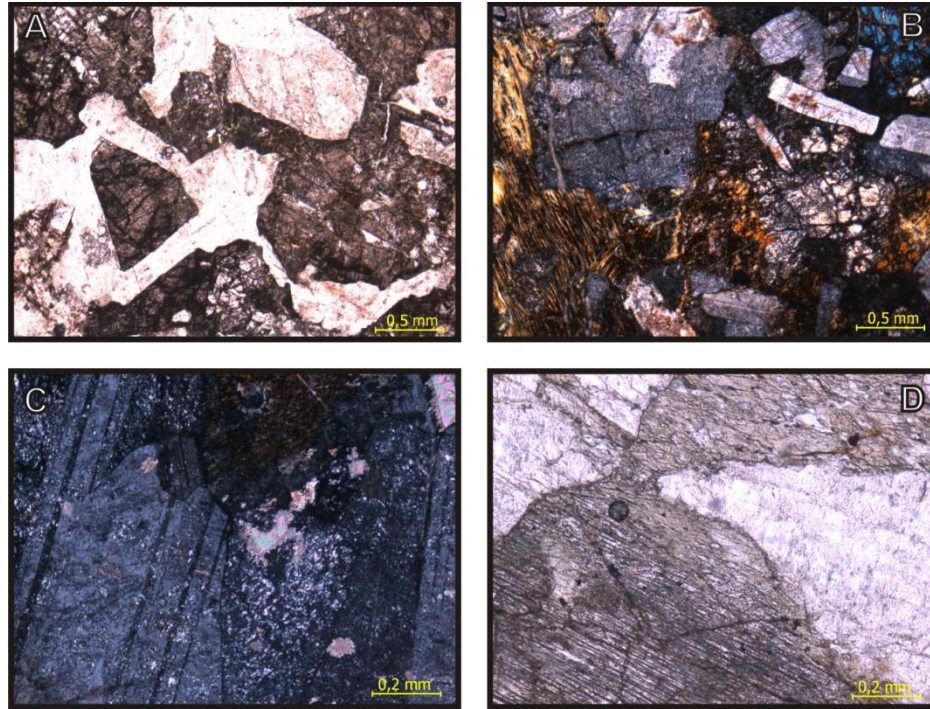


Fig. 29. Clasto de Gabro en la Formación Matatere. A) La-1200-C. Plagioclasas y clinopiroxenos generando textura subofítica, NP. B) La-1200-E. Textura ofítica y piroxeno alterado a clorita, NC. C) La-1200-J. Plagioclasa con alteración a minerales de arcilla y calcita, NC. D) La-1202-E1. Clinopiroxeno (abajo) alterando a anfíbol (arriba), NP.

• **Leucogabro**

Incluido en clastos con tamaño promedio de 5 cm de diámetro dentro de conglomerado. Es holocristalino, fanerítico y con fábrica equigranular hipidiomórfica con tamaño promedio de cristales de 2,3 mm. Contiene texturas de tipo ofítica y subofítica. La tabla 8 muestra la composición mineralógica de las muestras y la figura 30 la clasificación.

Tabla 8. Composición mineralógica de los clastos de leucogabro

Leucogabro (Clasto en Formación Matatere)							
Muestra	Pl	Cpx	Opx	Chl	Cal	Qtz	Opa
La-1200-H	55%	20%	0%	22%	0%	0%	3%
La-1202-E2	60%	31%	2%	3%	1%	1%	2%



Fig. 30. Muestras de clastos de leucogabro graficadas en triángulo PI-Cpx-Opx.

Plagioclasa: Se presenta en cristales subhedrales y anhedrales con tamaño promedio de 1,7 mm y se identificaron como andesina. Cristalizaron en los bordes y dentro de los piroxenos (Fig. 31A). Presentan sausrización.

Clinopiroxeno: poseen forma subhedral y anhedral, con un tamaño promedio de 2,2 mm. Se encuentran muy fracturados y presentan alteraciones a clorita y en ocasiones a calcita y óxido. No se logró identificar el tipo de clinopiroxeno.

Ortopiroxeno: solo presente en la muestra La-1200-E2 en muy bajo porcentaje. Se encuentra en cristales subhedrales con tamaño promedio de 1,3 mm, al igual que el clinopiroxeno se está fracturado y alterado, en algunos cristales mejor conservados se observó la típica extinción paralela y birrefringencia baja. No se logró identificar el tipo de ortopiroxeno.

Clorita: presente como alteración de los piroxenos. Se observó la variedad magnesiana y no magnesiana (Fig. 31B).

Calcita: se encuentra como alteración en algunos piroxenos, sin generar cristales desarrollados.

Cuarzo: se presenta solo en vetas generadas posteriormente, por lo tanto su porcentaje no fue considerado al momento de clasificar el clasto.

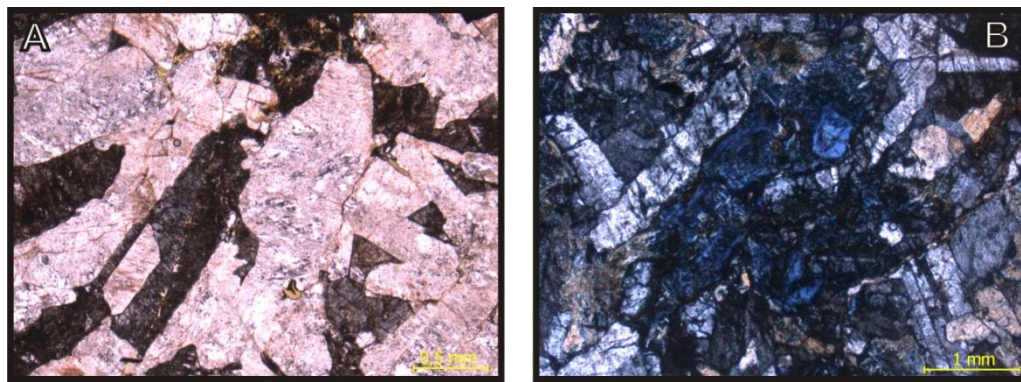


Fig. 31. Clasto de leucogabro en la Formación Matatere. A) La-1202-E2. Textura ofítica generada por cristalización de plagioclasa dentro de piroxeno, NP. B) La-1200-H. Plagioclasa junto con clorita de variedad magnesiana, NC.

Opacos: aparecen en vetas, como alteración en piroxenos y como cristales aislados en toda la muestra, se identificaron cristales euhedrales de pirita, cristales anhedrales de magnetita, y solo en la muestra La-1202-E2 cristales alargados de leucoxeno.

- **Gabro Hornbléndico**

Clasto de 5 mm de diámetro dentro de arenisca. La roca es holocristalina, fanerítica y de fábrica equigranular hipidiomórfica con tamaño promedio de cristales de 2,3 mm, cabe destacar que la muestra se presenta muy cloritizada. En afloramiento y muestra de mano el clasto fue clasificado como “melanogabro”, sin embargo la muestra analizada bajo microscopio no presentó un índice de color tan alto. La tabla 9 muestra la composición mineralógica del clasto la figura 32 su clasificación.

Tabla 9. Composición mineralógica de clasto de gabro hornbléndico

Gabro hornbléndico (Clasto en Formación Matatere)						
Muestra	Pl	Anf	Cpx	Chl	Qtz	Opa
La-1203-D	54%	25%	2%	10%	7%	2%

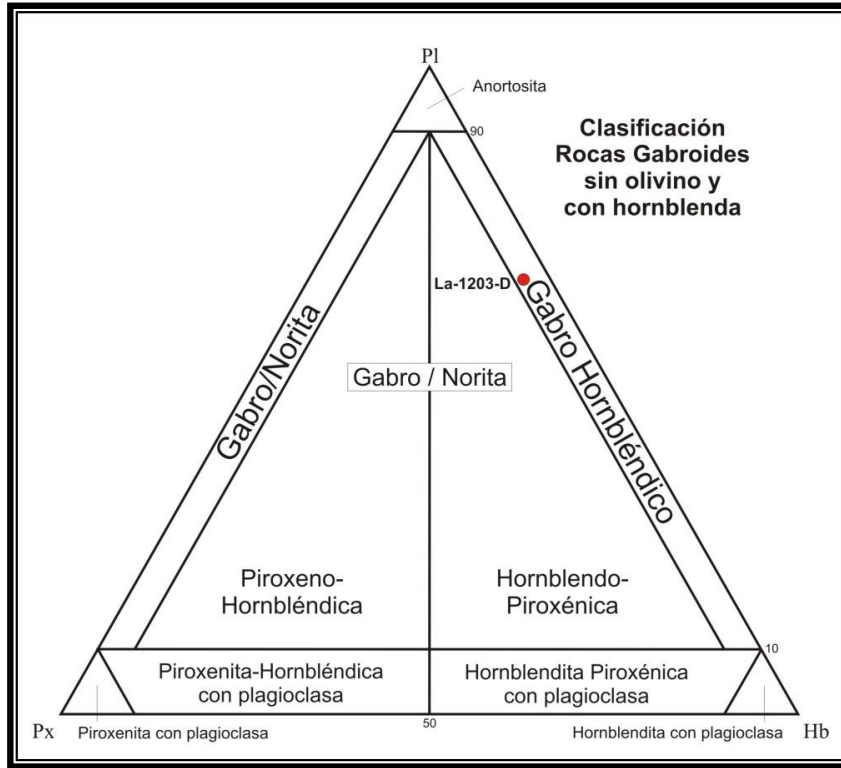


Fig. 32. Muestras de clastos de gabro graficadas en triángulo PI-Px-Hb.

Plagioclasa: es de tipo andesina y presenta en cristales subhedrales de 0,9 a 4,35 mm, presenta inclusiones de apatito y de anfíbol. Algunos de las plagioclasas se encuentran poco alteradas a minerales de arcilla.

Anfíbol: presente en cristales subhedrales y anhedrales alargados con tamaños que van de 0,8 a 2,3 mm. Se encuentra muy alterado a clorita dificultando la identificación del tipo de anfíbol, sin embargo en un cristal con poca alteración se observó un pleocroísmo de marrón claro a verde. Por la naturaleza del clasto se asume que es hornblenda (Fig. 33A).

Clinopiroxeno: se encuentra en muy bajo porcentaje en cristales subhedrales muy fracturados y alterados a clorita, a veces incoloros en nicols paralelos. No se logró identificar el tipo de clinopiroxeno.

Clorita: presente como alteración del anfíbol y del clinopiroxeno, solamente se observó la variedad no magnesiana.

Cuarzo: se presenta entre las plagioclasas y anfíboles como cristales anhedrales de tamaño promedio 0,12 mm, constituye como una matriz entre los fenocristales. Por ser resultado de la liberación de sílice de la hornblenda al cloritizarse, el mismo no se tomó en cuenta para la clasificación de la roca (Fig. 33B).

Opacos: presente como cristales euhedrales y anhedrales junto con el cuarzo, por su brillo en luz reflejada se identificó como pirita.

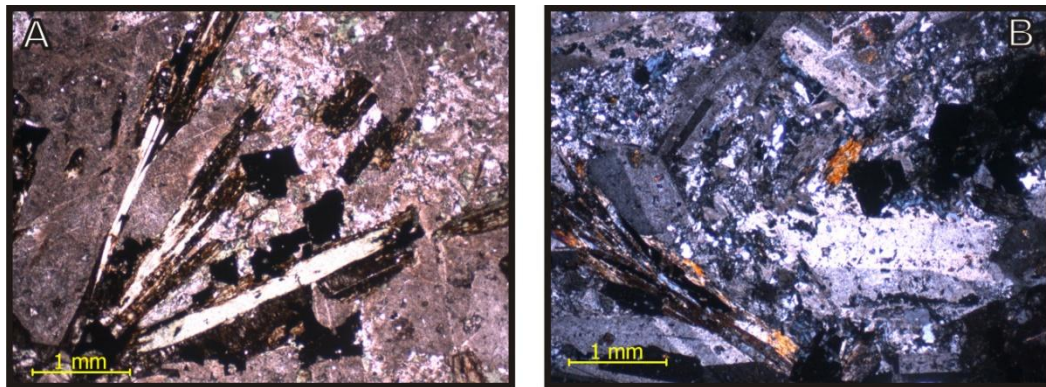


Fig. 33. Clasto de gabro hornbléndico en la Formación Matatere. A) La-1203-D. Cristales de anfíbol cloritizados junto con cristales de pirita, NP. B) La-1203-D. Cuarzo y pirita entre cristales de plagioclasa y anfíbol, NC.

- **Diabasa**

Clasto de 2 cm de diámetro de color gris verdoso que presenta cristales claros (posiblemente plagioclasa) embebidos en una matriz afanítica. El clasto es muy similar a la muestra La-1201. No se realizó análisis petrográfico a la muestra.

- **Chert**

Se presenta en clastos de tamaño promedio 4 mm y en forma de lentes que pueden llegar a medir 84 cm de longitud dentro de conglomerado. La roca es de origen biogénico, está constituida aproximadamente de un 80% de una matriz no identificable y un 20% de radiolarios con tamaño promedio de 0,1 mm. La mayoría de los radiolarios están recrystalizados a cuarzo, mientras que algunos todavía conservan su estructura interna (Figs. 34A y 34B).

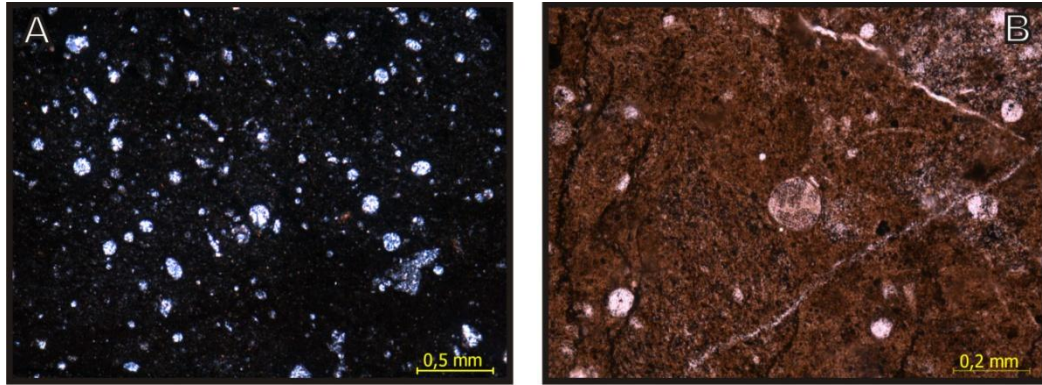


Fig. 34. Clasto de chert en la Formación Matatere. A) La-1200-D. Radiolarios recrystalizados a mineral de sílice, NC. B) La-1200-D. Radiolario que todavía conserva su estructura interna, NP.

- **Paraconglomerado polimíctico**

Clasto de 6 cm de diámetro dentro de conglomerado. Los componentes principales de la muestra son: clastos 83%, matriz 11%, cemento 2% y porosidad 2%. La roca presenta escogimiento pobre con clastos sub-redondeados y de esfericidad media; son predominantes los clastos de basalto cloritizado (68%) que poseen un tamaño variable de 0,17 a 40 mm, también hay presencia de caliza esparítica (8%), feldespatos tipo ortosa y plagioclasa (3%), calcita con cristales bien desarrollados rellenando veta (3%), clorita como alteración de fragmentos ígneos (2%) y cuarzo monocristalino (1%). Los contactos son de tipo grano-matriz (Fig. 35).

La matriz se encuentra formada por micrita y el cemento es carbonático de tipo microespato, el mismo se presenta en el borde de algunos granos. La porosidad es por disolución de matriz.

En la muestra analizada petrográficamente, el corte para la realización de la sección fina abarcó casi en su totalidad un gran clasto de roca volcánica, es por ello que el porcentaje de matriz es bajo y se podría clasificar como ortoconglomerado; pero en las observaciones de muestra de mano el porcentaje de matriz es mayor al 15% y esto lo ratifica la predominancia de contacto grano-matriz en el análisis petrográfico, por lo tanto se decidió clasificar al clasto como paraconglomerado polimíctico.

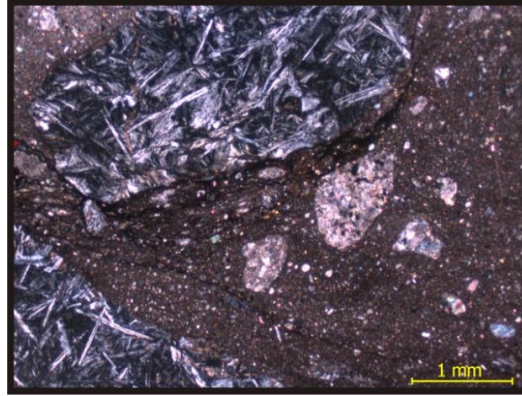


Fig. 35. La-1202-G. Clasto de paraconglomerado polimítico en la Formación Matatere. Fragmentos de basalto cloritizado y caliza esparítica en matriz de micrita.

- **Caliza “Mudstone”**

Presente en clastos y nódulos de 9 cm hasta 40 cm de diámetro dentro de conglomerado y arenisca. Se trata de una roca carbonática compuesta principalmente por ortoquímicos (70-90%), con poco contenido de aloquímicos (1-10%) y extraclásticos (3-15%) y de muy baja porosidad (0-1%) por disolución de matriz y cemento (Fig. 36A).

En la mayoría de las muestras el ortoquímico predominante es cemento carbonático de tipo microespato y pseudoespato, formado por recristalización de una matriz carbonática, siendo el porcentaje de micrita muy bajo (3-5%); sólo la muestra La-1205-A posee micrita como el ortoquímico predominante (86%) y el cemento (5%) de tipo microespato y pseudoespato se observa en los bordes de extraclastos y aloquímicos.

Los Pellets conforman el porcentaje principal de aloquímicos en las muestras, presentan un tamaño promedio de 0,09 mm y se encuentran recristalizados a mineral de sílice, también hay presencia de espículas de equinodermos (Fig. 36B) en un porcentaje mucho menor. De acuerdo a FOLK (1962) se podrían clasificar estas muestras como “caliza espática con pellets” o “caliza micrítica con pellets” (en el caso de la muestra La-1205-A).

Entre los extraclastos se encuentran granos de cuarzo monocristalino y policristalino, plagioclasa, fragmentos de rocas cloritizados y muscovita como mineral accesorio principal. La muestra La-1203-F presenta más del 10% de extraclastos pudiendo ser clasificada por MOUNT (1985) como “micrita arenosa” (Fig. 36C).

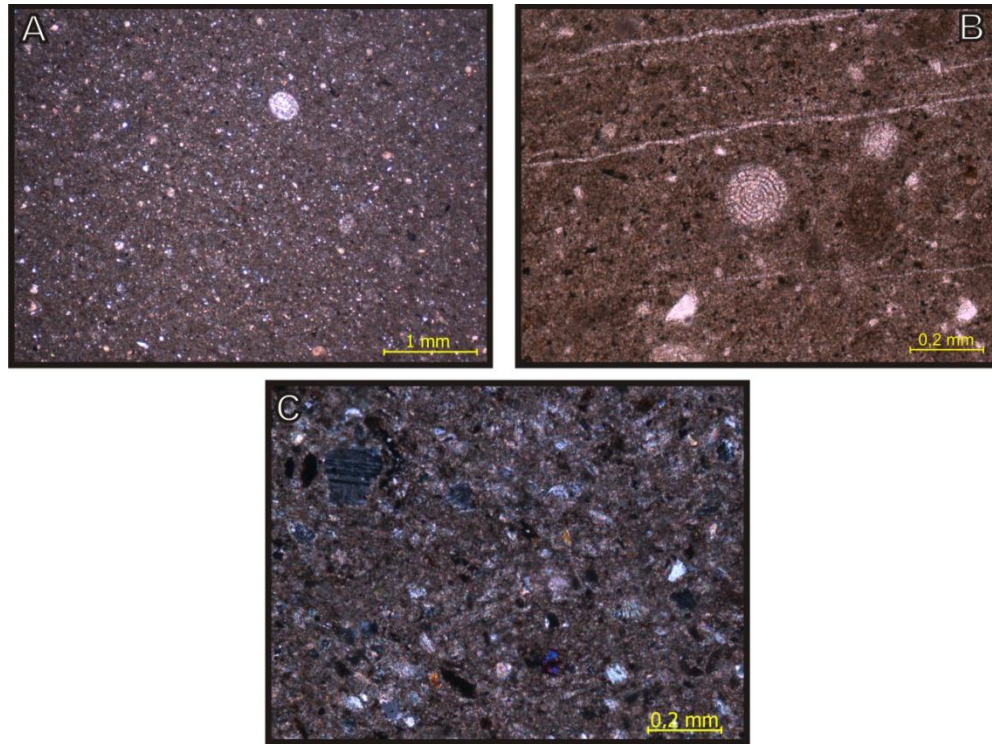


Fig. 36. Clasto de mudstone en la Formación Matatere. A) La-1205-A. Aspecto general de la roca vista en microscopio, NC. B) La-1200-I. Espícula de equinodermo, NP. C) La-1203-F. Extraclastos: plagioclasa, cuarzo, óxidos y fragmentos de roca, NC.

- **Caliza “Wackestone”**

En clasto y nódulos de tamaño variable incluidos en conglomerados y arenisca, la muestra de mano descrita es de 7 cm de diámetro. La roca presenta como componentes principales: ortoquímicos (80%), aloquímicos (18%), extraclásticos (2%) y no presenta porosidad.

Se identificaron pellets como los aloquímicos presentes con un tamaño promedio de 0,22 mm, completamente recristalizados en mineral de sílice y carbonático, algunos presentan cemento de óxido en los bordes (Fig. 37A). Como su porcentaje es mayor de 10% se le puede clasificar como una “pelesparita” (FOLK 1962).

El ortoquímico predominante es cemento (60%) tipo microespato y pseudoespato, posee un 20% de micrita y la cual se muestra como flujos o vetas atravesando la roca (Fig. 37B.).

Los pocos extraclásticos en la muestra están representados por granos de cuarzo monocristalino y ortosa.

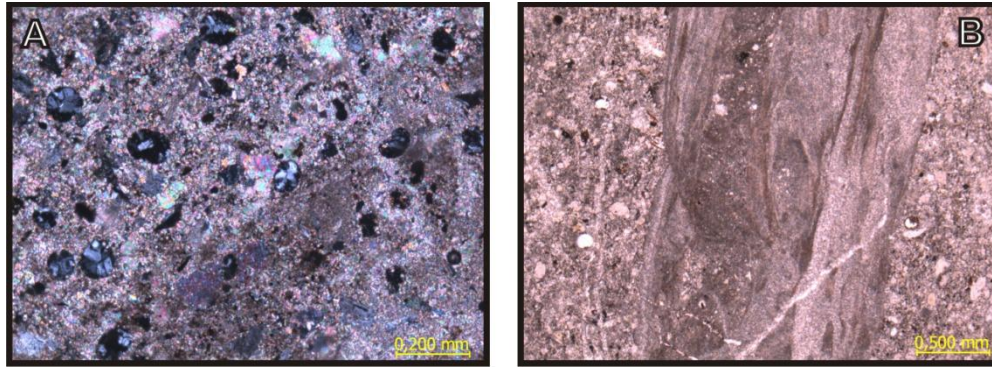


Fig. 37. Clasto de wackestone en la Formación Matatere. A) La-1202-C. Pellets silicificados dentro de cemento carbonático, NC. B) La-1202-C. Flujos de micrita que cortan a la muestra, NP.

- **Lutita carbonática.**

En fragmento dentro de arenisca, la muestra analizada es de 8 cm de diámetro. El clasto está compuesto por: matriz (73%) formada por minerales de arcilla y óxido de hierro; granos en un 12%, orientados y con tamaño promedio menor a 0,12 mm, se identificaron granos de cuarzo, feldespato, pirita y muscovita, hay presencia de microfósiles recristalizados a calcita que no pudieron ser identificados; el cemento abarca un 15%, es de tipo carbonático microespato y generalmente se presenta como recristalización de granos (Fig. 38). La muestra no posee porosidad.

El contacto es de tipo grano-matriz y algunos de los cristales de muscovita se encuentran deformados.

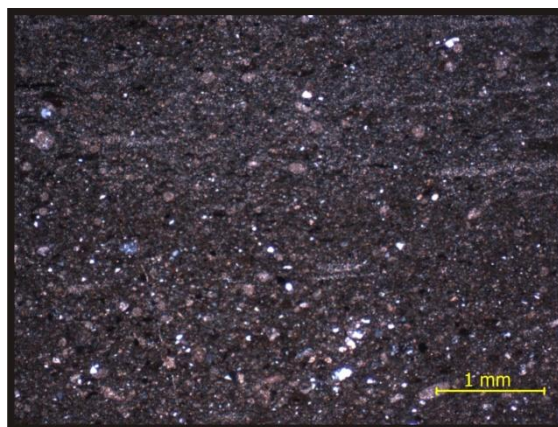


Fig. 38. La-1206-A. Clasto de lutita carbonática en la Formación Matatere. Clastos orientados y microfósiles recristalizados a calcita, NC.

Espesor

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

Fósiles

Aunque sus lutitas son poco fosilíferas lograron identificar *Cribrostomoides trinitatensis*, *Cyclamina elegans*, *Glomospira* sp. y *Haplophragweides excavata* de edad Paleoceno y en la región de El Tocuyo – Bobare se identificaron foraminíferos de edad Eoceno (VON DE OSTEN & ZOZAYA 1957).

Edad

De acuerdo a los fósiles reportados por VON DE OSTEN & ZOZAYA (1957), la Formación Matatere se estima que es de edad Paleoceno-Eoceno. Por su parte STEPHAN (1982) al dividir la Formación en 3 unidades informales (Matatere I, II y III) determina edades variables de Paleoceno, Eoceno Temprano y Eoceno Medio respectivamente. La Formación Matatere que aflora en la zona de estudio corresponde a Matatere III del Eoceno Medio. Esta edad es confinada mediante el estudio de cristales detríticos de zircón a través del método U-Pb por NOGUERA *et al.* (2008), donde el grano más joven es de $39,4 \pm 1,5$ Ma (Eoceno Medio, Bartoniano) (URBANI 2009).

Paleoambiente

La Formación Matatere se depositó en un ambiente turbidítico (BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1967)

3.2.2.6. Formación Jarillal

Consideraciones históricas

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

Localidad tipo

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

Extensión

De acuerdo a SENN (1935) la Formación aflora en los distritos Federación y Democracia, del estado Falcón y los distritos Urdaneta y Torres en el estado Lara. PITTELLI & MOLINA (1989) reconocen a la Formación Jarillal en la zona oriental del estado Zulia desde el límite sur de la zona de fallas de Oca-Mene de Mauroa-Hombre Pintado-Bariro, hasta el área de Quiroz-Pica Pica. En el área de estudio la Formación Jarillal se encuentra al noreste de la población de Urucure, en la vía hacia Churuguara, y abarca menos de 1% de las unidades que allí afloran (Fig. 39).

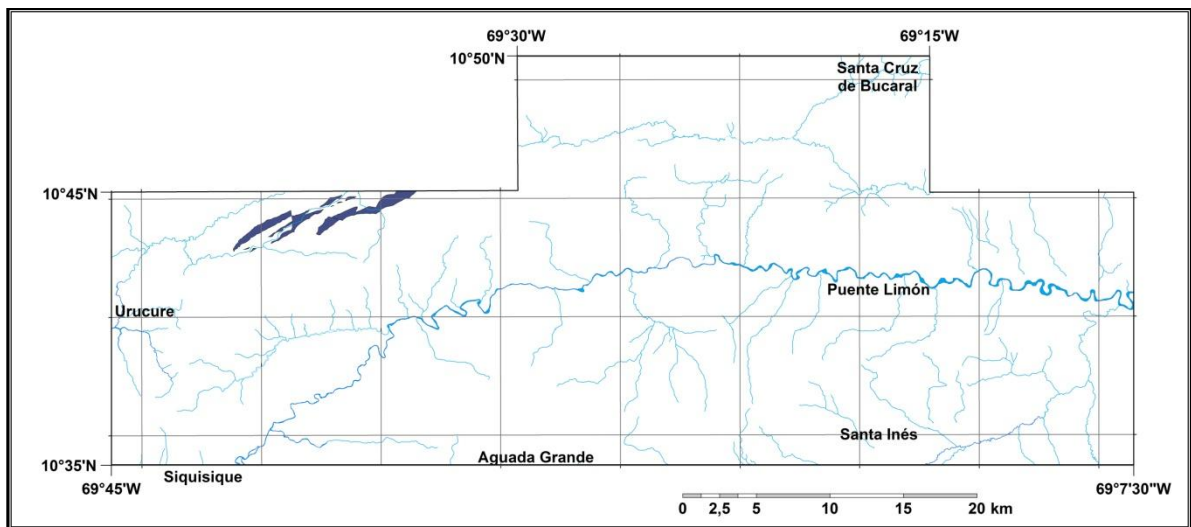


Fig. 39. Extensión de la Formación Jarillal en la zona de estudio.

Contactos

WHEELER (1958) señala que La Formación Jarillal es gradacional y concordante sobre la Formación santa Rita en la localidad tipo y debido los pobres afloramientos no se conoce con exactitud su relación con la Formación Trujillo (hoy en día Formación Matatere); también indica que aunque el contacto superior con la Formación Churuguara parece ser concordante, la evidencia paleontológica sugiere un hiatus.) La Formación Jarillal yace discordantemente sobre las formaciones Paují o Misoa, y su contacto superior con la Formación La Victoria es concordante (PITTELLI & MOLINA 1997).

Hacia el noreste de la población de Urucure la Formación se encuentra concordante sobre la Formación Matatere y es discordante con la Formación Casupal suprayacente.

Litología

La Formación consiste en una secuencia lutítica arenosa de color gris oscuro a abigarrado, siendo muy fosilífera en la parte inferior y ausente de fósiles en la parte superior, junto con la lutita aparece intercalada caliza con fósiles (SENN 1935). WHEELER (1958) describe a la lutita en los primeros 100 m de la secuencia como de color gris oscuro, limosa y con fractura irregular que se encuentran intercalada con delgadas capas de caliza arcillosa fosilífera que presenta nódulos de color gris oscuro, la lutita de la parte superior es de color gris oscuro, limosa, micácea y a veces presenta glauconita. Se ha encontrado hacia la base de la unidad arenisca carbonática de grano grueso, ferruginosa y con moluscos mal preservados en ciertas localidades.

Espesor

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

Fósiles

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

Edad

Se le otorga una edad a la Formación de Eoceno Medio tardío a Eoceno Tardío temprano (PITTELLI & MOLINA 1997).

Paleoambiente

El ambiente de depositación propuesto es marino, a una paleopropundidad de 100 y 200 m, representando un máximo transgresivo y el inicio de un ciclo regresivo (PITTELLI & MOLINA 1997).

3.2.2.7. Formación Casupal

Consideraciones históricas

El nombre Casupal fue publicado por LIDDLE (1946) para designar a una secuencia estratigráfica expuesta en el río Casupal, distrito Silva, estado Falcón, cerca de la población de Casupal, otros autores han utilizado el nombre de Formación Bachacal o “capas de Casupal” para designar esta Formación (RENZ 1956).

Localidad tipo

MÉNDEZ (1967) estableció como localidad tipo la sección que aflora en la quebrada La Pluma, entre los cerros Riecito al oeste y Misión al este, a unos 8 km al sur de la colonia agrícola de Araurima.

Extensión

Según JAM (1997) la Formación fue depositada en el margen surcentral y suroriental de la cuenca de Falcón y aflora en el cerro Riecito, en cerro Misión y en montañas de Agua Linda, entre los ríos Tocuyo y Aroa. En la zona de estudio la Formación abarca un 13% y se extiende completamente de oeste a este desde el norte de Siquisique hasta más allá de Santa Cruz de Bucaral, siempre en el margen norte del río Tocuyo (Fig. 40).

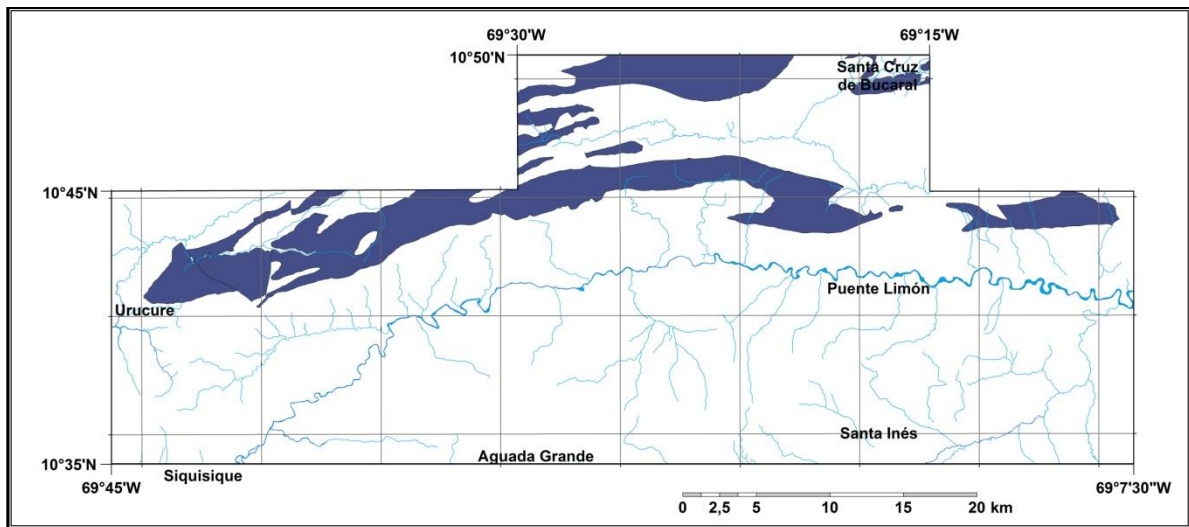


Fig. 40. Extensión de la Formación Casupal en la zona de estudio.

Contactos

La Formación Casupal yace discordante sobre las rocas eocénicas (WHEELER 1958), su contacto superior es concordante con la Formación Agua Linda (NATERA 1957), mientras que con la Formación Capadare es discordante (MÉNDEZ 1967). Su relación con la Formación Churuguara es incierta (ver Fig. 45 en Formación Capadare). Hacia el noreste de Urucure yace discordante sobre la Formación Jarillal y en la localidad de Las Llanaditas presenta un contacto discordante con las rocas ígneas de la ofiolita de Siquisique.

Litología

NATERA (1957) divide a la Formación Casupal en dos miembros los cuales “presentan suficiente similitud entre ellos como para constituir una sola Formación, y al mismo tiempo suficientes diferencias como para justificar la división”, los cuales llamó Casupal inferior y Casupal superior.

El miembro Casupal inferior consiste en capas de arenisca de color gris claro a gris oscuro, de grano fino a medio, carbonáticas, a veces ferruginosas, de bien a poco consolidadas con intervalos de lutita masiva de color gris oscuro a negro, bien consolidadas que grada a rocas carbonáticas convirtiéndose en lignitas impuras. También hay presencia de capas de caliza de color gris con fragmentos fósiles, intercaladas con capas de lutita, pero estas no son muy comunes.

El miembro Casupal superior está formada por diversos tipos de rocas dentro de una secuencia aleatoria, siendo comunes capas de conglomerado. La base este miembro consiste en arenisca sucia, de grano fino a grueso, localmente carbonática que está intercalada con lutita de color gris, carbonática, con jarosita; el contacto con el miembro inferior está marcado por el paso entre arenisca con abundante carbón a arenisca ausente de este material. La parte media de este miembro está caracterizada por arenisca con abundantes clastos de cuarzo y chert negro y con una matriz muy carbonática. El tope de la sección se caracteriza por capas de conglomerado cuyo componente principal son clastos de cuarzo de hasta 5 cm de diámetro, presente en capas de hasta 20 m de espesor; el conglomerado se va haciendo menos consolidado hacia el tope de la sección.

WHEELER (1958) describe a la Formación Casupal en la región de Siquisique como arenisca de grano grueso con aspecto “sal y pimienta” que puede llegar hasta 50 m de espesor, intercalada con lutita de color gris oscuro con fractura irregular y presencia de

jarosita. Identifica la presencia de lignita y de capas con menos de 20 cm de espesor de caliza fosilífera y arcillosa, intercaladas con la lutita.

Espesor

NATERA (1957) indica que es muy difícil conocerlo con exactitud debido a que el miembro inferior es afectado por numerosas fallas, pero logró medir secciones parciales de 500 m, el miembro superior fue medido en las secciones aflorando en el río Mostrenco y la quebrada las Dos Bocas, dando un espesor de 1203 m; MÉNDEZ (1967) señala un espesor de 1.700 m en la quebrada La Pluma, 2.100 m en el río Los Cumarebos y 3.500 m en el río Corépano.

Fósiles

JAM (1997) indica la presencia de gasterópodos: *Ampullinopsis spenceri*, *Sinum multilineatum*, *Turritella andreas* y *T. filacarmenensis*. *Kaaschieter* y de foraminíferos: *Ammonia becarrii*, *Ammotium* sp., *Trochammina* sp. y *Miliammina* sp.

Edad

En base a los fósiles identificados y a polen encontrado en un estudio palinológico en la quebrada La Pluma, se estima que la Formación Casupal sea de edad Oligoceno-Mioceno Temprano (JAM 1997).

Paleoambiente

Las rocas de la Formación representan una facies de sedimentación piemontina-costera con influencia marina litoral restringida (GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* 1980).

3.2.2.8. Formación Churuguara.

Consideraciones históricas

El nombre de esta Formación fue introducido por GORTER & VAN DER VLERK (1932) a las rocas que afloran en la cercanía de la población de Churuguara en el estado Falcón. Posteriormente fue estudiada por LIDDLE (1946) quien la eleva el rango de Formación, y por WHEELER (1958).

Localidad tipo

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

Extensión

La Formación Churuguara aflora extensamente en el flanco sur de la cuenca de Falcón y se reconoce al oeste hasta la quebrada Mamoncito y hacia el este hasta más allá de Churuguara (LORENTE & DÍAZ DE GAMERO 1997). En la región de Siquisique-Santa Inés-Santa Cruz de Bucaral aflora al norte del río Tocuyo, desde el norte de Urucure hasta las cercanías de Santa Cruz de Bucaral, comprende un 7% de las unidades que allí afloran (Fig. 41).

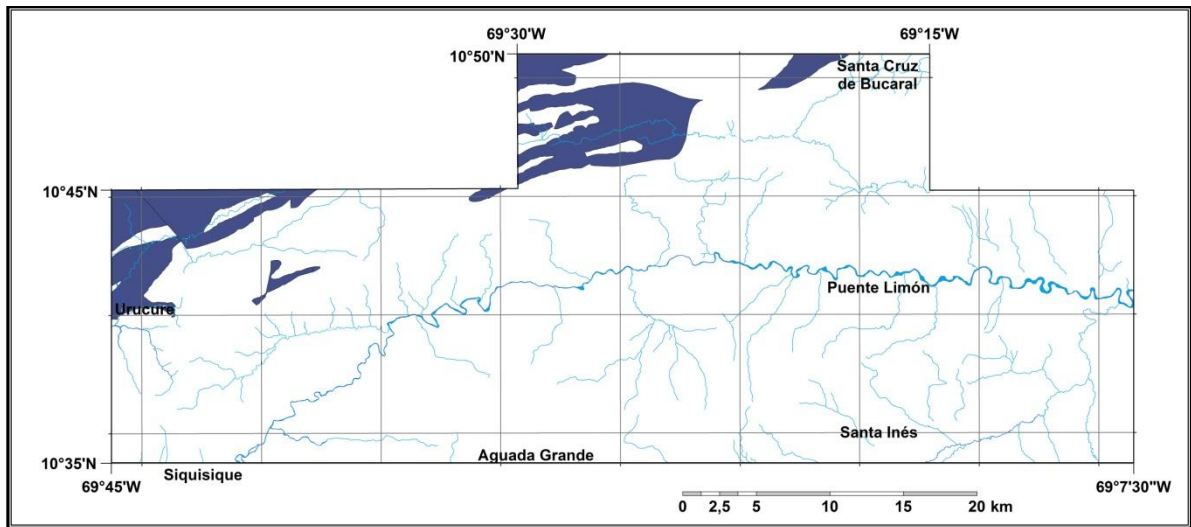


Fig. 41. Extensión de la Formación Churuguara en la zona de estudio.

