

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**GEOLOGÍA DE LA REGIÓN DE BELÉN, SAN JUAN DE LOS
MORROS Y SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES, EN LOS ESTADOS
CARABOBO, GUÁRICO Y ARAGUA.**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo
Por la Br. Díaz G. Pedrimar L.

Caracas, Octubre 2014

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

GEOLOGÍA DE LA REGIÓN DE BELÉN, SAN JUAN DE LOS MORROS Y SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES, EN LOS ESTADOS CARABOBO, GUÁRICO Y ARAGUA.

TUTOR: Dr. Franco Urbani

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo
Por la Br. Díaz G. Pedrimar L.

Caracas, Octubre 2014

*A Mariluz Godoy, mi Mami
Por ser el mejor ejemplo de amor, entrega y lucha.*

*A Manuel Martínez, mi amor
“Por que eres mi amor, mi cómplice en todo,
y en la calle codo a codo somos mucho más que dos”*

A Venezuela, mi hermoso país.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser esa fuerza que me impulsa a seguir caminando en los buenos y malos momentos.

A mi mami, por darme la vida, y ser mí guía, amiga y compañera siempre, por regañarme y animarme a seguir. Por demostrarme en cada momento lo importante que soy en su vida, Te Amo.

A Orliamar, Génesis y Mariorly, mis hermanas, por ser un ejemplo de lucha y amor, cada una a su manera, y estar siempre conmigo, las amo con todo el corazón. Fernando, Rodrigo, Simón David, Isabela y Sebastián, los niñ@s de la tía, sin ustedes mi vida no sería igual, los amo.

A mi hermoso Manuel Martínez, por ser mi compañero novio y amigo durante gran parte de este camino, llenando de felicidad mis días, te amo tanto.

A la Universidad Central de Venezuela, y en especial a la escuela de Geología, Minas y Geofísica, por ser más que un casa de estudio, un hogar durante estos años.

Al profesor Franco Urbani, por ser mi un tutor y guía en el desarrollo de este trabajo. Sin duda alguna, el más grande geólogo que conozco. Debo agradecerle el permitirme la gran experiencia de trabajar a su lado, fue un honor para mí.

A todos los profesores con los que he compartido en la escuela, en especial al profesor Ricardo por dejar que lo fastidiara tanto y por fin dejar que me graduara; al profesor David por siempre estar cuando uno iba a fastidiarlo por cualquier tema académico; al profesor Mederos por llenar de sonrisas los días y las clases de Geología Física y Geología Histórica. De igual modo a los profesores Falcón, Ander, Lenin, Rutman, Nuris y Mauricio Bermúdez, que siempre han estado allí como excelentes guías humanos y académicos.

A todos mis amig@s y compañer@s con los que he compartido tantas cosas durante este largo camino. A Rosbeidy, Andrea, Ileana y Robersy por ser mis amigas y hermanas,

solidarias a mis momentos tristes y felices: Ros mi compañera de cálculos, campo, y casi de tesis, te quiero mucho gracias por ser una buena amiga; Andrea la más noble de mis amigas, y súper solidaria, mi compañera de cuarto, ideales y marchas, te quiero; Ileana, “Mi Súper”, siempre acompañándome y apoyándome con tu gran fuerza, te quiero mucho. A todos mis compañeros de Campo largo con los que he disfrutado tanto, en especial a Ivanessa, Zulyn, Miguel Albornoz, Miguel Uzcateguí, Karen, Lorenalí, Renier, y Sergio.

A todos aquellos que por algún motivo ya no están, pero su amistad quedo en mi corazón como un bonito recuerdo para siempre, Gracias.

.

Caracas, Octubre 2014

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el Consejo de Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Facultad de Ingeniería, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la Bachiller Pedrimar L. Díaz G., titulado:

“GEOLOGÍA DE LA REGIÓN DE BELÉN, SAN JUAN DE LOS MORROS Y SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES, EN LOS ESTADOS CARABOBO, GUÁRICO Y ARAGUA”

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

Prof. David Mendi

Jurado

Prof. Ruthman Hurtado

Jurado

Prof. Franco Urbani

Tutor

DÍAZ G, PEDRIMAR L.

GEOLOGÍA DE LA REGIÓN DE BELÉN, SAN JUAN DE LOS MORROS Y SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES, EN LOS ESTADOS CARABOBO, GUÁRICO Y ARAGUA.

Tutor: Dr. Franco Urbani. Tesis, Caracas UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. 2014, p. 165.

Palabras clave: Villa de Cura, San Sebastián, Piemontina, Olistostromo de Platillón, Cartografía geológica.

Resumen: La zona de estudio esta ubicada en la Serranía del Interior Central de Venezuela, comprendida por las poblaciones Belén, San Juan de Los Morros y este de San Sebastián de los Reyes, en los estados Carabobo, Guárico y Aragua, abarcando 2.136 km². El siguiente trabajo hace énfasis en la cartografía de las unidades que conforman los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, la cobertura sedimentaria de dichos terrenos, el Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina. Para realizar la integración cartográfica fue necesaria la recopilación de trabajos geológicos y de cartografía previos, un trabajo de campo propio con énfasis en dilucidar la naturaleza de las unidades y sus contactos, y un análisis de las muestras recolectadas, para con ello generar 17 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa regional a escala 1:100.000, siguiendo el cuadrículado del Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar (IGVSB)

La historia geológica de la zona comienza en el Cretácico Temprano con la generación del cinturón de Villa de Cura como parte del arco Caribe, producto de la subducción del proto - Caribe por debajo de la placa del Caribe, en una zona muy al este del área de estudio.

En el Cretácico Tardío dicho arco continua su avance hacia el este – sureste, y la placa del Caribe comienza a colisionar con el borde oeste de la placa de Suramérica, entonces parte de su prisma de acreción - subducido, es afectado por un metamorfismo de alta presión - baja temperatura (AP-BT), esto corresponde al Terreno Villa de Cura, contrariamente el Terreno San Sebastián permanece sin subducir. El magmatismo de arco permite la intrusión de los gabros de Chacao y Cantagallo en la unidad Lava de Las Hermanas. El continente suramericano durante este periodo se ve afectado por la gran transgresión del Cretácico, depositándose durante el Caampaniense y Maastrichtiense la Formación Mucaria.

Durante el Paleoceno – Eoceno en los mares poco profundos del talud del arco volcánico insular que se viene desplazando hacia el este – sureste, comienza la sedimentación de la cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, caracterizado por un material retrabajado del arco y carbonatos de plataforma externa; también se depositan bajo una sedimentación turbidítica y caótica en el talud

epicontinental, producto de la interacción de las placas Caribe y Suramérica, lo que sería el prisma de acreción del arco volcánico, conformado por las formaciones Garrapata y Los Cajones del Olistostromo de Platillón.

En el continente finaliza la depositación de la Formación Mucaria pasando a una secuencia hemipelágica y turbidíticas, conocida como la Formación Guárico, donde se depositaron secuencias monótonas de facies flysch a lo largo del eje axial de la antefosa formada por la convergencia de las placas. Al continuar el desplazamiento de la placa del Caribe hacia el este, produce el apilamiento de las napas.

El dominio alóctono que se encuentran conformadas por las unidades pertenecientes a la Faja de Villa de Cura (terrenos Villa de Cura y San Sebastián, y su respectiva cobertura sedimentaria), que sobrecorren a través de la falla de Cantagallo a las unidades del dominio para autóctono, las cuales conforman a la Faja Piemontina (Olistostromo de Platillón y Napa Piemontina).

La cobertura sedimentaria se encuentra en relación de inconformidad sobre los terrenos Villa de Cura y San Sebastián. El Olistostromo de Platillón está en contacto tectónico con la Napa Piemontina a través de la Falla de Don Alonso, la cual al este de la población de Cantagallo es inversa y al este de la zona de estudio es de alto ángulo y transcurrente dextral.

Los análisis petrográficos de la cobertura sedimentaria revelaron la afinidad volcánica de la roca fuente del arco. Una gran influencia de sedimentación caótica en el Olistostromo de Platillón, producto de la influencia directa en ella de la convergencia de las placas del Caribe y Suramérica. A partir de este estudio se pudo verificar que los gabros de Chacao y Cantagallo intruyen la Lava de Las Hermanas y no al Granofel de Santa Isabel como se aprecia en trabajos previos.

Los mapas geológicos actualizado, generados a partir de este trabajo, constituyen una herramienta física y digital moderna, la cual puede ser de uso científico para futuros estudios e interpretaciones geológicas de superficie, así como instrumento fundamental en la planificación y ordenamiento territorial del país.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE	3
1.4. OBJETIVOS	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5. ANTECEDENTES	4
1.6. MARCO METODOLÓGICO	11
2. GEOLOGÍA REGIONAL	12
2.1. GENERALIDADES	12
2.2. UNIDADES AFLORANTES	15
2.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	21
2.4. TECTONO - ESTRATIGRAFÍA	23
3. GEOLOGÍA LOCAL	28
3.1. GENERALIDADES	28
3.2. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA	28
3.2.1. Terrenos Villa de Cura - San Sebastián	31
3.2.2. Cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián	34
3.2.3. Olistostromo de Platillón	34
3.2.4. Napa Piemontina	36
3.3. UNIDADES LITOLÓGICAS	37
3.3.1. Terreno San Sebastián	37
3.3.2. Cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián	50
3.3.3 Olistostromo de Platillón	64
3.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	76
4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES	79
4.1. INTERPRETACIONES CARTOGRÁFICAS	79
4.2. INTERPRETACIONES LITOLÓGICAS Y PETROGRÁFICAS	80
4.3. INTERPRETACIONES ESTRUCTURALES	84
4.4. HISTORIA GEOLÓGICA	86

5. SUMARIO CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1. SUMARIO Y CONCLUSIONES.....	90
5.2. RECOMENDACIONES.....	91
APÉNDICE A	100
APÉNDICE B.....	105
APÉNDICE C	113
APÉNDICE D	125
APÉNDICE E.....	144
ANEXOS.....	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribución de los trabajos que forman parte del “Proyecto LOCTI”, se resalta la zona del presente trabajo en rojo	2
Figura 1.2. Ubicación regional de la zona en estudio, abarcando los estados Cojedes; Carabobo; Aragua y Guárico.	2
Figura 1.3. Mapa índice de trabajos realizados en el área de estudio durante la década de los 60'. En rojo el área en estudio, adaptado de JARVIS (1966)	5
Figura 1.4. Mapa tectono-estratigráfico del frente de montaña de Venezuela. Adaptado de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990).....	9
Figura 2.1. Mapa tectono-estratigráfico del frente de montaña. Adaptado de AGUASUELOS INGERIRÍA (1990)	14
Figura 2.2. Falla de corrimiento a través de planos de estratificación, la cual permite que se corra la unidad más antigua sobre la más joven. En la imagen la Formación Mucaria cabalga sobre la Formación Guárico. Tomada de BELL, (1968).	22
Figura 2.3. Bloque isométrico de la región comprendida entre San Juan de Los Morros y San Sebastián de Los Reyes. Se observa la relación espacial de las fallas Cantagallo, La Puerta y Guárico. Adaptado de BELL, <i>et al.</i> (1971).	22
Figura 2.4. Configuración esquemática de la tectónica de la región propuesto por PINDELL <i>et al.</i> (2005). Dibujo sin escala. Adaptado de PINDELL <i>et al.</i> (2005).....	24
Figura 2.4. Distribución estratigráfica de las formaciones que conforman la cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián. Tomado de VIVAS <i>et al.</i> (1997).	26
Figura 2.6 Relación estratigráfica general de las unidades en estudio, en la zona de San Juan de los Morros. Adaptado de VIVAS <i>et al.</i> (1995).	27
Figura 3.1. Mapa generalizado de la zona de estudio. A) ubicación espacial del Gabro de Chacao rodeado de la Lava de Las Hermanas. B) Fragmento de Hoja 100. 000 San Juan de Los Morros GONZÁLEZ & PICARD (1971) donde el Gabro de Chacao aparece en contacto con la Formación Santa Isabel.	32
Figura. 3.2. Distribución de los Terrenos Villa de Cura y San Sebastián.	32
Figura. 3.3. Ubicación espacial de la cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián	33
Figura. 3.4 Ubicación espacial de la zona oeste del Olistostromo de Platillón	34
Figura. 3.5 Ubicación espacial en la zona de estudio de la Napa Piemontina.	35

Figura 3.6. Lava de las Hermanas parada Gu-14-03, en el Rio Tiber. A) afloramiento de Lava de Las Hermanas. B) Roca Aflorante	37
Figura. 3.7. Lava de las Hermanas Parada Ar-14-28, Qda. Las Hermanas. A) Afloramiento de lavas almohadilladas.	37
Figura. 3.8. Toba lítica fina de Lava de Las Hermanas, muestra Gu-14-03. A) Fragmento de toba, NP. B) Fragmento de toba y cuarzo, NC.	38
Figura 3.9 Mapa generalizado de la zona de estudio. A) contacto de la Lava de Las Hermanas y el Gabro de Chacao. B) Contacto de la Formación Garrapata y Lava de las Hermanas a través de la Falla de Cantagallo. C) contacto de corrimiento del Granofel de Santa Isabel y Lavas de las hermanas. En inconformidad sobre la Lava de Las Hermanas yacen las formaciones Caramacate y Escorzonera que son parte de la cobertura sedimentaria.	39
Figura. 3.10. Gabro de Chacao. Parada Gu-14-01. Rio Tiber. A) Afloramiento de Gabro de Chacao. B) Roca Aflorante	40
Figura. 3.11. Gabro de Chacao. Muestra Gu-14-01. Gabro hornbléndico - piroxénico, protocataclástico. A) Relación de componentes en la muestras, hornblenda en el extremo izquierdo, abajo y a la derecha cristales de plagioclasa, todo envuelto por la matriz triturada, NC. B) Magnetita, NP, C) Plagioclasa zonada, NC, D) Cristal de Hornblenda alterando a clorita, NC.....	41
Figura 3.12. Gabro de Chacao. Parada Gu-14-01. Zona de Diques en el Rio Tiber.	42
Figura 3.13 Zona de Diques. Muestra Gu-14-02. Basalto hornbléndico. A) Relación de componentes de la muestra se observan plagioclasas hornblenda, con un tamaño de grano muy pequeño, NP (A) y NC. (B).....	42
Figura 3.14 Gabro de Cantagallo. Parada Gu-14-13. Afloramiento en el caserío Las Piedras.....	44
Figura 3.15. Gabro de Cantagallo. Parada Gu-14-14. Qda El Pizarrero, sector El Rincón de San Antonio. A) Diques en afloramiento de gabro de 5 a 6 cm. B) Gabro de grano medio.	44
Figura 3.16 Gabro de Cantagallo. Muestra Gu-14-13. Gabro piroxénico - hornbléndico. A y B) Relación de componente de la muestra como clinopiroxeno hornblenda verde, plagioclasa maclada y magnetita, NP (A) y NC (B). C) Anfíbol alterando a clorita, NC.....	45
Figura 3.17 Gabro de Cantagallo. Muestra Gu-14-14b. Gabro hornbléndico - piroxénico. A y B) Componentes de la muestra plagioclasa, clinopiroxeno, hornblenda y magnetita, NP (A) y NC (B). B y C) Anfíbol, NP y NC.....	46

Figura 3.18 Gabro de Cantagallo. Muestra Gu-14-14b. Gabro hornbléndico - piroxénico, cataclástico. A) Epidotización, NP. B) Epidotización, plagioclasa y anfíbol, NC. C y D) Plagioclasa con textura antipertítica, NP y NC	47
Figura 3.19 Mapa generalizado de la Zona de estudio. A) Contacto del Gabro de Chacao y Lava de Las Hermanas.	47
Figura. 3.20 Formación Guaiquera. Parada Gu-14-06. Afloramiento de alternancia de arenisca, caliza y material caótico en la Av. Fuerzas Armadas.	48
Figura 3.21 Formación Guaiquera. Muestra Gu-14-05. Arenisca micritica. A y B) Componentes líticos y matriz micritica, NP (A) y NC (B). B). C) Fragmento de roca limolita, NC. D) Resto fósil.....	50
Figura 3.22 Formación Caramacate. Parada Gu-14-24. Qda. Pirital. A) caliza con materias caótico (olistolitos) en su interior. B) Rizadura simétrica	51
Figura 3.23 Formación Caramacate. Parada Ar-14-25. Rio Caramacate. A) Afloramiento de capas de arenicas. B) arenisca con laminación paralela.	51
Figura 3.24 Formación Caramacate. Muestra Ar-14-24. Caliza cristalina (grainstones) / biomicrita mal lavada. A y B) Fragmento de roca volcánica, esparita y micrita, NP (A) y NC (B), C) Fósil, D y E) Fragmento de limolita, NP (D) y NC (E). F) Fósil con borde micritizado.	52
Figura 3.25 Formación Caramacate. Muestra Gu-14-25. Arenisca micritica. A y B) Componente de la muestra: abundantes fragmentos de roca volcánica y arenisca fina, micrita, plagioclasa y óxidos de Fe, NP (A) y NC (B). C) Fragmento de roca con borde micritizado	53
Figura 3.26 Mapa generalizado de la zona de estudio. A) Distribución de las formaciones Guaiquera y Caramacate en la región de San Juan de Los Morros. B) Sección de corte DD' donde se indica la relación de contacto de la formaciones Guaiquera y Caramacate, y las unidades que lo circundan. Tomada y adaptada de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990). C) La Formación Guaiquera en la Región de San Sebastián.	54
Figura 3.27 Formación Morro del Faro. Paradas Gu-14-07 y Gu-14-10. Base de Morro El Faro. A) Bloque de caliza con estriaciones tipo karstico. B) Vista del Morro del Faro.....	56
Figura 3.28 Formación Morro del Faro. Muestra Gu-14-07. Caliza lodosa (packestone - wackestone) / Biomicrita esparcida. A) Componente de la muestra, restos de corales relleno de micrita, NC. B) Micrita y espató.....	57
Figura 3.29. Formación Morro del Faro. Parada Gu-14-08. Base de Morro del faro. Gasterópodo con matriz volcánica en su interior	58
Figura 3.30 Formación Escorzonera. Muestra Gu-14-09. Caliza aloquímica arenosa. A y B) Restos fósiles y esparita, NP (A) y NC (B). C) Cemento mosaico, NC. D) Componentes	

de roca: esparita, restos fósiles y fragmentos de roca volcánica, NC. E) Fragmento de roca volcánica, NP. F) Fragmento de roca volcánica, NC.....	60
Figura 3.31 Formación Escorzonera. Muestra Ar-14-23. Wacka lítica. A y B) Componente de la muestra, NP (A), abundante contenido de plagioclasas y matriz arcillosa y oxido de Fe. C) Fragmento de plagioclasas alterando y con cemento de oxido, NC, D) cemento de ilita cloritizandose	61
Figura 3.32 Corte D-D'. A) Contacto de la Formación Escorzonera discordante con la Formación Morro del Faro e Inconforme con Granofel de Santa Isabel. B) Relación de contacto de la cobertura sedimentaria con el Olistostromo de Platillón, a través de la falla de Cantagallo tomado y adaptado de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990)	62
Figura 3.33 Formación Garrapata. Paradas Gu-14-20 y Gu-14-21. A) Bloques redondeados de conglomerado polimíctico en el Cerro Garrapata, producto de meteorización esferoidal. B) Afloramiento de arenisca en carretera próxima al caserío La Cumbre.....	64
Figura 3.34 Formación Garrapata. Muestra Gu-14-20. Conglomerado polimíctico. A y B) Componente de la muestra, NP (A) y NC (B), fragmento de roca volcánica alteranda y arenisca fina.	65
Figura 3.35 Formación Garrapata. Muestra Gu-14-25. Caliza cristalina (granstones) - oolita. A y B) Componente de la muestra, NP (A) y NC (B), gran contenido de micrita y olitas. C) Oolita formada a partir de fragmento carbonatico, NC. D) Oolita formada a partir de fragmentos de roca, y cuarzo.	66
Figura 3.36 Miembro La Vigía. Paradas Gu-14-16 y Gu-14-17. Sector El Recreo. A) Alternancia de areniscas-limolita en el sector el Recreo, B) Conglomerado polimíctico, C) Detalle de la anterior, donde se observan fragmentos de rocas volcánicas y chert.	67
Figura 3.37 Miembro La Vigía. Muestra Gu-14-16. Grauvaca Lítica. A y B) Componente de la muestra, NP (A) y NC (B), cuarzo mono y policristalino, plagioclasa, ilita, matriz arcillosa.....	68
Figura 3.38 Caliza de El Caliche. Parada Gu-14-11. Fila El Caliche, al norte del poblado La Musiuera. A) Fila El Caliche. B) Alternancia de caliza laminada, con alto contenido de extraclastos.	69
Figura 3.39 Caliza de El Caliche. Muestra Gu-14-11b. Lodolita – caliza lodosa (mudstone - wackestone) / micrita fosilífera. A) Componente de la muestra, NP. Foraminíferos y fracturas rellenas de calcita de bajo magnesio	70
Figura 3.40. Mapa generalizado de la zona de estudio. A) Contacto de corrimiento de la Caliza de El Caliche con la Formación Garrapata.	71
Figura 3.41 Formación Los Cajones. Parada Ar-14-26. Qda. Gamelotal. A) Alternancia de areniscas y lutitas, B) Cantos redondeados de rocas volcánicas de 15 cm, C) Niveles	

conglomeraticos y D) Cantos de rocas volcánicas de los niveles conglomeraticos dentro de la arenisca	72
Figura. 3.42 Formación Los Cajones. Muestra Gu-14-25. Grauvaca litica. A y B) Plagioclasa, cuarzo monocristalino, matriz de caolín, NP (A), NC (B). C) Fragmento de roca volcánica, D) Dolomitización.	73
Figura 3.43 Mapa generalizado de la zona de estudio. A) al sureste de Cantagallo se observan fallas de corrimiento en la Napa Piemontina. B) Segmento de sección transversal C-C" donde se muestra la relación de las fallas de corrimiento en la Napa Piemontina, tomado y modificado de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990).....	76
Figura 3.44 Sección generalizada de la zona de estudio en el DEM a 30 m, al norte fallas Guárico y La Puerta. A) Pliegues en el Terreno Villa de Cura. B) Pliegue de la unidad Gabro de Chacao. C) Pliegues al este de San Juan de Los Morros en la Napa Piemontina.....	77
Figura 4.1. Relación espacial de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, su cobertura sedimentaria, el Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina	83
Figura. 4.2. A finales del Campaniense comienza la colisión de la placa del Caribe y el borde oeste de la placa Suramericana, continua la subducción del proto Caribe bajo la placa Suramericana, y el desplazamiento hacia en este - surete del arco volcánico. Tomado y adaptado de SMITH <i>et al</i> (1999).	85
Figura 4.3 Ubicación actual del cinturón de Villa de Cura. Tomado y adaptado de PINDELL <i>et al</i> (2005).	86

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.1. Unidades presentes en el área de estudio	13
Tabla 2.2. Unidades que conforman el Terreno Villa de Cura	15
Tabla 2.3. Unidades que conforman el Terreno San Sebastián	16
Tabla 2.4. Unidades que conforman la Cobertura Sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián	17
Tabla 2.5. Unidades que conforman al Olistostromo de Platillón (Formación Garrapata)	18
Tabla 2.6. Unidades que conforman al Olistostromo de Platillón (Formación Los Cajones)	19
Tabla 2.7. Unidades que conforman la Napa Piemontina	20
Tabla 3.1. Unidades alóctona aflorantes en la región Belén, San Juan de Los Morros y San Sebastián de Los Reyes.	29
Tabla 3.2. Unidades para autóctonas aflorantes en la región de Belén, San Juan de Los Morros y San Sebastián	30
Tabla 3.3. Nomenclatura utilizada en las unidades cuaternarias basadas en las establecidas en Coplanarh (1974)	30
Tabla 3.4. Extensión en km ² de los conjuntos de unidades presentes en el área de estudio	31
Tabla 3.5. Abreviaturas utilizadas en las descripciones petrográficas	36
Tabla 3.6. Tipos litológicos muestreados en la unidad Lava de Las Hermanas	36
Tabla 3.7. Composición mineralógica de Toba lítica fina	38
Tabla 3.8. Tipos litológicos muestreados Gabro de Chacao	39
Tabla 3.9. Composición mineralógica de gabro hornbléndico - piroxénico, protocataclástico.	40
Tabla 3.10. Tipos litológicos muestreados en la zona de diques	41
Tabla 3.11. Composición mineralógica de basalto hornbléndico.	42
Tabla 3.12. Tipos litológicos muestreados Gabro de Cantagallo	43
Tabla 3.13. Composición mineralógica de gabro piroxénico - hornbléndico	45
Tabla 3.14. Composición mineralógica de gabro hornbléndico - piroxénico	46

Tabla 3.15. Composición mineralógica de gabra hornbléndico - piroxénico cataclástico.	46
Tabla 3.16. Tipos litológicos muestreados en la Formación Guaiquera	48
Tabla 3.17. Composición mineralógica de arenisca micritica.	49
Tabla 3.18. Tipos litológicos muestreados en la Formación Caramacate	50
Tabla 3.19. Composición mineralógica de caliza cristalina (grainstones) / biomicrita mal lavada.	52
Tabla 3.20. Composición mineralógica de arenisca micritica	53
Tabla 3.21. Tipos litológicos muestreados en la Formación Morro del Faro	55
Tabla 3.22. Composición mineralógica de Caliza lodosa (packestone - wackestone) / Biomicrita esparcida.	56
Tabla 3.23. Tipos litológicos muestreados en la Formación escorzonera	57
Tabla 3.24. Composición mineralógica de caliza aloquímica arenosa	59
Tabla 3.25. Composición mineralógica de wacka lítica	60
Tabla 3.26. Tipos litológicos muestreados en la Formación Garrapata	63
Tabla 3.27. Composición mineralógica de un conglomerado polimíctico.	65
Tabla 3.28. Composición mineralógica de Caliza cristalina (granstones) - Oolita.	66
Tabla 3.29 Tipos litológicos muestreados en el Miembro La Vigía	66
Tabla 3.30. Composición mineralógica de una Grauvaca Lítica	68
Tabla 3.31 Tipos litológicos muestreados en la unidad Caliza de El Caliche	69
Tabla 3.32. Composición mineralógica de un lodolita – caliza lodosa (mudstone - wackestone) / Micrita	70
Tabla 3.33 Tipos litológicos muestreados en la Formación Los Cajones	71
Tabla 3.34. Composición mineralógica de una grauvaca lítica	73
Tabla 3.35 Resultados obtenidos para las 5 muestras analizadas a partir de Dickinson & Suczek (1979) y Dickinson (1983)	74
Tabla 4.1. Tabla de unidades, con sus edades, siglas y ambiente de formación.	83

1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Especial de Grado forma parte del proyecto LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela) y se lleva a cabo por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) y la Universidad Central de Venezuela (UCV), (fig. 1.1).

El trabajo se fundamenta en la integración cartográfica - bibliográfica de trabajos previos elaborados en la zona de estudio y la realización de un trabajo de campo de geología de superficie y análisis petrográfico, donde se estudien los puntos que generen mayor incertidumbre a partir de la compilación bibliográfica.

El objetivo fundamental es generar 17 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa geológico general a escala 1:100.000.

1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Serranía del Interior Central. Ocupa el sur este del estado Carabobo, incluyendo el poblado Belén; noroeste del estado de Guárico, abarcando los poblados de Santa Rosa del Sur, El Cambur, El Copey, la capital del estado Guárico San Juan de los Morros; y la zona central del estado Aragua, ocupando al poblado de San Sebastián de los Reyes (fig. 1.2).

Limitada por las coordenadas:

- Coordenadas Este: 67°52'00" - 67°00'00"
- Coordenadas Norte: 10°00'00" - 9°45'00"

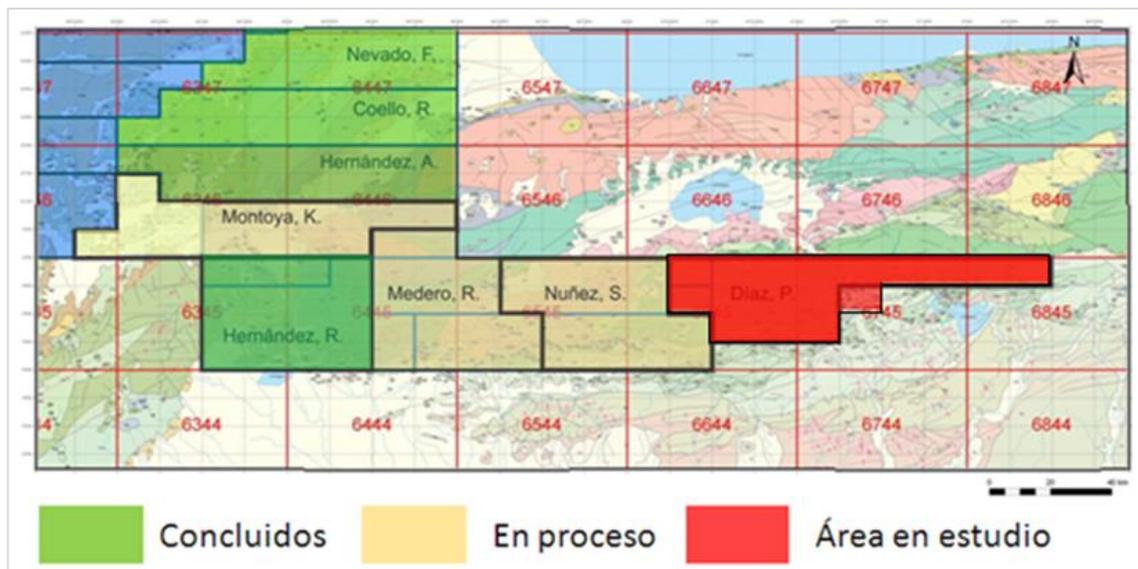


Figura 1.1. Distribución de los trabajos que forman parte del “Proyecto LOCTI”, se resalta la zona del presente trabajo en rojo.

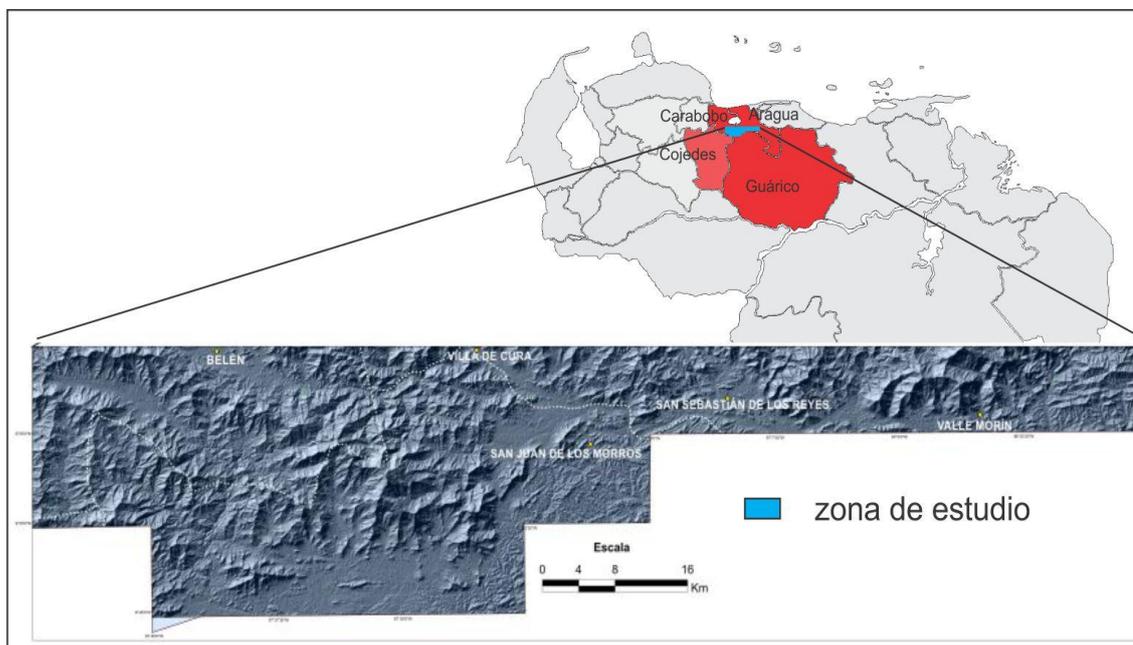


Figura 1.2. Ubicación regional de la zona en estudio, abarcando los estados Cojedes; Carabobo; Aragua y Guárico.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para el desarrollo social y económico de un país, es fundamental trabajar con bases de cartografía geológicas actualizadas que permitan una mejor programación y diseño de planes de ordenamiento territorial, así como de infraestructuras. La falta de cartografía geológica actualizada, motiva a instituciones como FUNVISIS, junto a la UCV a realizar

proyectos de esta índole, donde se generan bases cartográficas geológicas a 1:25.000, a partir de nuevas herramientas con las cuales se puede generar una base en digital y físico de los mapas, aprovechable para el desarrollo nacional

1.3. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El proyecto LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela), nace de la necesidad nacional de actualizar las cartas geológicas, y de generar nuevas bases cartográficas en digital y físico, a partir de herramientas modernas.

La creación de nuevas bases cartográficas geológicas, permiten un manejo adecuado del territorio, para mejorar el desarrollo económico y social de la nación, impulsando el diseño de planes de ordenamiento nacional, así como de infraestructuras. También es una herramienta aprovechable para nuevos estudios geológicos, y de otras ciencias afines que les sea de utilidad.

La integración de trabajos previos, permite apreciar los puntos donde se generen mayor incertidumbre, y ameriten la realización de trabajos de campo, toma de muestras y análisis petrográfico, para esclarecer las diversas dificultades que se encuentren

El alcance total del trabajo es generar 17 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa geológico general a escala 1:100.000, actualizados, de la región de Belén, San Juan de los Morros y San Sebastián de los Reyes en los estados Carabobo, Guárico y Aragua.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Integrar la cartografía geológica a escala 1:25.000, de la región de Belén, San Juan de los Morros y San Sebastián de los Reyes en los estados Carabobo, Guárico y Aragua, enlazando los datos recopilados por distintos autores, y los obtenidos a partir del trabajo de campo.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Integrar los datos recolectados por distintos autores en años anteriores, junto a la información recopilada en campo para una revisión y redefinición de los contactos de las unidades que afloran en la zona de estudio, obteniéndose de esta forma la actualización de la cartografía geológica.
- Realizar un trabajo de geología de superficie, donde se verifique la naturaleza de los contactos entre las unidades que afloran en el área de estudio.
- Analizar petrográficamente las muestras recolectadas en campo, para determinar la relación litológica de los cuerpos de rocas estudiados
- Elaborar el mapa geológico a escala 1:25.000 de la zona de estudio, a partir de la integración cartográfica de mapas geológicos de la zona de estudio publicados anteriormente, y añadiéndole los datos recolectados en el trabajo de campo. En total corresponde a 17 hojas, según el mapa índice del Instituto Geográficos Venezolano Simón Bolívar (IGVSB).
- Generar un mapa geológico a escala 1:100.000, a partir de la simplificación de los geológicos a escala 1:25.000
- Presentar cortes geológicos que abarquen la mayor cantidad de unidades y así determinar su relación estructural.

1.5. ANTECEDENTES

Los siguientes trabajos han sido realizados en el área de estudio:

AGUERREVERE & ZULUAGA (1937), estudian la zona entre Caracas, Tinaquillo y San Juan de Los Morros, en donde distinguen dos unidades estratigráficas principales, Grupo Caracas como la secuencia más antigua de rocas sedimentarias metamorizadas; y el Grupo

Villa de Cura como aparentemente secuencias de rocas volcánicas metamorizadas y sedimentarias.

MENCHER (1950), define por primera vez la Formación Guárico a lo largo del curso superior del río Guárico. Describe una serie de estratos paleocenos “calcáreos y argiláceos” e incluye la calizas de Los Morros de San Juan, la cual describe por primera vez LIDDLE (1928). Propone como secciones tipo de la Formación Guárico a la zona donde en la actualidad se conoce la Formación Guaiquera (pero sin asignarle dicho nombre, separada como formación por MACSOTAY 1997).

RENZ (1955), realiza un estudio micropaleontológico de la zona central de Aragua y Guárico, de allí propone el nombre Formación Garrapata para definir las rocas de la parte interior de Grupo Arrayantes, hoy día inválido. Nombra la Formación Escorzonera en la región de San Juan de Los Morros - San Sebastián, y la describe compuesta por dos unidades, una inferior la cual consiste en rocas volcánicas, y según KONIGSMARK (1958) pertenece a la Formación Tiara, hoy día denominada como Lava de Las Hermanas; y una superior conformada por caliza, lutita y arenisca interestratificadas.

KONIGSMARK (1958), estudia al Grupo Villa de Cura en el área de Guárico septentrional y sur del Lago de Valencia, a lo largo del rumbo regional este - oeste. Cartografía por primera un cuerpo ígneo, al cual denominó “Diorita Hornbléndica” hoy día Gabro de Cantagallo, ubicado a 6 km al oeste del poblado Las Flores, estado Guárico; y describe un cuerpo de rocas ultramáficas expuesto al oeste de San Juan de Los Morros, refiriéndose a este como “Complejo Ultramáfico Chacao” hoy día Gabro de Chacao.

SHAGAM (1960), estudia la región central del estado Aragua en función de la configuración geológica de la zona. Enfatiza su estudio en las secuencias meta-sedimentarias de Villa de Cura, propone denominarlas Grupo Villa de Cura y dividir las en cuatro formaciones: El Caño, El Chino, El Carmen y Santa Isabel, en orden de más antigua a más joven. Describe e ilustra simultáneamente por primera vez la Formación Escorzonera y al miembro Morro del Faro (hoy formación). Hace una denominación inválida de la actual Formación Garrapata, como Formación Arrayantes.

SEIDERS (1965), concluye que el Grupo Villa de Cura es alóctono e invierte la secuencia propuesta por SCHAGAM (1960).

Varios autores como KONIGSMARK (1965), OXBURGH (1965), JARVIS (1966) estudiaron la región central de la Serranía del Interior en diversas localidades (fig. 1.3), cartografiaron en mapas a escala 1:100.000.

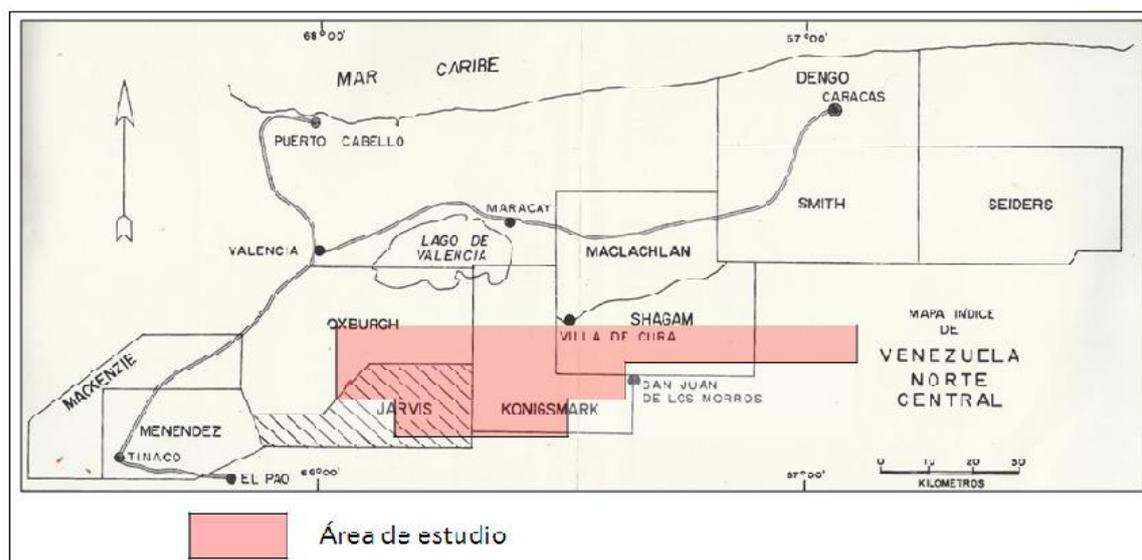


Figura 1.3. Mapa índice de trabajos realizados en el área de estudio durante la década de los 60'. En rojo el área en estudio, adaptado de JARVIS (1966)

JARVIS (1966) estudia la región de los ríos Pao y Tiznados, estados Cojedes y Guárico, evaluando en trabajos previos la tectono-estratigrafía del área, con lo cual planteó un modelo evolutivo de la zona. Postula un origen alóctono para la Faja de Villa de Cura y considerando su formación en algún lugar al norte de la Cordillera de la Costa y su posterior deslizamiento gravitacional hacia el sur.

RENZ & SHORT (1960), en su estudio estratigráfico en la región comprendida entre Pao y Acarigua, estados Cojedes y Portuguesa. Usan por primera vez el nombre Formación Mucaria para definir una secuencia monótona de lutitas silíceas y sericíticas.

PEIRSON (1965b), estudia la geología del flanco sur de la Serranía del Interior, reconociendo cuatro fajas geológicas, teniendo de norte a sur: un conjunto de rocas Cretácica y Paleocenas plegadas isoclinalmente, una zona compleja de fallas de

corrimientos, una faja volcada de areniscas oligo - miocena y capas miocenas con buzamientos suaves.

MENÉNDEZ (1966), subdividió la región central de la Cordillera de la Costa en cuatro “Fajas Tectónicas”, las cuales se tienen de norte a sur como: la Faja tectónica de la Cordillera de la Costa, Faja tectónica de Caucagua – El Tinaco, la Angosta Faja de Paracotos y el Grupo Villa de Cura.

PEIRSON *et al.* (1966), presento una descripción detallada de la Formación Garrapata. Incluye los Miembro Morro del Faro y Caramacate. También se usa el término Caramacate para definir capas periarrecífales que afloran en el río Caramacate. Modifica las secciones tipo de la Formación Guárico asignada por MENCHER (1950), correspondientes hoy día a la Formación Guaiquera (MACSOTAY & VIVAS 1997).

BELL (1968), estudia de norte a sur la región de Camatagua definiendo sus fajas de Villa de Cura, Piemontina, Volcada y de Buzamiento Suave. Concluye que la Faja de Villa de Cura es alóctona y se emplazo en la parte norte de la cuenca de la Formación Guárico por efecto de deslizamiento submarino gravitacional que finalizó en el Eoceno; y que la secuencia de la Faja Piemontina es alóctona - Parautóctona y en su mayoría se depositó en la región ocupada hoy día por la Falla de Villa de Cura.

GONZÁLEZ & PICARD (1971, 1972) y GONZÁLEZ (1972), mejoran la cartografía de la región de San Juan de Los Morros, incluyendo la “Diorita Hornbléndica” de KONIGSMARK (1958) llamado hoy día "Gabro de Cantagallo". Complementan la descripción y cartografía del “Complejo Ultramáfico de Chacao”.

SANTAMARÍA (1972) y SANTAMARÍA & SCHUBERT (1974), utilizan informalmente el nombre de “Metagabro de Canta Gallo”, para la “Diorita Hornblendica” de KONIGSMARK (1958) y “Gabro” de PICARD & GONZÁLEZ (1971, 1972). Analizan químicamente algunas muestras y determinado su edad por el método de K/Ar.

MURRAY (1973), realiza un estudio petrográfico y geoquímico detallado del “Complejo Ultramáfico de Chacao”. Analiza los complejos ultramáficos zonados de Venezuela septentrional y los comparo con los de Alaska sudoriental y los Montes Urales en Rusia.

Estableció que la zonación de estos complejos puede deberse a la deformación de una secuencia original estratigráfica, o la segregación por diferenciación de flujos cristalinos formados al principio, en el centro del conducto magmático.

GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980), indica la necesidad de separar las rocas volcánicas de la zona de Tiara y las de San Sebastián.

GIRARD (1981) y GIRARD *et al.* (1982) empleó informalmente el nombre de Formación Las Hermanas para las rocas metavolcánicas del norte de San Sebastián, aporta importante información que más adelante es resumida por BELLIZZIA (1986).

CORREA (1982), LUGO (1982), MAGUREGUI (1982), SERRANO (1982), BERROTERÁN (1982), RODRIGREZ (1983) y AQUINO (1983), estudian la geología del flanco sur de la Serranía del Interior, entre la Ciudad de Villa de Cura y norte de Valle Morín, haciendo énfasis en sus estudios en las unidades de la Faja de Villa de Cura. Dividen sus áreas de estudio en unidades litológicas informales, basándose en la litología, características mineralógicas y texturales. A partir de sus características estructurales definen dos períodos de plegamiento superimpuestos; y establecen dos eventos de metamorfismo uno de alta relación P/T y otro de baja relación P/T. Los tres primeros autores establecen que sus áreas de estudio están asociadas a zonas de subducción y choque de placa.

NAVARRO (1984), sintetiza la petrología de la Faja de Villa de Cura, postulando un modelo evolutivo de origen autóctono para esta, a partir del estudio petrológico y petrogenético de las rocas. Plantea que la faja de Villa de Cura se generó a partir de un protocontinente suramericano al sur de un océano al norte, el cual sufre una ruptura paralela a la costa en la sección norte del protocontinente, comenzando un proceso de subducción con polaridad norte el cual generó un foco de expansión en el borde del continente, originando un microcontinente y el arco de isla, y una posterior colisión arco - microcontinente.

BECK (1985), realiza un análisis estratigráfico, litológico y estructural de la zona de Charallave – Altagracia de Orituco, estudiando de sureste a noreste el área Piemontina y las Napas de Aragua (napas internas). Complementa con observaciones personales y

cartografía del área; y propone un modelo evolutivo geodinámica de la Cadena del Caribe central.

AGUASUELOS INGENIERÍA (1990), realiza un estudio geológico, tectono-estratigráfico del frente de montaña de la Serranía del Interior, generando un conjunto de mapas del área en estudio (fig. 1.4).

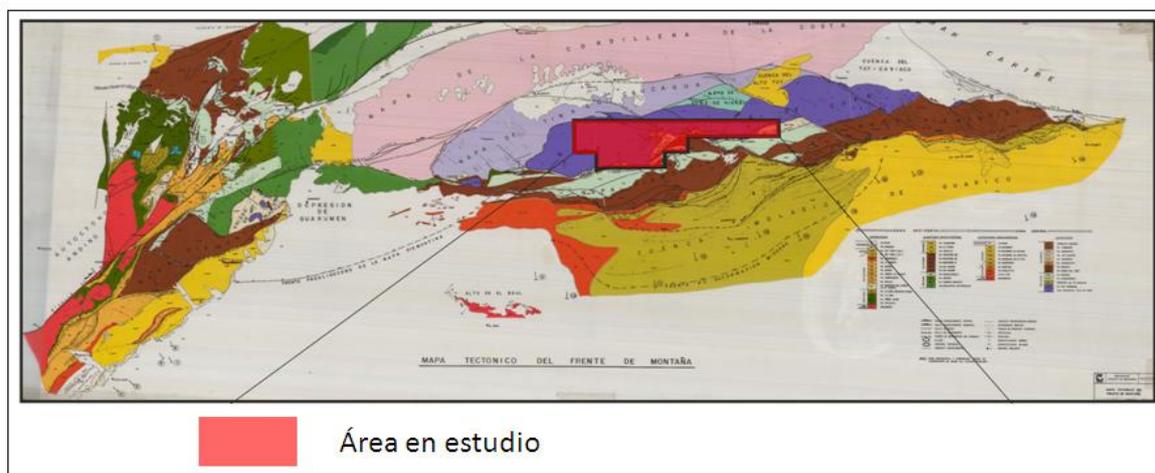


Figura 1.4. Mapa tectono-estratigráfico del frente de montaña de Venezuela. Adaptado de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990).

URBANI *et al.* (1990), realizan un estudio en la Faja de Villa de Cura, en la región de Guatopo. Describe al Grupo Villa de Cura, la Formación Las Hermanas y el Complejo Apa, estableciendo el grado de metamorfismo que alcanza cada unidad.

OSTOS (1990), realiza un estudio de la evolución tectónica del margen sur central del Caribe, basado en datos geoquímicos. Obtiene que la parte norte de Venezuela consiste en siete cinturones tectono-estratigráficos con rumbo aproximado este - oeste. Propone un modelo tectónico de placas, en donde los cinturones estratigráficos del norte de Sudamérica son alóctonos y fueron deformados por un microcontinentes (Sebastopol) y al norte de Sudamérica.

VIVAS & MACSOTAY (1995), reinterpretan la cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián. Restringen el término Formación Guárico exclusivamente a las facies Flysch, lo que genera la redefinición y elevación de Miembro a Formación Morro del Faro y Formación Caramacate. También definen una nueva unidad denominada

Formación Guaiquera, que es la que propone PEIRSON (1950) como sección tipo de la Formación Guárico. Describen ampliamente la Formación Escorzonera y agregan nuevas secciones. La cobertura sedimentaria está conformada por las formaciones Guaiquera, Caramacate, Morro del Faro y Escorzonera, en orden de más joven a más antigua.

MACSOTAY & VIVAS (1997), Estudian la Napa Piemontina y el Olistostromo de Platillón. Redefinen a la Formación Garrapata, Miembro La Vigía y Formación Los Cajones como unidades constituyentes del Olistostromo de Platillón, generados a partir de una sedimentación caótica durante la fase final de la colisión de las placas del Caribe y Suramérica. La Napa Piemontina conformada por las formaciones Guárico y Mucaria, se depositaron en el eje axial de la antifosa generada por la convergencia de las placas.

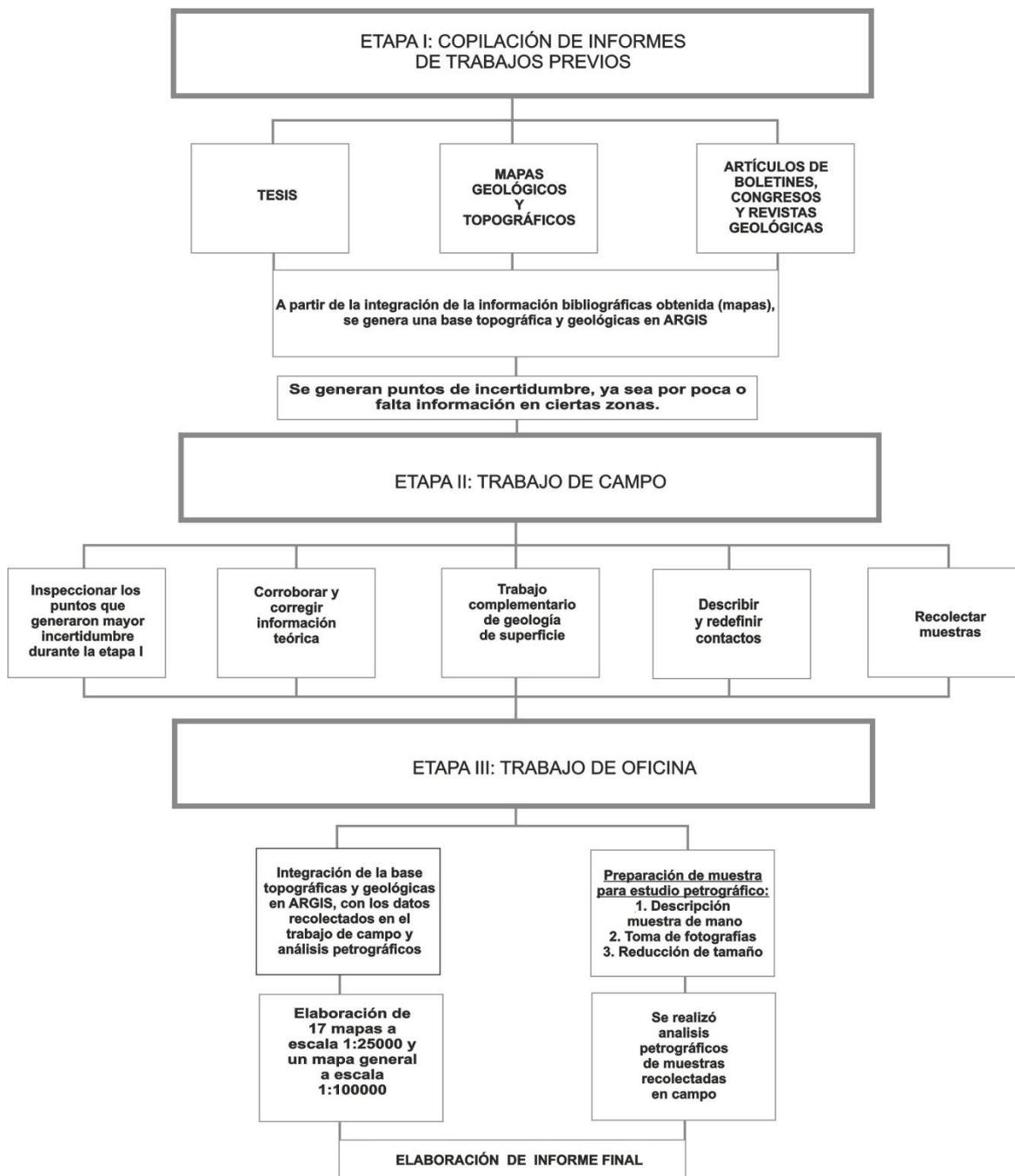
PINDELL *et al.* (1998, 2005, 2009), relaciona el emplazamiento del Terreno de Villa de Cura y San Sebastián, al desplazamiento de la Placa del Caribe desde el NW hacia el SE, donde las unidades son restos del proto - Caribe emplazado en el continente.

