

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA ENTRE EL
MIRADOR Y LA UNIVERSIDAD GRAN MARISCAL DE
AYACUCHO UBICADOS EN LA MARGEN DERECHA DEL
RIO ORINOCO, CIUDAD BOLÍVAR, PARROQUIA
CATEDRAL, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO,
ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO
POR LA BACHILLER
RODRÍGUEZ C.
MARIANNYS A. PARA
OPTAR AL TÍTULO DE
GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, JUNIO 2024

HOJA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, intitulado **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA ENTRE EL MIRADOR Y LA UNIVERSIDAD GRAN MARISCAL DE AYACUCHO UBICADOS EN LA MARGEN DERECHA DEL RIO ORINOCO, CIUDAD BOLÍVAR, PARROQUIA CATEDRAL, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA**”, presentado por la bachiller MARIANNYS ARCELINA RODRÍGUEZ CAÑAS, **Cédula de Identidad:** 20556182., ha sido **APROBADO** de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:	Firma:
Prof. Gisela Silva _____ (Asesor)	_____
Prof. Jacques Edlibi _____ Jurado	_____
Prof. Berenice Sandoval _____ Jurado	_____
_____ Jefe del Departamento de Geología	_____ Director de la Escuela de Ciencias de la Tierra

Ciudad Bolívar ____ de _____ 2024

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedico a Jehová Dios, mi padre el cual es mi ayudador, siempre está conmigo. Toda la gloria y honra sean para Dios.

Mariannys A. Rodríguez Cañas

AGRADECIMIENTOS

Estoy agradecida con Jehová Dios mi padre, por haberme dado la sabiduría, inteligencia y entendimiento, fortaleza para realizar y culminar con éxito el trabajo de grado toda la gloria y la honra es de Dios.

Mis agradecimientos a mi madre Marisol Cañas, me muestra y continúa mostrándome su apoyo incondicionalmente, me aconseja, me impulsa y motiva cada día a lograr mis metas trazadas; agradezco a mi hermana Yennifer Rodríguez Cañas, me muestra su apoyo, me aconseja cada día.

Agradezco a la profesora Gisela Silva, por ser mi tutor académico, por su apoyo y orientación para llevar a cabo el trabajo de grado. Conjuntamente al Ing. Yuraidi Bravo y al personal que forman parte de INGEOMIN por el apoyo prestado para el análisis de las muestras recolectadas en campo.

Mariannys A. Rodríguez Cañas.

RESUMEN

El área de estudio está ubicada entre la margen derecha del río Orinoco y la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, se encuentra entre las coordenadas latitud Norte 08°08'49.5" y longitud Oeste 63°33'04.3". En el estado Bolívar, Ciudad Bolívar, el municipio Angostura del Orinoco, parroquia Catedral. Este trabajo tiene como finalidad la caracterización geológica – estructural del sector entre El Mirador y La UGMA, en el paseo Orinoco. Es una investigación de tipo descriptiva y con un diseño documental y de campo. Para el logro de los objetivos se recolectó información en 10 estaciones, ubicadas en el Complejo de Imataca. Y se recolectaron 8 muestras de rocas; de ellas se les realizó el análisis mineralógico macroscópico con una lupa 10X. Cada estación se ubicó con las coordenadas U.T.M., en huso 20, datum La Canoa; y se midieron los rumbos de las diaclasas, foliación y fallas. Se utilizó como cartografía la hoja 7539 (Ciudad Bolívar) a escala 1:100.000 y las imágenes de Google Earth. Para procesar los datos de las estructuras se utilizó la aplicación stereonet, y elaborar los diagramas de rosetas; en los cuales se analizaron los sistemas de diaclasas y los azimut que presentan en el área de estudio; procesando información de 9 datos de foliaciones y 13 datos de diaclasas. El mapa geológico se elaboró con datos de campo, utilizó la aplicación de PowerPoint del office 2016 y el Autocad Land y Autocad 2012, para digitalizarlo. Los resultados obtenidos del levantamiento de campo indican la presencia de 2 unidades estratigráficas en la zona: el Complejo de Imataca. La composición mineralógica de los gneises monzograníticos es Cuarzo 10-30%, Plagioclasa 22–30 %, Feldespatos 20-30%, Mica biotita 5-20%, Anfíbol 5-10%; de las granulitas máficas es Plagioclasa 50%, Mica biotita 20%, Anfíbol 20%, Cuarzo 10% y Granate 5%; de los gneis cuarzo monzodiorítico es Plagioclasa 70%, Cuarzo 15%, Feldespatos 10% y Mica biotita 5%; de las pegmatitas de sienita es Feldespatos 50%, Cuarzo 30%, Plagioclasa 15% y Mica biotita 5%. En la zona de estudio las diaclasas verticales tienen rumbo N40°E y norte franco, la foliación con rumbos S70°E, S10°W, N65°E, N52°E y S78°E, y las cizallas fracturas ortogonales con rumbos norte franco y este franco. El patrón geométrico de los sistemas de diaclasas de los diagramas de rosetas de 6 estaciones (E1, E1-A, E6, E6-A, E7 y E12), indica sistemas de diaclasas conjugadas y ortogonales, y se determinó que la dirección de los esfuerzos σ_1 , son NW-SE. Estas direcciones se corresponden con los estudios regionales. De acuerdo al mapa geológico de la zona de estudio predominan las rocas del Complejo de Imataca en un 90 % y la unidad de Sedimentos de Reciente ocupa el 10%. Analizando los sectores del mapa geológico tenemos: al este se encuentra tanto el Complejo de Imataca, conformados por gneises monzoníticos de grano medio grises y rosados, como Sedimentos aluvionales del Reciente conformados por arenas micáceas, de grano medio a fino, marrón claro; en la parte central del área también se encuentra los Sedimentos del Reciente y el Complejo de Imataca, conformado por gneises monzograníticos, gneises cuarzo-monzodiorítico y granulitas máficas; y al oeste, solo el Complejo de Imataca conformado por gneises monzograníticos con pegmatitas de Sienita y granulitas máficas.

CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
SITUACIÓN A INVESTIGAR	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Objetivo de la investigación	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 Alcances de la investigación	4
1.5 Limitaciones de la investigación	4
CAPÍTULO II	3
GENERALIDADES	3
2.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio	3
2.2 Acceso al área de estudio	4
2.3 Características físico naturales	5
2.3.1 Clima	5
2.3.2 Vegetación	9
2.4 Geomorfología	9
2.4.1 Planicie	10
2.5 Geología	11
2.5.1 Complejo de Imataca	11
2.5.2 Formación Mesa	11
2.5.3 Sedimentos Recientes	12
2.6 Geología local	13
CAPÍTULO III	15

MARCO TEÓRICO	15
3.1 Antecedentes de la investigación	15
3.2 Fundamentos teóricos.....	17
3.2.1 Clasificación petrográfica de las rocas metamórficas.....	18
3.2.3 Tipos de diaclasas	20
3.2.4 Origen de las diaclasas.....	22
3.2.5 Zonas de cizalla	23
3.2.6 Plegamiento pasivo o de flujo.....	23
3.2.7 Indicadores cinemáticos (complejos porfiroblasto-cola).....	24
3.2.8 Diaclasas generadas por esfuerzos tectónicos, asociadas a fallas y asociadas a zonas de cizalla frágil – dúctil.....	25
3.2.9 Medida de las direcciones características de las diaclasas	25
3.2.10 Diagrama de Rosas o Roseta	26
3.3 Diagrama de rosas.....	27
3.3.1 Objetivo del Uso de la Roseta de Diaclasa.....	27
3.3.2 Procedimiento para confeccionar una roseta	28
3.4 Definición de términos básicos	28
3.4.1 Diaclasas	28
3.4.2 Diaclasas según su apariencia.....	28
3.4.3 Familias de diaclasas	29
3.4.4 Sistema de diaclasas.....	30
3.4.5 Origen de las diaclasas.....	30
3.4.6 Rumbo y buzamiento	30
3.4.7 Zona de cizalla	31
3.4.8 Clasificación de las fracturas	31
3.4.9 Fallas, zonas de falla y zonas de cizalla.....	31
3.4.10 Sills.....	32
3.4.11 Diques.....	32
3.4.12 Foliación.....	33
3.4.13 Textura porfidoblástica.....	33
3.4.14 Factores que controlan en metamorfismo.....	33
3.4.15 Tipos de rocas metamórficas	34
3.4.16 Análisis mineralógico	39
3.4.17 Mapa geológico	39

CAPÍTULO IV	40
METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	40
4.1 Tipo de investigación	40
4.2 Diseño de investigación	40
4.3 Población y muestra de la investigación	41
4.3.1 Población de la investigación	41
4.3.2 Muestra de la investigación	41
4.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos	41
4.4.1 Técnicas de recolección de datos.....	41
4.4.2 Revisión bibliográfica y cartográfica.....	42
4.4.3 Instrumentos para recolección de datos	43
4.5 Flujograma de investigación	43
4.5.1 Etapa 1 Planificación y selección del área.....	44
4.5.2 Etapa II: Trabajo de campo.....	45
4.5.3 Etapa III: Análisis de laboratorio.....	46
4.5.4 Etapa IV: Trabajo de oficina.....	47
CAPÍTULO V	49
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	49
5.1 Descripción de las unidades geológicas del área de estudio	49
5.2 Descripción de los afloramientos entre El Mirador y la UGMA	51
5.2.1 Estaciones E1, y E2	53
5.2.2 Estación E3	54
5.2.3 Estación 4.....	55
5.2.4 Estación E5	56
5.2.5 Estación E6	57
5.2.6 Estación E7	57
5.2.7 Estación E8	58
5.2.8 Estación E9	59
5.2.9 Estación E10	60
5.3 Clasificación petrográfica macroscópica, de las muestras de rocas.....	60
5.4 Clasificación de las estructuras geológicas presentes en los afloramientos	64
5.5 Análisis del diagrama de rosas de las estructuras geológicas	65
5.5.1 Diagrama de rosas de las diaclasas	65

5.5.2 Diagrama de rosas de las zonas de cizalla	69
5.5.3 Diagrama de rosas de las foliaciones	70
5.6 Análisis del mapa geológico	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
Conclusiones	76
Recomendaciones	77
REFERENCIAS	78

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	3
2.2 Acceso al área de estudio. Fuente: Google Maps (2023).....	4
2.3 Mapa geológico-geomorfológico de la zona de estudio. Fuente: Mapa geomorfológico de Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz de Yáñez G. (1971) a escala 1:50.000.....	14
3.1 Tipos de diaclasas (Wolfgang, G., 2001).....	21
3.2 Familia de diaclasas (A) y 2 familias de diaclasas (B) (Fossen, 2010).....	22
3.3 Sistema de conjugadas (Fossen, 2010).....	22
3.4 Plegamiento de flujo (Fossen, 2010).....	24
3.5 Porfiroblastos-cola (Fossen, 2010).....	25
3.6 Diaclasas generadas por esfuerzos tectónicos (Jiménez, 2016).....	26
3.7 Representación gráfica de frecuencias de orientaciones de diaclasas (Jiménez, 2016).....	26
3.8 Roseta de diaclasas (Wolfgang, G., 2001).....	27
4.1 Flujograma de las actividades de las etapas de investigación.....	41
4.2 Diagrama de rosas de las estructuras.....	45
5.1 Mapas con la ubicación de las estaciones.....	48
5.2 Afloramientos de las estaciones E1 y E4.....	50
5.3 Estación E1: gneis monzogranítico con diaclasas radiales y verticales.....	51
5.4 Estación E1: gneis monzogranítico con diaclasas verticales y radiales.....	51
5.5 Estación 3: granulita con foliación.....	52
5.6 Afloramiento de granulita con porfidoblastos de cola en la estación 3.....	52
5.7 Estación E4: granulitas con cizallamiento ortogonal.....	53
5.8 Estación 4: granulia con diaclasas radiales.....	53
5.8 Afloramiento de gneis monzogranítico de la estación E5.....	54
5.9 Estación 6, afloramiento de gneis cuarzo monzodiorítico con estructura tipo domo.....	55

5.10 Afloramiento de gneis monzogranítico de la Estación 7.....	55
5.11 Estación E-7: gneis tipo monzogranítico con pliegues de flujo.....	56
5.12 Afloramiento de E8, de gneis tipo monzogranítico con estructura tipo domo.....	56
5.13 Afloramiento de la estación 9, de gneis monzogranítico a orillas del río Orinoco.....	57
5.14 Estación 9: Sills de pegmatita en gneis monzogranítico.....	57
5.15 Afloramiento de gneis cataclástico, a orillas del río Orinoco, al lado izquierdo de la escalinata, del puerto de lanchas.....	58
5.16 Muestras de rocas de la zona de estudio entre El Mirador y la UGMA: E-1, E-2, E-4, E-5 gneis monzogranítico; E-6 gneis cuarzo-monzodiorítico, E-3 granulita máfica y en E-7 gneis monzogranítico – pegmatita de sienita (relleno de fractura).....	61
5.17 Diagrama de Rosas de las diaclasas de la zona de estudio.....	63
5.18 Diagrama de Rosas de la estación E1.....	64
5.19 Diagrama de rosas E2 y E3.....	65
5.20 Diagrama de rosas de la estación 4.....	65
5.21 Diagrama de rosas de la estación 10.....	67
5.22 Diagrama de rosas de las zonas de	67
5.23 Diagrama de rosas de las foliaciones.....	68
5.24 Mapa geológico del área de	69
5.25 Mapa geológico de la parte este del área de estudio.....	71
5.26 Mapa geológico de la parte central del área de estudio.....	72
5.27 Mapa geológico de la parte oeste del área de estudio.....	73

LISTA DE TABLAS

	Página
5.1 Coordenadas U.T.M de las estaciones.....	47
5.2 Resumen de datos de campo de las estaciones.....	49
5.3 Clasificación de las rocas estaciones E1, E2, E3 y E4	59
5.4 Clasificación de las rocas estaciones E5, E6, E7 y E8	60
5.5 Datos de las estructuras geológicas observadas en los afloramientos.....	62

INTRODUCCIÓN

La zona de estudio se encuentra ubicada en la zona geológica en el Complejo de Imataca, perteneciente a la Provincia Geológica de Imataca, que están constituido por las rocas más antiguas en la geocronología del territorio venezolano. En este podemos encontrar gran cantidad de rocas ígneas y metamórficas; entre ellos tenemos, gneises, anfibolitas, entre otros. Que se extiende en la zona de estudio en la margen derecha del Orinoco, las cuales se encuentran deformados por eventos tectónicos; donde se presentan diversas estructuras, tales como diaclasas, zonas de falla y cizallas, estructuras de cizallas, pliegues de flujo, foliaciones, bandeamientos entre otros.

El presente trabajo muestra los resultados de la investigación estructural realizada en los afloramientos ubicados en la margen derecha del río Orinoco, en el sector paseo Orinoco, comprendido entre el Mirador y la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, parroquia Catedral, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar, Venezuela. En consecuencia, en este estudio se describen las características físico naturales del área además se identificarán y clasificarán las unidades y estructuras geológicas, la descripción microscópica de las rocas aflorantes y la elaboración de un mapa geológico estructural de la zona.

Este proyecto está estructurado en 5 capítulos siguiendo los lineamientos del manual del trabajo de grado de la Universidad de Oriente, núcleo Bolívar, donde el primero de ellos es el planteamiento del problema, en el segundo trata de las generalidades del área, en el tercero se refiere al marco teórico utilizada mientras que en el cuarto capítulo establece la metodología aplicada y en el quinto se analizan los resultados obtenidos, para finalmente pasar a las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

El siguiente trabajo de investigación consiste en la caracterización geológica de los afloramientos rocosos ubicados específicamente en la margen derecha del río Orinoco de la zona entre el Mirador y la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho parroquia Catedral, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar.

El presente estudio se genera debido a la escasa información sobre los afloramientos rocosos ubicados en el área anteriormente mencionada. En la actualidad la zona de la margen derecha del río Orinoco y sus adyacencias son usadas para fines turísticos y recreacionales con este estudio se impulsa aumentar el conocimiento sobre las estructuras geológicas presentes en la zona y aportar información nueva sobre las rocas aflorantes.

Se realizó la inspección del área para determinar las estructuras geológicas, así como también, así como también la descripción de los afloramientos rocosos.

1.2 Objetivo de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Realizar la caracterización geológica de la zona entre el Mirador y la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho en la margen derecha del río Orinoco, Ciudad Bolívar, parroquia Catedral, mediante el levantamiento geológico de superficie.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Describir las características geológicas de las unidades estratigráficas, entre el Mirador y la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, paseo Orinoco, mediante el levantamiento geológico de superficie.

2. Clasificar petrográficamente las rocas pertenecientes a los afloramientos mediante análisis macroscópico.

3. Clasificar las estructuras geológicas presentes en los afloramientos del sector, determinando sus direcciones y buzamientos, realizando mediciones de campo.

4. Realizar análisis geoestadístico de las mediciones de las actitudes geológicas de las estructuras, elaborando el diagrama de Rosas.

5. Representar en un mapa geológico de superficie las unidades estratigráficas aflorantes y las estructuras asociadas, observadas en campo.

1.3 Justificación de la investigación

Se plantea elaborar este trabajo de investigación para realizar una caracterización geológica de los afloramientos rocosos presentes en el área; mediante el uso de los datos obtenidos en campo y trabajo de oficina. Se espera adquirir nueva información sobre los rasgos geológicos de las estructuras presentes en la zona de estudio, señalar las características, la textura y la composición mineralógica de rocas aflorantes. A demás con la información adquirida contribuir a investigaciones futuras de la zona ya mencionada.

1.4 Alcances de la investigación

Con el presente trabajo de investigación se va a realizar la caracterización geológica de los afloramientos ubicados en la zona entre Mirador y la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, margen derecha del río Orinoco, parroquia Catedral, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar, Venezuela. Mediante la ón de las características geológicas de la zona en un mapa geológico de superficie.

1.5 Limitaciones de la investigación

1. La escasa información geológica del área de estudio.
2. Los recursos económicos para cubrir las diferentes etapas del trabajo.
3. El transporte, no disponer de vehículo para el traslado a la zona de estudio.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio

La zona está ubicada entre la margen derecha del río Orinoco y la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, se encuentra entre las coordenadas latitud Norte $08^{\circ}08'49.5''$ y longitud Oeste $63^{\circ}33'04.3''$. En el estado Bolívar, Ciudad Bolívar, el municipio Angostura del Orinoco, parroquia Catedral. (Figura 2.1)

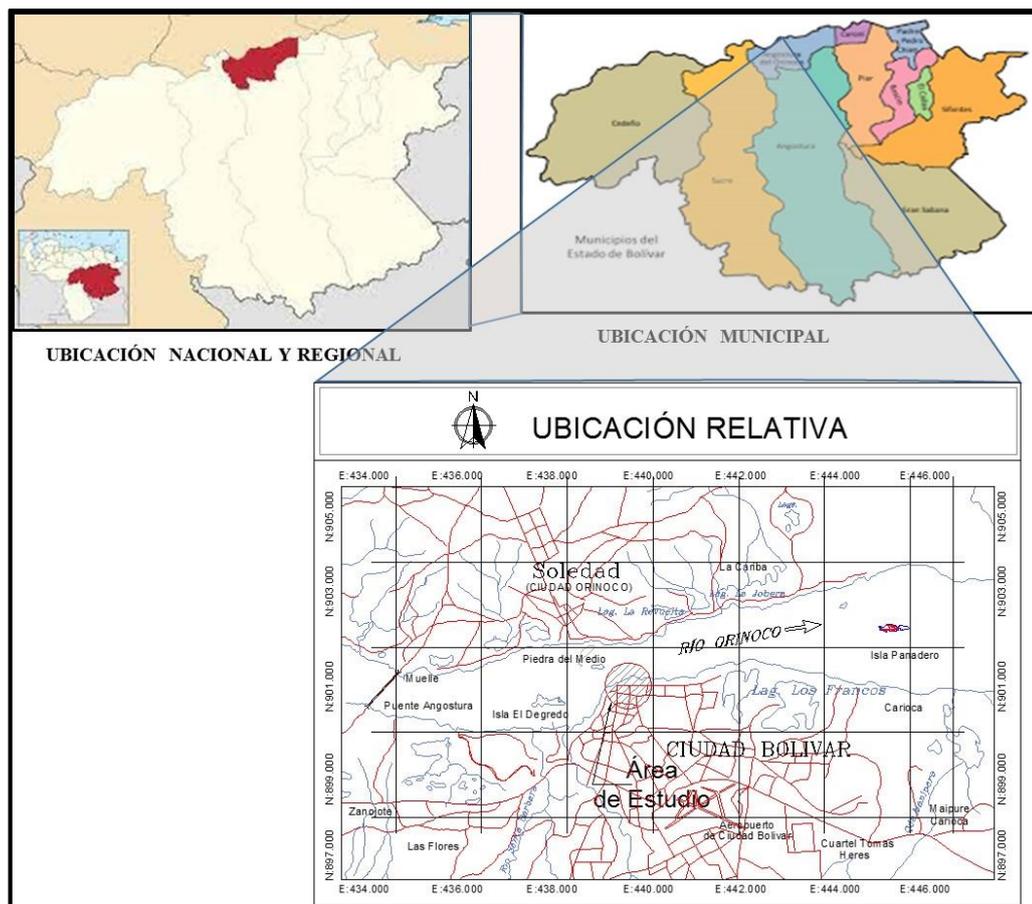


Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.