Contactos

Las relaciones estratigráficas de la Formación con las demás unidades no es conocida con exactitud, NATERA (1957) reporta un cambio de facies entre las formaciones Churuguara y Capadare en las cercanías de la población de Mapararí. WHEELER (1958) indica que la Formación es concordante con la Formación Agua Clara suprayacente y que existe un cambio de facies lateral con la Formación Castillo. DÍAZ DE GAMERO (1977) indica que el contacto inferior es concordante con la Formación Paraíso y que al sur de su localidad tipo se interdigita con la Formación Pecaya. En base a los modelo propuestos por WHEELER (1958) con respecto a la relación estratigráfica de la Formación Capadare con las formaciones Churuguara y Casupal (Fig. 45), y al cambio lateral de facies reportado por

NATERA (1957), en el presente trabajo se asume que esta Formación presenta un contacto discordante con la Formación Casupal infrayacente.

Litología

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

Las rocas más comunes en la Formación son las gradaciones de caliza arenosa a arenisca carbonática, la misma es de color gris azulado a gris oscuro, bien consolidada, fosilífera, de grano fino a muy grueso, a veces glauconítica y con presencia de nódulos carbonáticos y ferruginosos de 1 a 25 cm de longitud. La segunda litología más característica de esta Formación es la caliza arrecifal masiva de color gris claro a un gris azulado, bien consolidada, con presencia de orbitoides, corales, fragmentos de algas, equinoideos y conchas de pelecípodos; este tipo de caliza se caracteriza por formar riscos prominentes.

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

La limolita es común en toda la Formación siendo de color gris oscuro, gris verdoso o gris azulado, micácea, localmente carbonática y a veces glauconítica. La lutita por su parte es de color gris a gris oscuro, limosa, con pocos fósiles, fractura irregular y con presencia de nódulos de hierro alineados con la estratificación.

Espesor

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

Fósiles

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

Edad

De acuerdo a WHEELER (1958) los fósiles presentes en la base de la Formación indican una edad de Oligoceno Temprano a Medio, los de la parte media una edad Oligoceno Medio a Tardío y los de la parte superior una edad de Mioceno Temprano. DÍAZ DE GAMERO (1977) asimismo considera una edad de Oligoceno Temprano a Mioceno Temprano y reporta que la edad del contacto entre las formaciones Pecaya y Churuguara es variable, de acuerdo al nivel de exposición de la interdigitación que existe entre las unidades.

Paleoambiente

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

3.2.2.9. 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. LORENTE (1986) realiza un estudio palinológico de la Formación.

Localidad Tipo

WHEELER (1958) señala como localidad tipo la secuencia reportada por JHONSON (1949) en cerro Castillo a 27 km al sur de Dabajuro, distrito Buchivacoa, estado Falcón, y recomienda la sección que aflora en cerro Frío a unos 5 km al este de la localidad tipo.

Extensión

La Formación Castillo aflora en una amplia zona semicircular, a lo largo del borde occidental de la cuenca de Falcón (LORENTE 1997a). En la zona de estudio esta Formación aflora al sur de Urucure y al este de Puente Mamón, comprende cerca de 1% de las unidades que afloran (Fig. 42).

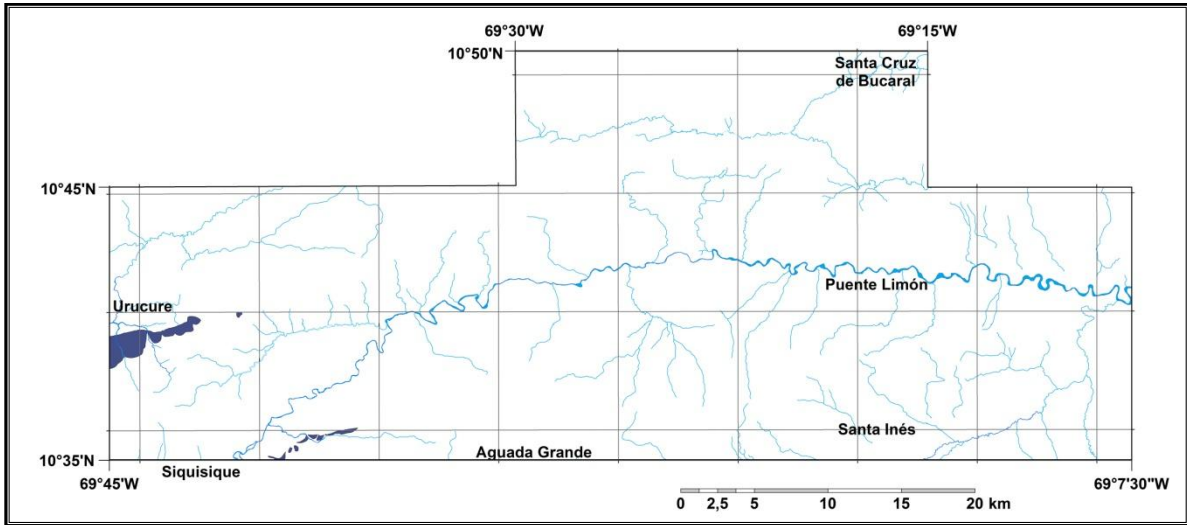


Fig. 42. Extensión de la Formación Castillo en la zona de estudio.

Contactos

La Formación Castillo yace concordantemente sobre la Formación Pecaya y discordantemente sobre las rocas eocénicas de la Formación Matatere y sobre las ofiolitas que afloran al noroeste de Siquisique, cerca del cerro Algodones. Su contacto superior es concordante y diacrónico hacia el sur de la cuenca con la Formación Agua Clara (LORENTE 1997). En el sur de Urucure y al este de Puente Mamón presenta contacto discordante con las formaciones Capadare y Matatere.

Litología

WHEELER (1958) es quien describe a la Formación Castillo. Indica que se trata de una secuencia de arenisca con intercalaciones de lutita, limolita, conglomerado, lignita 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. Los últimos dos tipos de arenisca son comunes en la parte Sur donde aflora la Formación. Las capas de lutita se encuentran 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 consisten en 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. La lignita presenta un espesor menor a 2 m y es impura, arenosa y limosa, mientras que la caliza es de color marrón e impura.

Espesor

Su espesor es variable, WHEELER (1958) señala un espesor de 779 m en la quebrada Cocuyito al sur de Baragua. En el área de cerro Frío alcanza su máximo espesor 1477 m y en la quebrada Lugado posee 1.066 m, en el este de Buchivacoa (GORMAN 1950).

Fósiles

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

Edad

De acuerdo a WHEELER (1958) la edad de la Formación es de Oligoceno – Mioceno Temprano. Los estudios de LORENTE (1986) sugiere una edad de Oligoceno en niveles inferiores y Mioceno Temprano en los niveles superiores.

Paleoambiente

La parte sur de la Formación fue depositada bajo condiciones de agua salobre y continentales, mientras que la norte la depositación fue en un ambiente marino somero (WHEELER 1958).

3.2.2.10. 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 interstratificaciones de calizas y lutitas ocasionales, pero es descrita en detalle por LIDDLE (1928) quién la define como Formación Agua Clara.

Localidad tipo

Su localidad tipo se encuentra en el río Mitare, cercano a la población de Agua Clara (DÍAZ DE GAMERO, 1997).

Extensión

De acuerdo a WHEELER (1958) 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. La unidad comprende un cerca del 1% en la zona de estudio y aflora solamente en las cercanías de la población Urucure y al norte de esta (Fig. 43).

Contactos

La Formación Agua Clara yace de manera concordante sobre las formaciones Castillo, Churuguara y Pedregoso y la suprayace, también de manera concordante, las areniscas de la Formación Cerro Pelado (WHEELER 1958, DÍAZ DE GAMERO 1997). En los afloramientos al norte de Urucure presenta contacto concordante con la Formación Capadare y contacto concordante y de falla con la Formación Churuguara.

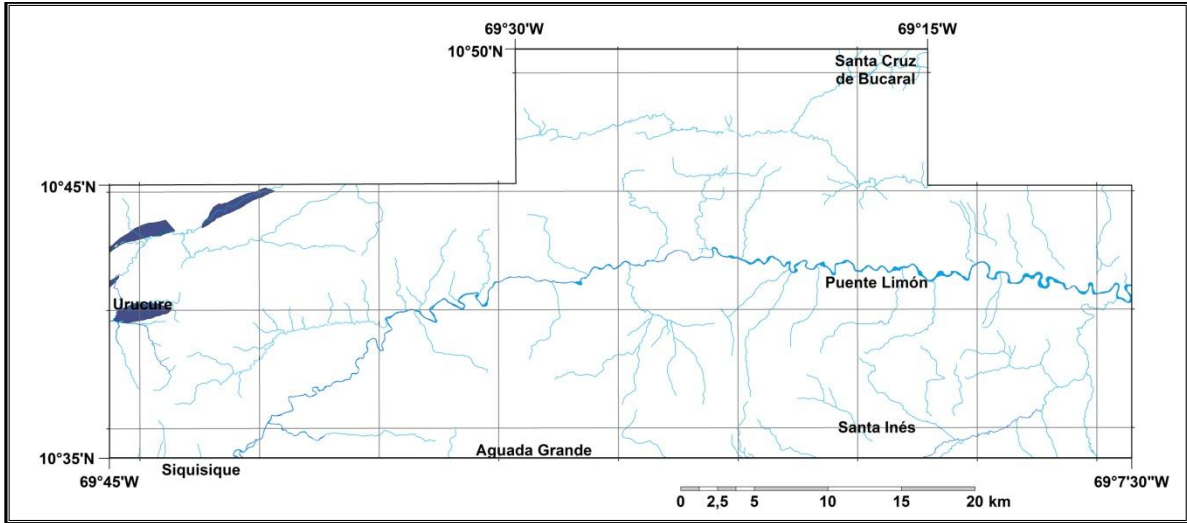


Fig. 43. Extensión de la Formación Agua Clara en la zona de estudio.

Litología

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

Espesor

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

Fósiles

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

Edad

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

Paleoambiente

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

3.2.2.11. Formación Capadare.

Consideraciones históricas

El nombre “Capadare” (Serie de) fue utilizado por primera vez por WIEDENMAYER (1924) para designar a una secuencia de unidades litoestratigráficas de edad Mioceno-Plioceno de Falcón Oriental; muchas de estas unidades fueron correlacionadas de manera errónea y hoy en día se conocen con diversos nombres. Es LIDDLE (1928) quién le da el nombre de Caliza de Capadare, sin embargo diversos autores prefieren llamarla Formación Capadare, siendo BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) quienes justifican el nombre de Formación Capadare, por sus características litológicas cartografiables, a una secuencia de calizas arrecifales, margas y lutitas expuestas en Falcón sureste y surcentral.

Localidad tipo

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

Extensión

Según SCHERER (1997a) la Formación Capadare aflora como bancos carbonáticos y complejos arrecifales separados en los distritos Acosta y Silva del estado Falcón. En la sección de estudio esta Formación aflora de oeste a este desde Urucure y el norte de Siquisique hasta más allá de Santa Inés, en ambos flancos del río Tocuyo extendiéndose al norte hasta Santa Cruz de Bucaral; es la formación que más área abarca, con un 30% del área total (Fig. 44).

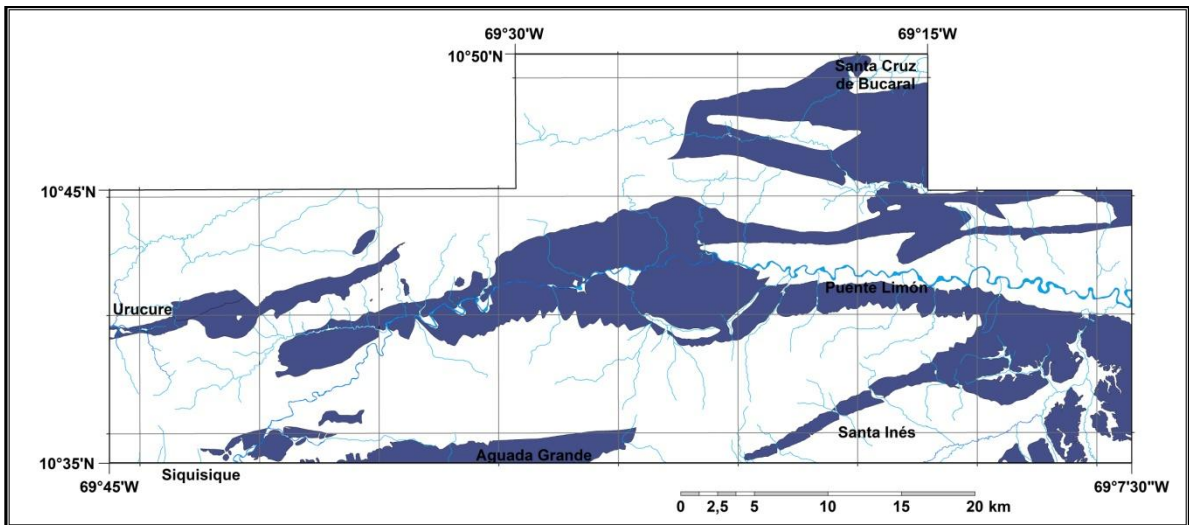


Fig. 44. Extensión de la Formación Capadare en la zona de estudio.

Contactos

La relación estratigráfica de la Formación Capadare ha sido un tema de discusión, sobre todo en los afloramientos de la región de Siquisique. WHEELER (1958) indica que la Formación yace discordante sobre la Formación Castillo, la cual se acuña hacia el este en donde la Formación Capadare entra en contacto discordante con la Formación Matatere y la Formación Casupal, su contacto con la Formación Agua Clara es concordante. Por encima la Formación se encuentra en contacto concordante con la Formación Cueparo descrita por NATERA (1957), la cual el autor propone como equivalente.

En los lugares en que la parte superior de la Formación Churuguara consiste en intercalaciones de calizas y lutitas, es muy difícil diferenciarla de la Formación Capadare, por lo tanto no se conoce con exactitud el tipo de contacto entre ambas formaciones. NATERA (1957) reporta un cambio lateral de facies entre la Formación Churuguara y la Formación Capadare en las cercanías de Mapararí; WHEELER (1958) considera que aunque

ambas formaciones llegan a ser similares litológicamente, no son equivalentes en el tiempo, siendo la Formación Churuguara más antigua, además considerando que la Formación Capadare se adelgaza y gradan hacia el norte en las formaciones Agua Clara y Cueparo, la Formación Churuguara debe acuñarse hacia el sur para reemplazar la pérdida de la sección carbonática.

WHEELER (1958) propone 3 modelos de acuñamiento de la Formación Churuguara hacia el Sur (Fig. 45):

1. Las capas pertenecientes a la Formación Churuguara gradan hacia el sur en la Formación Casupal.
2. Una discordancia local se puede desarrollarse en el contacto en el borde sur de la cuenca entre las formaciones Churuguara y Casupal. Luego se deposita la Formación Capadare por transgresión sobre la Formación Churuguara.
3. Se crea una discordancia local en la base de la Formación Capadare. La Formación Churuguara es cubierta discordantemente por la Formación Capadare.

De los 3 modelos propuestos (Fig. 45), el de mayor semejanza a la realidad es el número 2 debido a que NATERA (1957) ha cartografiado el contacto entre las formaciones Capadare y Casupal como discordante y al parecer ha observado un cambio de facies entre las formaciones Capadare y Churuguara descartando una discordancia entre ellas. Este modelo es el asumido en la realización de los mapas geológicos del presente trabajo.

Litología

NATERA (1957) señala que la Formación Capadare en su localidad tipo es descrita como una caliza masiva, pero en la región de Bajo Tocuyo se encuentran los siguientes tipos litológicos:

- Caliza limpia de masiva a capas delgadas, ricas localmente de megafósiles, algas y conchas de bivalvos, sobretodo en la quebrada Guaca, en ciertas localidades abarcan cerca de un 100% del volumen de la Formación. Las capas de caliza usualmente conforman crestas de gran altura con laderas de alta pendiente; las que generan escarpes parecen ser de tipo masivas y continuas. Una topografía aserrada y la presencia de sumideros cársticos son características de esta Formación.
- Capas de lutita intercaladas de color gris a gris verdoso, carbonáticas y localmente fosilíferas. Estos intervalos arcillosos desaparecen de una localidad a otra, y no se encuentran

restringidos a alguna posición estratigráfica. En algunos sectores pueden llegar a abarcar hasta 50% de volumen en la Formación.

- En la sección expuesta en la carretera Barquisimeto-Churuguara, al sur del río Tocuyo, hay presencia de un conglomerado basal de 5 a 6 m de espesor que es discordante sobre rocas del Eoceno. Este conglomerado está formado por clastos de cuarzo, arenisca y chert, embebidos en una matriz altamente ferruginosa. Esta facies conglomerática está restringida a esta carretera y a la quebrada Las Palmas adyacente.

WHEELER (1958) a su vez señala que la Formación Capadare que aflora en la región de Siquisique difiere en las características litológicas y en correlación con la que aflora en su localidad tipo, por lo tanto la describe en ese sector como Formación Cristian, nombre utilizado por diversos geólogos anteriormente.

La Formación Cristian es caracterizada por una serie de capas de caliza intercaladas con arenisca y lutita. La caliza es de color gris a marrón claro, bien consolidada, muy rica en fósiles y con una matriz “densa”, en algunos casos arenosa y arcillosa. La lutita es de color gris claro con fractura irregular, localmente limosa pero es más común que sea carbonática con alto contenido fosilífero. La presencia de arenisca es rara, es de grano fino a grueso y carbonática, puede estar bien consolidada o poco consolidada, dependiendo de la cantidad de cemento carbonático.

Espesor

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

Fósiles

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

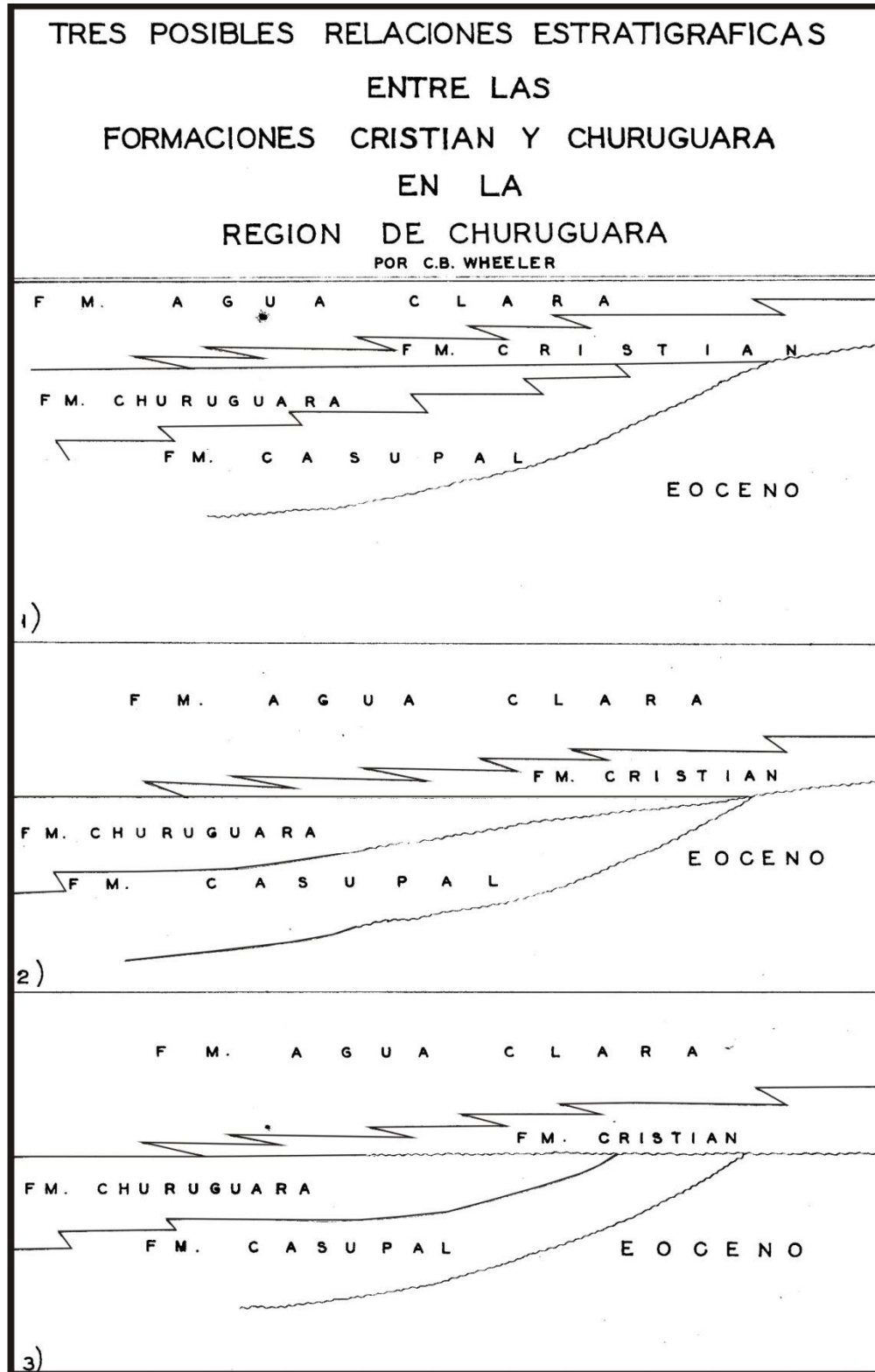


Fig. 45. Modelos propuestos para explicar la relación estratigráfica entre las formaciones Churuguara y Casupal (en el gráfico como Formación Cristian). Tomado de WHEELER (1958).

Edad

En cuanto a su edad ha existido controversia por los fósiles que contiene, la presencia de *Miogypsina* indica una edad de Mioceno Temprano, sin embargo, DROOGER (1956) cree que el rango de la *Miogypsina* puede abarcar hasta el Mioceno Medio; RENZ (1948) correlaciona la unidad con el Miembro Huso de la Formación Pozón del Grupo Agua Salada, situada en zona de *Robulus senni* de Mioceno Medio, asimismo DÍAZ DE GAMERO (1985) le asigna una edad que va de la zona de *Globorotalia fohsi* a *Globorotalia menardii* del Mioceno Medio.

Paleoambiente

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

3.2.2.12. Formación Cueparo

Esta Formación no está contemplada dentro del *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997), ya que nunca ha sido publicada formalmente.

Consideraciones históricas

El nombre de esta Formación fue utilizado en diversos reportes de las industrias petroleras, NATERA (1957) indica que la Formación consiste en las rocas que se encuentran por encima de la Formación Capadare en el área de Riecito.

Localidad tipo

NATERA (1957) señala que su localidad tipo es la zona de Cueparo ubicada al este de la estructura de Riecito, además indica que las áreas de afloramiento se encuentran muchas veces cubiertas por aluvión, pero al oeste de Puente Limón se encuentran buenos afloramientos.

Extensión

En el área de estudio esta Formación se extiende de oeste a este a lo largo del Río Tocuyo desde la localidad conocida como Cotana al Oeste de Puente Limón, hasta la localidad de El Paso. Abarca aproximadamente un 3% del área total de unidades que afloran (Fig. 46).

Contactos

En el área de estudio descansa concordantemente sobre la Formación Capadare y su contacto superior es concordante con la Formación Ojo de Agua.

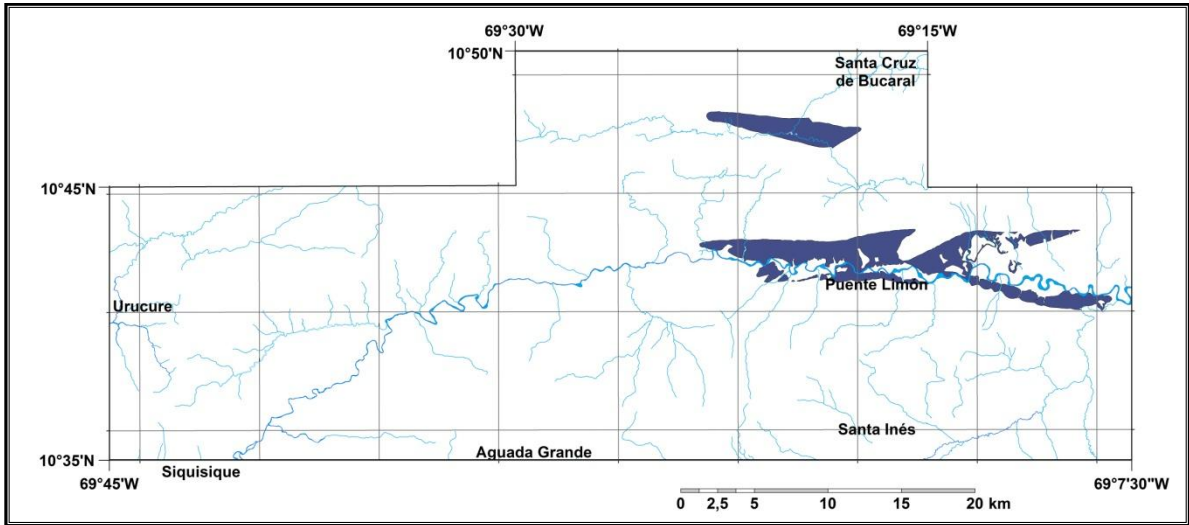


Fig. 46. Extensión de la Formación Cueparo en la zona de estudio.

Litología

NATERA (1957) describe siguientes tipos litológicos para la Formación:

- Lutita masiva de color gris verdoso a gris azulado, con microfósiles y macrofósiles bien preservados y de una abundancia inusual. Estas capas de lutita son muy parecidas a las de la Formación Ojo de Agua, y en afloramientos aislados son muy difíciles de diferenciar.
- Caliza arenosa fosilífera de color amarillo a marrón.
- Arenisca de capas delgadas a masiva, de bien a poco consolidada, de grano fino a grueso y algunas veces presenta concreciones.
- Bancos de ostras de gran espesor y lentes finos de coquina.

Espesor

No se conoce con exactitud el espesor de la Formación, pero según datos del pozo Silva de la Creole Petroleum Company, ronda por los 443 m (NATERA 1957).

Edad

Según NATERA (1957) la edad de la Formación Cueparo es altamente discutida debido a la variedad de fósiles incluidos y al gran rango de tiempo que estos representan, se asume que es de edad Mioceno Medio a Mioceno Tardío

Paleoambiente

Se considera que la Formación se depositó en un ambiente marino somero, nerítico (NATERA 1957).

3.2.2.13. Formación Ojo de Agua

Consideraciones históricas

Esta Formación recibe su nombre por KUGLER & VODERSCHMITT (1925), refiriéndose a las rocas que estratigráficamente se encuentran por encima del Grupo Agua Salada en las localidades de El Mene de Acosta y Pozón.

Localidad tipo

La localidad tipo se encuentra en el cerro Ojo de Agua, distrito Acosta, estado Falcón, y los afloramientos están distribuidos en los valles de los ríos Tocuyo y Aroa (LORENTE 1997b).

Extensión

De acuerdo a LORENTE (1997b) la Formación aflora solamente en el área de Pozón, distrito Acosta, en el estado Falcón. En el área de estudio esta unidad aflora solamente al este de Puente Limón, en las cercanías de la localidad de El Paso, y representa cerca de 1% del área total (Fig. 47).

Contactos

La Formación descansa concordantemente sobre el Grupo Agua Salada (NATERA 1957). Hacia el este del anticlinal del Pozón-El Mene de Acosta, la Formación Ojo de Agua se interdigita con el Miembro El Huso (Formación El Pozón), hasta que este último la reemplaza totalmente, mientras que en el oeste ocurre lo contrario, el Miembro El Huso es reemplazado por la Formación Ojo de Agua (RENZ 1948). En la zona de estudio la Formación Ojo de Agua se encuentra en contacto concordante con la Formación Cueparo infrayacente.

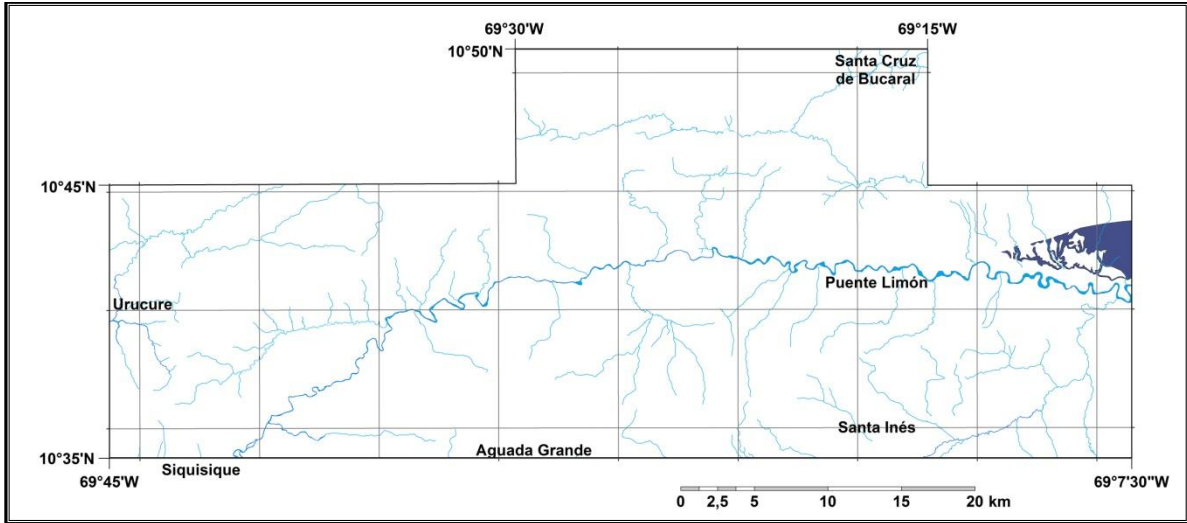


Fig. 47. Extensión de la Formación Ojo de Agua en la zona de estudio.

Litología

La litología consiste en capas de arenisca masiva de color gris oscuro, de pobre a bien cementada, de grano fino a grueso, micácea, yesífera y algo carbonática que se encuentran intercaladas con capas de lutita masiva yesífera de color gris a gris azulado. Indica que además se pueden encontrar capas de bancos de ostras de 1,5 m de espesor y caliza impura en la Formación. El ambiente de depositación es marino somero, cercano a la costa (NATERA, 1957).

Espesor

Se estima que su espesor ronda por los 200 m (LORENTE 1997b).

Fósiles

RENZ (1948) reporta la presencia de semillas de *Chara*, el foraminífero *Ammonia beccarii* y diversos ostreidos.

Edad

De acuerdo a los fósiles encontrados, se le asigna una edad a la Formación de Mioceno Tardío, Se cree, por su edad, que la Formación Ojo de Agua es correlacionable con la Formación Caujarao de Falcón central (RENZ 1948).

3.2.2.14. Formación Guaidima

Consideraciones históricas

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

Localidad tipo

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

Extensión

NATERA (1957) reporta que esta Formación está restringida en los valles de Guaidima y Cubecito y a una pequeña zona en el borde norte del valle de Ureña, al este de la carretera hacia Churuguara. En el área de estudio esta Formación aflora como un cuerpo alargado con orientación este-noreste ubicado en las cercanías de la población de Santa Inés, al norte de la carretera que lleva a Puente Limón y Mapararí, representa 1% del total de afloramientos (Fig. 48).

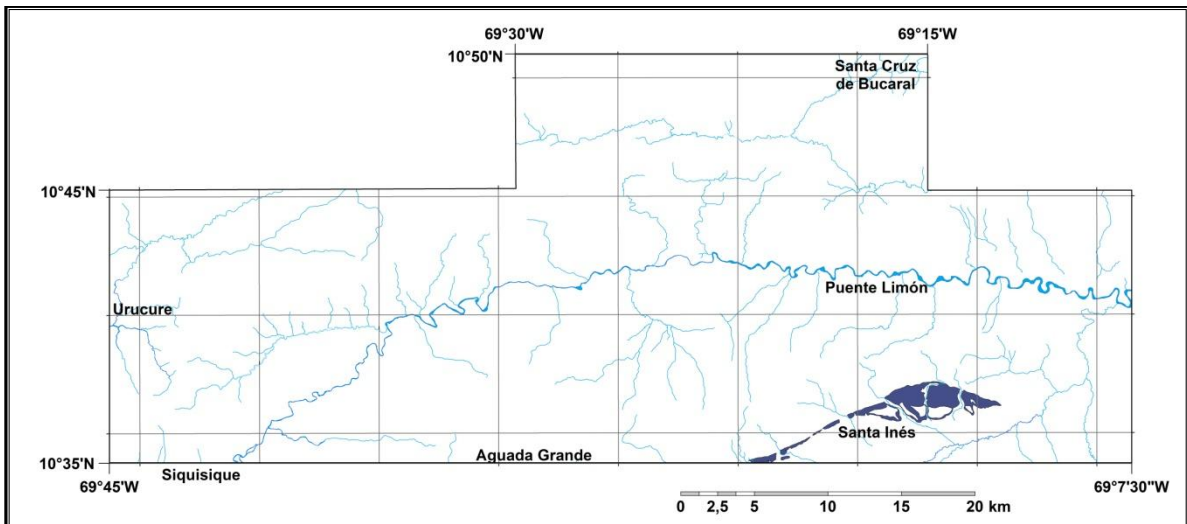


Fig. 48. Extensión de la Formación Guaidima en la zona de estudio.

Contactos

En la localidad de estudio la Formación Guaidima descansa discordantemente sobre la Formación Capadare y solamente es cubierta por sedimentos cuaternarios sin consolidar.

Litología

La Formación Guaidima está compuesta por capas de conglomerado, arenisca y lutita, siendo predominantes las rocas conglomeráticas. La estratificación masiva y la poca exposición son características de esta Formación.

El conglomerado contiene fragmentos muy angulares de rocas cretácicas y de edades más jóvenes y tiene un aspecto de depósitos modernos de ríos, sin embargo se encuentra muy bien cementado por una matriz arenosa carbonática. En algunas áreas, como en los valles de Tapatapa y Guaidima, los clastos redondeados de cuarzo son el constituyente principal de la roca.

Espesor

El espesor no se conoce con exactitud, pero NATERA (1957) estima que máximo posee unos 200 m.

Edad

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

Paleoambiente

Las capas de conglomerado indican un ambiente de depositación continental (NATERA 1957).

3.2.2.15. Unidades cuaternarias

Estas unidades representan los sedimentos, aún no consolidados, presentes en la zona de estudio y se encuentran distribuidas por toda el área de estudio, concentrándose en los drenajes principales y en las poblaciones de Santa Inés, Siquisique y Santa Cruz de Bucaral y sus alrededores. WHEELER (1957) señala que en la región de Siquisique existen dos unidades principales: unidad de aluvión y unidad de terrazas. La unidad de terrazas es de edad Pleistoceno y consiste en depósitos de terraza con sedimentos tamaño arcilla, arena y grava sin consolidar, representa cerca de un 2% del total de unidades aflorando (Fig. 49); la unidad de aluvión es de edad Reciente y está compuesta por suelo tamaño arcilla, arena y grava, abanicos aluviales y planicies de inundación, la misma abarca un 10% del total de unidades presentes en el área de estudio (Fig. 50).

MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) indican que estas unidades están compuestas por sedimentos de granulometría media a gruesa, predominando el tamaño de arena media, pero inclusive pueden observarse algunos guijarros y bloques. Por su naturaleza estos sedimentos se encuentran en contacto estratigráfico discordante con las demás unidades.

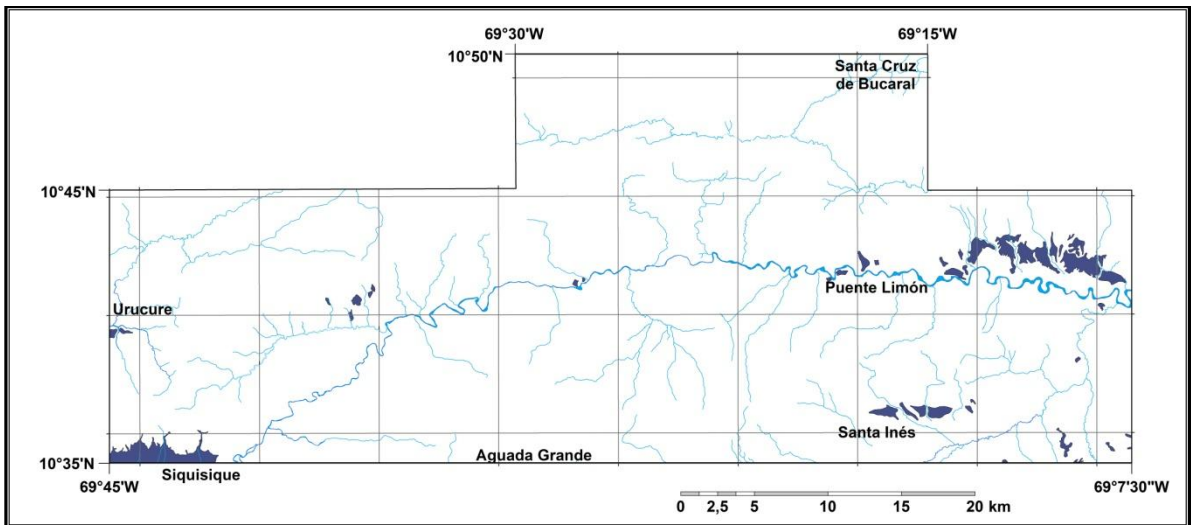


Fig. 49. Extensión de las Unidad de terrazas en la zona de estudio.

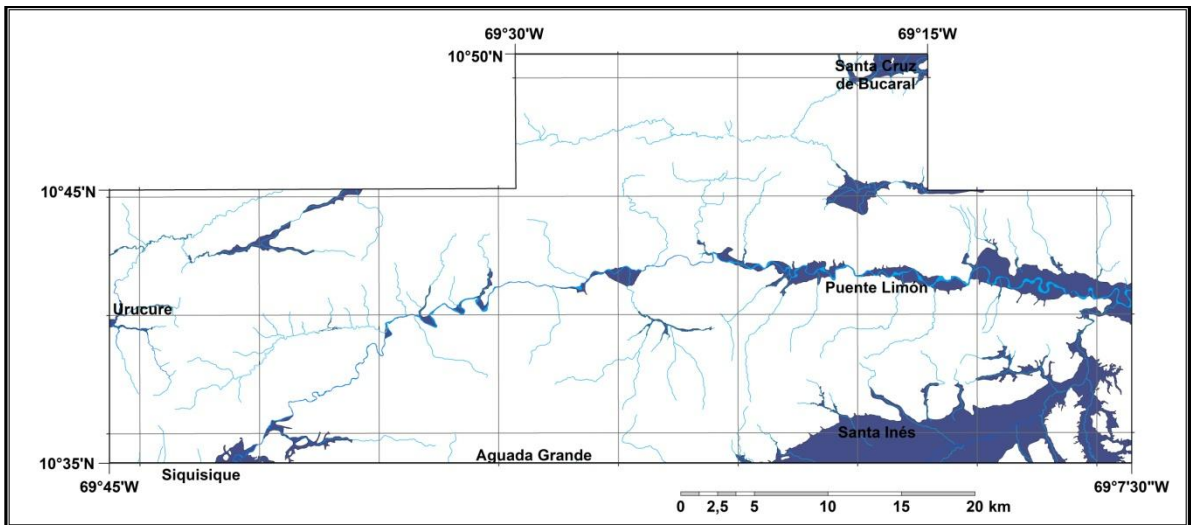


Fig. 50. Extensión de la Unidad de aluvión en la zona de estudio.

