

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



**CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA DE LOS
AFLORAMIENTOS ROCOSOS EN EL EJE VÍA CIUDAD PIAR –
GURI.**

**TRABAJO DE ASCENSO
PRESENTADO POR LA
PROFESORA GABRIELLA F.
CIATTI A., COMO
REQUISITO PARCIAL PARA
ASCENDER A LA
CATEGORIA DE PROFESOR
ASISTENTE.**

CIUDAD BOLÍVAR, JUNIO DEL 2.021.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Núcleo Bolívar por darme la oportunidad de laborar e impartir mis conocimientos a los futuros profesionales de nuestro país.

Así como también un especial agradecimiento a mis colegas y amigos profesores Anna Bandini y Félix Martínez por su desinteresada colaboración en seguir impartiendo sus conocimientos para mi crecimiento profesional en la institución.

Al Instituto de Geología y Minas (INGEOMIN) y en especial a las geólogas Yuraidy Bravo, Yexi Pomonti y al técnico Miguel por su colaboración para finalizar con la preparación y la elaboración de las secciones delgadas para poder realizar los análisis petrográficos.

RESUMEN

El área de estudio se localiza al Norte del Estado Bolívar, Municipio Angostura, a lo largo de la carretera Guri – Ciudad Piar. El objetivo principal de este trabajo fue caracterizar petrográficamente los afloramientos rocosos en este sector y se contó con una metodología de trabajo que se dividió básicamente en tres etapas: La primera consistió en la selección del área de estudio, reconocimiento de campo y la toma 11 muestras de rocas de las cuales se seleccionaron 8 para realizarle sus análisis petrográficos y estas quedaron identificadas como: M-1, M-3, M-5, M-6, M-7, M-8 Norte, M-8 Sur y M-10. En la segunda etapa se describieron macroscópicamente dichas muestras basándose principalmente en los minerales presentes, color, tamaños de los granos, bandas, alteraciones y otras características de cada una de ellas; esto con la ayuda de la lupa de mano. En la última etapa se realizó los análisis petrográficos de las rocas y fueron analizadas bajo el microscopio petrográfico de luz transmitida marca Zeiss analizando las secciones delgadas de las rocas para identificar los minerales, la estimación visual de los porcentajes de cada minerales, la(s) textura(s) de la roca, el nombre de la roca y la descripción petrográfica, conteniendo todas las características de los minerales presentes como son: maclas, fracturas, alteraciones, clivaje, entre otros. Como resultado se obtuvo que los mayores porcentajes de minerales fueron: Cuarzo, Feldespatos Potásicos, Mica Biotita, Plagioclasas, Hornblenda y con menores porcentajes minerales como Óxidos de hierro, Minerales opacos, Mirmequitas, Granate, Sericita, Circón entre otros y las rocas descritas macroscópica y microscópicamente corresponden a: M-1 Gneiss Granítico, M-3 Gneiss Granítico, M-5 Charnockita, M-6 Cuarcita, M-7 Gneiss Granatífero Cataclástico, M-8 Norte Gneiss Cataclástico, M-8 Sur Milonita y M-10 Anfibolita.

CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
CONTENIDO.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABLAS.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	10
 CAPÍTULO I.....	 11
SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	11
1.1 Situación objeto de estudio.....	11
1.2 Objetivos de la investigación.....	11
1.2.1 Objetivo general.....	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 Justificación de la investigación.....	12
1.4 Alcance de la investigación.....	12
1.5 Limitaciones de la investigación.....	12
 CAPÍTULO II.....	 13
GENERALIDADES.....	13
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	13
2.2 Características físico-naturales del área de estudio.....	14
2.2.1 Clima.....	14
2.2.2 Vegetación.....	15
2.2.3 Fauna.....	20
2.2.4 Suelo.....	21
2.2.5 Geomorfología.....	21
2.3 Geología regional.....	22
2.3.1 Provincia geológica de Imataca.....	24
2.3.2 Geología estructural.....	29
2.4 Estructuras mayores.....	29
2.5 Estructuras menores.....	32
2.5.1 Pliegues.....	32
2.5.2 Diques.....	32

CAPÍTULO III.....	33
MARCO TEÓRICO.....	33
3.1 Antecedentes de la investigación.....	33
3.2 Definiciones de términos básicos.....	34
3.2.1 Rocas.....	34
3.2.2 Minerales.....	34
3.2.3 Petrología.....	34
3.2.4 Petrografía.....	35
3.2.5 Sección delgada.....	35
3.2.6 Forma de preparación de las secciones delgadas.....	35
3.2.7 Microscopio petrográfico.....	36
3.2.8 Rocas ígneas.....	36
3.2.9 Origen y cristalización de los minerales a partir de un mapa. Serie de reacción de Bowen.....	37
3.2.10 Serie de reacción de Bowen.....	38
3.2.11 Serie de reacción continua.....	38
3.2.12 Rocas metamórficas.....	39
3.2.13 Estructura.....	40
3.2.14 Textura.....	40
3.2.15 Macro textura.....	40
3.2.16 Micro textura.....	41
3.2.17 Sección delgada.....	41
CAPÍTULO IV.....	42
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	42
4.1 Tipo de investigación.....	42
4.2 Diseño de la investigación.....	42
4.3 Población de la investigación.....	43
4.4 Muestra de la investigación.....	43
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
4.6 Flujograma de trabajo.....	44
4.6.1 Fase de recopilación bibliográfica y cartográfica.....	46
4.6.2 Trabajo de campo.....	46
4.6.3 Selección de la muestra.....	47
4.6.4 Descripción macroscópica.....	47
4.6.5 Elaboración de las secciones delgadas.....	47
4.6.6 Descripción microscópica (Análisis petrográficos).....	48

CAPÍTULO V.....	50
ANÁLISIS E INTERPRETAIÓN DE RESULTADOS.....	50
5.1 Identificación de las unidades litológicas aflorantes en el área de Estudio.....	50
5.2 Descripción petrográfica de las muestras.....	51
5.2.1 Muestra M-1. Gneis Granítico.....	51
5.2.2 Muestra M-3. Gneis Granítico.....	53
5.2.3 Muestra M-4. Charnockita.....	55
5.2.4 Muestra M-6. Cuarzita.....	57
5.2.5 Muestra M-7. Gneis Granatífero Cataclástico.....	58
5.2.6 Muestra M-8. Norte. Gneis Cataclástico.....	61
5.2.7 Muestra M-8. Sur. Milonita.....	63
5.2.8 Muestra M-10. Anfibolita.....	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS.....	70

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	13
2.2 Chaparro Manteco (<i>Byrsonima crassifolia</i>).....	18
2.3 Alcornoque (<i>Bowdichia virgiloides</i>).....	18
2.4 Chaparro (<i>Curatella americana</i>).....	19
2.5 Orégano real (<i>Origanum vulgare</i>).....	19
2.6 Asiento de Suegra (<i>Echinocactus grusonii</i>).....	20
2.7 Mapa geológico alto relieve del Escudo de Guayana (Mendoza, V., 2012).....	23
2.8 Mapa esquemático del Complejo de Imataca en los alrededores de Cerro Bolívar mostrando las diferentes Fajas Tectónicas, separadas entre sí por fallas tipo corrimiento (Mendoza, V., 2012).....	28
4.1 Flujograma de la secuencia de trabajo.....	45
4.2. Microscopio petrográfico de luz transmitida polarizante, marca Zeiss, modelo Axiolab.....	49
5.1 Muestra de mano de la roca M-1.....	51
5.2 Muestra M-1: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda).....	52
5.3 Muestra de mano de la roca M-3.....	53
5.4 Muestra M-3: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda).....	54
5.5 Muestra de mano de la roca M-5.....	55
5.6 Muestra M-5: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda).....	56
5.7 Muestra M-5: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda).....	56
5.8 Muestra de mano de la roca M-6.....	57
5.9 Muestra M-6: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda).....	58
5.10 Muestra de mano de la roca M-7.....	59
5.11 Muestra M-7: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda).....	60
5.12 Muestra M-7: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda).....	61
5.13 Muestra de mano de la roca M-8 Norte.....	62
5.14 Muestra M-8 Norte: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda).....	63

5.15 Muestra de mano de la roca M-8 Sur.....	64
5.16 Muestra M-8 Sur: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda).....	65
5.17 Muestra M-8 Sur: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda).....	65
5.18 Muestra de mano de la roca M-10.....	66
5.19 Muestra M-10: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda).....	67

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Coordenadas de la zona de estudio.....	14
2.2 Parámetros de las condiciones climáticas realizadas por C.V.G. TECMIN (1989).....	15

INTRODUCCIÓN

Este trabajo fue realizado como requisito parcial para ascender a la categoría de Profesor Asistente en la materia de Petrografía de la Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

El objetivo de este trabajo es realizar una caracterización Petrográfica a los afloramientos rocosos en el sector vía Ciudad Piar – Guri. Basándose principalmente en la identificación de las unidades litológicas aflorantes en el área de estudio mediante la descripción macroscópica y microscópica de las mismas. Con ello se pretende ampliar la información conocida de petrología descriptiva para las rocas aflorante en la zona y podrá ser utilizada como base para futuras investigaciones y trabajos de grado.

El trabajo está estructurado en capítulos, para lograr un mejor desarrollo de la información. Capítulo I se describen los objetivos que persigue el trabajo, el alcance de la investigación, su justificación y las limitaciones para la elaboración del proyecto. Seguidamente el Capítulo II en donde se expone una serie de generalidades basadas en ubicación geográfica, características generales de la zona de estudio. En el Capítulo III se presenta un marco teórico que sirve de base para el entendimiento de una serie de términos básicos, como también los antecedentes de la investigación.

Posteriormente en el Capítulo IV se explica la metodología de trabajo utilizada y pasos empleados para la elaboración de cada objetivo, siguiendo un flujograma de trabajo y por último en el Capítulo V se reflejan los resultados obtenidos y sus respectivos análisis para obtener conclusiones y recomendaciones, finalizando con las referencias del trabajo.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

El área en estudio se caracteriza por presentar afloramientos rocosos que aún no han sido estudiados desde el punto de vista petrográfico y que representan geológicamente áreas prospectivas para futuras investigaciones, por lo que es necesario conocer a detalle las características de las rocas presentes en la zona de estudio, para tener un mejor entendimiento de la litología y de los eventos geológicos ocurridos en el área.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar petrográficamente los afloramientos rocosos en el eje vial Ciudad Piar – Guri.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Identificar las unidades litológicas aflorantes en el área de estudio.
2. Describir macroscópicamente la textura y la mineralogía de las rocas.
3. Analizar petrográficamente las muestras de rocas

1.3 Justificación de la Investigación

Esta investigación ampliará la información conocida de petrología descriptiva para las rocas aflorantes en la zona y podrá ser utilizada como base para futuras investigaciones y trabajos de grado.

1.4 Alcance de la Investigación

La caracterización petrográfica de los afloramientos rocosos en el sector a lo largo de la carretera entre Ciudad Piar y Guri, utilizando técnicas de descripción petrográfica para analizar muestras de rocas de distintas partes de la zona de estudio con sus respectivas coordenadas.

1.5 Limitaciones de la Investigación

1. No se dispone de equipos de perforación para la obtención de testigos de muestras.
2. La zona se encuentra alejada de centros poblados.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se localiza al Norte del Estado Bolívar, Municipio Angostura, a lo largo de la carretera Guri – Ciudad Piar (Figura 2.1). Se encuentra enmarcada en las siguientes coordenadas (Tabla 2.1).

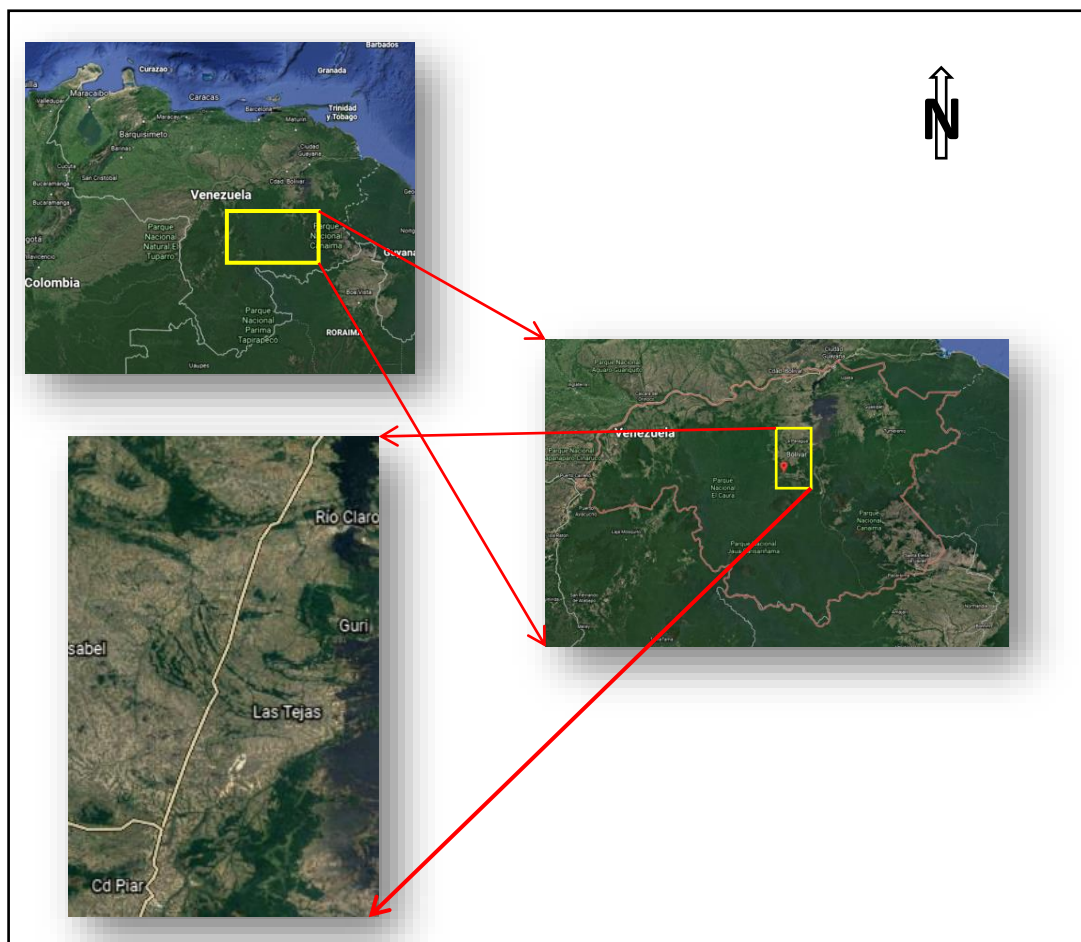


Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.

