

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DEL  
SECTOR OESTE DE LA ISLA PANADERO, CIUDAD BOLÍVAR,  
MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO  
BOLÍVAR, VENEZUELA.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR LA  
BACHILLER RAMIREZ  
PAREDES NEIDY CELESTE  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
GEÓLOGO.**

**CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE 2023**



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

**HOJA DE APROBACIÓN**

Este Trabajo de Grado, titulado **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DEL SECTOR OESTE DE LA ISLA PANADERO, CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA**, presentado por la bachiller **RAMIREZ PAREDES NEIDY CELESTE**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Apellidos y Nombres	Firma
Prof. Rosario Rivadulla (Asesora Académico)	
Prof. Enrique Acosta (Jurado)	
Prof. Carlos Boscarello (Jurado)	
Prof(a). Rosario Rivadulla Jefe de Depto. de Geología	 Prof. Francisco R. Monteverde Dir. de la Esc. de Ciencias de la Tierra



Ciudad Bolívar 01 de 11 2023

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón este trabajo de grado a mi madre Luisa Paredes, como una muestra de reconocimiento por todo su apoyo y sacrificio a lo largo de mi vida y especialmente durante mi camino académico. Esta tesis es un reflejo de sus enseñanzas y del amor incondicional que me ha brindado. ¡Te amo mamá, tus esfuerzos son impresionantes y tu amor para mí es invaluable!

De manera muy especial dedico esta tesis a mi abuela Graciela Tiamo, quien en vida lleno mi corazón de mucho amor y humildad. Estoy segura que estaría muy orgullosa de mí y le diría a todo el mundo que tiene una nieta geóloga. ¡Con mucho amor para ti mi nana!

Para mi hermana Jeffany De Sousa con mucho amor, a través de esta tesis deseo inspirarte y recordarte la importancia de la educación en nuestras vidas. ¡Todo lo que se hace con esfuerzos, constancia y dedicación se logra!

Para mí, por creer en mí y tener esa certeza de que sí lo lograría, para aquella Neidy que ingreso a la universidad con ilusión y algo de miedo, enfrentando a lo largo de la carrera algunas dificultades y obstáculos pero siempre con una sonrisa y con mi frase favorita en aquellos días “Hasta el final”. Y para la persona que hoy soy, todos esos esfuerzos y sacrificios me han brindado Seguridad, Humildad y Empatía. Me dedico esta tesis como una forma de recordarme que soy capaz de lograr cualquier meta que me proponga, pues con constancia y perseverancia se puede. Ahora puedo decir con mucho orgullo ¡Lo logre!

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por el regalo de la vida y quien con su infinito amor siempre me dio fuerzas para cada día superarme y enfrentar los retos con los que me tope, desde una manera optimista y una visión positiva. Agradezco por ser Él quien ha guiado mis pasos cada día y por darme la oportunidad de estudiar.

A mis padres, Luisa Paredes y Jesús De Sousa quienes con amor y trabajo me educaron dándome buenos ejemplos y valores. En gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por todo lo que han hecho por mí.

A mi novio Luciano Corral porque desde el comienzo de mi carrera ha estado animándome incluso en los momentos más difíciles, por eso y por todos los momentos que hemos compartido juntos gracias.

A la Universidad de Oriente, Núcleo de Bolívar por brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos y a todos los profesores de la Escuela de Ciencias de la Tierra. ¡Gracias por tanto!

A mi tutora, Ingeniero Geólogo, Rosario Rivadulla, agradezco su paciencia y compromiso, por brindarme su apoyo, transmitirme sus conocimientos y profesionalismo durante estos meses y sobre todo por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo de investigación bajo su tutela.

A mis compañeros de clases, quienes siempre estuvieron presentes para darme esa mano amiga que tanto necesitaba, pero muy especialmente para: Daniel, Esther, Alexander, Karla, Jean, Endreyamar, José Félix y Josuet. Gracias por brindarme su amistad, confianza y apoyo. Ustedes son la familia que la UDO me regalo.

## RESUMEN

El área de estudio está ubicada en la isla Panadero municipio Angostura, estado Bolívar. Este trabajo tiene como finalidad la caracterización geológica – estructural del sector oeste de la isla antes mencionada. Es una investigación de tipo descriptiva y con un diseño de campo. Para el logro de los objetivos se recolectó información en 5 estaciones, ubicadas en el Complejo de Imataca. Y se recolectaron 3 muestras de rocas; a las cuales se les realizó el análisis mineralógico macroscópico con una lupa 10X. Cada estación se ubicó con las coordenadas U.T.M y se midieron los rumbos de las diaclasas, zonas de cizalla, porfiroblasto y una falla. Se utilizó como cartografía la hoja N° 7539 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 demás estructuras y los azimut que presentan en el área de estudio; procesando información de 10 datos de diaclasas, 2 datos de zonas de cizalla, 2 datos de porfiroblastos, 1 dato de zona de brechas tectónicas y 1 dato de falla sinistral. El mapa geológico se elaboró con datos de campo, se 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 que se caracteriza litológicamente por Gneis anfibólico de grano fino a medio, de color gris y rosado, y Anfibolitas de grano fino, de color gris verdoso oscuro; y los Sedimentos del Reciente, que se caracterizan por arenas medias a finas, marrón claro, micáceas con estratificación cruzada. La composición mineralógica de los gneis anfibólico es plagioclasa (~25-40%), cuarzo (~30-25%), granado, horblenda (~20- 25%). Y las anfibolitas presentan horblenda (~55- 60%), plagioclasa (~20- 25%) y cuarzo (~15- 20%). De acuerdo al análisis de los datos, en la zona se encuentran en mayoría familias de diaclasas verticales con azimut  $90^{\circ}$ ,  $100^{\circ}$ ,  $318^{\circ}$  y  $80^{\circ}$ , también se hallan diaclasas conjugadas con ángulos entre ellas de  $40^{\circ}$  a  $50^{\circ}$ , ortogonales con azimut  $0^{\circ}$  y  $90^{\circ}$ . Asimismo existen zonas de cizalla con azimut de  $90^{\circ}$  y  $250^{\circ}$  y porfiroblastos con azimut  $72^{\circ}$  y  $220^{\circ}$ . Con datos de 7 estaciones se interpretaron las estructuras geológicas y se determinó la dirección de los esfuerzos  $\sigma_1$ , son NW-SE para la estación E1D, y para todas las demás estaciones del área de estudio la dirección de los esfuerzos  $\sigma_1$  presenta dirección preferencial NE-SW. En el mapa geológico los gneis anfibólico, de grano fino a medio, de color gris y rosado, ocupa el 10%, anfibolitas de grano fino, de color gris verdoso oscuro ocupa el 80% y los Sedimentos Recientes está representado por arenas finas y cubren el 10%.

## CONTENIDO

	(Página)
<b>HOJA DE APROBACIÓN</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	v
<b>CONTENIDO</b> .....	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	3
<b>SITUACIÓN A INVESTIGAR</b> .....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos de la investigación.....	4
1.2.1Objetivo general.....	4
1.2.2Objetivos específicos.....	4
1.3 Justificación de la investigación.....	5
1.4 Alcance de la investigación.....	5
1.5 Limitaciones de la investigación.....	6
<b>CAPÍTULO II</b> .....	7
<b>GENERALIDADES</b> .....	7
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	7
2.2 Acceso a la isla Panadero.....	7
2.3 Características generales del área de estudio.....	8
2.3.1 Geomorfología.....	8
2.3.2 Suelos.....	10
2.3.3 Vegetación.....	11
2.3.4 Climatología.....	13
2.3.5 Hidrografía.....	14
2.3.6 Hidrografía local.....	15
2.4 Aspectos geológicos y estructurales.....	16
2.4.1 Geología Regional.....	16
2.4.2 Geología local.....	18

2.4.3 Geología estructural .....	19
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>20</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
3.1 Antecedentes de la investigación .....	20
3.2 Fundamentos teóricos.....	21
3.2.1 Provincia Geológica .....	21
3.2.2 Estructura geológica .....	22
3.2.3 Clasificación petrográfica de las rocas metamórficas .....	22
3.2.4 Diaclasas.....	23
3.2.5 Tipos de diaclasas.....	23
3.2.6 Origen de las diaclasas .....	26
3.2.7 Diaclasa en hoja o exfoliación .....	26
3.2.8 Caracterización geomecánica de las diaclasas .....	27
3.2.9 Fallas, zonas de falla y zonas de cizalla .....	28
3.2.10 Indicadores cinemáticos (complejos porfiroblasto- cola).....	30
3.2.11 Bandeamiento de flujo .....	31
3.2.12 Estructura tipo S-C.....	31
3.2.13 Diaclasas generadas por esfuerzos tectónicos, asociadas a fallas y asociadas a zonas de cizalla frágil – dúctil.....	31
3.2.14 Medida de las direcciones características de las diaclasas .....	32
3.2.15 Diagrama de Rosas o Roseta .....	33
3.2.16 Tipos de espaciado de las diaclasas .....	34
3.3 Definición de términos básicos .....	36
3.3.1 Geología estructural .....	36
3.3.2 Afloramiento .....	37
3.3.3 Mapa geológico .....	37
3.3.4 Falla geológica .....	38
3.3.5 Rumbo .....	38
3.3.6 Buzamiento.....	38
3.3.7 Fractura.....	38
3.3.8 Foliación.....	38
3.3.9 Pliegues .....	39
3.3.10 Falla Sinistral .....	39
3.3.11 Rocas metamórficas más comunes en la zona de estudio.....	40
3.3.12 Gneis .....	41

<b>CAPÍTULO IV</b> .....	42
<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO</b> .....	42
4.1 Tipo de investigación .....	42
4.2 Diseño de la Investigación .....	42
4.3 Flujograma de la investigación .....	43
4.3.1 Planificación del trabajo de campo .....	43
4.3.2 Recopilación cartográfica y bibliográfica .....	43
4.3.3 Reconocimiento del área .....	44
4.3.4 Etapa de campo .....	46
4.3.5 Etapa de Laboratorio .....	46
4.3.6 Etapa de oficina .....	47
4.4 Población de la Investigación .....	50
4.5 Muestra de la investigación .....	50
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	51
4.6.1 Técnicas de recolección de datos .....	51
4.6.2 Observación .....	51
4.6.3 Revisión documental .....	51
4.6.4 Instrumentos de recolección de datos .....	52
<b>CAPÍTULO V</b> .....	53
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	53
5.1 Geología general del área de estudio .....	53
5.2 Composición mineralógica macroscópica de las rocas aflorantes del sector oeste de la Isla Panadero. ....	55
5.3 Determinación de la actitud y tipos de estructuras realizando mediciones de campo. ....	56
5.3.1 Medición de rumbos y buzamientos .....	56
5.4 Clasificación de las estructuras geológicas .....	58
5.4.1 Tipos de diaclasas .....	58
5.4.2 Estructura tipo SC .....	60
5.4.3 Plegamiento suaves .....	61
5.4.4 Pliegues de flujo .....	62
5.4.5 Porfiroblastos .....	63
5.4.6 Zona de brechas tectónicas .....	63
5.4.7 Zona de cizalla .....	64
5.4.8 Falla Sinistral .....	65
5.5 Interpretación del Diagrama de Rosas de las estructuras geológicas .....	66

5.5.1	Diagrama de rosas de las estaciones E1-D1, E1A-D2-D3 y E1D-D4-D5 .....	66
5.5.2	Diagrama de rosas de la estación E2.....	67
5.5.3	Diagrama de rosas para las estaciones E3-B y E3-C .....	68
5.5.4	Diagrama de rosas de la estación 5 .....	69
5.5.5	Diagrama de rosas para las estaciones E1-C, E1-B, E3-A y E4 .....	70
5.5.6	Diagramas de rosas para las estaciones E4-A y E4-C.....	71
5.6	Determinación de la dirección de esfuerzo $\sigma_1$ en los diagramas de rosas .....	72
5.7	Análisis del mapa geológico del área de estudio.....	73
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>76</b>
<b>Conclusiones .....</b>		<b>76</b>
<b>Recomendaciones.....</b>		<b>77</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>78</b>

## LISTA DE FIGURAS

	(Páginas)
2.1	Ubicación relativa del área de estudio..... 7
2.2	Embarcación usada para el acceso a la isla ..... 8
2.3	Barra de punta arenosa ..... 9
2.4	Rizaduras de origen eólico (A) y Rizaduras de origen y fluvial (B)..... 9
2.5	Presencia de bioturbaciones en los sedimentos ..... 10
2.6	Suelos arenosos (a) y limo-arcillosos (b) ..... 11
2.7	Grietas de desecación. .... 11
2.8	Vegetación xerófila ubicada (A) parte oeste (B) parte sur (C) sureste (D) parte central de la Isla. .... 12
2.9	Provincias geológicas del Escudo de Guayana. .... 17
3.1	Tipos de diaclasas (Geovirtual, 2023). .... 24
3.2	Familia de diaclasas (A) y 2 familias de diaclasas (B) (Fossen, 2010). .... 25
3.3	Sistema de conjugadas (Fossen, 2010). .... 25
3.4	Diaclasas de exfoliación (Fossen, 2010). .... 26
3.5	Diaclasas tectónicas (Fossen, 2010). .... 27
3.6	Falla, zona de falla y zona de cizalla..... 30
3.7	Porfiroblastos-cola (Fossen, 2010). .... 30
3.8	Estructuras S-C (Fossen, 2010). .... 31
3.9	Diaclasas generadas por esfuerzos tectónicos (Jiménez Sebastián, 2016). .... 32
3.10	Representación gráfica de frecuencias de orientaciones de diaclasas (Jiménez Sebastián, 2016). .... 32
3.11	Representación de frecuencias de orientaciones de diaclasas (Pérez, 2023). .... 33
3.12	Roseta de diaclasas (Wolfgang, G., 2001). .... 34
3.13	Espaciado real y aparente de las diaclasas (Pérez, 2023). .... 35
3.14	Afloramiento en la isla panadero..... 37
3.15	Falla Sinistral <b>Metamorfismo regional</b> ..... 40
4.1	Flujograma de la investigación. .... 45
4.2	Medición de rumbos de las estructuras, identificación de las estaciones y las muestras. .... 47
4.3	Ventana del software Streeonet, para cargar los datos iniciales. .... 48
4.4	Ventana de la izquierda de software Streeonet, para activar la generación del Diagrama de Rosa, en la pestaña “Rose Diagram”..... 49

<b>4.5</b>	Ventana de la izquierda de software Strereonet, con la generación del “Diagrama de Rosa” con las etiquetas de los datos. ....	49
<b>5.1</b>	Afloramientos del sector Oeste de isla panadero. ....	54
<b>5.2</b>	Sector oeste de isla Panadero con las estaciones de trabajo. ....	55
<b>5.3</b>	Muestras de rocas de las estaciones E1 y E2. ....	56
<b>5.4</b>	Tipos de diaclasas al oeste de isla Panadero. ....	59
<b>5.5</b>	Estructuras tipo S-C al oeste de isla Panadero. ....	61
<b>5.6</b>	Plegamientos Suaves al oeste de isla Panadero. ....	62
<b>5.7</b>	Pliegues de flujo al oeste de isla Panadero. ....	62
<b>5.8</b>	Porfiroblastos al oeste de isla Panadero. ....	63
<b>5.9</b>	Zona de brechas tectónicas al oeste de isla Panadero. ....	64
<b>5.10</b>	Zonas de cizalla al oeste de isla Panadero. ....	65
<b>5.11</b>	Falla Sinistral al oeste de isla Panadero. ....	65
<b>5.12</b>	Diagrama de rosas de las estaciones E1-D1, E1A-D2-D3 y E1D-D4-D5. ....	67
<b>5.13</b>	Diagrama de rosas de la estación E2. ....	68
<b>5.14</b>	Diagrama de rosas para las estaciones E3-B y E3-C. ....	69
<b>5.15</b>	Diagrama de rosas de la estación 5. ....	70
<b>5.16</b>	Diagrama de rosas para las estaciones E1-C, E1-B, E3-A y E4. ....	71
<b>5.17</b>	Diagramas de rosas para las estaciones E4-A y E4-C. ....	71
<b>5.18</b>	Diagramas de rosas de las estructuras con dirección del esfuerzo $\sigma_1$ . ....	73
<b>5.19</b>	Mapa geológico del sector oeste de la isla Panadero. ....	75

## LISTA DE TABLAS

	(Página)
<b>2.1</b> Clasificación de las especies botánicas ubicadas en las islas del río Orinoco, estado Bolívar. (López L, 2002). Adaptado Modificado del herbario regional de Guayana. Extensión jardín botánico de Ciudad Bolívar.....	12
<b>3.1</b> Clasificación de las diaclasas por sus características geomecánicas (Universidad Nacional De San Luis, 2023). .....	27
<b>3.2</b> Descripción del espaciado entre las diaclasas (Pérez, 2023). .....	35
<b>5.1</b> Mediciones de rumbo y buzamiento de las estructuras.....	58
<b>5.2</b> Datos de rumbo y azimut utilizados para elaboración de diagrama de rosas.....	66

## INTRODUCCIÓN

El trabajo de Grado se realizó en la isla Panadero, ubicada en el río Orinoco, municipio angostura del Orinoco, estado Bolívar, Venezuela., durante los meses de Marzo 2012 y Abril del 2023. La isla Panadero es una barra longitudinal presente en el río Orinoco, ubicada al noreste de Ciudad Bolívar, y al norte del estado Bolívar, encontrándose en ella 2 unidades estratigráficas: Complejo Imataca y Sedimentos del Reciente.

La Provincia Imataca es una de las 4 que conforman el Escudo de Guayana. Imataca pertenece al denominado cinturón granulítico, se caracteriza por filas alargadas de cuarcitas ferruginosas anfibolíticas y granulíticas, migmatitas, charnockitas y algunos mármoles dolomíticos del Complejo Imataca, que ocupa zonas montañosas con alturas superiores a los 40 msnm. Esta se extiende desde SW-NE desde las proximidades del río Caura hasta el delta del Orinoco y en la dirección NW-SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Gurí por unos 50 km

La importancia de este trabajo de Grado, es que actualmente no existen investigaciones a nivel estructural de los afloramientos de la isla Panadero y la información de las características geológicas es escasa, por ello es importante la realización del mismo para proporcionar información de las estructuras geológicas presentes específicamente en el extremo oeste de la isla Panadero.

Este trabajo de Grado consta de los siguientes capítulos: Capítulo I; donde se expone el problema objeto de estudio. Capítulo II; las generalidades de la zona de estudio. Capítulo III; en el cual se presentan los aspectos teóricos de la investigación. Capítulo IV; donde se expone el diseño de la metodología de la investigación, el capítulo V; presenta el análisis e interpretación de los datos, y finalmente se presentan

las conclusiones y recomendaciones generadas del análisis de los resultados como consecuencia final del estudio realizado.