3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

En la región de Siquisique-Santa Inés-Santa Cruz de Bucaral se encuentra afectada por numerosas estructuras, de las cuales existen 3 tipos principales: fallas de corrimiento, fallas de ángulo alto y pliegues.

3.3.1. Fallas de corrimiento

Consisten en fallas de gran extensión de hasta más de 10 km de longitud, con una orientación este-noreste y el corrimiento se presenta en sentido sur. En la zona de estudio se concentran en dos áreas principales: al noreste de la población de Siquisique y en el límite norte en la terraza aluvial donde se encuentra la población de Santa Inés.

En el noreste de Siquisique se encuentran limitando a las unidades alóctonas presentes como la ofiolita de Siquisique, unidad volcanosedimentaria y Formación la Luna, colocándolas en contacto con la Formación Matatere. Existen remanentes de las napas de Lara debido a la erosión diferencial, formando klippes de la Formación La Luna, los klippes se presentan en formas alargadas y en “U”. En las zonas de El Limón y Las Llanaditas este tipo de falla también limita a cuerpos alargados y con forma de “ojo” de la ofiolita de Siquisique y la Formación La Luna (Fig. 51).

Hacia la localidad de Santa Inés existe un frente de corrimiento inferido de orientación este-noreste y con sentido sur, en donde las unidades más antiguas sobrecorren a las unidades cuaternarias; en el frente de corrimiento se pueden apreciar algunos lóbulos (Fig. 52).

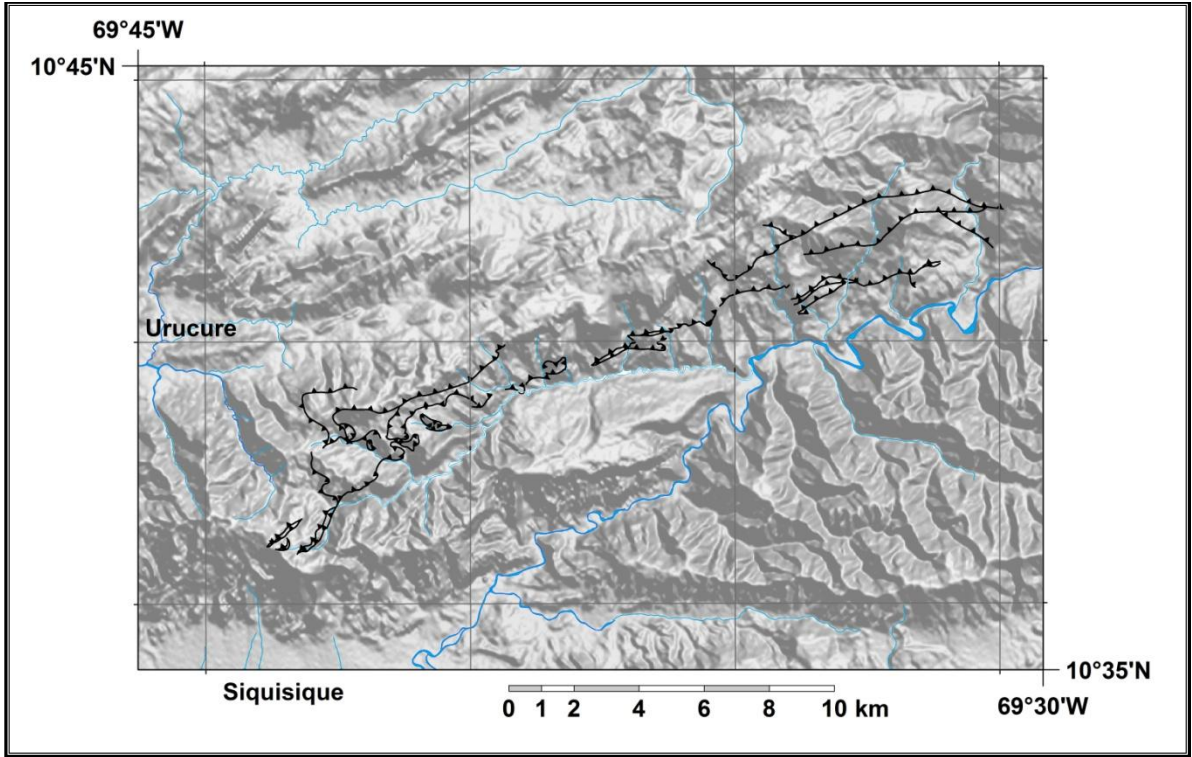


Fig. 51. Fallas de corrimiento al noreste de Siquisique.

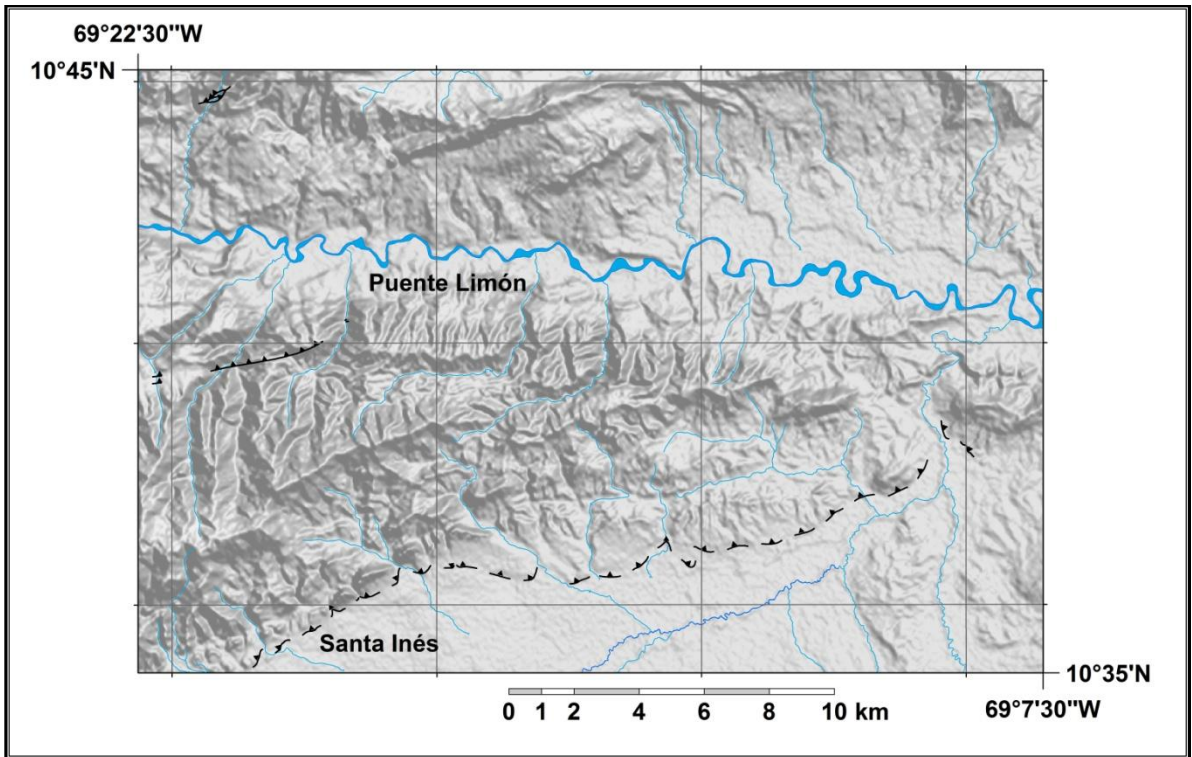


Fig. 52. Fallas de corrimiento neotectónicas en la cercanía de la población de Santa Inés.

3.3.2. Fallas de alto ángulo

Existen dos sistemas de falla de alto ángulo, uno con fallas de gran extensión con orientación este-noreste, y otro con fallas de extensión media a baja con orientación este-sureste, algunas presentan un movimiento lateral dextral. La figura 53 muestra las fallas de alto ángulo en la zona de estudio.

Del primer sistema de fallas destaca la falla en el borde sur de la serranía de Parupano, que prácticamente cruza la zona de estudio de oeste a este, pasando al norte de las poblaciones de Siquisique, Aguada Grande y Santa Inés; la misma presenta una extensión aproximada de 50 km. La falla de Guacoas se ubica al noreste de Siquisique y presenta una extensión aproximada de 20 km y un rumbo de N75E, corta a las rocas pertenecientes y adyacentes al cuerpo mayor de ofiolita de Siquisique ubicadas al noreste de Siquisique.

El segundo sistema contiene fallas de 10 km a 2 km de longitud con un rumbo aproximado de N45W; estas fallas se presentan en mayor densidad al noreste de Urucure y al oeste de Santa Cruz de Bucaral. Cortan a otras estructuras presentes en el área como pliegues y fallas de corrimiento.

3.3.3. Pliegues

Existe un tren de pliegues sinclinales y anticlinales, paralelos a subparalelos, de gran extensión y con orientación aproximada de N70E a este-oeste, ubicado en el margen norte del Río Tocuyo. Los ejes de estos pliegues pueden llegar a medir hasta 40 km de extensión, se presentan deformados variando su rumbo, segmentados y desplazados por fallas de alto ángulo. En la figura 54 puede observarse la distribución de pliegues en la región de Siquisique-Santa Inés-Santa Cruz de Bucaral.

Los anticlinales son estrechos y ligeramente asimétricos, siendo el flanco sur generalmente el de mayor ángulo. Son muy pocos los que presentan inmersión, algunos pliegues al noreste de Urucure cierran hacia al oeste.

Los sinclinales también son estrechos y asimétricos, en ellos afloran las secuencias sedimentarias autóctonas más antiguas, como la Formación Jarillal.

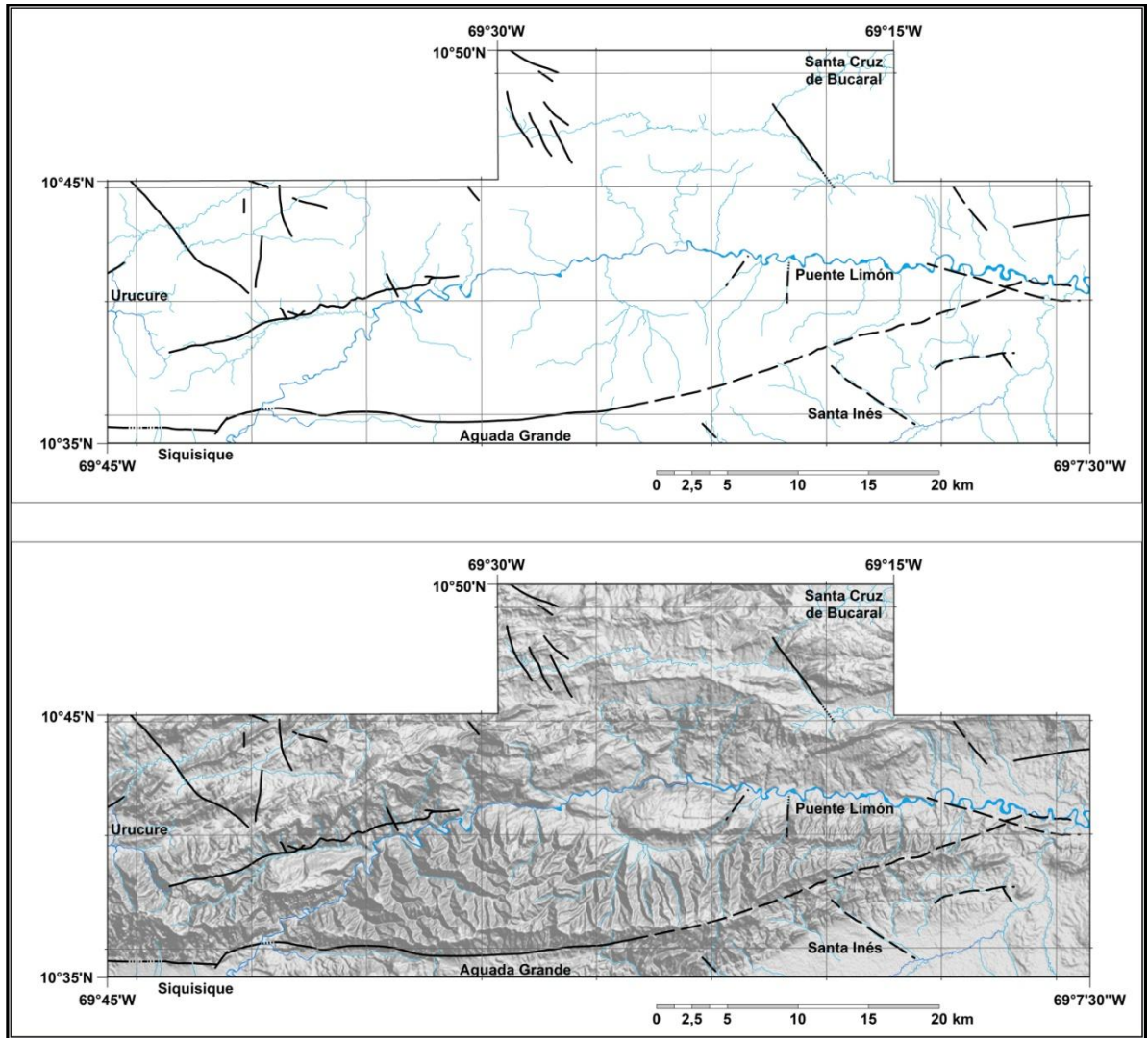


Fig. 53. Fallas de ángulo alto presentes en la zona de estudio.

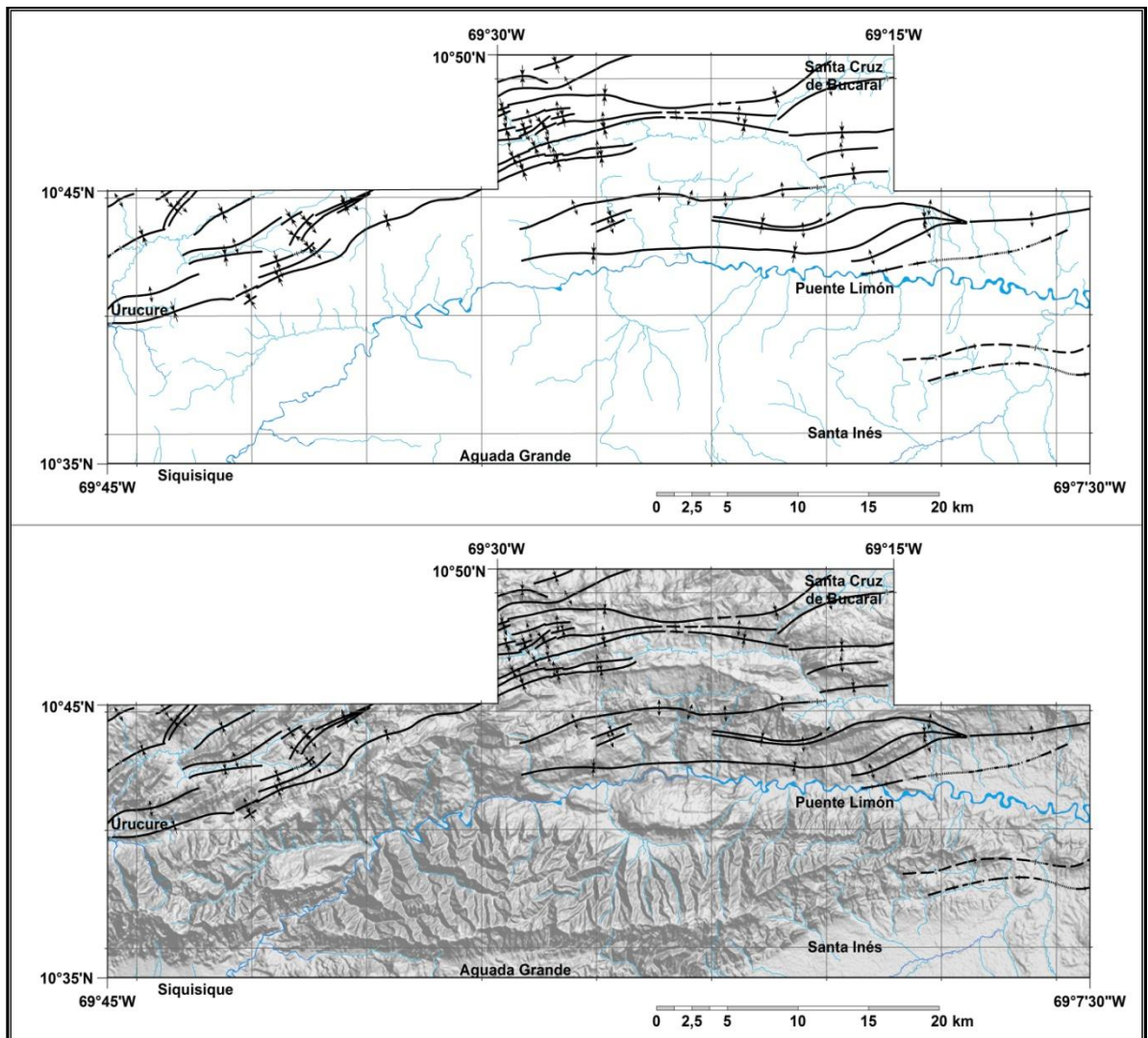


Fig. 54. Pliegues presentes en la zona de estudio.

4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES

En este capítulo se incluirán las interpretaciones que surgen a partir del análisis petrográfico de las muestras en la quebrada Agua Linda y la recopilación cartográfica de la zona Siquisique - Santa Inés - Santa Cruz de Bucaral, además se presenta un modelo evolutivo que explique la configuración geológica allí presente.

4.1. INTERPRETACIONES PETROGRÁFICAS

4.1.1. Unidad volcánica (Ofiolita de Siquisique)

La unidad volcánica de la Ofiolita de Siquisique presenta dos tipos litológicos aflorando en la quebrada Agua Linda:

Basalto: plagioclasa + matriz no identificable + calcita + cuarzo + pirita + clorita ± prehnita ± piroxeno.

Diabasa: plagioclasa + clinopiroxeno + clorita + calcita + pirita + leucoxeno.

La asociación de minerales presentes en las muestras, sugiere que las mismas sufrieron procesos de alteración hidrotermal y metasomatismo, posterior a su formación. En el caso de los basaltos los minerales de calcita, cuarzo, pirita, clorita y prehnita parecen haber sido depositados directamente a partir de soluciones hidrotermales en fracturas dentro de la roca, ya que dichos minerales se encuentran principalmente restringidos a vetas y microvetas. Aunque bien la prehnita podría representar un metamorfismo regional de bajo grado en la roca, la limitación de este mineral a vetas sugiere que se deba más bien a procesos de alteración hidrotermal (Fig. 55).

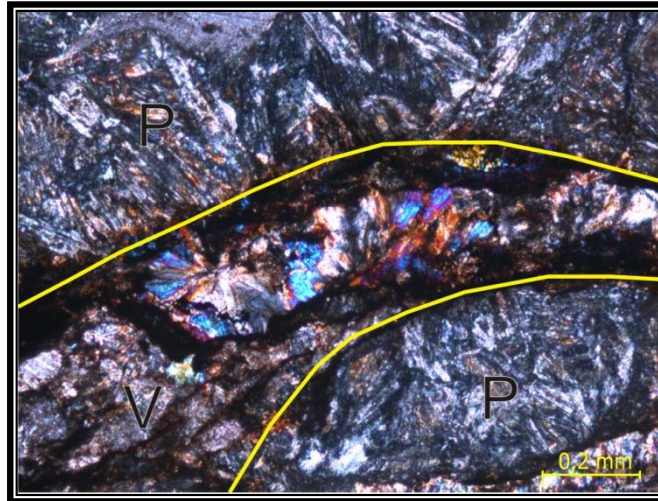


Fig. 55. La-1200-B. Veta rellena de prehnita en basalto de la Unidad volcánica, NC.
 V= Veta, P=Plagioclasa (en microlitos)

En la diabasa la cloritización de los clinopiroxenos y la sausuritización de las plagioclasas, sugiere más bien un proceso de metasomatismo (Fig. 56).

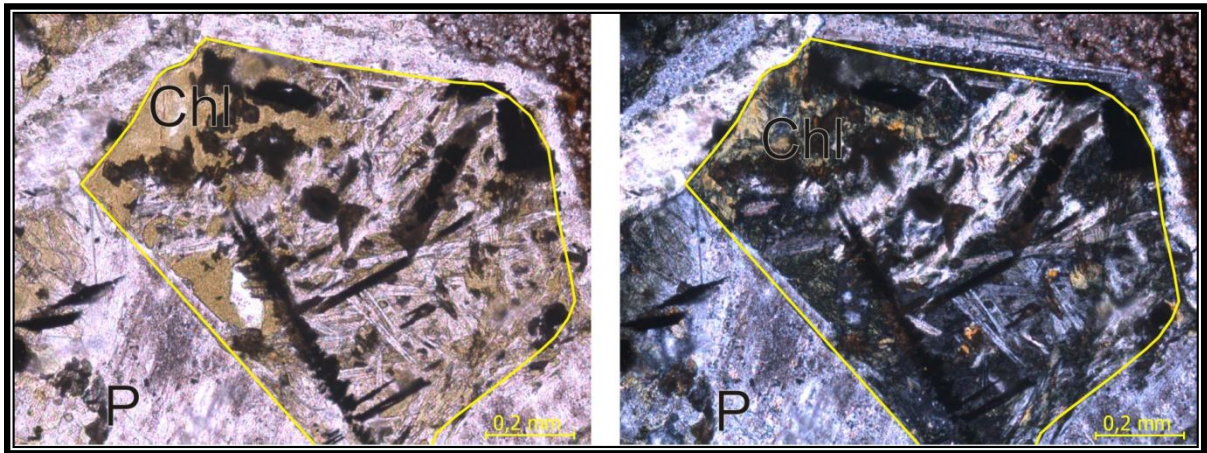


Fig. 56. La-1201. Cloritización y Sausuritización en muestra de diabasa, NP y NC. Chl=Clorita,
 P=Plagioclasa.

Esta alteración puede haber ocurrido por medio de la interacción de las rocas volcánicas con algún fluido caliente durante el proceso del emplazamiento de la ofiolita de Siquisique.

Los basaltos se caracterizan por presentar textura de flujo afieltrada, y las diabasas por presentar textura ofítica y subofítica. La composición mineralógica original y las

microtexturas observadas, junto con las “lavas almohadilladas” reportadas en afloramientos de esta unidad en quebradas cercanas (REATEGUI 2011), son indicativos de que ambos tipos de roca presentan afinidad con corteza oceánica. Como se discutió anteriormente en el capítulo de geología local, existen dos propuestas principales para explicar el origen de este tipo de rocas, la primera es que las mismas podrían pertenecer a una corteza oceánica normal y la segunda a una corteza oceánica engrosada, “meseta oceánica”. Los estudios geoquímicos más recientes realizados por KERR *et al.* (2010), y de mayor validez, sugieren una afinidad de meseta oceánica, pero intrusionada en la corteza oceánica normal del Proto-Caribe, hace unos 90-95 Ma.

4.1.2. Formación Matatere

Se describieron 3 tipos litológicos de esta Formación en la quebrada Agua Linda: conglomerado polimíctico, waca lítica y limolita.

El conglomerado y la arenisca se caracterizan por presentar gran variedad de clastos, en los que predominan los fragmentos de rocas, la presencia mayoritaria de este tipo de clastos le otorgan a la roca inestabilidad química y mecánica. Entre los clastos hay presencia de rocas gabroides y basálticas que bien podrían provenir de rocas de la Ofiolita de Siquisique. La limolita se encuentra intercalada con la arenisca y es común encontrar nódulos de caliza dentro de ella.

La gran variedad de clastos indica que existieron diversas rocas fuentes que aportaron material para la formación de las rocas de la Formación Matatere.

El conglomerado es de escogimiento pobre, con clastos mayoritariamente sub-redondeados y de esfericidad media, lo que es indicativo que las fuentes de aporte se encontraban a una distancia considerable al surco donde ocurrió la depositación. Por su parte la arenisca es de baja madurez textural con fragmentos de sub-redondeados a sub-angulares, variando el escogimiento, de muy bueno a pobre, y la esfericidad, de media a baja; el transporte de los fragmentos incluidos en la arenisca fue menor al de los clastos presentes en el conglomerado.

Los contactos entre granos en las muestras de arenisca y de conglomerado con bajo porcentaje de matriz tienden a ser puntual y longitudinal, en algunos casos se divisaron contactos cóncavo-convexos. La matriz en estas rocas siliciclásticas varía de material carbonático a minerales de arcilla del tipo illita-esmectita, y óxido de hierro, mientras que la cementación es variable: calcita, cuarzo, minerales de arcilla, óxido de hierro y de clorita, este último en el borde de clastos ígneos; siendo predominante el cemento carbonático por recristalización de la matriz. Todas estas características sugieren que estas rocas presentan una etapa diagenética de intermedia a tardía.

4.2. INTERPRETACIONES CARTOGRÁFICAS

La variedad de unidades que afloran, la relación estratigráfica entre ellas y la variedad de edades que presentan, indican la complejidad estructural de la zona de estudio. La cartografía generada muestra el presente geológico del área, y está construida con base en las interpretaciones realizadas por diversos autores y el trabajo de campo realizado en este proyecto.

Las unidades más antiguas corresponden a una edad cretácica (Ofiolita de Siquisique, Formación Barquisimeto y Formación La Luna) y se encuentran generalmente sobrecorriendo a las rocas de edad Paleoceno-Eoceno y como bloques dentro de ellas. Estas rocas son alóctonas a la cuenca de depositación, traídas a la misma por el avance de las Napas de Lara hacia el sur y por desprendimiento gravitacional en el caso de los bloques (BELLIZIA & RODRÍGUEZ 1968, BAQUERO *et al.* 2009).

La Formación Matatere de edad Paleoceno-Eoceno es una unidad sedimentaria tipo flysch compuesta por fragmentos de diversa litología y por cuerpos alóctonos. En la quebrada Agua Linda se divisó en contacto discordante a la Formación con la Unidad volcánica de la Ofiolita de Siquisique, en el mismo se observó conglomerado basal de la Formación Matatere depositado sobre rocas basálticas marcando una inconformidad. Este contacto es de gran importancia debido a que implica que la relación estratigráfica entre ambas unidades no es netamente tectónica como se considera actualmente, del mismo se puede inferir que existieron rocas volcánicas en el fondo del surco de Barquisimeto y sobre

estas se inicia la depositación de las rocas turbidíticas. Afortunadamente este contacto queda intacto luego del emplazamiento de las napas y aflorando en superficie.

En la zona se pueden presenciar 3 discordancias principales. La primera es de edad post-Eoceno, y está definida con la depositación de las secuencias más jóvenes sobre las rocas de las Formaciones Matatere y Jarillal; la segunda, probablemente de edad Oligoceno-Mioceno Temprano, es desarrollada localmente entre las Formaciones Casupal y Churuguara; la tercera de edad post-Mioceno Temprano se encuentra marcada entre las Formaciones Castillo y Capadare.

En el caso particular de la compleja relación estratigráfica entre las formaciones Casupal, Churuguara y Capadare, WHEELER (1958) propone 3 modelos para explicar su situación en los estados Falcón y Lara (Fig. 45). En la cartografía geológica generada, se adoptó como el más probable el modelo número 2, en el que se propone que la Formación Churuguara genera una discordancia local con la Formación Casupal, y la Formación Capadare se encuentra en contacto concordante con la Formación Churuguara. Aunque NATERA (1957) reporta un cambio de facies lateral entre las formaciones Churuguara y Capadare al oeste de Santa Cruz de Bucaral, la estratigrafía reciente (CIEN 1997) reporta que a pesar de que ambas formaciones consisten en capas de caliza muy parecidas, el registro fósil les otorga edades diferentes, siendo Churuguara del Oligoceno-Mioceno Temprano y Capadare del Mioceno Medio, por lo cual es de mucha improbabilidad que realmente pueda existir este cambio lateral de facies. Debido a esta incongruencia, el contacto entre estas unidades en dicha localidad se representó como incierto. (Ver anexo I, mapa geológico de Mapararí, Hoja 6348-III-NO).

Existen 3 tipos de estructuras principales: fallas de corrimiento, fallas de ángulo alto y pliegues. Las fallas de corrimiento en los contactos de las unidades de edad cretácica con la Formación Matatere, están asociadas seguramente con el emplazamiento de las napas de Lara. Los pliegues y las fallas de alto ángulo que presentan orientación este-noreste, afectan a las unidades del Mioceno y de edades más antiguas, estas estructuras están asociadas con el proceso de inversión de la cuenca de Falcón en el Mioceno Medio (BOESI & GODDARD 1991, BAQUERO *et al.* 2009). Posterior a estas estructuras se generan las fallas de ángulo alto con orientación noroeste-sureste, que se encargan de segmentar y desplazar a los pliegues generados previamente. AUDEMARD *et al.* (1998) reportan la presencia de fallas

neotectónicas de corrimiento y de alto ángulo, en las cercanías de la población de Santa Inés, que afectan hoy en día a toda la secuencia depositada.

4.3. MODELO EVOLUTIVO

Se propone un modelo evolutivo que intente explicar la configuración actual que presentan las rocas en la región de Siquisique-Santa Inés-Santa Cruz de Bucaral.

Jurásico

En este período ocurre la fragmentación y separación del supercontinente Pangea, en donde se separaron lo que se conoce hoy en día Suramérica y Norteamérica. En esta separación (apertura tethysiana), entre las placas de Norteamérica y Suramérica, se origina una corteza oceánica normal, conocida como proto-Caribe (Fig. 57).

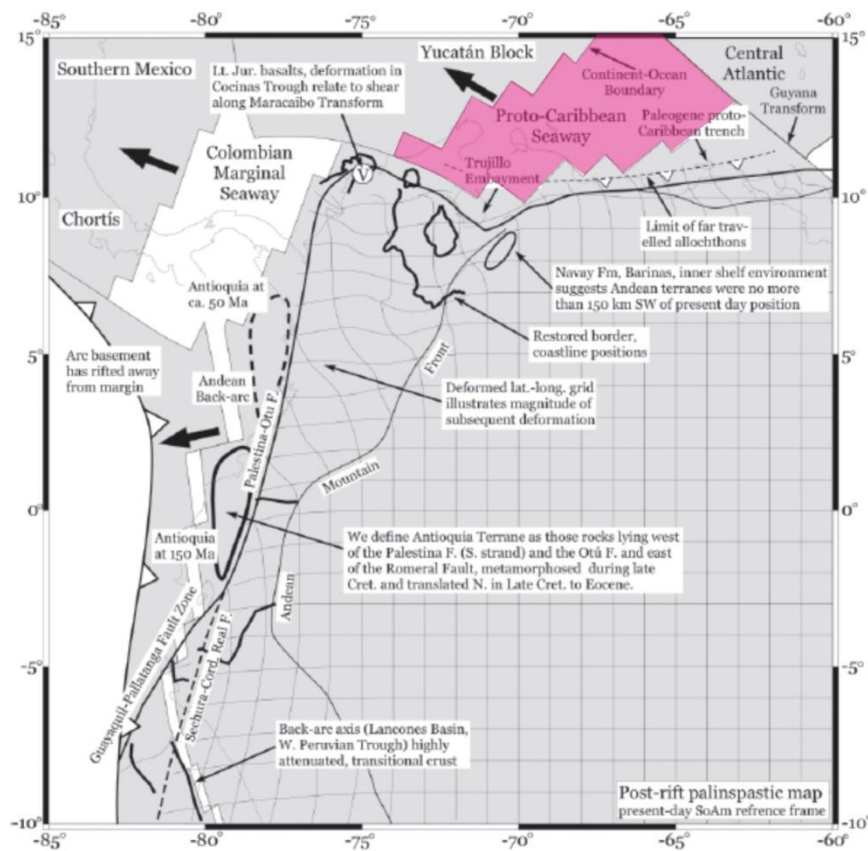


Fig. 57. Panorama en el Jurásico Tardío (150 Ma) de Suramérica, al norte de Venezuela ocurre la separación entre la placa norteamericana y la placa suramericana, generando el proto-Caribe (color rosado). Imagen tomada de PINDELL *et al.* (2005).

Cretácico

En el Cretácico Tardío se depositan en un margen pasivo en el norte del país las rocas pertenecientes a la Formación La Luna y Barquisimeto.

De acuerdo a KERR *et al.* (2010) en el Cretácico Tardío también se generan las rocas ígneas que componen la ofiolita de Siquisique, las mismas provienen de la formación de una meseta oceánica, originada a partir de una pluma mantelar dentro de la corteza oceánica del proto-Caribe

Las rocas de la unidad de Esquisto de Aroa se generaron hacia el este de la zona de estudio en una cuenca diferente, y el proceso de metamorfismo que afectó a estas rocas no afectó a las demás rocas cretácicas depositadas en el occidente del país.

Paleoceno-Eoceno

A finales del Cretácico e inicios del Paleoceno, el margen pasivo del noroccidente del país fue transformándose en un margen activo debido al choque de un arco insular proveniente del Pacífico con el borde norte de la Placa Suramericana. Este choque origina el emplazamiento de un conjunto de napas hacia el sur, y el peso de las mismas causa la formación de una cuenca antepaís (Fig. 58). En esta cuenca antepaís se inicia en el Paleoceno la depositación de las turbiditas que componen la Formación Matatere sobre rocas volcánicas que se encontraban en el fondo de la cuenca, esta secuencia contiene fragmentos y bloques de las rocas que se originaron durante el Cretácico. La sedimentación sintectónica de las turbiditas continúa a medida que las napas siguen con su movimiento hacia el sur. Los corrimientos conocidos como las “Napas de Lara”, son finalmente emplazados para el Eoceno Tardío (Fig. 59).

En el Eoceno Medio el proto-Caribe comienza a ser desplazado y consumido por la Placa Caribe con su movimiento este-oeste, además esta última empieza a generar una subducción hacia el sur de bajo ángulo con la placa Suramericana (PINDELL *et al.* 2005, BAQUERO *et al.* 2009).

Para el Eoceno Tardío se deposita la Formación Jarillal sobre la Formación Matatere, de manera concordante en la zona de estudio.

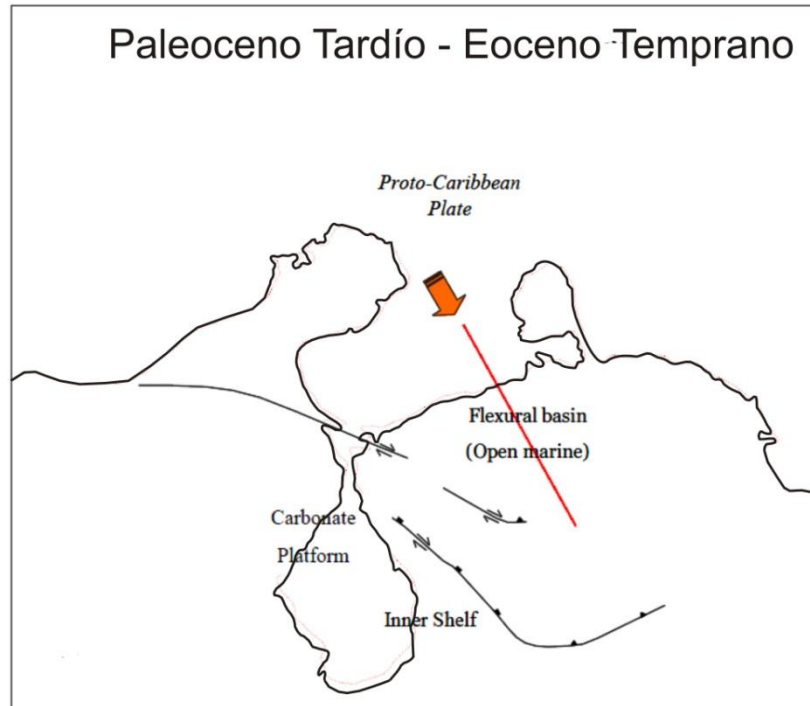


Fig. 58. Paleoceno Tardío – Eoceno Temprano, se genera una cuenca antepaís donde se deposita la Formación Matatere. Imagen tomada de BAQUERO *et al.* (2009).

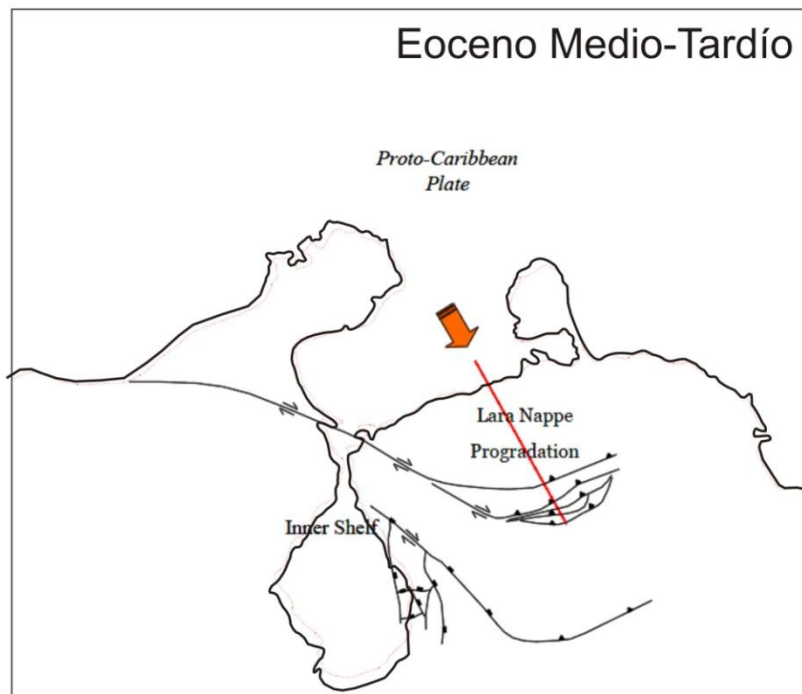


Fig. 59. Eoceno Medio – Eoceno Tardío, culmina el emplazamiento de las napas de Lara. Imagen tomada de BAQUERO *et al.* (2009).

Oligoceno – Mioceno Medio

A comienzos del Oligoceno, se produce una liberación de los esfuerzos que provenían del norte, debido al cese de la acción del proto-Caribe, empieza un proceso de distensión que da origen a la cuenca de Falcón; en este proceso se genera la primera discordancia entre las secuencias depositadas en este período y las rocas eocénicas previamente depositadas.

