

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DEL
RIO GUATATA EN EL SECTOR DEL CASERIO RIO ABAJO.
PARROQUIA GUANAGUANA, MUNICIPIO PIAR – ESTADO
MONAGAS**

**PRESENTADO POR
LOS BACHILLERES
CORONADO YENIRETH Y
GUEVARA NAYLIN PARA
OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, DICIEMBRE DE 2022



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado titulado: “**CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA Y ESTRUCTURAL DEL RIO GUATATA EN EL SECTOR DEL CASERIO RIO ABAJO, PARROQUIA GUANAGUANA, MUNICIPIO PIAR , ESTADO MONAGAS**”, presentado por los bachilleres: **CORONADO R., YENIRETH V.** de cedula de identidad No. **24.124.833**, y **GUEVARA R., NAYLIN P.** de cedula de identidad No. **25.355.364**, como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO GEÓLOGO**, ha sido **APROBADO**, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Apellidos y nombres:

Firma:

Prof. Rivadulla, Rosario

(Asesor)

Prof.

(Jurado)

Prof.

(Jurado)

Prof. Sandoval, Berenice
Jefe del Dpto. de Ingeniería Geológica

Prof. Monteverde, Francisco
Director de la Esc. de Ciencias de la Tierra

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de grado a Dios, gracias a El hoy veo materializada esta meta porque me dio sabiduría, salud y la fortaleza necesaria para culminar.

De una manera muy especial a mis padres Yelitze Rodríguez y Cruz Alberto Coronado quienes me dieron todo su apoyo, confianza y comprensión además de los valores que hoy me caracterizan: humildad, respeto y responsabilidad.

A mis hermanas Yeliannys y Yelisbeth por motivarme siempre.

Y por último, a mi amado hijo Fabián Mauricio quien ha llegado en el momento justo para darme el impulso que me faltaba para culminar este trabajo, para que sienta orgulloso de su madre.

Yenireth Coronado

DEDICATORIA

Primeramente se lo dedico a Dios todo poderoso, por ser mi guía, por darme las fuerzas para continuar a pesar de todas las adversidades.

A las personas más importantes de mi vida, mis padres, Wilmer Guevara y Juana Rondón por motivarme día a día, por su amor, apoyo incondicional, sacrificios, inculcándome los valores que siempre regirán mi vida.

A mi hermana menor, Yessica Guevara por estar cuando más la he necesitado.

A mi tutora de tesis, Rosario Rivadulla, por orientarnos y motivarnos en todo momento.

A mi mejor amiga, Yelibeth Cordero con la cual he vivido momentos muy especiales, por ayudarme a pesar de la distancia, quien me ha enseñado a no rendirme.

Naylín Guevara

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, porque hoy me permite alcanzar mi anhelada meta bajo su voluntad y tiempo perfecto.

A mi familia y amigos, especialmente a mis padres y mis hermanas por apoyarme en todo momento a pesar de la distancia.

A mi querida profesora y tutora Rosario Rivadulla quien desde el primer momento tuvo total disposición para viajar al lugar donde se hizo el trabajo de campo y luego nos asesoró con mucha amabilidad.

Agradezco de una manera muy especial a mi adorada Zulyber Flores quien fue una madre para mí y me hizo sentir como en casa todo el tiempo que estuve en Ciudad Bolívar, gracias por su bondad y cariño que Dios la bendiga.

Agradecida con mis amigos Karelys, Isabel, Miguel y mi compañera de tesis Naylin Guevara, gracias por esos gratos momentos compartidos, los aprecio mucho.

Yenireth Coronado

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por bendecirme, por darme vida y salud para culminar este trabajo.

A mis padres, Wilmer Guevara y Juana Rondón por creer en mí, por su confianza y brindarme los recursos necesarios para que esta meta sea posible.

A mi amiga y compañera, Yenireth Coronado, por su empeño para realizar este proyecto y por ser una de las mejores amigas.

A mi tutora de tesis la Profesora Rosario Rivadulla, quien con mucha amabilidad y dedicación nos apoyó en todo momento. Excelente persona y profesional, gracias por todo.

A mis queridos Karelys, Miguel, Isabel, Gabriela, Thais, Erika y Camila, quienes se convirtieron en personas muy especiales en mi vida

A mis amigos y familiares que de una u otra forma, colaboraron para cumplir esta meta.

Naylín Guevara

RESUMEN

En este trabajo se planteó como objetivo general realizar “la caracterización geológica y estructural del río Guatata en el sector del caserío Río Abajo, parroquia Guanaguana, municipio Piar, estado Monagas.”. Esta investigación es de tipo descriptiva, pues se enfoca en la caracterización de las muestras obtenidas directamente de la zona de estudio, para su posterior análisis e interpretación, y el diseño es de campo, debido a que la recolección de datos se hizo directamente en el campo (área de estudio). La metodología consistió en descripciones geológicas y estructurales de cuatro afloramientos pertenecientes a la Formación San Juan, en la zona geomorfológica de la Serranía del Interior Oriental, donde se recolectaron 20 muestras. Además se midieron los rumbos de las diaclasas presentes. Las muestras de rocas sedimentarias fueron clasificadas por la textura. Con los datos de campo de las diaclasas se construyeron diagramas de rosas para determinar las tendencias estructurales predominantes; también se analizó la información de campo con referencias bibliográficas y mapas geológicos de la zona, para determinar las formaciones del Cretáceo a la cual podría estar relacionada las rocas de la zona; también se realizó un mapa geológico. Las rocas que predominan son areniscas de grano fino, de colores amarillos y blanco, marrón grisáceo y rosado claro, y en menor proporción arenas muy gruesas a medias y gruesas, de color blanco y amarillo claro, y limolitas de color amarillo claro. Se determinó un pliegue anticlinal, con eje en el afloramiento A1, estación 2, con los datos de buzamiento de la estratificación, con los flancos buzando entre 40° a 56° NW y 45° SE. Las características litológicas y la información cartográfica y geológica existente, indican que la zona de estudio pertenece a la Formación San Juan. En los afloramientos se observan diaclasas conjugadas inclinadas y verticales, diaclasas verticales oblicuas, subparalelas y perpendiculares a la estratificación y diaclasas curvas. Las diaclasas conjugadas tienen un ángulo entre ellas de 60° y de 46° , las oblicuas un ángulo entre ellas de 74° , las diaclasas subparalelas un ángulo entre ellas de 8° . Del análisis de los datos de las diaclasas, las direcciones de azimut en el afloramiento A1, se encuentra entre N: 50° y N: 160 , en A2 entre N: 54° y N: 128° y en A3 entre N: 340° y N: 348° , siendo la dirección predominante en el área de estudio noroeste – sureste, que se corresponde con la dirección estructural regional. Analizando el mapa geológico se tiene que el afloramiento A1, cubre $0,21 \text{ Km}^2$ y se encuentra al sur del área, los afloramientos A2 y A3 cubren $0,16 \text{ Km}^2$ y $0,025 \text{ Km}^2$, respectivamente y se ubican en la parte central del área, y el afloramiento A4 tiene $0,30 \text{ Km}^2$.

TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN	II
DEDICATORIA	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN	VII
TABLA DE CONTENIDO	VIII
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE TABLAS	XVII
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I	
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 Objetivo general.....	4

1.2.2	Objetivos específicos	4
1.3	Justificación de la investigación	5
1.4	Alcances de la investigación	5
1.5	Limitaciones de la investigación.....	5
CAPÍTULO II.....		
GENERALIDADES		7
2.1	Ubicación geográfica del área de estudio	7
2.2	Acceso al área de estudio.....	8
2.3	Características físico – naturales del área de estudio.....	9
2.3.1	Clima.....	9
2.3.1.1	Temperatura.....	10
2.3.1.2	Precipitación	10
2.3.2	Vegetación	11
2.3.3	Hidrografía.....	12
2.3.4	Suelos.....	13
2.4	Geología regional.....	14
2.4.1	Cretáceo inferior (Barremiense – Aptiense).....	14
2.4.2	Cretáceo Inferior (Cenomaniense – Maestrictiense Superior).....	24

CAPÍTULO III.....	36
MARCO TEÓRICO	36
3.1 Antecedentes de la investigación.....	36
3.2 Bases teóricas.....	37
3.2.1 Rocas sedimentarias detríticas.....	37
3.2.2 Inyectitas sedimentarias.....	40
3.3 Definición de términos básicos.....	44
3.3.1 Mapa geológico	44
3.3.2 Rumbo.....	45
3.3.3 Buzamiento real	45
3.3.4 Afloramiento rocoso.....	45
3.3.5 Estratificación	46
3.3.6 Falla normal lístrica.....	48
3.3.7 Laminación.....	49
CAPÍTULO IV.....	
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	50
4.1 Tipo de investigación.....	50
4.2 Diseño de la investigación.....	50

4.3 Población y muestra de la investigación.....	51
4.3.1 Población	51
4.3.2 Muestra	51
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
4.4.1 Técnicas de recolección de datos.....	52
4.4.2 Análisis documental	52
4.4.3 Instrumentos de recolección de datos	52
4.6 Procedimiento para el logro de los objetivos.....	54
4.6.1 Etapa I: Consulta de fuentes	54
4.6.1.1 Recopilación de material bibliográfico.....	55
4.6.1.2 Recopilación cartográfica	55
4.6.2 Etapa II: Inspección del área de estudio	55
4.6.2.1 Levantamiento geológico de superficie	57
4.5.3 Etapa III: Fase de procesamiento de datos (oficina).....	60
4.5.4 Etapa IV: Analisis e interpretacion de resultados.....	62
CAPÍTULO V	63
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	63

5.1 Descripción de los afloramientos.....	63
5.2 Clasificación textural macroscópica de las muestras de los afloramientos del sector del caserío Rio Abajo.....	75
5.3 Análisis para determinar las formaciones geológicas de las rocas del rio Guatata utilizando fuentes bibliográficas y los datos del campo.....	78
5.4 Clasificación de las estructuras geológicas presentes en las rocas	79
5.5 Análisis de los gráficos de proyección estereográfica de las diaclasas	81
5.6 Análisis del mapa geológico: unidades litológicas aflorantes y las estructuras asociadas.....	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS.....	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio	7
Figura 2.2 Vía de acceso. carretera principal Guanaguana – Punta de mata.....	9
Figura 2.3 Vegetación en el sector del caserío rio abajo.	12
Figura 2.4 Rio guatata en el sector del caserío rio abajo.	13
Figura 2.5 Suelos en el sector del caserío rio abajo.....	<u>14</u>
Figura 2.6 Mapa geológico regional del sector y alrededores de guanaguana. fuente: paul c. hackley, franco urbani, alexander w. karlsen y christopher p. garrity (2006).	33
Figura 2.7 Figura 2.6 Mapa geológico regional del sector y alrededores de Guanaguana.....	34
Figura 3.1 Bloque diagramático mostrando la génesis de inyectitas clásticas, asociadas a desplomes arenosos, en paleoambiente batial, cretáceo superior (grupo guayuta), en venezuela nororiental, vivas v., macsotay y otros(1988).	40
Figura 3.2 Afloramientos de la zona de estudio.	45
Figura 3.3 Estratificación en los afloramientos del área de estudio.	46
Figura 3.4 Falla lístrica (vander p. y marshak, 2004).....	47

Figura 4.1 Equipos de recolección de datos	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.1
Figura 4.2 Flujograma de actividades de las etapas de la investigación.	52
Figura 4.3 Actividades de campo: a) descripción de los afloramientos. b) toma de fotografías de secciones del afloramiento. c) identificación para muestreo. d) descripción de estructuras.....	54
Figura 4.4 Estaciones de estudio (Google Earth 2022).	55
Figura 4.5 Muestras recolectadas en el afloramiento n°1	57
Figura 4.6 Muestras recolectadas en el afloramiento n°2 (a) afloramiento n°3 (b).....	57
Figura 4.7 Muestras recolectadas en el afloramiento n°4.	58
Figura 5.1 Bloques de areniscas, en el río guatata.....	<u>61</u>
Figura 5.2 Limolitas gris claro, en contacto con areniscas, al sureste del río guatata.....	63
Figura 5.3 Areniscas con estratificación paralela, con capas centimétrica, al sureste del río guatata.	63
Figura 5.4 Inyectita clástica, en areniscas con fallas listricas, estación a1-e1. .	64
Figura 5.5 Talud del afloramiento a1 en la estación 2 (a). limolitas en la estación A1-E2 (b).....	65
Figura 5.6 Areniscas buzando al noroeste, en el afloramiento 1, estación 3. ..	66

Figura 5.7 Areniscas en la estación A1-E3, al extremo noroeste del afloramiento.....	66
Figura 5.8 Diaclasas verticales conjugadas (a) e inclinadas (b), en la estación A1-E3.....	67
Figura 5.9 Afloramiento A2, de areniscas rosadas	68
Figura 5.10 Diaclasas y pliegues en areniscas del afloramiento A2.....	69
Figura 5.11 Detalle de diaclasas curva y pliegues en areniscas del afloramiento a2.....	69
Figura 5.12 Afloramiento A3, a orilla del río guatata	70
Figura 5.13 Afloramiento A3 en E2 (a), y en la orilla de la margen derecha (b) del río guatata.	71
Figura 5.14 Corte de carretera del afloramiento A4.....	72
Figura 5.15 Areniscas con estratificación paralela (A) y diaclasas verticales, perpendiculares a la estratificación del afloramiento A4 (B).....	72
Figura 5.16 Muestras del afloramiento A1.....	74
Figura 5.17 Muestras del afloramiento A2	75
Figura 5.18 Muestras del afloramiento A4.....	76
Figura 5.19 Diaclasas en el afloramiento A1.....	78

Figura 5.20 Diaclasas verticales perpendiculares a la estratificación en A2, A3 y A4.	79
Figura 5.21 Diagrama de rosa de diaclasas de A1-E1.	80
Figura 5.22 Diagrama de rosa de diaclasas de A1-E3.	81
Figura 5.23 Diagrama de rosa de diaclasas de A2-E2.	82
Figura 5.24 Diagrama de rosa de diaclasas de A3-E1.	83
Figura 5.25 Diagrama de rosas de todas las diaclasas del área de estudio	84
Figura 5.26 Mapa geológico de la zona del río guatata en el caserío agua abajo.	86
Figura 5.27 Panorámica 2d del caserío río abajo, del sector de estudio, en dirección WSE – ESE. fuente Google Earth.	87
Figura 5.28 Panorámica 2d del caserío río abajo, del sector de estudio, en dirección N – S. fuente Google Earth.	88

LISTA DE TABLAS

20) Tabla 2.1 Puntos de referencia del área de estudio (Coordenadas UTM-Huso	8
Tabla 2.2 Precipitación de la estación caripe del 1970-2003 (Ministerio del Ambiente, 2009)	11
Tabla 3.1 Tamaño de clastos, nombre de sedimento detritico, y nombre de las rocas sedimentarias detriticas (Geotecnia facil. 2023)	38
Tabla 3.2 Escala de espesores de los estratos (Geotecnia facil, 2023)	46
Tabla 5.1 Coordenadas de las estaciones de cada afloramiento	<u>62</u>
Tabla 5.2 Características litológicas macroscópicas de las muestras.	73
Tabla 5.3 Datos de rumbo y buzamiento de las diaclasas	77
Tabla 5.4 Datos de rumbo y buzamiento de las diaclasas	80

INTRODUCCIÓN

La caracterización geológica es un proceso que abarca varias disciplinas como: estratigráficas, estructurales, sedimentológicas y petrofísicas; lo que permite realizar mediante éstas ciencias una evaluación confiable. En este proyecto realizaremos una caracterización geológica y estructural del río Guatata, en el sector del caserío Río Abajo, parroquia Guanaguana, municipio Piar – estado Monagas

Este trabajo de grado resulta de la necesidad de recopilar, explorar y actualizar la información geológica de la zona y que sirva de ayuda a nuevos estudiantes e investigadores que requieran información del área de estudio.

Está estructurado mediante 5 capítulos: El capítulo I plantea la situación a estudiar y los objetivos a desarrollar. El capítulo II despliega los rasgos característicos de la zona a estudiar, tales como la geología regional, condiciones climáticas, entre otros. El capítulo III muestra de manera resumida las bases teóricas que están directamente relacionadas con el tema. El capítulo IV se describe la metodología del trabajo desarrollada. El capítulo V es la presentación y análisis de los resultados obtenidos para luego terminar con las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

Para muchos geógrafos, la Cordillera Oriental forma parte del Sistema de la Costa; efectivamente, desde el punto de vista geográfico y morfológico, es en realidad una prolongación de aquella, pero debido al fenómeno tectónico que dio origen a la cuenca de Cariaco, separó la Serranía del Interior del Macizo Oriental, por lo que hemos preferido estudiar separadamente la Cordillera Oriental, del Sistema Central.

La Cordillera Oriental, desde el punto de vista político, está formada casi en su totalidad por el estado Sucre, aunque también forman parte de ella, secciones de los estados Anzoátegui y Monagas.

El territorio del estado Monagas está conformado por tres paisajes naturales bien definidos: montaña (Serranía de Turimiquire), mesetas (Llanos altos) y planicies (Llanos bajos).

El paisaje de montaña presenta un material geológico de edad cretácea, constituido exclusivamente por rocas sedimentarias, predominantemente areniscas, lutitas y calizas, siendo las formaciones geológicas principales: El Cantil, San Juan, San Antonio, el Grupo Guayuta y Querecual; y tiene elevaciones entre 400 y 2300 m.s.n.m, con valles y depresiones importantes.

Actualmente el municipio Piar del estado Monagas presenta escasa información regional de las características geológicas estructurales del caserío Río Abajo; por tal motivo se propone la realización de este proyecto en la zona citada para aportar datos e información geológica estructural que sirva de base a otras investigaciones futuras sobre las formaciones del cretáceo en la Serranía Interior Oriental de Venezuela.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

. Realizar la caracterización geológica y estructural del río Guatata en el sector del caserío Río Abajo, parroquia Guanaguana, municipio Piar, estado Monagas.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Describir las generalidades de los afloramientos presentes en la zona de estudio.
2. Clasificar las muestras de rocas, de los afloramientos del sector del caserío Río Abajo, de acuerdo a la textura realizando un análisis.
3. Determinar a qué formaciones geológicas pertenecen las rocas del río Guatata utilizando fuentes bibliográficas y los datos del campo.
4. Clasificar las estructuras geológicas presentes en las rocas utilizando los datos de campo.
5. Representar en proyección estereográfica los datos de las diaclasas.

6. Representar en un mapa geológico las unidades litológicas aflorantes y las estructuras asociadas.

1.3 Justificación de la investigación

En la revisión de la información geológica de la Serranía Del Interior Oriental se encontró que no existe información a detalle sino que se han descrito grandes estructuras a nivel macro, los autores que han hecho estudio a nivel de detalle no abarcan todas las zonas, encontrándonos también que las formaciones geológicas específicamente las del cretáceo que es el objetivo del proyecto tienen variaciones litológicas tanto vertical como horizontalmente, por lo que se propone realizar este proyecto para aportar información y datos para así fortalecer la información geológica del área del cretáceo de esa serranía.