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN A INVESTIGAR**

### **1.1 Planteamiento del problema**

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Provincia geológica de Imataca, en la unidad estratigráfica del Complejo de Imataca, el cual forma parte del Escudo de Guayana y del Cratón Amazónico.

La Provincia Geológica Imataca, es un bloque de edad Arqueozoico caracterizado por su complejidad estructural y alto grado metamórfico que va desde las facies de la anfibolita hasta las facies granulitas de los piroxenos se extiende en dirección Suroeste-Noreste desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección Noroeste-Sureste aflora desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Gurí por unos 550 Km y 80 Km, respectivamente. Litológicamente la Provincia de Imataca está formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60 – 75%), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15 – 20%), y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro, 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. 2000).

La zona de estudio corresponde a los afloramientos del sector oeste de la isla panadero, ubicada geológicamente en el Complejo Imataca, de la cual no existe información a nivel de detalle en relación a los aspectos estructurales, y los estudios existentes solo proporcionan información sobre los aspectos sedimentológicos. Por lo que este proyecto planteó estudiarla y aportar nuevos datos de las características

geológicas y estructurales con la finalidad que sirva de apoyo a futuras investigaciones sobre las islas del río Orinoco.

Para ello se realizó una inspección del área para describir la geología general de la zona, determinar los tipos de estructuras geológicas asociadas a las rocas, y la dirección de los esfuerzos que originaron las estructuras analizando los datos de campo con aplicaciones sobre análisis estructurales; a partir de los datos que se recopilaron en el levantamiento geológico de campo del área.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar la caracterización geológica y estructural del sector oeste de la isla Panadero, Ciudad Bolívar, municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar, realizando trabajo de campo y procesando los datos con la información bibliográfica existente y las aplicaciones de informática.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Describir la geología general del área de estudio con datos de campo y bibliográficos.
2. Realizar la descripción macroscópica - petrográfica de las rocas aflorantes del sector oeste de la Isla Panadero, utilizando las muestras recolectadas en campo.
3. Determinar la actitud y tipos de estructuras realizando mediciones de campo.

4. Clasificar las estructuras geológicas utilizando datos de campo.
5. Representar en Diagrama de Rosas las estructuras geológicas del sector oeste de la isla Panadero.
6. Determinar la dirección de los esfuerzos que originaron las estructuras geológicas utilizando los Diagramas de Rosas.
7. Analizar la distribución de las unidades estratigráficas y las estructuras geológicas, elaborando un mapa geológico con datos de campo e información bibliográfica.

### **1.3 Justificación de la investigación**

El presente trabajo de investigación tiene como propósito brindar información geológica y estructural de la isla Panadero, específicamente en el sector oeste, por la razón de que en los actuales momentos no existen investigaciones a nivel estructural de esa zona y además la información geológica existente en el área de estudio es muy escasa.

Por lo antes expuesto, se considera que la caracterización geológica estructural a realizar es de gran utilidad ya que permitirá establecer un antecedente de investigación en la zona, con la intención de servir de referencia a futuras investigaciones de las islas del río Orinoco.

### **1.4 Alcance de la investigación**

El alcance de esta investigación corresponde a una caracterización geológica y estructural que permitirá describir la geología general del área de estudio, describir macroscópicamente las rocas aflorantes, determinar la actitud y tipos de estructuras para posteriormente clasificarlas y representarlas en un diagrama de rosas, determinar la dirección de los esfuerzos que originaron las estructuras geológicas mediante el uso del Diagrama de rosas y representar las unidades estratigráficas y las estructuras observadas en un mapa geológico.

### **1.5 Limitaciones de la investigación**

Entre los factores que de una u otra forma pueden ser parte de una limitante para el desarrollo del siguiente trabajo se pueden mencionar los siguientes:

1. El acceso a la zona de estudio es por vía fluvial, el cual en los actuales momentos es muy costoso.
2. Las fluctuaciones del nivel del río Orinoco, lo que trae como consecuencia tener restricción a las salidas de campo solo a la época de nivel bajos de las aguas bajas, menores a 4,5 m.s.n.m.
3. La escasez de antecedentes sobre estudios relacionados en la zona de estudio.

## CAPÍTULO II GENERALIDADES

### 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio es el sector oeste de la isla Panadero, se encuentra ubicada en el tramo del bajo Orinoco, en el estado Bolívar, limita al norte con el estado Anzoátegui, al sur con Ciudad Bolívar, al este la boca del río Marhuanta y al oeste la piedra del medio, entre las coordenadas U.T.M: E: 444.711 – 444.682 y N: 901.628 – 901.610. (Figura 2.1).

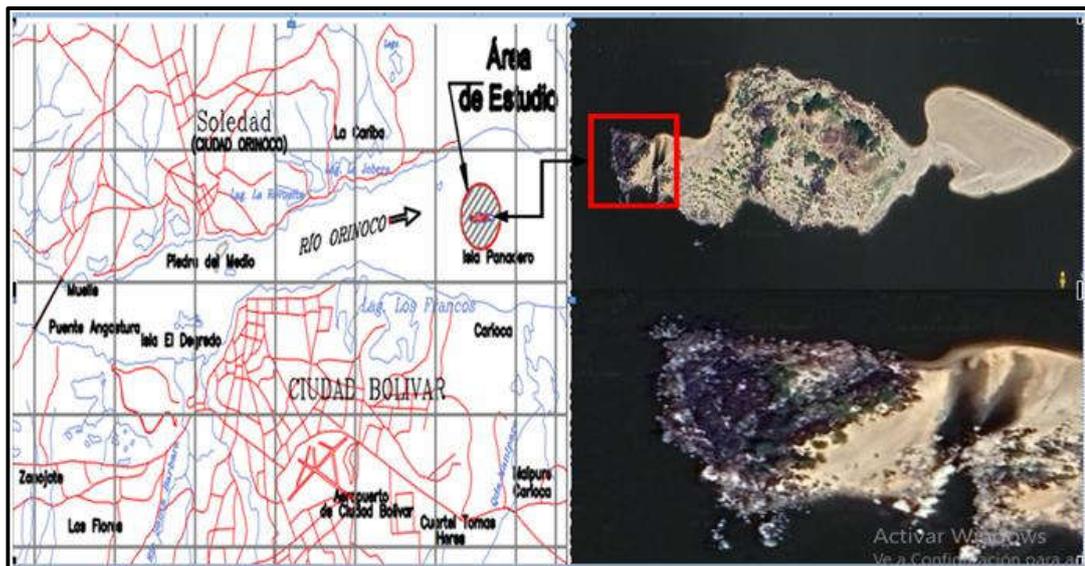


Figura 2.1 Ubicación relativa del área de estudio.

### 2.2 Acceso a la isla Panadero

Debido a la ubicación geográfica, el acceso a la zona se realizó por vía fluvial, desde el puerto de lanchitas que van para Ciudad Orinoco, por medio de embarcaciones debidamente equipadas, con un tiempo de 20 a 25 minutos para llegar

a la isla, logrando de esta manera el transporte de personal, instrumentos y equipos, requeridos para el desarrollo de la investigación. (Figura 2.2).



**Figura 2.2** Embarcación usada para el acceso a la isla

## **2.3 Características generales del área de estudio**

### **2.3.1 Geomorfología**

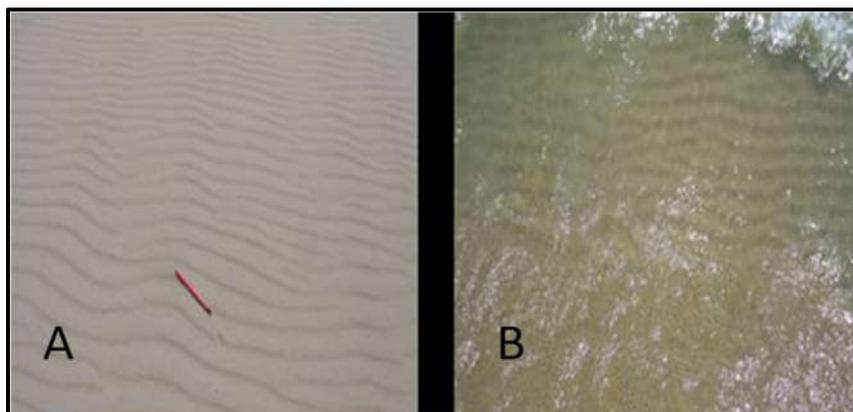
La isla Panadero es una isla central del canal del río Orinoco, orientada en dirección NE–SW y constituida principalmente por cuerpos rocosos metamorfizados y sedimentos de origen fluvial.

Al este de la isla se encuentra una barra de punta arenosa de 160 metros de largo por 70 metros de ancho aproximadamente originada por la sedimentación del río (Figura 2.3), donde se observan estructuras tales como: rizaduras de origen eólico y fluvial (Figura 2.4) así como también pequeñas dunas generadas por la acción del viento y bioturbaciones (Figura 2.5). La zona sur está bordeada por rocas del Complejo de Imataca y presenta taludes conformados por arenas y limos depositados

sobre las rocas del Complejo de Imataca; al norte los taludes son abruptos, al noroeste hay una playa no muy extensa bordeada por rocas y en el sector oeste se encuentran afloramientos rocosos con diaclasas, pliegues de flujo, estructuras tipo SC, zona de cizallamiento con brecha y porfidoblasto asociado a cizallamiento (Figura 2.6)



**Figura 2.3** Barra de punta arenosa



**Figura 2.4** Rizaduras de origen eólico (A) y Rizaduras de origen y fluvial (B)



**Figura 2.5** Presencia de bioturbaciones en los sedimentos

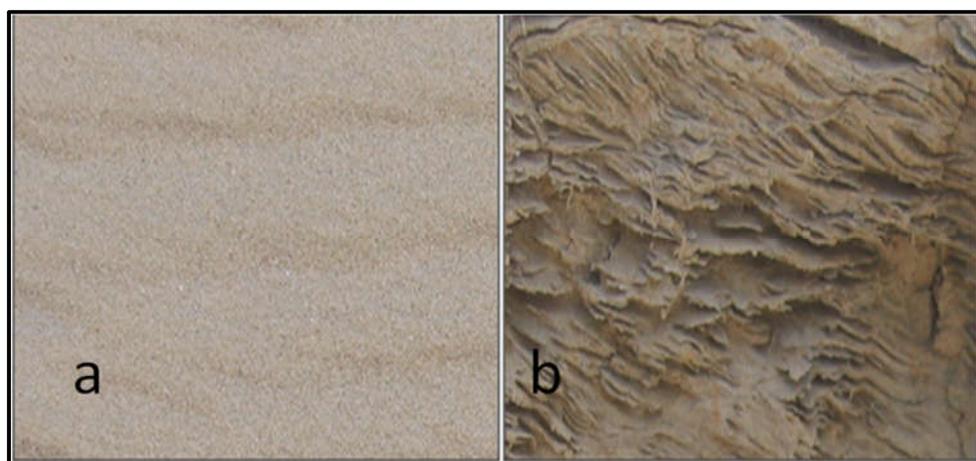


**Figura 2.6** Sector Oeste de la isla Panadero

### 2.3.2 Suelos

En las playas de la isla Panadero los suelos son arenosos de color marrón claro micáceo, de grano medio a fino, encontrándose en algunos lugares limos-arcillosos (Figura 2.7). En la parte central se encuentran suelos limo-arcillosos, que muestran coloraciones pardas con moteado de amarillo y rojo característica de que estos

materiales han sido expuestos a procesos de oxidación y reducción. La presencia de grietas de desecación, son indicativos de zonas de máxima inundación, formadas por la variación del nivel de las aguas entre períodos de estiaje y crecida del río (Figura 2.8).



**Figura 2.6** Suelos arenosos (a) y limo-arcillosos (b)



**Figura 2.7** Grietas de desecación.

### 2.3.3 Vegetación

La zona donde se puede observar vegetación es en la parte central de la isla donde predominan suelos limos arcillosos en la parte superficial y clasificada de tipo

xerófila, está constituida principalmente por especies que van desde gramíneas, pequeños arbustos, Guayabita Rebalsera, cardones, entre otras plantas típicas de las islas del río Orinoco (Figura 2.9) y cuya clasificación fue realizada por el Jardín Botánico de Ciudad Bolívar en el año 2002 (Tabla 2.1.)



**Figura 2.8** Vegetación xerófila ubicada (A) parte oeste (B) parte sur (C) sureste (D) parte central de la Isla.

**Tabla 2.1** Clasificación de las especies botánicas ubicadas en las islas del río Orinoco, estado Bolívar. (López L, 2002). Adaptado Modificado del herbario regional de Guayana. Extensión jardín botánico de Ciudad Bolívar.

Familia	Género	Especie	Descripción botánica
Amarantaceae	Amaranthus	Dobius	Sufrutice de 1,5 m de altura.
Anacardiaceae	Espondias	Monbin	Árbol floral de hasta 10 m de altura.
Asclepiadaceae	Calotropis	Gigantea	Sufrutice. Presenta flores de color crema y látex blanco.
Asteraceae	Acmella	Ciliata	Sufrutice de flores moradas. Común.
Asteraceae	Ambrosia	Peruviana	Sufrutice de 1,5 m de altura. Común.
Asteraceae	Eclipta	Prostata	Hierba. Común.
Asteraceae	Trichospira	Verticillata	Hierba. Especie escasa.
Bignoniaceae	Crescentina	Amazónica	Árbol de 4 a 7 m de altura. Común.
Bignoniaceae	Cordia	No determinada	Árbol floral de hasta 8 m de

			altura. Común.
Bignoniaceae	Heliotropium	Indicum	Sufrutice de 1,5 m de altura. Común.
Curcubitaceas	Cayapania Meteniscutres	Bejuco	Bejuco. Muestra flores de color verde claro. Muy común.
Cyperacea	Cyperus	No determinada	Hierba. Especie común.
Euphorbiaceae	Cnidoscus	Urens	Sufrutice. Especie conocida como " Guaritoto". Muy común.
Euphorbiaceae	Phyllanthus	Elsiae	Árbol de hasta 8 m de altura. Común.
Fabaceacea	Crotalaria	Incana	Sufrutice de flores amarillas. Común.
Fabaceacea	Machaerium	Inundatum	Arbusto de hasta 5 m de altura. Presenta ramas volubles. Común.
Fabaceacea	Mucuna	No determinada	Bejuco con vellosidades vertivantes.
Fabaceacea	Vigna	No determinada	Bejuco. Flores amarillas. Común.
Flacourtiaceae	No determinada	No determinada	Árbol de hasta 7 m de altura. Común.
Malpighiaceae	No determinada	No determinada	Arbusto de ramas volubles. Escasa.
Malvaceae	Gossypium	Hirsutum	Sufrutice de flores moradas. Escasa.
Pasifloraceae	Passiflora	No determinada	Bejuco. Tallo maderuzco común.
Poaceae	Eragrostis	No determinada	Hierba de espiga verde. Abundante.
Poaceae	Panicum	Maximun	Hierba gramínea. Común.
Robiaceae	Genipa Americana	No determinada	Árbol de 5 a 7 m de altura. Especie común.
Solanaceae	Solanum	Nigrum	Sufrutice de flores blancas. Especie común.
Sphenocleaceae	Sphenoclea	Zeylanica	Hierba de flores blancas. Especie escasa.
Turnereceae	Piriquetal	No determinada	Sufrutice de flores amarillas. Especie escasa.

### 2.3.4 Climatología

La zona de Guayana, está ubicada dentro de la zona intertropical del hemisferio Norte, caracterizado por la insolación relativamente constante, presión atmosférica con fluctuaciones de poca magnitud relativa, falta de estacionalidad e igual duración del día y la noche. Como en otras regiones, bajo la acción constante

de los vientos alisios, el factor fundamental que condiciona el clima terrestre es la gran influencia eólica de estos vientos en el área a manera de capas continuas.

La precipitación promedio anual es de 103,2 mm y se diferencian dos períodos uno seco que comprende los meses desde diciembre hasta abril y un período lluvioso desde mayo hasta noviembre. La temperatura promedio anual es de 26,2 °C con las mayores temperaturas para los meses de marzo, octubre y noviembre con valores de 27,9 °C, 28 °C y 27,5 °C respectivamente y las menores temperaturas en los meses de junio a agosto (24,4 °C a 24,7 °C). La evaporación promedio anual es de 176,3 mm, con las mayores evaporaciones en los meses de marzo y abril (223 y 202 mm) y las menores para julio y agosto (95 mm). La humedad relativa promedio anual es de 79% con los mayores valores en los meses de junio a agosto (84 y 83 %) y la menor en el mes de marzo (72 %).

### **2.3.5 Hidrografía**

El Orinoco es el río más largo y caudaloso del norte del continente Sur sudamericano, con una longitud cercana 2700 Km. Su nacimiento se encuentra en un punto inmediato de la frontera entre el estado Amazonas y Brasil al sureste, en el cerro Delgado Chalbaud y se desplaza primero hacia al oeste, luego finalmente toma la dirección al este, para llevar sus aguas al océano atlántico. Bordean el escudo de Guayana sirviendo entre frontera entre Venezuela y Colombia, siguiendo su curso hacia al oeste. El río constituye el límite entre el estado Bolívar y los estados Apure, Guárico, Anzoátegui y Monagas. Le arriban como grandes afluentes aproximadamente 194 ríos. El Orinoco se divide en cuatro (4) tramos principales.

1- El alto Orinoco: Desde su nacimiento con dirección aproximada este- oeste hasta los raudales de Los Guaharibu y el raudal de atures.

2- Medio Orinoco: Con dirección al norte hasta la desembocadura del río Apure y comprendido entre el raudal Los Guaharibu y el raudal de atures.

3- Bajo Orinoco: Sección considerada como el tramo de mayor desarrollo económico y donde se concentra la mayor cantidad de población.

4- Delta del Orinoco: Desde piacoa hasta su desembocadura hasta el atlántico a partir desde la población de Barrancas.

Específicamente la zona en donde está localizada la isla, comprende el tramo del bajo del Orinoco. En esta región, el Orinoco recibe de sus aguas la incorporación de pequeños ríos y demás afluentes, autóctonos de la zona.

Los ríos tributarios del Orinoco en las zonas circundantes a la isla panadero es por el margen izquierda en dirección oeste –este; los siguientes: río Curita, río Peña y por el margen derecho en dirección oeste-este; son los ríos Aracaicu, Orocopiche, Buena Vista, San Rafael, Cañafistola y Marhuanta.