URBANI (1999), realiza una revisión de las unidades de rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera de la Costa, Venezuela. Establece para la zona de estudio el término Asociación Meta-volcano-sedimentaria de Villa de Cura y Metalava de Las Hermanas.

URBANI (2013) realiza una síntesis geológica de los terrenos ubicados en las montañas al norte de Venezuela. Redefiniendo las unidades que la conforman. El Terreno Villa de Cura se encuentra integrado por las unidades Metatoba El Caño y El Chino, Metalava El Carmen y Granofel Santa Isabel, el Terreno San Sebastián por la Lava de Las Hermanas y los cuerpos máficos de los gabros de Chacao y Cantagallo.

1.6. MARCO METODOLÓGICO

A continuación se presenta el esquema general de trabajo:



Para mayores detalles metodológicos consultar APÉNDICE A

2. GEOLOGÍA REGIONAL

2.1. GENERALIDADES

URBANI (2013), señala que el área montañosa en el centro norte de Venezuela puede dividirse en tres regiones, las cuales son, las serranías del Litoral y del Interior en la zona central y las montañas de Aroa, Bobare y Yumare ubicadas al oeste del valle de San Felipe – Yaritagua, controlado por la falla de Bocono. Estas regiones consta de distintos terrenos geológicos, que fueron configurados anteriormente y acrecionados al norte de la placa Suramericana.

La zona norte del área de estudio se encuentra en la región de la Serranía del Interior, conformado por los terrenos Villa de Cura y Sebastián, ambos del Cretácico Temprano. El Terreno de Villa de Cura correspondiente a un complejo de arco de islas, constituido principalmente por metapiroclásticas las cuales fueron subducidas y presentan metamorfismo de alta presión-baja temperatura, y El Terreno San Sebastián contiene rocas volcánicas y plutónicas de arco de isla, no subducidas y con metamorfismo de muy bajo grado (prehnita-pumpellita).

La cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, se depositó en un ambiente marino somero, mientras los terrenos iniciaban su cabalgamiento sobre el margen septentrional del talud sudamericano. Estas unidades se encuentran en contacto inconforme sobre Villa de Cura y San Sebastián. La cobertura sedimentaria está poco deformada y se conforma en orden estratigráfico ascendentes por las formaciones Escorzonera, Morro del Faro, Caramacate, y Guaiquera, depositadas entre el Cretácico Tardío (Maastichtiense) y Eoceno (Ypresiense- Bartoniense) (VIVAS & MACSOTAY, 1997).

Los terrenos de Villa de Cura y San Sebastián junto a la cobertura volcanosedimentaria, se encuentran en contacto de corrimiento sobre el Olistostromo de Platillón (formaciones Garrapata y Los Cajones), y la Napa de Piemontina (formaciones Guárico y Mucaria) a través de la falla de Cantagallo (tabla 2.1).

El Olistostromo de Platillón de edad Paleoceno temprano – Eoceno Medio en el área de estudio, es producto de una sedimentación caótica generada durante la fase final de la interacción de las Placas del Caribe y Suramérica (MACSOTAY & VIVAS 1997). Su génesis se relaciona al pie del talud epicontinental de la placa suramericana, sobre la cual avanzaban los terrenos alóctonos del Caribe durante el Eoceno temprano y medio.

La Napa Piemontina con una edad que va del Cretácico Tardío (Campaniense) al Eoceno temprano, se asocia a la depositación de secuencias sobre el talud, a lo largo del eje axial de la antifosa formada por la convergencia de las placas del Caribe y suramericana (figura 2.1).

Tabla 2.1. Unidades presentes en el área de estudio

Unidades en estudio				
Faja Villa de Cura	Terreno Villa de Cura	Metatoba de El Caño - El Chino		
		Metalava de El Carmen		
		Granofel de Santa Isabel		
	Terreno San Sebastián	Lava de Las Hermanas		
		Gabro de Chacao	(s.s)	
			Zona de Diques	
		Gabro de Cantagallo		
	Cobertura Sedimentaria	Formación Guaiquera		
		Formación Caramacate		
		Formación Morro del Faro		
Formación Escorzonera				
Faja Piemontina	Olistostromo de Platillón	Formación Garrapata	(s.s)	
			Olistolitos	Miembro La Vigía
				Caliza de El Caliche
				Caliza de Las Colonias
				Diorita y Brecha máfica
				Caliza del Cretácico Tardío
		Serpentinita		
	Formación Los Cajones			
	Napa Piemontina	Formación Guárico		
		Formación Mucaria	Formación Mucaria III	
Formación Mucaria IV				
Formación Mucaria V				
Loma de Hierro		Serpentinita		

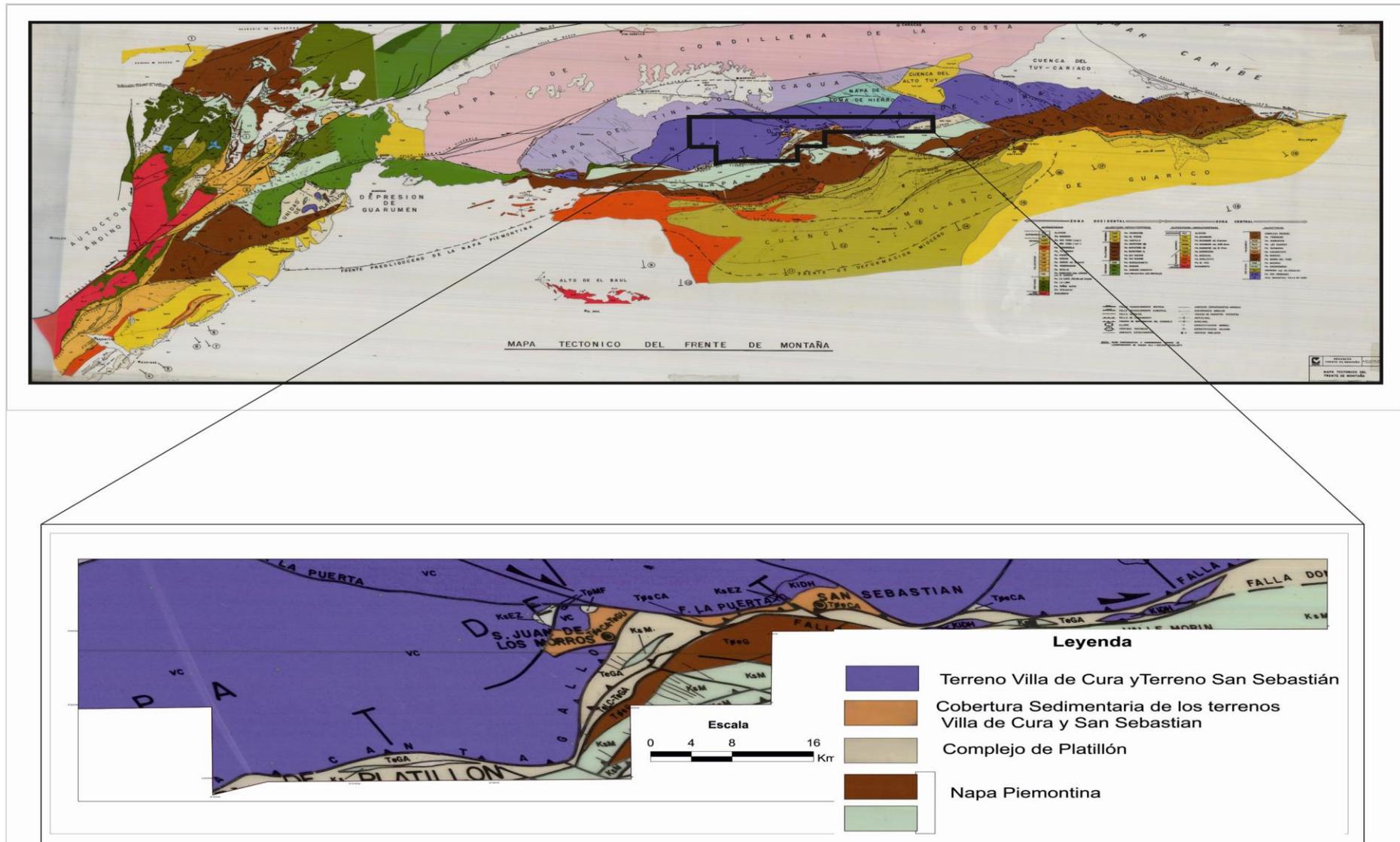


Figura 2.1. Mapa tectóno-estratigráfico del frente de montaña. Adaptado de AGUASUELOS INGERIRÍA (1990)

2.2. UNIDADES AFLORANTES

A continuación se presentan las unidades presentes en el área de estudio, en las tablas 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7:

Tabla 2.2. Unidades que conforman el Terreno Villa de Cura

Terreno Villa de Cura	<i>Unidades</i>	<i>Metatoba de El Caño-El Chino</i>	<i>Metalava de El Carmen</i>	<i>Granofel de Santa Isabel</i>
	<i>Edad</i>	Cretácico Temprano	Cretácico Temprano	Cretácico Temprano
	<i>Nomenclatura</i>	K1vccc	K1vccm	K1vcsi
	<i>Litología</i>	El 50% lo constituye metatoba afanítica máfica y metatoba máfica, intercalada con 20% de metatoba fuertemente foliada con aspecto de esquisto y proporciones menores de filita. Niveles menores de metalava almohadillada y no almohadillada.	Metalava piroxénica, intercaladas con posibles sedimentos epiclásticos asociados a metatoba y a metasedimentos pelágicos. Niveles de toba. La metalava asociada, es verde azulada, submaciza a esquistosa, con grandes fenocristales de augita.	Granofel, esquisto, filita, con niveles menores de metaftanita, metalava máfica, metatoba y metaconglomerado volcánico. Hay algunos cuerpos intrusivos discordantes de metadiorita.
	<i>Consideraciones Históricas</i>	SHAGAM (1960), introduce el término Formación El Chino, para definir la segunda unidad en orden ascendente, de las cuatro en que dividió al Grupo Villa de Cura. KONIGSMARK (1965), OXBURGH (1965) y SEIDERS (1965), estudian la Formación en distintas localidades. PIBURN (1968) describió detalladamente su petrología. BEETS <i>et al.</i> (1984) efectuaron análisis químicos. NAVARRO (1984) incluye a las formaciones El Chino y El Caño, en su Unidad de Metatobas.	SHAGAM (1960), describió un conjunto de metalavas interestratificadas con rocas metasedimentarias, a las cuales nombre Formación El Carmen. OXBURGH (1965), KONIGSMARK (1965), JARVIS (1966) y PIBURN (1968) completan la descripción y la extienden su cartografía. NAVARRO (1983) presenta un estudio geoquímico y petrográfico. GIRARD (1981) y BEETS <i>et al.</i> (1984) aportan nueva información petrológica y geoquímica.	SHAGAM (1960), introduce el término de Formación Santa Isabel, definiéndola como la unidad superior del Grupo Villa de Cura. KONIGSMARK (1965), JARVIS (1966), OXBURGH (1965) y PIBURN (1968) aceptaron dicha posición para la formación. SEIDERS (1965) la colocó en la base del grupo. NAVARRO (1984), GIRARD (1981), BEETS <i>et al.</i> (1984), BECK (1985) aportan nueva información petrológica, geoquímica y estructural. URBANI <i>et al.</i> (1990) la cartografiaron en la parte norte del Parque Nacional Guatopo, Miranda

Tabla 2.3. Unidades que conforman el Terreno San Sebastián.

Terreno San Sebastián	Unidades	Volcánicas de Las Hermanas	Gabro de Chacao		Gabro de Cantagallo
	Edad	Cretácico Temprano	s.s	Zona de diques	Cretácico Tardío
	Nomenclatura	K1lh	K2ch	K2chd	K2cg
	Litología	Toba piroxénica, lava almohadilla, toba, brecha piroxénica y conglomerado volcánicos gruesos.	Cuerpo de gabro hornbléndico y piroxénita olivinífera, y hornblendita. En el centro tiene una zona de diques máficos.		Gabro hornbléndico. El plutón se caracteriza por estar fuertemente bandeado, generando variaciones de grano de medio a fino. Algunas bandas de grano grueso contienen xenólitos de aspectos de diorita de grano fino.
Consideraciones Históricas	Estas rocas fueron asignadas a la Formación Tiara, por SHAGAM (1960) y PIBUM (1968). GIRARD (1981) y GIRARD <i>et al...</i> (1982) empleó informalmente el nombre de Formación Las Hermanas para estas rocas. LOUBET <i>et al...</i> (1980, 1985), LAR (1992) y BECK (1988, 1989) realizan diversos estudios que evidencian diferencias litológicas y geoquímicas de estas rocas con las de la Formación Tiara.	KONIGSMARK (1958) describe brevemente el cuerpo de roca ultramáfico expuesto. SHAGAM (1960) lo cartografía como "piroxenita". MURRAY (1972 a, b; 1973) realizan un estudio petrográfico y geoquímico detallado de la unidad. GONZÁLEZ & PICARD (1971) complementan la descripción y cartografía. LOUBERT <i>et al...</i> (1985) presenta 6 edades K/Ar de muestras de gabro.	KONIGSMARK (1958, 1965) cartografía por primera vez el cuerpo y lo describe como "diorita hornblendica" presentado una breve descripción, posteriormente su cartografía fue mejorada por GONZÁLEZ & PICARD (1971, 1972), SANTAMARÍA (1972) y SANTAMARÍA & SCHUBERT (1974) utilizan informalmente el nombre de "Metagabro de Cantagallo" analizando químicamente algunas muestras y determinando edad por método de K/Ar.		

Tabla 2.4. Unidades que conforman la Cobertura Sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián

Cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián	<i>Unidades</i>	<i>Formación Guaiquera</i>	<i>Formación Caramacate</i>	<i>Formación Morro del Faro</i>	<i>Formación Escorzonera</i>
	<i>Edad</i>	Eoceno (Ypresiense-Bartoniense)	Paleoceno-Eoceno (Thanetiense-Ypresiense)	Paleoceno (Daniense-Thanetiense)	Cretácico Tardío (Maastrichtiense)
	<i>Nomenclatura</i>	e4e6gu	e3e4ca	e2e3mf	k6e
	<i>Litología</i>	Alternancias monótonas y rítmicas de lutita y arenisca. La lutita es gris verdosa, arenácea y micácea, la arenisca grauvaquica parcialmente lítica.	Limolita silícea, caliza arcillosa o marga, Lutita negra y capas de chert. Arenisca grauvaquica y niveles sin diferenciar de diamictita polimíctica.	Caliza biostromal, biodetrítica, maciza y compacta de color gris claro que meteoriza a gris azulado.	Lutita, arenisca, diamictita polimíctica y marga gris verdoso, microfósilífera.
	<i>Consideraciones Históricas</i>	La sección tipo propuesta por MENCHER (1950), para la Formación Guárico fue modificada por PEIRSON (1966) y es la que proponen VIVAS <i>et al.</i> (1997) con el nombre de Formación Guaiquera.	Ex miembro de la Formación Guárico (Napa Piemontina), PEIRSON <i>et al.</i> (1966), C.V.E.T., 1970; GONZÁLEZ (1972) y GONZÁLEZ DE JUANA <i>et al.</i> (1980). VIVAS <i>et al.</i> (1997), separan esta unidad litoestratigráfica y la llevan al rango de Formación, Tomando en cuenta la paleogeografía. La Formación forma parte de la cobertura sedimentaria de la Faja de Villa de Cura y no de la Napa Piemontina.	Ex miembro de la Formación Guárico (Napa Piemontina), PEIRSON <i>et al.</i> (1966); GONZÁLEZ DE JUANA (1980) y BECK (1985) la utilizan como miembro. VIVA <i>et al.</i> (1997), separan esta unidad litoestratigráfica y la llevan al rango de formación, Tomando en cuenta la paleogeografía. Esta forma parte de la cobertura sedimentaria de la Faja de Villa de Cura y no de la Napa Piemontina.	RENZ (1955), nombra y describe la secuencia, designó la formación como unidad superior del Grupo Arrayanes, término que ha caído en desuso. SHAGAM (1960) la describe e ilustra la ya conocida secuencia, como Formación Escorzonera, pero solo aplico nombres descriptivos para designar sus capas. AGUASUELOS INGENIERIA (1990), estudia la unidad y VIVAS <i>et al.</i> (1997) la describen como Formación Escorzonera la cual forma parte de la cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián.

Tabla 2.5. Unidades que conforman al Olistostromo de Platillón (Formación Garrapata)

Olistostromo de Platillón	Formación Garrapata						
	Unidades	s.s.	Miembro La Vigía	Caliza de El Caliche	Caliza de Las Colonias	Diorita y brecha máfica	Caliza del Cretácico Tardío
	Edad	Eoceno temprano-medio	Eoceno temprano	Cretácico Tardío (megaolistolito)	Cretácico Tardío (megaolistolito) (Coniaciense-Santoniense)	Cretácico Tardío (olistolitos)	Cretácico Tardío (olistolitos)
	Nomenclatura	e4e5g	e4gv	K2ec	k3k4lc	K2gd	K2gc
	Litología	Formación cíclica de origen turbidítico, conglomerado, grauwaka, limolita y Lutita, con ocasionales capas de caliza. Compuestos líticos de rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas y plutónicas. Olistolitos de diorita piroxénica y de cuerpos alargados de serpentinita, y rocas sedimentarias.		Caliza estratificada de escala milimétrica a centímetros según variaciones de color. La calcita se ha recristalizado en una matriz de grano fino de calcita de hasta 0,5 milímetros de diámetro. Contiene hasta un 10% de extraclastos como cuarzo y plagioclasas.	Caliza masiva de gris claro a oscuro, pequeños lentes de ftanita, laminación paralela incipiente e intercalación con arenisca y limolita de grano muy fino. Es una caliza del tipo lodosa, y con foraminíferos plantónicos y radiolarios.	Diorita piroxénica en olistolitos.	Caliza de tonalidades de blanco a gris.
	Consideraciones Históricas	RENZ (1955) propuso el nombre Formación Garrapata, para denominar (sin describir), a las rocas de la parte interior del Grupo Arreyanes (Invalida), las cuales afloran entre San Juan de Los Morros y San Sebastián de los Reyes, estado Guárico. KONIGSMARK (1965) publicó la primera descripción detallada de la unidad. JARVIS (1966), PEIRSON <i>et al.</i> (1966) y especialmente BELL (1968), describieron la formación aportando información adicional. YORIS <i>et al.</i> (1989) analizaron la relación estratigráfica entre las formaciones Garrapata y Guárico. MACSOTAY <i>et al.</i> (1995) la describe dentro del Olistostromo de Platillón,					

Tabla 2.6. Unidades que conforman al Olistostromo de Platillón (Formación Los Cajones)

Olistostromo de Platillón	<i>Unidades</i>	<i>Formación Los Cajones</i>
	<i>Edad</i>	Paleoceno temprano – Eoceno temprano
	<i>Nomenclatura</i>	e1e4lc
	<i>Litología</i>	60% de secuencia flysch, el resto consiste en olistolitos de rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias.
	<i>Consideraciones Históricas</i>	Esta unidad fue descrita por PEIRSON <i>et al.</i> (1966) y posteriormente llevada a miembro de la Formación Guárico por BELL (1968). MACSOTAY <i>et al.</i> (1995) describe la Formación Los Cajones y la separan de la Formación Guárico.

Tabla 2.7. Unidades que conforman la Napa Piemontina

Napa Piemontina	Unidades	Formación Guárico	Formación Mucaria					
			<i>s.s</i>	<i>Fm. Mucaria I</i>	<i>Fm. Mucaria II</i>	<i>Fm. Mucaria III</i>	<i>Fm. Mucaria IV</i>	<i>Fm. Mucaria V</i>
	Edad	Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano	Cretácico Tardío (Campaniense)–Paleoceno temprano					
	Nomenclatura	e2e4gu	k5e1mu	k5e1muI	k5e1muII	k5e1muIII	k5e1muIV	k5e1muV
	Litología	90 % de secuencias monótonas de facies flysch, lutita, arenisca y limolita turbidítica.	Se constituye principalmente de lutita silícea. Secuencia kilométrica de limolita, alternada con capas de ftanita y caliza afanítica.					
Consideraciones Históricas	MENCHER (1950) realiza las primeras publicaciones de la Formación Guárico. WEISBORF (1956), define la sección tipo. KONIGSMARK (1965), MENÉNDEZ (1965), RENZ & SHORT, (1960), estudiaron diversas zonas de la Formación. PEIRSON (1965) redefinió la formación. YORIS (1995) estudio la formación de oeste a este. MACSOTAY <i>et al</i> (1995) se refiere a esta.	El termino Formación Mucaria fue introducido por RENZ & SHORT (1960), para designar un conjunto de lutitas silíceas con algunas calizas y microconglomerados, de edad Cretácico Tardío. El nombre fue adoptado por OXBURGH (1965, 1966); MENENDEZ (1965, 1966); JARVIS (1966) y BELL (1968). MACSOTAY <i>et al.</i> (1995) se refiere a la Formación Mucaria como la unidad más vieja de la napa piemontina y la divide en tres miembros, los cuales son: Uriche, Rio Chavez y Macaira.						

2.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La región centro-norte de Venezuela es sumamente compleja con respecto a lo estructural. Esta región ha sido dividida por innumerables autores, algunos de ellos la han dividido en dominios autóctonos, alóctonos y parautóctonos (PEIRSON 1965; BECK 1977); BELL (1968) la divide en ocho fajas, correspondiendo al área de estudio la Faja Villa de Cura y la Faja Piemontina.

Actualmente la Faja de Villa de Cura esta conformada por los terrenos Villa de Cura y San Sebastián y su cobertura sedimentaria. La antigua Faja Piemontina esta conformada por el Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina. Todas las unidades de naturaleza alóctono o parautóctono.

El dominio alóctono, al cual corresponden los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, y su cobertura sedimentaria, están constituidas por un conjunto de escamas transportadas desde el noroeste (POLANCO 2004). Las estructuras poseen en su mayoría una orientación preferencial noreste al sureste (TORIBIO *et al.* 2006). Estructuras regionales como las fallas de La Puerta y Guárico son transcurrente dextrales, con rumbo noroeste – sureste (BELL, 1968) (Figura 2.3).

El dominio parautóctono, al cual corresponden el Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina, representa una provincia estructural contenida entre dos sistemas principales de fallas. El límite meridional está delimitado por la Falla de Corrimiento Frontal Piemontina, a lo largo de la cual la faja se encuentra en contacto, ya sea con la zona de corrimiento, o con la Faja Volcada. El límite septentrional está constituido por la serie de fallas que separan la Faja Piemontina y la de Villa de Cura. La Faja Piemontina se caracteriza por plegamientos acostados hacia el sur y por la presencia de fallas de corrimientos con buzamiento norte, que afectan a las formaciones Mucaria y Guárico (BELL, 1968), las fallas de corrimiento siguen principalmente planos de estratificación.

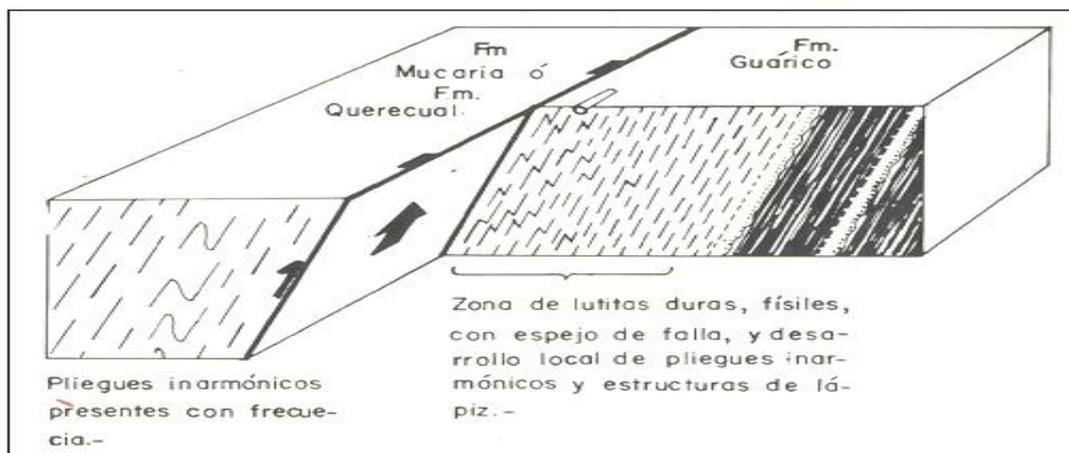


Figura 2.2. Falla de corrimiento a través de planos de estratificación, la cual permite que se corra la unidad más antigua sobre la más joven. En la imagen la Formación Mucaria cabalga sobre la Formación Guárico. Tomada de Bell, (1968).

En la región resaltan dos grandes fallas, el frente de corrimiento que limita a la Faja de Villa denominada falla de Cantagallo (figura 2.3), la cual, pone en contacto las unidades de carácter alóctono con las parautóctono; y la falla transcurrente y parcialmente de corrimiento de Don Alonso que pone en contacto al Olistostromo de Platillón con la Napa Piemontina.

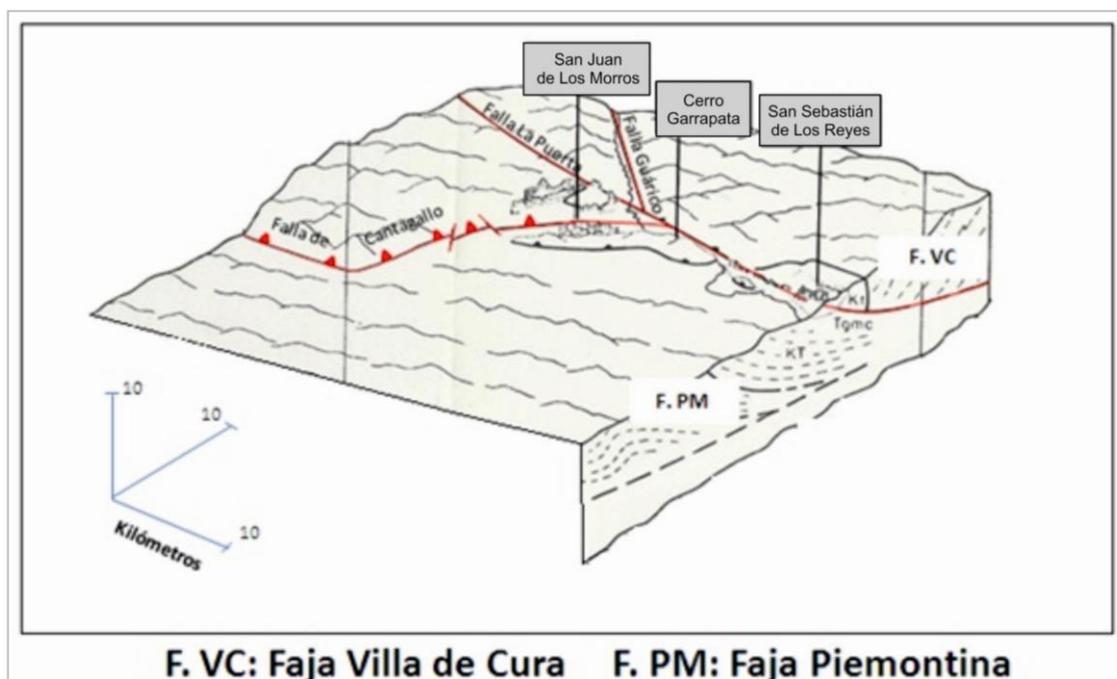


Figura 2.3. Bloque isométrico de la región comprendida entre San Juan de Los Morros y San Sebastián de Los Reyes. Se observa la relación espacial de las fallas Cantagallo, La Puerta y Guárico. Adaptado de BELL, (1968).

2.4. TECTONO - ESTRATIGRAFÍA

El área de estudio es un sector de complejidad geológica debido a las unidades que la conforman. Los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, y su cobertura sedimentaria se encuentran en la Serranía del Interior, mientras que el Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina forman parte del área Piemontina e inicio de los llanos centrales.

Los terrenos de Villa de Cura y San Sebastián están conformados por las rocas más antiguas en estudio, su génesis se asocia a un protolito de arco volcánico de edad Cretácico Temprano (PINDELL *et al.* 2005). Las unidades de ambos terrenos son parte de un complejo de arco de isla oceánica, con un complejo de subducción generado al frente de placa del Caribe, todo formado en un ambiente de antearco (figura 2.4).

El terreno de Villa de Cura está conformado por las unidades: Granofel de Santa Isabel, Metalava El Carmen y Metatoba El Caño-El Chino, estas unidades fueron subducidas a profundidades aproximadas de 30 km, como lo indica la asociación mineral de alta presión-baja temperatura para la unidad El Caño-El Chino y El Carmen al contener glaucofano y lawsonita, y para Santa Isabel indicado por la barroisita y glaucofano (NAVARRO 1983), las edades de micas blancas de Ar-Ar señalan un metamorfismo máximo de 80 Ma para El Caño-El Chino y El Carmen, y 90-91 Ma para Santa Isabel (SMITH *et al.* 1999).

El terreno de San Sebastián se encuentra conformado por las unidades Lava de Las Hermanas; y gabros de Chacao y Cantagallo. Sus rocas volcánicas y plutónicas son de arco de isla, tienen muy bajo grado de metamorfismo (prehnita-pumpellita), a diferencia de las del Terreno de Villa de Cura. La unidad de Lava de Las Hermanas es principalmente volcánica con tobas y lavas con estructuras almohadilladas bien conservadas (NAVARRO 1983, URBANI *et al.* 2006), La edad del protolito de Las Hermanas es limitado a algunas imprecisas edades K-Ar que van desde 119 hasta 34,7 Ma (GIRARD *et al.* 1982, LOUBET *et al.* 1985, BECK 1985). Según MURRAY (1972b), los dos cuerpos máficos-ultramáficas (Chacao y Cantagallo), son intrusivos a la Lava de Las Hermanas, las edades de dichos

cuerpos es 92,8 (+1,4/-1,6) Ma (Turonense, Cretácico Tardío) según estudios de BAQUERO *et al.* (2013), determinadas a partir de $^{206}\text{P}/^{238}\text{U}$.

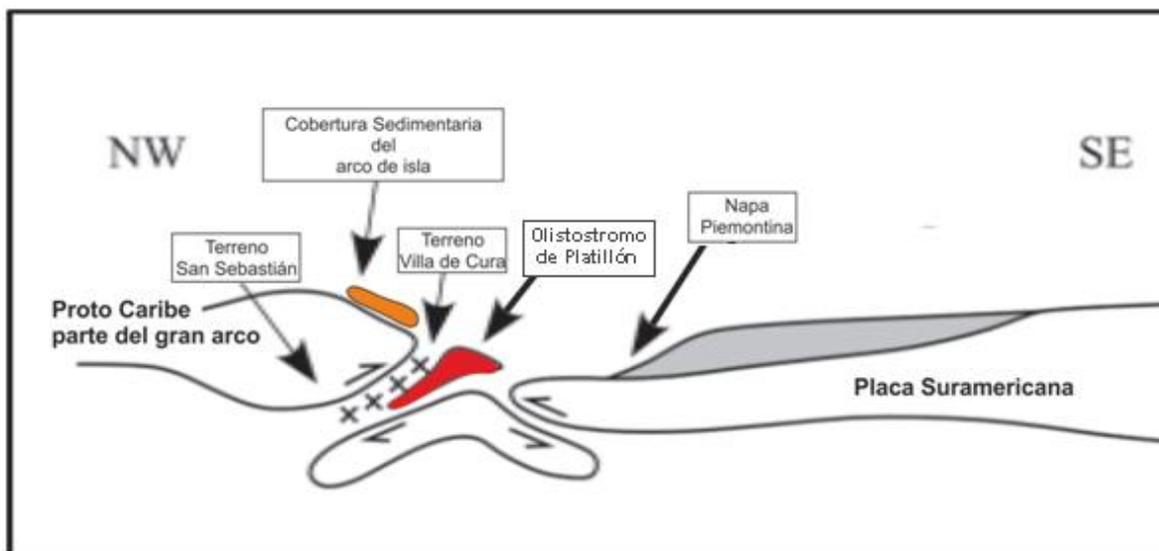


Figura 2.4. Configuración esquemática de la tectónica de la región propuesta por PINDELL *et al.* (2005). Dibujo sin escala. Adaptado de PINDELL *et al.* (2005).

Mientras los terrenos de Villa de Cura y San Sebastián comenzaban su cabalgamiento sobre el margen septentrional del talud suramericano, en un ambiente marino somero se depositó la cobertura sedimentaria de dichos terrenos, sobre el talud del arco volcánico insular, caracterizando la generación de rocas clásticas y carbonáticas, depositadas durante el Cretácico Tardío y el Eoceno medio. Estas formaciones en orden estratigráfico son: Escorzonera, Morro del Faro, Caramacate y Guaiquera (figura 2.5).

A finales del Cretácico Tardío (Maastrichtiense), comienza la depositación de la Formación Escorzonera, en un ambiente batial, sobre el talud del arco volcánico insular que retrabaja material carbonático de plataforma penecontemporánea (dando origen a olistones carbonáticos y/o brechas carbonáticas) (VIVAS *et al.* 1997), suprayacente en discordancia angular sobre los terrenos Villa de Cura y San Sebastián. Suprayacente a Escorzonera en discordancia angular, se depositó durante el Paleoceno inferior e inicio del superior una secuencia de caliza biostromale, biodetrítica con abundantes foraminíferos, microalgas y otros organismos carbonáticos, definidos como la Formación Morro del Faro,

en un ambiente de banco carbonático, biostromales de plataforma externa, formadas sobre un arco de isla volcánica (VIVAS *et al.* 1997).

A inicio del Paleoceno superior se depositó en discordancia angular sobre la Formación Morro del Faro, una unidad olistostrómica, conformada por limolita intercalada con caliza limosa y grauvaca, denominada Formación Caramacate, en un ambiente marino somero sobre el talud del arco (VIVAS *et al.* 1997).

Durante el Eoceno inferior se deposita sobre la Formación Caramacate una secuencia rítmica de arenisca alterna con lutita, y caliza con influencia clástica, definidas como la Formación Guaiquera, en un ambiente batial regresivo y de plataforma externa.

Mientras al este va avanzando el complejo de arco de isla y su prisma de acreción, en el cual se involucran a los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, así como su cobertura sedimentaria, numerosas unidades se depositaron en la cuenca antearco en lo que sería el prisma de acreción, depositándose de forma diacrónica al borde del arco mientras se acerca a la placa suramericana lo que se conoce como el Olistostromo de Platillón, constituido por las formaciones Los Cajones y Garrapata, de edad Paleoceno temprano - Eoceno medio, su génesis se relaciona con el pie del talud epicontinental de la placa sudamericana, sobre las cuales avanzan los terrenos alóctonos del Caribe, siendo estas unidades consideradas como un cinturón de extensión plurikilométrica, que se extiende desde El Pao estado Cojedes, hasta La Democracia en el estado Miranda, y que se encuentra en contacto erosivo o relación de falla de corrimiento, o de falla transcúrrente con la Napa Piemontina, a su vez de halla sobrecorrida por los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, y su cobertura sedimentaria a través de la Falla de Cantagallo (MACSOTAY *et al.* 1995).

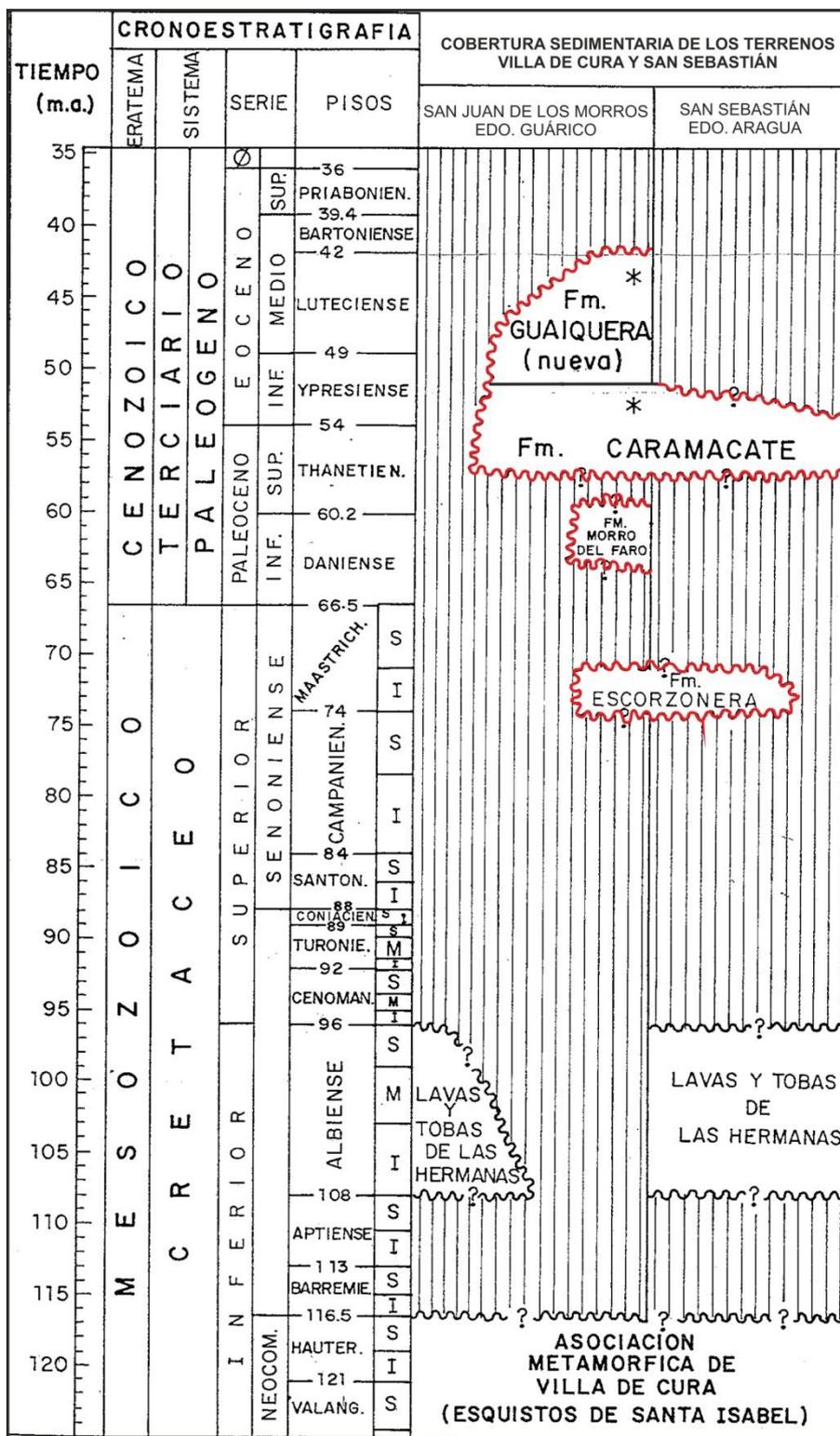


Figura 2.4. Distribución estratigráfica de las formaciones que conforman la cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián. Tomado de VIVAS *et al.* (1997).

En contacto de falla trascúrrente, al sur del Olistostromo de Platillón se tiene a la Napa Piemontina, constituido por unidades siliciclásticas testigo de la fase final de colisión de la

placa del Caribe con el margen norte de la placa sudamericana, posee un substrato pelágico-hemipelágico (Formación Mucaria), seguido de un flysch típico (Formación Guárico), depositadas entre el Cretácico Tardío (Campaniense) y Eoceno Temprano (MACSOTAY *et al.* 1995).

Durante el Cretácico Tardío (Campaniense) – Paleoceno temprano, se depositó una secuencia kilométrica de lutita, alternada con capas de ftanita y caliza afanítica, Formación Mucaria, bajo una sedimentación de aguas tranquilas, relativamente profunda, donde la presencia de olistostromos sugieren una pendiente profunda del medio marino (figura 2.6), en las zonas menos profunda se generaron las primeras caliza cretácicas, originando islas que han emergido de la plataforma externa, las cuales se han vuelto a retrabajar por los flujos de gravedad (MACSOTAY & BECK, 1977).

A inicio del Paleoceno tardío comienza la depositación de una unidad de facies flysch, Formación Guárico, bajo una sedimentación de cuenca profunda, evidenciando la fase final de la colisión del alóctono Caribe y la placa Suramericana y la generación de los surcos. Comprende a una secuencia monótona de facies flysch de lutita, arenisca y limolita turbidíticas depositada sobre el talud; a lo largo del eje axial de la antefosa formada por la convergencia de las placas del Caribe y Suramérica (VIVAS *et al.* 1995).

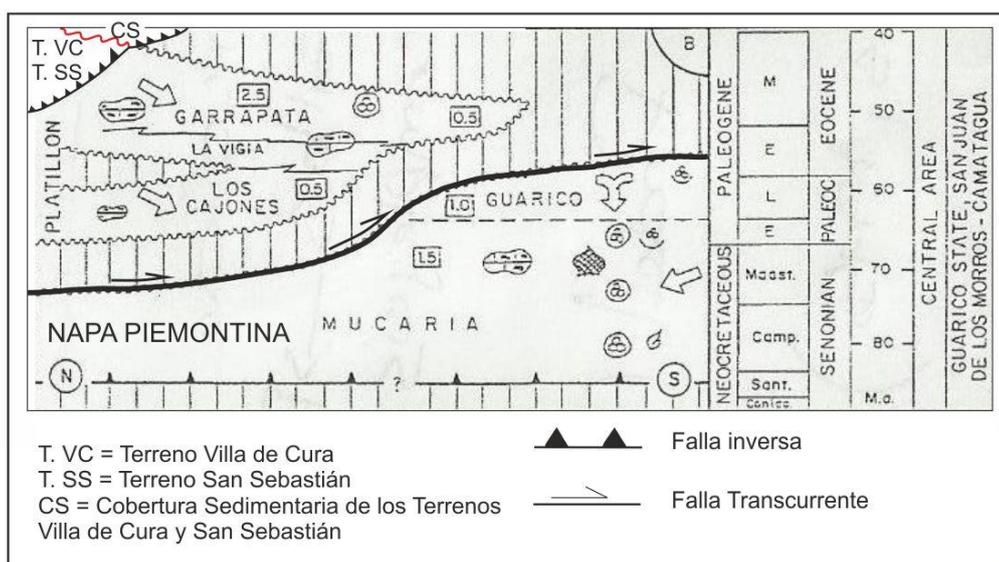


Figura 2.6 Relación estratigráfica general de las unidades en estudio, en la zona de San Juan de los Morros. Adaptado de VIVAS *et al.* (1995).

3. GEOLOGÍA LOCAL

3.1. GENERALIDADES

El área de estudio comprende la región de Belén, San Juan de los Morros y San Sebastián de los Reyes, parte de la Serranía del Interior, en el centro la región piemontina y al sur el inicio de los llanos centrales. A continuación se presentan los datos cartográficos actualizados a partir de la integración de trabajos previos, los datos recolectados en campo e información estructural de la zona en estudio deducida a partir de cortes geológicos del área.

La unidad se constituye por un sector alóctono conformado por los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, y la cobertura sedimentaria de dichos terrenos; y un sector paraúctono donde se encuentra el Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina. El alóctono cabalga sobre el paraúctono a través de la Falla de Cantagallo. Las unidades ígneas constituyen un protolito de arco volcánico insular; y las unidades sedimentarias se depositaron directamente influenciadas por la interacción de las placas sudamericana y Caribe.

3.2. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

Con este trabajo se logro una actualización cartográfica, a partir de la evaluación e integración de trabajos realizados en los últimos 60 años, así como un trabajo de campo en las unidades poco conocida, para un mejor aval de la actualización cartográfica. En un aspecto general se logró una integración en la nomenclatura estratigráfica de la zona (tablas 3.1 y 3.2); y una actualización de las unidades cuaternarias (anexo XVIII) tomadas de CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960) y nombradas con la nomenclatura que sugiere COPLANARH (1974) (ver tabla 3.3).

Tabla 3.1. Unidades alóctonas aflorantes en la región Belén, San Juan de Los Morros y San Sebastián de Los Reyes.

<i>Unidades Alóctonas</i>					
<i>Unidades</i>		<i>Edad</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>Litología</i>	
Terreno Villa de Cura	Metatoba de El Caño-El Chino		Cretácico Temprano	K1vccc	Metatoba afanítica, máfica y foliada; y filita.
	Metalava de El Carmen		Cretácico Temprano	K1vccm	Metalava piroxénica, sedimentos epiclásticos y toba.
	Granofel de Santa Isabel		Cretácico Temprano	K1vcsi	Granofel, esquisto, filita, metalava máfica, metatoba, metaconglomerado volcánico.
Terreno San Sebastián	Lava de Las Hermanas		Cretácico Temprano	K1lh	Toba piroxénica, lava almohadillas, toba, brecha piroxénica y conglomerado volcánicos.
	Gabro de Chacao	s.s	Cretácico Tardío	K2ch	Cuerpo de gabro hornbléndico y piroxénita olivinífera, y hornblendita.
		Zona de diques		K2chd	
	Gabro de Cantagallo		Cretácico Tardío	K2cg	Gabro hornbléndico - piroxénico
Cobertura Sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián	Formación Guaiquera		Eoceno (Ypresiense-Bartoniense)	e4e6gu	Alternancias monótonas y rítmicas de lutita y arenisca.
	Formación Caramacate		Paleoceno-Eoceno (Thanetiense-Ypresiense)	e3e4ca	Limolita silíceas, caliza, lutita y capas de chert. Arenisca grauvaquica.
	Formación Morro del Faro		Paleoceno (Daniense-Thanetiense)	e2e3mf	Caliza biostromal, biodetrítica y maciza
	Formación Escorzonera		Cretácico Tardío(Maastrichtian)	k6e	Lutita, arenisca, diamictita polimíctica y marlita, microfósilífera.

Tabla 3.2 Unidades paraúctonas aflorantes en la región de Belén, San Juan de Los Morros y San Sebastián

<i>Unidades Paraúctonas</i>					
<i>Unidades</i>		<i>Edad</i>	<i>Siglas</i>	<i>Litología</i>	
Olistostromo de Platillón	Formación Garrapata	s.s.	Eoceno temprano-medio	e4e5g	Conglomerado, grauvaca, limolita y Lutita, caliza. Compuestos líticos de rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas y plutónicas.
		Miembro La Vigía	Eoceno temprano	e4gv	
		Caliza de El Caliche	Cretácico Tardío (megaolistolito)	K2ec	Caliza estratificada de escala milimétrica a centímetros.
		Caliza de Las Colonias	Cretácico Tardío (megaolistolito) (Coniaciense-Santoniense)	k3k4lc	Caliza masiva de gris claro a oscuro.
		Diorita y brecha máfica	Cretácico Tardío (olistolitos)	K2gd	Diorita piroxénica en olistolitos.
		Caliza del Cretácico Tardío	Cretácico Tardío (olistolitos)	K2gc	Caliza de tonalidades de blanco a gris.
		Serpentinita	Jurásico - Cretácico (olistolitos)	JKsp	serpentinita en Pardillal
Formación Los Cajones		Paleoceno temprano – Eoceno temprano	e1e4lc	Secuencia flysch y grandes olistolitos de rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias.	
Napa Piemontina	Formación Guárico		Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano	e2e4gu	lutita, arenisca y limolita turbidíticas, secuencias monótonas de facies flysch.
	Formación Mucaria	Sin diferenciar	Cretácico Tardío (Campaniense) – Paleoceno temprano	k5e1mu	Secuencia kilométrica de limolita, alternada con capas de ftanita y caliza afanítica.
		Fm. Mucaria III		k5e1muIII	
		Fm. Mucaria IV		k5e1muIV	
Fm. Mucaria V		k5e1muV			

Tabla 3.3. Nomenclatura utilizada en las unidades cuaternarias basadas en las establecidas en COPLANARH (1974)

Edad	Nomenclatura	Descripción
Holoceno	Q2al	Aluvión
Pleistoceno	Q1B10	Terrazas
Pleistoceno	Q1	Aluvión

Tabla 3.4. Extensión en km² de los conjuntos de unidades presentes en el área de estudio

Extensión en km ²			
Unidades		km ²	%
Faja Villa de Cura	Terreno Villa de Cura	395	18
	Terreno San Sebastián	1206	56
	Cobertura Sedimentaria	86	4
Faja Piemontina	Olistostromo de Platillón	284	13
	Napa Piemontina	166	8

A continuación se presentan los avances respecto a cartografía que se lograron con este trabajo para cada conjunto (terrenos, coberturas sedimentarias y napas) de unidades:

3.2.1. Terrenos Villa de Cura - San Sebastián

En las unidades que conforman los terrenos Villa de Cura y San Sebastián se logró la rectificación de los contactos entre ellas, y con las unidades de distinta naturaleza que lo rodean, allí se trabajó con los trabajos previos: BERROTERÁN (1982), CORREA (1982), LUGO (1982), MAGUREGUÍ (1982), SERRANO (1982), RODRÍGUEZ (1983), AQUIINO (1983) y BECK (1985), estos autores centraron sus estudios en la Faja de Villa de Cura, conformada por ambos terrenos.

Se verificó a partir de trabajo de campo y análisis petrográfico, complementado por la comunicación personal de R. HURTADO (2014) y corroborado por CAMPOSANO (1983) (quien observó que las rocas circundante al Gabro de Chacao fueron afectados solamente con un metamorfismo de las Facies de Esquisto Verdes y no de AP – AT), que los gabros de Chacao y Cantagallo intruyen a la unidad Lava de Las Hermanas, y no el Granofel de Santa Isabel. A partir de esta relación fue modificada la cartografía (fig. 3.1). A su vez se cartografió una zona de diques de basalto ubicadas en el centro del Gabro de Chacao y se consideró la unidad como afectada por un sinforme.

Estos terrenos se extienden por todo el norte del área de estudio (anexo XVIII), abarcando de este a oeste los poblados de Manaure, El Copey, Belén, norte de San Juan de los Morros, norte de San Sebastián y norte de la Aguadita (fig. 3.2). Representa el 74% del área de estudio con 1.601 km², (tabla 3.4).