1.4 Alcances de la investigación

La presente investigación permitirá realizar una clasificación macroscópica de las rocas presentes en la zona como también de las estructuras geológicas, identificar las formaciones geológicas presentes usando información cartográfica y de campo: además se realizará un mapa geológico con la representación de las estructuras y perfiles topográficos a partir de ese mapa.

1.5 Limitaciones de la investigación

1. Falta de recursos económicos para realizar el proyecto en cuanto a costo de pasaje, estadía, comida y gastos varios.

2. Falta de laboratorio en la universidad para realizar análisis especializados y de rutina.
3. Insuficiencia de información de la zona de estudio a nivel de detalle.
4. Los altos costos de realizar los análisis en laboratorios privados.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

A continuación se describirán los aspectos relacionados al área de estudio tales como: ubicación geográfica, acceso a la zona, características físico-naturales y la geología regional y estructural.

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en Venezuela - estado Monagas, municipio Piar – parroquia Guanaguana, en la localidad de Rio Abajo (Figura 2.1). Las estaciones están referenciadas en coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM) y se muestran en la Tabla 2.1.

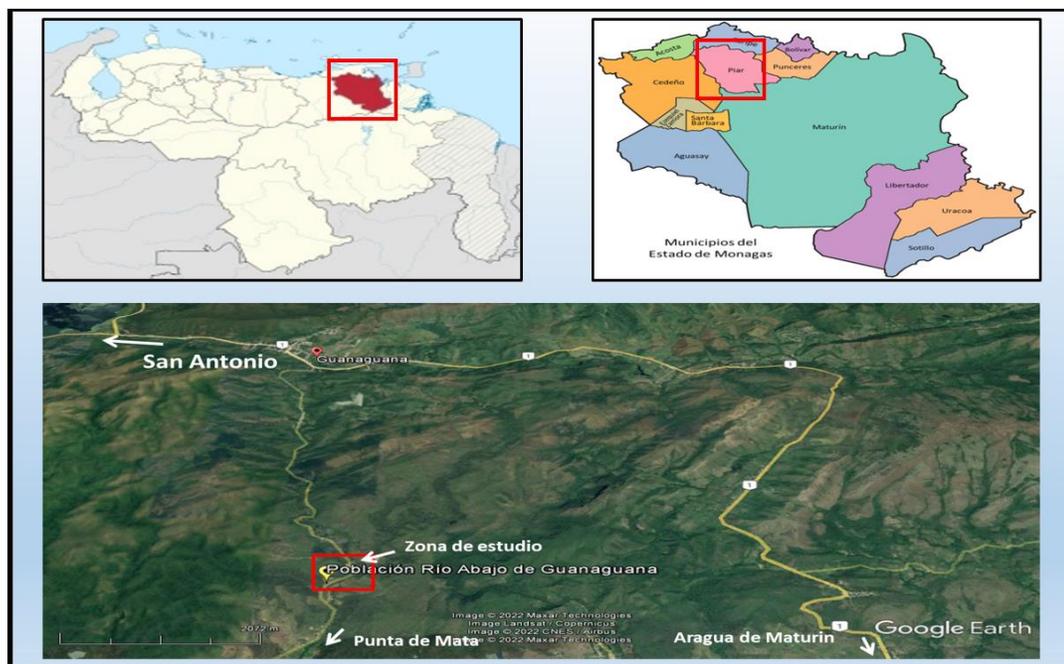


Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

Tabla 2.1 Puntos de referencias del área de estudio (Coordenadas UTM-Huso 20).

Afloramiento	Estacion	Coordenadas UTM Huso 20	
		Norte	Este
1	1	1109889	434185
1	1	1109889	434185
1	1	1109892	434176
1	1	1108890	434175
1	2	1109898	434183
1	3	1109925	434164
1	3	1109930	434172
1	3	1109926	434159
1	3	1109934	434154
1	3	1109934	434155
1	3	1109935	434156
2	1	1110194	434007
2	1	1110194	434007
2	2	1110203	434002
3	1	1110198	434000
3	2	1110202	433985
3	2	1110200	433981
4 Vía Guanaguana	Extremo NW	1110610	433839
	Extremo SE	1110591	433881

2.2 Acceso al área de estudio

Para acceder al caserío Rio Abajo se debe transitar por la carretera que conduce Guanaguana – Punta de Mata o viceversa. Las estaciones de estudio se encuentran a pocos metros de la carretera principal por lo que son de fácil acceso y se camina con normalidad. Los afloramientos número uno y cuatro se encuentran al este de la carretera principal, en dirección hacia Punta de Mata, y los afloramientos dos y tres al oeste de la misma.



Figura 2.2 Vía de acceso. Carretera principal Guanaguana – Punta de Mata.

2.3 Características físico – naturales del área de estudio

El área de estudio, forma parte del municipio Piar, estado Monagas, parroquia Guanaguana, según la división político territorial de la República Bolivariana de Venezuela, razón por la cual las características físico-naturales de esta población se extrapolarán al área de estudio.

2.3.1 Clima

El clima del estado Monagas se encuentra influenciado por factores macro climáticos, entre los que se halla el desplazamiento de la zona de convergencia intertropical, los vientos alisios del noreste y lo que Andressen llama sistema del este, así como por proximidad a las masas oceánicas y los factores orográficos. Como consecuencia de la interacción de estos factores, se observan varios tipos climáticos que van desde excesivamente húmedo en el cerro La Virgen, a 2.596 msnm en la

serranía del Turimiquire, hasta el clima de sabanas en las mesas y planicies aluviales del Orinoco al sur. (Silva F., 2007).

En el sector correspondiente a Rio Abajo el tipo de clima que predomina es el de bosque tropical húmedo. (Silva F., 2007).

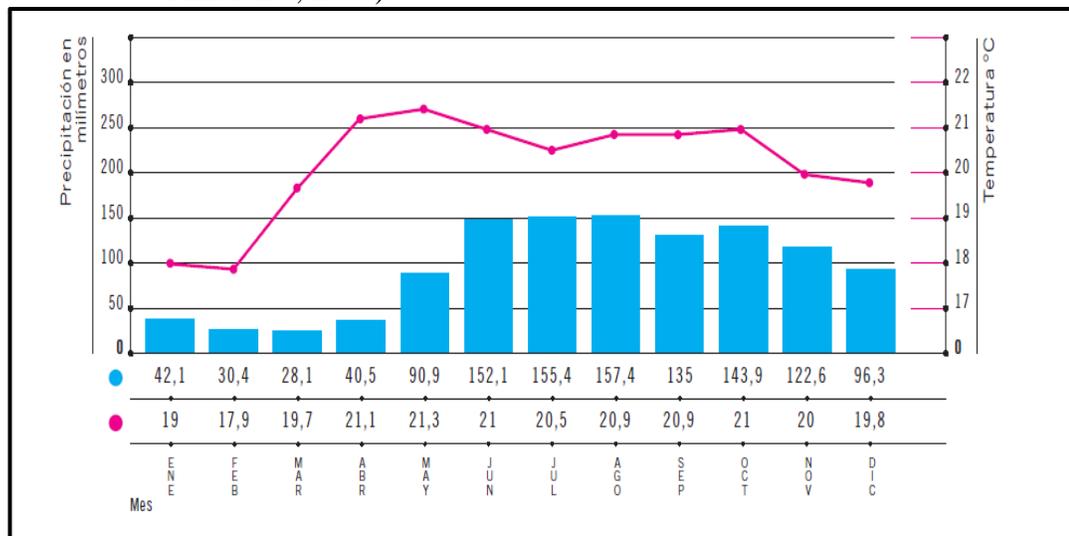
2.3.1.1 Temperatura

La temperatura del aire promedio anual están afectadas por la altitud: en la zona del macizo oriental, donde las alturas sobrepasan los 2.500 msnm, se registran temperaturas promedios de 20°C. Este valor va aumentando a medida que se descende al sur, donde se registran temperaturas medias de 27°C, datos obtenidos de la interpretación del mapa de isotermas del Atlas del estado Monagas (1997)

2.3.1.2 Precipitación

A 960 m de altitud sobre el macizo de Caripe se encuentra la estación homónima, donde se observa un régimen de precipitación bimodal. Su periodo máximo de precipitación ocurre en agosto y el segundo, en octubre, con una marcada época de lluvias de mayo a diciembre y un periodo seco de enero a abril, donde se presenta un promedio de precipitación anual de 1.194,8 mm y una temperatura media anual de 20.3 °C (Tabla 2.2) (Ministerio del Ambiente, 2009).

Tabla 2.2 Precipitación de la estación Caripe del 1970-2003 (Ministerio del Ambiente, 2009).



2.3.2 Vegetación

Existe una gran diversidad de especies vegetales debido a que se presenta variedad en los tipos de paisajes y, por lo tanto, en altitud, precipitación, humedad, entre otros factores que inciden directa o indirectamente en el desarrollo y adaptabilidad de plantas. (Silva F., 2007)

En los sectores de mayor altitud sobre una topografía abrupta crecen diferentes tipos de bosques, donde destacan los bosques siempre verdes montanos y los bosques nublados, que constituyen formaciones naturales generalmente pluriestratificadas en la que predominan formas de vida arbórea mayor a 5m de altura, y cuyo dosel presenta una cobertura de densidad variable, las especies más importantes a mencionar son copey (*Clusia minor*), el laurel (*Nectandra Sp*), el guayabito (*Eugenia Sp*). También existen variedad de helechos arborescentes, epífita y arácea, plantas trepadoras y orquídeas. . (Silva F., 2007)

El estado está dominado principalmente por la presencia de sabanas, las cuales poseen una vegetación constituida por arbustos, herbazales, arboles achaparrados, (de tamaño mediano y bosques retorcidos) y arboles deciduos (pierden hojas en época de sequias). (Silva F., 2007)

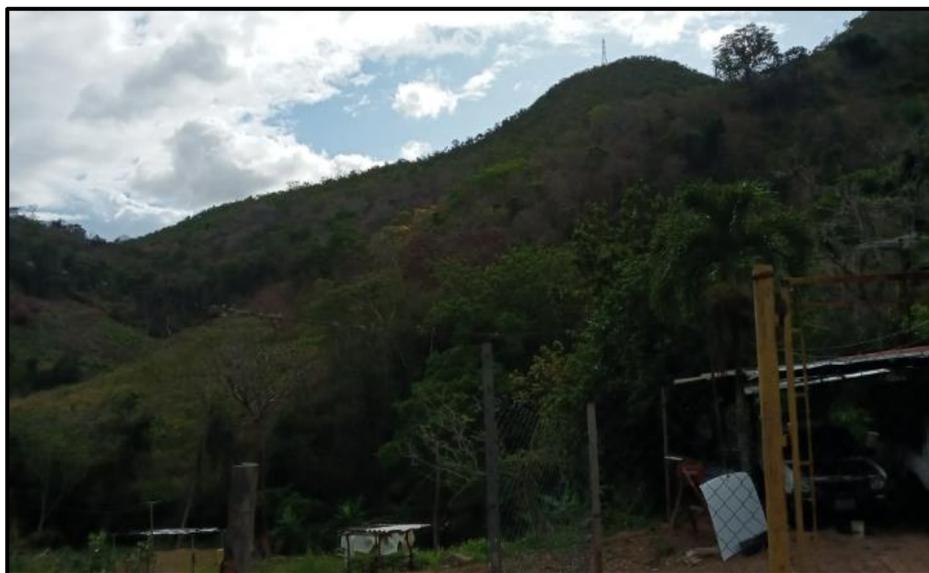


Figura 2.3 Vegetación en el sector del caserío Rio Abajo.

2.3.3 Hidrografía

La hidrografía del estado Monagas forma parte de dos grandes vertientes: la del golfo de Paria, representada por las cuencas de los ríos San Juan y Guanipa y la vertiente del río Orinoco, representada por las cuencas de los ríos Tigre, Uracoa y caño Guara, a la cual drenan los ríos que se originan en las formaciones mesetarias del centro y sur del estado Anzoátegui. (Silva F., 2007)

La red hidrográfica del estado es extensa, con una distribución geográfica bastante uniforme. Los ríos son variados y de poca profundidad, y atraviesan el estado en sentido oeste-este, con disponibilidad de recursos hídricos de 3.840

millones de metros cúbicos, equivalentes en su gran mayoría al escurrimiento superficial y, en menor proporción, a las aguas subterráneas. (Silva F., 2007)



Figura 2.4 Rio Guatata en el sector del caserío Rio Abajo.

2.3.4 Suelos

Los suelos predominantes en el estado son de orden ultisol, muy lixiviados; entisoles de poco desarrollo pedogenético y oxisoles pobres en nutrientes. En la mesa del piedemonte son, en general de poca profundidad y permeabilidad, así como de baja fertilidad, algunos presentan alta pedregosidad. En la mesa llana existen grandes sectores con suelos de texturas medias a partir de 50 cm de profundidad, los cuales poseen las mejores condiciones físicas para la actividad agrícola, por estar bien drenados. Como es el caso de la zona de estudio. En las planicies predominan los suelos arcillosos de texturas finas y medias del orden inceptisol y vertisol. En el sector montañoso, los suelos son característicos de tierras misceláneas, asociados a veces con afloramientos rocosos, pocos profundos, de moderada a alta pedregosidad y a baja fertilidad con alta susceptibilidad a la erosión. (Silva F., 2007)



Figura 2.5 Suelos en el sector del caserío Rio Abajo.

El ave emblemática del estado Monagas es el guácharo (*Steatornis Caripensis*), descrito para la ciencia por Alejandro de Humboldt, con base en ejemplares colectados en la célebre cueva del guácharo, durante su visita en 1799. Ubicada cerca de Caripe población de la cual se deriva el nombre científico actual *Caripensis*, esta cueva ha sido muy poco explorada. (Silva F., 2007)

2.4 Geología regional

2.4.1 Cretáceo inferior (Barremiense – Aptiense)

2.4.1.1 Grupo Sucre: Introducido por (Hedberg, 1950 en Yoris, 1992), cita que abarca las formaciones del Cretáceo Inferior, infrayacentes al Grupo Guayuta. Aflora en la Serranía del Interior en los estados Anzoátegui, Monagas y Sucre, y ha sido subdividido en dos formaciones Barranquín y El Cantil.

➤ **Formación Barranquín:** Yoris (1992) cita que esta formación fue definida por R.A Liddle (1928), con su localidad tipo en la población de Barranquín, estado Sucre, en el camino viejo Cumaná – Cumanacoa, y que unidad constituye la parte basal de la transgresión Cretácica de Venezuela nororiental, con ambientes de

deposición de deltaicos someros; edad entre los 111 y 115 m.a., Aptiense Temprano y Barremiense Tardío; con los mejores cortes tipos en la bahía de Mochima (2410 m de espesor, Achurra (1959), en el sector de Barcelona en el flanco norte de la cadena, y en el Pico García – Cerro El Algarrobo por el flanco sur (Rosales, 1960) donde la serie es esencialmente terrígena. En las islas frente a Puerto La Cruz, la influencia marina se traduce por intercalación de secuencias carbonáticas en la serie, demostrado por E. Von Der Osten (1957) al diferenciar cuatro miembros que son de base a tope Venados, Morro Blanco, Picuda y Taguarumo. Yoris (1984 y 1985) adiciona un Miembro en la parte basal, infrayacente al Miembro Venados, al que propuso llamar “Capas de Río Solo” (de la localidad del mismo nombre, al este del río San Juan).

Yoris (1984 y 1985) en Yoris (1992) presenta el resumen litoestratigráfico de la Formación Barranquín, para el sureste y este de la Serranía del Interior.

1. **Capas de Río Solo:** Es una secuencia Clástica – Carbonática con un espesor de 251 m, constituida por areniscas, areniscas calcáreas, calizas, areniscas alternadas con lutitas y lutitas.

2. **Miembro Venados:** Constituidos esencialmente por espesas capas de areniscas con intercalaciones de limolitas, intervalos conglomeráticos y calizas. la secuencia presenta un espesor máximo de 896 m.

3. **Miembro Morro Blanco:** Correspondientes a calizas bioclásticas en bancos espesos, lutitas y areniscas, y presenta un espesor de 370 m.

4. **Miembro Picuda:** Esencialmente areniscas cuarzosas, limolitas carbonosas, lutitas grises y marrones, e intervalos de areniscas conglomeráticas y de calizas grises. El espesor de esta secuencia en la Serranía del Interior se ha estimado en 517 m.

5. **Miembro Taguarumo:** Constituido por niveles de calizas de tipo arrecifal de plataforma, caracterizada por la abundancia de *Choffatella Decipiens*, lutitas marinas fosilíferas, limolitas carbonosas y areniscas cuarzosas a veces calcáreas. El espesor estimado de la secuencia es de 264 m (Yoris, 1984, 1985).

➤ **Formación El Cantil:** Yoris (1992) cita que la referencia original es de Liddle (1988) para referirse a las capas superiores del Cretácico Inferior que ocupan el horizonte entre la Formación Barranquín y la “Formación Guayuta” (actual Grupo Guayuta – Formación Querecual), constituidos de calizas y lutitas; con sección tipo en el río Punceres, localidad de El Cantil, estado Monagas. Rosales (1959) propuso dos secciones de referencia que afloran en el Pico García y Cerro La Paloma, al oeste de Punceres. Hedberg (1950) señala predominancia de calizas con intervalos de areniscas mayores a los reseñados. La Formación El Cantil ha sido dividida en cuatro miembros persistentes dentro de la Serranía del Interior (Yoris, 1984). Todos los Miembros afloran en forma continua y con fácil acceso en la ladera sur del Cerro El Jobal, a unos 5.5 Km al NW de la localidad tipo de Liddle (1928), la que se propone como holoestratotipo. Las mejores secciones de los miembros de la Formación El Cantil se encuentra en la región de Caripe y en la carretera Caripe – Muelle de Cariaco, así como en Pico García, y en los ríos Punceres y Caripito (estado Monagas). Los miembros de la Formación El Cantil de base a tope son García, El Mapurite, Guácharo y Punceres.

1. **Miembro García:** Fue definido por Rod y Maync (1954), y fue redefinido por Yoris (1985) como el desarrollo predominantemente lutítico en su parte inferior y generalmente carbonático – lutítico – arenoso – glauconítico en su parte superior que infrayace siempre al Miembro El Mapurite de extensión regional comprobada; y propone una sección de referencia más accesible que la de Pico García, donde fue

definida la localidad tipo. Se encuentra ubicada en la ladera suroeste del Cerro el Jobal, 5,5 Km al noreste de la localidad tipo de Liddle (1928) para la Formación El Cantil. En este sitio el Miembro García está conformado por 121 m de lutitas calcáreas, con horizontes ricos en Amonites y Pelecípedos en su parte basal y le suprayacen unos 20 m de calizas conchíferas grises, entre los que sobresale una caliza dolomítica marrón, densa y de aspecto arenoso, de 60 cm de espesor. En el área de Caripe, el espesor carbonático abarca 37 m y poseen un aspecto granular arenoso y las lutitas negras meteorizadas infrayacentes de 38 m (su base está cubierta). La edad del Miembro García, incluyendo los intervalos carbonáticos por debajo del Miembro El Mapurite, se mantiene dentro del lapso Aptiense Temprano (110 – 111 m.a.) a Aptiense Tardío (113 – 116 m.a.), en base a los numerosos estudios sobre la Formación El Cantil en las Serranías del Interior; y en los afloramientos del sur y este de la Serranía Aptiense Temprano (parte superior) a Tardío (parte inferior), Yoris (1992). El Miembro García es transgresivo en la base y regresivo en la parte superior. Se interpretan como dos parasecuencias una lutítica transgresiva y una carbonática regresiva, que no siempre está conservada debido a la erosión que precedió al Miembro El Mapurite suprayacente. Yoris (1992). El contacto inferior es transicional – concordante con el Miembro Taguarumo el superior es de inconformidad con posibilidad de ser Marcadamente erosivo en algunas localidades (Yoris, 1992).