### **2.3.6 Hidrografía local**

Geográficamente la isla Panadero está situada en la zona del bajo Orinoco; región notablemente marcada por la unión de otros afluentes menores, a lo largo de toda su extensión.

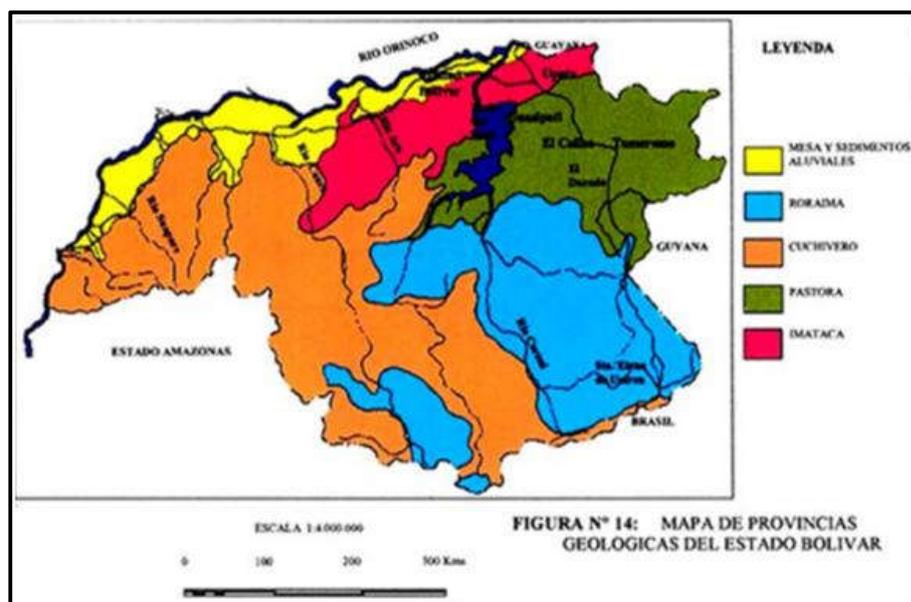
En esta región, el Orinoco recibe de sus aguas la incorporación de pequeños ríos y demás afluentes, autóctonos de la zona. Según informaciones generales aportadas por los cuerpos de Defensa Civil y del Ministerio del Ambiente en Ciudad Bolívar, el río Orinoco presenta una fluctuación media del nivel de las aguas en Ciudad Bolívar de 12,80 m.s.n.m. aproximadamente, y una máxima de 17,17

m.s.n.m. Las aguas más bajas se presentan en el mes de marzo, y en abril comienza a subir y en agosto alcanza los mayores niveles de profundidad.

## 2.4 Aspectos geológicos y estructurales

### 2.4.1 Geología Regional

El Cratón Amazónico es una masa Precámbrica que abarca aproximadamente 430.000Km<sup>2</sup> del continente sur americano y está conformado por cinturones orogénicos y dos grandes bloques crónicas, al Sur el Cratón de Guarape y al Norte el Cratón de Guayana, los cuales están separados entre sí por la cuenca del río Amazona (Mendoza, 2001). La parte venezolana del Escudo de Guayana representa un 25% del total de su área. El cual ha sido dividido en base a sus asociaciones litológicas, estilo estructural, metamorfismo y geocronológica en cuatro provincias de más antigua a más joven (Roraima, Cuchivero, Pastora, Imataca) (Mendoza V., 2001) (Figura 2.10).



**Figura 2.9** Provincias geológicas del Escudo de Guayana.

Geológicamente, el área a estudiar, se ubica dentro de la Provincia Geológica de Imataca, la cual se extiende en dirección SW-NE desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco hasta la Falla de Gurí, a lo largo de unos 550 km y 80 km de ancho respectivamente. Las rocas que afloran son de edad pre-cámbrica, pertenecientes al proterozoico temprano, aproximadamente 2,4 billones de años. (Mendoza, V., 2005).

La Provincia Geológica de Imataca está constituida mayormente por rocas denominadas Complejo de Imataca, tales como Migmatita de La Ceiba e intrusivos jóvenes. El término “Complejo de Imataca”, lo introduce Chase en 1965, por considerar “que la complejidad de la estructura hace improbable que se logre la determinación de una sucesión inequívoca de Formaciones dentro del conjunto”. La Migmatita de La Ceiba es un nombre empleado originalmente por Kalliokosky (1965), cuyas rocas consisten en dos componentes esenciales; una roca anfitrión de gneis cuarzo-feldespáticos de grano fino a medio y una roca huésped de composición granítica de grano medio a grueso. Dentro de los intrusivos jóvenes se encuentran el granito de La Encrucijada (Kalliokosky 1965) y algunos cuerpos granodioríticos (Mendoza, V., 2005).

Según Mendoza (1977), desde los puntos de vistas, estructurales, de deformaciones, edades, asociaciones, límites petrotectónicos, la zona pertenece a la Provincia Estructural Bolívar con orientación N 50-70 E que han sido cortadas por directrices más jóvenes N 10-30 W de la Provincia Amazonas a lo largo de complejas zonas de fallas, discordancias, movimientos tectónicos e intrusiones ácidas denominada Frente Caura (Mendoza, V., 2005).

Ascanio (1975) postuló que parte, al menos del Complejo de Imataca, está formada por varias fajas tectónicas que representan micro continentes que por deriva chocaron unos con otros con abducción y subducción, quedando separados entre sí por grandes corrimientos. Estas las denominó como: La Encrucijada, Ciudad Bolívar, Santa Rosa, Los Naranjitas, La Ceiba, Cerro Bolívar y Laja Negra (Mendoza, V., 2005).

Estas rocas representan la porción más antigua, conocida en la parte norte del Escudo de Guayana (EG), y se les asigna una edad precámbrica de más o menos 3.400 millones de años; además infrayacen discordantemente a la Formación Mesa y áreas adyacentes a Ciudad Bolívar. Finalmente, el río parece haberse encausado en una zona de debilidad dominada por cizallamiento escalonado. González de Juana y otros (1980), menciona la posibilidad de una falla principal a lo largo del cauce bajo el río Orinoco; ésta discontinuidad separa el bloque de Imataca de la Cuenca Oriental de Venezuela (Mendoza, 1974).

#### **2.4.2 Geología local**

El área de estudio que comprende geográficamente la isla Panadero está constituida por dos unidades geológicas bien definidas, caracterizadas por presentar litologías y edades distintas, el Complejo de Imataca (CI), de edad precámbrica, constituido por un basamento ígneo-metamórfico, y los sedimentos fluviales pertenecientes al período Reciente (Holoceno).

La ubicación geográfica de la isla está dentro del Complejo de Imataca, de manera que ejerce gran influencia en su geología local, en cuanto a la existencia de pequeños afloramientos rocosos ubicados hacia el extremo oeste de la misma. Estas masas rocosas poseen origen metamórfico y, corresponden a gneises similares a otros

cuerpos aflorantes en el río Orinoco como: La piedra del Medio, isla El Degredo y algunas islas ubicadas al este de Ciudad Bolívar.

Los sedimentos Recientes se encuentran presentes en la barra de punta arenosa localizada al Este de ella, y en ambas márgenes del río Orinoco. Asimismo estos sedimentos se pueden observar en pequeñas dunas generadas por la acción del viento.

### **2.4.3 Geología estructural**

Desde el punto de vista estructural, las rocas del Complejo de Imataca se extiende como una gran faja de rumbo NE y de extensión superior a los 65 km, las laminaciones (fallas, ejes de pliegues, diaclasas, etc.) presenta una dirección preferencial NE y en menor grado NW.

La falla de Gurí o Gurí – Ciudad Piar, así como también la falla de Santa Bárbara sirven de lindero entre la Provincia de Imataca y la Provincia de Pastora, mientras que al oeste Imataca está separada del supergrupo Cedeño por el frente tectónico del Caura (Mendoza, 1972) (C.V.G –TECMIN, 1991).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes de la investigación**

En la fecha actual no se ha publicado una investigación a nivel estructural de la isla Panadero. Sin embargo existen otros estudios que tienen relación con esta investigación.

Habanero Miguel (2022) en su trabajo de grado titulado **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DE LOS AFLORAMIENTOS UBICADOS EN LA MARGEN DERECHA DEL RIO ORINOCO, EN EL SECTOR DEL CLUB NAÚTICO, PARROQUIA CATEDRAL, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR”** representa un antecedente en la zona en cuestión, partiendo del hecho que los afloramientos ubicados en la margen derecha del Río Orinoco, en el sector del Club Náutico son cercanos a los afloramientos de la isla panadero, la cual se encuentra ubicada a 2,5 kilómetros aproximadamente aguas abajo. La zona de estudio de éste trabajo de grado se caracteriza por tener afloramientos rocosos con estructuras que en su mayoría son diaclasas de tipo ortogonal, verticales, plegamientos suaves en algunos de los afloramientos, zonas de cizalla y estructuras tipo boudinage. Este trabajo se utilizará para recopilar información de las estructuras geológicas presentes en esos afloramientos, así como también se utilizara para seguir la metodología del uso del diagrama de rosas para representar las estructuras del sector oeste de la isla Panadero.

Martínez Joycel (2012) **“ESTUDIO DE ICNOFACIES EN LOS SEDIMENTOS DE LA PARTE ESTE DE LAS ISLAS EL DEGREGO Y**

**PANADERO, RÍO ORINOCO, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA**” este trabajo se utilizará para recopilar información sobre la geología general de la isla panadero.

Barrios y Hernández (2016) en el trabajo titulado **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LA ISLA EL DEGREDADO, RÍO ORINOCO, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR”** representa un antecedente en la zona por la razón de que la isla El degredo y la isla Panadero son islas centrales del canal del río Orinoco orientadas ambas en dirección NE-SW y constituidas principalmente por cuerpos rocosos metamorfizados y sedimentos de origen fluvial. Este trabajo de grado se basa en el análisis microscópico de las muestras tomadas en el área de estudio, sin embargo también se estudiaron los tipos de estructuras presentes en la zona, de esta manera se observaron y analizaron afloramientos donde predominan las diaclasas verticales, ortogonal, sub-vertical, inclinadas, foliaciones y zonas de cizalla. De esta manera beneficia a este proyecto porque aporta información estructural que es necesaria para el desarrollo del mismo.

## **3.2 Fundamentos teóricos**

### **3.2.1 Provincia Geológica**

Provincia geológica es toda parte cartografiable de la superficie sólida del planeta, de centenares a millones de kilómetros cuadrados de extensión, caracterizada por sus rocas, por su estructura y por una secuencia de eventos tal que integre una historia evolutiva singular diferente a la de las áreas adyacentes, de las cuales está separada por límites estratigráficos, tectónicos o por ambos (Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña, 2019).

### **3.2.2 Estructura geológica**

El término de estructura geológica hace referencia a la configuración geométrica de las rocas y la geología estructural se ocupa de estudiar dicha configuración cuando las rocas han sufrido alguna deformación (Fossen, H. 2010).

### **3.2.3 Clasificación petrográfica de las rocas metamórficas**

La nomenclatura recomendada por la Subcomisión para la Sistemática de las Rocas Metamórficas (SSRM), que es de la IUGS. En este sentido la SSRM recomienda el uso de solo tres nombres raíz: esquistos, gneis y granoblastita (schist, gneis y grano fels). Al mismo tiempo 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 de metamorfismo
5. La composición química de la roca.

Los dos primeros son los más relevantes en cuanto que 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 es la implicación de connotaciones genéticas en la terminología usada para las rocas metamórficas. Por lo que es preciso agregar un sexto criterio a los antes mencionados: el grado metamórfico. Por ejemplo, el término esquistos está restringido para rocas de grado muy bajo a medio, De igual modo una roca de grado

bajo compuesta por anfíbol y plagioclasa, no podría llamarse anfíbolita sino esquistos anfíbolícos (Castro, 2015).

### **3.2.4 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 Pluijm y Marshak. (2004).

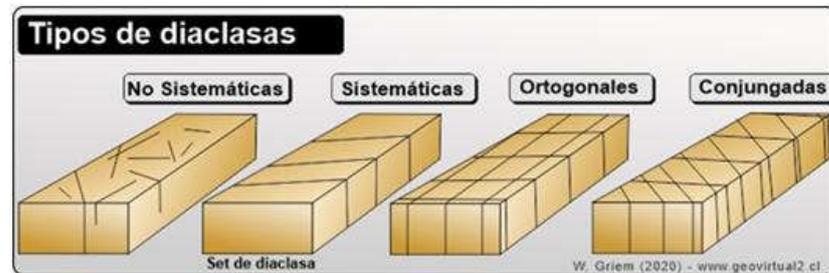
El origen más aceptado para la formación de las diaclasas tectónicas establece que estas se abren perpendicularmente al esfuerzo principal mínimo  $-\sigma_3-$  sobre el plano que contiene a los esfuerzos principales máximos  $-\sigma_1-$  y medio  $-\sigma_2-$  siendo la dirección de mayor elongación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

### **3.2.5 Tipos de diaclasas**

#### **3.2.5.1 Diaclasas según su apariencia**

Las diaclasas se pueden diferenciar por su conjunto, su apariencia en sets o grupos (Figura 3.1) (Geovirtual, 2023).

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  $90^\circ$ .
4. Diaclasas conjugadas muestran una intersección entre  $30^\circ$  y  $60^\circ$ .



**Figura 3.1** Tipos de diaclasas (Geovirtual, 2023).

### 3.2.5.2 Diaclasas según su longitud

Se clasifican en:

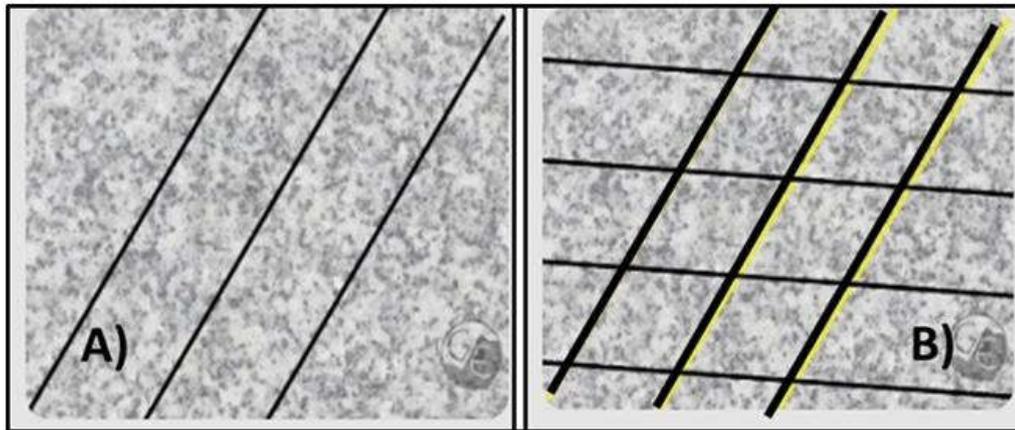
1. Maestras.
2. Mayores.
3. Menores.

### 3.2.5.3 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.

### 3.2.5.4 Familia 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).

### 3.2.5.5 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  $30^\circ$  o  $60^\circ$  se habla de sistema conjugado de diaclasa (Fossen, 2010) (Figura 3.3).



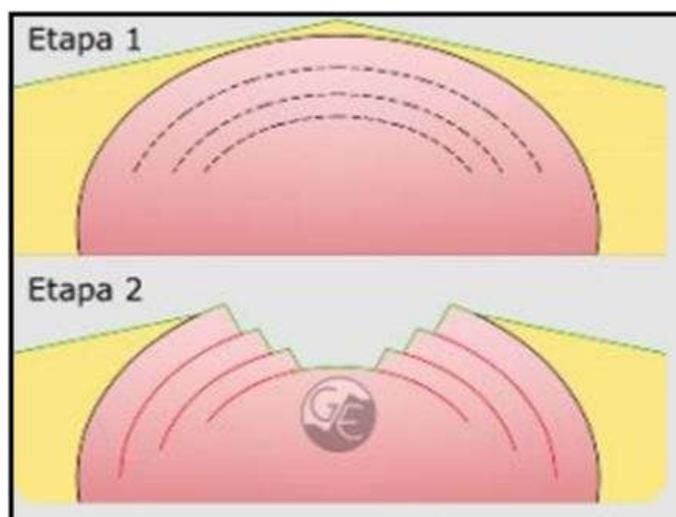
**Figura 3.3** Sistema de conjugadas (Fossen, 2010).

### 3.2.6 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.

### 3.2.7 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 desconfiamiento 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) (Figura 3.4).



**Figura 3.4** Diaclasas de exfoliación (Fossen, 2010).

### 3.2.7.1 Diaclasas tectónicas

Las diaclasas tectónicas son aquellas que se forman como resultado de la aplicación de un esfuerzo 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 mínimo  $-\sigma_3$ - (Fossen, H. 2010). (Figura 3.5).

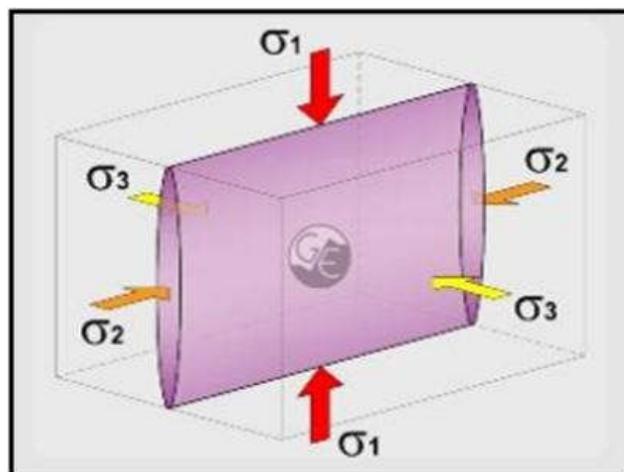


Figura 3.5 Diaclasas tectónicas (Fossen, 2010).

### 3.2.8 Caracterización geomecánica de las diaclasas

En la tabla 3.1 se presenta la clasificación de las diaclasas por la caracterización geomecánica (Universidad Nacional De San Luis, 2023).

**Tabla 3.1** Clasificación de las diaclasas por sus características geomecánicas (Universidad Nacional De San Luis, 2023).

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA
Orientación	Representación mediante histogramas circulares de rumbos y buzamientos y/o mediante proyecciones Estereográficas.