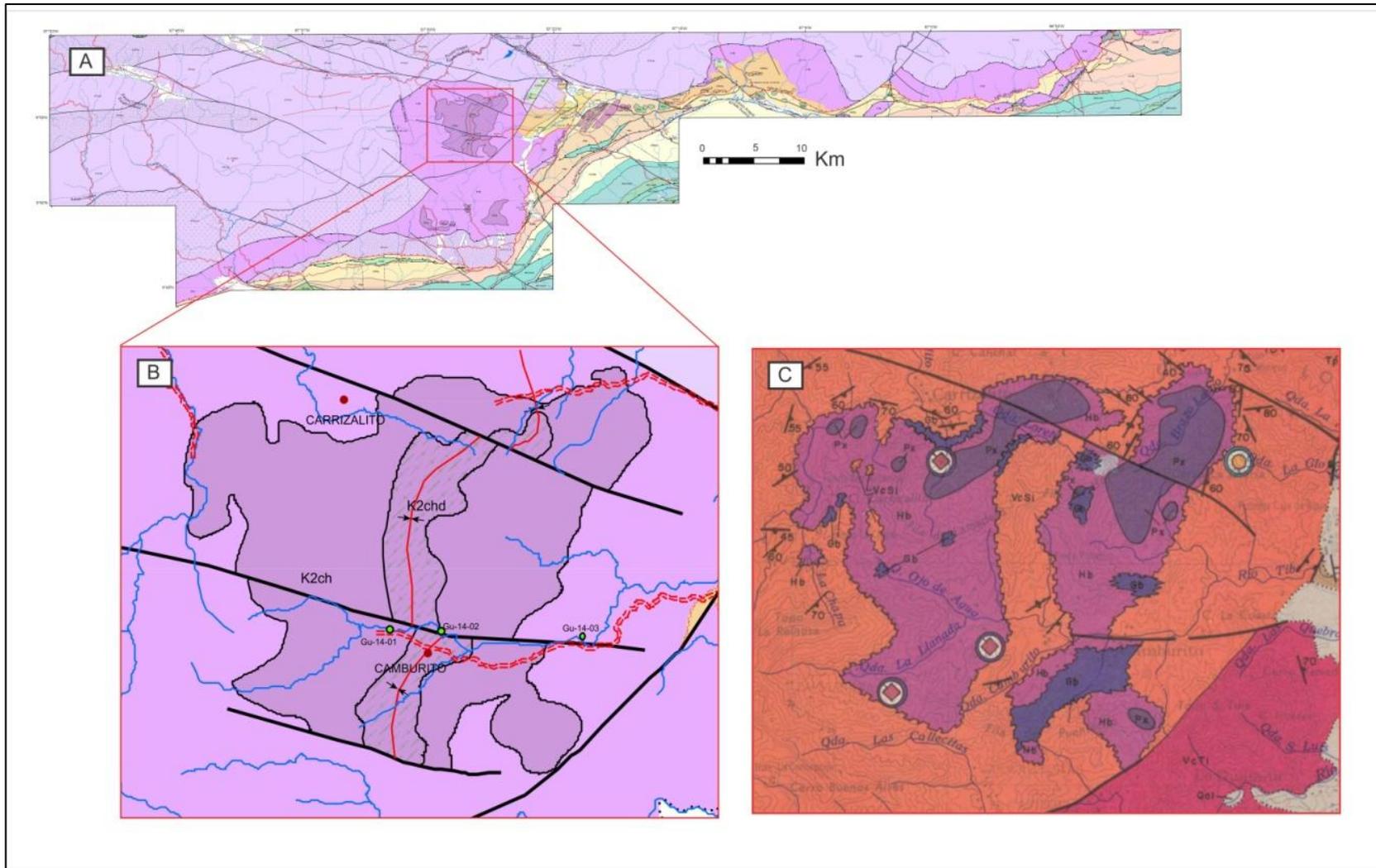


Figura 3.1. Mapa generalizado de la zona de estudio (anexo XVIII). A) ubicación espacial del Gabro de Chacao rodeado de la Lava de Las Hermanas. B) Fragmento de hoja 100.000 San Juan de Los Morros GONZÁLEZ & PICARD (1971) donde el Gabro de Chacao aparece en contacto con la Formación Santa Isabel.

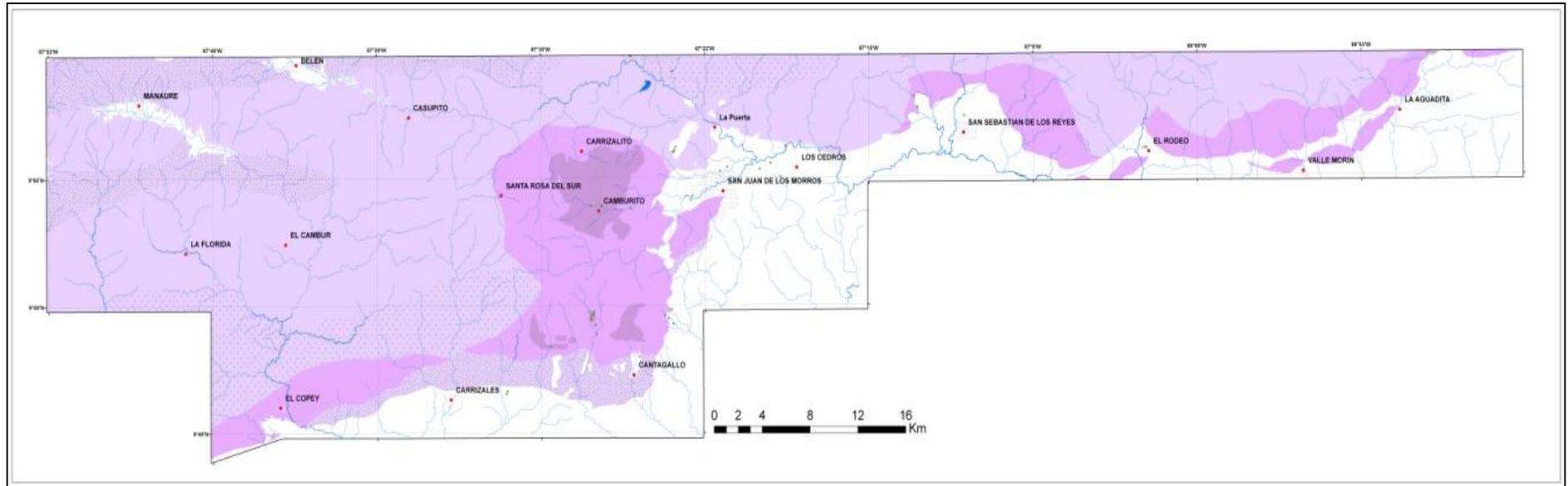


Figura. 3.2. Distribución de los Terrenos Villa de Cura y San Sebastián (anexo XVIII).

3.2.2. Cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián

Se trabajó principalmente con los mapas de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990) y VIVAS & MACSOTAY, (1997). Durante el trabajo de campo se visitaron cada una de estas unidades, se tomaron muestras y se verificaron las zonas cartografiadas por AGUASUELOS INGENIERÍA (1990). Estas unidades están depositadas inconformemente sobre los terrenos Villa de Cura y San Sebastián al norte, y se encuentra en contacto de falla con el Olistostromo de Platillón y Napa Piemontina a través de la falla de Cantagallo hacia el sur.

Comprende desde La Puerta y San Juan de los Morros en el estado Guárico (al oeste) y hacia San Sebastián de los Reyes estado Aragua (al este), (fig. 3.3). Ocupa un 4% del área de estudio (anexo XVIII), con una extensión de 86 km², (tabla 3.4)

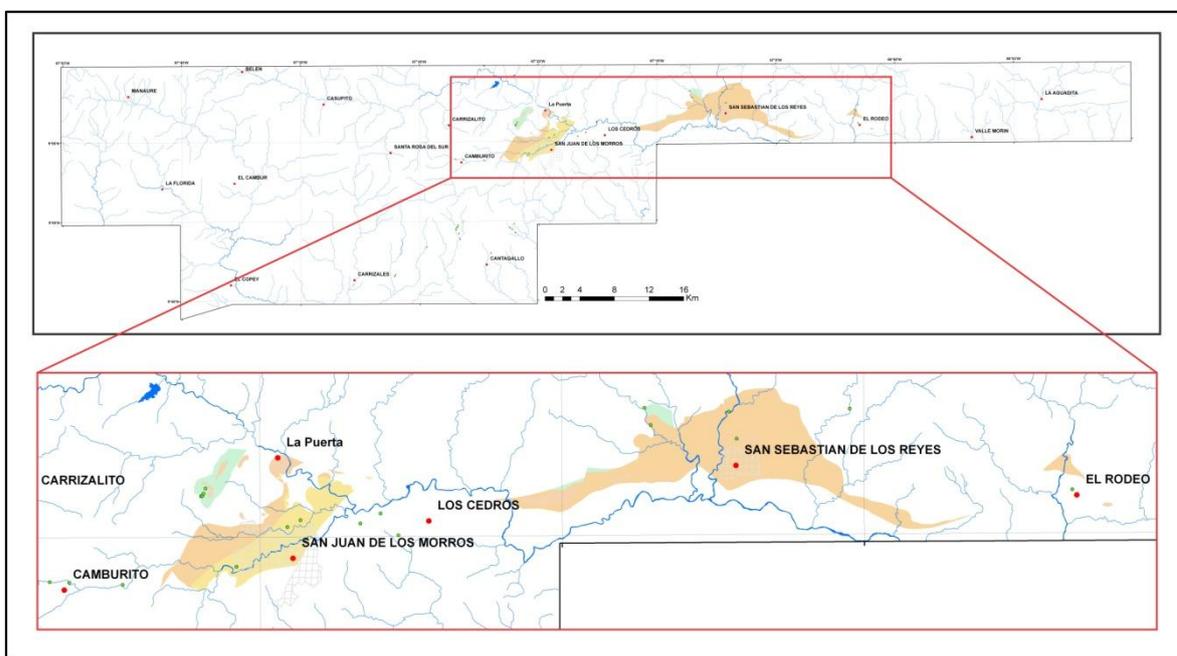


Figura. 3.3. Ubicación espacial de la cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián. Color verde la Formación Escorzonera, anaranjado Formación Caramacate, en marrón Formación Morro del Faro y en amarillo Formación Guaiquera.

3.2.3. Olistostromo de Platillón

Se cartografió utilizando los criterios de MACSOTAY & VIVAS (1995) y los mapas AGUASUELOS INGENIERÍA (1990), manteniendo los contactos de dichos autores y comparando con otros estudios regionales en ciertos sectores del área en trabajo. Se compararon las unidades y edades con los que han sido planteadas en distintos trabajos,

tomando las más actualizadas. A partir de los mapas de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990) se corroboró su posición con los terrenos Villa de Cura y San Sebastián y su respectiva cobertura sedimentaria a través de la Falla de Cantagallo, y con la Napa Piemontina hacia el sur a través de la falla de Don Alonso.

Se extiende desde el SE del poblado El Copey, con orientación general E-W, cambiando de orientación SW-NE entre el sur de Cantagallo y San Sebastián de los Reyes, donde se extiende hasta el límite este del área de estudio, manteniendo una orientación general SE-NW (fig. 3.4). Ocupa un 13% del área de estudio, con una extensión de 284 km², (tabla 3.4)

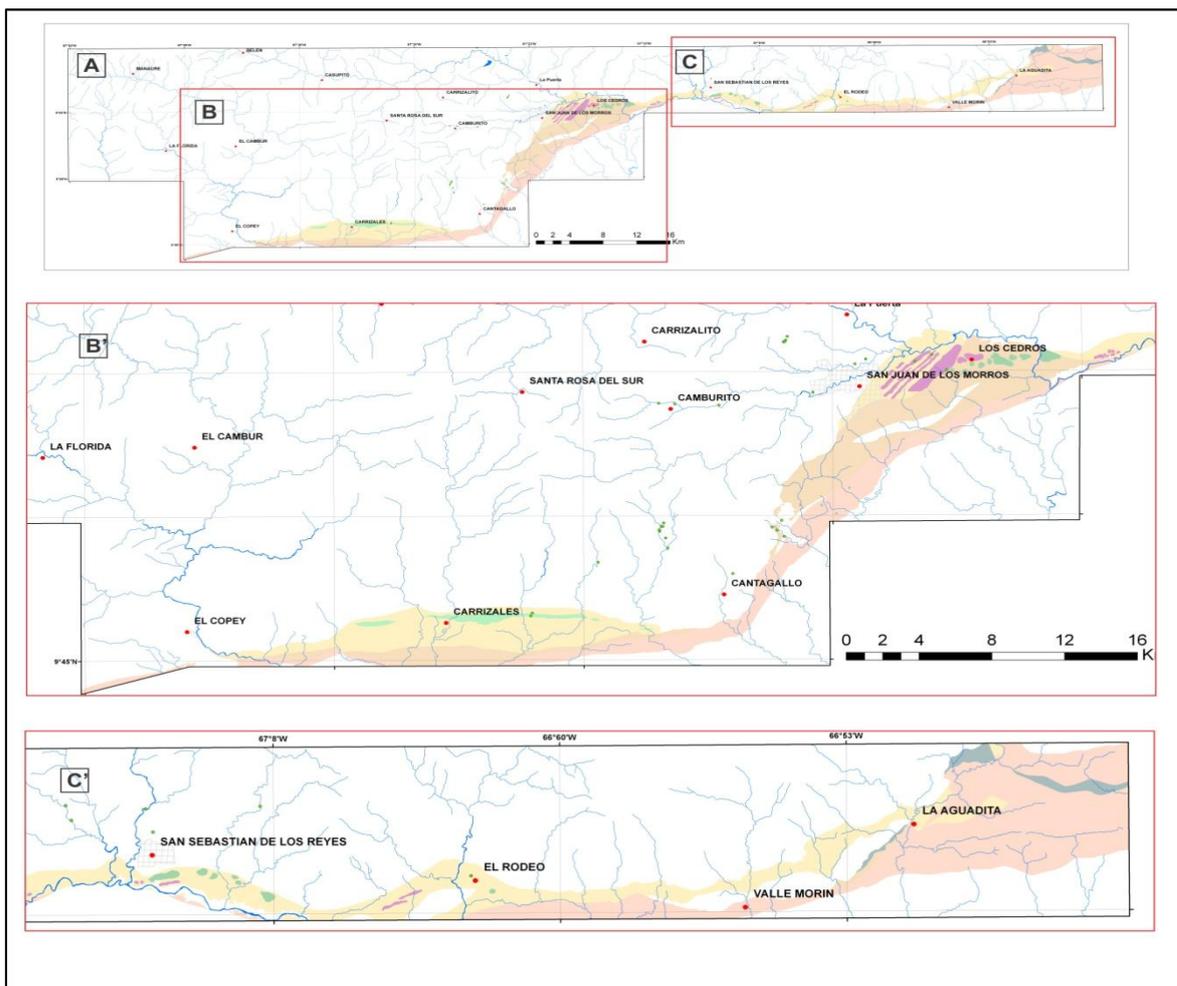


Figura. 3.4 Ubicación espacial de la zona oeste del Olistostromo de Platillón. A) Mapa generalizado de la zona de estudio y el Olistostromo de Platillón. B) Extensión del Olistostromo de Platillón hacia el oeste de la zona de estudio. C) Extensión del Olistostromo de Platillón hacia el este de la zona de estudio. De color amarillo Formación Garrapata y Miembro La Vigía y de color anaranjado Formación Los Cajones.

3.2.4. Napa Piemontina

En la Napa Piemontina se partió de lo establecido por MACSOTAY & VIVAS (1995) y los mapas AGUASUELOS INGENIERÍA (1990), siendo la información más reciente. La Napa Piemontina tiene gran complejidad debido a los cambios laterales que sufren las unidades que lo conforman en un ámbito regional. En el área de estudio fueron cartografiado las formaciones Guárico y Mucaria, esta última con sus respectivos miembros informales III, IV y V definidas AGUASUELOS INGENIERÍA (1990).

Se distribuyen desde el sur de Carrizales, Cantagallo, San Juan de los Morros, San Sebastián de los Reyes y La Aguadita manteniendo una orientación general SE-NW, (fig. 3.5). Ocupa un 8% del área de estudio, con una extensión de 166 km², (tabla 3.4)

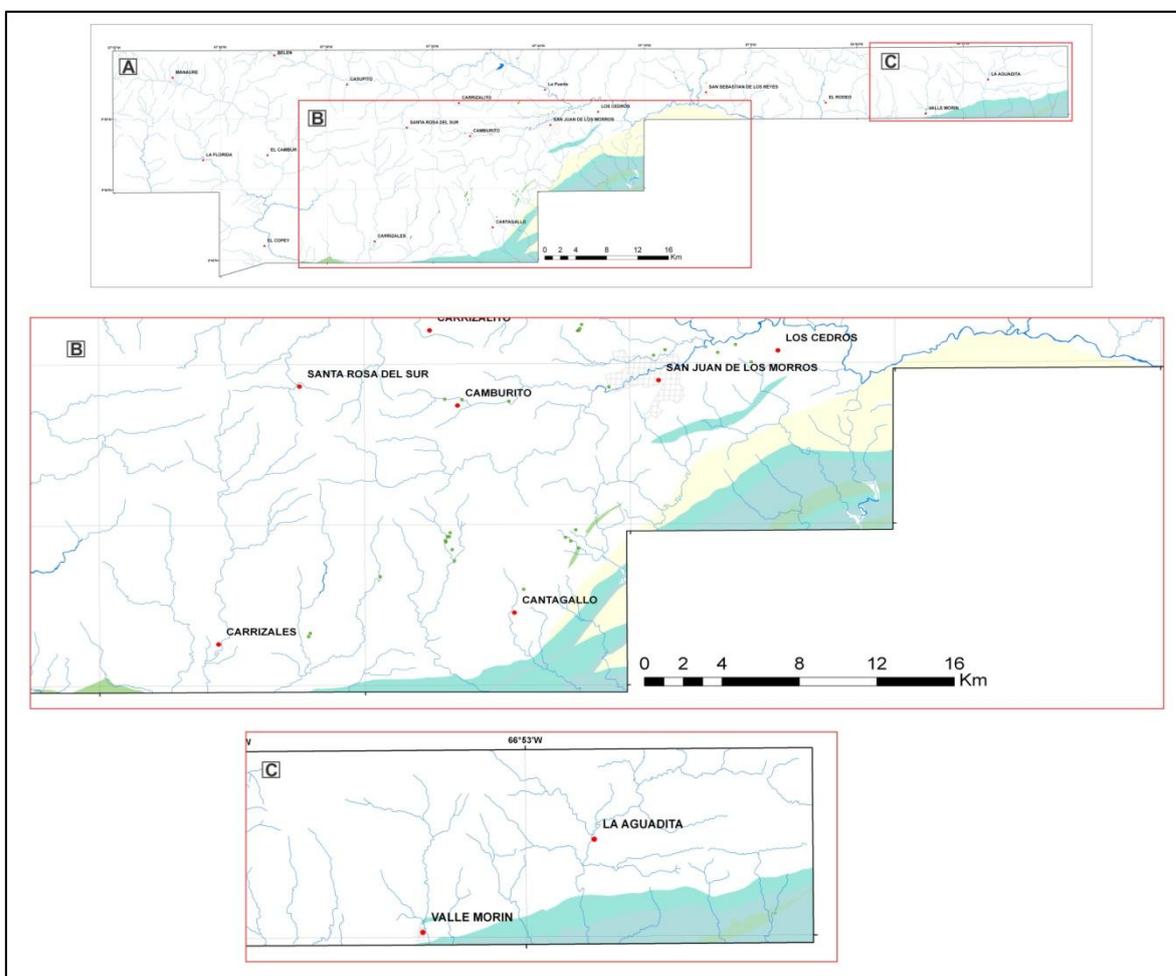


Figura. 3.5 Ubicación espacial en la zona de estudio de la Napa Piemontina. A) Mapa generalizado de la zona de estudio y la Napa Piemontina. B) Extensión de la Napa Piemontina hacia el oeste de la zona de estudio. C) Extensión de la Napa Piemontina hacia el este de la zona de estudio. De color amarillo Formación Guárico y verde la Formación Mucaria.

3.3. UNIDADES LITOLÓGICAS

A continuación se presentan las unidades estudiadas en campo:

Tabla 3.5. Abreviaturas utilizadas en las descripciones petrográficas

NP: nicoles Paralelo	Bt: Biotita	Extrac: Extraclastos	Hbl : Hornblenda
NC: Nicoles Cruzado	Chl: Clorita	Fr. Plu.= fragmento de roca plutónica	Intrac: Intraclastos
Acc= Accesorios	Cpx: Clinopiroxeno	Fr. Sed.= fragmento de roca sedimentaria	Pl: Plagioclasa
Anp: Anfíbol	Ep: Epidoto	Fr. Vol.= fragmento de roca volcánica	Qz: cuarzo
NP: nicoles Paralelo	Bt: Biotita	Extrac: Extraclastos	Hbl : Hornblenda
NC: Nicoles Cruzado	Chl: Clorita	Fr. Plu.= fragmento de roca plutónica	Intrac: Intraclastos
Acc= Accesorios	Cpx: Clinopiroxeno	Fr. Sed.= fragmento de roca sedimentaria	Pl: Plagioclasa
Anp: Anfíbol	Ep: Epidoto	Fr. Vol.= fragmento de roca volcánica	Qz: cuarzo

3.3.1. Terreno San Sebastián

3.3.1.1. Lava de Las Hermanas

Tabla 3.6. Tipos litológicos muestreados en la unidad Lava de Las Hermanas

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis Petrográfico
Lava Las Hermanas	Toba lítica fina	Gu-14-03	Rio Tiber, Sector Camburito.	SI
	Lava Almohadillada	Ar-14-28	Qda. Las Hermanas, San Sebastián de los Reyes.	NO

❖ Características en campo

En el trabajo de campo se visitaron dos localidades: la parada Gu-14-03 en el Rio Tiber en el sector Camburito y la parada Ar-14-28 en la localidad tipo en la Qda. Las Hermanas en San Sebastián de los Reyes.

El río Tiber es un drenaje de unos 7 m de ancho (Fig. 3.6.), donde aflora una roca oscura, la cual autores anteriores la habían cartografiado como Granofel de Santa Isabel, aunque carece de la foliación tan marcada de dicha unidad, adicionalmente no concuerda mineralógicamente. Se recolectó la muestra Gu-14-03 y se describió como una roca volcánica de color fresco verde azulado y color meteorizado marrón anaranjado, con una mineralogía de anfíboles, plagioclasa, óxidos de hierro y epidotización.

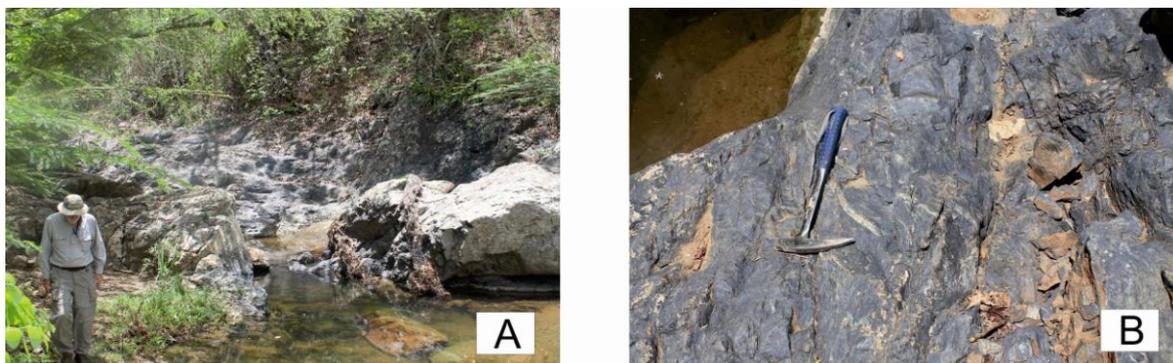


Figura 3.6. Lava de las Hermanas parada Gu-14-03, en el Río Tiber. A) afloramiento de Lava de Las Hermanas. B) Roca Aflorante

En la Parada Gu-14-28 a lo largo de la qda. Las Hermanas (Fig. 3.7), se observó un conjunto de lavas almohadilladas, con las almohadillas de un tamaño de 1 por 0,6 m aproximadamente. Tienen un color fresco verde claro y color meteorizado marrón verde oscura. Matriz fina, con fenocristales de plagioclasa y posible clinopiroxeno, numerosas fracturas rellenas de epidoto. Las lavas almohadilladas presentan bien definidos sus contactos entre una y otras.

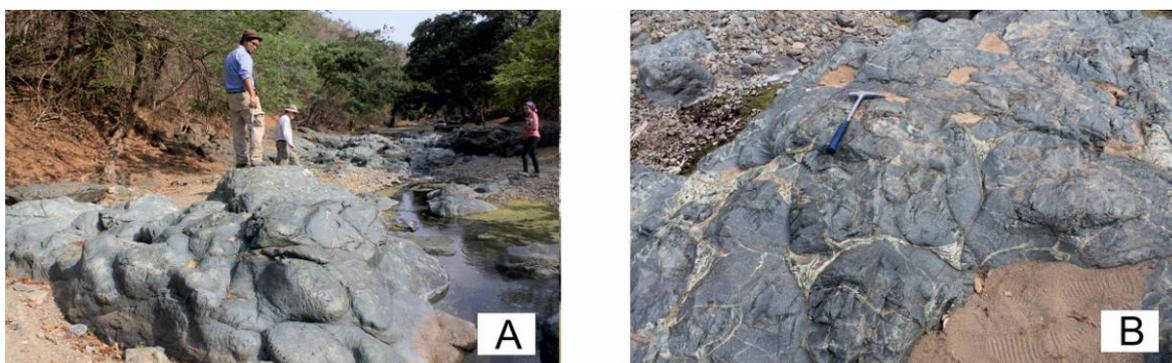


Figura. 3.7. Lava de las Hermanas Parada Ar-14-28, Qda. Las Hermanas. A) Afloramiento de lavas almohadilladas.

❖ Análisis petrográfico

Se analizó una muestra correspondiente a una Toba lítica fina:

Roca volcánica compuesta de 80% de fragmentos de lava (Fig. 3.8), los fragmentos pueden tener un tamaño de grano de 1,7 a 2 mm. La roca muestra una fábrica equigranular y una muy marcada textura traquítica. Tiene un 17% de plagioclasa tipo andesina, y un 3% de accesorios como calcita, cuarzo y magnetita. A partir de esta relación mineralógica se clasificó como una *Toba lítica fina* (Tabla 3.7.)

Tabla 3.7. Composición mineralógica de Toba lítica fina

Muestra	Fr. de lava	Pl	Acc
Gu-14-03	80%	17%	3%

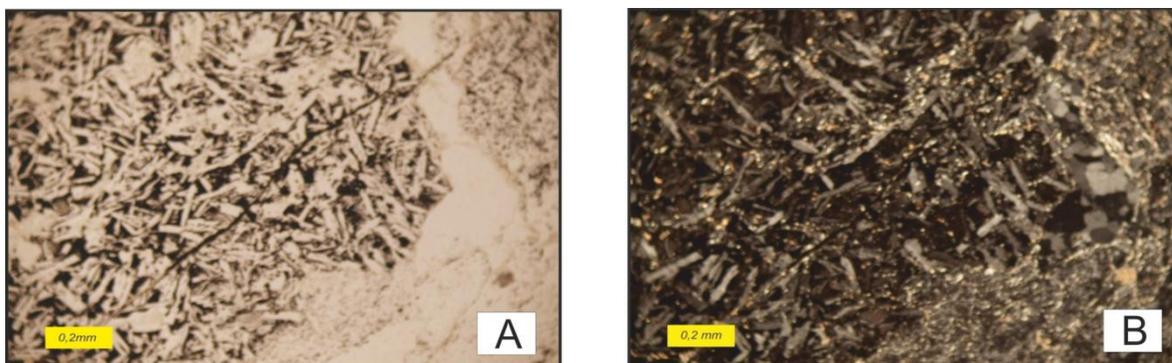


Figura. 3.8. Toba lítica fina de Lava de Las Hermanas, muestra Gu-14-03. A) Fragmento de toba, NP. B) Fragmento de toba y cuarzo policristalino, NC.

❖ Contactos de la unidad

- Aparece en contacto de corrimiento con el Terreno de Villa de Cura, en localidades como al norte de San Sebastián de los Reyes.
- En contacto intrusivo con los gabros de Chacao y Cantagallo, según MURRAY (1973), (Fig.3.9A).
- A través de la falla de Cantagallo con el Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina. En campo en el río Parapara, parada Gu-14-19, se llegó a un punto donde se ubica el contacto tectónico a través del corrimiento de Cantagallo, entre el Miembro La Vigía y la Lava de Las Hermanas (Fig. 3.9B).

- En inconformidad por las unidades Caramacate y Escorzonera (cobertura sedimentaria) al norte de San Sebastián de los Reyes (Fig. 3.9C).

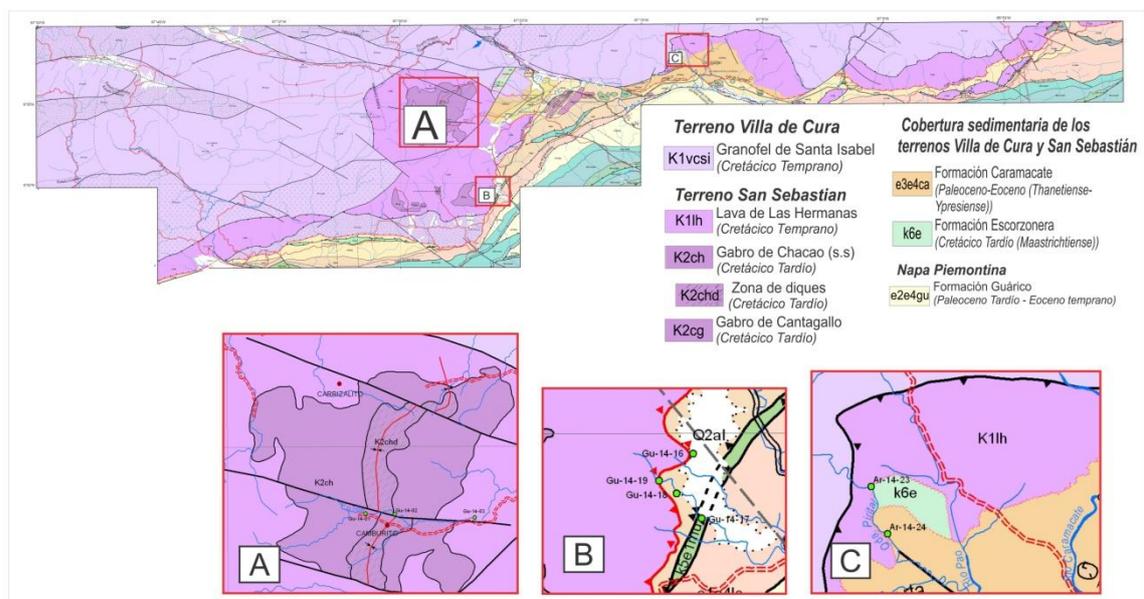


Figura 3.9 Mapa generalizado de la zona de estudio (anexo XVIII). A) contacto de la Lava de Las Hermanas y el Gabro de Chacao. B) Contacto de la Formación Garrapata y Lava de las Hermanas a través de la Falla de Cantagallo. C) Contacto de corrimiento del Granofel de Santa Isabel y Lavas de Las Hermanas. En inconformidad sobre la Lava de Las Hermanas yacen las formaciones Caramacate y Escorzonera que son parte de la cobertura sedimentaria.

3.3.1.2. Gabro de Chacao

Tabla 3.8. Tipos litológicos muestreados Gabro de Chacao

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis Petrográfico
Gabro de Chacao	Gabro hornbléndico – piroxénico Protocataclástico	Gu-14-01	Río Tiber, Sector Camburito.	SI

❖ Características en campo

En el trabajo de campo se visitó una localidad del Gabro de Chacao en el río Tiber (fig. 3.10), sector Camburito. En el punto Gu-14-01 se encontró un gabro hornbléndico con varios tamaños de grano que van de medio a fino, de color fresco verde oscuro y color meteorizado negro con tonalidades azuladas y anaranjado por óxidos. La mineralogía está constituida principalmente por: piroxéno, anfíbol, plagioclasa, cantidades menores de cuarzo y escasos óxidos.

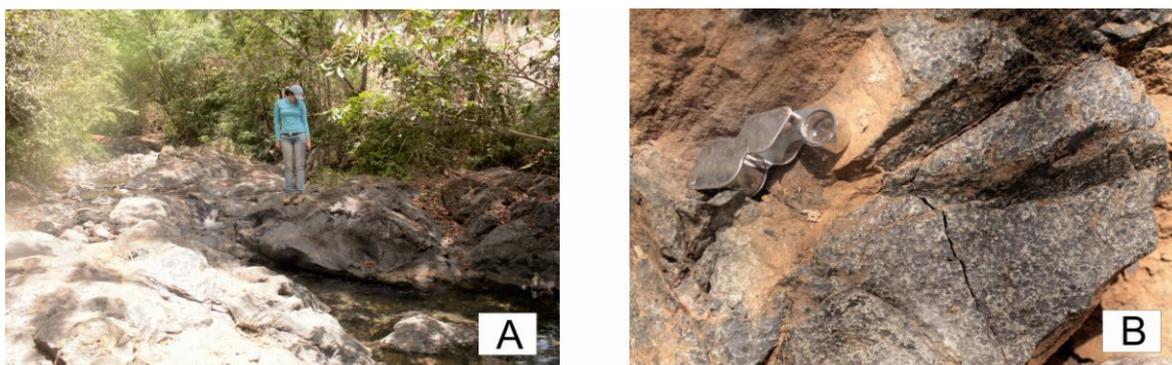


Figura. 3.10. Gabro de Chacao. Parada Gu-14-01. Rio Tiber. A) Afloramiento de Gabro de Chacao. B) Roca Aflorante

❖ Análisis petrográfico

Se analizó una muestra correspondiente a un gabro hornbléndico - piroxénico, protocataclástico, y se obtuvo:

Roca plutónica, fanerítica con tamaño de grano de 2,3 a 3 mm, compuesto principalmente por hornblenda (pleocroica de incolora a verde) alterada a clorita, plagioclasa (labradorita), la cual, se observa fuertemente zonada y alterando a epidoto (fig. 11). La muestra se encuentra envuelta por fracturas rellenas de un material el cual denominamos matriz cataclástica y por el alto grado de trituramiento no es posible vislumbrar su mineralogía, esto evidenciando la influencia tectónica en la muestra. En cantidades menores se observa clinopiroxeno alterando al anfíbol mayoritario y a otros que se encuentran en proporciones menores de la serie actinolita-tremolita. Entre los accesorios se tiene minerales opacos como magnetita, calcita y cuarzo policristalino (tabla 3.9). A partir de esta relación mineralógica se clasificó como un *gabro hornbléndico - piroxénico, protocataclástico*

Tabla 3.9. Composición mineralógica de gabro hornbléndico - piroxénico, protocataclástico.

Muestra	Hbl	Cpx	Pl	Chl	Ep	Acc	Matriz.
Gu-14-01	35%	5%	12%	28%	3%	2%	15%

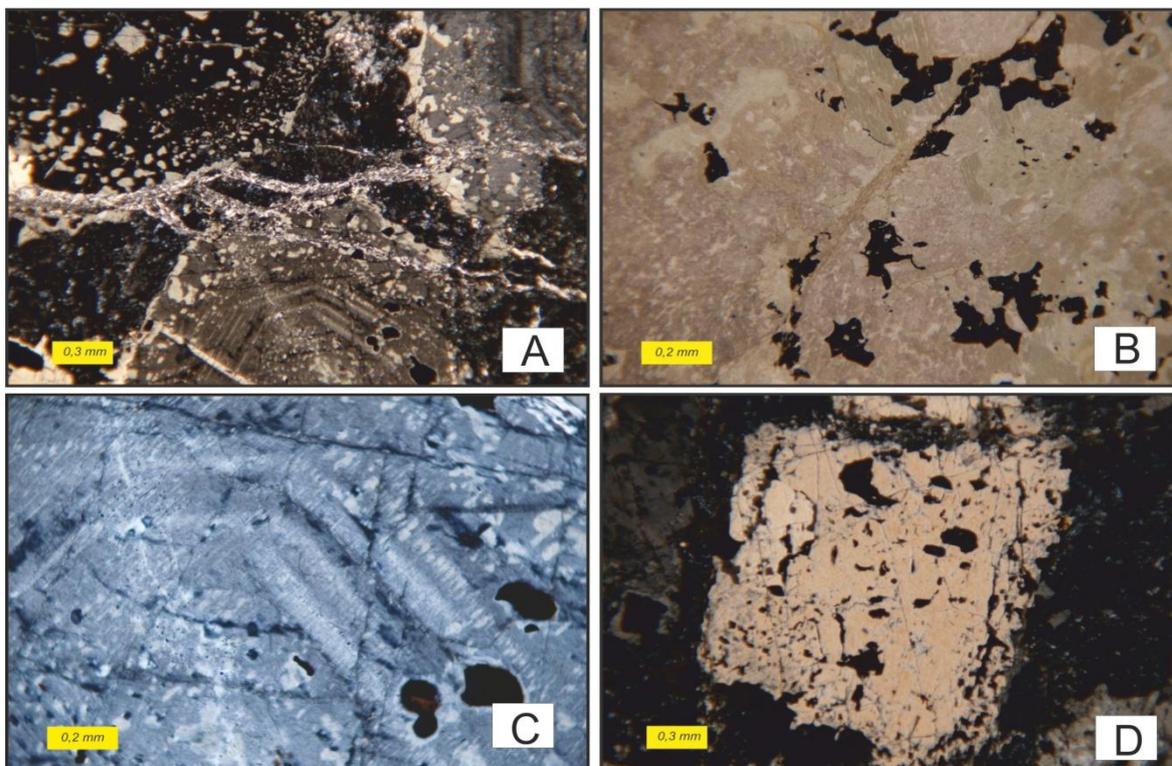


Figura. 3.11. Gabro de Chacao. Muestra Gu-14-01. Gabro hornbléndico - piroxénico, protocataclástico. A) Relación de componentes en la muestras, hornblenda en el extremo izquierdo, abajo y a la derecha cristales de plagioclasa, todo envuelto por la matriz triturada, NC. B) Magnetita, NP, C) Plagioclasa zonada, NC, D) Cristal de Hornblenda alterando a clorita, NC.

❖ **Contactos de la unidad**

Está en contacto intrusivo con la Lava de Las Hermanas, (MURRAY 1973), este autor describe una aureola de metamorfismo, de contacto que será estudiada por R. HURTADO (comunicación personal).

3.3.2.3. Zona de diques

Tabla 3.10. Tipos litológicos muestreados en la zona de diques

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis Petrográfico
Zona de dique	Basalto hornbléndico	Gu-14-02	Rio Tiber, Sector Camburito.	SI

❖ **Características en campo**

A lo largo del río Tiber (fig. 3.12), en la sector Camburito, en medio del cuerpo de Gabro de Chacao, existe una zona de la misma unidad donde se observan afloramientos

que corresponden a decenas de diques paralelos y parcialmente cruzándose. Los diques tiene una orientación general de N50E y un espesor de 5 a 15 cm, en el campo se describieron como formados por basalto. La roca es de color fresco verde oscuro y color meteorizado negro con tonalidades azuladas y anaranjado por óxidos. La mineralogía está constituida principalmente por: piroxéno, anfíbol, plagioclasa, cantidades menores de cuarzo y escaso óxidos de Fe.



Figura 3.12. Gabro de Chacao. Parada Gu-14-01. Zona de Diques en el río Tiber.

❖ Análisis petrográfico

Se analizó una muestra correspondiente a un basalto hornbléndico y se obtuvo:

Roca hipoabisal, afanítica con tamaño de grano de 0,03 a 0,04 mm. Alta proporciones de plagioclasa (bytonita - labradorita) alterando a sericita y epídoto, la hornblenda altera a clorita y tienes color de pleocroísmos de incolora a verde clara. Se observa Prehnita en vetas y alrededor del anfíbol, producto de alteración de la plagioclasa y el anfíbol (fig. 3.13). Entre los minerales accesorios se tiene magnetita, pirita, y cuarzo (tabla 3.11). A partir de esta relación mineralógica se clasificó como un *Basalto hornbléndico*.

Tabla 3.11. Composición mineralógica de basalto hornbléndico.

Muestra	Hbl	Pl	Chl	Ep	phehnita	Acc
Gu-14-02	25%	45%	15%	5%	5%	3%

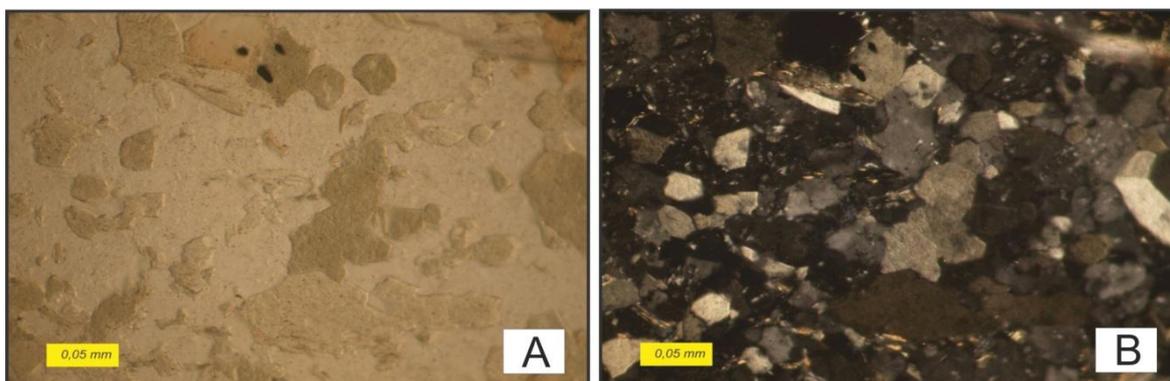


Figura 3.13 Zona de diques. Muestra Gu-14-02. Basalto hornbléndico. A) Se observan plagioclasas hornblenda, con un tamaño de grano muy pequeño, NP (A) y NC. (B)

❖ Contactos de la unidad

La zona de diques posiblemente se encuentra en contacto intrusivo con la unidad principal del Gabro de Chacao, pero no se observó por estar cubierto.

3.3.2.3. Gabro de Cantagallo

Tabla 3.12. Tipos litológicos muestreados Gabro de Cantagallo

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis petrográfico
Gabro de Cantagallo	Gabro piroxénico-hornbléndico	Gu-14-13	Las Piedras, estado Guárico.	SI
	Gabro hornbléndico – piroxénico	Gu-14-14a-R	Qda. El Pizarrero, El Rincón de San Antonio	NO
		Gu-14-14b-R		SI
		Gu-14-14c-R		NO
Gabro Hornbléndico-piroxéno cataclástico	Gu-14-15d-R	Qda. Canoas, Cantagallo.	SI	

❖ Características en campo

Para el estudio del Gabro de Cantagallo, se recorrieron las localidades de Las Piedras, Qda. El Pizarrero y Qda. Canoas, todos próximos al poblado de Cantagallo.

En el caserío Las Piedras, parada Gu-14-13, se observó en una ladera afloramientos de gabro (fig. 3.14), con granulometría gruesa, equigranular. La roca era de color fresco verde oscuro, y color meteorizado marrón oscuro. Mineralógicamente en muestra de mano se observa un alto contenido de anfíbol y piroxéno, así como plagioclasa. En algunos parte de observa epidotización.



Figura 3.14 Gabro de Cantagallo. Parada Gu-14-13. Afloramiento en el caserío Las Piedras.

En la parada Gu-14-14 se recorrió un tramo de la Qda. El Pizarrero en El Rincón de San Antonio (fig. 3.15), se observó un gabro con distintos niveles de tamaño de grano que van de fino a grueso, así como bloques de lavas piroxénicas correspondiente a la unidad Metalava El Caño-El Chino. Se recolectaron muestras de los gabros en función de los distintos tamaños de grano, las cuales fueron Gu-14-14a, Gu-14-14b y Gu-14-14c, y se describió en perspectiva general como un gabro de color fresco verde, y color meteorizado negro y gris. Textura fanerítica, equigranular, con tamaño grano que van de 1 mm a y 10 cm. Se distingue una mineralogía de anfíbol, plagioclasa, biotita, cuarzo y oxido.

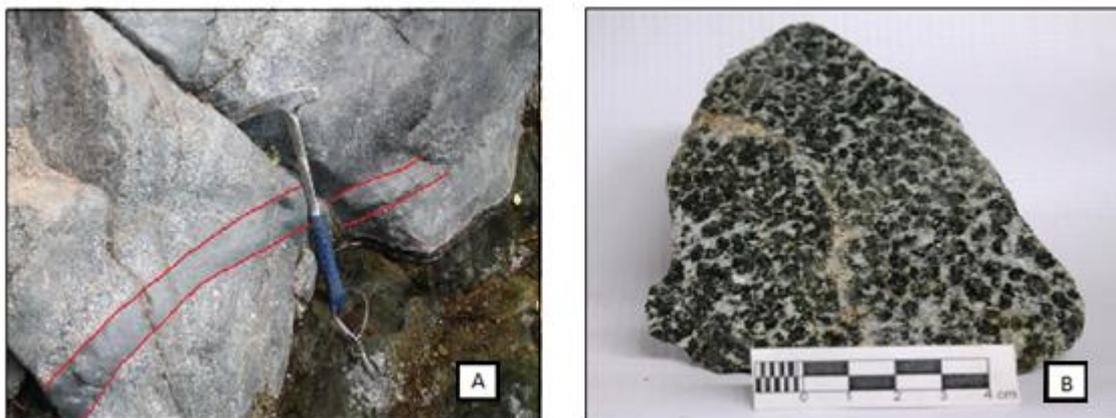


Figura 3.15. Gabro de Cantagallo. Parada Gu-14-14. Qda El Pizarrero, sector El Rincón de San Antonio. A) Diques en afloramiento de gabro de 5 a 6 cm. B) Gabro de grano medio.

Se recorrieron varios caminos próximos al poblado Cantagallo para verificar la continuidad del cuerpo de gabro. En la Qda. Canoas parada Gu-14-15, se tomó una

muestra de color fresco verde claro, y color meteorizado marrón oscuro. Un bloque, presenta una textura parcialmente afanítica, pero permitiendo distinguir cristales de hornblenda, abundante plagioclasa, y óxidos.

❖ Análisis petrográfico

Se analizaron tres muestras correspondientes a un gabro piroxénico-hornbléndico, gabro hornbléndico – piroxénico y gabro hornbléndico - piroxénico cataclástico:

Roca plutónica, fanerítica con tamaño de grano entre 3 a 3,5 mm, gran cantidad de clinopiroxeno de la serie augita-diópsido, alterando a anfíbol de tipo hornblenda (fig. 3.16), y de la serie actinolita-tremolita, que a su vez alteran a clorita, plagioclasas (bytonita) alterando a epidoto y sericita. Prehnita en vetas y alrededor del anfíbol, por alteración de la plagioclasa y el clinopiroxeno. Entre los accesorios se tiene magnetita, pirita, cuarzo policristalino y zircón (tabla 3.13). A partir de la relación mineralógica se clasifico como un *gabro piroxénico - hornbléndico*.

Tabla 3.13. Composición mineralógica de gabro piroxénico - hornbléndico

Muestra	Hbl	Cpx	Pl	Chl	Ep	prehnita	Acc*
Gu-14-13	10%	20%	45%	16%	2%	3%	4%

*magnetita, pirita, cuarzo policristalino, biotita y zircón.

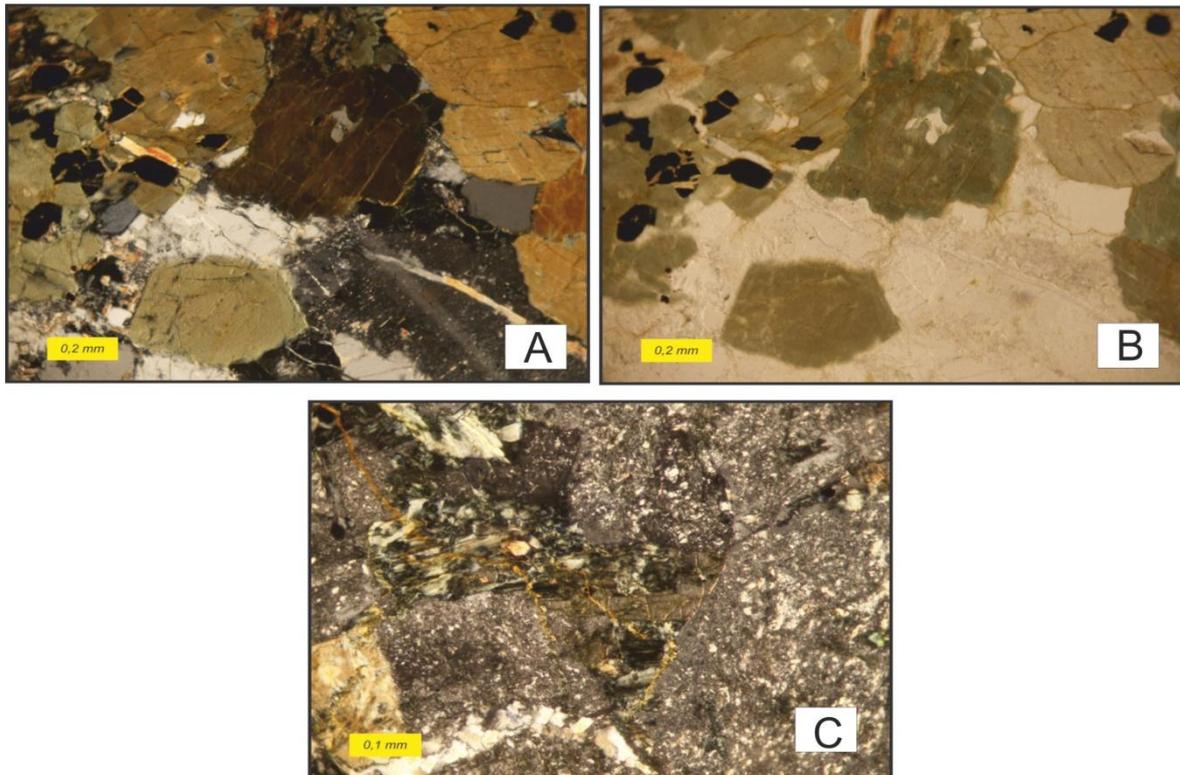


Figura 3.16 Gabro de Cantagallo. Muestra Gu-14-13. Gabro piroxénico - hornbléndico. A y B) Relación de componentes de la muestra como clinopiroxeno, hornblenda verde, plagioclasa maclada y magnetita, NP (A) y NC (B). C) Anfíbol alterando a clorita, NC.

Roca plutónica, fanerítica, de tamaño de grano de 2,3 a 2,5 cm, constituida por gran cantidad de hornblenda y anfíbol de la serie actinolita-tremolita alterando a clorita, plagioclasa (andesina y labradorita) alterando a epidoto y sericita, clinopiroxeno de la serie augita – diópsido alterando a anfíbol (fig. 3.17). Se observa una fábrica inequegranular seriada muy bien marcada, biotita alterando a clorita, y accesorios como magnetita, calcita y cuarzo policristalino (tabla 3.14). A partir del análisis mineralógico se clasificó como un *gabro hornbléndico - piroxénico*.