Tabla 2.1 Coordenadas de la zona de estudio

ESTE	NORTE
463.267	884.313
463.223	829.037
500.000	829.023
500.000	884.298

2.2 Características físico-naturales del área de estudio

La recopilación de la información presente en este trabajo fue de los estudios realizados por C.V.G. TÉCNICA MINERA (TECMIN, 1989), los cuales permitieron obtener información previa sobre la accesibilidad, el clima, temperatura, suelo, fauna, vegetación, geomorfología, así como otros aspectos relevantes en la zona.

2.2.1 Clima

Según estudios publicados en el proyecto de inventario de recursos minerales de la región de Guayana elaborado por C.V.G. TECMIN, 1989, las condiciones climáticas se observan en la Tabla 2.2.

Vale decir que la zona está caracterizada por un régimen unimodal de precipitación, comenzando las lluvias en el mes de Mayo y terminando en Octubre, con la máxima pluviosidad en el mes de Julio. El período de sequía entre los meses de Noviembre y Abril, siendo Febrero y Marzo los meses más secos el año (C.V.G TECMIN, 1989).

Tabla 2.2 Parámetros de las condiciones climáticas realizados por C.V.G. TECMIN, (1989).

PARÁMETROS	PROMEDIO
Precipitación total media anual	1100 mm
Evaporación total media anual	2600 mm
Temperatura media anual	26° C
Temperatura máx. media anual	31,5° C
Temperatura min. media anual	21,5° C
Radiación solar media anual	380 cal/cm. Día
Insolación media anual	7,4 horas
Humedad relativa media anual	37%
Dirección prevaleciente del viento	E (Este) y NE (Noreste)
Velocidad media anual del viento	11 Km/h

2.2.2 Vegetación

La vegetación en la zona se caracteriza por desarrollar principalmente bosques de paisajes de lomeríos y sabanas gramíneas abiertas en paisajes de peniplanicie.

2.2.2.1 Bosques de paisaje de lomerío

Estas formaciones boscosas se desarrollan en lomeríos medios con pendientes entre 16% y 60%, en suelos muy evolucionados producto de la meteorización de granito y gneises. Los suelos generalmente pertenecen al orden Ultisol, los cuales presentan variaciones atendiendo a los tipos de relieve y a la presencia de afloramiento rocosos, encontrándose por lo tanto diferencias en la fisonomía y estructura del bosque (C.V.G. TECMIN, 1989).

Fisonómicamente los bosques presentan coberturas entre 50% y 70% permitiendo la entrada de luz a los estratos inferiores. Estructuralmente el bosque es muy heterogéneo y sin arreglo preferente de las copas, que en algunos casos se encuentran entremezclados por bejucos. La altura de los árboles no sobrepasa de 17 a 18 metros (C.V.G. TECMIN, 1989).

En los lomeríos con suelos superficiales de textura arcillo arenosa, se localizan bosques de alturas medias y coberturas rala, con dos estratos arbóreos diferenciándose de las demás formaciones boscosas de este paisaje por la dominancia de gramíneas Paja sabanera (*Lasiaris* aff. *sorghoidea*), *Maranthacea* (*Ichnosiphon arouma*), (*Achicoria* spp.) y la palma corocillo (*Atrocaryum mumbaca*) (C.V.G. TECMIN, 1989).

En la base de los domos, se acumulan material disgregado, que permiten el establecimiento de comunidades boscosas, que en algunos casos sufren perturbaciones producto de las actividades agrícolas y pecuarias, modificando estos ambientes hasta conformar arbustales dominados ecológicamente por *Curatella americana* que se intercalan con pequeños bosquetes o islas arbóreas con alturas entre 10 m y 16 m y diámetros que varían entre 12 cm. y 47 cm (C.V.G. TECMIN, 1989).

2.2.2.2 Sabana gramínea abierta en paisaje de peniplanicie

Estas comunidades herbáceas se extienden sobre terrenos ondulados donde se alternan suelos de texturas arcillo arenosas en áreas depresionales (vegas y glaciares) y suelos arenosos con abundante pedregosidad en superficie y de poca profundidad efectiva en las colinas. Estas características físico ambientales determinan cambios en el porcentaje de cobertura, encontrando que hacia las colinas con abundantes nódulos de hierro y pisolitas en superficies la sabana es rala, con un porcentaje de cobertura que

varía entre 20% y 30%, mientras que en la vega y depresiones aumenta la cobertura, cubriendo entre 25% y 40% (C.V.G. TECMIN, 1989).

A la largo de los pequeños cursos de agua se desarrolla comunidades arbóreas, en las cuales la palma *Mauritia flexuosa* es el elemento más sobresaliente, así como también bosques de galería de poca extensión, que en algunos casos se entremezclan con especies del morichal, conformando ambientes transicionales, los cuales evolucionan con el tiempo hacia otras más estables.

Esencialmente se trata de sabanas con un componente herbáceo dominante y elementos arbóreos – arbustitos muy escasos y dispersos hasta de 5 m de altura. El estrato herbáceo presenta dos categorías de alturas una entre 10 cm. y 40 cm. y otra entre 40 cm. y 70 cm (C.V.G. TECMIN, 1989).

Las especies leñosas distribuidas irregularmente y están representadas por Chaparro Manteco (*Byrsonima crassifolia*) (Figura 2.2), Alcornoque (*Bowdichia virgilioides*) (Figura 2.3), Chaparro (*Curatella americana*) (Figura 2.4) y con muy baja frecuencia individuos conocidos como Orégano real (*Origanum vulgare*) (Figura 2.5) y Asiento de suegra (*Echinocactus grusonii*) (Figura 2.6). En general estos individuos leñosos se localizan mayormente hacia las zonas de vegas y donde hay acumulaciones de bloques rocosos (C.V.G. TECMIN, 1989).



Figura 2.2 Chaparro Manteco (*Byrsonima crassifolia*).



Figura 2.3 Alcornoque (*Bowdichia virgilioides*).



Figura 2.4 Chaparro (*Curatella americana*).



Figura 2.5 Orégano real (*Origanum vulgare*).



Figura 2.6 Asiento de suegra (*Echinocactus grusonii*).

En cuanto a los bosques de galería el área basal promedio es de 16,51 m/ha, con una densidad de 387 individuos por hectárea y las especies leñosas más importantes son *Piptadea peregrina* (Yopo), *Vitex compres*a (Totumillo), *Protium* sp. (Tacamajaca) y *Tabebuia serratifolia* (Araguaneiy). Este mosaico de vegetación conformado por sabanas abiertas, Morichales y bosques de Galería se agruparon en una sola unidad cartográfica, la cual se encuentra su mayor expresión en la peniplanicie al sur de Ciudad Piar, ocupando una considerable extensión (215.098 ha) (C.V.G. TECMIN, 1989).

2.2.3 Fauna

Debido a las condiciones presentes en el área de estudio (espacio, refugio, alimento, zona de cría y reproducción), la alta intervención presente, el recurso fauna

se caracteriza por ser escasa y estar conformada por individuos que exhiben comportamientos migratorios o con capacidad de adaptación al medio existente.

2.2.4 Suelo

Ocurre dominado a paisajes de lomerío alto y bajo, quebrado y escarpado, con 8% - 16% y 30% - 69% de pendiente, respectivamente y peniplanicie baja de topografía suavemente ondulada, 4% - 8% de pendiente. Por último está relacionada con paisajes similares, con una fase de topografía escarpada (30% - 60%) de pendiente.

Son suelos comúnmente, superficiales (30 cm. – 50 cm.), generalmente están relacionados a moderadas proporciones de afloramientos rocosos. Se caracterizan por su origen residual, a partir de rocas de composición granítica. La estructura es comúnmente de color amarillo pálido, con grado de desarrollo moderado y tamaño variable entre medio, fino y grueso.

2.2.5 Geomorfología

2.2.5.1 Peniplanicie baja suavemente ondulada

La superficie de esta unidad es uniforme en consecuencia de un mayor rebajamiento por parte de los procesos de peneplanación que han tardado un tiempo muy largo, en la escala geológica, para meteorizar rocas como granitos, gneises graníticos, diabasas, gabros y cuarcitas ferruginosas. Incluyen algunas elevaciones como los domos o inselbergs. Es de agregar que dicha unidad se localiza por debajo de los 200 msnm (C.V.G TECMIN, 1989).

La unidad se define de acuerdo a dos tipos de relieve: La Colina y La Vega (C.V.G TECMIN, 1989).

- La colina: son relieves de perfil convexo, muy rebajados debido a la actividad de los procesos erosivos que los han afectado. La topográfica es suavemente ondulada, con pendientes entre 4% y 8%. Se desarrollan sobre rocas graníticas del Complejo Imataca y, a su vez, sobre diabasas, gabros y cuarcitas ferruginosas. La erosión es por escurrimiento difuso a modo de surcos locales (C.V.G TECMIN, 1989).
- La vega: es el tipo de relieve más bajo o deprimido de la unidad. Con pendientes entre 0 y 4%, sobre formas planas y alargadas, adyacentes a los cursos de agua, los cuales son de régimen tanto permanente como intermitente, cuyas deposiciones laterales son de naturaleza coluvio – aluvial (C.V.G TECMIN, 1989).

2.3 Geología regional

El Escudo de Guayana se extiende al Sur del río Orinoco y ocupa algo más del 50% de la superficie de Venezuela. Está litológicamente formado por rocas Precámbricas, es decir, antes de la Era Paleozoica o Primaria. Estas rocas constituyen una de las formaciones geológicas más antiguas del planeta. La composición del macizo está representada fundamentalmente por rocas ígneas producidas por la solidificación magmática en el fondo de los mares primitivos, que posteriormente emergieron como grandes bloques continentales; luego el metamorfismo influyó en la transformación de parte de estas rocas y de otras más jóvenes que fueron apareciendo (Mendoza, V., 2012).

Basándose en características petrológicas y tectónicas, el Escudo de Guayana ha sido dividido en cuatro Provincias Geológicas, que en orden de edad de más antigua a más joven son Imataca-Pastora-Cuchivero-Roraima (Figura 2.7) (Mendoza, V., 2012).

La zona de estudio está ubicada en la Provincia Geológica de Imataca, al Norte de Escudo de Guayana.

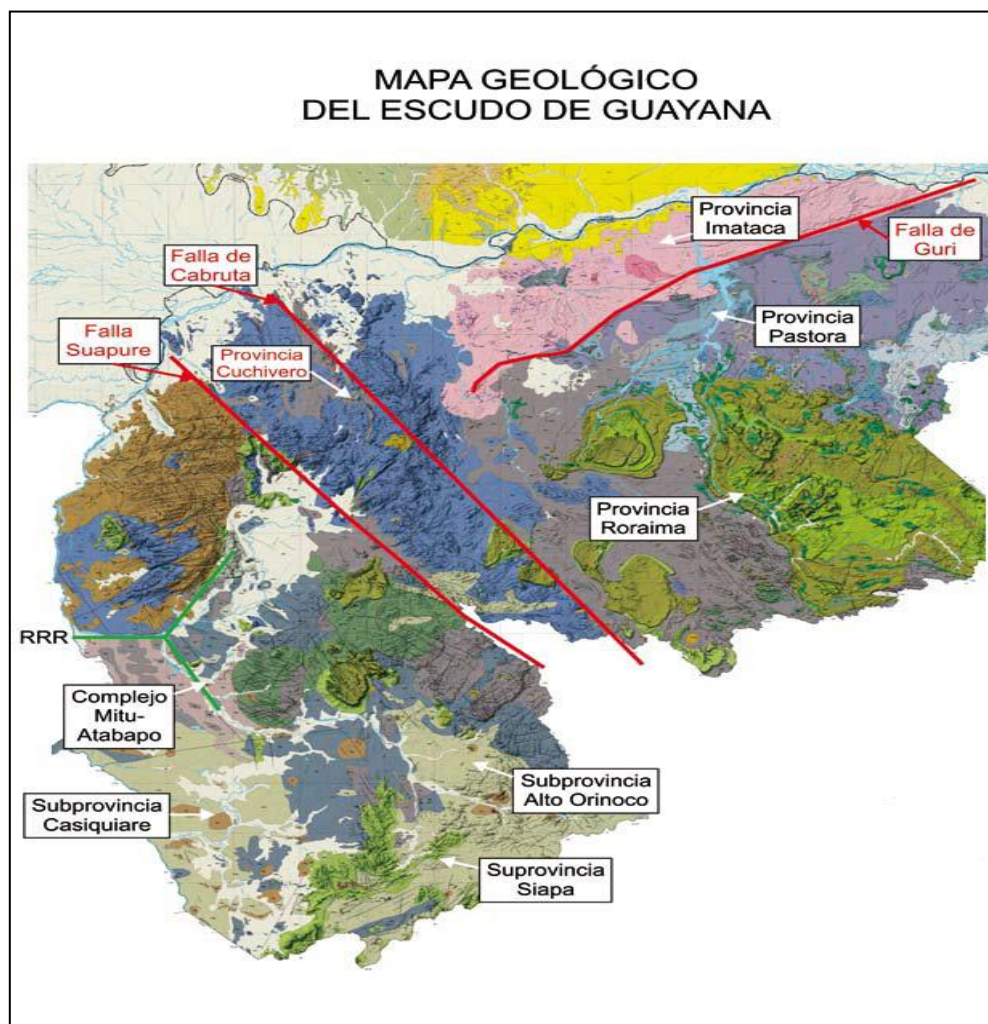


Figura 2.7 Mapa geológico alto relieve del Escudo de Guayana (Mendoza, V., 2012).