Espaciamiento	Distancia promedio entre los diferentes planos de fracturas reconocidos a lo largo de un segmento de medición (semejante a frecuencia).
Persistencia	Muy baja < 1m ; Baja 1-3 m; Media 3-10 m; Alta 10-20 m y Muy alta > 20m
Rugosidad	Características micromorfológicas de las caras de un plano de fractura: Alta – media - baja
Apertura	Cerradas < 0.5 mm ; Abiertas 0.5 > 10 mm ; Muy abiertas > 10 mm
Relleno	Arcilla, carbonatos, sílice, sin relleno, etc.
Sellamiento	Sellada, no sellada, con humedad o flujo de líquido.
Número de sets	Cantidad de juegos de fracturas.
Tamaño de bloques	Muy pequeño < 1 cm <sup>3</sup> Pequeño 1-10 cm <sup>3</sup> Medio 10 cm <sup>3</sup> -1 m <sup>3</sup> Grande 1-3 m <sup>3</sup> Muy grande m <sup>3</sup>

### 3.2.9 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. (Figura 3.6)

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. 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 gradada hacia arriba hacia una zona de falla. Las rocas son deformadas frágilmente en los niveles superiores de la corteza terrestre y dúctilmente en los 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 Doblas 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 anómalmente alto (magmatismo activo, actividad hidrotermal de alta T generalizada, etc), y también pueden darse deformaciones frágiles en profundidad como respuesta a movimientos sísmicos bruscos.

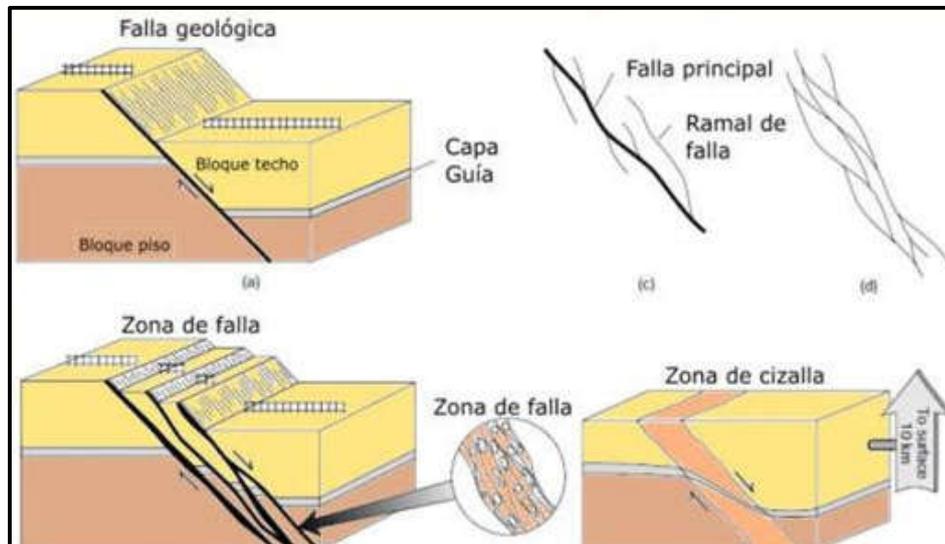


Figura 3.6 Falla, zona de falla y zona de cizalla

### 3.2.10 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 3.7).



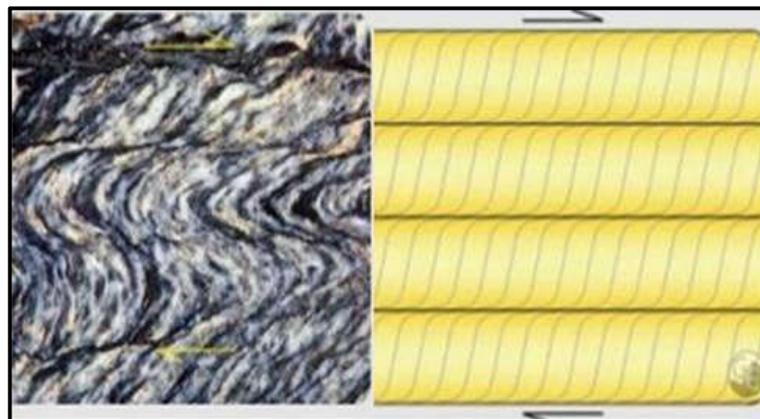
Figura 3.7 Porfiroblastos-cola (Fossen, 2010).

### 3.2.11 Bandeamiento de flujo

El bandeamiento de flujo ocurre durante la cristalización de las rocas ígneas plutónicas como consecuencia de un flujo planar no uniforme y se define como una intercalación de capas con mayores y menores concentraciones de cristales que, conjuntamente, definen una foliación (Tastumi y Eggins, 1995; en Best M, 2003)

### 3.2.12 Estructura tipo S-C

Las estructuras S-C se forman como consecuencia de la deformación de la foliación principal, por el desplazamiento de los planos que definen la zona de cizalla. La foliación, al deformarse (estructuras S) forma estructuras sigmoides que finalmente convergen hasta desarrollar planos paralelos a la zona de cizalla (estructuras C) (Figura 3.8). (Van der Pluijm B. y Marshak S. 2004).



**Figura 3.8** Estructuras S-C (Fossen, 2010).

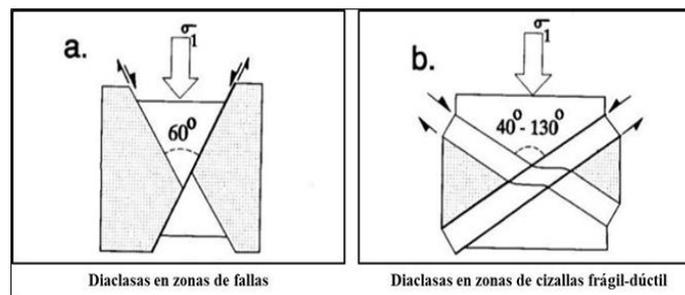
### 3.2.13 Diaclasas generadas por esfuerzos tectónicos, asociadas a fallas y asociadas a zonas de cizalla frágil – dúctil

En el caso de diaclasas en zonas de fallas, forman un patrón con respecto al esfuerzo máximo  $\sigma_1$ , de diaclasas conjugadas con un ángulo de  $60^\circ$  entre ellas,  $30^\circ$

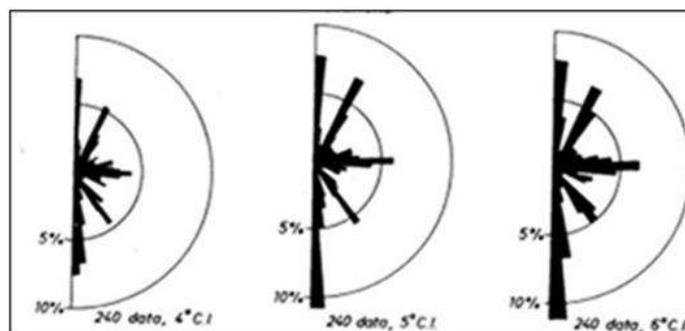
con respecto a  $\sigma_1$ ; y en el caso de zonas de cizallas en frágil - dúctil, forman un ángulo entre ellas entre  $40^\circ$  y  $130^\circ$ , que sería entre  $20^\circ$  y  $65^\circ$  con respecto a  $\sigma_1$  (Figura 3.9) (Jiménez Sebastián, 2016).

### 3.2.14 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 3.10, 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  $4^\circ$ ,  $5^\circ$  y  $6^\circ$  (Jiménez Sebastián, 2016).

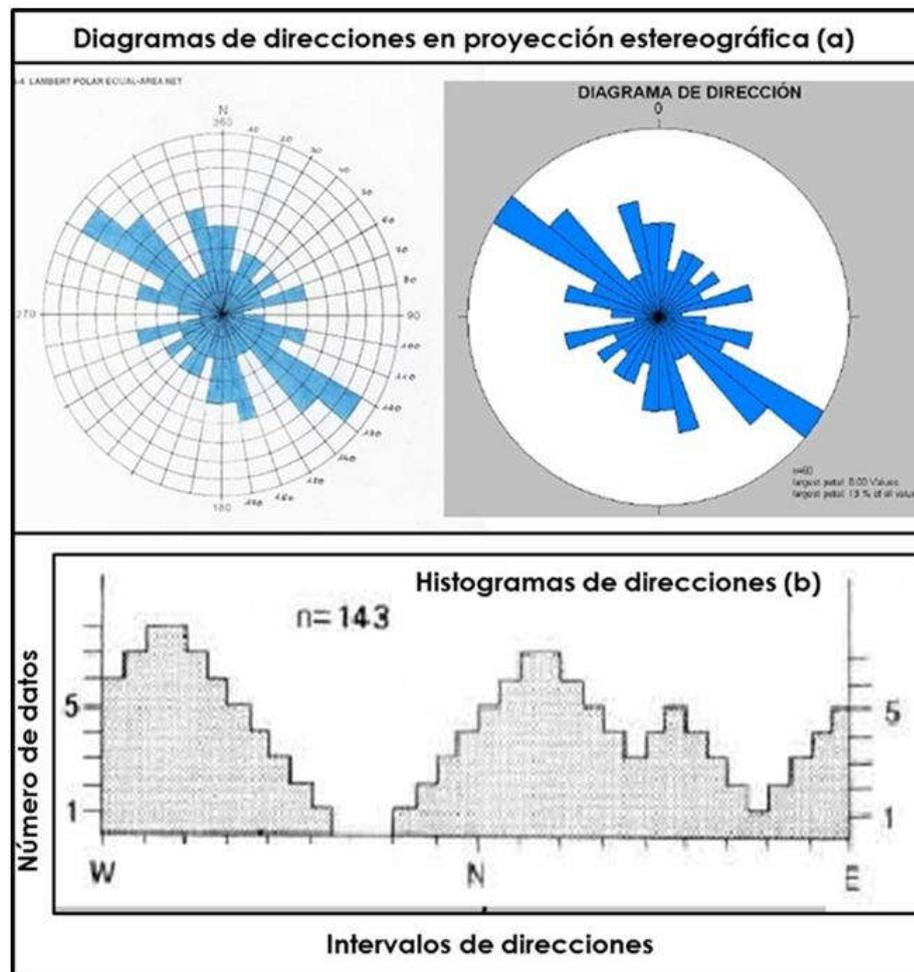


**Figura 3.9** Diaclasas generadas por esfuerzos tectónicos (Jiménez Sebastián, 2016).



**Figura 3.10** Representación gráfica de frecuencias de orientaciones de diaclasas (Jiménez Sebastián, 2016).

En la figura 3.11 se presentan representación de frecuencias de diaclasas en diagramas de rosetas usando el método de proyección estereográfica con datos de azimut y en histogramas con intervalos de direcciones.



**Figura 3.11** Representación de frecuencias de orientaciones de diaclasas (Pérez, 2023).

### 3.2.15 Diagrama de Rosas o Roseta

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 3.12) (Wolfgang, G.,2001).

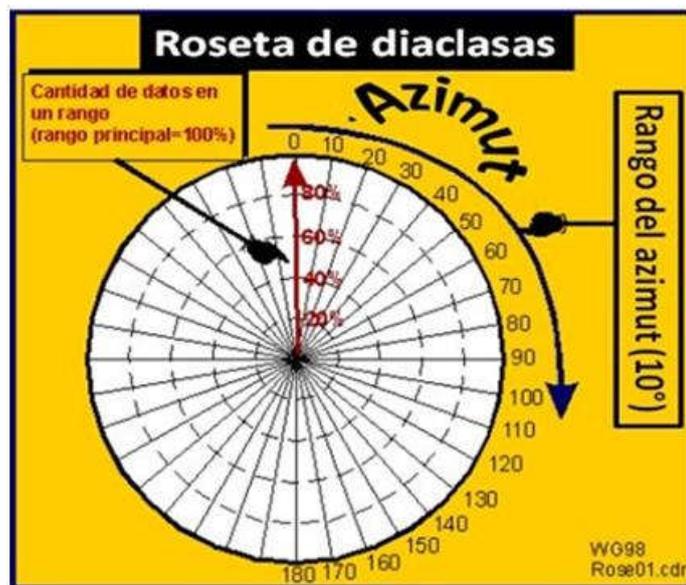
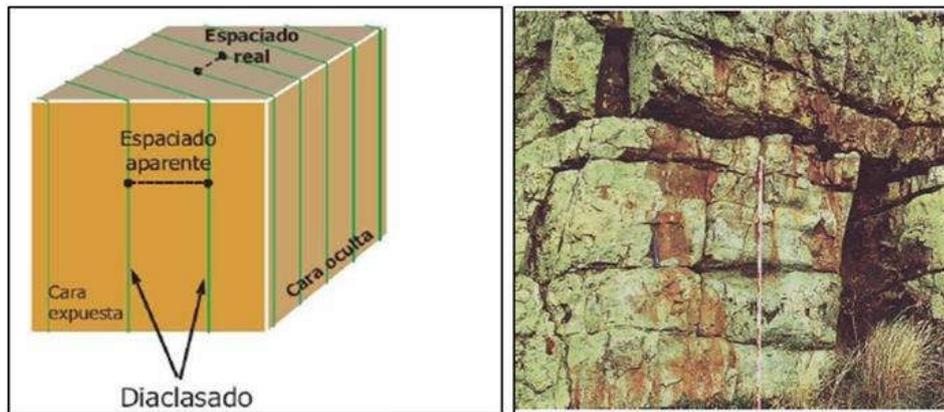


Figura 3.12 Roseta de diaclasas (Wolfgang, G., 2001).

### 3.2.16 Tipos de espaciado de las diaclasas

Es la separación que existe entre dos discontinuidades de un mismo juego, es la distancia entre dos diaclasas paralelas medida en la dirección perpendicular a sus planos.

Condiciona el tamaño de los bloques del macizo rocoso (Figura 3.13) (Pérez, 2023).



**Figura 3.13** Espaciado real y aparente de las diaclasas (Pérez, 2023).

De acuerdo al espaciado entre las diaclasas existe una descripción que va desde extremadamente junto a extremadamente separado de va desde  $<20$  mm a  $>6000$  mm (Tabla 3.2).

**Tabla 3.2** Descripción del espaciado entre las diaclasas (Pérez, 2023).

Descripción	Espaciado (mm)
Extremadamente junto	< 20
Muy junto	20 – 60
Junto	60 – 200
Moderadamente junto	200 - 600
Separado	600 – 2.000
Muy separado	2.000 – 6.000
Extremadamente separado	> 6.000

### 3.3 Definición de términos básicos

#### 3.3.1 Geología estructural

La geología estructural es la rama de la geología que estudia las propiedades físicas de las rocas y sedimentos, sus deformaciones y fracturas y la mecánica de las fuerzas que actúan sobre ellas. La corteza terrestre está sometida a un complejo sistema de tensiones provocado por el movimiento de las placas de la litosfera, que se traducen localmente en tracciones, compresiones y torsiones diversas. Las rocas, como cualquier sustancia sólida, ejercen resistencia a las tensiones, pero cuando éstas son demasiado fuertes o muy prolongadas se deforman y eventualmente se fracturan. La forma en que las rocas responden a los esfuerzos depende de su naturaleza, de las presiones y temperatura a que están sometidas, a la duración de las tensiones y a otros factores (Iriondo Martín H., 2007).

### 3.3.2 Afloramiento

Un afloramiento es una exposición visible a la roca madre o depósitos superficiales antiguos en la superficie de la Tierra, es decir la exposición de rocas que no pertenecen al tiempo geológico que se encuentra actualmente en la superficie terrestre (Figura 3.14). Los afloramientos permiten la observación directa y la toma de muestras de la roca in situ para el análisis geológico y la creación de mapas geológicos. Las mediciones in situ son esenciales para el correcto análisis de la historia geológica y los afloramientos son por lo tanto muy importante para comprender la escala del tiempo geológico de la historia de la Tierra. (Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Castrovirreyna (2020).



**Figura 3.14** Afloramiento en la isla panadero.

### 3.3.3 Mapa geológico

Un mapa que muestra el tipo y la distribución espacial de las rocas en la superficie terrestre. Las formaciones de rocas se encuentran codificadas con colores y los símbolos correspondientes a las estructuras geológicas también se indican, de modo que las relaciones de las edades resultan claras (Schumberger, 2023).

### **3.3.4 Falla geológica**

Son fracturas en la corteza a lo largo de las cuales ha tenido lugar un desplazamiento apreciable (Tarbuck, E. Lutgens, F.,2005).

### **3.3.5 Rumbo**

Es el ángulo entre el norte magnético y una línea obtenida mediante la intersección de un estrato inclinado, o falla, con un plano horizontal. La dirección, o rumbo, se suele expresar como el valor de un ángulo en relación con el norte (Tarbuck, J. y Lutgens, K. 2005).

### **3.3.6 Buzamiento**

También conocido como inclinación máxima, es el ángulo que forma el estrato con la horizontal, medido perpendicularmente al rumbo (Heiningen, 2009).

### **3.3.7 Fractura**

Discontinuidad planar o subplanar que se desarrolla en la roca cuando su límite de elasticidad es superado como consecuencia de la aplicación de un esfuerzo (Fossen, H. 2010). Las fracturas pueden ser clasificadas en diaclasas (o fracturas de apertura), fallas y venas o diques.

### **3.3.8 Foliación**

Se denomina foliación a la descomposición en láminas que adquiere la materia que forma ciertas rocas, cuando estas se ven sometidas a grandes presiones. Este rasgo se da cuando se produce metamorfismo. Se distinguen varios tipos de foliación

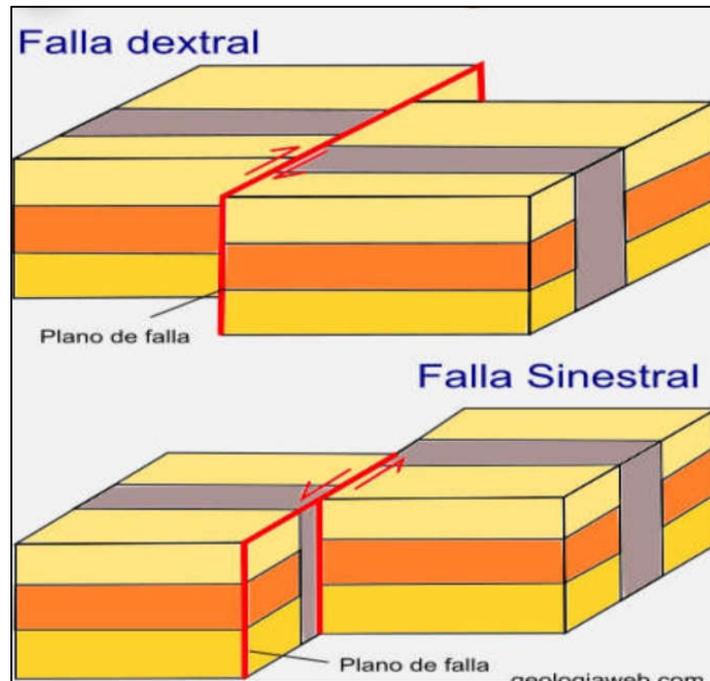
dependiendo de la mineralogía de la roca madre y el grado de metamorfismo (González. J. 2010).