2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al área de estudio se realiza por vía terrestre, caminando desde la parada de buses en el jardín botánico hacia El Mirador Angostura, de allí al puerto de las lanchitas, el trayecto continuo hacia el sector 12 ventanas, posteriormente a las adyacencias de la UGMA y finalizo en el puerto de las lanchitas (Figura 2.2).



Figura 2.2 Acceso al área de estudio. Fuente: Google Maps (2023).

2.3 Características físico naturales

2.3.1 Clima

Las características climáticas que se muestran a continuación fueron descritas según C.VG TECMIN C.A (1989).

2.3.1.1 Precipitación

El área de estudio cubierta por la hoja NC-20-14, una precipitación total anual promedio de 1400mm. La pluviosidad en el área aumenta en el sentido norte-sur, partiendo de un centro de 800mm localizado en la parte nor-este del área hasta alcanzar 2100mm en el sector sur-occidental de la zona. Esta aérea está caracterizada por un régimen unimodal, ya que presenta un solo máximo durante el año.

En la parte norte del área, la temporada de lluvia comienza a partir del mes de mayo y termina en octubre. Junio es el mes más lluvioso con 160mm en el promedio. El volumen de precipitación registrado en la época de lluvia es más o menos el 80% total anual.

La época de sequía abarca los meses de septiembre hasta abril, siendo febrero y marzo los meses más secos del año.

2.3.1.2 Evaporación

De acuerdo a las estaciones Punta Tamarindo y las Babas, las épocas en las cuales se registran los máximos valores de evaporación son los meses de marzo, abril y octubre. Por otra parte, los máximos valores ocurren uno en el mes de junio y otro en el mes de diciembre.

2.3.1.3 Temperatura media

La temperatura media anual para el área cubierta por la hoja NC-20-14, es de 26° aproximadamente, el comportamiento espacial de la temperatura media anual, nos indica que la temperatura media (27.5°) se localizan al norte del área, en las planicies adyacente al río Orinoco.

En cuanto a la variación anual las curvas de temperatura media anual muestran dos máximos durante el año. El principal ocurre en el mes de mayo y el secundario en septiembre-octubre. Los valores más bajo de la temperatura mínima se registran en los meses enero-febrero.

2.3.1.4 Radiación solar

La radiación anual (directa y difusa) estimada para el área de estudio es de 380 cal/cm por día. De acuerdo a la distribución espacial de la radiación solar media anual, esta disminuye en sentido norte sur desde 410 cal/cm día al norte de punta tamarindo hasta 360 cal/cm día en el sur del área.

Mientras tanto las variaciones anuales de la radiación solar, según la curva de la radiación media anual existen dos épocas durante el año donde se registran los máximos valores.

De acuerdo a la estación Ciudad Bolívar, la variación anual de la radiación es muy pequeña. El primer máximo se registra en el mes de marzo y el segundo en los meses de agosto y septiembre. Por otra parte, en los meses de diciembre y junio ocurren los valores más bajos de la radiación solar media mensual.

2.3.1.5 Insolación

El área de estudio cubierta por la hoja NC-20-14, recibe una insolación media anual de 7,4 horas aproximadamente.

En líneas generales la insolación disminuye desde un centro de 7.8 horas en la parte norte del área entre Moitaco y Ciudad Bolívar hasta 6,6 horas en el sector sur-occidental.

El comportamiento anual de la insolación revela que el mayor valor de hora del sol se produce en los meses de septiembre y marzo. Por otra parte, los mínimos valores de insolación ocurren en los meses de junio, diciembre y enero.

2.3.1.6 Humedad

La humedad relativa media anual para esta zona es de aproximadamente 76%. En el área la humedad relativa en sentido oeste-este, desde un centro de 70% en la parte nor-occidental de la zona hasta alcanzar el 77% en los alrededores del lago de Gurí (mapa de isoclasa de humedad relativa NC 20-14).

Los máximos valores de humedad relativa se registran durante la época de junio-julio y en el mes de diciembre, marzo-abril y octubre-noviembre.

2.3.1.7 Viento

El viento del área de estudio cubierta por la hoja NC 20-14 está determinado por los alisios, la convergencia intertropical (I.T.C), los efectos orográficos locales y el efecto producido por la presencia del lago Gurí.

El área se estudió se caracteriza porque sus vientos tienen una velocidad anual de 11km/h aproximadamente con una dirección prevaleciente este y este-

sureste; sin embargo, es importante señalar que tal comportamiento de la variable viento no puede ser generalizada para toda el área. Ya que la presencia del lago Gurí ocasiona cierto efecto local, es por esto que nos encontramos en la estación Ciudad Bolívar, ocurriendo los valores más altos de velocidad de viento en la época de enero a mayo siendo marzo el valor que registra el valor más alto (15.5km/h) a partir de junio hasta septiembre, la velocidad del viento disminuye, ocurriendo el menor valor (8.4km/h) en este último mes; luego la velocidad vuelve aumentar en la época de en la temporada de octubre a diciembre.

La rosa de viento anual de esta estación muestra que la dirección prevaleciente es en sentido este con una frecuencia de 85,8% y una velocidad media para esa dirección 11.2 km.

2.3.1.8 Clasificación climática

❖ Clasificación climática según Thornthwaite

Según los resultados obtenidos por la clasificación climática según Thornthwaite las estaciones Ciudad Bolívar y Punta Tamarindo son representativas estaciones de un clima semiárido, sin exceso de agua mega térmico o cálido. De acuerdo con los balances hídricos, la precipitación es mayor que la evapotranspiración potencial únicamente en los meses de junio y agosto en la estación Ciudad Bolívar originándose así un almacenamiento de agua en dichos meses, que no llega a rebosar la capacidad, no ocurre exceso de agua. En el mes de julio se observa que la utilización de la humedad del suelo en ambas estaciones.

En la estación Ciudad Bolívar el periodo de déficit comienza en septiembre y termina en junio.

❖ **Clasificación climática según köppen**

El área de estudio cubierta las hojas NC-20-14 y NB-20-2 posee un clima tropical de sabana (Awgi y awgi).

Este tipo climático se caracteriza por presentar una estación lluviosa que tiene su máximo en verano astronómico (junio, julio y agosto) y el invierno es seco y poca precipitación (precipitación media mensual inferior a 60mm). La temperatura media del mes más frío es superior a los 18°C Y La oscilación térmica anual es de 1,8°C en la estación Ciudad Bolívar la época más calurosa ocurre durante el solsticio de verano (g').

2.3.1.9 Meses secos y meses húmedos

La estación Ciudad Bolívar 9 meses secos y 3 meses húmedos. El periodo lluvioso más favorable comienza en junio y termina en agosto, con un consumo de agua de 452mm.

La frecuencia de años favorables es de 42% y de años deficitarios es de 58%.

2.3.2 Vegetación

En el área de estudio se presenta una forma de vida arbórea, de tipo bosque con altura y densidad media, la humedad del área es de tipo tropofilo con temperatura de tipo macro térmico y un paisaje fisiográfico de tipo planicie.

2.4 Geomorfología

La zona de estudio se encuentra de la provincia geológica de Imataca y, se caracterizan por presentar topografía ondulada, con pendientes de los domos

destacan por su altura y topografía muy quebrada y vertientes escarpadas (C.V.G Tecmin 1989).

La presencia de estos domos, sobre el paisaje ondulado (peniplanicies) es indicio de la erosión diferencial que ha ocurrido en la región y procesos de peneplación que combinan predominantes relieves rebajado donde se alternan colinas altas y planicie (C.V.G Tecmin 1989).

2.4.1 Planicie

En este tipo de paisaje existen en común una superficie plana de pendiente suaves generalmente de 0 a 4%, lo que trae como consecuencia perfiles rectilíneos, plano-cóncavos y plano-convexos, en especial para los lugares donde no hay mayores efectos de disección y perfiles irregulares donde la acción de las aguas ha entallado considerablemente la superficie. El origen de las planicies puede ser en unos casos deposicional, mientras que otro es residual o también es una combinación de ambos aspectos. Por consiguiente, una planicie deposicional está formada por aluviones que en una época determinada allí se depositaron, como en caso de la Formación Mesa, del Plio-pleistoseno, la cual se extendió al borde sur del Orinoco, por sobre el basamento cristalino del complejo Imataca; dichos sedimentos se originaron a partir de condiciones climáticas extremas, supuestamente con altos promedios de precipitaciones, cuya energía colmato el cauce del río Orinoco, para que este luego volviera discurrir por el basamento rocoso. Los aluviones recientes de dicho río, conexos al lecho son sometidos a frecuentes inundaciones de acuerdo a la época de máximo caudales.

En otras circunstancias, la planicie de origen residual, la meteorización y la erosión han conseguido una peneplación casi perfecta a costa de los inmensos embates de un clima tropical, siendo los productos de la alteración los que recubren la superficie, la cual exhibe regularmente afloramiento rocoso. La roca más asociada a la formación de la planicie, son las graníticas, las cuales forman el

basamento de grandes extensiones. El patrón de drenaje de estas unidades es detrítico poco denso a denso. Cabe señalar que en general se ubica a poca altura con respecto al nivel del mar (C.V.G Tecmin 1989).

2.5 Geología

La geología está representada por el Complejo de Imataca, la Formación Mesa y los Sedimentos del Reciente.

2.5.1 Complejo de Imataca

El Complejo de Imataca aflora en la parte norte de Ciudad Bolívar se extiende en dirección SW-NE desde proximidades del río Caura, hasta el Delta del Orinoco aflora desde el curso del río Orinoco hasta penetrar en el estado Delta Amacuro y hacia al sur limitada con la falla de Santa Bárbara, Guiri y El Pao con una extensión de 570 km N-E y de ancho de 60 a 70 km de espesor, en efecto, la Provincia de Imataca (PI) aflora desde el curso del río Orinoco hasta la mencionada falla de Gurí, por lo tanto no hay razón para que Imataca se extienda al norte del Orinoco y al oeste del río Caura (Gonzales De Juana y otros, 1980).

Litológicamente la Provincia de Imataca está formado por gneises graníticos hasta ultramáficas (15-20%) y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro, dolomitas charnockitas, anortositas y granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales de menos metamorfizados y más jóvenes CRV- TTG gnéisicos. (El Torno-Real Corona) (Mendoza V., 2005).

2.5.2 Formación Mesa

Según el Léxico Estratigráfico de Venezuela (Ministerio de Energía y Minas, 2021) en los límites Norte y Sur de la mesa Guanipa (Gonzales Juana 1946), la Formación Mesa consiste de arena de grano grueso y gravas, con

cemento ferruginoso; conglomerado rojo a casi negro arenas blanco-amarillentas, rojo y purpura con estratificación cruzada; además contiene lentes discontinuos de arcilla fina arenosa y lentes de limonita, los sedimentos gradan de Norte a Sur de más grueso a más fino al alejarse de las cadenas montañosas; desde parte central de Monagas al macizo de Guayana, gradan de más fino a más grueso. No se ha designado una sección tipo, debido a que la formación aflora en casi todas las mesas, con secciones representativas. En particular, se han mencionado de Guanipa (Anzoátegui), Tonare y Santa Bárbara (Monagas) y los escarpados de Santa Rosa (Anzoátegui) (Ministerio de Energía y Minas, 2021).

Para la Formación Mesa se ha postulado una edad del pleistoceno, extiende por los llanos centro orientales y orientales (Guárico, Anzoátegui y Monagas) sin embargo se encuentran unos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar (inmediatamente al Sur del río Orinoco) (Ministerio de Energía y Minas, 2021).

2.5.3 Sedimentos Recientes

Estos sedimentos se conforman de materiales de la degradación de la Formación Mesa y descomposición de las rocas del Complejo de Imataca, los cuales son transportados y depositados por las aguas de escorrentías y el viento hacia los diferentes ríos de la región. Los materiales comprenden cantos, peñones, gravas, arenas, limos, arcillas, coloides y otras partículas en suspensión que se han depositado desde el holoceno hasta el presente en el fondo del cauce de los ríos, formando depósito de cauce y en época de crecida, originando las barras de meandro y depósitos de inundación (Mendoza, 2004).

Los aluviones de estado Bolívar se encuentran bordeando la margen Sur Norte del río Orinoco y en algunos de sus afluentes. Se encuentran en contacto deposicional con la Formación Mesa y con el Complejo de Imataca. Estos depósitos constituyen aportes recientes de los ríos y quebradas, es una zona sometida a inundaciones periódicas en las épocas de lluvia formándose

sedimentos constituidos por arena, arcilla dando origen a suelos arenosos y en algunos casos se encuentran suelos bien evolucionados. Geomorfológicamente una planicie deposicional no disertada ligeramente disertada e inundable (Mendoza, 2004).

2.6 Geología local

De acuerdo al mapa geomorfológico de Ciudad Bolívar-Ciudad Guayana de Yáñez G. (1971) a escala 1:50.000 (Figura 2.3), en la zona de estudio se presentan 3 unidades que son rocas de la Provincia Geológica de Imataca, la Formación Mesa y Aluviones del Reciente.

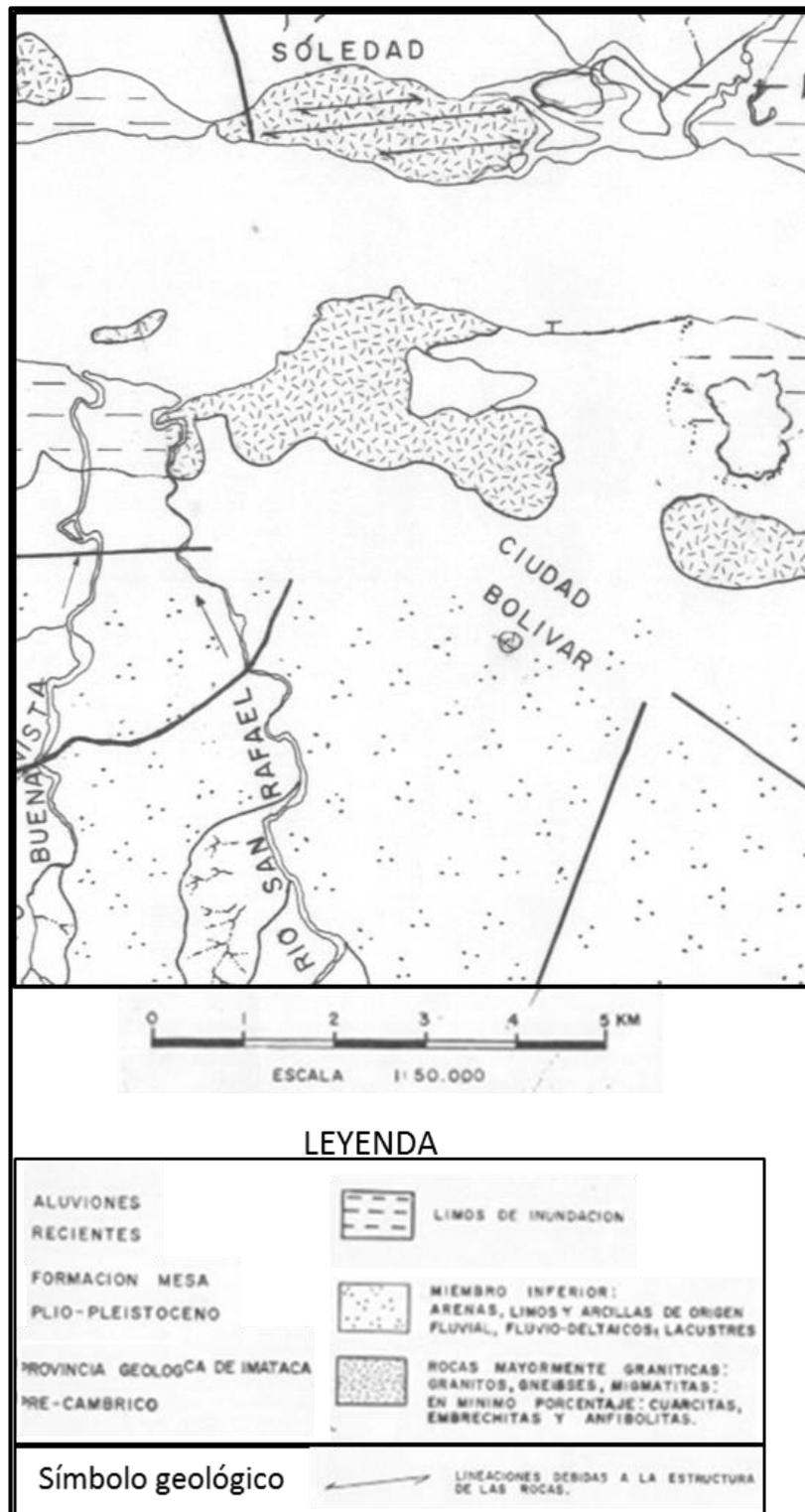


Figura 2.4 Mapa geológico-geomorfológico de la zona de estudio. Fuente: Mapa geomorfológico de Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz de Yáñez G. (1971) a escala 1:50.000.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Las referencias que se han considerado para obtener información relevante de zonas afines son las siguientes:

Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G) Técnica Minera C.A (TECMIN). (1989). PROYECTO DE LOS INVENTARIOS DE LOS RECURSOS NATURALES REGIÓN GUAYANA. Informe de avance. Clima, Geomorfología, Suelos, Vegetación. Este trabajo se utilizará para recopilar información sobre geología, hidrología, clima y vegetación.

Barrios Johnny y Rusbelis Hernández (2016) en el trabajo de grado de grado de la Universidad de Oriente titulado CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA ISLA EL DEGREDADO, RIO ORINOCO, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR ESTADO BOLÍVAR, donde se recolectó información a través de rocas frescas en diferentes puntos ubicados en la isla, donde se obtuvieron 25 muestras en 34 estaciones; al igual que se midieron las diferentes estructuras en cada estación de muestreo. De las 20 muestras recolectadas se escogieron las más representativas que fueron 07 para realizarle los análisis petrográficos para saber los tipos de rocas existentes, por medio del análisis petrográfico de secciones delgadas se obtuvieron los siguientes resultados gneises granítico feldespático cataclástico, gneis granítico feldespático ligeramente cataclástico y gneis máfico granatífero de color gris verdoso oscuro; la composición mineralógica de los gneises graníticos está conformada por feldespato potásico (45-25%), cuarzo (42-20%), plagioclasas (25-10%); los gneises máficos granatíferos presentan plagioclasas (40-35%), biotita (20-10%), cuarzo (15-10%), piroxenos (14-10%). Finalmente, sedimento reciente del Complejo de Imataca tales como: arenas finas

a muy finas marrón claro con abundantes bioturbaciones, limos arcillosos y arcillas gris claro con laminaciones. Este trabajo se utilizará para obtener información sobre la geología y características de las rocas.