2.3.1 Provincia Geológica de Imataca

La Provincia de Imataca se extiende en dirección SW-NE, desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección NW-SE, aflora desde el curso del río Orinoco hasta la Falla de Gurí por unos 550 km y 80 km, respectivamente (Mendoza, V., 2012).

No parecen existir razones para que Imataca no se extendiera al Norte del Orinoco, soportado al parecer en perforaciones de la Faja del Orinoco (Mendoza, V., 2012).

En efecto, algunas compañías petroleras que perforaron la Faja Petrolífera del Orinoco al comienzo de los años 1980, encontraron rocas de alto grado metamórfico al Norte del río Orinoco, correlacionadas con rocas del Complejo Metamórfico de Imataca, así como rocas volcánicas félsicas y granitos similares a las rocas de la Asociación Cuchivero (Mendoza, V., 2012).

Sin embargo, rocas similares a las del Complejo de Imataca no han sido observadas al Oeste del río Caura y esto se interpreta como que tal río marca el límite del borde continental próximo a una zona de subducción; o representan una corteza siálica parcialmente asimilada y parcialmente cubierta por las intrusiones del Complejo de Supamo y por intrusiones de la Asociación Cuchivero y del Granito Rapakivi de El Parguaza (Mendoza, V., 2012).

Litológicamente la Provincia de Imataca está formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60%-75%), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15%-20%), y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro (BIF), dolomitas, charnockitas, anortositas, granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales de menos metamorfizados y más jóvenes CRV-TTG gnéisicos (El Torno-Real Corona). El metamorfismo registrado en estas rocas decrece desde la mina de hierro de El Pao, con granulitas, charnockitas, anortositas y granulitas máficas

y hasta ultramáficas (que sugieren temperaturas de 750°C-850°C y moderadas a elevadas presiones de 8 a 8.5 kbs, equivalentes a menos de 30 km de presión de roca), hacia la zona de Guri, con anfibolitas y migmatitas, rocas graníticas, con granate-cordierita-sillimanita (que implican temperaturas de 650 °C – 700 °C y presiones de 4 a 7 kbs, o sea menores de 20 km de espesor de rocas) (Mendoza, V., 2012).

La Provincia de Imataca registra seis o más dominios tectónicos o microterrenos, separados entre sí por grandes fallas tipo corrimientos. Internamente, el plegamiento es isoclinal con replegamiento más abierto (Mendoza, V., 2012).

En la parte Norte, los pliegues tienen rumbo NW mientras que en la parte Sur la tendencia dominante de los pliegues es N 60° - 70° E, que es la que predomina regionalmente, es decir aproximadamente paralelas a la Falla de Guri. (Mendoza, V. 2012).

Ascanio (1975), postuló que parte, al menos del Complejo de Imataca, está formado por varias Fajas Tectónicas que representan microcontinentes que por deriva chocaron unos contra otros con Obducción y Subducción, quedando separados entre sí por grandes corrimientos (Mendoza, V., 2012).

Ascanio, denominó a estas Fajas como La Encrucijada, Ciudad Bolívar, Santa Rosa, La Naranjita, La Ceiba, Laja Negra, y Cerro Bolívar. Ascanio (1975), destacó los tipos de rocas graníticas, charnockíticas y migmatíticas asociadas a cada una de estas Fajas Tectónicas y su importancia en uso ornamental e industrial (Mendoza, V., 2012) (Figura 2.8)

Ascanio definió cada faja de la siguiente manera (Mendoza, V., 2012):

- Faja La Encrucijada: conformada principalmente por gneises piroxénicos y monzogranitos de colores verdes, grises y rosados, con textura de grano medio a grueso, se presentan bandeados, a veces granulares y en

ocasiones porfídicos y dentro de los cuales se han emplazado sienitas cuarcíferas y los granitos de La Encrucijada.

- Faja Ciudad Bolívar: constituida por gneises cuarzo-feldespático de grano grueso, generalmente granatíferos, intercalados con esquistos y anfibolitas. Contiene formaciones de hierro de grano medio, entre los cuales el de mayor importancia es el Cerro María Luisa. Las estructuras presentan un rumbo general N60°W. Al Norte del Cerro María Luisa y hacia el Sur de la serranía de Buenos Aires. María Luisa presenta el desarrollo de gneises monzograníticos, sienograníticos y granodioríticos con textura de grano grueso de color rosado, dentro de los cuales se observa la presencia de restos de gneises anfibolíticos. De esto se deduce, que aquí sucedió la ocurrencia de un proceso de cuarzofeldespatización, que avanzó reemplazando la plagioclasa por microclino y formando vetas de cuarzo en los contactos de los gneises con las anfibolitas.

- Faja de Santa Rosa: reposa sobrecorrida sobre la Faja de Ciudad Bolívar y debajo de la Faja La Naranjita, La Ceiba y Laja Negra. La Faja de Santa Rosa se encuentra representada litológicamente por gneises cuarzo-feldespático-biotítico, gneises bandeados e intercalados con anfibolitas y capas delgadas de formación de hierro y cuarcita blanca. El rumbo general de la faja es de N60°W.

- Faja La Naranjita: esta Faja constituye un codo estructural del Complejo de Imataca. Al este del sitio denominado La Naranjita, las estructuras se presentan con una dirección Nor-Este, mientras que al Oeste toman un rumbo preferencial Nor-Este. La faja está representada por una litología que consiste básicamente en afloramientos de gneises de grano grueso, en ocasiones bien bandeados, intercalados con anfibolitas y con lentes delgados de formación de

hierro. Un detalle característico de esta faja, es la presencia de estructuras de pliegues de doble declive.

- Faja La Ceiba: aflora desde 18 km al Oeste del Cerro La Ceiba hasta el río Tocomá, al pie del Cerro Toribio. La faja presenta una forma lenticular con una anchura que no va más allá de 10 km y, está conformada litológicamente por gneises cuarzo-monzoníticos de color rosado, con textura de grano grueso, contorsionados con desarrollo de pegmatitas paralelas al bandeamiento. El conjunto litológico es bastante uniforme y, al sufrir los efectos de los agentes del intemperismo, se erosiona produciendo formas topográficas dómicas, redondas y desnudas. Las estructuras presentan un rumbo general N45°W.

- Faja Laja Negra: esta faja se presenta cruzada por la carretera Ciudad Piar- Ciudad Bolívar, desde el puente del río Yuanó hasta el puente del río Orocopiche. Litológicamente está constituida básicamente por gneises cuarzo-feldespáticobiotítico, contorsionados, de grano grueso, con vetas delgadas de pegmatitas que en ocasiones corta el bandeamiento; sin embargo, en la mayoría de las veces es paralela a este.

- Faja Cerro Bolívar: esta faja se observa aflorante desde la falla de Gurí-río Carapo. Su composición litológica se define como gneises cuarzo-feldespático de colores grises y rosados, formaciones de hierro de poco espesor, las cuales afloran en los núcleos de los anticlinales. Las formaciones de hierro de grano fino, las cuales se encuentran alojadas en la parte superior de los sinclinales, llegan a alcanzar hasta 200 mt de espesor. Estas formaciones son de vital importancia desde el punto de vista geológico-minero y económico, ya que a partir de ellas, por procesos de laterización, se originaron los yacimientos ferríferos de los Cerros Arimagua, San Isidro, Altamira, Cerro Bolívar, El

Trueno, y otros cercanos. Las estructuras de estas fajas presentan un rumbo preferencial N60°E, con un grado de metamorfismo que varía desde anfibolita hasta granulita piroxénica.

Ascanio (1975), reconoce el Complejo de Imataca en la región Caroní-Aro Paragua y lo describe como constituido por paragneises granulíticos y migmatíticos con boudines de granulita (80%); paragneises cuarzo feldespáticos intercalados con gneises hematíticos y horizontes de cuarcita ferruginosa que se intercalan, a su vez, con ortoanfibolitas. Este conjunto ha sufrido metamorfismo de la facies de la granulita.

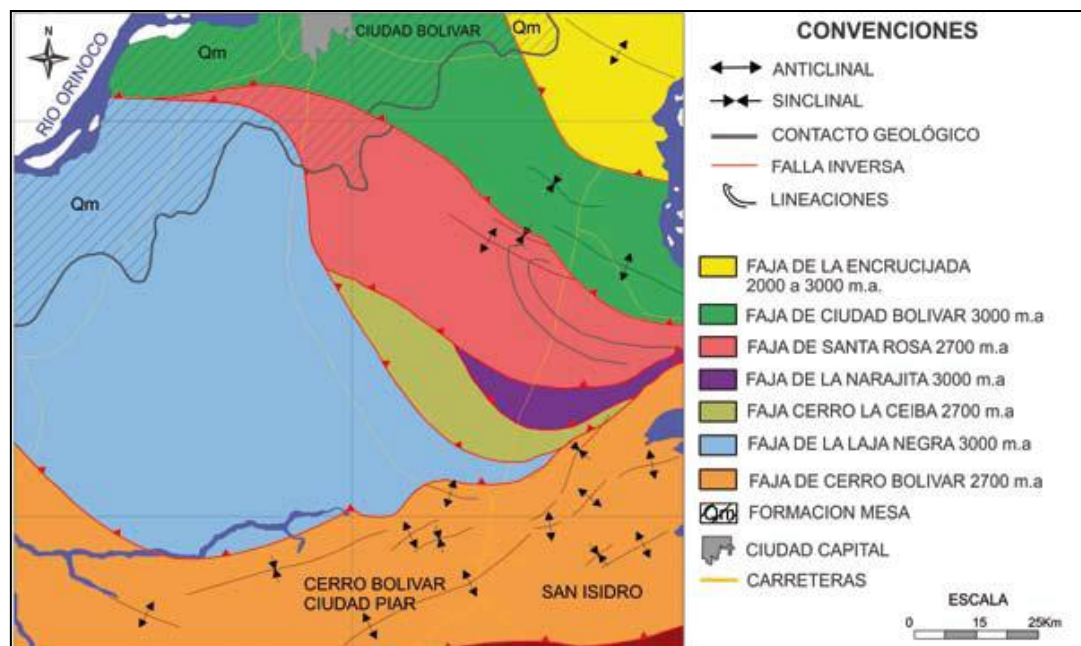


Figura 2.8 Mapa esquemático del Complejo de Imataca en los alrededores de Cerro Bolívar mostrando las diferentes Fajas Tectónicas, separadas entre sí por fallas tipo corrimiento (Mendoza, V., 2012).

2.3.2 Geología estructural

El modelo estructural de la Provincia Geológica de Imataca, estuvo regido por dos factores: pliegues de flujos sintectónicos y fallas transcurrentes tardía a post-tectónica. Las rocas del Complejo de Imataca se extienden como una gran faja de rumbo Nor-Oeste y de extensión superior a los 65 km, las lineaciones (fallas, ejes de pliegues, diaclasas, etc.), presentan una dirección preferencial Nor-Este y en menor grado Nor-Oeste. En el Complejo de Imataca se identifican dos tipos de estructuras (Mendoza, V., 2012).

2.4 Estructuras mayores

Están representadas por las siguientes estructuras:

2.4.1 Falla de Guri

La Falla de Guri, que es el rasgo megatectónico más relevante del Escudo de Guayana, separa las provincias de Imataca, al Norte de Gurí, de Pastora al Sur esta es una falla muy antigua, cuya evolución se postula como sigue (Mendoza, V., 2012):

- 2.400 Ma - 2300 Ma. “*Rift*” continental de Guri: comienzan a separarse Imataca y Kanukú/Amapá/Carajás y entre ellos se va formando y desarrollando un océano donde se originaron los CRV de Pastora y Barama-Mazzaruni.
- 2.150 Ma -1.960 Ma. Clímax de la Orogénesis Transamazónica: cierre del océano Pastora. Choque de placas de Pastora versus Imataca. Guri actúa entonces como una zona de sutura. Se produce la granulitización final de las

rocas de Imataca y metamorfismo Facies Esquistos Verdes a Anfibolita en los CRV de Pastora.

- 1.900 Ma -1.800 Ma Final Orogénesis-Transamazónica: choque de tres placas continentales (Imataca, Pastora, Cuchivero). La zona del triple choque de placas origina el Frente Tectónico Caura y fracturas paralelas (Cuhivero, Parguaza, Cabruta) que desplazan a la Falla de Gurí, siendo la parte Sur, en el límite Bolívar-Amazonas, de rocas tipo Cuchivero, metamorfizada al nivel de la FEV.

- 1.200 $\pm$ 200 Ma. Orogénesis Nickeriana o Grenville: choque del megabloque Imataca-Pastora-Cuchivero- Parguaza-Roraima con el megabloque río Negro-Jurena (Brasil), Mitú-Garzón (Colombia). Se produce la intensa removilización, cizalla y cataclasis (seudotaquilitas) de la Falla de Gurí, metamorfismo retrógrado bajo FEV, algunas intrusiones de aplitas, pegmatitas y formación de Rodinia.

- 800 Ma -300 Ma. cruce de fallas Cabruta-Guri se emplazan Carbonatitas: En el cruce de fallas Cabruta y Gurí o Puente Palo, al Sur de Guaniamo, se emplazaron carbonatitas y cerca de esa intersección intrusieron kimberlitas eclogíticas en rocas de la Asociación Cuchivero, en 711 Ma relacionadas a plumas de calor, causantes de la disrupción de Rodinia.