### **3.3.9 Pliegues**

Durante la formación de las montañas, las rocas sedimentarias y volcánicas suelen doblarse en una serie de ondulaciones semejantes a ondas denominadas pliegues. Los pliegues de los estratos sedimentarios se parecen mucho a los que se formarían si se cogiera una hoja de papel por sus extremos y se fueran empujando uno hacia el otro. En la naturaleza, los pliegues aparecen en una gran variedad de tamaños y configuraciones. Algunos pliegues son amplias flexuras en las cuales unidades rocosas de centenares de metros de grosor se han doblado ligeramente. Otros, son estructuras microscópicas muy apretadas que se encuentran en las rocas metamórficas. Diferencias de tamaño aparte, la mayoría de los pliegues se produce como consecuencia de esfuerzos compresivos que provocan el acortamiento y engrosamiento de la corteza. A veces, los pliegues se encuentran aislados, pero es mucho más frecuente que aparezcan como una serie de ondulaciones. (Tarbuck, E. y Lutgens, F., 2005).

### **3.3.10 Falla Sinistral**

Relativo a una falla de desplazamiento de rumbo o a una falla sinistro-lateral en la que el bloque se desplaza a lo largo de la falla hacia la izquierda. Si se desplaza hacia la derecha, el movimiento relativo se describe como dextral. La rotación en sentido horario o espiralado también se describe como sinistral (Figura 3.15). (Schumberger, 2020).



**Figura 3.15** Falla Sinistral

### 3.3.11 Metamorfismo regional

El metamorfismo regional es un proceso en el que actúan tanto la temperatura como la presión. Este proceso se produce de forma muy progresiva desde la corteza a las capas más profundas. Al ser una evolución gradual, puede clasificarse en metamorfismo de bajo grado, de medio grado o alto grado (<https://geotecniafacil.com/rocas-metamorficas-tipos>).

### 3.3.12 Rocas metamórficas más comunes en la zona de estudio

Existen ciertas rocas metamórficas que estamos más acostumbrados a ver, siempre dependiendo de la zona geográfica a estudiar.

### **3.3.13 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).

#### **3.3.13.1 Anfibolitas**

Son rocas metamórficas compuestas esencialmente de hornblenda y plagioclasa, aunque mineralógicamente son simples y variables en textura y ocurrencia en el campo. Las anfibolitas se encuentran entre las rocas más comunes formadas por metamorfismo regional de grado moderado a alto.

La textura es foliada o alineada estas pueden ser de grano grueso, fino, homogéneas o esquistosas; otras pueden tener apariencia manchada o lavada debido a la segregación de los minerales oscuros. Las anfibolitas se forman de rocas de diversa composición entre las que destacan rocas ígneas máficas los cuales tienden a tener cantidades iguales de hornblenda y plagioclasa o de rocas ultramáficas ricas en anfíboles altamente magnesianos también pueden contener cantidades menores de mica, cuarzo, y epidota (Universidad de Málaga, 2013).

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

Respecto a los tipos de investigación, existen varios modelos y diversas clasificaciones. Sin embargo, lo importante es definir los criterios de investigación. En este sentido, se identificó este tipo de investigación como descriptiva.

Investigación Descriptiva; Según Arias, F. (2006), “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”.

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos del tema en estudio, la investigación se considera descriptiva; porque se enfoca en la caracterización geológica del sector oeste de la isla Panadero, las muestras obtenidas directamente de la zona de estudio, y en las estructuras geológicas, para su posterior análisis e interpretación.

#### **4.2 Diseño de la Investigación**

Arias, F. (2012) considera que “el diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al 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”. El diseño de esta investigación de acuerdo a sus objetivos es de campo porque se requiere de datos que sean tomados directamente del área de estudio, en este caso tomando algunas muestras de rocas y se realizaron mediciones de rumbo y buzamiento a las estructuras geológicas directamente en el sector Oeste de la isla Panadero sin alterar sus condiciones existentes.

### **4.3 Flujograma de la investigación**

En la figura 4.1 se muestra el flujograma de la investigación. En esa figura se establecen las diferentes etapas del proyecto: Planificación del trabajo de campo, reconocimiento del área, etapa de campo, etapa de oficina.

#### **4.3.1 Planificación del trabajo de campo**

Esta etapa constituye el inicio de la investigación y es de vital importancia. Para la selección del área se tomaron varios aspectos, la ubicación del área y los costos del traslado, la fecha para ir a realizar el trabajo de campo, porque el nivel del río Orinoco aumenta y cubre la isla, la disponibilidad de información cartográfica y bibliográfica; posteriormente se planificó el reconocimiento de la zona y se establecieron los requerimientos y el tiempo para el trabajo de campo.

#### **4.3.2 Recopilación cartográfica y bibliográfica**

En esta fase se llevó a cabo la consulta y recopilación de mapas topográficos, y la hoja de Cartografía Nacional N° 7539 a escala 1:100.000 e imágenes de Google Earth, así como también trabajos de investigaciones anteriores y textos con

información básica y técnica disponible del área, que permitieron la clasificación y aprobación de datos necesarios para la realización del proyecto.

### **4.3.3 Reconocimiento del área**

Esta actividad fue realizada por medio de embarcaciones, con un tiempo de 30 a 45 minutos para llegar a la isla, luego mediante caminatas expeditivas, se logró identificar la existencia de pequeños afloramientos rocosos ubicados hacia el extremo oeste de la misma, lo cual se tradujo en rocas potenciales para el hallazgo de estructuras geológicas, de manera que, se delimito el área y se posicionaron los afloramientos utilizando GPS y brújula.

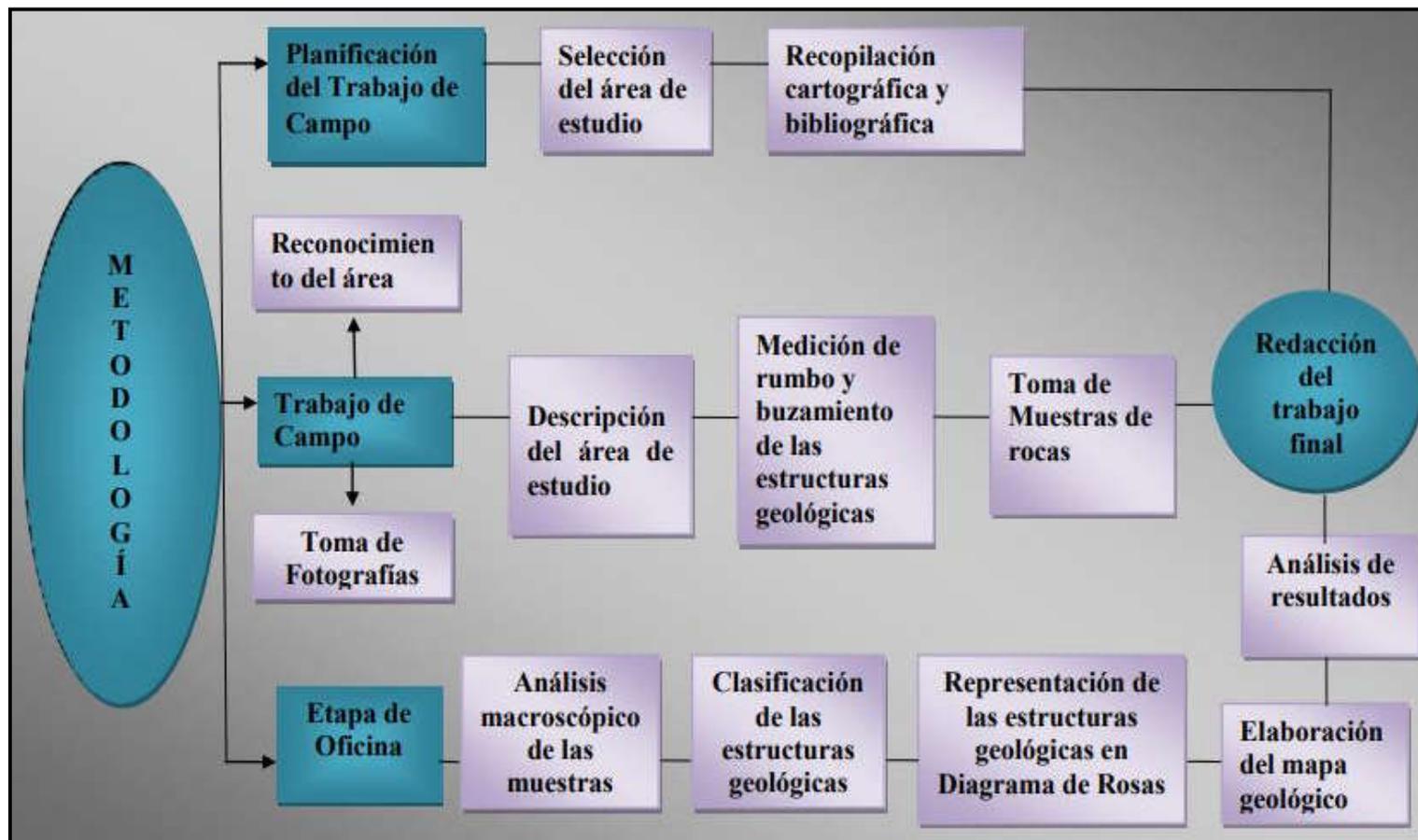


Figura 4.1 Flujograma de la investigación.

#### **4.3.4 Etapa de campo**

Los pasos para esta actividad fueron:

- 1) Determinación de las coordenadas U.T.M de cada una de las estaciones.
- 2) Descripción de los afloramientos rocosos y recolección de muestras.
- 3) Medición de rumbo y buzamiento de las estructuras geológicas presentes en la zona de estudio.
- 4) Medición del espaciado entre las diaclasas.
- 5) Etiquetado de las muestra de rocas, identificadas con el número de la estación, y las coordenadas.
- 6) Tomas de fotografías de las estructuras geológicas, de las muestras y del paisaje de los sitios de trabajo.

En la figura 4.2 se muestra la actividad de medición en campo.

#### **4.3.5 Etapa de Laboratorio**

##### **4.3.5.1 Análisis macroscópico de las muestras de rocas**

Se analizaron 3 muestras de roca, a las cuales se les determinó el porcentaje de los minerales, utilizando una lupa con aumento 10X.



**Figura 4.2** Medición de rumbos de las estructuras, identificación de las estaciones y las muestras.

### 4.3.6 Etapa de oficina

#### 4.3.6.1 Clasificación de las estructuras geológicas

En esta etapa se procedió al análisis del mapa de la zona de estudio y de los datos de campo para clasificar las estructuras encontradas en las estaciones, ya que de esta manera se puede saber en qué estaciones se repiten algunas estructuras y en donde son más consecuentes. Esta actividad se realizó clasificando las estructuras en el orden en las que fueron encontradas.

#### 4.3.6.2 Elaboración de los Diagramas de Rosas

Para identificar las estructuras y los patrones presentes en la zona de estudio, se elaboraron diagramas de rosas utilizando los datos obtenidos en campo, como lo son los rumbos de las diaclasas y de las demás estructuras.

Se realizó con la ayuda de un software especializado en diagrama de rosas (Stereonet), primeramente, se convirtieron los datos de rumbo a azimut para poder ingresarlos a la data del software y así obtener el diagrama, para posteriormente, analizarlo.

En la ventana de la derecha en seleccionar New DataSet y colocar el nombre del proyecto, en la parte de abajo de esa ventana, se selección la opción Add Datum para escribir cada dato copiando el azimut y el nombre de la estación y la identificación de la línea a trazar en el diagrama. Para borrar algún dato se selecciona y se hace clip en Delete (Figuras 4.3, 4.4 y 4.5)

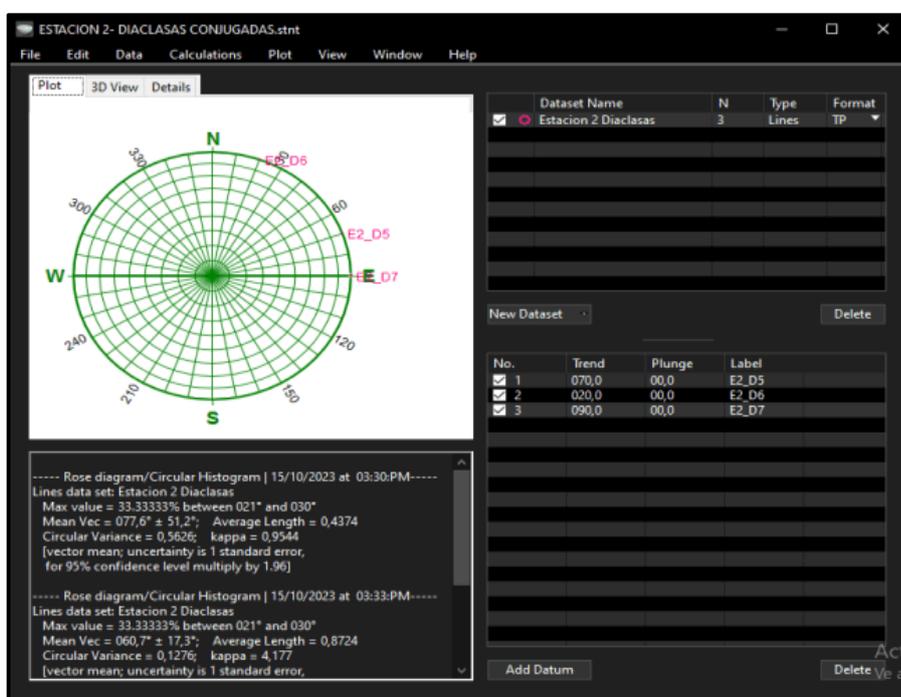


Figura 4.3 Ventana del software Stereonet, para cargar los datos iniciales.

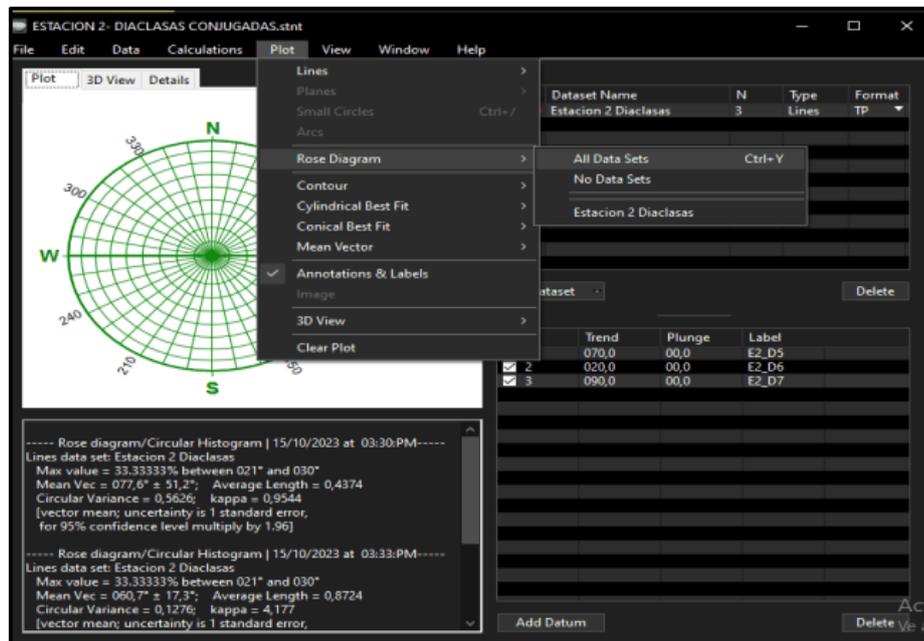


Figura 4.4 Ventana de la izquierda de software Stereonet, para activar la generación del Diagrama de Rosa, en la pestaña “Rose Diagram”.

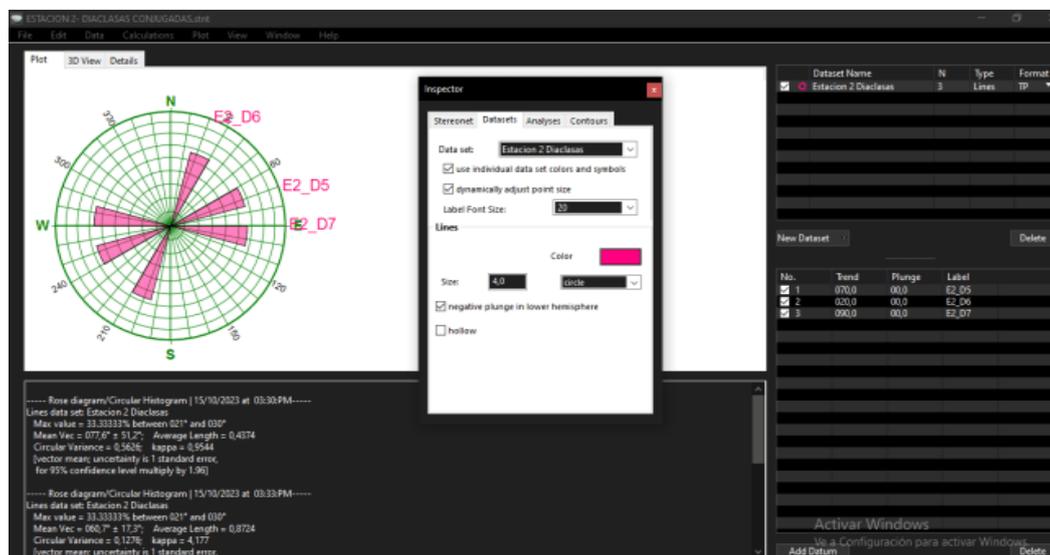


Figura 4.5 Ventana de la izquierda de software Stereonet, con la generación del “Diagrama de Rosa” con las etiquetas de los datos.

#### **4.3.6.3 Digitalización del mapa geológico**

Para el mapa geológico se utilizó la información de la imagen satelital de Google Earth con la ubicación de las estaciones con las coordenadas U.T.M, la hoja cartográfica N° 7539 a escala 1:100.000 y los datos del levantamiento de campo; el cual fue digitalizado con la utilización de la aplicación de PowerPoint del Office 2016 y AutoCAD 2012. En este mapa se colocó como información marginal: la ubicación relativa del área, la leyenda de la litología, las escalas gráfica y numérica, y los símbolos geológicos.