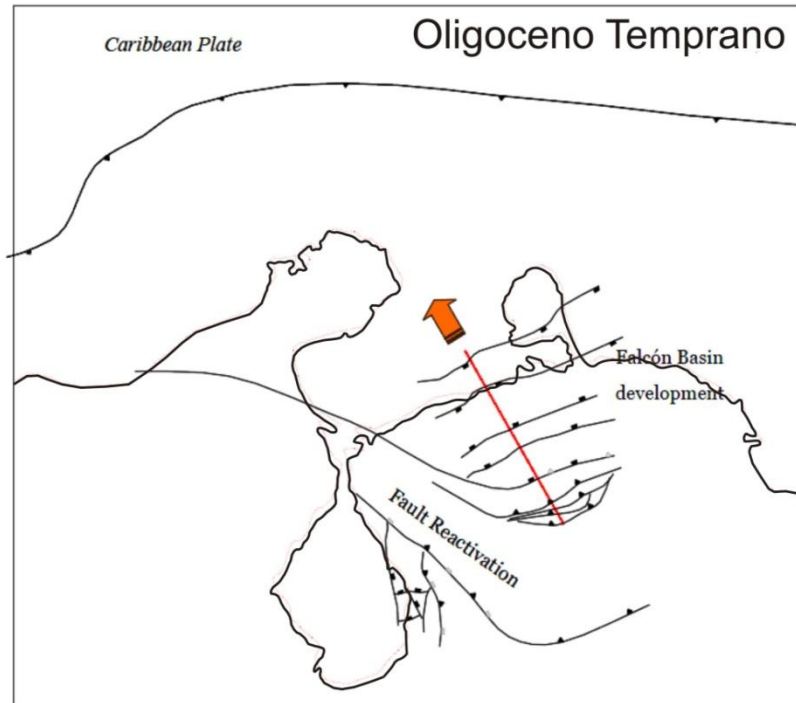


Fig. 60. Oligoceno Temprano, se genera la cuenca de Falcón a través de un proceso de distensión Imagen tomada de BAQUERO *et al.* (2009).

En el área de estudio la Formación Casupal se deposita discordantemente sobre la Formación Matatere, luego la Formación Churuguara se deposita sobre la Formación Casupal generando una discordancia local (2da discordancia en la zona). Hacia el oeste la Formación Castillo se deposita en discordancia angular sobre la Formación Matatere.

Para el Mioceno Temprano se deposita la lutita de la Formación Agua Clara, hacia el oeste de la zona de estudio, marcando quizá la máxima profundización de la cuenca. La Formación Capadare del Mioceno Medio se deposita concordante sobre la Formación Agua Clara y sobre la Formación Castillo generando una tercera discordancia en el oeste del área de estudio, hacia el este esta Formación se deposita discordante sobre las rocas de la

Formación Matatere, en las adyacencias de Santa Cruz de Bucaral esta Formación parece depositarse de manera concordante sobre la Formación Churuguara.

Mioceno Medio – Reciente

A partir del Mioceno Medio y debido a esfuerzos compresivos provenientes del norte por parte de la Placa Caribe y del sur por el inicio del levantamiento de Los Andes, se reactivan las fallas originadas en el proceso de extensión, lo que conlleva a la inversión de la cuenca de Falcón (BOESI & GODDARD 1991, BAQUERO *et al.* 2009). Con esta inversión de la cuenca se genera el conocido anticlinorio de Falcón (Fig. 61).

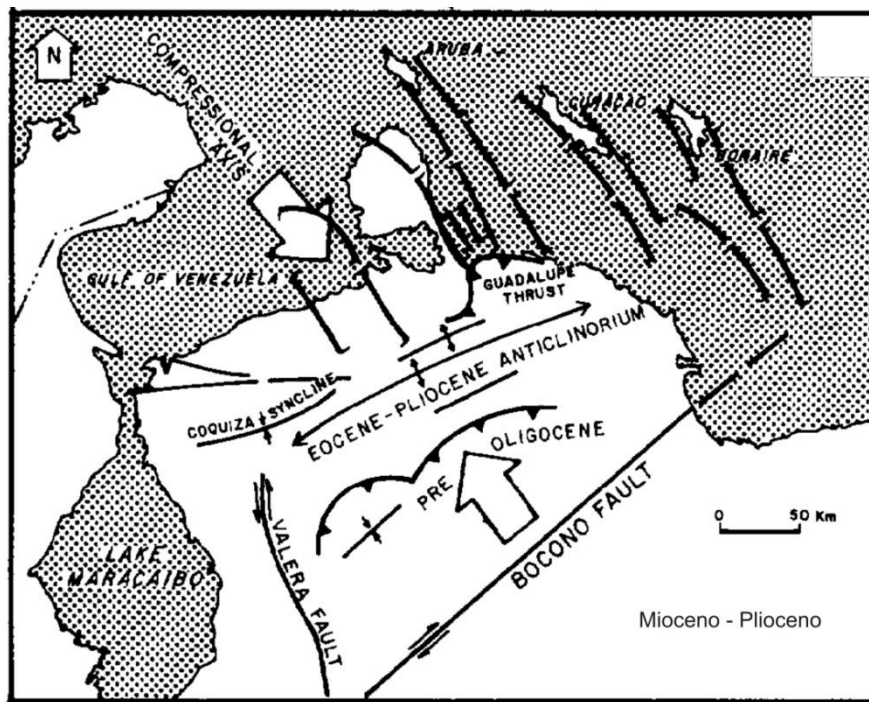


Fig. 61. Mioceno Medio, ocurre la inversión de la cuenca de Falcón. Imagen tomada de BOESI & GODDARD (1991).

En el Mioceno Tardío se depositan las formaciones Cueparo y Ojo de Agua hacia el este de la zona de estudio, las mismas se encuentran afectadas por los pliegues que se estaban generando. En el Plioceno se deposita la Formación Guaidima discordante sobre las formaciones del Mioceno y sobre esta se encuentran las unidades cuaternarias en discordancia.

Junto con el levantamiento de la cuenca en el Mioceno Medio se generan plegamientos que afectan a las secuencias ya depositadas, estos pliegues presentan una orientación este-noreste subparalela al eje del anticlinorio. En este período también se generan las fallas de alto ángulo de gran extensión con componente transcurrente y orientación este-noreste que podrían asociarse al sistema de fallas Oca-Ancón.

Posterior a la formación de los pliegues se genera un sistema de fallas de alto ángulo con componente transcurrente dextral y orientación noroeste-sureste, que se concentra en el norte del área de estudio; estas fallas cortan y desplazan a los pliegues. Según AUDEMARD *et al.* (1998) existen fallas más recientes denominadas “neotectónicas” que se encargan de sobrecurrir hacia el sur y desplazar las secuencias depositadas sobre las unidades cuaternarias y de esta manera se logra obtener la configuración actual de la zona.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la región comprendida entre Siquisique - Santa Inés - Santa Cruz de Bucaral ubicada entre los estados Lara y Falcón, afloran rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias que comprenden un rango de edad de Cretácico Tardío a Reciente. La diversidad litológica es un indicativo de la complejidad en la historia geológica del área de estudio.

Las rocas de edad Cretácico Tardío están representadas por las rocas ígneas de la “ofiolita de Siquisique”, las formaciones La Luna y Barquisimeto, la unidad volcanosedimentaria y la unidad de Esquisto de Aroa. Estas rocas, a excepción de las pertenecientes a la unidad Esquisto de Aroa, se encuentran incluidas en la secuencia de las “Napas de Lara” que fueron emplazadas en el Eoceno Medio.

El Terciario consiste en una sucesión de rocas sedimentarias. En el Paleoceno y Eoceno Medio se deposita la secuencia turbidítica de la Formación Matatere y por encima de esta la Formación Jarillal en el Eoceno Tardío. A principios del Oligoceno con la apertura de la cuenca de Falcón se deposita una secuencia sedimentaria con contacto basal discordante, que comprende las siguientes formaciones en orden de depositación: Casupal, Churuguara, Castillo, Agua Clara, Capadare, Cueparo, Ojo de Agua y Guaidima. La Formación Churuguara genera una discordancia local con la Formación Casupal, y la tercera discordancia de la zona está marcada por la Formación Capadare sobre la Formación Castillo. El Cuaternario lo representan terrazas del Pleistoceno y aluviones recientes.

La cartografía geológica realizada en este estudio indica que las unidades cretácicas al norte de Siquisique están limitadas por fallas de corrimiento con orientación este-noreste, generadas durante el emplazamiento de las Napas de Lara hacia el sur, durante el Paleoceno-Eoceno Medio. Las demás estructuras de la zona son de edad Mioceno Medio a Reciente y están asociadas a la inversión de la cuenca de Falcón, se generaron en el siguiente orden: plegamientos de orientación este-noreste, fallas de ángulo alto con orientación oeste-este, fallas de ángulo alto con orientación noroeste-sureste y fallas neotectónicas de corrimiento y de ángulo alto ubicadas en la depresión de Santa Inés.

En la quebrada Agua Linda, sector Macuere, estado Lara, afloran rocas de la Unidad volcánica y la Formación Matatere. En la Unidad volcánica se reconoció basalto y diabasa, ambos tipos de roca presentan evidencia de alteración hidrotermal, por vetas rellenas de cuarzo, calcita, clorita, prehnita y óxidos, y sólo la diabasa de metasomatismo con la cloritización de clinopiroxenos; procesos generados probablemente durante el proceso de emplazamiento. De la Formación Matatere se reconocieron capas de conglomerado polimíctico basal, arenisca e intercalación de arenisca y limolita. Las capas conglomeráticas y de arenisca presentan gran variedad de clastos, siendo mayoría los fragmentos de roca, otorgándoles baja madurez textural y química; la predominancia de contactos longitudinales y cóncavo-convexos además de la cementación de calcita, óxido de hierro, y minerales de arcilla tipo illita-esmectita, sugieren una etapa diagenética de intermedia a tardía.

El contacto de tipo inconformidad, observado en la quebrada Agua Linda, entre la Formación Matatere y la Unidad volcánica perteneciente a la ofiolita de Siquisique, marca un indicio de que la Formación Matatere se depositó inicialmente sobre rocas basálticas que se encontraban en el fondo de la cuenca en algún momento del Paleoceno y que luego la depositación de la misma continuó de manera sintectónica durante el emplazamiento de las “Napas de Lara” hasta el Eoceno Medio tardío – Eoceno Medio temprano.

Para concluir, los mapas geológicos actualizados no solo constituyen la base científica fundamental para estudios e interpretaciones geológicas de superficie y/o subsuelo, también juegan un papel importante en la toma de decisiones en el uso de las tierras, del agua y de los recursos en general. Es de allí la importancia de que la cartografía del presente trabajo se haga llegar a las entidades correspondientes tanto nacionales como locales, ya que los mismos contienen información general y detallada que puede ser utilizada para el beneficio de la comunidad y la industria en decisiones de: planificación y ordenamiento del territorio, actividades económicas, construcción de infraestructuras, protección de los recursos y la precaución de riesgos naturales como deslizamientos, inundaciones, entre otras.

Del proyecto realizado, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Estudiar los afloramientos de las formaciones Churuguara y Capadare al oeste de Santa Cruz de Bucaral con la finalidad de conocer con exactitud la relación estratigráfica entre dichas unidades en esa localidad, debido a que al cambio lateral de facies reportado por NATERA (1957) es inconsistente por la diferencia de edades entre ambas formaciones.

- Considerar el levantamiento geológico al sur de la zona de estudio donde la Formación Matatere aflora, para así obtener mayor información de su relación estratigráfica con las demás unidades y poder completar la información de esta unidad en el *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997).

- Aprovechar el aporte de la cartografía presentada en este trabajo y de los futuros trabajos del Proyecto Matatere para realizar un análisis tectonoestratigráfico, de orden regional, de la Formación Matatere y demás unidades que rellenan el Surco de Barquisimeto. Dicha data puede ser posteriormente usada para mejorar los modelos geológicos vigentes.

- Incluir a las formaciones Cueparo y Guaidima definidas y descritas por NATERA (1957) en el área de Bajo Tocuyo, estado Lara, dentro del *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997). Estas formaciones no están incluidas debido a que el trabajo donde se definieron no se publicó, ya que era de carácter confidencial.

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 12 abril 2011.
- 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.
- BELLIZZIA, A. & G. D. RODRÍGUEZ. 1967. Guía de la excursión a la región de Duaca-Barquisimeto-Bobare. *Bol. Geol.* 8(16): 284-309.
- BELLIZZIA A. & D. RODRÍGUEZ. 1968. Consideraciones sobre la estratigrafía de los estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo. *Bol. Geol., MMH, Caracas*, 9(18):515-563.
- BOESI, T. & GODDARD, D. (1991) A new Geologic Model Related to the Distribution of Hydrocarbon Source Rocks in the Falcon Basin, Northwestern Venezuela. *Active Margin Basins: Case Histories and Examples. Am. Assoc. of Petrol. Mem.* 52: 303-319.
- BUSHMAN, J. R. 1959. Geology of the Barquisimeto area – A summary report. *Bol. Inform. Asoc. Venez. Geol. Min. y Petról.*, 2(4): 65-84.
- CIA. SHELL DE VENEZUELA. 1965. Rocas ígneas de la región de Siquisique estado Lara. *Bol. Inf. Asoc. Venez. Geol., Min. y Pet.*, 8(10): 286-306.
- CIEN – COMITÉ INTERFILIALES DE ESTRATIGRAFÍA Y NOMENCLATURA. 1997. *Código Geológico de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico>.
- CORONEL, G. & E. J. C. KIEWIET DE JONGE. 1957. *Igneous rocks of the Siquisique area. Compañía Shell de Venezuela*. Compañía Shell de Venezuela. Informe inédito EP-1561. 11 p. Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas) 40[2009]:103 + 41 p. en DVD, 2010.
- CORONEL, G & O. RENZ. 1960. Deslizamientos submarinos al noroeste de Barquisimeto, estado Lara. Memorias III Congr. Geol. Venezolano, Caracas, nov. 1959. *Bol. Geol., Public. Esp.* 3,2: 743-759.
- DEL OLLO, D., M. ESCANDÓN & F. GALARRAGA. 1994. Origen del petróleo en la cuenca de Falcón (Resumen). *V Simposio Bolivariano de Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas*, Mem.: 408-410.

- DÍAZ DE GAMERO, M. L. 1977. Estratigrafía y micropaleontología del Oligoceno, y Mioceno inferior del centro de la cuenca de Falcón, Venezuela. *Geos* (UCV, Caracas), 22:3-60.
- DÍAZ DE GAMERO, M. L. 1985. Estratigrafía de Falcón nororiental. *VI Congr. Geol. Venez.* Mem. I: 454-502.
- DÍAZ DE GAMERO, M. L. 1989. El Mioceno temprano y medio de Falcón septentrional. *Geos* (UCV, Caracas), 29:25-35.
- DÍAZ DE GAMERO, M. L. 1997. Formación Agua Clara. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/a400w.htm>. Consulta 12 abril 2011.
- DROOGER, C. W. 1956. Transatlantic correlation of the Oligo-Miocene by means of foraminifera. *Micropaleontology*, vol. 2, no. 2, pp. 183-192.
- DUNHAM, R. J. 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. En W. E. HAM (ed.), *Classification of carbonate rocks*. *Am. Assoc. of Petrol. Mem.* 1:108-121.
- ESCALONA, N., I. TRUSKOWSKI & E. ZAPATA. 1978. Estudio de las facies carbonáticas en la Formación Churuguara, estado Falcón. *Asoc. Venez. Geol., Min. y Petról., Bol. Inf.*, 20(4): 144-174.
- FOLK, R. L. 1962. Spectral subdivision of limestone types. En W. E. HAM (ed.), *Classification of carbonate rocks*: *Am. Assoc. of Petrol. Mem.* 1: 62-84.
- GARNER, A. H. 1926. Suggested nomenclature and correlation of the geological formations in Venezuela. *Am. Inst. Min. Metall. Eng., Tr.*, pp. 677-684.
- GONZÁLEZ DE JUANA, C., J. M. ITURRALDE DE AROZENA & X. PICARD CADILLAT. 1980. *Geología de Venezuela y sus cuencas petrolíferas*. Caracas: Ed. Foninves, 1031 p.
- GORMAN, J. M. *Geology of the Buchivacoa concession and adjacent areas of western Falcón*. Creole Petroleum Corp. Caracas, informe inédito.
- GORTER, N. E. & I. M. VAN DER VLERK. 1932. Larger foraminifera from central Falcón (Venezuela). *Leidsche Geol. Mededeell.*, 4(2): 91-122.
- JAM L., P. 1997. Formación Casupal. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/c66w.htm>. Consulta 12 abril 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.
- JHONSON, G. D. 1949. *Progress report on the geology of central and western Falcón*. Creole Petroleum Corp. Caracas, informe inédito.
- JPL. JET PROPULSION LABORATORY. 2004. ASTER Mission. *ASTER - Advance Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*. <http://asterweb.jpl.nasa.gov/mission.asp>. Consulta 12 abril 2011.

- KERR, A.C., F. URBANI, R. SPIKINGS, T. BARRY, A. R. HASTIE & J. TARNEY. 2010. The Siquisique basalts and gabbros, Los Algodones, Venezuela: late Cretaceous oceanic plateau formed within the proto-Caribbean plate?. *Geos* 40(2009): 19-21 + cartel en DVD (Carpeta 10).
- KUGLER, H. G. & L. VONDERSCHMITT. 1925. *Geological report on the Aguide Area*. North Venezuelan Petroleum. EPC-12339.
- LIDDLE, R. A. 1928. *The geology of Venezuela and Trinidad*, (1st. ed.) J. P. McGowan, Fort Worth, Texas, 552 p.
- LIDDLE, R. A. 1946. *The geology of Venezuela and Trinidad*, (2nd. ed.) Paleont. Res. Inst., Ithaca, New York, 890 p.
- LORENTE, M. A. 1986. *Palynology and Palynofacies of the Upper Tertiary In Venezuela* Dissert. Botanicae 99, Cramer Ed., Berlin, Stuttgart, 222 p.
- LORENTE, M. A. 1997a. Formación Castillo. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/c62w.htm>. Consulta 12 abril 2011.
- LORENTE, M. A. 1997b. Formación Ojo de Agua. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/o5w.htm>. Consulta 12 abril 2011.
- LORENTE, M. A. & M. L. DÍAZ DE GAMERO. 1997. Formación Churuguara. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/c110w.htm>. Consulta 12 abril 2011.
- 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.
- MÉNDEZ, J. G. 1967. Definición de la Formación Agua Linda, sección de referencia de la Formación Casupal y descripción litológica de algunas secciones de esta formación en la parte sur-oriental de la sub-cuenca de Falcón. *Asoc. Ven. Geol. Min. y Petr., Bol. Inf.* 10(4): 111-119.
- MOUNT, J. 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first-order textural and compositional classification. *En Sedimentology. Journal International Association of Sedimentologists*, 32(3):435-442.
- MUÑOZ, P. E. & H. A. RODRÍGUEZ. 2009. *Geología de las unidades ígneas y sedimentarias de Siquisique-Puente Limón, estado Lara*. UCV-G, 225 p.
- NATERA, B. R. 1957. Geology of the lower río Tocuyo basin. Creole Petroleum Corp., Caracas. Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas) 40[2009]: 108 + 159 p. en DVD, 2010.

- NOGUERA M., C. STEDMAN, E. FIRST, A. PARRINELLO, J. E. WRIGHT, F. URBANI Y J. COLGAN. 2008. Detrital zircon geochronology of Paleocene/Eocene turbidites from Venezuela and offshore islands: implications for late cretaceous subduction initiation along the leeward islands and Aves ridge. II Jornadas Venezolanas de Geociencias de las Rocas Ígneas y Metamórficas, UCV, Caracas, nov. 2008. Resumen y cartel en CD. (Reproducido en Geos, UCV, Caracas, 40[2009]: 29 p. + 1 cartel en DVD, 2010).
- PETTIJHON, F. J. 1975. *Sedimentary rocks*. New York: Harper and Brothers, 628 p.
- PETTIJHON F. J., POTTER, P. E. & R. SIEVER. 1972. *Sand and sandstones*. New York: Springer Verlag eds., 618 p.
- PINDELL, J., L. KENNAN, W. V. MARESCH, K. P. STANEK, G. DRAPER, & R. HIGGS 2005. Plate-kinematics and crustal dynamics of Circum-Caribbean arc-continent interactions: tectonic controls on basin development in Proto-Caribbean margins, in H.G. Avé Lallement and V.B. Sisson, eds., Caribbean-South American Plate Interactions, Venezuela. *Geol. Soc. America, Spec. Pap.* 394, p. 7-52.
- PITELLI, R. & A. MOLINA. 1989. El Eoceno Medio Tardío y Eoceno Tardío de la parte occidental de la cuenca de Falcón. *Soc. Venez. Geol., Bol.*, 36: 5-12.
- PITELLI, R. & A. MOLINA. 1997. Formación Jarillal. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/j2w.htm>. Consulta 12 abril 2011.
- PORRAS, L. 2000. Evolución tectónica y estilos estructurales de la región costa afuera de las cuencas de Falcón y Bonaire. *Memorias VII Simposio Bolivariano Exploración Petrolera de las Cuencas Subandinas*, 279-292.
- REATEGUI, W. 2011. *Reconocimiento geológico de la región comprendida entre Guacamuco y Puente Limón, municipios Urdaneta y Federación, estados Lara y Falcón.*, UCV-G, 172 p.
- RENZ, H. H. 1948. Stratigraphy and fauna of the Agua Salada Group, State of Falcón, Venezuela. *Geol. Soc. Am. Mem.* 32, 219 p.
- RENZ, H. H. 1956. Casupal Beds. En CVET – COMITÉ VENEZOLANO DE ESTRATIGRAFÍA Y TERMINOLOGÍA (ed.), *Léxico estratigráfico de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/1edic/c66ii.htm>. Consulta 12 abril 2011.
- RENZ, O. 1959. Estratigrafía del Cretáceo en Venezuela occidental. *Bol. Geol.*, Caracas, 5(10): 3-48.
- RENZ O. 1960. Remarks on the Barquisimeto Through. *Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo, Bol. Inf.* 3: 155-160.
- RENZ, O. 1982. Cretaceous Ammonites of Venezuela. *MARAVEN*, Caracas. 132 p.
- ROHR, K. 1949. *Notes on aerial survey of Falcón*. Creole Petroleum Corp. Caracas, informe inédito EPL-04226.

- ROHR, K. 1955. *Aerial survey of eastern Falcón*. Creole Petroleum Corp. Caracas, informe inédito EPL-04129.
- SAVIAN, V. 1997. Formación Aroa. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/a510w.htm> . Consulta 12 abril 2011.
- SCHERER, W. 1997a. Formación La Luna. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/l170w.htm> . Consulta 12 abril 2011.
- SCHERER, W. 1997b. Formación Capadare. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/c24w.htm>. Consulta 12 abril 2011.
- SENN, A. 1932. *Geological report on the stratigraphy of east and central Falcón and adjacent areas*. Creole Petroleum Corp. Caracas, informe inédito.
- SENN, A. 1935. Die stratigraphische Verhreibung der Tertiären Orbitoiden, mit spezieller Berücksichtigung ihres Vorkommens in Nord-Venezuela und Nord-Marokko. *Eclog. Geol. Helv.*, 28(1): 51-113 y 369-373.
- STEPHAN J. F. 1982. *Evolution Geodynamique du Domine Caraibe Andes et Chaîne Caraibe sur la Transversale de Barquisiméto. (Vénézuéla)*. Univ. Pierre et Marie Curie, Thèse Doct. Etat., inédito, 512 p.
- STRECKEISEN, A. L. (1972). Classification and nomenclature of Plutonic rocks. Recommendations of the IUGS, Subcommission on the systematics of Igneous rocks. *Geol. Rundschau*, 63: 773-786.
- SUTTON, F. A. 1946. Geology of Maracaibo basin, Venezuela. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.* 30(10):1621-1741.
- 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.
- VAN DER MEULEN, E. 1954. *Geological report on the Bucarito and Matatere area (north Lara)*, Compañía Shell de Venezuela, Maracaibo, inédito, 14 p.
- VON DER OSTEN, E. & D. ZOZAYA. 1957. Geología de la parte suroeste del estado Lara, Región de Quíbor. *Bol. Geol.* 4(9): 3-52.
- WHEELER, C. B. 1958. Geology of south central Falcón and northwestern Lara and the regional stratigraphy and oil possibilities of Oligocene and Lower Miocene sediments in the Falcón basin. Creole Petroleum Corp., Caracas. Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas) 40[2009]: 110 + 149 p. en DVD, 2010.
- WHEELER, C. B. 1963. Oligocene and Lower Miocene stratigraphy of western and northeastern Falcón Basin, Venezuela. *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull.*, 47(1): 35-68. Resumen (1963) en: *Asoc. Venez. Geol., Min. y Petrol., Bol. Inform.*, 6(5): 154.

WIEDENMAYER, C. 1924. Zur Geologie von Ost-Falcon (Nordwest Venezuela). *Eclog. Helv.* 18(4):508-512.

APÉNDICE A GEOGRAFÍA FÍSICA

A.1. FISIOGRAFÍA Y RELIEVE

El área de estudio consiste en una gran cantidad de cerros y colinas con una altura promedio de 1.000 m s.n.m. y una orientación preferencial de suroeste – noreste, definiendo un relieve moderado. Los cerros de mayor altura se presentan en el oeste de la zona de estudio, mientras que hacia el este aumenta la presencia de colinas. Los valles existentes son angostos y consisten en el cauce de los drenajes principales. Existen dos grandes terrazas aluviales donde se asientan las poblaciones de Siquisique y Santa Inés, a una altura aproximada de 200 m s.n.m.

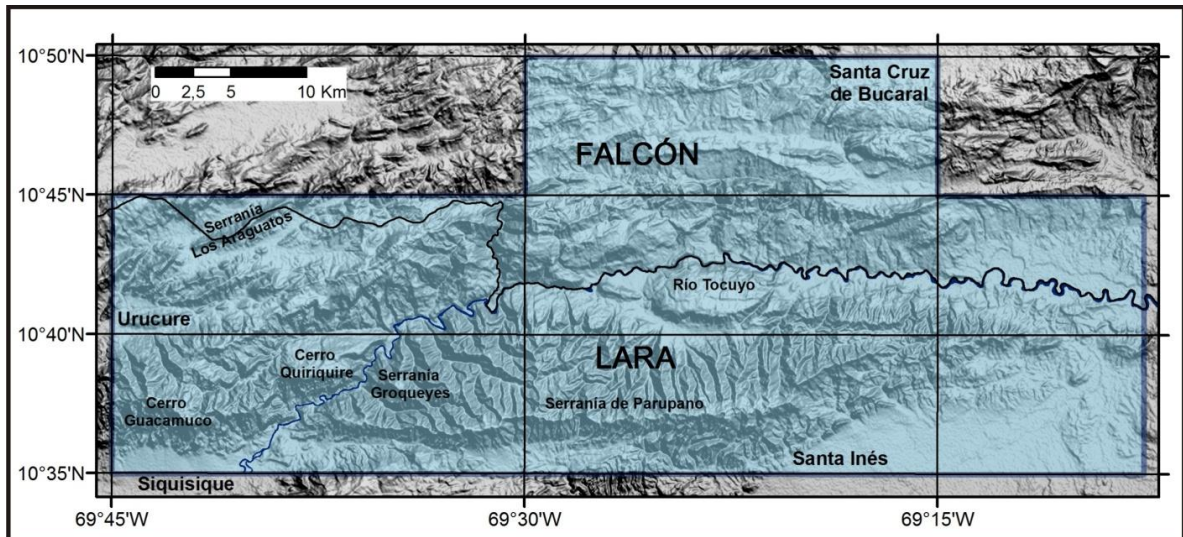


Fig. A1. Relieves topográficos de mayor importancia en la zona de estudio.

La mayoría de los cerros y colinas presentan una geometría irregular, con laderas asimétricas y numerosas estribaciones. Entre los cerros de mayor importancia se encuentran:

- Cerro Guacamuco: ubicado al norte de Siquisique, y cuyo punto más alto llega aproximadamente a los 1340 m s.n.m., es el cerro dominante. Aunque presenta una orientación similar a los demás cerros de la zona, suroeste-noreste, su cresta se manifiesta de manera curva; sus laderas son simétricas con una gran cantidad de estribaciones hacia el norte. El mismo da nacimiento a la quebrada Cuchara.
- Cerro Quiriquire: se encuentra al noroeste de Cauderales, entre la quebrada La Torta y el río Tocuyo, con su punto más alto en los 900 m s.n.m.. Presenta una forma irregular con pocos escarpes, de tope algo redondeado y línea de cresta con baja sinuosidad; posee laderas asimétricas, siendo la de mayor inclinación el flanco sur.
- Serranía de Parupano: ubicada al norte de Aguada Grande y Santa Inés, llega a una altura de 900 m s.n.m.. Presenta una orientación suroeste-noreste y es de forma irregular con una cresta sinuosa y laderas asimétricas con mayor cantidad de estribaciones en la ladera norte, siendo la ladera sur la de mayor inclinación.
- Serranía Groqueyes: se ubica al noreste de Cauderales, y su punto más alto se encuentra a las 880 m s.n.m.. Esta serranía parece ser una estibación de la ladera norte de la Serranía de Parupano, presenta una orientación sureste-noreste con una cresta de trayectoria sinuosa y laderas simétricas.
- Serranía Los Araguatos: se encuentra al noreste de Urucure con una altura promedio de 800 m s.n.m.. Se encuentra orientada de suroeste – noreste, con una línea de cresta angosta y sinuosa y laderas asimétricas, siendo el flanco sur el que presenta mayor inclinación, inclusive presentando escarpes. La fila de esta serranía marca el límite entre los estados Falcón y Lara.

A.2. DRENAJE

El drenaje presenta un patrón de tipo dendrítico a enrejado, en donde numerosos tributarios se encargan de alimentar a los drenajes principales. El río de mayor importancia es el Río Tocuyo que atraviesa toda la zona de estudio en sentido oeste-este y generalmente presenta un patrón individual meandriforme, aunque hay lugares en que el río parece

encontrase entallado en los altos topográficos formando relieves escarpados, como ocurre al sureste de La Chara; gran mayoría de los tributarios en la zona de estudio drenan hacia la cuenca de este río. Otros drenajes importantes son el río Tuy cuyo meandro atraviesa la terraza donde se ubica Santa Inés, la qda. La Torta que desemboca en el río Tocuyo en las cercanías de Moyo y la qda. Agua Linda al este de Macuere.

WHEELER (1958) señala que el drenaje es intermitente durante la época de sequía e inclusive pueden generarse lagunas desconectadas a lo largo del cauce del río Tocuyo. En la época de lluvia los drenajes poseen flujo continuo de agua, el río Tocuyo se vuelve totalmente navegable por pequeñas embarcaciones; MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) indican que pueden ocurrir crecidas violentas en cortos períodos de tiempo que pueden llevar a rápidas inundaciones.

A.3. CLIMA

El clima en el área de estudio se caracteriza por ser semiárido, NATERA (1957) indica que la temperatura promedio es de 28°C, pudiendo alcanzar los 38°C en los períodos de sequía. La zona posee dos períodos de lluvia: uno corto que abarca de octubre a diciembre, y uno largo que abarca de mayo hasta agosto.

Las lluvias pueden durar varios días provocando inundaciones en ciertas zonas e impidiendo el paso a las mismas.

A.4. VEGETACIÓN

Gran parte del área está cubierta por un denso bosque de árboles caducifolios, de diversas especies y que llegan a poseer una gran altura. Hay presencia de árboles tanto de madera suave como de madera dura. Entre los árboles de madera suave se encuentran el jabillo (*Hura crepitans L.*) y el cedrillo (*Guarea glabra*); y entre los de madera dura el caobo (*Swietenia macrophylla*), el cedro (*Cedrela odorata*), el apamate (*Tabebuia rosea*) y

el bálsamo (*Myroxylon toluiferum*). Estas especies son muy buscadas para su tala. (NATERA 1957).

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

A.5. GEOMORFOLOGÍA

La topografía de la zona se caracteriza por poseer un fuerte control estructural, hay presencia de antiformes y sinformes encargados de darle a las colinas y cerros la orientación suroeste – noreste que poseen, al igual que algunas fallas con movimiento transcurrente. La diferencia de relieves en la zona, la presencia de colinas, cerros y valles, corresponde básicamente a la variedad de litologías aflorando: rocas carbonáticas, rocas ígneas recorriendo a rocas sedimentarias, areniscas, lutitas, etc., y a su modelado debido a los agentes exogénicos.

MUÑOZ & RODRÍGUEZ (2009) definieron dos unidades geomorfológicas principales en las localidades de Siquisique y Puente Limón, una unidad de montañas y una unidad de valles. Estas unidades pueden extenderse para la descripción geomorfológica del área de estudio del presente trabajo, sin embargo debido a la naturaleza de los altos topográficos en que la mayoría son colinas y cerros e incluyendo a las terrazas donde se ubican las poblaciones de Siquisique y Santa Inés, se decidió cambiarle el nombre a las unidades por unidad de relieve alto y unidad de relieve bajo.

Unidad de relieve alto

Esta unidad abarca un 90% aproximadamente del área de estudio, y está compuesta por una variedad de cerros y colinas con orientación suroeste – noreste. Aunque los procesos

endodinámicos dominan claramente, es la erosión diferencial la encargada de dar la expresión topográfica final.

La mayoría de los cerros con relieves abruptos, escarpes y numerosas estribaciones, se encuentran asociadas a rocas terciarias del eoceno, representadas por la Formación Matatere y la Formación Jarillal y en algunos casos a rocas de edad Oligoceno-Mioceno como las de la Formación Churuguara. Las colinas que presentan laderas con pendientes más suaves y de tope redondeado se encuentran asociadas a rocas terciarias pertenecientes a las formaciones Capadare, Castillo y Casupal.

Las rocas de edades cretácicas: Ofiolita de Siquisique, Formación la Luna, Formación Barquisimeto y la unidad volcanosedimentaria, generalmente generan un relieve de colinas irregulares y abruptas, esto debido principalmente a que se encuentran en zonas de fallas y además sobrecorren a las unidades sedimentarias más jóvenes.

Unidad de relieve bajo

Esta unidad abarca aproximadamente un 10% del área de estudio y está formada por valles generados por los sinformes presentes y por terrazas aluviales. Los valles tienden a ser angostos y consisten en los cauces de los drenajes principales como el río Tocuyo, el río Tuy y la qda. La Torta; se encuentran rellenos por sedimentos cuaternarios de tipo aluvión y terrazas, y generalmente cortan a las formaciones Capadare, Casupal y Agua Clara. En las cercanías de la población de Urucure y al noreste de la misma, los valles son más amplios que en el resto de la zona.

Ambas terrazas se encuentran en el sur de la zona de estudio y presentan sedimentos cuaternarios. La de mayor tamaño se ubica al sureste de la zona y en ella se asienta la población de Santa Inés, mientras que la de menor tamaño se ubica en el suroeste y en ella se encuentra la población de Siquisique.

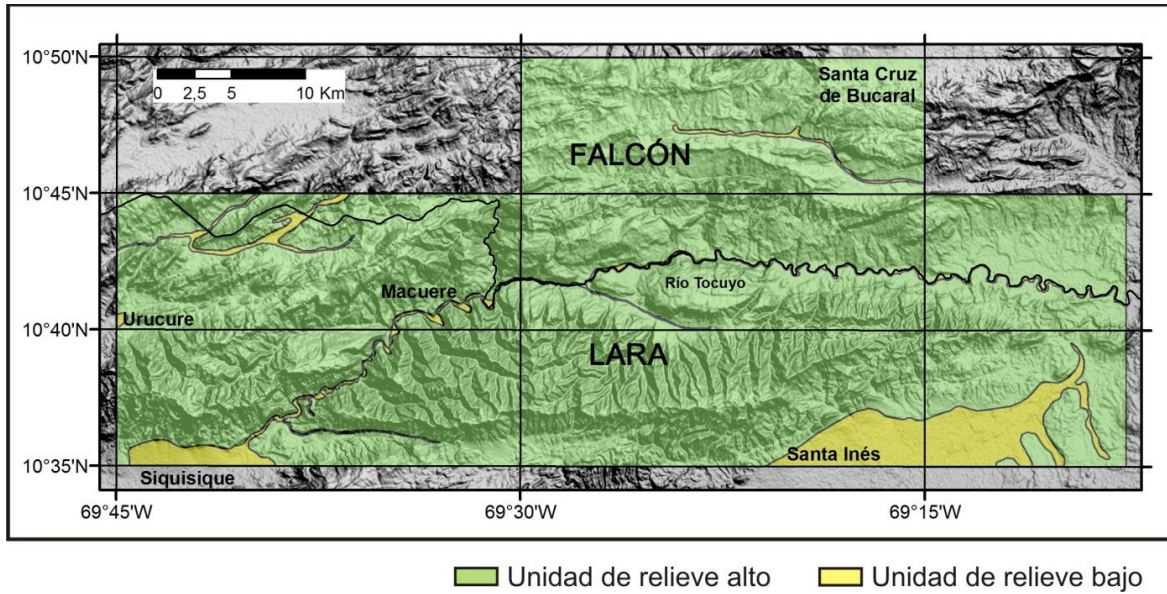


Fig. A2. Unidades geomorfológicas definidas para el área de estudio.

APÉNDICE B CLASIFICACIONES UTILIZADAS DE ROCAS

En base al tipo de roca definido, se utilizaron diversos tipos de clasificaciones con la finalidad de otorgarle un nombre definitivo.

B.1. CLASIFICACIONES PARA ROCAS SEDIMENTARIAS

La clasificación de las rocas sedimentarias estuvo sujeta al tipo de roca según su génesis y componentes: roca clástica, roca carbonática o roca híbrida.

B.1.1. Rocas sedimentarias clásticas: arenisca y conglomerado

A continuación se presentan las tablas visuales y clasificaciones utilizadas en el campo y el estudio petrográfico de las rocas sedimentarias clásticas (Figs. B1, B2, B3, B4 y B5).

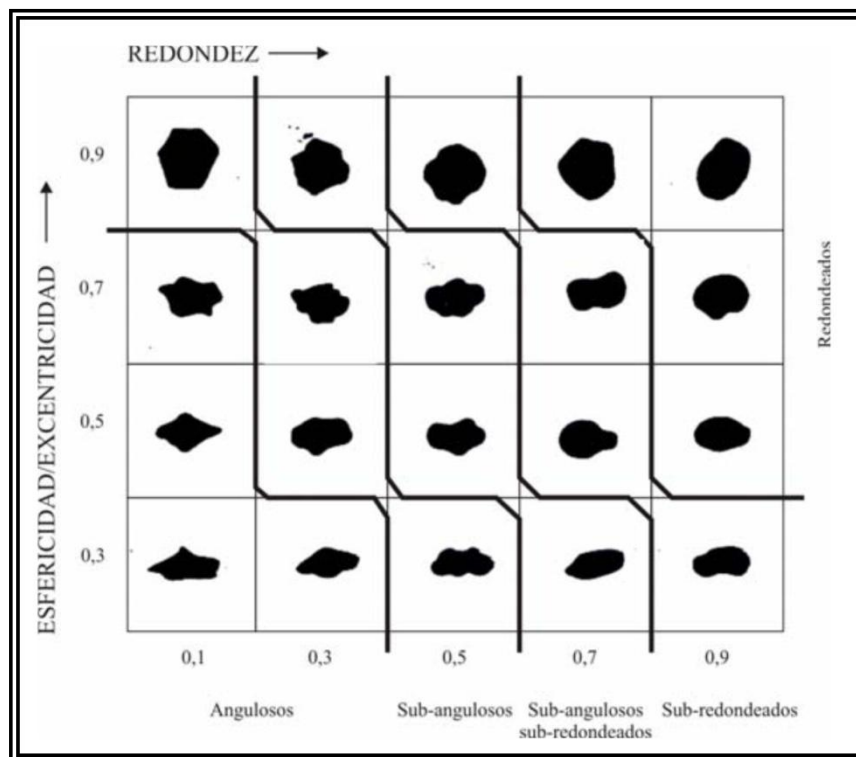


Fig. B.1. Tabla visual de esfericidad y redondez de granos. Según KRUMBEIN & PETTIJON (1938)

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

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

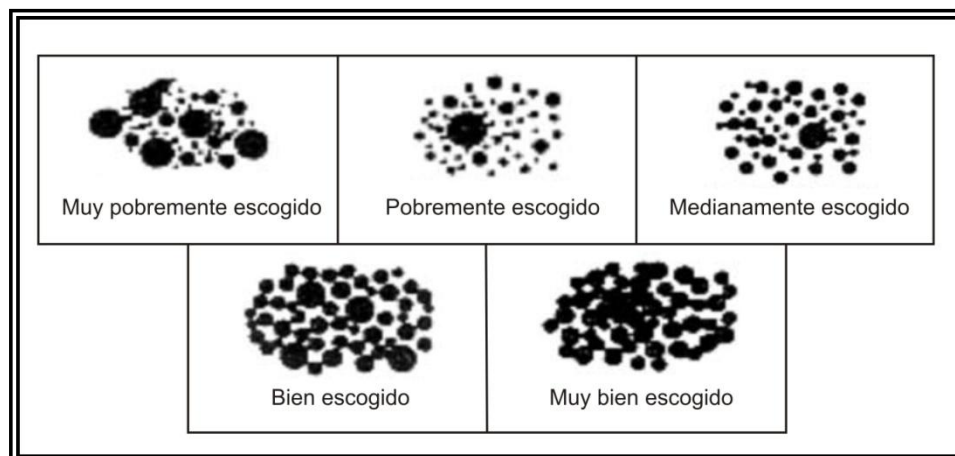


Fig. B3. Tabla visual de escogimiento de los granos propuesta por FOLK (1969).