- 210 Ma -180 Ma. Apertura Océano Atlántico: Guri se comporta como una falla de transformación en la parte oceánica y como falla inversa (Imataca sobre Pastora) en la parte continental.

La Falla de Gurí se continúa con la Falla Sassandra-Trou del Escudo Leo en África Occidental. A su vez Sassandra-Trou se continúa con la Falla Zednes en el

Escudo Reguibat de África Occidental. A lo largo de esta falla se emplazaron diabasas, rocas gabroides y ultramáficas del manto.

- 150 Ma. Levantamiento, erosión, quietud tectónica: Gurí falla inactiva.

2.4.2 Falla de Santa Bárbara

Esta falla presenta un rumbo Este-Oeste aproximadamente, de extensión superior a los 80 km; se intercepta con la falla de Gurí, a unos 5 km de la población Laja Negra. Esta falla parece controlar las aguas del río Santa Bárbara, por espacio de unos 8 km al Sur-Este de la población del mismo nombre. Esta falla inversa, constituye el límite principal entre los terrenos de Imataca y Carichapo al Sur de Ciudad Piar (Mendoza, V., 2012).

2.4.3 Falla de Río Claro

Se extiende en dirección Este-Oeste aproximadamente, al Sur del puente del río Claro, cortando la carretera de Ciudad Piar y la vía Ferroviaria. Presenta una zona de rocas trituradas que incluyen milonitas de muchos metros de ancho (Mendoza, V., 2012).

2.4.4 Falla de Río Carapo

Esta falla controla estructuralmente las aguas del río Carapo, y se extiende con rumbo Este-Oeste, hasta interceptar la Falla de Guri, afectando la falda Norte del Cerro Bolívar (Mendoza, V., 2012).

2.5 Estructuras menores

Estas estructuras están representadas por pliegues, diaclasas, fallas y otras estructuras menores (Mendoza, V., 2012).

2.5.1 Pliegues

Los pliegues presentes en la Provincia Estructural de Imataca son estructuras cerradas, donde ha sido posible el transporte lateral, la mayoría son anticlinales alargados; donde los componentes horizontales del esfuerzo han sido uniformes; las estructuras resultantes son ovaladas o redondeadas (Mendoza, V., 2012).

Según Kallioskoski, los pliegues de mayor tamaño son estructuras amplias definidas por la filiación gnéisica, y por las lomas de cuarcitas ferruginosas (Mendoza, V., 2012).

2.5.2 Diques

Existen dos ejemplares de diques de diabasas, separados por la falla de río Claro aparentemente, el primero se presenta con un rumbo N30°W, afectando un área aproximada de 260 km, ubicada a unos 30 km al Nor-Oeste del Cerro Bolívar; el segundo ejemplar está ubicado a unos 221 km al Sur-Oeste del Cerro Bolívar, con un rumbo N40°W aproximadamente, afectando un área de unos 38 km.

Durante la Orogénesis Herciniana con CW de unos 200 Ma se separa el supercontinente Pangea en bloques continentales y comienza a formarse el Océano Atlántico. De lo cual tenemos algunos diques de rocas gabroides a norítico-diabásicas intrusivos en el Complejo de Imataca. La Falla de Guri actúa como una falla de transformación en la parte oceánica y como una falla transcurrente en la parte continental (Mendoza, V., 2012).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

A continuación se reseña un listado de trabajos previos que sirven para complementar la información necesaria para el desarrollo de la presente investigación.

Kalliokoski, J. (1965) **“GEOLOGÍA DE LA PARTE NORTE-CENTRAL DEL ESCUDO DE GUAYANA, VENEZUELA”**. Interpretó al Complejo de Imataca como el basamento sobre el cual se depositaron las rocas de la Provincia de Pastora e introduce el término Asociación Real Corona-El Torno.

Ascanio T. (1975). **“EL COMPLEJO DE IMATACA EN LOS ALREDEDORES DEL CERRO BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA”**. Considera que el Complejo de Imataca, al Sur del río Orinoco, en la zona comprendida entre los ríos Aro y Caroní, está formado por al menos siete conjuntos de rocas cuarzo feldespáticas dentro de las cuales se intercalan secuencias de formaciones de hierro, anfibolitas y gneises granodioríticos blancos.

C.V.G. Tecmin (1989) **“PROYECTO INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN GUAYANA”**. Realizan una interpretación de la hoja de radar NB-20-2, con verificaciones de campo, análisis petrográficos, elaboración de mapas, etc.

Graffe, Robert y Ortiz, Jesús (2000) **“EXPLORACIÓN DE ROCAS GRANÍTICAS DEL CERRO GUZMANERO ENTRE CIUDAD PIAR Y SANTA ROSA, MUNICIPIO RAÚL LEONI, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA”**. Los

análisis petrográficos determinaron e identificaron los minerales, su porcentaje y la textura de las rocas lo cual permitió clasificarlas como gneiss de composición granítica.

3.2 Definiciones de términos básicos

3.2.1 Rocas

Son agregados naturales compuestos de uno o varios minerales, y a veces también de sustancias no cristalinas, que constituyen sobre la Tierra masas geológicas independientes y cartografiables.

3.2.2 Minerales

Son sustancias naturales sólidas, formadas mediante procesos inorgánicos, y que constituyen una parte más o menos importante de la Tierra. Se caracterizan por la posesión de unas propiedades físicas homogéneas (es decir, iguales en dos porciones diversas pero igualmente orientadas), por una composición química características, que puede ser variable dentro de ciertos límites pero que siempre bien definida y sobre todo, por el hecho de poseer una disposición atómica (retículo cristalino) fija y característica para cada mineral.

3.2.3 Petrología

Rama de la geología que tiene como objeto la descripción y clasificación de las rocas; su interpretación geneticoevolutiva y el estudio termodinámico de los procesos que las han llevado hasta adquirir su aspecto actual.

3.2.4 Petrografía

Es el estudio de las rocas mediante secciones finas, permitiendo conocer la naturaleza de los minerales, cristales o granos que componen la roca, las relaciones mutuas entre ellos (Texturas), sus abundancias relativas (Porcentajes), llevando finalmente a la clasificación de la roca y a la asignación de un nombre sistemático.

La técnica de trabajo utilizada en Petrografía abarca desde la toma de muestras, la realización de secciones delgadas y secciones pulidas hasta finalmente el estudio de la roca bajo el microscopio.

3.2.5 Sección delgada

Se tratan de fragmentos de rocas que por abrasión se reducen a un espesor de únicamente 30 micras o 0.03 milímetros, de modo que casi todos los minerales resulten transparentes y puedan procederse a efectuar una serie de observaciones ópticas.

Una característica de suma importancia de las secciones delgadas es que el espesor sea constante, ya que esto va a permitir que el color de polarización sea constante.

3.2.6 Forma de preparación de las secciones delgadas

Se cortan con una sierra mineralógica una tajada o rebanada de roca con dimensiones adecuadas de unos 2 cm² y 3 mm de espesor. Se monta en un portaobjetos con bálsamo de Canadá; una vez seca y pegada al portaobjetos se procede a un desgaste mecánico generalmente con polvos abrasivos que pueden ser: Carborundum o Polvo de Diamante, hasta reducir la rebanada de roca cortada a 0,03 mm de espesor, finalmente se cubre con un cubre-objeto. Las preparaciones de las secciones, una vez montadas, se examinan con luz transmitida en el microscopio polarizante.

El microscopio mineralógico es por tanto el instrumento imprescindible en el estudio petrográfico de las rocas que todavía no ha podido ser sustituido por ningún otro sistema.

3.2.7 Microscopio petrográfico

Es el instrumento para determinar las propiedades ópticas de los cristales, con él puede obtenerse más información fácil y más rápidamente que con los aparatos más especializados. Su función principal consiste en suministrar una imagen aumentada de un objeto colocado en la platina. El aumento se produce por la combinación de dos grupos de lentes, el objetivo y el ocular. La función de la lente objetivo, situada en el extremo inferior del tubo microscópico, es producir una imagen nítida y clara. El ocular simplemente amplía esta imagen, incluyendo cualquier imperfección que resulte de un objetivo de poca calidad (Kerr, P., 1965).

3.2.8 Rocas ígneas

Las rocas ígneas se forman por el enfriamiento y consolidación del magma, que es una materia rocosa, móvil, caliente, formada totalmente, o en parte muy apreciable, de una fase líquida que tiene composición de una fundición de silicatos. Un magma puede contener una fase gaseosa, o puede consistir casi completamente de fases cristalinas, sólidas.

Cuando los magmas alcanzan la superficie pueden hacerlo en forma de lavas, que solidifican bruscamente en contacto con el aire o con el agua del mar, o bien en forma de violentas explosiones aéreas con proyección de lava, gases y fragmentos de vidrio y cristales, que posteriormente se acumulan en forma de depósitos llamados piroclásticos, en general; cualquier tipo de magma puede alcanzar la superficie o

cristalizar en profundidad en la corteza, originando en ambos casos rocas con marcadas diferencias texturales entre sí. No obstante, existen magmas ácidos, producidos en áreas fuentes corticales, que raramente alcanzan la superficie cristalizando generalmente en profundidad. Opuestamente, los magmas básicos, producidos en áreas mantélicas, sí alcanzan generalmente la superficie formando la gran mayoría de las rocas lávicas en la superficie.

3.2.9 Origen y cristalización de los minerales a partir de un magma. Series de reacción de Bowen.

La cristalización fraccionada es la base de los experimentos realizados por Norman L. Bowen (1928) para determinar las series continuas y discontinuas de minerales que cristalizan a partir de un magma basáltico (Méndez, J. 2006). El enfriamiento paulatino de un magma basáltico implica la cristalización de determinados minerales en un orden establecido por los puntos de fusión. Esta cristalización conocida como “Series de Reacción de Bowen” se divide en dos grupos o series: series discontinua y serie continua de cristalización. La cristalización depende inicialmente de la temperatura. El primer mineral en cristalizar es el olivino (mineral rico en hierro y magnesio), posteriormente cristalizan minerales de feldespatos ricos en calcio y piroxenos. De esta forma, a medida que desciende la temperatura y el magma fundido se va desprendiendo de hierro, magnesio y calcio (que ya han formado minerales), la nueva composición magmática se enriquece en sodio, potasio y aluminio. Esto unido al descenso de la temperatura, originará nuevos minerales de acuerdo a las series de reacción (Méndez, J. 2006). La cristalización de los minerales durante el enfriamiento del magma ocurre en forma simultánea a lo largo de las series discontinua y continua. Bowen demostró que si los componentes sólidos de un magma permanecen en contacto con el fundido restante, reaccionarán químicamente y evolucionarán al siguiente mineral. Por ejemplo, una vez que se ha formado el olivino, si éste permanece

en contacto con el fundido o magma reaccionará directamente dando piroxeno (Méndez, J. 2006).

3.2.10 Serie de reacción discontinua

1. En la serie discontinua el olivino es el primer mineral ferromagnesiano en cristalizar (Méndez, J. 2006).

2. Al seguir enfriándose, el magma llega a la temperatura en la cual el piroxeno es estable y ocurre una reacción entre el olivino y el material fundido restante, con lo cual el piroxeno cristaliza (Méndez, J. 2006).

3. Al continuar el enfriamiento ocurre una reacción similar entre el piroxeno y el material fundido, reordenándose la estructura cristalina del piroxeno para formar el anfíbol (Méndez, J. 2006).

4. El proceso continúa y el anfíbol con el resto del material fundido forman la mica biotita (Méndez, J. 2006). Estas reacciones completas tienden a convertir un mineral en el siguiente de la serie. Sin embargo no siempre ocurre de esta forma y el olivino una vez cristalizado puede tener un borde de piroxeno producto de una reacción incompleta, o el piroxeno puede presentar zonas de cristalización de anfíbol (Méndez, J. 2006). Si un magma se enfría con la rapidez suficiente, los minerales formados inicialmente no tienen tiempo de reaccionar con el material fundido, con lo cual todos los silicatos ferromagnesianos de la serie discontinua pueden quedar en una roca. Cuando la mica biotita vaya a cristalizar (el último mineral de la serie discontinua), prácticamente casi todo el hierro y magnesio ha sido utilizado (Méndez, J. 2006).

3.2.11 Serie de reacción continúa

Los feldespatos con las plagioclasas ricas en calcio y sodio, forma los silicatos no ferromagnesianos de reacción continua.

1. La plagioclasa rica en calcio cristaliza primero y al proseguir el enfriamiento reacciona con el material fundido y cristalizan los cristales de plagioclasa más ricos en sodio (desciende la proporción de calcio) (Méndez, J. 2006).

2. El proceso continúa con más enriquecimiento en sodio hasta cristalizar la plagioclasa rica en este elemento (Méndez, J. 2006).

3. Cuando el enfriamiento es demasiado rápido para que ocurra la transformación completa de la plagioclasa rica en calcio a plagioclasa rica en sodio. La plagioclasa que se forma en condiciones de rápido enfriamiento se zonifica o presenta zonificación, lo cual significa que posee un núcleo rico en calcio (derivado de la primera cristalización), rodeado de zonas progresivamente más ricas en sodio. Como la sustitución del calcio por el sodio no implica variación en la estructura cristalina de las plagioclasas, se indica que es una serie isomorfa (Méndez, J. 2006).

3.2.12 Rocas metamórficas

Rocas derivadas de rocas preexistentes por alteración de su mineralogía, su estructura y su composición, a causa de cambios de temperatura y de presión en el interior de la Tierra.

Las rocas metamórficas son las más variadas y complejas mineralógica y texturalmente, siendo su complejidad consecuencia de las siguientes características genéticas:

- 1.) Las rocas metamórficas pueden haber tenido cualquier otro tipo de roca madre: intrusita o efusiva ígneas, sedimentaria e incluso otra roca metamórfica.
- 2.) Debido a que son los factores o agentes que toman parte, aislada o conjuntamente, en el metamorfismo, hay diversas clases de metamorfismo bien diferenciadas.