#### **4.3.6.4 Redacción del informe final**

El informe final 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 por la Escuela de Ciencias de la Tierra.

### **4.4 Población de la Investigación**

De acuerdo a Arias, F. (2006) “La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

La población para esta investigación queda definida por la isla Panadero, ubicada en el río Orinoco, Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco, Estado Bolívar.

### **4.5 Muestra de la investigación**

Según Arias, F. (2006) “la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. La muestra para esta investigación está representada por los afloramientos del sector oeste de la isla Panadero.

## **4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **4.6.1 Técnicas de recolección de datos**

Según Arias (2012), “Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información”.

### **4.6.2 Observación**

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 de investigación preestablecidos (Arias, 2012).

En este proyecto se observaron las estructuras geológicas de los pequeños afloramientos del extremo oeste de la isla panadero.

### **4.6.3 Revisión documental**

Es el proceso mediante el cual, un investigador recopila, revisa, analiza, selecciona y extrae información de diversas fuentes, acerca de un tema particular (su pregunta de investigación), con el propósito de llegar al conocimiento y comprensión más profundos del mismo (Hurtado, 2000).

En este aspecto se revisaron textos relacionados con tópicos sobre geología estructural, sedimentología, rocas metamórficas y características geológicas del área y publicaciones en las páginas Web sobre los mismos tópicos.

#### **4.6.4 Instrumentos de recolección de datos**

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

Los instrumentos que se tienen proyectados a utilizar en el desarrollo de la investigación propuesta son los siguientes:

1. GPS (Garmin MAP 76CS).
2. Brújula geológica (Brunton).
3. Martillo geológico / Lupa de Geólogo: 10X.
4. Cinta métrica
5. Mapa Topográfico del área de estudio a escala 1:100. 000
6. Cámara fotográfica.
7. Imágenes satelitales de Google Earth
8. Libreta de campo
9. Bolsas plásticas para las muestras.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### **5.1 Geología general del área de estudio.**

El área de estudio se encuentra definida por dos unidades estratigráficas claramente diferenciadas de más antigua a más joven, las cuales corresponden al Complejo de Imataca y a los Sedimentos Recientes.

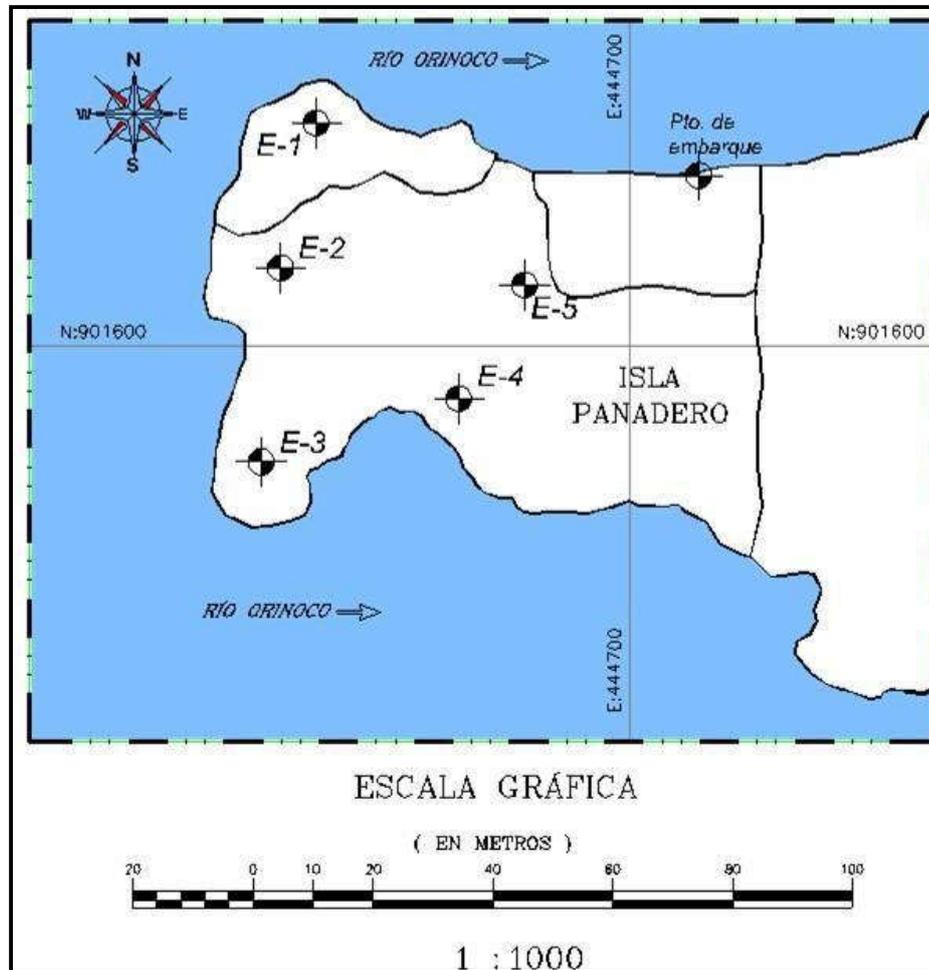
El Complejo de Imataca en la zona de estudio se presenta en grandes bloques representado litológicamente por rocas metamórficas tales como Gneis anfibólicos de grano fino a medio, de color gris y rosado, y Anfibolitas de grano fino, de color gris verdoso oscuro (Figura 5.1). La parte norte en su mayoría presenta familias de diaclasas verticales y con una configuración geométrica de los tipos ortogonales y conjugadas, así como también diaclasas de exfoliación, estructuras tipo SC y una zona de cizalla con brecha de falla. La parte central presenta minipliegues o plegamientos suaves, porfiroblastos de cola y pliegues de flujo. La parte sureste del área de estudio presenta porfiroblastos en forma de esferas, zona de cizalla, zona de brechas tectónicas y una falla sinistral.

Los Sedimentos del Reciente presente en la isla panadero son acumulados por la acción del río Orinoco durante los periodos de inundaciones anuales, los cuales se caracterizan por arenas medias a finas, marrón claro, micáceas con estratificación cruzada.



**Figura 5.1** Afloramientos del sector Oeste de isla panadero.

En la figura 5.2 se presenta la zona de estudio con las estaciones de trabajo, en la unidad del Complejo de Imataca.



**Figura 5.2** Sector oeste de isla Panadero con las estaciones de trabajo.

## **5.2 Composición mineralógica macroscópica de las rocas aflorantes del sector oeste de la Isla Panadero.**

Las muestras de las 5 estaciones se analizaron macroscópicamente con la lupa con aumento 10X 3 muestras (Figura 5.3).



**Figura 5.3** Muestras de rocas de las estaciones E1 y E2.

El gneis anfibólico (muestra E1), es una roca de color gris y rosado, de grano medio a fino. El mineral más abundante es plagioclasa (~25-40%), cuarzo (~30-25%), granado, horblenda (~20- 25%).

La anfibolita (muestra E1 y E2), es una roca de color gris verdoso oscuro de grano fino. El mineral más abundante es horblenda (~55- 60%), plagioclasa (~20-25%) y cuarzo (~15- 20%).

### **5.3 Determinación de la actitud y tipos de estructuras realizando mediciones de campo.**

#### **5.3.1 Medición de rumbos y buzamientos**

##### **5.3.1.1 Estaciones E1, E1-A, E1-C y E1-D**

En la estación E1, se observó una familia de diaclasas verticales con rumbo E-W, en un tramo de 1,90 metros, con separación entre diaclasas de 30 a 40 centímetros. Al oeste a 3 metros de la misma, en la estación E1-A se halló un sistema de

diaclasas ortogonales, con 2 familias, la familia 1 que presenta una dirección N-S y la familia 2 con una dirección E-W. En la estación E1-C se encuentra una zona de cizalla con una brecha de falla con dirección E-W. Y en la estación E1-D se hallaron diaclasas paralela con rumbo N53°W.

#### **5.3.1.2 Estaciones E2 y E2-A**

En la estación E2, se observó un sistema de diaclasas conjugadas con 2 familias, la familia 1 tiene un rumbo N70°E con separación de 60 y 120 centímetros entre diaclasas y la familia 2 tiene un rumbo N20°E con separación de 160 centímetros. En la estación E2-A se presentan plegamientos suaves o mini pliegues con foliación con rumbo entre Este franco y N80°E, y buzamiento de la foliación 76°SE.

#### **5.3.1.3 Estaciones E3-A, E3-B y E3-C**

En la estación E3-A se observaron porfidoblastos de cola asociado a cizallamiento con rumbo N72°E. La estación E3-B presenta 1 familia de diaclasas verticales con rumbo S80°E y separación de 2 metros entre diaclasas. Del mismo modo la E3-C presenta otra familia de diaclasas con un rumbo N42°W.

#### **5.3.1.4 Estaciones E4, E4-A, E4-B y E4-C**

En la E4 se hallaron porfiroblastos en forma de esferas con rumbo S40°W; en la E4-A se halló una zona de brechas tectónicas con rumbo N10°W, y en la E4-B se presenta una zona de cizalla con rumbo S70°W y en la E4-C una falla sinistral con rumbo S70°E.

#### **5.3.1.5 Estación 5**

Finalmente en la estación 5 se observó una diaclasa vertical con rumbo N80°. En la tabla 5.1 se presentan los datos de rumbo de las estructuras medidas en campo.

Tabla 5.1 Mediciones de rumbo y buzamiento de las estructuras.

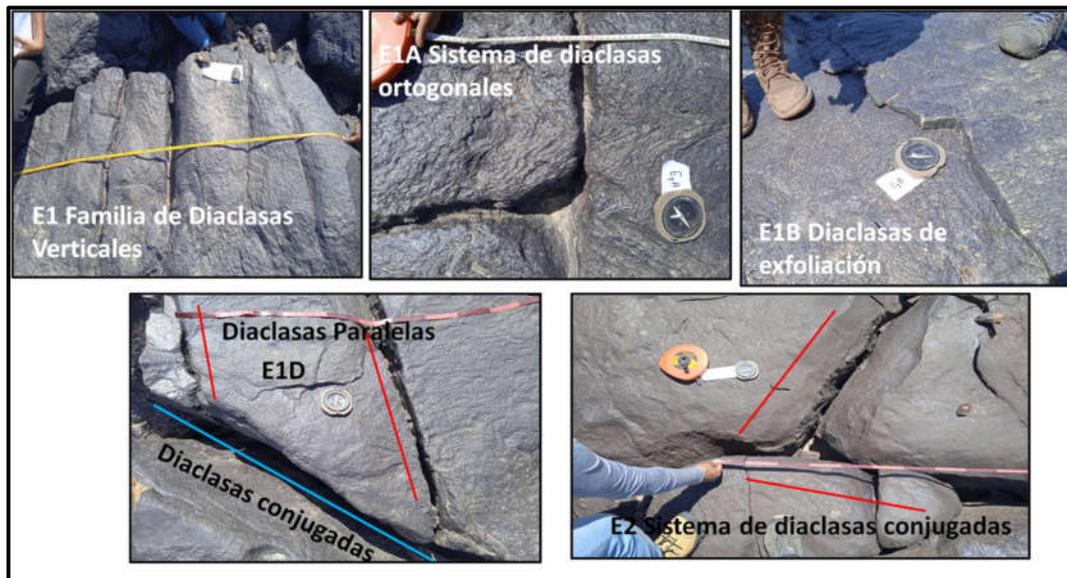
Estación	Estructura	Rumbo	Buzamiento
1	Familia de Diaclasas verticales	E-W	
1A	Sistema de Diaclasas ortogonales:	Familia1: E-W	
		Familia 2: N-S	
1D	Diaclasas Paralelas	N53°W	—————
2	Sistema de Diaclasas conjugadas	Familia 1: N70°E	
		Familia 2: N20°E	
2A	Plegamientos suaves o mini pliegues con foliación E-W	Rumbo de la foliación: N80°E	Buzamiento de la foliación: 76°SE
3A	Porfiroblastos de cola asociado a cizallamiento	N72°E	—————
3B	Familia de Diaclasas verticales	S80°E	
3C	Familia de Diaclasas verticales	N42°W	
4	Porfiroblasto en forma de esferas	S40°W	
4A	Zona de Brechas tectónicas	N10°W	
4B	Zona de cizalla	S70°W	
4C	Falla sinestral	S70°E	
5	Diaclasa Vertical	N80°E	

#### 5.4 Clasificación de las estructuras geológicas

Mediante el análisis del mapa geológico de la zona de estudio y los datos de campo, se observan las siguientes estructuras:

##### 5.4.1 Tipos de diaclasas

En la figura 5.4 se presentan los tipos de diaclasas observadas en el área de estudio.



**Figura 5.4** Tipos de diaclasas al oeste de isla Panadero.

#### 5.4.1.1 Diaclasas verticales

Al norte de la zona de estudio, los afloramientos rocosos en la E1 presentan familias de diaclasas verticales, del mismo modo en la estaciones E3-B y E3-C, al centro se encuentran dos familias de diaclasas verticales y en la estación 5, al noreste se localiza una diaclasa vertical. Este tipo de diaclasas, se observaron mayormente al norte y al centro del área de estudio.

#### 5.4.1.2 Diaclasas Paralelas

En la E1-D al norte del área de estudio se presentan diaclasas paralelas.

#### **5.4.1.3 Sistema de diaclasas conjugadas**

En la E1-D se presenta una diaclasa que intercepta con unas diaclasas paralelas, formando así diaclasas conjugadas. Y en la E2 al centro del área de estudio se localiza un sistema de diaclasas conjugadas con dos familias.

#### **5.4.1.4 Sistema de diaclasas ortogonales**

En la estación E1-A, al norte del área de estudio se presenta un sistema de diaclasas ortogonales con direcciones E-W y N-S.

#### **5.4.1.5 Diaclasas de exfoliación**

Las diaclasas no solo se forman por orígenes tectónicos, también pueden formarse como consecuencia en cambios de los sistemas de esfuerzos por factores diferentes. Al norte de la zona de estudio en la estación E1-B se hallan diaclasas de exfoliación.

#### **5.4.2 Estructura tipo SC**

Conforme a los datos de las estaciones de trabajo de campo al norte de la estación 1, específicamente en la estación E1-B los gneis anfibólico presentan estructuras tipo SC, este tipo de estructura se pudo observar consecuentemente en esta estación (Figura 5.5).



**Figura 5.5** Estructuras tipo S-C al oeste de isla Panadero.

#### **5.4.3 Plegamiento suaves**

Al centro del sector oeste, se observó en una anfibolita plegamientos suaves o minipliegues (Figura 5.6).



**Figura 5.6** Plegamientos Suaves al oeste de isla Panadero.

#### **5.4.4 Pliegues de flujo**

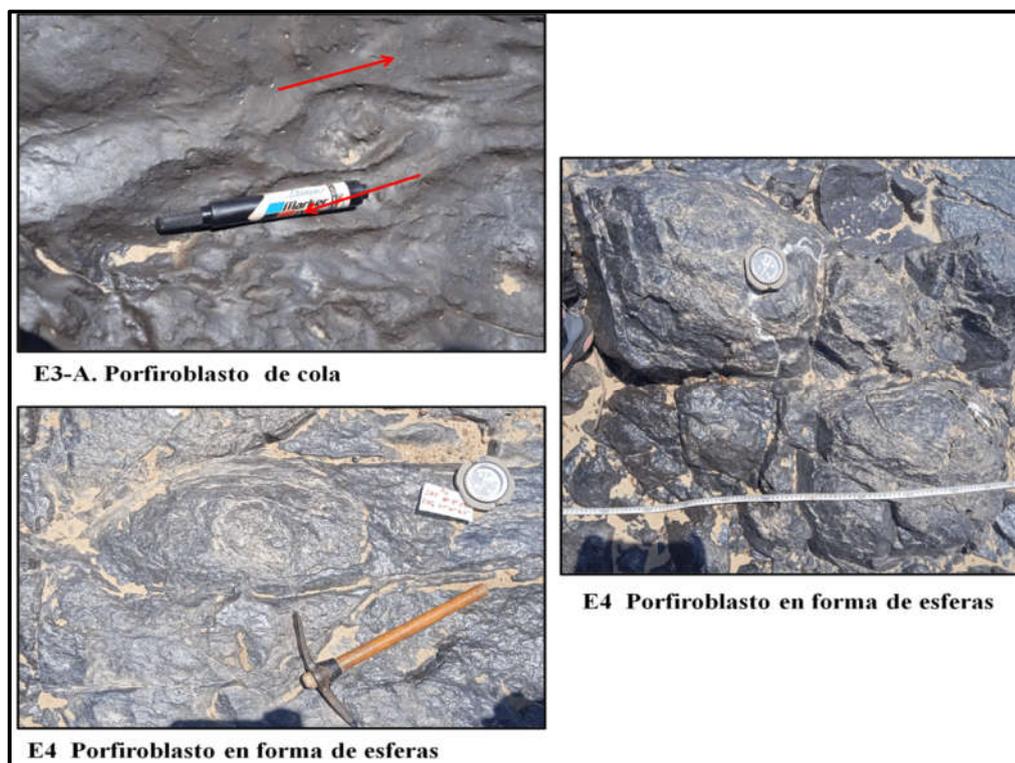
En la estación 3 al suroeste de la isla, se presentan pliegues de flujo (Figura 5.7).



**Figura 5.7** Pliegues de flujo al oeste de isla Panadero.

### 5.4.5 Porfiroblastos

En la estación E3-A al suroeste se presentan porfiroblastos de cola asociado a cizallamiento y en la estación E4 al sureste del área de estudio se hallan porfidoblastos en forma de esferas (Figura 5.8).



**Figura 5.8** Porfiroblastos al oeste de isla Panadero.

### 5.4.6 Zona de brechas tectónicas

Al sureste en la estación E4-A se presenta una zona de brechas tectónicas (Figura 5.9).