2. ***Miembro El Mapurite:*** El término de “Arenisca de El Mapurite” fue propuesto por Guillaume et al (1972) para designar un importante desarrollo clástico que descansa sobre su “caliza de Guácharo”. Al no poder establecer su regionalidad le confiere una denominación informal. Yoris (1985) al integrar la información existente propone la aceptación del Miembro El Mapurite como la

unidad formal. Por su accesibilidad se propone como sección de referencia (hipoestratotipo) la que aflora en la carretera La Cueva – San Agustín a unos 3,5 Km al NW de la cueva de El Guácharo. En esta localidad aflora 34 m de sección, que se componen esencialmente de areniscas de grano variado, raramente bioturbada y con frecuente estratificación cruzada, las lutitas son casi inexistente destacándose una muy conspicua, negra de 55cm a unos 4 m del tope, en el nivel inmediatamente inferior se presentan unas areniscas más limpias de grano fino a medio conglomeráticas, estas características puede constituir un buen marcador local. Excelentes afloramientos de este Miembro se pueden encontrar en la carretera Sabana de Piedras – Santa María en la sección de referencia de la Formación El Cantil, en el Cerro El Jobal y, en la que el Miembro El Mapurite presenta 51 m de arenisca delgadas blanquecinas y muy cuarzosas, interestratificadas con areniscas calcáreas dolomíticas densas, de típica meteorización marrón naranja. La edad del Miembro El Mapurite se estima Aptiense Tardío por su posición estratigráfica sobre el Miembro García y por la presencia de *Choffatella Decipiens* en sus capas al sur y este de la Serranía del Interior (Yoris, 1992). El espesor máximo estimado para este miembro fue de 157 m en la cuenca del río Punceres (Yoris, 1984a) engrosamiento que parece ser a expensas del cambio lateral a facies arenosas de las calizas que lo limitan al tope y en la base de la sección en el Cerro El Jobal. Yoris (1992) le confiere al Miembro El Mapurite un carácter regresivo; base erosiva – angular en uno de los afloramientos estudiados y en otros concordante interpretándolo como inconformidad.

3. **Miembro Guácharo:** Yoris (1985) empleo el término original de Garner (1926) “Caliza de Guácharo”, para identificar el desarrollo

predominantemente carbonático (casi 90%) que se ubica entre el Miembro Punceres y el Miembro El Mapurite. La localidad tipo es la propuesta por Rod y Maync (1959) en el sitio del Monumento Natural Alejandro de Humboldt “Cueva del Guácharo”. Después de una integración de la información existente de Yoris (1984,1985) y de trabajos anteriores Guillaume (1972), quedó evidenciado un intervalo clástico central que presenta características para ser un marcador litoestratigráfico regional, que consta de 19 m repartidos de la siguiente forma: 11 m basales de areniscas cuarzosas deleznales y areniscas cuarzosas limosas, luego viene 0,4 m de una lutita negra calcárea y blanda que infrayace a 2,8 m de areniscas cuarzosas y conglomeráticas con estratificación cruzada festoneada con ejes de canales este – oeste continua la sección con una lutita de 1,3 m muy ricas en limolita y bioturbación intensa, la suprayacen 2,2 m de calizas grises macrofossilíferas, seguidas por 0,7 m de lutitas negras calcáreas blandas; finaliza la secuencia con una caliza gris macrofossilífera y muy arenosa (grano fino) de 0,7 m de espesor (Yoris, 1992). Excelentes secciones de referencias se encuentran en el Cerro el Jobal en la vía La Cueva – San Agustín (Caripe) y en las riberas del río Caripito a 1,2 Km al SW de la localidad Valle Solo (estado Monagas), Yoris (1985). El espesor máximo 730 m del Miembro Guácharo fue medido por Yoris (1978, 1985a), en la sección del río Caripito, estado Monagas. Su espesor promedio al sur y este de la Serranía del Interior es de 563 m (Yoris, 1985a). En sección de referencia al noreste de la Cueva del Guácharo alcanza un espesor de 253 m. Yoris (1992) menciona la posibilidad de considerar tres “Grupos de Parasecuencias”: el primero carbonático (basal) y transgresivo sobre el Miembro El Mapurite; el segundo clástico y regresivo, de contacto erosivo/ inconforme en su base; el tercero carbonático y regresivo.

4. **Miembro Punceres:** Fue definido originalmente por Yoris (1984); consiste de un desarrollo clástico – carbonático indicador del tope del Miembro Guácharo. La localidad tipo en el Cerro El Jobal con su máximo desarrollo al sur de la Serranía del Interior (371 m), con un desarrollo basal de 203 m de areniscas cuarzosas generalmente conglomeráticas y con estratificación cruzada. Además se ha reconocido el Miembro Punceres en la región de Caripe aflorando en la ladera noreste del Cerro La Placeta, donde se presentan 139 m de un intervalo predominantemente arenoso (Yoris, 1992). El Miembro Punceres entre la región de Punceres y Caripe con 137 m: (Yoris 1985a), con un intervalo basal predominantemente arenoso de 73 m. La edad de este Miembro, por su posición estratigráfica y la presencia *Orbitolina* sp, se considera Albiense Temprano. Yoris (1992) considera al Miembro Punceres como una secuencia regresiva, con base erosiva/ inconforme sobre el Miembro Guácharo.

➤ **Formación Chimana:** Herberd y Pyre (1944) la definieron con localidad tipo en la Isla Chimana Grande, al norte de Puerto La Cruz. Consiste de alternancia de lutitas, areniscas y calizas, con un espesor máximo de 800 m, al norte con una disminución fuerte al sur (L.S.I., 1978). Según Salvador (1974) incluye en la Formación Chimana a la Formación Valle Grande de Rod y Maync (1954). Las edades estimadas son del Albiense Superior a Cenomaniense Superior. Yoris (1985, 1992) divide la Formación Chimana en cinco miembros: Caripe, Chimana Grande, Corral Viejo, Caripito y Putucual.

1. ***Miembro Caripe:*** Definido por Yoris (1985, 1992) destacando que el carácter distintivo del Miembro Caripe es la abundancia de lutitas y/o margas intercaladas entre las calizas de tipo variable y las areniscas generalmente calcáreas. Se le puede reconocer en las áreas de Caripe y Caripito, no ha sido establecida una sección continua completa proponiéndose como sección – tipo la encontrada en la estructura del anticlinal de Cerro Grande, al sureste de Caripe, estado Monagas, con un espesor de 273,5 m. La sección de referencia para la parte inferior del Miembro Caripe se encuentra en la vía entre la Cueva El Guácharo y San Agustín, al noreste de Caripe, estado Monagas. La edad de este Miembro se asume Albiense Temprano Medio por su posición estratigráfica. El contacto del Miembro Caripe con el Miembro Corral Viejo suprayacente en el área de Caripe, es concordante y transicional; concordante (inconforme) y posiblemente con erosión local importante por debajo del Miembro Caripito.
2. ***Miembro Chimana Grande:*** Nombre propuesto por Yoris (1985, 1992) para designar la secuencia infrayacente al Miembro Putucual de la Chimana en el área del río el mismo nombre, al norte del Valle del río San Juan estado Sucre. El nombre se deriva de la isla de Chimana Grande, donde fuese definida por Hedberg y Pyre (1944) la Formación Chimana, bajo el concepto de una unidad fundamentalmente lutítica y transgresiva sobre la Formación El Cantil. El Miembro Chimana Grande es equivalente lateral al Miembro Caripe, y se diferencia de este último por su mayor proporción de margas y lutitas; así como por la mayor cantidad de intervalos glauconíticos. La columna de la sección tipo (Yoris, 1984, 1985a) reinterpretada a partir de los datos de Carmona (1978) esta localidad en la zona del río Putucual y el río Chiquito, al de Casanay, estado Sucre. El espesor estimado en este sitio es unos 200 m

su edad se estima Albiense Temprano a Medio por su posición estratigráfica y espesor (200 m) dentro de la Formación Chimana de edad Albiense Temprano a Tardío. El Miembro Chimana Grande suprayace en forma concordante y es de carácter eminentemente transgresivo sobre la Formación El Cantil, de la cual se diferencia claramente por su litología más lutítica y carbonática – glauconítica (Yoris, 1992).

3. ***Miembro Corral Viejo:*** Fue definido originalmente por Rod y Maync (1954) para designar la parte superior de la Formación Chimana que aflora en la carretera San Francisco – Caripe a la altura de Periquito, en la localidad de Corral Viejo, extremo suroeste del Cerro La Placeta, estado Monagas; y que consisten de 4 areniscas glauconíticas, lutitas grises, margas amarillentas (por meteorización) y calizas glauconíticas delgadas. Al ser definidas adecuadamente las unidades litoestratigráficas de la Formación Chimana en la Serranía del Interior, el Miembro Corral Viejo es nuevamente empleado para designar las facies lutítico margosas glauconíticas y arenosas de plataforma externa y talud que suprayacen al miembro Caripe y se extiende hasta la sección tipo de la Formación Chimana (Rod y Maync, 1954). Yoris (1992) propone como localidad tipo la sección ubicada en el flanco noroeste del anticlinal de Cerro Grande, al este de Guanaguana, estado Monagas, donde se encuentra la sección tipo del Miembro Caripe. En este sitio, sobre las lomas que emergen de Cerro grande, las capas de una secuencia mayormente lutítica (solo se encontraron 13 capas de calizas laminadas negras, no mayores de 80 cm; las tres primeras, delgadas, se restringen a los 46 m inferiores). Las lutitas son grises a negro, frecuentemente calcáreas (“margas”) y con colores ocre de meteorización donde la glauconita es un constituyente importante. El espesor total de la sección

del hipoestratotipo es de 91 m y aumenta hacia el norte, donde se ha estimado un espesor promedio de 102 m en el área de Caripe (Yoris, 1984b, 1985a). Rod y Maync (1954) le asignan un espesor máximo de 115 m en la isla Chimana Grande y reportan 225 m en el área de Pico García estos autores incluyeron dentro de su “Formación Chimana” a las capas de los miembros Punceres (Formación El Cantil) y Caripe de Yoris (1985a, 1988). Al este del Pico García el Miembro Corral Viejo Pasa lateralmente a las facies de Miembro Caripito y hacia el noreste pasa lateralmente a las facies del Miembro Pucutual. El contacto inferior del Miembro Corral Viejo es concordante sobre el Miembro Caripe; y el contacto superior concordante bajo la Formación Querecual suprayacente (en la sección de Cerro Grande) (Yoris, 1992). Se postula una edad Albiense Temprano – Albiense Tardío.

4. ***Miembro Caripito:*** Fue definido originalmente en Yoris (1984b, 1985a) para designar la secuencia encontrada por Yoris (1978) y Rojas (1978) en el área de los ríos Caripito y Azagua (estado Monagas) y que se encuentra conformada predominantemente por areniscas de tipo grawaquico frecuente y glauconítico – calcáreas, las calizas arenosas están subordinadas a las areniscas, se encuentran lutitas grises no calcáreas y alguna que otra caliza conchífera gris. La sección tipo propuesta por Yoris (1992), es la de la localidad de Valle Solo, en la ribera norte del río Caripito, al oeste de la población del mismo nombre, estado Monagas. También propone secciones de referencias en el río Aragua y en la Quebrada Arriba, al sur del río Caripito, al oeste del Caripito, estado Monagas (Yoris, 1985a).

5. ***Miembro Putucual:*** El término fue aplicado originalmente por Carmona (1978) y asignado por este autor a la Formación El Cantil en el área tipo de la Formación Cutacual de Metz (1965). Yoris (1984b) la

considera equivalente a la Formación Chimana y la divide en dos miembros: Chimana Grande y Putucual, fueron propuestos para su aceptación formal en Yoris (1985a). La sección tipo propuesta se encuentra en el río Putucual, al este de Casanay, estado Sucre, en la que presenta 335 m de una litología predominantemente carbonática, con numerosos intervalos alodapicos; otros tipos litológicos los constituyen las calizas pelágicas y las lutitas. El contacto inferior es de concordancia y transición con el Miembro Chimana Grande. El Miembro Putucual pasa lateralmente a las facies del Miembro Corral Viejo al oeste; hacia el sur no se ha demostrado aún si se interdigita con el Miembro Caripito. También que en sus niveles inferiores sea equivalente lateral de intervalos superiores del Miembro Chimana Grande cerca de su área tipo (Yoris, 1992).

➤ **Formación Cutucual:** Fue descrita por Metz (1968) en el extremo oriental de la Serranía del Interior, estado Sucre, como un intervalo de calizas bioclásticas finamente cristalinas y en menor proporción microcristalinas intercaladas con lutitas y margas. Este autor considera a Cutucual de edad básicamente Albiense. Le postula un carácter euxínico. Rosales (1977) se inclina a incluir este intervalo dentro de las “Facies Chimana”. Yoris F. (1989) hace una revisión del termino considerando a la Formación Cutucual sinónimo innecesario de la Formación Chimana en la región del río Putucual (estado Sucre).

2.4.2 Cretáceo Inferior (Cenomaniense – Maestrichtiense Superior)

2.4.2.1 Grupo Guayuta: El término con rango de Formación fue introducido por Liddle (1928) para designar una serie de lutitas carbonáticas negras con concreciones intercaladas con calizas negras abundantes en la base de la secuencia, y areniscas en el tope de la serie. La localidad tipo está localizada en el río Guayuta al

Noreste de Aragua de Maturín. H.D Hedberg (1937) al estudiar cortes en el río Querecual eleva a la Formación al rango de Grupo y lo divide en las formaciones de base a tope, Querecual y San Antonio.

- **Formación Querecual:** El primero en dar nombre a la secuencia fue Liddle (1928) quien la incluye dentro de su “Formación Guayuta” posteriormente, Hedberg (1937) al elevar el término de “Formación Querecual” para designar la mitad inferior del mismo criterio seguido por autores posteriores. La Formación Querecual fue aceptada formalmente desde la edición del primer Léxico Estratigráfico (MMH, 1956) y su definición litológica se ha mantenido casi invariablemente desde entonces. La sección tipo está localizada en el río Querecual, al sur de la población de Bergantín, en Anzoátegui nororiental, entre los puntos, a 250 m de distancia aguas arriba y, 600 m aguas abajo desde Paso Hediondo, donde aparecen las primeras areniscas de San Antonio (Hedberg, 1937). El espesor de la sección tipo del río Querecual es de 730 m según Hedberg (1937) y de 600 a 650 m según V. Vivas (1985). Consiste de una alternancia de calizas negras micríticas finamente laminadas y piríticas, y lutitas negras calcáreas con concreciones discoidales o esféricas de caliza micrítica pirítizadas, con diámetros de hasta 1,5 m. Los núcleos de las concreciones a veces está constituido por un Amonite o un Inoceramus (Hedberg, 1944); trabajo de campo realizado en el mes de Mayo de 1997 con apoyo de INPARQUES y LAGOVEN en la cuenca media del río Caripe de la tesis de Grado por publicar por Ciatti G. y Santamaría R., asesorada por la suscrita se midieron concreciones discoidales de 2,40 m en el cauce del río Caripe. La presencia de capas ftaníticas o calizas silíceas negras es una característica de la parte superior de la formación (MEM, 1956; CVET,

1970; González de Juana et al, 1980; Macsotay et al, 1985; Hay y Aymard, 1977) reportan la presencia de “muy pocas areniscas grises, blancas, calcáreas y glauconíticas”. Es un hecho observable que la parte inferior de la Formación Querecual se presenta como de mayor contenido orgánico – arcilloso que la parte superior, dándole un aspecto cíclico de litologías duras y blandas. Esto ocurre en los afloramientos al oeste de la Cueva del Guácharo (región de Caripe), en Cerro Grande (suroeste de Caripe), río Guayuta (oeste de Punceres) y los ríos Azugua y Caripito (oeste de Caripito), todas localidades del estado Monagas. Este intervalo se estima en no mayor de 300 m (Yoris, 1992). Yoris (1992) ha observado que las capas de ftanitas calcáreas – calizas ftaníticas tienen un espesor promedio mayor para la Formación Querecual (rango 10 – 100 cm) que para la Formación San Antonio (rango 10 – 40 cm). La ftanita pura se encuentra en la zona de transición de la Formación Querecual como lentejones a escala centimétrica y decimétrica, y no como verdaderas capas, como ocurre en la Formación San Antonio suprayacente; esta zona de transición entre las dos formaciones se puede observar al este de La Soledad (vía Cumanacoa – San Antonio de Maturín) y en la ladera este del aliviadero de la Represa del Guamo, al oeste de la población de Guanaguana. La edad de la Formación Querecual se ha estimado Albiense – Cenomaniense hasta Santoniense, según González de Juana et al (1980) y Urbani et al (1988). V. Vivas, O. Macsotay et al (1988) estima una edad Cenomaniense – Turoniense – Coniaciense Inferior. Los contactos de la Formación Querecual con la Formación Chimana infrayacente son transicional y suele ser de pocos metros, y con la Formación San Antonio suprayacente la zona de transición puede alcanzar las decenas de metros (Yoris, 1992). La Formación Querecual sé continua lateralmente con la parte superior del Grupo Temblador (Formación

Tigre) en base al aumento progresivo de areniscas hacia el sur (Campos et al, 1985). Hacia el oeste se la ha correlacionado litológicamente y por edad con la Formación Mapuey, estado Cojedes y con la Formación La Luna de Venezuela occidental (CVET, 1970). Hacia el este, se la considera equivalente lateral de la Formación Naparima Hill de Trinidad (CVET, 1970, en Yoris, 1992).