Habanero M. (2022) en el trabajo titulado ‘‘CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DE LOS AFLORAMIENTOS UBICADOS A L MARGEN DERECHA DEL RIO ORINOCO EN EL SECTOR CLUB NÁUTICO, PARROQUIA CATEDRAL, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR’’; las rocas del Complejo de Imataca en el sector Club Náutico en Ciudad Bolívar se encuentran gneis maficos cataclásticos grises, de grano fino a medio, de textura granoblástica compuesto por: microclina 50%, cuarzo 35% plagioclasas 5%, horblenda 10% y biotita 1%; granulitas maficas con colores grises y blancos, de grano grueso con textura granoblástica, débilmente orientada, compuesta por: plagioclasas 30%, horblenda 20% , cuarzo 20% y granate 30%, pegmatita de grano grueso color gris, rosado y blanco, con textura pegmatítica compuesta por microclina 45%, feldespatos potásico 20%, cuarzo 13%, biotita 2% y gneis granítico de grano fino de colores gris, rosado y blanco con textura granoblástica compuesta por plagioclasas 35%, cuarzo 40%, microclina 20%, biotita 5%. Este trabajo se utilizó para comparar las características de las rocas y las estructuras geológicas y recopilar información sobre las rocas aflorantes en la zona de estudio.

Itriago Juan y Carmona Elianyelis (2023), en el trabajo de grado titulado: ‘‘ CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA- SEDIMENTOLÓGICA DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO ORINOCO ENTRE EL ÁREA COMPRENDIDA ENTRE EL MIRADOR Y EL CLUB NÁUTICO PARROQUIA CATEDRAL, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR, CIUDAD BOLÍVAR’’; se obtuvieron datos en 8 estaciones, ubicadas en cuerpos sedimentarios y taludes. Se levantaron columnas sedimentológicas en 8 estaciones y recolectaron 25 muestras de sedimentos. Se realizaron análisis granulométricos por tamizado mecánico y morfosκόpico, por

los métodos de Power, se clasificaron según la escala de Udden-Wentworth; además se elaboran 16 curvas granulométrica e interpretaron por el método de Visher para inferir los mecanismos del transporte de las partículas; además con las curvas granulométricas, se determinaron parámetros estadísticos. De acuerdo al método Power resulto el 68% de las muestras predominan las partículas angulosas, en el 30% de las muestras predominan las partículas subangulosas y en el 2% subredondeadas; por esto se puede inferir que las partículas han sufrido poco transporte y que la fuente de las partículas es cercana; con el método Visher se determinó que las 22 muestras analizadas predominan el mecanismo de saltación para todas las muestras, con valores de diámetros de las partículas que van de 0,1-0,001mm. Según los parámetros estadísticos de los sedimentos se determinó que las curvas son partículas, muy platicurticas, mesocurticas, leptocurticas muy leptocurticas y extremadamente leptocurticas, según los valores de agudeza o curtosis; además son muy asimétricas y de acuerdo a los resultados del coeficiente de selección, las partículas están extremadamente mal seleccionadas finalmente el coeficiente de uniformidad arrojo que las partículas no son uniformes por escala de Udden-Wentworth, se determinó que los sedimentos se encuentran en mayor proporción son: los sedimentos de tamaño arena, las cuales se encuentran en un 44% de abundancia, siguen en abundancia los sedimentos de tamaño limo los sedimentos tamaño limo representando un 32%; de las muestras analizadas, esto es debido a que se encuentran en un régimen cambiante de los niveles del río Orinoco que produce que se vallan mezclando como consecuencia del movimiento de las corrientes y el arrastre que produce el río. En la zona de estudio se identificaron 2 unidades estratigráficas de más antigua a más joven son del Complejo de Imataca que abarca del 5% del área y los Sedimentos del Reciente que abarca el 95%. Representan en 5% de sedimentos arcillosos en unos 355 sedimentos limosos y en un 55% arenoso. Este trabajo se utilizó para recopilar información general sobre el área de estudio.

3.2 Fundamentos teóricos

3.2.1 Clasificación petrográfica de las rocas metamórficas

Las nomenclaturas recomendadas por la Subcomisión para la Sistemáticas de la Rocas Metamórficas (SSRM). Que es la de IUGS, En este sentido la SSRM recomienda el uso de solo tres nombres: nombres raíz: esquistos, gneis y granoblástica (schist, gneis y grano fels). Al mismo tiempo se recomienda el uso de cinco criterios para precisar la terminología (Castro, 2015).

Estos son:

1. La asociación mineral dominante.
2. La estructura de la roca.
3. El tipo de protolito.
4. Las condiciones del metamorfismo.
5. La composición química de la roca.

Los dos primeros son los más relevantes en cuanto son los más directamente observables en el estudio petrográfico preliminar de la roca, incluso en una descripción de campo sin ayuda del microscopio. Un hecho relevante de connotaciones genéticas para las terminologías usadas para las rocas metamórficas. Por lo que es preciso agregar un sexto criterio, a los antes mencionados: el grado de metamorfismo. Por ejemplo, el termino de esquisto está restringido para rocas de grado de muy bajo a medio, de igual modo una roca de grado bajo compuesta por anfíbol y plagioclasas no podría llamarse anfibolita sino esquisto anfibolítico (Castro, 2015).

3.2.1.1 Clasificación basada en el protolito

El proceso metamórfico no siempre borra totalmente los rasgos texturales y microtexturales de la roca original, o protolito. En estos casos puede respetarse la terminología del protolito anteponiendo el prefijo meta al nombre ígneo o

sedimentario. Las rocas que han sido afectadas por dos procesos metamórficos se dice que son polifásicas y que el metamorfismo es polifásico y al metamorfismo no se le aplica el metamorfismo meta- en ningún caso. Es común en la literatura geológica el uso de términos como metagabro, metagranito, metadolerita, metabasalto, metagrauvuaca entre otros.

El uso del prefijo meta también se utiliza para hacer referencia a rocas metamórficas de formaciones geológicas bien estudiadas de la que se sabe su procedencia ígnea o sedimentaria.

Otra forma de referencia al protolito en las clasificaciones es usar los prefijos para u orto para distinguir entre protolito de procedencia ígnea o sedimentarias respectivamente. Se aplica exclusivamente para gneises y anfibolitas, ejemplos: orto, para, gneis y anfibolitas: paragneis, ortogneis paraanfibolita, ortoanfibolita. (Castro, 2015).

3.2.1.2 Clasificación basada en criterios de composición, estructura y grado metamórfico

Estos tres criterios. Composición, mineralogía, estructura y grado de metamorfismo son esenciales, para clasificar cualquier tipo de roca metamórfica. El problema que se presenta es que una misma roca puede ser denominada con varios nombres distintos según el método empleado. Por ejemplo, un esquistos derivado de un protolito sedimentario puede ser denominado como metagrauvuaca según la composición del protolito, como esquistos de grano medio, según la paragénesis mineral o simplemente esquistos siguiendo el criterio estructural.

3.2.2 Diaclasas

Una diaclasa se define en términos generales, como una fractura natural en la roca a lo largo de la cual no hay un desplazamiento de cizalla medible (desplazamiento paralelo al plano de la fractura). Van der Plujim y Marshak. (2004).

El origen más aceptado para la formación de las diaclasas tectónicas establece que estas se abren perpendicularmente al esfuerzo principal mínimo $-\sigma_3-$ sobre el plano que contiene a los esfuerzos principales máximos $-\sigma_1-$ y medio $-\sigma_2-$ siendo la dirección de mayor elongación paralela al esfuerzo principal máximo (σ_1) (Fossen, 2010).

3.2.3 Tipos de diaclasas

3.2.3.1 Diaclasas según su apariencia

Las diaclasas se pueden diferenciar por su conjunto, su apariencia en sets o grupos (Figura 3.1) (Wolfgang, G., 2001).

1. No sistemáticas son diaclasas sin una orientación preferida
2. Diaclasas sistemáticas marcan una orientación preferida.
3. Ortogonales son conjuntos de diaclasas con intersecciones de alrededor 90° .
4. Diaclasas conjugadas muestran una intersección entre 30° y 60° .

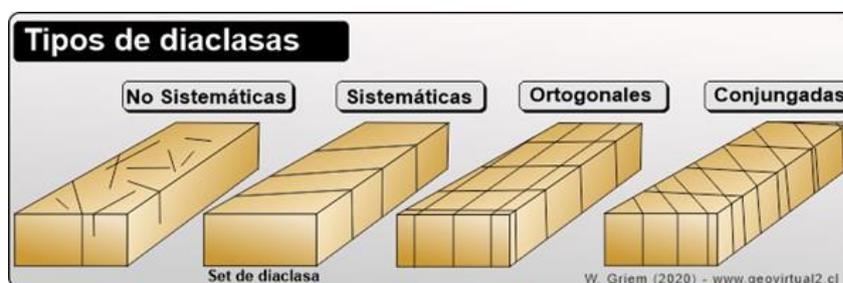


Figura 3.1 Tipos de diaclasas (Wolfgang, G., 2001).

3.2.3.2 Diaclasas según su longitud

Se clasifican en:

1. Maestras
2. Mayores
3. Menores

3.2.3.3 Diaclasas según su importancia relativa y los criterios de trabajo

1. Frecuencia: número de planos de diaclasas intersectados por una línea perpendicular a ella.
2. Densidad: número de diaclasas contenidas en una unidad de área.
3. Espaciamiento: distancia promedio entre los diferentes planos de fracturas, reconocidos a lo largo de una distancia determinada.

3.2.3.4 Familias de diaclasas

Se define una familia de diaclasas como un arreglo de diaclasas que son paralelas o subparalelas. Son un grupo formado por todas las diaclasas sistemáticas que aparecen en una región (Figura 3.2) (Fossen, 2010).

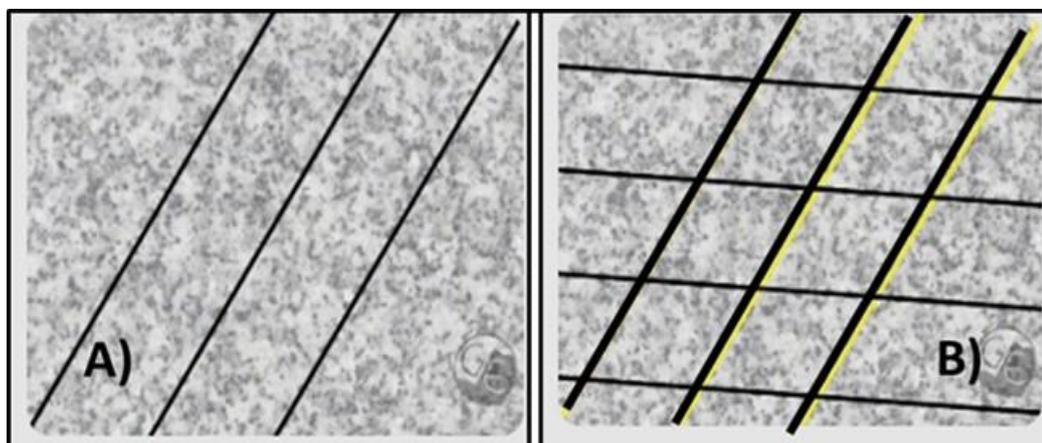


Figura 3.2 Familia de diaclasas (A) y 2 familias de diaclasas (B) (Fossen, 2010).

3.2.3.5 Sistema de diaclasas

Se define un sistema de diaclasas como dos o más familias de diaclasas que se interceptan a un ángulo aproximadamente constante. Si son ortogonales, se habla de sistema ortogonal de diaclasa, si hacen ángulo de 30° o 60° se habla de sistema conjugado de diaclasa (Fossen, 2010) (Figura 3.3).



Figura 3.3 Sistema de conjugadas (Fossen, 2010).

3.2.4 Origen de las diaclasas

Las diaclasas no solo se forman por orígenes tectónicos, también pueden formarse como consecuencia en cambios de los sistemas de esfuerzos por factores diferentes (Fossen, 2010).

3.2.4.1 Diaclasa en hoja o exfoliación

Las diaclasas de exfoliación son fracturas que se desarrollan en forma paralela a la superficie topográfica; se forman normalmente como consecuencia de un cambio en el sistema de esfuerzo local por desconfinamiento de las rocas (exhumación), donde el esfuerzo compresivo (perpendicular a la diaclasa) es bajo debido a la gran presión litoestática y, en consecuencia, el esfuerzo paralelo a la fractura es de alta magnitud. Estas diaclasas se han encontrado en varios tipos de rocas de alta resistencia tales como granitos, gneises, areniscas masivas, rocas máficas intrusivas, mármol y basaltos (Van der Plujim y Marshak, 2004).

3.2.4.2 Diaclasas tectónicas

Son aquellas que se forman como resultado de la aplicación de tipo tectónico sobre la roca. Estas estructuras se forman sobre el plano que contiene a los esfuerzos principales máximos $-\sigma_1-$ y medio $-\sigma_2$ y se abren perpendicularmente al esfuerzo principal máximo $-\sigma_3$ (Fossen, 2010).

3.2.5 Zonas de cizalla

Una zona de cizalla puede definirse como una falla que se forma bajo un ambiente de deformación dúctil. Lo anterior implica que la zona de cizalla sufre movimientos iguales a los de la zona de fallas (normal, inverso, dextral, sinistral u oblicuo) provocados por la misma relación de esfuerzos (teoría de Anderson). Las zonas de cizalla se caracterizan por ser superficies tabulares (foliadas) en las que la deformación es noblemente mayor que en las rocas que la rodean y los contactos con dichas superficies suelen ser gradacionales (Van der Plujim y Marshak (2004) en Fossen (2010).

3.2.6 Plegamiento pasivo o de flujo

Plegamiento pasivo ocurre como resultado de amplificación de irregularidades naturales en las capas o como consecuencia de flujo diferencial

(Van der Pluijm & Marshak, 2004). El plegamiento pasivo ocurre en capas que definen un contraste, actuando como marcadores que registran la deformación, pero que no ejercen influencia alguna en la forma del pliegue y en el proceso de plegamiento (Fossen, 2010) (Figura 3.4).



Figura 3.4 Plegamiento de flujo (Fossen, 2010).

3.2.7 Indicadores cinemáticos (complejos porfiroblasto-cola)

Los complejos porfiroblastos-cola consisten de un porfiroblasto que actúa como cuerpo rígido que, al ser sometido a deformación plástica genera unas zonas de "sombra" paralela a la foliación de la milonita, compuesta por grano de menor tamaño (recristalizados o no), cuya geometría general permite definir el sentido de movimiento de la zona de cizalla (Fossen, 2010) (Figura 3.5).

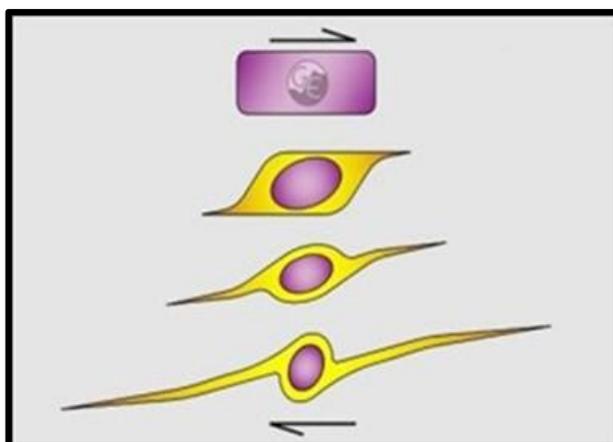


Figura 3.5 Porfiroblastos-cola (Fossen, 2010).

3.2.8 Diaclasas generadas por esfuerzos tectónicos, asociadas a fallas y asociadas a zonas de cizalla frágil – dúctil

En el caso de diaclasas en zonas de fallas, forman un patrón con respecto al esfuerzo máximo σ_1 , de diaclasas conjugadas con un ángulo de 60° entre ellas, 30° con respecto a σ_1 ; y en el caso de zonas de cizallas en frágil - dúctil, forman un ángulo entre ellas entre 40° y 130° , que sería entre 20° y 65° con respecto a σ_1 (Figura 3.6) (Jiménez, 2016).

3.2.9 Medida de las direcciones características de las diaclasas

Se toman datos de orientación en el campo de poblaciones de diaclasas y luego se tratan estadísticamente para ver su distribución de frecuencia y se representan gráficamente en histogramas, rosetas, red estereográfica, para el análisis. En la figura 3.7, se observa la representación de 249 datos con direcciones entre 0 grados de azimut y 180 grados, y con varias opciones de ancho de los sectores de frecuencia, que son de 4° , 5° y 6° (Jiménez, 2016).

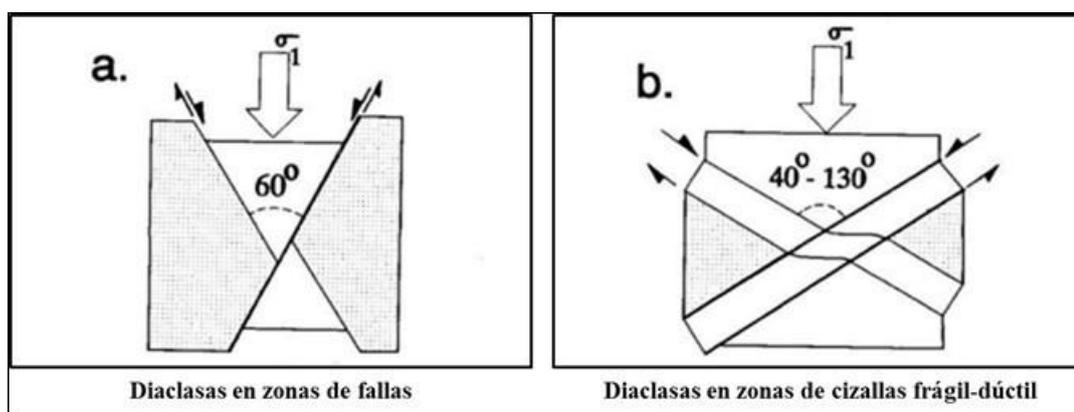


Figura 3.6 Diaclasas generadas por esfuerzos tectónicos (Jiménez, 2016).

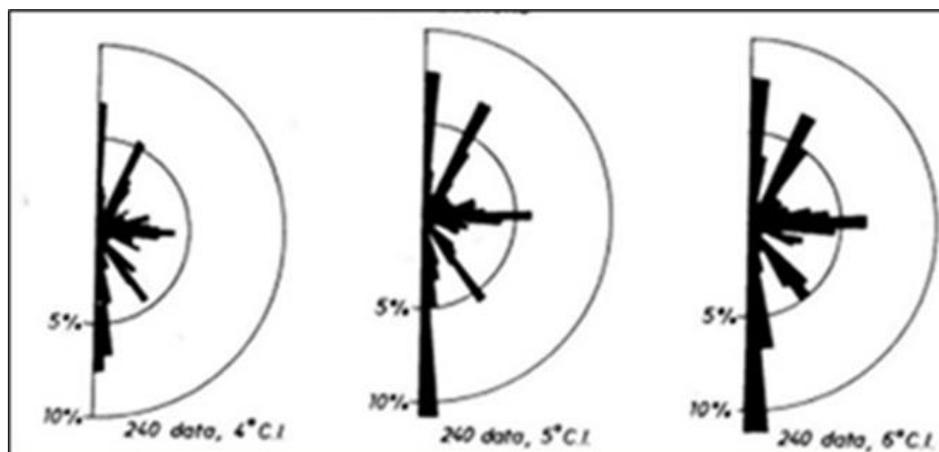


Figura 3.7 Representación gráfica de frecuencias de orientaciones de diaclasas (Jiménez, 2016).

3.2.10 Diagrama de Rosas o Roseta

Una roseta de diaclasa es un histograma circular que muestra los datos de dirección y la frecuencia de cada clase. En geología estructural los diagramas de rosa se utilizan para trazar la orientación de las diaclasas, fallas, lineaciones y los diques. Una roseta de diaclasas es un histograma de forma redonda para visualizar las direcciones de los rumbos generales de estructuras tabulares (diques, vetas) y de planos tectónicos (diaclasas, fallas). En este tipo de diagrama no hay información sobre el buzamiento o la dirección. Con los rangos de azimut al margen del círculo desde arriba (Norte o 0°) hacia abajo (Sur o 180°) en sentido de reloj. La cantidad de los datos a respecto a un rango se encuentra en el eje desde el centro como 0%, y hacia al margen como 100% (Figura 3.8) (Wolfgang, G., 2001).

redonda, solamente es necesario calcular la mitad de los rangos (el medio círculo) porque el rumbo es un elemento bidireccional y automáticamente cubre el rango opuesto es decir el rango de diferencia (180°) lado opuesto se marca igualmente (Pdfcoffee, 2022).