- 3.) Debido a que puede variar la intensidad son que actúan los agentes, hay varios grados en las diferentes clases de metamorfismo.
- 4.) Las rocas metamórficas pueden formarse en condiciones bajo las cuales algunos materiales se eliminan del sistema o se añaden, con lo cual cambia la composición del material inicial, proceso llamado ***metasomatismo***.
- 5.) No todos los conjuntos minerales metamórficos alcanzaron el equilibrio, ni siquiera cuando la roca es de origen polimetamórfico, es decir, cuando ha estado sometida a dos clases o grados diferentes de metamorfismo.

A las rocas metamórficas derivadas indudablemente de otras ígneas, se les aplica el prefijo **orto** (ortoanfibolita, ortogneis), en tanto que a las formadas a partir de rocas sedimentarias, se les aplica el prefijo **para** (paragneis).

3.2.13 Estructura

Se refiere a los rasgos en gran escala reconocibles en el campo, tales como bandeamiento, lineación, junteamiento y vesicularidad.

3.2.14 Textura

Se refiere al grado de cristalinidad, tamaño de los granos o granularidad y a la fábrica o relaciones geométricas entre los constituyentes de rocas.

3.2.15 Macro textura

Cuando los cristales son reconocibles a simple vista, o con ayuda de una lupa de mano.

3.2.16 Micro textura

Cuando los cristales no son reconocibles ni con ayuda de una lupa de mano y es preciso recurrir al microscopio.

3.2.17 Sección delgada

Se tratan de fragmentos de rocas que por abrasión se reducen a un espesor de únicamente 30 micras o 0.03 milímetros, de modo que casi todos los minerales resulten transparentes y puedan procederse a efectuar una serie de observaciones ópticas.

Cuando los cristales no son reconocibles ni con ayuda de una lupa de mano y es preciso recurrir al microscopio.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

La investigación a realizar para cumplir con el objetivo de este proyecto es de tipo descriptiva y consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. (Fidias, A., 2006). Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere debido a que se analizarán macroscópica y microscópicamente cada una de la muestras. A nivel macroscópico se definirán sus características físicas tales como color, textura, etc. Y a nivel microscópico se identificarán dichos minerales de acuerdo a sus características ópticas, porcentajes de abundancia de cada uno de los minerales presentes, así como aspectos texturales; forma de los cristales, grado de cristalinidad, maclas, fracturas, etc.

4.2 Diseño de la investigación

La primera fase de la investigación es netamente documental, consiste en la obtención de datos cartográficos y bibliográficos concernientes al área de estudio.

La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas,

audiovisuales, electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos (Fidias, A., 2006).

La segunda fase, pasa a ser una investigación de campo, que consta de recolección de muestras, mediciones in situ y descripción de estructuras vistas en el área mencionada (Fidias, A., 2006).

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 (Fidias, A., 2006).

4.3 Población de la investigación

La población estudiada o población objetivo es de tipo finita, y está constituida por el conjunto de afloramientos rocosos dentro del eje vial Ciudad Piar – Guri, para los cuales serán extensivas las conclusiones de la presente investigación (Fidias, A., 2006).

4.4 Muestra de la investigación

La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. En este sentido, una muestra representativa, es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población (Fidias, A., 2006). En la presente investigación, la muestra está constituida por 11 especímenes de roca fresca.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para realizar la caracterización petrográfica de los afloramientos rocosos en la zona de estudio, se realizaron las siguientes actividades:

1. Recopilación bibliográfica.
2. Trabajo de campo: toma de muestras. coordenadas, fotografías, etc.
3. Selección de las muestras de rocas.
4. Elaboración de las secciones delgadas.
5. Análisis macroscópico de las muestras.
6. Análisis microscópico de las muestras.
7. Toma de microfotografías.
8. Análisis de los resultados.
9. Redacción del informe.

Para ello se requiere de los siguientes equipos que facilitarán el trabajo:

1. Lupa de mano.
2. Brújula.
3. GPS
4. Libreta de campo.
5. Microscopio petrográfico, Marca Zeiss, Modelo Axiolab con cámara digital.
6. Cámara fotográfica digital y de teléfono celular.
7. Computadora.
8. Impresora.
9. Mandarria.

4.6 Flujograma de trabajo.

A continuación se indica en forma secuencial la metodología que fue utilizada en el presente proyecto de investigación (Figura 4.1).

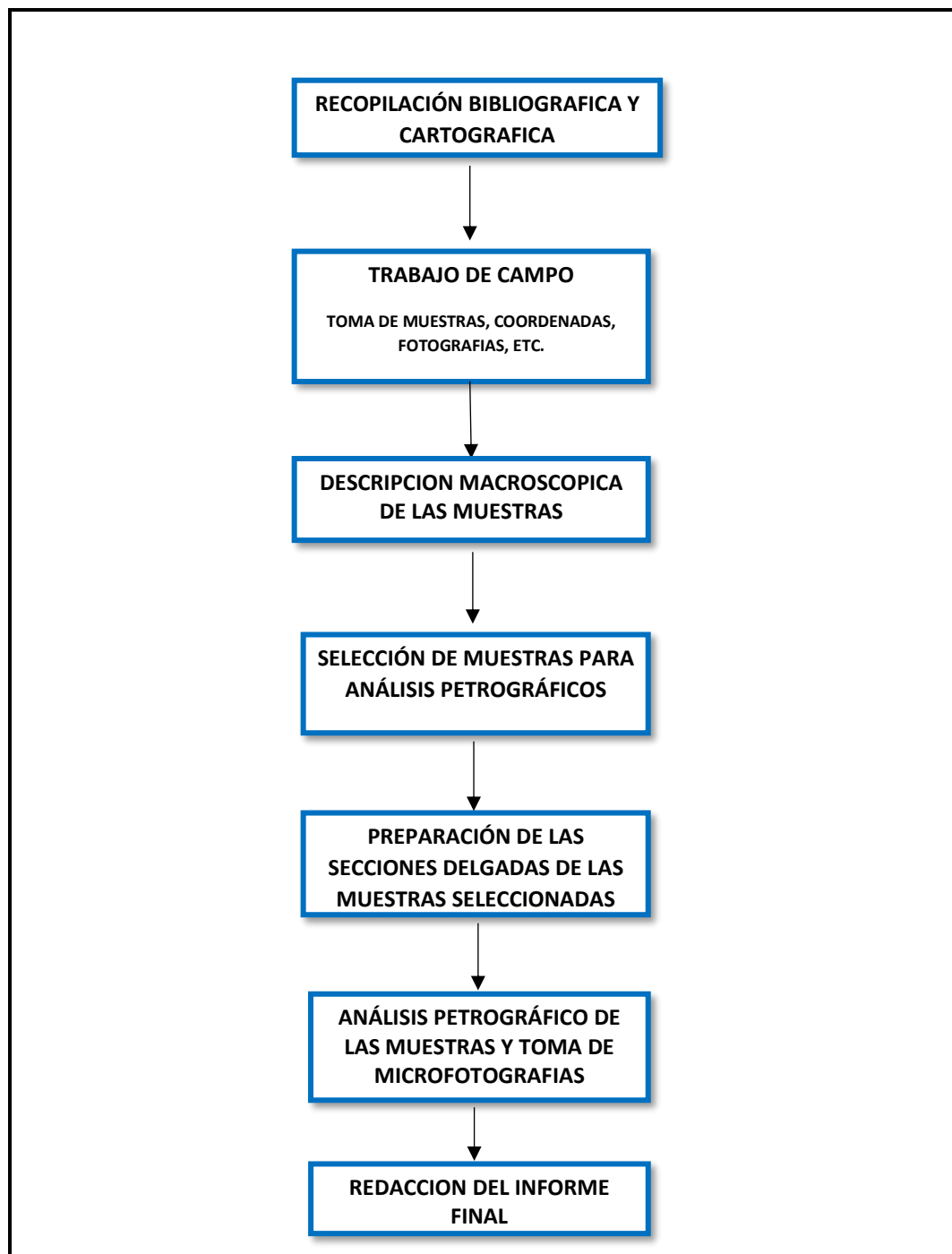


Figura 4.1 Flujograma de la secuencia de trabajo

4.6.1 Fase de recopilación bibliográfica y cartográfica

Esta etapa comprende la recopilación y consulta de toda la información tanto bibliográfica como cartográfica existente del área de estudio, que sirve de base en la elaboración del proyecto.

Para el desarrollo de la investigación fue necesaria la integración de fuentes bibliográficas y cartográficas. La fuente bibliográfica, permitió conocer, reseñar y discutir los aspectos generales más resaltantes sobre el tema en estudio, para lo cual se consultaron trabajos previos relacionados con el tema, cercanos al área de estudio (trabajos de grado, informes técnicos, entre otros).

En cuanto a la cartografía, se contó con las hojas 7538 (Ciudad Piar) y 7539 (Guri), ambas con escala 1:100.000.

4.6.2 Trabajo de campo

Esta fase se inició con el reconocimiento del área de estudio para luego cumplir con los objetivos perseguidos con el trabajo de campo, los cuales son: obtención de información geológica. la recolección de muestras representativas de los afloramientos, toma de coordenadas, elevación, etc.

4.6.3 Selección de las muestras

Se tomaron 11 muestras en la fase de campo, de las cuales se escogieron 8, seleccionando las rocas más frescas y con menor grado de meteorización, para obtener los mejores resultados en la interpretación y caracterización de las mismas.

4.6.4 Descripción macroscópica

A las rocas recolectadas se le realizó la descripción macroscópica, donde se describió las características de cada una de ellas como son: los minerales presentes, color, tamaño de grano, bandas, alteraciones, etc., esto con la ayuda de la lupa de mano.

4.6.5 Elaboración de las secciones delgadas

Las secciones delgadas utilizadas en la presente investigación fueron realizadas por el personal del Instituto Nacional de Geología y Minería (Ingeomin). Las muestras fueron preparadas adecuadamente, con un espesor de 0,03 mm y montadas entre un porta objeto y un cubre objeto, y adheridas con bálsamo de Canadá. Cada sección fue debidamente identificada con el código de la roca correspondiente.

Una vez preparada la muestra se procede a realizar el análisis petrográfico de la siguiente manera:

Se describe macroscópicamente la muestra de mano, señalando en primer lugar las características más resaltantes y luego las menos notorias, entre las que se pueden señalar: color, homogeneidad, granulometría, orientación, densidad, fracturas y densidad de rocas.

4.6.6 Descripción microscópica (Análisis petrográfico)

El análisis se efectuó con ayuda del microscopio petrográfico de luz transmitida marca Zeiss modelo Axiolab (Figura 4.2), con el cual se analizaron las secciones delgadas de las muestras seleccionadas. El análisis petrográfico realizado contiene cinco elementos fundamentales: identificación de los minerales, la estimación visual de los porcentajes de cada mineral, la(s) textura(s) de la roca, el nombre de la roca y la descripción petrográfica, la cual contiene todas las características propias y distintivas de la roca analizada (maclas, fracturas, alteraciones, clivaje, etc.). Una vez finalizado el análisis petrográfico de cada roca, se procedió a tomar varias microfotografías para luego seleccionar las más representativas.

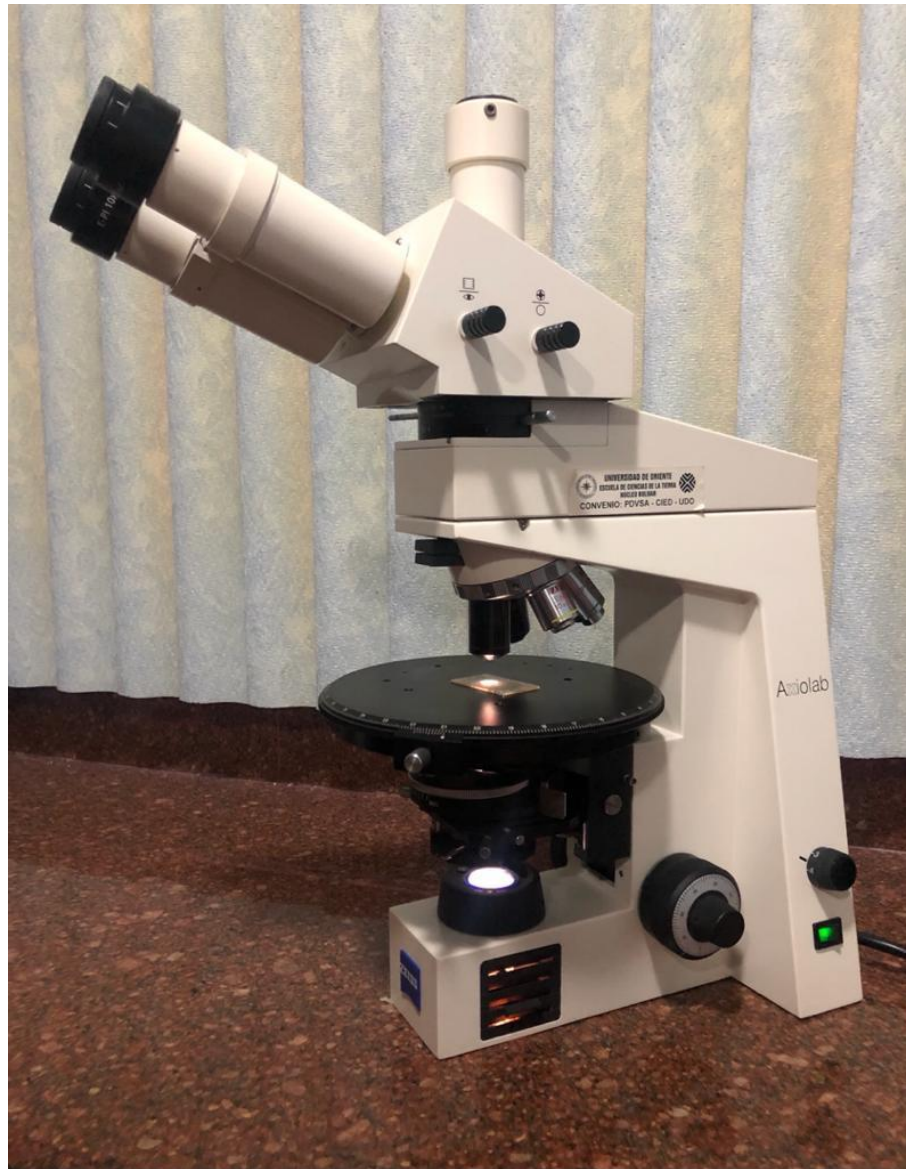


Figura 4.2 Microscopio petrográfico de luz transmitida polarizante, marca Zeiss, modelo Axiolab

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Identificación de las unidades litológicas aflorantes en el área de estudio

El reconocimiento geológico se comenzó al Sur del área de estudio, en las cercanías de la entrada del Hato El Pilar, donde existen grandes estructuras de afloramientos graníticos cuarzo feldespáticos con dirección N 50° W, en ocasiones con bandas félsicas y máficas, con importantes vetas de cuarzo, y asociados con Cuarcitas y Anfibolitas. Las Cuarcitas ferruginosas aparecen también más al Norte entre el caserío de El Timbo y San Juan de Tocomá.