- **Formación San Antonio:** La definición de esta unidad pertenece a Hedberg (1937, c). Su localidad tipo se encuentra en el río Querecual del estado Anzoátegui, y su nombre deriva del cerro San Antonio, al norte de la población de Bergantín. En la sección tipo está constituida por facies calcáreo – pelíticas, silíceas y chérticas en su base, y pelítico – arenosa en su parte media y superior, donde se presentan asociadas a inyectitas clásticas de cuarzoarenitas de grano fino y estructuras de desplomes arenoso (V. Vivas, O. Macsotay et al, 1988); los que le designan, de acuerdo a su estudio bioestratigráfico, una edad Coniaciense Superior – Santoniense – Campaniense – Maastrichtiense Inferior. Las concreciones son raras y no contienen huellas de microfósiles. La Formación San Antonio en la Serranía del Interior presenta espesores extremos entre 260 y 1000 m; ambos valores podrían deberse a acortamiento o engrosamiento por fallamiento inverso, aunque la información de campo de los diferentes autores no señala fallamiento importante y la disposición de las capas en las secciones es bastante uniforme (Yoris, 1992). El espesor de la sección tipo según Hedberg (1937) es de unos 350 m, y según V. Vivas (1985) no excede los 300 m. Yoris (1992) hizo un levantamiento en detalle de la sección aflorante en el río Querecual, midiendo un espesor de 430 m, y encontrando la siguiente litología: areniscas cuarzosas grises (22%), calizas laminadas negras (28%), calizas arenosas negras (0,2%), calizas ftaníticas negras

(14%), calizas lutáceas/lutitas calcáreas duras, negras (36%) y diques clásticos de areniscas que se encuentran por encima de los primeros 126 m; los paquetes de capas afectados por plegamiento intraformacional e inyecciones clásticas totalizan un 53% del espesor de la formación. En otras secciones donde aflora la Formación San Antonio se han encontrado los siguientes espesores: En la región de San Antonio – Aragua de Maturín; 345 m en el área de río Punceres (Camero y Perdomo, 1983). 272 m en el flanco norte de Cerro Aragua (Calculados por Yoris (1992), a partir de datos de campo de Guerrero y León (1983)). No menos de 280 m señalan en el río Chiquito (Guerrero y León, 1983). 480 m en el flanco sureste del cerro La Cueva (7 Km al sureste de Guanaguana): Yoris (1992) lo calculó empleando los datos de campo de Frías y Quintana (1983). Un rango entre 540 y 300 m en la región que rodea al embalse del Guamo, González y Bravo (1983). 431 m en la quebrada La Vieja, 3 Km al sureste de Guanaguana, y unos 500 m en La Sabana de Rancho de Piedra (10,5 Km al noroeste de Guanaguana), Yoris (1992), con los datos de campo de González y Bravo (1983). 86 m en la quebrada La Rosalía, a 8 Km al oeste de Guanaguana y hasta 1000 m en el flanco sur del anticlinal de purgatorio (flanco sur del río Cocollar, entre La Soledad y Campo Alegre), Yoris (1992). 58 m mínimo entre Sabana de Piedra y Santa María, en este sector el Grupo Guayuta se encuentra intensamente plegado y fallado, y la Formación San Antonio está exenta de areniscas. Los contactos de la Formación San Antonio, en la sección tipo de río Querecual, con la Formación Querecual infrayacente son concordantes, y erosivo con la Formación San Juan suprayacente.

2.4.2.2 Grupo Santa Anita:

Hedberg (1937) empleó el término de “Formación Santa Anita” para designar a la secuencia Cretácico Superior – Paleocena – Eocena, suprayace al Grupo Guayuta y compuesta por un miembro basal arenoso (“Areniscas de San Juan”), un miembro lutítico intermedio (“Lutita de Vidoño”) y el Miembro Caratas, superior. Posteriormente, Hedberg (1950) eleva esta unidad a la categoría de grupo y a los miembros respectivos los asciende a rango formacional (San Juan, Vidoño y Caratas), terminología aceptada con una modificación, la inclusión del Miembro Tinajas dentro de la Formación Caratas. Las formaciones que lo conforman de base a tope son la Formación San Juan, la Formación Vidoño y la Formación Caratas.

- **Formación San Juan:** Definidas por Hedberg (1937) en la quebrada San Juan, afluente del río Querecual; constituida por areniscas masivas estratificadas o no con intercalaciones de lutitas. Esta Formación se extiende por buena parte del flanco sur de la Serranía del Interior. Las areniscas son cuarzoarenita de grano fino localmente calcáreas, que hacia el tope se tornan muy glauconíticas que alternan con limolitas y lutitas negras; esta unidad esta localmente surcada por “diques” y “sills” clásticos (Inyectitas sedimentarias e inyectitas clásticas), asociadas a estructuras de desplome. También se observan estructuras de almohadillas, bola y capas estiradas (V. Vivas, Macsotay et al, 1988). Las facies detríticas siliciclásticas en capas submétricas, bien estratificadas, varían de 112 m en la sección tipo de río Querecual, a 350 m 20 Km al SE (V. Vivas et al, 1988). Ellos estiman una edad por su posición estratigráfica Maastrichtiense Medio – Superior.

La presencia de ftanitas/ftanitas calcáreas/calizas ftanitas negras en la secuencia de la Formación San Juan se observa entre San Antonio de Maturín y Guanaguana (González y Bravo, 1983; Bustamante, 1984) y al norte de Aragua de Maturín (Yoris, 1992).

- **Formación Vidoño:** Definida por Hedberg y Pyre (1944) en el río Querecual para designar a una espesa secuencia conformada por lutitas oscuras fosilíferas generalmente blandas y sin laminación. La localidad tipo en la región de Bergantín, en el río Querecual desde el paso Santa Anita hasta 300 m aguas abajo del mismo río. La Formación Vidoño está constituida de una litología bastante uniforme, predominantemente lutítico/limolítica/glauconítica, con intercalaciones menores de areniscas y calizas pelágicas y/o arenosas, “nódulos” calcáreos o capas de caliza estiradas y eventuales diques de areniscas. La Formación Vidoño es una cuña que se adelgaza hacia el sur, en el subsuelo; sus máximos espesores se encuentran hacia el norte y noroeste de la Serranía del Interior, oscilando entre 300 y 400 m; en la sección tipo Hedberg y Pyre (1944) estimaron un espesor de 312 m, y Yoris (1992) lo estimó en 386 m. Los mayores espesores de la Formación Vidoño se encuentran en la región al este de San Antonio de Maturín (estados Monagas y Anzoátegui) y al norte del valle del río San Juan (estado Sucre), Yoris (1992). La edad de la Formación Vidoño se extiende desde Maastrichtiense hasta Eoceno.

- **Formación Caratas:** Se caracteriza por limolitas y areniscas que pueden ser glauconíticas dolomíticas o calcáreas. En la parte superior de la Formación se presenta un desarrollo regular de calizas bioclásticas denominado Miembro Tinajitas. La sección tipo se encuentra en el río Querecual, entre el extremo sur de la isla ubicada 300 m aguas abajo del

paso Santa Anita hasta la base de las areniscas de la Formación Los Jabillos del ciclo Terciario Superior. Se reconoce en toda la región piemontina del norte de Anzoátegui y Monagas tanto en superficie como el subsuelo. El espesor en la sección tipo es de 335 m. La Formación Caratas se caracteriza por tener una secuencia espesa en superficie, llegando cerca del kilómetro en la región sur de la Serranía del Interior y adelgazándose hacia el noreste y hacia el sur, el adelgazamiento hacia el sur debe ser obligatorio por cuanto el cratón se encuentra en esa dirección. La formación Caratas solo aflora en una franja al sur de la Serranía del Interior, entre Barcelona y la región de Punceres, estados Anzoátegui y Monagas, respectivamente (Yoris, 1992). La edad de la Formación Caratas se estima entre Eoceno Temprano hasta el Eoceno Medio.

2.4.3 Formación Mesa

Hedberg y Pyre (1944) introducen este nombre para designar la formación que cubre las extensas mesas fisiográficamente características en la parte oriental de Venezuela. No se ha designado sección tipo específica, ya que los acantilados de cualquiera de las mesas de cima plana de la región ofrecen una sección representativa. La Formación se extiende sobre los llanos orientales de los estados Guárico, Anzoátegui y Monagas. En Santa Bárbara de Maturín los 78 m superiores de la mesa se caracterizan por su contenido de gravas intercaladas en arenas y arcillas de color rojo y amarillo intenso, mientras que los 60 m infrayacentes predominan los clásticos finos en forma de arenas grises y blancas intercaladas con arenas arcillosas puras, abigarradas y grises.

El espesor de la Formación Mesa es extremadamente variable, pero en términos generales disminuye de norte a sur, como consecuencia del cambio en la sedimentación fluvio – deltaica y aumenta de oeste a este, como consecuencia del avance deltaico. El espesor máximo es de +/- 275 m en la Mesa de Maturín. En esta Formación se han encontrado algunos fósiles de agua dulce, generalmente asociados a arcillas ligníticas, y restos de madera silíficadas. Algunos geólogos ubican a la Formación Mesa a fines del Terciario (Plioceno); para otros, la misma constituiría más bien el inicio del Cuaternario (Pleistoceno), aunque generalmente se considera de edad Pleistocena a causa de su posición discordante sobre la formación Las Piedras del Plioceno. Según Hedberg y Pyre (1944), la relación de la Formación Mesa con el Grupo Sacacual (Formación Las Piedras), infrayacente, “varían localmente desde clara discordancia de erosión hasta aparente transición”. Según González de Juana (1980), la Formación Mesa es producto de una sedimentación fluvio – deltaica y paludal, resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el este, en la misma forma en que avanza hoy el delta del río Orinoco. Este delta recibía aportes laterales de abanicos aluviales con clastos gruesos del norte y arena desde el sur, con zonas pantanosas hacia el centro. La Formación Mesa se debe a la intercalación coalescente de abanicos aluviales, sedimentos fluviales, deltaicos y pantanosos.

2.5 Geología local

En el cuadrángulo geológico donde encuentra Guanaguana y el área de estudio afloran las formaciones del Mesozoico San Juan, San Antonio y Querecual sin diferenciar del Cretácico Tardío, del Mesozoico-Cenozoico la Formación Vidoño del Cretácico al Eoceno, del Terciario las formaciones: Carapita (Oligoceno- Mioceno), Cubagua (Mioceno), Las Piedras (Mioceno a Plioceno), Quiriquire (Plioceno),

Quiriquire (Plioceno), del Pleistoceno las formaciones Mesa y Barrigon), y aluviones del Reciente (Figura 2.6).

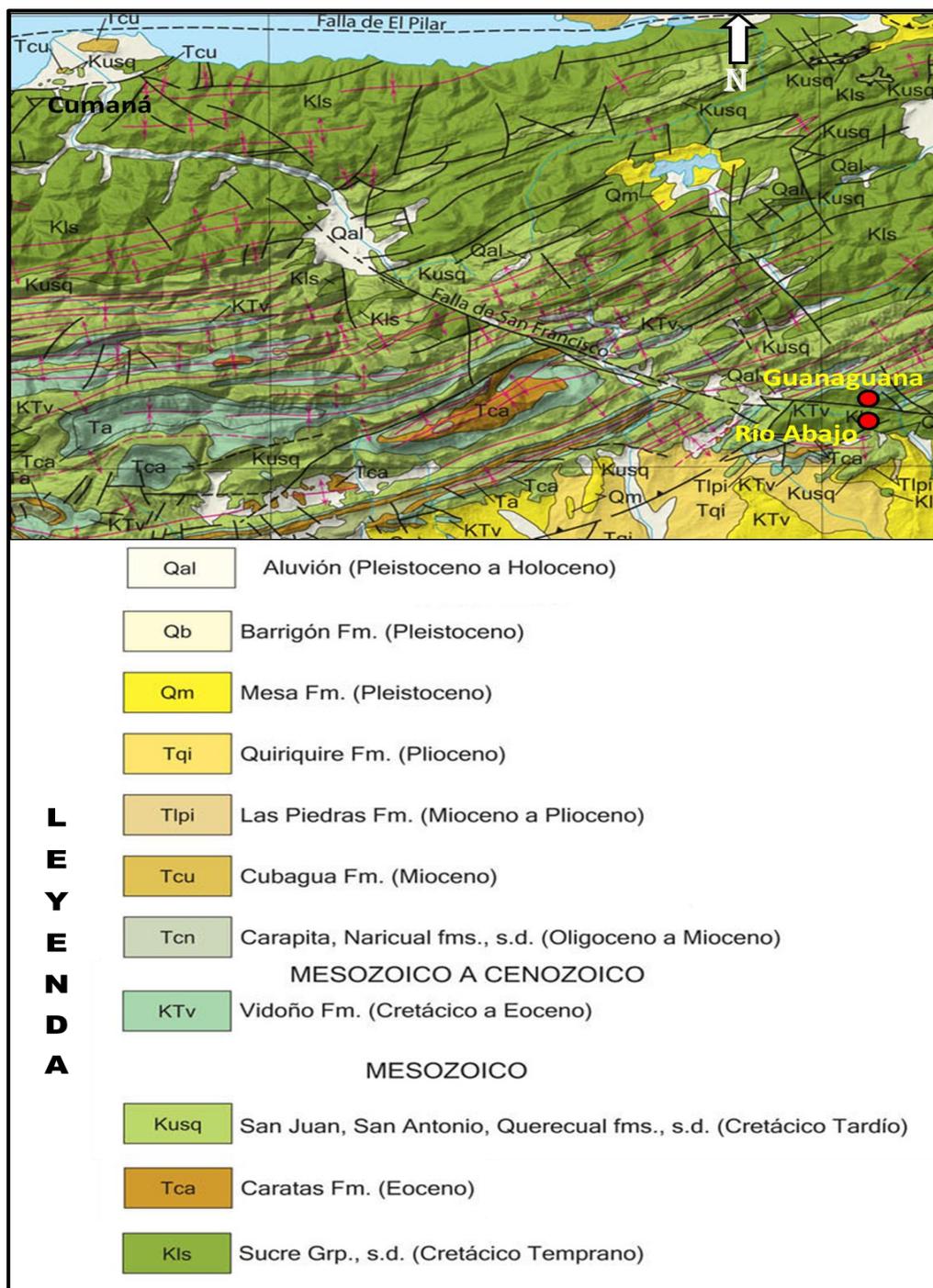


Figura 2.6 Mapa geológico regional del sector y alrededores de Guanaguana. Fuente: Paul C. Hackley, Franco Urbani, Alexander W. Karlsen y Christopher P. Garrity (2006).

2.3 Geología estructural local

Del análisis del mapa de la Figura 2.8, se pueden distinguir varios pliegues con ejes axiales de dirección SW-NE, entre ellos el anticlinal de Guanaguana, el anticlinal de San Francisco y el sinclinal de San Francisco al norte de Guanaguana y el anticlinal volcado del sector de Las Campanas, con flancos que buzanan al sureste, y al oeste se encuentra un sinclinal en el sector del río Guarapiche.

Entre las fallas, está la falla de San Francisco, que es rumbo deslizante, con dirección preferencial noroeste – sureste, y que tiene un efecto regional: además en la zona sureste hay numerosas fallas de dirección noroeste-sureste, y al oeste fallas con la misma dirección y otras este-oeste.

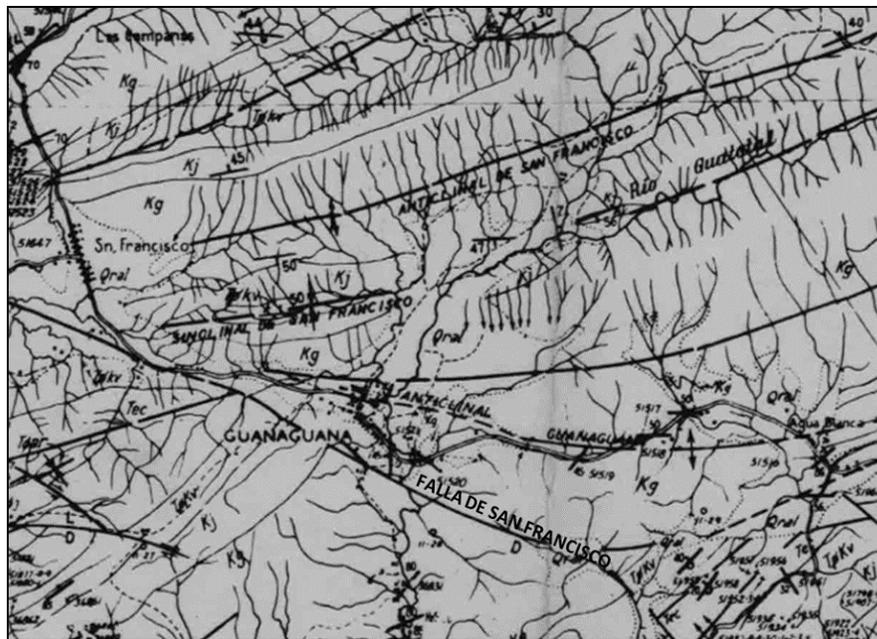


Figura 2.7 Mapa geológico – estructural del sector de Guanaguana. Fuente Hoja D11, a escala 100.000 (Creole Petroleum Company, 1964).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado para sustentar o explicar el problema planteado en nuestra investigación, esta base teórica se muestra a continuación:

3.1 Antecedentes de la investigación

Los antecedentes de la zona de estudio son muy escasos a nivel de detalle se consideran antecedentes de otras zonas cercanas a los fines de obtener información general y sobre la metodología a utilizar.

González de Juana, C. Iturralde, J. Picard, X. (1980), en la publicación “GEOLOGIA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS”, en la parte de: Caracteres Distintivos De Las Unidades Litológicas en Venezuela Oriental, presenta la descripción de los diferentes grupos y las formaciones geológicas que los conforman, correspondientes al cretácico Inferior, y en la parte consideraciones sobre la tectónica venezolana, las características estructurales de la Serranía del Interior Oriental y de las principales fallas. Esta publicación se utilizará para recopilar información bibliográfica sobre características estratigráficas y estructurales a nivel regional del área de estudio.

Yoris, F. G. (1984), en el trabajo “REVISIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA DEL CRETÁCEO INFERIOR DE LA FRANJA SAN ANTONIO DE MATURÍN – ARAGUA DE MATURÍN – CARIPITO – BOLIVITA – CAMPO ALEGRE

(ESTADOS MONAGAS Y SUCRE) Y ANÁLISIS PETROGRÁFICO ESTADÍSTICO DE ARENISCAS AL OESTE DEL RÍO SAN JUAN”, describe las características litológicas de las formaciones del Cretácico Inferior, con datos de edades y espesores, y presenta columnas estratigráficas y mapas geológicos - estructurales regionales. Servirá de apoyo en las características estratigráficas y estructurales a nivel regional del área de estudio.

Wagner A. Roberto A. (2004) en la tesis de grado titulada “ESTUDIO ESTRUCTURAL REGIONAL Y ANÁLISIS DE DEFORMACIONES RECIENTES EN EL FRENTE DE MONTAÑA DE LA SERRANÍA DEL ORIENTAL Y EN LA PARTE NORTE DE LA SUBCUENCA DE MATURÍN”. Realiza un estudio microtectónico con datos de campo donde describe la orientación, frecuencia, abertura y relleno de las diaclasas y planos de fallas: obteniendo la orientación del campo de esfuerzo enmarcándolo en el contexto, con el fin de establecer una cronología de eventos tectónicos, buscando comprender la deformación actual del borde norte de la Subcuenca de Maturín. Las direcciones de esfuerzo máximo obtenidas son N165°, N130°, N110. Las principales familias de diaclasas poseen direcciones N10°, N90°, N130°, N160° y N50/70°. Este trabajo se utilizará para comparar las direcciones de las diaclasas con las de la zona de estudio en el caserío Rio Abajo.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Rocas sedimentarias detríticas

Todas las rocas detríticas tienen una textura clástica, que consiste en fragmentos discretos y clastos que se cementan y compactan juntas. El principal criterio de

subdivisión de las rocas detríticas comunes son el conglomerado, la arenisca y la lutita (Geotecnia Fácil, 2023).

Todas las rocas detríticas presentan textura clástica, esto es, formadas por clastos embutidos en una matriz de grano más fino, y pueden estar cementadas o no por material ortoquímico y/o diagenético (formado con posterioridad al depósito del sedimento). El cemento suele estar formado por material carbonatado, silíceo o ferruginoso como casos más generales (Geotecnia Fácil, 2023).