Tabla 3.14. Composición mineralógica de gabro hornbléndico - piroxénico

Muestra	Anf	Cpx	Pl	Chl	Ep	Bi	Acc
Gu-14-14b	35%	15%	25%	10%	3%	10%	2%

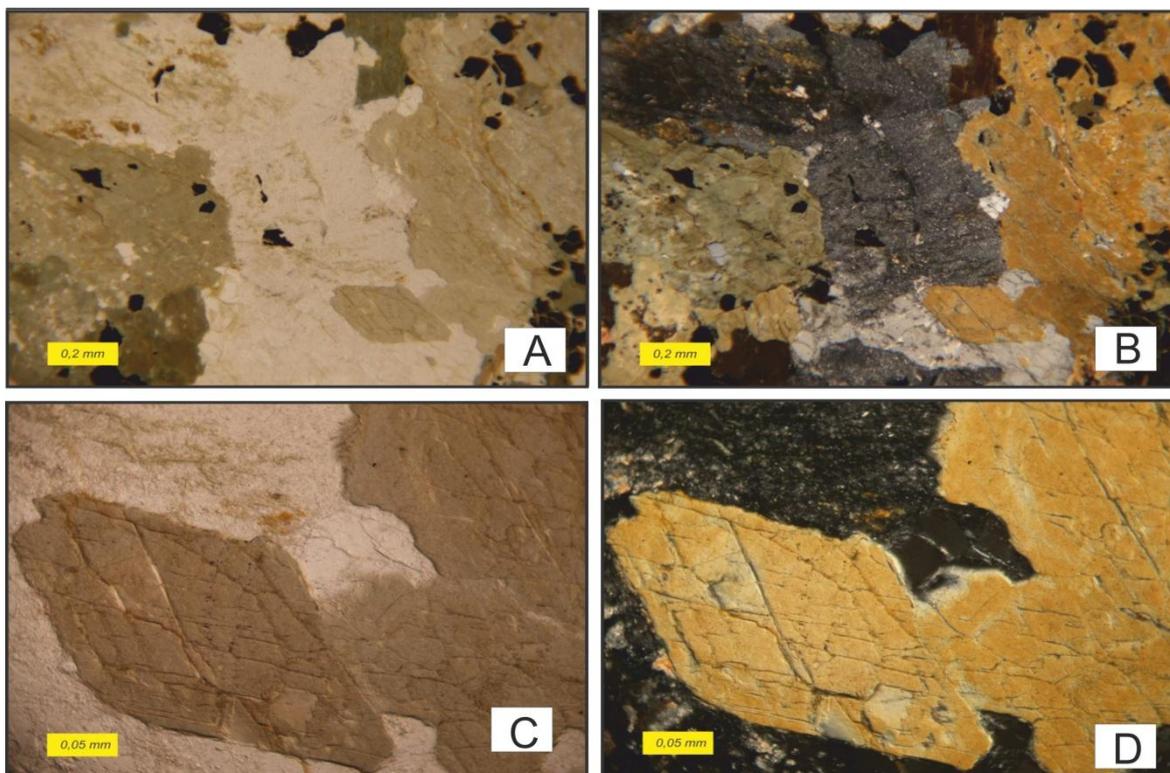


Figura 3.17 Gabro de Cantagallo. Muestra Gu-14-14b. Gabro hornbléndico - piroxénico. A y B) Componentes de la muestra plagioclasa, clinopiroxeno, hornblenda y magnetita, NP (A) y NC (B). B y C) Anfíbol, NP y NC

Roca plutónica, fanerítica, con distintos tamaños de granos, que van de 1 a 2,7 mm. Compuesto en su mayoría por plagioclasas del tipo andesina y labradorita (fig. 3.18), alterando a epidoto, buenos cristales de anfíbol como hornblenda y actinolita-tremolita, así como clinopiroxenos alterando a clorita, accesorios como magnetita (tabla 3.15). A partir de esta relación mineralógica se obtuvo que la muestra es un *gabro hornbléndico - piroxénico, cataclástico*.

Tabla 3.15. Composición mineralógica de gabro hornbléndico - piroxénico cataclástico.

Muestra	Anf	Cpx	Pl	Chl	Ep	Acc
Gu-14-15R	10%	5%	58%	10%	15%	2%

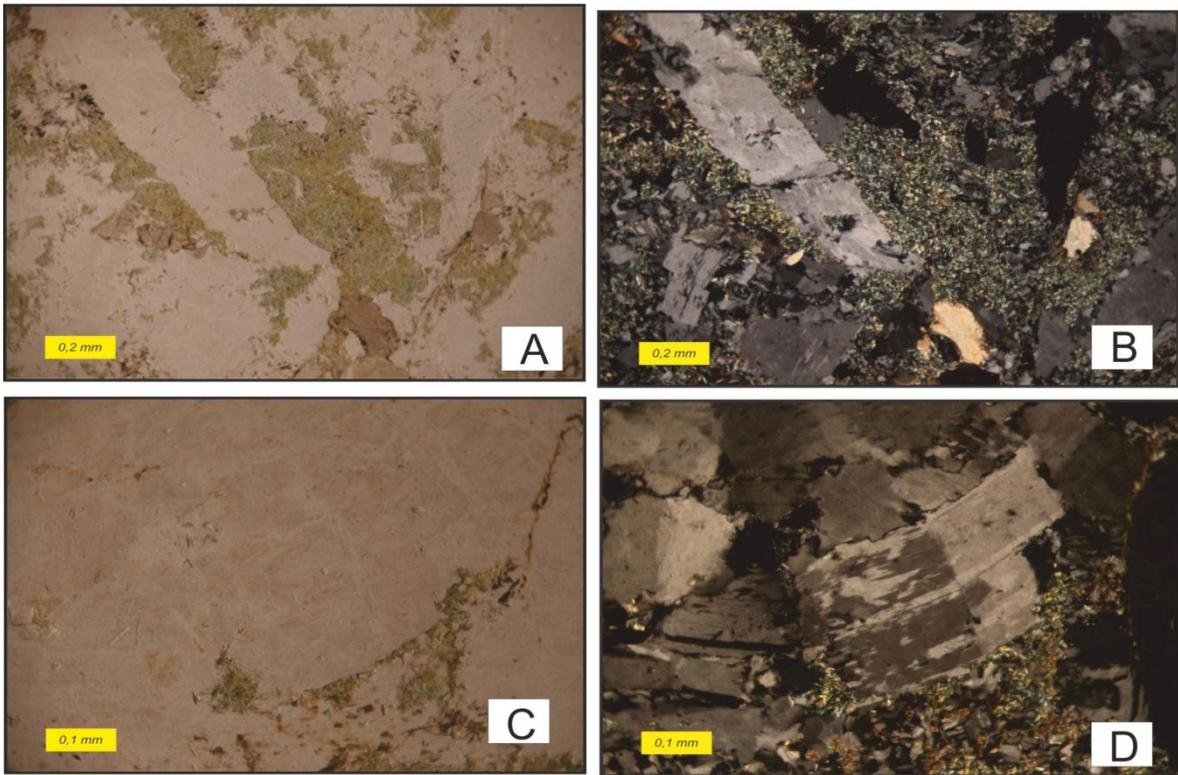


Figura 3.18 Gabro de Cantagallo. Muestra Gu-14-14b. Gabro hornbléndico - piroxénico, cataclástico. A) Epidotización, NP. B) Epidotización, plagioclasa y anfíbol, NC. C y D) Plagioclasa y epidoto al borde, NP y NC

❖ **Contactos de la unidad**

Está en contacto con la unidad Lava de Las Hermanas (anexo XV), según MURRAY (1975) el contacto es intrusivo, al describir una aureola de metamorfismo de contacto. (fig. 3.19)

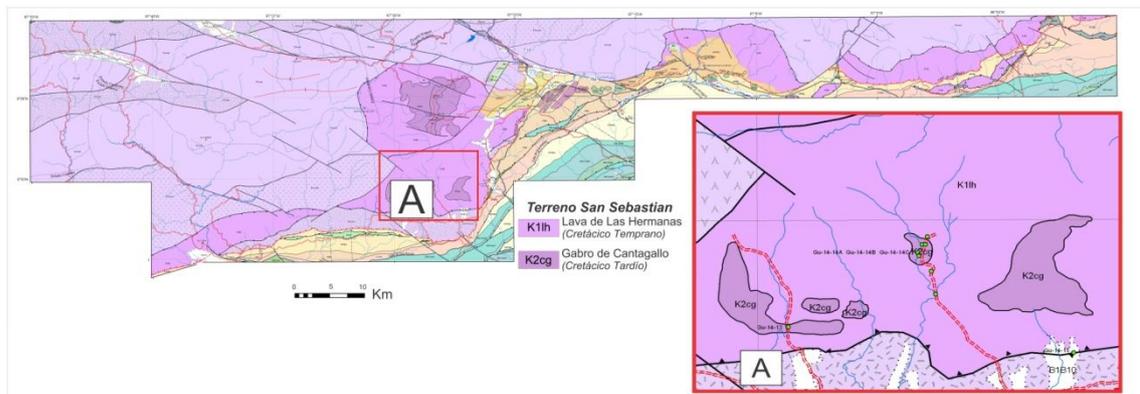


Figura 3.19 Mapa generalizado de la zona de estudio (anexo XVIII). A) Contacto del Gabro de Chacao y Lava de Las Hermanas.

3.3.2. Cobertura sedimentaria de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián

3.3.2.1. Formación Guaiquera

Tabla 3.16. Tipos litológicos muestreados en la Formación Guaiquera

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis petrográfico
Formación Guaiquera	Arenisca micrítica	Gu-14-05	Av. Fuerzas Armadas, San Juan de los Morros.	SI
	Caliza	Gu-14-06a		NO
	Arenisca	Gu-14-06b		NO

❖ Características en campo

En la Av. Fuerzas Armadas en San Juan de los Morros existen una serie de nuevos afloramientos con bajo grado de meteorización (fig. 3.20), donde se pudo observar alternancias de capas de arenisca y caliza intercaladas con material caótico, con espesores promedio de capas de 1,5 m, y orientación N80E48S. Resalta la presencia de pliegues en arenisca, con ángulo interlimbal bajo dentro del material caótico, así como olistolitos subángulosos de caliza, arenisca y fragmentos de rocas volcánica negra.



Figura. 3.20 Formación Guaiquera. Parada Gu-14-06. Afloramiento de alternancia de arenisca, caliza y material caótico en la Av. Fuerzas Armadas.

En la parada Gu-14-05 se observó arenisca lítica de grano medio a grueso, con alta efervescencia al HCl, color fresco gris y color meteorizado marrón. Los clastos están entre

subredondeado y subangulosos, con tamaño que van de 1 a 5 mm, grano lítico que corresponden a restos de roca volcánica de tonalidad negra y verde.

En la parada Gu-14-06 se observaron capas de caliza y areniscas. La caliza es de color fresco gris oscuro y color meteorizado marrón oscuro, masiva, no se observan restos fósiles y poco contenido de extraclastos, también hay vetas de calcita. La arenisca de color fresco marrón claro a amarillo y color meteorizado de amarillo fuerte a anaranjado, es una arenisca lítica de grano medio a grueso, subredondeado, dominado por un tamaño de grano entre 1 a 2 mm, se observan granos de cuarzo, feldespato y gran cantidad de grano lítico conformados por restos de roca negra y verde, y mica blanca.

❖ Análisis petrográfico

Se analizó una muestra correspondiente a una arenisca micritica, y se obtuvo:

Carbonato de mezcla, constituida por un 60% de granos, entre los que tenemos plagioclasa (26%), roca volcánica (25%), cuarzo (6%) y rocas sedimentarias (3%), 35% de micrita y un 5% de aloquímicos como equinodermos, foraminíferos y fragmentos de bivalvos (fig. 3.21). La muestra presenta un remplazo en las plagioclasas por calcita, principalmente por la influencia cálcica en los fragmentos de dicho mineral y de rocas volcánicas (tabla 3.17). A partir de esta relación mineralógica se obtuvo que la muestra es una *arenisca micritica*.

Tabla 3.17. Composición mineralógica de arenisca micritica.

Muestra	Granos (59%)				Aloq.	Micrita	Poros
	Pl	Qz	Fr. Sed.	Fr. Vol.			
Gu-14-05	26%	6%	3%	24%	5%	35%	1%

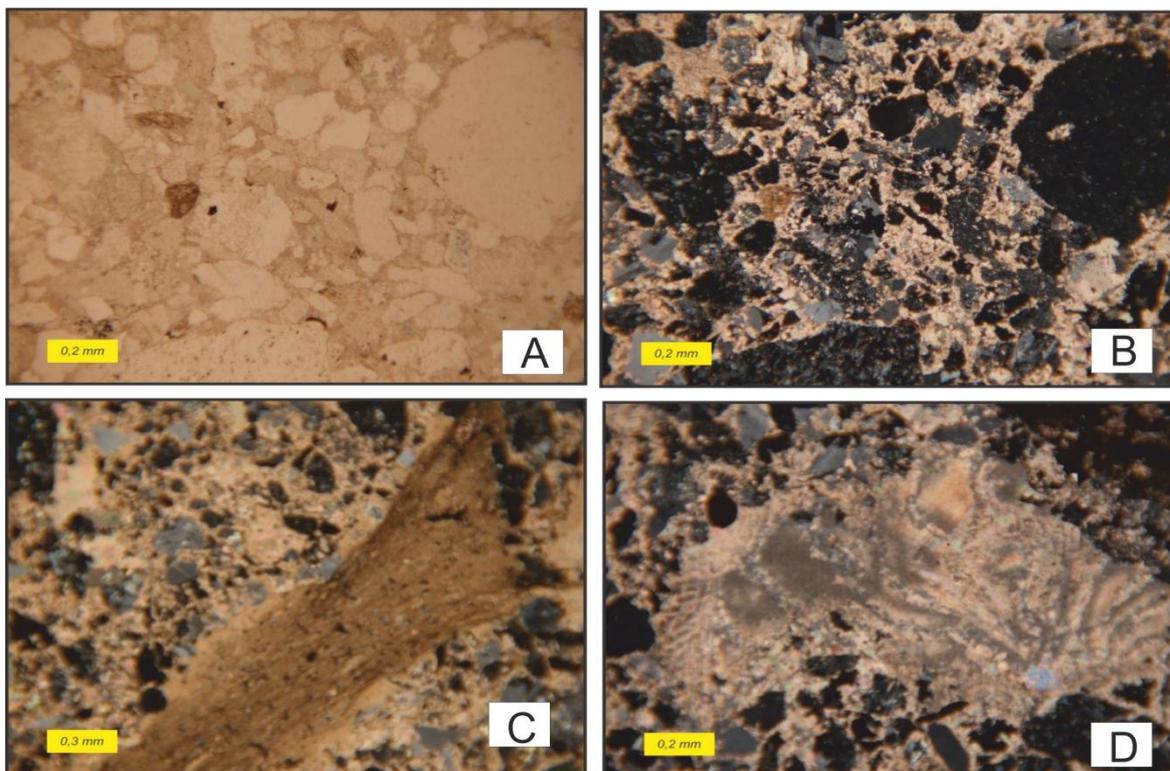


Figura 3.21 Formación Guaiquera. Muestra Gu-14-05. Arenisca micrítica. A y B) Componentes líticos y matriz micrítica, NP (A) y NC (B). B). C) Fragmento de roca limolita, NC. D) Resto fósil.

❖ Contactos de la unidad

Se encuentra en contacto estratigráfico con la Formación Caramacate hacia el oeste. Inconforme sobre el terreno San Sebastián al Sur. A través de la Falla de La Puerta con el Granofel de Santa Isabel al norte; y con la Formación Garrapata a través de la Falla de Cantagallo al este.

3.3.2.2. Formación Caramacate

Tabla 3.18. Tipos litológicos muestreados en la Formación Caramacate

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis Petrográfico
Formación Caramacate	Caliza cristalina (grainstones) / Biomicrita mal lavada	Ar-14-24S	Qda. Pirital, San Sebastián de los Reyes.	SI
	Areniscas micrítica	Ar-14-25	Rio Caramacate, San Sebastián de los Reyes.	SI

❖ Características en campo

Se visitaron dos localidades, la parada Ar-14-24 en la qda. Pirital y la parada Ar-14-25 en la localidad tipo del río Caramacate, ambos próximos a la población de San Sebastián de los Reyes.

En la Qda. Pirital se observan grandes bloques métricos (fig. 3.22), de caliza blanquesina, con material caótico (olistolito) subredondeados en su interior, de 20 a 30 cm de diámetro correspondientes a caliza, roca verde volcánica. Posee rizaduras simétricas. Se observó una caliza masiva, de color fresco gris claro y color meteorizado marrón claro. No se observan restos fósiles. Abundantes extraclastos.

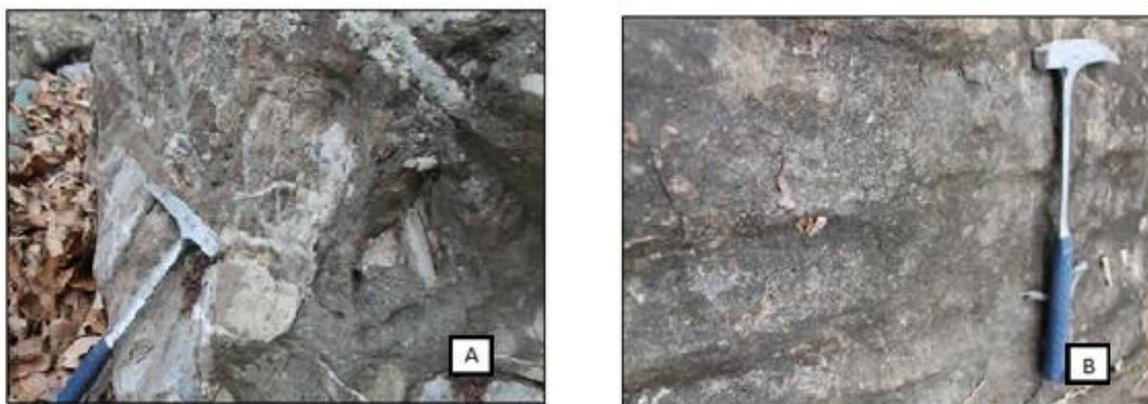


Figura 3.22 Formación Caramacate. Parada Gu-14-24. Qda. Pirital. A) caliza con materias caótico (olistolitos) en su interior. B) Rizadura simétrica

El río Caramacate es un drenaje amplio donde afloran un conjunto de capas de arenisca con alta efervescencia al HCl, con estratificación paralela, de color fresco gris oscuro y color meteorizado negro (fig. 3.23).



Figura 3.23 Formación Caramacate. Parada Ar-14-25. Río Caramacate. A) Afloramiento de capas de areniscas. B) arenisca con laminación paralela.

❖ Análisis petrográfico

Se analizaron dos muestras correspondientes a una caliza cristalina (grainstones) / biomicrita y areniscas micrítica:

Carbonato compuesto por un 18% de aloquímicos entre los que tenemos equinodermos, algas verdes, bivalvos, nummulites y foraminíferos béticos; 71% de ortoquímico en su mayoría micrita, cemento de microespato y proporciones menores de pseudoespato y espato (tabla 3.19). Los tipos de cementos que se observan son isopaco, micritización y granular. Neomorfismo de inversión homoaxial y heteroaxial, indicando cambio de calcita de bajo a alto magnesio (fig. 3.24). A partir de esta relación mineralógica se clasificó como una *caliza cristalina (grainstone) / biomicrita*.

Tabla 3.19. Composición mineralógica de caliza cristalina (grainstone) / biomicrita mal lavada.

Muestra	Extrac.	Intrac.	Fósiles	Micrita	Espato	Microespato	Pseudoespato
Ar-14-24S	9%	12%	8%	27%	5%	24%	15%

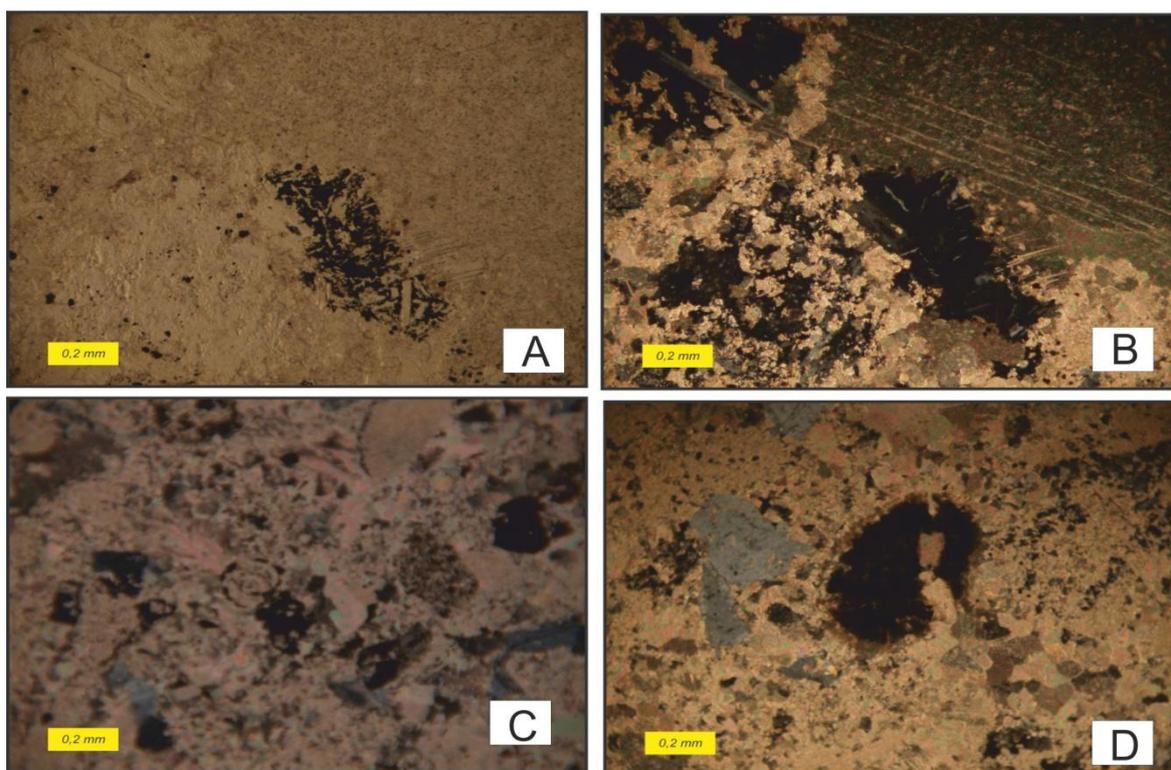


Figura 3.24 Formación Caramacate. Muestra Ar-14-24. Caliza cristalina (grainstones) / biomicrita mal lavada. A y B) Fragmento de roca volcánica, esparita y micrita, NP (A) y NC (B), C) Fósil. D) Fósil con borde micritizado.

La roca Ar-14-25 esta compuesta por un 55% de granos, entre los que tenemos plagioclasa (25%), roca volcánica (15%), cuarzo (8%) y rocas sedimentarias (5%), así como un 10% de matriz de arcilla y caolín, 10% de aloquímicos como equinodermos y fragmentos de bivalvos (fig. 3.25). Un 25% de micrita (calcita de bajo magnesio), (tabla 3.20). Se observa un proceso de dolomitización sobre las plagioclasas y resto de roca volcánica. A partir de esta relación mineralógica se clasificó como una *arenisca micritica*.

Tabla 3.20. Composición mineralógica de arenisca micritica

Muestra	Granos (55%)				Aloq.	Micrita	Matriz
	Pl	Qz	Fr. Sed.	Fr. Vol.			
Gu-14-25	25%	8%	5%	15%	10%	35%	25%

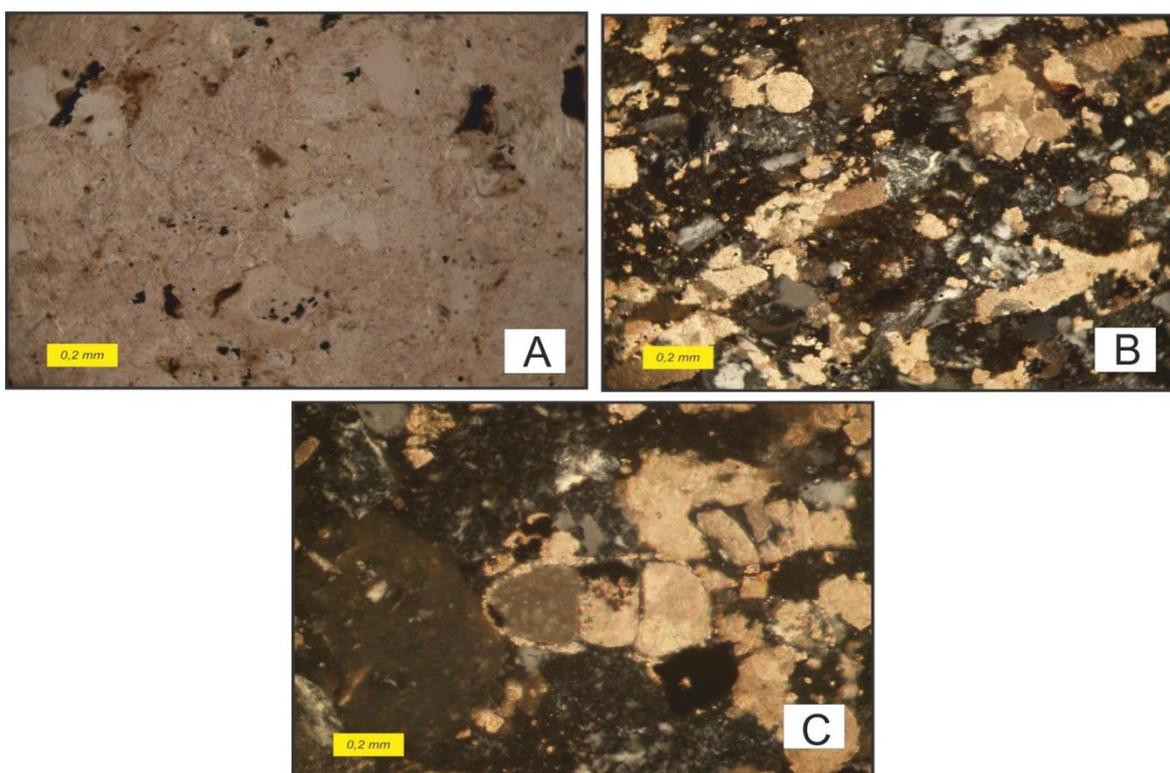


Figura 3.25 Formación Caramacate. Muestra Gu-14-25. Arenisca micritica. A y B) Abundantes fragmentos de roca volcánica y arenisca fina, micrita, plagioclasa y óxidos de Fe, NP (A) y NC (B). C) Fragmento de roca con borde micritizado

❖ Contactos de la unidad

- Al noroeste y suroeste de la región de San Juan de Los Morros suprayace en inconformidad sobre los terrenos Villa de Cura y San Sebastián. En contacto tectónico a través de la falla de La Puerta con el Granofel de Santa Isabel al norte de San Juan de Los Morros. (fig. 3.26)

- Infrayace concordantemente con la Formación Guaiquera al noroeste de San Juan de Los Morros y suprayace en hiatus a la Formación Morros del Faro.
- En La región de San Sebastián, la unidad suprayace sobre la Lava de Las Hermanas en relación de inconformidad y en contacto de hiatus con la Formación Escorzonera. En contacto tectónico a través de la Falla de La Puerta con el Granofel de Santa Isabel, y mediante El corrimiento de Cantagallo con el Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina.

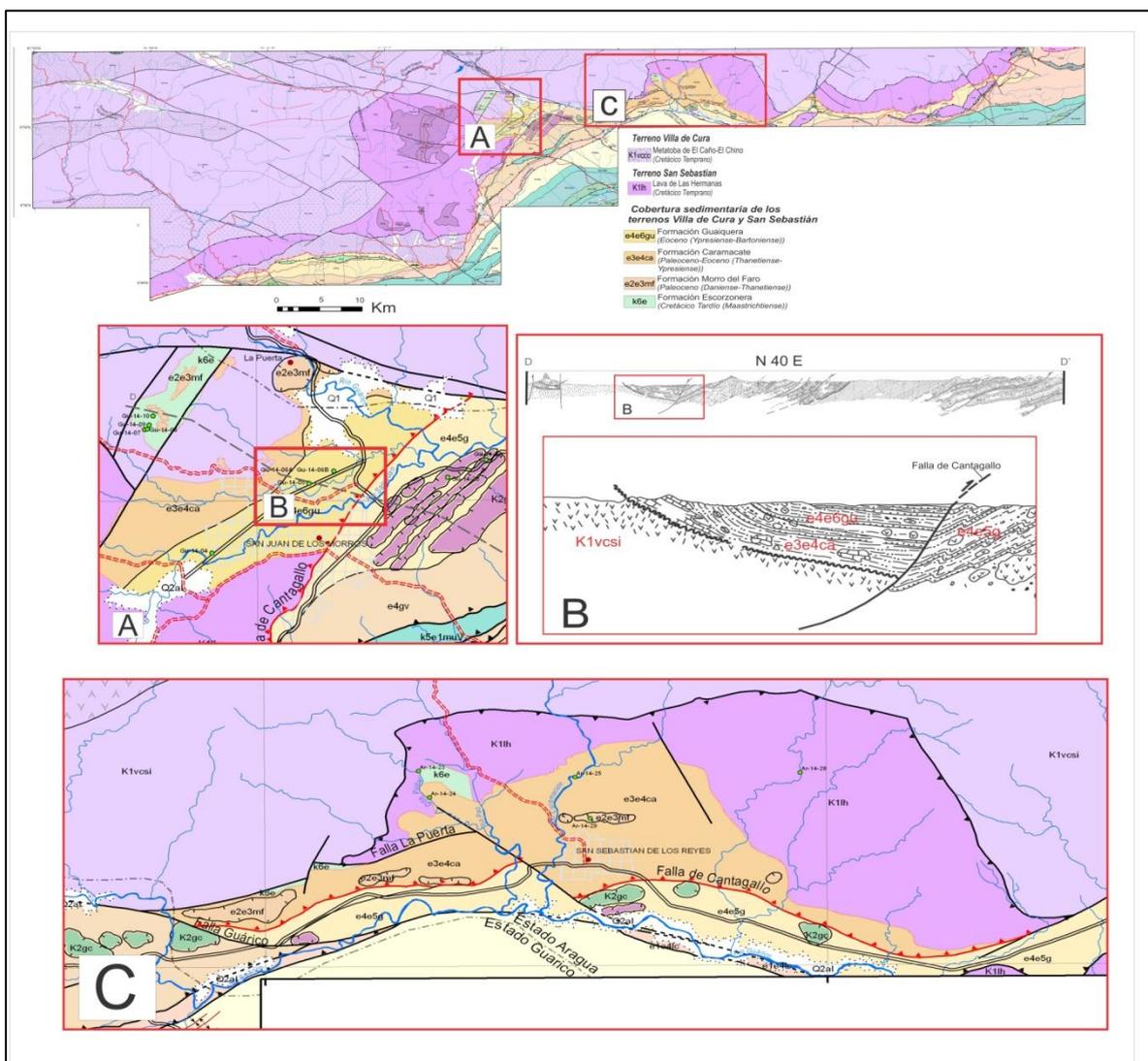


Figura 3.26 Mapa generalizado de la zona de estudio (anexo XVIII). A) Distribución de las formaciones Guaiquera y Caramacate en la región de San Juan de Los Morros. B) Sección de corte DD' donde se indica la relación de contacto de las formaciones Guaiquera y Caramacate, y las unidades que lo circundan. Tomada y adaptada de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990). C) La Formación Guaiquera en la Región de San Sebastián.

3.3.2.3. Formación Morro del Faro

Tabla 3.21. Tipos litológicos muestreados en la Formación Morro del Faro

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis Petrográfico
Formación Morro del Faro	Caliza lodosa (packestone - wackestone) / Biomicrita esparcida	Gu-14-07	Base del Morro del Faro, San Juan de los Morros	SI
	Caliza	Gu-14-10		NO
	Caliza	Ar-14-29	La Gruta de Lourdes, San Sebastián de Los Reyes.	NO

❖ Características en campo

En el trabajo de campo se visitaron dos localidades donde aflora la Formación Morro del Faro. La parada Gu-14-07 y Gu-14-10 en la base oeste del Morro del Faro en San Juan de Los Morros y la parada Ar-14-29 en La Gruta de Lourdes al norte de San Sebastián de Los Reyes.

En la base del Morro del Faro, se observan grandes bloques de decámetros de caliza masiva caídos. Uno de ellos tiene 10 m de ancho y 4 m de alto ubicado en la ruta de ascenso a la base del Morro del Faro, producto de desprendimientos desde el morro (fig. 3.27). De este bloques se tomo la muestras Gu-14-07, la cual fue definida en campo como caliza masiva, de color fresco gris claro, y color meteorizado marrón oscuro, pequeños fragmentos de restos fósiles, aparentemente de bivalvos, abundan vetas de calcita. Al llegar a la parada del morro se colecto una muestra de “terra rosa” en cavidades de la caliza, que corresponden a residuos de la disolución de la caliza. La caliza tiene gran contenido de extraclastos, algunos notoriamente disueltos, de color marrón claro a rosado. Los extraclastos son de 1 a 2 mm, se observan restos de fósiles meteorizados de bivalvos y otros no diferenciables, así como disolución posiblemente de los fósiles.

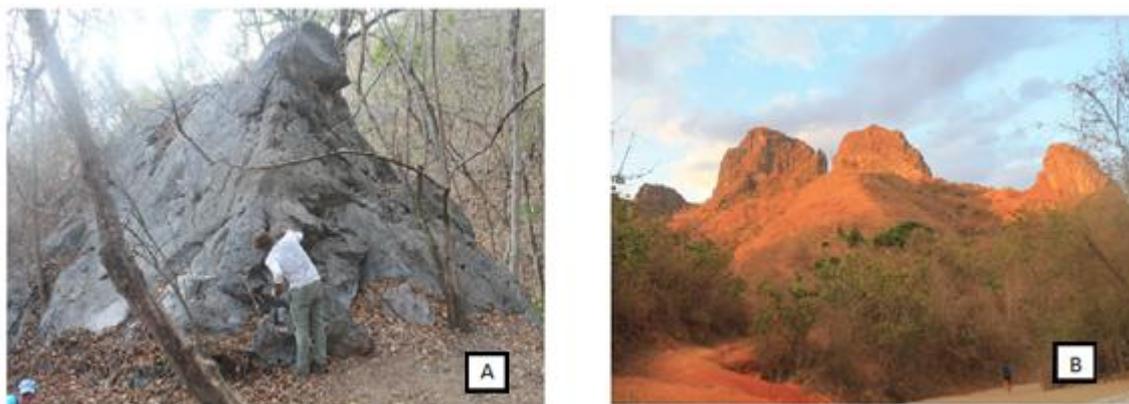


Figura 3.27 Formación Morro del Faro. Paradas Gu-14-07 y Gu-14-10. Base de Morro El Faro. A) Bloque de caliza con estriaciones tipo karstico. B) Vista del Morro del Faro.

En La Gruta de Lourdes, al norte de la ciudad de San Sebastián de los Reyes, en el cerro Vallecito o Tambor se observa un megaolistolito de la Formación Morro del Faro de caliza de color blanca a gris, muy brechada rellenas también de material carbonático. El megaolistolito se encuentra rodeado de la Formación Caramacate.

❖ Análisis petrográfico

Se analizó una muestra correspondiente a un caliza lodosa (packestone - wackestone) / biomicrita esparcida, y se obtuvo que esta compuesta por 30% de aloquímicos, 67% de ortoquímicos y un 3% de extraclastos. En los aloquímicos se encuentran fragmentos de algas verdes, equinodermos, nummulites, gasterópodos y muy buenos fragmentos de corales bien preservados, en algunos puntos rellenos por aragonito, y micritizados (fig. 3.28). En los ortoquímicos resalta un alto contenido de micrita con un 63% y 3% de cemento de microespato alrededor de fósiles, de bajo magnesio (tabla 3.22). Los fósiles presentes indican un ambiente marino somero, cercano a la línea de costa, bajo un clima árido. A partir de esta composición se clasificó como una *caliza lodosa (packestone - wackestone) / biomicrita esparcida*.

Tabla 3.22. Composición mineralógica de Caliza lodosa (packestone - wackestone) / Biomicrita esparcida.

Muestra	Extrac.	Intrac.	Micrita	Microespato
Gu-14-07	3%	30%	64%	3%

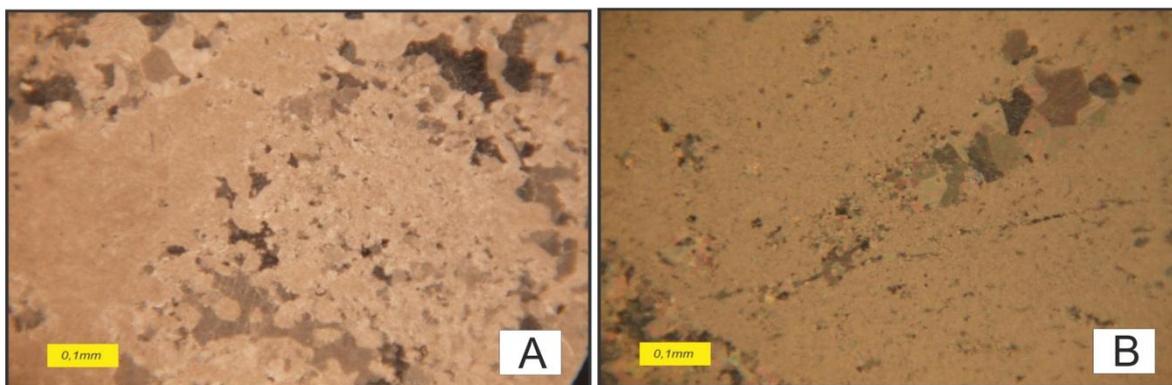


Fig. 3.28 Formación Morro del Faro. Muestra Gu-14-07. Caliza lodosa (packestone - wackestone) / biomicrita esparcida. A) Restos de corales relleno de micrita, NC. B) Micrita y espato.

❖ Contactos de la unidad

En la región de San Juan de Los Morros suprayace en contacto de inconformidad al Terreno de Villa de Cura (Granofel de Santa Isabel); En la base de Morro del Faro (localidad tipo) el contacto es de hiatus con la Formación Escorzonera (fig. 3.32A). En el sector de La Puerta la formación infrayace en relación de hiato a la Formación Caramacate y como olistolitos sobre la Formación Guaiquera.

En la región de San Sebastián la unidad aflora como un megaolistolito dentro de la Formación Caramacate.

3.3.2.4. Formación Escorzonera

Tabla 3.23. Tipos litológicos muestreados en la Formación escorzonera

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis Petrográfico
Formación Escorzonera	Caliza aloquímica arenosa	Gu-14-09	Base del Morro del Faro, San Juan de los Morros	SI
	Grauvaca Lítica	Ar-14-23	Qda. Pirital, San Sebastián de los Reyes.	SI

❖ Características en campo

Se recorrieron dos localidades donde aflora la Formación Escorzonera, las parada Gu-14-08 y Gu-14-09 en la base base del Morro del Faro en San Juan de los Morros y la parada Ar-14-3 en la Qda. Pirital en San Sebastián de los Reyes.

En la base del Morro del Faro, está conformado por una caliza con abundantes fósiles de gasterópodos, los cuales están rellenos de una matriz volcánica. Los fósiles corresponden a gasterópodos *Acteonella sp.*, tienen un diámetro de 2 cm aproximadamente. La roca es de color fresco gris claro, con zonas oscuras por la presencia de extraclastos volcánicos, y color meteorizado negra (fig. 3.29).

Siguiendo a lo largo del camino que sube hasta la base del Morro del Faro se observa una caliza oscura con abundante fragmentos de piroxéno y sin una orientación general de color fresco gris oscuro y color meteorizado marrón claro. Fragmentos de rocas volcánicas verdes y posiblemente cristales de piroxéno, todo los extraclastos son de 2 -5 mm aproximadamente. No se observan fósiles.

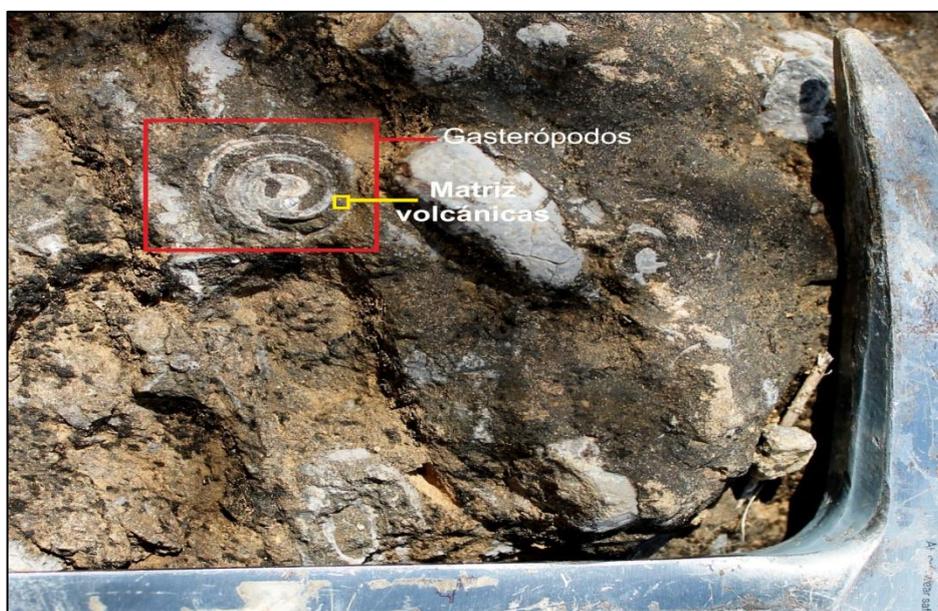


Fig. 3.29. Formación Morro del Faro. Parada Gu-14-08. Base de Morro del faro. Gasterópodo con matriz volcánica en su interior

Al final de la qda. Pirital, donde esta se hace estrecha, no se observan afloramientos, sino rodados que drena la quebrada como esquistos asociado a la unidad Granofel de Santa Isabel y arenisca de la Formación Escorzonera. La arenisca es de color fresco gris y color meteorizado marrón. Tamaño de grano medio, alto contenido de fragmentos lítico de roca verde, cuarzo, óxido y feldespato. Los granos son de aproximadamente 2 a 5 mm, redondeado y bien escogidos.

❖ Análisis petrográfico

Se analizaron dos muestras, correspondientes a una caliza aloquímica arenosa y wacka lítica, se obtuvo:

Carbonato de mezcla, compuesto por un 20 % de extraclastos, 30% de aloquímicos y 50% de ortoquímicos. En los aloquímicos resalta la presencia de algas daci cladacias, indicando un ambiente de baja energía, y profundidades no mayores a los 3 m, también se observan equinodermos, gasterópodos, bivalvos, pelecípodos, nummulites y foraminíferos bentónicos, estos últimos dentro de fragmentos de calizas de sedimentaciones previas, de edad más antigua a la roca en la cual se encuentra incluido e indicando una mayor profundidad por la sedimentación anterior de foraminíferos, escaso fragmentos de algas rojas coralinas. En los componentes extraclastos resaltan la presencia de grandes fragmentos de roca verde, volcánica, caliza y cristales de plagioclasa (tabla 3.24). En los ortoquímicos la roca se encuentra constituida principalmente de esparita, generada a partir de la precipitación de calcita de bajo magnesio en espacios vacíos, poca micrita. Se observan cementos sintaxial, granular mosaico y cubierta micrita, así como inversión homoaxial y heteroaxial. Todas estas características indican una diagénesis de aguas freáticas, la cual, posteriormente paso a la zona de subsaturación de aragonito (fig. 3.30). A partir de esta relación mineralógica se clasificó como una *caliza aloquímica arenosa*.

Tabla 3.24. Composición mineralógica de caliza aloquímica arenosa

Muestra	extraclastos			Intrac.	Fósiles	Micrita	Microespato	Poros
	Pl	Fr. Sed.	Fr. Vol.					
Gu-14-09	2%	3%	10%	20%	9%	5%	50%	1%

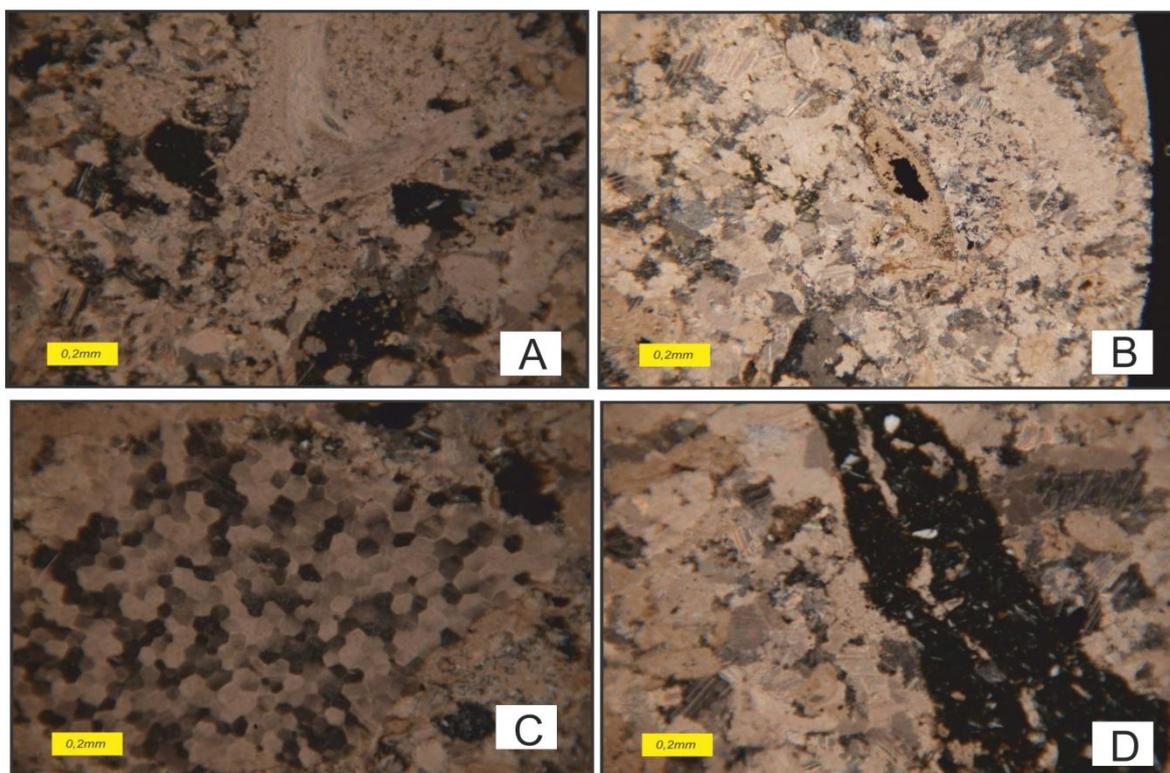


Figura 3.30 Formación Escorzonera. Muestra Gu-14-09. Caliza aloquímica arenosa. A y B) Restos fósiles y esparita, NP (A) y NC (B). C) Cemento mosaico, NC. D) Fragmento de roca volcánica, NC.

Arenisca de tamaño de grano de 0,4 a 7 mm, muy mal escogida, subredondeado, y contactos grano –matriz y grano-cemento (fig. 3.31). La roca se encuentra compuesta por un 70% de granos en los que resaltan plagioclasa (35%), fragmentos de roca volcánica como tobas (10%), cuarzo (5%) y anfíboles (5%); un 30% de matriz de caolín (15%), sílice (5%) y oxido (10%), 7% de cemento de Arcilla (5%), clorita (2%) y oxido (8%), (tabla 3.25). A partir de esta relación mineralógica se clasifico como una *Wacka lítica*.

Tabla 3.25. Composición mineralógica de wacka lítica

Muestra	Clastos (55%)				Matriz (30%)			Cemento (15%)		
	Pl	Anf	Qz.	Fr. Vol.	Caolín	Sílice	Oxido	Arcilla	Cl	Oxido
Ar-14-23	35%	5%	5%	10%	15%	5%	10%	5%	2%	8%

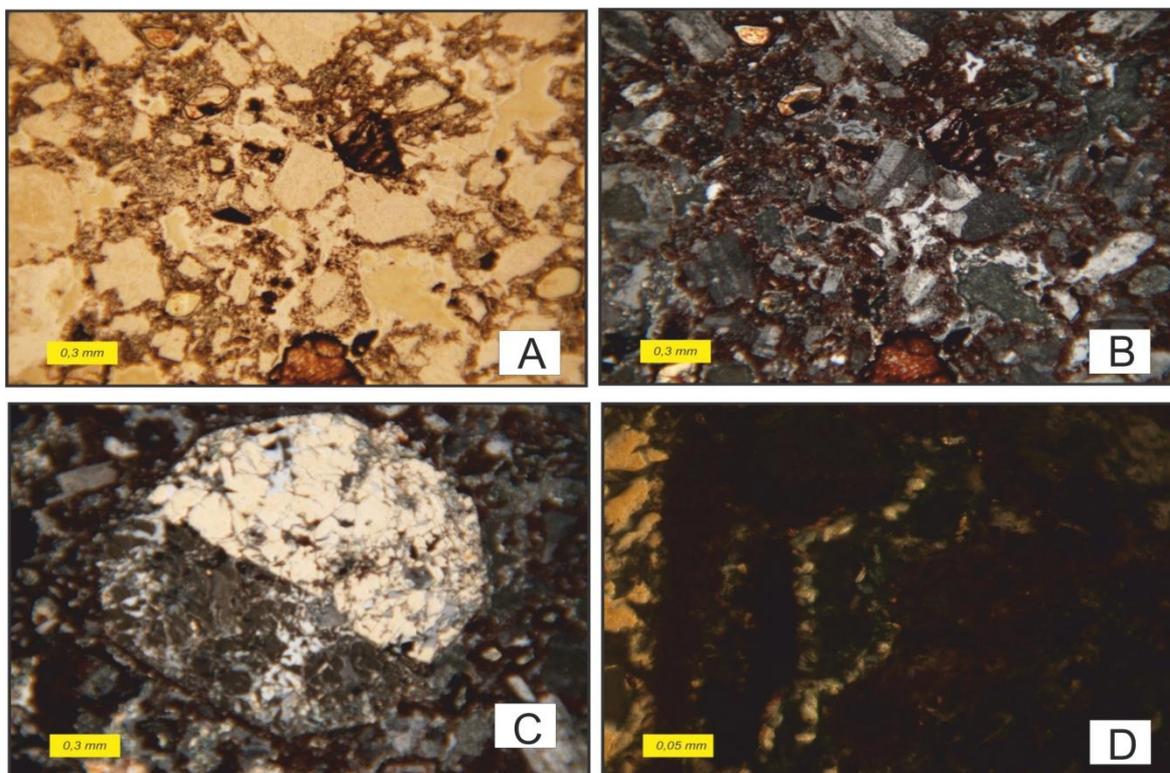


Figura 3.31 Formación Escorzonera. Muestra Ar-14-23. Wacka lítica. A y B) Componente de la muestra, NP (A), abundante contenido de plagioclasas y matriz arcillosa y óxido de Fe. C) Fragmento de plagioclasas alterando y con cemento de óxido, NC, D) cemento de illita cloritizándose

❖ Contactos de la unidad

En la región de San Juan de los Morros suprayace en relación de inconformidad sobre el Granofel de Santa Isabel e infrayace en relación de hiato a la Formación Morro del Faro, (anexo XXII) (fig. 3.32 A)

En San Sebastián de Los Reyes, en su sección tipo en el Cerro Escorzonera suprayace en relación de inconformidad sobre la Lava de Las Hermanas e infrayace en relación de hiato con la Formación Caramacate: y en contacto tectónico a través de la falla de La Puerta con el Granofel de Santa Isabel.

