

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



**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y ESTRUCTURAL
DEL RÍO CANDELARIA EN UN TRAMO DE SU CUENCA
MEDIA, SECTOR PRADO DEL ESTE, PARROQUIA PANAPANA
MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO ESTADO BOLÍVAR,
VENEZUELA**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES MENDEZ P.
IRAFERD P. Y MORILLO S.
LUIS F. PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO
GEÓLOGO.**

CIUDAD BOLÍVAR, NOVIEMBRE DEL 2022



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

ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado titulado: “**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DEL RÍO CANDELARIA EN UN TRAMO DE SU CUENCA MEDIA, SECTOR PRADO DEL ESTE, PARROQUIA PANAPANA MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA**”. Presentado por los bachilleres: **MENDEZ P. IRAFERD P.**, portadora de la cédula de identidad No. **V-26.397.039**, y **MORILLO S. LUIS F.**, portadora de la cédula de identidad No. **V-25.849.393**, como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO GEÓLOGO**, ha sido **APROBADO**, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Apellidos y nombres:

Firma:

Prof. Rivadulla, Rosario

(Asesor)

Prof. Boscarello Carlos

(Jurado)

Prof. Acosta Enrique

(Jurado)

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

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

En Ciudad Bolívar, a los 25 días del mes de noviembre del año 2022

DEDICATORIA

Primeramente, este logro se lo dedico a mi familia, en especial a mis pilares de vida; Mi mami y mi papi por su apoyo incondicional día y noche para que yo pudiera llegar a este momento, que sin duda es totalmente suyos, a mi hermana que amo, mis tías que son mis mejores ejemplos y en especial a mis abuelitas que sé que desde el cielo están muy orgullosas de mí.

De igual forma quiero dedicarle este logro a Luis Morillo quien fue mi eslabón durante todo este proceso y que siempre conté con todo su apoyo incondicional.

MENDEZ P. IRAFERD P.

El presente trabajo investigativo se lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados ser un ingeniero.

A mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

A mi compañera Iraferd Mendez que me acompañó en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

MORILLO S. LUIS F.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a dios todo poderoso por darme toda la fuerza, valentía y perseverancia para poder culminar esta meta tan importante en mi vida, por culminar un proyecto que refleja mucho tiempo, dedicación y amor.

Gracias al ingeniero Jose Urbina por todo su apoyo y conocimiento, a la profesora Rosario Rivadulla por formar parte de este proceso por todo su conocimiento y tiempo, y a todas las personas que colaboraron con un granito de arena para poder culminar este trabajo con éxito y de igual forma a la casa más alta (UDO) por brindarnos todos los conocimientos adquiridos, a INGEOMIN Región Guayana por brindarnos su apoyo y parte del conocimiento adquirido en laboratorio.

MENDEZ P. IRAFERD P.

MORILLO S. LUIS F.

RESUMEN

El área de estudio se localiza en la parroquia Panapana del municipio Angostura del Orinoco del estado Bolívar, al Sureste de Ciudad Bolívar. La investigación consistió en una caracterización sedimentológica y estructural del río Candelaria en un tramo de su cuenca media del sector Prado del Este, es de nivel descriptivo, con un diseño de investigación de campo y documental para la cual se ha concebido una metodología que incluirá los aspectos siguientes: identificación de las unidades geológicas y estructuras presentes en el área de estudio, seguido de una descripción de los sedimentos en el tramo del río Candelaria, a través del levantamiento de columnas sedimentológicas, clasificación textural de los sedimentos según la escala de Udden-Wentworth, la determinación del grado de transporte de las partículas mediante la realización de análisis morfoscópico, continuando con la determinación de los mecanismos de transporte utilizando el método de Visher, clasificación petrográfica de las rocas pertenecientes en los afloramientos visados, elaboración de un diagrama de rosa basado en las mediciones tomadas en los afloramientos mediante el software Rozeta 2.0 y la elaboración de un mapa geológico estructural basado en el levantamiento geológico mediante AutoCAD 2012. Para el logro de los objetivos se realizó el levantamiento de 2 columnas sedimentológicas, de la apertura de 2 calicatas donde se recolectaron 8 muestras de sedimento provenientes de calicatas y del fondo del río, además de 4 muestra de rocas, todas estas muestras fueron procesadas en los laboratorios de INGEOMIN, región Guayana los cuales fueron: el análisis granulométrico por tamizado, morfoscópico y petrográfico. Entre los resultados más relevantes obtenidos tenemos en primer lugar; en la zona se identificaron tres unidades geológicas bien definidas que son: Complejo de Imataca, la Formación Mesa, y Sedimentos Recientes; con respecto a las estructuras geológicas asociadas a los afloramientos rocosos se encuentran familias de diaclasas, Sills de cuarzo y foliaciones. Los análisis mediante columnas sedimentológicas mostraron la existencia de cuerpos sedimentarios diferentes, estos debido a los cambios de energía, con variación de flujo entre laminar y turbulento, según la clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Udden- Wentworth, en la Formación Mesa predominan las arenas de fina a media y de media a gruesa y en el lecho del cauce del río Candelaria arena media a gruesa y de gruesa a muy gruesa. La descripción morfoscópica muestra que los sedimentos de manera general presentan moderado transporte y en menor proporción poco transporte. De acuerdo al método de Visher, en el tramo estudiado para todas las muestras predomina el mecanismo de transporte de saltación en un rango de (0.21mm – 1.80mm) por suspensión (0.075mm – 0.85mm) y en proporción mínima la de tracción en un rango (0.85mm – 1.80mm). Del análisis petrográfico realizado a las muestras se clasificaron como Gneis Monzogranítico, Gneis Tonalítico, y Granito (Sienogranito). Las direcciones de los lineamientos preferenciales de las diaclasas tienen un rumbo entre el rango N 15°-50° E y N 34°-80° W, por último el mapa geológico – estructural muestra los límites de las tres unidades geológicas presentes en el área..

TABLA DE CONTENIDO

	Paginas
ACTA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
TABLA DE CONTENIDO	vii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTA DE APÉNDICES	xiv
LISTA DE ANEXO	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación de la investigación.....	5
1.4 Alcance de la investigación	5
1.5 Limitaciones de la investigación	6
CAPÍTULO II	7
GENERALIDADES	7
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio	7
2.2 Acceso al área de estudio	8
2.3 Características físico–naturales	9
2.3.1 Clima.....	9
2.3.2 Geología Regional	15
2.3.3 Geología local	16
2.3.4 Pedología.....	25
2.3.5 Geomorfología	27
2.3.6 Caracterización hidrológica	30
2.4 Características del medio biológico	31
2.4.1 Flora	31
2.4.2 Fauna.....	33

CAPÍTULO III	34
MARCO TEÓRICO	34
3.1 Antecedentes de la investigación.....	34
3.1 Bases teóricas	35
3.2.1 Granulometría (Método Vía Seca).....	35
3.2.2 Rosetas de diaclasas.....	36
3.2.3 Mecanismos de transporte (Visher)	37
3.2.4 Escala de Wentworth-Udden	39
3.2.5 Transporte de sedimentos	40
3.2.6 Morfoscopía de los sedimentos.....	41
3.2.7 Mapa geológico.....	43
3.3 Definición de términos básico	43
3.3.1 Caudal	43
3.3.2 Diaclasa.....	44
3.3.3 Diques	44
3.3.4 Erosión	44
3.3.5 Foliación	44
3.2.6 Meteorización	45
3.3.7 Roca	45
3.3.8 Suelo	46
3.3.9 Sedimentos.....	46
3.3.3 Sills	46
CAPÍTULO IV	47
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	47
4.1 Tipo de investigación	47
4.2 Diseño de la investigación.....	47
4.2.1 Diseño de la investigación de campo.....	47
4.2.2 Diseño de investigación documental	48
4.3 Población y muestra de la investigación	a49
4.3.1 Población de la investigación	49
4.3.2 Muestra de la investigación	49
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49
4.4.1. Revisión bibliográfica.....	50
4.4.2. Observación directa	50
4.4.3. Instrumentos para la recolección de datos	51
4.5 Flujograma de la investigación.....	51
4.6 Procedimiento para el logro de los objetivos	52
4.6.1 Etapa I documental y cartográfica	52
4.6.2 Etapa II trabajo de campo	54
4.6.3 Etapa III trabajo de laboratorio.....	58
4.6.4 Etapa III trabajo de oficina	61

CAPÍTULO V	65
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	65
5.1 Unidades geológicas y estructuras presentes en el área de estudio	65
5.1.1 Unidades geológicas	66
5.1.2 Estructuras geológicas	66
5.2 Levantamiento de columnas sedimentológicas	67
5.2.1 Calicata 1 (P6-CA1).....	67
5.2.2 Calicata 2 (P6-CA2).....	68
5.3 Clasificación de sedimentos según la escala de Udden- Wentworth	69
5.4 Inferencia de grado de transporte de las partículas	69
5.5 Mecanismos de transporte de sedimentos	76
5.6 Clasificación petrográfica.....	77
5.6.1 Análisis petrográfico de la Muestra M1 (P8-AF1M1).....	77
5.6.2 Análisis petrográfico de la Muestra M2 (P8-AF1M2).....	78
5.6.3 Análisis petrográfico de la Muestra M3 (P9-AF1M3).....	80
5.6.4 Análisis petrográfico de la Muestra M4 (P10-AF1M4).....	82
5.7 Diagrama de rosas	84
5.7.1 Estación P8-AF1	84
5.7.2 Estación P9-AF2	85
5.7.3 Estación P10-AF3	86
5.8 Mapa geológico estructural	88
5.8.1 Provincia Geológica de Imataca	89
5.8.2 Formación Mesa	89
5.8.3 Sedimentos Recientes	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
Conclusiones	91
Recomendaciones	94
REFERENCIAS	95
APÉNDICES	99
APÉNDICE A	100
APÉNDICE B.....	109
APÉNDICE C.....	113
APÉNDICE D	118
ANEXO	127

LISTA DE FIGURAS

	Paginas
2.1 Ubicación del área de estudio.....	7
2.2 Vía de acceso a la zona de estudio en imagen satelital Landsat (Google Earth, 2022).....	8
2.3 Distribución temporal de la lluvia media mensual (mm), período climatológico 1997-2007.....	10
2.4 Distribución temporal de la Evaporación, período climatológico 1997-2007.....	11
2.5 Distribución temporal de la temperatura mensual, período climatológico 1997-2007.....	12
2.6 Distribución temporal de la humedad relativa; período climatológico 1997- 2007.	13
2.7 Distribución temporal de la velocidad media del viento, período climatológico 1997-2007.	14
2.8. Provincias geológicas del Escudo de Guayana (Mendoza V. 2005).....	15
2.9 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana destacando la Provincia Geológica de Imataca (Sidder & Mendoza, 1995, en, Mendoza S., 2000).....	16
2.10 Extensión de Provincia Geológica de Imataca (Mendoza, V. 2005).....	17
2.11 Edades reconocidas dentro del Complejo de Imataca (Teixeira, Tassinari, & Mondin, 2002).....	19
2.12 Fajas del Complejo de Imataca al sur del río Orinoco (Ascanio, G. 1975).	20
2.13 Mapa geológico del Complejo de Imataca al Oeste del río Caroní (Dougan, 1972, en, González de Juana et al.,1980).....	21
2.14 Extensión geográfica de la Formación Mesa (PDVSA Intevep S.A., 1997).....	22
2.15 Columna estratigráfica de la Formación Mesa representativa entre Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana (Yáñez G., 1986).....	24
2.16 Suelo observado del área de estudio.....	26
2.17 Vista del tramo de estudio del río Candelaria.....	31
2.18 Formaciones arbustivas encontradas en el área de estudio.....	32
2.19 Formaciones arbóreas encontradas en el área de estudio.....	33
3.1 Roseta de diaclasa instrucciones básicas y ejemplo (Griem, D. 2015).....	37
3.2 Escala de Udden-Wentworth y su representación (Wentworth, C.K. 1922).....	39
3.3 Comparación visual para estimar la redondez de las partículas sedimentarias según Power (1953) en barredo S. (2019).....	42
4.1 Flujograma de la investigación.....	52

4.2	Mapa geológico de la hoja de Marhuanta N° 7540 a escala 1:100.000 (Murillo N. 2005).....	54
4.3	Vista satelital de la distribución de los puntos levantados.....	56
4.4	Toma de muestra en el cauce del río Candelaria en el punto (P3-Cauce E: 457702.20; N: 890579.13)	57
4.5	Muestras de rocas de los afloramientos observados.....	57
4.6	Etapas del análisis granulométrico. A cuarteado de muestra. B toma de muestra representativa del material cuarteado.....	59
4.7	Etapas del análisis granulométrico. A tamizado de la muestra. B inyección de agua a la muestra. C muestras secándose en el horno. D material retenido en cada tamiz.....	59
4.8	Conteo de las partículas en el microscopio.....	60
4.9	Etapas del análisis petrográfico realizado a la muestras.....	61
5.1	Columna sedimentología P6-CA1.....	68
5.2	Columna sedimentología P7-CA2.....	68
5.3	Distribución de la morfoscopia de los sedimentos del cauce tamiz N° 35	70
5.4	Distribución de la morfoscopia de los sedimentos de las calicatas tamiz N° 35.....	71
5.5	Distribución de la morfoscopia de los sedimentos del cauce tamiz N° 70	71
5.6	Distribución de la morfoscopia de los sedimentos de las calicatas tamiz N° 70.....	72
5.7	Distribución de la morfoscopia de los sedimentos del cauce tamiz N° 100.....	73
5.8	Distribución de la morfoscopia de los sedimentos de las calicatas tamiz N° 100.....	73
5.9	Promedio general de la morfoscopia tamiz N° 35.....	74
5.10	Promedio general de la morfoscopia tamiz N° 70.....	75
5.11	Promedio general de la morfoscopia tamiz N° 100.....	75
5.12	Muestra M1 (NX) 10X/4X: (A) Se observan cristales xenoblásticos y fracturados de cuarzo (Q) junto con plagioclasa (Pl), bordeados por paquetes orientados de mica biotita (Bi). (B) Se observó paquetes laminares de mica biotita (Bi), se observan bordeando a los cristales y están deformadas, orientadas y algunas flexuradas.....	77
5.13	Muestra M2 (NX) 10X/4X: (A) Se observan cristales xenoblásticos de cuarzo (Q) tamaño grueso, están alargados, aplanados, orientados y fracturados junto con plagioclasa (Pl), de tamaño fino, bordeados por paquetes orientados de mica biotita (Bi). (B) Se observó paquetes laminares de mica biotita (Bi), se observan deformadas, que bordean a los cristales.....	79

5.14	Muestra M3 (NX) 10X/4X: (A) Se observan cristales de del feldespato potásico (Fk), en contacto con entrecrecimiento mirmequítico (Pl) y cuarzo (Q). (B) Se observó alteración del feldespato potásico (Fk) sericita.....	81
5.15	Muestra M4 (NX) 10X/4X: (A) Se observa feldespato potásico (Fk), cuarzo (Q), policristalino y monocristalino, plagioclasa con inclusión de feldespato y mica biotita (Bi). (B) se observó cristal de plagioclasa (Pl), con maclas flexuradas en contacto feldespato y mica biotita (Bi) de tamaño fino.....	82
5.16	Diagrama de rosas de la estación P8-AF1.....	85
5.17	Diagrama de rosas de la estación P9-AF2.....	86
5.18	Diagrama de rosas de la estación P10-AF3.....	87
5.19	Diagramas de rosas.....	88

LISTA DE TABLAS

	Paginas
2.1 Resumen estadístico de la precipitación mensual (mm), estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007.....	10
2.2 Resumen estadístico de la evaporación, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007.....	11
2.3 Resumen estadístico de la temperatura, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007.....	12
2.4 Resumen estadístico de la humedad relativa, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007.....	13
2.5 Resumen estadístico de la velocidad media del viento, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007.....	14
4.1 Minuta de los puntos levantados en campo.....	55
5.1 Estaciones geológicas levantadas durante las actividades de campo.....	65
5.2 Coordenadas de ubicación de las muestras de suelos.....	67
5.3 Clasificación textural de los sedimentos mediante la escala de Udden-Wentworth.....	69
5.4 Fracción que se moviliza de acuerdo al mecanismo de transporte según Visher.....	76
5.5 Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M1...	78
5.6 Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M2...	79
5.7 Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M3...	81
5.8 Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M2...	83
5.9 Medición de rumbos y distribución de porcentaje según la dirección de las diaclasas de la estación P8-AF1.....	84
5.10 Medición de rumbos y distribución de porcentaje según la dirección de las diaclasas de la estación P8-AF1.....	86
5.11 Medición de rumbos y distribución de porcentaje según la dirección de las diaclasas de la estación P8-AF1.....	87

LISTA DE APÉNDICES

		Paginas
A	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO VÍA HÚMEDO	80
	A.1 Análisis granulométrico vía húmedo M1.....	81
	A.2 Análisis granulométrico vía húmedo M2.....	82
	A.3 Análisis granulométrico vía húmedo M3.....	83
	A.4 Análisis granulométrico vía húmedo M4.....	84
	A.5 Análisis granulométrico vía húmedo M5.....	85
	A.6 Análisis granulométrico vía húmedo M6 (CA1-E1).....	86
	A.7 Análisis granulométrico vía húmedo M7 (CA1-E2).....	87
	A.8 Análisis granulométrico vía húmedo M8 (CA2).....	88
B	ANÁLISIS MORFOSCÓPICO	89
	B.1 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Candelaria y su alrededor, tamiz N° 35.....	90
	B.2 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Candelaria y su alrededor, tamiz N° 70.....	91
	B.3 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Candelaria y su alrededor, tamiz N° 100.....	92
C	CURVAS GRANULOMÉTRICAS DE VISHER	93
	C.1 Curva granulométrica de Visher muestra M1 (P1-Cauce).....	94
	C.2 Curva granulométrica de Visher muestra M2 (P2-Cauce).....	94
	C.3 Curva granulométrica de Visher muestra M3 (P3-Cauce).....	95
	C.4 Curva granulométrica de Visher muestra M4 (P4-Cauce).....	95
	C.5 Curva granulométrica de Visher muestra M5 (P5-Cauce).....	96
	C.6 Curva granulométrica de Visher muestra M6 (P6-CA1-E1).....	96
	C.7 Curva granulométrica de Visher muestra M7 (P7-CA1-E2).....	97
	C.8 Curva granulométrica de Visher muestra M8 (P8-CA2).....	97
D	ANÁLISIS PETROGRÁFICO	98
	D.1 Análisis petrográfico M1 (P8-AF1).....	99
	D.2 Análisis petrográfico M2 (P8-AF1).....	101
	D.3 Análisis petrográfico M3 (P9-AF2).....	103
	D.4 Análisis petrográfico M4 (P10-AF3).....	105

LISTA DE ANEXO

- 1) Mapa geológico estructural del área de estudio

INTRODUCCIÓN

El Escudo de Guayana está compuesto por cuatro provincias geológicas, de la más joven a la más antigua el orden sería: Roraima, Cuchivero, Pastora y la más antigua Imataca. De acuerdo con Mendoza, V. (2012). Este Escudo de Guayana es una Provincia fisiográfica que constituye el 45% de la superficie territorial total de Venezuela, la región está constituida por las rocas más antiguas en la geocronología del territorio venezolano. Geológicamente la zona de estudio se encuentra ubicada en la Provincia Geológica de Imataca, perteneciente a una de las cuatro provincias geológicas que conforman el Escudo de Guayana, debido a su gran extensión existen muchas zonas de interés geológico que no han sido exploradas o de las cuales hay escasa información, donde se encuentran varios afloramientos rocosos, de los cuales no existe información a detalle de las características litológicas y estructurales, lo que motivó a realizar el estudio.

Por otra parte, los sedimentos tienen funciones esenciales en los ríos como es en el desarrollo del cauce en sus cambios de forma en cuanto se a su ancho, profundidad, formación de islas o bancos de arena. Los procesos que gobiernan el movimiento de los sedimentos en los ríos son complejos y dependen de factores: hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geográficos y biológicos.

En vista de ello, en la presente investigación trata sobre caracterizar sedimentológica y estructuralmente el río Candelaria en un tramo de su cuenca media. Esta investigación se realiza con el propósito de identificar las unidades geológicas, estructuras, describir y clasificar los sedimentos además determinar el grado y mecanismo de transporte, teniendo en cuenta la clasificación petrográfica y elaboración de diagrama de rosas.

El presente trabajo de grado está estructurado por cinco (5) capítulos y consta de la siguiente manera:

En el Capítulo I se presenta la situación a investigar, la cual: consta del planteamiento del problema, los objetivos de la investigación, la justificación y el alcance de la investigación.

El Capítulo II contiene las Generalidades: ubicación geográfica, características geográficas y acceso al área de estudio.

Luego en el Capítulo III, denominado Marco teórico: se presentan las bases teóricas y definiciones de esta investigación.

El Capítulo IV titulado Metodología del trabajo: Incluye en su contenido el tipo y diseño de la investigación, la delimitación de la población y la muestra extraídas del área de estudio, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el flujograma que representa los pasos necesarios que han de realizarse para el cabal desarrollo de la investigación y el procedimiento para el logro de los objetivos específicos planteados.

Posteriormente, en el Capítulo V se muestra el Análisis e interpretación de los resultados obtenidos al finalizar el estudio.

Por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos relacionados con los objetivos que se plantearon para justificar y estimar la importancia del estudio.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

En el país es muy escasa la información de ríos y quebradas respecto al transporte de sedimentos, y ellos se encuentran en permanente evolución debido a procesos como la erosión y sedimentación en las diferentes zonas de las cuencas hidrológicas. La cuenca Candelaria genera erosión, transporte y sedimentación. Es en este marco donde le damos atención a la hidráulica fluvial que es la interacción de los sedimentos en el fluido en movimiento.

Cabe considerar por otra parte que el área de estudio se ubica en el Escudo de Guayana que integra una de las formaciones geológicas más antiguas del mundo. Las rocas que constituyen este escudo de la composición original del macizo, está representada fundamentalmente por rocas ígneas producidas por la solidificación magmática en los fondos de los mares primitivos, que posteriormente emergieron como grandes bloques continentales; luego el metamorfismo influyó en la transformación de partes de estas rocas, así como de otras formaciones que fueron apareciendo (González de Juana y otros, 1980).

Dentro de este orden de ideas el escudo de Guayana es una provincia fisiográfica que constituye el 45% de la superficie territorial total de Venezuela, la región está constituida por las rocas más antiguas en la geocronología del territorio venezolano. Debido a su gran extensión, existen muchas zonas de interés geológico que no han sido exploradas o de las cuales hay escasa información.

La finalidad de esta investigación, es verificar y proporcionar información sedimentológica del río Candelaria en su parte media, donde se pretende realizar una descripción de los sedimentos además de los elementos geológicos y estructurales, que permitan identificar con mayor detalle los rasgos y elementos presentes en esta zona a partir de la identificación de las unidades geológicas del área con apoyo bibliográfico de la zona y el análisis de los sedimentos, que permitan la clasificación textural y morfoscópica de los sedimentos del cauce, mediante los criterios de la escala Udden-Wentworth, también de determinar los límites de velocidades necesarios para que se produzca el transporte de los sedimentos de acuerdo al método de Visher. Con el propósito de enriquecer cualquier estudio previo, efectuado en el área de interés con fines científicos y geológicos.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar sedimentológica y estructuralmente el río Candelaria en un tramo de su cuenca media, sector prado del este, parroquia Panapana municipio Angostura del Orinoco estado Bolívar, Venezuela.

1.2.2 Objetivos específicos

- 1) Identificar las unidades geológicas y estructuras presentes en el área de estudio mediante un levantamiento geológico de superficie.
- 2) Describir los sedimentos en el tramo de estudio del río Candelaria, a través del levantamiento de columnas sedimentológicas.
- 3) Clasificar texturalmente los sedimentos según la escala de Udden-Wentworth, con base a los resultados de los análisis granulométricos por tamizado.

- 4) Determinar el grado de transporte de las partículas mediante la realización de análisis morfoscópicos.
- 5) Determinar los mecanismos de transporte, utilizando el método de Visher.
- 6) Clasificar petrográficamente las rocas pertenecientes a los afloramientos del área de estudio, realizando inspección de campo.
- 7) Realizar un diagrama de rosa basado en las mediciones tomadas en los afloramientos del área de estudio.
- 8) Realizar un mapa geológico estructural basado en el levantamiento geológico.