3.2.1.1 Tamaño, morfología y naturaleza de los clastos

El tamaño de grano de los componentes clásticos es el criterio fundamental para clasificar las rocas sedimentarias detríticas, siendo su morfología y su naturaleza composicional criterios adicionales para adjetivar las rocas (Geotecnia Fácil, 2023).

Los clastos se clasifican según su tamaño en: grava: > 2 mm, arena: 2 mm - 62 micras (1 mm = 1000 micras), limo: 62 - 4 micras y arcilla: < 4 micras. Los dos últimos se agrupan bajo el término fango (Geotecnia Fácil, 2023).

Tabla 3.1 Tamaños de clastos, nombre de sedimento detrítico, y nombre de las rocas sedimentarias detríticas (Geotecnia Fácil, 2023).

TAMAÑO DE GRANO	SEDIMENTO	ROCA SEDIMENTARIA
$\varnothing \geq 2 \text{ mm}$	gravas	CONGLOMERADO { ● BRECHA (cantos angulosos) ● PUDINGA (cantos redondeados)
$2 \text{ mm} > \varnothing \geq \frac{1}{16} \text{ mm}$	arenas	ARENISCA { ● GRAUVACA (matriz > 15%) ● ARENITA (matriz < 15%) { ● CUARZOARENITA ● ARCOSA ● LITOARENITA
$\frac{1}{16} \text{ mm} > \varnothing \geq \frac{1}{256} \text{ mm}$	limos	LIMOLITA
$\varnothing < \frac{1}{256} \text{ mm}$	arcillas	LUTITA * MARGA CO_2Ca + 25-75% de arcillas

Se diferencian tres grupos de rocas detríticas en función del tamaño de grano (Geotecnia Fácil, 2023):

Ruditas: son rocas detríticas cuyo tamaño de grano medio es superior a 2 mm. Cuando este tamaño es superior a 256 mm se habla de bloques y cuando está comprendido ente 2 – 256 mm se habla de cantos. El material rudítico suelto se denomina grava. Cuando está cementado se le denomina conglomerado. Ese a su vez se denomina pudinga cuando los cantos están redondeados y brechas cuando los cantos son angulosos.

Arenitas: son el grupo de rocas sedimentarias más abundante. Su tamaño esta comprendido entre 2-1/16mm. Cuando están sueltas se denominan arenas y cuando están cementadas areniscas. En función del tamaño de grano las arenas van desde muy fina hasta arena muy gruesa pasando por arenas medias.

Lutitas: son aquellas rocas detríticas con un tamaño inferior a 1/16 mm. Se dividen en limos (1/16 -1/256 mm) y arcillas (<1/256mm), cuando el material está suelto y de limolitas y arcillitas cuando el material está compactado.

3.2.2 Inyectitas sedimentarias

Se reúne bajo el nombre de estructuras de inyección o intrusión a un variado conjunto de estructuras construidas por areniscas, en el interior o en la superficie de los estratos, y con geometrías diferentes; que en algunos casos pueden deformar a los estratos donde se inyectan formando plegamientos.

Dzulyнки y Walton (1965) en Corrales et al (1977), distinguen tres tipos principales de inyección: Diques y filones de arena; volcanes de arena; y polígonos de arena y pseudo-mud-cracks.

Diques y filones de arena: cuerpos de areniscas de forma irregular, que se disponen cortando estratos en lutitas y margas. En general están unidos con niveles de areniscas interestratificadas, si representan niveles de areniscas removilizadas horizontales (sills arenoso).

Sus dimensiones suelen ser de algunos centímetros o decímetros de ancho, mientras que el espesor que corta es de varias decenas de metros.

V. Vivas, Macsotay et al (1988), los denominan inyectita sedimentaria cuerpo de roca sedimentaria, en cualquier ángulo paralelamente con respecto al plano de estratificación, que fue introducido pasivamente, o inyectado activamente, dentro del

sedimento circundante. El término sedimentario significa únicamente que el emplazamiento ha tenido lugar en un ambiente marino, durante la sedimentación.

El término inyectita se acompaña de un adjetivo clástico, gravoso, arenoso, limoso, carbonáceo, y otros, según la composición litológica del material inyectado. Según el ángulo que el eje mayor de la inyectita forme con el plano de estratificación, se le agrega los términos horizontal, subhorizontal, oblicua, subvertical o vertical (Figura 3.1).

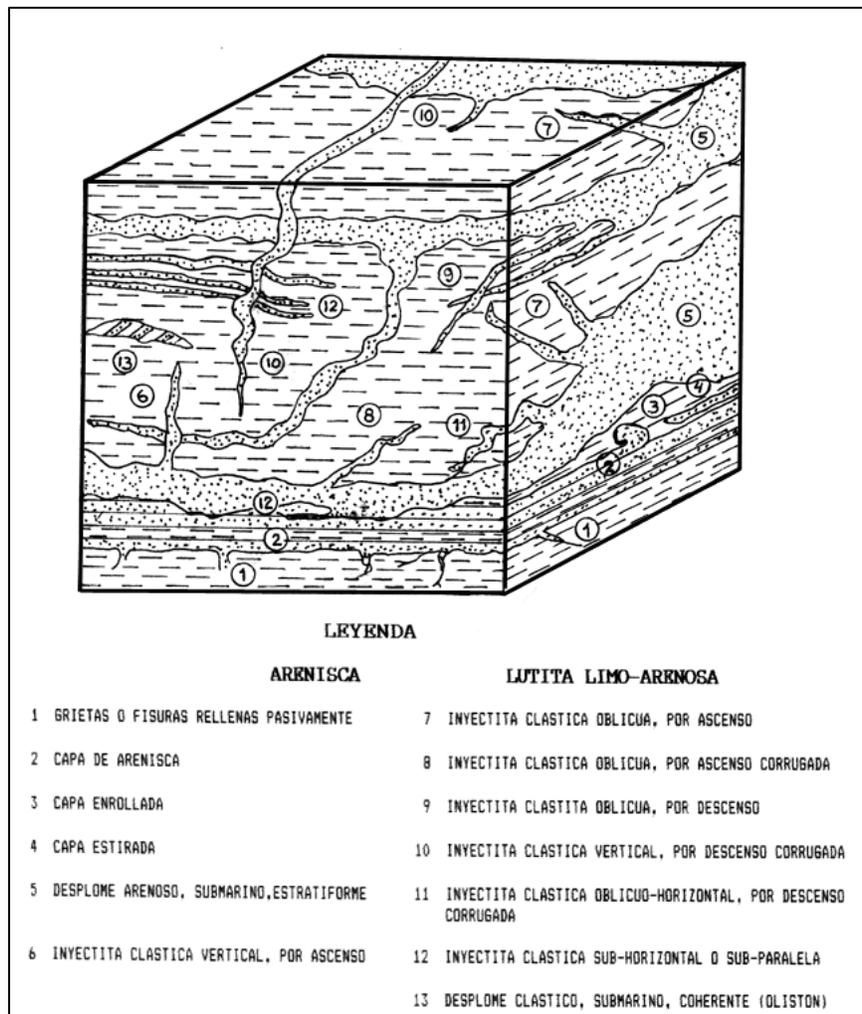


Figura 3.1 Bloque diagramático mostrando la génesis de inyectitas clásticas, asociadas a desplomes arenosos, en paleoambiente batial, Cretáceo superior (Grupo

Guayuta), en Venezuela nororiental, Vivas V., Macsotay y otros(1988).

3.2.3 Diaclasas o juntas

Soriano G. (2013) cita que las diaclasas son fracturas, discontinuidades, en las que, a diferencia de las fallas, no ha habido un desplazamiento significativo entre los dos bloques.

Se reconocen en cualquier tipo de roca (ígneas, metamórficas o sedimentarias) y suponen una evidencia clara de la rotura frágil del macizo rocoso en alguna etapa de su historia deformacional. Dependiendo de las rocas en que se produzcan, las diaclasas tienen una orientación general determinada. Por ejemplo, en las rocas sedimentarias, las diaclasas son, por lo general, perpendiculares a la superficie de estratificación, mientras que en las rocas ígneas pueden tener cualquier orientación. Así en rocas sedimentarias se puede decir que su mayor dimensión es siempre horizontal, mientras que, en rocas ígneas, por lo general no tienen una dimensión preferente.

Las diaclasas se propagan durante un proceso de fractura continuo o mediante una serie de rupturas sucesivas. A menudo se reconocen en familias con espaciados regulares que pueden ser reconocidos en áreas con poca deformación, aunque en otras ocasiones, pueden tener un espaciado irregular.

En rocas sedimentarias bien estratificadas, las diaclasas suelen tener un patrón bien definido, compuesto por diaclasas sistemáticas tempranas y diaclasas cruzadas.

La caracterización del diaclasado de un macizo se realiza a partir de las siguientes medidas:

1. Orientación de la diaclasa (es decir, dirección, buzamiento y sentido del mismo).
2. Espaciado entre las diaclasas sucesivas de la misma orientación.
3. Apertura, es decir, distancia media entre las paredes de la junta. Persistencia y penetrabilidad: continuidad de las juntas o longitud de sus trazas.
4. Rugosidad superficial, propiedad que condiciona su comportamiento friccional.
5. Presencia o ausencia de relleno, y características del mismo.

3.2.3.1 Tipos de diaclasas

Entre los tipos de diaclasas más comunes tenemos según Ramsay J. (1987):

➤ Diaclasa vertical

Se forman cuando las rocas ígneas se enfrían y se desarrollan fracturas de retracción que producen columnas alargadas en forma de pilares. También recordemos que el alejamiento produce un modelo de diaclasas suavemente curvadas que se desarrollan más o menos en paralelo a la superficie de los grandes cuerpos ígneos, como los batolitos. En estos casos, la formación de diaclasas es consecuencia de la expansión gradual que se produce cuando la erosión elimina la carga supra yacente. En rocas sedimentarias las diaclasas se forman debido a presiones de sobrecargas cuando estratos supra yacentes tienden a fracturar la roca.

➤ **Diaclasas conjugadas**

Las diaclasas tienen distintas direcciones y buzamiento, por lo tanto, se cortan en determinados puntos. En el caso más común cuando existen dos o más familias de diaclasas que se interceptan formando ángulos más o menos constantes entre 30 y 60 grados, se denominan sistema de diaclasas conjugadas.

➤ **Diaclasas ortogonales**

Las diaclasas tienen iguales dirección de buzamiento, por lo tanto; se cortan en determinados puntos en el caso más común cuando hay un conjunto de familias de diaclasas que afectan el mismo volumen de roca y se interceptan formando ángulos más o menos constante y geométrico semejantes a 90 grados.

3.3 Definición de términos básicos

3.3.1 Mapa geológico

Un mapa que muestra el tipo y la distribución espacial de las rocas en la superficie terrestre. Las formaciones de rocas se encuentran codificadas con colores y los símbolos correspondientes a las estructuras geológicas también se indican, de modo que las relaciones de las edades resultan claras (Schlumberger, 2022).

3.3.2 Rumbo

Línea resultante de la intersección de un plano horizontal ideal y un plano geológico inclinado. Dicha línea de intersección pertenecerá, por tanto, a los dos planos y su orientación se dará por el ángulo horizontal que forma respecto del norte geográfico. Obviamente, un plano horizontal no tiene dirección de capa (Delgado y otros, 2010).

3.3.3 Buzamiento real

Es el ángulo que forma respecto de la horizontal un plano geológico, medido éste en una dirección estrictamente perpendicular a la dirección de capa del mismo plano. Es el ángulo de inclinación máximo que presenta ese plano. Si la dirección en la que se mide el plano no es perpendicular al rumbo de la capa, obtendremos un ángulo de buzamiento menor, al cual denominaremos buzamiento aparente. Sus valores van de 0 (plano horizontal) a 90° (plano vertical) (Delgado y otros, 2010).

3.3.4 Afloramiento rocoso

Un afloramiento o afloramiento rocoso es una exposición visible de roca madre o de depósitos superficiales antiguos en la superficie de la Tierra. Los afloramientos no cubren la mayoría de la superficie terrestre de la Tierra porque en la mayoría de los lugares la roca madre o los depósitos superficiales están cubiertos por un manto de suelo y de vegetación y no se pueden ver ni examinar de cerca. Sin embargo, en lugares donde la cubierta suprayacente se elimina a través de la erosión o por

levantamiento tectónico, la roca puede quedar expuesta o recortada. Tal exposición ocurrirá con mayor frecuencia en áreas donde la erosión es rápida y excede la tasa de intemperismo o meteorización, como en las laderas empinadas, las crestas y cimas de montañas, las riberas de ríos y las áreas tectónicamente activas. La roca madre y los depósitos superficiales también pueden quedar expuestos en la superficie de la Tierra debido a las excavaciones humanas como a la extracción y a la construcción de las rutas de transporte (González, I. y Ferrer M. 2002) (Figura 3.2).



Figura 3.2 Afloramientos de la zona de estudio.

3.3.5 Estratificación

Corresponde a contactos de depositación de materiales que ocurrieron durante el proceso de formación de la roca. Por ejemplo, en las rocas sedimentarias es común

encontrar mantos de arenisca formados sobre mantos de lutita o viceversa (Suarez Jaime, 2009) (Figura 3.3).

El espesor de los estratos es un parámetro importante y se mide de la siguiente forma (Suarez Jaime, 2009) (Tabla3.2)

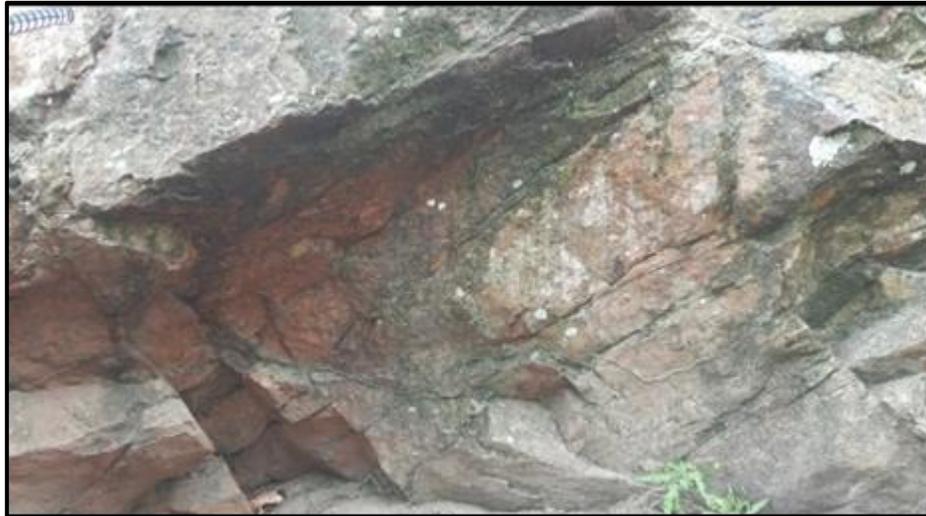


Figura 3.3 Estratificación en los afloramientos del área de estudio.

Tabla 3.2 Escalas de espesores de los estratos (Geotecnia Fácil, 2023).

ESCALAS			
Espesor (cm)	Shell (1995)	Boggs (1995)	Demicco y Hardie (1994)
	Estratificación métrica	Estratos muy gruesos	Capas más grandes de 100 mm, estratos de gruesos a muy gruesos
100 30 10	Estratificación decimétrica	Estratos gruesos Estratos medios	
3 1	Estratificación centimétrica	Estratos delgados Estratos muy delgados	Capas de 5 mm a 100 mm
0.3	Estratificación milimétrica	Laminaciones gruesas Laminaciones delgadas	Capas menores a 5mm, laminaciones finas

3.3.6 Falla normal lítrica

Es una falla que tiene alto buzamiento cerca de la superficie y un buzamiento bajo en profundidad, y es una falla con plano curvo (Vander der Plujim y Marshak, 2004).

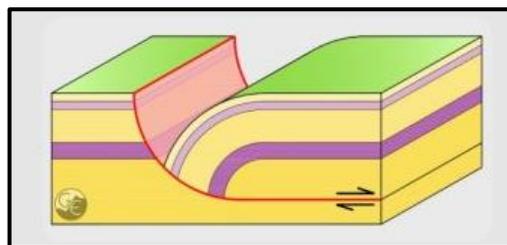


Figura 3.4 Falla lítrica (Vander P. y Marshak, 2004)

3.3.7 Laminación

Una capa fina (de ~ 1 mm de espesor) presente en los estratos, también denominada lámina, común en las rocas sedimentarias de grano fino, tales como la lutita, la limolita y la arenisca fina. Una capa sedimentaria comprende múltiples laminaciones, o láminas (Schlumberger, 2022).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

En esta fase se muestran los métodos empleados, para obtener los datos que permitan cumplir con los objetivos de esta investigación. Por lo que se describirá el tipo y diseño de la investigación, así como también las técnicas utilizadas para tomar las muestras.

4.1 Tipo de investigación

Arias, F. (2012) clasifica a los tipos de investigación según su nivel, en exploratoria, descriptiva y explicativa. El autor considera la investigación descriptiva como “la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos”.

Con base en lo anterior, esta investigación sería de tipo descriptiva, pues se enfoca en la caracterización de las muestras a ser obtenidas directamente de la zona de estudio, para su posterior análisis e interpretación.

4.2 Diseño de la investigación

Arias, F. (2012), define: La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental.

La investigación de éste trabajo es de tipo documental y de campo, pues, se recolectará información que se apoyará en la consulta de datos sobre la zona como la geología y material cartográfico, siendo este el primer paso de la estrategia documental. Es también una investigación de campo donde se recolectarán datos esenciales tales como tipos de rocas y estructuras geológicas y de las características de los sedimentos para el logro de los objetivos planteados.

4.3 Población y muestra de la investigación

4.3.1 Población

Según Balestrini (2001), “Una población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación”.

Así por lo tanto, queda representada la población de este estudio por la totalidad de los afloramientos presentes en el sector del caserío Rio Abajo, parroquia Guanaguana, municipio Piar, estado Monagas.

4.3.2 Muestra

De acuerdo a Balestrini (2001), “La muestra es una proporción representativa de la población que selecciona el investigador, con la finalidad de obtener las características más exactas, confiables y representativas de la población”.

Por ende, es primordial asegurarse que los elementos componentes de la muestra sean lo suficientemente representativos de la población de manera que permitan hacer generalizaciones. La muestra de esta investigación corresponde a los cuatro (4) afloramientos de los cuales se recolectaron aproximadamente 12 muestras de rocas, a las cuáles se les realizarán análisis macroscópicos.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos según Arias, F. (2012), “son las distintas formas o maneras de obtener la información”, el mismo autor señala que “los instrumentos son medios materiales que se emplean para recoger y almacenar datos”.

4.4.2 Análisis documental

La recolección de información se realizará en base a búsqueda bibliográfica geológica relacionadas en informes y publicaciones, análisis visual de los afloramientos de las estructuras presentes, recolección de muestras con etiquetas para posterior análisis. Asimismo, obtención de coordenadas UTM de los sitios de muestreo y estaciones de la investigación, utilizando un navegador.