3.3.2 Procedimiento para confeccionar una roseta

Para confeccionar una roseta se necesitan una base de datos tectónicos (alrededor de 200 datos). Además, existen programas computacionales que calculan este tipo de programa automáticamente, pero sería mejor siempre verificar los resultados porque existen varios tipos diferentes de este tipo de diagrama. Además, existen tres tipos de notaciones para datos tectónicos. Lo mejor sería verificar que tipos de datos espera el computador y que tipo de roseta va a confeccionar. Para eliminar errores graves se recomienda la confección de una roseta gráficamente y comparar resultados (W. Griem 2020).

3.4 Definición de términos básicos

3.4.1 Diaclasas

Son fracturas a lo largo las cuales no han producido desplazamientos apreciables. Suelen aparecer en grupos con orientaciones aproximadamente paralelas y son consecuencias de fracturación frágil de la roca localizada en corteza terrestre más externa. (Tarbuck, E y Lutgens, F., 2005).

3.4.2 Diaclasas según su apariencia

Las diaclasas se pueden diferenciar por su conjunto, su apariencia en sets o grupos (Figura 3.1) (Wolfgang, G., 2001).

1. No sistemáticas son diaclasas sin una orientación preferida

2. Diaclasas sistemáticas marcan una orientación preferida.
3. Ortogonales son conjuntos de diaclasas con intersecciones de alrededor 90° .
4. Diaclasas conjugadas muestran una intersección entre 30° y 60° .

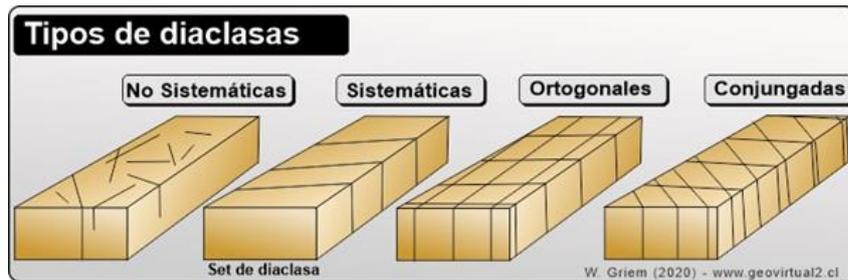


Figura 3.1 Tipos de diaclasas (Wolfgang, G., 2001).

3.4.3 Familias de diaclasas

Se define una familia de diaclasas como un arreglo de diaclasas que son paralelas o subparalelas (Geologiaestructural.com., 2020). Son un grupo formado por todas las diaclasas sistemáticas que aparecen en una región (Figura 3.2) (Fossen, 2010).

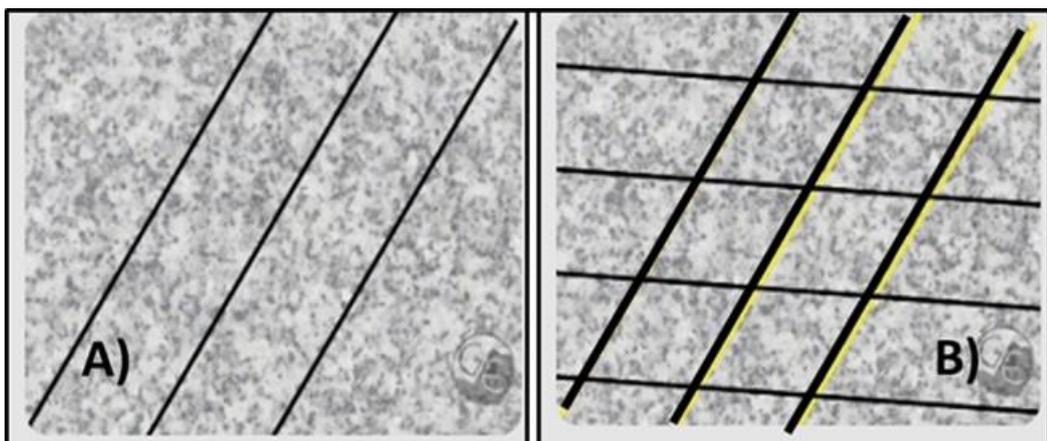


Figura 3.2 Familia de diaclasas (A) y 2 familias de diaclasas (B) (Fossen, 2010).

3.4.4 Sistema de diaclasas

Se define un sistema de diaclasas como dos o más familias de diaclasas que se interceptan a un ángulo aproximadamente constante. Si son ortogonales, se habla de sistema ortogonal de diaclasa, si hacen ángulo de 30° o 60° se habla de sistema conjugado de diaclasa (Fossen, 2010) (Figura 3.3).



Figura 3.3 Sistema de conjugadas (Fossen, 2010).

3.4.5 Origen de las diaclasas

Las diaclasas no solo se forman por orígenes tectónicos, también pueden formarse como consecuencia en cambios de los sistemas de esfuerzos por factores diferentes (Van der Plujim y Marshak, 2004).

3.4.6 Rumbo y buzamiento

El rumbo es el ángulo entre el norte magnético y una línea obtenida mediante la intersección de un estrato eliminado o falla con un plano horizontal.

El buzamiento es el ángulo de inclinación de un plano geológico, medido desde un plano horizontal (Tarbuck E., 2005).

3.4.7 Zona de cizalla

Puede definirse sencillamente como una falla que se forma bajo un ambiente de formación dúctil (Fossen, H 2010). Lo anterior implica que las zonas de cizalla sufren movimientos iguales a los de la zona falla (normal, inverso, dextral, siniestra u oblicuo) provocados por la misma relación de esfuerzos (Teoría de Anderson).

3.4.8 Clasificación de las fracturas

Pueden ser clasificadas en diaclasas (o fracturas de apertura) fallas y venas o diques (Fossen H., 2010).

3.4.9 Fallas, zonas de falla y zonas de cizalla

Existen tres conceptos fundamentales relacionados entre sí: falla, zona de falla y zona de cizalla (McClay, 1987; Davis y Reynolds, 1996 en Oyarzun R. y Doblas M., 2023), utilizados a veces de manera indistinta y de manera incorrecta.

Una falla es por definición una fractura frágil a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento visible, en general paralelo a la superficie de la misma. Por su parte una zona de falla se encuentra compuesta por innumerables superficies de falla frágiles, subparalelas e interconectadas, estrechamente espaciadas conteniendo zonas de brecha o fault gouge.

Una zona de cizalla puede definirse de manera simple como una falla que se forma bajo un ambiente de deformación dúctil (Fossen H., H. 2010). Lo anterior implica que las zonas de cizalla sufren movimientos iguales a los de las

zonas de falla (normal, inverso, dextral, sinistral u oblicuo) provocados por la misma relación de esfuerzos (Teoría de Anderson).

La zona de cizalla corresponde a una ancha zona de deformación generada bajo condiciones dúctiles a dúctiles-frágiles. Digamos además que una zona de cizalla grada hacia arriba hacia una zona de falla. Las rocas son deformadas frágilmente en los niveles superiores de la corteza terrestre y dúctilmente en lo inferiores. La profundidad a la que la deformación pasa de frágil a dúctil es conocida como la transición dúctil-frágil y generalmente se encuentra a unos 10-15 km bajo la superficie (Sibson, 1990 en Oyarzun R. y Doblaz M., 2023).

En dicha transición se desarrollan ambos tipos de deformación, mientras que por encima o por debajo la importancia relativa de una de estas disminuye progresivamente. De cualquier manera, los 10-15 km antes mencionados deben ser solamente considerados como un referente general solamente, ya que zonas de deformación dúctil pueden desarrollarse a profundidades menores bajo condiciones de un gradiente geotérmico anómalamente alto (magmatismo activo, actividad hidrotermal de alta T generalizada, etc), y también pueden darse deformaciones frágiles en profundidad como respuesta a movimientos sísmicos bruscos.

3.4.10 Sills

Es una masa tabular de roca ígnea, con frecuencia horizontal, que ha instruido lateralmente entre dos capas antiguas de roca sedimentaria, capaz de lava volcánica o toba volcánica, o a favor de la foliación en rocas metamórficas (Mattauer, Maurice 1973).

3.4.11 Diques

Son extensiones tabulares verticales o fuertemente inclinadas que atraviesan las rocas encajantes (Mattauer, Maurice, 1973).

3.4.12 Foliación

Es un término general empleado para describir una fábrica planar o curvilinear en una roca (Van der Pluim y Marshak, 2004).

3.4.13 Textura porfidoblástica

Las texturas porfidoblástica se desarrolla en una gran variedad de tipo de rocas y de ambientes metamórficos cuando los minerales del protolito recrystalizan y forman nuevos minerales. Durante la recrystalización algunos minerales metamórficos como el granate, la estauroлита, andalucita desarrollan invariablemente una pequeña cantidad de cristales muy grandes. Por el contrario, los minerales como la muscovita, la biotita y el cuarzo suelen formar una gran cantidad de granos muy pequeños, por consiguiente, cuando el metamorfismo genera los minerales granates, biotita y muscovita en el mismo ambiente la roca contendrá cristales grandes (Porfidoblastos) de granate embebido en una matriz de grano fino compuesta e biotita y muscovita (Tarbuck E Y Lutgens F., 2005).

3.4.14 Factores que controlan en metamorfismo

Los factores fundamentales para el metamorfismo son el calor, la presión (esfuerzo) y fluidos químicamente activos. Durante el metamorfismo la roca suele estar sujeto a tres factores, pero el grado de metamorfismo y contribución de cada factor varia con el ambiente metamórfico (Méndez J, 2006).

1. Calor: es el factor metamórfico más importante; ya que proporciona la energía que impulsa los cambios químicamente que resultan en la recrystalización de los minerales. La temperatura aumenta con la profundidad. Sin embargo, cerca de

la superficie la roca puede ser sometida a una gran temperatura y calor cuando son penetradas y modificadas por material magma que asciende. (Méndez, J. 2006).

2. Presión y esfuerzo: la presión aumenta con la profundidad y las rocas enterradas son sometidas a una fuerza o un esfuerzo cada vez mayor ejercida por la carga de encima. Esta presión de confinamiento es similar a la presión hidrostática, donde la fuerza se aplica en todas las direcciones. Además de presión de confinamiento las rocas son sometidas a fuerzas tectónicas direccionales, denominadas esfuerzos diferenciales durante la formación de montañas. Estos esfuerzos diferenciales son de tipo compresivo cuando actúan para acortar el volumen de la roca y de tensión cuando alargan o separan las masas rocosas (Méndez, J. 2006).

3. Fluidos químicamente activos: el fluido más importante como factor de cambio es el agua; ya que contiene iones en solución. El agua se encuentra en los poros y fracturas, hidratando muchos minerales (tienen agua asociada mediante enlaces químicos). Durante el enterramiento profundo, la compactación cada vez mayor de las rocas promueven la expulsión del agua y se originan las reacciones químicas del entorno. Las rocas hidratadas son deshidratadas por calentamiento y el agua liberada actúa como un catalizador al promover la liberación iónica. En algunos casos el agua promueve la recristalización de nuevos minerales (Méndez, J. 2006).

3.4.15 Tipos de rocas metamórficas

A partir de los criterios de tipo y grado de metamorfismo, texturas, estructuras, fábricas y composición de la roca original, se pueden clasificar las rocas metamórficas. Las más comunes son gneis, anfíbolita y cuarcita (Bard, P.J., 1985).

3.4.15.1 Gneis

Rocas cuarzo feldespáticas de grano grueso a medio, con foliación menos marcada que en los esquistos debido a la menor proporción de filosilicatos (Esencialmente moscovita y/o biotita). Para definir una roca como gneis debe contener más de un 20 % de feldespatos. Su origen es diverso, pudiendo derivar tanto de rocas ígneas (ortogneises) como sedimentarias (paragneises); algunos gneises se producen en condiciones de alto grado por fusión parcial de esquistos u otros gneises, denominándose gneises migmatíticos (Bard, P.J., 1985).

3.4.15.2 Anfibolita

Rocas compuestas esencialmente por anfíboles (en general hornblenda) y Plagioclasas de composición variable. La esquistosidad no suele estar muy desarrollada, aunque los prismas de anfíbol suelen estar orientados linealmente (lo cual genera lineación). Proceden en su mayoría de rocas ígneas básicas (ortoanfibolitas) y margas (para anfibolita) (Bard, P.J., 1985).

3.4.15.3 Cuarzita

Roca de grano medio a fino, constituida esencialmente por cuarzo (más del 80%) y algo de micas y/o feldespatos. Las cuarcitas derivan de rocas sedimentarias Detríticas ricas en cuarzo (areniscas cuarcíticas) con las que no deben confundirse.

Son rocas masivas o bandeadas, sin foliación marcada y textura granoblástica deformada o no (Bard, P.J., 1985).

3.4.15.4 Migmatita

Es una roca metamórfica formada por anatexis que conserva evidencia de fusión parcial a escala microscópica a macroscópica y, generalmente, es

heterogénea. Las migmatitas representan la transición de rocas metamórficas a ígneas en el ciclo de las rocas.

La fusión parcial o anatexis ocurre en facies de anfibolita superior a granulita, y el incremento de temperatura se genera a través de reacciones de descomposición de minerales hidratados (Geotecniafacil.com, 2023)

Las distintivas bandas claras y oscuras (similares a las que se ven en gneis) así como el plegamiento que se encuentra comúnmente en esta roca es el resultado de la fusión parcial, así como del metamorfismo y la deformación de alto grado.

La migmatita es una roca de silicato, heterogénea con propiedades de rocas ígneas y metamórficas. Por lo general, la roca contiene capas alternas más claras (leucosomas, compuestos de minerales de color claro como cuarzo, feldespato y moscovita) y capas más oscuras (melanosomas, compuestos de minerales de color oscuro como anfíbol y biotita).

3.4.15.5 Pegmatita

Las pegmatitas en las migmatitas de desarrollo regional, han sido interpretadas de diversa manera; como producto de inyección magmática (con o sin metasomatismo simultáneo) como materiales expulsados de la roca huésped como resultado de fusión parcial (anatexis) o como concentraciones de sílice, alúmina y álcalis, formadas por difusión iónica a través de rocas sólidas (Toselli Alejandro J., 2010).

Asimismo, como los plutones graníticos se han formado por intrusión de magmas ácidos, predecesor, por lo se las interpreta como productos de la cristalización de magmas graníticos acuosos, en sistemas cerrados, cuyas últimas fracciones enriquecidas progresivamente en agua, son concentradas hacia el

interior del cuerpo, de manera que el núcleo representa la etapa final de una cristalización en la que participa una fase acuosa gaseosa.

La concentración en constituyentes volátiles como condición necesaria para el desarrollo de las pegmatitas, es atribuida al desarrollo de una fase líquida residual, de bajo punto de fusión que se concentra en las etapas finales de la cristalización del magma ácido (Toselli Alejandro J., 2010).

3.4.15.6 Granulitas

Roca metamórfica de Textura maciza, granoblástica, raramente orientada, mineralógicamente contiene ortopiroxeno, cuarzo, plagioclasa, granate, feldespato alcalino, cianita, alto contenido en piroxeno, diópsido o hiperstena, de grano grueso, puede ser bandeada, pero no esquistosa; asociada a presión y temperatura alta (Geoaprendo, 2014). Las granulitas en sentido estricto se definen como rocas cuyo protolito era una roca básica, en este caso se podría considerar a este protolito como un gabro, y que ha sufrido un proceso metamórfico a unas condiciones de grado metamórfico alto, 500 a 700 °C .

Las granulitas se clasifican como un tipo de roca metamórfica, específicamente dentro de la categoría metamórfica de alto grado. Se caracterizan por su textura de grano fino y la presencia de minerales que han sufrido una recristalización, dando como resultado el desarrollo de texturas granulares. Los minerales en las granulitas a menudo exhiben formas cristalinas distintas y pueden mostrar una orientación preferida. La clasificación de las granulitas se basa en el conjunto y composición de minerales (Geologyscience, 2023).

Algunos tipos comunes de granulitas incluyen (Geologyscience, 2023).

1. Granulita de ortopiroxeno: Dominado por el ortopiroxeno, con otros minerales como el granate y biotita.
2. Granulita de piroxeno: Contiene piroxeno como mineral dominante, junto con otros minerales como plagioclasa y granate.
3. Hornblenda Granulita: Dominado por hornblenda (anfíbol), a menudo con plagioclasa y granate.
4. granito Granulita: Contiene una importante cantidad de feldespato, además de otros minerales como cuarzo y biotita.
- 5.

3.4.15.7 Granulitas máficas

Las granulitas se caracterizan por su textura granuda (de ahí su nombre). El termino granulita hace alusión a una facies metamórfica de alta temperatura caracterizada por una paragénesis dominante anhidra; es decir desprovista de minerales hidratados como anfíboles y micas. son rocas abundantes en las partes profundas de la corteza continental (Castro A., 2015).

3.4.15.8 Sienita

Es una roca ígnea de grano grueso que se compone principalmente de feldespato alcalino y varios minerales ferromagnesianos (rocks.comparenature, 2023).

3.4.15.9 Monzogranito

Es un tipo de roca ígnea y pertenece a la biotita rocas de granito que se consideran para ser el producto de fraccionamiento final del magma. (rocks.comparenature, 2023).

3.4.15.10 Monzodiorita

Es una roca plutónica, es decir se cristalizó en la profundidad, protegida por la roca de caja. Principalmente contiene plagioclasas, en menores cantidades de feldespatos alcalinos. Algunas veces se pueden encontrar trozos de rocas extraño adentro de una roca plutónica (vienen de la caja; se cayeron en el magma). Forma de afloramiento de una roca intrusiva. Tiene una composición principalmente de plagioclasas y feldespatos alcalinos. (<https://www.geovirtual2.cl>)

3.4.16 Análisis mineralógico

El análisis mineralógico es una técnica de investigación geológica de laboratorio, comprometido a la obtención de datos mineralógicos necesario para la evaluación y aprovechamiento de las materias primas minerales (Pérez, J., 2015).

3.4.17 Mapa geológico

Es un mapa que muestra el tipo y 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 (Schumberger, 2019).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

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 e cuanto a la profundidad de conocimientos”.

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

4.2 Diseño de investigación

Arias F. (2012) considera que “el diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder el problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental”.

El autor describe la investigación de campo como aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurre los hechos sin manipular o controlar variables algunas. En base a lo anterior nuestro diseño de investigación será de campo, debido a que la recolección de datos se hará directamente en el campo (área de estudio).

4.3 Población y muestra de la investigación

4.3.1 Población de la investigación

Arias, F (2012) “la población o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos de características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”.

La población de esta investigación serán los afloramientos del sector entre el Mirador y en la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, de la margen derecha del rio Orinoco, en Ciudad Bolívar, municipio Angostura del Orinoco.

4.3.2 Muestra de la investigación

Arias, F. (2012) establece que “la muestra es subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”.

Para este estudio se recolectaron 8 muestras, de los afloramientos en el sector entre El Mirador y la Gran Mariscal de Ayacucho, de la Margen derecha del rio Orinoco, municipio Angostura del Orinoco, para realizarles análisis macroscópico.

4.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Técnicas de recolección de datos

Arias, F. (2012) Cita que “las técnicas de recolección de datos son de distintas formas o manera de obtener la información. Son ejemplos de técnicas; la observación directa, la encuesta en sus dos modalidades: oral o escrita (cuestionario) la entrevista, el análisis documental, análisis de contenido etc.”

El análisis documental es un conjunto de operaciones encaminadas a representar un documento y su contenido bajo una forma diferente de su forma original, con la finalidad de posibilitar su recuperación posterior e identificarlo” (Castillo, L. 2005 en Arias, F. 2012).

“la observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos preestablecidos”. (Arias, F 2012).

La técnica de recolección de datos de esta investigación será por observación directa (porque visualizaremos y obtendremos los datos directamente en campo y análisis documental. Por lo tanto, el análisis documental será implementado al extraer información de diferentes fuentes como: tesis, hojas cartográficas, mapas, manuales, textos entre otros; además de la revisión bibliográfica hecha por medio del uso de la red de internet y así tener la posibilidad de obtener información relevante, que pueda servir de ayuda para el avance de la investigación.