Más al Norte afloran Charnoquitas y Cuarcitas, ambas manteniendo el rumbo NW que se generaliza en la zona. Los gneiss son predominantes y muestran mayor cizallamiento a medida que se hacen más próximos a la Falla de Guri. Varían de gneiss cataclásticos a gneiss granatífero, luego gradualmente pasan a gneiss miloníticos y finalmente a Milonitas, manteniéndose en esa zona una dirección de cizallamiento de N 30° W, contraria al patrón estructural de la Falla de Guri.

En las cercanías de la confluencia del río Claro con el río Tocomá, se encuentra un notable afloramiento anfibolítico de grano fino y orientación predominante Este-Oeste, en contacto con fallas y con rocas gnéisicas, con bandas félsicas y máficas plegadas, y vetas y vetillas de Cuarzo igualmente plegadas. Estas características son más evidentes en los afloramientos atravesados por el río Claro.

En el extremo Norte del área de estudio se observaron afloramientos de Granitos, los cuales fueron analizados macroscópicamente in situ. Estos presentaron

coloraciones que van de rosado a rosado claro amarillento, grano medio a grueso, y la mineralogía típica de Cuarzo, Feldespatos potásicos y Biotita.

5.2 Descripción petrográfica de las muestras

A continuación se presentan los resultados de los análisis petrográficos realizados a las secciones delgadas de las rocas aflorantes en el eje vial Ciudad Piar – Guri. Se describen macroscópicamente y microscópicamente, incluyendo nombre de la roca, minerales y sus porcentajes, texturas, descripción petrográfica, microfotografías y coordenadas UTM

5.2.1 Muestra M-1. GNEISS GRANÍTICO

Coordenadas UTM: 478.386 y 848.556. Elevación 228 m.

Macroscópicamente, es una roca de color gris claro, con micas biotitas presentándose en forma de bandas con algunas manchas de color amarillo pálido debido a la oxidación. Es de grano medio (Figura 5.1).

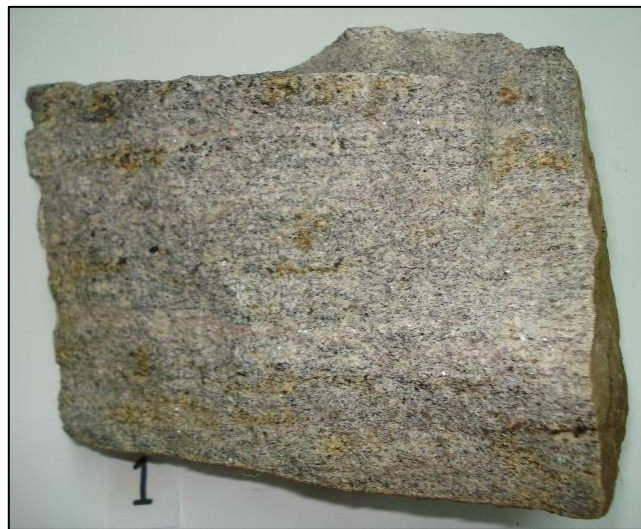


Figura 5.1 Muestra de mano de la roca M-1.

Microscópicamente, la roca vista al microscopio presenta una textura Granoblástica, constituida por cristales de igual tamaño equidimensionales de formas xenoblástica, entre los cuales se destaca el Cuarzo (60%) con notable extinción ondulante y con muy pocas alteraciones. Algunos cristales se ven ligeramente fracturados con pequeñas granulaciones en sus bordes producto de las fracturas que afectan a la zona.

Los Feldespatos potásicos en sus variedades: Pertita (10%), Ortosa (4%) y Microclina (1%), están acompañados por las Plagioclasas sódicas (4%) con maclas polisintéticas. La alteración a Sericita (1%) de los feldespatos potásicos es muy escasa.

En algunas partes de la roca se presentan, entre las Plagioclasas y el Cuarzo, intercrecimientos secundarios llamados mirmequitas (1%).

Entre los minerales máficos están la Biotita (15%) en cristales tabulares, ligeramente orientados y dispuestos a lo largo de toda la muestra. Además se observan algunos Óxidos de Hierro (1%), Minerales Opacos (1%) y pequeños cristales de Circón (1%) (Figura 5.2).

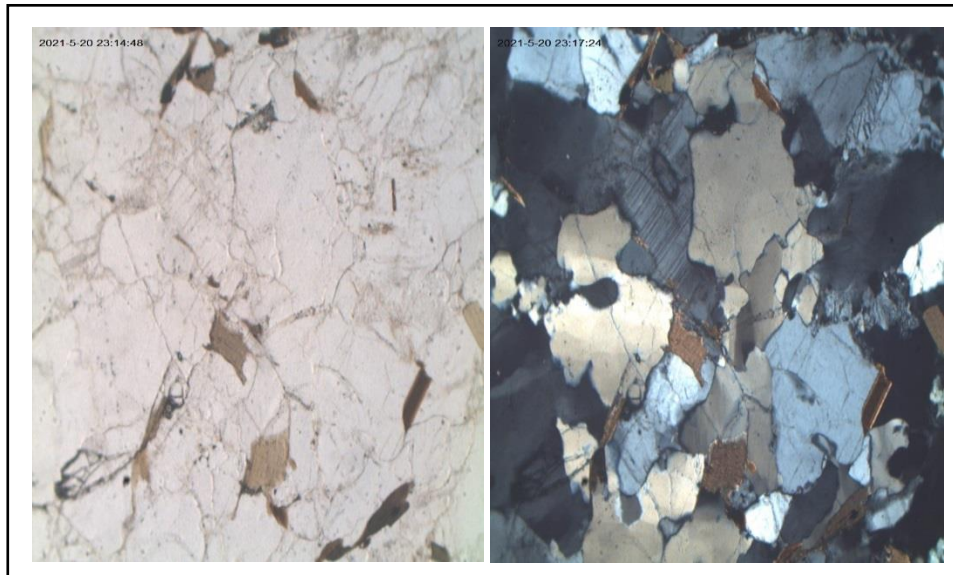


Figura 5.2 Muestra M-1: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda)

5.2.2 MUESTRA M-3. GNEISS GRANÍTICO

Coordenadas UTM: 476.351 y 847.986. Elevación 242 m.

Macroscópicamente es una roca de grano medio con textura gnéisica, con bandas de minerales máficos (oscuros) como son la Biotita y félsicos (claros) como el Cuarzo y también colores rosados que serían los feldespatos (Figura 5.3).



Figura 5.3 Muestra de mano de la roca M-3.

Microscópicamente es una roca metamórfica de textura Granoblástica, constituida por cristales equidimensionales xenoblásticos, entre los cuales se destaca el Cuarzo (50%) con notable extinción ondulante y con ausencia de alteraciones. Además presenta una textura Cataclástica caracterizada por una granulación de minerales fracturados en la mayoría de los bordes de los cristales (granulación marginal).

Los Feldespatos potásicos en sus variedades: Pertita (10%), Microclina (5%) y Ortosa (5%) los acompaña la Plagioclasea sódica (5%), con maclas polisintéticas, las cuales en algunos cristales se presentan ligeramente combadas, probablemente por efecto cataclástico. La alteración a Sericita (1%) de los feldespatos es muy escasa.

También se observa Mirmequita (2%) como intercrecimiento en los bordes de algunos de los cristales de Cuarzo y Feldespatos.

Como minerales máficos se tiene a la mica Biotita (15%) en paquetes de cristales tabulares con orientación paralela. Además se observan escasos cristales de Piroxenos (1%) alterados y Óxidos de Hierro (2%), el cual también está presente rellenando algunas fracturas que poseen los minerales en la roca.

También hay Minerales Opacos (3%) dispersos en la muestra y pequeños cristales de Circón (1%) (Figura 5.4).

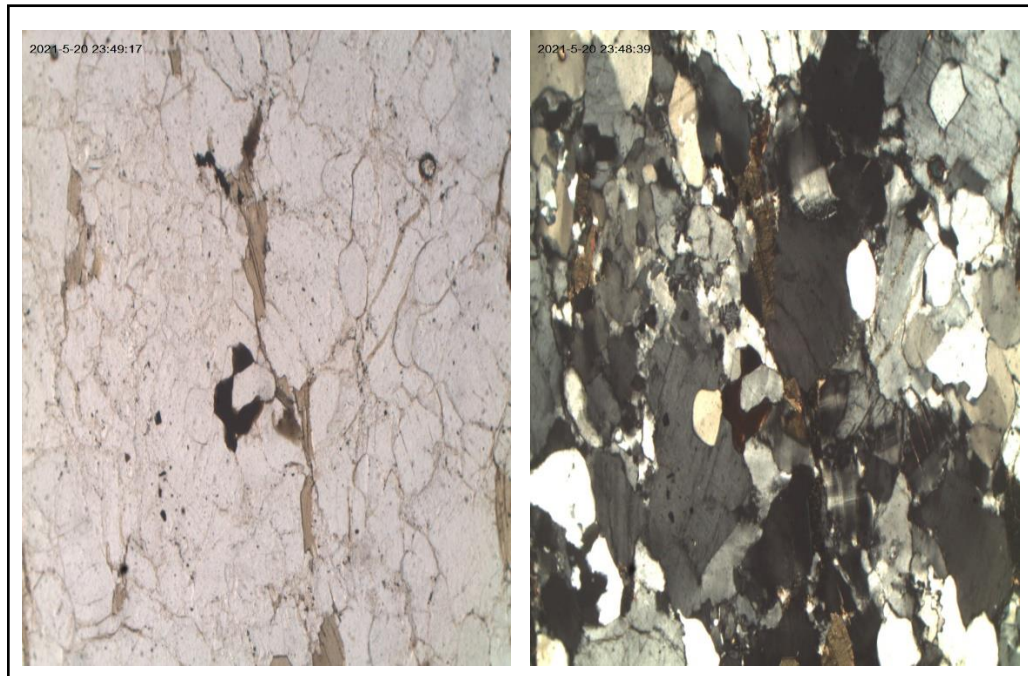


Figura 5.4 Muestra M-3: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda)

5.2.3 MUESTRA M-5. CHARNOKITA

Coordenadas UTM: 477.347 y 851.712. Elevación: 232 m.

Macroscópicamente es una roca de grano medio, de color gris oscuro (máficos) y colores claros (félsicos). La roca presenta leves bandeamientos (Figura 5.5).



Figura 5.5 Muestra de mano de la roca M-5.

Microscópicamente es una roca metamórfica de textura Granoblástica, constituida por cristales equidimensionales xenoblásticos, entre los cuales se destaca el Cuarzo (25%) con notable extinción ondulante y ausencia de alteraciones, y en ocasiones en pequeños granos como inclusiones dentro de los feldespatos.

El feldespato más abundante es la Plagioclasa Sódica (25%) con maclas polisintéticas. Y entre los feldespatos potásicos presentes en la roca están sus variedades: Pertita (5%), Microclina (5%), Ortosa (1%). La alteración a Sericita (1%) de los feldespatos es muy escasa.

Como minerales máficos se tiene la Biotita (15%) en paquetes de cristales tabulares con orientación paralela. Además se observan cristales de Piroxenos del tipo Ortopiroxeno de Hierro como lo es la Hiperstena (Broncita) (15%) con fracturas mostrando clivaje rectangular. También hay algunos pequeños cristales de Granate (2%), Minerales Opacos (2%), Óxidos de Hierro (1%), Apatita (1%) y Circón (1%)

dispersos por la muestra. Hay escasa Mirmequita (1%) como intercrecimiento entre el Cuarzo y el Feldespato (Figuras 5.6 y 5.7).