1.3 Justificación de la investigación

No existen trabajos previos de la caracterización sedimentológica del río Candelaria en su parte media, que estén publicados actualmente, razón por la cual este trabajo de investigación puede considerarse como el primero en muchos aspectos. Ya que brindará información de los aspectos geológicos, estructurales, mineralógicos, hidrológicos, geomorfológicos entre otros, que permitirán encontrar un valor para el progreso de la sociedad; por lo tanto, este trabajo de grado será para aportar datos sobre lo antes mencionado.

1.4 Alcance de la investigación

Este trabajo consistirá en caracterizar los sedimentos presentes en el cauce del río Candelaria en su parte media, con el fin de identificar las unidades geológicas y estructurales mediante un levantamiento geológico de superficie, describir los sedimentos a través de levantamiento de columnas sedimentológicas. Seguido de una clasificación de los sedimentos según la escala de Wentworth, la determinación del grado de transporte mediante un análisis morfoscópicos, determinación de los mecanismos de transporte por el método de Visher, clasificación petrográfica y elaboración de diagrama de rosas.

1.5 Limitaciones de la investigación

Para el desarrollo de esta investigación, se tiene como limitante:

- 1) Escasa información y material bibliográfico actualizado sobre la zona.
- 2) Poca seguridad que dificulta la pernocta hacia los puntos de interés.
- 3) Crecidas del río que generan gran riesgo para la toma de muestras.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La ubicación geográfica del tramo medio del río está comprendida entre las coordenadas del Sistema Universal Mercator (UTM): E 457720; N 890567 y E 457683; N 890589 (huso: 20, elipsoide de referencia: WGS84. Datum horizontal: Regven, Datum vertical: Nivel medio del mar) (figura 2.1).

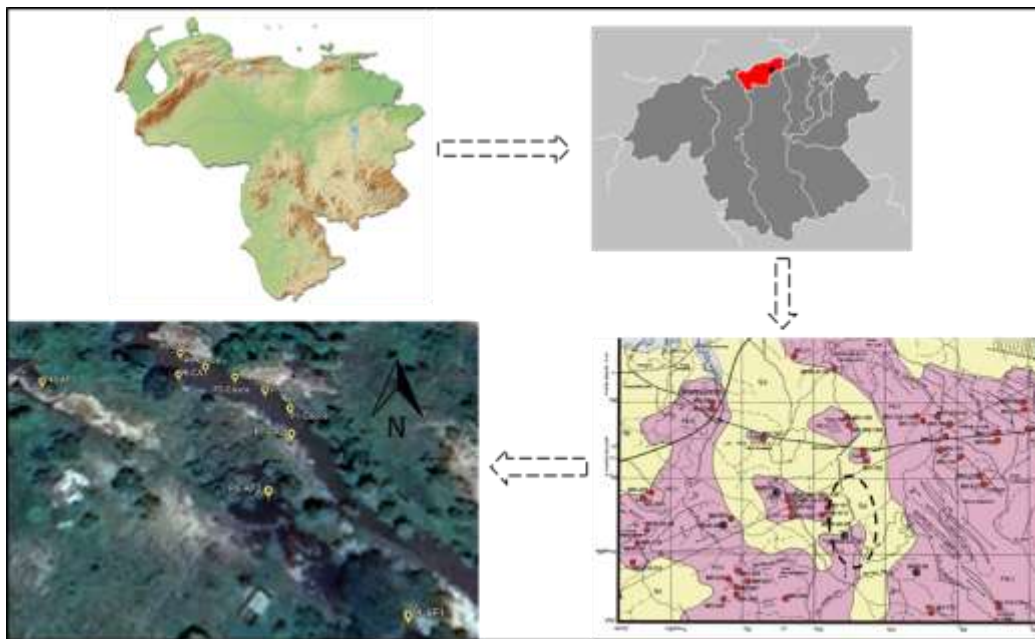


Figura 2.1 Ubicación del área de estudio

2.2 Acceso al área de estudio

El acceso a la zona de estudio se realiza primeramente a través de la carretera Nacional asfaltada Troncal 19, vía la encrucijada, hasta el sector Panapana aproximadamente se recorre 7 km desde el distribuidor de Marhuanta hasta el desvío que nos lleva al área de estudio. El recorrido desde el desvío hasta el río Candelaria es de 4,5 km aproximadamente por un camino de tierra (figura 2.2).



Figura 2.2 Vía de acceso a la zona de estudio en imagen satelital Landsat (Google Earth, 2022).

2.3 Características físico–naturales

2.3.1 Clima

Para la caracterización climática del sector Panapana, se realizó a partir del análisis de los datos correspondientes a las variables meteorológicas registradas en la estación del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana, (FAV) de Ciudad Bolívar, serial 3882. Ubicada en el aeropuerto de esa Ciudad, por ser esta la estación más cercana a la zona en estudio, dicha estación es de tipo C1 (registra precipitación, evaporación, temperatura, radiación, humedad relativa y velocidad media del viento).

El clima de la región es subtropical húmedo con dos estaciones: una lluviosa y otra seca; la primera se inicia a mediados del mes de Mayo hasta octubre y la segunda entre Noviembre y Marzo. La lluviosa desarrolla precipitaciones variables que se acentúan en los meses de Junio, Julio y agosto definiéndose en ese periodo los máximos de precipitación y niveles de los ríos y quebradas (Polo, G. 2008).

Según la clasificación climática propuesta por Thornthwaite (1948), citado por la Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera (CVG Tecmin, 1991); el área de estudio presenta un clima seco, semiárido con poco o ningún exceso de agua, mega térmico o cálido, caracterizado por un periodo de lluvia y otro de sequía, bien definido; y menos de 48% de concentración de la eficiencia térmica en verano.

A continuación, se describe el comportamiento de cada una de las variables climatológicas: precipitación, evaporación, temperatura, radiación, humedad relativa y velocidad media del viento.

2.3.1.1 Precipitación

Los valores máximos y mínimos que presenta la precipitación es de un valor máximo de lluvia de 357 (mm) en el mes de junio y un valor mínimo de 0 (mm) para los meses comprendidos de enero a marzo, así lo refleja la tabla 2.1. La distribución temporal de la lluvia mensual correspondiente al período climatológico: 1997-2007 (10 años) y se caracteriza por ser de tipo unimodal o distribución simétrica, tal como se observa en la figura 2.3.

Tabla 2.1 Resumen estadístico de la precipitación mensual (mm), estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007.

Meses	Mínima (mm)	Media (mm)	Máxima (mm)
Enero	0	40	194
Febrero	0	17	91
Marzo	0	23	111
Abril	7	34	126
Mayo	36	112	226
Junio	97	188	357
Julio	80	195	349
Agosto	70	151	300
Septiembre	20	96	210
Octubre	7	88	165
Noviembre	8	62	142
Diciembre	9	43	94

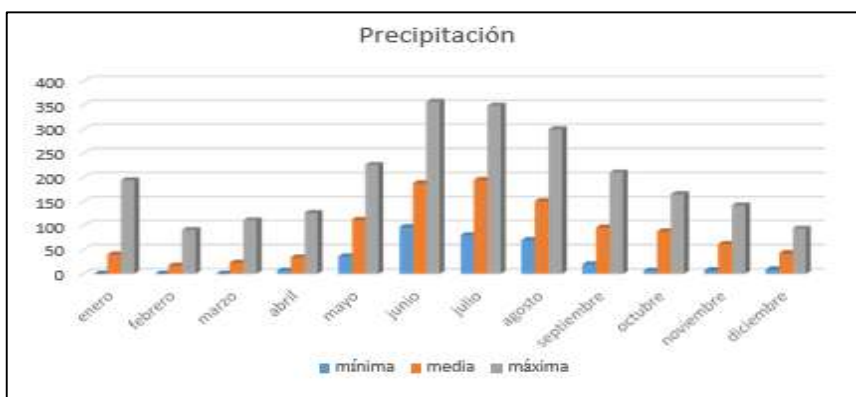


Figura 2.3 Distribución temporal de la lluvia media mensual (mm), período climatológico 1997-2007

2.3.1.2 Evaporación

Los datos estadísticos presentan valores máximos y mínimos para la evaporación, en el mes de mayor evaporación es el mes de agosto con una evaporación de 976 mm, y los meses que presentaron menor evaporación fueron enero con un valor de 64 mm, julio y septiembre con un valor de 70 mm, tal como se muestran en la tabla 2.2. La distribución temporal de la evaporación correspondiente al período climatológico: 1997-2007 (10 años) y se caracteriza por ser de tipo unimodal (figura 2.4).

Tabla 2.2 Resumen estadístico de la evaporación, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007

Meses	Mínima (mm)	Media (mm)	Máxima (mm)
Enero	64	164,5	309
Febrero	76	181,2	379
Marzo	86	216,2	309
Abril	130	201,6	283
Mayo	124	157,5	226
Junio	76	100,6	135
Julio	70	199,7	964
Agosto	68	225,87	976
Septiembre	70	119,3	187
Octubre	68	135	208
Noviembre	88	118,5	168
Diciembre	91	138,6	228

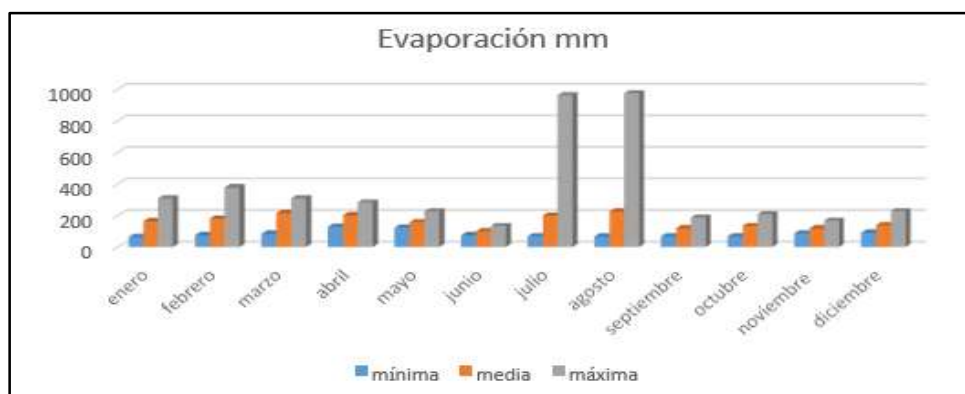


Figura 2.4 Distribución temporal de la Evaporación, período climatológico 1997- 2007.

2.3.1.3 Temperatura

Los valores máximos y mínimos que presenta la temperatura son de un valor máximo correspondiente al mes de abril con un promedio de 30°C y un valor mínimo correspondiente al mes de febrero con un promedio de 25,5°C (Tabla 2.3). La distribución temporal de la temperatura mensual correspondiente al período climatológico: 1997-2007 (10 años), que presenta un régimen de tipo unimodal, esto quiere decir que presenta un valor máximo (figura 2.5).

Tabla 2.3 Resumen estadístico de la temperatura, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007

Meses	Mínima (°C)	Media (°C)	Máxima (°C)
Enero	25,9	26,9	27,9
Febrero	25,5	27,2	29,2
Marzo	26,9	28,1	29,2
Abril	27,5	29	30
Mayo	27,6	28,4	29,5
Junio	26	27,2	28,2
Julio	26,5	27,1	27,5
Agosto	26,6	27,5	27,9
Septiembre	27	28	28,9
Octubre	27,3	28,4	28,9
Noviembre	27,1	27,9	28,4
Diciembre	25,9	27	27,7

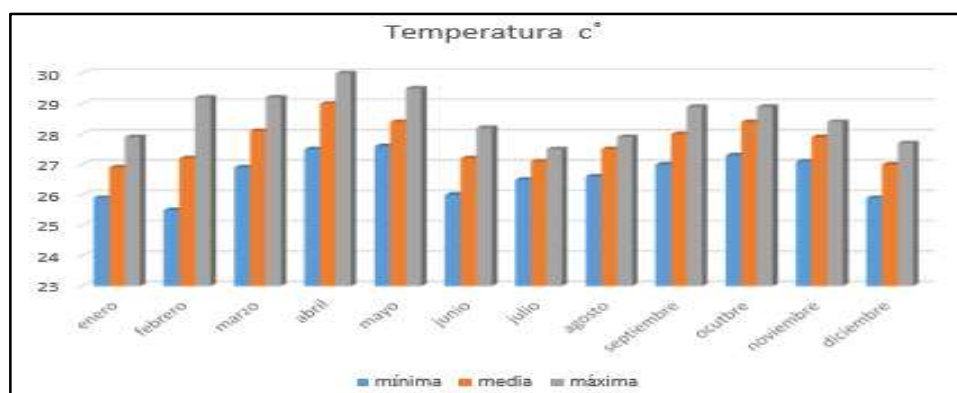


Figura 2.5 Distribución temporal de la temperatura mensual, período climatológico 1997-2007.

2.3.1.4 Humedad relativa media anual

La tabla 2.4 muestra los valores máximos y mínimos que presenta la humedad media relativa queriendo decir con esto que presenta un valor máximo correspondiente al mes de diciembre de 89% y el mes de menor humedad relativa corresponde al mes de marzo con un valor de 67%. La distribución temporal de la humedad relativa correspondiente al período climatológico: 1997-2007 (10 años) presenta una distribución de tipo unimodal como se observa en la figura 2.6.

Tabla 2.4 Resumen estadístico de la humedad relativa, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, período climatológico 1997-2007

Meses	Mínima (%)	Media (%)	Máxima (%)
Enero	71	78	83
Febrero	68	76	82
Marzo	67	72	78
Abril	68	73	78
Mayo	72	78	85
Junio	78	84	87
Julio	80	85	87
Agosto	79	82	84
Septiembre	76	80	86
Octubre	76	79	84
Noviembre	77	82	85
Diciembre	75	82	89

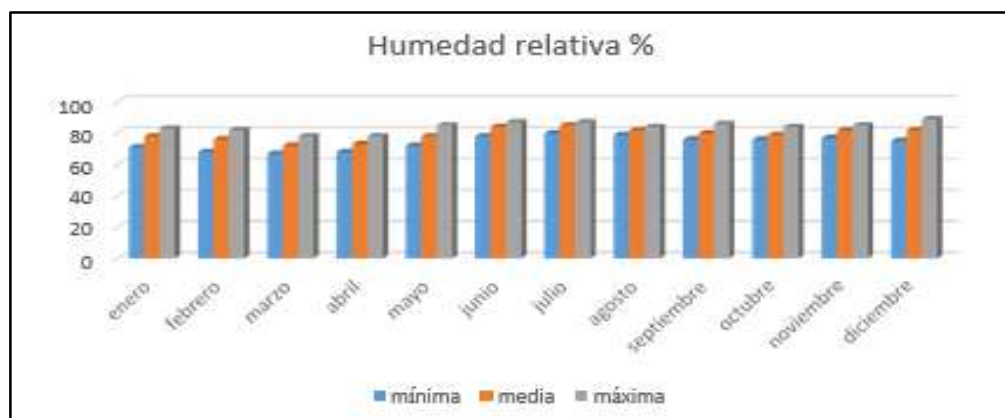


Figura 2.6 Distribución temporal de la humedad relativa; período climatológico 1997- 2007.

2.3.1.5 Velocidad media del viento

La tabla 2.5 muestra los valores máximos y mínimos que presenta la velocidad media del viento mensual, que muestra un valor máximo correspondiente al mes de marzo de 17,6 m/s representando también un valor mínimo correspondiente al mes de agosto de 6,5 m/s. La distribución temporal corresponde al período climatológico: 1997-2007 (10 años) se caracteriza por ser de tipo unimodal ya que presenta un valor máximo correspondiente (figura 2.7) donde se muestran los datos de la velocidad y distribución media del viento, para el período considerado.

Tabla 2.5 Resumen estadístico de la velocidad media del viento, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007

Meses	Mínima (m/s)	Media(m/s)	Máxima(m/s)
Enero	13	14,4	15,2
Febrero	14,4	15,7	17,3
Marzo	14,8	16,3	17,6
Abril	13	14,9	16,3
Mayo	8,3	12,6	15,1
Junio	7,9	10,6	12,5
Julio	7,3	9	10,8
Agosto	6,5	8	14,4
Septiembre	6,9	8,3	9,7
Octubre	6,5	9,1	11,9
Noviembre	8,6	10,5	12,6
Diciembre	10,8	12,2	14,4

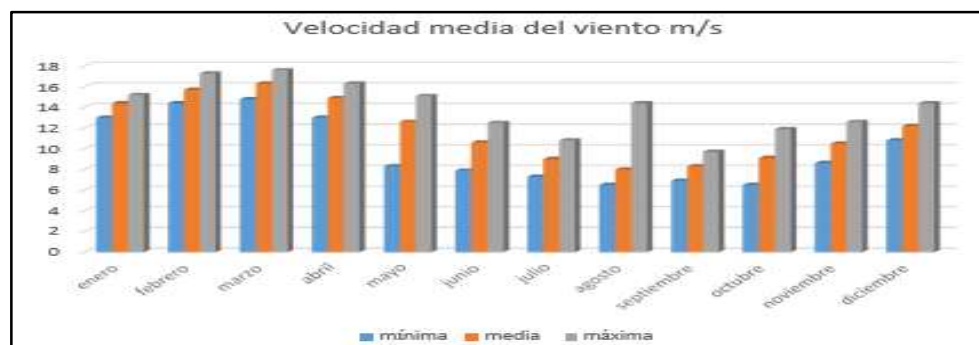


Figura 2.7 Distribución temporal de la velocidad media del viento, período climatológico 1997-2007.

2.3.2 Geología Regional

En Venezuela, el Escudo de Guayana se extiende por los estados Amazonas, Bolívar y Delta Amacuro, ocupando así más del 60% del territorio venezolano (figura 2.8) (Mendoza, V. 2005).

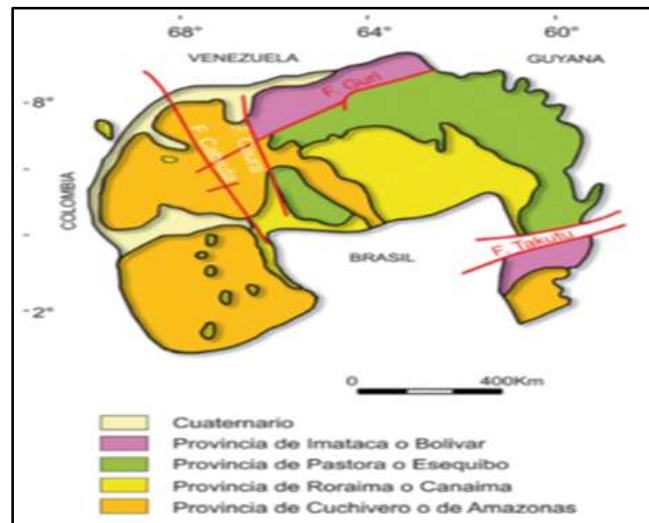


Figura 2.8. Provincias geológicas del Escudo de Guayana (Mendoza V. 2005)

Tomando en consideración los caracteres petrológicos y tectónicos del Escudo, se ha dividido en Venezuela en cuatro provincias conocidas como: Imataca, Pastora, Cuchivichero y Roraima, denominadas así por (Menéndez, 1968 en Mendoza, V. 2005).

Petrográficamente, la Provincia de Imataca pertenece al denominado cinturón granulítico; Pastora a los cinturones de rocas verdes; Cuchivichero a las grandes extensiones de granito Orogénico y Post-orogénico y Roraima a la cobertura discordante sobre rocas pertenecientes a la Provincia de Pastora o Cuchivichero. (Mendoza, V. 1974), citado en (Mendoza, V. 2005).

2.3.3 Geología local

El área de estudio se localiza al Sureste del Escudo de Guayana, en la Provincia Geológica de Imataca (figura 2.9).

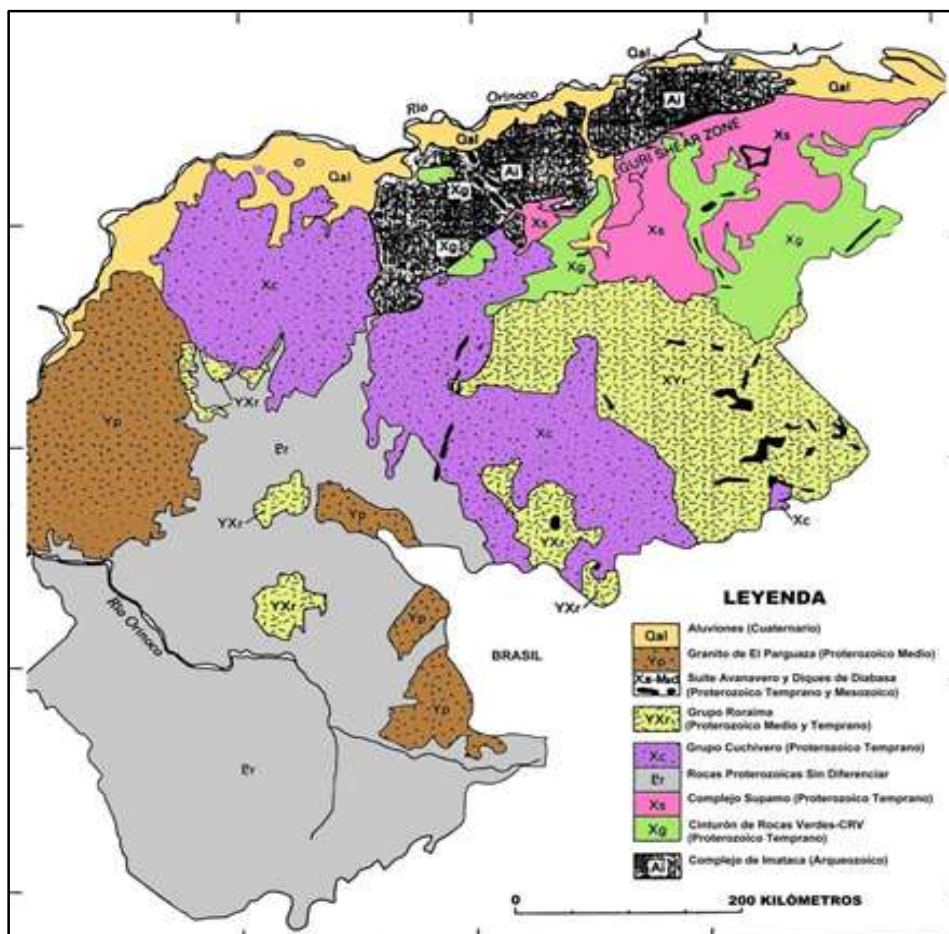


Figura 2.9 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana destacando la Provincia Geológica de Imataca (Sidder & Mendoza, 1995, en, Mendoza S., 2000).

Regionalmente en esta área se distinguen tres unidades litológicas representadas, de más antigua a más joven, por el Complejo de Imataca, la Formación Mesa y los sedimentos recientes.

2.3.3.1 Complejo de Imataca

La provincia geológica de Imataca se extiende en dirección SW-NE, desde las proximidades del Río Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección NW-SE, aflora desde el curso del Río Orinoco hasta la Falla de Gurí por unos 550 km y 80 km (figura 2.10) (Mendoza, V. 2005)



Figura 2.10 Extensión de Provincia Geológica de Imataca (Mendoza, V. 2005)

➤ Asociación litológica: en Venezuela está caracterizada por granulitas, anfibolitas y migmatitas se componen de granulitas y gneises félsicos hasta en un 60%; granulitas máficas y ultramáficas hasta en un 20% y cantidades menores de anfibolitas, migmatitas, cuarcitas, BIF, mármoles plataformales poco profundos con depósitos asociados de manganeso, charnockitas y anortositas ricas en cromo, gabros con níquel y cobre, equivalentes metamorizados de komatitas y/o peridotitas ricas en níquel, equivalentes de piroxenitas con níquel, cromo, platinoides y rocas graníticas tonalíticas (Mendoza, V. 2005).