4.4.2 Revisión bibliográfica y cartográfica

En cuanto a la revisión bibliográfica se consultaron libros y páginas web sobre definiciones de términos y clasificaciones, técnicas que se sirvieron de ayuda para obtener datos relacionados con la geología y antecedentes de estudios previos.

4.4.3 Instrumentos para recolección de datos

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

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizó la siguiente instrumentación:

1. GPS, calculadora, equipos informáticos (computador, teléfono, memoria portátil).
2. AutoCAD 2012, asistido por el computador.
3. Libreta de campo, mandarina, marcadores, lápices, brújula, bolsas para muestras y lupas de geólogo.

4.5 Flujograma de investigación

En figura 4.1, se observa el flujograma del proyecto que se ejecutara en cuatro etapas: la primera planificación y selección del área, la segunda es la etapa de campo, la tercera etapa de laboratorio y la cuarta relacionada con la etapa de campo.

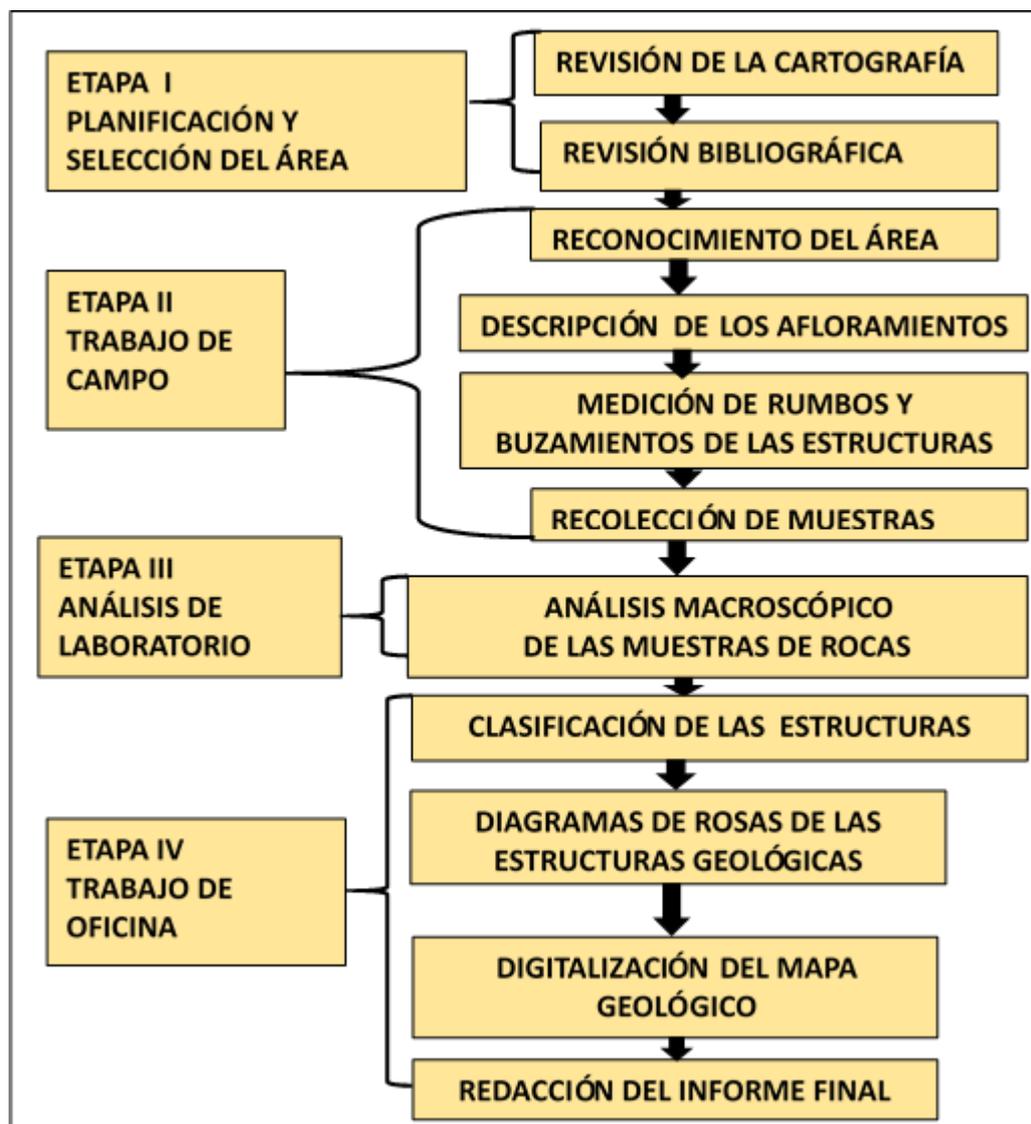


Figura 4.1 Flujograma de las actividades de las etapas de investigación.

4.5.1 Etapa 1 Planificación y selección del área

4.5.1.1 Revisión de la cartografía

Como primer paso para llevar a cabo cualquier trabajo e investigación en campo, realizamos una investigación cartográfica para ubicar el área de estudio, para esto se visitó el Instituto Nacional Geológico y Minas (INGEOMIN), específicamente al área de biblioteca para revisar los mapas que se encontraban en

el libro C.V.G Tecmin (1989) en su INFORME DE AVANCE NB-20-2 NC-14, CLIMA GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA SUELOS VEGETACIÓN TIPO I, el cual permitió delimitar el área de estudio.

Para este trabajo se revisó e interpretó el material cartográfico a escala 1:100.000, específicamente la hoja Ciudad Bolívar (7440) de la cartografía nacional del año 1971, el mapa geomorfológico de Yáñez G. (1971) A ESCALA 1:50.000 y las imágenes satelitales de Google Earth.

4.5.1.2 Revisión bibliográfica

Luego de haber delimitado el área, procedemos a realizar una revisión bibliográfica, correspondiente al área para determinar cuanta información existía sobre el área comprendida entre el “Mirador y la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho”, para lo que se utilizó información de libros y revistas geológicas que se encontraban en la biblioteca del “Instituto Nacional de Geología y Minas (INGEOMIN)”, así como también páginas web, y de esta manera consolidar un plan de trabajo que permitió recopilar toda aquella información que existiese sobre el área de estudio.

4.5.2 Etapa II: Trabajo de campo

Una vez culminada la fase de oficina, se procede a realizar la fase de campo, que nos permita llevar a cabo el trabajo descriptivo, para el cual realizamos las siguientes actividades:

4.5.2.1 Reconocimiento del área

Como primer paso para la realización del trabajo de campo se inspecciono el área de estudio, delimitada entre el “Mirador y la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho” para conocer y documental de manera muy general la geología del

área y se realizaron algunas descripciones resaltantes sobre la geología observada y se midieron con GPS las coordenadas que limitan el área de trabajo. También en este punto hicimos un reconocimiento general de las rocas aflorantes en el área y las estructuras geológicas que se encontraban en ella.

4.5.2.2 Descripción de los afloramientos

Se procedió a la descripción visual de los afloramientos ubicados en la zona de estudio, para identificar los tipos de estructuras como: Diaclasa verticales, diaclasas radiales, sills, zonas de cizalla, fallas, estructuras tipo domo.

4.5.2.3 Medición de rumbos y buzamientos de las estructuras

Durante la exploración se midieron rumbos y buzamientos de las estructuras en los afloramientos, en las estaciones de la zona de estudio implementando el uso de la brújula.

4.5.2.4 Recolección de muestras

En cada estación se recolectaron muestras de rocas que se obtuvieron usando la mandarina y se posicionaron con ayuda del GPS. Se recolectaron un total de 8 muestras en 10 estaciones.

4.5.3 Etapa III: Análisis de laboratorio

4.5.3.1 Análisis macroscópico de las muestras de rocas

El objetivo de esta actividad es identificar las características de manera macroscópica de cada una de las muestras recolectadas de cada estación y así darles nombres a las muestras recolectadas. Esta actividad se llevó a cabo

mediante el uso de una lupa de mano 10x, para observar con más detalle los minerales de las rocas.

4.5.4 Etapa IV: Trabajo de oficina

4.5.4.1 Clasificación de las estructuras

En esta etapa se procedió a clasificar las estructuras encontradas en las estaciones, con la información de buzamiento, rumbo y azimut. Con estos datos se realizó el diagrama de rosas.

4.5.4.2 Diagrama de rosas de las estructuras geológicas

En esta etapa se utilizó la aplicación Stereonet, donde se utilizaron los datos recopilados en campo de rumbos transformados en azimut; se elaboró el diagrama de rosas. (Figura 4.2)

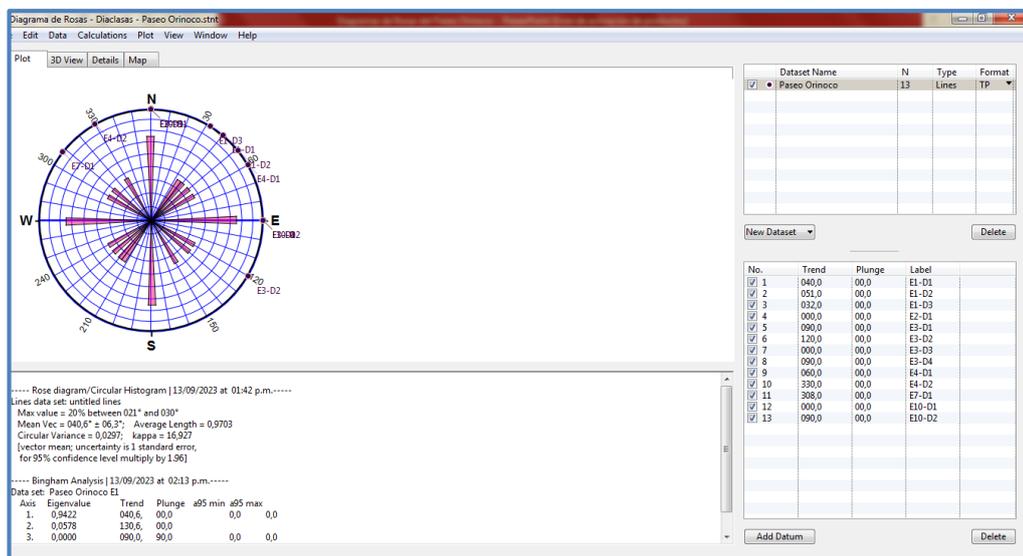


Figura 4.2 Diagrama de rosas de las estructuras.

4.5.4.3 Digitalización del mapa geológico

Para la realización del mapa geológico, se usaron las coordenadas U.T.M de las estaciones del área de estudio y con la aplicación Google Earth, se procedió a ubicar la zona de estudio y sus coordenadas, se exportaron a la cuadrícula Global mapper para obtener las curvas de nivel. Posteriormente se pasaron al programa transformen para convertir las coordenadas geográficas en U.T.M., luego se utilizó la aplicación PowerPoint de office para hacer el croquis del mapa geológico, y por último se hizo la digitalización del mapa geológico en AutoCad 2012.

4.5.4.4 Redacción del informe final

El trabajo de grado fue elaborado en Word de la aplicación office 2016, con toda la información de campo y los resultados de los diferentes análisis. Utilizando el formato establecido de la Escuela Ciencias de la Tierra.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Descripción de las unidades geológicas del área de estudio

En la zona se encuentran 2 unidades Estratigráficas, el Complejo de Imataca y los Sedimentos del Reciente. El Complejo de Imataca esta conformados por gneises monzoníticos de grano medio grises y rosados, gneises cuarzo-monzodiorítico grises y rosados, granulitas máficas de color gris oscuro y pegmatitas de Sienita de color blanco, gris y rosado; y los Sedimentos aluvionales del Reciente conformados por arenas micáceas, de grano medio a fino, marrón claro.

En los afloramientos del Complejo de Imataca, presentes en la zona de estudio y que pertenecen a la Provincia Geológica de Imataca, se observan diferentes tipos de estructuras; diaclasas radiales, fallas, pliegues, zona de cizallas, estructuras tipo domo; también se observan sills de pegmatita.

En la tabla 5.1 se presentan las coordenadas de las estaciones estudiadas; y en la figura 5.1 el mapa con la ubicación de las estaciones.

Tabla 5.1 Coordenadas U.T.M de las estaciones.

ESTACIÓN	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM REGVEN (WGS84) ZONA 20	
		NORTE (m)	ESTE (m)
E-1	PUERTO DE LANCHAS A ORILLAS DEL RÍO	900548.75	439164.61
E-2	PUERTO DE LANCHAS A ORILLAS DEL RÍO	900567.05	439179.03
E-3	PUERTO DE LANCHAS A ORILLAS DEL RÍO AL LADO DERECHO DE LA ESCALINATA	900469.04	439101.90
E-4	EL MIRADOR	900589.27	439363.54
E-5	DIAGONAL A LA CASA DE LAS 12 VENTANAS	900360.28	438904.60
E-6	PASEO ORINOCO, AL LADO DE CAFÉ ANGOSTURA.	900331.24	438886.91
E-7	AL SUROESTE DE LA UGMA	899973.07	438743.85
E-8	PASEO ORINOCO, A ORILLAS DEL RÍO.	899806.99	438583.90
E-9	PASEO ORINOCO, A ORILLAS DEL RÍO.	899964.36	438673.19
E-10	PUERTO DE LANCHAS A ORILLAS DEL RÍO AL LADO IZQUIERDO DE LA ESCALINATA	900480.43	439038.45

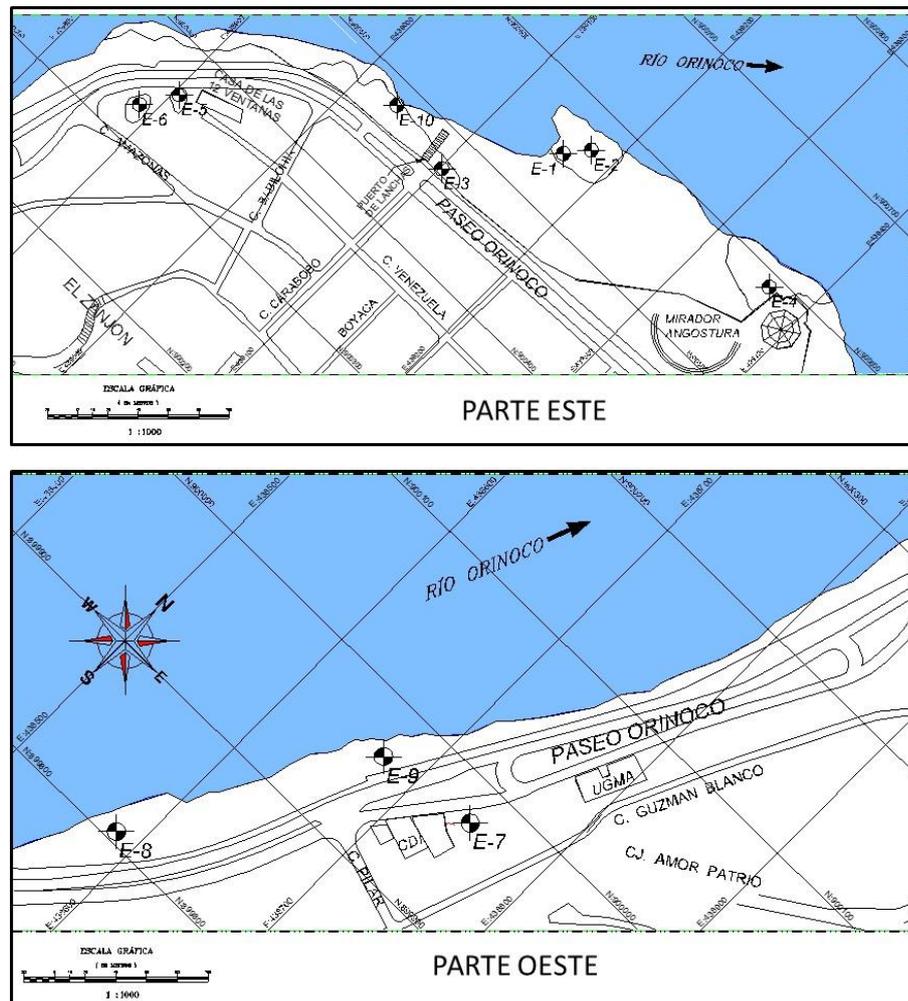


Figura 5.1 Mapas con la ubicación de las estaciones.

5.2 Descripción de los afloramientos entre El Mirador y la UGMA

En la tabla 5.2 se presentan los detalles de cada una de las estaciones de estudio, tales como número de estación, nombre de la roca, y las estructuras con los rumbos y buzamientos.

Tabla 5.2 Resumen de datos de campo de las estaciones.

ESTACIÓN	UBICACIÓN	NOMBRE DE LA ROCA	TIPO DE ESTRUCTURA	RUMBO
E-1	Puerto de Lanchas A la orilla del río	Gneis monzogranítico	Diaclasa vertical Diaclasa inclinada Diaclasas Radiales	N40°E N51°E N32°E
E-2	Puerto de Lanchas A la orilla del río	Gneis monzogranítico	Diaclasa vertical Foliación Diaclasas radiales	Norte Franco S70°E
E-3	Puerto de Lanchas Al lado este de la escalinata	Granulita máfica	Foliación, porfiroblastos de cola, cizallamiento	S10W
E-4	El Mirador	Gneis monzogranítico	Cizallamiento ortogonal, Diaclasas radiales	Este franco y Norte franco
E-5	Diagonal a la Casa de Las 12 Ventanas	Gneis monzogranítico	Foliación	N52°E
E-6	Paseo Orinoco, al lado de Café Angostura	Gneis cuarzo-monzodiorítico	Domo, foliación	N87°E
E-7	Al Suroeste de la UGMA	Gneis monzogranítico y Pegmatita de Sienita (relleno de fractura)	Domo, foliación	N52°W
E-8	Paseo Orinoco, a orillas del río.	Gneis monzogranítico	Foliación Foliación Falla inclinada	N65°E S78°E S50°E
E-9	Paseo Orinoco, a orillas del río.	Granulita máfica	Foliación Diaclasa Falla	S78°E N65°E S50°E
E-10	Puerto de Lanchas Al lado oeste de la escalinata	Granulita máfica	Foliación, cizallamiento	S10°W

5.2.1 Estaciones E1, y E2

Estas estaciones están ubicadas en la margen derecha del río Orinoco, y las rocas que se encuentran son gneises monzograníticos, de grano medio de textura granoblástica, los cuales presentan tonos grisáceos, con diaclasas radiales y verticales y zonas de cizalla (Figuras 5.2, 5.3 y 5.4).



Figura 5.2 Afloramientos de las estaciones E1 y E4.



Figura 5.3 Estación E1: gneis monzogranítico con diaclasas radiales y vertical.



Figura 5.4 Estación E2: gneis monzogranítico con diaclasas verticales y radiales.

5.2.2 Estación E3

La estación está ubicada en la margen derecha del rio Orinoco, se encuentran rocas del tipo granulitas máficas, roca de grano fino y textura granoblástica, foliada y presenta porfidoblastos de cola (Figuras 5.5 y 5.6).



Figura 5.5 Estación 3: granulita con foliación.