4.4.3 Instrumentos de recolección de datos

Según Arias, F. (2012), considera que “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”

Las herramientas utilizadas para el acopio de información en el desarrollo de esta investigación, incluyen GPS, martillo, piqueta, cinta métrica, cámara fotográfica, brújula, hojas, lápices, computador y mapas de la zona (Figura 4.1).



Figura 4.1 Equipos de recolección de datos

4.5 Flujograma de investigación

El Flujograma de investigación representa un esquema de trabajo para llevar a cabo la elaboración del presente proyecto en diferentes etapas, así como se muestra en la figura 4.2



Figura 4.2 Flujograma de actividades de las etapas de la investigación.

4.6 Procedimiento para el logro de los objetivos

4.6.1 Etapa I: Consulta de fuentes

Esta etapa inició con la recopilación bibliográfica y cartográfica del área de estudio. Para tener conocimiento de la ubicación de dicha zona, donde se encuentran los afloramientos, y como acceder al área.

4.6.1.1 Recopilación de material bibliográfico

Se llevó a cabo buscando información relacionada al tema en textos, trabajos de grado impresos y en formato digital, páginas web, que traten sobre la geología regional en cuestión y también sobre las características físico natural.

4.6.1.2 Recopilación cartográfica

La información cartográfica es extraída de los mapas geológicos de la Creole Petroleum Company (1964) y de imágenes satelitales capturadas a través de la aplicación Google maps y Google earth.

4.6.2 Etapa II: Levantamiento geológico de campo

Etapa fundamental para llevar a cabo el logro de los objetivos de manera correcta, ya que se identificaron los afloramientos y estructuras geológicas presentes en la zona, se recolectaron muestras de rocas sedimentarias para sus respectivos análisis macroscópico, se tomaron fotografías, se hicieron mediciones de rumbo y buzamiento y se recolectaron los datos necesarios para la elaboración del mapa geológico mediante levantamiento geológico de superficie.

Se realizó la inspección del área a la cual se le realizó el levantamiento geológico, observando detenidamente en cada una de las estaciones de estudio, las litologías, las estructuras geológicas y mediciones del ancho y altura de los cortes geológicos y de los afloramientos; y a medida que se iba avanzando, se iban tomando las fotografías correspondientes de los cortes y afloramientos, a las estructuras geológicas, muestras de rocas, vegetación y otros aspectos relevantes como muestra la figura 4.3.



Figura 4.3 Actividades de campo: A) Descripción de los afloramientos. B) Toma de fotografías de secciones del afloramiento. C) Identificación para muestreo. D) Descripción de estructuras.

4.6.2.1 Levantamiento de los afloramientos

Se realizó levantamiento geológico a cuatro afloramientos (Figura 4.4): a través del uso de GPS, además de las estructuras geológicas asociadas a los afloramientos rocosos.

Se tomaron datos de coordenadas para saber la ubicación geográfica y también de los puntos en los cuales se tomó cada muestra.

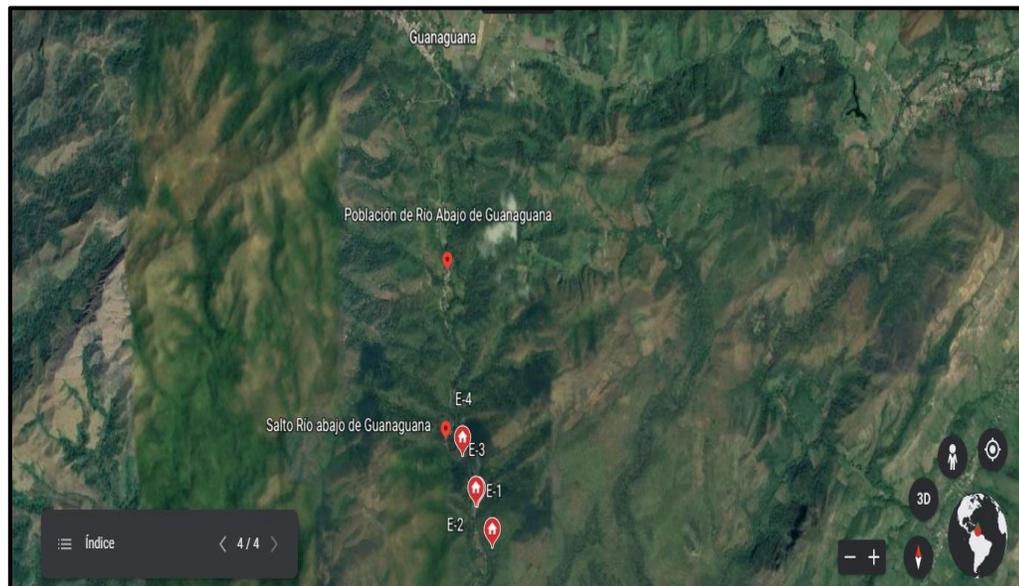


Figura 4.4 Estaciones de estudio (Google earth 2022).

4.6.2.2 Medición de Rumbo y Buzamiento de las estructuras geológicas

La medición de los rumbos y buzamientos se realizó a cada estructura geológica presente como fallas, diaclasas, foliación y estratificación.

4.6.2.3 Recolección de muestras

Una vez seleccionados los afloramientos a estudiar, proseguimos a la recolección de muestras de cada uno, mediante el uso de piqueta y martillo para la extracción de cada muestra para su estudio macroscópico.

Inicialmente se ubicaron los puntos en donde se tomarían las muestras de roca, estos puntos fueron seleccionados considerando los cambios visibles macroscópicamente en la superficie rocosa del afloramiento.

En el afloramiento 1 se obtuvieron 11 muestras, en el 2 de tope a base 2 muestras, en el afloramiento 3 se obtuvieron 4 muestras y en el afloramiento 4 vía Guanaguana 2 muestras una en cada extremo de la carretera. Teniendo en cuenta que estas muestras deben estar lo más fresca posible para que los minerales que la componen se puedan apreciar mejor durante la fase de análisis. En la figura 4.3 se pueden observar las muestras extraídas en cada afloramiento.

Tomamos fotografías generales al área de estudio en cada estación y también a cada muestra con su identificación, como se muestra en las figuras 4.5, 4.6 y 4.7.



Figura 4.5 Muestras recolectadas en el afloramiento N°1

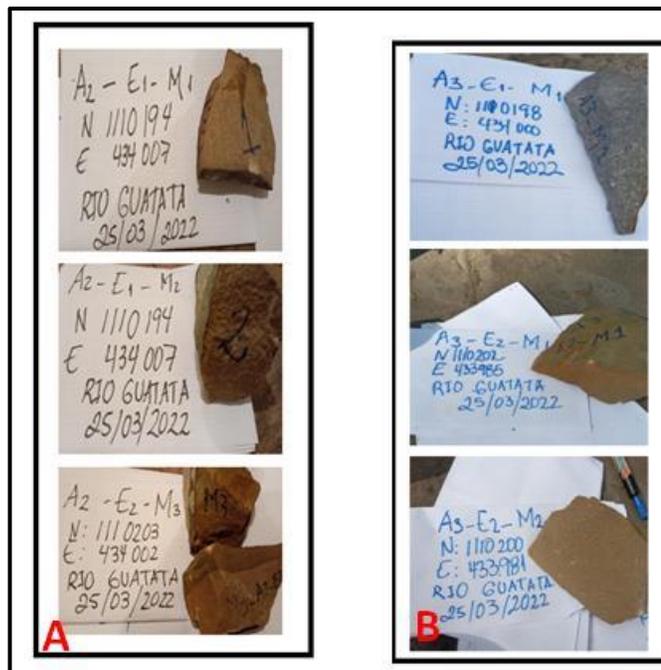


Figura 4.6 Muestras recolectadas en el afloramiento N°2 (A) afloramiento N°3 (B)



Figura 4.7 Muestras recolectadas en el afloramiento N°4..

4.5.3 Etapa III: Fase de procesamiento de datos (oficina)

En esta etapa procedemos a realizar los ensayos correspondientes tales como: clasificar las muestras de rocas, realizar tablas comparativas, el correcto ploteo digital del plano topográfico y geológico y la organización de todos los datos obtenidos en campo. Todo esto con la intención de procesar la información para cumplir con los objetivos de la investigación.

4.5.3.1 Descripción de los afloramientos

Con los datos recolectados en campo de los rumbos y buzamientos de las estructuras geológicas y las muestras de rocas, se describieron los afloramientos presentes.

4.5.3.2 Descripción macroscópica de las muestras

Una vez identificadas las muestras analizamos cada una de estas macroscópicamente con la ayuda de una lupa y procedimos a describirlas y clasificarlas según su litología. Se dio nombre (tipo de roca), minerales presentes y tamaño de granos.

4.5.3.3 Clasificación de las estructuras geológicas

Con los datos y fotografías tomadas en campo, procedimos a describir y clasificar las estructuras geológicas presentes en los cuatro afloramientos especificando las características de las estructuras, así como su actitud (rumbo y buzamiento).

4.5.3.3 Determinación de las formaciones geológicas con la información bibliográfica y de campo

Con las muestras recolectadas y las estructuras geológicas observadas en campo, además de la información bibliográfica obtenida pudimos determinar las formaciones geológicas que predominan en la zona de estudio.

4.5.3.4 Elaboración del mapa geológico

Con la información cartográfica y geológica recolectada, se realizó la elaboración del mapa geológico, usando la hoja D11, a escala 100.000 de la Creole Petroleum Company (1964), imágenes de Google Earth y la hoja cartográfica 7446 a escala 1:100.000. En este mapa también incorporamos algunos de los datos que tomamos en campo y en el mismo se observan las estructuras geológicas observadas en campo, así como la litología y topografía del área de estudio. Además se realizó a este mapa geológico una sección estructural A-A' en dirección SE-NW donde se observa la variación litológica y el buzamiento de los estratos.

4.5.4 Etapa IV: Analisis e interpretacion de resultados

En esta etapa ya hemos cumplido cada uno de los objetivos y analizamos todos los datos ya mencionados de las fases anteriores, lo cual se verá reflejado en el capítulo V de esta investigación.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Descripción de los afloramientos

La zona de estudio se caracteriza por la presencia de afloramientos pertenecientes a la Serranía del Interior Oriental y las formaciones geológicas del Cretácico Tardío, tales como San Juan, San Antonio y Querecual.

En el cauce y orillas de río Guatata, se encuentran grandes bloques de areniscas con las características de las rocas de la Formación San Juan, asociados a una gran energía y al desprendimiento de fragmentos de los afloramientos del sector, y que fueron transportados y favorecidos por el diaclasamiento de las rocas (Figura 5.1).



Figura 5.1 Bloques de areniscas, en el río Guatata.

En la zona se estudiaron 4 afloramientos, y las coordenadas U.T.M se presentan en la tabla 5.1.

Tabla 5.1 Coordenadas de las estaciones de cada afloramiento.

Afloramiento	Estación	Coordenadas UTM Huso 20	
		Norte	Este
1	1	1109889	434185
1	1	1109889	434185
1	1	1109892	434176
1	1	1108890	434175
1	2	1109898	434183
1	3	1109925	434164
1	3	1109930	434172
1	3	1109926	434159
1	3	1109934	434154
1	3	1109934	434155
1	3	1109935	434156
2	1	1110194	434007
2	1	1110194	434007
2	2	1110203	434002
3	1	1110198	434000
3	2	1110202	433985
3	2	1110200	433981
4 Vía	Extremo NW	1110610	433839
	Extremo SE	1110591	433881

5.1.1 Afloramiento 1

La descripción de este afloramiento se realizó en un corte dirección noroeste-sureste en la margen izquierda del río Guatata, en el sector del caserío de Río Abajo, al norte de la carretera Guanana – Río Abajo, tiene un ancho de 80 m, que se dividió en 3 estaciones. El afloramiento está muy meteorizado lo que hizo difícil la descripción de las rocas, y obtener muestras frescas.

En la estación A1-E1, ubicada al sureste, aguas abajo del río, se encuentran limolitas gris claro, con laminaciones, y areniscas de grano fino a muy fino, con

capas entre 40 a 30 cm de espesor, con estratificación paralela, con buzamiento de 70° SE. También se observan inyectita clástica inclinada, y fallas listricas normales (Figuras 5.2, 5.3 y 5.4).



Figura 5.2 Limolitas gris claro, en contacto con areniscas, al sureste del río Guatata.



Figura 5.3 Areniscas con estratificación paralela, con capas centimétrica, al sureste del río Guatata.

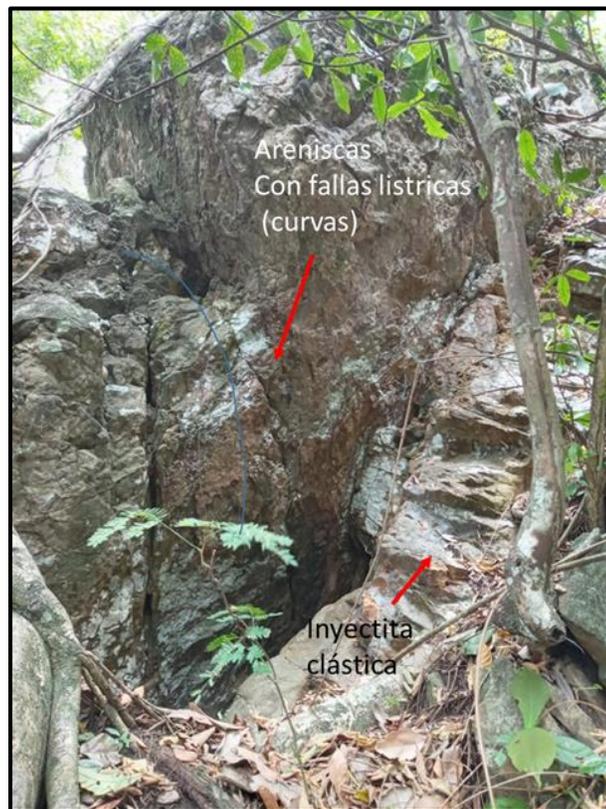


Figura 5.4 Inyectita clástica, en areniscas con fallas listricas, estación A1-E1.

En la estación A1-E2, se encuentran limolitas de color amarillo claro, con estratificación paralela inclinada 80° al noroeste, con un espesor de 3,5 m aproximadamente (Figura 5.5).



Figura 5.5 Talud del afloramiento A1 en la estación 2 (A). Limolitas en la estación A1-E2 (B).

En la estación A1-E3 se encuentran areniscas cuarzosas de colores blancos con tonalidad amarilla, por los óxidos de hierro, de grano fino limosa, de grano grueso y muy grueso a medio, y marrones oscuros, con estratificación paralela, con rumbo $N80^{\circ}E$ y buzamiento $42^{\circ}NW$ (Figura 5.6).

En algunas zonas se encuentran areniscas de grano fino, marrón oscuro y amarillo oscuro, con concreciones alargadas muy meteorizadas, paralelas a la estratificación (Figura 5.7).

En esta estación 3 del afloramiento A1, se encuentran diaclasas inclinadas, verticales y diaclasas conjugadas, asociadas a las areniscas de grano grueso y muy grueso (Figura 5.8).



Figura 5.6 Areniscas buzando al noroeste, en el afloramiento 1, estación 3.



Figura 5.7 Areniscas en la estación A1-E3, al extremo noroeste del afloramiento.



Figura 5.8 Diaclasas verticales conjugadas (A) e inclinadas (B), en la estación A1-E3.

5.1.2 Afloramiento A2

En este afloramiento se encuentran al sur de la carretera Guanaguana-Río Abajo, en la margen izquierda del río Guatata, a una distancia de 250 m del afloramiento A1, tiene un ancho de 18 m y una dirección N-S, y una altura de unos 10 metros. Las rocas están muy poco meteorizadas, y son areniscas cuarzosas de grano fino de color rosado, y areniscas de color marrón grisáceo con láminas de color

gris oscuro, que son asociadas a rellenos de canales; con concreciones ovaladas; y estratificación paralela, con rumbo N60°E y buzamiento 40° NW. Las capas que conforman la estratificación tienen entre 1,20 m a 1 m de espesor (Figura 5.9).



Figura 5.9 Afloramiento A2, de areniscas rosadas.

Internamente las capas de areniscas presentan pliegues de orden secundario y diaclasas curvas en la parte media del afloramiento (Figura 5.10 y Figura 5.11).



Figura 5.10 Diaclasas y pliegues en areniscas del afloramiento A2.



Figura 5.11 Detalle de diaclasas curva y pliegues en areniscas del afloramiento A2.

5.1.3 Afloramiento A3

Este afloramiento se encuentra al oeste del afloramiento A2, a una distancia de 10 m, tiene un ancho de 10 m; y se caracteriza por areniscas cuarzosas de grano medio y fino de color marrón grisáceo, también en la margen izquierda del río, a nivel de la superficie, y se prolonga a través del río hacia la margen derecha (Figura 5.12).



Figura 5.12 Afloramiento A3, a orilla del río Guatata.



Figura 5.13 Afloramiento A3 en E2 (A), y en la orilla de la margen derecha (B) del río Guatata.

5.1.4 Afloramiento A4

La descripción de este afloramiento se realizó en corte de carretera, de la vía Guanaguana- Río Abajo, que se encuentra al noroeste del afloramiento A3, a una distancia de 600 m, tiene una dirección NW-SE, y un ancho de 30 m. Se caracteriza por areniscas de grano fino de color gris claro, con estratificación paralela con rumbo N80°E y buzamiento 56° NW, con capas que varían en espesor, la más gruesas de 50 cm a 60 cm y las más delgadas de 10 cm, por lo que es una secuencia de capas centimétricas, asociadas a una secuencia, que están muy diaclasas, y ellas son perpendiculares a la estratificación (Figura 5.14 y 5.15).

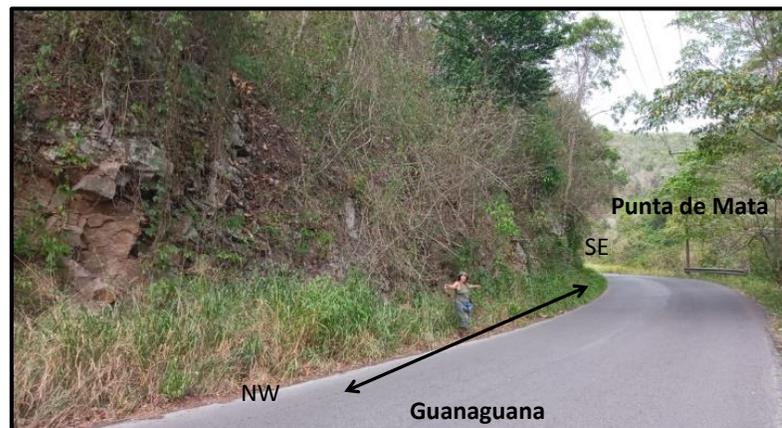


Figura 5.14 Corte de carretera del afloramiento A4.



Figura 5.15 Areniscas con estratificación paralela (A) y diaclasas verticales, perpendiculares a la estratificación del afloramiento A4 (B).

5.2 Clasificación textural macroscópica de las muestras de los afloramientos del sector del caserío Rio Abajo

En la zona se recolectaron 20 muestras, de ellas 10 en el afloramiento A1, 3 en A2, 4 en A3 y 2 en A4 (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Características litológicas macroscópicas de las muestras.