➤ Metamorfismo: estas rocas decrece desde la Mina de Hierro de El Pao, con granulitas de dos piroxenos en charnockitas, anortositas y granulitas máficas y hasta ultramáficas (que sugieren temperaturas de 750 °C-850 °C y moderadas a elevadas presiones de 8 a 8.5 Kbs, equivalentes a menos de 30 Km de presión de roca), hacia la zona de Guri, con anfibolitas, granulitas y migmatitas, rocas graníticas, con granate-cordierita-sillimanita (que implican temperaturas de 650°-700°C y presiones de 4 a 7 Kbs, o sea menores de 20 Kms de espesor de rocas). Estas rocas de alto grado metamórfico se interpretan (Mendoza, V. 1974) como evolucionados primitivos CRV y complejos graníticos potásicos y sódicos, varias veces tectonizados y metamorfizados hasta alcanzar las facies anfibolita y granulita y sufrir luego parcialmente metamorfismo retrógrado, registrando toda la historia evolutiva del escudo (Mendoza, V. 2005).

➤ Contactos geológicos: el contacto inferior del Complejo de Imataca se desconoce; sin embargo, algunos autores especulan que el mismo formó parte del basamento de la secuencia supracortical de CRVs tanto de las provincias geológicas de Pastora como de Imataca (Kalliokoski, 1965, y Menéndez, 1994, en, PDVSA Intevep S.A., 1997).

Así, los remanentes de CRVs actúan como “ventanas” del Arqueozoico típicas de un Modelo de Glikson (1976), en el que casi todos los CRVs descansan sobre un basamento de anfibolitas y granulitas más antiguas (Mendoza S., 2000).

En el caso de Imataca, al menos un bloque de 44.000 km² tiene sobre sí remanentes de CRV, La Esperanza-Real Corona, y gneises tipo Complejo de Supamo de 2,24 Ga formando la asociación CRV-TTG sobre un basamento granulítico más antiguo (Sidder et al., 1991, en Mendoza S., 2000).

El contacto superior del Complejo de Imataca es discordante con la Formación Mesa (PDVSA Intevep S.A., 1997), al Norte; y con las unidades de sedimentos recientes y suelos suprayacentes (Mendoza S., 2000).

➤ Edad: de acuerdo con Mendoza, V. (2000), designa a la Provincia de Imataca con el nombre Provincia Estructural Bolívar e indica que aparece de nuevo hacia el sureste en las montañas de Kanakú, Guayana, en el río Saramaca, Suriname y en la isla de Cayana, Guyana Francesa. Además, hace un recuento de todas las edades radiométricas en el Escudo de Guayana en Suramérica y reporta que la edad más antigua para el Complejo de Imataca es de 3500 - 3700 m.a., por el método U-Pb, mientras que las rocas más jóvenes son de composición granítica, las cuales arrojan edades entre 1200 - 800 m.a., determinado por el método potasio-argón.

En la figura 2.11 se muestran los periodos en los que las rocas del Complejo de Imataca sufrieron rejuvenecimiento y movilización parcial, originando emplazamiento de cuerpos intrusivos y desarrollo de zonas migmatíticas.

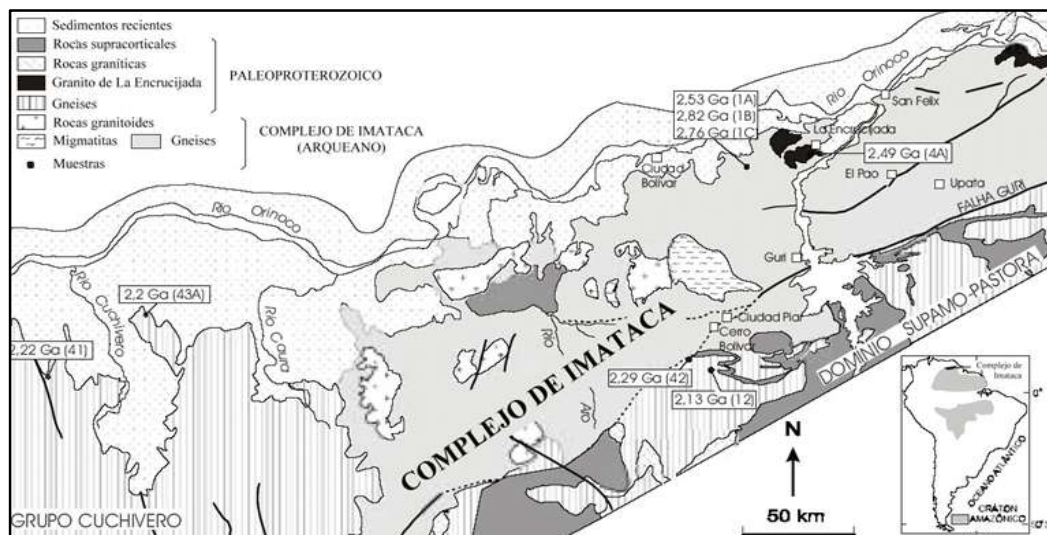


Figura 2.11 Edades reconocidas dentro del Complejo de Imataca (Teixeira, Tassinari, & Mondin, 2002).

➤ Evolución tectónica: la Provincia de Imataca registra seis o más dominios tectónicos, separados entre sí por grandes fallas tipo corrimientos, internamente el plegamiento es isoclinal con replegamiento más abierto. En la parte Norte los pliegues tienen rumbo NW, mientras que en la parte Sur la tendencia dominante de los pliegues es N60-70E el cual es predominante regionalmente, aproximadamente paralelas a la falla de Gurí (Mendoza, V. 2005).

Ascanio, G. (1975) postuló que parte, al menos, del Complejo metamórfico de Imataca está formado por varias fajas tectónicas que representan microcontinentes que por tectónica compresional o convergente chocaron unos con otros con obducción, quedando separados entre sí por grandes corrimientos. De los cuales denominó a estas fajas como de La Encrucijada, Ciudad Bolívar, Santa Rosa, La Naranjita, La Ceiba, Laja Negra y Cerro Bolívar, en la zona comprendida entre el río Aro y Caroní separadas por corrimientos de ángulos bajo (figura 2.12).

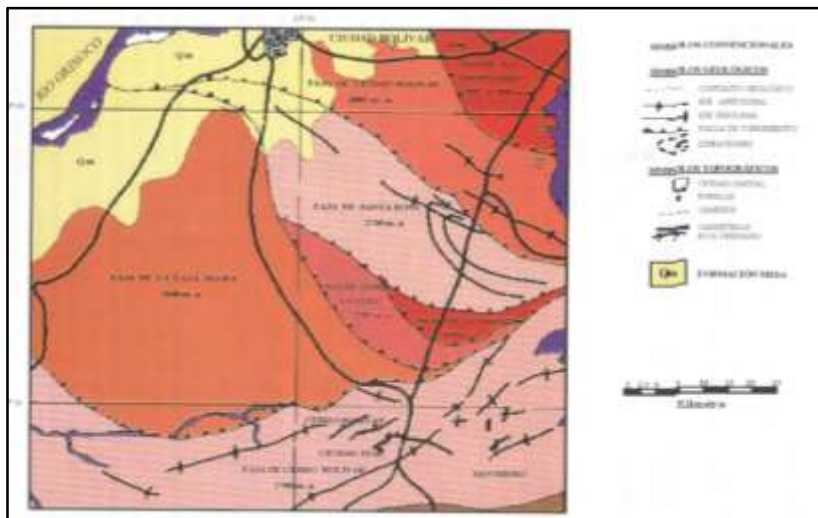


Figura 2.12. Fajas del Complejo de Imataca al sur del río Orinoco (Ascanio, G. 1975)

Los tipos de rocas asociadas a cada una de estas unidades tectónicas son por lo general graníticas, charnoquíticas y migmatíticas; todas de gran importancia en la industria ornamental (Rodríguez, 1997, en, Mendoza S., 2000).

➤ Rasgos estructurales: el complejo muestra grandes diferencias de deformación tectónica y patrones estructurales; en sus rocas se han formado tanto pliegues alargados como domos equidimensionales, algunos de los cuales están fuertemente volcados, pero no muestran un patrón regional consistente (figura 2.13) (CVG Técnica Minera C.A., 1991).

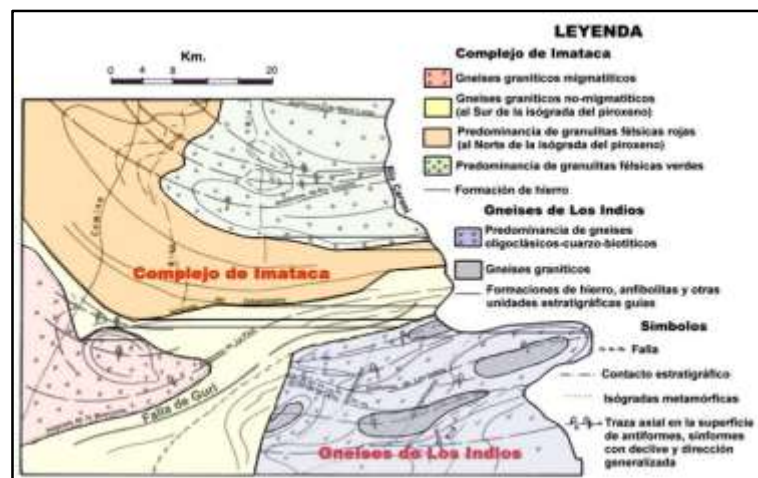


Figura 2.13 Mapa geológico del Complejo de Imataca al Oeste del río Caroní (Dogan, 1972, en, González de Juana et al., 1980).

2.3.3.2 Formación Mesa

Se extiende por los llanos centro occidentales y orientales (estados, Guárico, Anzoátegui, Monagas) encontrándose algunos afloramientos en los estados Bolívar y Sucre inmediatamente al sur del río Orinoco, el espesor es muy variable (figura 2.14) (PDVSA Intevep S.A., 1997).



Figura 2.14 Extensión geográfica de la Formación Mesa (PDVSA Intevep S.A., 1997).

Es producto de una sedimentación fluviodeltaica y paludal, resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el Este en la misma forma que hoy avanza el delta del río Orinoco. El mayor relieve de las cuencas septentrionales desarrollo abanicos aluviales que aportaban a la sedimentación clástica de granos más grueso, mientras que desde el Sur el aporte principal era de arenas, por otro lado, se postula que los sedimentos de la Formación representan depósitos torrenciales y aluviales, contemporáneo con levantamiento con la serranía del interior (PDVSA Intevep S.A., 1997).

➤ Litología: En la Formación Mesa, la conformación es mayoritariamente de arenas no consolidadas, provenientes del Cuaternario, y aún más jóvenes son los depósitos sedimentarios originados por las inundaciones periódicas generadas por las crecientes del río. En montañas y colinas se observan areniscas, arcillas, margas, lutitas, calizas y limolitas, además de concreciones de hierro, grava y cuarcitas. En los límites Norte y Sur de la Mesa de Guanipa (González de Juana et al, 1980). La Formación Mesa consiste de arenas de grano grueso y gravas, con cementos ferruginosos cementados y muy duros; conglomerado rojo a casi negro, arenas blanco-amarillentas,

rojo y púrpura, con estratificación cruzada; además contiene lentes discontinuos de arcilla fina arenosa y lentes de limolita. En la Mesa de Tonoro se observan capas lenticulares de conglomerado, arenas, y algunas arcillas. Al noroeste de Santa Rosa existe una capa lenticular de conglomerado, de 25 m de espesor, con delgadas intercalaciones de arenas (PDVSA Intevep S.A., 1997).

Los sedimentos de la Formación Mesa, gradan de norte a sur, de más gruesos a más finos al alejarse de las cadenas montañosas del norte; desde la parte central de Monagas al macizo de Guyana, gradan de más finos a más gruesos. En la sección de río Cristalino, río La Palencia, río del Medio, Caripito y Las Parcelas, la formación está constituida por conglomerados con elementos líticos redondos, tipo pudinga, de tamaño grande, aproximadamente 0.15 metros de diámetro, en una matriz arcillo-arenosa de color gris claro a amarillo (González de Juana et al, 1980).

➤ Espesor: es muy variable, pero en términos generales disminuye de Norte a Sur, a consecuencia del cambio en la sedimentación fluvial y deltaica, y aumenta de Oeste a Este, debido al avance de los sedimentos deltaicos (González de Juana et al., 1980).

Su espesor máximo puede llegar a alcanzar los 275 metros –Mesa de Maturín– (González de Juana et al., 1980); mientras que en el estado Bolívar rara vez sobrepasa los 20 metros, por otra parte en Ciudad Bolívar los espesores de la Formación Mesa son muy variables y los máximos encontrados se encuentran en el hipódromo donde alcanza 120 metros, parte de este espesor corresponde a la Formación Guanipa encima de la formación Mesa y por debajo correspondiente a sedimentos del reciente lo cual ha sido detectado por métodos geofísicos (figura 2.15) (PDVSA Intevep S.A., 1997).

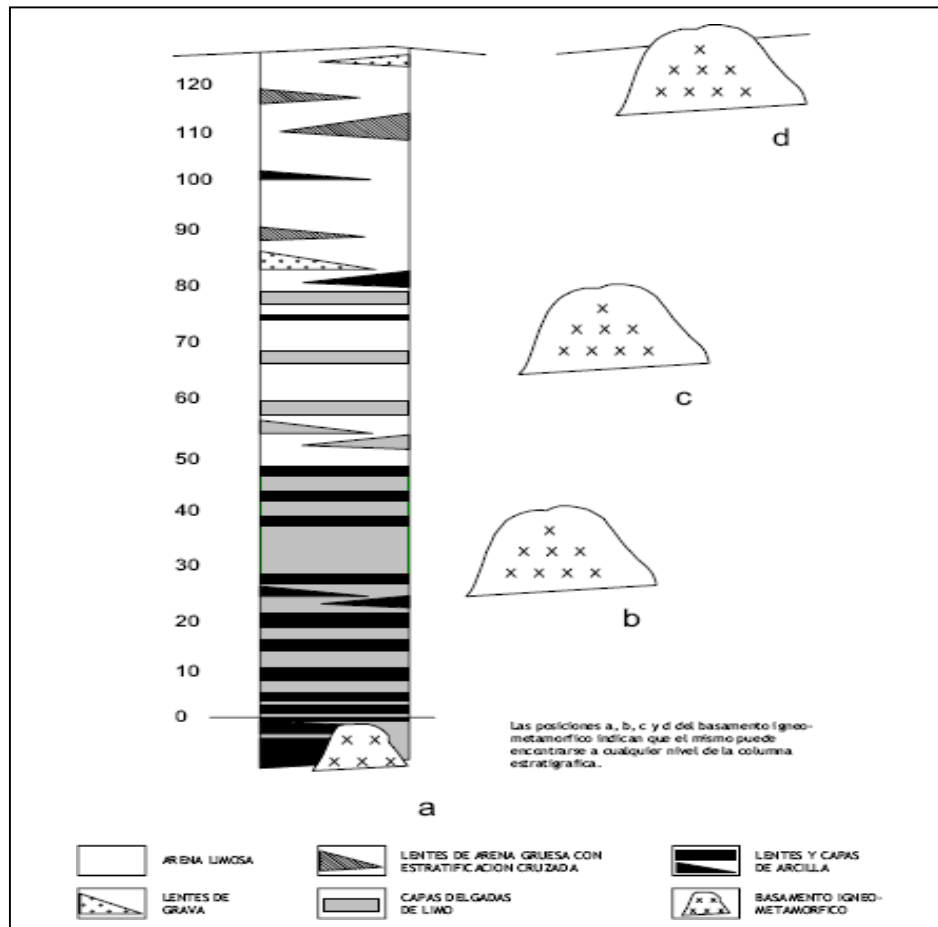


Figura 2.15 Columna estratigráfica de la Formación Mesa representativa entre Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana (Yáñez G., 1986).

- Contactos geológicos: la Formación Mesa suprayace en contacto discordante sobre la Formación Las Piedras del Plioceno (González de Juana et al., 1980).
- Fósiles: se han encontrado fósiles de agua dulce, asociados con arcillas ligníticas y restos de madera silicificada (González de Juana et al., 1980).
- Edad: se ha postulado una edad del Pleistoceno para la Formación Mesa (PDVSA Intevep S.A., 1997).

2.3.3.3 Sedimentos recientes

Los sedimentos recientes se encuentran depositados regionalmente a lo largo de los ríos específicamente en las planicies Aluvionales y en las áreas de inundación periódicas de los ríos. Estos son productos de la desintegración y erosión de las rocas más viejas por la acción de factores tales como: el agua, presión, cambio de temperaturas, entre otros, siendo estos los más frecuentes; Por lo tanto pueden provenir tanto del Complejo de Imataca como de la Formación Mesa. Por lo general no están consolidados y están compuestos de conglomerados, arenas no consolidadas, arcillas y limos. Usualmente las arcillas son arenosas o limolíticas y que dependiendo de la energía del ambiente, estos materiales se depositan en el fondo del canal, en las superficies de las barras o en una franja paralela al canal del río (Kalliokoski, J., 1965).

➤ **Contactos:** aunque los sedimentos o aluviones recientes se disponen en menor proporción, donde éstos se presentan cubren en posición discordante a las rocas del Complejo de Imataca y de la Formación Mesa (Macabril G. & Serrano B., 2010).

➤ **Edad:** estos materiales, del Cuaternario, se han estado depositando desde el Holoceno –Reciente– hasta el presente (Corporación Lobap C.A/Asesorías Geológicas y Mineras, 2001, en, Flores N. & Calzadilla N., 2004).

2.3.4 Pedología

En el área estudiada existe una gran variedad de unidades taxonómicas que permiten dar una explicación clara y precisa de los tipos de suelos existentes, entre los cuales se pueden nombrar según la clasificación de la U.S. Soil Taxonomy los suelos de débil o moderada evolución: alfisoles, entisoles, inceptisoles; y los suelos de avanzada evolución: ultisoles (Ochoa, 1983, en, Jiménez B., 2012).

Los suelos ultisoles representan el orden de mayor extensión en el área de estudio, que son caracterizados por ocurrir en diferentes ámbitos bioclimáticos, presentándose en distintos tipos de paisajes como los de, lomerío, planicie y peniplanicie, entre otras. Teniendo en cuenta que son producidos a partir de rocas pertenecientes a la Provincia de Imataca y de materiales depositacionales de edad reciente o antiguas Formación Mesa. Son suelos superficiales a muy profundos, de 25-180 cm, que muestran un cuadro de características fisicoquímicas y morfológicas que cambian de acuerdo a su distribución geográfica y posición en el paisaje (CVG Técnica Minera C.A., 1991).

Estos suelos pedogenético están caracterizado de colores predominantes de marrón rojizo a marrón claro en superficie y en profundidad marrón amarillento a rojo. Además, se observó textura arenosa en superficie y, franco arcilloso arenoso en profundidad, mezclada localmente con contenidos variables de gruesos. En el lecho del río Candelaria predominan los suelos de granulometría arenosa (figuras 2.16).



Figura 2.16 Suelo observado del área de estudio

2.3.5 Geomorfología

Los rasgos geomorfológicos del área están relacionados fundamentalmente con las características geológicas del basamento litológico del Complejo Imataca, la cobertura sedimentaria de la Formación Mesa y las zonas de desborde o inundación.

Los fenómenos actuantes han sido acelerados y gran parte de ellos, por condiciones físico-climáticas imperantes en la región. Donde se puede reconocer distintos tipos de formas residuales (inselbergs) con caracteres distintivos de cada una de ella, que no son más que etapas evolutivas en el proceso de desmantelamiento (meteorización y erosión) de la litología que es degradada. En otras palabras, estas formas de relieve proceden de modelados diferenciales, consecuentes a una meteorización y erosión selectivas: La primera define los rasgos característicos, siendo su modalidad química o descomposición la más importante; la segunda se limita a desmantelar la porción alterada (regolito).

Las formas del relieve desarrolladas en estas áreas, son representativas de un paisaje fisiográfico de origen estructural tipo planicies de inundación desarrolladas en las inmediaciones del río Candelaria, de acuerdo a las formas residuales o etapas de la evolución de la alteración y desmantelamiento de los inselbergs, son los lomeríos de escasa altura, penillanuras ligera o moderadamente ondulada y domos degradados.

2.3.5.1 Planicies de inundación

Está constituido por aluviones depositados por el río, originado por la migración de la franja de meandros; cuyas laderas pueden llegar a separarse algunos kilómetros en épocas de inundación, cuando el río rebosa sus orillas se depositan sedimentos a lo largo de éstas y en el mismo canal. El proceso eleva el canal del río por encima de la

llanura aluvial. Estas orillas elevadas se conocen con la denominación de diques de canales.

2.3.5.2 Relieve de Lomeríos

Se desarrolla fundamentalmente sobre rocas graníticas de color negro muy diaclasadas, lo que ha traído como consecuencia, una mayor intensidad de los procesos erosivos, generando una disección fuerte. La topografía general se presenta accidentada, con fuertes desniveles, el drenaje es dendrítico denso. La vegetación conforma un bosque mediano, con densidad media de cobertura.

2.3.5.3 Penillanuras

El área de estudio se ubica dentro de la unidad morfológica denominada llanuras de erosión onduladas, y en específico a las llamadas llanuras onduladas suaves con lomas aisladas de roca dura. Por otra parte este tipo de llanura se forma en áreas donde ocurren rocas macizas. Excepto en las lomas de roca dura aisladas, las penillanuras han sido profundamente meteorizadas, especialmente en las riberas del río Candelaria.

Las lomas y montículos son en cierto modo residuos erosionales sobre la penillanura, que forma parte de una antigua topografía que sobresale a través de la capa de sedimentos donde las llanuras aluviales lavadas cubren zonas extensas de las arenas sueltas, teniendo en cuenta que se presentan además fragmentos ferruginosos en las depresiones.

2.3.5.4 Domos degradados

En el área de estudio se encuentran de formas con patrones de diaclasamiento curvo y radial dominante casi cerrado, con fracturamiento solo en los bordes del afloramiento; teniendo predominancia de diversos tipos mineralógicos de granitoides. Además presentan de media a baja capacidad para la penetración de agua, porosidad selectiva a favor del diaclasado más abierto, baja capacidad para el desarrollo edáfico y productivo a favor de las diaclasas que corresponde a una forma de relieve evolucionada (madura), y su alteración meteórica es baja y discontinua.

2.3.5.5 Planicie Ondulada de la Formación Mesa

El agente morfogenético que genera esta unidad geomorfológica es el escurrimiento superficial en exceso, donde se manifiesta una acción difusa y concentrada, que origina la formación de cárcavas. Además existen apreciables áreas de topografía plana a ondulada, donde predominan la infiltración y el escurrimiento difuso.

2.3.5.7 Planicie aluvial no inundable

De acuerdo con (CVG Tecmin., 1991). La planicie aluvial no inundable constituye el conjunto de relieves poco diferenciados que han sido modelados en la Formación Mesa (Fm), donde se incluyen planos erosionales, colinas, lomas y pequeños vallecitos, teniendo como característica común el de una extensa zona de topografía ligeramente ondulada, con pendientes moderadas a bajas y con inclinación predominante hacia el Norte.

Cabe considerar, por otra parte que el agente morfogenético que se activa periódicamente es el escurrimiento, manifiesto en su acción difusa y concentrada y en la formación de cárcavas.

En el primer caso se observa un control topográfico, con erosión y arrastre limitado y localizado, en el segundo, una mayor pérdida de suelo y una pequeña ramificación de pequeños canales, los cuales, al aumentar la pendiente, se profundizan y evolucionan en profundidad y capacidad de corte y arrastre.

2.3.6 Caracterización hidrológica

En cuanto a la caracterización hidrológica, además de valernos de inspección de campo, información bibliográfica, también utilizamos información cartográfica extraída de imágenes satelitales capturadas a través de Google Earth y Google Maps.

La cuenca del río Candelaria presenta un régimen pluvial el cual tiene un caudal constante durante todo el año, debido a que hay una similar distribución de las precipitaciones y no existen periodos secos. Es un río meandriforme que permite inferir un nivel de madurez caracterizado por su baja pendiente.

El tramo en estudio del río Candelaria se ubica en el estado Bolívar y se encuentra en el municipio Angustura del Orinoco, sector Prado del Este, parroquia Panapana aun cuando sus nacientes y afluentes provienen de morichales y quebradas de régimen permanente e intermitente (figura 2.17).