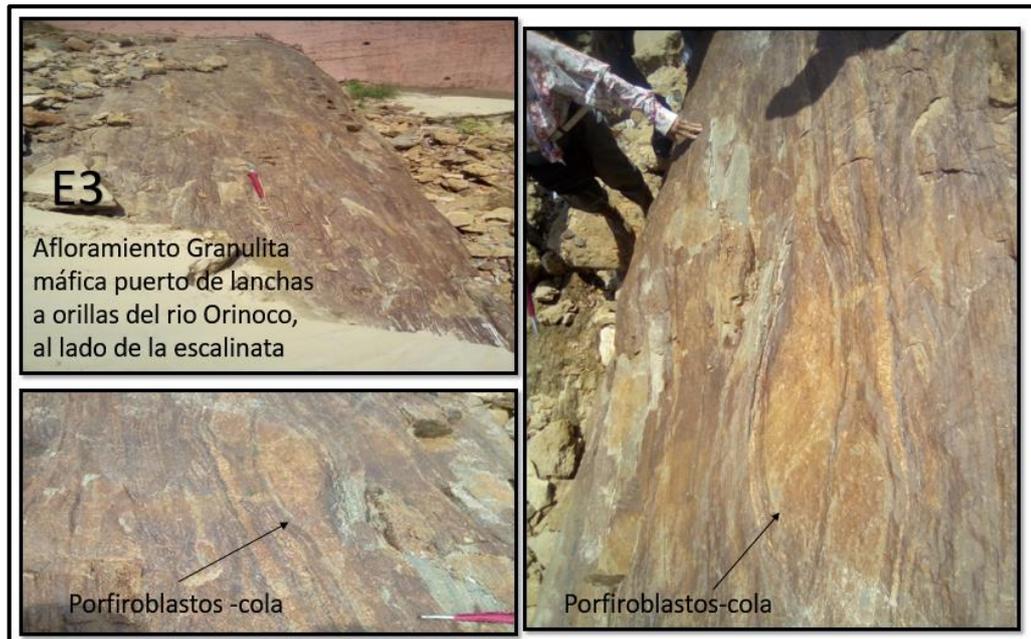


Figura 5.6 Afloramiento de granulita con porfidoblastos de cola en la estación 3.

5.2.3 Estación 4

En la estación E4, se encuentran gneis monzogranítico, de grano medio con textura granoblástica, en tonos grisáceos y rosados, con cizalla con fracturas ortogonales y diaclasas radiales (Figuras 5.7 y 5.8).



Figura 5.7 Estación E4: granulitas con cizallamiento ortogonal.



Figura 5.8 Estación 4: granulita con diaclasas radiales.

5.2.4 Estación E5

La estación 5 ubicada en el sector de La Casa de las 12 Ventanas, donde se encuentra una roca del tipo gneis monzogranítico, con textura granoblástica, de color gris y rosado (Figura 5.8).



Figura 5.8 Afloramiento de gneis monzogranítico de la estación E5.

5.2.5 Estación E6

La estación está ubicada en el sector del negocio Café Angostura, y se encuentra un afloramiento de gneis cuarzo monzodiorítico (Figura 5.9).



Figura 5.9 Estación 6, afloramiento de gneis cuarzo monzodiorítico con estructura tipo domo.

5.2.6 Estación E7

Estación 7 ubicada en el sector la UGMA, donde se encuentra un afloramiento con estructura tipo domo, de gneis monzogranítico, de grano medio, con textura granoblástica con fracturas rellenas con pegmatita de sienita, con textura de grano grueso (Figura 5.10).



Figura 5.10 Afloramiento de gneis monzogranítico de la Estación 7.

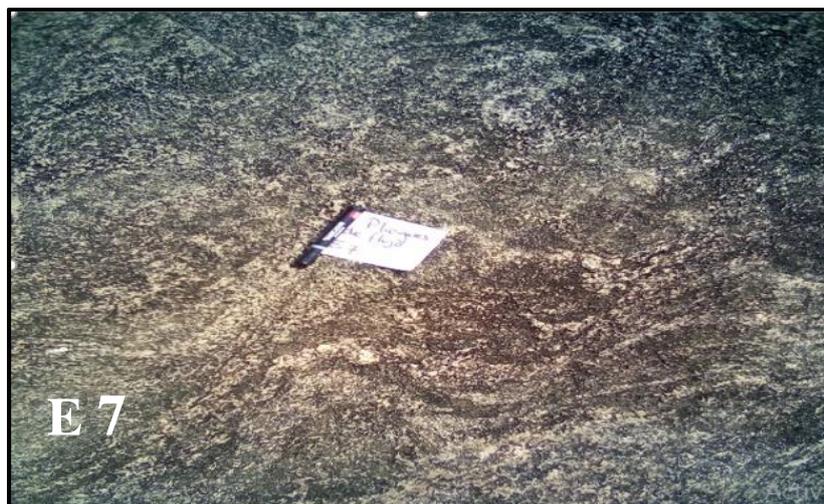


Figura 5.11 Estación E-7: gneis tipo monzogranítico con pliegues de flujo.

5.2.7 Estación E8

En la estación 8, se presenta un afloramiento de gneis tipo monzogranítico al igual que en la estación 7, donde se observan pliegues de flujo y una estructura dómica (Figura 5.12).



Figura 5.12 Afloramiento de E8, de gneis tipo monzogranítico con estructura tipo domo.

5.2.8 Estación E9

Esta estación está ubicada en la orilla del río Orinoco, y se encuentra un afloramiento de gneis tipo monzogranítico, de grano medio, con textura granoblástica (Figura 5.13).



Figura 5.13 Afloramiento de la estación 9, de gneis monzogranítico a orillas del río Orinoco.



Figura 5.14 Estación 9: Sils de pegmatita en gneis monzogranítico.

5.2.9 Estación E10

En esta estación se encuentran granulitas máficas, de grano fino y textura granoblástica, foliada y presenta porfidoblastos de cola (Figura 5.15).



Figura 5.15 Afloramiento de gneis cataclástico, a orillas del río Orinoco, al lado izquierdo de la escalinata, del puerto de lanchas.

5.3 Clasificación petrográfica macroscópica, de las muestras de rocas

En las tablas 5.3 y 5.4 se presentan los resultados de los análisis macroscópicos de las 8 muestras de rocas realizados por INGEOMIN; de acuerdo a esos datos se tiene que en la zona de estudio predominan los gneises

monzograníticos en un 67% (6 muestras), y en menor proporción las granulitas máficas (1 muestra), gneis cuarzo monzodiorítico (1 muestra) y pegmatita de sienita (1 muestra), estas últimas con 11% cada una de ellas.

La composición mineralógica de los gneises monzograníticos es Cuarzo 10-30%, Plagioclasa 22–30 %, Feldespatos 20-30%, Mica biotita 5-20%, Anfíbol 5-10%; de las granulitas máficas es Plagioclasa 50%, Mica biotita 20%, Anfíbol 20%, Cuarzo 10% y Granate 5%; de los gneis cuarzo monzodiorítico es Plagioclasa 70%, Cuarzo 15%, Feldespatos 10% y Mica biotita 5%; de las pegmatitas de sienita es Feldespatos 50%, Cuarzo 30%, Plagioclasa 15% y Mica biotita 5%.

Tabla 5.3 Clasificación de las rocas estaciones E1, E2, E3 y E4

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COMPOSICIÓN MINERALÓGICA	NOMBRE DE LA ROCA	VISTA MACROSCÓPICA
E1	Roca de grano medio de textura granoblástica, mosaico de minerales en tonos grisáceos	Cuarzo 30% Plagioclasa 25% Feldespatos 25% Mica biotita 15% Anfíbol 5%	Gneis monzogranítico	
E2	Roca de grano medio de textura granoblástica, mosaico de minerales en tonos grisáceos y rosados	Cuarzo 26% Plagioclasa 22% Feldespatos 22% Mica biotita 20% Anfíbol 10%	Gneis monzogranítico	
E3	Roca de fino medio de textura granoblástica	Plagioclasa 50% Mica biotita 20% Anfíbol 20% Cuarzo 10% Granate 5%	Granulita máfica	
E4	Roca de grano medio de textura granoblástica, mosaico de minerales en tonos grisáceos y rosados	Plagioclasa 30% Feldespatos 20% Cuarzo 20% Mica biotita 20% Anfíbol 10%	Gneis monzogranítico	

Tabla 5.4 Clasificación de las rocas estaciones E5, E6, E7 y E8

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	COMPOSICIÓN MINERALÓGICA	NOMBRE DE LA ROCA	VISTA MACROSCÓPICA
E5	Roca de grano medio de textura granoblástica, mosaico de minerales en tonos grisáceos y rosados	Plagioclasa 30% Feldespatos 30% Cuarzo 20% Mica biotita 15% Anfíbol 5%	Gneis monzogranítico	
E6	Roca de grano medio de textura granoblástica, mosaico de minerales en tonos grisáceos	Plagioclasa 70% Cuarzo 15% Feldespatos 10% Mica biotita 5%	Gneis cuarzo - monzodiorítico	
E7	Roca de grano medio de textura granoblástica con fractura rellena de minerales de grano grueso de textura pegmatítica	Plagioclasa 30% Feldespatos 30% Cuarzo 20% Mica biotita 15% Anfíbol 5%	Gneis monzogranítico	
		Feldespatos 50% Cuarzo 30% Plagioclasa 15% Mica biotita 5%	Pegmatita de Sienita (relleno de fractura)	
E8	Roca de grano medio de textura granoblástica, mosaico de minerales en tonos grisáceos y rosados	Cuarzo 30% Plagioclasa 30% Feldespatos 20% Mica biotita 15% Anfíbol 5%	Gneis monzogranítico	

En la figura 5.16 se presentan las fotografías de muestras que fueron analizadas macroscópicamente, con la lupa de aumento 10X, que en total son 8 muestras.

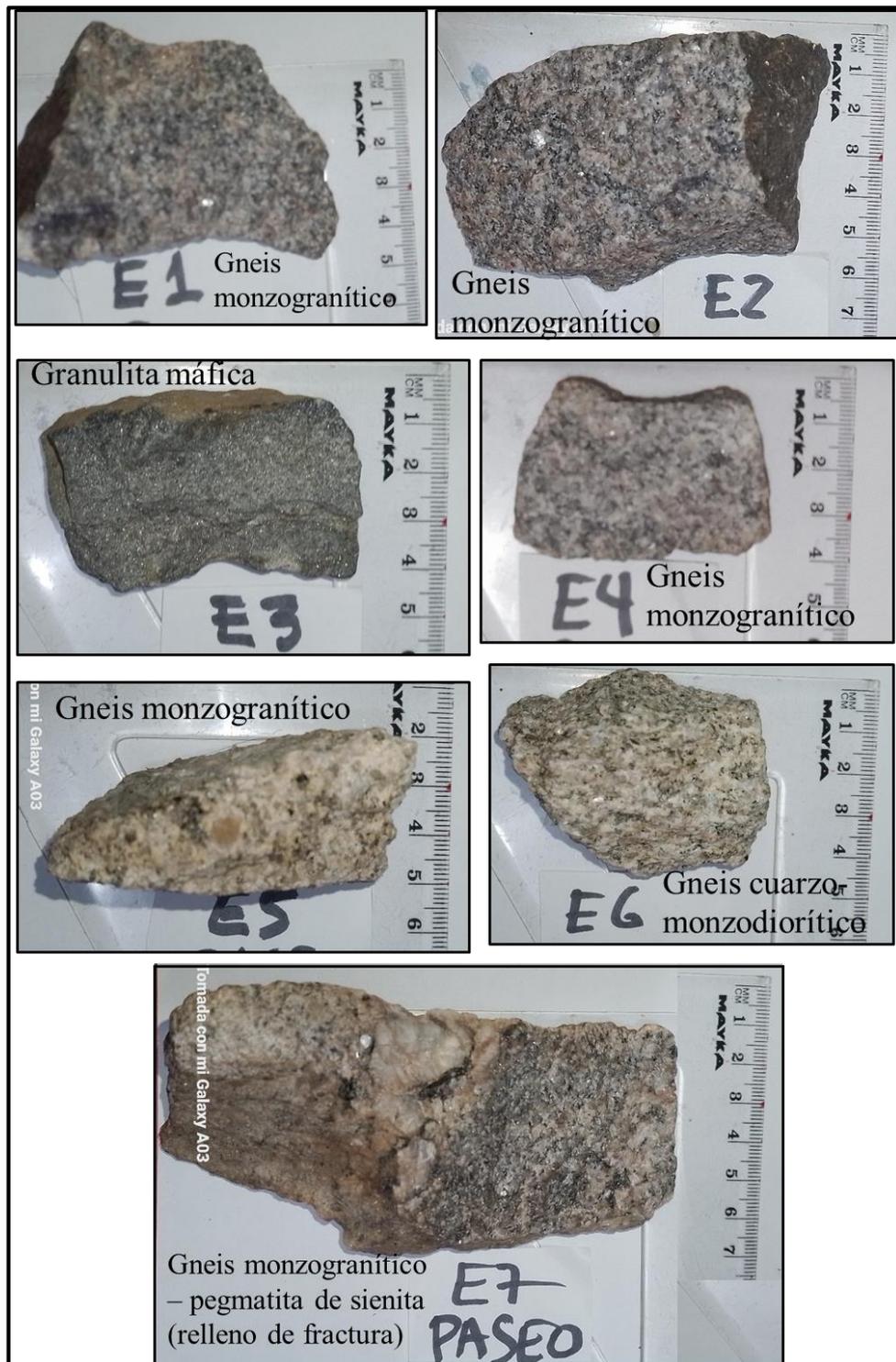


Figura 5.16 Muestras de rocas de la zona de estudio entre El Mirador y la UGMA: E1, E2, E4, E5 gneis monzogranítico; E6 gneis cuarzo-monzodiorítico, E3 granulita máfica y en E7 gneis monzogranítico - pegmatita de sienita (relleno de fractura).

5.4 Clasificación de las estructuras geológicas presentes en los afloramientos

En la Tabla 5.5, se presentan los tipos de estructuras observadas en cada una de las estaciones en el campo, con los datos de rumbos y buzamientos medidos; de la cual se determinó que se encuentran diaclasas verticales con rumbo N40°E y norte franco, foliación con rumbos S70°E, S10°W, N65°E, N52°E y S78°E, cizallas con fracturas ortogonales con rumbos norte franco y este franco

Tabla 5.5 Datos de las estructuras geológicas observadas en los afloramientos.

Estación	Tipo de Estructura	Rumbo
E-1	Diaclasa Vertical Diaclasa Inclinada Diaclasa Vertical Diaclasas radiales	N40°E N51°E N31°E
E-2	Diaclasa Vertical Foliación	Norte franco S70°E
E-3	Foliación Fractura por cizalla y porfidoblastos de cola.	S10°W N5°E
E-4	Cizallamiento Ortogonal. Diaclasas radiales	Este franco y Norte franco
E-5	Foliación	N52°E
E-6	Domo	N87°E
E-7	Domo Pliegues de flujo Sills de pegmatita	N52°W
E-8	Foliación foliación Falla inclinada Pliegues de flujo	N65°E S78°E N52°E
E-9	Foliación Diaclasa	S78°E N65°E
E-10	Sill de pegmatita	

5.5 Análisis del diagrama de rosas de las estructuras geológicas

De acuerdo a los datos obtenidos en campo, se analizaron los diagramas de rosas de las diaclasas, cizalla y foliaciones de las 10 estaciones.

5.5.1 Diagrama de rosas de las diaclasas

En la figura 5.17 se presenta el diagrama de rosas que incluye los datos de las diaclasas medidas en campo; donde se observan que existen cuatro direcciones preferenciales, que son NE-SE, NW-SE, N-S y E-W; esto indica, que existen diaclasa conjugadas que corresponden con las direcciones NE-SW, NW-SE y diaclasas ortogonales que corresponden a las diferentes direcciones N-S y E-W.

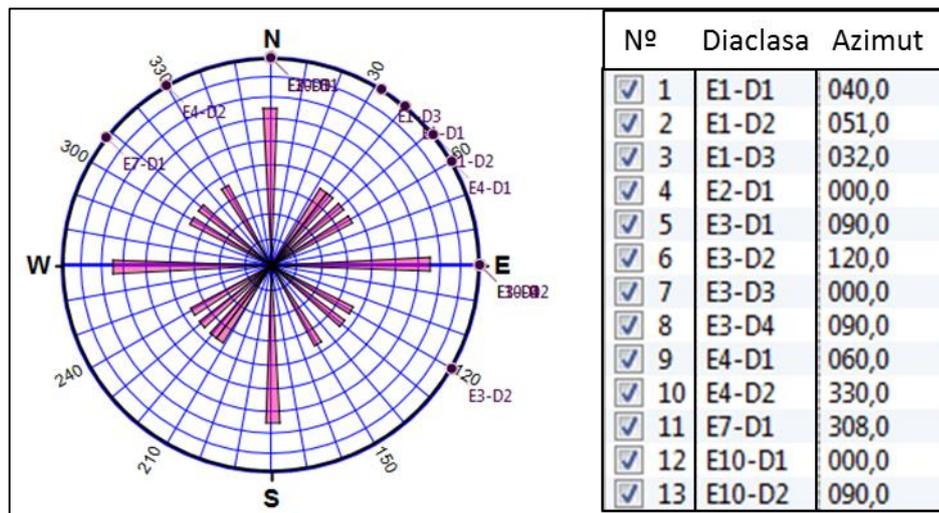


Figura 5.17 Diagrama de Rosas de las diaclasas de la zona de estudio.

El análisis de la figura antes citada, también indica que las direcciones de los esfuerzos tectónicos, que dieron origen a las diaclasas conjugadas, actuaron en dirección E-W, y as diaclasas ortogonales son originadas por relajación, producto de la disminución de la carga litoestática o asociada a plegamiento por fracturamiento en la charnela paralelas a ellas y perpendicular a los esfuerzos.

5.5.1.1 Diagrama de rosas de la estación E1

En la estación E1, se encuentran diaclasas subparalelas con azimut entre 32° y 51° (Figura 5.18).

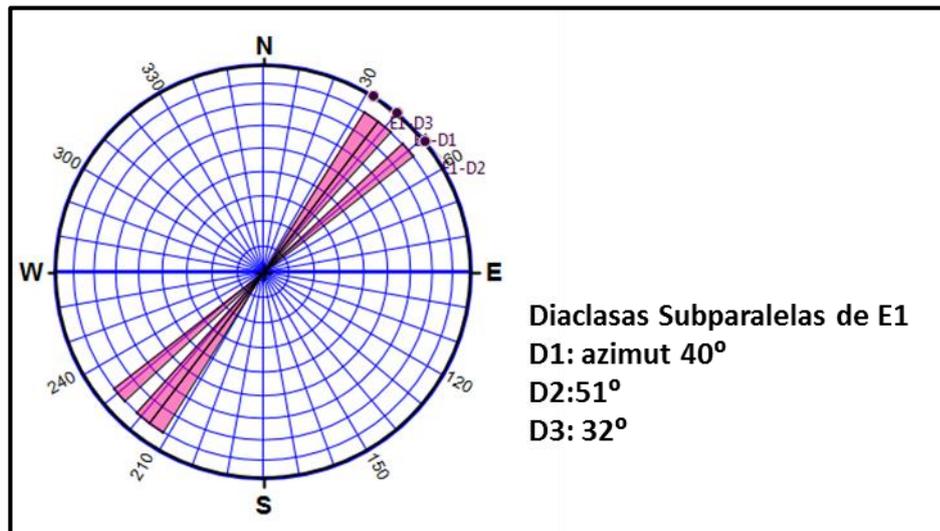


Figura 5.18 Diagrama de Rosas de la estación E1.

5.5.1.2 Diagrama de Rosas de las estaciones E2 y E3

Las estaciones E2 y E3 se encuentran en el mismo afloramiento y muy cercanas. De acuerdo a los datos de campo en la estación E2 se presentan diaclasas con azimut de 0° ; y en E3 diaclasa paralelas (D1-D4) con azimut de 90° , conjugada (D2-D3) con azimut de 120° y 0° ortogonales (D3-D4) con azimut de 0° y 90° (Figura 5.19). Analizando los datos se tiene que en E2 Y en E3 hay diaclasa con azimut igual a 0° .

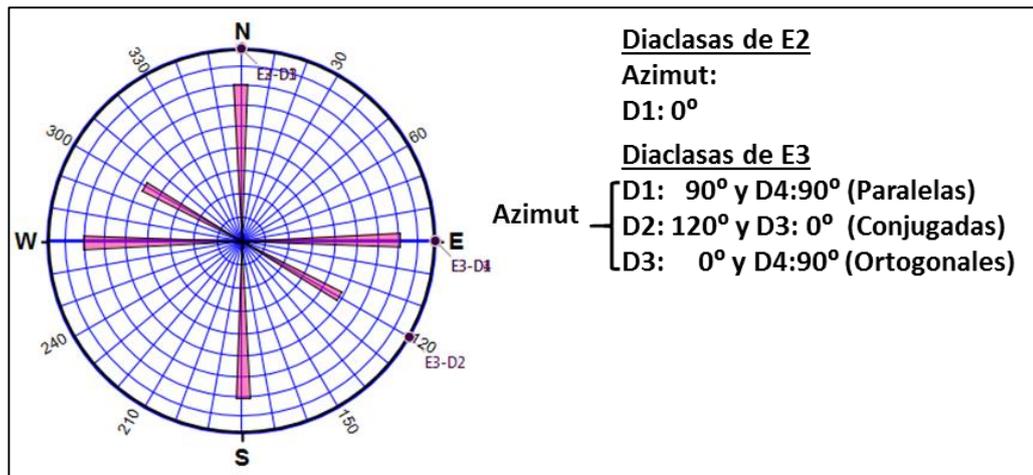


Figura 5.19 Diagrama de rosas E2 y E3.