**Figura 5.9** Zona de brechas tectónicas al oeste de isla Panadero.

#### **5.4.7 Zona de cizalla**

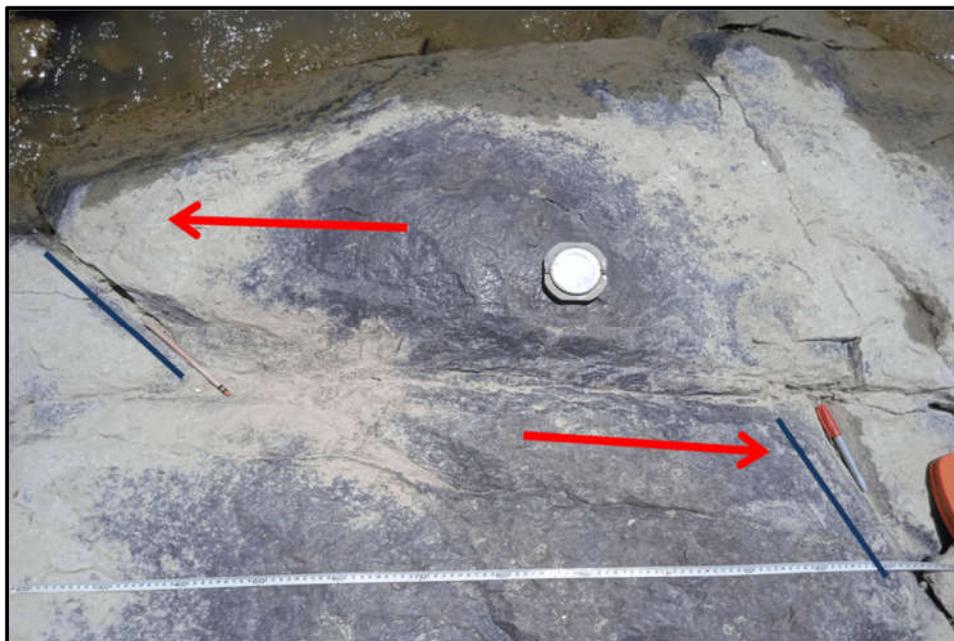
Al norte en la estación E1-C se presenta una zona de cizalla con una brecha de falla con dirección E-W y al sur en la estación E4-B se presenta una zona de cizalla con rumbo S70°W. (Figura 5.10)



**Figura 5.10** Zonas de cizalla al oeste de isla Panadero.

#### 5.4.8 Falla Sinistral

En la estación 4, al sureste se halla una falla sinistral con rumbo  $S70^{\circ}E$  (Figura 5.11).



**Figura 5.11** Falla Sinistral al oeste de isla Panadero.

## 5.5 Interpretación del Diagrama de Rosas de las estructuras geológicas.

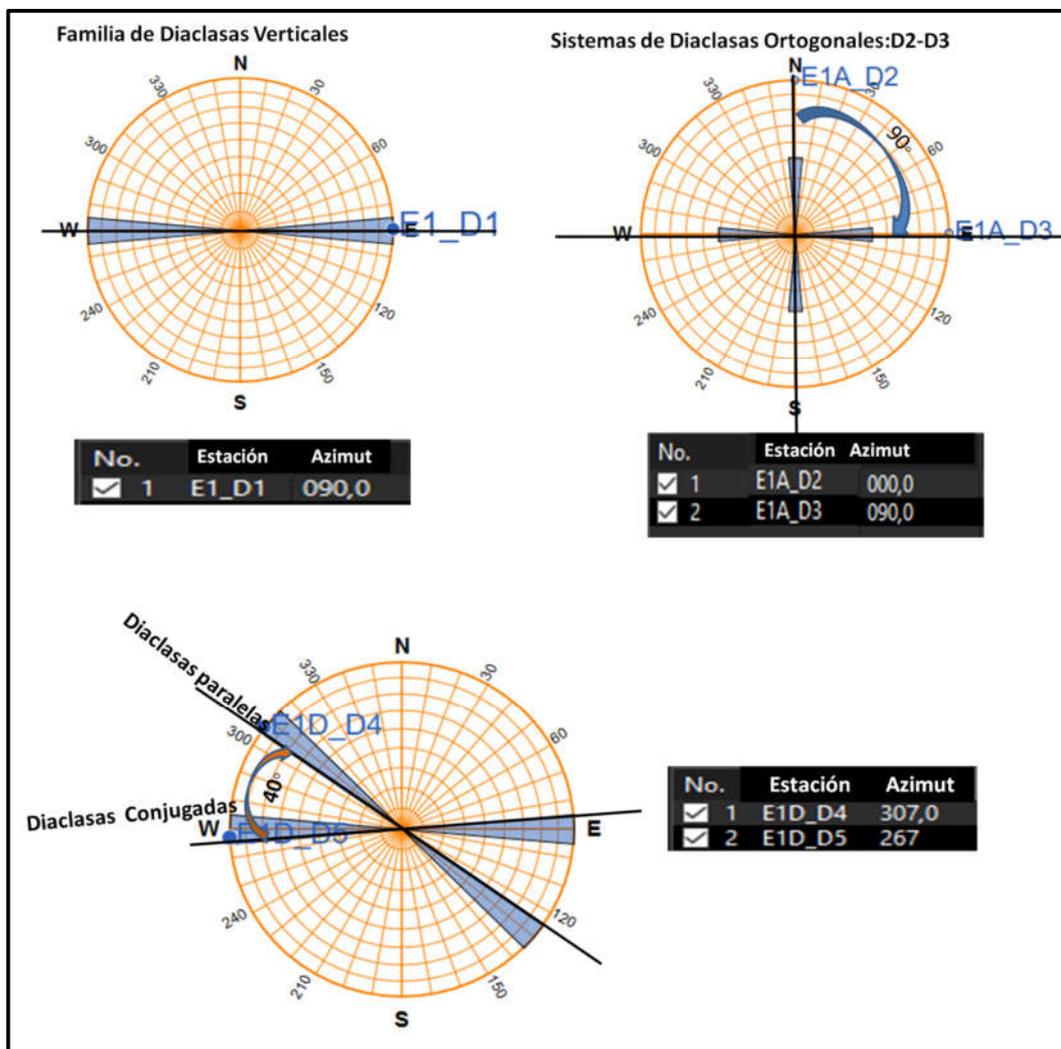
Los datos de rumbo y azimut de las estructuras geológicas que se utilizaron para elaborar los diagramas de rosas, se presentan en la tabla 5.3

**Tabla 5.2** Datos de rumbo y azimut utilizados para elaboración de diagrama de rosas

Estación	Estructura	Rumbo	Azimut
E1-D1	Familia de diaclasas verticales	E-W	90°
E1-A	Sistema de diaclasas ortogonales	Familia 1: N-S	0
		Familia 2: E-W	90°
E1-C	Zona de Cizalla con brecha	E-W	90°
E1-	D4	Diaclasas paralelas	N53°W
	D5	Diaclasas conjugadas	267°
E2	Sistema de diaclasas conjugadas	Familia 1: N70°E	70°
		Familia 2: N20°E	20°
E3-A	Porfiroblasto de cola	N72°E	72°
E3-B	Familia de diaclasas verticales	S80°E	100°
E3-C	Familia de diaclasas verticales	N42°W	318°
E4	Porfidoblasto en forma de	S40°W	220°
E4-A	Zona de brechas tectónicas	N10°W	350°
E4-B	Zona de cizalla	S70°W	250°
E4-C	Falla sinistral	S70°E	110°
E5	Diaclasa vertical	N80°E	80°

### 5.5.1 Diagrama de rosas de las estaciones E1-D1, E1A-D2-D3 y E1D-D4-D5

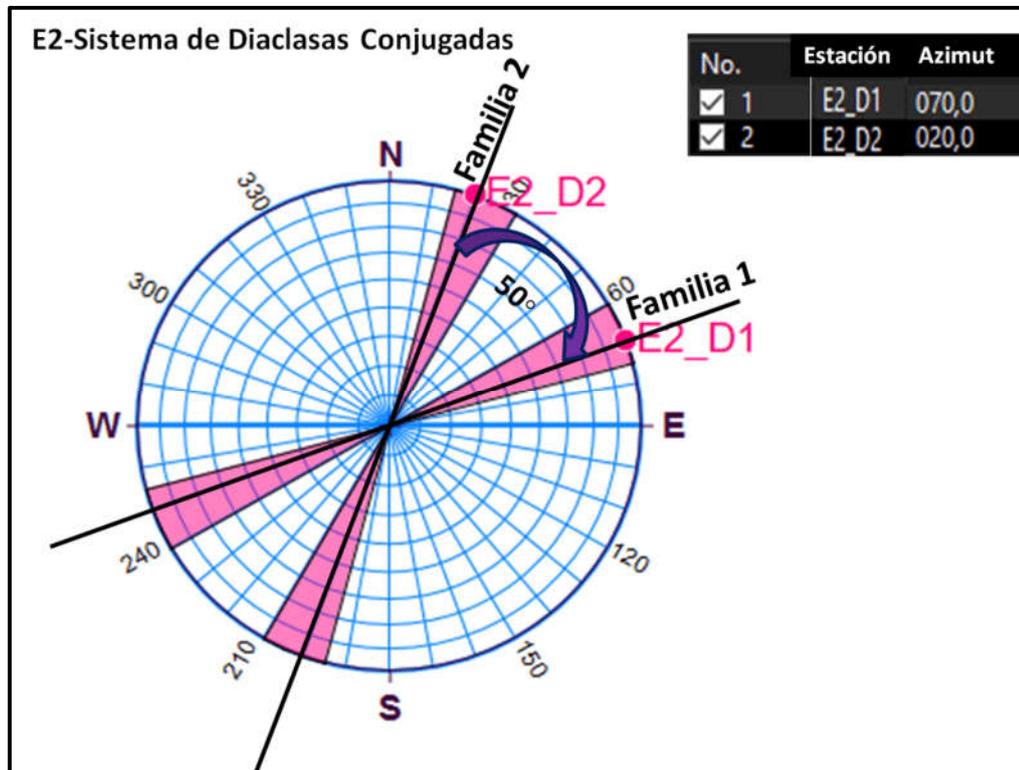
En la figura 5.12 se presentan los diagramas de roseta de las estaciones E1-D1, E1A-D2-D3 y E1D-D4-D5 las cuales se encuentran separadas entre unos 3 a 6 metros, y se encuentran al norte del área de estudio. Del análisis de los datos se observa que existen diaclasas verticales con azimut de 90° para la E1-D1, diaclasas ortogonales con azimut de 0° y 90° para la E1A-D2-D3, diaclasas paralelas con azimut de 307° para la E1D-D4 y diaclasas conjugadas en la misma estación con azimut 217° para la D5.



**Figura 5.12** Diagrama de rosas de las estaciones E1-D1, E1A-D2-D3 y E1D-D4-D5.

### 5.5.2 Diagrama de rosas de la estación E2.

En la figura 5.13 se presenta el diagrama de rosas de la estación E2, la cual se encuentra al centro del área de estudio. Del análisis de los datos se observa que existe un sistema diaclasas conjugadas de dos familias y con ángulo entre ellas de  $50^{\circ}$ .



**Figura 5.13** Diagrama de rosas de la estación E2.

### 5.5.3 Diagrama de rosas para las estaciones E3-B y E3-C

En la figura 5.14 se presentan los diagramas de rosas de las estaciones E3-B y E3-C, las cuales se encuentran en los afloramientos al suroeste del área de estudio. Del análisis de los datos se observa que existen dos familias de diaclasa verticales con azimet de  $100^{\circ}$  para E3-B y  $318^{\circ}$  para E3-C.

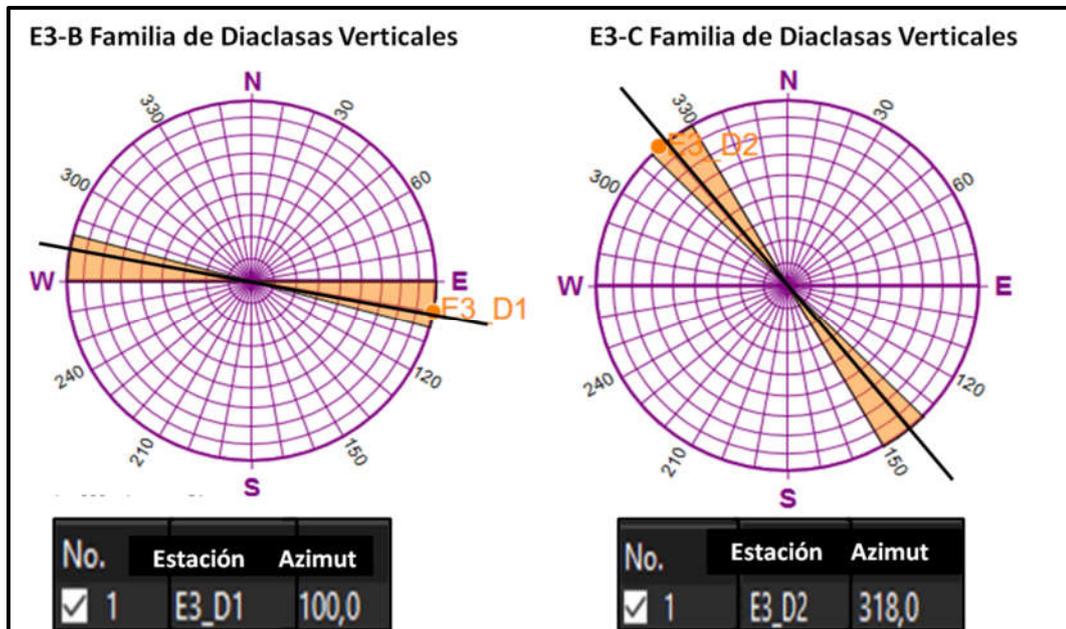
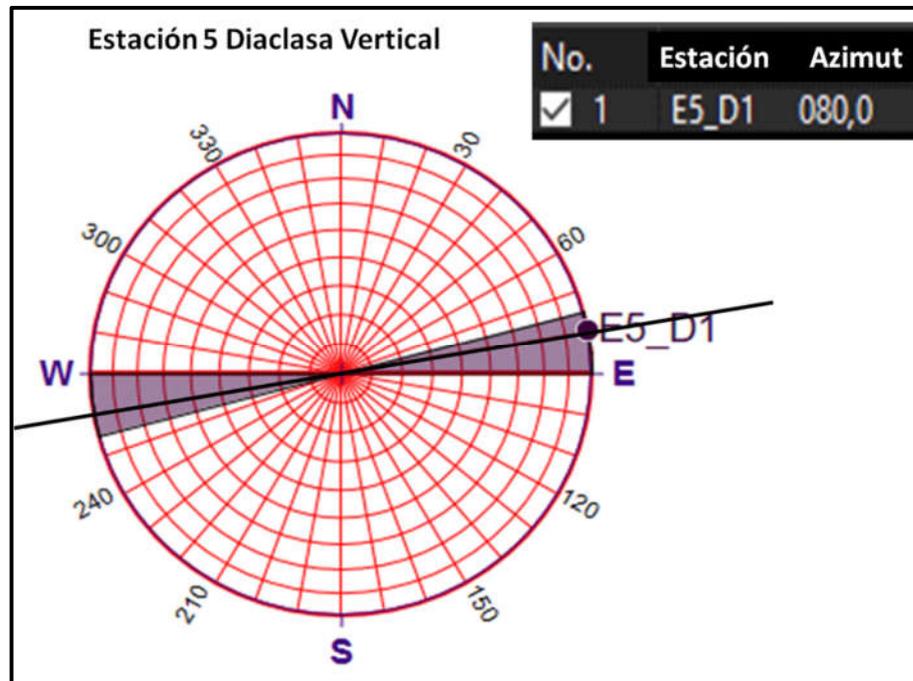


Figura 5.14 Diagrama de rosas para las estaciones E3-B y E3-C

#### 5.5.4 Diagrama de rosas de la estación 5

En la figura 5.15 se presenta el diagrama de rosas de la estación E5, la cual se encuentra al noreste del área de estudio. Del análisis de los datos se observa que existe una diaclasa vertical con azimut de  $80^{\circ}$ .



**Figura 5.15** Diagrama de rosas de la estación 5.

### 5.5.5 Diagrama de rosas para las estaciones E1-C, E1-B, E3-A y E4

En la figura 5.16 se presenta los diagramas de rosas de las estaciones E1-C, E1-B, E3-A y E4. Del análisis de los datos se observa que existen porfiroblastos con en una zona con azimut de  $72^{\circ}$  para la E3-A y de  $220^{\circ}$  para la E4. Del mismo modo se observan zonas de cizalla con azimut de  $90^{\circ}$  para la E1-C y de  $250^{\circ}$  para E4-B.

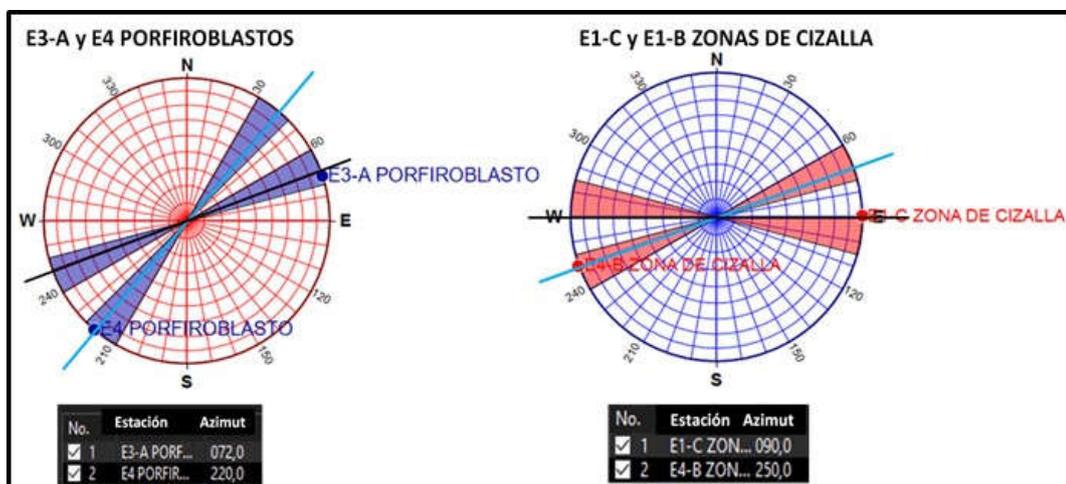


Figura 5.16 Diagrama de rosas para las estaciones E1-C, E1-B, E3-A y E4.

### 5.5.6 Diagramas de rosas para las estaciones E4-A y E4-C

En la figura 5.17 se presentan los diagramas de rosas de las estaciones E4-A y E4-C. Del análisis de los datos se observa que existen zonas de brechas tectónicas con azimut de  $350^{\circ}$  para la E4-A y una falla sinistral con azimut de  $110^{\circ}$  para la E4-C.