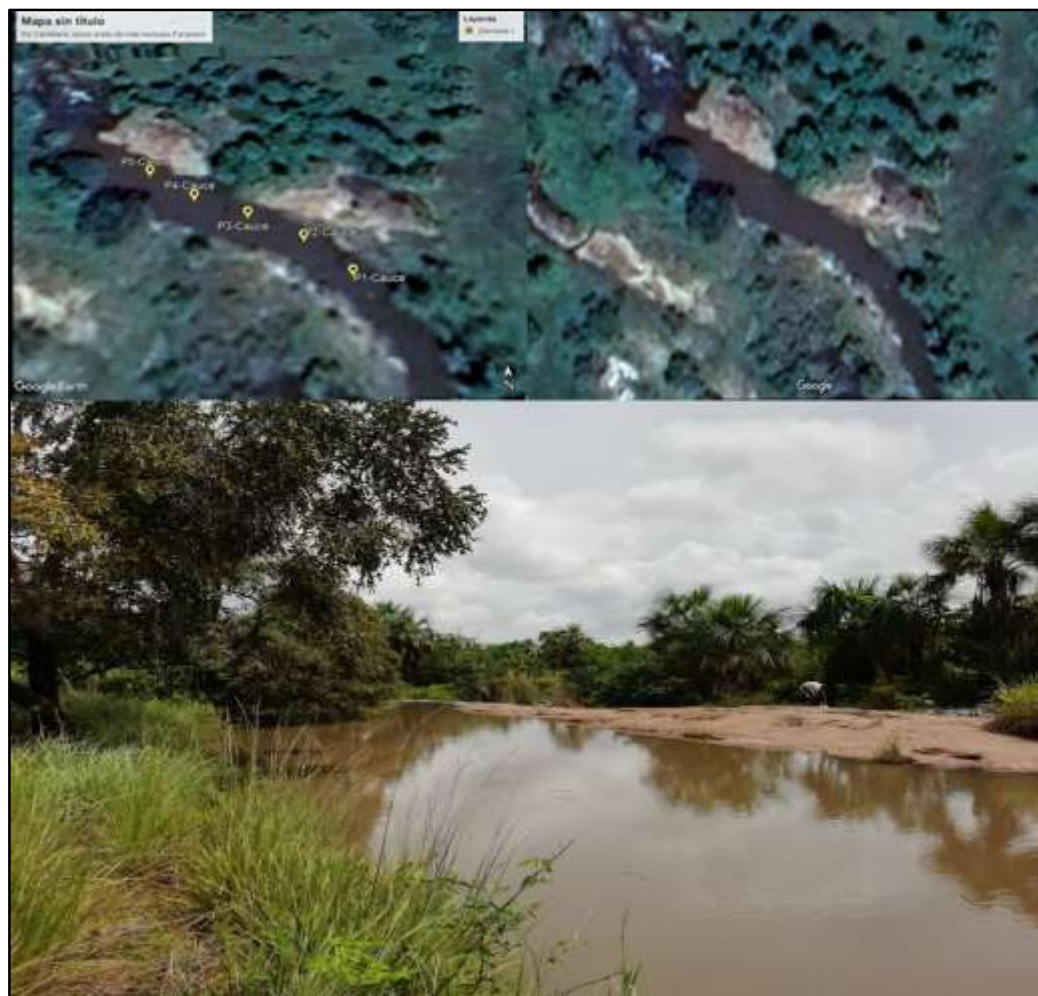


Figura 2.17 Vista del tramo de estudio del río Candelaria

2.4 Características del medio biológico

2.4.1 Flora

De acuerdo con la vegetación característica del lugar nos basamos de la observación directa en campo además de la recopilación bibliográfica para dar una descripción detallada de la flora presente en la zona. Dentro de este orden de ideas nos guiamos en el esquema de Holdridge, del área de ciudad Bolívar que corresponde con la zona de vida vegetal de Bosque Seco Tropical (Bs-T). Logrando destacar dentro de

ella espacios con las siguientes formaciones de vegetaciones en exuberante desarrollo como: vegetación de sabana y de bosques.

2.4.1.1 Vegetación de sabana

La vegetación predominante en el área de estudio está constituida por Herbazales (sabana), gramínea arbustiva cuyo componente floral es de tipo llanero, relacionados a sedimentos de la Formación Mesa, con presencia de lomas y relieves suaves. Entre las especies vegetales dominantes: Chaparro, Chaparro de Agua, Yopo, Púas, Paja peluda, Escobilla, Guayabita, Ceiba, Alcornoque, entre otros. Las características particulares de vegetación de sabana también se observan, en menor proporción, en zonas de afloramientos del Complejo de Imataca. En la figura 2.18 se observan algunos de los antes mencionados.



Figura 2.18 Formaciones arbustivas encontradas en el área de estudio

2.4.1.2 Vegetación de bosque

Se constituye en su mayoría, por asociaciones edáficas de tipo selvático a los que se denominan bosques de galería, de los cuales se caracterizan por poseer árboles de moderada a gran altura en las riberas del río, siendo denso en algunos lugares, con especies siempre verdes. Los ejemplares predominantes en el área de estudio también

se observa la Palma, Moriche, Algarrobo, Mango, Jobo y Merey, Guayaba, Ciruela, entre otras. En la figura 2.17 se observan algunos de los antes mencionados. En la figura 2.19 se observan algunos de los antes mencionados.



Figura 2.19 Formaciones arbóreas encontradas en el área de estudio

2.4.2 Fauna

La fauna silvestre es relevantemente escasa y poco variada debido, quizá, a que hayan emigrado como mecanismo defensivo debido a las diferentes formas de presión antrópica (Jiménez B., 2012).

Entre las especies que se observan se encuentran: el rabipelado, iguana, el tuqueque, el mato real, el loro, la lagartija, la culebra ratonera, el sapo, el sapito, la paloma sabanera, el perico En cuanto a la fauna doméstica predominan: el perro, el gato y diversas aves multicolores (Jiménez B., 2012).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

No existen trabajos previos que actualmente estén publicados sobre caracterización sedimentológica y estructural del río Candelaria en su parte media, razón por la cual este trabajo de investigación puede considerarse como el primero en varios aspectos.

Hay que resaltar por otra parte, que existen trabajos que han desarrollado una metodología similar a la que se empleara en esta investigación, por ende, serán utilizados como un punto de partida para esta investigación, los cuales son siguientes trabajos de investigación:

Gutiérrez, M. y Filgueira, R. (2017). Realizaron el trabajo titulado **“CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL CAUCE DEL RÍO CANDELARITA, EN LA CUENCA BAJA, PARROQUIA PANAPANA, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR”** el cual se utilizó la metodología descriptiva ya que se realizó la caracterización sedimentológica del cauce del río Candelarita, que corresponde a la misma metodología que se utiliza en el presente trabajo, dicha metodología lo conforman IV etapas: recopilación de datos (seleccionar área de estudio), trabajo de campo (apertura de calicatas, levantamiento del talud y toma de muestras) , análisis de laboratorio (granulometría y morfoscopía) y procesamiento de la información (interpretación de resultados y conclusiones).

Ascanio, Y. y Brito, J. (2019) llevaron a cabo su investigación titulada como **“CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL RÍO CARIS, EN EL**

TRAMO DEL FUNDO COYOTE COJO, MUNICIPIO INDEPENDENCIA ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA”, esta tuvo como objetivo principal caracterizar sedimentológicamente el tramo del río Caris, donde realizaron recolección de muestras sedimentológicas, a las cuales se le realizaron análisis granulométrico por tamizado, morfoscópico y mineralógico con microscopio estereográfico; además las curvas granulométricas de frecuencia acumulada, y se interpretaron por el método de Visher para determinar los mecanismos de transporte de las partículas.

3.1 Bases teóricas

3.2.1 Granulometría (Método Vía Seca)

Desde el punto de vista de González de Vallejo, L. 2002. Para conocer la proporción de cada material que tiene un suelo se realizan análisis granulométricos, utilizando la vía seca para partículas de tamaños superiores a 0,075 mm, el cual se lleva a cabo tomando una muestra representativa del suelo, secándola y disgregando en seco el conjunto de partículas. A esta muestra se la hace pasar por un conjunto de tamices (cuyos tamaños suelen ir disminuyendo en progresión geométrica de razón, agitando el conjunto).

Después se pesa lo retenido en cada tamiz, con lo que, conocido el peso inicial de la muestra, se determina el porcentaje de material, que pasa por un tamiz de diámetro D . siendo P el peso seco total de la muestra y P_i el peso retenido por el tamiz de diámetro D . El peso P_{n+i} es el retenido por la base ciega que se pone debajo de la columna de tamices. Teniendo en cuenta los datos se puede elaborar la curva granulométrica de un suelo, la cual relaciona el % pasante por cada tamiz con el diámetro de los mismos (González de Vallejo, L. 2002).

Para una mejor definición de la granulometría de un suelo se utilizan dos coeficientes:

3.2.1.1 Uniformidad (Cu)

Es la relación entre el diámetro correspondiente al tamiz por el que pasa un 60 % del material y el diámetro correspondiente al tamiz por el que pasa el 10 %. Si Cu es menor de 5 el suelo tiene una granulometría uniforme; si Cu varía entre 5 y 20 es poco uniforme, y si $Cu > 20$ es un suelo bien graduado. Cuanto más uniforme es la granulometría de un suelo, más uniforme es el tamaño de sus huecos, menores densidades alcanzará, más fácilmente será erosionado, etc, (González de Vallejo, L. 2002).

3.2.1.2 Contenido de finos

Llamado así el porcentaje de suelo que pasa por el tamiz N° 200 de la serie A.S.T.M (0,075 mm). Este porcentaje indica la proporción de arcilla y limo que contiene el suelo, y está relacionado con la posibilidad de retención de agua. Cuanto mayor sea el contenido de finos, mayor será la dificultad de expulsión de agua bajo esfuerzos (González de Vallejo, L. 2002).

3.2.2 Rosetas de diaclasas

Una roseta de diaclasas (diagrama de rosas) es un diagrama sencillo 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 manto o la dirección de inclinación (Griem, D. 2015).

En conclusión, se puede describir este diagrama como un histograma de forma redonda. Significa los rangos de rumbo se ubican 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 de un rango se encuentra en el eje desde el centro hacia al margen. Solamente es necesario calcular la mitad de los rangos (el medio círculo) porque el rumbo es un elemento bidireccional y automáticamente cubre el rango opuesto es decir el rango de diferencia de 180° (lado opuesto) se marca igualmente (Figura 3.1) (Griem, D. 2015).

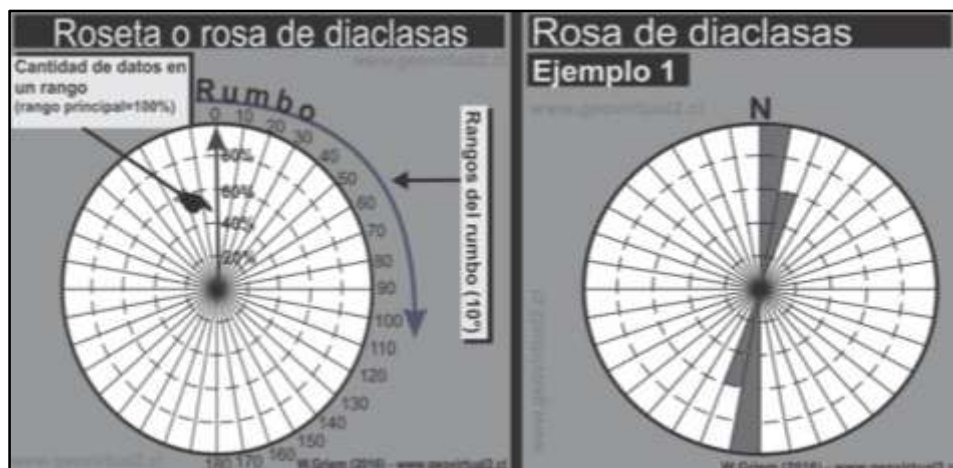


Figura 3.1 Roseta de diaclasa instrucciones básicas y ejemplo (Griem, D. 2015).

3.2.3 Mecanismos de transporte (Visher)

Visher, G. (1969) en su trabajo. Distribución de Tamaño de Grano y Procesos Depositacionales (Grain Size Distribution and Depositional Processes), explica que los tres mecanismos de transporte de sedimentos según su criterio son: suspensión, saltación y arrastre.

3.2.3.1 Transporte por suspensión

El transporte por suspensión es causado por la turbulencia de la corriente donde no se produce un cambio vertical en el tamaño del grano. Estos sedimentos están constituidos por arenas de grano muy fino, típicamente menores de 0,1 mm. El verdadero valor va a depender de la intensidad y turbulencia de la corriente; y podría ser mayor a 0,1 mm (Visher, G. 1969).

3.2.3.2 Transporte por saltación

El tamaño máximo de los granos en movimientos por saltación es desconocido; pero de los estudios de la estación experimental de U. S. Waterways (1939), los granos de 0,75 a 1,0 mm han sido muestreado moviéndose dentro de 2 pies del fondo. Granos de este tamaño son depositados por una interacción entre la alfombra de tracción o fondo y la suspensión graduada. Parcelas log-probabilidad muestran que los granos de este tamaño son el extremo grueso de una sola población (Visher, G. 1969).

3.2.3.3 Transporte por arrastre

El transporte por arrastre está conformado por granos con una media y un grado de clasificación superior a las otras dos poblaciones. Algunos depósitos fluviales, sin embargo, no muestran esta población, y la población de saltación Incluye el material más grueso en la distribución. La razón de esto es desconocida, pero probablemente está relacionado con la remoción de parte de las fracciones más gruesas y al fuerte esfuerzo cortante deposicional en depósitos formados por corrientes continuas (Visher, G. 1969).

3.2.4 Escala de Wentworth-Udden

Es una escala adoptada internacionalmente para la clasificación granulométrica de partículas sedimentarias. Fue propuesta en 1922 por C.K. Wentworth, basándose en la anterior escala de J.A. Udden de 1898. Parte de 1 mm y dividiendo o multiplicando por 2, en sentido decreciente o creciente de tamaño respectivamente, se definen los límites de diámetro de cada clase, desde partículas de tamaño arcilla (diámetro menor de 1/256 mm) a bloques (diámetro mayor de 256 mm), (figura 3.2) (Wentworth, C.K. 1922).

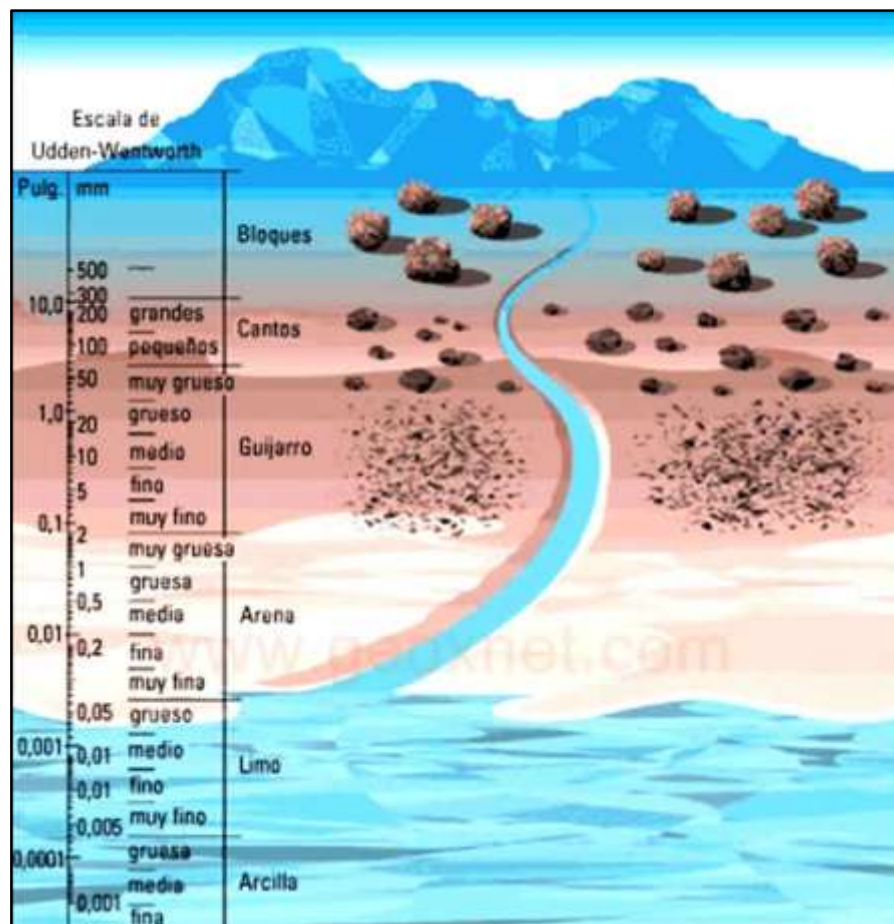


Figura 3.2 Escala de Udden-Wentworth y su representación (Wentworth, C.K. 1922).

3.2.5 Transporte de sedimentos

Aunque es relativamente fácil obtener información del caudal es más difícil muestrear la carga de un curso fluvial. Esta carga se realiza en disolución, suspensión y en el fondo del canal (Gutiérrez, E. 2008).

3.2.5.1 Carga en disolución

Comprende los iones y moléculas que proceden de la meteorización química, por lo general materia inorgánica. La composición fluctúa según diferentes factores ambientales (geología, clima, vegetación y topografía). Las aguas de los grandes ríos tienen una composición química similar y los iones dominantes son bicarbonatos, sulfatos y cloruros de calcio y sodio. Las aguas de pH ácido se debe, por lo general, a oxidaciones de sulfuros aguas alimentadas por pantanos y marismas y suelen presentar una mayor carga química (Gutiérrez, E. 2008).

3.2.5.2 Carga en suspensión

Está constituida por partículas de tamaño limo y arcilla, que son lo suficientemente pequeñas para moverse por turbulencia en las aguas de los ríos. La arena se levanta por fuertes corrientes y la gravilla puede entrar en suspensión durante las inundaciones.

Se está de acuerdo en que la fracción fina se mueve en todo el canal y se distribuye más o menos uniformemente a través de la columna de agua, mientras que las arenas tienden a concentrarse cerca del lecho (Gutiérrez, E. 2008).

3.2.5.3 Carga de fondo

Constituida por gravilla, cantos y bloques, se moviliza por rodadura o arrastre a lo largo del lecho del canal. Si la corriente es fuerte pueden efectuar pequeños saltos. La carga de fondo de arena se moviliza más lentamente que el flujo que el flujo de agua y los granos se mueven aisladamente en cualquier dirección o bien agrupados por rodadura y deslizamiento.

Los granos de mayor tamaño se movilizan y las partículas redondeadas se desplazan más rápidamente que las planas. La toma de muestras de carga en suspensión es fácil, pero es muy difícil muestrear la carga de fondo ya que se produce disturbios en el flujo (Gutiérrez, E. 2008).

3.2.6 Morfoscopía de los sedimentos

Se han realizado numerosos intentos para definir la forma de las partículas sedimentarias y estudiar los factores que intervienen en la forma de los granos. La forma de los clastos está controlada, tanto por el tipo de roca madre original, como por su historia geológica subsecuente.

Mientras que las rocas como la lutita y el esquisto originan partículas de formas tabulares u obladas, rocas isotrópicas como la cuarcita y el granito producen partículas de formas subesféricas u ovaladas (Selley, R.C. 1976). Para describir el aspecto geométrico de una partícula (forma, esfericidad y redondez) (figura 3.3) es necesario utilizar diversas relaciones geométricas:

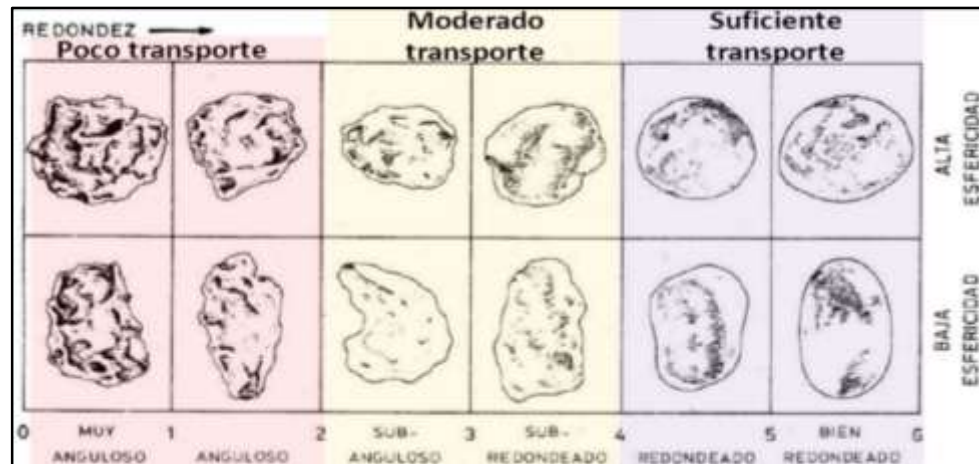


Figura 3.3 Comparación visual para estimar la redondez de las partículas sedimentarias según Power (1953) en Barredo S. (2019).

3.2.6.1 Forma

Es la medida relativa de las longitudes de los tres ejes ortogonales mayores de la partícula. Las clasificaciones más aceptadas para definir la forma de una partícula son la de Zing (1935) y la de Sneed y Folk (1958). Ambas se basan en la relación de las tres dimensiones de la partícula: Diámetro mayor (L ó a) -- Diámetro intermedio (I ó b) -- Diámetro menor (S ó c) (Márquez A. y Pérez A. 2017).

3.2.6.2 Esfericidad

Es el grado en que la partícula se aproxima a una esfera perfecta. Para sedimentos no consolidados, la esfericidad se puede obtener matemáticamente con base en sus dimensiones por medio de Sneed y Folk, (1958) (Márquez A. y Pérez A. 2017).

3.2.6.3 Redondez

Se define como la suavidad de los ángulos o esquinas de la partícula. A medida que una partícula clástica adquiere mayor redondez, será más fácilmente transportada.

La esfericidad y la redondez son propiedades independientes entre sí (Márquez A. y Pérez A. 2017).

3.2.7 Mapa geológico

Es una representación de los accidentes geológicos de la tierra en un plano. Los mapas son una herramienta de uso extendido en la investigación, ubicación y en el estudio porque nos ofrecen una representación geográfica del planeta tierra proyectada en una superficie plana. En tanto, el concepto de geológico refiere a todo aquello vinculado o propio a la geología. La geología es la ciencia por excelencia que se ocupa del estudio de la tierra, su origen su constitución y los materiales que la componen por dentro y por fuera (Puerta, R. et al. 2011).

Según los autores nos acercan una representación pormenorizada de todos los accidentes geológicos presentes en la superficie terrestre, tal es el caso de los tipos de rocas presentes, las formaciones geológicas, las deformaciones de las estructuras geológicas como son foliaciones, fallas y pliegues, entre otros.

3.3 Definición de términos básico

3.3.1 Caudal

Se denomina caudal en hidrografía, hidrología y, en general, en geografía física, al volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados. Se refiere fundamentalmente al volumen hidráulico de la escorrentía de una cuenca hidrográfica concentrada en el río principal de la misma (Martínez, E. 2001).

3.3.2 Diaclasa

Las diaclasas son fracturas a lo largo de las cuales no se ha producido desplazamiento apreciable. Aunque algunas diaclasas tienen una orientación aleatoria, la mayoría se produce en grupos aproximadamente paralelos (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.3.3 Diques

De acuerdo a Hobbs, B. y Means, W. (1981) define los diques como estructuras tabulares de origen magmático. Las rocas de diques pertenecen al grupo de rocas intrusivas o hipabisales.

3.3.4 Erosión

La erosión en sentido amplio es un conjunto de procesos que tienden a arrasar la superficie terrestre para conseguir una superficie de igual potencial gravitatorio o, lo que es casi lo mismo, para tender a reducir a cero la energía potencial sobre la superficie terrestre. Esta idea, lleva implícita la noción de que la erosión tiene a eliminar masa de las zonas elevadas, que luego será acarreada hacia zonas deprimidas por procesos posteriores (como el transporte) (Dabrio, C. y Hernando, S. 2003).