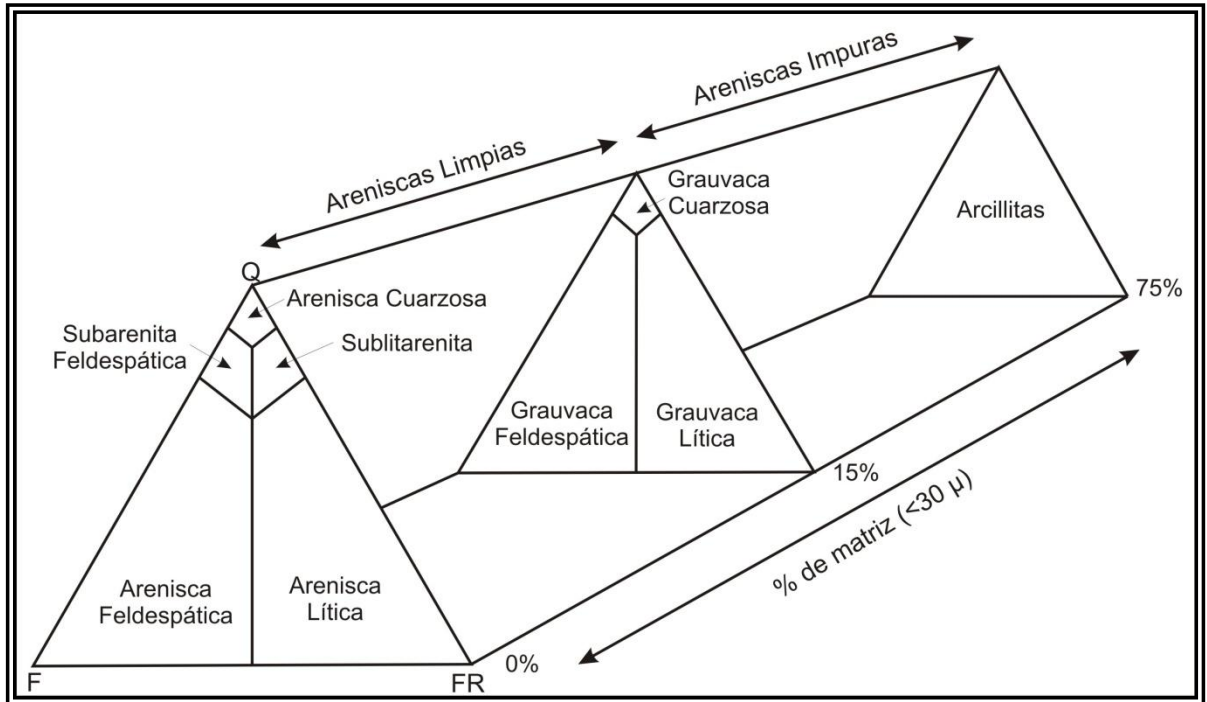


Fig. B4. Clasificación de areniscas. Imagen tomada y modificada de PETTIJHON *et al.* (1972). Q=cuarzo, F= feldespato y FR=fragmento de roca.

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.

Para rocas sedimentarias carbonáticas se utilizaron dos clasificaciones, por lo tanto, se le otorgaron dos nombres a cada roca analizada.

B.1.2.1. Clasificación según FOLK (1962)

Esta clasificación se basa en el porcentaje y tipo de componente aloquímico (fósiles, ooides, pellets o intraclastos) y ortoquímico (espato o micrita) presente en la muestra (Fig. B.6). En el caso de que los componentes aloquímicos superen el 10% de volumen en la roca, el nombre de la roca será compuesto y tendrá como prefijo la abreviatura correspondiente del aloquímico predominante y como sufijo el nombre del ortoquímico predominante terminado con el sufijo “ita”.

En los casos en que el porcentaje del aloquímico se encuentra entre 1 y 10%, la roca se considerará como caliza micrítica o caliza espática (de acuerdo al ortoquímico predominante) y se le agrega el nombre del grano carbonático más abundante.

Si el porcentaje de aloquímico es menor a 1%, la roca tendrá solamente el nombre del ortoquímico abundante 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 junto con la depositación, la roca es llamada biolitita.













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

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

B.1.2.2. Clasificación según DUNHAM (1962)

Esta clasificación se basa en la textura depositacional de la roca y si el enlace de los componentes tuvo lugar durante o posterior a la depositación. La figura B7 muestra un gráfico sencillo de esta clasificación.





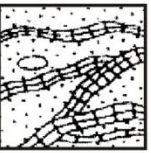
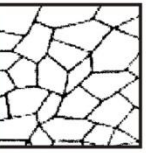
Textura depositacional reconocible					Textura depositacional reconocible
Componentes originales no enlazados durante la depositación				Los componentes originales se encuentran juntos durante la depositación	
Contiene lodo (arcilla y limo fino de carbonato)			Sin lodo soportada por granos		Subdivididos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

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

B.1.3. Rocas sedimentarias híbridas

Este tipo de rocas presentan una composición mixta, contienen tanto componentes clásticos como carbonáticos. Su clasificación fue propuesta por MOUNT (1985) y se aplica para rocas carbonáticas que presentan más de 10% de componentes siliciclásticos. La clasificación consiste en un tetraedro en donde se toma en cuenta los porcentajes de aloquímicos, micrita, componentes siliciclásticos tamaño arena y componentes siliciclásticos tamaño limo (Fig. B8). El autor para simplificar la clasificación de este tipo

de rocas, diseñó un sistema de preguntas que llevan directamente al nombre de la roca, representado en la figura B9.

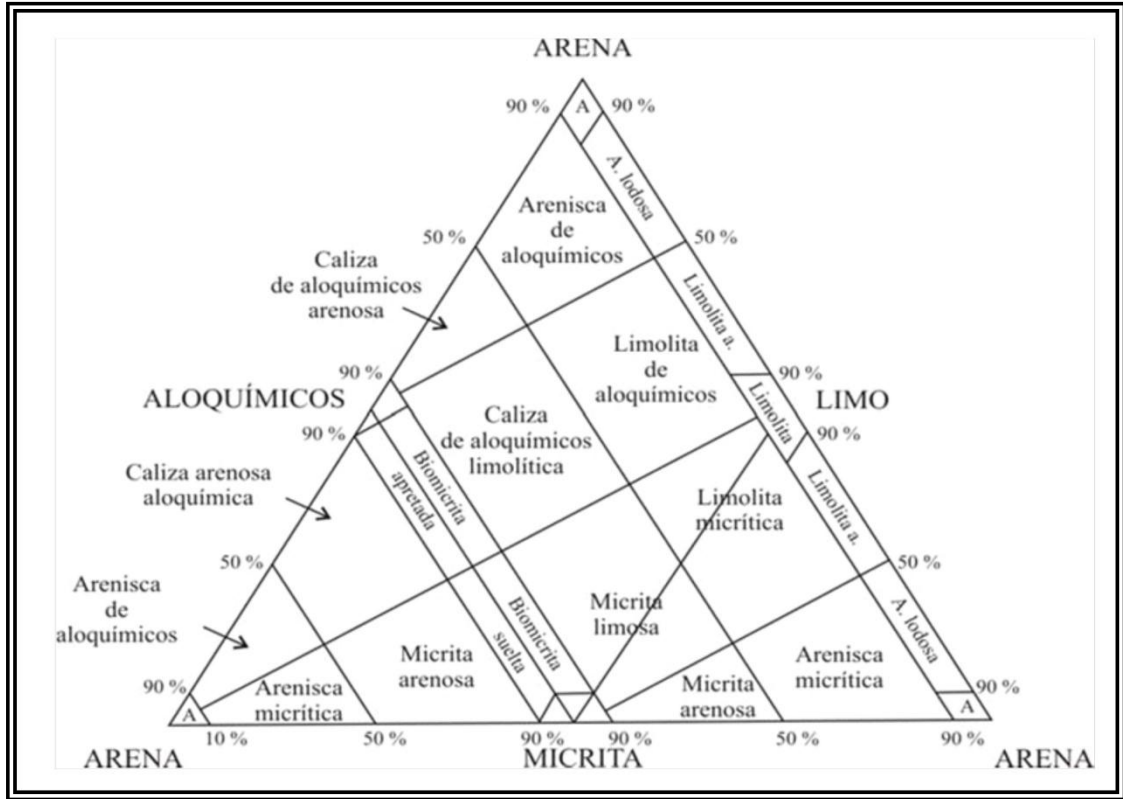


Fig. B8. Tetraedro para clasificación de rocas sedimentarias híbridas según MOUNT (1985).

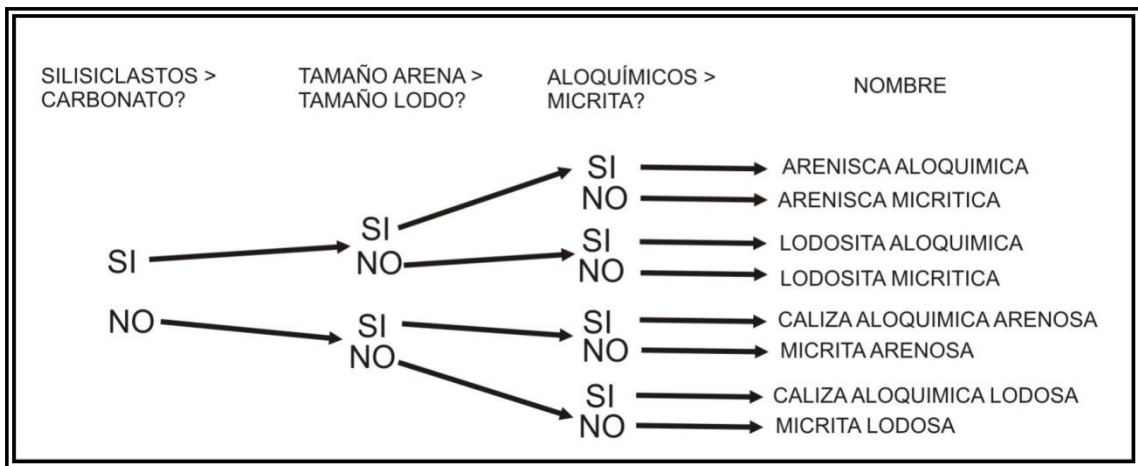


Fig. B9. Esquema propuesto por MOUNT (1985) para clasificación de rocas híbridas.

B.2. CLASIFICACIONES PARA ROCAS ÍGNEAS

Para clasificar las rocas ígneas se utilizó la clasificación de STRECKEINSEN (1972), encargada de dividir a las rocas ígneas en dos grandes grupos, basándose en su textura: las rocas con cristales visibles y reconocibles a simple vista (faneríticas) y las rocas en la que los minerales forman una matriz y no se pueden diferenciar a simple vista (afaníticas). Además de la textura, esta clasificación toma en cuenta la mineralogía modal de la roca ígnea, por lo cual existen diversos triángulos cuyos vértices representan el 100% de un mineral dado; con el uso de estos triángulos se halla el nombre de la roca, siendo el más conocido el triángulo Q-A-P (cuarzo-feldespato-plagioclasa) para rocas cuarzo-feldespáticas.

Como es muy probable que la suma de los parámetros de los vértices de cada triángulo no llegue al 100%, los mismos deben de ser recalculados para tal fin.

B.2.1. Rocas plutónicas

Para la clasificación de las rocas plutónicas se utilizaron los triángulos: Q-A-P para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales; Pl-Px-Hb para rocas gabroides sin olivino y con hornblenda; Pl-Cpx-Opx para rocas gabroides sin olivino y sin hornblenda (Figs. B10, B11 y B12).

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

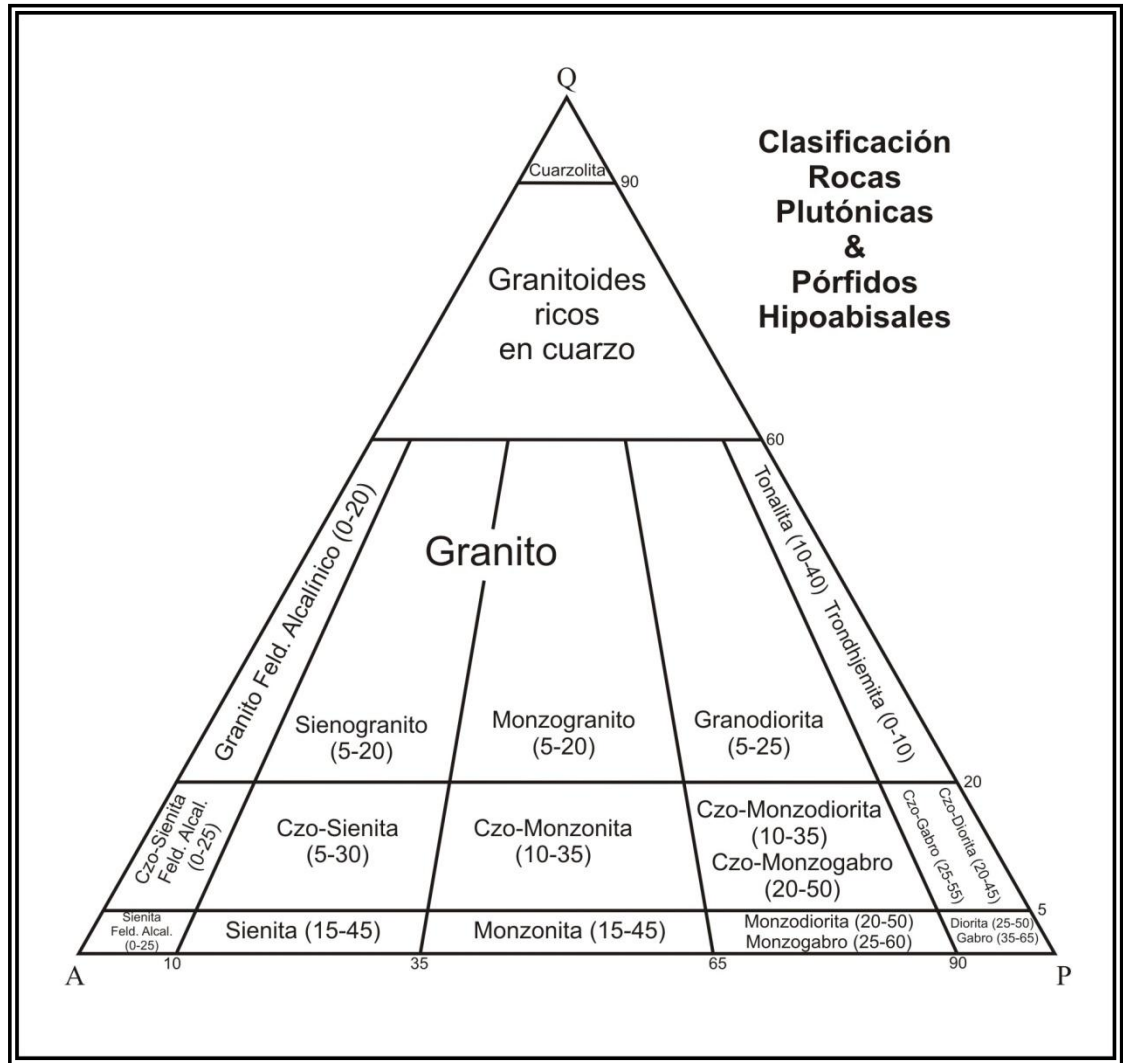


Fig. B10. Triángulo Q-A-P para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales, tomado y modificado de STRECKEINSEN (1972). Q = cuarzo, A = feldespato y P = plagioclasa.



Fig. B11. Triángulo PI-Px-Hb para rocas gabroides sin olivino y con hornblenda, tomado y modificado de STRECKEINSEN (1972). PI = plagioclasa, Px = piroxeno y Hb = hornblenda

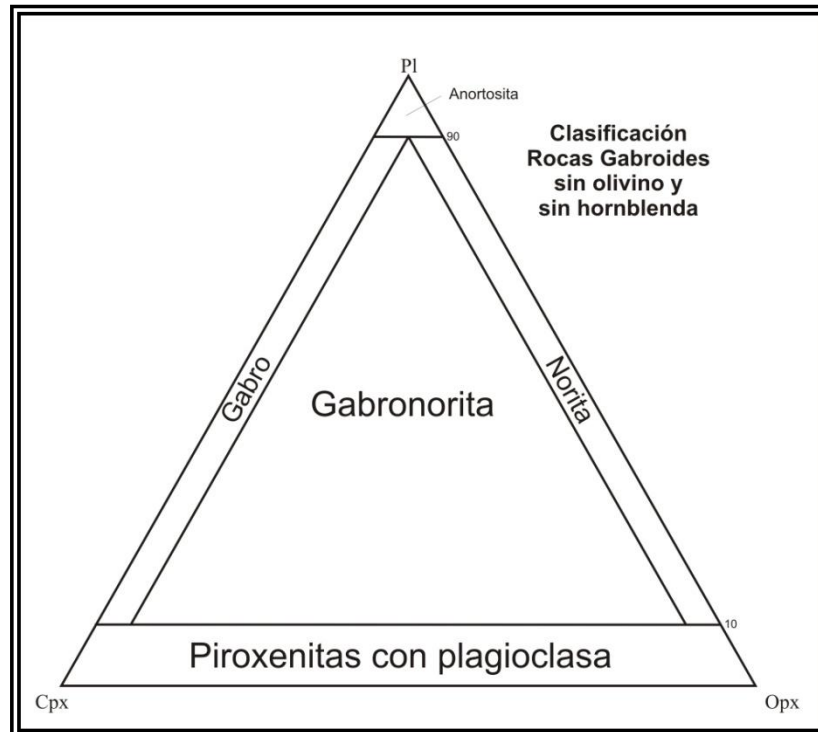


Fig. B12. Triángulo PI-Cpx-Opx para rocas gabroides sin olivino y sin hornblenda, tomado y modificado de STRECKEINSEN (1972). PI = plagioclasa, Cpx = clinopiroxeno y Opx = ortopiroxeno.

B.2.1. Rocas volcánicas

Para la clasificación de las rocas volcánicas se utilizó el triángulo Q-A-P para rocas volcánicas, el cual a diferencia del utilizado para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales, no se toma un cuenta el parámetro de índice de color. Figura B13.

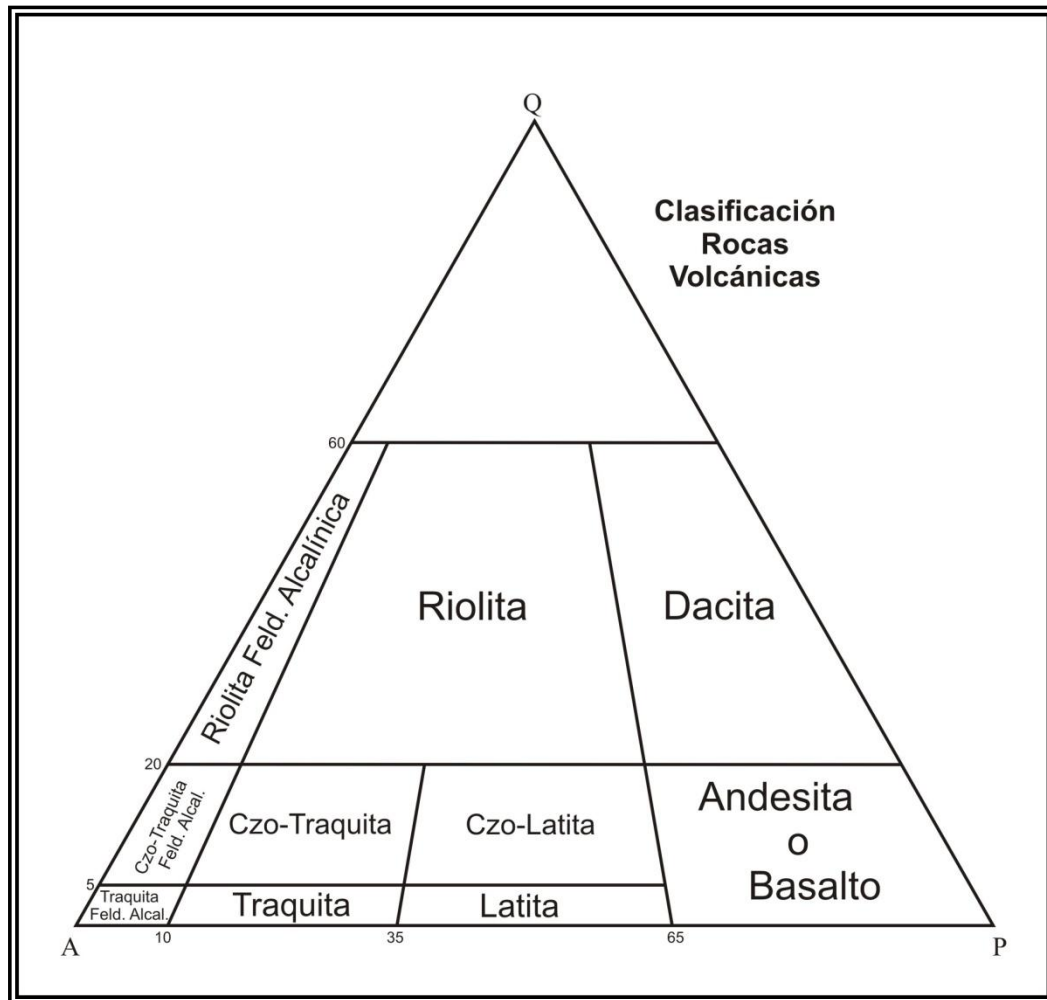


Fig. B13. Triángulo Q-A-P para rocas volcánicas, tomado y modificado de STRECKEINSEN (1972).
 Q = cuarzo, A = feldespato y P = plagioclasa.

B.3. PLANILLAS PETROGRÁFICAS UTILIZADAS

Se utilizaron distintas planillas petrográficas en base al tipo de roca analizada en microscopio; en cada una de ellas se contemplan las características y parámetros más importantes de la roca, y que además ayuden en su clasificación. Las planillas se muestran en las figuras B14, B15, B16 y B17.

Planilla para petrografía de rocas IGNEAS Y METAMÓRFICAS (Lab.330)					
No. Muestra:		Fecha:		Petrografía por:	
ROCA METAMÓRFICA:			ROCA ÍGNEA:		
FÁBRICA		FOLIADA		CRISTALINIDAD	
<input type="checkbox"/> Idioblástica (euhedral) <input type="checkbox"/> Hipidioblástica (subhedral) <input type="checkbox"/> Xenoblástica (anhedral) <input type="checkbox"/> Porfidoblástica <input type="checkbox"/> Porfidoclástica		<input type="checkbox"/> Pizarra <input type="checkbox"/> Filita <input type="checkbox"/> Esquistito <input type="checkbox"/> Gneis NO FOLIADA <input type="checkbox"/> Granofel <input type="checkbox"/> Hornfel		<input type="checkbox"/> Holocristalina <input type="checkbox"/> Hipocristalina <input type="checkbox"/> Holohialina GRANULARIDAD <input type="checkbox"/> Fanerítica <input type="checkbox"/> Afanítica <input type="checkbox"/> Criptocristalino	
				FÁBR. EQUIGRANULAR	
				<input type="checkbox"/> Idiomórfica (euhe.) <input type="checkbox"/> Hipidiomórfica (subh.) <input type="checkbox"/> Alotriomórfica (anh.)	
				FÁBR. INEQUIGRANULAR	
				<input type="checkbox"/> Seriada <input type="checkbox"/> Porfídítica	
ROTA MECANICA Y RECAMENTADAS					
Texturas ígneas y metamórficas:					
Flujo: ___		Intersertal ___		Subofítica: ___	
1- No Foliadas		Afieltrada: ___		Eutaxítica: ___	
CATACLÁSTICAS		Ofítica: ___		Halos pleo.: ___	
% fragmentos		Esferulítica: ___		Reliquias: ___	
>50 Protocatacl.: ___		Vitrófidica: ___		Helicítica: ___	
10-50 Catacla.: ___		Gráfica: ___		Red (web): ___	
<10 Ultracatacl.: ___		Sagenítica: ___		Simplectit.: ___	
2- Foliadas		Mirmeguit.: ___		Poiquilítica: ___	
MILONÍTICAS		Zonación: ___		Reabsorc.: ___	
% Porfiroclastos		Mirmeguit.: ___		Augen: ___	
>50 Protomil.: ___		Mirmeguit.: ___		Augenesquis.: ___	
10-50 Milonita: ___		Mirmeguit.: ___		Sombas P.: ___	
<10 Ultramil.: ___		Mirmeguit.: ___		Glomeroporfídítica: ___	
Blastomilonita: ___		Mirmeguit.: ___		Glomeroporfídítica: ___	
Matriz: ___		Mirmeguit.: ___		Glomeroporfídítica: ___	
Foliación: Lepidoblástica: ___ Nematoblástica: ___					
Foliación: Fuerte ___ Mediana ___ Pobre ___ Muy pobre ___					
Transformaciones: Ol->Sp ___ Px->Sp ___ Px->Anf ___ Anf->Cl ___ Gr->Bi ___ Gr->Cl ___ Bi->Cl ___					
TAMAÑOS					
General		Promedio (de mm - a mm)		TRIÁNGULO A-P-Q	
Porfidoblastos		(-)		Feldespatos alcalinos: ___	
Porfidoclastos		(-)		A: ___	
Megacristales		(-)		Plagioclasa (>5An): ___	
Fenocristales		(-)		P: ___	
Matriz		(-)		Cuarzo: ___	
				Q: ___	
				I.C. = ___	
				100%	
Transparencia: [desde clara (1) a oscura(5)]: ___					
MINERALOGÍA (+- en orden de abundancia) [En volcánicas separar fenocristales de constituyentes de la matriz]					
Nombre		%		Nombre	
1-				7-	
2-				8-	
3-				9-	
4-				10-	
5-				11-	
6-				12-	
				Tz: trazas	
Plagioclasa: Composición: ___ %An (Nombre: ___). Alterada: Mucho: ___ Mediano: ___ Poco: ___ Nada: ___					
(muy importante) En orden de abundancia (4->0) a: Sericita: ___ Epidoto: ___ Calcita: ___ Albita: ___ Otro: ___					
Nota: Al reverso hacer lo mismo para otros minerales alterados (biotita, anfíbol, piroxeno, olivino, etc.)					
CLASIFICACIÓN GENERAL					
Plutónica: ___ Hipoabisal: ___ Volcánica (lava): ___ Volcánica (piroclástica): ___ híbrida: ___					
Metaplutónica: ___ Metahipoabisal: ___ Metalava: ___ Metatoba: ___ (Metatoba híbrida: ___)					
Metasedimentaria: ___ (Metapelita: ___ Meta-psamita: ___ Meta-psefita: ___ Meta-carbonática: ___)					
NOMBRE DE CAMPO:					
NOMBRES PETROGRÁFICOS:					
NOMBRES PROTOLÍTICOS (si es posible):					
Facies (subfacies) metamórfica:					
DESCRIPCIONES DE LOS MINERALES: 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 metamorfismo, minerales retrógrados, reacciones, interpretaciones de la historia de la roca.					
Si bien arriba hay una casilla de texturas, aquí señalar cuales minerales están involucrados en ellas y detalles adicionales.					
Formas de minerales: acicular, columnar, fibroso, equidimensional, hojoso, tabular, alotriomorfo, hipidiomorfo, idiomórfico.					
Visualizar texturas y minerales ígneos en: http://www.eos.ubc.ca/courses/eosc221/igneous/igtexur.html					
Minerales metamórficos http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/met_minerals.htm					
Minerales ígneos http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/ig_minerals.htm					
Petrología en general http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology					
Usar las clasificaciones de rocas ígneas y metamórficas de: http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html					

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

Planilla para petrografía de ARENISCA (Lab.330)					
No. Muestra:		Fecha:		Petrografía por:	
Características texturales					
Tam. Grano: (-) mm		Clasificación:		Orientación: Anisotrópica Isotrópica	
Escogimiento (%)		Redondez (%)		Esfericidad (%)	
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		
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		
Matriz %					
Minerales de arcilla		Cemento %		Porosidad %	
Oxidos Fe		Cuarzo		Interpartícula	
Cuarzo		Oxido de Fe		Intrapartícula	
Caolinita		Caolinita		Disolución	
Material carbonático		Mineral calcáreo		Fractura	
Otros		Minerales de arcilla		Móldica	
Otros		Otros			
Efectos diagenéticos					
Compactación			Cementación		
Alta	Deformación de granos dúctiles		Tipo de Cemento predominante		
Media	Fracturamiento de granos dúctiles		Rellenando poros		
Baja	Trituramiento de granos dúctiles		Sobrecrecimiento de granos		
	Deformación de granos		Aros/Forros/Envoltorios de granos		
Disolución		Presión / Solución		Alteración	
Granos		Contacto long y conc- conv		Feldespatos	
Matriz		Contactos suturados		Moscovita	
Cemento		Estilolitas		Biotita	
				FR	
				Otros	
Porcentajes originales		Recálculo			
Cuarzo			Clasificación según Nombre de roca		
Feld					
FR					
Matriz					
Usar clasificaciones de: http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html					

Fig. B15. Planilla petrográfica utilizada para areniscas.

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

Fig. B16. Planilla petrográfica utilizada para conglomerados.

Planilla para petrografía de CARBONATOS (Lab. 330)			
No. Muestra:		Fecha:	
		Petrografía por:	
Componentes principales (%)			
Extraclásticos:	Aloquímicos:	Ortoquímicos:	Porosidad:
Extraclastos %			
Cuarzo %	Feldespatos %	Fr. de Roca %	Accesorios %
Mc plutónico	Plagioclasa	Chert	Biotita
Pc plutónico	Ortosa	Metamórfico	Moscovita
Volcánico	Microclino	Sediment.	Circón
Mc Metamórfico		Volcánica	Apatito
Pc Metamórfico		Plutónica	Turmalina
			Epidoto
			Glaucionita
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 esqueléticas		Bioturbaciones	
Formación de envoltorios micríticos		Otros	
Cementación			
Cemento predominante:			
Forma en que se presenta		Textura	
Precipitado	Recristalizado	Sintaxial	Radial
		Isópaco	Equigranular
		Menisco	Otros
Neomorfismo		Reemplazamiento	
N. Inversión Homoaxil de Fr. de Moluscos		Glaucionitización	
N. Inversión Heteroaxil de Fr. de Moluscos		Silicificación	
Neomorfismo agradante		Fosfatización	
		Otros	
Disolución		Nombre de roca según:	
Granos	Presión / Solución	Dunhan:	
Matriz	Estilolitas	Folk:	
Cemento	Otros	Mount:	
Fr. Fósiles			
Usar clasificaciones de: http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html			

Fig. B16. Planilla petrográfica utilizada para carbonatos.

APÉNDICE C

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

**Reconocimiento del sector Macuere (Edo. Lara)
Qda. Agua Linda. (26/04/2010).**
Contacto Formación Matatere – Unidad volcánica.

Abreviaturas utilizadas: NC= Nícoles Cruzados
NP= Nícoles Paralelos

Punto de observación: La-1200-A
Ubicación: Qda. Agua Linda.
Unidad: Unidad volcánica (ofiolita de Siquisique)
Coordenadas UTM: E: 440.264 / N: 1.183.000
(Cota: 370m)

Observaciones de campo: Afloramiento de rocas volcánicas, de color verde con presencia de brechas no piroclásticas.

Fotografías:



Fig. C1. Rocas Volcánicas de color verde aflorando en Qda. Agua Linda.

Descripción de muestra de mano LA-1200-A:
Roca ígnea volcánica con color meteorizado verde oscuro, color fresco verde claro. Presenta textura afanítica aunque logran verse pocos cristales de color claro, posible plagioclasas. Es equigranular, no se observa vidrio volcánico y presenta pequeñas vetas rellenas de calcita.



Fig. C2. Muestra LA-1200-A

Descripción Petrográfica, LA-1200-A: Basalto.
Roca inequigranular con abundantes microlitos de plagioclasas (tipo oligoclasa) dentro de una matriz criptocristalina; el tamaño promedio de cristales es de 0,17 mm. La plagioclasa, presente en un 32%, genera textura afieltrada y porfídica, esta última de manera puntual por fenocristales de 0,55 mm a 0,9 mm (los únicos en toda la sección). La matriz criptocristalina abarca un 51% total de la muestra, y puede diferenciarse en dos tipos de materiales sin identificar, uno de color claro quizá formado por las mismas plagioclasas, y uno de color oscuro formado por pequeños óxidos. Hay presencia de calcita en un 12%, de cuarzo en un 2% y de clorita en un 2%, en vetas generadas y rellenas posteriormente a la formación de la roca. La piritita se encuentra como mineral accesorio (1%) en las vetas y como alteración.



Fig. C3. LA-1200-A. Fenocristales de oligoclasa generando textura porfídica con matriz criptocristalina. (NP)

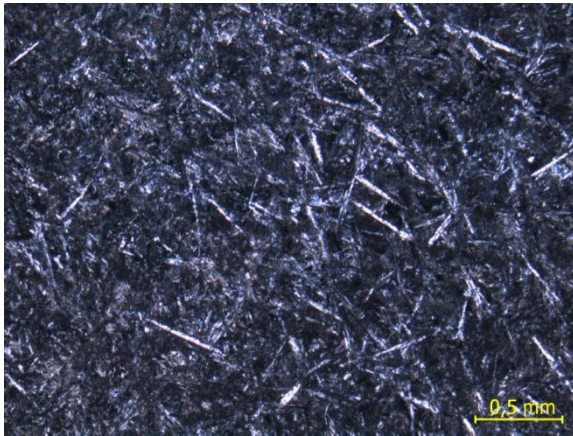


Fig. C4. LA-1200-A. Microlitos de plagioclasa generando una textura afieltrada. (NC)

Punto de observación: La-1200-B

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Unidad volcánica (ofiolita de Siquisique)

Observaciones de campo: Roca Volcánica, ídem. La-1200 A. Se encuentra más cercana a la zona de contacto con Formación Matatere

Descripción de muestra de mano LA-1200-B:

Color meteorizado verde oscuro, color fresco verde claro. Presenta textura afanítica por lo cual no se le pueden observar el tamaño de sus cristales. La muestra incluye una pequeña veta de calcita.



Fig. C5. Muestra LA-1200-B

Descripción petrográfica, LA-1200-B: Basalto.

Roca afanítica, equigranular e hipidiomórfica con tamaño promedio de cristales de 0,4 mm. La roca está constituida en su mayoría (55%) por cristales alargados de plagioclasa, de tipo oligoclasa, generando una textura afieltrada, la plagioclasa se encuentra poco alterada a minerales de arcilla. Existe una matriz criptocristalina entre los cristales de plagioclasa, que ocupa un 30% de la muestra, esta matriz presenta dos colores característicos, uno claro

otorgado por material no identificado, y uno oscuro generado por pequeños óxidos. Se identificaron pequeños cristales de clinopiroxeno en los espacios entre plagioclasas, pero solo abarcan un 2% de la roca. Hay presencia de calcita (6%), pirita (2%), cuarzo (2%) y prehnita (3%) relleno de vetas generadas posteriores a la formación de la roca; este último mineral puede ser indicativo de que la roca sufrió un metamorfismo de bajo grado, de la facies prehnita-pumpellita.

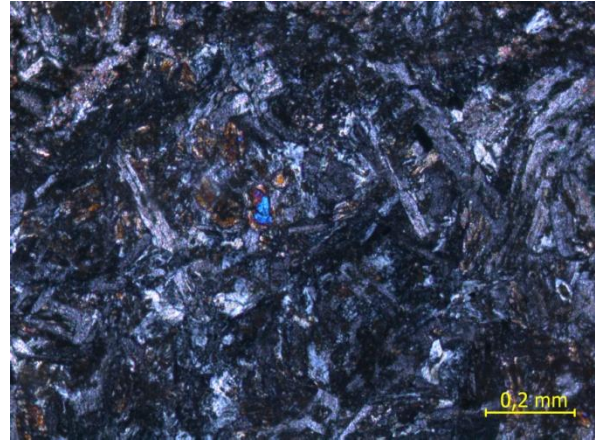


Fig. C6. LA-1200-B. Cristales de clinopiroxenos, entre cristales alargados de plagioclasa. (NC)

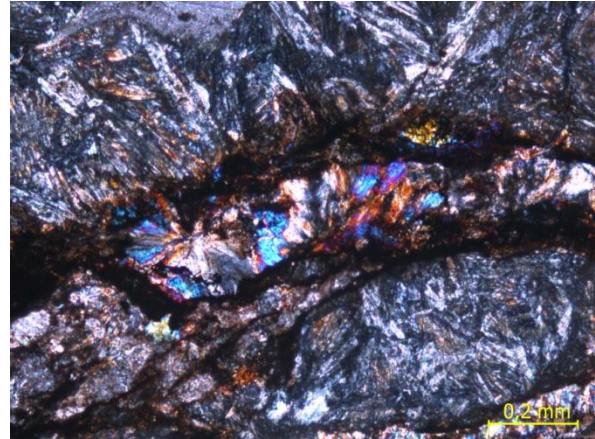


Fig. C7. LA-1200-B. Veta rellena por óxido y prehnita. (NC)

Punto de observación: La-1200-C

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Conglomerado. Se observa el contacto entre las rocas volcánicas descritas anteriormente y la Formación Matatere representada por su conglomerado basal.

Fotografías:



Fig. C8. Contacto entre rocas volcánicas (Derecha) y conglomerado de la Formación Matatere (Izquierda)

Descripción de muestra de mano LA-1200-C: Clasto de conglomerado con un diámetro aproximado de 7 cm. El clasto pertenece a una roca plutónica gabroide de color meteorizado verde oscuro y color fresco verde claro con tonalidades blancas. Presenta textura fanerítica, equigranular y holocristalina, se logran observar cristales de plagioclasas y piroxenos subhedrales.