AFLORAMIENTO	ESTACIÓN	MUESTRA	LITOLOGÍA	COLOR
A1	E1	M1	Limolita	Gris claro
		M2	Arenisca de grano fino a muy fino	Blanco y amarillo
		M3	Arenisca de grano fino a muy fino	Blanco y marrón oscuro, con óxido de hierro
		M4	Arenisca de grano fino	Amarillo claro, grisáceo
	E2	M5	Limolita arcillosa	Amarillo claro
	E3	M6	Arenisca de grano fino	Blanco y amarillo, con óxido de hierro
		M7	Arenisca de grano fino	Marrón oscuro y gris, y partículas angulosas
		M8	Arenisca de grano fino	Marrón oscuro rojizo
		M9	Arenisca de grano fino limosa	Amarillo oscuro
		M10	Arenisca de grano grueso	Blanco y amarillo claro
		M11	Arenisca de grano muy grueso a medio	Blanco y amarillo claro
A2		E1	M1 tope y M2 base	Arenisca de grano fino
	E2	M3	Arenisca de grano fino	Marrón grisáceo y láminas gris oscuro
A3	E1	M1	Arenisca de grano medio	Gris intermedio
	E2	M2, M3 y M4	Arenisca de grano fino	Marrón grisáceo
A4 Vía Guanaguana	Extremos NW y SE	M1 y M2	Arenisca de grano fino	Gris claro

Analizando los datos de las muestras, se determinó que en el afloramiento A1 predominan las areniscas de grano fino, de tonalidades amarillas con blanco, y pocas de grano grueso a muy gruesas con los mismos colores (Figura 5.16).



Figura 5.16 Muestras del afloramiento A1.

En el afloramiento A2, también predominan las areniscas de grano fino, con colores rosado claro y marrón grisáceo con láminas gris oscuro (Figura 5.17).



Figura 5.17 Muestras del Afloramiento A2.

En el afloramiento A3, predominan las areniscas de grano medio y grano fino de color gris y marrón grisáceo; y en el afloramiento A4 areniscas de grano fino gris claro (Figura 5.18).

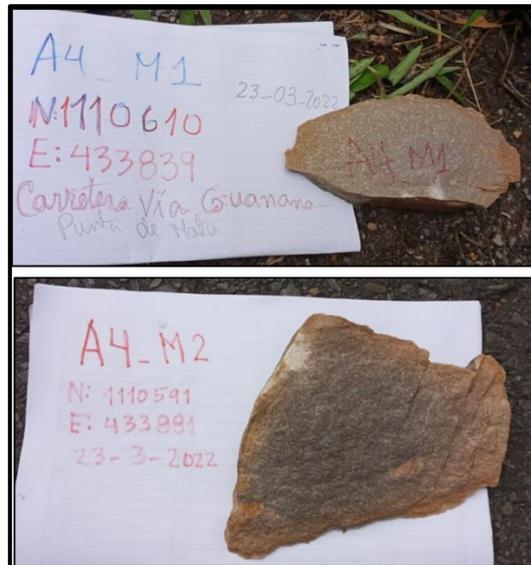


Figura 5.18 Muestras del afloramiento A4.

En general en la zona predominan las areniscas de grano fino, de colores amarillos y blanco, marrón grisáceo y rosado claro, y en menos proporción arenas muy gruesas a medias y gruesas, de color blanco y amarillo claro.

5.3 Análisis para determinar las formaciones geológicas de las rocas del río Guatata utilizando fuentes bibliográficas y los datos del campo

De acuerdo al análisis macroscópico de las muestras de los afloramientos estudiados en el sector del río Guatata del caserío Río Abajo, se puede inferir que las rocas pertenecen a la Formación San Juan, que en el mapa geológico de Venezuela de Paul C. Hackley, Franco Urbani, Alexander W. Karlsen y Christopher P. Garrity (2006). Esta dentro de la unidad Kusq (San Juan, San Antonio y Querecual); y según

V. Vivas, Macsotay y otros (1988), citan que “la Formación San Juan se caracteriza por areniscas que son cuarzoarenitas de grano fino localmente calcáreas, que hacia el tope se tornan muy glauconíticas que alternan con limolitas y lutitas negras; esta unidad esta localmente surcada por “diques” y “sills” clásticos (Inyectitas sedimentarias e inyectitas clásticas), asociadas a estructuras de desplome y facies detríticas siliciclásticas en capas submétricas, bien estratificadas.

Ya que en la zona se encuentran areniscas tipo cuarzoarenita, alternadas por limolitas, y areniscas bien estratificadas, con capas estiradas de limolitas identificadas por las concreciones deformadas, se estableció de acuerdo a esto hay muchas características de la Formación San Juan, en el sector del río Guatata, en el caserío de Río Abajo.

5.4 Clasificación de las estructuras geológicas presentes en las rocas

En la tabla 5.3 se presentan los datos de rumbo y buzamiento de algunas de las diaclasas de la zona de estudio.

De acuerdo a los datos de campo, en el afloramiento A1, se observaron diaclasas conjugadas inclinadas, diaclasas verticales y diaclasas verticales perpendiculares a la estratificación (Figura 5.19).

Tabla 5.3 Datos de rumbo y buzamiento de las diaclasas.

Afloramiento	Estación	Diaclasas	
		Rumbo	Buzamiento
1	1	S70°E	52°SO
1	1	N50°E	70°SE
1	3	S66°W	30°SE
1	3	S20°E	58°SE
2	2	S52°E	30°SW
2	2	N54°E	20°SE
3	1	N70°W	Vertical
3	1	N12°W	Vertical



Figura 5.19 Diaclasas en el afloramiento A1.

En los afloramientos A2, A3 y A4 se observaron diaclasas verticales perpendiculares a la estratificación (Figura 5.20); y en A2 además se observaron diaclasas curvas.

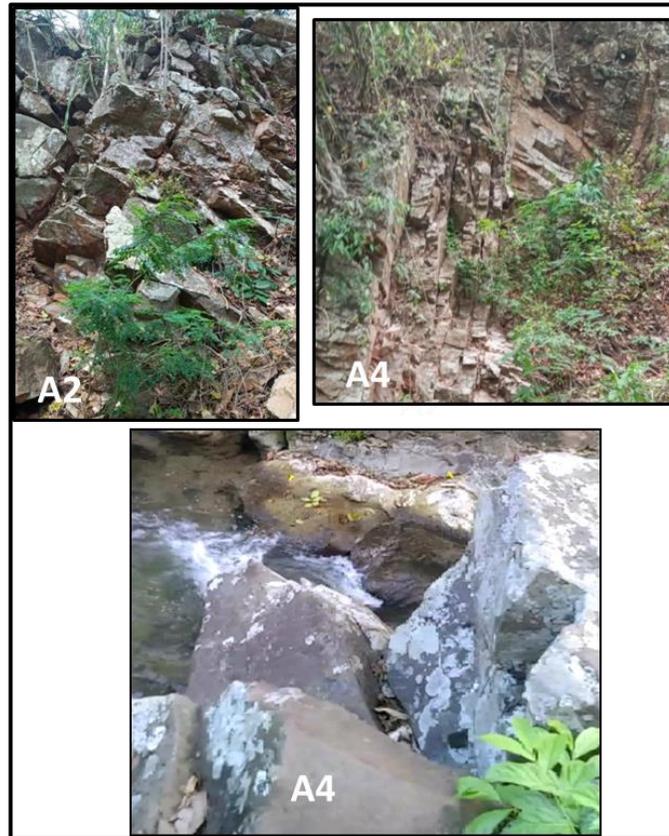


Figura 5.20 Diaclasas verticales perpendiculares a la estratificación en A2, A3 y A4.

5.5 Análisis de los gráficos de proyección estereográfica de las diaclasas

En la tabla 5.4 se presentan los datos de rumbo y azimut de las diaclasas medidas en los afloramientos, los cuales se utilizaron para realizar los Diagramas de Rosas, utilizando la aplicación stereonet 11.

En la figura 5.21 se presenta el diagrama de rosas del afloramiento A1 en la estación E1, donde se observan las direcciones representadas de diaclasas conjugadas, con ángulo entre ellas de 60° .

Tabla 5.4 Datos de rumbo y buzamientos de las diaclasas.

Afloramiento	Estación	Diaclasas	
		Rumbo	Azimut
1	1	S70°E	N: 110°
1	1	N50°E	N: 50°
1	3	S66°W	N: 114°
1	3	S20°E	N: 160°
2	2	S52°E	N: 128°
2	2	N54°E	N: 54°
3	1	N70°W	N: 340°
3	1	N12°W	N: 348°

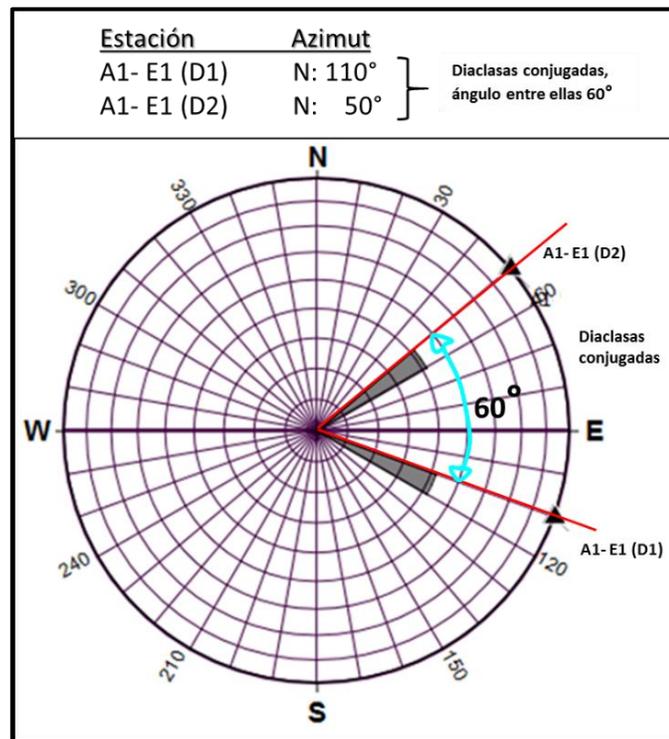


Figura 5.21 Diagrama de rosa de diaclasas de A1-E1.

En la figura 5.22 se presenta el diagrama de rosas del afloramiento A1 en la estación E3, donde se observan las direcciones representadas de diaclasas conjugadas, con ángulo entre ellas de 46° .

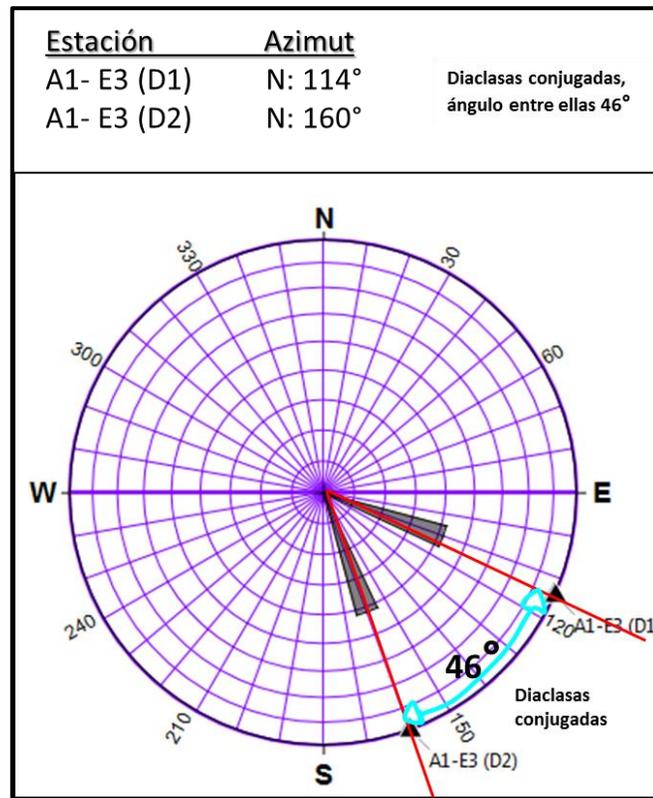


Figura 5.22 Diagrama de Rosa de diaclasas de A1-E3..

En la figura 5.23 se presenta el diagrama de rosas del afloramiento A2 en la estación E2, donde se observan las direcciones representadas de diaclasas oblicuas, con ángulo entre ellas de 74° .

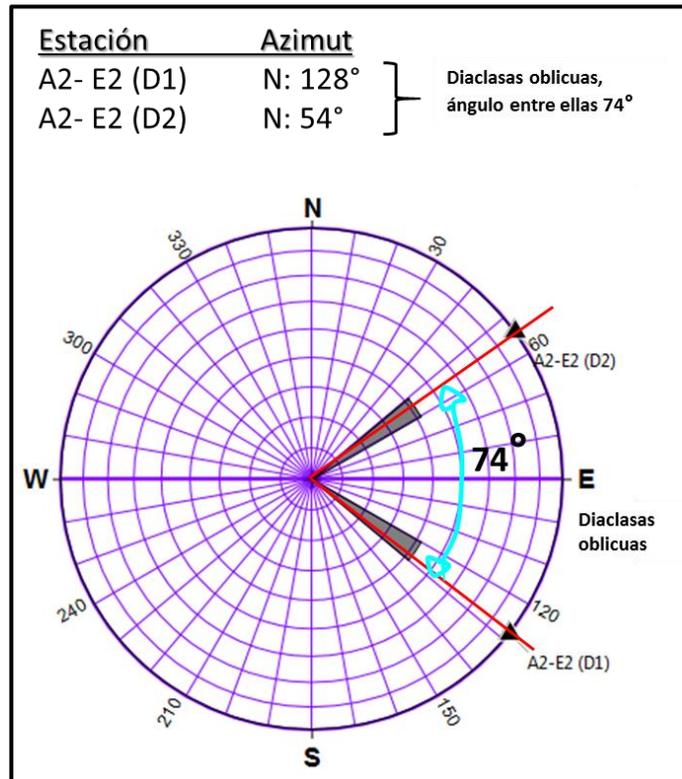


Figura 5.23 Diagrama de Rosa de diaclasas de A2-E2.

En la figura 5.24 se presenta el diagrama de rosas del afloramiento A3 en la estación E1, donde se observan las direcciones representadas de diaclasas subparalelas, con ángulo entre ellas de 8°.

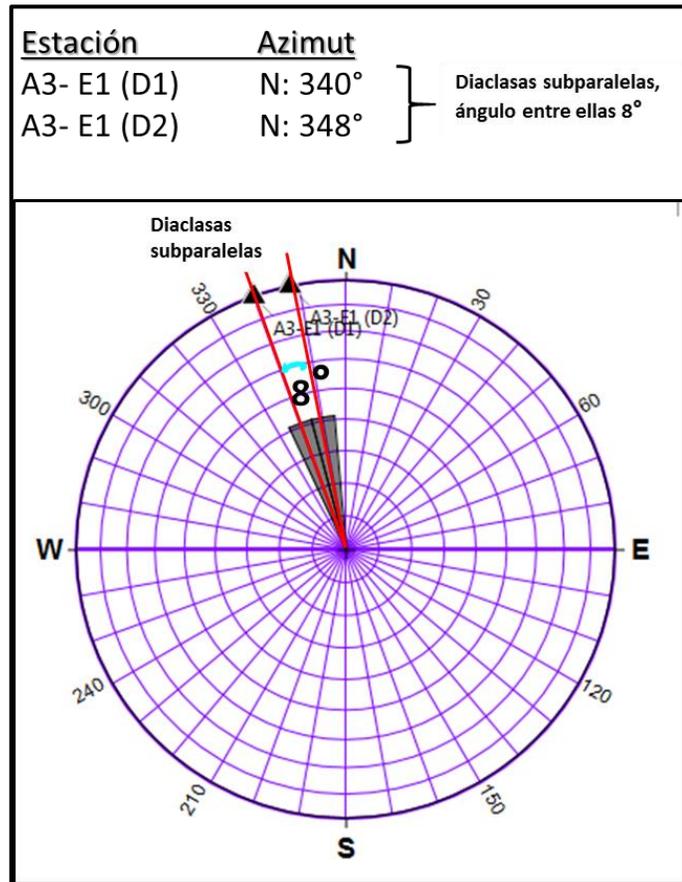


Figura 5.24 Diagrama de Rosa de diaclasas de A3-E1.

Del análisis de los datos anteriores se tiene que las direcciones de azimut en el afloramiento A1, se encuentra entre N: 50° y N: 160, en A2 entre N: 54° y N: 128° y en A3 entre N: 340° y N: 348°. De acuerdo a esos datos las direcciones predominantes en el área de estudio son noroeste – sureste, que se corresponde con la dirección estructural regional (Figura 5.25).

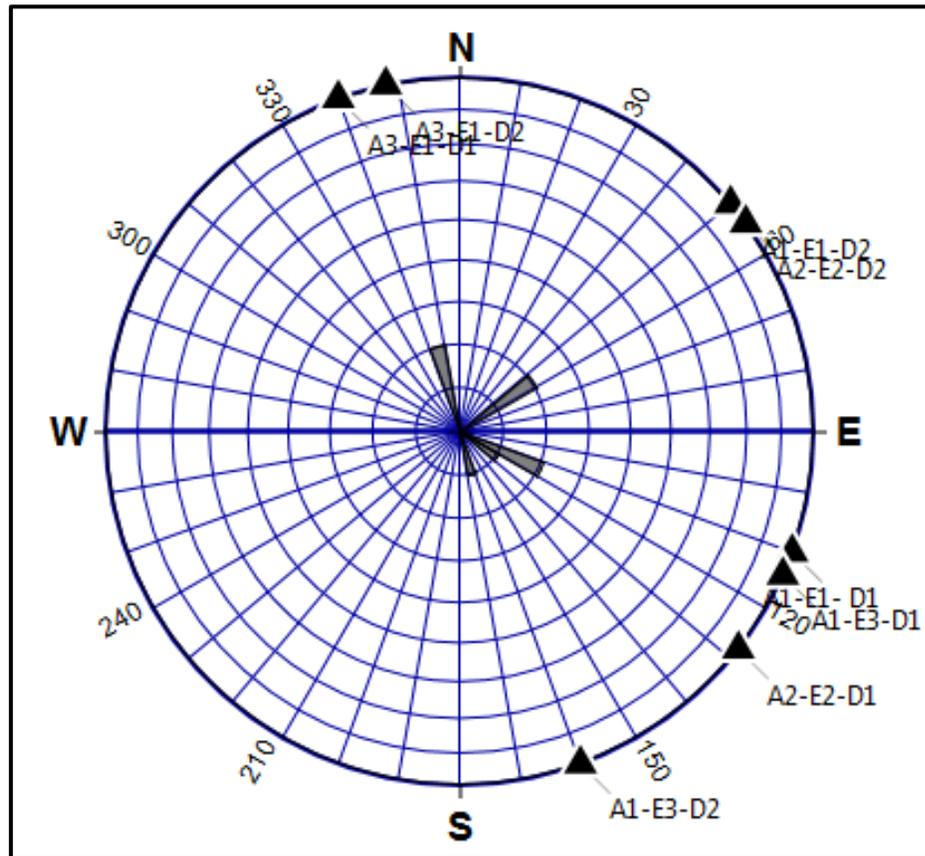


Figura 5.25 Diagrama de Rosas de todas las diaclasas del área de estudio.