3.3.5 Foliación

El término foliación se refiere a cualquier disposición planar (casi plana) de los granos minerales o los rasgos estructurales del interior de una roca. Aunque hay foliación en algunas rocas sedimentarias e incluso en unos pocos tipos de rocas ígneas, es una característica fundamental de las rocas que han experimentado metamorfismo regional, es decir, unidades rocosas que se han plegado y se han deformado

enormemente. En los ambientes metamórficos, la foliación es provocada, en última instancia, por los esfuerzos compresivos que acortan las masas rocosas, haciendo que los granos minerales de las rocas preexistentes desarrollen alineamientos paralelos o casi paralelos (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.2.6 Meteorización

Puede definirse como el conjunto de procesos que atacan a las rocas en superficie disgregándolas en partículas y en sustancias químicas en disolución. En la meteorización intervienen muchos factores, unos propios de las rocas, tales como composición mineralógica, compacidad, tamaño de grano, tipo y grado de fracturación, entre otros, y otros propios del entorno, entre los que pueden citarse: temperatura, humedad, relieve, clima en general, seres vivos, entre otros (Dabrio, C. y Hernando, S. 2003).

3.3.7 Roca

Es un agregado de uno o más minerales sólidos, con propiedades físicas y químicas definidas, que se agrupan de forma natural. Forman la mayor parte de la tierra y su importancia en el área geocientífica, radica en que contienen el registro del ambiente geológico del tiempo en el que se formaron. La petrología es la rama fundamental de la Geología que estudia las rocas, su origen, el modo de ocurrencia, la composición, la clasificación y sus relaciones con los procesos geológicos de la historia de la tierra. Las rocas se clasifican según su modo de formación u origen en otros grupos: Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas, y cada grupo contiene a su vez gran variedad de tipos de roca que difieren entre sí por su composición y textura (Mexicano S. G. 2017).

3.3.8 Suelo

Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento (Gómez, M. 2014).

3.3.9 Sedimentos

Los sedimentos, la materia prima de las rocas sedimentarias, se acumulan en capas en la superficie de la Tierra. Son materiales que se forman a partir de rocas preexistentes por los procesos de meteorización. Algunos de estos procesos fragmentan físicamente la roca en piezas más pequeñas sin modificar su composición. Otros procesos de meteorización descomponen la roca, es decir, modifican químicamente los minerales en otros nuevos y en sustancias fácilmente solubles en agua (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.3.3 Sills

Son intrusiones laminares de disposición subhorizontal, que suelen ser concordantes con la estructura de la roca encajante. A diferencia de los diques, su extensión o propagación lateral puede ser muy grande mientras que su crecimiento en la vertical es muy inferior, dando lugar a cuerpos intrusivos sencillos (Hobbs, B. y Means, W. 1981).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva según Arias, F. (2012) “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su escritura y comportamiento.”

Dentro de este orden de ideas esta investigación es descriptiva, ya que se establecen características litológicas, geomorfológicas, topográficas, estructural a través de la exploración en campo; obteniendo así las características del suelo y rocas que son necesarios para el estudio de su comportamiento.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño según Arias, F. (2012) “es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado”.

Según el autor se clasifica en: Investigación de campo y documental.

4.2.1 Diseño de la investigación de campo

El diseño o estrategia adoptada en este trabajo, corresponde con la investigación de campo, según el autor citado la define como:

Según Arias, F. (2012) “En la investigación de campo el autor la refiere como aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene información, pero no altera las condiciones existentes”.

Por esta razón, esta investigación es de campo ya que para lograr los objetivos trazados fue necesario trasladarse al área de estudio y de esta manera conocer los parámetros mínimos que se encuentran en ella, necesarios para el desarrollo de las actividades contempladas en la caracterización sedimentológica y estructural de un tramo del río Candelaria en su cuenca media, sector prado del este, parroquia Panapana municipio Angostura del Orinoco estado Bolívar.

4.2.2 Diseño de investigación documental

La investigación documental “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir de los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas” (Arias, F. 2012).

En relación a la idea anterior, este estudio cumple con un diseño documental en el que se efectuó, una recopilación e interpretación de la información bibliográfica basadas en las bases teóricas. Seguido de una recopilación e interpretación de la información cartográfica proporcionada por los mapas topográficos y geológicos existentes en el área de estudio, la cual es fundamental para tener una visión espacial del área de estudio.

4.3 Población y muestra de la investigación

4.3.1 Población de la investigación

Arias, F. (2012) “la población es el conjunto finito o infinito de unidades de análisis, individuos objetos o elementos que se someten a estudio; pertenecen a la investigación y son la base fundamental para obtener la información”.

En el presente caso se consideró como población de la investigación todos los afloramientos y características de los materiales en un tramo de su parte media del lecho del cauce; además de las riberas del río Candelaria, así como también las características del flujo presente.

4.3.2 Muestra de la investigación

Arias, F. (2012) “la muestra es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto, permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido.

La muestra de esta investigación son 12 muestras de las cuales 8 son de sedimentos que se recolectaran del cauce del río Candelaria y de calicatas. Las otras 4 son de los afloramientos presentes en el área de estudio.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información (Arias, F. 2012).

Ahora bien, la aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser guardada en un medio material de manera que los datos pueden ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente. A dicho soporte se le denomina un instrumento (Arias, F. 2012).

4.4.1. Revisión bibliográfica

Como lo expresa Balestrini, (2002): “la revisión Literaria es el fundamento de la parte teórica de la investigación y permite conocer a nivel documental las investigaciones relacionadas con el problema planteado”.

Por esta razón, para el desarrollo de esta investigación fue necesario acudir a fuentes bibliográficas con la finalidad de extraer información para complementar la información acerca del tema y el área en estudio. Obteniendo esta información mediante la revisión de material bibliográfico como: tesis, manuales de la organización, textos, hojas cartográficas e informes.

4.4.2. Observación directa

Para Arias, F. (2012), la observación directa “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”.

En esta investigación, la observación directa se usó para identificar las características físico-naturales como lo es el clima, fauna, vegetación entre otras. Teniendo en cuenta además las características litológicas, geomorfológicas y estructurales presentes en el área de estudio.

4.4.3. Instrumentos para la recolección de datos

Para llevar a cabo la presente investigación fue necesario la siguiente instrumentación:

- 1) GPS
- 2) Calculadora
- 3) Equipos informáticos (computador, impresora, memoria portátil y teléfono)
- 4) Programas de diseño asistidos por el computador.
- 5) Libreta de campo
- 6) Pico
- 7) Pala
- 8) Peinilla
- 9) Brújula
- 10) Bolsas para muestras
- 11) Cinta métrica
- 12) Marcadores y lápices

4.5 Flujoograma de la investigación

Se presenta a continuación el flujoograma que corresponden con las actividades planteadas, donde se aprecian los procesos a seguir para la validación del estudio realizado.

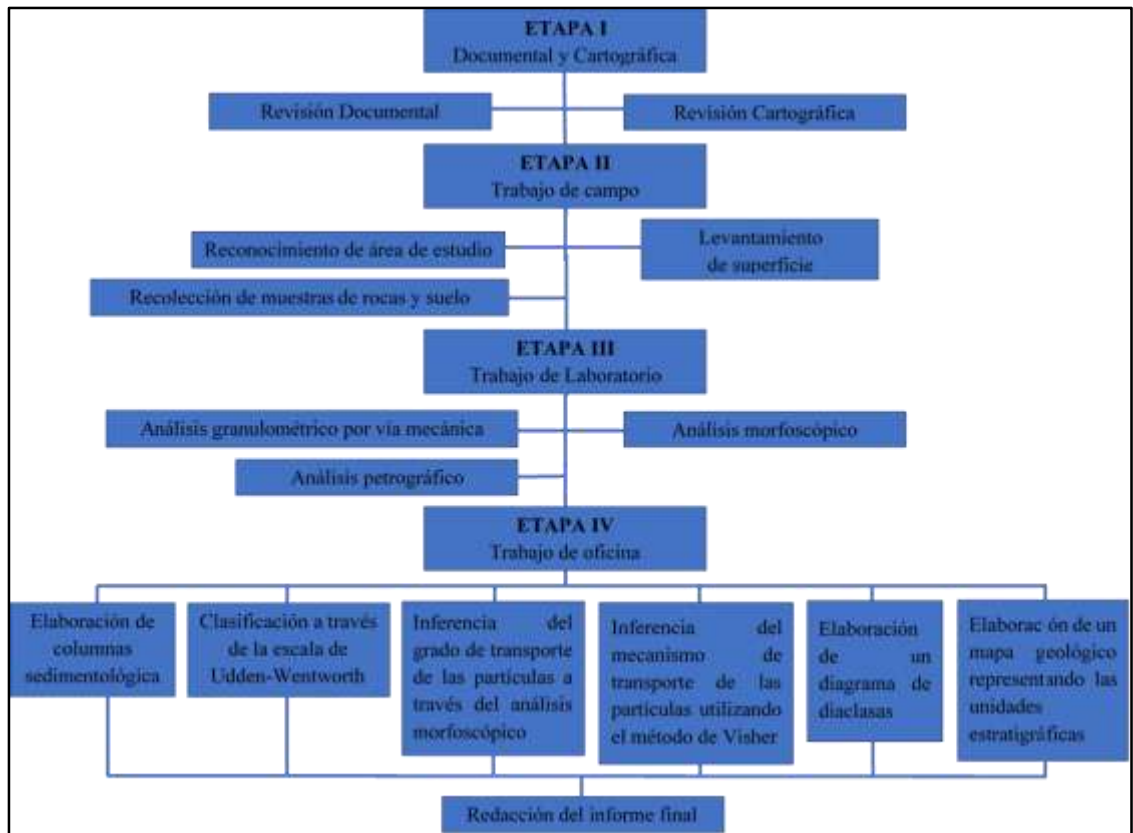


Figura 4.1 Flujograma de la investigación

4.6 Procedimiento para el logro de los objetivos

A continuación, se describirá la metodología que ha sido esquematizada en el flujograma antes presentado.

4.6.1 Etapa I documental y cartográfica

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

4.6.1.1 Revisión documental

Esta etapa de la investigación se llevó a cabo buscando información relacionada al tema en estudio como; en textos, tesis de grado impresa y virtual, referencias electrónicas (páginas web), que tratan sobre la geología y trabajos geológicos, realizados en zonas cercanas al área de estudio, algunas de las informaciones obtenidas fueron proveniente de la base de datos y documentación de la Universidad de Oriente núcleo Bolívar (UDO), también de la C.V.G técnica minera (TECMIN) y los datos climatológicos obtenidos del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana, (FAV) de Ciudad Bolívar.

4.6.1.2 Revisión cartográfica

Esta etapa de trabajo se llevó a cabo revisando la cartográfica de la zona de estudio mediante el mapa geológico de la hoja Marhuanta N° 7540 a escala 1:100.000 elaborado por Murillo N. (2005), y el mapa geológico de Venezuela parte norte a escala 1:750.000 de U.S Department of the Interior; U.S. Geological Survey (USGS), preparado en cooperación con la fundación venezolana de investigaciones sismológica (FUNVISIS) y la escuela de geología, minas y geofísica de la universidad central de Venezuela (UCV).

Cabe considerar, por otra parte, las imágenes extraídas del software Google Earth 2022 y Google Maps con la finalidad de realizar el mapa geológico estructural y observar el relieve de la zona de estudio (figura 4.2).

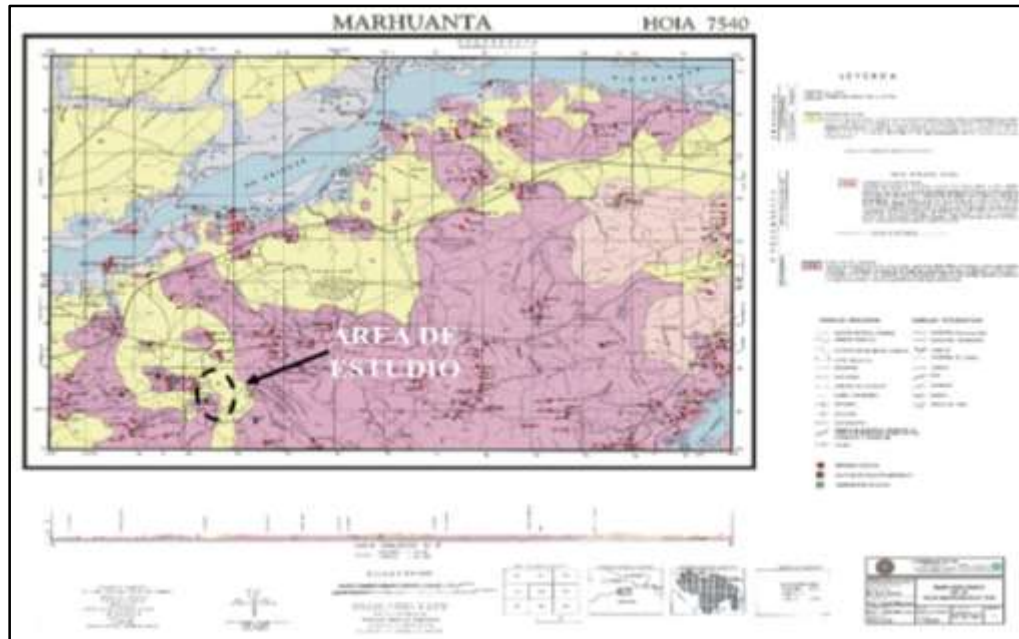


Figura 4.2 Mapa geológico de la hoja de Marhuanta N° 7540 a escala 1:100.000 (Murillo N. 2005)

4.6.2 Etapa II trabajo de campo

En esta etapa de la investigación se desarrollaron las actividades de campo sobre el cauce del río Candelaria y de los afloramientos, tales como: reconocimiento del área, levantamiento de los puntos con GPS y recolección de muestras. La actividad de campo abarco un día.

4.6.2.1 Reconocimiento del área de estudio

Consistió en realizar un reconocimiento geológico general de la zona en estudio, además de tomar fotografías, identificar las condiciones del terreno; la geología, geomorfología, hidrología, ubicación geográfica de los afloramiento, y del tramo de estudio del río Candelaria, además de la selección de áreas de fácil acceso y estado de las vías, todo esto, con la finalidad de determinar las características geológicas, sedimentológica y estructurales.

4.6.2.2 Levantamiento de superficie

En esta etapa, se realizó un levantamiento topográfico con un Geoposicionador Satelital (GPS), se tomaron puntos geográficos con sus respectivas coordenadas y elevaciones, con estos datos obtenidos se determinaron las posiciones, para la elaboración del mapa base. En la tabla 4.1 se muestran los puntos levantados en la zona de estudio y en la figura 4.3 una vista satelital de la distribución de los puntos levantados.

Tabla 4.1 Minuta de los puntos levantados en campo

Puntos	Sistema de coordenadas: Universal Transversal de Mercator, UTM (m) Datum: WGS84 Huso: 20	
	Este (m)	Norte (m)
P1-Cauce	457720.09	890567.33
P2-Cauce	457712.60	890574.17
P3-Cauce	457702.20	890579.13
P4-Cauce	457692.00	890583.00
P5-Cauce	457683.10	890589.43
P6-CA1	457683.79	890580.61
P7-CA2	457720.37	890558.36
P8-AF1	457747.05	890505.14
P9-AF2	457712.05	890539.24
P10-AF3	457638.73	890577.21



Figura 4.3 Vista satelital de la distribución de los puntos levantados

4.6.2.3 Recolección de muestras

Inicialmente se hizo un recorrido por la rivera izquierda del río Candelaria, observado donde se iban a tomar las muestras de sedimentos del cauce y calicatas. Estas muestras fueron analizadas, empaquetadas y etiquetadas en campo para luego ser procesadas mediante análisis granulométrico y morfoscopico.

Posterior a eso se realizó otro recorrido por los afloramientos, durante ese recorrido las muestras recolectadas fueron superficiales, debido a que el afloramiento se encontraba en su estado original. Dichas muestras de rocas se tomaron en diferentes partes del área de estudio, que fueron analizadas y etiquetadas en campo y posteriormente ser clasificadas mediante análisis petrográfico (figuras 4.4 y 4.5).



Figura 4.4 Toma de muestra en el cauce del río Candelaria en el punto (P3-Cauce E: 457702.20; N: 890579.13)



Figura 4.5 Muestras de rocas de los afloramientos observados

4.6.3 Etapa III trabajo de laboratorio

Esta etapa consistió en realizar ensayos técnicos de laboratorio a muestras de rocas y de sedimentos con el fin de determinar la petrografía y transporte de los sedimentos.

4.6.3.1 Análisis granulométrico

El análisis fue realizado en el laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN), región Guayana. El cual se realizó con la finalidad de clasificar texturalmente cada muestra, para ello se seleccionaron ocho (8) muestras de sedimento. Este ensayo determinó la granulometría de las muestras mediante el proceso mecánico de tamizado por vía húmeda. Teniendo en cuenta que la información obtenida de estos análisis se presenta mediante curvas granulométricas de frecuencia acumulada.

El análisis granulométrico consistió de la siguiente manera, cada muestra obtenida de las actividades de campo fue secada y disgregada para posteriormente homogeneizarla, cuartearla y tomar una muestra representativa del material para pesarla y luego tamizarla, lo cuales son agitados por medio mecánico y humedecido mediante la inyección de agua durante un período de tiempo de quince minutos, después se lleva para ser secada en el horno durante un tiempo de veinticuatro horas aproximadamente. Por consiguiente se determinó la masa de cada porción de la muestra y se procedió al cálculo de los porcentajes del material retenido en cada tamiz para la elaboración de las curvas granulométricas (figuras 4.6 y 4.7)



Figura 4.6 Etapa del análisis granulométrico. **A** cuarteado de muestra. **B** toma de muestra representativa del material cuarteado



Figura 4.7 Etapa del análisis granulométrico. **A** tamizado de la muestra. **B** inyección de agua a la muestra. **C** muestras secándose en el horno. **D** material retenido en cada tamiz.

4.6.3.2 Análisis morfoscópico

Para el estudio de la forma o redondez de las partículas se procedió a tomar la cantidad de material retenido en los tamices N° 35, N° 70 y N°100 de las muestras pertenecientes a las calicatas y sedimentos del cauce. Seguidamente, se contaron 200 partículas observándolas a través del microscopio (figura 4.9).



Figura 4.8 Conteo de las partículas en el microscopio

4.6.3.3 Análisis petrográfico

El análisis petrográfico consistió en el estudio de rocas en secciones delgadas, con la finalidad de definir el tipo de roca, aspecto descriptivo, composición mineralógica y su estructura. Estas secciones delgadas fueron realizadas en el Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN) región Guayana. Se realizó de la siguiente manera:

Se le realiza un corte a la muestra de la cual se obtiene una laja para secciones delgadas que tendrá medidas aproximadas a 2 cm^2 ($2 \times 1\text{ cm}^2$) y un espesor de 100 micras. Las secciones delgadas se tallan sobre una placa de vidrio con agua y abrasivo

grueso, de modo que queden labradas, planas y brillantes (no pulimentadas). Después de lavar y secar bien la lámina, se pega por el lado brillante con bálsamo de Canadá, previamente hervido, sobre un portaobjetos y se talla por el otro lado sobre una plancha de vidrio con un abrasivo fino hasta alcanzar el grado de finura necesario (32 micras de espesor entre el cobre objeto y la muestra).



Figura 4.9 Etapas del análisis petrográfico realizado a la muestras

4.6.4 Etapa III trabajo de oficina

4.6.4.1 Columnas sedimentológicas

Con la toma de muestras del área de estudio se realizó el levantamiento de base a tope de las columnas sedimentológicas donde se observan los estratos, el tamaño de grano, las estructuras sedimentarias, coloración, y espesores de cada estrato. La interpretación de todos estos datos conlleva a inferir los distintos procesos y/o eventos geológicos responsables de la deposición y comportamiento textural de las partículas.

Las columnas se elaboraron con el Software AutoCad 2012, Este formato consta del título de la columna sedimentológica, litologías presentes, estructuras sedimentarias, el espesor en centímetros y las observaciones presentes. En total realizaron dos (2) columnas una por cada estación. Cabe señalar que ambas se realizaron en la ribera izquierda del río Candelaria y fueron geoposicionada mediante un GPS.

4.6.4.2 Clasificación de los sedimentos

La clasificación se realizó utilizando la escala propuesta por Udden- Wentworth (1922), mostrada en la figura 3.2 del capítulo 3, el cual clasifica los sedimentos según el tamaño y tipo de sedimentos, partiendo de las curvas granulométricas de frecuencia acumulada obtenidas del análisis granulométrico vía húmeda.

4.6.4.3 Inferencia del grado de transporte

Para clasificar las partículas usamos la imagen de comparación visual Powers (1953) mostrada en la figura 3.3 del capítulo 3, donde se logró clasificar las muestras ya sea en muy angulosas, angulosas, sub-angulosas, sub-redondeadas, redondeadas o bien redondeadas, según corresponda.

Luego se generó un histograma, donde el eje de las ordenadas (Y) representará el porcentaje de partículas y el eje de las abscisas (X) la forma de las partículas. El mismo permitió realizar un análisis cualitativo del grado de transporte que han sufrido las partículas.

4.6.4.4 Descripción de los mecanismos de transporte

En este sentido se utilizó los criterios de Visher con base en las características de las curvas granulométricas de las muestras tomadas relacionando el porcentaje retenido acumulado en el eje de las ordenadas versus el diámetro de las partículas en el eje de las abscisas.

4.6.4.5 Diagrama de diaclasas

Esta etapa comprendió la elaboración del diagrama de diaclasa en función de los datos recolectados en campo, utilizando brújula. Se realizó con el programa computarizado Roseta 2.0 donde se representó los datos de direcciones de los rumbos generales de estructuras tabulares como diques y de planos tectónicos como diaclasas.

4.6.4.6 Mapa geológico

Esta etapa comprendió la elaboración del mapa geológico en función de las coordenadas U.T.M, de los datos recolectados en campo, utilizando un GPS, brújula, el mapa geológico de la hoja Marhuanta N° 7540 a escala 1:100.000 y la imagen del software Google Earth 2022, sobre esta imagen se hizo una extracción de la superficie con el programa computarizado AutoCAD Civil 3D 2012 Metric, que es una herramienta de trabajo que permitió generar las curvas de nivel y luego estas son exportada a AUTOCAD 2012, para realizar el mapa geológico con el propósito de representar las condiciones topográficas presentes en la zona de estudio.

4.6.4.7 Redacción del informe final

Una vez revisado todas las etapas de la exploración, y luego de la interpretación y estudio de datos e informaciones recopiladas en oficina, se procedió a redactar el

informe final de acuerdo al manual de grado de la universidad de oriente (UDO), núcleo Bolívar del año 2020 en el cual se ve plasmado el contenido y los procesos por medio de los cuales se desarrolló el trabajo de investigación seguido de las conclusiones y recomendaciones finales, cumpliendo con los objetivos propuestos.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Unidades geológicas y estructuras presentes en el área de estudio

Por medio de la inspección de campo se logró la identificación de las unidades litológicas y estructuras geológicas presentes en el sector Prado del Este, específicamente en la parte media del río Candelaria de la rivera izquierda. Por otra parte mediante el levantamiento geológico realizado se elaboró una minuta de campo la cual en la tabla 5.1 se muestra la estación levantada, nomenclatura usada, descripción del afloramiento, muestras tomadas y su respectiva coordenada UTM.

Tabla 5.1 Estaciones geológicas levantadas durante las actividades de campo

Estación	Nomenclatura de la estación	Descripción del afloramiento	Muestras tomadas	Coordenadas UTM Huso 20	
				Este (m)	Norte (m)
8	P8-AF1	Se observa un afloramiento granítico de color negro claro a beige y se presenta foliado con una pátina, producto del intemperismo. En este se observaron dos tipos de rocas. Un Gneis Monzogranítico de color beige dónde se tomó la muestra M1; y la segunda un Gneis Tonalítico dónde se tomó la muestra M2 de color beige con tonos amarillentos. Cabe señalar que se observaron una familia de diaclasas al que se le midió el diaclasamiento: D1: Rumbo N15°E; D2: Rumbo N48°E; D3: Rumbo N50°E todas con buzamiento vertical. La foliación medida tiene rumbo N46°E y debe señalarse la presencia de un plegamiento suave.	M1 y M2	457747.05	890505.14
9	P9-AF2	Se observa un afloramiento de Sienogranito de color rosado sin presencia de foliación, y familias de diaclasas con dirección de diaclasamiento: D1: Rumbo N40°E; D2: Rumbo N70°W D3: Rumbo N80°W D4: Rumbo N34°W También se observó un Sills de cuarzo de 4 cm aproximadamente.	M3	457712.05	890539.24
10	P10-AF3	Se observa un afloramiento de Sienogranito de color rosado sin presencia de foliación, además de una familia de diaclasas a la cual se le midió el diaclasamiento: D1: Rumbo N60°W; D2: Rumbo N-S.	M4	457638.73	890577.21

De la información analizada de la minuta de campo de las estaciones levantadas del área de estudio. Se concluye que se encuentran Gneises y Sienogranito bastante diaclasados.