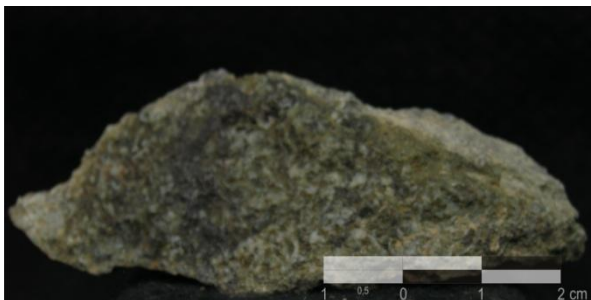


Fig. C9. Muestra LA-1200-C

Descripción petrográfica, LA-1200-C: Gabro. Roca plutónica holocristalina, fanerítica con cristales de un tamaño promedio de 2,70 mm. La plagioclasa es el mineral de mayor abundancia, con un 52%, se presenta en cristales alargados subhedrales de 0,68 mm a 4,1 mm de largo, es de tipo oligoclasa; los cristales están fuertemente alterados a minerales de sericita y generan junto con los piroxenos una textura ofítica. Las piroxenos, presentes en un 35%, son de tipo clinopiroxenos, no se logró identificar el nombre del mineral debido a que se encuentran muy alterados y fracturados; los cristales presentan diversos tamaños que van de 1,2 mm a 2,81 mm, y están alterados parcialmente a clorita (4%) y magnetita (2%). La muestra presenta vetas generadas posteriormente, las

cuales se encuentran rellenas de calcita (3%) y cuarzo (2%). Se identificaron cristales de prehnita en la muestra, indicando que la misma sufrió un metamorfismo de bajo grado.



Fig. C10. LA-1200-C. Cristales de plagioclasa dentro de cristales de clinopiroxeno, generando una textura ofítica. (NP)

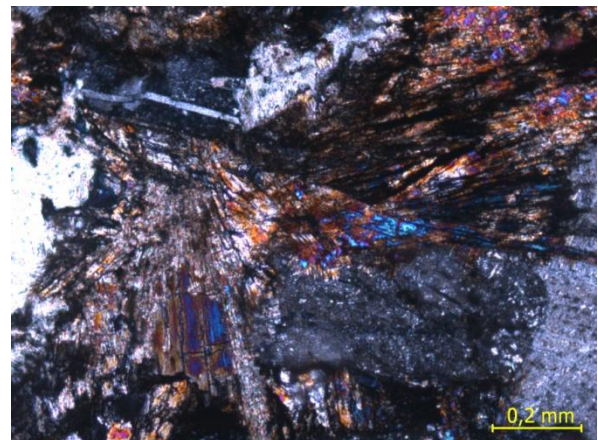


Fig. C11. LA-1200-C. Cristales de prehnita generados por metamorfismo de bajo grado. (NC)

Punto de observación: La-1200-D

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Lente de Chert fracturado incluido dentro de conglomerado perteneciente a la Formación Matatere. Su longitud mayor es de 84 cm y su longitud menor de 22 cm.

Descripción de muestra de mano LA-1200-D: Presenta una longitud de 6 cm de diámetro, consiste en una masa homogénea de color meteorizado y fresco negro, presenta pequeñas vetas de óxido.



Fig. C12. Muestra LA-1200-D

Descripción petrográfica, LA-1200-D: Chert. Roca sedimentaria de origen biogénico, formada por un 80% de matriz no identificable, y un 20% de radiolarios recristalizados a cuarzo; solo algunos de estos radiolarios se les logra observar una estructura interna. La roca presenta pequeñas vetas rellenas de cuarzo y óxidos.

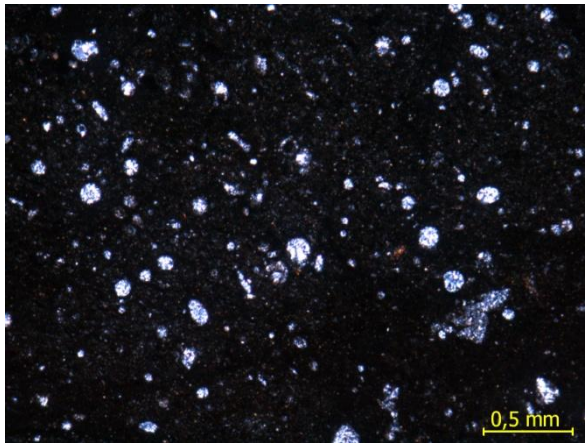


Fig. C13. LA-1200-D. Radiolarios recristalizados a cuarzo, variedad calcedonia. (NC)

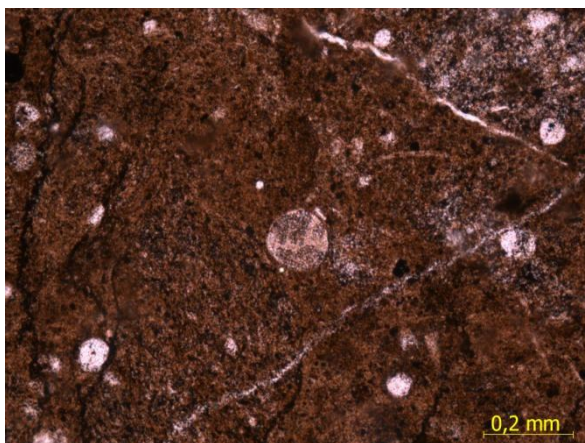


Fig. C14. LA-1200-D. Radiolario el cual se le observa su estructura interna. (NP)

Punto de observación: La-1200-E

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Clasto dentro de conglomerado perteneciente a la Formación Matatere. El clasto presenta un tamaño de 3 cm y corresponde a una roca plutónica gabroide.

Descripción de muestra de mano LA-1200-E: Roca plutónica gabroide en forma de clasto dentro de conglomerado, posee un color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro. Posee textura fanerítica con cristales cuyo tamaño alcanzan 2 mm, es equigranular, holocristalina y contiene cristales de plagioclasas y piroxenos subhedrales.



Fig. C15. Fig.7 Muestra LA-1200-E

Descripción petrográfica, LA-1200-E: Gabro.

Roca plutónica, holocristalina, fanerítica, equigranular e hipidiomórfica; contiene cristales de tamaño promedio 1,5 mm. Las plagioclasas abarcan un 48% de la muestra, y se encuentran presentes en cristales subhedrales, a veces deformados, que van de 1,12 mm a 3 mm de longitud; son de tipo oligoclasa y se encuentran alteradas a sericita. Los piroxenos son de tipo augita con tamaños de 1,7 mm a 4,5 mm, se encuentran muy fracturados y presentan alteraciones a clorita (10%) y magnetita (3%); abarcan un 37% de la muestra. La clorita se encuentra como producto de alteración de los piroxenos tanto en su variedad magnesiánica (color de interferencia azul de primer orden) como en la no magnesiánica.



Fig. C16. LA-1200-E. Clinopiroxeno alterando a clorita, y a magnetita en los bordes. (NC)



Fig. C19. Muestra LA-1200-F

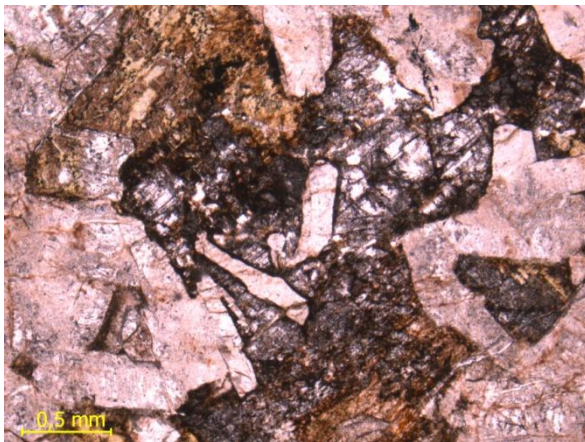


Fig. C17. LA-1200-E. Textura óptica, se observan los cristales de plagioclasa dentro de cristales de clinopiroxeno. (NP)

Punto de observación: La-1200-F

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Conglomerado perteneciente a la Formación Matatere, presenta clastos que alcanzan los 10 cm de diámetro.

Fotografías:



Fig. C18. Afloramiento de conglomerado de la Formación Matatere

Descripción petrográfica, LA-1200-F: Paraconglomerado polimítico.

Roca sedimentaria, se trata de un conglomerado cuyos componentes principales son: 56% de clastos, 40% de matriz y 4% de cemento, la roca no presenta porosidad. La roca presenta un escogimiento muy pobre, los granos son de sub-redondeados a redondeados y con una esfericidad media, el contacto entre ellos es principalmente grano-matriz, aunque hay casos de contactos puntuales. El tamaño promedio de los clastos es de 1,5 mm, siendo el tamaño mínimo de 0,17 mm y el máximo 16 mm, un 38% son clastos tamaño arena y un 16% tamaño gránulo y un 2% tamaño guijarro; los clastos presentan orientación isotrópica.

De 56% de clastos aproximadamente un 48% corresponde con fragmentos de roca y un 6% con feldespatos, si existe la presencia de cuarzo este es menor a 1%, entre minerales accesorios se observó pirita y muscovita representando un 1% del total de granos. Entre los feldespatos se observaron clastos de ortosa y de plagioclasa, el cual no se pudo determinar el tipo. Se lograron diferenciar 2 tipos de fragmentos de rocas: fragmentos de roca ígnea volcánica de 0.38 mm a 16 mm de diámetro, están compuestos por cristales plagioclasa tipo oligoclasa (0,38 mm a 1,13 mm) definiendo una textura afieltrada, embebidos en una matriz criptocristalina con presencia de óxidos, estos fragmentos generalmente presentan alteración a clorita y a calcita, en los bordes estos clastos presentan cementación de calcita (microespato) y de óxido de hierro, estos clastos representan un 43% de FR; el otro tipo de fragmento de roca presente corresponde a fragmentos de caliza espática con un diámetro entre 0,88 mm y 2,7 mm, el cemento que la compone es de tipo microespato aunque algunos clastos presentan cemento tamaño espato con maclado bien desarrollado, en algunos clastos hay presencia de pellets, estos clastos representan un 5% de FR.

La matriz es de tipo carbonática compuesta por micrita y algunos pequeños cristales de plagioclasa. La cementación se da principalmente en los bordes de los clastos ígneos y es de tipo carbonático y de óxido de hierro.

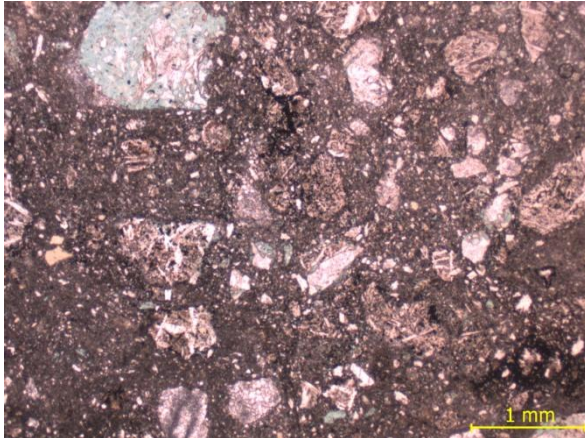


Fig. C20. LA-1200-F. Paraconglomerado Polimítico, se observan los fragmentos de roca volcánicos embebidos en una matriz carbonática (NP).

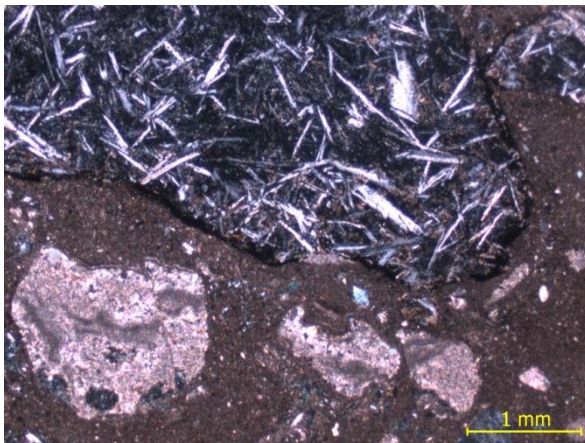


Fig. C21. LA-1200-F. Clasto de roca volcánica con cementación de óxido de hierro en los bordes (arriba) y clastos de caliza espática con presencia de pellets (abajo) (NC).

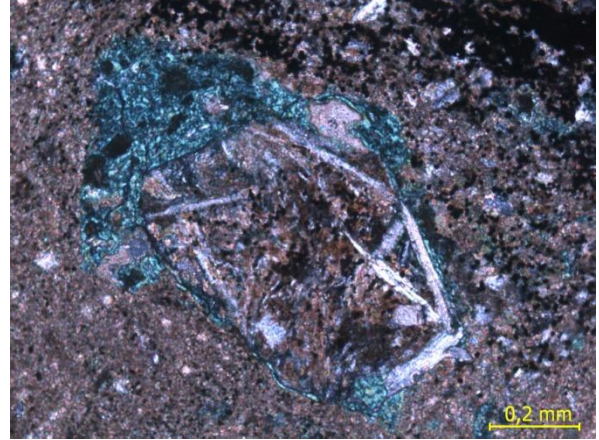


Fig. C22. LA-1200-F. Clasto de roca volcánica con alteración a clorita en los bordes.

Punto de observación: La-1200-G

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Clasto de conglomerado perteneciente a la Formación Matatere.

Descripción de muestra de mano LA-1200-G: Clasto de conglomerado de 4 cm que consiste en una roca ígnea plutónica gabroide, de color meteorizado verde oscuro, y color fresco verde claro. El clasto es fanerítico, inequigranular y holocristalino. Presenta cristales de plagioclasas subhedrales de hasta 0,5 cm, el color verde de la roca se atribuye a cristales de piroxenos que no poseen caras desarrolladas.

Fotografías:

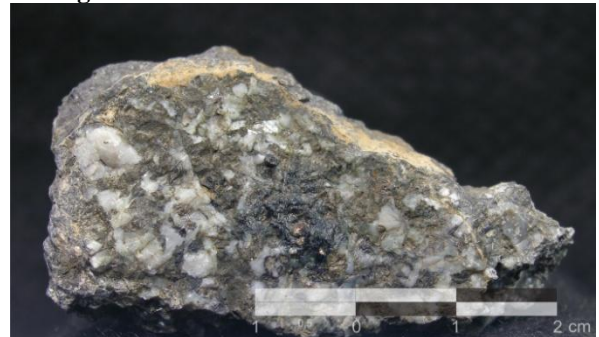


Fig. C23. Muestra LA-1200 G

Descripción petrográfica, LA-1200-G: La muestra no presenta análisis petrográfico

Punto de observación: La-1200-H

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Clasto de conglomerado perteneciente a la Formación Matatere

Descripción de muestra de mano LA-1200-H: Clasto ígneo dentro de conglomerado, cuyo diámetro es de 6 cm de longitud. Posee color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro con tonalidades

blancas. Presenta textura fanerítica además es equigranular, de composición intermedia y holocristalina. Se observan cristales bien desarrollados de plagioclasas y algunos de piroxenos. Corresponde a una roca ígnea gabroide.

Fotografías:

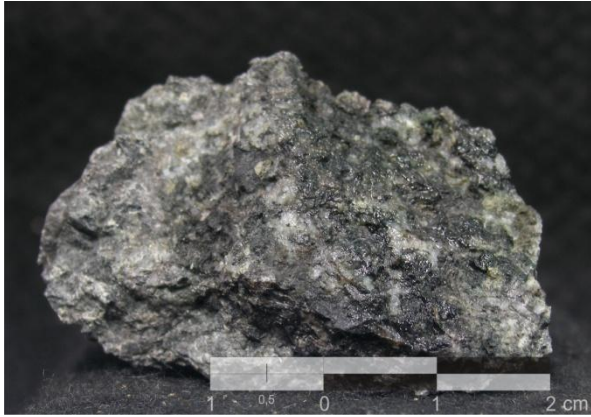


Fig. C24. Muestra LA-1200-H

Descripción petrográfica, LA-1200-H: Leucogabro. Roca plutónica holocristalina, fanerítica e hipidiomórfica con tamaño de grano promedio 1,6 mm y compuesta por: plagioclasa (58%), clorita (20%), clinopiroxeno (18%), óxido (3%) y cuarzo (1%). La plagioclasa es de tipo andesina y se presenta en cristales subhedrales de 0,82 mm a 1,8 mm, se encuentra alterada a minerales de arcilla y cristalizó en el borde los piroxenos, generando una textura subofítica. La clorita se encuentra como alteración de los piroxenos y entre las plagioclasas, tanto en su variedad magnesiana como no magnesiana. El clinopiroxeno se encuentra en cristales subhedrales y algunos anhedral de 0,9 mm a 3,7 mm de tamaño, la mayoría de los cristales se encuentran fracturados y muy alterados a clorita y a óxido, a algunos con poca alteración se les logra observar extinción oblicua típica de clinopiroxenos. Los óxidos se presentan como alteración en los piroxenos y en cristales anhedral, por su brillo parecen ser magnetita. El cuarzo solamente se presenta en microvetas, por lo tanto no es considerado en la clasificación de la roca.

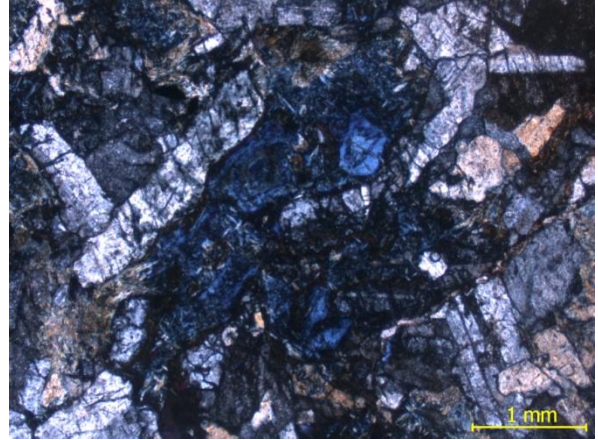


Fig. C25. LA-1200-H. Clorita en su variedad magnesiana presente entre cristales de plagioclasa tipo andesina (NC).



Fig. C26. LA-1200-H. Textura subofítica entre cristales de plagioclasa y clinopiroxeno, nótese que el clinopiroxeno presenta poca alteración.

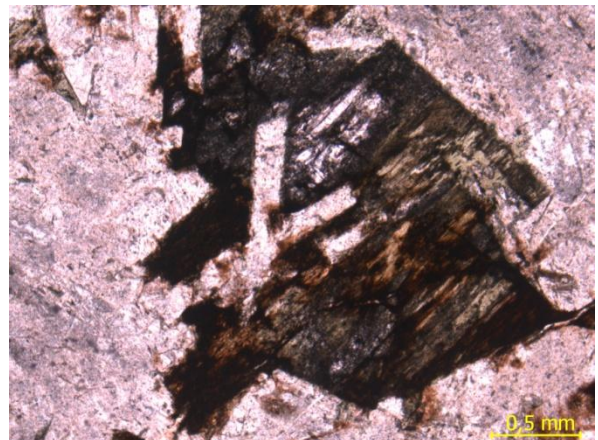


Fig. C27. LA-1200-H. Clinopiroxeno alterado a clorita y a óxido (NP).

Punto de observación: La-1200-I

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Clasto de conglomerado perteneciente a la Formación Matatere

Descripción de muestra de mano La-1200-I:

Clasto de roca caliza tipo La Luna dentro de conglomerado de la Formación Matatere con un diámetro de 9 cm. De longitud. Presenta color meteorizado negro y color fresco gris oscuro, con recristalización de calcita y no se observa la presencia de fósiles.

Fotografías:



Fig. C28. Clasto de caliza tipo La Luna dentro de conglomerado.



Fig. C29. Muestra LA-1200-I.

Descripción petrográfica, LA-1200-I: Mudstone/Esparita. Roca carbonática compuesta por: 83% de ortoquímicos, 10% de aloquímicos, 5% de extraclásticos y sin porosidad alguna. Los ortoquímicos están compuestos por 80% de cemento tipo microespato con textura radial y un 3% de lodo carbonático. Entre los aloquímicos existe un 7% de pellets recristalizados a cuarzo y calcita, y un 3% de foraminíferos bénticos, se observaron espículas de

equinodermo en la muestra. El cuarzo es el extraclástico predominante con un 3%, seguido de pirita con un 2%, se observó un solo fragmento de roca y pertenece a una lutita.

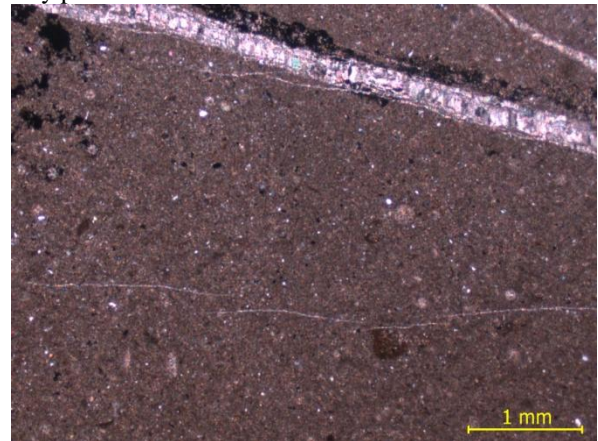


Fig. C30. LA-1200-I. Mudstone con veta rellena por cemento calcáreo y pirita alrededor (NP).

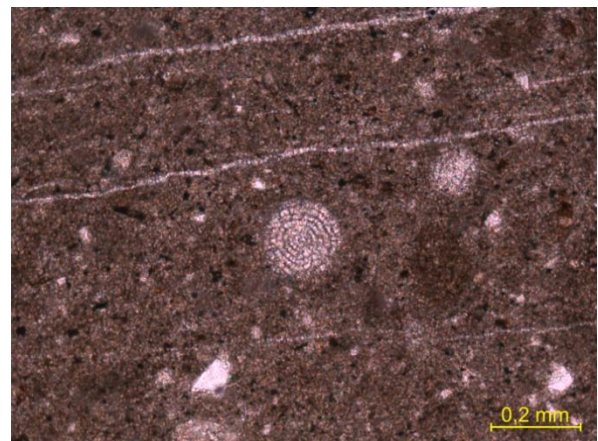


Fig. C31. LA-1200-I. Espículas de equinodermo (NP).

Punto de observación: La-1200-J

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Fragmento de conglomerado perteneciente a la Formación Matatere. Muy parecido a la Roca en Punto de Observación La-1200 H

Descripción de muestra de mano LA-1200-J:

Fragmento de conglomerado de 4 cm de diámetro de color meteorizado verde oscuro con puntos blancos y color fresco gris claro con tonalidades blancas. El clasto pertenece a una roca ígnea plutónica con textura fanerítica, equigranular y holocrystalina. Presenta cristales visibles de plagioclasas con forma subhedral y minerales oscuros, posibles piroxenos, con forma anhedral. La roca reacciona al ácido clorhídrico, por lo tanto presenta contenido calcáreo, posiblemente por la alteración de las plagioclasas y piroxenos. El clasto puede considerarse un gabro.

Fotografías:

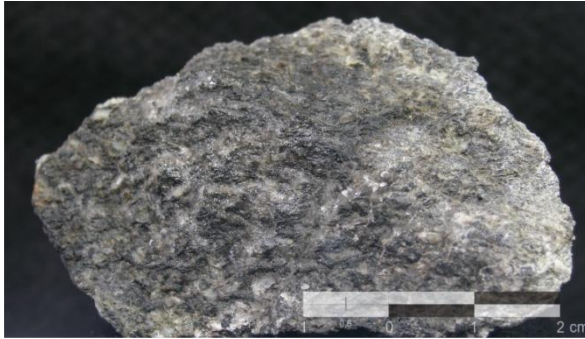


Fig. C32. Muestra LA-1200-J

Descripción petrográfica, LA-1200-J: Gabro. Clasto de roca gabroide en conglomerado, compuesto por 45% de plagioclasa, 38% de clinopiroxeno, 10% de clorita, 5% de calcita y 2% de opacos. La plagioclasa es de tipo oligoclasa, se encuentra en cristales subhedrales y anhedrales de 0,68 a 2,63 mm, se encuentran sausrinizadas y en ocasiones alterada a calcita, generan textura subofítica con los piroxenos. Los clinopiroxenos se encuentran en cristales subhedrales y anhedrales de 0,9 a 2,25 mm, alterados completamente o parcialmente a clorita y a veces a calcita, se presume que puedan ser de augita o diópsido. La clorita se encuentra como alteración de los clinopiroxenos, en su variedad magnesiana. La calcita está relleno vetas generadas posterior a la formación de la roca, presenta cristales desarrollando maclado, también se encuentra como alteración de la plagioclasa y del piroxeno. El opaco presente es pirita y está en cristales con caras bien desarrolladas y en cristales anhedrales junto con la clorita.

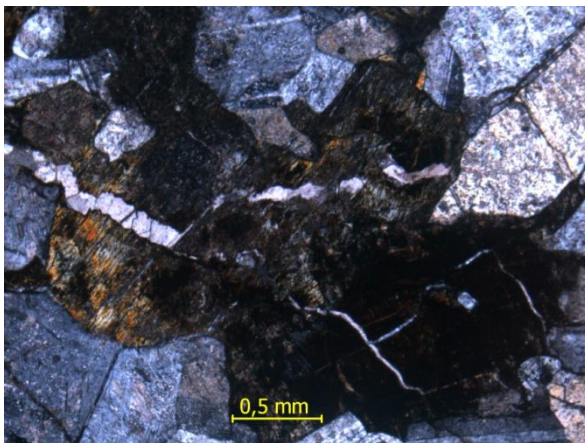


Fig. C33. LA-1200-J. Clinopiroxeno alterado completamente a clorita (NC).

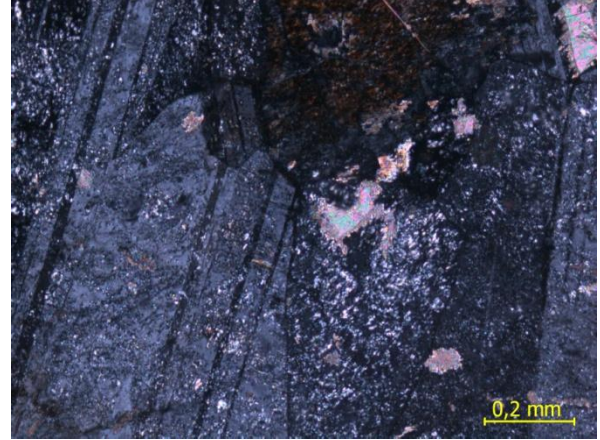


Fig. C34. LA-1200-J. Plagioclasa sausrinizada y con alteración a calcita, (NP).

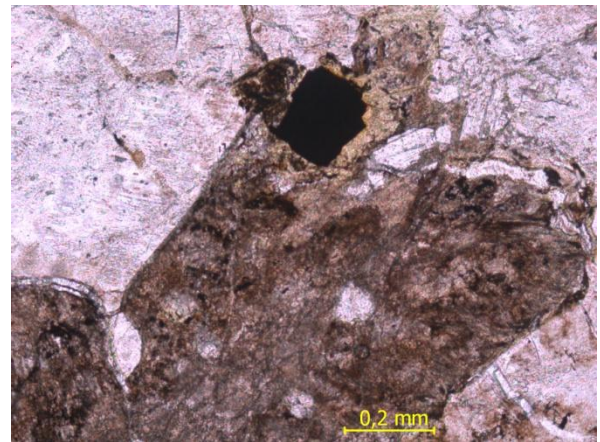


Fig. C35. LA-1200-J. Cristal euhedral de pirita con clorita en el borde, sobre piroxeno alterado. (NP).

Punto de observación: La-1200-K

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Clasto de Conglomerado perteneciente a la Formación Matatere.

Descripción de muestra de mano LA-1200-K: Clasto de conglomerado de aproximadamente 20 cm. de diámetro, perteneciente a una roca caliza de tipo la luna de color meteorizado gris muy oscuro y color fresco gris oscuro, presenta recristalización de calcita y no se observa fósil alguno.

Fotografías:



Fig. C36. Muestra LA-1200-K

Descripción petrográfica, LA-1200-K: Mudstone/Esparita. Caliza cuyos componentes principales son: 85% de ortoquímicos, 5% de aloquímicos, 3% de extraclastos y sin porosidad alguna; el 7% restante corresponde a una veta rellena en los bordes por cuarzo, y hacia el centro por calcita y pirita. La muestra contiene como ortoquímico cemento carbonático microespato, con textura equigranular. Los aloquímicos presentes son pellets recristalizados a sílice y calcita. El extraclasto predominante es el cuarzo monocristalino en un 2%, las plagioclasas, fragmentos de roca y muscovita representa el 1% faltante.

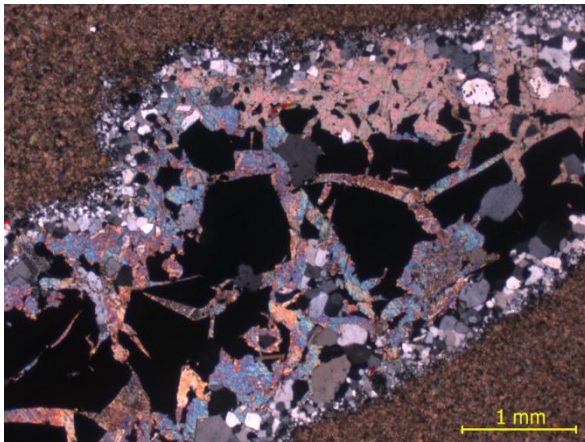


Fig. C37. LA-1200-K. Veta rellena por cuarzo en el borde y por calcita y pirita en el centro (NC).

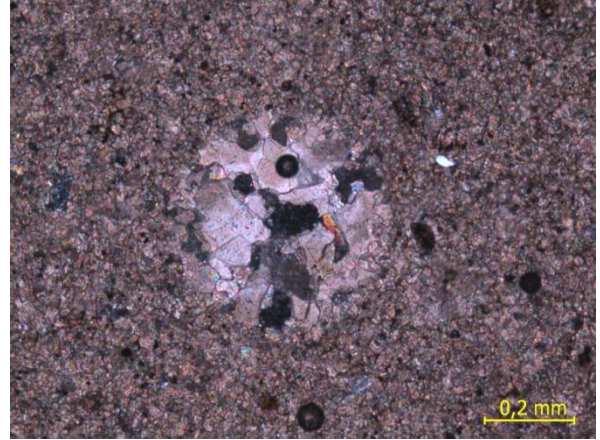


Fig. C38. LA-1200-K. Pellet recristalizado en "mudstone" (NC).

Punto de observación: La-1201

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Unidad volcánica (ofiolita de Siquisique)

Observaciones de campo: Afloramiento de roca volcánica meteorizada con color verde. Se encuentra fracturada.

Descripción de muestra de mano LA-1201: Roca volcánica de color meteorizado verde oscuro y color fresco verde claro. Presenta textura afanítica en su mayoría, aunque en algunas partes logran observarse cristales de color blanco que podrían ser plagioclasas; es inequigranular y no contiene vidrio volcánico. No se observan a simple vista texturas de flujo o presencia alguna de vesículas.

Fotografías:



Fig. C39. Afloramiento de Rocas Volcánicas en Qda. Agua Linda.



Fig. C40. Muestra LA-1201

Descripción petrográfica, LA-1201: Diabasa. Roca ígnea holocristalina, fanerítica e hipidiomórfica, compuesta por 52% de plagioclasa, 14% de piroxeno, 22% de clorita, 8% de minerales opacos y 4% de calcita, con cristales de tamaño promedio 0,5 a 1,06 mm. Presenta textura subofítica. La plagioclasa es de tipo oligoclasa con cristales de 0,7 a 1,06 mm de forma subhedral, están alterados a minerales de arcilla. Los clinopiroxenos se encuentran cloritizados y altamente fracturados por lo cual se dificultó observar su forma y tamaño original, en algunos cristales menos alterados se observa la alta birrefringencia típica de clinopiroxeno. La clorita es de variedad no magnesiana y se encuentra como alteración completa o parcial de los cristales de clinopiroxeno. Los opacos presentes son pirita en cristales euhedrales a subhedral y leucoxeno en cristales alargados. La calcita se encuentra en la muestra únicamente en microvetas.

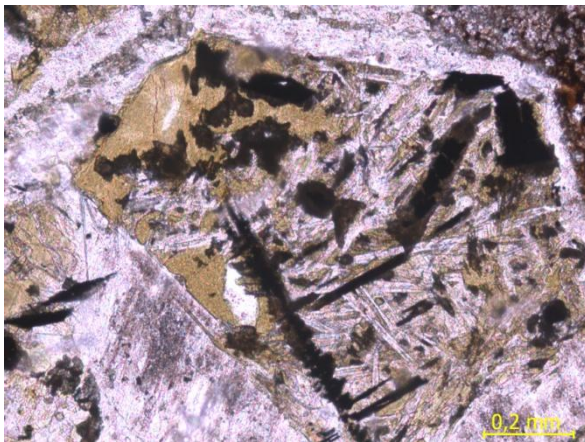


Fig. C41. LA-1201. Cristal de clinopiroxeno cloritizado, con presencia de microlitos de plagioclasa y cristales de leucoxeno (NP).



Fig. C42. LA-1201. Cristales de clinopiroxeno muy fracturados con poca alteración a clorita, y cristales de plagioclasa generando textura subofítica (NC).

Punto de observación: La-1202-A

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Conglomerado perteneciente a la Formación Matatere, presenta fragmentos de rocas de color verde cuyos tamaños varían entre 2 cm a 12 cm.

Descripción de muestra de mano LA-1202-A:

Fragmento de color meteorizado gris verdoso y color fresco gris claro perteneciente a conglomerado, se le observan algunos cristales de color claro, posiblemente plagioclasa y una matriz afanítica, probablemente se trate de una diabasa.

Fotografías:

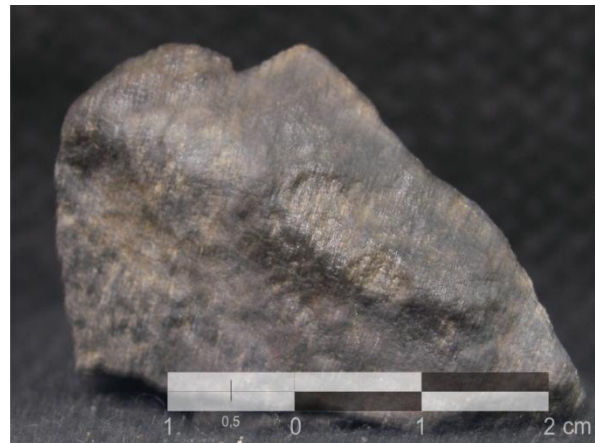


Fig. C43. Muestra LA-1202-A

Descripción petrográfica, LA-1202-A: La muestra no posee análisis petrográfico.

Punto de observación: La-1202-B

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Conglomerado perteneciente a la Formación Matatere, posee clastos cuyo tamaño es de 3 a 4 cm.

Descripción de muestra de mano LA-1202-B: Clasto ígneo plutónico gabroide dentro de conglomerado, posee un color meteorizado verde oscuro y un color fresco verde claro. Presenta textura fanerítica con cristales de plagioclasas cuyo tamaño llega a los 2mm, también se observan cristales de piroxenos de menor tamaño. La roca es equigranular y holocristalina.

Fotografías:



Fig. C44. Muestra LA-1202-B

Descripción petrográfica, LA-1202-B: La muestra no posee análisis petrográfico.

Punto de observación: La-1202-C

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Clasto calcáreo dentro de conglomerado perteneciente a la Formación Matatere, presenta un diámetro de 9cm.

Descripción de muestra de mano LA-1202-C: Clasto de roca caliza tipo La Luna, presenta un color meteorizado gris oscuro casi negro, y un color fresco gris claro. Presenta recristalización de calcita en vetas y cristales bien formados del mismo mineral; algunas de las vetas están rellenas de cuarzo. No se observan fósiles.

Fotografías:



Fig. C45. Muestra LA-1202-C

Descripción petrográfica, LA-1202-C: Wackestone/Pelesparita. Roca carbonática compuesta por: ortoquímicos 83%, aloquímicos 15%, extraclásticos 2%, la muestra no presenta porosidad. Entre los ortoquímicos posee un 63% de cemento carbonático por recristalización de la matriz, es de tipo microespato y pseudoespato desarrollando textura syntaxial y equigranular; y un 20% de micrita, la misma se presenta como un flujo inyectado que atraviesa la muestra. El porcentaje de aloquímico está representado por pellets silicificados con tamaño promedio de 0,22 mm, algunos presentan óxidos en los bordes. Entre los extraclastos se observaron granos de cuarzo plutónico y ortosa.

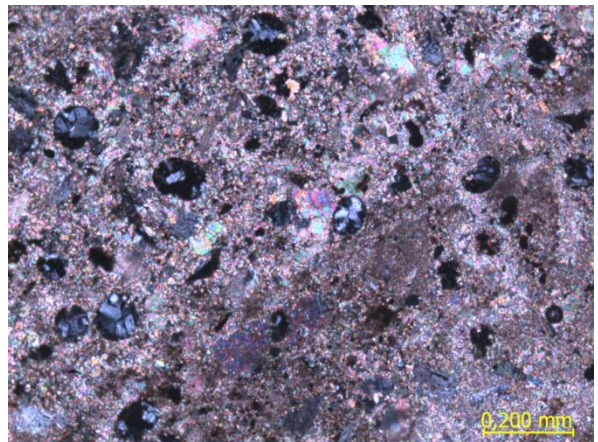


Fig. C46. LA-1202-C. Pellets silicificados en "wackestone" (NC).

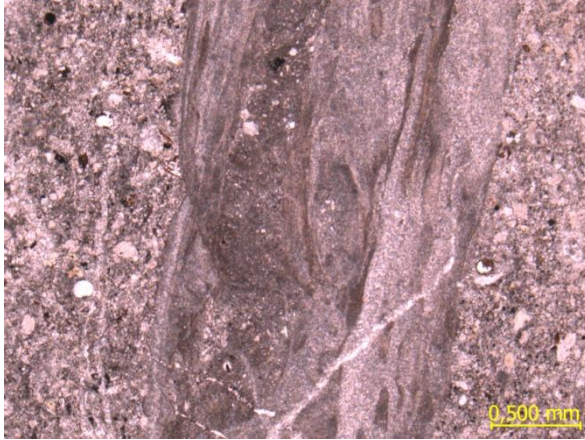


Fig. C47. LA-1202-C. Lodo carbonático atravesando la roca (NP).

Punto de observación: La-1202-D

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Conglomerado perteneciente a la Formación Matatere, presenta clastos que llegan hasta 2 cm de longitud.

Descripción de muestra de mano LA-1202-D:

Muestra de conglomerado de color gris oscuro, presenta clastos de hasta 1,5 cm de longitud. Entre estos clastos se encuentran rocas volcánicas y areniscas. Presenta un gran porcentaje de matriz de composición carbonática. Puede clasificarse como paraconglomerado polimíctico.