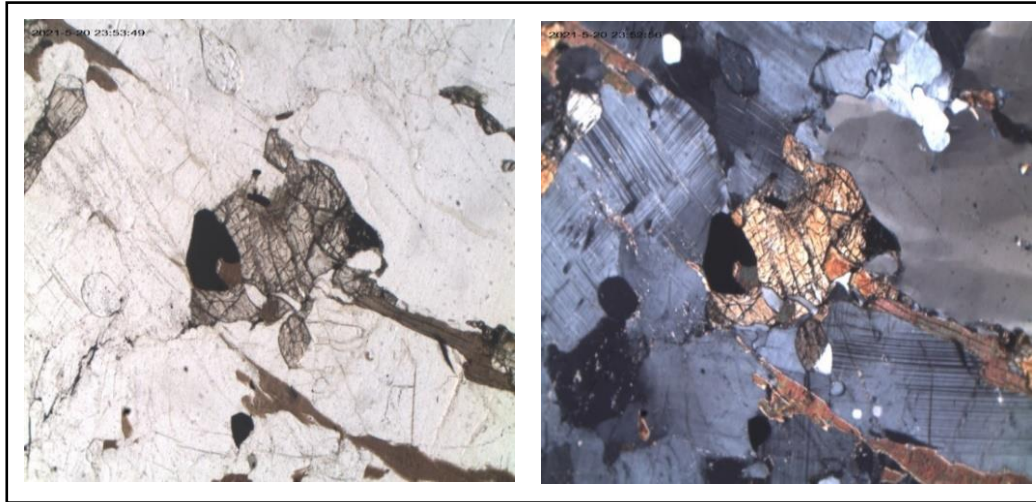


Figura 5.6 Muestra M-5: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda)

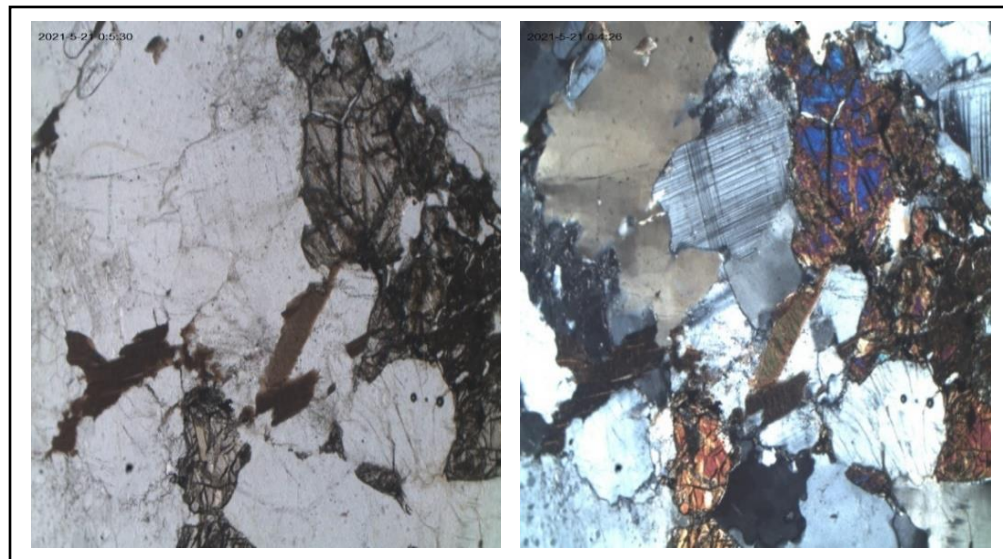


Figura 5.7 Muestra M-5: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda)

5.2.4 MUESTRA M-6. CUARCITA

Coordenadas UTM 479.563 y 857.357. Elevación 205 m.

Macroscópicamente es una roca de grano medio y color gris oscuro. Presenta también algunos minerales de color amarillo, que sería la alteración de los minerales presentes en la roca (Figura 5.8).



Figura 5.8 Muestra de mano de la roca M-6.

Microscópicamente es una roca metamórfica de textura Granoblástica, constituida por cristales equidimensionales xenoblásticos, entre los cuales se destaca el Cuarzo (60%) con notable extinción ondulante y ausencia de alteraciones.

Los feldespatos potásicos en sus variedades: Microclina (8%), Ortosa (3%) y Pertita (2%), los acompaña también la Plagioclasa Sódica (1%). La alteración a Sericita (1%) de los feldespatos es muy escasa.

Como minerales máficos se tiene el Piroxeno tipo Hiperstena (12%), Ortopiroxeno de Hierro, mostrando su clivaje rectangular, y la mica Biotita (10%) en paquetes de cristales tabulares con orientación paralela y en ocasiones parcialmente cloritizada (1%). También hay pequeños cristales de Minerales Opacos (1%) dispersos en la muestra y escasa Mirmequita (1%) (Figura 5.9).

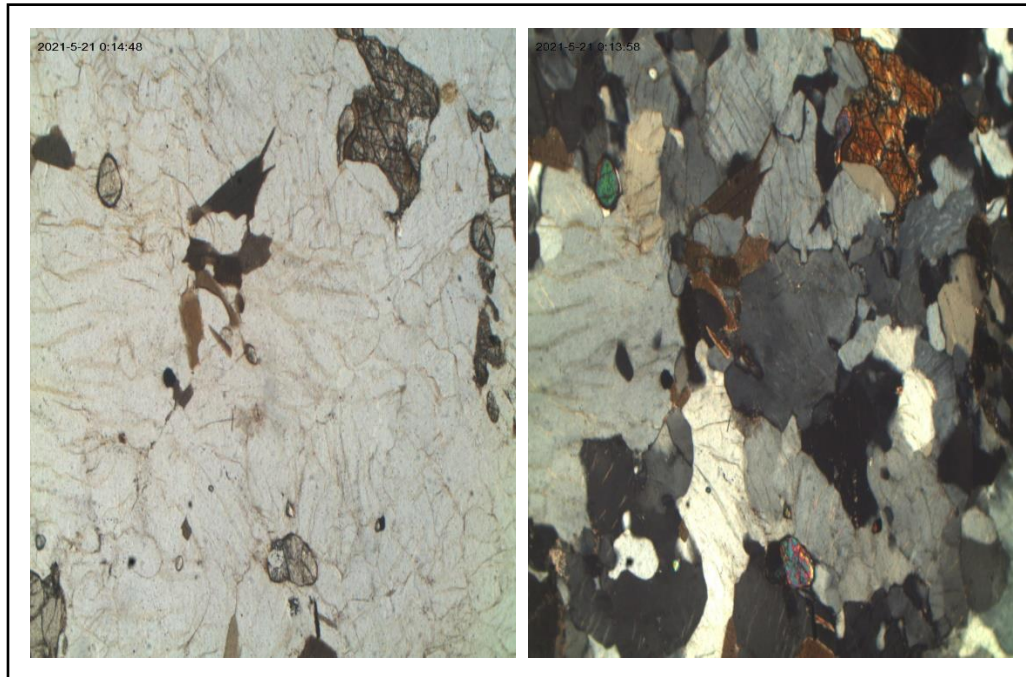


Figura 5.9 Muestra M-6: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda)

5.2.5 MUESTRA M-7. GNEISS GRANATÍFERO CATACLÁSTICO

Coordenadas UTM: 483.071 y 869.415. Elevación: 165 m.

Macroscópicamente es una roca de grano medio a grueso, de color rosado por la presencia de feldespatos y mica biotita que le da un aspecto moteado. Se observa también Cuarzo que es de color blanco. (Figura 5.10).



Figura 5.10 Muestra de mano de la roca M-7.

Microscópicamente es una roca metamórfica de textura Cataclástica, caracterizada por una granulación de los minerales fracturados; es una textura debida a la disgregación de los granos y agregados minerales; es una textura de deformación típica de zonas de cizallamiento. Presenta también una textura Granoblástica, constituida por cristales equidimensionales xenoblásticos y una textura porfidoblástica con inclusiones de otros minerales (textura poiquiloblástica).

Entre los minerales que constituyen la roca se destaca el Cuarzo (48%) con notable extinción ondulante y ausencia de alteraciones.

Los feldespatos potásicos en sus variedades: Pertita (15%), Microclina (2%), acompañados de Plagioclasea sódica (3%). La alteración Sericita (2%) de los feldespatos es escasa.

Como minerales máficos la mica Biotita (8%) de cristales tabulares con orientación paralela.

En una porción de la roca se encuentra el Granate (8%) en cristales grandes (porfidoblastos), de forma irregular e intensamente fracturado y alterado a Clorita (5%) a lo largo de las fracturas. Se presentan algunas inclusiones de Cuarzo en los cristales de Granate de mayor tamaño. También hay Óxido de Hierro (8%); se presenta rellenando la mayoría de las fracturas que poseen algunos minerales y como matriz entre algunos cristales.

Por último están los Minerales Opacos (1%) dispersos por la muestra (Figuras 5.11 y 5.12).

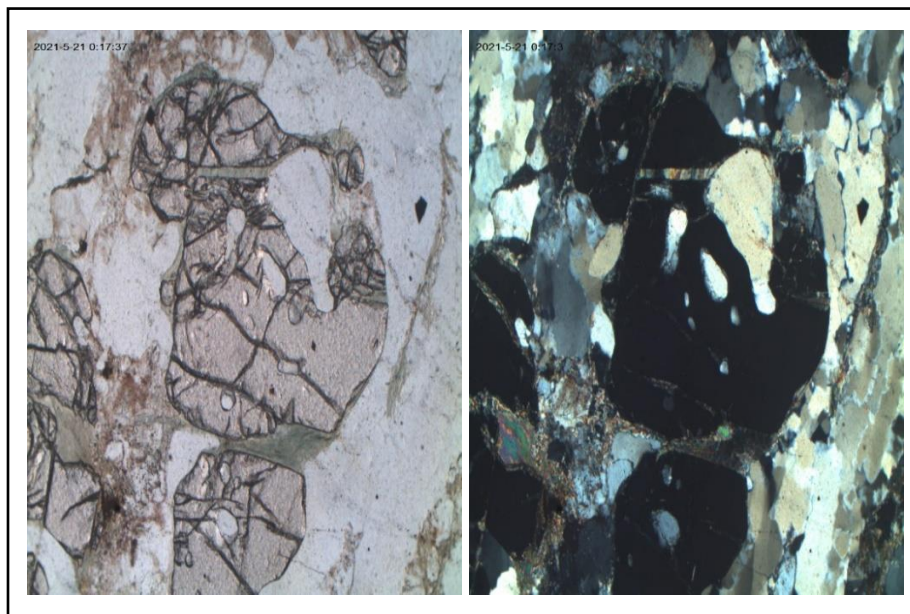


Figura 5.11 Muestra M-7: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda)

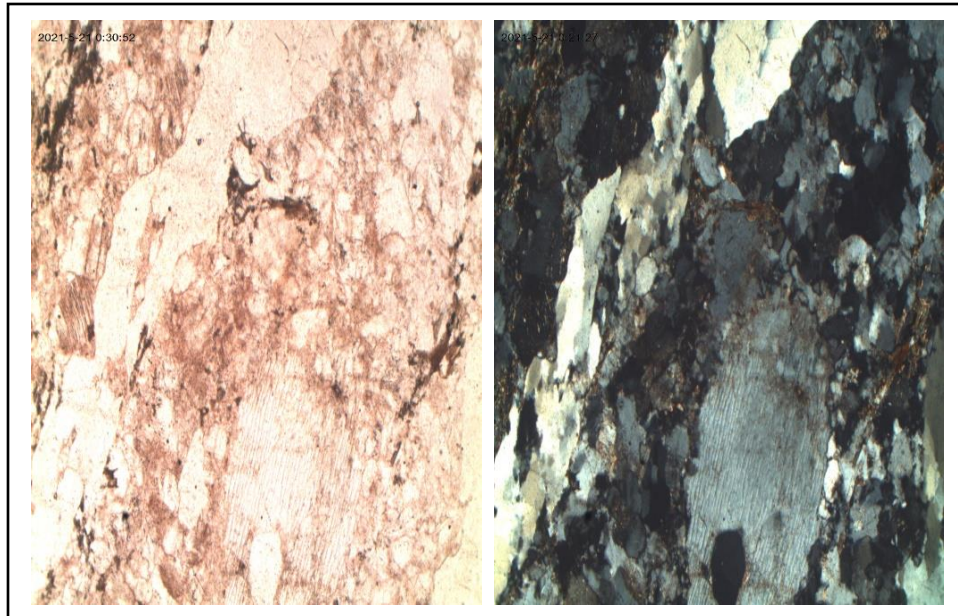


Figura 5.12 Muestra M-7: microfotografía con nícoles cruzados derecha) y nícoles paralelos (izquierda)

5.2.6 MUESTRA M-8 NORTE. GNEISS CATACLÁSTICO

Coordenadas UTM 483.548 y 870.447. Elevación 134 m.

Macroscópicamente la roca es un Gneiss; se observa el bandeamiento de los minerales con presencia de Augen-gneiss. Los minerales presentes son feldespatos de color rosado, bandas de mica Biotita de color negro y Cuarzo en color blanco. De grano medio o grueso (Figura 5.13).



Figura 5.13 Muestra de mano de la roca M-8 Norte.

Roca metamórfica de textura Granoblástica, formada por cristales equidimensionales xenoblásticos, entre los cuales se destaca el Cuarzo (50%) con notable extinción ondulante. En algunas partes de la roca se presenta la textura Cataclástica, caracterizada por una granulación de los minerales fracturados rodeando a granos de mayor tamaño. Es una textura debida a la disgregación mecánica de los granos y agregados minerales.

Los Feldespatos potásicos en sus variedades: Microclina (18%), Pertita (10%), los acompaña la Plagioclasea Sódica (3%). La alteración a Sericita (2%) de los feldespatos es escasa.

Como minerales máficos la mica Biotita (12%) en paquetes de cristales tabulares con orientación paralela. Está presente también Óxidos de Hierro (2%) a lo largo de la muestra.

También hay Minerales Opacos (2%) y Circón (1%) dispersos en la roca (Figura 5.14).