5.1.1 Unidades geológicas

La zona de estudio es caracterizado por presentar rocas graníticas pertenecientes al complejo Imataca; que estas se encuentran en grandes afloramientos y bloques dispersos de diferentes tamaños además están rodeados de suelos residuales, producto de la meteorización de las rocas pertenecientes de dicho complejo. El primer afloramiento analizado está representado por dos tipos de rocas graníticas de diferente tamaño de grano, la primera es un Gneis Monzogranítico de grano fino y la segunda un Gneis Tonalítico de grano fino a medio.

En el segundo y tercer afloramiento se encuentra la misma litología un Sienogranito con diferencia en su tamaño de grano ya que en la segunda es de grano variado (<2 cm) y en el tercero es de grano medio a grueso (<1 cm). Es de resaltar que en el segundo afloramiento hay presencia de Sills de cuarzo. Cabe considerar, por otra parte que en el área de estudio también están presentes los sedimentos recientes que están representados por los coluviones y aluviones recientes, teniendo en cuenta que los suelos están cubiertos por abundantes fragmentos de rocas de diferentes tamaños y que además presentan texturas arenosas en superficie.

5.1.2 Estructuras geológicas

En función al reconocimiento geológico de los afloramientos se pudieron observar diferentes estructuras geológicas primarias y secundarias. De las primarias tenemos intrusivas y extrusivas.

De las intrusivas se observó el Sills de cuarzo y de la extrusiva la familia de diaclasa. Con respecto a la secundaria fueron las foliaciones.

5.2 Levantamiento de columnas sedimentológicas

Para describir los sedimentos del tramo estudiado del río Candelaria, se realizaron dos columnas sedimentológicas, el cual en la tabla 5.2 se presentan las coordenadas de cada una de las calicatas realizadas en el área estudiada para tener conocimiento de los puntos en los que se ubican.

Tabla 5.2 Coordenadas de ubicación de las muestras de suelos

Estación	Nomenclatura de la estación	Nº de Estratos	Coordenadas UTM Huso 20		Observación
			Este (m)	Norte (m)	
6	P6-CA1	2	457683.79	890580.6 1	Calicata 1
7	P7-CA2	1	457720.37	890558.3 6	Calicata 2

Las columnas sedimentológicas se describirán de base a tope como se muestra a continuación.

5.2.1 Calicata 1 (P6-CA1)

En la calicata 1, se presenta una columna de 40 cm de profundidad. Donde podemos apreciar en la base arena de grano fino a medio de color marrón oscuro con tonos rojizos producto de la oxidación de hierro de unos 32 cm de espesor a esta profundidad aún podemos notar gran presencia de raíces, y posteriormente en el tope arena de grano medio a grueso con presencia de limo de color amarillo oscuro y con tonalidades de color blanco a llegar a tonos grises en superficie (figura 5.1).



Espesor Acumulado (cm)		Espesor (cm)	Litología	Toma de muestra	Estructuras sedimentaria	Observaciones
		8		CA1-M2	No se observaron	arena de grano medio a grueso con presencia de limo de color amarillo oscuro y con tonalidades de color blanco
40		32		CA1-M1	No se observaron	Arena de grano fino a medio de color marrón oscuro con tonos rojizos producto de la oxidación de hierro, a esta profundidad aún podemos notar gran presencia de raíces

Figura 5.1 Columna sedimentología P6-CA1

5.2.2 Calicata 2 (P6-CA2)

En la calicata 2, se presenta una columna de 35 cm de profundidad. Donde podemos apreciar un solo estrato de arena fina a media con limo de color marrón claro y con tonalidades blanco a grisáceo, presenta tonos rojizos producto de la oxidación de hierro, a esta profundidad aún podemos notar gran presencia de raíces (figura 5.2).

Espesor Acumulado (cm)		Espesor (cm)	Litología	Toma de muestra	Estructuras sedimentaria	Observaciones
35		35		CA2-M1	No se observaron	Arena fina a media con limo de color marrón claro y con tonalidades blanco a grisáceo, presenta tonos rojizos producto de la oxidación de hierro, se puede notar gran presencia de raíces.

Figura 5.2 Columna sedimentología P7-CA2

5.3 Clasificación de sedimentos según la escala de Udden- Wentworth

Para la clasificación textural de los sedimentos del río Candelaria, mediante la escala Udden- Wentworth, se realizaron ocho (8) análisis granulométricos por tamizado vía húmeda como se observa en el apéndice A, cuyos resultados se presentan de forma simplificada en la tabla 5.3.

Tabla 5.3 Clasificación textural de los sedimentos mediante la escala de Udden- Wentworth.

Unidad Geológica Provenientes	Nomenclatura de la estación	Muestra Tomada	Clasificación Textural
Sedientos recientes del fondo del río Candelaria	P1-Cauce	M1	Arena gruesa a muy gruesa
	P2-Cauce	M2	Arena media a gruesa
	P3-Cauce	M3	Arena gruesa a muy gruesa
	P4-Cauce	M4	Arena gruesa a muy gruesa
	P5-Cauce	M5	Arena media a gruesa
Formación mesa	P6-CA1	CA1- E1	Arena fina a media
		CA1-E2	Arena media a gruesa
	P7-CA2	CA2-E1	Arena fina a media

De acuerdo a la tabla anterior se pudo observar que los sedimentos recientes del fondo del río Candelaria se caracterizan por arenas gruesas a muy gruesa y arenas media a gruesa. Mientras que la formación mesa se caracterizan por arena fina a media y arena media a gruesa.

5.4 Inferencia de grado de transporte de las partículas

Los análisis de la forma de las partículas se le realizó a 8 muestras de sedimentos del tramo estudiado del río Candelaria. Para este estudio se utilizaron los sedimentos retenidos en los tamices N° 35, N° 70 y N° 100. Como se muestran en las figuras 5.3 hasta el 5.8, cuyas tablas porcentuales se detallan en el apéndice B, la clasificación se realizó usando la imagen de comparación visual Powers (1953).

En la figura 5.3 de la distribución de la morfoscopía de los sedimentos del cauce del tamiz N° 35 se puede observar que las partículas más predominantes son angulosa en un rango de (60% - 74%) y sub-angulosas (58% - 80%). Y en menos proporción tenemos las sub-redondeadas (20% - 45%), muy angulosa (20% - 30%) y redondeado (2% - 14%).

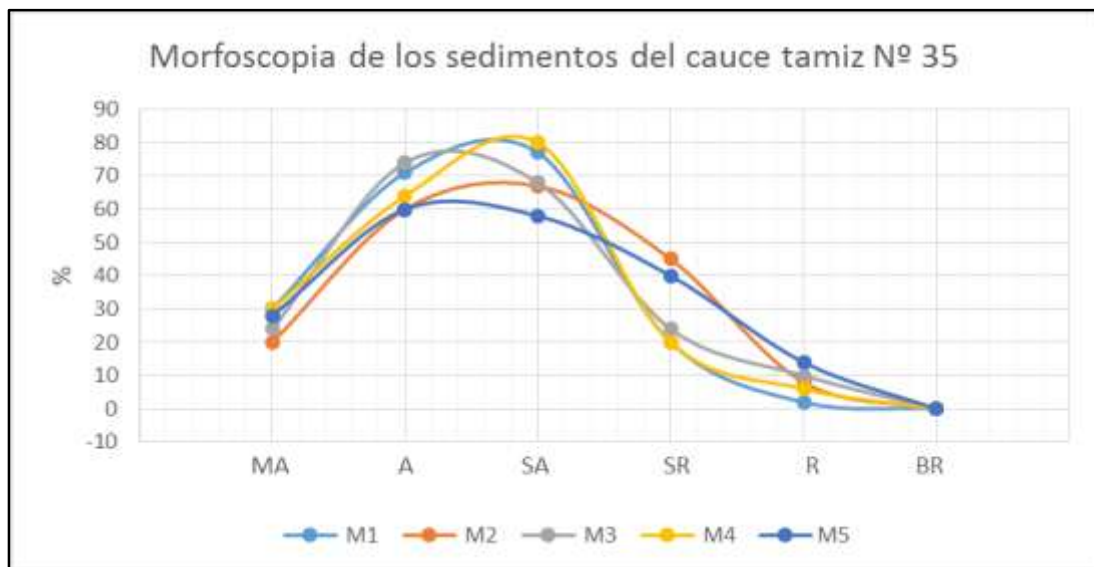


Figura 5.3 Distribución de la morfoscopía de los sedimentos del cauce tamiz N° 35

La distribución de la morfoscopía de los sedimentos de las calicatas del tamiz N° 35 se puede notar que las partículas más predominantes son angulosa en un rango de (47% - 72%) y sub-angulosas (66% - 82%). Y en menos proporción tenemos las sub-redondeadas (26% - 60%), muy angulosa (14% - 32%) y redondeado (8% - 16%) (figura 5.4).



Figura 5.4 Distribución de la morfoscopia de los sedimentos de las calicatas tamiz N° 35

En la figura 5.5 de la distribución de la morfoscopia de los sedimentos del cauce del tamiz N° 70 se puede observar que las partículas más predominantes son sub-angulosas en un rango de (40% - 74%), y sub-redondeadas (8% - 98%). Y en menos proporción tenemos las angulosas (0% - 108%), muy angulosa (0% - 20%), redondeado (0% - 66%) y bien redondeados (0% - 4%).

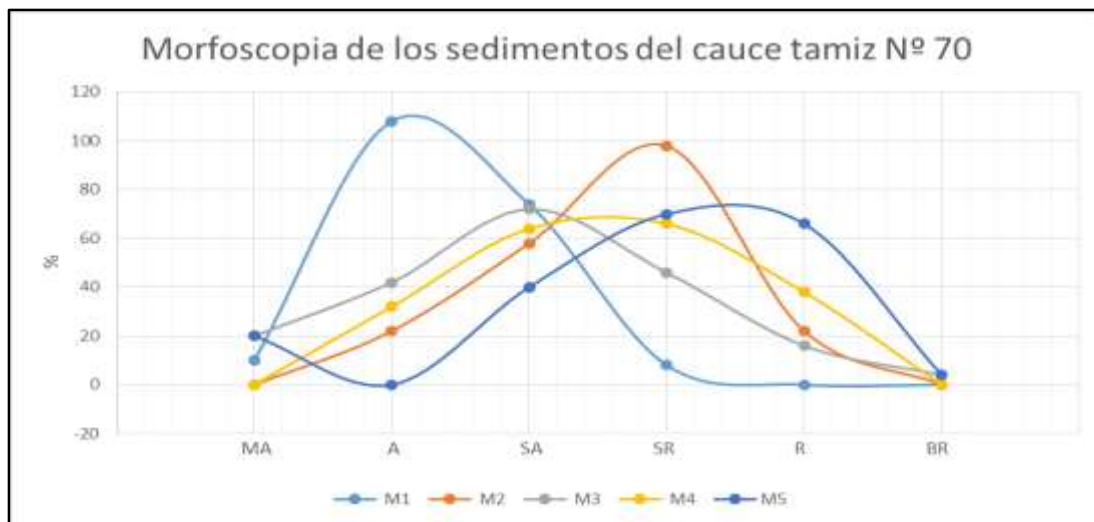


Figura 5.5 Distribución de la morfoscopia de los sedimentos del cauce tamiz N° 70

La distribución de la morfoscopia de los sedimentos de las calicatas del tamiz N° 70 se puede notar que las partículas más predominantes son sub-angulosas en un rango de (60% - 65%) y sub-redondeadas (60% - 92%). Y en menos proporción tenemos la redondeado (29% - 40%), angulosa (14% - 30%), muy angulosa (0% - 26%) y bien redondeados (0% - 2%) como se observa en la figura 5.6.

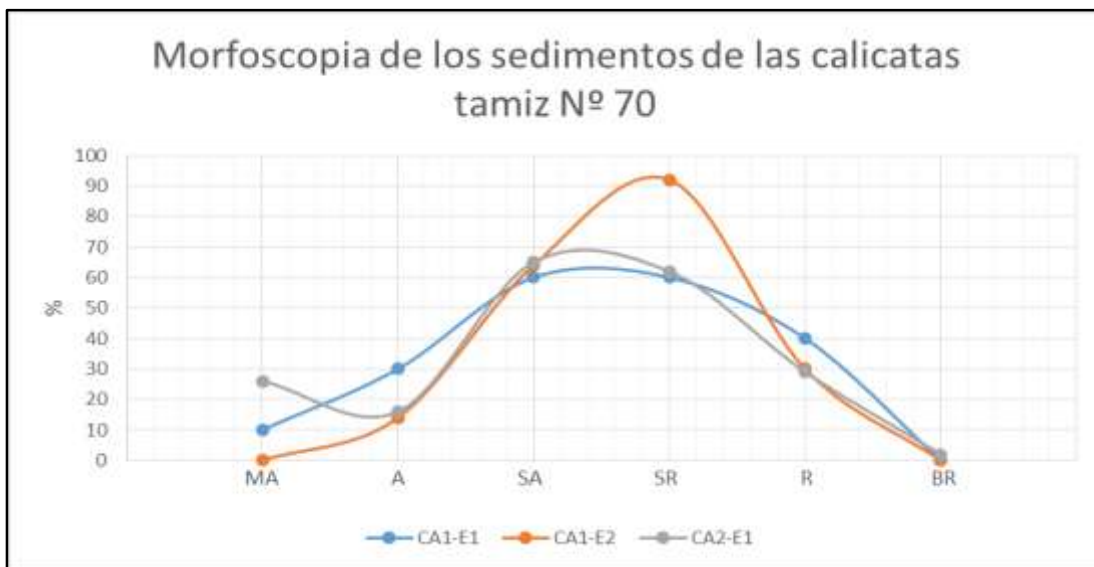


Figura 5.6 Distribución de la morfoscopia de los sedimentos de las calicatas tamiz N° 70

En la figura 5.7 de la distribución de la morfoscopia de los sedimentos del cauce del tamiz N° 100 se puede observar que las partículas más predominantes son sub-angulosas en un rango de (36% - 106%), y sub-redondeadas (38% - 104%). Y en menos proporción tenemos las angulosas (24% - 60%), redondeado (16% - 42%), muy angulosa (0% - 20%) y bien redondeados (0% - 9%).

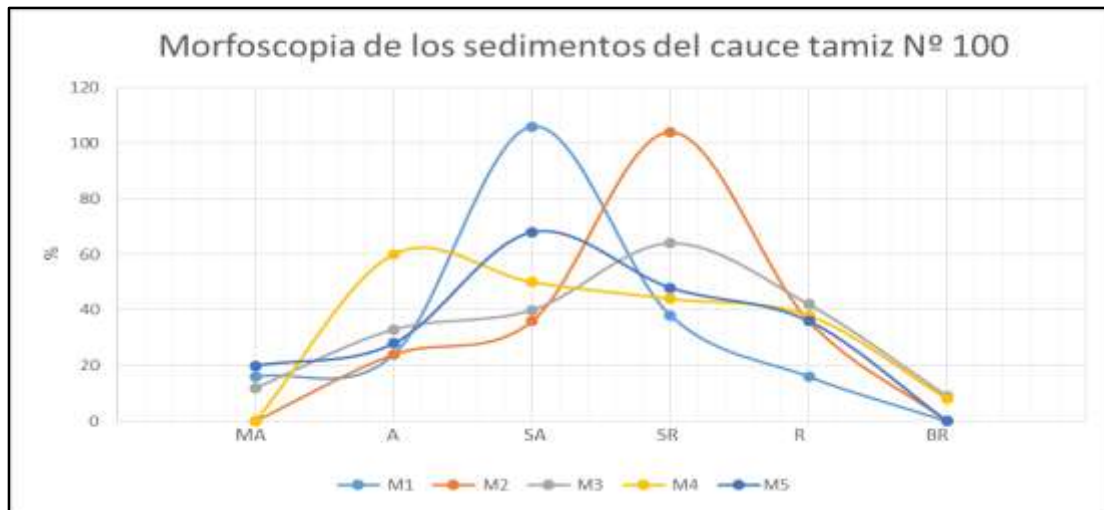


Figura 5.7 Distribución de la morfoscopia de los sedimentos del cauce tamiz N° 100

La distribución de la morfoscopia de los sedimentos de las calicatas del tamiz N° 100 se puede notar que las partículas más predominantes son sub-redondeadas en un rango de (28% - 90%), sub-angulosas (40% - 61%) y redondeado (36% - 70%). Y en menos proporción tenemos la angulosa (0% - 42%), muy angulosa (0% - 22%) y bien redondeado (0% - 11%) como se observa en la figura 5.8.

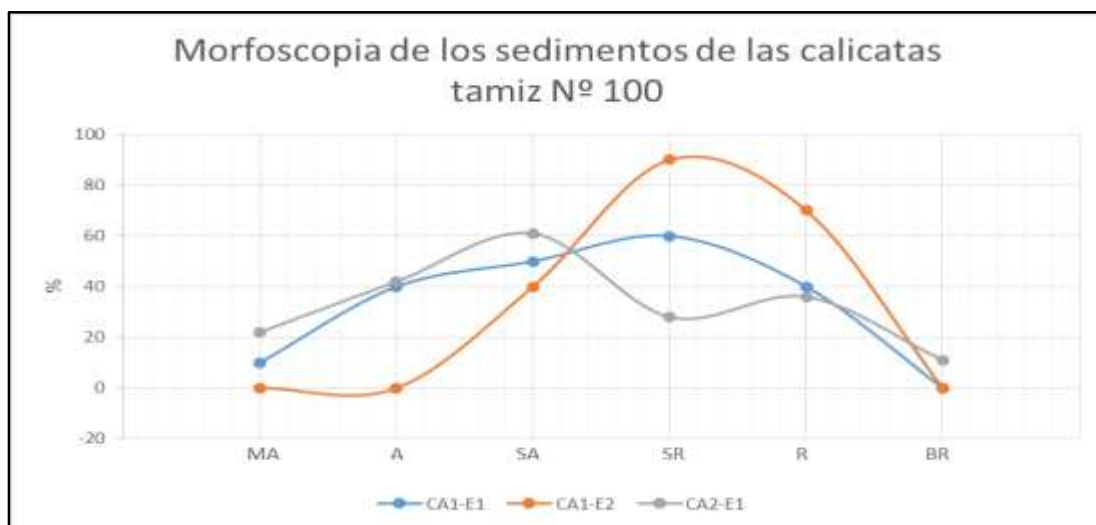


Figura 5.8 Distribución de la morfoscopia de los sedimentos de las calicatas tamiz N° 100

De acuerdo a las distribuciones observadas de las figuras 5.3 hasta la 5.8 los resultados de los sedimentos del fondo del cauce y calicatas fueron similares. Cabe destacar que los análisis indican que las muestras colectadas en el tramo en estudio del río Candelaria sector Prado del Este, presentan formas predominantemente de angulosas, sub-angulosas, sub-redondeadas y redondeadas, de lo cual se puede inferir que los sedimentos han sufrido un moderado transporte.

Por ende se puede decir que el recorrido de estas partículas no ha sido extenso ya que no cumplen con los criterios de una madurez textural y una buena selección en cuanto al tamaño de granos y un buen escogimiento.

En la figura 5.9 se muestra el promedio general del análisis de los sedimentos para el tamiz N° 35 donde se puede notar que el de mayor predominancia es sub-anguloso con el 70.5% y anguloso 62.5% y en menor observamos los sub-redondeados con el 33%, muy anguloso 24% y redondeado 9%.

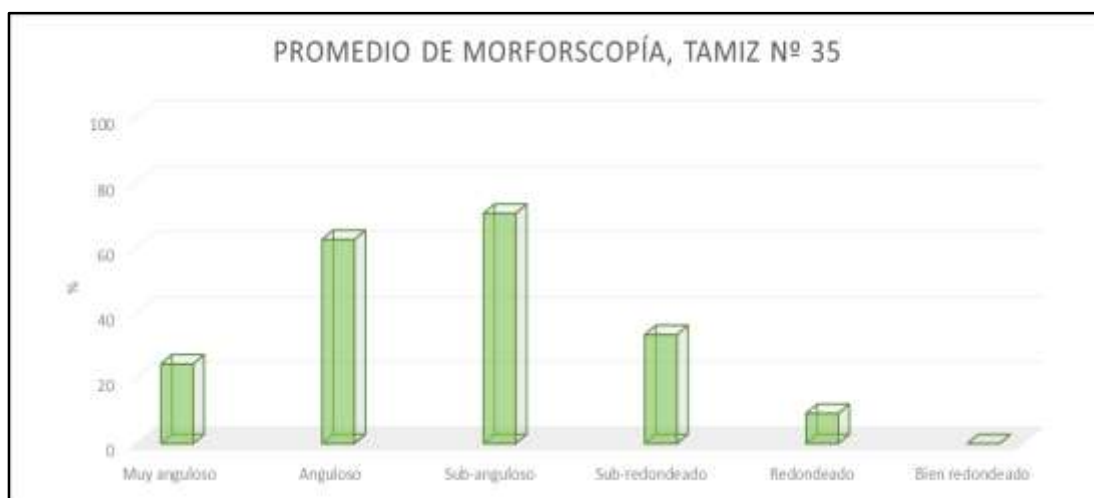


Figura 5.9 Promedio general de la morfoscopia tamiz N° 35

El promedio general del análisis de los sedimentos para el tamiz N° 70 se puede observar que el de mayor predominancia es sub-redondeados con el 63% y sub-

anguloso con 62%. Mientras que en menor se tienen los anguloso con el 33%, redondeado 30%, muy anguloso 11% y bien redondeado con el 1% como se puede (figura 5.10).

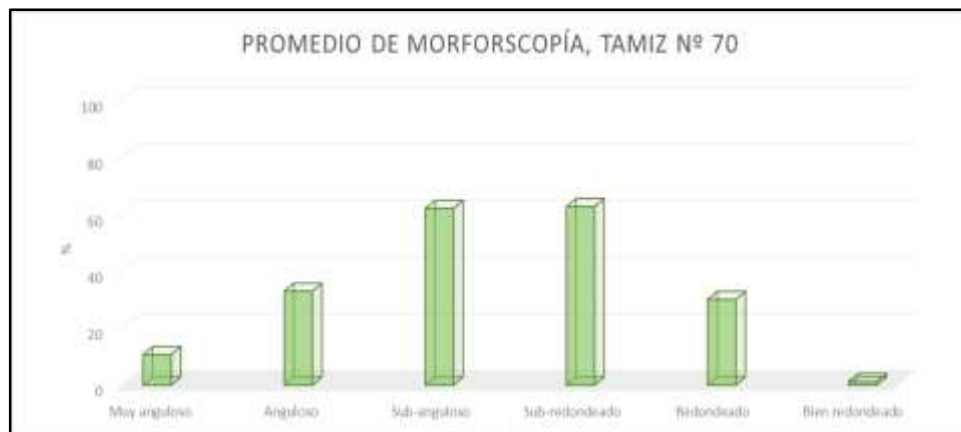


Figura 5.10 Promedio general de la morsfoscopia tamiz Nº 70

En la figura 5.11 se muestra el promedio general del análisis de los sedimentos para el tamiz Nº 100 donde se puede notar que el de mayor predominancia es sub-redondeados con el 60% y sub-anguloso con 56% y en menor observamos lo redondeado 39%, anguloso 31%, muy anguloso 10% y bien redondeado con el 4%.