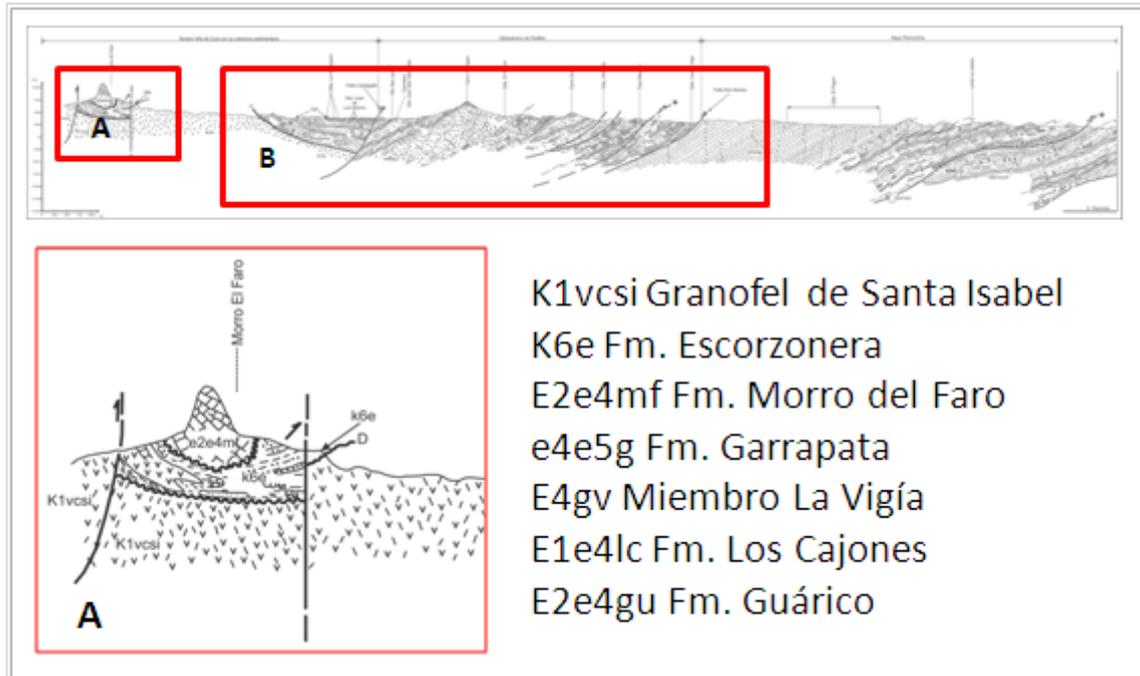


Figura 3.32 Corte D-D'. A) Contacto de la Formación Escorzonera discordante con la Formación Morro del Faro e Inconforme con Granofel de Santa Isabel. Tomado y adaptado de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990)

3.3.3 Olistostromo de Platillón

3.3.3.1. Formación Garrapata

Tabla 3.26. Tipos litológicos muestreados en la Formación Garrapata

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis Petrográfico
Formación Garrapata (s.s)	Arenisca lítica	Gu-14-18	Río Para Para, sector Los Flores.	NO
	Conglomerado polimíctico	Gu-14-20	Cerro Garrapata	SI
	Caliza cristalina (granstones) - Oolita.	Gu-14-21a	Caserío Agua Sabana	SI
	Caliza	Gu-14-21b		NO
		Gu-14-21c		NO
Arenisca	Gu-14-22	Caserío La Cumbre	NO	

❖ Características en campo

Se visitaron cuatro localidades donde afloran dicha unidad. La parada Gu-14-18 en el río Parapara en el sector Los Flores; la parada Gu-14-20 en el Cerro Garrapata; y las

paradas Gu-14-21 Gu-14-22 en los caseríos Agua Sabana y La Cumbre, todos en el estado Guárico, y las tres últimas localidades en la cercanía de San Juan de los Morros.

A lo largo del río Parapara en el sector Las Flores, se observa capas de arenisca de grano medio, lítica y con orientación N30E75N, de color fresco de gris a negro, y color meteorizado marrón. Fragmentos de roca volcánica negra y verde, plagioclasa y moderadas cantidades de cuarzo. Los granos son de 2 a 3 mm, subangulosos.

En el Cerro Garrapata o Cerro Pariapán (fig. 3.33A), localidad tipo de la unidad donde toma su nombre, hay una zona donde una típica meteorización esferoidal libera “bolas” con un diámetro de 0,7 a 1 m, descritos en campo como conglomerados polimíctico, compuestos en su mayoría por granos líticos de rocas volcánicas (lava y toba), roca verde, restos de arenisca lítica y caliza, de tamaños de 2 a 10 cm.

En el caserío Agua Sabana, respectivamente en la zona baja del cerro La Cumbre se observaron una serie de bloques angulosos de caliza, arenisca y gabra, Se colectaron tres muestras, las cuales fueron descritas en campo como:

Muestra Gu-14-21a es una caliza de color fresco gris y color meteorizado marrón claro, no se observan restos fósiles. Grano fino a medio, con moderada cantidad de restos líticos de roca verde y negra, también resaltan mineralógicamente anfíbol orientados, feldespato, mica y óxidos.

Muestra Gu-14-21b caliza de color fresco gris claro a blanco, color meteorizado negro, compacta de grano grueso, en la que no se observan restos fósiles y extraclastos. Vetas de calcita.

Muestra Gu-14-21 es una caliza de color fresco gris a blanco, y color meteorizado de marrón a negro, compacta de grano fino, en la que no se observan restos fósiles y escasos extraclastos de rocas negras. Pequeñas vetas de calcita.

En la carretera próxima al caserío La Cumbre (fig. 3.33B), se observan afloramientos de arenisca sin una evidente orientación, con color fresco negro azulado y color meteorizado marrón. De grano grueso, con niveles conglomeráticos con grano de rocas volcánica entre

0,5 y 1 cm. La arenisca es lítica de grano bien redondeado y tamaño de 1 a 2 mm, se distinguen resto de roca volcánica, anfíbol y mica.

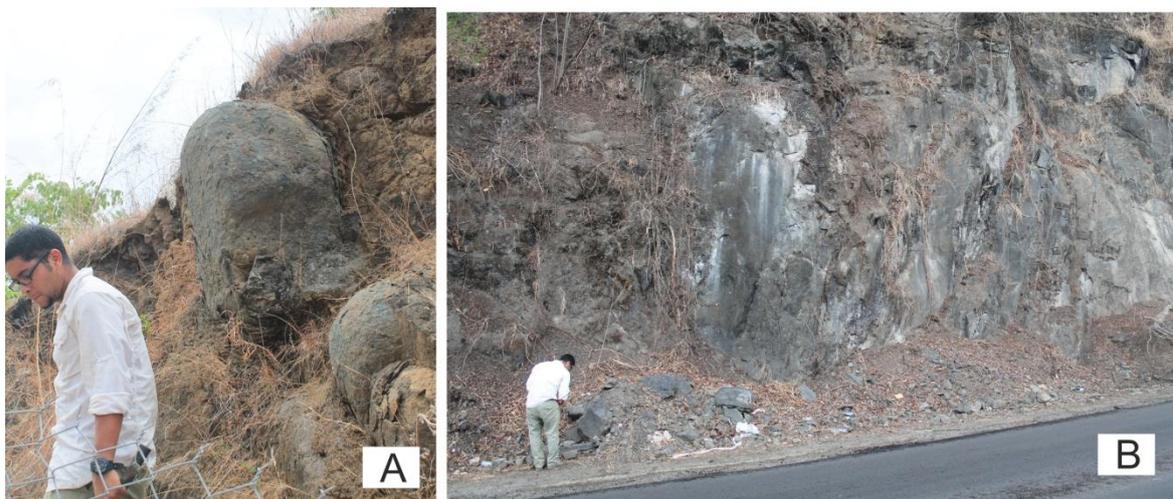


Figura 3.33 Formación Garrapata. Paradas Gu-14-20 y Gu-14-21. A) Bloques redondeados de conglomerado polimíctico en el Cerro Garrapata, producto de meteorización esferoidal. B) Afloramiento de arenisca en carretera próxima al caserío La Cumbre

❖ **Análisis petrográfico**

Se analizaron dos muestras, correspondientes a un conglomerado polimíctico y una caliza cristalina (granstones) – oolita, se obtuvo:

Conglomerado con gránulos que van de 2 a 5 mm, se observa moderadamente escogido y subredondeado, los contactos en su mayoría longitudinales, seguidos de grano-cemento y cóncavos-convexos. Constituido por un 82% de clastos en su mayoría fragmentos de roca volcánica y plutónica, así como escasos restos de roca sedimentaria (fig. 3.34). Una 8% de matriz arenosa y limosa; 5% de cemento de arcilla y 5 % de porosidad (tabla 3.27). A partir de esta relación mineralógica se clasificó como un *conglomerado polimíctico*.

Tabla 3.27. Composición mineralógica de un conglomerado polimíctico.

Muestra	Clastos (82%)			Matriz	Cemento	Porosidad
	Fr. Sed.	Fr. Plut.	Fr. Volc.			
Gu-14-20	10%	30%	42%	8%	5%	5%

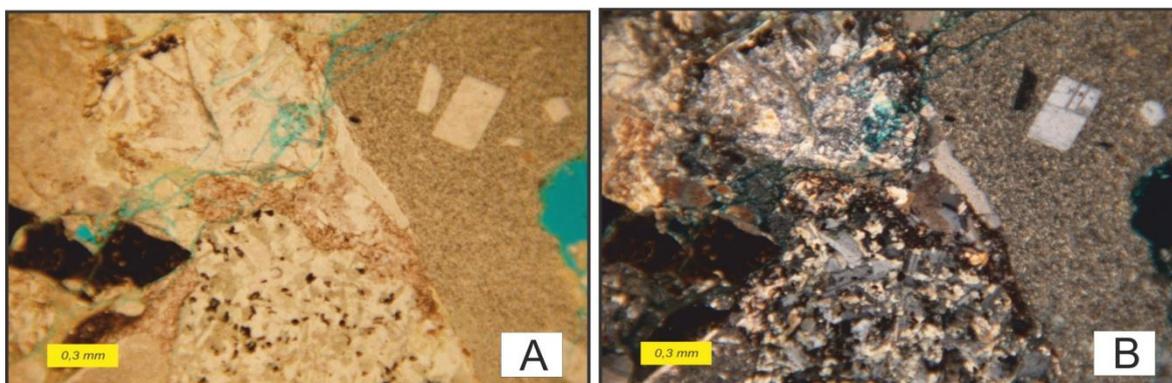


Figura 3.34 Formación Garrapata. Muestra Gu-14-20. Conglomerado polimíctico. A y B) Componente de la muestra, NP (A) y NC (B), fragmento de roca volcánica alteranda y arenisca fina.

Carbonato constituido por un 40% de aloquímicos que en su mayoría son generados en facies oolitas dentro de la cuenca, a partir de restos de extraclastos, equinodermos y bivalvos; 57% de ortoquímicos, en proporciones similares en micrita y espato, y menor cantidad de microesparita (tabla 3.28). La muestra indica un ambiente de baja salinidad, cuenca somera de máximo 3 m de profundidad (fig. 3.35). A partir de esta relación mineralógica se clasificó como una *caliza cristalina (granston) - oolita*.

Tabla 3.28. Composición mineralógica de Caliza cristalina (granstones) - Oolita.

Muestra	Extrac.	Intrac.	Fósiles	Micrita	Espato
Gu-14-21a	3%	10%	30%	20%	37%

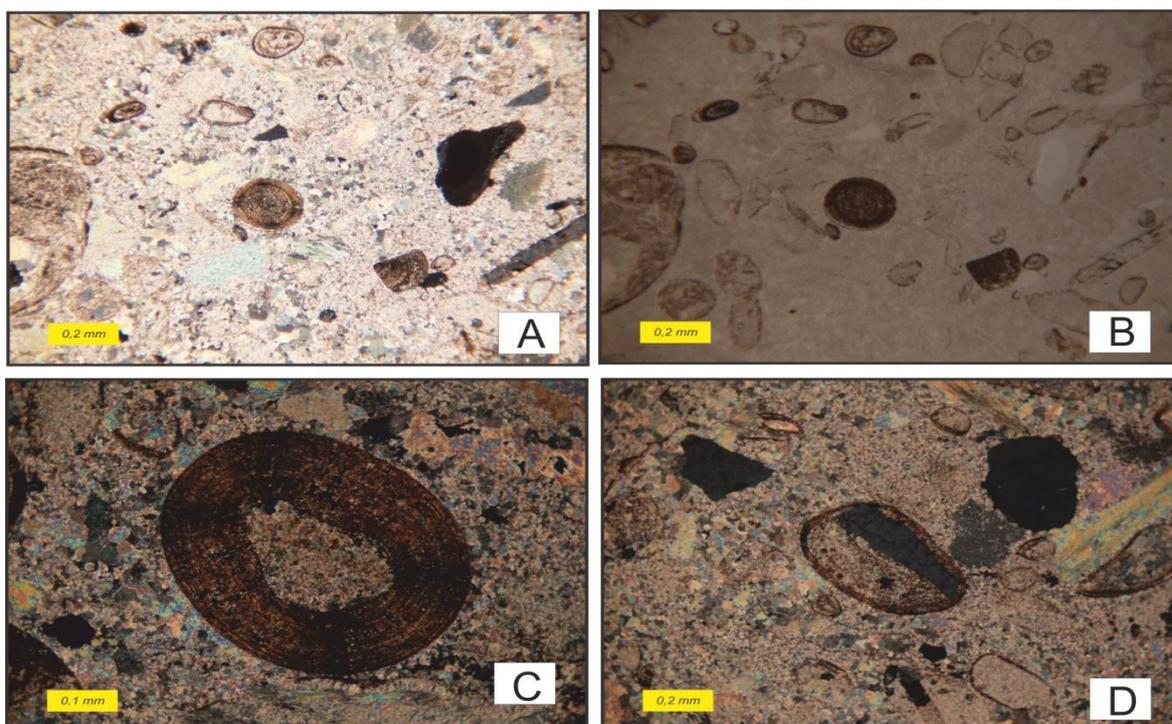


Figura 3.35 Formación Garrapata. Muestra Gu-14-25. Caliza cristalina (granston) - oolita. A y B) Componente de la muestra, NP (A) y NC (B), gran contenido de micrita y olitas. C) Oolita formada a partir de fragmento carbonatico, NP. D) Oolita formada a partir de fragmentos de roca, y cuarzo monocristalino.

❖ Contactos

Se encuentra generalizado en contacto concordante con la Formación Los Cajones y Miembro La Vigía; y tectónico a través de la Falla de Cantagallo con los terrenos de Villa de Cura y San Sebastián, así como su respectiva cobertura sedimentaria.

3.3.3.2. Miembro La Vigía

Tabla 3.29 Tipos litológicos muestreados en el Miembro La Vigía

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis Petrográfico
Miembro La Vigía	Wacka lítica	Gu-14-16	Sector El Recreo	SI
	Conglomerado polimíctico	Gu-14-17		NO

❖ Características en campo

En el sector El Recreo próximo al poblado Cantagallo, parada Gu-14-16 (fig. 3.36A), se observa en un corte de carretera una alternancia de capas de arenisca y limolita con orientación N57E60N. La arenisca es de grano medio, subangulosa, con moderada presencia de granos líticos, plagioclasa, cuarzo, mica blanca y óxido, leve efervescencia.

Al borde de la carretera próxima al poblado El Recreo, parada Gu-14-17 (FIG. 3.36 B y C), se observó un paraconglomerado polimíctico, el cual se encuentra sobre capas de lutita alternadas con chert de unos 5 a 10 cm, con orientación N10E5N.

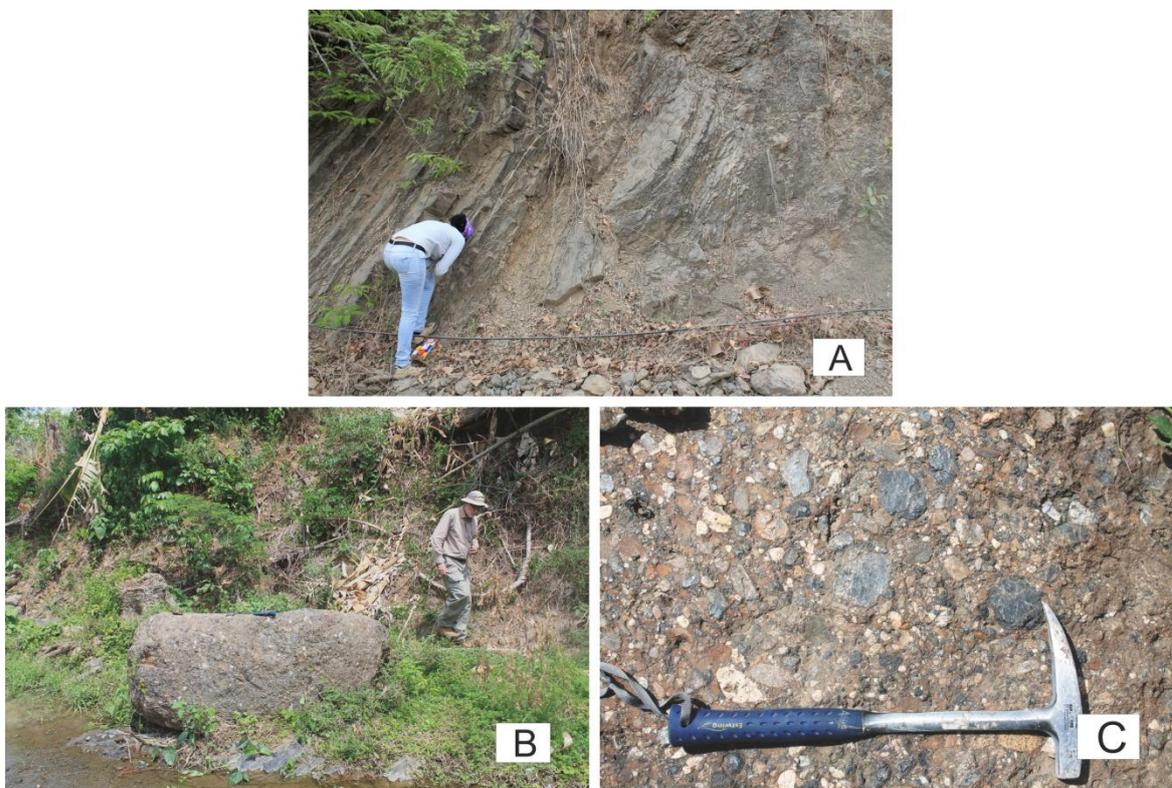


Figura 3.36 Miembro La Vigía. Paradas Gu-14-16 y Gu-14-17. Sector El Recreo. A) Alternancia de areniscas-limolita en el sector el Recreo, B) Conglomerado polimíctico, C) Detalle de la anterior, donde se observan fragmentos de rocas volcánicas y chert.

❖ Análisis petrográfico

Se analizó una muestra correspondiente a una Grauvaca lítica, y se obtuvo:

Arenisca con tamaño de grano de 2 a 3 mm, medianamente escogida y subángular. Los contactos son puntual, longitudinal, grano –matriz y grano-cemento. La roca se encuentra compuesta por un 62% de granos en los que resaltan plagioclasa (22%), cuarzo monocristalino y policristalino (18%), fragmentos de roca volcánica como tobas (15%), fragmentos de roca sedimentaria (3%) y dolomita (4%); un 30% de matriz de caolín (20%), sílice (8%) y óxido (2%), 8% de cemento de illita (5%), clorita (2%) y óxido (1%) (tab. 3.30). Se observan procesos como ilitización, cloritización y dolomitización posiblemente debido a la alteración de la plagioclasa y la roca volcánica, indicando un proceso de soterramiento profundo e incipiente metamorfismo (fig. 3.37). A partir de esta relación mineralógica se clasificó como una *Grauvaca Lítica*.

Tabla 3.30. Composición mineralógica de una Grauvaca Lítica

Muestra	Clastos (62%)					Matriz (30%)			Cemento (8%)		
	Pl	Qz	Fr. Sed.	Fr. Volc.	Dolomita	Caolín	Qz	Óxidos	Ilita	Chl	Oxido
Gu-14-16	22%	18%	3%	15%	4%	20%	8%	2%	5%	2%	1%

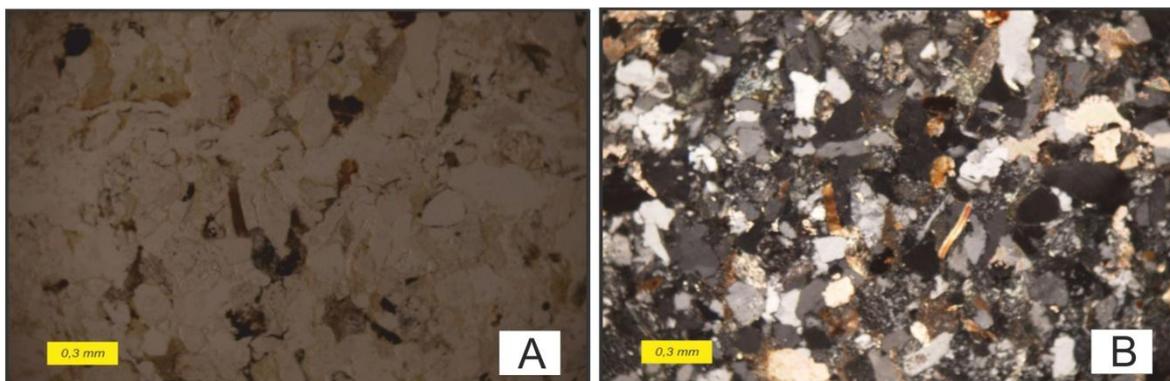


Figura 3.37 Miembro La Vigía. Muestra Gu-14-16. Grauvaca Lítica. A y B) Componente de la muestra, NP (A) y NC (B), cuarzo mono y policristalino, plagioclasa, illita, matriz arcillosa.

❖ Contactos de la unidad

Se encuentra en contacto concordante con la Formación Los Cajones y Miembro La Vigía; y tectónico a través de la Falla de Cantagallo con los terrenos de Villa de Cura y San Sebastián, así como su respectiva cobertura sedimentaria. Se llegó a un punto donde se ubica el contacto tectónico correspondiente al corrimiento de Cantagallo, se observó el contacto de falla entre el Miembro La Vigía y la Lava de las Hermanas, en el río Parapara.

3.3.3.3. Caliza de El Caliche

Tabla 3.31 Tipos litológicos muestreados en la unidad Caliza de El Caliche

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis Petrográfico
Caliza de El Caliche	lodolita – caliza (mudstone - wackestone) / Micrita fosilífera	Gu-14-11a	Fila El Caliche, al norte del poblado La Musiuera.	NO
		Gu-14-11b		SI

❖ Características en campo

Al norte de la población La Musiuera, en la carretera que corta a la fila El Caliche, parada Gu-14-11 (fig. 3.38), se observa dicha topografía de color blanco que la hace resaltar, esto debido a que está conformado por una caliza, la cual se presenta en dos capas diferenciadas por su coloración y contenido extraclastos. Las capas se alternan y van aumentando de espesor hacia el oeste de 2, 5 cm a 12 cm, se orienta N80E75N. la alternancia sugiere un posible origen turbidítico.

Una de las capas de caliza de las alternancias es de un color fresco gris claro y color meteorizado marrón claro, masiva en la que no se observan restos fósiles. Al realizar el lavado con HCl al 10% se observa una proporción moderada de extraclastos de fino a medio. La otra parte de la alternancia de la caliza, es de color fresco marrón claro, y color meteorizado de marrón claro a marrón oscuro, masiva, no se observan restos fósiles, y al realizar el lavado con HCl al 10 % se valoró una composición muy baja de extraclastos de tamaño fino.

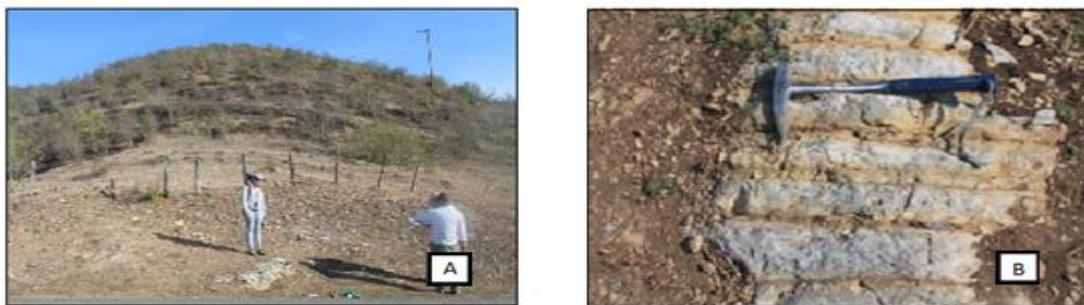


Figura 3.38 Caliza de El Caliche. Parada Gu-14-11. Fila El Caliche, al norte del poblado La Musiuera. A) Fila El Caliche. B) Alternancia de caliza laminada, con alto contenido de extraclastos.

❖ Análisis petrográfico

Se analizó una muestra correspondiente a un lodolita – caliza lodosa (mudstone - wackestone) / micrita fosilífera / micrita fosilífera, y se obtuvo:

Caliza pelágica, típica del Cretácico, bandeada y con fracturas rellenas de calcita de bajo magnesio. Constituida por un 15 % de aloquímicos, que en su totalidad son foraminíferos plantónicos de tipo globigerinidae (fig. 3.39); un 85% de ortoquímicos en su

totalidad micrita y lodo carbonático (tabla 3.32). A partir de esta relación mineralógica se clasificó como una *lodolita – caliza lodosa (mudstone - wackestone) / micrita fosilífera*.

Tabla 3.32. Composición mineralógica de un lodolita – caliza lodosa (mudstone - wackestone) / Micrita fosilífera

Muestra	Extrac.	Intrac.	Micrita
Gu-14-11b	1%	14%	85%

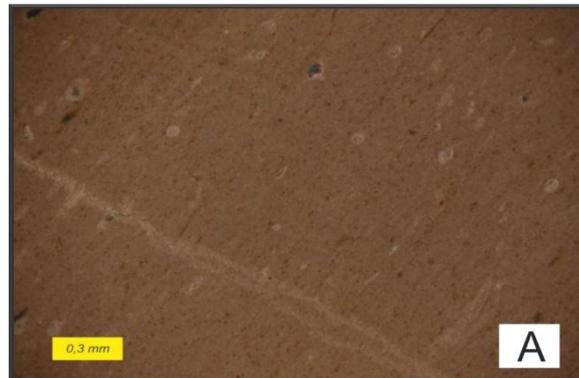


Figura 3.39 Caliza de El Caliche. Muestra Gu-14-11b. Lodolita – caliza lodosa (mudstone - wackestone) / micrita fosilífera. A) Componente de la muestra, NP. Foraminíferos y fracturas rellenas de calcita de bajo magnesio

❖ Contactos de la unidad

Se encuentra en contacto de falla inversa con la Formación Garrapata y el Miembro La Vigía, como lonja tectónica emplazada entre dichas unidades. (fig.3.40)

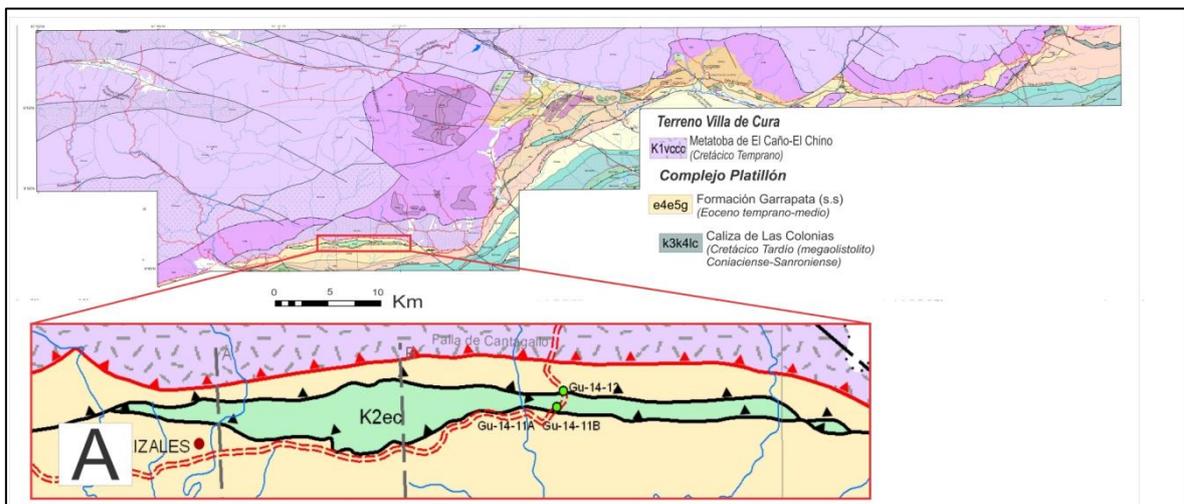


Figura 3.40. Mapa generalizado de la zona de estudio (anexo XVIII). A) Cuerpo de la Caliza de El Caliche incluido dentro de la Formación Garrapata.

3.3.3.4. Formación Los Cajones

Tabla 3.33 Tipos litológicos muestreados en la Formación Los Cajones

Unidad	Tipo Litológico	Muestra	Localidad de recolección de muestra	Análisis Petrográfico
Formación Los Cajones	Grauvaca lítica	Ar-14-26	Qda. Gamelotal, poblado Valle Morín.	SI

❖ Características en campo

En la qda. Gamelotal, se realizó la parada Ar-14-26 (fig. 3.41), afloran alternancias de lutitas con capas de arenisca de 0,5 a 1,5 m de espesor. También hay material caótico de cantos redondeados de 10 a 30 cm y con distintos niveles conglomeráticos. Orientación general N45W55S.

La arenisca es fina, con varios niveles conglomeráticos, los cuales indican sedimentación caótica durante distintos pulsos. Se observan pulsos conglomeráticos con cantos de 1 y 2 cm, y hasta 30 cm de fragmentos líticos de roca volcánica verde, gabro, cuarzo, plagioclasa, bien redondeados.



Figura 3.41 Formación Los Cajones. Parada Ar-14-26. Qda. Gamelotal. A) Alternancia de areniscas y lutitas, B) Cantos redondeados de rocas volcánicas de 15 cm, C) Niveles conglomeráticos y D) Cantos de rocas volcánicas de los niveles conglomeráticos dentro de la arenisca

❖ **Análisis petrográfico**

Se analizó una muestra correspondiente a una grauvaca lítica, y se obtuvo:

Arenisca de tamaño de grano de 2 a 3 mm, medianamente escogida, subredondeada, y contactos grano –matriz, grano-cemento y puntual. La roca se encuentra compuesta por un 65% de granos en los que resaltan plagioclasa, cuarzo monocristalino y policristalino, fragmentos de roca volcánica como tobas, fragmentos de roca sedimentaria y dolomita; un 28% de matriz de caolín, sílice y oxido, 7% de cemento de illita, clorita y oxido (tabla 3.34). En la muestra se observa un remplazo en las plagioclasas y fragmentos volcánicos por calcita y dolomita, utilización y clarificación de la matriz arcillosa (fig. 3.42). A partir de esta relación mineralógica se clasificó como una *Grauvaca lítica*.

Tabla 3.34. Composición mineralógica de una grauvaca lítica

Grauvaca Lítica											
Muestra	Clastos (65%)					Matriz (28%)			Cemento (7%)		
	Pl	Qz	Fr. Sed.	Fr. Volc.	Dolomita	Sílice	Caolín	Oxido de Fe	Illita	Chl	Oxido
Gu-14-26	25%	20%	3%	15%	2%	10%	15%	3%	4%	2%	1%

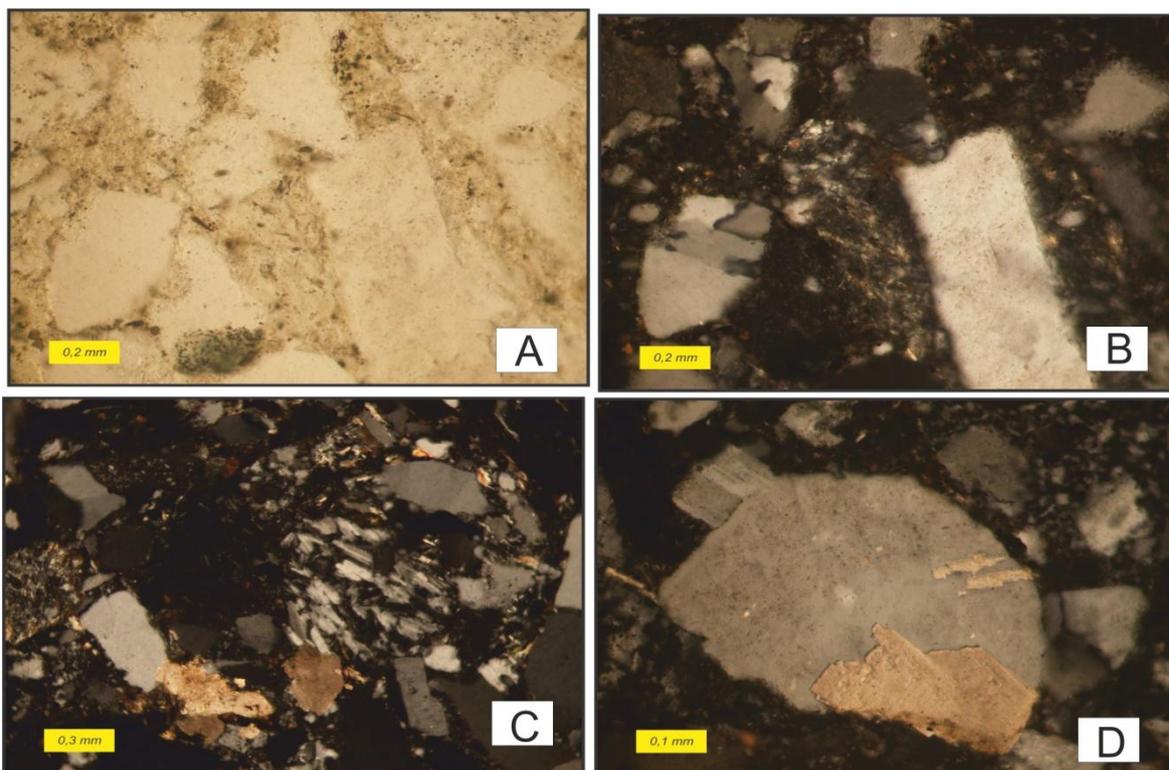


Figura. 3.42 Formación Los Cajones. Muestra Gu-14-25. Grauvaca lítica. A y B) Plagioclasa, cuarzo monocristalino, matriz de caolín, NP (A), NC (B). C) Fragmento de roca volcánica, D) Dolomitización.

❖ Contactos de la unidad

Se encuentra en contacto: concordante con la Formación Los Cajones y el Miembro La Vigía; y tectónico a través de la Falla de Cantagallo con los terrenos de Villa de Cura y San Sebastián, así como su respectiva cobertura sedimentaria.

Con las formaciones Mucaria y Guárico (Napa Piemontina), a través de la Falla de Don Alonso, dicho contacto al oeste es de falla inversa y hacia el este es de alto ángulo.

3.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La región en estudio se puede dividir en unidades de naturaleza alóctona o para autóctona.

El alóctono corresponde a la Faja de Villa de Cura (los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, y a su cobertura sedimentaria), constituye un conjunto de escamas transportadas hacia el sureste. Como estructuras regionales se tiene a la Falla de Guárico y la Falla de La Puerta, así como un conjunto de subsistemas paralelos asociados a estas fallas.

La cobertura sedimentaria se encuentra en relación de inconformidad sobre los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, consisten en rocas sedimentarias poco deformadas. La Faja de Villa de Cura alóctona cabalga sobre las series para autóctonas a través de la Falla de Cantagallo.

El para autóctono se constituye por el Complejo de Platillón y la Napa Piemontina (anexo XXI), se caracteriza por tener un estilo de deformación con pliegues isoclinales de corta longitud de onda, las capas con buzamiento norte-noreste, cortadas por algunas fallas transcurrentes dextrales de poco desplazamiento lateral, pertenecientes a los sistemas de rumbo noroeste - sureste y este - oeste (fig. 3.43B), presentando una vergencia hacia el sur. En la Napa Piemontina se observan corrimientos imbricados, en el cual estratos más antiguos se superponen repetidamente sobre los más jóvenes.

En carácter regional el Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina se encuentran en contacto tectónico a través de la falla de Don Alonso, y sobre estas cabalga a través de la Falla de Cantagallo la Faja de Villa de Cura.

3.4.1. Pliegues

En el terreno de Villa de Cura, al sur de Casupito se observan una serie de pliegues, antiformes y sinformes con eje este - oeste, de aproximadamente 16 km, dentro de la unidad Granofel de Santa Isabel.

El gran cuerpo ultramáfico del Gabro de Chacao en el poblado Camburito, probablemente representa estructuralmente un sinforme, con orientación del eje norte – sur y de aproximadamente 8 km.

La Napa Piemontina presenta un estilo general de deformación de pliegues isoclinales de corta longitud. A unos 20 km al este de San Juan de Los Morros hay una serie de anticlinales y sinclinales, con orientación general de su eje de noroeste – sureste y de 1 a 2 km de extensión, dentro de la Formación Guárico. (fig. 3.44)

3.4.2. Fallas de corrimiento en la Napa Piemontina

Al este de la población de Cantagallo se observa corrimientos imbricados, en los cuales señala BELL (1968), los estratos más antiguos se superponen repetidamente sobre los más jóvenes, en una serie de “lonjas tectónicas”. Estas fallas buzcan hacia el norte y registran movimientos a través de los planos estratigráficos, las interpretaciones indican que la época de movimiento la Formación Mucaria se encontraba más endurecida que la Formación Guárico, generando el fallamiento y deslizamiento. (fig. 3.43)

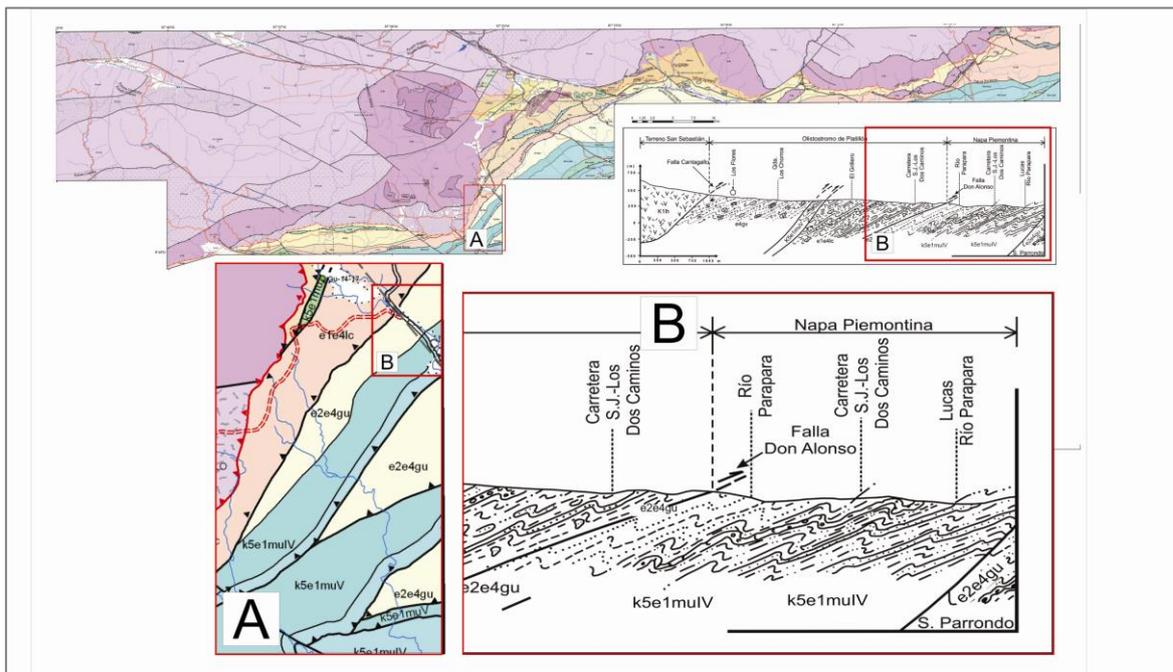


Figura 3.43 Mapa generalizado de la zona de estudio (anexo XVIII). A) al sureste de Cantagallo se observan fallas de corrimiento en la Napa Piemontina. B) Segmento de sección transversal C-C' donde se muestra la relación de las fallas de corrimiento en la Napa Piemontina. Secciones tomadas y modificadas de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990).

3.4.3. Falla de Cantagallo

La falla de Cantagallo tiene un orientación general este – oeste, variando entre el este de Cantagallo y San Juan de Los Morros que cambia a noreste – suroeste. Se extiende por toda la zona de estudio, poniendo en contacto las fajas Villa de Cura y Piemontina. JARVIS (1966) señala que la naturaleza de la falla de Cantagallo es de corrimiento de ángulo bajo con buzamiento hacia el norte. En el trabajo de campo se recorrió el río Parapara, llegando a un punto donde se ubica dicha falla de Cantagallo. Allí se observó el cambio litológico del Miembro La Vigía y la Lava de Las Hermanas.

3.4.4. Fallas

La falla de La Puerta (CAMPOSANO 1983), es dextral, con rumbo aproximado noroeste – sureste, y un desplazamiento de aproximadamente 2 km y corta las unidades del terreno de Villa de Cura.

La Falla de Guárico, es dextral con un rumbo similar al río Guárico, de N30W. Presenta un desplazamiento de aproximadamente 6 km. La Falla de Guárico corta los terrenos Villa de Cura y San Sebastián. (fig. 3.44)

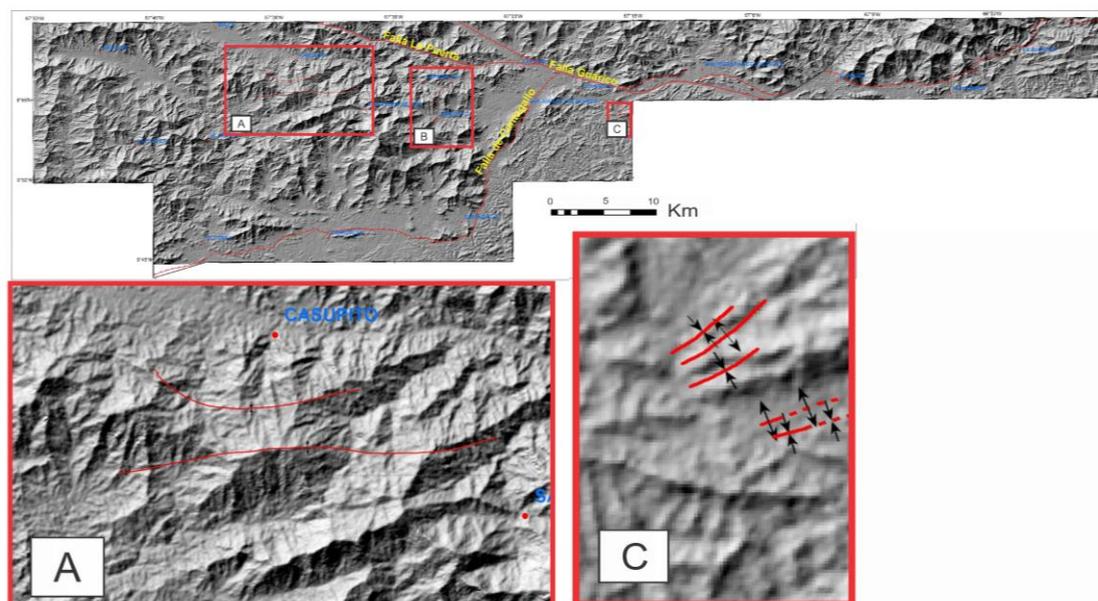


Figura 3.44 Sección generalizada de la zona de estudio en el DEM a 30 m, al norte fallas Guárico y La Puerta. A) Pliegues en el Terreno Villa de Cura. C) Pliegues al este de San Juan de Los Morros en la Napa Piemontina.

4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES

A partir del análisis petrográfico de las muestras recolectadas, las relaciones de campo, la cartografía geológica derivada de la integración de la zona de estudio, se presentara en este capítulo las interpretaciones pertinentes, así como la historia geológica de la zona.

4.1. INTERPRETACIONES CARTOGRÁFICAS

La zona de estudio se trabajó en función de cinco conjuntos de unidades (terrenos, cobertura sedimentaria, olistostromos y napa) (fig. 4.1), asociadas entre sí por su origen. Estos conjuntos presentan gran complejidad en cuanto a la relación espacial, estratigráfica y estructural.

Las interpretaciones se basan en los aportes de diversos trabajos previos, la información recolectada en campo y el acoplamiento de dichas variables durante la integración cartográfica.

Los terrenos Villa de Cura y San Sebastián corresponden a las unidades más antiguas de la zona de estudio, son de origen alóctona, asociadas a un complejo arco de subducción al frente de la placa del Caribe, en un ambiente antearco (forarc). Estos terrenos se diferencian por el grado de metamorfismo, siendo AP-BT para el de Villa de Cura y muy bajo grado para San Sebastián.

En este trabajo se logró verificar a partir del análisis petrográfico y los datos de campo, la comunicación personal de R. HURTADO, quien plantea que los gabros de Chacao y Cantagallo instruyen la Lava de Las Hermanas, y no el Granofel de Santa Isabel, como aparece en cartografía previa.

La cobertura sedimentaria de los Terrenos Villa de Cura y San Sebastián, representa la sedimentación sobre el talud del arco volcánico insular, asociado a mares someros donde se depositó la sedimentación proveniente del arco, con una fuerte influencia carbonática y clástica. La cobertura sedimentaria representa un conjunto de unidades poco deformadas. Estas fueron cartografiadas como cobertura sedimentaria por AGUASUELOS INGENIERÍA

(1990). VIVAS & MACSOTAY (1997) la describieron. Ahora a partir de este trabajo de integración y actualización cartográfica se ha logrado plasmar para al dominio público la relación espacial de estas unidades en hojas a escala 25.000 y 100.000 km.

El Olistostromo de Platillón se depositó al frente del arco, en lo que sería el prisma de acreción, donde se fueron acuñando sedimentos mientras la placa del Caribe avanzaba hacia el este. Se generó una sedimentación caótica asociada al pie del talud epicontinental de la placa sudamericana, sobre la cual avanzan los terrenos aloctonos de Caribe. A partir del trabajo de campo se avaló la correspondencia de las formaciones Los Cajones y Garrapata al Olistostromo de Platillón en la región estudiada, así como su origen parautóctono.

El Olistostromo de Platillón se encuentra en relación de contacto tectónico a través de la Falla de Cantagallo con los terrenos Villa de Cura, San Sebastián y su respectiva cobertura sedimentaria. La cobertura sedimentaria suprayace en contacto de discordancia angular con los terrenos Villa de Cura y San Sebastián.

La Napa Piemontina corresponde a las unidades que se depositaron en surcos sobre la Placa Suramericana. A partir de la convergencia de las placas del Caribe y Suramérica se generó una antifosa donde se depositaron secuencias kilométricas de unidades de facies flysch y pelágica, bajo una sedimentación de cuenca profunda, evidenciando la fase final de la colisión del Caribe y la placa Suramericana, donde se originaron estos surcos. Estas secuencias de afinidad parautoctona están presentes en la región estudiada con las formaciones Mucaria y Guárico. La Napa Piemontina suprayace en relación de tectónica a través de la falla de Don Alonso con el Olistostromo de Platillón.

4.2. INTERPRETACIONES LITOLÓGICAS Y PETROGRÁFICAS

A partir de la descripción de muestras de mano y el análisis petrográfico de las rocas recolectadas en campo, se pudo determinar un patrón genético que indica la naturaleza de las unidades tanto ígneas, meta – ígnea y sedimentarias en estudio y su correspondencia en los procesos tectónicos – estratigráficos.

La zona de los gabros de Chacao y Cantagallo corresponde a gabros honblendicos – piroxénico, evidenciando una influencia tectónica en las zonas donde se recolectaron las muestras Gu-14-01 y Gu-14-15, al tener en su composición matrices protocataclásticas y cataclásticas.

El cuerpo de Gabro de Chacao tiene en su centro una subunidad denominada Zona de Diques, la cual se caracteriza por una serie de diques de pocos centímetros de espesor de basalto hornbléndico.

En la parada Gu-14-03 que corresponde a la roca caja del gabro, se encontró que corresponde a la Lava de Las Hermanas y no con Granofel de Santa Isabel como aparece en los mapas de GONZÁLEZ & PICARD (1971). A partir del análisis petrográfico igualmente se verificó la información de dicha relación.

En función de las muestras sedimentarias, se determinó de manera general la relación directa entre la sedimentación y la tectónica durante los procesos depositacionales.

La cobertura sedimentaria de los Terrenos Villa de Cura y San Sebastián, se generó a partir de la sedimentación en un ambiente marino sobre el talud del arco volcánico insular del Caribe, y el retrabajo de material carbonático y fragmentos líticos de rocas volcánicas. En el estudio se obtuvo que:

- Las areniscas poseen granos subredondeados, con alto contenido de fragmentos de rocas volcánicas y cristales de plagioclasa (bytonita – labradorita), obteniendo su clasificación como gravaca lítica (muestra Ar-14-23), lo cual coloca a la roca fuente en las islas emergidas, dichas muestras corresponden a la Formación Caramacate.

- En los carbonatos se obtuvieron caliza lodosa (packstone) y caliza cristalina (grainstones) (muestras Gu-14-07 y Ar- 14-24S, apéndice D) correspondientes a las formaciones Morro del Faro y Caramacate respectivamente. La caliza lodosa está compuesto principalmente por restos corales lo cual ubica en un ambiente depositacional de bancos carbonáticos de plataforma externa, y la caliza cristalina por fragmentos de algas verdes y bivalvos, así como extraclastos como fragmentos de plagioclasas y rocas

volcánica, evidenciando para ambas muestras un aporte del arco volcánico, así como un ambiente marino somero, de no más de 3 m de profundidad.

- Los carbonatos de mezcla de tipo arenisca micritica (muestras Gu-14-05 y Ar-14-05) y caliza aloquímica (muestras Gu-14-09) correspondientes a las formaciones Guaiquera, Caramacate y Escorzonera, tienen un alto contenido de granos líticos como fragmentos de plagioclasas y rocas volcánicas, así como una matriz carbonatica de micrita, esto evidencia una gran influencia de las variables tectónicas y el aporte del arco durante la depositación las unidades en el talud del arco.

El Olistostromo de Platillón forma parte del prisma de acreción de los terrenos alóctonos que se venían desplazando desde el este, y se fueron depositando al borde del talud epicontinental de la placa suramericana, por ellos sus unidades se caracterizan por ser secuencias de origen turbidítico, observadas en la parada Gu-14-12 de la formación Garrapata (apéndice D), así como olistolitos y megaolistolitos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias; y abundantes conglomerados polimícticos constituidos principalmente por fragmentos de brechas y tobas (muestra Gu-14-20). Las areniscas se caracterizan por ser grauvaca y wacka lítica son de grano medio, subredondeadas y medianamente escogidas; en la parada Ar-14-26 de la Formación Los Cajones (apéndice D), se observan abundan pulsos conglomeráticos con clastos de rocas volcánicas verdes que van de 1 a 30 cm de diámetro, esto pone en evidencia la influencia de corrientes de turbidez durante la depositación de las unidades de Olistostromo de Platillón.