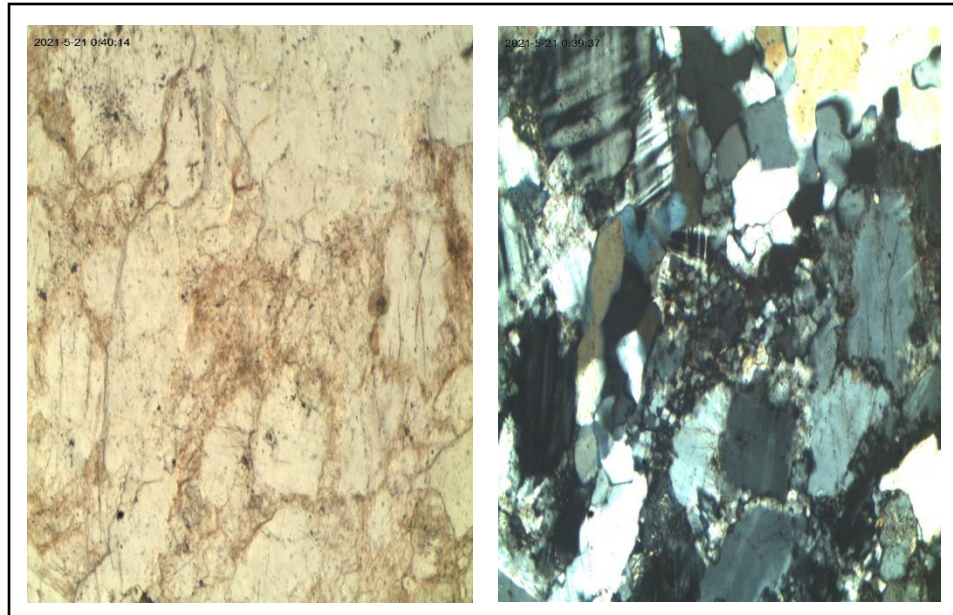


Figura 5.14 Muestra M-8 Norte: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda)

5.2.7 MUESTRA M-8 SUR. MILONITA

Coordenadas 483.548 y 870.447. Elevación 134 m.

Macroscópicamente es una roca de color marrón claro a blanco que ha sufrido mucho cizallamiento, presentando bandas muy finas (Figura 5.15).



Figura 5.15 Muestra de mano de la roca M-8 Sur.

Microscópicamente es una roca metamórfica de textura Cataclástica constituida por una granulación de los minerales fracturados, es una textura debida a la disgregación mecánica de los granos y agregados minerales. También presenta textura Granoblástica, constituida por cristales equidimensionales xenoblásticos, entre los cuales destaca el Cuarzo (55%) con notable extinción ondulante, y algunos cristales fracturados.

Los feldespatos potásicos es sus variedades: Microclina (8%), Ortosa (6%) y Pertita (5%), muchos de estos feldespatos están fracturados y otros cristales rotos, posiblemente por el efecto cataclástico. La alteración a Sericita (2%) de los feldespatos es escasa.

Como minerales máficos se tiene la mica Biotita (12%) en paquetes de cristales tabulares con orientación paralela formando bandas en las rocas. Óxidos de Hierro (2%) el cual además de estar en cristales está presente rellenando algunas fracturas que poseen algunos minerales. Clorita (5%) distribuida en toda la muestra.

También hay pequeños granos de Circón (2%) y Minerales Opacos (2%) dispersos por la muestra (Figura 5.16 y 5.17).

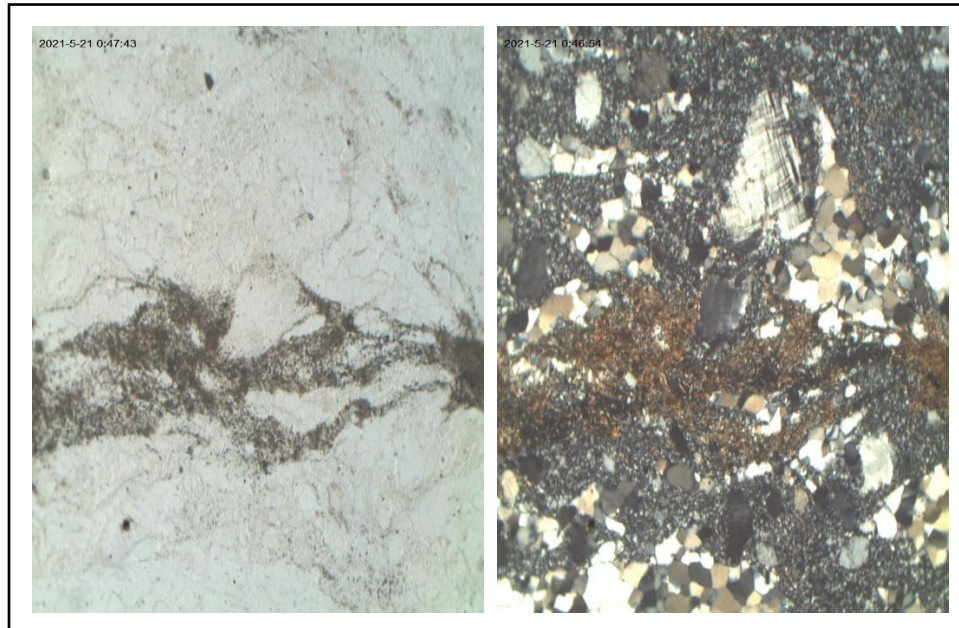


Figura 5.16 Muestra M-8 Sur: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda)

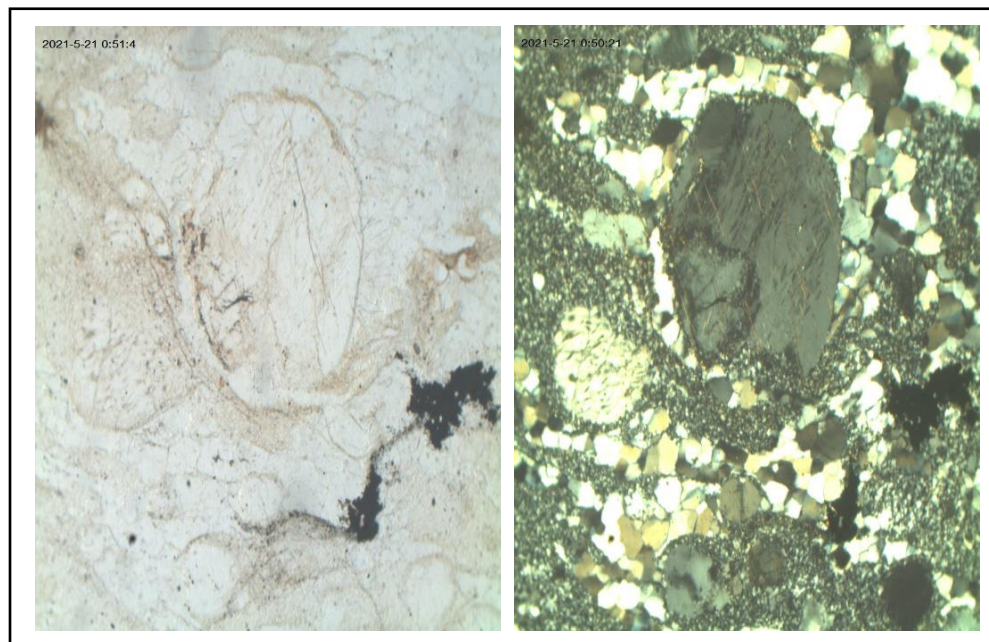


Figura 5.17 Muestra M-8 Sur: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda)

5.2.8 MUESTRA M-10. ANFIBOLITA

Coordenadas UTM: 486.593 y 874.953. Elevación 111 m.

Macroscópicamente es una roca de color gris oscuro a negro, de grano fino. Presenta bandas finas de minerales de un gris más claro (Figura 5.18).



Figura 5.18 Muestra de mano de la roca M-10.

Roca metamórfica de textura Nematoblástica, constituida por minerales que tienen formas prismáticas alargadas o fibrosas y están paralelas o subparalelas, entre los cuales se destaca el Anfíbol tipo Hornblenda (47%), con fracturas mostrando clivaje rómbico característico.

Los feldespatos presentes son las Plagioclasas, xenoblásticas, de composición intermedia (44%), con maclas polisintéticas y otras con extinción concéntricas; éstas últimas más abundantes en la muestra.

También hay pequeños granos de Minerales Opacos (5%), Óxidos de Hierro (2%) y Cuarzo (2%) dispersos por la muestra (Figura 5.19).

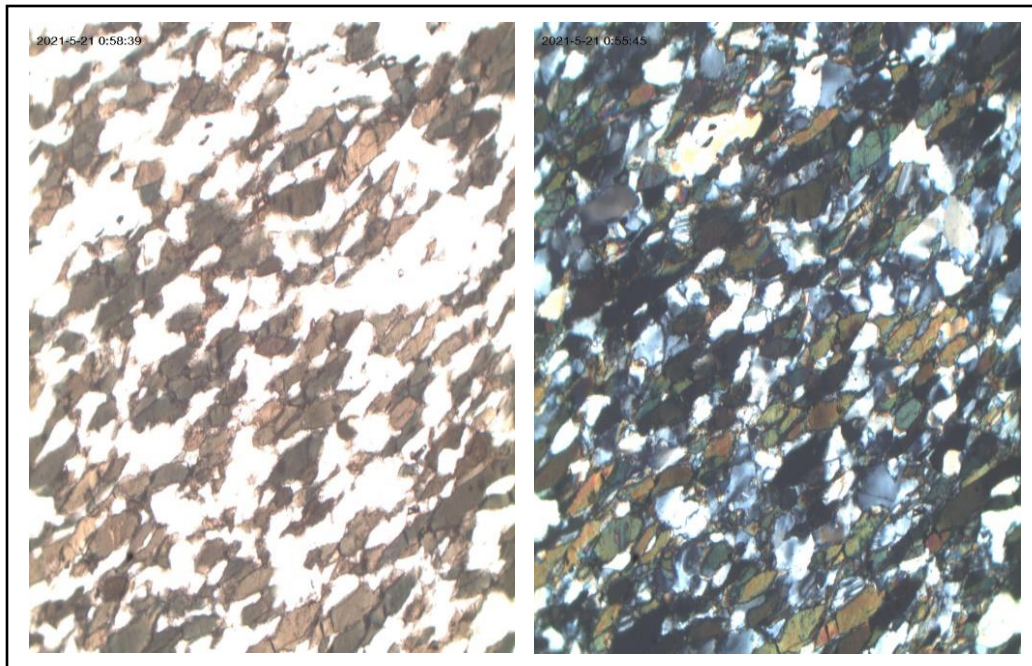


Figura 5.19 Muestra M-10: microfotografía con nícoles cruzados (derecha) y nícoles paralelos (izquierda)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Las unidades litológicas aflorantes en el área de estudio varían desde Gneiss, Cuarcitas, Milonitas, Charnockitas y Anfibolitas.
2. De las 8 rocas analizadas macroscópicamente se presentaron 3 rocas con texturas de grano medio, 1 de grano medio – gnéisico, 2 de grano medio a grueso, y 2 de grano fino. Los minerales identificados en las muestras de mano fueron en forma general Cuarzo, Feldespatos y mica Biotita, así como en algunas rocas se presentaron minerales secundarios como Óxidos de hierro.
3. Bajo el microscopio, las rocas y texturas identificadas fueron: tres Gneiss con textura Granoblástica, una Charnockita con textura Granoblástica, una Cuarcita con textura Granoblástica, un Gneiss Granatífero con textura Cataclástica, una Milonita con textura Cataclástica y una Anfibolita con textura Nematoblástica.
4. Los dos Gneiss (M-1, M-3) y la Cuarcita (M-6) ubicados en la parte Sur de la zona de estudio, presentaron una composición granítica, compuestos principalmente de Cuarzo y Feldespatos potásicos y textura Granoblástica, es decir, cristales equidimensionales y de forma irregular. Las tres muestras están afectadas ligeramente por fallas, evidenciado en la textura Cataclástica incipiente que muestran en algunos de los cristales.
5. La Charnockita (M-5), también ubicada al Sur en la zona de estudio, presentó textura Granoblástica con su mineralogía característica de Cuarzo, Plagioclasas y Ortopiroxenos.

6. Las muestras M-7 y M-8 Norte y Sur, están ubicadas en la parte Centro y Norte de la zona de estudio. Muestran mayores efectos de metamorfismo cataclástico debido a su proximidad con la Falla de Guri. La M-7 tiene porfidoblóstos de Granate y la M-8 Sur es una Milonita con grandes cristales de Cuarzo como reliquias de la roca original, rodeados de una granulación Cuarzo Feldespática formando finísimas bandas junto con las micas.
7. La muestra más al Norte es la M-10, correspondiente a una Anfibolita con su típica textura Nematoblástica, con Hornblenda y Plagioclasa como minerales mayoritarios.

Recomendaciones

1. Continuar el estudio petrográfico en la zona al norte del río Claro hasta la llamada Piedra del Elefante para caracterizar otras litologías presentes en ese eje vial.
2. Hacer análisis químicos a las muestras para complementar la petrografía y la petrología de la zona.

REFERENCIAS

Ascanio. (1975). **EL COMPLEJO DE IMATACA EN LOS ALREDEDORES DEL CERRO BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.**

C.V.G. TÉCNICA MINERA (TECMIN) (1989). **PROYECTO INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN GUAYANA.**

Fidias, Arias. (2006). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.** Editorial Episteme. Caracas, Venezuela.

Graffe, Robert; Ortiz Jesús. (2002). **EXPLORACIÓN DE ROCAS GRANÍTICAS DEL CERRO GUZMANEGO ENTRE CIUDAD PIAR Y SANTA ROSA. MUNICIPIO RAÚL LEONI, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.** Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Núcleo Bolívar, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar, Venezuela.

Heinrich, E, (1971). **PETROGRAFÍA MICROSCÓPICA.** Editorial Omega. 24 de junio de 2014. Madrid, España, P 320.

Kalliokoski, J. (1965). **GEOLOGÍA DE LA PARTE NORTE-CENTRAL DEL ESCUDO DE GUAYANA, VENEZUELA.**

Méndez, José (2006). **PETROLOGÍA.** Universidad Central de Venezuela, Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Caracas, Venezuela.

Mendoza, Vicente. (2012). **GEOLOGIA DE VENEZUELA: EVOLUCION GEOLOGICA, RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA Y REVISION DEL PRECAMBRICO MUNDIAL.** Tomo I, Gran Colombia Gold, Bogotá, Colombia.

Williams H, Turner F, Gilbert C., (1982). **PETROGRAPHY: AN INTRODUCTION TO THE STUDY OF ROCKS IN THIN SECTIONS.** 2nd edn.: W.H. Freeman, San Francisco, CA.