5.6 Análisis del mapa geológico: unidades litológicas aflorantes y las estructuras asociadas

En la figura 5.26 se presenta el mapa geológico del área de estudio, donde se pueden observar los 4 afloramientos pertenecientes al Cretácico Tardío de acuerdo a fuentes bibliográfica como el mapa geológico de Venezuela de Paul C. Hackley, Franco Urbani, Alexander W. Karlsen y Christopher P. Garrity (2006); de acuerdo a esto y a las imágenes de Google Earth (Figura 5.27 y 5.28) se dibujaron los afloramientos con una dirección SW-NE, y se infirieron los contactos geológicos, además de los datos obtenidos en campo, sobre las litologías y las estructuras.

Analizando el mapa geológico se tiene que el afloramiento A1, cubre 0,21 Km² y se encuentra al sur del área y, los afloramientos A2 y A3 cubren 0,16 Km² y 0,025 Km², respectivamente y se ubican en la parte central del área, y el afloramiento A4 tiene 0,30 Km², y se encuentra en la parte norte.

Y de acuerdo a los datos de campo y la información cartográfica, se determinó la presencia de un anticlinal, con eje en dirección SW-NE, está ubicado entre las estaciones A1-E2 y A1-E3.

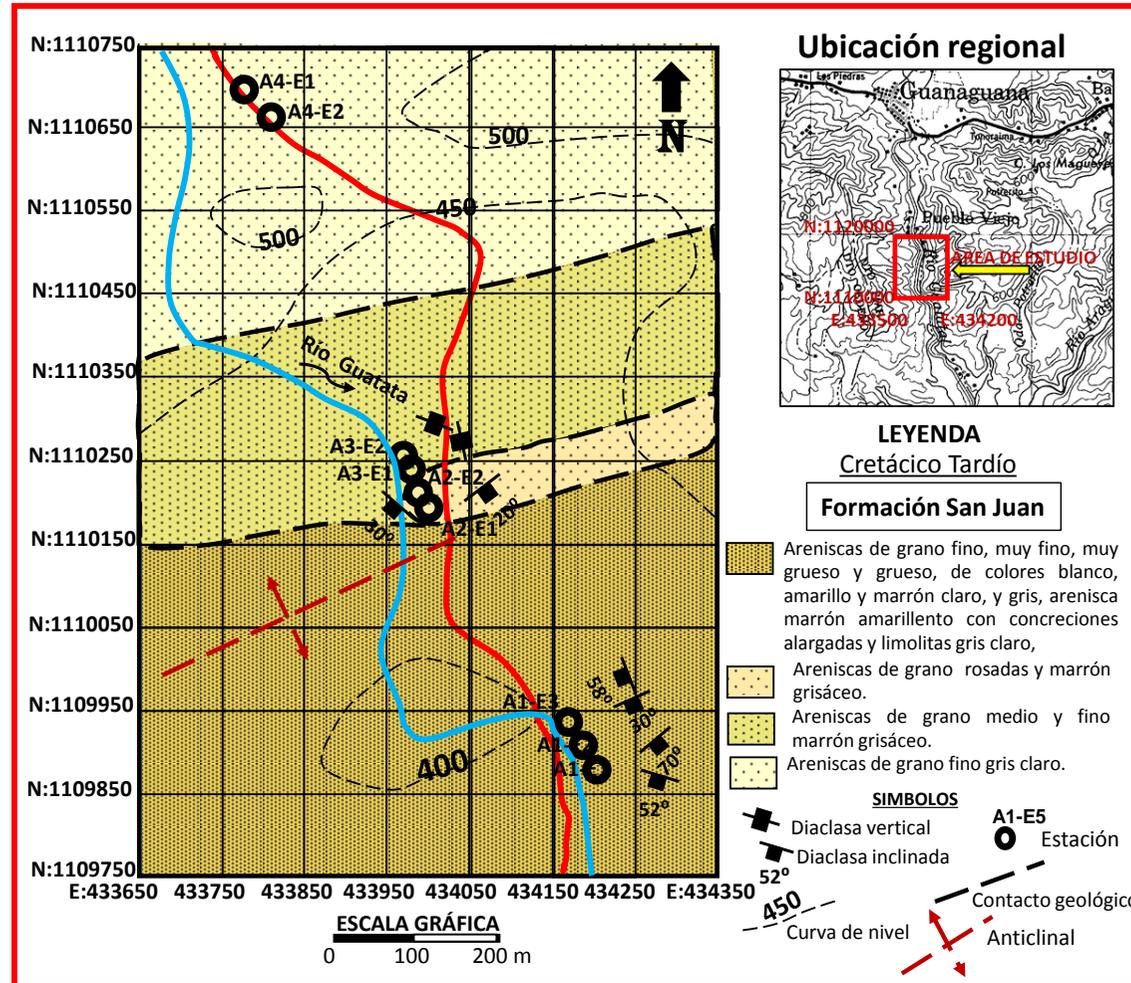


Figura 5.26 Mapa geológico de la zona del río Guatata en el caserío Agua Abajo.



Figura 5.27 Panorámica 2D del caserío Río Abajo, del sector de estudio, en dirección WSE – ESE. Fuente Google Earth.

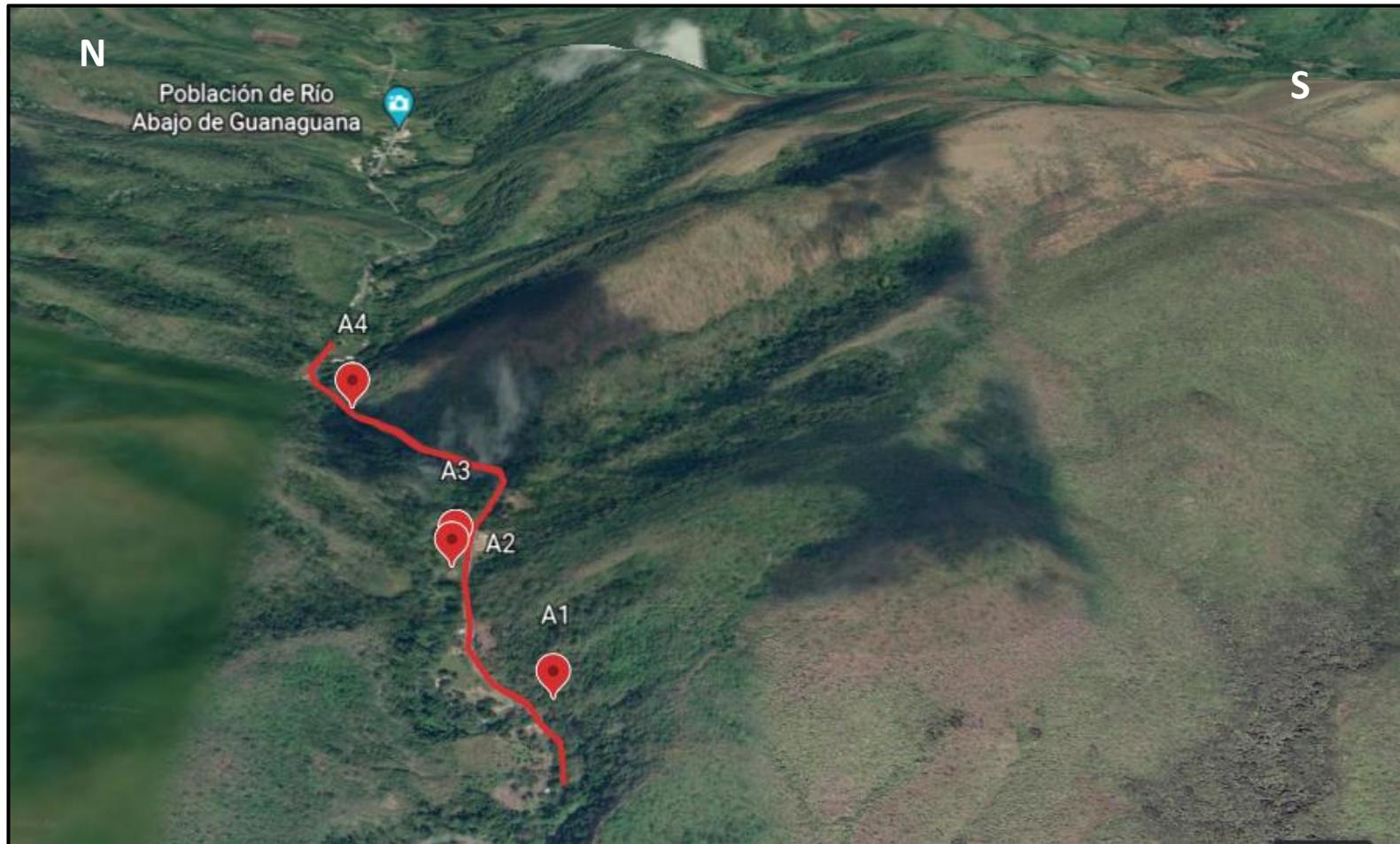


Figura 5.28 Panorámica 2D del caserío Río Abajo, del sector de estudio, en dirección N – S. Fuente Google Earth.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. En general en la zona predominan las areniscas de grano fino, de colores amarillos y blanco, marrón grisáceo y rosado claro, y en menor proporción arenas muy gruesas a medias y gruesas, de color blanco y amarillo claro, y en A1-E2, se encuentran limolitas de color amarillo claro.
2. Todos los afloramientos presentan capas con estratificación paralela, con una inclinación de 40° a 56° NW y 45° SE, el caso del afloramiento A1 en las estaciones 1 y 2 se inclinan al SE, y desde allí las capas de los afloramientos A1, A2, A3 y A4 se inclinan hacia el NW.
3. Ya que en la zona se encuentran areniscas tipo cuarzoarenita, alternadas por limolitas, y areniscas bien estratificadas, capas de limolitas y areniscas con concreciones deformadas, se estableció que hay muchas características de la Formación San Juan, en el sector del río Guatata, en el caserío de Río Abajo.
4. En los afloramientos A1 y A2, se observaron diaclasas conjugadas inclinadas y verticales, diaclasas verticales; y en todos los afloramientos diaclasas verticales perpendiculares a la estratificación y en A2 además se observaron diaclasas curvas.
5. Del análisis de los diagramas de rosas del afloramiento A1 en la estación E1, las diaclasas conjugadas tienen un ángulo entre ellas de 60° , y en la estación E3 de 46° ; en el afloramiento A2 en la estación E2, diaclasas oblicuas, con ángulo entre ellas de 74° ; y en el afloramiento A3 en la estación E1, diaclasas subparalelas, con ángulo entre ellas de 8° .

6. Del análisis de los datos de las diaclasas, las direcciones de azimut en el afloramiento A1, se encuentra entre N: 50° y N: 160, en A2 entre N: 54° y N: 128° y en A3 entre N: 340° y N: 348°, siendo la dirección predominante en el área de estudio noroeste – sureste, que se corresponde con la dirección estructural regional.

7. Analizando el mapa geológico se tiene que el afloramiento A1, cubre 0,21 Km² y se encuentra al sur del área, los afloramientos A2 y A3 cubren 0,16 Km² y 0,025 Km², respectivamente y se ubican en la parte central del área, y el afloramiento A4 tiene 0,30 Km².

Recomendaciones

1. Realizar otros levantamientos geológicos cercanos al área estudiada para incrementar la información, debido a la poca existencia de las características geológica y estructural detallada de la zona.

2. Realizar estudios petrográficos a las muestras de rocas recolectadas para comprobar la descripción macroscópica.

REFERENCIAS

Arias, F. (2012) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Editorial Episteme, Caracas, Venezuela.

Ballestrini, M. (2006) **COMÓ SE ELBORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Caracas: IL Consultores.

Corrales I., Rossell J., Sanchez L., Vera J. y Vilas L. (1977) **ESTRATIGRAFÍA**. Rueda, Madrid, 130 – 132, 147 – 150.

Geotecnia Fácil (2023) **ROCAS SEDIMENTARIAS**: tipos, definición y clasificación.

https://www.ugr.es/~agcasco/msecgeol/secciones/Petro/pet_sed.htm.

Gonzales de Juana, C. Iturralde, J. Picard, X. (1980). **GEOLOGIA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS**. Ediciones FONINVES, Tomo I y II, p 272-291 y 816-827.

González, I. y Ferrer M. (2002) **INGENIERÍA GEOLÓGICA**. Pearson Education. Madrid. Pp. 744.

Ministerio del Ambiente (1996) **GEOVENEZUELA – Atlas del estado Monagas**. Fundación Polar. Caracas

Silva F., 2007. **GEOVENEZUELA – ESTADO MONAGAS**. Fundación Empresas Polar. Disponible en:
https://bibliofep.fundacionempresaspoler.org/media/1051/gv_t6_c51_p660_737_1_res_single_preview.pdf (p. 672,680)

Schlumberger (2022). **OILFIELD GLOSSARY EN ESPAÑOL**. Fecha de consulta 04-03-2022. Disponible en:
<https://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms>

Soriano Gemma (2013) **GEODINÁMICA, TEMA VII**. Universidad de Coruña, pp 29 y 32.

Suarez Jaime. (2009) **DESLIZAMIENTOS. ANÁLISIS GEOTÉCNICO. VOL. 1**, capítulo 9: La Geología. Asociación de Editoriales Universitarias de Colombia, pp 347. Disponible en: <https://www.erosion.com.co/deslizamientos-tomo-i-analisis-geotecnico/>.

Van Der Pluijm, B.A. and Marshak, S. (2004) **EARTH STRUCTURE. AN INTRODUCTION TO STRUCTURAL GEOLOGY AND TECTONICS**. WW Norton & Company. Second Edition, New York.

Vivas, V.; Macsotay, O, Furrer, M. Alvarez, E. (1988) **INYECTITAS CLÁSTICAS ASOCIADAS A DESPLONES EN SEDIMENTITAS BATIALES DEL CRETÁCICO SUPERIOR DE VENEZUELA NOR – ORIENTAL**. Boletín de la Soc. Ven.de Geól. 34, pp 3 – 33.

Wagner A. Roberto A. (2004). **ESTUDIO ESTRUCTURAL REGIONAL Y ANÁLISIS DE DEFORMACIONES RECIENTES EN EL FRENTE DE MONTAÑA DE LA SERRANÍA DEL ORIENTAL Y EN LA PARTE NORTE DE LA SUBCUENCA DE MATURÍN**. Tesis de grado de la Universidad Central de Venezuela. 252 P.

Yoris, F. G. (1984). **REVISIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA DEL CRETÁCICO INFERIOR DE LA FRANJA SAN ANTONIO DE MATURÍN – ARAGUA DE MATURÍN – CARIPITO – BOLIVITA – CAMPO ALEGRE (ESTADOS MONAGAS Y SUCRE) Y ANÁLISIS PETROGRÁFICO ESTADÍSTICO DE ARENISCAS AL OESTE DEL RÍO SAN JUAN**. TESIS Msc Departamento de Geología U.C.V; Inédito; 428 p.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA ESTRUCTURAL DEL RIO GUATATA EN EL SECTOR DEL CASERIO RÍO ABAJO, PARROQUIA GUANAGUANA, MUNICIPIO PIAR, ESTADO MONAGAS.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
<u>Yenireth Del Valle Coronado Rodríguez</u>	C VLAC	
	e-mail	Yenireth Coronado <yenireth1595@gmail.com>
	e-mail	
<u>Naylin Paola Guevara Rondón</u>	C VLAC	
	e-mail	Naylin Guevara <naylin916@gmail.com>
	e-mail	
	C VLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	C VLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Formación San Juan
Río Guatata
Guanaguana
Serranía del Interior
Caracterización geológica estructural

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sub-líneas de investigación:

Área	Subárea
	Geología estructural
	Geología de superficie
	Estratigrafía

Resumen (abstract):

En este trabajo se planteó como objetivo general realizar “la caracterización geológica y estructural del río Guatata en el sector del caserío Río Abajo, parroquia Guanaguana, municipio Piar, estado Monagas.”. Esta investigación es de tipo descriptiva, pues se enfoca en la caracterización de las muestras obtenidas directamente de la zona de estudio, para su posterior análisis e interpretación, y el diseño es de campo, debido a que la recolección de datos se hizo directamente en el campo (área de estudio). La metodología consistió en descripciones geológicas y estructurales de cuatro afloramientos pertenecientes a la Formación San Juan, en la zona geomorfológica de la Serranía del Interior Oriental, donde se recolectaron 20 muestras. Además se midieron los rumbos de las diaclasas presentes. Las muestras de rocas sedimentarias fueron clasificadas por la textura. Con los datos de campo de las diaclasas se construyeron diagramas de rosas para determinar las tendencias estructurales predominantes; también se analizó la información de campo con referencias bibliográficas y mapas geológicos de la zona, para determinar las formaciones del Cretáceo a la cual podría estar relacionadas las rocas de la zona; también se realizó un mapa geológico. Las rocas que predominan son areniscas de grano fino, de colores amarillos y blanco, marrón grisáceo y rosado claro, y en menos proporción arenas muy gruesas a medias y gruesas, de color blanco y amarillo claro, y limolitas de color amarillo claro. Se determinó un pliegue anticlinal, con eje en el afloramiento A1, estación 2, con los datos de buzamiento de la estratificación, con los flancos buzando al entre 40° a 56° NW y 45° SE. Las características litológicas y la información cartográfica y geológica existente, indican que la zona de estudio pertenece a la Formación San Juan. En los afloramientos se observan diaclasas conjugadas inclinadas y verticales, diaclasas verticales oblicuas, subparalelas y perpendiculares a la estratificación y diaclasas curvas. Las diaclasas conjugadas tienen un ángulo entre ellas de 60° y de 46° , las oblicuas un ángulo entre ellas de 74° , las diaclasas subparalelas un ángulo entre ellas de 8° . Del análisis de los datos de las diaclasas, las direcciones de azimut en el afloramiento A1, se encuentra entre N: 50° y N: 160 , en A2 entre N: 54° y N: 128° y en A3 entre N: 340° y N: 348° , siendo la dirección predominante en el área de estudio noroeste – sureste, que se corresponde con la dirección estructural regional. Analizando el mapa geológico se tiene que el afloramiento A1, cubre $0,21 \text{ Km}^2$ y se encuentra al sur del área, los afloramientos A2 y A3 cubren $0,16 \text{ Km}^2$ y $0,025 \text{ Km}^2$, respectivamente y se ubican en la parte central del área, y el afloramiento A4 tiene $0,30 \text{ Km}^2$.

Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail				
	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>	J <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLA C				
	e- mail				
	e- mail				
	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>	J <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLA C				
	e- mail				
	e- mail				
	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>	J <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLA C				
	e- mail				
	e- mail				
	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>	J <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLA C				
	e- mail				
	e- mail				

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2023	M	2
arzo		7

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-().doc	Application/msword

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: Sector del caserío Aguas Abajo- Estado Monagas (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniería Geológica

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio: Ingeniería Geológica

Institución(es) que garantiza(n) el título o grado: Universidad de Oriente



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *Martínez*
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

Juan A. Bolaños Cuvvelo
JUAN A. BOLAÑOS CUVELLO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Derechos:

De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajos de Grado de Pregrado “Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario”

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.