5.5.1.3 Diagrama de rosas de la estación E4

En la estación E4, se encuentran diaclasas ortogonales (D1-D2), con azimut de 60° y 330° respectivamente (Figura 5.20)

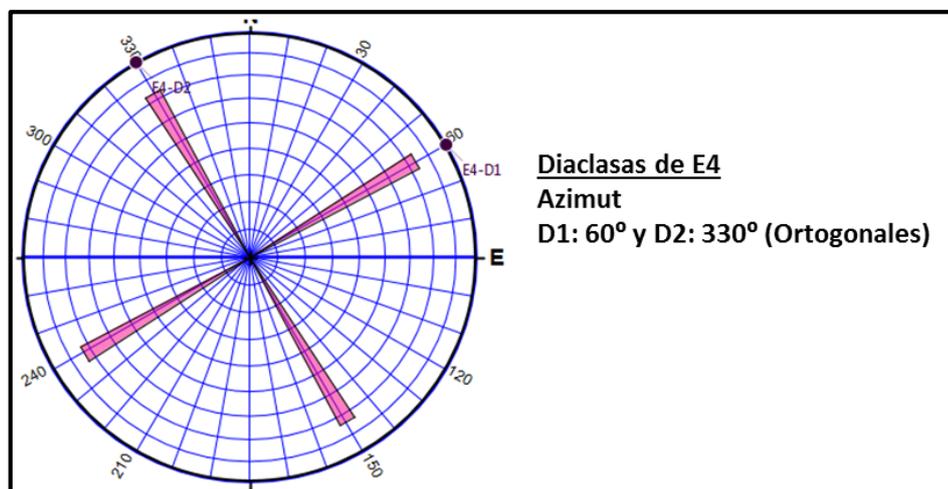


Figura 5.20 Diagrama de rosas de la estación E4.

5.5.1.4 Diagrama de rosas de la estación E7

La estación E7, se encuentran escasas diaclasas se midió 1 (D1), con azimut de 308° (Figura 5.20)

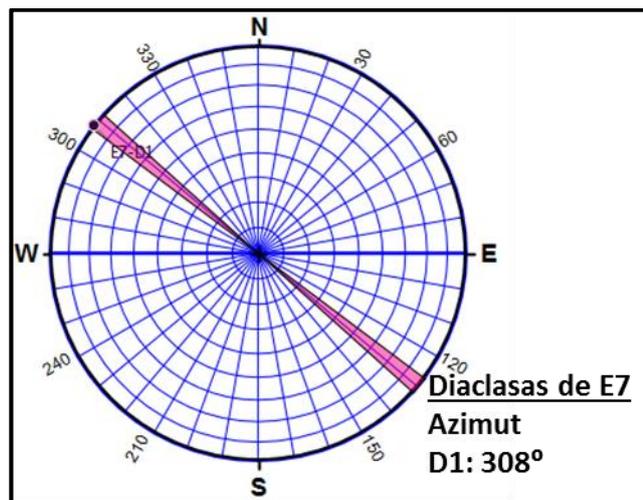


Figura 5.20 Diagrama de la estación E7.

5.5.1.5 Diagrama de rosas de la estación E10

La estación 10, se encuentra en el mismo afloramiento de las estaciones E2 y E3, pero separadas por las escalinatas del puerto de las lanchitas del paseo; y también presentan diaclasa ortogonal (D1-D2) con azimut de 0° y 90° (Figura 5.21).

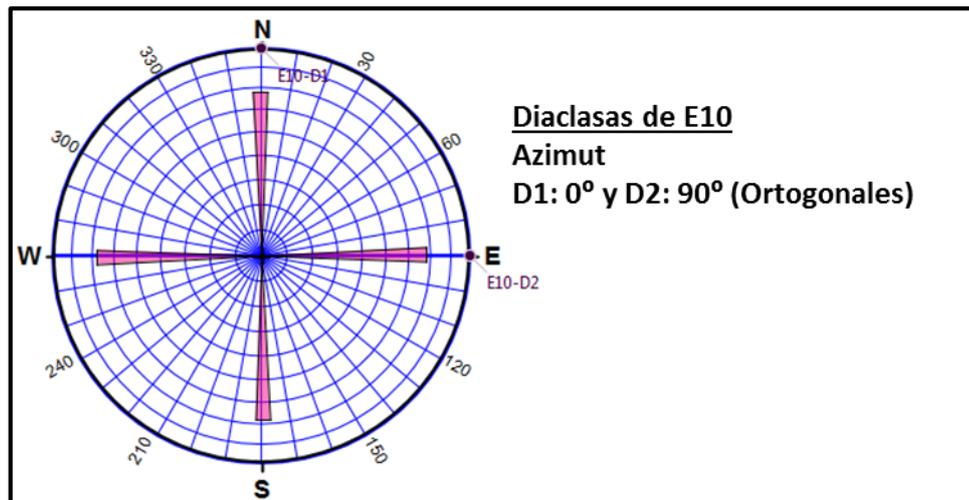


Figura 5.21 Diagrama de rosas de la estación E10.

5.5.2 Diagrama de rosas de las zonas de cizalla

Se encontraron zonas de cizallas en las estaciones E1, E4 y E7, con valores de azimut muy diferentes, en el caso de la estación E1, se encuentran dos zonas de cizalla, una con azimut de 20° y otra de 60°; en la estación E4 con azimut de 90°, y en E10 con azimut de 308° (Figura 5.22).

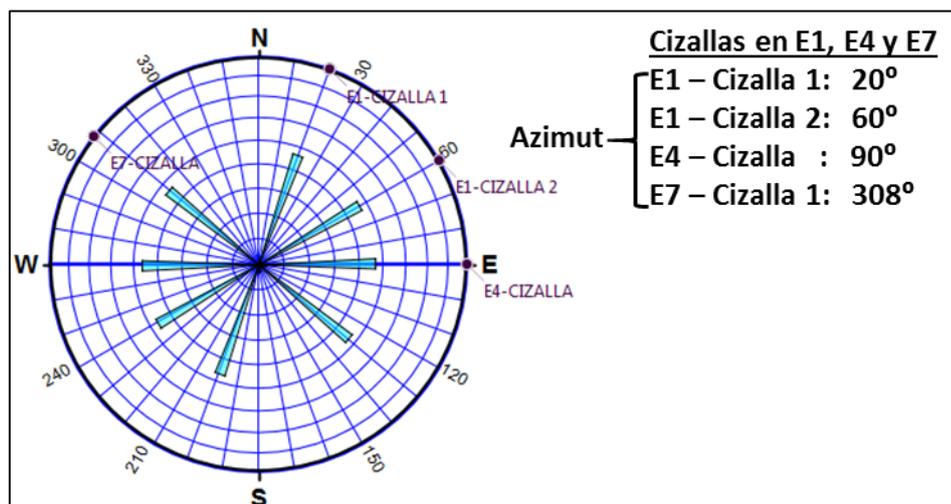


Figura 5.22 diagrama de rosas de las zonas de cizalla.

5.5.3 Diagrama de rosas de las foliaciones

En la zona de estudio se midieron 9 direcciones de la foliación, en 8 estaciones donde se observaron; y de los valores de azimut de las foliaciones, cambio en algunas estaciones; esos cambios pueden estar asociados a desplazamiento por cizalla o a plegamiento. Los valores de azimut de las foliaciones están entre 25° y 190° (Figura 5.23).

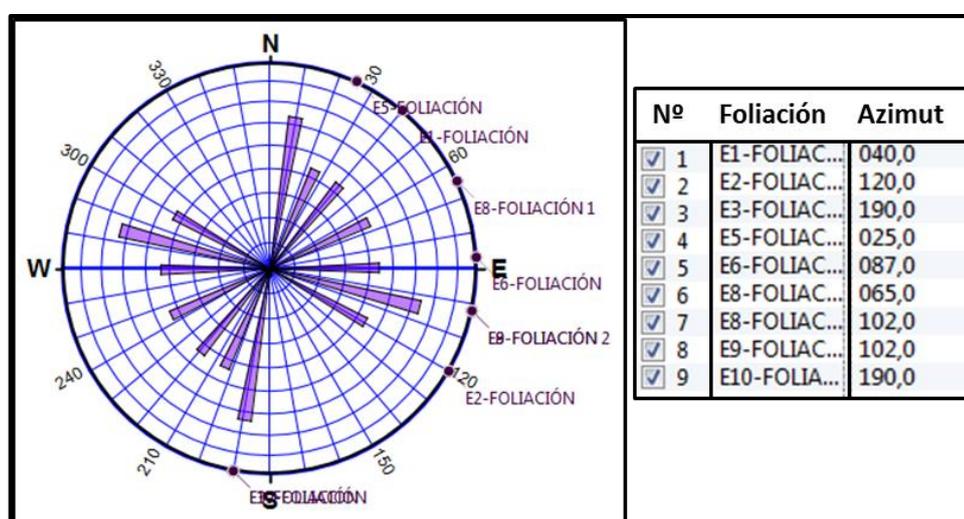


Figura 5.23 Diagrama de rosas de las foliaciones.

5.6 Análisis del mapa geológico

En la zona de estudio de acuerdo al mapa geológico predominan las rocas del Complejo de Imataca en un 90 % y la unidad de Sedimentos de Reciente ocupa el 10% (Figura 5.24).

Analizando los sectores del mapa geológico tenemos: al este se encuentra tanto el Complejo de Imataca, conformados por gneises monzoníticos de grano medio grises y rosados, como Sedimentos aluvionales del Reciente conformados por arenas micáceas, de grano medio a fino, marrón claro; en la parte central del área también se encuentra los Sedimentos del Reciente y el Complejo de Imataca, conformado por gneises monzograníticos, gneises cuarzo-monzodiorítico y

granulitas máficas; y al oeste, solo el Complejo de Imataca conformado por gneises monzograníticos con pegmatitas de Sienita y granulitas máficas (Figuras 5.25, 5.26, 5.27).

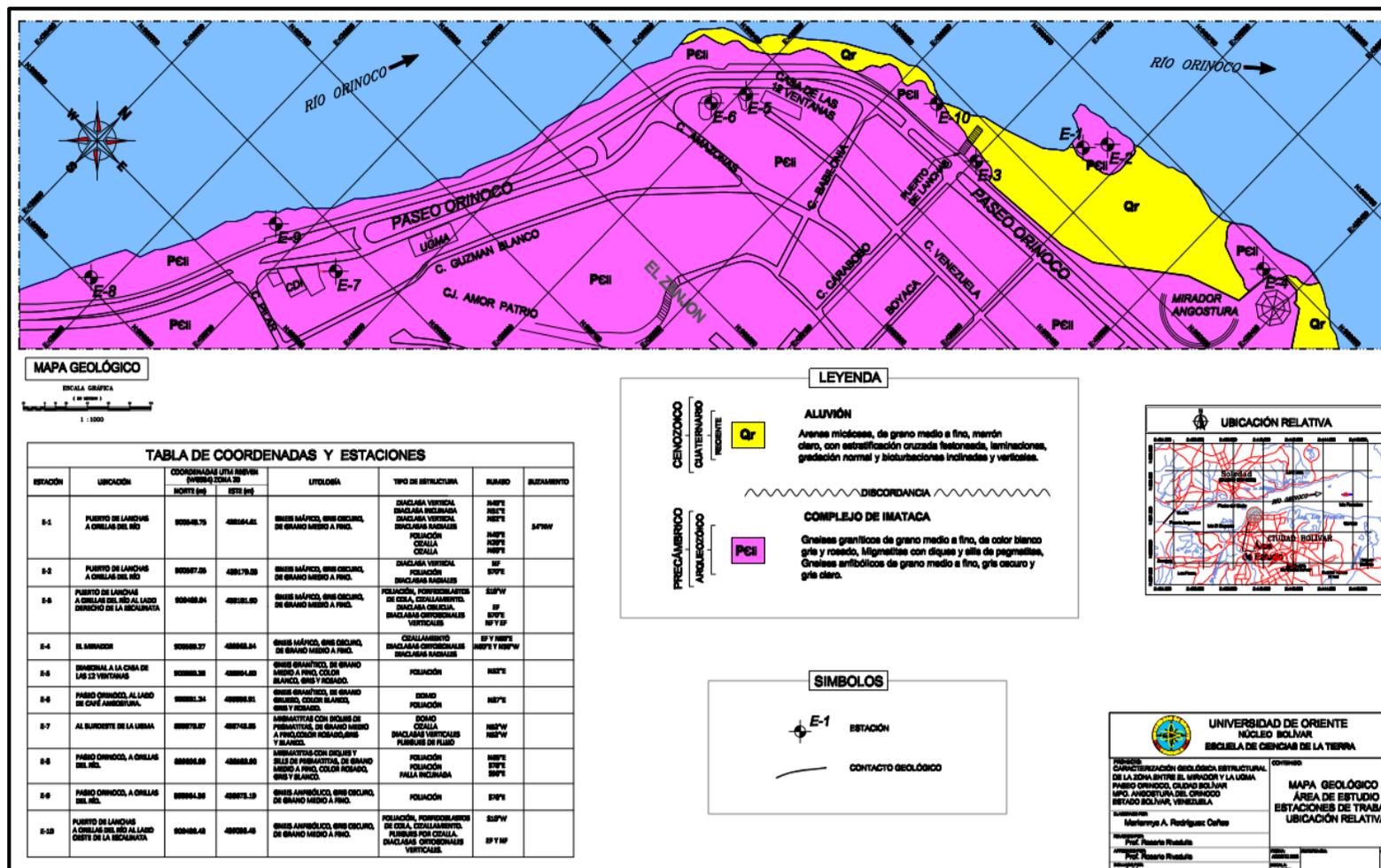


Figura 5.24 Mapa geológico del área de estudio.

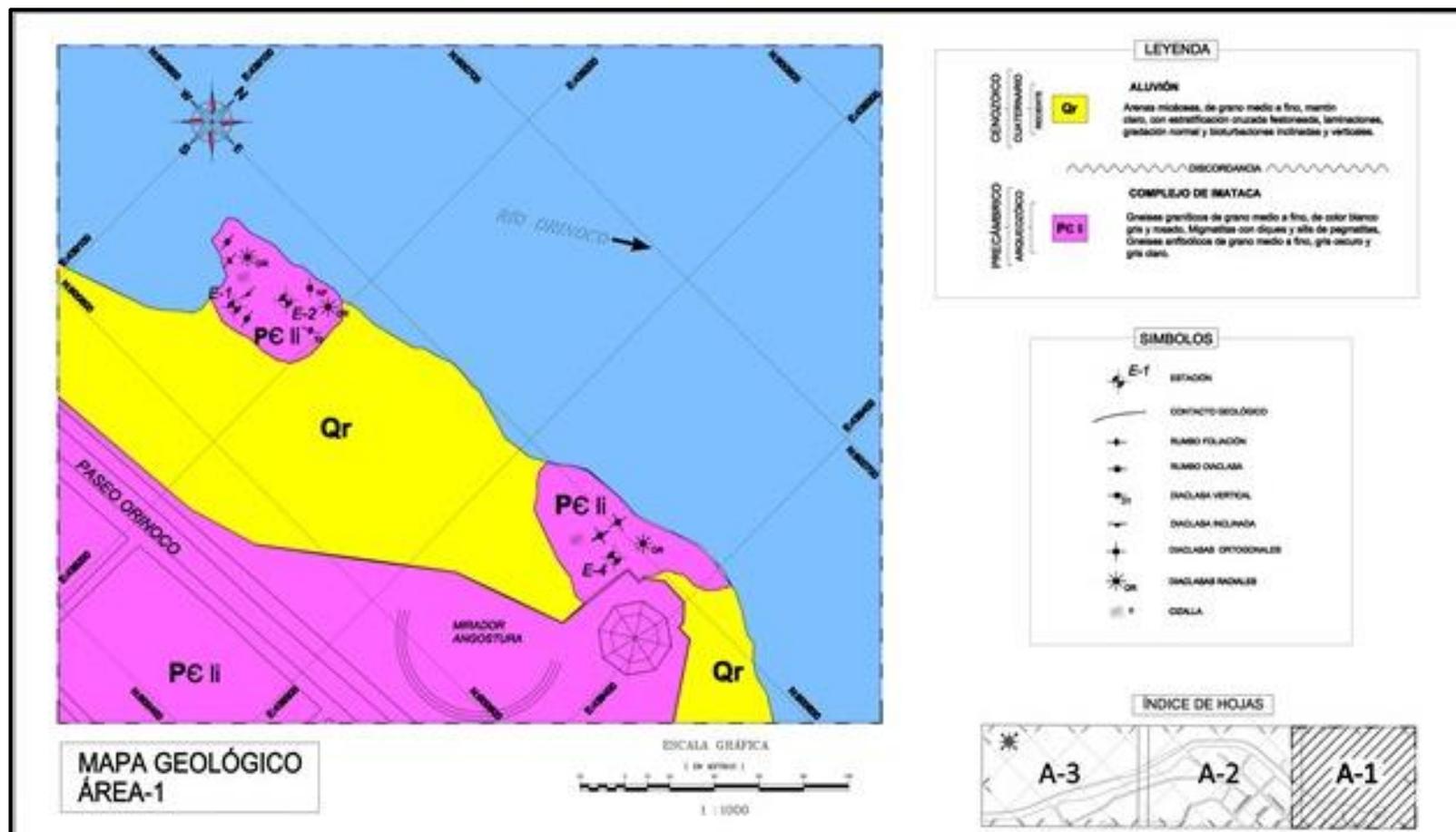


Figura 5.25 Mapa geológico de la parte este del área de estudio.

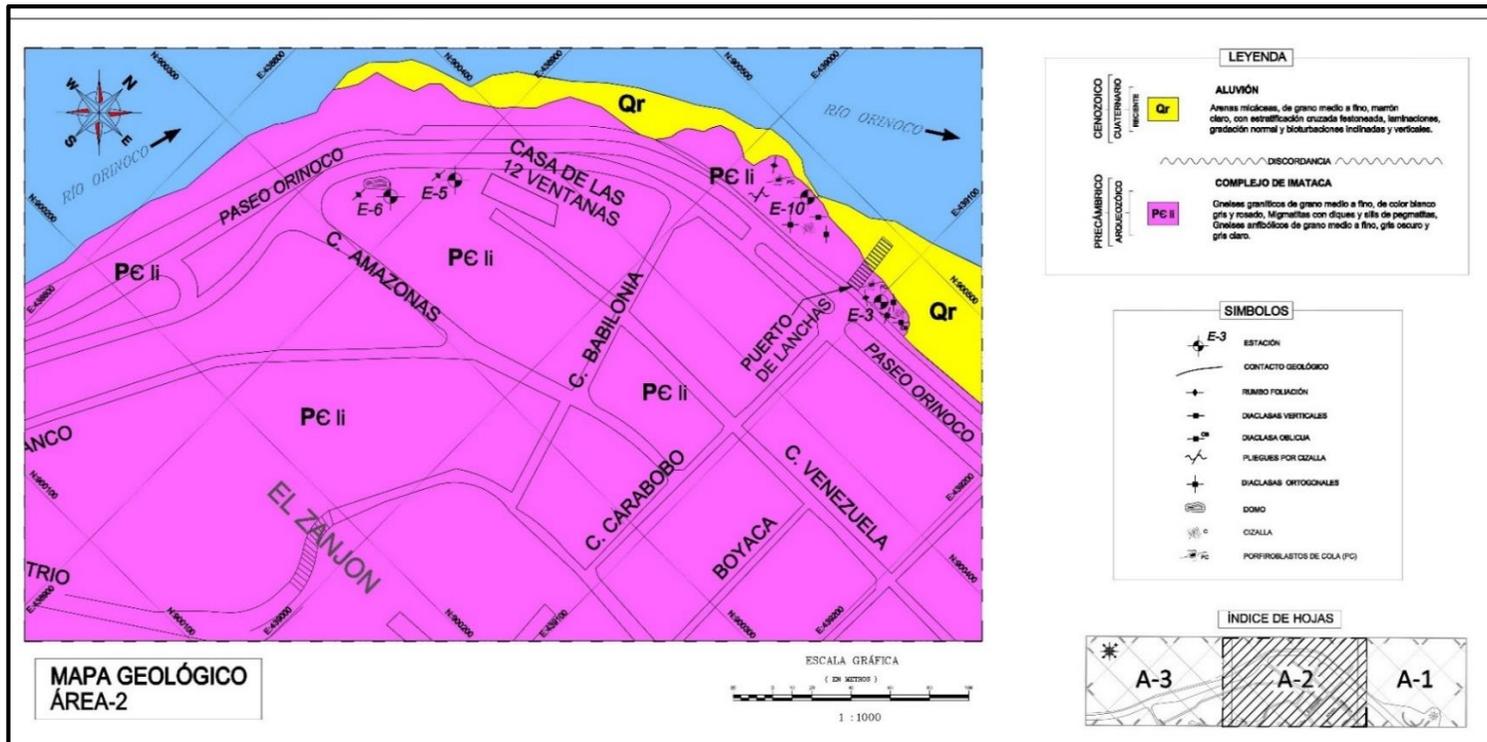


Figura 5.26 Mapa geológico de la parte central del área de estudio.