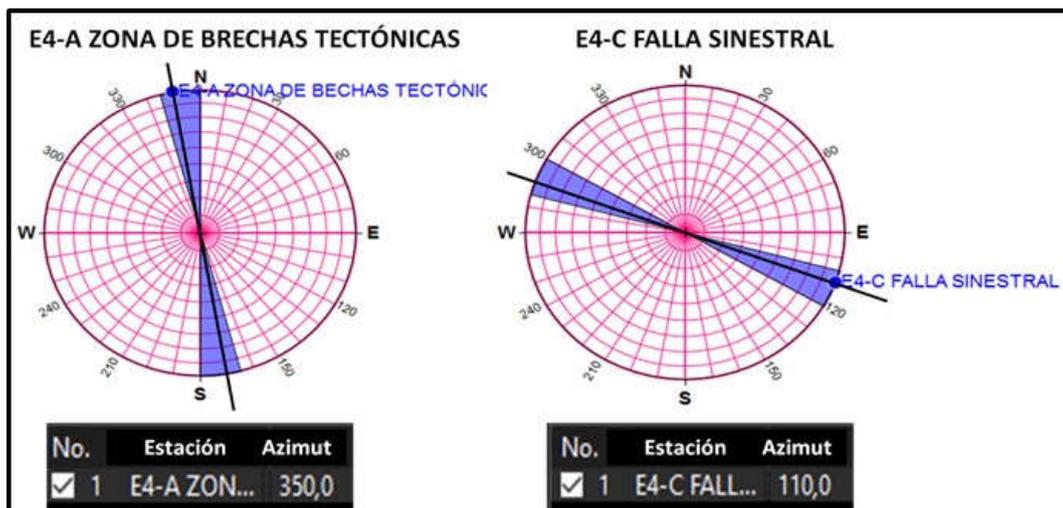
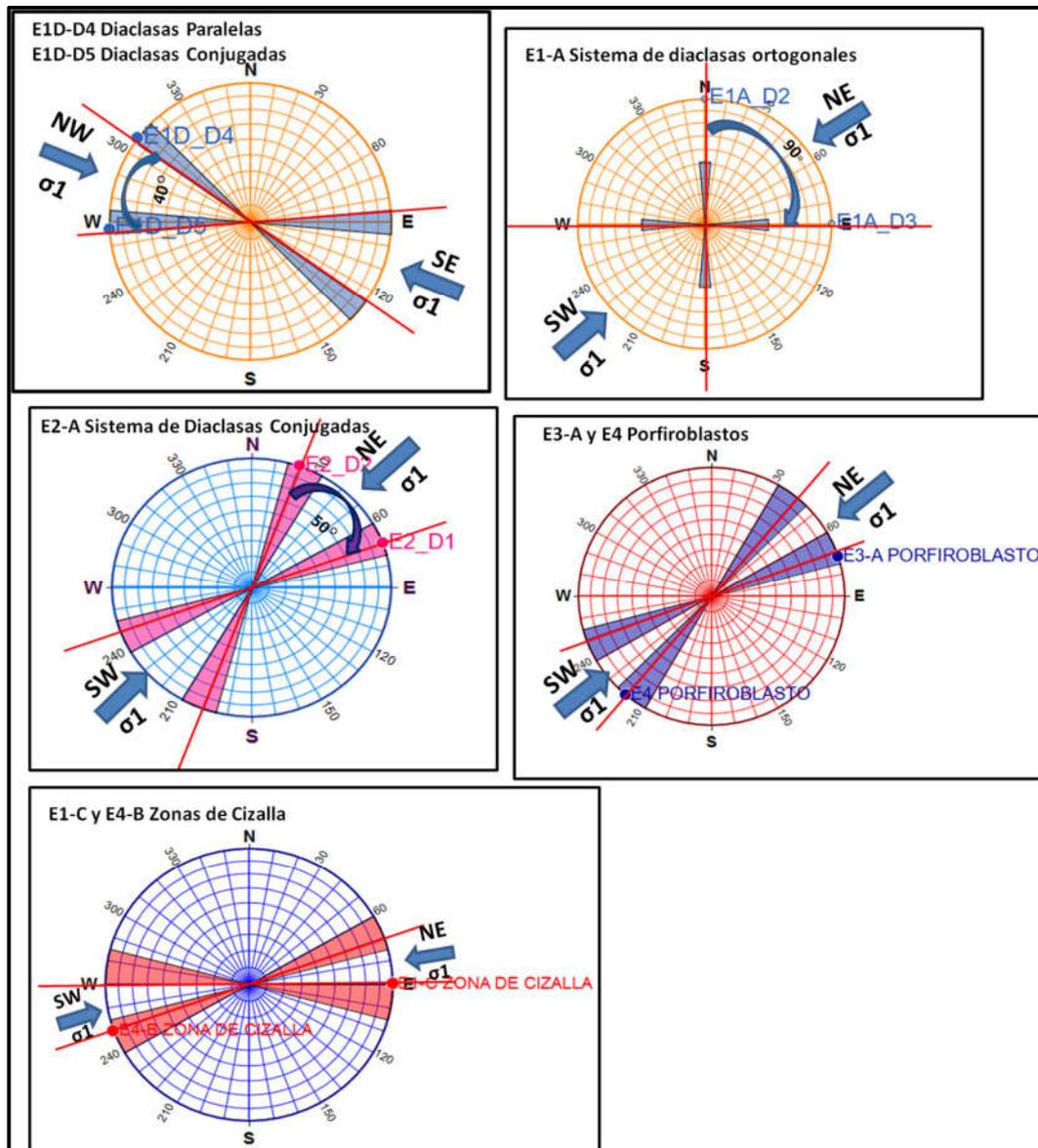


Figura 5.17 Diagramas de rosas para las estaciones E4-A y E4-C.

### **5.6 Determinación de la dirección de esfuerzo $\sigma_1$ en los diagramas de rosas**

Con los datos anteriores de azimut se utilizó el programa Stereonet, para representar en el Diagrama de Rosas las diferentes estructuras geológicas, con el propósito de determinar la tendencia estructural predominante en las rocas del Complejo Imataca al oeste de la isla Panadero.

Del análisis de los diagramas de rosas de las estructuras geológicas de 8 estaciones (E1, E1-D, E1-A, E2-A, E3-A, E4, E1-C y E4-B), donde se interpretaron familias de diaclasas verticales, sistemas de diaclasas conjugadas y ortogonales, zonas de porfiroblastos y zonas de cizalla, se determinó que la dirección de los esfuerzos  $\sigma_1$ , para las estaciones E1 y E1-D son NW-SE, y para todas las demás estaciones del área de estudio la dirección de los esfuerzos  $\sigma_1$  presenta dirección preferencial NE-SW. (Figura 5.18).



**Figura 5.18** Diagramas de rosas de las estructuras con dirección del esfuerzo  $\sigma_1$ .

### 5.7 Análisis del mapa geológico del área de estudio

En la figura 5.19 se presenta el mapa geológico, con las diferentes unidades litológicas descritas en campo, que pertenecen al Complejo de Imataca las cuales son dos: gneis anfibólico y anfibolitas y la unidad de Sedimentos Recientes

En el mapa geológico la unidad de gneis anfibólico, de grano fino a medio, de color gris y rosado, ocupa el 10% del área y se ubica al norte, presentando estructuras como: familias de diaclasas verticales, sistemas de diaclasas ortogonales, sistema de diaclasas conjugadas, diaclasas de exfoliación, estructura tipo SC y una zona de cizalla con brecha.

La unidad de anfibolitas de grano fino, de color gris verdoso oscuro ocupa el 80% y se encuentran en toda la zona de estudio, presentando estructuras como: sistemas de diaclasas conjugadas, en la parte centro. En la parte sur presenta: pliegues de flujo, porfiroblastos de cola y familias de diaclasas verticales. La parte este, presenta diaclasas verticales y porfiroblastos en forma de esferas; y la parte sureste presenta zona de brechas tectónicas, zona de cizalla y una falla sinistral.

La unidad de Sedimentos Recientes está representado por arenas finas y cubren el 10%, éstas se encuentran al noreste del área de estudio, específicamente en el punto de embargue.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. En la zona de estudios se distinguieron 2 unidades geológicas, que son: El Complejo de Imataca que se caracteriza litológicamente por Gneis anfibólico de grano fino a medio, de color gris y rosado, y Anfibolitas de grano fino, de color gris verdoso oscuro; y los Sedimentos del Reciente, que se caracterizan por arenas medias a finas, marrón claro, micáceas con estratificación cruzada.

2. La composición mineralógica de los gneis anfibólico es plagioclasa (~25-40%), cuarzo (~30-25%), granado, horblenda (~20- 25%). Y las anfibolitas presentan horblenda (~55- 60%), plagioclasa (~20- 25%) y cuarzo (~15- 20%).

3. El trabajo de campo permitió determinar el rumbo y tipos de estructuras geológicas en cada estación. Las estructuras que más abundan en la zona de estudio son las diaclasas verticales.

4. La clasificación de las estructuras geológicas determino que existen 4 familias de diaclasas verticales, 1 sistema de diaclasas ortogonales, 1 diaclasa paralelas, 2 diaclasas conjugadas, 1 diaclasa de exfoliación, 1 estructura tipo S-C, 1 zona de brechas tectónicas, 2 zonas de cizalla, 2 porfiroblasto, 1 pliegue de flujo, 1 minipliegues y 1 falla sinistral.

5. Se presentan diaclasas verticales con azimut  $90^{\circ}$ ,  $100^{\circ}$ ,  $318^{\circ}$  y  $80^{\circ}$ , también se hallan diaclasas conjugadas con ángulos entre ellas de  $40^{\circ}$  a  $50^{\circ}$ , ortogonales con azimut  $0^{\circ}$  y  $90^{\circ}$ . Asimismo existen zonas de cizalla con azimut de  $90^{\circ}$  y  $250^{\circ}$  y porfiroblastos con azimut  $72^{\circ}$  y  $220^{\circ}$ .

6. Del análisis de los diagramas de rosetas de las estructuras geológicas

(E1-D, E1-A, E2, E3-A, E4, E1-C y E4-B), se interpretaron datos de 7 estaciones y se determinó la dirección de los esfuerzos  $\sigma_1$ , son NW-SE para la estación E1D, y para todas las demás estaciones del área de estudio la dirección de los esfuerzos  $\sigma_1$  presenta dirección preferencial NE-SW.

7. En el mapa geológico los gneis anfibólico, de grano fino a medio, de color gris y rosado, ocupa el 10%, anfibolitas de grano fino, de color gris verdoso oscuro ocupa el 80% y los Sedimentos Recientes está representado por arenas finas y cubren el 10%.

### **Recomendaciones**

1. Analizar petrográficamente secciones delgadas de las rocas de los afloramientos ubicados en la isla Panadero, 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.

## REFERENCIAS

Arias, Fidas, G. (2006) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. 6ta Edición. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela.

Best, M., 2003, Igneous and Metamorphic Petrology. Blackwell Science, 729 pp.

Fossen, H. (2010) **STRUCTURAL GEOLOGY**. Cambridge University Press. Nueva York, Estados Unidos.

González, J. (2010) **ROCAS METAMÓRFICAS, FOLIACIÓN**. 25 de Enero 2016. Obtenido de: <http://es.m.wikipedia.org/wiki/foliación>

Hurtado, J. (2000) **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN HOLÍSTICA**. Tercera edición. Caracas, Venezuela, pp 89 – 325

Ingegraf (2002) **APLICACIONES DE LA PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA EN INGENIERÍA GEOLÓGICA**. Universidad de Alicante. Santander, España

Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (2019) **CORTE GEOLÓGICO**. 28 de octubre de 2019, Obtenido de: (<https://www.icgc.cat/es/Ciudadano/Explora-Cataluna/Atlas/Atlas-geologico-de-Cataluna/Los-cortes-geologicos>).

Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Castrovirreyna (2020) **AFLORAMIENTO**. 28 de marzo de 2023, Obtenido de: (<https://es.scribd.com/document/462574714/5-0-Afloramiento>).

Iriondo, Martín H. (2007) **INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA**. 3era Edición. Editorial Bruja. Córdoba, Argentina.

Mendoza, V. (2012) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA**. Tomo I, 2da Edición, Gran Colombia Gold Corp., Bogotá.

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](https://www.aulados.net/Geologia_yacimientos/Zonas%20de%20Cizalla/Fallas_Primera_Parte.htm)

Ramsay, J (1987). **MODERN STRUCTURAL GEOLOGY. VOL. 2: FOLDS AND FRACTURES.** Academic Press, London, pp 311.

Schumberger Oilfield Glossary (2023). **FALLA SINISTRAL.** Obtenido de: <https://glossary.slb.com/es/terms/s/sinistral>

Schumberger Oilfield Glossary (2023). **MAPA GEOLÓGICO.** Obtenido de: [https://glossary.slb.com/es/terms/g/geologic\\_map](https://glossary.slb.com/es/terms/g/geologic_map) .

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

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

Van der Pluijm B. y Marshak S. (2004) **EARTH STRUCTURE AN INTRODUCTION TO STRUCTURAL GEOLOGY AND TECTONICS.** 2da Edición. WW Norton & Company. Estados Unidos.

Espinoza Elisabeth (2017) **MANUAL DE CIENCIAS DE LA TIERRA.** Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, Tegucigalpa, Honduras. Sitio web: [www.upnfm.edu](http://www.upnfm.edu) <http://postgrado.upnfm.edu.hn>

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

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.

Mattauer, Maurice (1973) **LAS DEFORMACIONES DE LA CORTEZA TERRESTRE.** Ediciones Omega, S.A. Métodos. [https://es.wikipedia.org/wiki/Dique\\_\(geolog%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Dique_(geolog%C3%ADa))

Pérez Teodoro (2023) **LECCIÓN 13: DIACLASAS.** Análisis Geológico Estructural Universidad Alicante. Disponible <https://dokumen.tips/documents/analisis-geologico-estructural-leccion-13-diaclasas.html> (fecha de consulta, 30-09-2023).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS (2023) **GEOLOGÍA**  
**ESTRUCTURAL** **TEMA 6** **DIACLASAS.** Argentina  
<http://www0.unsl.edu.ar/~estructural/login/Teoria/Tema06.pdf>

Universidad de Malaga (2013) **ROCA METAMÓRFICA ANFIBOLITA.**  
Disponible en: <https://www.umadivulga.uma.es/banco-de-imagenes/roca-metamorfica-anfibolita/>, Fecha de consulta 26-09-2023.

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

<b>Título</b>	<b>"CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DEL SECTOR OESTE DE LA ISLA PANADERO, CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA".</b>
<b>Subtítulo</b>	

### Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>Ramírez Paredes Neidy Celeste</b>	<b>CVLAC</b>	<b>27.767.078</b>
	<b>e-mail</b>	<b>neidyceleste@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

### Palabras o frases claves:

<b>Caracterización</b>
<b>Geología Estructural</b>
<b>Diagramas de Rosas</b>
<b>Diaclasas</b>
<b>Porfiroblasto</b>

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

## Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias de la Tierra	Geología

## Resumen (abstract):

El área de estudio está ubicada en la isla Panadero municipio Angostura, estado Bolívar. Este trabajo tiene como finalidad la caracterización geológica – estructural del sector oeste de la isla antes mencionada. Es una investigación de tipo descriptiva y con un diseño de campo. Para el logro de los objetivos se recolectó información en 5 estaciones, ubicadas en el Complejo de Imataca. Y se recolectaron 3 muestras de rocas; a las cuales se les realizó el análisis mineralógico macroscópico con una lupa 10X. Cada estación se ubicó con las coordenadas U.T.M y se midieron los rumbos de las diaclasas, zonas de cizalla, porfiroblasto y una falla. Se utilizó como cartografía la hoja N° 7539 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 demás estructuras y los azimut que presentan en el área de estudio; procesando información de 10 datos de diaclasas, 2 datos de zonas de cizalla, 2 datos de porfiroblastos, 1 dato de zona de brechas tectónicas y 1 dato de falla sinistral. El mapa geológico se elaboró con datos de campo, se 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 que se caracteriza litológicamente por Gneis anfibólico de grano fino a medio, de color gris y rosado, y Anfibolitas de grano fino, de color gris verdoso oscuro; y los Sedimentos del Reciente, que se caracterizan por arenas medias a finas, marrón claro, micáceas con estratificación cruzada. La composición mineralógica de los gneis anfibólico es plagioclasa (~25-40%), cuarzo (~30-25%), granudo, horblenda (~20- 25%). Y las anfibolitas presentan horblenda (~55- 60%), plagioclasa (~20- 25%) y cuarzo (~15- 20%). De acuerdo al análisis de los datos, en la zona se encuentran en mayoría familias de diaclasas verticales con azimut 90°, 100°, 318° y 80°, también se hallan diaclasas conjugadas con ángulos entre ellas de 40° a 50°, ortogonales con azimut 0° y 90°. Asimismo existen zonas de cizalla con azimut de 90° y 250° y porfiroblastos con azimut 72° y 220°. Con datos de 7 estaciones se interpretaron las estructuras geológicas y se determinó la dirección de los esfuerzos  $\sigma_1$ , son NW-SE para la estación E1D, y para todas las demás estaciones del área de estudio la dirección de los esfuerzos  $\sigma_1$  presenta dirección preferencial NE-SW. En el mapa geológico los gneis anfibólico, de grano fino a medio, de color gris y rosado, ocupa el 10%, anfibolitas de grano fino, de color gris verdoso oscuro ocupa el 80% y los Sedimentos Recientes está representado por arenas finas y cubren el 10%.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

### Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
<b>Rivadulla Rosario</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>3.825.175</b>
	<b>e-mail</b>	<b>rosario.rivadulla@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
<b>Acosta Enrique</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>5.082.874</b>
	<b>e-mail</b>	<b>Enriqueluisacosta6@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
<b>Boscarello Carlos</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	<b>11.168.976</b>
	<b>e-mail</b>	<b>boscarellogc@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

### Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
<b>2023</b>	<b>11</b>	<b>01</b>

Lenguaje Spa

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

### Archivo(s):

Nombre de archivo
<b>TRABAJO DE GRADO NEIDY RAMIREZ.docx</b>
<b>TRABAJO DE GRADO NEIDY RAMIREZ.pdf</b>

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:** \_\_\_\_\_ (Opcional)

**Temporal:** \_\_\_\_\_ (Opcional)

### Título o Grado asociado con el trabajo:

GEOLÓGO

### Nivel Asociado con el Trabajo:

Pre-Grado

### Área de Estudio:

Departamento de Geología

### Otra(s) 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° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

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

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

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

hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

*Juan A. Bolaños Curvelo*  
Secretario



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

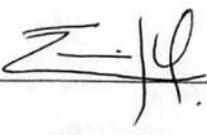
JABC/YGC/maruja

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

Artículo 41 del **REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II semestre 2009, según comunicación CU-034-2009)**: "Los trabajos de grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

  
AUTOR  
Br. Neidy Ramírez

  
TUTOR  
Prof.: Rosario Rivadulla

  
JURADO  
Prof.: Enrique Acosta

  
JURADO  
Prof.: Carlos Boscarello