Fotografías:

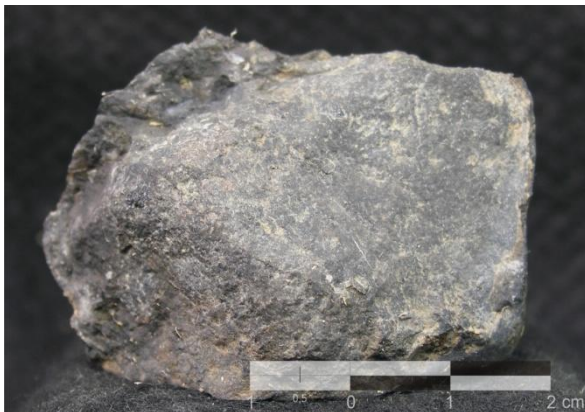


Fig. C48. Muestra LA-1202-D

Descripción petrográfica, LA-1202-D:

Paraconglomerado polimíctico. Roca sedimentaria, conglomerado cuyos componentes principales son: 55% de matriz, 35% de clastos, 10% de cemento y 0% de porosidad. Posee escogimiento muy pobre, clastos sub-redondeados a redondeados con esfericidad media-alta y de contacto grano-matriz y grano-cemento. Los clastos poseen un tamaño promedio de 2 mm, siendo el mínimo de 0,3 mm y el máximo de 8 mm. 15% de los clastos son tamaño arena, 12%

tamaño gránulo y 8% tamaño guijarro; presentan orientación isotrópica. Hay vetas rellenas de cuarzo que cortan la roca.

La composición de los clastos es variada, la muestra posee 22% de fragmentos de roca, 13% de feldespatos, 2% de minerales accesorios y <1% de cuarzo. Entre los fragmentos de roca se reconocieron 5 tipos litológicos, siendo los clastos volcánicos mayoritarios:

- Basalto de tamaño promedio 2mm, con microlitos de plagioclasa en una matriz no identificable, junto con clinopiroxenos fracturados y alterados a clorita. Algunos de estos clastos se encontraban completamente cloritizados. Presentan cemento calcáreo radial hacia los bordes.

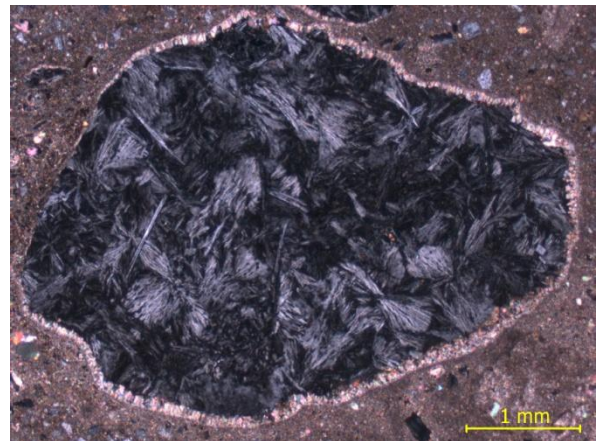


Fig. C49. LA-1202-D. Clasto volcánico cloritizado con cemento carbonático en los bordes (NC).

- Caliza esparita en clastos con tamaño promedio de 1 mm, compuesta por cemento recrystalizado tamaño microespato y ausente de aloquímicos.

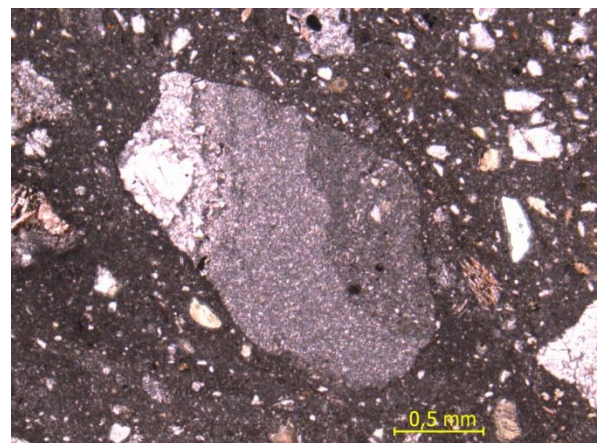


Fig. C50. LA-1202-D. Clasto de caliza esparita (NP).

- Caliza pelesparita, con tamaño promedio de 0,8 mm, contiene más del 10% de aloquímicos

compuestos por pellets y ooides, siendo los primeros predominantes, el cemento es de tipo microespato.

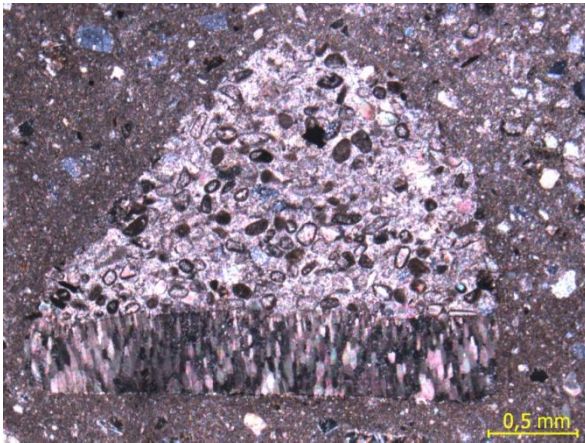


Fig. C51. LA-1202-D. Clasto de caliza pelesparita, con cementación radial (NP).

- Caliza bioesparita, presenta un tamaño de 1 mm, posee foraminíferos bénticos, fragmentos de moluscos con inversión homoaxial y pellets, el cemento es de tipo microespato.

- Waca cuarzosa, con tamaño promedio de 2 mm, compuesta por aproximadamente 45% de matriz de minerales de arcilla y cerca del 55% de granos de cuarzo, feldespatos, plagioclasas, muscovita y óxidos, siendo el primero predominante.

El feldespato presente es de tipo ortosa, el cuarzo es monocristalino y entre los minerales accesorios se observó muscovita y fragmentos de piroxeno.

La roca presenta matriz y cemento de tipo carbonático, este último de tipo microespato y pseudoespato creciendo en los bordes de los clastos.

Punto de observación: La-1202-E

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Clastos dentro de conglomerado perteneciente a la Formación Matatere, presentan un diámetro entre 5 y 7cm.

Descripción de muestras de mano:

LA-1202-E1: Clasto de roca ígnea gabroide dentro de conglomerado de 6 cm de longitud, es de color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro. Presenta textura fanerítica, es inequigranular y holocristalina. Contiene cristales de plagioclasas y piroxenos, algunos de ellos presentan tamaños de hasta 4mm

LA-1202-E2: Clasto ígneo dentro de conglomerado con un tamaño de 5 cm de longitud; de color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro con

tonalidades blancas. Presenta textura fanerítica, equigranular y holocristalina. Posee plagioclasas y piroxenos pero en comparación con la muestra LA-1202 E1 en esta los cristales son de menor tamaño.

Fotografías:



Fig. C52. Muestra LA-1202-E1



Fig. C53. Muestra LA-1202-E2

Descripción petrográfica:

LA-1202-E1: Gabro. Roca ígnea holocristalina, fanerítica e hipidiomórfica, con tamaño promedio de cristales de 3,2 mm, compuesta por 55% de plagioclasa, 35% de clinopiroxeno, 4% de anfíbol, 5% de clorita y 1% de mineral opaco. Presenta textura subofítica y bordes de reacción.

La plagioclasa se presenta en cristales subhedrales de 1,69 a 5,2 mm, de acuerdo a los ángulos de maclado medidos se identificaron dos tipos: andesina y bytownita, siendo la primera más abundante; se encuentran muy alteradas a minerales de arcilla. Los piroxenos se encuentran con hábito anedral y subhedral en cristales de 0,7 a 5,0 mm, se encuentran muy fracturados y están alterando a anfíbol y en ocasiones a clorita. El anfíbol se presenta como alteración del piroxeno, se reconoció por su ángulo de clivaje, en base a sus condiciones es muy difícil identificar el tipo. La clorita se presenta como alteración de los piroxenos. El opaco presente es pirita.

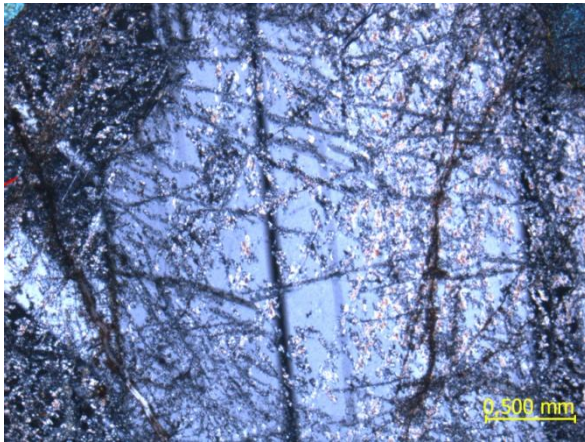


Fig. C54. LA-1202-E1. Plagioclasa fracturada y saussuritizada (NC).



Fig. C55. LA-1202-E1. Clinopiroxeno alterando a anfíbol (NP).

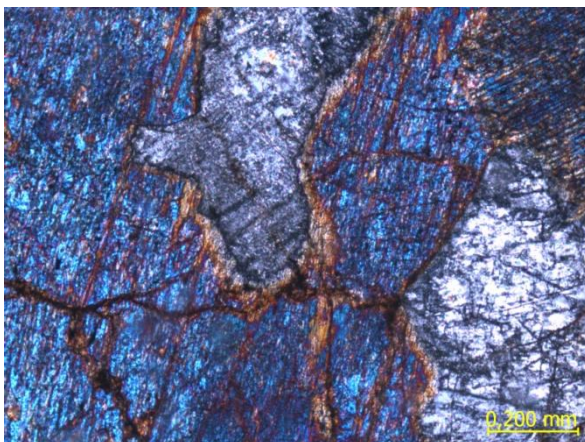


Fig. C56. LA-1202-E1. Borde de reacción entre clinopiroxeno y plagioclasa (NC).

LA-1202-E2: Leucogabro. Roca ígnea holocristalina, fanerítica e hipidiomórfica, con tamaño promedio de cristales de 1,65 mm, compuesta por

60% de plagioclasa, 31% de clinopiroxeno, 2% de ortopiroxeno, 3% de clorita, 2% de opacos, 1% de calcita y 1% de cuarzo. Presenta textura subofítica y localmente ofítica.

La plagioclasa se presenta en cristales anhedrales y subhedrales de 0,225 a 2,4 mm, es de tipo andesina y está alterada a minerales de arcilla. Los piroxenos se encuentran con hábito anhedral y subhedral en cristales de 1,05 a 2,5 mm, se encuentran muy fracturados y presentan alteraciones de clorita, óxido y calcita. La clorita es de variedad no magnesiánica y está como alteración en los piroxenos, al igual que la calcita. Los minerales opacos presentes son pirita en cristales subhedrales en la muestra y en microvetas, y leucoxeno en cristales alargados. El cuarzo solo se presenta en microvetas.

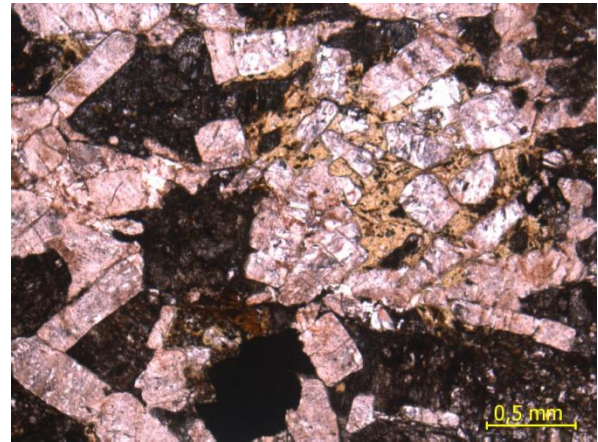


Fig. C57. LA-1202-E2. Clinopiroxeno alterando a clorita, también se observa un cristal de pirita (NP).

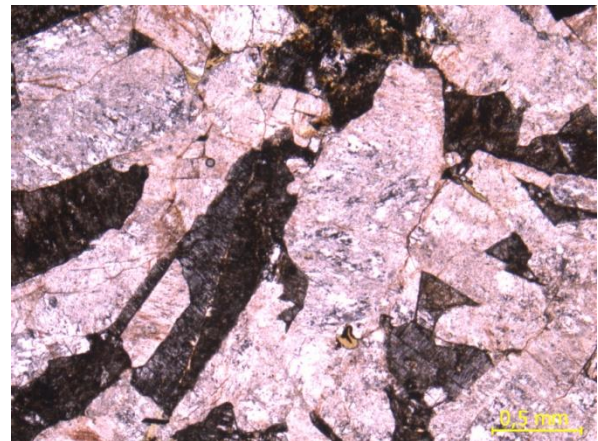


Fig. C58. LA-1202-E2. Textura ofítica generada por crecimiento de plagioclasa dentro de piroxeno. (NP).

Punto de observación: La-1202-F

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Clasto calcáreo dentro de conglomerado perteneciente a la Formación Matatere, presenta un diámetro de 4 cm.

Descripción de muestras de mano LA-1202-F: Muestra de conglomerado con clasto de caliza predominante, el clasto posee un color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro. Presenta una veta rellena por cristales de calcita bien desarrollados. No se observan fósiles

Fotografías:



Fig. C59. Muestra LA-1202-F

Descripción petrográfica, LA-1202-F:

Ortoconglomerado polimítico. Roca sedimentaria, conglomerado cuyos componentes principales son: 80% de clastos, 10% de cemento, 2% de porosidad y el 8% restante corresponde a una veta rellena de calcita. Posee escogimiento muy pobre, clastos redondeados a bien redondeados con esfericidad media-alta y de contacto grano-cemento, puntual y en algunos casos cóncavo-convexo. Los clastos poseen un tamaño promedio de 4 mm, siendo el mínimo de 0,75 mm y el máximo de 20 mm. 5% de los clastos son tamaño arena, 65% tamaño gránulo y 20% tamaño guijarro; presentan orientación isotrópica.

La composición de los clastos es variada, la muestra posee 70% de fragmentos de roca, 7% de feldespatos y 3% de cuarzo. Entre los fragmentos de roca predominan los fragmentos sedimentarios en un 70%, los fragmentos ígneos comprenden un 10%. Se reconocieron 4 tipos litológicos:

- Caliza esparita, presente en fragmentos de hasta 2 cm, con cerca del 93% de cemento microespato, pueden presentar o no pellets silicificados abarcando cerca del 7% del fragmento.

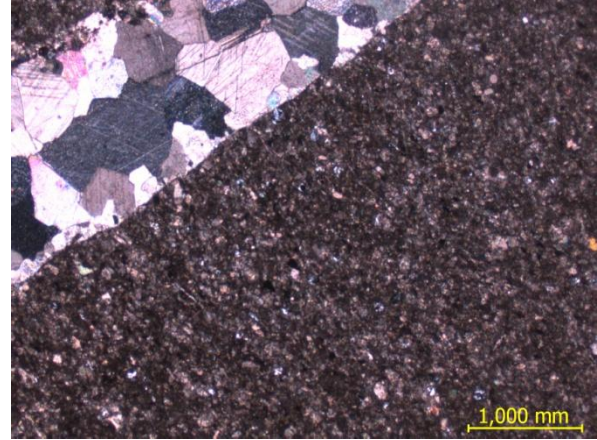


Fig. C60. LA-1202-F. Textura ofítica generada por crecimiento de plagioclasa dentro de piroxeno. (NC).

- Waca cuarzosa, fragmento de tamaño promedio 1,3 mm con aproximadamente 40% de clastos con tamaños que varían de 0,0375 a 0,075 mm, donde se identificó cuarzo policristalino y monocristalino, ortosa, muscovita y circón, siendo el primero predominante. El porcentaje de matriz es alto de 50 a 60% y está compuesta por minerales de arcilla.

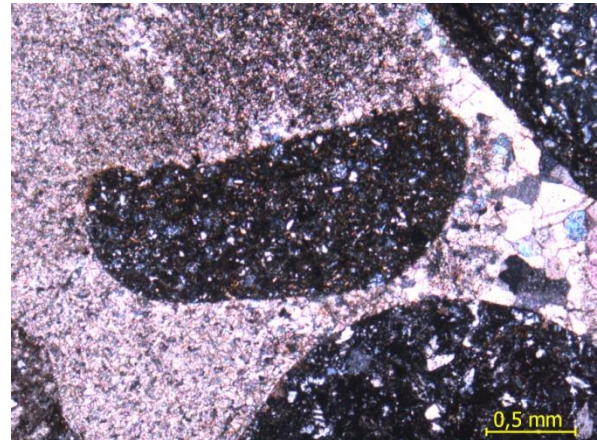


Fig. C61. LA-1202-F. Fragmento de waca cuarzosa (NC).

- Basalto en fragmentos de 2,4 mm a 4 mm, presenta microlitos de plagioclasa junto con clorita, algunos fragmentos están completamente cloritizados.

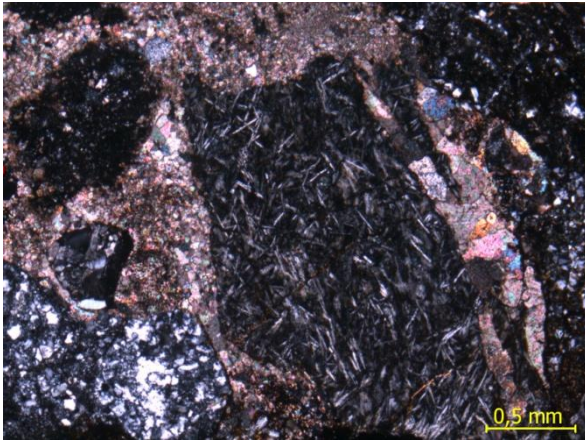


Fig. C62. LA-1202-F. Fragmento de basalto alterado a clorita (NC)

- Gabro en clastos de 2,3 a 2,8 mm, presenta cristales de plagioclasa, tipo oligoclasa, con tamaño promedio de 0,56 mm junto, estos cristales se encuentran junto con clorita y óxidos.

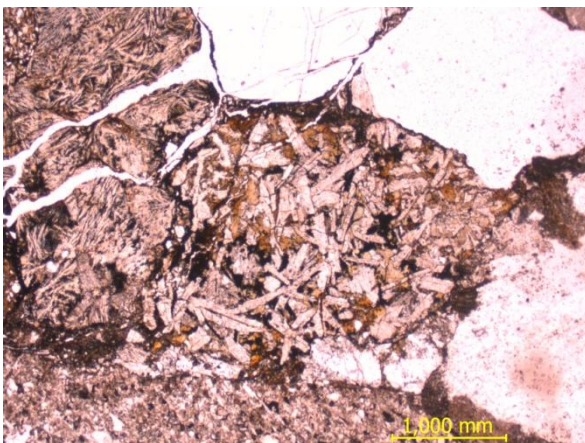


Fig. C63. LA-1202-F. Fragmento de gabro, se observa la presencia de clorita entre los cristales de plagioclasa (NC).

Los clastos de feldespato lo representan granos de ortosa y plagioclasa. El cuarzo es de tipo monocristalino.

El cemento predominante es de óxido de hierro (7%), aunque también hay de mineral carbonático (1%) y clorita autigénica (2%). La porosidad de la muestra es inducida en el momento de su elaboración.

Punto de observación: La-1202-G

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Fragmento de Conglomerado, dentro de conglomerado mayor perteneciente a la Formación Matatere.

Descripción de muestras de mano LA-1202-G: clasto de paraconglomerado polimíctico de 6 cm de diámetro dentro de conglomerado. Se observa una

matriz de color gris oscuro de grano muy fino así como diversos clastos de rocas ígneas volcánicas con textura afanítica, de 1 a 3 cm de diámetro y clastos de roca carbonática de 1 cm de longitud.

Fotografías:



Fig. C64. Muestra LA-1202-G

Descripción petrográfica, LA-1202-G:

Ortoconglomerado polimíctico. Roca sedimentaria, conglomerado compuesto por: 82% de clastos, 11% de matriz, 2% de cemento, 2% de porosidad y 3% restante corresponde a una veta rellena de calcita, óxido y prehnita. Posee escogimiento muy pobre, clastos sub-angulares a sub-redondeados con esfericidad media y de contacto grano-matriz, en algunos casos es puntual. Los clastos poseen un tamaño promedio de 1,13 mm, siendo el mínimo de 0,17 mm y el máximo de 40 mm. 20% de los clastos son tamaño arena, 10% tamaño gránulo y 70% tamaño guijarro; presentan orientación isotrópica.

Del total de clastos, un 76% consiste en fragmentos de roca, 3% de feldespatos, 2% de minerales accesorios y <1% de cuarzo. Entre los fragmentos de roca, 68% corresponde a rocas ígneas volcánicas y 8% a rocas sedimentarias. Se reconocieron dos tipos litológicos en los clastos:

- Basalto/diabasa en clastos de 0,17 mm hasta 40 mm de diámetro, compuesto por cristales de plagioclasa, clorita y magnetita. La plagioclasa es de tipo andesina t el tamaño promedio de los cristales es de 0,4 mm. Los fragmentos tienden a estar cloritizados.

- Caliza esparita en clastos de 0,7 a 0,9 mm, con presencia de extraclastos de 3 a 5% donde se identificaron cuarzo, ortosa y plagioclasa, estos extraclastos poseen un tamaño de 0,075 a 0,2 mm.

Los feldespatos están representados por granos de ortosa y plagioclasa, el mineral accesorio observado es clorita detrítica y el cuarzo es de tipo monocristalino.

La matriz es de tipo carbonática al igual que el cemento, este último se encuentra solo en los bordes

de algunos clastos. La porosidad observada se debe a disolución de la matriz.

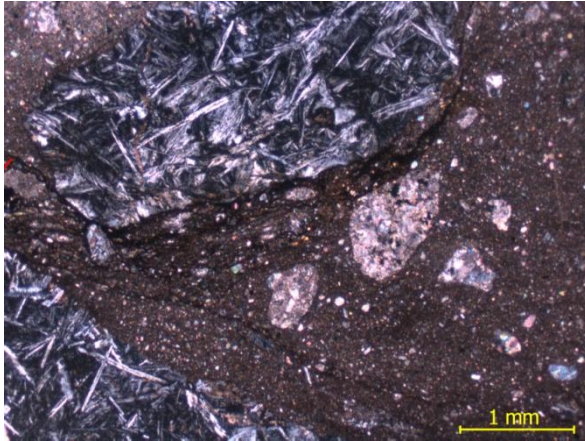


Fig. C65. LA-1202-G. Fragmentos de roca ígnea volcánica y caliza esparita, dentro de matriz carbonática en clasto de paraconglomerado polimíctico (NC).

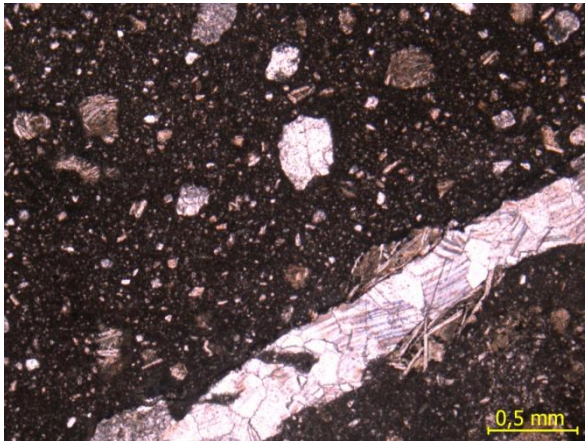


Fig. C66. LA-1202-G. Paraconglomerado polimíctico, clastos en contacto grano-matriz y veta rellena de calcita atravesando fragmento de roca volcánica (NP).

Nota: Aunque el porcentaje de matriz reportado es menor a 15% en el análisis petrográfico, en muestra de mano el clasto se le clasificó como paraconglomerado polimíctico. La diferencia se debe a que la sección fina no representa el verdadero porcentaje de matriz del clasto, debido a que el corte realizado abarcó un gran fragmento de roca ígnea volcánica, sin embargo el contacto predominante es de tipo grano-matriz, siendo este tipo de contacto más lógico en un paraconglomerado.

Punto de observación: La-1202-H

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Afloramiento de conglomerado perteneciente a la Formación Matatere, con clastos de color verde de diversos tamaños (5 – 12 cm).

Descripción de muestras de mano LA-1202-H: Muestra de ortoconglomerado polimíctico. Presenta una matriz de tamaño de grano arena muy fina con color gris oscuro. Presenta clastos de roca volcánica de 1 cm y otros de roca ígnea fanerítica, posible gabro, de menor tamaño.

Fotografías:



Fig. C67. Afloramiento de Conglomerado Formación Matatere.



Fig. C68. Muestra LA-1202-H

Descripción petrográfica, LA-1202-H:

Ortoconglomerado polimíctico. Roca sedimentaria, conglomerado compuesto por: 85% de clastos, 10% de matriz y 5% de porosidad inducida en la elaboración de la sección fina. Posee escogimiento muy pobre, clastos sub-angulares a sub-redondeados con esfericidad media-baja y de contactos puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. Los clastos poseen un tamaño promedio de 1,5 mm, siendo el mínimo de 0,68 mm y el máximo de 11 mm. 55% de los clastos son tamaño arena, 23% tamaño gránulo y 7% tamaño guijarro; presentan orientación isotrópica.

Del total de clastos, un 70% consiste en fragmentos de roca, 10% de cuarzo, 5% de feldespatos. Los fragmentos de roca son de variada composición, se reconocieron un total de 5 tipos litológicos:

- Basalto en clastos de más de 4 mm, compuesta por microlitos de plagioclasa en una matriz criptocrystalina y con presencia de clorita. Algunos de los clastos están completamente cloritizados.

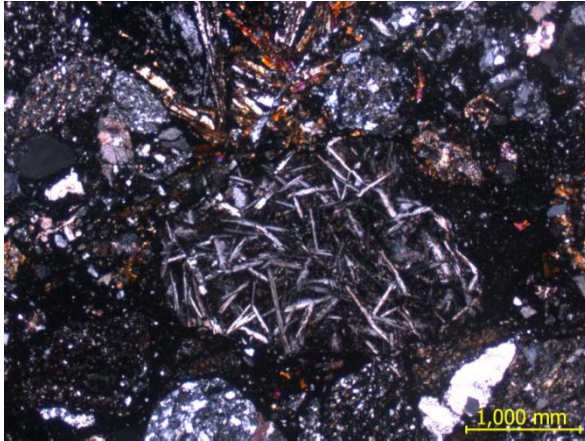


Fig. C69. LA-1202-H. Fragmentos de roca ígnea volcánica en ortoconglomerado polimíctico (NC).

- Gabro en clastos con tamaño promedio de 1,3 mm, compuesto por aproximadamente 60% de plagioclasa y 40% de piroxeno, este último se encuentra alterado a clorita, también contiene cristales de pirita.

- Cuarzita, con tamaño promedio de 2,2 mm, presenta cristales de cuarzo con bordes saturados, muy bajo porcentaje de plagioclasa y muscovita.

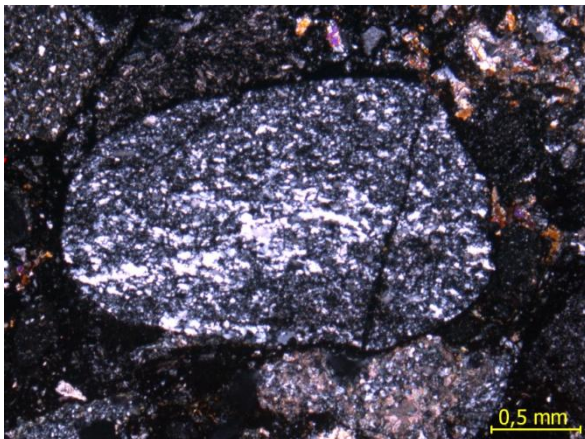


Fig. C70. LA-1202-H. Fragmento de cuarcita en ortoconglomerado polimíctico, el clasto se encuentra fracturado (NC).

- Esquisto con tamaño promedio de 1,1 mm, presenta cuarzo con alto contenido de clorita que marca la orientación preferencial.

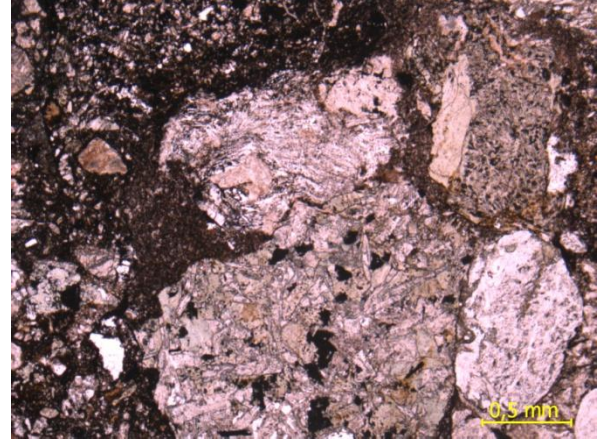


Fig. C71. LA-1202-H. Fragmentos de gabro (abajo) y esquisto (arriba) en ortoconglomerado polimíctico (NP).

- Conglomerado polimíctico, con tamaño superior a los 6 mm, contiene fragmentos de cuarcita, basalto cloritizado y waca cuarzosa.

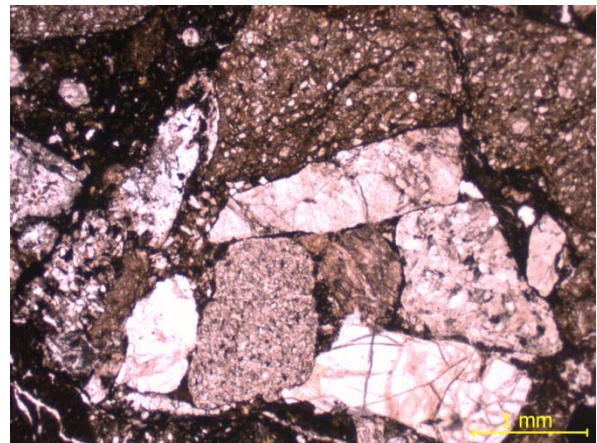


Fig. C72. LA-1202-H. Fragmentos de conglomerado polimíctico dentro de ortoconglomerado polimíctico (NP).

El cuarzo presente es de tipo monocristalino y policristalino metamórfico. El porcentaje de feldespato está representado por granos plagioclasa tipo oligoclasa. Se encontraron cristales de prehnita en vetas.

La matriz es parece ser de tipo minerales de arcilla con óxido de hierro.

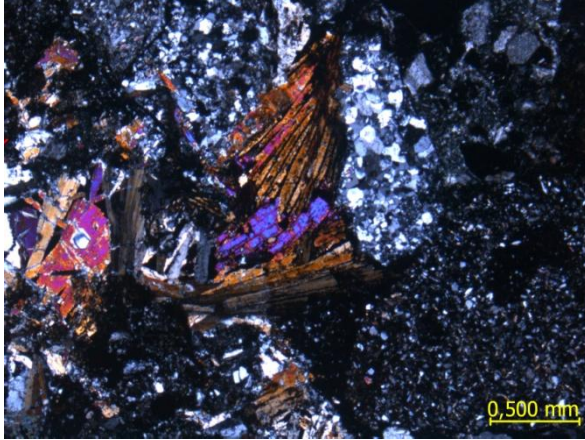


Fig. C73. LA-1202-H. Cristales de prehnita con hábito radial en veta (NC).

Punto de observación: La-1203-A

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Afloramiento de conglomerado, presenta clastos de diversos colores (grises, verdes, negros) y tamaños (1 – 10 mm).

Descripción de muestras de mano LA-1203-A: Fragmento de paraconglomerado polimíctico, la matriz es de tamaño arena fino y presenta un color gris oscuro, posee clastos cuyos tamaños varían entre 1 y 10 mm, no se puede distinguir a simple vista la composición de los clastos.

Fotografías:



Fig. C74. Muestra LA-1203-A

Descripción petrográfica, LA-1203-A:

Paraconglomerado polimíctico. Roca sedimentaria, conglomerado cuyos componentes principales son: 73% de clastos, 15% de matriz, 6% de porosidad y 6% correspondiente a microvetas rellenas de calcita y óxidos. Posee escogimiento muy pobre, clastos subredondeados a redondeados con esfericidad media-baja y de contactos puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. Los clastos presentan un tamaño promedio de 1,3 mm, siendo el mínimo de 0,18 mm y el máximo de 5,1 mm. 65% de los clastos son tamaño arena, 32%

tamaño gránulo y 3% tamaño guijarro; presentan orientación isotrópica.

La composición de los clastos es de: 60% de fragmentos de roca, 11% de cuarzo, 5% de feldespatos y 1% de minerales accesorios. Se reconoció gran variedad de fragmentos de roca, de los cuales 22% corresponde a fragmentos sedimentarios, 16% a fragmentos metamórficos, 12% a fragmentos ígneos volcánicos y 10% a fragmentos ígneos plutónicas. Se identificaron los siguientes tipos litológicos:

- Caliza esparita en clastos de 1,14 mm, sin presencia alguna de aloquímicos o extraclásticos.

- Waca cuarzosa, en clastos de hasta 2,85 mm, constituido por aproximadamente 70% de clastos, siendo mayoritario el cuarzo (60%), también hay presencia de muscovita, plagioclasa y óxidos. La matriz presente es de minerales de arcilla.

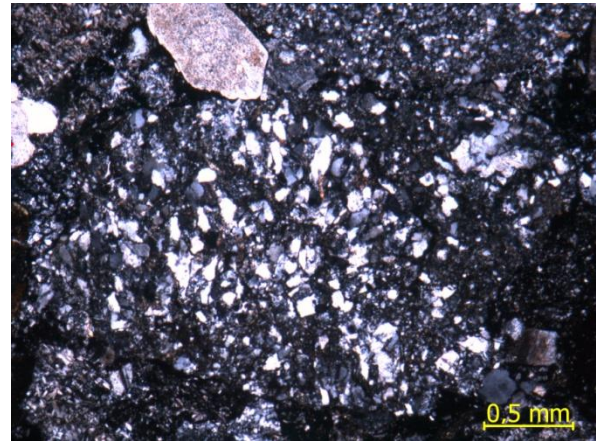


Fig. C75. LA-1203-A. Fragmento de waca cuarzosa (NC).

- Lutita, en clastos alargados de 1,8 mm, bien redondeados. Compuesta por minerales micáceos orientados y algunos cristales de cuarzo.



Fig. C76. LA-1203-A. Fragmento de lutita alargado (NP).

- Cuarzita en clastos de hasta 2,7 mm, se caracteriza por estar compuesta por cuarzo con bordes saturados y algunos cristales de muscovita alineados.



Fig. C77. LA-1203-A. Fragmento de cuarcita, nótese el contacto suturado entre los cristales de cuarzo (NC).

- Esquisto, en clastos de 1,8 mm compuesto por cuarzo y óxidos, estos últimos dan la orientación en el clasto. Entre los óxidos se reconoció leucoxeno por su color blanco lechoso en luz reflejada, existe otro óxido que en luz reflejada es de color negro y no se logró identificar.

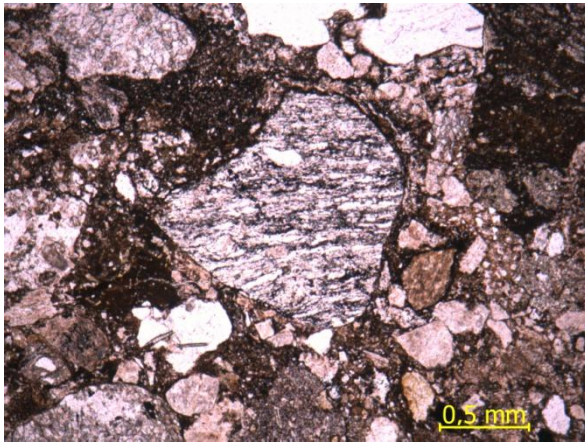


Fig. C78. LA-1203-A. Fragmento de esquisto, los óxidos presentes le otorgan la foliación al clasto (NP).

- Gabro, clastos con tamaño promedio de 1,5 mm, constituido principalmente por plagioclasa tipo andesina y clorita no magnésiana, es muy probable que la clorita sea por alteración de piroxenos.

- Basalto, en clastos de hasta 5 mm de diámetro, en algunos se observan microlitos de plagioclasa en una matriz criptocristalina, otros clastos se encuentran completamente cloritizados. Presentan alteración a calcita.

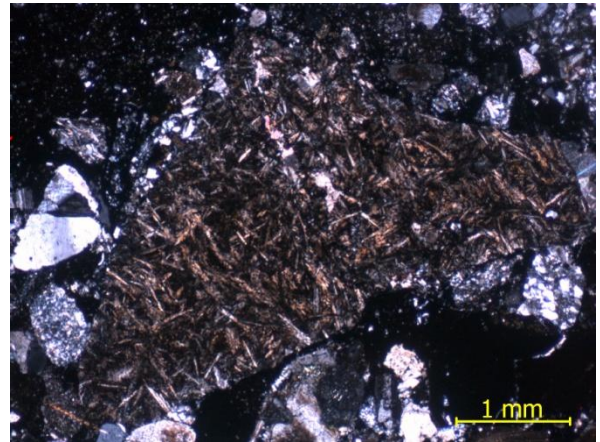


Fig. C79. LA-1203-A. Fragmento de basalto cloritizado (NP).

El cuarzo se identificó en su variedad monocristalina y policristalina. Entre los feldespatos se identificó ortosa, algunos cristales con textura peritítica, y plagioclasa; en un caso particular se observó un cristal de plagioclasa alterando a sílice. Entre los minerales accesorios se observó muscovita y piritita.

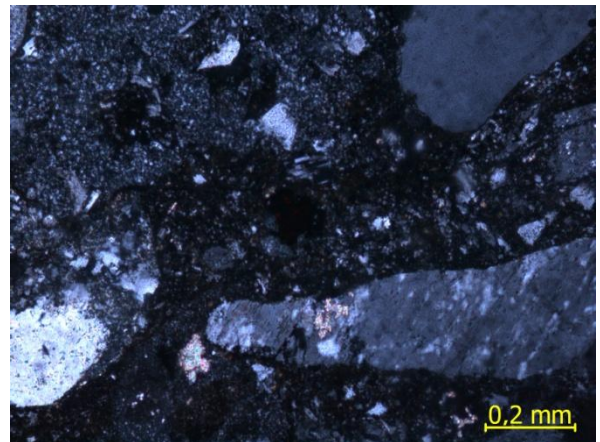


Fig. C80. LA-1203-A. Clasto de ortosa con textura peritítica (NC).



Fig. C81. LA-1203-A. Plagioclasa que presenta alteración a sílice (NP).

La matriz es de tipo arcillosa, con óxido de hierro. Se observó cementación de sílice entre los clastos, de óxido de hierro y de mineral carbonático en los bordes de algunos clastos.

Punto de observación: La-1203-B

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Afloramiento de Arenisca, muy meteorizada. Presenta bandeamientos cuyos colores alternan entre gris claro y gris oscuro.

Descripción de muestras de mano LA-1203-B:

Arenisca de color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro. Es de grano fino, bien escogida y ausente de fósiles visibles a simple vista. No reacciona con el ácido clorhídrico por lo tanto no presenta componentes carbonáticos.

Fotografías:



Fig. C82. Afloramiento de arenisca, se pueden observar los bandeamientos.



Fig. C83. Muestra LA-1203-B

Descripción petrográfica, LA-1203-B:

Grauvaca lítica. Roca sedimentaria, arenisca de grano fino a muy fino (0,075-0,17 mm). Presenta escogimiento muy bueno, con clastos de sub-angulares a sub-redondeados con esfericidad media-baja y contactos grano matriz y puntual. Los componentes principales son: granos 56%, matriz 35%, cemento 8% y porosidad 1%.

Los fragmentos de roca representan un 29% del volumen total, se identificaron clastos de caliza y chert; existen cristales de piroxeno y anfíbol, los mismos se consideraron como fragmentos de roca. El porcentaje de feldespato es 14%, donde 10% corresponde a granos de ortosa y 4% a granos de plagioclasa, ambos minerales presentan alteración a minerales de arcilla. El cuarzo se encuentra presente en un 8% en su variedad monocristalina y policristalina. Entre los minerales accesorios se identificó biotita (alterando a clorita), muscovita, circón, pirita y clorita detrítica, estos representan un 5%.