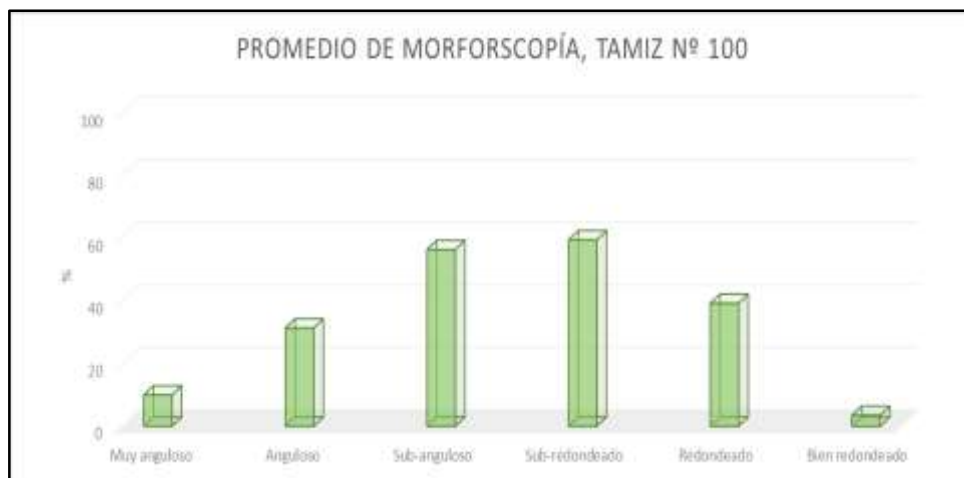


Figura 5.11 Promedio general de la morsfoscopia tamiz Nº 100

5.5 Mecanismos de transporte de sedimentos

Una vez construidas las curvas granulométricas basadas en el porcentaje retenido acumulado y trazado las tangentes a las curvas (Apéndice C), se determinan las fracciones de los sedimentos de acuerdo al tipo de movimiento, mediante el cual se transportan las partículas por medio de la tracción, saltación y suspensión. Para determinar estos mecanismos de transporte del río Candelaria se utilizó el método de Visher, donde se realizó la interpretación a ocho muestras.

En ese sentido, se puede observar en la tabla 5.4 las distintas fracciones de los sedimentos según la modalidad de movimiento mediante el cual se transportan. Donde se puede notar que el mecanismo predominante de transporte ocurre por saltación en un rango de (0.22mm – 1.80mm) para los sedimentos del cauce, mientras que las partículas movilizadas por suspensión oscilan en un rango de (0.075mm – 0.85mm) y por tracción no se observaron. Para las calicatas de igual forma el mecanismo predominante ocurre por saltación en un rango de (0.21mm – 0.85mm) mientras que las partículas movilizadas suspensión oscilan entre (0.075mm – 0.22mm) y por tracción en un rango (0.85mm – 1.80mm).

Tabla 5.4 Fracción que se moviliza de acuerdo al mecanismo de transporte según Visher.

Muestras	Fracción por tracción	Fracción por saltación	Fracción por suspensión
	Rango diámetros (mm)	Rango diámetros (mm)	Rango diámetros (mm)
P1-Cauce	–	1.80 – 0.22	0.22 – 0.16
P2-Cauce	–	1.80 – 0.41	0.41 – 0.21
P3-Cauce	–	1.80 – 0.85	0.85 – 0.075
P4-Cauce	–	1.80 – 0.85	0.85 – 0.075
P5-Cauce	–	1.80 – 0.81	0.81 – 0.075
P6-CA1-E1	1.80 – 0.85	0.85 – 0.22	0.22 – 0.075
P6-CA1-E2	1.80 – 0.85	0.85 – 0.22	0.22 – 0.075
P7-CA2	1.80 – 0.85	0.85 – 0.21	0.21 – 0.075

5.6 Clasificación petrográfica

Para establecer la composición mineralógica de las litologías que conforman los afloramientos observados en el área de estudio, se realizó la petrografía a cuatro (4) muestras (M1, M2, M3 y M4) con nomenclatura (P8-AF1M1, P8-AF1M2, P9-AF1M3, P10-AF1M4), correspondientes a las rocas graníticas observadas. Cabe recalcar que el análisis se hizo en el Instituto Nacional de Geología y Minería Región Guayana (INGEOMIN). A continuación, se indican los resultados y en el apéndice D se muestran a detalles.

5.6.1 Análisis petrográfico de la Muestra M1 (P8-AF1M1)

Macrosópicamente se observa una roca dura, alterada, homogénea, de tamaño de grano fino, de color crema y se observó finas bandas paralelas y orientadas de color negro probablemente por la presencia de minerales opacos y además la muestra está cubierta por una pátina de color marrón. De forma microscópica la sección delgada indica una textura granoblástica inequigranular-xenoblástica, de bordes irregulares y lobulados, de tamaño fino a medio, mayormente fracturados y algunos son bordeados por mica biotita y minerales opacos (figura 5.12)

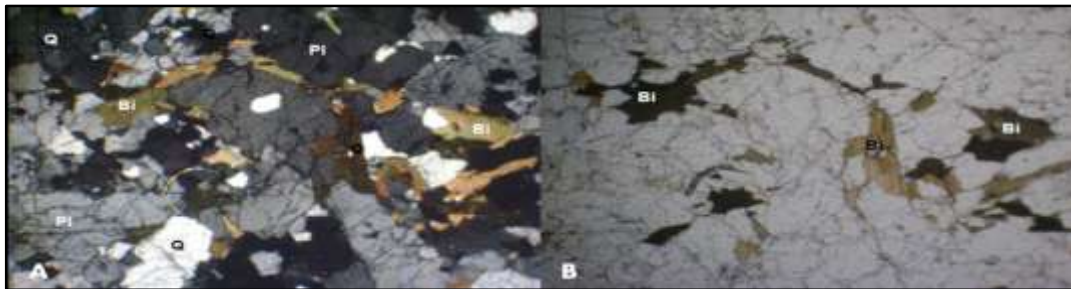


Figura 5.12 Muestra M1 (NX) 10X/4X: (A) Se observan cristales xenoblásticos y fracturados de cuarzo (Q) junto con plagioclasa (Pl), bordeados por paquetes orientados de mica biotita (Bi). (B) Se observó paquetes laminares de mica biotita (Bi), se observan bordeando a los cristales y están deformadas, orientadas y algunas flexuradas.

En la Tabla 5.5 se muestra un resumen de la composición mineralógica, en orden decreciente. De acuerdo con estos porcentajes mineralógicos, la muestra se clasificó como Gneis Monzogranítico de origen metamórfico. Esta roca se compone principalmente de cuarzo feldespato y plagioclasas.

Tabla 5.5 Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M1

Principales	%	Accesorios	%	Alteración
Plagioclasa	~38	Opacos, apatito, óxidos e hidróxidos de hierro, clorita, piroxeno y circón.	~2	Sericita y caolín.
Cuarzo	~35			
Feldespato	~25			

Microscópicamente la plagioclasa es de tipo oligoclasa-andesina, en cristales xenoblástico, de tamaño variable, mayormente medio, con maclas polisintéticas tipo albita, difusas, algunas combadas y se observa fracturada y ligeramente sericitizada. El cuarzo se presenta en cristales xenoblásticos mayormente de contactos lobulados e irregulares, de tamaño fino a medio, con extinción ondulante, recristalizado, fuertemente fracturados y rellenos con óxidos e hidróxidos de hierro, algunos están orientados y con inclusiones de feldespato. Este feldespato potásico es de tipo microclino y microclino pertítico de escaso pertita, en cristales xenoblásticos de tamaño fino a medio, con bordes irregulares, ligeramente caolinitizado y algunos son bordeados por entrecrecimiento gráfico.

5.6.2 Análisis petrográfico de la Muestra M2 (P8-AF1M2)

De forma macroscópica se observa una roca dura, alterada, homogénea, de tamaño de grano fino a medio, de color crema con tonos amarillentos y se observó finas bandas paralelas y orientadas de color negro probablemente por la presencia de minerales opacos.

Microscópicamente se observa una textura granoblástica inequigranular-xenoblástica, algunos bordes irregulares y otros en contactos lobulados, de tamaño variable, los de mayor tamaño se observan aplanados, alargados, orientados y fracturados y algunos bordeados por minerales micáceos (figura 5.13).

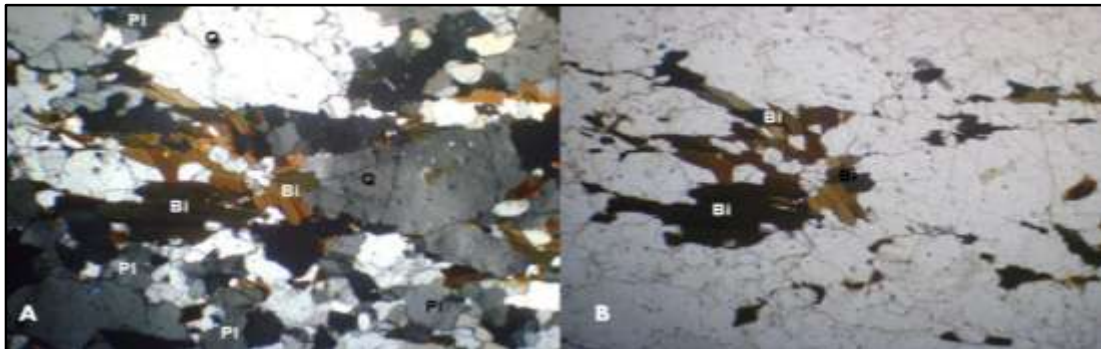


Figura 5.13 Muestra M2 (NX) 10X/4X: (A) Se observan cristales xenoblásticos de cuarzo (Q) tamaño grueso, están alargados, aplanados, orientados y fracturados junto con plagioclasa (Pl), de tamaño fino, bordeados por paquetes orientados de mica biotita (Bi). (B) Se observó paquetes laminares de mica biotita (Bi), se observan deformadas, que bordean a los cristales.

De acuerdo con la composición mineralógica, en orden decreciente y los porcentajes mineralógicos, la muestra se clasificó como Gneis Tonalítico de origen metamórfico. Esta roca se compone principalmente de cuarzo feldespato, plagioclasas y biotita como se observa en la tabla 5.6.

Tabla 5.6 Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M2

Principales	%	Accesorios	%	Alteración
Plagioclasa	~50	Opacos (~3), apatito, apatito, circón y piroxeno.	~5	Sericita y caolín.
Cuarzo	~35			
Feldespato	~5			
Biotita	~5			

Bajo el microscopio la plagioclasa es de tipo oligoclasa-andesina y algunas antipertitas, en cristales xenoblástico, de tamaño variable, mayormente fino, con maclas polisintéticas tipo albita, difusas, algunas combadas y se observa microfallas y fracturadas, los de menor tamaño están en paquetes junto al cuarzo en contacto poligonal, ligeramente sericitizada y con inclusiones de cuarzo redondeado. El cuarzo se presenta en cristales xenoblásticos mayormente de contacto irregulares y lobulados, de tamaño variable, mayormente grueso, con extinción ondulante, los de mayor tamaño están fracturados, aplanados, alargados, orientados, elongados y recristalizados estos son bordeados por cristales de menor tamaño.

El feldespato potásico es de tipo pertita y escaso microclino, en cristales xenoblásticos de tamaño fino, con bordes irregulares y ligeramente caolinitizado. La biotita se presenta en paquetes laminares y algunas xenoblásticos, de tamaño medio, forman finas bandas orientadas, deformadas, flexuradas y alargadas entre sí las cuales bordean a los cristales.

5.6.3 Análisis petrográfico de la Muestra M3 (P9-AF1M3)

Macroscópicamente se observa una roca dura, homogénea, de grano variable (hasta <2 cm) y en general es de color rosado, con leves tonos gris oscuro a negro por la presencia de minerales máficos ligeramente micáceo.

De forma microscópica la sección delgada indica una textura Inequigranular-alotriomórfica, definida por cristales de tamaño fino a medio algunos gruesos, anhedrales a subhedrales, deformados, contactos lobulados, alteradas y fracturas que atraviesan la muestra (figura 5.14).

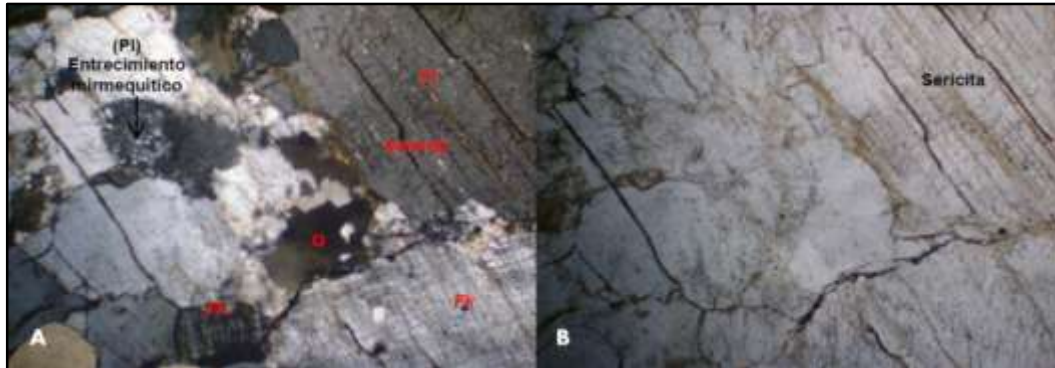


Figura 5.14 Muestra M3 (NX) 10X/4X: (A) Se observan cristales de del feldespato potásico (Fk), en contacto con entrecrecimiento mirmequítico (PI) y cuarzo (Q). (B) Se observó alteración del feldespato potásico (Fk) sericita.

En la Tabla 5.7 se muestra un resumen de la composición mineralógica, en orden decreciente. De acuerdo con estos porcentajes mineralógicos, la muestra se clasificó como un Granito (Sienogranito) de origen Ígneo-Plutónico. Esta roca se compone principalmente de cuarzo feldespato, plagioclasas y biotita.

Tabla 5.7 Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M3

Principales	%	Accesorios	%	Alteración
Plagioclasa	~14	Minerales opacos, óxidos e hidróxidos de hierro, piroxeno circón, apatito y mica muscovita.	~1	Sericita y caolinita
Cuarzo	~35			
Feldespato	~48			
Biotita	~2			

Microscópicamente la plagioclasa es de tipo albita-oligoclasa, algunas con textura antipertítica, anhedral y subhedral, de tamaño fino a medio, maclas polisintéticas, algunas difusa, alteradas (sericitizadas) con fracturas rellenas de opaco y óxido e hidróxido de hierro, bordes mirmequíticos e inclusiones redondeados de cuarzo y mica biotita. El cuarzo es anhedral, de tamaño fino a medio, con extinción ondulante, presenta bordes lobulados, policristalinos, se observó inclusiones de apatito, circón, mica biotita y feldespato, fracturas rellenas por opaco y óxidos. Los feldespatos potásicos son de tipo microclino, y algunas microclino pertítico, ortoclasa

y mesopertita, interceptados por venas y parches, se observan en forma anhedral a subhedral, de tamaño fino a medio algunos gruesos, en general los cristales están deformados, en contacto lobulado, con fracturas y mayormente rellenas de óxido e hidróxido de hierro, sericitizada y caolinitizada, con inclusiones de cuarzo, piroxeno, mica biotita y mica muscovita. Mientras que la mica biotita es de tamaño fino a medio, en paquetes laminares, algunas están deformadas, flexuradas, con mineral opaco sustituyéndola desde los bordes.

5.6.4 Análisis petrográfico de la Muestra M4 (P10-AF1M4)

De forma macroscópica se observa una roca dura, densa, homogénea, de grano medio, algunos gruesos (<1 cm), de color rosado con tonos negros ligeramente micáceo.

Microscópicamente se observa una textura alotriomórfica Inequigranular, formada por cristales anhedrales y subhedrales, de tamaño variable, se observa fracturada y algunos cristales parcialmente alterada (figura 5.15).

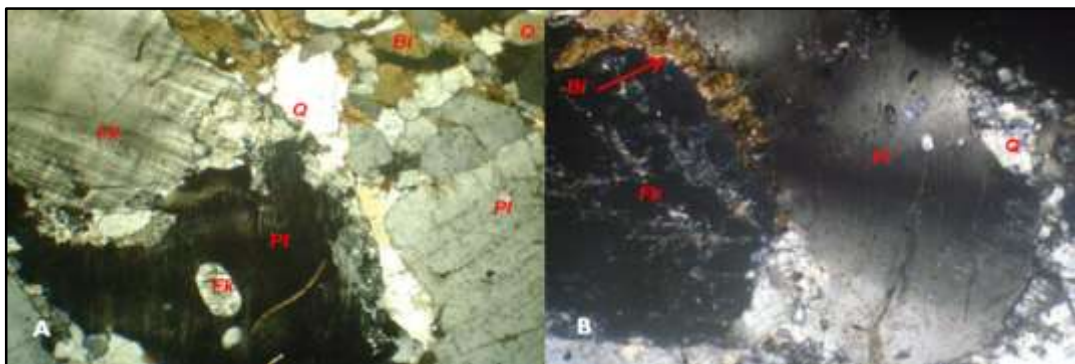


Figura 5.15 Muestra M4 (NX) 10X/4X: (A) Se observa feldespato potásico (Fk), cuarzo (Q), policristalino y monocristalino, plagioclasa con inclusión de feldespato y mica biotita (Bi). (B) se observó cristal de plagioclasa (Pl), con maclas flexuradas en contacto feldespato y mica biotita (Bi) de tamaño fino.

De acuerdo con la composición mineralógica, en orden decreciente y los porcentajes mineralógicos, la muestra se clasificó como un Granito (Sienogranito) de origen Ígneo-Plutónico. Esta roca se compone principalmente de cuarzo feldespato, plagioclasas y mica biotita como se observa en la tabla 5.8.

Tabla 5.8 Porcentaje de abundancia de los minerales observados en la muestra M2

Principales	%	Accesorios	%	Alteración
Plagioclasa	~10	Opacos, óxido e hidróxido de hierro, piroxeno, circón y apatito	~2	Sericita
Cuarzo	~38			
Feldespato	~48			
Mica Biotita	~2			

Bajo el microscopio la plagioclasa es de tamaño medio a fino, subhedral, algunas presentan textura antipertítica en parches, mesopertita con inclusiones de feldespato, otras se observan maclas polisintéticas difusas tipo albita, está total a parcialmente sericitizada y algunas con entrecrecimiento mirmequítico en contacto con el feldespato.

El cuarzo es de tamaño variable, anhedral, monocristalino y policristalino, en general se observa extinción ondulante, recristalizado, bordea a los cristales de feldespato y algunos como inclusión en los otros cristales. Mientras que el feldespato potásico son de tipo pertita y microclino, con una disposición en forma de cordones, algunos en venas y escaso en parches, se observan cristales anhedrales escasos subhedrales, de tamaño medio a fino y gruesos, agregados cristalinos bordeando los cristales mayormente los gruesos, parcialmente sericitizados, fracturado rellenos de óxido e hidróxido de hierro, algunos con inclusiones de cuarzo, piroxeno, biotita, apatito y circón. Mientras que la mica biotita se presentan en cristales de tamaño fino, tabular delgada y corta, deformada, algunas bordean a los cristales presentes principalmente al feldespato y se observa bordeada por minerales opacos, siendo sustituida por este.

5.7 Diagrama de rosas

En el área de estudio se levantaron 3 estaciones de afloramientos a los cuales se le elaboro un diagrama para cada estación. Para la realización de estos diagramas se utilizó el software Rozeta 2.0, además se contabilizaron las diaclasas y se distribuyó un porcentaje según la dirección de rumbo que tenían.

5.7.1 Estación P8-AF1

En esta estación se midieron los rumbos de 3 diaclasas, la cual D1: Rumbo N15°E; D2: Rumbo N48°E; D3: Rumbo N50°E.

El diagrama mostrado en la figura 5.16 muestra que los lineamientos preferenciales de las diaclasas observadas tienen rumbo preferencial entre el rango N 15°-50° E.

En la tabla 5.9 se muestra la medición y distribución de porcentaje según la dirección de estas diaclasas.

Tabla 5.9 Medición de rumbos y distribución de porcentaje según la dirección de las diaclasas de la estación P8-AF1

Datos de rumbo	Longitud	Cantidad de diaclasas	%
N 15°-50° E	Corta	-	-
	Intermedia	3	100
	Larga	-	-
TOTAL:		3	100

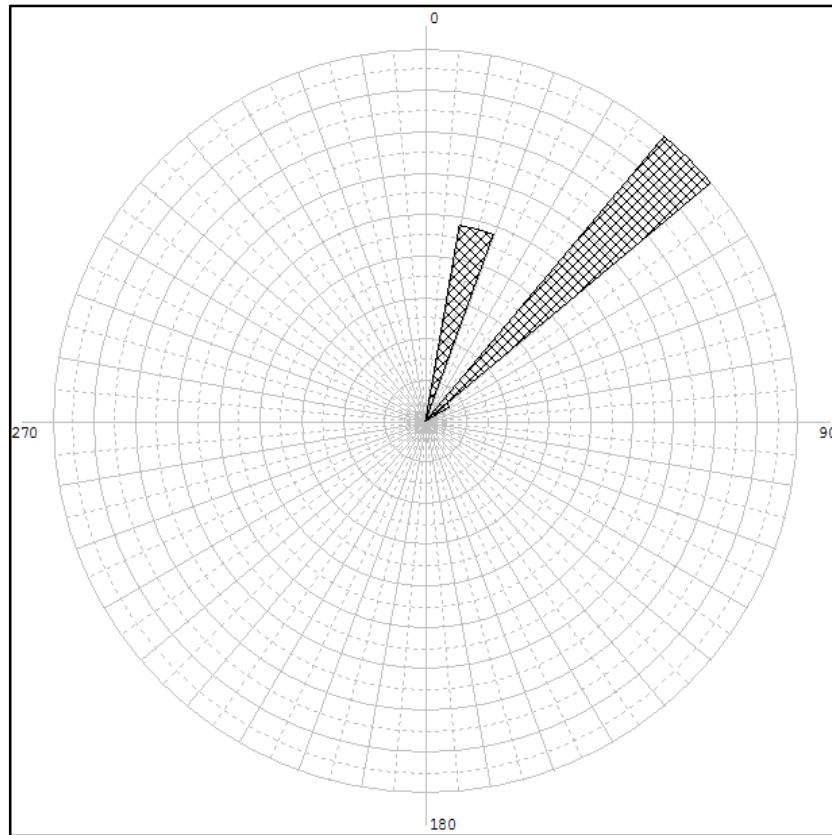


Figura 5.16 Diagrama de rosas de la estación P8-AF1

5.7.2 Estación P9-AF2

En la tabla 5.10 se muestra la medición y distribución de porcentaje según la dirección de las diaclasas. Donde se midieron los rumbos a un total de 4 diaclasas de la cual D1: Rumbo N40°E; D2: Rumbo N70°W D3: Rumbo N80°W D4: Rumbo N34°W.

El diagrama mostrado en la figura 5.17 muestra que los lineamientos preferenciales de las diaclasas observadas tienen un rumbo preferencial N 40° E representando el 10% y que el 90% de las diaclasas restantes tienen un rumbo entre el rango N 34°-80° W.

Tabla 5.10 Medición de rumbos y distribución de porcentaje según la dirección de las diaclasas de la estación P8-AF1

Datos de rumbo	Longitud	Cantidad de diaclasas	%
N 40° E	Corta	-	-
	Intermedia	1	10
	Larga	-	-
N 34°-80° W	Corta	-	-
	Intermedia	3	90
	Larga	-	-
TOTAL:		4	100

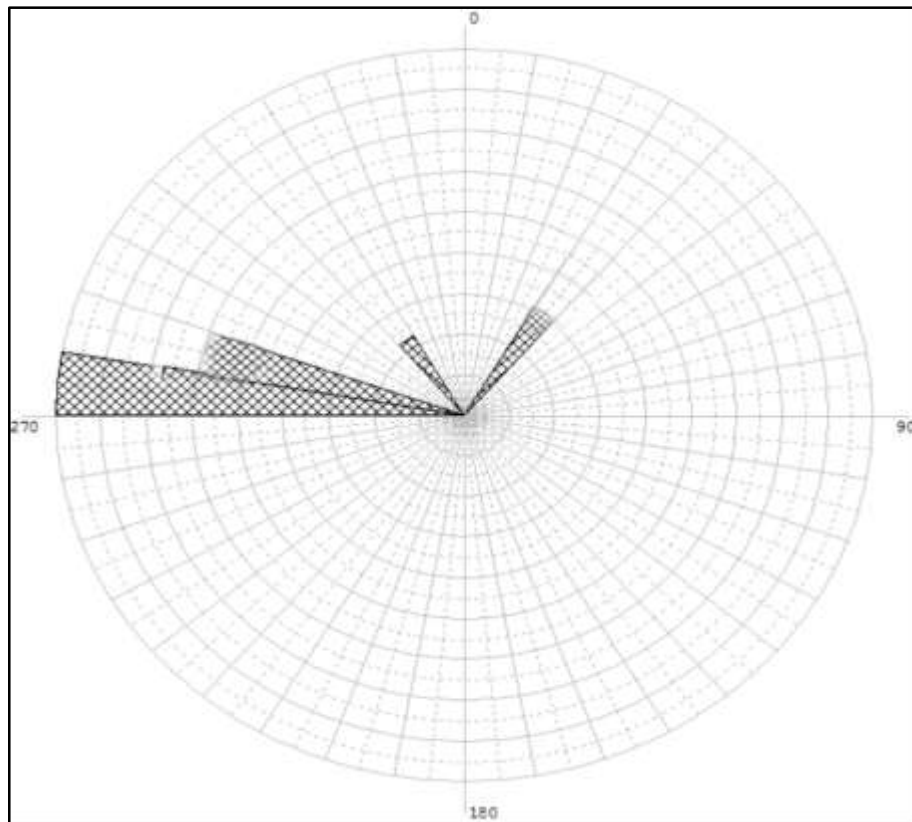


Figura 5.17 Diagrama de rosas de la estación P9-AF2

5.7.3 Estación P10-AF3

En esta estación se midieron los rumbos de 2 diaclasas, de las cuales el diagrama mostrado en la figura 5.18 muestra que los lineamientos preferenciales de las diaclasas

observadas tienen rumbo preferencial D1: N 60° W, representando el 50% y que el 50% de las diaclasas restantes tienen un rumbo preferencial D2: N - S. En la tabla 5.11 se muestra la medición y distribución de porcentaje según la dirección de estas diaclasas.