La Napa Piemontica conformada por las formaciones Mucaria y Guárico, corresponden a la sedimentación continental influenciada por la interacción de las placas Caribe y Suramericana. La Formación Mucaria se caracteriza por un conjunto de lutitas silíceas, ricas en materia orgánica debido a que se depositaron durante un período de transgresión, estas pasan a una secuencia de facies flysch depositadas a lo largo del eje axial de la antifosa generada por la convergencia de las placas.

Tabla 4.1. Tabla de unidades, con sus edades, siglas y ambiente de formación.

<i>Unidades</i>		<i>Edad</i>	<i>Siglas</i>	<i>Ambiente de formación</i>	
Terreno Villa de Cura	Metatoba de El Caño-El Chino	Cretácico Temprano	K1vccc	Rocas protolitos de arco de isla volcánica, generadas durante el Cretácico Temprano por la subducción del proto- Caribe por debajo de la Placa del Caribe	
	Metalava de El Carmen	Cretácico Temprano	K1vccm		
	Granofel de Santa Isabel	Cretácico Temprano	K1vcsi		
Terreno San Sebastián	Lava de Las Hermanas	Cretácico Temprano	K1lh	Cuerpos plutónicos que intruyen a la lava de Las Hermanas, en el Cretácico Tardío.	
	Gabro de Chacao	s.s	K2ch		
		Zona de diques	K2chd		
	Gabro de Cantagallo	Cretácico Tardío	K2cg		
Cobertura Sedimentaria	Formación Guaiquera	Eoceno (Ypresiense-Bartoniense)	e4e6gu	Sedimentación en el talud del arco volcánico insular.	
	Formación Caramacate	Paleoceno-Eoceno (Thanetiense-Ypresiense)	e3e4ca		
	Formación Morro del Faro	Paleoceno (Daniense-Thanetiense)	e2e3mf		
	Formación Escorzonera	Cretácico Tardío(Maastrichtian)	k6e		
Olistostromo de Platillón	Formación Garrapata	s.s.	Eoceno temprano-medio	e4e5g	Sedimentación en el talud epicontinental de la placa suramericana, a partir del avance de los terrenos alóctonos del Caribe sobre la placa suramericana. Es el prisma de acreción del arco volcánico del Caribe, que se viene desplazando hacia el sureste.
		Miembro La Vigía	Eoceno temprano	e4gv	
		Caliza de El Caliche	Cretácico Tardío (megaolistolito)	K2ec	
		Caliza de Las Colonias	Cretácico Tardío (megaolistolito) (Coniaciense-Santoniense)	k3k4lc	
		Diorita y brecha máfica	Cretácico Tardío (olistolitos)	K2gd	
		Caliza del Cretácico Tardío	Cretácico Tardío (olistolitos)	K2gc	
		Serpentinita	Jurásico - Cretácico (olistolitos)		
	Formación Los Cajones		Paleoceno temprano – Eoceno temprano	e1e4lc	
Napa Piemontina	Formación Guárico	Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano	e2e4gu	Sedimentación a los largo del eje axial de la antefosa generada por la convergencia de las placas Caribe y Suramérica.	
	Formación Mucaria	Cretácico Tardío (Campaniense) – Paleoceno temprano	k5e1mu	Sedimentación en aguas profundas, en ambiente pelágico - hemipelágico de sedimentos finos, durante la gran transgresión del Cretácico Tardío.	

4.3. INTERPRETACIONES ESTRUCTURALES

Las unidades en estudio se separan en dominio alóctono y dominio parautoctono, y a partir de este estudio su interpretación estructural es:

El dominio alóctono, constituido por los terrenos de Villa de Cura y San Sebastián, así como su cobertura sedimentaria, se caracterizan por tener una orientación regional este – oeste, con buzamiento hacia el sur de las unidades metamórficas (esquisto del Granofel de Santa Isabel). La cobertura sedimentaria de la Faja Villa de Cura no está deformada, ni metamorfizadas (fig. 4.1).

Las unidades alóctonas cabalgan sobre el parautoctono a través del corrimiento de Cantagallo, el cual tiene un rumbo este – oeste, y buza hacia el norte.

El Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina (dominio parautoctono), se caracterizan por un estilo estructural de pliegues de corta longitud de onda, de tipo isoclinal, con planos axiales buzando hacia el norte, lo que implica una vergencia hacia el sur (MACSOTAY & VIVAS, 1995). La Napa Piemontina presenta plegamientos acostados hacia el sur; fallas de corrimientos con buzamiento norte, que a veces colocan la unidad más antigua (Formación Mucaria) sobre la más joven (Formación Guárico).

El Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina se encuentran entre sí, en contacto a través de la Falla de Don Alonso, la cual es de corrimiento hacia el este de la población de Cantagallo y transcurrente hacia el este de la zona de estudio.

Estructuras regionales como las fallas Guárico y La Puerta, son dextrales, con orientación noroeste – sureste (BELL, 1968), y un desplazamiento de aproximadamente 2 km y 6 km respectivamente rampas laterales del corrimiento. La Falla de La Puerta corta las unidades del dominio alóctono (Faja Villa de Cura); la falla de Guárico corta las de dominio alóctono y parautoctono (terrenos Villa de Cura y San Sebastián).

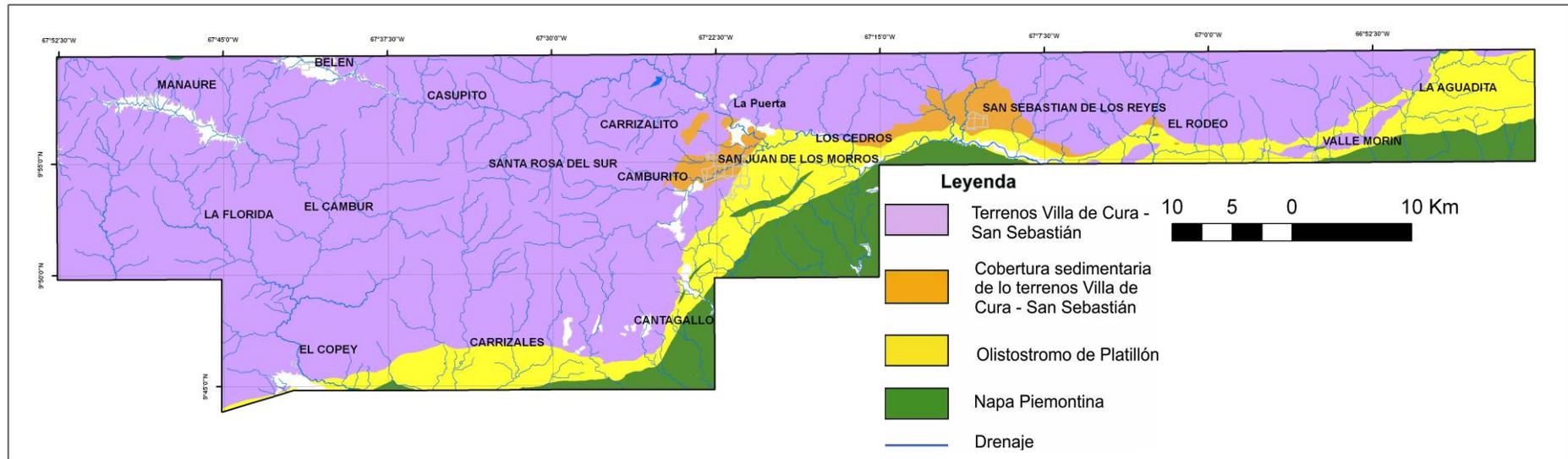


Figura 4.1. Relación espacial de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, su cobertura sedimentaria, el Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina

4.4. HISTÓRIA GEOLÓGICA

A continuación se presenta la evolución geológica del área en estudio desde el jurasico, hasta la configuración conocida hoy día.

Jurásico

La separación de Norteamérica y Sudamérica, genera entre estas una corteza oceánica, conocida como proto-Caribe.

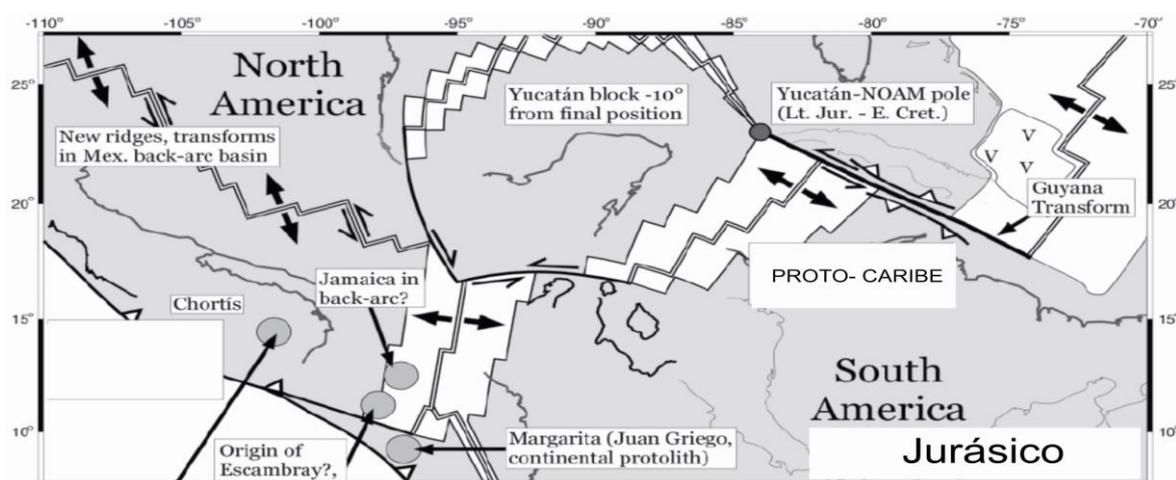


Figura. 4.2. Durante el Jurasico comienza la separación de Norteamérica y Suramérica, generándose entre ellos una corteza oceánica conocida como proto – Caribe. PINDELL *et al* (2005).

Cretácico Temprano

Hacia el oeste de su posición actual se generan las rocas de la Faja de Villa de Cura, como parte del arco de isla del Caribe, producto de la subducción intraoceánica, en el que la litosfera del proto - Caribe subduce con buzamiento oeste bajo la placa del Caribe.

Cretácico Tardío

El arco de islas continúa su desplazamiento relativo hacia el este – sureste. En la zona de subducción respectiva ocurre el pico del metamorfismo de alta presión – baja temperatura en las unidades Metatoba El Caño - El Chino, Metalava El Carmen y Granofel de Santa Isabel, todas pertenecientes al Terreno Villa de Cura. En posición somera se encuentran las rocas del arco no metamorizadas: la Lava de Las Hermanas y los gabros

Chacao y Cantagallo, estas unidades son las partes centrales y profundas de los grandes volcanes del arco.

Para este tiempo al norte de la placa Suramericana se encontraba en una fase de margen pasivo (EVA *et al.* 1989). Se inicia desde el este de manera diacrónica hacia el oeste la invasión marina, la gran transgresión del Cretácico, la cual llegó a cubrir extensas zonas hacia el sur en el país, generando la depositación en la zona de estudio de la Formación Mucaria, alternancias de calizas, lutitas y aftanitas ricas en material orgánico, típicas de un ambiente pelágico de plataforma.

A finales del Campaniense ocurre la etapa final de la expansión entre norte y sur de América, y es cuando el arco de islas colisiona en una posición cercana a la actual Colombia, con el margen septentrional de la placa Suramérica. El Cretácico Tardío finaliza con el inicio de la regresión a finales del Maastrichtiense y el avance de la colisión de las placas del Caribe y Suramérica, (fig. 4.2).

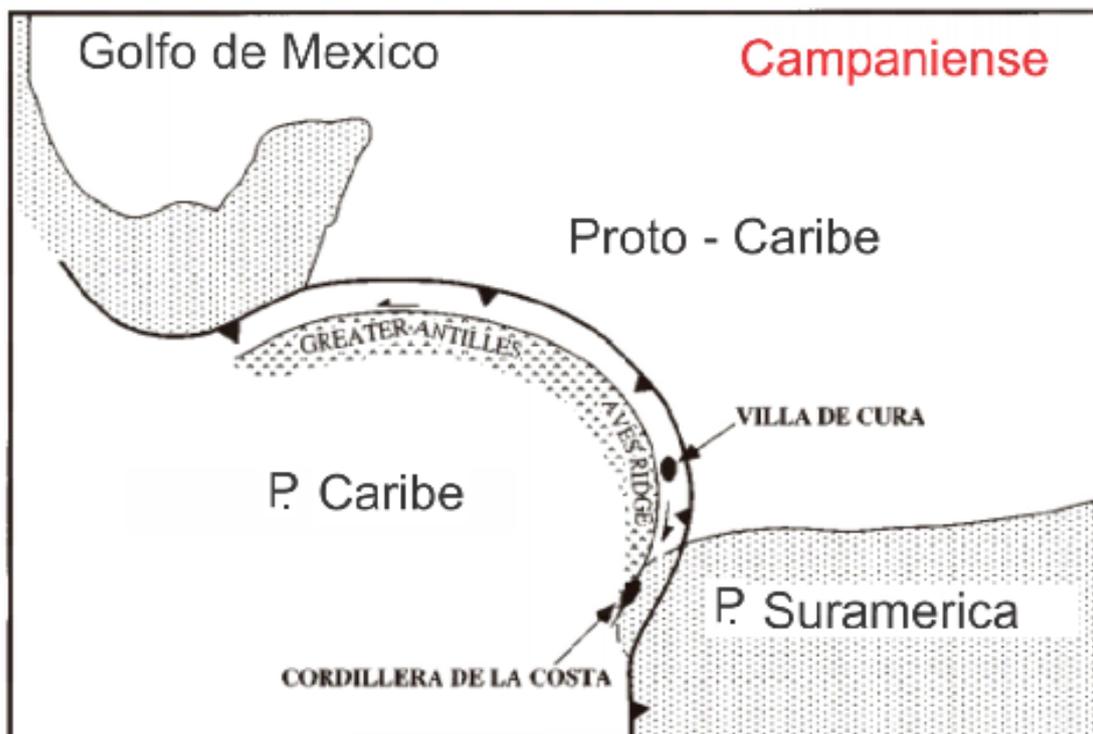


Figura. 4.2. A finales del Campaniense comienza la colisión de la placa del Caribe y el borde oeste de la placa Suramericana, continua la subducción del proto Caribe bajo la placa Suramericana, y el desplazamiento hacia en este - surete del arco volcánico. Tomado y adaptado de SMITH *et al* (1999).

Paleoceno – Eoceno

A finales del Maastrichtiense e inicios del Paleoceno comienza el cabalgamiento sobre el margen septentrional del talud suramericano de la Placa del Caribe.

En los mares poco profundos del talud del arco volcánico insular que se viene desplazando hacia el este – sureste comienza la sedimentación de material retrabajado del arco y carbonatos de plataforma en un ambiente de bancos carbonáticos, biostromales de plataforma externa (VIVAS & MACSOTAY, 1997), depositándose durante el Maastrichtiense y Paleógeno temprano las formaciones Escorzonera, Morro del Faro, Caramacate y Guaiquera, las cuales conforman la cobertura sedimentaria del arco volcánico.

Al pie del talud epicontinental de la placa suramericana se depositaron numerosas unidades en lo que sería el prisma de acreción del arco volcánico (MACSOTAY et al. 1995), depositándose de forma diacrónica al borde del arco mientras se acercaba a la placa Suramericana el Olistostromo de Platillón, conformado por las formaciones Garrapata y Los Cajones, las cuales evidencian la sedimentación turbidítica y caótica del talud epicontinental, producto de la interacción de las placas Caribe y Suramérica durante el Paleoceno – Eoceno medio.

Continúa en el continente la depositación de la Formación Mucaria, pero a inicios del Paleoceno pasa a una secuencia hemipelágica y turbidíticas, la cual representa la parte inferior de la Formación Guárico, la cual evidencia la fase final de la colisión de las placas del Caribe y suramericana, donde se depositaron secuencias monótonas de facies flysch a lo largo del eje axial de la antefosa formada por la convergencia de las placas.

Al continuar el desplazamiento de la placa del Caribe hacia el este, la influencia de los frentes de corrimiento disminuyó, produciendo la migración del surco de la Formación Guárico hacia el sur.

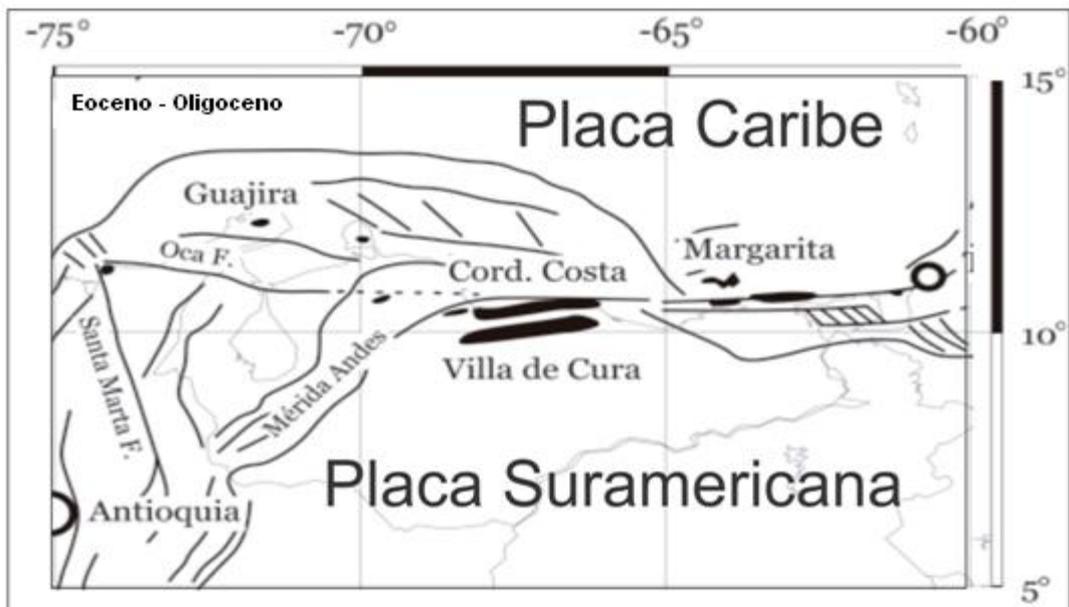


Figura 4.3 Ubicación actual del cinturón de Villa de Cura. Tomado y adaptado de PINDELL *et al* (2005).

5. SUMARIO CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. SUMARIO Y CONCLUSIONES

A partir del estudio geológico de integración de trabajos previo y un trabajo de campo propio, se llegó a:

- Las rocas de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, corresponden a protolitos de arco de islas oceánico originados hacia el oeste de su ubicación actual, a partir de la subducción del proto – Caribe por debajo de la placa del Caribe, y los cuales sufrieron metamorfismo y magmatismo durante el cretácico tardío. En el Terreno de Villa de Cura el metamorfismo fue de alta presión y baja temperatura, verificado por la lawsonita para la Metatoba El Caño – El Chino y Metalava El Carmen, y barroisita para el Granofel de Santa Isabel. Contrariamente el Terreno de San Sebastián estuvo sujeto a un metamorfismo pre – Esquisto Verde (prehnita - pumpellita). Sobre estos terrenos en relación de inconformidad se depositó una cobertura sedimentaria. Se encuentran en contacto tectónico a través de la falla de Cantagallo con el Olistostromo de Platillón y la Napa Piemontina.

- A partir del análisis petrográfico se pudo verificar que los cuerpos plutónicos de los gabros de Chacao y Cantagallo intruyen la unidad Lava de Las Hermanas, y no al Granofel de Santa Isabel como aparece en los mapas previos de GONZALEZ S. & PICARD (1971). Esto coincide con los hallazgos de R. Hurtado (Comunicación personal, oct. 2014) y se corrobora con el trabajo de CAMPOSANO (1983), que observa que las rocas circundantes al gabro de Chacao fueron afectadas solamente por un metamorfismo de la Facies de Esquistos Verdes, y no de A/P – A/T.

- La cobertura sedimentaria de los Terrenos Villa de Cura y San Sebastián conformada por las formaciones Guaiquera, Caramacate, Morro del Faro y Escorzonera, forman parte de la sedimentación que se origina en los mares someros del talud del arco volcánico, en un ambiente batial de plataforma externa, donde el aporte de clastos provenía del arco emergido, originando principalmente una composición clástica de fragmentos re TRABAJADOS de rocas volcánicas y plagioclasas; abundantes carbonatos de mezcla que

evidencian el desplazamiento del arco, y su interacción con la placa Suramericana; y caliza biotromales y biodetrítica que evidencian el ambiente de plataforma externa, marino batial.

- El Olistostromo de Platillón incluye dos unidades depositadas en el talud continental de la placa Suramericana, y que representan el prima de acreción de la placa del Caribe, por ende su sedimentación se caracteriza por ser de tipo turbidítica, caótica y con innumerables olistolitos de diversas edades agregados durante su depositación. El Olistostromo de Platillón es un cinturón de extensión plurikilométrica, conformado por las formaciones Garrapata y Los Cajones y que representan la sedimentación caótica entre las placas del Caribe y Suramérica, y evidencia de esta interacción. El Olistostromo de Platillón se encuentra en contacto de falla hacia el norte con la Faja de Villa de Cura a través del corrimiento de Cantagallo, y hacia el sur con la Napa Piemontina a través de la Falla de Don Alonso, que al este del poblado de Cantagallo dicho contacto es de corrimiento y al sureste de Valle Morín es de alto ángulo dextral.

- La Napa Piemontina conformada por las formaciones Guárico y Mucaria, se caracterizadas por la depositación de una secuencia transgresiva pelágica – hemipelágica (Formación Mucaria), seguido de un típico flysch (Formación Guárico) en el talud continental, a lo largo del eje axial de la antefosa formada por la convergencia de las placas.

- Los mapas geológicos actualizados generados a partir de este trabajo, constituyen una herramienta física y digital moderna, la cual puede ser de uso científico para futuros estudios e interpretaciones geológicas de superficie, así como instrumento fundamental en la planificación y ordenamiento territorial del país en la designación de tierras para los diversos usos y la determinación de recursos minerales, por ende la importancia del uso de estos por entidades de estudios científicos afines y entes encargados de planificación.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio completo geológico, geoquímico y datación de los cuerpos plutónicos de gabro de Chacao y Cantagallo, para un mejor análisis tectono - estratigráfico e interpretación del cuerpo y la unidad circundante, Lava de Las Hermanas, y la naturaleza

del contacto. Con especial énfasis en verificar si hay evidencia de metamorfismos de contacto.

Aprovechar el aporte cartográfico, para continuar con los estudios a detalle de la Faja de Villa de Cura y sus complejos mecanismos de generación y emplazamiento en el contexto regional de la interacción de las placas del Caribe y Suramérica.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Abreviatura: UCV-G = Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Geólogo, inédito.
- AGUASUELOS INGENIERÍA, S. A. 1990. *Modernización de datos geológicos en el frente de montaña*. Corpoven S.A., Caracas. Vol. III, Estratigrafía/Sedimentología. Inédito, 517 p.
- AGUERREVERE S. E. & G. ZULOAGA. 1937. Observaciones geológicas en la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Bol. Geol. y Min.*, Caracas, 1:8-22.
- AQUINO R. 1983. *Geología de una zona ubicada al sur de Tiara y este de San Sebastián, Estado Aragua*. UCV-G, 299 p.
- BAQUERO M., URBANI F., VALENCIA V., GRANDE S., ANDREW K. & HURTADO R., 2013. Geocronología U-Pb en cristales de zircón de la Metadiorita de La Guacamaya, gabro de la Ofiolita de Loma de Hierro y gabro de El Chacao, estados Aragua y Guárico. *Rev. Venezolana Cienc. Tierra (Geos)* 45: 34-36 + 14 p. en carpeta 02 de DVD.
- BECK Christian. 1985. La chaîne Caräibe au meridiem de Caracas. Geologie, tectogenese, place dans l'evolution geodynamique mesozoique-cenozoique des caräibes meridionales. Reproducción en: *Rev. Venezolana Cienc. Tierra (Geos)* 43: 24-25 + 469 p. en carpeta 17 de DVD, 2012.
- BEETS D., W. MARESCH, G. T. KLAVER, A. MOTTANA, R. BOCCHIO, F. BEUNK & H. MONEN. 1984. Magmatic rock series and high-pressure metamorphism and constraints on the tectonic history of the Southern Caribbean. En: W. E. BONINI, R. B. HARGRAVES & R. SHAGAM (Eds.) *The Caribbean South America plate boundary and regional tectonics. Geol. Soc. America, Mem.* 162. 1:95-130.
- BELL J. S. 1968. Geología del área de Camatagua, Estado Aragua, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 9(18): 291-440.
- BELLIZZIA A. 1986. Sistemas montañoso del Caribe. Una cordillera alóctona en la parte Norte de América del Sur. *Mem. VI Congr. Geol. Venez.* 10: 6657-6836.
- BERROTERÁN A. 1982. *Geología de una zona al este de San Casimiro Estado Aragua*. UCV-G, 333 p.
- CAMPOSANO C. 1983. *Geología de una zona ubicada al noreste de San Juan de Los Morros, estados Aragua y Guárico*. UCV-G. 177 p

- CORREA J. 1982. *Geología de una zona ubicada al norte de San Sebastián de los Reyes, Estado Aragua*. UCV-G, 317 p.
- COPLANARH (COMISIÓN DEL PLAN NACIONAL DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS). 1974. *Estudio Geomorfológico de las regiones costa noroccidental, centro occidental y central (sistema montañoso noroccidental)*. Inventario Nacional de tierras, Publicación N° 44.
- DICKINSON W. R. 1985. Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones. *En: ZUFFA G, Eds. Provenance of arenites*. Reidel Publishing Company. 333-362.
- DICKINSON W. R. & C. SUCZEK. 1979. Plate tectonics and sandstones compositions. *AAPG Bull.* 63(12):2164-2182.
- DICKINSON W. R., L. BEARD, G. BRAKENRIDGE, J. ERJAVEC, R. FERGUSON, K. INMAN, R. KNEPP, L. LINDBERG & P. RYBERG. 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 94: 222-235.
- 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.
- GIRARD D. 1981. *Pétrologie de quelques séries spilitiques mésozoïques du domaine Caraïbe et des ensembles magmatiques de l'île de Tobago*. Univ. de Bretagne Occidentale, Brest, Tesis de doctorado, inédito, 229 p.
- GIRARD D., C. BECK, J. F. STEPHAN, R. BLANCHET & R. C. MAURY. 1982. Pétrologie, géochimie et signification géodynamique de quelques formations volcaniques crétaées péricaraïbes. *Bull. Soc. géol. France*, ser 7, 24(3): 535-544.
- 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.
- GONZÁLEZ S. & X. PICARD, 1971. *Mapa geológico de San Juan de los Morros, hoja 6745*. Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología. Escala 1:100.000.
- GONZÁLEZ S. & X. PICARD, 1972. Sedimentación y aloctonía en el frente de montañas de Guárico. *Mem. VI Conf. Geol. Caribe*, Margarita, 1:83-88.
- GONZÁLEZ S. 1972. Geología de la Sierra del Interior (región central) y parte de los llanos de Venezuela (incluyendo parte de los estados Carabobo, Aragua, Guárico y Cojedes). *Bol. Geol., Caracas, Public. esp.* 7(3):1629-1650.
- JARVIS H. A, 1966. Geología de la región río Pao - río Tiznados, estados Cojedes y Guárico, Venezuela. *Bol. Geol., Caracas*, 13:73-115.

- KONIGSMARK T. A. 1965. Geología del área de Guárico septentrional - Lago de Valencia, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 6(11): 209-285.
- KONIGSMARK T. A. 1958. Geology of the northern Guárico-lake Valencia area (con discusión abierta). *Bol. Inform., Asoc. Venezolana Geol. Min. y Petr.*, Caracas, 1 (5): 151-165.
- KÖPPEN W. P. 1936. *Mapa climático de Venezuela*. Mapa interactivo online. <http://www.venemia.com/Vzla/VzlaClima/VeneClima10.php> . Consulta: 12 de marzo de 2011.
- LAR. A. U. 1992. Etude géochimique de massifs basiques et ultrabasiques (Apa, Todasana, Tinaquillo) de la Chaîne Tertiaire Caraïbe du Venezuela: genese de magmas mantelliques et interaction manteau-croûte. Univerite Paul Sabatier, Toulouse, tesis doctoral, 232 p. reproducido en: *Geos* 42: 138-139 + 229 p. en carpeta 15 de DVD. (Tesis doctoral).
- LIDDLE R. A. 1928. *The geology of Venezuela and Trinidad*. J. P. MACGOWAN, Fort Worth, Texas: 552 p.
- LOUBET M., B. LAMBERT, C. MARTÍN & R. MAURY. 1980. Estudio petroquímico y geoquímica de las rocas volcánicas del Grupo Villa de Cura y Tiara en el sistema montañoso del Caribe, Venezuela. *Mem. 9ª Conf. Geol. Caribe*, República Dominicana, 1: 41-42.
- LOUBET M., B. MONTIGNY, B. CHACHATI, N. DUARTE, B. LAMBERT, C. MARTÍN & M. THUIZAT. 1985. Geochemical and geochronological constraints on the geodynamical development of the Caribbean chain of Venezuela. En: A. MASCE (Ed.), *Symposium Geodynamique des Caraïbes*. Paris Edit. Technip, 1: 553-566.
- LUGO J. 1982. *Geología de una zona ubicada al norte de San Sebastián de los Reyes, Estado Aragua*. UCV-G, 234 p.
- MACSOTAY O., V. VIVAS & P. MOTICKA. 1995. Biostratigraphy of the Piemontine Nappe of North-central Venezuela: Senonian to Eocene gravitational sedimentation. *Bol. Geol., MMH. Publicación Especial*. 10:114-123.
- MAGUREGUI J. 1982. *Geología de una zona ubicada al este de Villa de Cura, Estado Aragua*. UCV-G, 211 p.
- MENCHER E. H., J. FICHTER, H. H. RENZ, W. E. WALLIS, J. M. PATTERSON & R. H. ROBIE. 1953. The geology of Venezuela and its oil fields. *Bull. American Assoc. Petr. Geol.*, 37 (4): 689-777.

- MENCHER E. 1950. Sucesos cretácicos-eocénicos en el norte de Venezuela. *Bol. Inform., Asoc. Venez. Geol. Min. y Petr.*, Caracas, 2(1): 91-99.
- MENCHER E., H. J. FICHTER, H. H. RENZ, W. E. WALLIS, J. M. PATTERSON & R. H. ROBIE. 1951a. Resumen geológico. (Edic. en español), En: *Convención Nacional del Petróleo*, Caracas, *Minis. Min. e Hidrocarb. 1*:1-80.
- MENCHER E., H. J. FICHTER, H. H. RENZ, W. E. WALLIS, J. M. PATTERSON & R. H. ROBIE, 1951b. Geological Review. (Edic. en inglés). En: *National Petroleum Convention*, Caracas, *Minis. Min. e Hidrocarb. 1*:1-75.
- MENÉNDEZ V. 1965. Geología del área de El Tinaco, centro norte del Estado Cojedes, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 6(12): 417-543.
- MENÉNDEZ V. 1966. Tectónica de la parte central de la montañas occidentales del Caribe, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 8(15): 116-139.
- MOUNT J. 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first-order textural and compositional classification. *Sedimentology. International Association of Sedimentologists*, 32(3):435-442.
- MURRAY C. 1972a. Significance of possible Cretaceous island arc volcanism in the Venezuelan Coast Range. *Mem. VI Conf. Geol. Caribe*, Margarita, 1:303.
- MURRAY C. 1972-b. Zoned ultramafic complexes of the Alaskan type: feeder pipes of andesitic volcanoes. *Geol. Soc. Amer.*, Mem. 132, 1:313-335.
- MURRAY C. 1973. Estudios petrológicos de complejos ultramáficos zonados en Venezuela y Alaska. *Bol. Geol.*, Caracas, 12(22): 173-279.
- NAVARRO F. 1984. Petrología y petrogénesis de las rocas metavolcánicas del Grupo Villa de Cura. *Geos* 28 (1983): 170-304, 67 ilustr.
- OSTOS R. Marino. 1992. Evolución tectónica del margen sur-central del Caribe basado en datos geoquímicos. *Geos* 30 (1990): 1-294.
- OXBURGH E. R. 1966. Geology and metamorphism of Cretaceous rocks in eastern Carabobo State, Venezuela Coast Ranges. *Geol. Soc. Amer., Mem.* (98):241-310.
- OXBURGH E. R. 1965. Geología de la región oriental del Estado Carabobo, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 11: 113-208.
- PEIRSON A. L., SALVADOR, A. & STAINFORTH, R. M. 1966. The Guárico Formation of north-central Venezuela. *Asoc. Venez. Geol., Min. y Petrol., Bol. Inform.*, 9(7): 183-224.

- PETTIJON F. J. 1975. *Sedimentary rocks*. New York: Harper and Brothers, 628 p.
- PETTIJON F. J., POTTER, P. E. & R. SIEVER. 1972. *Sand and sandstones*. New York: Springer Verlag eds., 618 p.
- PIBURN M. D. 1968. Metamorfismo y estructura del grupo Villa de Cura, norte de Venezuela, *Bol. Geol.*, Caracas, 9(18): 183-290.
- PINDELL J. L., R. HIGGS & J. F. DEWEY. 1998. Cenozoic palinspastic reconstruction, paleogeographic evolution and hydrocarbon setting of the northern margin of South America. *En: PINDELL J. L. & C. DRAKE, Eds. Paleogeographic evolution and non-glacial esustasy, North America. Society for Sedimentary Geology (SEPM) Special Publication 58:45-86.*
- PINDELL J., L. KENNAN, W. V. MARESCH, K. P. STANEK, G. DRAPER & R. HIGGS. 2005. Plate-kinematics and crystal dynamics of Circum-Caribbean arc-continent interactions: Tectonic controls on basin development in Proto-Caribbean margins. *En: Avé Lallement H.G. & V.B. Sisson, Eds., Caribbean-South American Plate Interactions, Venezuela. Geol. Soc. America, Spec. Pap. 394, p. 7-52.*
- PINDELL J. L., K. LORCAN, D. WRIGHT & J. ERIKSON. 2009. Clastic domains of sandstones in central/Eastern Venezuela, Trinidad and Barbados: heavy mineral and tectonic constraints on provenance and paleogeography. *En: K. H. JAMES, M. A. LORENTE & J. L. PINDELL, Eds. The origin and Evolution of the Caribbean Plate. Geological Society, London, Special Publications, 328:739-793.*
- POLANCO R. 2004. *Estudio estructural del borde Norte de la subcuenca de Guárico en la región de Altagracia de Orituco, Estado Guárico Venezuela. UCV-G, 110p.*
- RENZ H. H. 1955. Some Upper Cretaceous and Lower Tertiary foraminífera from Aragua and Guárico, Venezuela. *Rev., Micropaleontology*, 1: 52-71.
- RENZ O. & K. C. SHORT. 1960. Estratigrafía de la región comprendida entre El Pao y Acarigua, Estados Cojedes y Portuguesa. *III Cong. Geol. Venez., Caracas, 1959, Mem., 1: 277-315.*
- SAGNA I., R. MONTIGNY, F. URBANI & M. LOUBET. 1988. K-Ar ages of igneous rocks from the Caribbean chain of Venezuela (Resumen). *Chemical Geology*, 70(1-2): 15
- SANTAMARÍA F. & C. SCHUBERT. 1974. Geochemistry and geochronology of the Southern Caribbean - Northern Venezuela plate boundary. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 85(7): 1085-1098. Versión en español: *Bol. Inf. Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol.*, 18(1): 1-38, 1975.

- SANTAMARÍA F. 1972. Geochemistry and geochronology of the igneous rocks of the Venezuelan Coast Ranges and Southern Caribbean islands and their tectonic evolution. University of Rice, Houston, Texas, Tesis doctoral, 112 p. Reproducida en: *Geos* 40 (2009): 99 + 127 p. en DVD (Carpeta 087).
- SEIDERS V. M. 1965. Geología de Miranda central, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 6(12): 289-416.
- SERRANO M. 1982. *Geología de una zona ubicada al norte de San Juan de los Morros, Estado Aragua*. UCV-G, 257 p.
- SHAGAM R. 1960. Geología de Aragua central (Venezuela). *Bol. Geol.*, Caracas, *Public. Esp.* 2:574-675.
- SMITH C. A., V. B. SISSON, H. G. AVÉ LALLEMANT & P. COPELAND. 1999. Two contrasting pressure - temperature - time paths in the Villa de Cura blueshist belt, Venezuela: Possible evidence for Late Cretaceous initiation of subduction in the Caribbean. *Geol. Soc. America Bull.*, 111(6): 831-848.
- STRECKEISEN A. L. 1972. Classification and nomenclature of Plutonic rocks. Recommendations of the IUGS, Subcommittee on the systematics of Igneous rocks. *Geol. Rundschau*, 63: 773-786.
- URBANI, F., A. CHIRINOS & M. MARQUINA. 1990. Geología del área de Guatopo - El Guapo. Estado Miranda y Guárico. Parte 1: Grupo Villa de Cura. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, UCV, Caracas, 5(1): 96-124.
- URBANI F. 2011. Fajas, terrenos y napas de la cordillera de La Costa, Venezuela norcentral. *Geos* 41: 81-84 + 20 lám. en DVD (carpeta 25).
- URBANI F. 2001. Revisión de las unidades de rocas ígneas y metamórficas de la cordillera de La Costa, Venezuela. *Geos* 33 (1999):1-170.
- VIVAS V. & O. MACSOTAY. 1995d. Formación Tememure: Unidad Olistostrómica Eoceno superior – Oligoceno inferior en el frente meridional de la Napa Piemontina, Venezuela Nor – Central. *Mem. IX Congr. Latinoamericano Geol*, Caracas, 1996:95 - 113.
- VIVAS V. & O. MACSOTAY. 1997. Reinterpretación de la cobertura sedimentaria Cretácico-Paleocena de la napa de Villa de Cura, Venezuela norcentral. *Mem., VIII Congr. Geol. Venezolano*, Caracas 2:517-525.
- YORIS F. G. 1989. *Proposición y desarrollo de un método para el análisis modal petrográfico*. UCV, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Trabajo de Ascenso a profesor asociado. 197 p.

YORIS F. G. 1992. *Análisis de secuencias clásticas por métodos petrográficos y estadísticos*. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Tesis de Doctorado en Ciencias Geológicas. Inédito, 1052 p.

YORIS F. G. & M. A. ALBERTOS. 1989. Medidas de paleocorrientes en la secuencia de la Formación Guárico y sus equivalentes en las secciones: Altagracia de Orituco-Guatopo y Gamelotal-San Francisco de Macaira, estados Guárico y Miranda. Venezuela. *Geos* 29 (1989):152-159.

APÉNDICE A

MARCO METODOLÓGICO

B.1. ETAPA I: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE TRABAJOS PREVIOS

Esta primera etapa consiste en la recopilación de información geológica de trabajos previos, publicada en artículos de revistas científicas, Trabajos Especiales de Grado, memorias de congresos geológicos nacionales e internacionales y boletines geológicos realizados anteriormente con diferentes fines

1. Cartas D-08 a escala 1:50.000, D-07 a escala 1:100.000, E-07 a escala 1:50.000 correspondiente a la CREOLE PETROLEUM CORPORATION (1960).

2. Mapa geológico de la región sur del estado Carabobo. Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología, a escala 1:100.000, de OXBURGH *et al.* (Febrero, 1965).

3. Mapa geológico del área septentrional al lago de Valencia, Venezuela. Departamento de Geología, Universidad de Princeton, Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología, a escala 1:100.000, de KONIGSMARK (Febrero, 1965).

4. Mapa Geológico de la región de Rio Pao – Rio Tiznado, estados Cojedes, Carabobo y Guárico, Venezuela. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología, a escala 1:100.000, de JARVIS (Octubre, 1966).

5. Mapa geológico de Belén, a escala 1: 100.000. GONZALEZ SILVA. *et al.* (1971)

6. Geología de la cordillera de la costa, zona centro, a escala 1:100.000. GONZALEZ SILVA. *et al.* (1972)

7. Mapa geológico de San Juan de los Morros, a escala 1:100000. BELLIZZA. *et al.* (1972)

8. Carta geológica de la Victoria y Altagracia de Orituco, a escala 1:100.000. BECK, (1985).

9. Mapa geológico estructural, a escala 1:50.000, de una zona ubicada al este de Villa de Cura estado Aragua. MAGUREGUI, (1982).

10. Mapa geológico estructural, a escala 1:50.000, de una zona ubicada al norte de San Sebastián de los Reyes estado Aragua. LUGO, (1982).

11. Mapa geológico estructural, a escala 1:50.000, de una zona ubicada al este de San Casimiro, entre el límite norte del embalse de Camatagua y la población de Guiripa, sur del estado Aragua. BERROTERÁN, (1982).

12. Mapa geológico estructural, a escala 1:50.000, de una zona ubicada al este de San Sebastián de los Reyes y oeste de San Casimiro, estado Aragua. SERRANO, (1982).

13. Mapa geológico estructural, a escala 1:50.000, de una zona ubicada al norte de San Juan de los Morros, estado Guárico. CORREA, (1982).

14. Mapa geológico estructural, a escala 1:50.000, de una zona ubicada al sur de Tiara y este de San Sebastián, Estado Aragua. AQUINO, (1983).

15. Mapas ZC-L2, ZC-4, ZC-7, ZC-L6-ZC-L4, ZC-6, ZC-7, ZC-5, ZC-8 Y ZC-9 a escala 1:25.000, correspondiente al Proyecto Frente de Montaña patrocinado por CORPOVEN. Gerencia de Exploración, Departamento de Análisis de Cuenca, AGUASUELOS INGENIERÍA. (1990).

16. Atlas de la Cordillera de la Costa (URBANI & RODRÍGUEZ 2004), a escala 1:25.000, se utilizaron las hoja:

- Hoja 6646: III (SE), II (SO-SE).
- Hoja 6746: III (SO-SE), II (SO-SE).
- Hoja 6846: III (SO-SE).

17. Hojas topográficas a escala 1:25.000 de la zona de estudio, obtenidas a través del Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional actual Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar:

- Hojas 6645: I (NO-NE-SO-SE), II (NO-NE), IV (NE-SE).
- Hojas 6745: I (NO-NE), III-NO, IV (NE-NO-SO-SE).
- Hojas 6845: IV (NO-NE).

18. Se recopilarán gráficos y cartas de comparación, identificación y clasificación de rocas en sedimentarias, ígneas y metamórficas en campo

B.2. ETAPA II: TRABAJO DE CAMPO

La segunda etapa, comprende el trabajo de campo, se basa en el levantamiento de las zonas que generan mayor incertidumbre en la primera etapa de recopilación bibliográfica, y por ende es necesario una revisión y redefinición de las formaciones y sus contactos. En esta etapa se realizarán las siguientes tareas:

- ❖ Corroborar y corregir la información teórica recolectada en la Etapa I.
- ❖ Realizar un trabajo completo de geología de superficie en las zonas que generaron mayor incertidumbre durante la primera etapa.
- ❖ Describir y redefinir los contactos entre las formaciones y grupos que están presente en la zona de estudio.
- ❖ Recolectar muestras para realizar estudios petrográficos.

Se utilizarán distintos parámetros para describir las muestras recolectadas, en base a la Litología correspondiente, estos son:

- Arenisca: color fresco (cf), color meteorizado (cm), tamaño de grano (tg), escogimiento (esc), esfericidad (esf), redondez (r), mineralogía (m).

- Lutitas: color fresco (cf), color meteorizado (cm), reacción al ácido clorhídrico y textura.
- Conglomerados: tamaño de clastos, porcentaje de matriz, escogimiento, esfericidad, Redondez e identificación de tipos de clastos.
- Rocas carbonáticas: color fresco (cf), color meteorizado (cm), presencia de siliciclastos, Contenido fósil.
- Rocas ígneas: textura afanítica o fanerítica, color fresco (cf), color meteorizado (cm), mineralogía.

B.3. ETAPA III: TRABAJO DE LABORATORIO

B.3.1 Elaboración de Mapas Geológicos

Se recolectaron 17 hojas topográficas y los mapas geológicos necesarios, mencionados en la etapa uno, se digitalizaron y transformaron en imagen *raster*.

A partir de un software ArcGis (versión 9.3), se georeferenciaron los mapas mencionados en coordenadas UTM La Canoa 19.

Se procedió a generar la topografía, a partir de calcos de curvas de nivel cada 100 m, drenajes y vías de acceso, los cuales, fueron editados a través del software antes mencionado y corregidos en distintas capas con sus respectivos atributos.

Se realizó la base geológica, la cual comprende los parámetros unidad, estructuras (fallas, pliegues, corrimientos, entre otros), orientaciones (rumbo-buzamiento), en distintas capas, similares al trabajo realizado con la topografía.

Se traslado el sistema de coordenadas de UTM La Canoa 19N a UTM WGS84 19N.

Una vez vectorizada toda la información de los autores consultados, se añadieron los datos recolectados en el trabajo de campo y finalmente los ajustes respectivos para que toda la información en conjunto tenga coherencia geológica.

Se diseñaron 17 mapas geológicos a escala 1:25.000 y a partir de estos se generó un mapa geológico a escala 1:100.000.

B.3.2 Estudio petrográfico

Previo al estudio petrográfico se realizó una descripción muestra de mano de cada roca recolectada en campo, así como sus respectivas fotografías antes de ser preparadas en sección fina para el análisis pertinente.

El estudio petrográfico de las muestras se realizó mediante el uso de un microscopio de luz polarizada, lo cual permitió determinar el tipo de roca. También se tomaron fotomicrografías de las características más importantes para cada sección fina. La clasificación de las rocas se realizó mediante sistemas de clasificaciones propuestos por otros autores, dependiendo del tipo litológico en estudio. Los sistemas de clasificación utilizados fueron:

- Para areniscas: clasificación de PETTIJOHN et al. (1972).
- Para conglomerados: clasificación de PETTIJOHN (1975).
- Para carbonatos: clasificaciones de DUNHAM (1962), FOLK (1962) y MOUNT (1985).
- Para rocas ígneas: triángulos de STRECKEINSEN (1972)

APÉNDICE B

GEOGRAFÍA FÍSICA

B.1 FISIOGRAFIA Y RELIEVE

La zona de estudio se ubica hacia el flanco sur de la Serranía del Interior y en el área piemontinas, la cual colinda como límite entre la Serranía y la planicie al norte del Orinoco. La zona se caracteriza por un relieve irregular hacia el norte, formada por filas alargadas, constantemente interrumpidas por drenajes, el cual, se define como Relieve alto, y hacia el sur filas más suaves con amplio valles y planicies que se define como Relieve Bajo. (Figs. B1 y B2).

Relieve Alto: se encuentra al norte, ocupando el 70% de la zona de estudio. El área presenta alturas entre 800 y 1400 m.s.n.m, dominada por filas simétricas y asimétricas, con abundantes estribaciones, valles estrechos paralelos a las filas dominados por drenajes adaptados a la topografía. Su orientadas E-W y N-S. Entre las expresiones topográficas dominante tenemos:

Filas Las Mercedes - Cerro Azul: Ubicadas al norte del río y pueblo Manaure, orientación general este - oeste, altura de 1400 m.s.n.m. Fila alargada con laderas simétricas, pendiente escarpada hacia el norte y suave hacia el sur, abundantes estribaciones. Hacia su flanco sur limita con el valle aluvional del río Manaure.

Filas Las Lagunitas - Los Suspiros: Ubicadas al oeste del poblado y río La Florida, orientación n-s, altura de 1100 m.s.n.m. Filas alargadas, con laderas simétricas, y pendientes suaves, abundantes estribaciones, hacia el este se encuentran secuencia de filas paralelas a estas, de menor extensión, separadas por drenajes paralelos que genera valles estrechos como el de los Ríos Pacaragua y Manaure. Al norte filas perpendiculares con apariencia de ser parte de las misma expresión topográfica.

Filas El Vidrio - Manuarito - Palmarito: ubicadas al sur de la población Belén. No presentan orientación preferencial, se observan filas con orientación n-s, e-w y sw-ne de ángulo menor a 15° respecto al norte, altura en promedio de 1.100 m.s.n.m. Filas de mediana amplitud, con laderas simétricas, pendiente suave y abundantes estribaciones, se encuentran alternas a valles estrechos dominados por drenajes adaptados. La relación espacial de las Filas El Vidrio y Manuarito es un muestra de la morfología de la zona que conjugan filas subverticales con subhorizontales dando la apariencia de grandes formas de “s” que va dominando el relieve.

Filas El Piñal - La Escalera: están ubicadas al este del poblado El Cambur y su del poblado Casupito. Las filas se caracterizan por una orientación n-s hacia el sur, y a medida que nos desplazamos hacia el norte se van inclinando suavemente hacia el este. La altura mayor altura es de 1.400 m.s.n.m. Se caracterizan por ser filas de mediana a gran extensión, laderas asimétricas, al norte las laderas son suaves de pendiente baja y hacia el sur son laderas escarpadas, ambas presentan abundantes estribaciones. La zona se caracteriza por ser un conjunto de filas paralelas a la principal Fila La escalera, se pueden observar Las Filas Higuerote, Juasjuas, Almirante, Camoruco, entre otras, las cuales representan una alternancia de filas subparalelas con valles estrechos dominados por drenajes adaptados e inadaptados.

Las filas de puentecito, Venado, El Aventado, ubicadas al oeste y las *filas El Botalón, Cumbito, y La Tigra* ubicadas al norte de la ciudad de San Juan de Los Morros, son un conjunto de filas en forma de “s”, de orientación sw-ne, sub paralelas entre si y con altura promedio de 900 m.s.n.m. Se caracterizar por ser filas alargadas, que asemejan a “s” abiertas y sub-paralelas, con laderas asimétricas, las cuales, al norte dominan laderas escarpadas y al sur laderas suaves, abundantes estribaciones e irregularidades topográficas en las filas. Resalta la alternancia de las filas con valles estrechos dominados por quebradas paralelas a estas, y que son afluentes del Guárico.

Fila Pardillal: ubicada el este de San Sebastián de los Reyes, se caracteriza por se una fija de orientación sw-ne, con altura de 1.100 m.s.n.m. La fila Pardillal forma parte de un

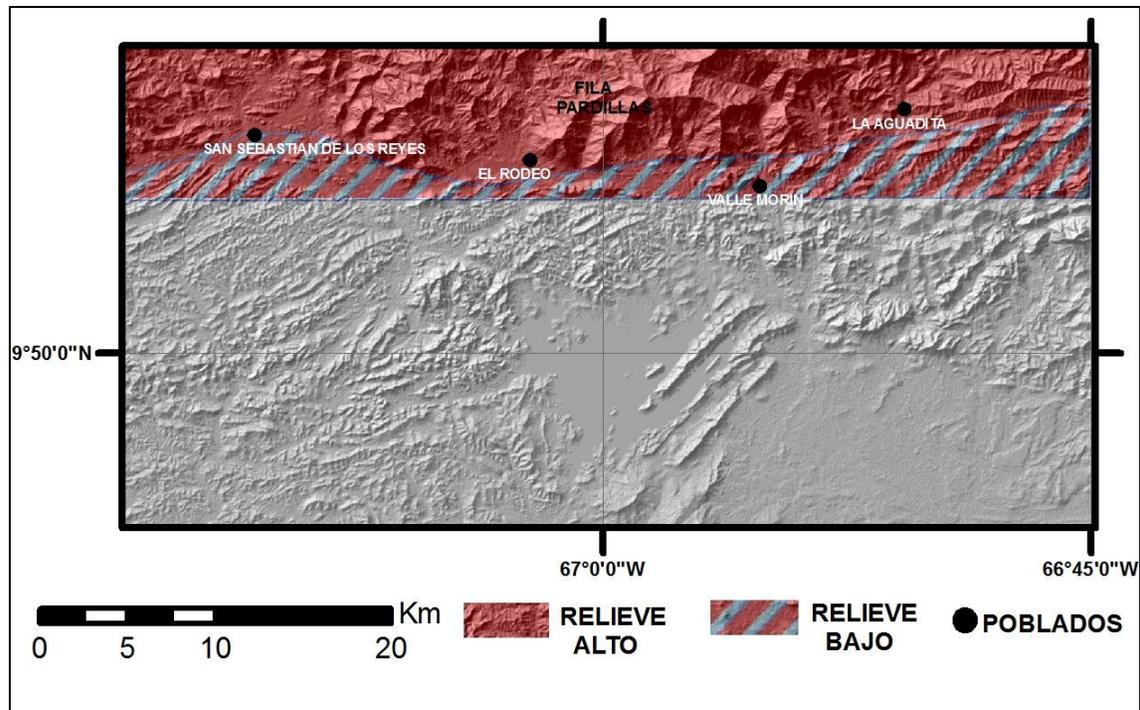


Figura B2. Rasgos fisiográficos del área este de la zona de estudio.