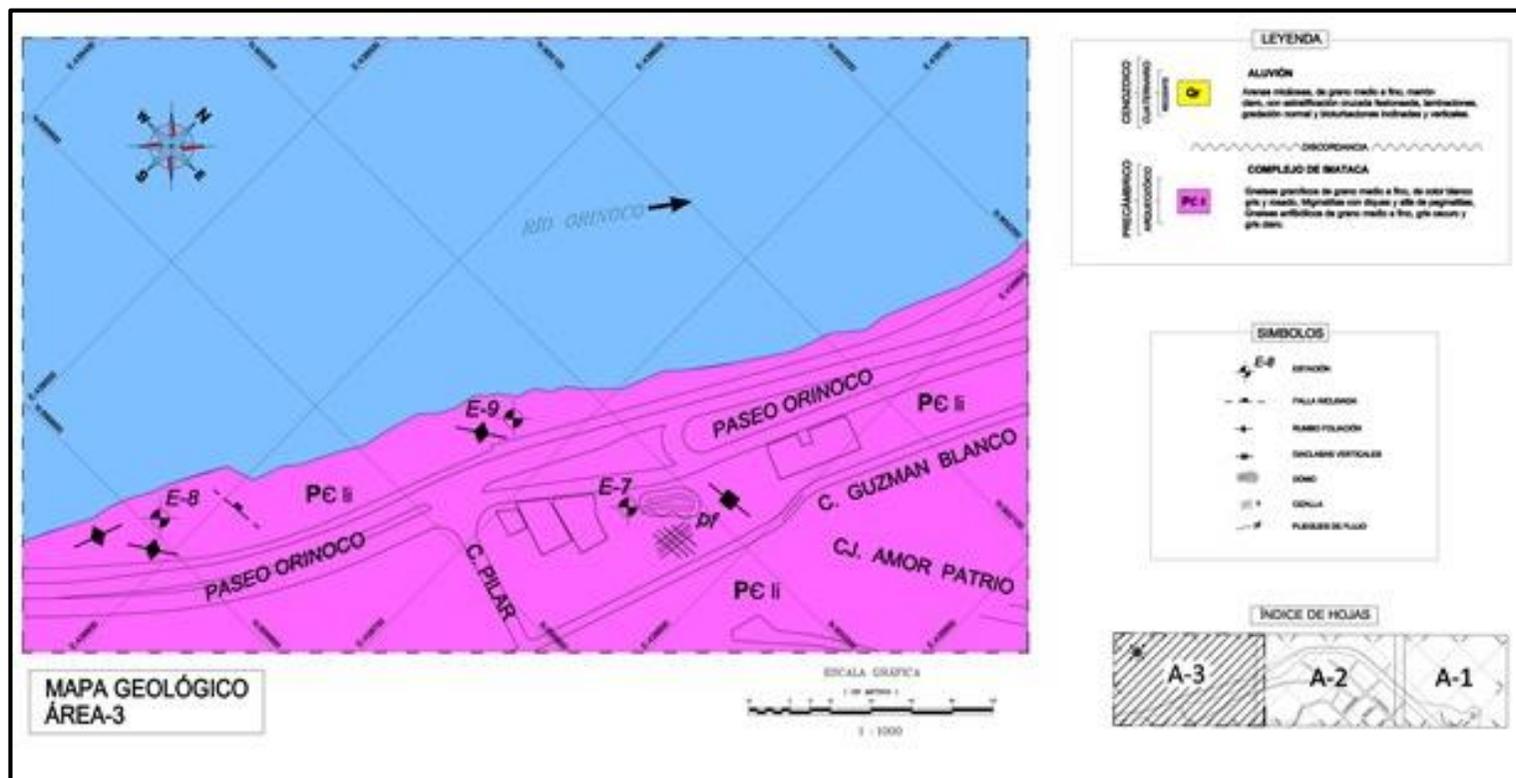


Figura 5.27 Mapa geológico de la parte oeste del área de estudio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. En la zona de estudios se distinguieron 2 unidades geológicas, que son el Complejo de Imataca y los sedimentos del reciente.

2. El Complejo de Imataca y se caracteriza litológicamente por gneises monzograníticos grises y rosados en un 67% (6 muestras), y en menor proporción las granulitas máficas de color gris oscuro (1 muestra), gneis cuarzo monzodiorítico de color gris y rosado (1 muestra) y pegmatita de sienita de color gris, blanco y rosado.

3. La composición mineralógica de los gneises monzograníticos es Cuarzo 10-30%, Plagioclasa 22–30 %, Feldespatos 20-30%, Mica biotita 5-20%, Anfíbol 5-10%; de las granulitas máficas es Plagioclasa 50%, Mica biotita 20%, Anfíbol 20%, Cuarzo 10% y Granate 5%; de los gneis cuarzo monzodiorítico es Plagioclasa 70%, Cuarzo 15%, Feldespatos 10% y Mica biotita 5%; de las pegmatitas de sienita es Feldespatos 50%, Cuarzo 30%, Plagioclasa 15% y Mica biotita 5%.

4. En la zona de estudio se observaron diaclasas verticales con rumbo N40°E y norte franco, foliación con rumbos S70°E, S10°W, N65°E, N52°E y S78°E, cizallas con fracturas ortogonales con rumbos norte franco y este franco. El patrón geométrico de los sistemas de diaclasas de los diagramas de rosetas de 6 estaciones (E1, E1-A, E6, E6-A, E7 y E12), indica sistemas de diaclasas conjugadas y ortogonales, y se determinó que la dirección de los esfuerzos σ_1 , son NW-SE. Estas direcciones se corresponden con los estudios regionales.

5. De acuerdo al mapa geológico de la zona de estudio predominan las rocas del Complejo de Imataca en un 90 % y la unidad de Sedimentos de Reciente

ocupa el 10%. Analizando los sectores del mapa geológico tenemos: al este se encuentra tanto el Complejo de Imataca, conformados por gneises monzoníticos de grano medio grises y rosados, como Sedimentos aluvionales del Reciente conformados por arenas micáceas, de grano medio a fino, marrón claro; en la parte central del área también se encuentra los Sedimentos del Reciente y el Complejo de Imataca, conformado por gneises monzograníticos, gneises cuarzo-monzodiorítico y granulitas máficas; y al oeste, solo el Complejo de Imataca conformado por gneises monzograníticos con pegmatitas de Sienita y granulitas máficas

Recomendaciones

1. Analizar petrográficamente secciones delgadas de las rocas de los afloramientos ubicados en sector entre El Mirador y a UGMA, a fin de comprobar la clasificación macroscópica realizada.
2. Realizar estudios de análisis de fracturas en afloramientos de otros sectores de la región, a fines comparar los patrones estructurales.
3. Realizar más investigaciones sobre el área de estudio de manera de proporcionar mayor información sobre la zona.

REFERENCIAS

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

Bard, P.J. (1985) **MICROTEXTURAS DE ROCAS MAGMÁTICAS Y METAMÓRFICAS**. Masson S.A. Barcelona.

Barrios Jhonny y Rusbelis Hernández (2016) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA ISLA EL DEGREDADO, RÍO ORINOCO, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR ESTADO BOLÍVAR**, trabajo de grado de la Universidad de Oriente, de la Escuela Ciencias de la Tierra. P 92.

Bustos, D. (2015). **DIAGRAMAS DE ROSAS**. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental. Ecuador.

Castro Dorado, V. (2015) **PETROGRAFÍA DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS**. Editorial Paraninfo, Madrid, España, pp 119-145.

Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G)- Técnica Minera C.A. (TECMIN) (1989). **PROYECTO INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN GUAYANA Informes de Avance. Clima, Geología, Geomorfología, Suelos, Vegetación. Tomos I y II: Mapas a Escala 1: 250 000**. Ciudad Bolívar.

Geologyscience (2023). **ROCAS METAMÓRFICAS NO FOLIADAS**. Disponible en: <https://es.geologyscience.com/rocas/Rocas-metam%C3%B3rficas/rocas-metam%C3%B3rficas-no-foliadas/granulitos/> Fecha

de consulta 19 de noviembre 2023.

Habanero M. (2022) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DE LOS AFLORAMIENTOS UBICADOS A L MARGEN DERECHA DEL RIO ORINOCO EN EL SECTOR CLUB NÁUTICO, PARROQUIA CATEDRAL, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo de grado de la Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra. P. 65. Ciudad Bolívar.

Fossen, H. (2010) **STRUCTURAL GEOLOGY.** Cambridge University Press, New York.

González de Juana Clemente, Iturralde de Arozena, Juana Ma. y Picard Xavier (1980) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS.** TOMO I. Foninves. Caracas, Venezuela.

Griem W. (2020) **ROSETA DE DIACLASAS** geovirtual2. Recuperado de:

<https://www.geovirtual2.cl/Geoestructural/prak03.htm#:~:text=Una%20roseta%20de%20diacclasas%20es,o%20la%20direcci%C3%B3n%20de%20inclinaci%C3%B3n.>

Itriago Juan y Carmona Elianyelis (2023) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA- SEDIMENTOLÓGICA DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO ORINOCO ENTRE EL ÁREA COMPRENDIDA ENTRE EL MIRADOR Y EL CLUB NÁUTICO PARROQUIA CATEDRAL, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR, CIUDAD BOLÍVAR.** Trabajo de grado de la Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra. 155 P. Ciudad Bolívar.

Jiménez Sebastián (2016) 08 DIACLASAS – CORTES. Disponible en <https://issuu.com/sebastianjosejimenezroca/docs/08-diaclasas.cortes>.

Méndez B., J. (2006) **PETROLOGÍA**. 1a ed . - Caracas (Venezuela) : Facultad de Ciencias de la Tierra, UCV . P 538.

Mendoza, V. (2005) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO)**. Ciudad Bolívar, Venezuela, P 184.

Mattauer, M. (1973) **PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y MORFOLOGÍA DEL TERRENO, MAPAS GEOLÓGICOS Y PROBLEMAS GEOMÉTRICOS**. E.T.S de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Primera edición. Universidad de Coruña. Pp.237.

Mendoza B Haydee Carolina (2004) **INFORME GEOLÓGICO HOJA MARHUANTA (N° 7540) ESCALA 1:100.000**”. INGEOMIN- Bolívar. P 45.

Ministerio de Energía y Minas (2021) **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA**. Versión Digital, de la tercera edición del año 1997. Disponible en <https://geologiavenezolana.blogspot.com/2023/02/lexico-estratigrafico-de-venezuela-2021.html>. Fecha de Consulta 20 de Junio 2023.

Oyarzun Roberto y Doblas Miguel (2023) **FALLAS Y ZONAS DE CIZALLA (PARTE 1): ASPECTOS GENERALES**. Fecha de consulta: 15/02/2023. Obtenido de: https://www.aulados.net/Geologia_yacimientos/Zonas%20de%20Cizalla/Fallas_Primera_Parte.htm.

Pérez, J. (2015). **OBTENCIÓN DE MATERIALES**. StuDocu. Obtenido de: <https://www.studocu.com/en/document/instituto-politecnico-nacional/analisisquimico/practical/analisis-mineralogico-1/2550192/view>

Rocks.comparenature (2023) **TIPOS DE ROCAS**. Disponible en (<http://rocks.comparenature.com>). Fecha de consulta 05 de octubre- 2023.

Schumberger Oilfield Glossary (2019). **MAPA GEOLÓGICO**. Obtenido de: https://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/g/geologic_map.aspx

Tarbuck, E. Lutgens, F. (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA, INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA FÍSICA**. Editorial Pearson Prentice hall. Madrid, España.

Toselli Alejandro J. (2010) **ELEMENTOS BASICOS DE PETROLOGIA IGNEA**. Instituto Superior De Correlación Geológica (INSUGEO), Argentina, pp 225

Van der Plujim, B. A., y Marshak, S. (2004) **EARTH STRUCTURE: AN INTRODUCTION TO STRCUTURAL GEOLOGY AND TECTONICS**. W.W Norton y Company, Inc, New York.

Wolfgang, G. (2001). **DIAGRAMA DE ROSAS O ROSETA DE DIACLASAS**. En línea 2016, 21 de agosto. Disponible en: [<http://www.geovirtual.cl/Geoestructural/prak03.htm>].

Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA ENTRE EL MIRADOR Y LA UNIVERSIDAD GRAN MARISCAL DE AYACUCHO UBICADOS EN LA MARGEN DERECHA DEL RIO ORINOCO, CIUDAD BOLÍVAR, PARROQUIA CATEDRAL, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA
Subtítulo	

Autor(es)	
Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail
Rodríguez Cañas Mariannys Arcelina	CVLAC
	e-mail rodrigumariannys@gmail.com
	e-mail
	CVLAC
	e-mail
	e-mail
	CVLAC
	e-mail
	e-mail
	CVLAC
	e-mail
	e-mail

Palabras o frases claves:

Paseo Orinoco, Ciudad Bolívar
Mirador Angostura, Ciudad Bolívar
Universidad Mariscal de Ayacucho
Río Orinoco
Complejo de Imateca
Gneises
Diagramas de Rosas
Mapa geológico

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

Líneas y sub-líneas de investigación:

Área	Subárea
Geología	Geología de superficie
	Geología estructural
	Petrología

Resumen (abstract):

El área de estudio está ubicada entre la margen derecha del río Orinoco y la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho, se encuentra entre las coordenadas latitud Norte 08°08'49.5" y longitud Oeste 63°33'04.3". En el estado Bolívar, Ciudad Bolívar, el municipio Angostura del Orinoco, parroquia Catedral. Este trabajo tiene como finalidad la caracterización geológica – estructural del sector entre El Mirador y la UGMA, en el paso Orinoco. Es una investigación de tipo descriptiva y con un diseño documental y de campo. Para el logro de los objetivos se recolectó información en 10 estaciones, ubicadas en el Complejo de Imataca. Y se recolectaron 8 muestras de rocas; de ellas se les realizó el análisis mineralógico macroscópico con una lupa 10X. Cada estación se ubicó con las coordenadas U.T.M., en huso 20, datum La Canoa; y se midieron los rumbos de las diaclasas, foliación y fallas. Se utilizó como cartografía la hoja 7539 (Ciudad Bolívar) a escala 1:100.000 y las imágenes de Google Earth. Para procesar los datos de las estructuras se utilizó la aplicación stereonet, y elaborar los diagramas de rosetas; en los cuales se analizaron los sistemas de diaclasas y los azimut que presentan en el área de estudio; procesando información de 9 datos de foliaciones y 13 datos de diaclasas. El mapa geológico se elaboró con datos de campo, usando PowerPoint del office 2016, AutoCAD Land y AutoCAD 2012. Los resultados del levantamiento de campo indican la presencia de 2 unidades estratigráficas: el Complejo de Imataca. La composición mineralógica de los gréses monzograníticos es Cuarzo 10-30%, Plagioclasa 22-30 %, Feldespatos 20-30%, Mica biotita 5-20%, Anfíbol 5-10%; de las granulitas máficas es Plagioclasa 50%, Mica biotita 20%, Anfíbol 20%, Cuarzo 10% y Granite 5%; de los gréses cuarzo monzodiorítico es Plagioclasa 70%, Cuarzo 15%, Feldespatos 10% y Mica biotita 5%; de las pegmatitas de sienita es Feldespatos 50%, Cuarzo 30%, Plagioclasa 15% y Mica biotita 5%. En la zona las diaclasas son verticales con rumbo N40°E y norte franco, la foliación con rumbos S70°E, S10°W, N65°E, N52°E y S78°E, y las cizallas con fracturas ortogonales con rumbos norte y este franco. El patrón geométrico de los sistemas de diaclasas de los diagramas de rosetas de 6 estaciones, indican sistemas de diaclasas conjugadas y ortogonales, y la dirección de los esfuerzos σ_1 , son NW-SE, que se corresponden con los estudios regionales. Al mapa geológico de la zona de estudio el Complejo de Imataca en un 90 % y la unidad de Sedimentos de Reciente ocupa el 10%. Analizando los sectores del mapa geológico: al este y centro se encuentra tanto el Complejo de Imataca, conformados por gréses monzoníticos de grano medio grises y rosados, como Sedimentos aluviales del Reciente conformados por arenas micáceas, de grano

medio a fino, marrón claro; y al oeste, solo el Complejo de Imataca conformado por gneises monzograníticos con pegmatitas de Sienita y granulitas máficas.

Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail
Silva Chacón Gisela María	OL R A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	VLAC C 12.598.208
	-mail e giselasilva77@gmail.com
	-mail e
	-mail e
Edlibi Chamas Jacques	OL R A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	VLAC C 12.169.992
	-mail e jacq.edlibi@hotmail
	-mail e
	-mail e
Sandoval Odriano Benicio del C	OL R A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	VLAC C 8.884.428
	-mail e benesandoval@hotmail.com
	-mail e
	-mail e
	OL R A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	VLAC C
	-mail e
	-mail e
	-mail e

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día
2024 Junio 27

Lenguaje: Spa

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

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA ENTRE EL MIRADOR Y LA UNIVERSIDAD GRAN MARISCAL DE AYACUCHO UBICADOS EN LA MARGEN DERECHA DEL RIO ORINOCO, CIUDAD BOLIVAR, PARROQUIA CATEDRAL, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLIVAR, VENEZUELA (word).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 entre El Mirador Angostura y La Universidad Gran Mariscal de Ayacucho-Paseo Orinoco, Ciudad Bolívar, estado Bolívar (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: _____ Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: _____ Pregrado

Área de Estudio: Margen derecha del río Orinoco, en el sector entre El Mirador Angostura y La Universidad Gran Mariscal de Ayacucho

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

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0115

Cumaná, 04 de Mayo 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

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

Leído el oficio SUD – 1.191/2009 de fecha 09-07-2009, suscrito por el Dr. Abel K. Raschidullah, 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
RECIBIDA
FECHA 05/05/09 HORA 5:00 PM
Cordialmente,
JUAN A. BOLAÑOS CUEVA
Secretario



V17: Rector, Vicerrectores Administrativos, Decano de las Facultades, Coordinador General de Administrativas, Director de Pregrado, Director de Posgrado, Decano de Investigación, Coordinador General de Ciencias Jurídicas, Director de Bibliotecas, Decano de Publicaciones, Decano de Computación, Coordinador de Teleenseñanza, Coordinador General de Postgrado.

JMA/7/09/1000

Apartado Correo 04 / Tel: 400802 - 400844 / 800842 / 800843 / Cumaná - Venezuela

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 otras fines con el consentimiento del consejo de síndico 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.

MARIANNYS RODRÍGUEZ
C.I. 20556182
AUTOR

GISELA SILVA
C.I. 12598208
TUTOR ACADÉMICO