La matriz está compuesta por minerales de arcilla tipo illita-esmectita y óxido de hierro, el cemento presenta la misma composición. La porosidad es por disolución de matriz.

Los granos dúctiles se encuentran deformados.



Fig. C84. LA-1203-B. Vista general de la muestra bajo microscopio (NP).

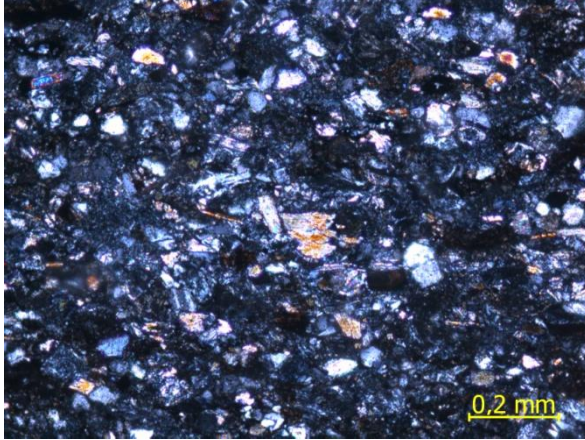


Fig. C85. LA-1203-B. Grano de anfíbol y plagioclasa en matriz de minerales de arcilla (NC).

Punto de observación: La-1203-C

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Afloramiento de Arenisca, de color gris oscuro y aspecto masivo.

Descripción de muestras de mano LA-1203-C: Arenisca de color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro. Su tamaño de grano es de fino a medio y es mal escogida, se observan micas (posible muscovita) y presenta niveles o bandas en los que los granos son más gruesos y vetas de calcita de un espesor entre 2 y 4 mm. La muestra en sí no reacciona al ácido clorhídrico.

Fotografías:



Fig. C86. Muestra LA-1203-C

Descripción petrográfica, LA-1203-C:

Grauvaca lítica. Roca sedimentaria, arenisca de grano medio (0,125-1,08 mm). Presenta escogimiento muy pobre, clastos de angulares a sub-angulares con esfericidad media-baja y contactos puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. Está compuesta por

60% de granos, 25% de matriz, 12% de cemento y 3% de porosidad inducida.

Los fragmentos de roca representan el 38% del total de granos, se identificaron clastos de caliza, chert, roca volcánica cloritizada, lutita y cuarcita, también hay presencia de cristales de piroxeno y anfíbol, considerados como fragmentos de roca. Los feldespatos abarcan un 12%, se identificó plagioclasa de tipo andesina con alteraciones a calcita, y ortos alterando a minerales de arcilla. El cuarzo representa un 7% del volumen de la muestra, presente en su variedad monocristalina y policristalina. Entre los minerales accesorios se encuentra la muscovita y pirita.

La matriz está compuesta por minerales de arcilla tipo illita-esmectita, se observó cemento de minerales de arcilla, óxido de hierro y calcita en menor proporción.

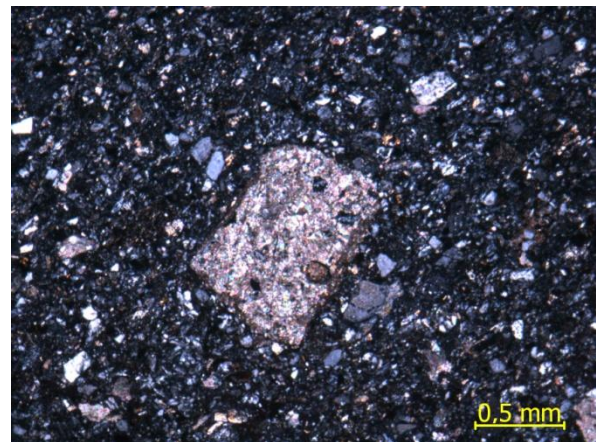


Fig. C87. LA-1203-C. Fragmento de caliza pelesparita (NC).

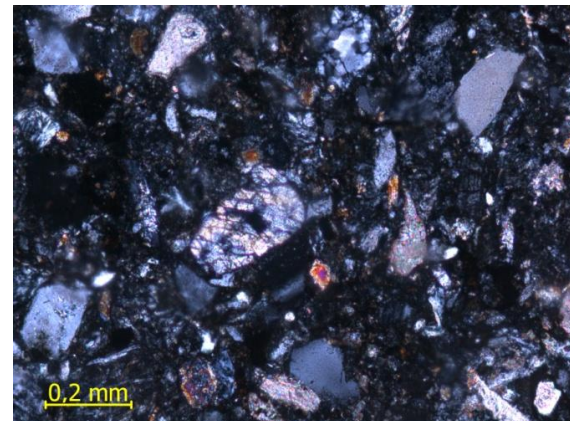


Fig. C88. LA-1203-C. Granos de anfíbol, cuarzo y feldespato (NC).

Punto de observación: La-1203-D

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Fragmento de Gabro de 5 cm de diámetro, dentro de afloramiento de arenisca.

Descripción de muestras de mano LA-1203-D: Melanogabro, presenta textura fanerítica con cristales que llegan a los 3mm de longitud, es equigranular y holocristalina. Posee gran cantidad de plagioclasas oscuras (cálcicas) y algunas plagioclasas blancas subhedrales, también hay presencia de hornblenda, piroxenos y minerales opacos que podrían ser pirita. Las plagioclasas junto con los piroxenos generan una textura conocida como subofítica.

Fotografías:



Fig. C89. Muestra LA-1203-D

Descripción petrográfica, LA-1203-D:

Gabro hornbléndico. Clasto de roca gabroide en conglomerado, holocristalino, fanerítico e hipidiomórfico; compuesto por 54% de plagioclasa, 25% de clinopiroxeno, 10% de clorita, 7% de cuarzo, 2% de clinopiroxeno y 2% de opacos. El tamaño promedio de los cristales es de 2,3 mm

La plagioclasa es de tipo andesina en su mayoría, solamente el ángulo de maclado de un cristal dio que es tipo labradorita, se encuentra en cristales subhedrales de 0,9 a 4,35 mm, presentan inclusiones de apatito y anfíbol, se encuentran poco alteradas a minerales de arcilla. El anfíbol se encuentran en cristales subhedrales y anhedralos alargados de 0,8 a 2,3 mm de longitud, se encuentran muy alterados a clorita; aunque por la alteración se dificulta la identificación del tipo de anfíbol, en un cristal con alteración media se logró observar un pleocroísmo de color marrón claro a verde, posiblemente se trata de hornblenda. La clorita se presenta como alteración de anfíboles y piroxenos. El cuarzo se presenta entre las plagioclasas y anfíboles como cristales anhedralos de tamaño promedio 0,12 mm en una especie de matriz entre fenocristales, este cuarzo no se consideró para la clasificación de la roca, por ser resultado de la cloritización del anfíbol. El clinopiroxeno se encuentra en muy bajo porcentaje, está muy fracturado y alterado a clorita, no se logró identificar el tipo. El opaco presente es pirita, con hábito euhedral y subhedral.

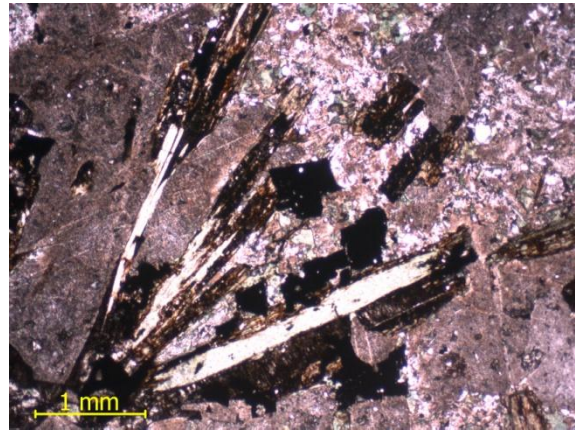


Fig. C90. LA-1203-D. Cristales alargados de anfíbol alterados a clorita, se observan cristales euhedrales de pirita. (NC).

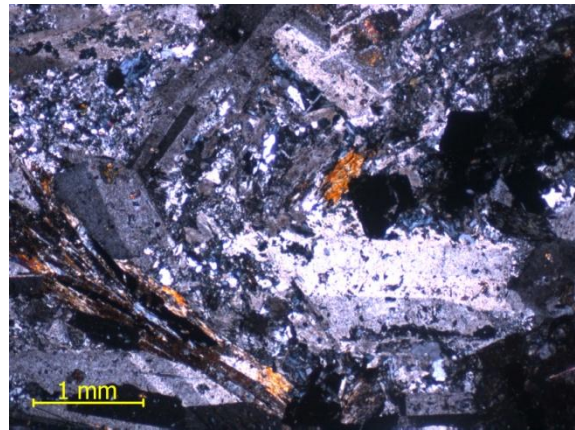


Fig. C91. LA-1203-D. Cristales de plagioclasa, anfíbol y pirita, entre ellos se observan cristales de cuarzo anhedralos. (NC).

Punto de observación: La-1203-E

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Afloramiento de Arenisca de Color Gris Oscuro.

Mediciones: Plano de Estratificación N16W66N

Descripción de muestras de mano LA-1203-E: Arenisca de color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro. De grano medio a grueso, mal escogida, granos sub-angulares y ausente de contenido fósil. Se logran observar cuarzo y micas dentro de sus granos.

Fotografías:



Fig. C92. Muestra LA-1203-E

Descripción petrográfica, LA-1203-E:

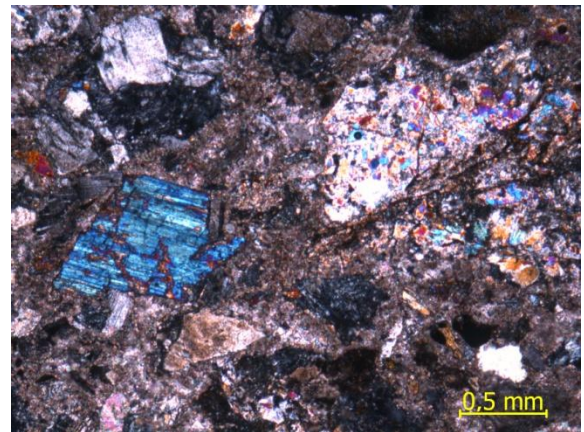
Grauvaca lítica. Roca sedimentaria, arenisca de grano grueso (0,257- 2 mm), incluso hay presencia de granos tamaño gránulo de hasta 3,5 mm. Presenta escogimiento muy pobre, clastos de angulares a sub-angulares con esfericidad media-baja y contactos grano-cemento y puntual. La muestra está compuesta por 68% de granos, 29% de cemento, 3% de porosidad

De la totalidad de granos, 60% pertenece a fragmentos de roca, 5% a feldespatos, 3% a cuarzo y <1% a pirita como mineral accesorio. Entre los fragmentos de roca se identificaron: roca ígnea volcánica cloritizada con presencia de pirita; gabro con plagioclasa tipo andesina, piroxenos alterados a clorita y presencia de prehnita; grauvacas con matriz arcillosa y pequeños clastos de cuarzo y fragmentos de roca; esquisto compuesto principalmente por cuarzo con muscovita orientada; abundantes granos de piroxeno y anfíbol muy fracturados. Entre los feldespatos, se identificaron granos de ortosa y plagioclasa. El cuarzo es policristalino metamórfico.

El cemento presente es de tipo carbonático, variedad microespato y pseudoespato. La porosidad presente es por disolución de granos, principalmente de los que se encuentran cloritizados.



Fig. C93. LA-1203-E. Grano de anfíbol fracturado, junto a granos de plagioclasa y pirita. (NP).



LA-1203-E. Piroxeno fracturado en cemento carbonático. (NC).

Punto de observación: La-1203-F

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Afloramiento de arenisca de color verde oscuro muy meteorizada y fracturada con presencia de clastos carbonático que llegan hasta los 40 cm de longitud.

Descripción de muestras de mano LA-1203-F: Clasto de caliza cuyo diámetro es de 13 cm. Presenta color meteorizado gris muy oscuro y color fresco gris oscuro. No se observan fósiles a simple vista y contiene recristalización de calcita en algunos de sus planos de fractura.

Fotografías:

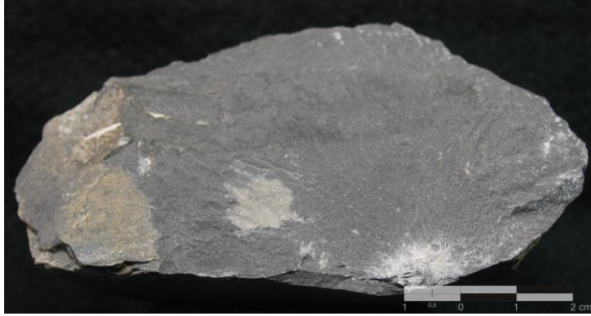


Fig. C94. Muestra LA-1203-F

Descripción petrográfica, LA-1203-F:

Mudstone / Caliza espática con pellets / Micrita arenosa. Roca carbonática compuesta por: 77% de ortoquímicos, 15% de extraclásticos, 7% de aloquímicos y 1% de porosidad. Los ortoquímicos están compuestos por 72% de cemento tipo microespato y pseudoespato con textura radial y equigranular formado por recristalización de matriz; y un 3% de micrita. Del contenido extraclástico un 7% corresponde a fragmentos de roca metamórficos e ígneos cloritizados, 4% a cuarzo monocristalino y policristalino, 2% a plagioclasa y 2% a muscovita.

El 7% de aloquímicos está representado por pellets silicificados.

Debido al alto contenido de extraclásticos, la muestra puede clasificarse como una roca híbrida.

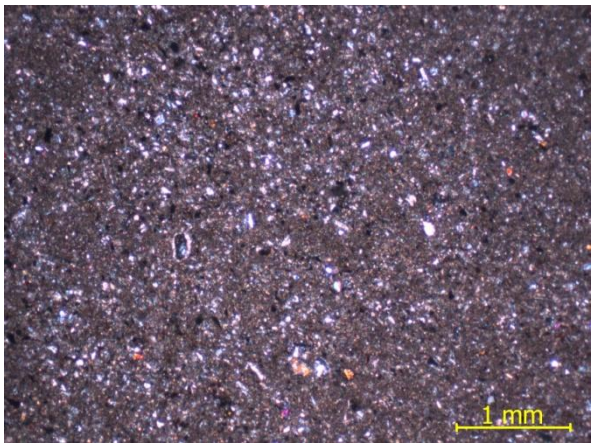


Fig. C95. LA-1203-F. Aspecto general de la muestra bajo microscopio (NC).

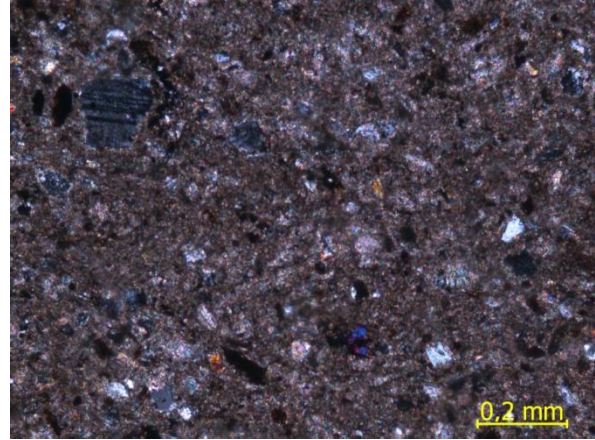


Fig. C96. LA-1203-F. Granos de plagioclasa, cuarzo y fragmentos de roca dentro de cemento carbonático (NC).

Punto de observación: La-1203-G

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Afloramiento de arenisca de color gris oscuro muy meteorizada y fracturada. Presenta un patrón de diaclasas. Contiene clastos carbonáticos, algunos poseen hasta 15 cm de longitud.

Descripción de muestras de mano LA-1203-G: Arenisca de color meteorizado gris muy oscuro y color fresco gris oscuro. Es de grano fino, no se observan fósiles a simple vista y no reacciona al ácido clorhídrico.

Fotografías:



Fig. C97. Muestra LA-1203-G

Descripción petrográfica, LA-1203-G:

Grauvaca lítica. Roca sedimentaria, arenisca de grano medio (0,18 - 0,72 mm). Presenta escogimiento pobre, clastos de sub-angulares a sub-redondeados con esfericidad media-baja y contactos puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La muestra está compuesta por 50% de granos, 31% de cemento, 18% de matriz y 3% de porosidad

De la totalidad de granos, 36% pertenece a fragmentos de roca, 26% a feldespatos, 10% a cuarzo y 3% a minerales accesorios. Entre los fragmentos de

roca se identificaron: roca ígnea volcánica cloritizada con pequeños cristales de pirita; caliza esparita, ausente de extraclásticos y aloquímicos; esquistos con cuarzo y muscovita; granos de piroxeno y anfíbol muy fracturados. Entre los feldespatos abunda la plagioclasa de tipo oligoclasa, también se identificaron granos de ortosa alterados a minerales de arcilla. El cuarzo es de tipo monocristalino y policristalino metamórfico. Entre los minerales accesorios se encuentran muscovita, circón, clorita detrítica y pirita.

La matriz es de minerales de arcilla, illita-esmectita, y óxido de hierro; se presentan diversos tipos de cemento, que en orden de abundancia son: de cuarzo entre los granos y como sobrecrecimiento, de óxido de hierro, de minerales de arcilla y carbonático. La porosidad presente es por disolución del cemento.

Cabe destacar que la muestra presenta indicios de estar cloritizada y glauconitizada.

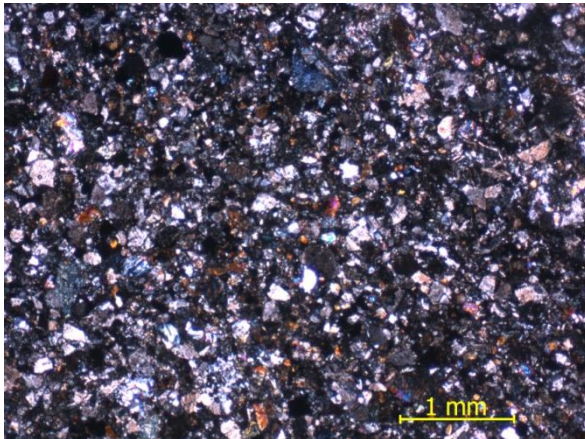


Fig. C98. LA-1203-G. Grauvaca lítica de grano medio (NC).

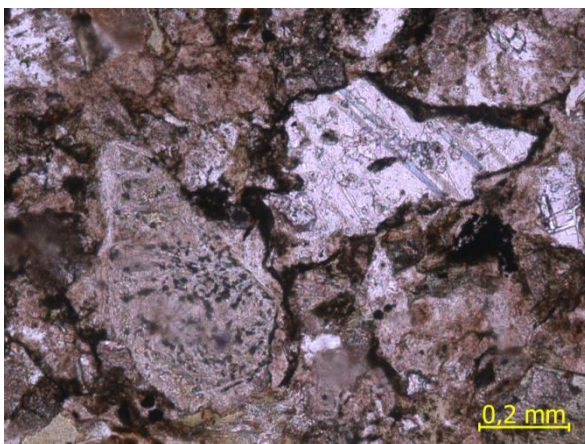


Fig. C99. LA-1203-G. Fragmento de roca volcánica cloritizada, junto con cemento tipo espato (NP).



Fig. C100. LA-1203-G. Plagioclasa fracturada y alterada con clorita en los bordes (NC).

Punto de observación: tramo poligonal 9-10

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Se ve el contacto entre dos areniscas, una de grano fino y color verde oscuro casi negro, y otra de grano medio a grueso de color verde claro. Estas capas de areniscas presentan un cambio en el sentido de buzamiento con respecto a las capas sedimentarias descritas anteriormente, por lo tanto, es posible la presencia de una falla entre los puntos 7 y 9 de la poligonal.

Mediciones: Plano de Estratificación N62W76S

Fotografías:



Fig. C101. Contacto entre areniscas con distintos tamaños de granos

Punto de observación: La-1204

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Afloramiento de arenisca de color gris oscuro, muy meteorizada y fracturada

Mediciones: Plano de Estratificación N84W76S

Descripción de muestras de mano LA-1204:
Arenisca de color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro, presenta granos de tamaño medio y clastos de aproximadamente 1 cm de diámetro, mal escogida, con granos de sub-redondeados a sub-angulares. La muestra reacciona al ácido clorhídrico por lo tanto posee componentes carbonáticos.

Fotografías:



Fig. C102. Muestra LA-1204

Descripción petrográfica, LA-1204:

Grauvaca lítica. Roca sedimentaria, arenisca de grano medio a muy grueso (0,12 - 2 mm), contiene un clasto tamaño guijarro de 4,5 mm. Presenta escogimiento pobre, clastos sub-angulares con esfericidad baja y contactos puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La muestra está compuesta por 70% de granos, 20% de cemento, 7% de matriz y 3% de porosidad por disolución de granos.

Del volumen abarcado por granos, 58% pertenece a fragmentos de roca, 7% a cuarzo, 4% a feldespatos, y 1% a muscovita como mineral accesorio. Entre los fragmentos de roca se identificaron: basalto en clastos de hasta 4,5 mm, está constituido por microlitos de plagioclasa con textura de flujo, sobre una matriz cloritizada; diabasa compuesta por cristales de plagioclasa y de clorita; waca con cristales de cuarzo y muscovita deformada, en una matriz de minerales de arcilla; caliza esparita con cemento tipo microespato y ausente de aloquímicos; fragmentos alargados de lutita; cuarcita en clastos de hasta 1,8 mm, formada por cuarzo con bordes saturados y pirita; esquís compuesto en su mayoría por cuarzo y minerales micáceos orientados. El cuarzo es de tipo monocristalino y policristalino metamórfico. La plagioclasa es el único feldespato presente. La muscovita es el mineral accesorio presente.

La matriz está compuesta por material carbonático; Se observó cemento carbonático sobre los clastos y de sílice en los bordes de los clastos. La muestra posee clorita autigénica relleno de espacios y como alteración en algunos clastos. Se observaron algunos foraminíferos.

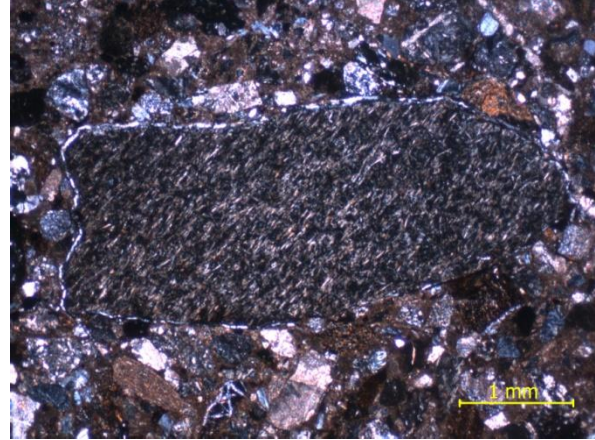


Fig. C103. LA-1204. Fragmento de basalto con matriz alterada a clorita y cemento de sílice en los bordes (NC).

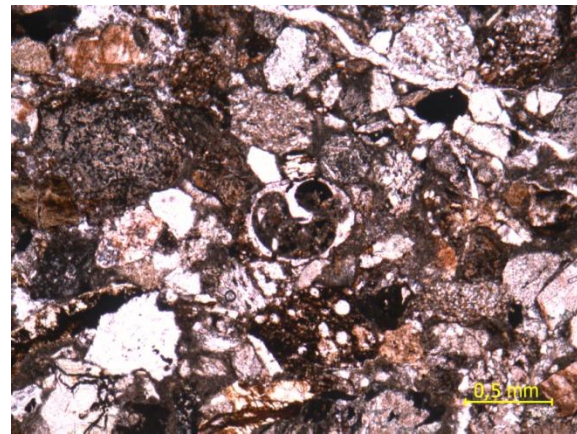


Fig. C104. LA-1204. Fragmento fósil dentro de grauvaca lítica (NP).

Punto de observación: La-1205-A, B

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Afloramiento de capa de limolita de color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro y de textura astillosa. La misma contiene un nódulo de caliza muy fracturado de color gris claro y de 16 cm de diámetro.

Descripción de muestras de mano:

LA-1205-A: Nódulo de caliza de color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro, ausencia de fósiles visibles a simple vista y presenta recristalización de calcita.

LA-1205-B: limolita de color gris claro con textura astillosa.

Fotografías:



Fig. C105. Nódulo de caliza dentro de capa de limolita.

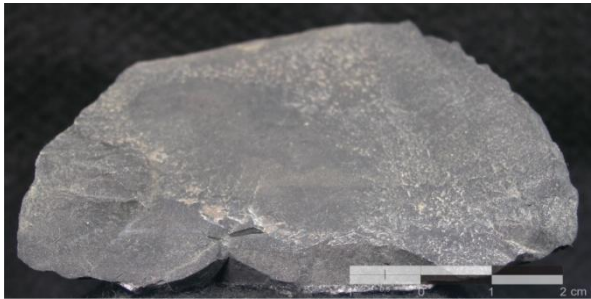


Fig. C106. Muestra LA-1205-A

Descripción petrográfica:

LA-1205-A: Mudstone/ Caliza micrítica con pellets. Roca carbonática compuesta por: 91% de ortoquímicos, 5% de extraclásticos, 3% de aloquímicos, y 1% de porosidad.

Los ortoquímicos están compuestos por 86% de micrita y 5% de cemento tipo microspato y pseudoespato con textura equigranular. De los extraclásticos el cuarzo es el predominante con un 3% en su variedad monocristalina y policristalina, fragmentos de chert representan los fragmentos de roca con 1%, se observó plagioclasa en <1% y pirita como mineral accesorio <1%. Entre los aloquímicos se observaron pellets y fósiles recristalizados. La porosidad en la muestra es por disolución de la matriz.

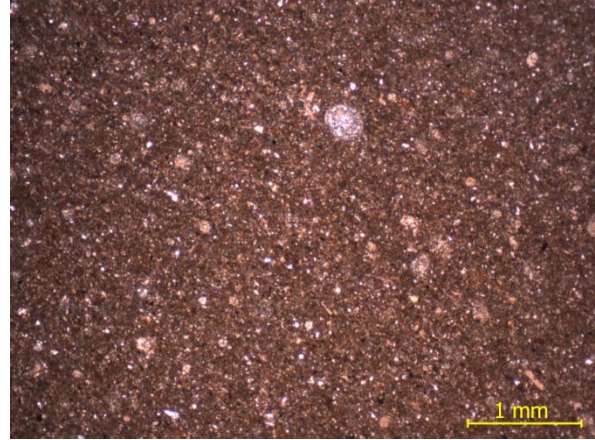


Fig. C107. LA-1205-A. Mudstone, predomina la matriz como ortoquímico (NP).

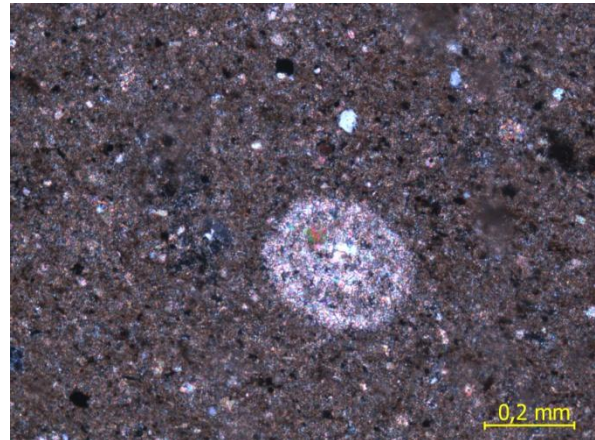


Fig. C108. LA-1205-A. Fósil recristalizado a calcita, posible foraminífero (NC).

LA-1205-B: La muestra no presenta análisis petrográfico

Punto de Observación: tramo poligonal 11-12

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Se infiere la presencia de una falla debido a los cambios repentinos de rumbos en las capas, no se realizaron mediciones en el plano de falla, pero si se realizaron mediciones de las capas a ambos lados de la misma.

Mediciones: - Plano de Estratificación N-S57E (5m antes de punto 12)

- Plano de Estratificación N50E60N (En punto 12 luego de la falla)

Fotografías:



Fig. C109. Falla local que cambia drásticamente los rumbos de las capas



Fig. C111. Posible estructura tipo slump dentro de arenisca.

Punto de observación: La-1206-A, B

Ubicación: Qda. Agua Linda.

Unidad: Formación Matatere

Observaciones de campo: Alternancia de arenisca con limolita (de textura astillosa), la arenisca posee un color gris claro y la limolita un color gris oscuro. La arenisca presenta una posible estructura tipo slump. Existen fragmentos de lutita dentro de esta alternancia.

Descripción de muestras de mano:

LA-1206-A: Fragmento compacto de lutita de color meteorizado gris oscuro y color fresco gris claro, ausencia de fósiles visibles a simple vista y presenta recristalización de calcita.

LA-1206-B: Muestra de roca caja, arenisca de color meteorizado gris claro y color fresco gris oscuro, presenta un tamaño de grano fino con niveles de granos tamaño medio sub angulares. Es mal escogida y no reacciona con ácido clorhídrico

Fotografías:



Fig. C110. Alternancia de arenisca-limolita con presencia de fragmentos de lutita



Fig. C112. Muestra LA-1206-A



Fig. C113. Muestra LA-1206-B

Descripción petrográfica:

LA-1206-A: Lutita carbonática. Roca sedimentaria, compuesta por granos de tamaño < 0,12 mm. Está compuesta por: 73% de matriz, 12 % de granos tamaño arena y 15% de cemento.

La matriz está formada por minerales de arcilla y óxido de hierro, estos minerales parecen presentar orientación anisotrópica. Se identificaron granos de cuarzo, feldespato, muscovita y pirita, hay presencia de microfósiles recristalizados a calcita que no pudieron identificarse. El cemento presente es de mineral carbonático tamaño microespato, generado por recristalización.

El contacto en la muestra es de tipo grano-matriz. Algunos granos de muscovita están deformados.

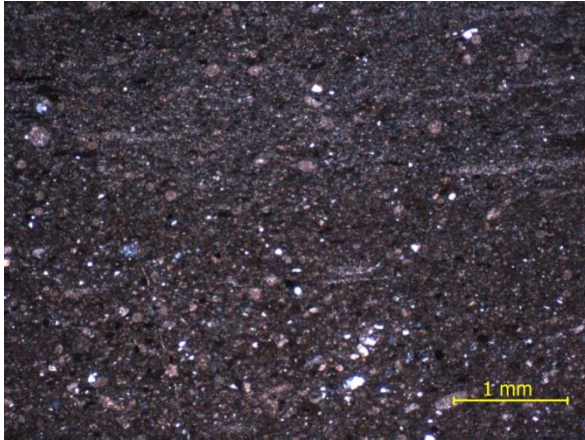


Fig. C114. LA-1206-A. Granos orientados y microfósiles recristalizados en clasto de lutita (NC).

LA-1206-B: Grauvaca Lítica. Roca sedimentaria, arenisca de grano muy fino a fino (0,09 - 0,225 mm). Presenta buen escogimiento, clastos de sub-angulares a sub-redondeados con esfericidad media y contactos grano-matriz, grano-cemento y puntual. La muestra está compuesta por 51% de granos, 34% de matriz, 13% de cemento y 2% de porosidad inducida en la realización de la sección fina. De la totalidad de granos, 28% pertenece a cuarzo, 13% a fragmentos de roca, 7% a feldespatos, y 3% a minerales accesorios.

La muestra presenta niveles de clastos que se diferencian por el tamaño de grano y el material por el cual están unidos.

En los niveles de color más claro hay presencia de granos de tamaño fino (0,125-0,25 mm) unidos por cemento carbonático de tipo microespato y pseudoespato. Entre los granos identificados, abundan los de cuarzo monocristalino y policristalino, también se observó fragmentos de chert y de roca volcánica cloritizada, plagioclasas y muscovita deformada.

Los niveles de color más oscuro presentan granos de tamaño arena muy fino a limo, con algunos clastos de tamaño fino, de composición variada: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, muscovita, fragmentos de chert y pirita. Entre estos granos existe una matriz de minerales de arcilla, y el cemento

presente es de tipo carbonático y se encuentra sobre cristales de plagioclasa y feldespatos.

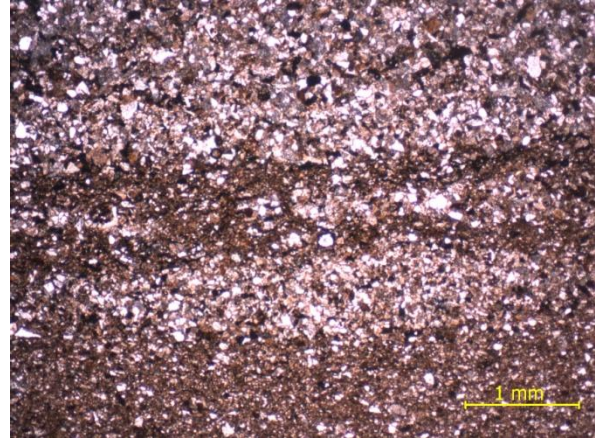


Fig. C115. LA-1206-B. Niveles con diferente tamaños de granos, los más claros presentan cemento carbonático y los más oscuros matriz de minerales de arcilla (NC).

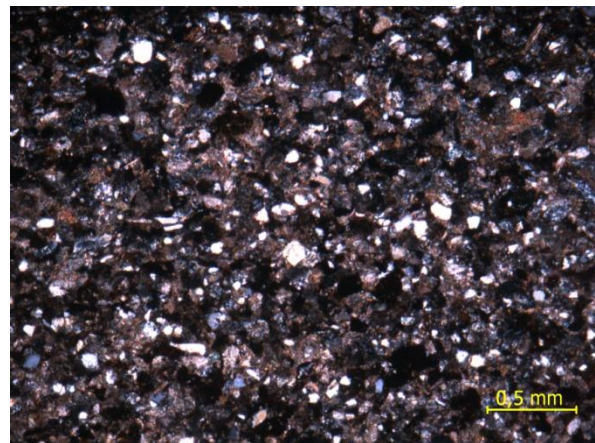


Fig. C116. LA-1206-B. Granos unidos por cemento carbonático de tipo microespato (NC).

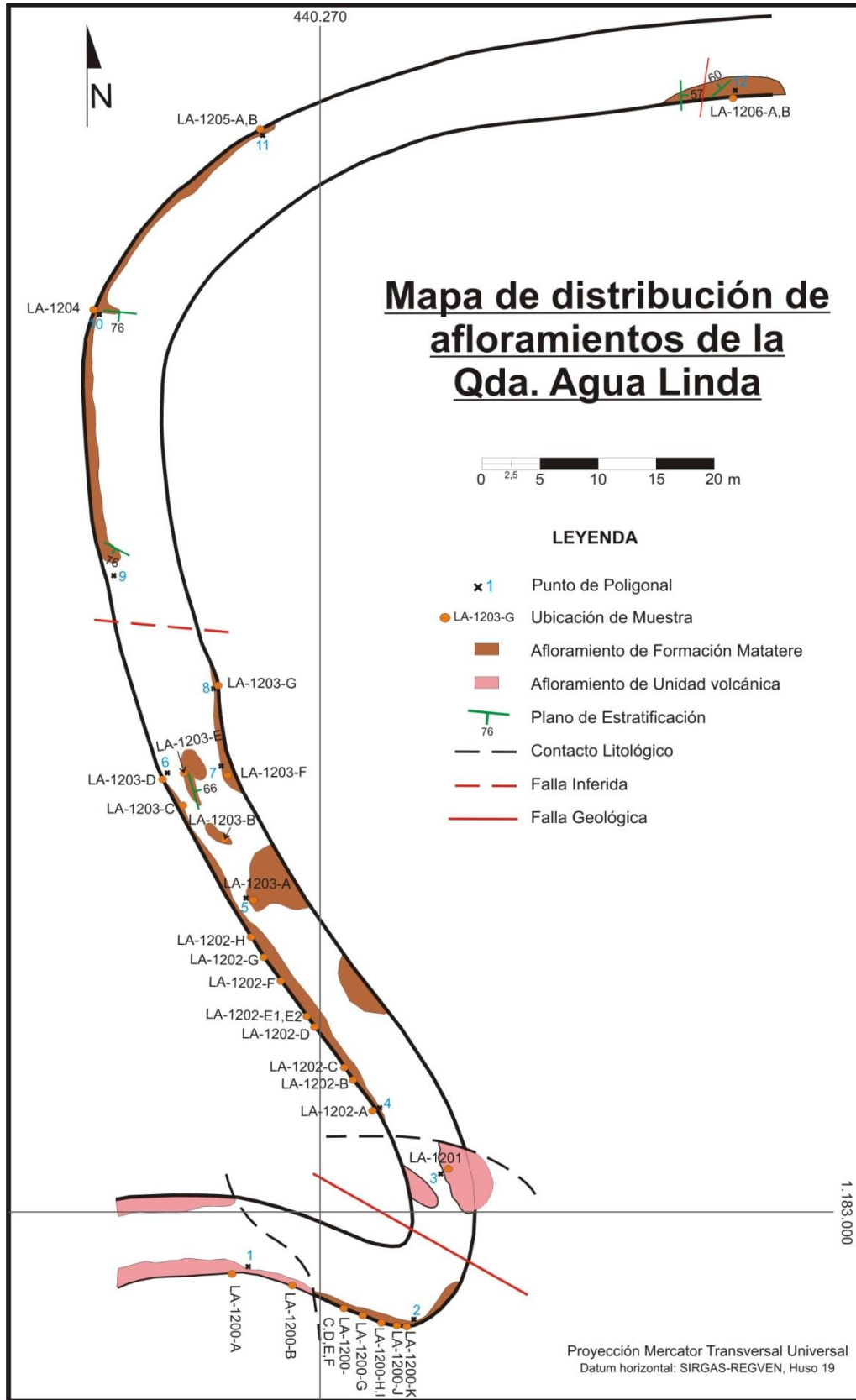


Fig. C117. Mapa de distribución de afloramientos en la quebrada Agua linda.

ANEXO I

Mapa geológico de Mapararí, Hoja 6348-III-NO, estado Falcón

ANEXO II

Mapa geológico de Santa Cruz de Bucaral, Hoja 6348-III-NE, estado Falcón

ANEXO III

Mapa geológico de Urucure, Hoja 6248-II-SO, estados Falcón y Lara

ANEXO IV

Mapa geológico de Macuere, Hoja 6248-II-SE, estados Falcón y Lara

ANEXO V

Mapa geológico de La Chara, Hoja 6348-III-SO, estados Falcón y Lara

ANEXO VI

Mapa geológico de Puente Limón, Hoja 6348-III-SE, estados Falcón y Lara

ANEXO VII

Mapa geológico de El Paso, Hoja 6348-II-SO, estados Falcón y Lara

ANEXO VIII

Mapa geológico de El Mamón, Hoja 6247-I-NO, estado Lara

ANEXO IX

Mapa geológico de Cauderales, Hoja 6247-I-NE, estado Lara

ANEXO X

Mapa geológico de Aguada Grande, Hoja 6347-IV-NO, estado Lara

ANEXO XI

Mapa geológico de Santa Inés, Hoja 6347-IV-NE, estado Lara

ANEXO XII

Mapa geológico de Caserío Tropical, Hoja 6347-I-NO, estado Lara

ANEXO XIII

**Mapa geológico de la región de Siquisique – Santa Inés – Santa Cruz de Bucaral,
estados Falcón y Lara**