Relieve Bajo: se encuentra al sur, ocupando el 30% de la zona de estudio. El área se encuentra dominada por alturas entre 300 y 700 m.s.n.m. Hacia el oeste se tiene una gran planicie irregular de inclinación general hacia el sur, se destacan filas aisladas que resaltan, como las *filas Las Majadas, El Retaco y El Caliche*: ubicadas al noreste de la población El Copey. Orientación este-oeste, con altura promedio de 900 m.s.n.m. Se caracterizan por ser filas alargadas, simétricas, de pendiente suave. Hacia el Este el terreno es bajo pero con muchas irregularidades, abundante estribaciones, inclinación general hacia el sur y alturas entre 500 y 700 m.s.n.m.

B.2 DRENAJE

En la zona de estudio la red hidrográfica se caracteriza por tener una vertiente general hacia el sur, a la gran cuenca del Orinoco. (Figs. B3 y B4).

La cuenca hidrográfica principal es la del Río Guárico, recorre la zona de noroeste a sureste, manteniendo caudal durante todo el año, presentando el nivel más bajo durante los

meses de sequía. Entre sus principales subcuencas, al norte tenemos la de los ríos Pao y Caramacate, los cuales vierten sus aguas de norte a sur en la cuenca principal. En el sur tenemos las subcuencas de los ríos Tiber y San Juan, que vierten sus aguas suroeste-noreste en la cuenca principal.

También destaca la presencia al este de la zona de estudio, de las cuencas hidrográficas de los ríos Manaure, La Florida, Tiznados, Platillón, los cuales vierten sus aguas en sentido general hacia el sur. Al oeste las cuencas hidrográficas de los ríos El Pao, Caramacate y Zuata, los cuales, vierten sus aguas hacia el sur.

El patrón de drenaje general de la zona es dendrítico, variando de menor densidad al sur, donde el patrón se torna dendrítico y sub-paralelo.

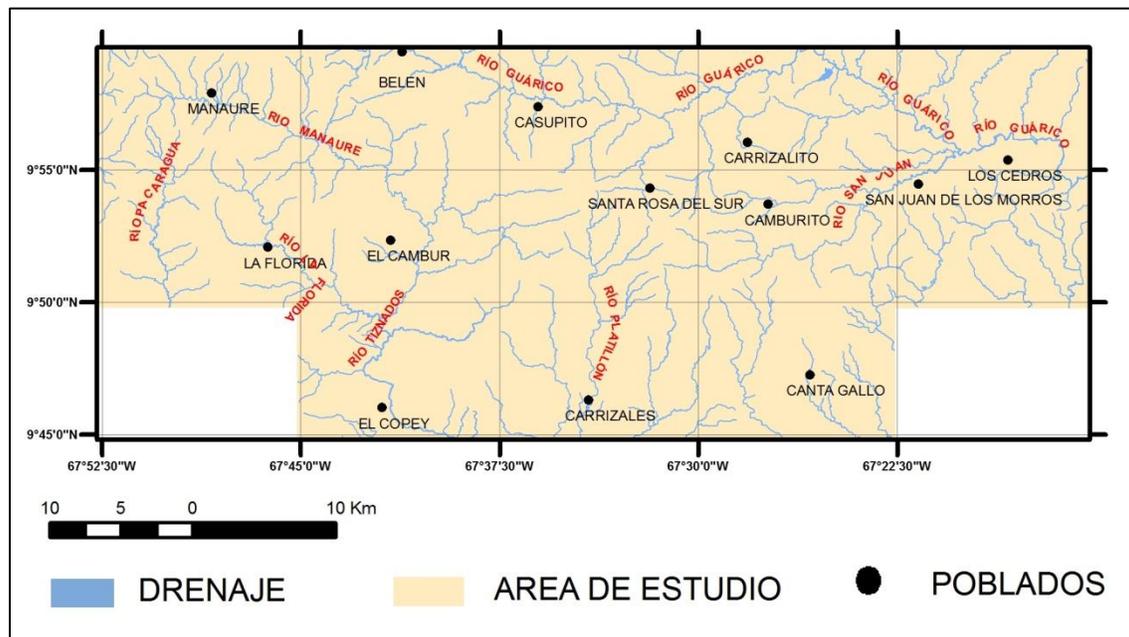


Figura B3. Patrón de drenajes del área oeste de la zona de estudio.

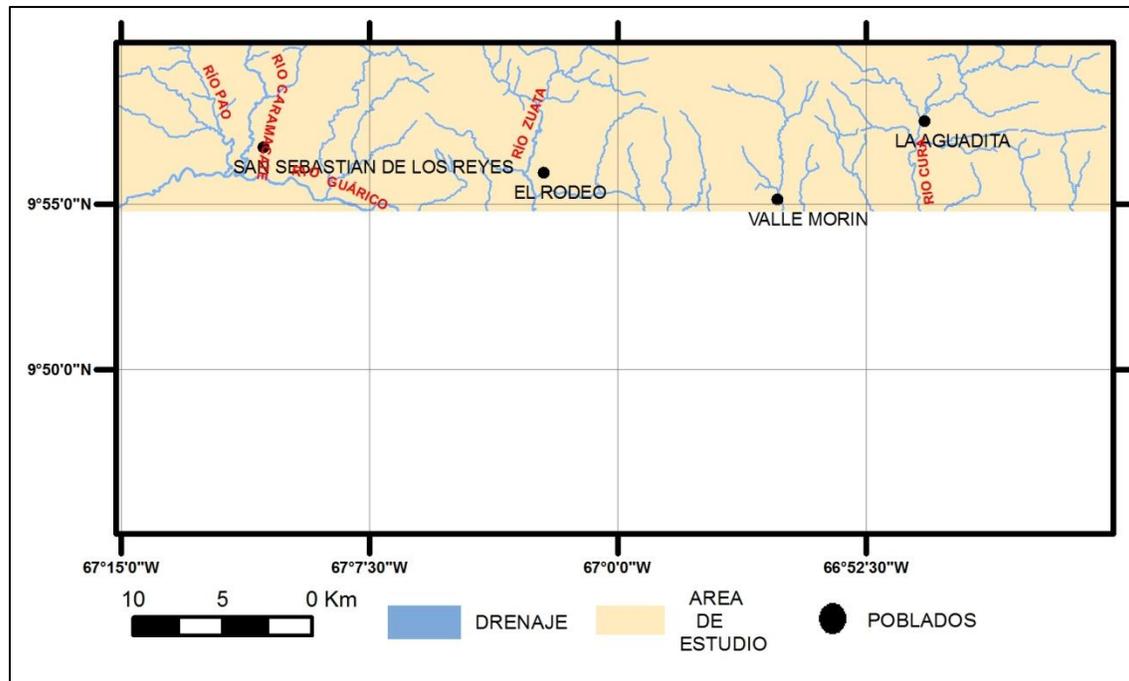


Figura B4. Patrón de drenajes del área este de la zona de estudio.

B.3 CLIMA

El área de estudio se encuentra bajo las zonas climáticas de Awi (de sabana (herbazales) y bosques tropófitos semi-secos) y Aw'i (de sabana (herbazales) y bosques tropófitos sub-húmedos), según KOPPEN (1936). La temperatura anual oscila entre los una media de 24 °C en los periodos de lluvia y superior a 35°C en el periodo de sequia.

El área bajo la influencia del tipo Aw'i de sabana (herbazales) y bosques tropófitos sub-húmedos, presenta un máximo de lluvia, una estación lluviosa que se prolonga hasta fines de noviembre con 7 y 8 meses lluviosos aproximadamente y periodos secos de 4 a 5 meses. Mientras que el área bajo la influencia del tipo Awi de sabana (herbazales) y bosques tropófitos semi-secos, tiene un máximo de precipitación de 6 a 7 meses lluviosos al año y periodos secos de 5 a 6 meses.

B.4 VEGETACIÓN

La vegetación en más del 80% de la zona de estudio se caracteriza por ser del tipo de sabana y herbazales definidos por hierbas fundamentalmente gramíneas, con arbustos y arboles aislados en pequeños grupos, Arbustales y matorrales definidos por arbustos de menos de 5 metros de altura. En menor porcentaje bosques deciduos, son caducifolio, e poca altura y troncos delgados, bosques ribereños que se encuentran en la trayectoria de los ríos principales, en las áreas que no han sido intervenidas y bosques siempre verdes que responden a las zonas más altas.

B.5 GEOMORFOLOGÍA

La zona se puede dividir en dos unidades geomorfológicas, Unidad I de relieve alto y Unidad II de Relieve Bajo. Estas unidades se relacionan entre si como escalones descendentes hacia el sur, tomando como escalón superior la unidad I y escalón inferior la unidad II.

Los controles morfogénéticos que modelan el paisaje son estructurales y litológicos. La distribución del relieve está dominado por estructuras principales que definen la separación de los terrenos Villa de Cura y San Sebastián, su respectiva cobertura sedimentaria, el Olistostromo de Platillón de Platillón y la Napa Piemontinas, así como la orientación de la estratificación.

Las unidades geomorfológicas son las siguientes:

Unidad I de relieve alto:

Es el escalón más alto presenta alturas entre los 800 y 1400 msnm, con pendiente general hacia el sur. Domina el control estructural característico de la región central, Serranía del Interior. También una influencia de variables litológicas y climáticas sobre los materiales más resistentes en esta zona. Es una zona comprendida por terrenos alóctonos,

sus valles estrechos comprenden coberturas de sedimentos sueltos como aluvión que se observan a lo largo del Río Manaure y Guárico.

Unidad I de relieve bajo:

Es el escalón más bajo, con pendiente general hacia el sur. Se caracteriza por valles bajos con pocas filas aisladas, dominada por controles litológicos y climáticos que modela el paisaje por estar conformado de materiales menos competentes, lo cual, está representado por los menores binomios de dureza, y las escasas filas son de un material más resistente. La variable estructural influye desde el norte.

APÉNDICE C

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO DE LAS ROCAS

A continuación se describirán las clasificaciones petrográficas utilizadas para dar nombre a las rocas muestreadas en campo.

C.1. CLASIFICACIONES PARA ROCAS SEDIMENTARIAS

La clasificación de las rocas sedimentaria se basa en la influencia de los procesos físicos, químicos y biológicos en su origen y granulometría, lo cual permite dividir las en detríticas o clásticas y químicas que son los carbonatos o mezcla.

C.1.1. Rocas sedimentarias clásticas: arenisca y conglomerado

Para la clasificación de las rocas clásticas, tanto en campo como en petrografía fueron utilizados los siguientes gráficos, tablas y cartas visuales. (figs. C1, C2, C3, C4 y C5).

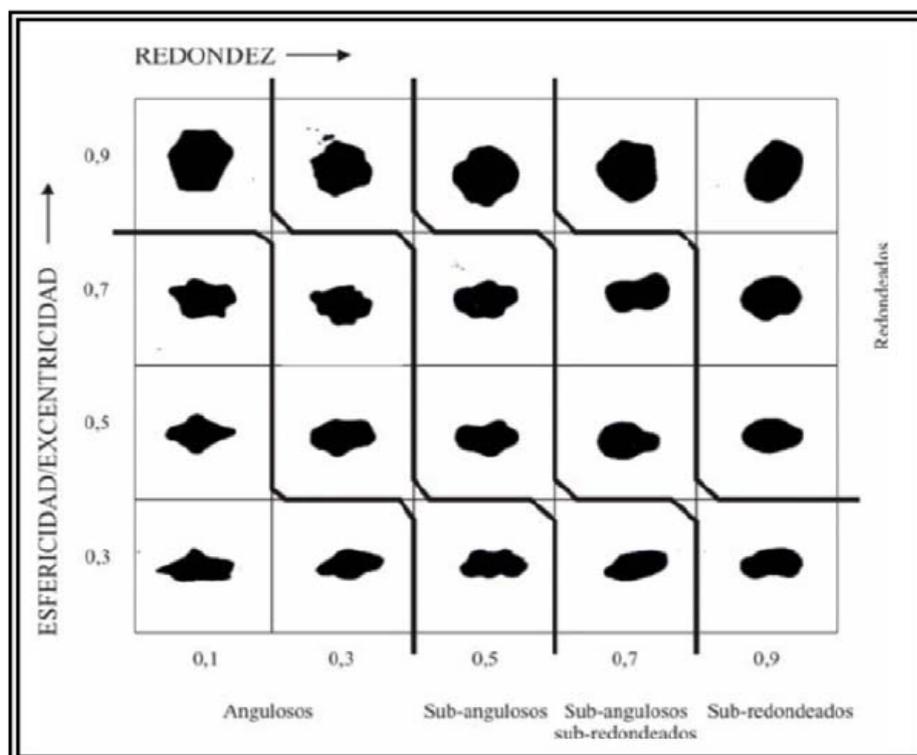


Figura C1. Tabla visual de esfericidad y redondez de granos. Según KRUMBEIN & PETTJOHN (1938)

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

Figura C2. Clasificación de tamaño. Según HALLSWORTH & KNOX (1999)

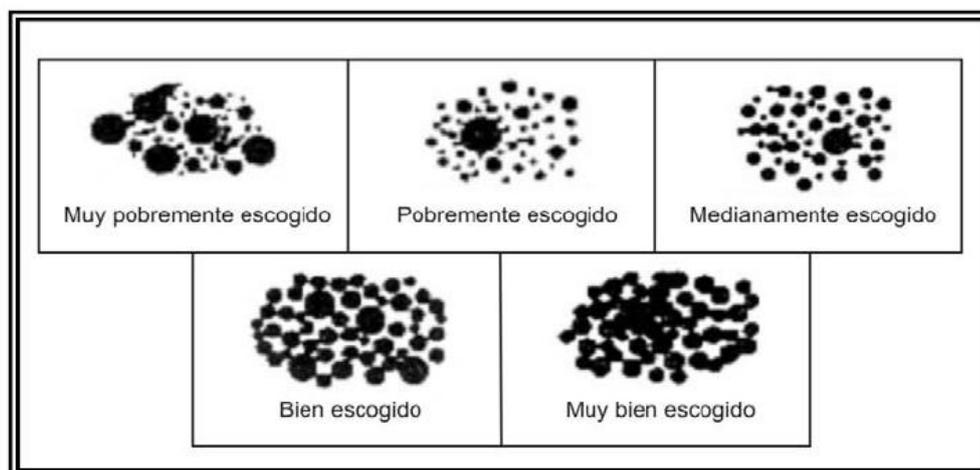


Figura C3. Tabla visual de escogimiento de los granos propuesta por FOLK (1969)

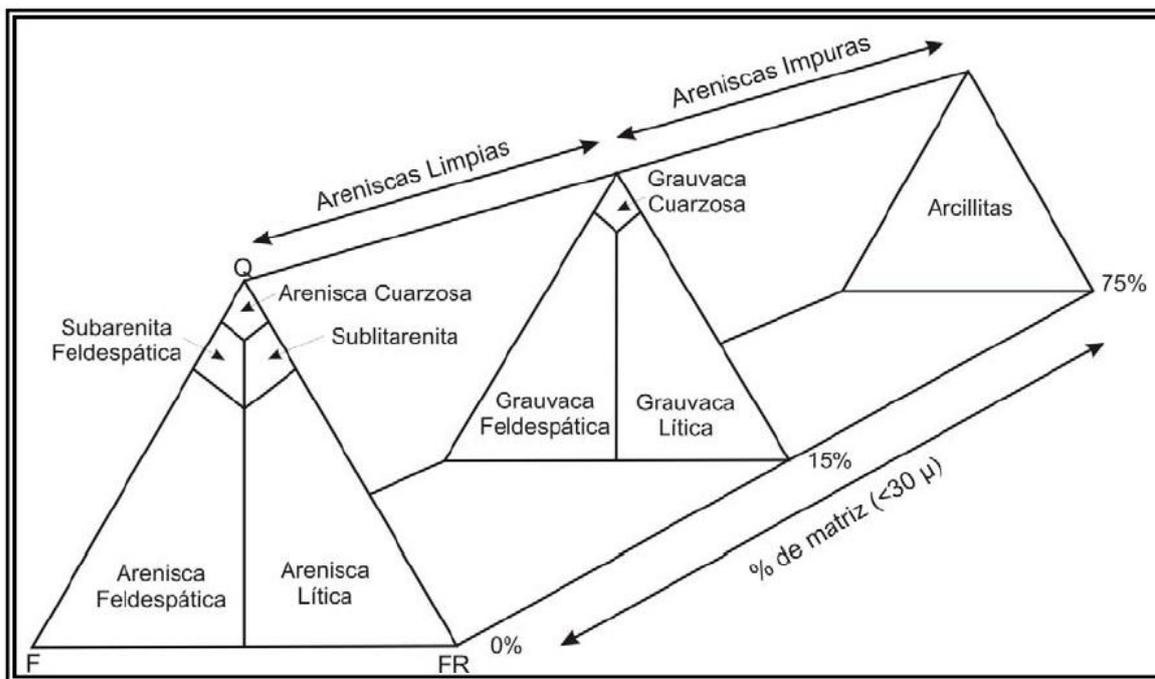


Figura C4. Clasificación de areniscas. Imagen tomada y modificada de PEITTIJHON *et al.* (1972).
 Q=cuarzo, F=feldespato y FR=fragmentos de roca.

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

Figura C5. Clasificación de conglomerados según porcentaje de matriz y tipo de clastos, según PEITTIJHON (1975).

C.1.2. Rocas sedimentarias carbonáticas.

La clasificación de rocas carbonáticas se baso en las propuestas de dos autores, las cuales son:

C.1.2.1. Clasificación según FOLK (1962)

Se toma como parámetros el porcentaje y tipo de componente aloquímico (fósiles, ooides, pellets, entre otro) y ortoquímico (esparita o micrita) presente en la muestra (fig. C6). Si el porcentaje de aloquímico es mayor al 10% en la roca, el nombre será compuesto, comenzando con la abreviatura del aloquímico más abundante, seguido del ortoquímico predominante y finalizando con el sufijo “ita”. Si los aloquímicos se encuentran entre 1 y 10%, la roca será llamada caliza micrítica o caliza espática (en función del ortoquímico predominante) seguido por el nombre del grano carbonático más abundante. Si el aloquímico es menor a 1%, la roca tendrá solamente el nombre del ortoquímico más 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 al momento de la depositación, se le da el nombre de biolitita.

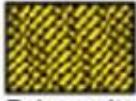
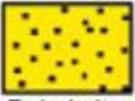
		Rocas Aloquímicas (> 10% aloquímicos)		Rocas Ortoquímicas
Composición Aloquímicos	Intraclastos	Cemento Carbonático  Intraesparita	Matriz Carbonática  Intramicrita	 Micrita Matriz carbonática (<1% aloquímicos)
	Ooides	 Ooesparita	 Oomicrita	 Esparita Cemento carbonático (<1% aloquímicos)
	Fósiles	 Bioesparita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

Figura C6. Clasificación de rocas carbonáticas, imagen tomada y modificada de FOLK (1962).

C.1.2.2. Clasificación según DUNHAM (1962)

Esta clasificación se apoya en la textura depositacional de la roca (fig. C7), así como la relación entre los componentes y el momento de la depositación.

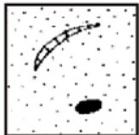
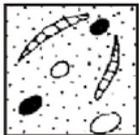
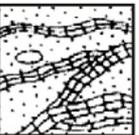
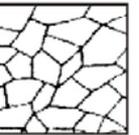
Textura depositacional reconocible					Textura depositacional reconocible
Componentes originales no enlazados durante la depositación				Los componentes originales se encuentran juntos durante la depositación	
Contiene lodo (arcilla y limo fino de carbonato)			Sin lodo soportada por granos		Boundstone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

Figura C7. Clasificación de rocas carbonáticas según DUNHAM (1962).

C.1.3. Rocas sedimentarias híbridas

La clasificación propuesta por MOUNT (1985) se aplica para rocas carbonáticas que presentan más de 10% de componentes siliciclásticos (fig. C8). El sistema de clasificación se basa en un tetraedro, pero el autor también diseñó un sistema de preguntas que lleva al nombre de la roca.

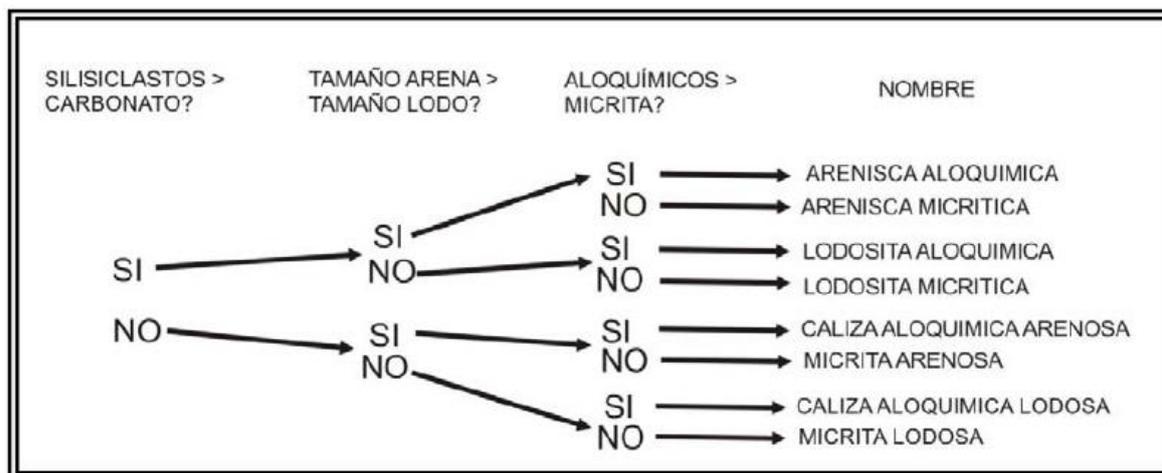


Figura C8. Esquema propuesto por MOUNT (1985) para clasificación de rocas híbridas.

C.2. CLASIFICACIONES PARA ROCAS ÍGNEAS

Esta clasificación se basa en la separación de las rocas ígneas en dos grandes grupos según la textura: las que presentan cristales reconocibles a simple vista (textura fanerítica), y las que no (textura afanítica). Esta característica determina el diagrama de clasificación triangular a utilizar. Posteriormente se requiere la composición mineralógica de la roca, expresada en porcentaje, estos son recalculados con respecto a los tres minerales más abundantes de las rocas ígneas (cuarzo, feldespatos alcalinos y plagioclasas).

C.2.1. Rocas plutónicas

Para la clasificación de las rocas plutónicas se utilizó el triángulo Q-A-P de STRECKEINSEN (1972) para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales (fig. C9). En este diagrama de clasificación triangular se toma en cuenta el índice de color, o cantidad de minerales máficos y accesorios, el cual determina si el nombre llevará el prefijo “Leuco” (si la roca presenta un índice de color menor al indicado en el diagrama) o “melano” (si la roca presenta un índice de color mayor al indicado en el diagrama). Con el recalcado de los minerales A-P-Q (cuarzo, feldespatos alcalinos y plagioclasas), se ubica según el porcentaje de cada uno en el triángulo.

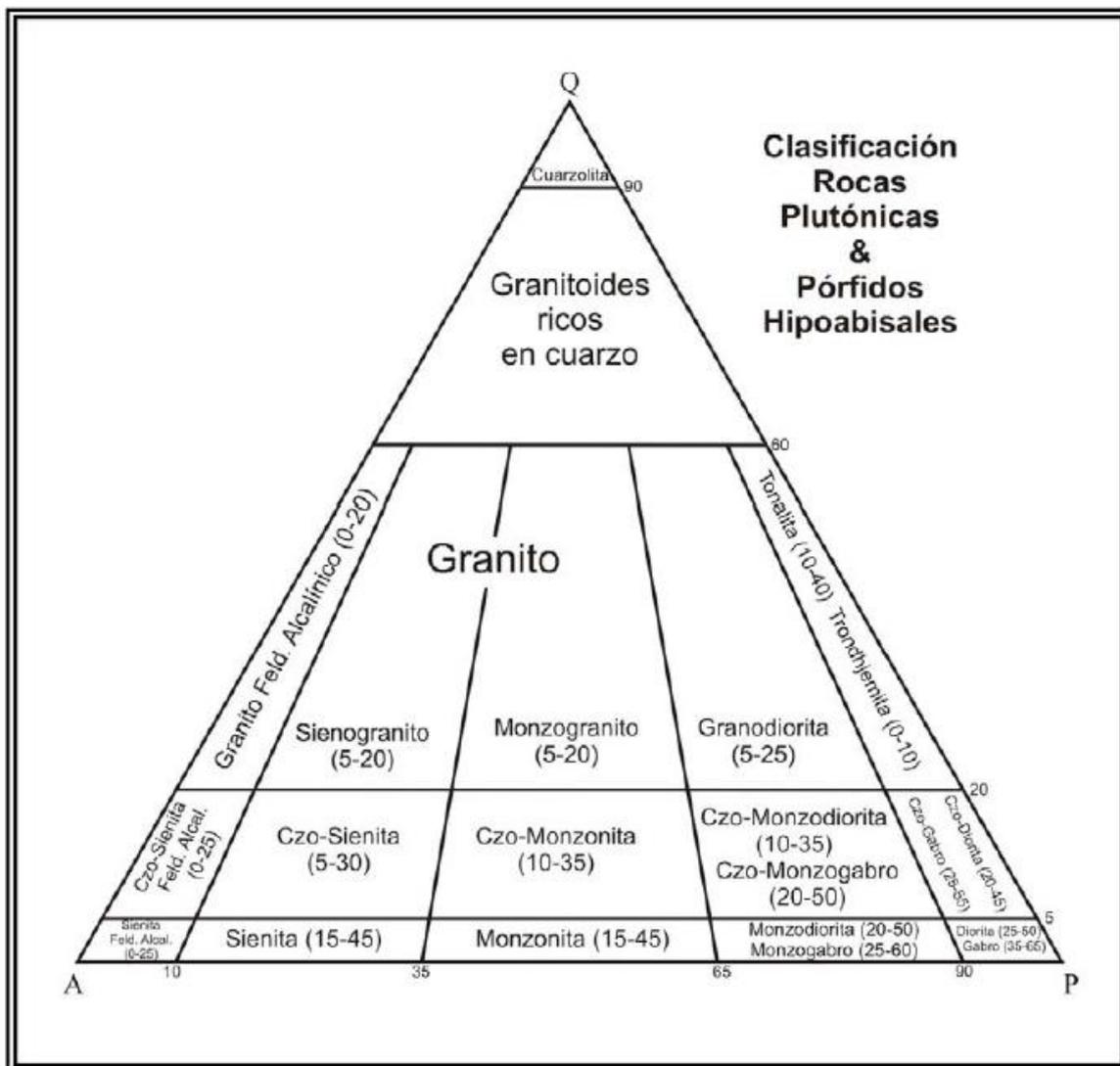


Figura C9. Triángulo Q-A-P para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales, tomado y modificado de STRECKEINSEN (1972) Q=cuarzo, A= feldespatos alcalinos y P= plagioclasas.

C.1.2.2 Rocas volcánicas

Para la clasificación de las rocas plutónicas se utilizó el triángulo Q-A-P de STRECKEINSEN (1972), el cual a diferencia de utilizado para rocas plutónicas y pórfidos hipoabisales no se toma en cuenta la variable color, sino que se valora el %An de las plagioclasas para diferenciar andesita de basalto, clasificando andesita %An<50% y basalto %An>50% (fig. C10).

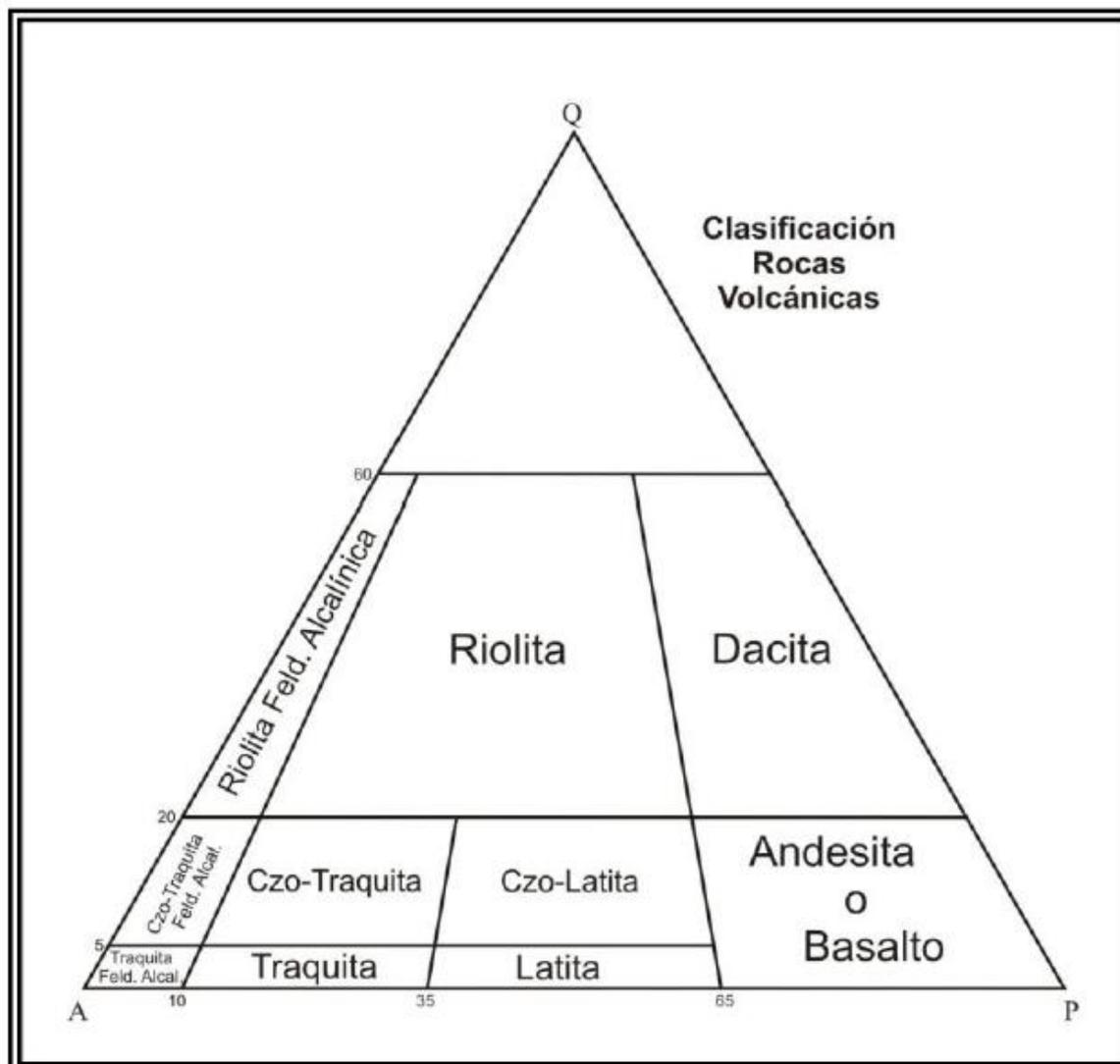


Figura C10. Triángulo Q-A-P para rocas volcánicas, tomado y modificado de STRECKEINSEN (1972)
Q=cuarzo, A= feldespatos alcalinos y P= plagioclasas.

C.3. PLANILLAS PETROGRÁFICAS UTILIZADAS

En las siguientes planillas se registraran los parámetros mas importantes diagnosticado mediante el estudio petrográfico, y que servirán ara darle nombre a cada tipo litológico. . Las planillas se muestran en las figuras C11, C12, C13 y C14. (URBANI *et al.* 2010).

Planilla para petrografía de rocas IGNEAS Y METAMÓRFICAS (Lab.330)							
No. Muestra:		Fecha:		Petrografía por:			
ROCA METAMÓRFICA:				ROCA ÍGNEA:			
FÁBRICA		FOLIADA		CRISTALINIDAD		FÁBR. EQUIGRANULAR	
<input type="checkbox"/> Idioblástica (euhedral)		<input type="checkbox"/> Pizarra		<input type="checkbox"/> Holocristalina		<input type="checkbox"/> Idiomórfica (euhe.)	
<input type="checkbox"/> Hipidioblástica (subhedral)		<input type="checkbox"/> Filita		<input type="checkbox"/> Hipocristalina		<input type="checkbox"/> Hipidiomórfica (subh.)	
<input type="checkbox"/> Xenoblástica (anhedral)		<input type="checkbox"/> Esquisto		<input type="checkbox"/> Holohialina		<input type="checkbox"/> Alotriomórfica (anh.)	
<input type="checkbox"/> Porfidoblástica		<input type="checkbox"/> Gneis		GRANULARIDAD		FÁBR. INEQUIGRANULAR	
<input type="checkbox"/> Porfidoclástica		NO FOLIADA		<input type="checkbox"/> Fanerítica		<input type="checkbox"/> Seriada	
		<input type="checkbox"/> Granofel		<input type="checkbox"/> Afanítica		<input type="checkbox"/> Porfídítica	
		<input type="checkbox"/> Hornfel		<input type="checkbox"/> Criptocristalino			
ROTAS MECANICAMENTE Y RECONSTITUIDAS		Texturas ígneas y metamórficas:		Foliación: Lepidoblástica: ___ Nematoblástica: ___			
1- No Foliadas		Flujo: ___ Intersertal: ___ Subofítica: ___		Foliación: Fuerte ___ Mediana ___ Pobre ___ Muy pobre ___			
CATACLÁSTICAS		Afieltrada: ___ Eutaxítica: ___ Ofítica: ___		Halos pleo.: ___ Reliquias: ___ Helicítica: ___ Red (web): ___			
% fragmentos		Esferulítica: ___ Vitrofídica: ___ Gráfica: ___		Sagenítica: ___ Simplectit.: ___ Poiquilítica: ___ Reabsorc.: ___			
>50 Protocatacl.: ___		Trauítica: ___ Bordes re.: ___ Zonación: ___		Mirmequit.: ___ Decusada: ___ Augen: ___ Augenesquis.: ___			
10-50 Catacla.: ___		Pertítica: ___ Meso.: ___ Anti.: ___ (Tipo: ____, %Plag: __)		Sombras P.: ___ Glomeroporfídítica: ___			
<10 Ultracatacl.: ___		Transformaciones: Ol->Sp ___ Px->Sp ___ Px->Anf ___ Anf->Cl ___ Gr->Bi ___ Gr->Cl ___ Bi->Cl ___					
2- Foliadas		TAMAÑOS		TRIÁNGULO A-P-Q			
MILONÍTICAS		Promedio (de mm - a mm)					
% Porfiroclastos		General (-)		Feldespatos alcalinos: A:			
>50 Protomil.: ___		Porfidoblastos (-)		Plagioclasa (>5An): P:			
10-50 Milonita: ___		Porfidoclastos (-)		Cuarzo: Q:			
<10 Ultramil.: ___		Megacristales (-)		I.C. =		100%	
Blastomilonita: ___		Fenocristales (-)		Matriz (-)		Transparencia: [desde clara (1) a oscura(5)]: ___	
MINERALOGÍA (+- en orden de abundancia) [En volcánicas separar fenocristales de constituyentes de la matriz]							
Nombre		%		Nombre		%	
1-				7-			
2-				8-			
3-				9-			
4-				10-			
5-				11-			
6-				12-		Tz: trazas	
Plagioclasa:		Composición: ___ %An (Nombre: ___). Alterada: Mucho: ___ Mediano: ___ Poco: ___ Nada: ___					
(muy importante)		En orden de abundancia (4->0) a: Sericita: ___ Epidoto: ___ Calcita: ___ Albita: ___ Otro: ___					
Nota:		Al reverso hacer lo mismo para otros minerales alterados (biotita, anfíbol, piroxeno, olivino, etc.)					
CLASIFICACIÓN GENERAL							
Plutónica: ___ Hipoabisal: ___ Volcánica (lava): ___ Volcánica (piroclástica): ___ híbrida: ___							
Metaplutónica: ___ Metahipoabisal: ___ Metalava: ___ Metatoba: ___ (Metatoba híbrida: ___)							
Metasedimentaria: ___ (Metapelita: ___ Meta-psamita: ___ Meta-psefita: ___ Meta-carbonática: ___)							
NOMBRE DE CAMPO:							
NOMBRES PETROGRÁFICOS:							
NOMBRES PROTOLÍTICOS (si es posible):							
Facies (subfacies) metamórfica:							
DESCRIPCIONES DE LOS MINERALES: <i>Hacerlas al reverso</i> , hacer gráficos, marcar sitios para fotomicrografías, etc.							
No indicar propiedades obvias de los minerales, ejm: Muscovita: extinción paralela... Pero siempre indicar los colores de pleocroísmo...							
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, idiomorfo.							
Visualizar texturas y minerales ígneos en: http://www.eos.ubc.ca/courses/eosc221/igneous/igttextur.html							
Minerales metamórficos http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/met_minerals.htm							
Minerales ígneos http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology/ig_minerals.htm							
Petrología en general http://www.union.edu/PUBLIC/GEODEPT/COURSES/petrology							
Usar las clasificaciones de rocas ígneas y metamórficas de: http://www.bgs.ac.uk/bgsrscs/download.html							

Fig. C11. Planilla petrográfica utilizada para rocas ígneas y metamórficas.

Planilla para petrografía de CONGLOMERADO (Lab.330)			
No. Muestra:	Fecha:	Petrografía por:	
Clasificación según:			
Contenido de matriz	Estabilidad de los clastos	Tipo de clastos	
Paraconglomerado	Ortomítico o cuarzoso	Monomítico	
Ortoconglomerado	Petromítico	Polimítico	
Componentes principales (%)			
Clastos	Matriz	Cemento	Porosidad
Características texturales de los clastos			
Tam. Grano (mm)	Clasificación (%)		Orientación
Máx	Arena (1/16-2) mm		Isotrópica
Min	Gránulo (2-4) mm		Anisotrópica
Promedio	Guijarro (4-64) mm		
Tamaños mayores ver muestra de mano			
Escogimiento (%)	Redondez (%)	Esfericidad (%)	Contactos (%)
Muy bueno	Bien redond	Alta	Grano-matriz
Bueno	Redondeado	Media-alta	Grano-cemento
Medio	Sub-redond	Media	Puntual
Pobre	Sub-angular	Media-baja	Longitudinal
Muy pobre	Angular	Baja	Conc-Conv
			Suturado
Composición de los clastos %			
Cuarzo %	Feldespatos %	Fr. de Roca %	Accesorios %
Mc plutónico	Plagioclasa	Chert	Biotita
Pc plutónico	Ortosa	Metamórfico	Moscovita
Volcánico	Microclino	Sediment.	Circón
Mc Metamórfico		Volcánica	Apatito
Pc Metamórfico		Plutónica	Turmalina
			Epidoto
Tipos de fragmentos de roca			
Sedimentario			
Ígneo Plutónico			
Ígneo Volcánico			
Metamórfico			
Cemento %			
	Cuarzo		
	Oxido de Fe		
	Caolinita		
	Mineral calcáreo		
	Minerales de arcilla		
	Otro		
Características texturales de la matriz			
Tam. Grano: (-) mm	Clasificación:	Orientación: 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. C13. Planilla petrográfica utilizada para conglomerados.

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

Fig. C14. Planilla petrográfica utilizada para carbonatos

APÉNDICE D

OBSERVACIONES DE CAMPO, DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO Y PETRÓGRAFIA

Coordenadas expresadas en UTM, Datum REGVEN - WS84 huso 19 p.

Reconocimiento de afloramientos en El Río Tiber, cerca de la población Camburito (edo. Guárico).

- **Punto de observación: Gu-14-01**
Ubicación: Sector Camburito.
Unidad: Gabro de Chacao.
Coordenadas UTM: E: 668.618 / N: 1.094.571

Observaciones de campo: afloramiento a lo largo del Río Tiber. Es un drenaje joven, con bajo caudal, de aproximadamente 7 m de ancho. Se observan rocas con afinidad máfica correspondiente a la unidad Gabro de Chacao. La roca que aflora es un gabro con distintos niveles de tamaño de grano, que van de finos hasta gruesos.



Figura D1. Afloramiento de la unidad Gabro de Chacao.

Descripción muestra de mano Gu-14-01: gabro piroxénico-hornbléndico de grano medio, equigranular. Presenta color fresco verde oscuro y color meteorizado negro con tonalidades azuladas y anaranjado por óxidos de Fe. La mineralogía está constituida principalmente por: piroxéno, anfíbol, plagioclasa, cantidades menores de cuarzo y escaso óxidos de Fe.



Figura D2. Muestra Gu-14-01.

Descripción petrográfica: gabro hornbléndico – piroxénico, protocataclástico, cuya relación de componentes es un 40% de hornblenda la cual presenta textura grafica y se encuentra alterando a clorita que se encuentra en una proporción de 28%, cantidades menores de clinopiroxeno, un 12% de plagioclasa de tipo labradorita zonada y alterando a epidoto presente con un 3%, y un 2% de accesorios como magnetita, calcita y cuarzo policristalino. La muestra se encuentra envuelta por fracturas rellenas de material triturado con proporción de 15 %, evidenciando la influencia tectónica en la unidad.

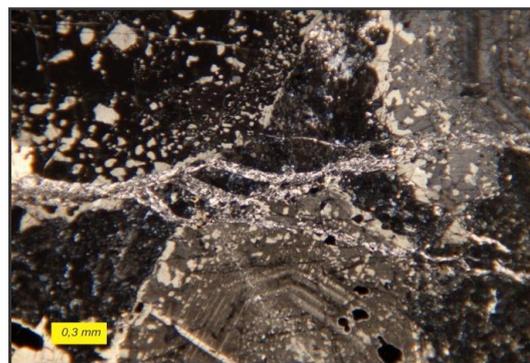


Figura D3. Hornblenda y cristales de plagioclasa zonada, todo envuelto por la matriz triturada en gabro hornbléndico – piroxénico protocataclástico. Muestra Gu-14-01

- **Punto de observación: Gu-14-02**
Ubicación: Sector Camburito.
Unidad: Gabro de Chacao
Coordenadas UTM: E: 669.482 / N: 1.094.492

Observaciones de campo: en el Río Tiber se destaca la presencia de una zona de diques, asociados al Gabro de Chacao, aparenta ser el mismo material con granulometría más fina. Los

diques tienen una orientación N50E y un espesor aproximado de 5 y 15 cm.



Figura D4. Diques en afloramiento de la unidad Gabro de Chacao.



Figura D5. Diques de basalto en afloramiento de la unidad Gabro de Chacao

Descripción muestra de mano Gu-14-02: gabro o basalto hornbléndico, de textura afanítica, color fresco verde y negro azulado, y color meteorizado marrón y anaranjada. Material de la zona de dique. La mineralogía está constituida por hornablenda, plagioclasa y escaso óxidos de Fe, por meteorización le dan la tonalidad anaranjada.



Figura D6. Muestra Gu-14-02

Descripción petrográfica: basalto hornbléndico – piroxénico, cuya relación de componentes es un 45% de plagioclasa cálcica como bytonita – labradorita alterando a sericita y epidoto (5%), los anfíbol alteran a clorita, un 25% de hornblenda alterando a clorita (15%), se observa un 5% de prehnita en vetas y alrededor del anfíbol, presentado un ángulo de extinción bajo casi paralelo, un 3% de minerales accesorios como magnetita, pirita y cuarzo mono y policristalino.

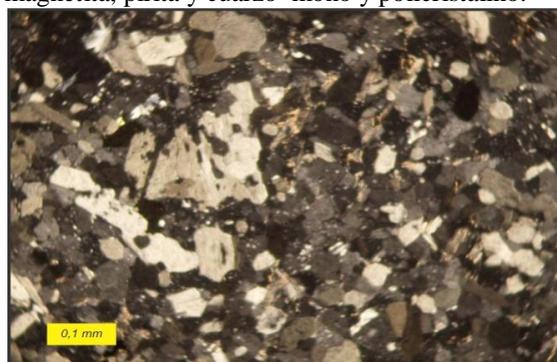


Figura D7. Basalto hornbléndico – piroxénico, plagioclasas hornblenda, con un tamaño de grano muy pequeño. Muestra Gu-14-02

- **Punto de observación:** Gu-14-03
- Ubicación:** Carretera sector Camburito.
- Unidad:** Lava de las Hermanas.
- Coordenadas UTM:** E: 671.980 / N: 1.094.330

Observaciones de campo: afloramiento a lo largo del Río Tiber, de unos 10 m de ancho. Se observan rocas meta-ígneas, con leve foliación.

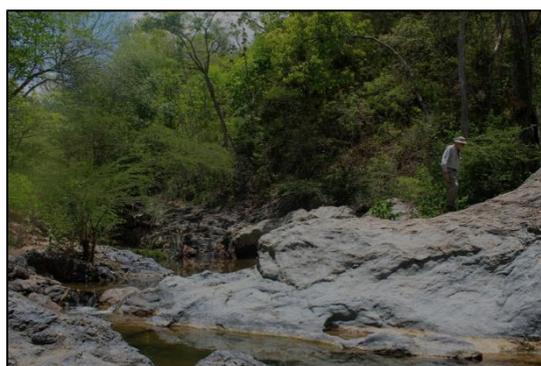


Figura D8. Afloramiento de la unidad lava de Las Hermanas.

Descripción muestra de mano Gu-14-03: roca volcánica de color fresco negro azulado y color meteorizado marrón anaranjado. Destaca en su mineralogía anfíbol, plagioclasa (posiblemente Ca), clorita, mica blanca, óxidos de Fe y epidotización.



Figura D9. Muestra Gu-14-03

Descripción petrográfica: toba lítica fina, compuesta por un 80% de fragmentos de toba y lava, los fragmentos pueden presentar un tamaño de 1,7 a 2 mm. La roca presenta un fabrica equigranular y una matriz con muy marcada textura traquítica, 17% de plagioclasas del tipo andesita, un 3% de accesorios como calcita, magnetita y cuarzo mono y poli cristalizo.

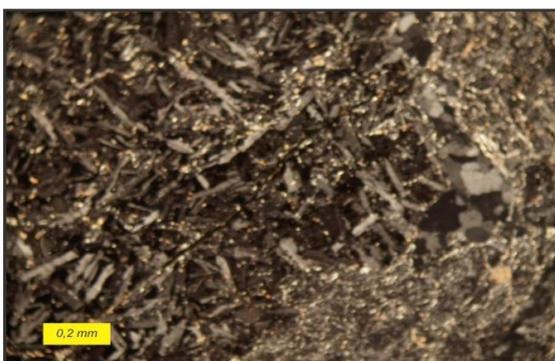


Figura D10. Fragmento de toba con textura traquítica y cuarzo policristalino. Muestra Gu-14-03

Reconocimiento de afloramientos próximos a la zona penitenciaria de San Juan de Los Morros.

- **Punto de observación: Gu-14-04**

Ubicación: Av. Fuerzas Armadas, San Juan de los Morros.

Unidad: Formación Guaiquera.

Coordenadas UTM: E: 677.089 / N: 1.095.277

Observaciones de campo: afloramiento de corte de carretera. Se observan alternancia rítmica de paquetes de arenisca fina con lutita, alta meteorización. Las capas son de 25 a 30 cm de espesor y orientación N23E47N.



Figura D11. Afloramiento de la Formación Guaiquera.

- **Punto de observación: Gu-14-05**

Ubicación: Av. Fuerzas Armadas. San Juan de los Morros.

Unidad: Formación Guaiquera.

Coordenadas UTM: E: 679.396 / N: 1.097.093

Observaciones de campo: corte de carretera con grado de meteorización medio. Se observa una capa de arenisca media con orientación N5E65S.



Figura D12. Afloramiento de la Formación Guaiquera.

Descripción muestra de mano Gu-14-05: arenisca lítica de grano medio a grueso. Color fresco gris y color meteorizado de marrón-gris. Los clastos están entre subredondeado y subangulosos, con tamaño que van de 1 mm hasta 0,5 cm. Grano lítico que corresponden a restos de roca volcánica de tonalidad negra y verde.



Figura D13. Muestra Gu-14-05.

Descripción petrográfica: Arenisca micrítica, constituida por un 60% de granos, entre los que tenemos plagioclasa (26%), roca volcánica (25%), cuarzo (6%) y rocas sedimentarias (3%), 35% de micrita y un 5% de aloquímicos como equinodermos, foraminíferos y fragmentos de bivalvos. La muestra presenta un remplazo en las plagioclasas por calcita, principalmente por la influencia cálcica en los fragmentos de dicho mineral y de rocas volcánicas



Figura D14. Arenisca micrítica, con fragmentos de rocas volcánicas. Muestra Gu-14-05

- **Punto de observación: Gu-14-06**
Ubicación: Av. Hugo Chávez, San Juan de los Morros.

Unidad: Formación Guaiquera.

Coordenadas UTM: E: 679.989 / N: 1.097.413

Observaciones de campo: alternancia de capas de arenisca y caliza intercaladas con material caótico. Los espesores promedio son de 1,5 m. La orientación de las capas es de N80E48S. Se resalta a presencia de pliegues de arenisca, con ángulo interlimbal bajo dentro del material caótico, así como olistolitos subangulosos de caliza, arenisca y volcánica negra.



Figura D15. Afloramiento de la Formación Guaiquera.



Figura D16. Olistolitos subangulosos en afloramiento de la Formación Guaiquera.

Descripción muestra de mano Gu-14-06a: caliza de color fresco Gris oscuro y color meteorizado marrón oscuro, masiva, no se diferencian restos fósiles y poco contenido de extraclastos. Vetas de calcita.



Figura D17. Muestra Gu-14-06a

Descripción muestra de mano Gu-14-06b: arenisca de color fresco marrón claro a amarillo, y color meteorizado de amarillo fuerte ha anaranjado. Resalta una arenisca lítica de grano medio a grueso, subredondeado. Dominado por una clase de grano entre 1 a 2 mm. Se observan granos de cuarzo, feldespato y gran cantidad de grano lítico conformados por restos de roca negra y verde, y mica blanca.



Figura D18. Muestra Gu-14-06b

Reconocimiento del área Morro Grande, San Juan de los Morros (Edo. Guárico).

- **Punto de observación: Gu-14-07-S**
Ubicación: Morro del Faro, oeste de San Juan de los Morros.
Unidad: Formación Morro del Faro.
Coordenadas UTM: E: 675.426 / N: 1.098.519
Observaciones de campo: bloque de caliza masivo, de unos 10 m de ancho y 4 m de alto ubicado en la ruta de ascenso a la base del Morro del Faro, producto de desprendimientos desde el morro.



Figura D19. Bloque suelto de la Formación Morro del Faro.

Descripción muestra de mano Gu-14-07: caliza masiva correspondiente a la Formación Morro del Faro. Color fresco gris claro, y color meteorizado marrón oscuro. Pequeños fragmentos de restos fósiles, aparentemente de bivalvos. Abundan vetas de calcita.



Figura D20. Muestra Gu-14-07

Descripción petrográfica: caliza lodosa (packestone – wackestone) / Biomicrita esparcida: compuesto por 30% de aloquímicos, 67% de ortoquímicos y un 3% de extraclastos. En los aloquímicos se encuentran fragmentos de algas verdes, equinodermos, nummulites, gasterópodos y muy buenos fragmentos de corales bien preservados, en algunos puntos rellenos por aragonitos, y micritizados. En los ortoquímicos resalta un alto contenido de micrita con un 63% y 3% de cemento de microespato alrededor de

fósiles, de bajo magnesio. Los fósiles presentes indican un ambiente marino somero, pegado a la línea de costa, bajo un clima árido.

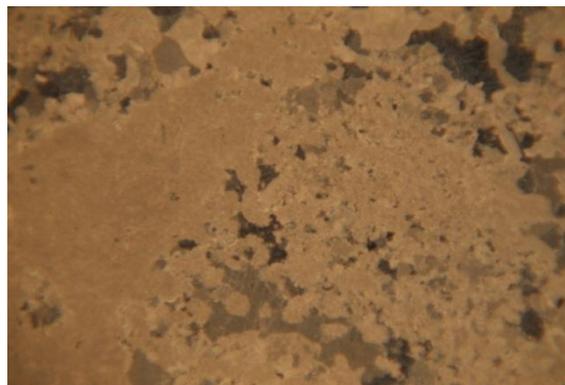


Figura D21. Caliza lodosa, con fragmentos de corales. Muestra Gu-14-07

- **Punto de observación: Gu-14-08**
Ubicación: Morro Grande.
Unidad: Formación Escorzonera.
Coordenadas UTM: E: 675.552 / N: 1.098.509

Observaciones de campo: caliza correspondiente a la Formación Escorzonera, con abundantes fósiles de gasterópodos, los cuales, están rellenos por una matriz volcánica. Los fósiles tienen un diámetro de 2 cm aproximadamente. La roca es de color fresco gris claro, con zonas oscuras por la presencia de extraclastos volcánicos, y color meteorizado negra y amarilla.



Figura D22. Afloramiento de la Formación Escorzonera.

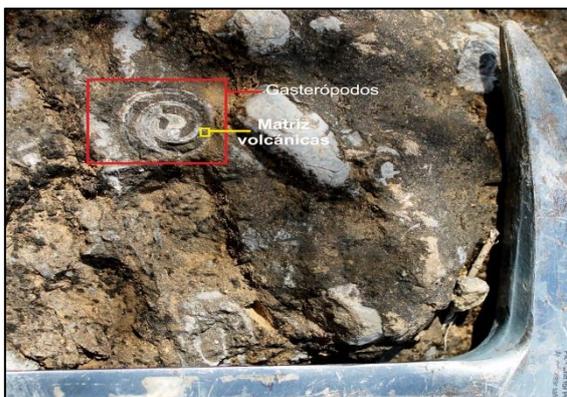


Figura D23. Afloramiento de la Formación Escorzonera. Gasterópodo con matriz volcánica.



Figura D25. Caliza aloquímica con fragmentos de rocas volcánicas y equinodermos. Muestra Gu-14-09.

- Punto de observación: Gu-14-09**
Ubicación: Morro del Faro.
Unidad: Formación Escorzonera.
Coordenadas UTM: E: 675.608 / N: 1.098.591
Observaciones de campo: a lo largo del camino que sube hasta la base del Morro del Faro se observa una caliza oscura con abundante restos de piroxeno y sin una orientación general.

Descripción muestra de mano Gu-14-09: caliza masiva, de color fresco gris oscuro y color meteorizado marrón claro. Fragmentos de rocas volcánicas verdes y posiblemente cristales de piroxéno, todo los extraclastos son de 2 mm a o, 5 cm aproximadamente. No se observan fósiles.



Figura D24. Muestra Gu-14-09

Descripción petrográfica: caliza aloquímica arenosa, compuesta por un 20 % de extraclastos, 30% de aloquímicos y 50% de ortoquímicos. En los aloquímicos resalta la presencia de algas daciadacias, indicando un ambiente de baja energía, y profundidades no mayores a los tres metros, En los componentes extraclastos resaltan la presencia de grandes fragmentos de roca verde, volcánica, caliza y plagioclasas. En los ortoquímicos la roca se encuentra constituida principalmente de esparita, generada a partir de la precipitación de calcita de bajo magnesio en espacios vacíos, poca micrita.

- Punto de observación: Gu-14-10**
Ubicación: Base del Morro del Faro.
Unidad: Formación Morro del Faro.
Coordenadas UTM: E: 675.672 / N: 1.098.886
Observaciones de campo: en la base del Morro del Faro se colecto una muestra de “tierra rosada” en cavidades de la caliza.



Figura D26 Base “tierra rosada” y los Morros.

Descripción muestra de mano Gu-14-10: caliza con residuos (“tierra rosada”) de la disolución de la caliza. Gran contenido de extraclastos, algunos notoriamente disueltos. De color marrón claro a rosado. Los extraclastos son de 1 a 2 mm. Se observan restos fósiles meteorizados de bivalvos y otros no diferenciables, así como disolución posiblemente de los fósiles.



Figura D27. Muestra Gu-14-10

Reconocimiento de una zona al norte del caserío La Musiuera (Edo. Guárico).

- **Punto de observación: Gu-14-11**
Ubicación: al norte del poblado La Musiuera.
Unidad: Caliza de El Caliche, rodeado por la Formación Garrapata.
Coordenadas UTM: E: 661.593 / N: 1.080.956

Observaciones de campo: la carretera corta a la fila El Caliche, correspondiente a la unidad Caliza del Caliche, dicha topografía es de un color blanco, la cual, la hace resaltante. La caliza se presenta en dos capas diferenciadas por su coloración y contenido extraclastos, las cuales se alternan y van aumentando de espesor hacia el oeste de 2, 5 cm a 12 cm, se orienta N80E75N. Representan un posible equivalente turbidítico.



Figura D28. Fila el Caliche, conformada por la unidad Caliza de El Caliche.



Figura D29. Variación de color en Caliza de El Caliche.

Descripción muestra de mano GU-14-11a: caliza de color fresco gris claro y color meteorizado marrón claro. Masiva, no se observan restos fósiles, al realizar el lavado con HCl al 10% se observa una proporción moderada de extraclastos de fino a medio.



Figura D30. Muestra Gu-14-11a

Descripción muestra de mano Gu-14-11b: caliza de color fresco marrón claro, y color meteorizado de marrón claro a marrón oscuro. Caliza masiva, no se observan restos fósiles, y al realizar el lavado con HCl al 10 % se valoro una composición muy baja de extraclastos de tamaño fino.



Figura D31. Muestra Gu-14-11b

Descripción petrográfica: Lodolita (mudstone – wackestone) / Micrita fosilífera: se compone por un 15 % de aloquímicos, que en su totalidad son foraminíferos plantónicos de tipo Globigerinida y Guembelina; un 85% de ortoquímicos en su totalidad micrita y lodo calcáreo. Es una caliza pelágica, típica del cretácico, bandeada y con fracturas rellenas de calcita de bajo magnesio.



Figura D32. Lodolita – caliza lodosa. Caliza pelágica, típica del cretácico, bandeada. Muestra Gu-14-07

- **Punto de observación: Gu-14-12**
Ubicación: al norte del poblado La Musiuera.
Unidad: Formación Garrapata
Coordenadas UTM: (E: 661.676 / N: 1.081.148)

Observaciones de campo: alternancia de capas de arenisca finas y lutitas de forma rítmica. Las arenisca tienen un espesor en promedio de 70 cm a 1 m, y las lutitas son de menor espesor de 30 a 60 cm. Están orientadas N80E60N. El color fresco de las arenisca es gris claro, y el color meteorizado negra con anaranjado por los óxidos de Fe.



Figura D33. Afloramiento de la Formación Garrapata.

Reconocimiento de afloramientos próximos al poblado Cantagallo (Edo. Guárico).

- **Punto de observación: Gu-14-13**
Ubicación: Caserío Las Piedras.
Unidad: Gabro de Cantagallo.
Coordenadas UTM: E: 665.287 / N: 1.084.391

Observaciones de campo: en una ladera dentro de la población Las Piedras se observa un conjunto bloques de sueltos de Gabro.



Figura D34. Afloramiento de Gabro de Cantagallo.

Descripción muestra de mano Gu-14-13: gabro piroxénico-hornbléndico de grano medio a fino, equigranular. Color fresco verde oscuro, y color meteorizado marrón oscuro. Mineralógicamente esta constituido por un alto contenido de anfíbol y piroxeno, con plagioclasa, bajo contenido de cuarzo y escasa mica negra,

posiblemente biotita. En algunos parte de observa epidotización.



Figura D35. Muestra Gu-14-13

Descripción petrográfica: gabro piroxénico-hornbléndico, compuesto por 20 % de clinopiroxeno de la serie augita-diópsido alterando anfíbol de tipo hornblenda y de la serie actinolita-tremolita en un 10%, a su vez alterando a clorita; un 40% de plagioclasas de tipo bytonita alterando a epidoto y cercita, un 3% de prehnita en vetas, por alteración de plagioclasa y clinopiroxeno, un 4% de accesorios como magnetita y pirita, cuarzo policristalino, biotita y circón. Se observan halos pleocroicos en los circones.

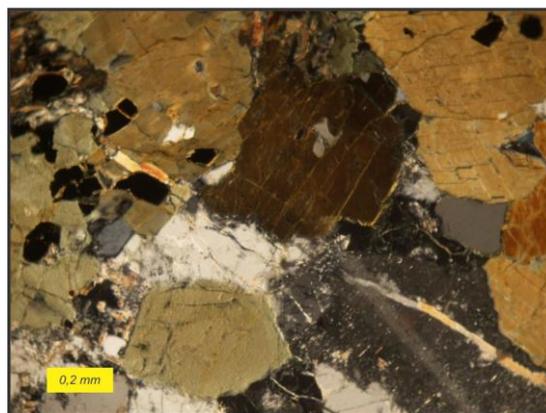


Figura D36. Clinopiroxeno hornblenda verde, plagioclasa maclada y magnetita en gabro piroxénico - hornbléndico. Muestra Gu-14-13.

- **Punto de observación: Gu-14-14**
Ubicación: Poblado El Rincón de San Antonio. Qda. El Pizarrero.
Unidad: Gabro de Cantagallo.
Coordenadas UTM: E: 668.674 / N: 1.086.386.

Observaciones de campo: en una quebrada de unos 5 m de ancho y seca, se recorrió unos 500 m y se observo aflorando un gabro con distintos niveles de granulometría, evidenciado por zonas de cristales gruesos, medio y afanítica, también se apreció un conjunto de diques de distintos pulsos de cristalización, los cuales estaban compuestos por el material gabroide mas fino y tienen un

espesor de 5 a 15 cm. Se encontraron cantos rodados de Lava piroxénica bien redondeados.



Figura D37. Gabro de Cantagallo.



Figura D38. Dique de gabros. Gabro de Cantagallo.

Descripción muestra de mano Gu-14-14a-R: gabro piroxénico-hornbléndico, de color fresco verde, y color meteorizado negro y gris. Textura fanerítica, equigranular, con tamaño grueso de cristales entre 1 y 2,5 cm. Se distingue una mineralogía de anfíbol, plagioclasa, biotita, moderado cuarzo y óxidos de Fe.



Figura D39. Muestra Gu-14-14a-R.

Descripción muestra de mano Gu-14-14b-R: gabro piroxénico-hornbléndico, color fresco verde, y color meteorizado negro y gris. Textura fanerítica, equigranular, con tamaño medio de cristales entre 0,2 a 0,3 mm. Se distingue una mineralogía de anfíbol, plagioclasa, biotita, moderado cuarzo y óxidos de Fe.



Figura D40. Muestra Gu-14-14b-R.

Descripción petrográfica: gabro hornbléndico – piroxénico, fanerítico, compuesto por 10% de anfíbol de tipo hornblenda y de la serie actinolita-tremolita alterando a clorita, un 58% de plagioclasa del tipo andesina y labradorita alterando a epidoto y sericita, 5% de clinopiroxeno de la serie augita – diópsido alterando anfíbol, un 2% de accesorios como magnetita, calcita y cuarzo policristalino.

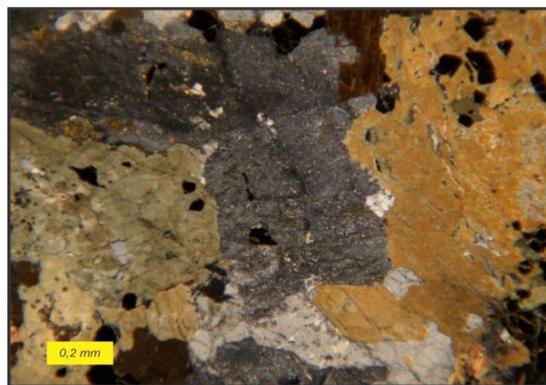


Figura D41. Plagioclasa, clinopiroxeno, hornblenda y magnetita en gabro hornbléndico – piroxénico. Muestra Gu-14-14b-R.

Descripción muestra de mano Gu-14-14c-R: gabro piroxénico-hornbléndico, color fresco verde, y color meteorizado gris y anaranjado. Textura afanítica, representa el material de la zona de los diques, debe tener la misma afinidad mineralógica de las muestra anteriores por el color, y asociación mineralógica.



Figura D42. Muestra Gu-14-14c-R.

Descripción muestra de mano Gu-14-14d-R: lava piroxénica, perteneciente posiblemente a la unidad Metalava de El Caño y El Chino. De color fresco verde oscuro-marrón, y color meteorizado verde opaco. En una matriz verde de composición máfica, se tiene cristales de piroxeno bien desarrollados, esto indica una textura fanerítica de grano medio a grueso de 0,1 a 0,3 mm, inequigranular, porfidítica.



Figura D43. Muestra Gu-14-14d-R

- **Punto de observación: Gu-14-15-R**
Ubicación: Qda. Canoas
Unidad: Gabro de Cantagallo.
Coordenadas UTM: E: 672.693 / N: 1.083.673

Observaciones de campo: en una quebrada de 3 m de ancho y seca, se encuentran bloques de gabro perteneciente a la Unidad Gabro de Cantagallo.

Descripción muestra de mano Gu-14-15-R: gabro de color fresco verde claro, y color meteorizado marrón oscuro. Rodado anguloso, presenta una textura afanítica la cual permite distinguir cristales de hornblenda, abundante plagioclasa, moderado cuarzo, y en ciertos puntos óxidos de Fe.



Figura D44. Muestra Gu-14-15-R.

Descripción petrográfica: gabro hornbléndico - piroxénico cataclástico: fanerítico, compuesto por un 58% de plagioclasas (andesina - labradorita) con fuerte textura antipertítica y zonada alterando a epidoto, un 10% de hornblenda y actinolita-tremolita, así como un 5% de clinopiroxeno alterando a clorita, 2% de accesorios como magnetita y cuarzo. Se observa un matriz de material triturado, evidenciando la influencia tectónica en la unidad.



Figura D45. Epidotización, plagioclasa y anfíbol en gabro hornbléndico - piroxénico, cataclástico. Muestra Gu-14-15-R

Reconocimiento de una zona cercano a la población El Grillero (Edo. Guárico).

- **Punto de observación: Gu-14-16**
Ubicación: Poblado El Recreo.
Unidad: Formación Garrapata, Miembro La Vigía.
Coordenadas UTM: E: 675.473 / N: 1.087.051

Observaciones de campo: en un corte de carretera se observa una alternancia de capas de arenisca pertenecientes a la Formación Garrapata, Miembro La Vigía. Con orientación N57E60N.



Figura D46. Afloramiento de la Formación Garrapata, Miembro La Vigía.

Descripción muestra de mano GU-14-16: arenisca de grano medio, subangulosa, con moderada presencia de grano lítico, feldespato, cuarzo, mica blanca y óxidos de Fe, leve efervescencia.



Figura D47. Muestra Gu-14-16.

Descripción petrográfica: Grauvaca lítica, compuesta por un 62% de granos en los que resaltan plagioclasa (22%), cuarzo monocristalino y policristalino (18%), fragmentos de roca volcánica como toba (15%), fragmentos de limolita (3%) y dolomita (4%); un 30% de matriz de caolín (20%), sílice (8%) y óxidos de Fe (2%), 8% de cemento de ilita (5%), clorita (2%) y óxidos de Fe (1%).

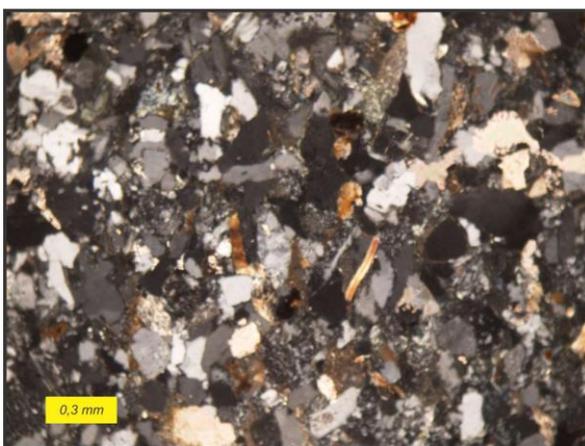


Figura D48. Cuarzo mono y policristalino, plagioclasa, ilita, matriz arcillosa en grauvaca lítica. Muestra Gu-14-16.

- **Punto de observación: Gu-14-17**
Ubicación: Poblado El Recreo.
Unidad: Formación Garrapata, Miembro La Vigía. (Conglomerado)
Coordenadas UTM: E: 675.521 / N: 1.086.052
Observaciones de campo: Bloque suelto de afloramiento cercano y a la orilla de la carretera en la población El Recreo. Es un paraconglomerado polimíctico, se encuentra sobre unas capas de lutita alternadas con chert de unos 5 a 10 cm, con orientación N10E5N.



Figura D49. Bloques de conglomerado, de la Formación Garrapata, Miembro la Vigía.



Figura D50. Conglomerado de la Formación Garrapata, Miembro La Vigía.

Descripción muestra de mano GU-14-17: conglomerado soportado por la matriz (paraconglomerado), y polimíctico ya que se observan clastos de diversa naturaleza, rocas volcánicas negras y verde, cuarzo, feldespato, fragmentos de arenisca y caliza, y abundante chert. Estos granos están en varias modas, los de mayor tamaño son de unos 2 a 5 cm, y los menores van de 2 mm a 1 cm.



Figura D51. Muestra Gu-14-17.

- **Punto de observación: Gu-14-18**
Ubicación: Río Para Para.
Unidad: Formación Garrapata.
Coordenadas UTM: E: 675.454 / N: 1.086.357
Observaciones de campo: a lo largo del Río Para Para se observa capas de arenisca de grano medio, lítica y con orientación N30E75N.

Descripción muestra de mano Gu-14-18: arenisca lítica de grano medio, color fresco de gris a negro, y color meteorizado marrón. Fragmentos de roca volcánica negra y verde, feldespato y moderado cuarzo. Los granos son de 2 a 3 mm, subangulosos.



Figura D52. Muestra GU-14-18.

- **Punto de observación: Gu-14-19**
Ubicación: Río Parapara.
Unidad: Contaco entre la Lava de Las Hermanas y el Miembro La Vigia.
Coordenadas UTM: E: 675.125 / N: 1.086.447
Observaciones de campo: se llega a una zona donde se ubica el contacto tectónico entre las dos unida. El contacto corresponde al Corrimiento de Cantagallo. La zona precisa del contacto se encuentra cubierta, pero se ve el cambio drástico entre la unidad sedimentaria y la volcánica.



Figura D53. Corrimiento de Cantagallo. A la izquierda se tiene a la Formación Garrapata Miembro La Vigía, en la derecha la Lava de Las Hermanas.

Reconocimiento de una zona cercano al Cerro Garrapata o Cerro Pariapán (Edo. Guárico).

- **Punto de observación: Gu-14-20**
Ubicación: Cerró Garrapata.
Unidad: Formación Garrapata o Cerro Pariapán.
Coordenadas UTM: E: 682.708 / N: 1.097.259
Observaciones de campo: el cerro está conformado por material caótico que contiene aflorado cantos de conglomerado polimítico, generando grandes bloques redondeados a raíz de la meteorización esferoidal. Están ubicados sin orientación preferencial. Compuestos en su mayoría por grano lítico de rocas volcánicas (lava y toba), roca verde, restos de arenisca lítica y caliza, de tamaños de 2 a 10 cm.



Figura D54. Bloques redondeados por meteorización esferoidal de conglomerados. Formación Garrapata.



Figura D54. Conglomerados. Formación Garrapata.

Descripción muestra de mano Gu-14-20: conglomerado de color fresco negro y color meteorizado negro opaco. Polimíctico con clastos bien redondeados, compuestos en su mayoría por granos líticos de rocas volcánicas negra, verde, lava y toba, restos de arenisca lítica y caliza, de tamaños de 2 a 10 cm.



Figura D55. Muestra Gu-14-20.

Descripción petrográfica: Conglomerado polimíctico, compuesto por un 82% de clastos en su mayoría fragmentos de tobas y gabro así como escasos restos de limolita y arenisca fina. Un 8% de matriz arenosa y limosa; 5% de cemento de arcilla y 5 % de porosidad.



Figura D56. Fragmento de roca volcánica alterando y arenisca fina, en conglomerado polimíctico. Muestra Gu-14-20.

- **Punto de observación: Gu-14-21**
Ubicación: Caserío Agua Sabana.
Unidad: Formación Garrapata.
Coordenadas UTM: E: 684.428 / N: 1.096.714

Observaciones de campo: en la zona baja del cerro La Cumbre se observan una serie de sueltos de distintos tipos de rocas como caliza, arenisca y gabro, angulosos, estos asociados a la Formación Garrapata.

Descripción muestra de mano Gu-14-21a: Caliza de color fresco gris y color meteorizado marrón claro. No se observan restos fósiles. Grano fino a medio, con moderada cantidad de restos líticos de roca verde y negra, también resaltan mineralógicamente anfíbol orientados, feldespato, y óxidos de Fe.



Figura D57. Muestra Gu-14-21a.

Descripción petrográfica: Caliza cristalina (grainstone) - oolita, compuesta por un 40% de aloquímicos que en su mayoría son por facies oolitas generados dentro de la cuenca, a partir de restos de extraclastos, equinodermos y bivalvos; 57% de ortoquímicos, en proporciones similares en micrita y espato, y menor cantidad de microesparita.

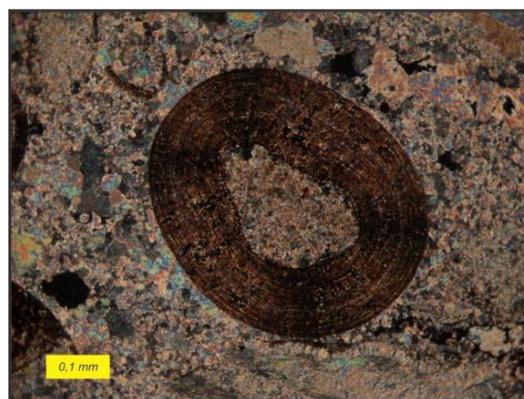


Figura D58. Caliza cristalina - Oolita. Muestra Gu-14-21a.

Descripción muestra de mano Gu-14-21b: caliza de color fresco gris claro a blanca, color meteorizado negro. Compacta de grano grueso, no se observan restos fósiles y extraclastos. Vetas de calcita.



Figura D59. Muestra Gu-14-21b.

Descripción muestra de mano Gu-14-21c: caliza de color fresco gris a blanca, y color meteorizado de marrón a negro. Caliza compacta de grano fino. No se observan restos fósiles y escasos extraclastos de rocas negras. Pequeñas vetas de calcita.



Figura D60. Muestra Gu-14-21c.

- **Punto de observación:** Gu-14-22
Ubicación: Caserío La Cumbre.
Unidad: Formación Garrapata.
Coordenadas UTM: E: 683.618 / N: 1.097.716

Observaciones de campo: en la carretera próxima al caserío La Cumbre, se observa una serie afloramientos en cortes de carretera, de arenisca sin una evidente orientación.



Figura D61. Afloramiento de la Formación Garrapata.

Descripción muestra de mano Gu-14-22: arenisca de color fresco gris oscuro y color

meteorizado marrón. De grano grueso, con niveles conglomeraticos de granos líticos de roca volcánica entre 0,5 y 1 cm. La arenisca es lítica, se distinguen resto de roca volcánica, anfíbol y mica opaca. Bien redondeada de 1 a 2 mm.



Figura D62. Muestra Gu-14-22.

Reconocimiento de afloramientos próximos al Río El Pao (Edo. Aragua).

- **Punto de observación:** Ar-14-23
Ubicación: Qda. Pirital.
Unidad: Formación Escorzonera.
Coordenadas UTM: E: 695.621 / N: 1.102.643

Observaciones de campo: no se observan afloramientos, sino grandes Bloques de areniscas de grano medio, líticas.

Descripción muestra de mano Ar-14-23: arenisca de color fresco gris y color meteorizado marrón. Grano medio, alto contenido lítico de roca verde, cuarzo, óxidos de Fe y feldespato. Los granos son de aproximadamente 2 a 5 mm, redondeado y bien escogidos.



Figura D63. Muestra Gu-14-23.

Descripción petrográfica: Wacka lítica, compuesta por un 70% de granos en los que resaltan plagioclasa (35%), fragmentos de roca volcánica como toba (10%), cuarzo (5%) y anfíbol (5%); un 30% de matriz de caolín (15%), sílice (5%) y óxidos de Fe (10%), 7% de cemento de Arcilla (5%), clorita (2%) y óxidos de Fe (8%).

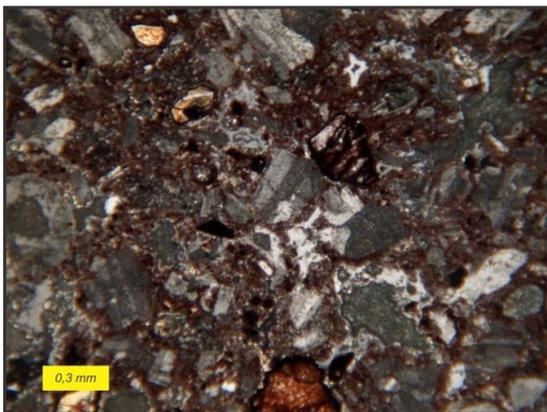


Figura D64. Abundante contenido de plagioclasas y matriz arcillosa y óxido de Fe en wacka lítica. Muestra Gu-14-23.

- **Punto de observación:** Ar-14-24
Ubicación: Qda. Pirital.
Unidad: Formación Caramacate.
Coordenadas UTM: E: 695.868 / N: 1.101.757

Observaciones de campo: al inicio de la Qda. Pirital se observa un conjunto de bloques de roca volcánica, con material caótico en su interior, de grandes cantos subredondeados, caliza y roca verde. En algunos cantos de caliza se puede observar rizadura simétrica.



Figura D65. Caliza masiva, con rizadura simétrica, Formación Caramacate.



Figura D66. Caliza con olistolitos de roca volcánica, Formación Caramacate.



Figura D67. Caliza con restos caóticos de rocas carbonáticas Formación Caramacate.

Descripción muestra de mano Ar-14-24S: caliza masiva, de color fresco gris claro y color meteorizado marrón claro. No se observan restos fósiles, abundante extraclastos.



Figura D68. Muestra GU-14-24.

Descripción petrográfica: Caliza cristalina (grainstones) / Biomicrita mal lavada: compuesta por un 18% de aloquímicos entre los que tenemos equinodermos, algas verdes, bivalvos, nummulites y foraminíferos béticos; un 71% de ortoquímico en su mayoría micrita, cemento de microespato y proporciones menores de pseudoespato y espato.

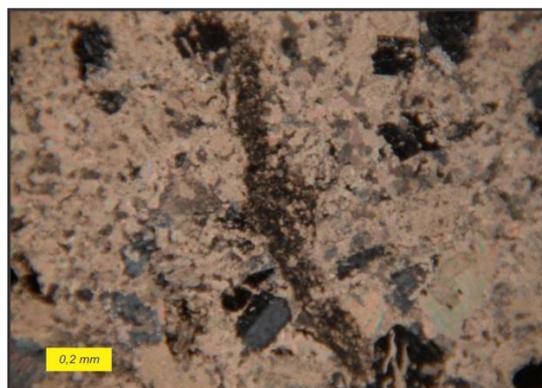


Figura D69. Fragmentos de roca sedimentaria y volcánica, esparita y micrita, en caliza cristalina. Muestra Gu-14-24.

Reconocimiento de afloramientos en la Qda. Caramacate (Edo. Aragua).

- **Punto de observación: Ar-14-25**
Ubicación: Río Caramacate.
Unidad: Formación Caramacate.
Coordenadas UTM: E: 699.417 / N: 1.102.369
Observaciones de campo: a lo largo de Río Caramacate se observan afloramientos de arenisca con estratificación paralela, orientados N48E75N.



Figura D70. Afloramientos en el Río Caramacate, Formación Caramacate.



Figura D71. Laminación paralela en arenisca, Formación Caramacate.

Descripción muestra de mano GU-14-25: arenisca laminada, fuertemente efervescente al HCl, de color fresco gris oscuro y color meteorizado negro. Gran cantidad de grano lítico de roca volcánica. Granos de 2 a 4 mm, subredondeados.



Figura D72. Muestra Ar-14-25.

Descripción petrográfica: arenisca micrítica: compuesta por un 55% de granos, entre los que tenemos plagioclasa (25%), roca volcánica (15%), cuarzo (8%) y rocas sedimentarias (5%), así como un 10% de matriz de arcilla y caolín. 10% de aloquímicos como equinodermos y fragmentos de bivalvos. 25% de micrita (calcita de bajo magnesio). Se observa un proceso de dolomitización sobre las plagioclasas y resto de roca volcánica.



Figura D73. Fragmentos de roca volcánica y arenisca fina, micrita, plagioclasa y óxidos de Fe en arenisca micrítica. Muestra Gu-14-25.

Reconocimiento de afloramientos en el poblado Valle de Morín (Edo Aragua).

- **Punto de observación: Ar-14-26**
Ubicación: Qda. Gamelotal.
Unidad: Formación Los Cajones.
Coordenadas UTM: E: 728.196 / N: 1.095.548

Observaciones de campo: se observa una alternancia de capas de lutita con arenisca de 50 a 1,5 m de espesos, en su interior material caótica de cantos redondeados de 2 cm hasta 30 cm. La orientación de las capas es de N45W55S.



Figura D74. Afloramientos en la Qda. Gamelotal.



Figura D75. Niveles conglomeraticos.



Figura D76. Niveles conglomeraticos.



Figura D77. Niveles conglomeraticos. Obsérvese un clasto de gabro.



Figura D78. Niveles conglomeraticos.

Descripción muestra de mano Ar-14-26: arenisca fina, con varios niveles conglomeraticos, los cuales indican sedimentación caótica durante distintos pulsos. Se observan pulsos conglomeraticos con cantos de 1 y 2 cm, y hasta 30

cm de fragmentos líticos de roca volcánica verde, gabro, cuarzo, plagioclasa, bien redondeados.



Figura D79. Muestra Ar-14-26.

Descripción petrográfica: grauvaca lítica, compuesta por un 65% de granos en los que resaltan plagioclasa (25%), cuarzo monocristalino y policristalino (20%), fragmentos de roca volcánica como tobs (15%), fragmentos de roca sedimentaria (3%) y Dolomita (2%); un 28% de matriz de caolín (15%), sílice (10%) y óxidos de Fe (3%), 7% de cemento de ilita (4%), clorita (2%) y óxidos de Fe (1%). En la muestra se observa un remplazo en las plagioclasas y fragmentos volcánicos por calcita y dolomita, matriz arcillosa.

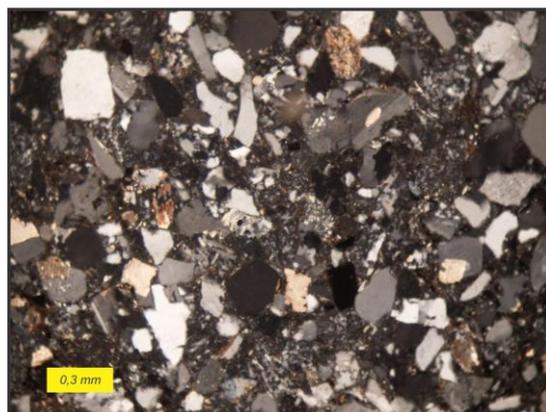


Figura D80. Plagioclasa, cuarzo, matriz de caolín en grauvaca lítica. Muestra Gu-14-26

Reconocimiento de afloramientos en la zona de Pardillal, próxima al poblado El Rodeo (edo. Aragua).

- **Punto de observación:** Ar-14-27
Ubicación: Pardillal
Unidad: Serpentinita.
Coordenadas UTM: E: 715.137 / N: 1.098.684

Observaciones de campo: afloramiento de un olistolito de serpentinita en la encrucijada de Pardillal. El material ocupa todo un cerro aislado.



Figura D81. Serpentinita. Pardillal.



Figura D82. Serpentinita Pardillal.

Reconocimiento de afloramientos en el poblado de San Sebastián de los Reyes (Edo Aragua).

- **Punto de observación: Ar-14-28**
Ubicación: Qda. Las Hermanas.
Unidad: Volcánicas de las Hermanas, Lava Almohadilladas.
Coordenadas UTM: E: 704.899 / N: 1.102.508
Observaciones de campo: a lo largo de la Qda. Las Hermanas se observan un conjunto lava almohadilladas, con almohadillas de 1 a 2 diámetro.



Figura D83. Lava almohadillada.



Figura D84. Lava almohadillada.

Descripción muestra de mano Ar-14-28: lava almohadillada de color fresco verde claro y color meteorizado marrón verde oscura. Matriz cristalina o fina, con cristales de plagioclasa y clinopiroxeno, numerosas fracturas rellenas de una matriz afanítica.



Figura D85. Muestra Ar-14-28.

- **Punto de observación: Ar-14-29**
Ubicación: La Gruta de Lourdes, San Sebastián de Los Reyes. Aragua.
Unidad: Megaolistolito de la Formación Morro del Faro, incluido dentro de la Formación Caramacate.
Coordenadas UTM: E: 699493 / N: 1101065
Observaciones de campo: al norte de la ciudad de San Sebastián de los Reyes, en el cerro Vallecito o Tambor o La Gruta, allí se observa un gran olistolito de la Formación Morro del Faro de caliza de color gris claro brechada, cuyos intersticios entre los bloques es de un material carbonatico.

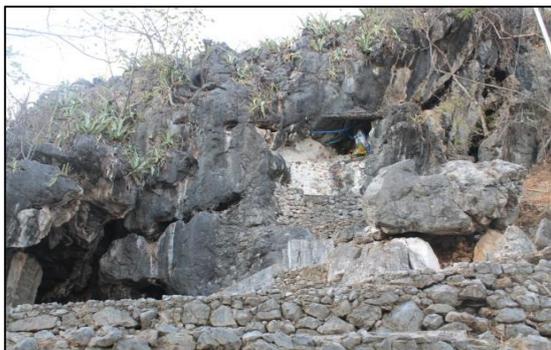


Figura D86. Formación Morro del Faro. Cueva La Gruta de Lourdes.



Figura D87. Caliza brechada que constituye la roca del Morro.

APÉNDICE E

IMÁGENES DE AGUASUELOS INGENIERÍA (1990)

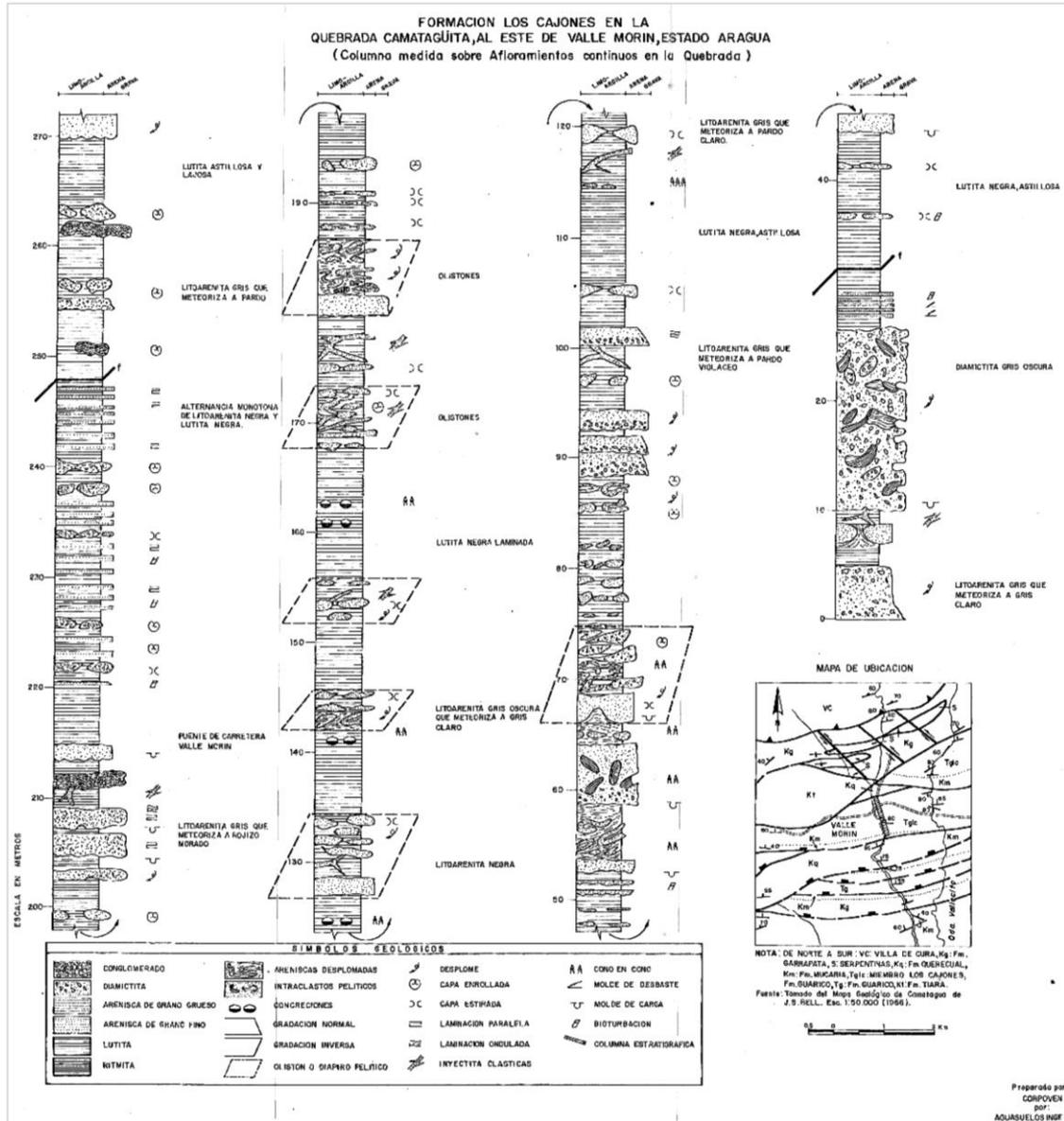


Figura E1. Columna estratigráfica de la Formación Los Cajones, sobre afloramientos continuos en la qda. Camatagüita, al este de Valle Morín, estado Aragua. Tomado de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990).

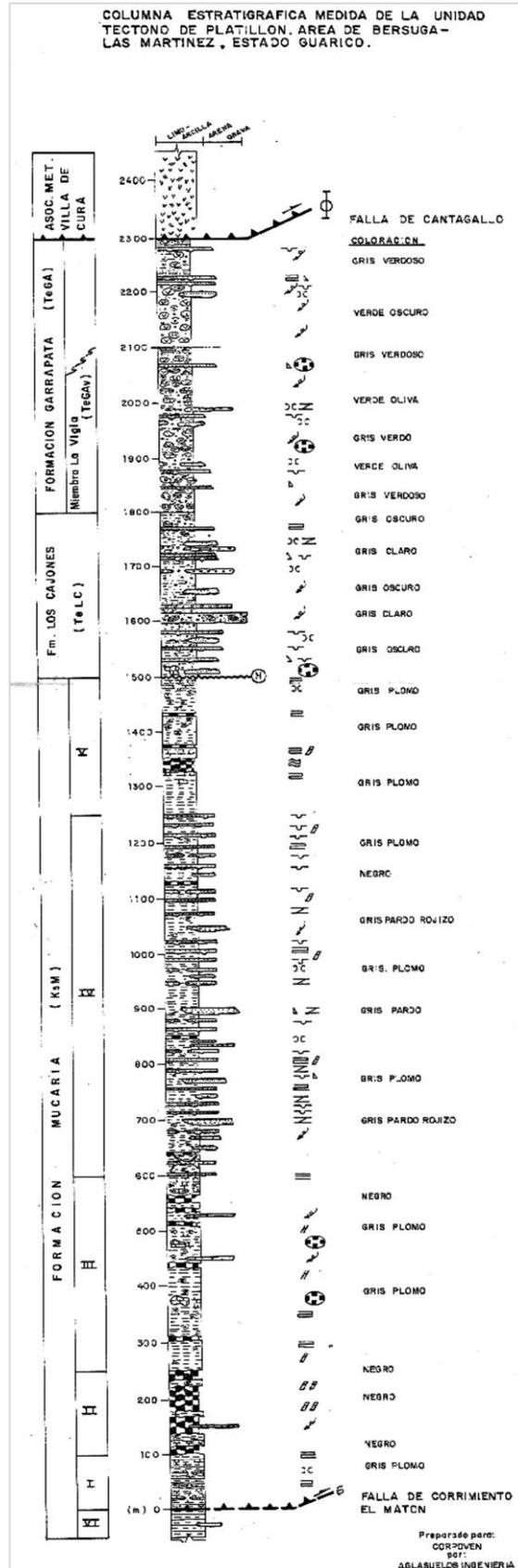


Figura E2. Columna estratigráfica del Olistostromo de Platillón, área de Bersuga - Las Martínez, estado Guárico. Tomado de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990).

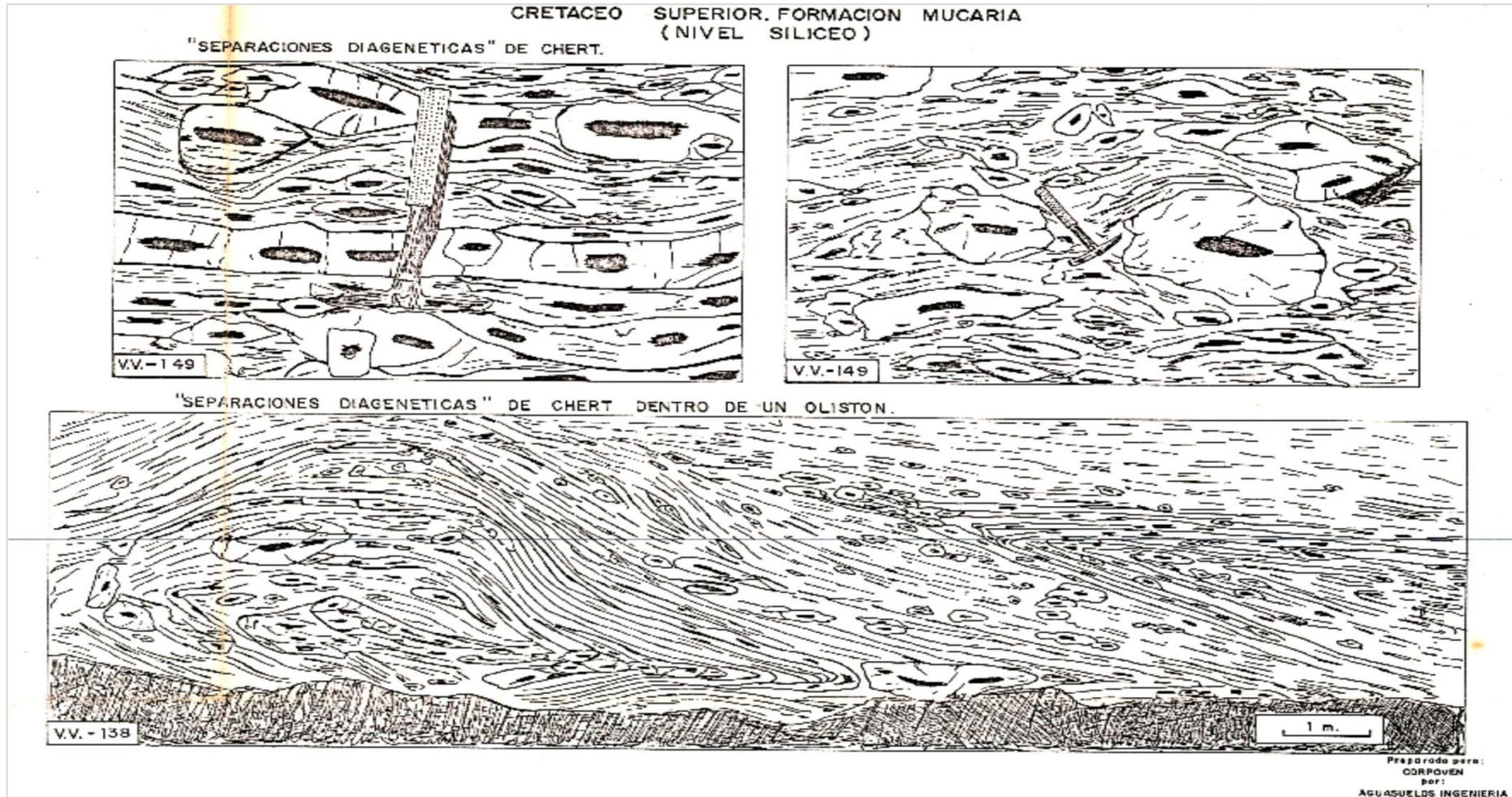


Figura E3. Niveles silíceos y separaciones diagenética dentro de la Formación Mucaria. Tomado de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990).

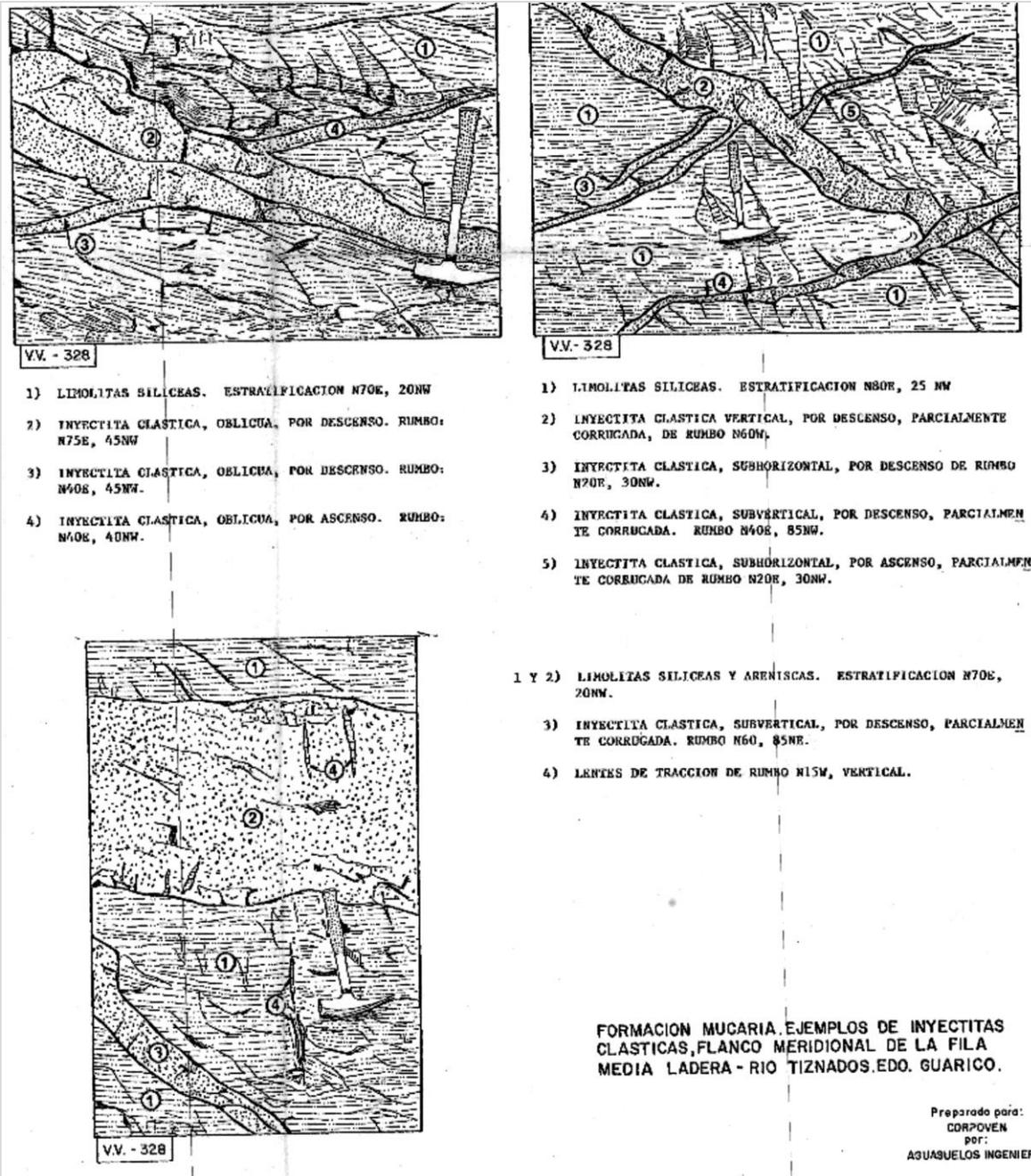


Figura E3. Inyectitas clásticas dentro de la Formación Mucaria, en el flanco meridional de la Fila Media Ladera - Río Tiznados, estado Guarico. . Tomado de AGUASUELOS INGENIERÍA (1990).

ANEXOS

ANEXO II: Mapa geológico de Belén, Hoja 6645 – I - NO

ANEXO III: Mapa geológico de Casupito, Hoja 6645 – I - NE

ANEXO IV: Mapa geológico de La Florida, Hoja 6645 – IV - SE

ANEXO V: Mapa geológico de El Cambur, Hoja 6645 – I - SO

**ANEXO VI: Mapa geológico de Santa Rosa del Sur, Hoja 6645 –
I - SE**

ANEXO VII: Mapa geológico de El Copey, Hoja 6645 – II - NO

**ANEXO VIII: Mapa geológico de Carrizales, Hoja 6645 – II -
NE**

**ANEXO IX: Mapa geológico de Carrizalito, Hoja 6745 – IV -
NO**

ANEXO X: Mapa geológico de Los Cedros, Hoja 6745 – IV - NE

**ANEXO XI: Mapa geológico de San Sebastián, Hoja 6745 – I -
NO**

ANEXO XII: Mapa geológico de El Rodeo, Hoja 6745 – I - NE

**ANEXO XIII: Mapa geológico de Camburito, Hoja 6745 – IV -
SO**

**ANEXO XIV: Mapa geológico de San Juan de Los Morros, Hoja
6745 – IV - SE**

**ANEXO XV: Mapa geológico de Cantagallo, Hoja 6745 – III -
SO**

**ANEXO XVI: Mapa geológico de Valle Morín, Hoja 6845 – IV -
NO**

**ANEXO XVII: Mapa geológico de La Aguadita, Hoja 6845 – IV
- NE**

ANEXO XVIII: Mapa geológico de la región de Belén, San Juan de Los Morros y San Sebastián de los Reyes. Escala 1. 100.000