Tabla 5.11 Medición de rumbos y distribución de porcentaje según la dirección de las diaclasas de la estación P8-AF1

Datos de rumbo	Longitud	Cantidad de diaclasas	%
N 60° W	Corta	-	-
	Intermedia	1	50
	Larga	-	-
N - S	Corta	-	-
	Intermedia	1	50
	Larga	-	-
TOTAL:		2	100

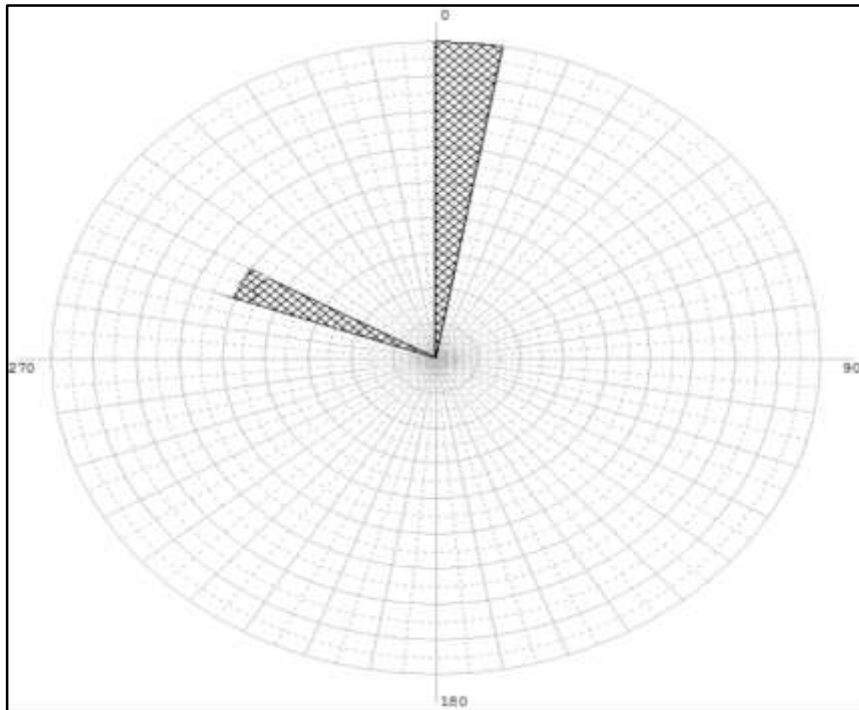


Figura 5.18 Diagrama de rosas de la estación P10-AF3

De acuerdo a los 3 diagramas mostrados anteriormente para cada estación, en el área de estudio predomina las diaclasas ortogonales. En la figura 5.19 se muestran de forma general los tres diagramas realizado para cada estación.

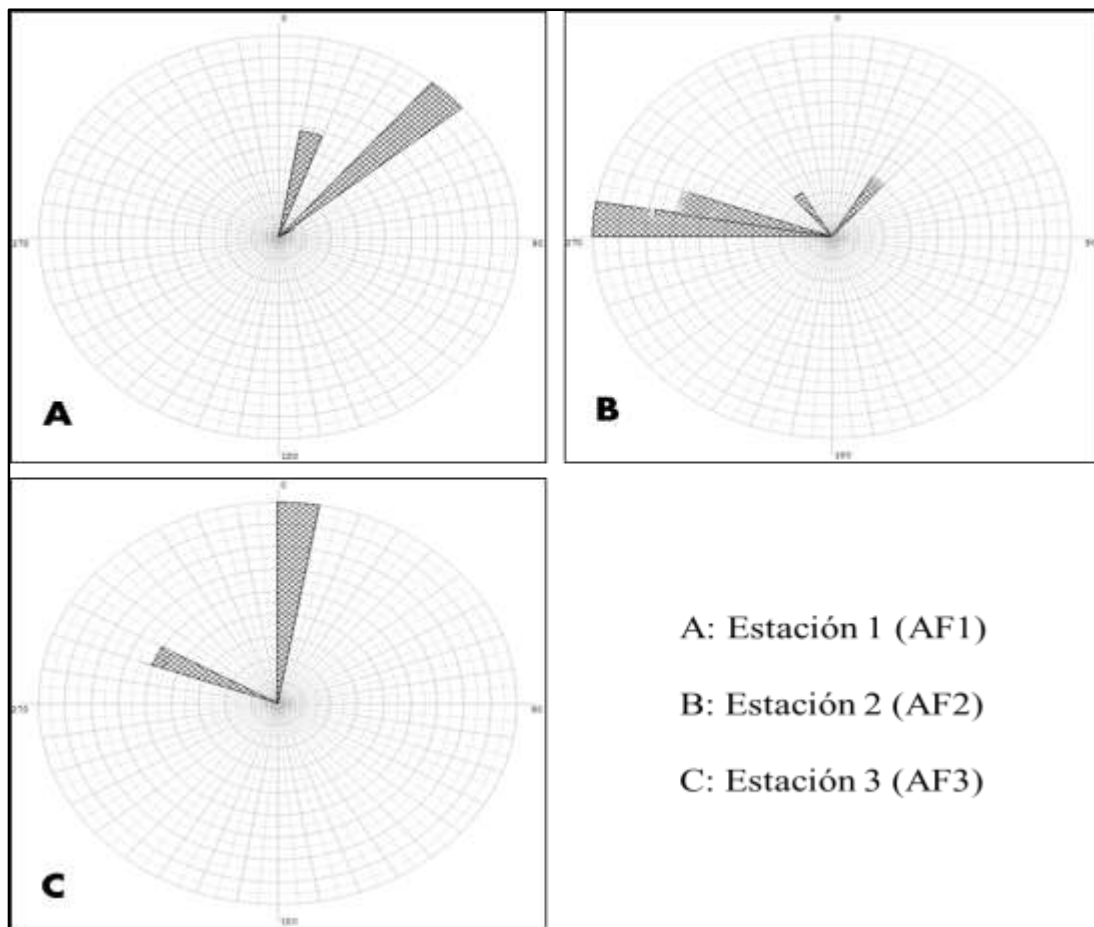


Figura 5.19 Diagramas de rosas

5.8 Mapa geológico estructural

Para realizar el mapa geológico del área de estudio se tomó como base la cartografía geológica, fue necesario realizar un mapa base de la zona de estudio. Para ello se usó la hoja cartográfica 7540 (Hoja Marhuanta), a escala 1:100.000 elaborado por INGEOMIN. El resultado de la digitalización fue el mapa geológico estructural a

escala 1:100, el cual se elaboró de modo que resaltaran las unidades y estructuras geológicas presentes en la zona, así como también los puntos de muestreo, el drenaje y las curvas de nivel (anexo 1).

En el mapa se identifican tres unidades geológicas, las cuales son: Complejo de Imataca, Formación Mesa y Sedimentos Recientes; además consta de una leyenda que especifica la nomenclatura geológica utilizada y su sistema de coordenadas: Universal Transversal de Mercator, UTM (m) | Datum: WGS84 | Huso: 20.

5.8.1 Complejo de Imataca

La unidad aflora a través de la Formación Mesa, estos afloramientos están compuestos de gneis Monzogranítico, gneis Tonalítico y Granito (Sienogranito), identificados de manera petrográfica como se describió en el objetivo 5.6 de este apartado. Por otra parte, se identificaron unas familias de diaclasas y foliaciones. Cabe resaltar que esta unidad representa aproximadamente el 24,80% del total de la superficie.

5.8.2 Formación Mesa

Esta depositado de forma discordante sobre los gneises y granitos del complejo de Imataca. Se conforma principalmente por arenas mal graduadas no consolidada de grano fino a medio en la base y en el tope de medio a grueso. Cabe resaltar que esta formación y el complejo de Imataca es atravesada por el cauce del río Candelaria el cual va erosionando la formación y depositando sedimentos recientes, cabe señalar que esta unidad representa el 64,60% aproximadamente del total de la superficie.

5.8.3 Sedimentos Recientes

Estos sedimentos corresponden a materiales originados a partir de procesos de meteorización y denudaciones en las rocas preexistentes y se disponen como material aluvional (arcillas, limos, arenas y gravas de cuarzo) que están expuestos en los márgenes del río Candelaria, los cuales representan el 10,60% aproximadamente del total de la superficie.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1) En la zona de estudio se encuentran tres unidades geológicas, de la cual la primera es caracterizada por presentar rocas graníticas pertenecientes al Complejo de Imataca; que estas se encuentran en grandes afloramientos y bloques dispersos de diferentes tamaños, además están rodeados por la Formación Mesa y los Sedimentos Recientes.

2) En el reconocimiento geológico de los afloramientos se pudieron observar diferentes estructuras geológicas de las cuales tenemos, las familias de diaclasas, Sills de cuarzo y foliaciones.

3) En las columnas sedimentológicas levantadas en la Formación Mesa se encuentran en general 2 estratos de base a tope: en el primero arena de grano fino a medio a de color marrón oscuro con tonos rojizos producto de la oxidación de hierro de unos 32 cm de espesor con bioturbaciones posiblemente de insectos y raíces; en el último arena de grano medio a grueso con presencia de limo de color marrón claro y con tonalidades de color blanco a llegar a tonos grises en superficie.

4) La clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Wentworth, indica que Sedimentos Recientes del fondo del río Candelaria predominan las arenas media a gruesa y las gruesas a muy gruesas; mientras que en la Formación Mesa predominan las arenas fina a media y de media a gruesa.

5) Morfoscopicamente las partículas de los sedimentos presentes en el área de estudio son en su mayoría angulosas, sub-angulosas, sub-redondeadas y redondeadas, con menor porcentaje de muy angulosa y bien redondeadas; de lo cual se puede inferir que los sedimentos han experimentado un moderado transporte, y en menor medida poco transporte, estas variaciones se deben a las épocas de sequía y lluvia, que son muy marcadas en la zona.

6) El modelo de Visher indica que la modalidad predominante para el transporte de los sedimentos es la de saltación en un rango de (0.21mm – 1.80mm) mientras que las partículas movilizadas por suspensión oscilan en un rango de (0.075mm – 0.85mm) y por tracción no se observaron para los sedimentos recientes del cauce y para la formación mesa en proporción mínima la de tracción en un rango (0.85mm – 1.80mm). Tal circunstancia se concluye a que los materiales son arenas mal gradadas (SP).

7) A partir del análisis petrográfico realizado a las 4 muestra de roca tomada en los distintos afloramientos y de acuerdo a la composición mineralógica se clasifica a la muestra M1 como un Gneis Monzogranítico, a la muestra M2 como un Gneis Tonalítico ambas con textura granoblástica inequigranular-xenoblástica, y de origen metamórfico. La muestra M3 y M4 como un Granito (Sienogranito) de textura Inequigranular-alotriomórfica, de origen Ígneo-Plutónico.

8) Del análisis con el programa Rozeta 2.0 se determinó que las direcciones de los lineamientos preferenciales de las diaclasas tienen un rumbo preferencial entre el rango N 15°-50° E y N 34°-80° W, teniendo en cuenta que todas estas diaclasas tienen una longitud en el orden intermedio.

9) El mapa geológico-estructural se visualiza como una cobertura plana a ondulada, y se identifican tres unidades geológicas bien definidas y sus límites, la primera es la Formación Mesa que representa el 64,60% aproximadamente del total de la superficie la segunda es el Complejo de Imataca, el cual representa el 24,80% aproximadamente y la tercera son los Sedimentos Recientes, los cuales representan el 10,60% aproximadamente del total de la superficie.

10) La Formación Mesa se deposita en forma discordante sobre el Complejo de Imataca, y es en esta unidad donde se identifican las diaclasas, Sills de cuarzo y las foliaciones. Estas unidades son atravesadas por el río Candelaria, la cual da origen a los Sedimentos Recientes, los cuales se disponen como material aluvional (arcillas, limos, arenas y gravas de cuarzo) que están expuestos en los márgenes del río.

Recomendaciones

1) Ampliar esta investigación hacia otros tramos del río Candelaria, para así conocer mejor su comportamiento.

2) Realizar aforos para relacionar el diámetro de las partículas de los sedimentos con las velocidades a diferentes profundidades.

3) Realizar la caracterización morfométrica del tramo en estudio del río Candelaria.

4) Hacer una evaluación de los niveles de crecida que puede tener el área de estudio del río Candelaria, ya que al aumentar el caudal aumenta la velocidad y puede afectar algunos cultivos adyacentes.

REFERENCIAS

Arias, F. (2012). **“EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN”**. Editorial Episteme, Caracas, Venezuela, pp 24, 26, 27, 31, 67, 81 y 83.

Ascanio (1975), Coordiani y otros (2000), Mendoza (1974) Mendoza (2000), Menéndez (1968), Tassinari y otros (2000) citados en Mendoza, V. (2005) **GEOLOGIA DE VENEZUELA ESCUDO DE GUAYANA, ANDES Y CARIBE**. Tomo I. Escuela de Ciencias de la Tierra.

Ascanio, Y. y Brito, J. (2019) llevaron a cabo su investigación titulada como **“CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL RÍO CARIS, EN EL TRAMO DEL FUNDO COYOTE COJO, MUNICIPIO INDEPENDENCIA ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA”**, Universidad de Oriente (Bolívar), Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar, Bolívar: Trabajo de Grado

Balestrini, M. (2002). **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Consultores Asociados, Caracas, Venezuela. pp 74.

Barredo, S. (2019). **ROCAS SEDIMENTARIAS**. Consulta 22 de enero de 2020, [<https://docplayer.es/13001664-Rocas-sedimentarias-silvia-barredo.html>]

CVG Tecmin, (1991). **INFORME DE AVANCE NC-20-14**. Tomo I, II y III.

Dabrio, C., y Hernando, S., (2003). **“ESTRATIGRAFÍA”**. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. Pp 77, 174.

Flores, N., & Calzadilla, N. (2004). **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO MANACAL, MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR**. Universidad de Oriente (Bolívar), Escuela de Ciencias de la Tierra, Departamento de Geología. Ciudad Bolívar, Bolívar: Trabajo de Grado (inédito).

Gonzales de Juana, C. y otros (1980). **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y SUS CUENCAS PETROLÍFERAS TOMO I**, Ediciones FONINVES, Caracas – Venezuela, pp 78.

González de Vallejo, L. (2002) **INGENIERÍA GEOLÓGICA**. Editorial Pearson. Madrid. España. pp 87-160

Gómez M. (2014) **PROFESOR DE LA CÁTEDRA DE GEOLOGÍA GENERAL GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE ROCAS Y MINERALES**. Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

Griem, D. (2015) **PRACTICA: ROSETA DE DIACLASAS**. 02 de septiembre del 2021. [<http://www.geovirtual2.cl/Geoestructural/prak03.htm>].

Gutiérrez E. (2008). **GEOMORFOLOGÍA**. Capítulo 8: Geomorfología Fluvial I. Pearson Educación, S. A., Madrid, pp. 275 - 299.

Gutiérrez, M. y Filgueira, R. (2017). Realizaron el trabajo titulado **“CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL CAUCE DEL RÍO CANDELARITA, EN LA CUENCA BAJA, PARROQUIA PANAPANA, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR”**. Universidad de Oriente (Bolívar), Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar, Bolívar: Trabajo de Grado

Hobbs, B., Means, W. & Williams, P. (1981): **“GEOLOGÍA ESTRUCTURAL”**. - 518p. Ediciones Omega Barcelona.

Jiménez B., I. J. (2012). **VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y VULNERABILIDAD SOCIAL ANTE RIESGOS DE INUNDACIÓN DE LAS COMUNIDADES UBICADAS AL MARGEN DE LA CUENCA DEL RÍO SAN RAFAEL EN CIUDAD BOLÍVAR - ESTADO BOLÍVAR**. Universidad de Oriente (Bolívar), Escuela de Ciencias de la Tierra, Coordinación de Postgrado en Recursos Naturales. Ciudad Bolívar, Bolívar: Trabajo Especial de Grado (inédito).

Kalliokoski, J. (1965) **GEOLOGY OF NORTH-CENTRAL GUAYANA SHIELD, VENEZUELA**. En: Geol. Soc. Of América. Bull., Vol. 76, Núm. 9, pp. 1.027-1.050.

Macabril G., M. E., & Serrano B., A. M. (2010). **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOTÉCNICA E HIDROLÓGICA DE LA CUENCA ALTA A MEDIA DEL RÍO SAN RAFAEL, CON FINES DE ORDENAMIENTO URBANÍSTICO Y MEJORAS. MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR**. Universidad de Oriente (Bolívar), Escuela de Ciencias de la Tierra, Departamentos de Geología y Geotecnia. Ciudad Bolívar, Bolívar: Trabajo de Grado (inédito).

Márquez A., Pérez A. (2017). **SEDIMENTOLOGÍA**. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México.

Martínez, E. (2001) **HIDRÁULICA FLUVIAL**. Editorial Bellisco. Madrid. España.

Mendoza, V. (1974). **EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL ESCUDO DE GUAYANA (RESUMEN)**. II Congreso Latinoamericano de Geología, MEM. Caracas. pp 75.

Mendoza, V. (2000). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA DEL ESCUDO DE GUAYANA**. Puerto Ordaz, Venezuela.

Mendoza, V. (2005) **GEOLOGIA DE VENEZUELA ESCUDO DE GUAYANA, ANDES Y CARIBE**. Tomo I. Escuela de Ciencias de la Tierra

Mexicano, S. G. (Servicio Geológico Mexicano) (2017) **“ROCAS, INTRODUCCION”**. 27 de octubre de 2021. [<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Introduccion-rocas.html>].

PDVSA Intevep S.A. (1997). **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO ELECTRÓNICO DE VENEZUELA** [CD]. (Septiembre de 2000). (Comité Interfiliar de Estratigrafía y Nomenclatura, Ed.) Los Teques, Miranda, Venezuela.

Puerta, R. Rengifo, J. y Bravo, N (2011) **ARCGIS BÁSICO 10**. Universidad Nacional Grario de La Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Tingo María, Perú.

Polo, G. (2008) **“ACTUALIZACIÓN DE LA HOJA GEOLÓGICA (CAYETANO 6937) A ESCALA 1:100.000 MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)”**. Instituto de Geología y Minas (INGEOMIN), Bolívar, Venezuela.

Selley, R.C. (1976). **AN INTRODUCTION TO SEDIMENTOLOGY**. Academic Press. New York, USA. 408 p.

Tarbuck, Edward y Lutgens, Frederick. (2005). **CIENCIAS DE LA TIERRA. UNA INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA FÍSICA**. Edición Pearson-Prentice Hall, 8ª ed. Madrid. Pp 64

Teixeira, W., Tassinari, C. C., & Mondin, M. (2002). **CARACTERÍSTICAS ISOTÓPICAS (ND E SR) DO PLUTONISMO INTRUSIVO NO EXTREMO NW DO CRÁTON AMAZÔNICO, VENEZUELA, E IMPLICAÇÕES PARA A EVOLUÇÃO PALEOPROTEROZÓICA**. *Geologia USP [Série científica]*, 2(1), 131-141.


Visher, G. (1969). **GRAIN SIZE DISTRIBUTIONS AND DEPOSITIONAL PROCESSES**. Vol. 3.

Wentworth, C.K. (1922). **A SCALE OF GRADE AND CLASS TERMS FOR CLASTIC SEDIMENTS**. *JOURNAL OF GEOLOGY*, 30, 377–392.

Yáñez, G. (1986). **GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA ENTRE CIUDAD BOLÍVAR Y CIUDAD GUAYANA** [Documento]. Geominas(15).

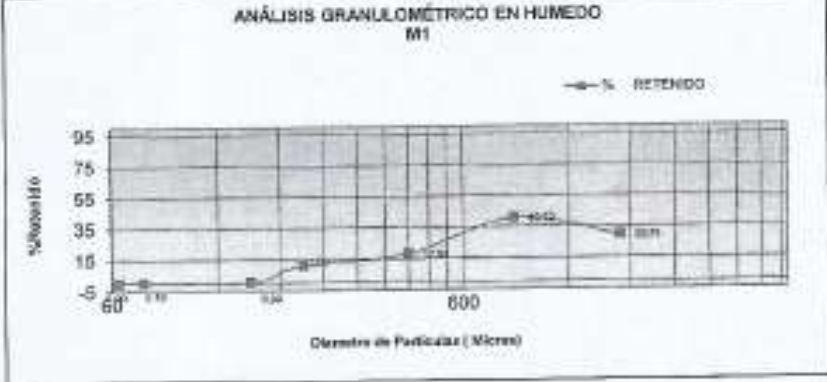
APÉNDICES


APÉNDICE A
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO VÍA HÚMEDO


 Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio del Poder Popular para el Desarrollo Minero Ecológico	Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)			
CERTIFICADO DE ANALISIS					
Ciudad Bolívar, 13-09-2021					
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES					
EMPRESA U ORGANISMO: Infrané Méndez, Luis Morillo TIPO DE MUESTRA: Sedimentos PROCEDENCIA: Ciudad Bolívar - fdo Bolívar SOLICITUD: SS-003-2021					
Análisis Granulométrico en Húmedo					
PESO MUESTRA INICIAL (gr): 519,0					
MUESTRA	TAMANO	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
M1	MALLA	Micras			
	10	1680	154	29,79	29,79
	20	841	210	40,62	70,41
	35	420	93	17,99	88,39
	75	210	57	11,03	99,42
	100	149	2	0,39	99,81
	200	74	1	0,19	100,00
	-200	65	0	0,00	100,00
TOTAL		517,0	100,00		


% de pérdida
0,39

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN HÚMEDO
M1




 Tec. Miguel Sanchez
 Analista



 Ing. Libbeth Hernandez
 Preparación de Muestra (E)



Formato: INMG-PR-01-1

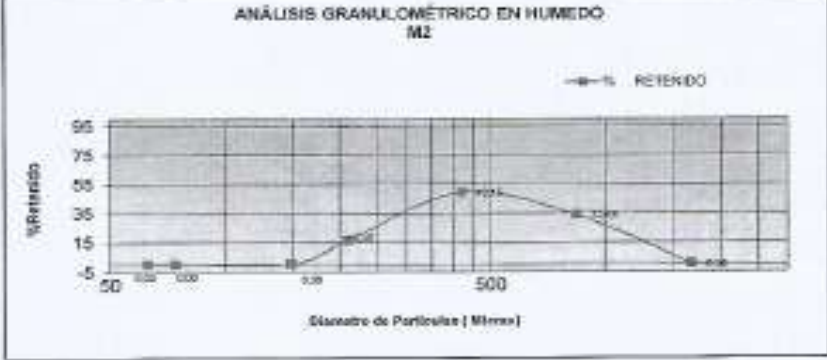
Última Rev.

Apéndice A.1 Análisis granulométrico vía húmedo M1


 Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Mineral, Ecológico y Minero (INGEOMIN)	Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)			
CERTIFICADO DE ANALISIS					
Ciudad Bolívar, 13-09-2021					
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES					
EMPRESA U ORGANISMO: Inafed Mendez, Luis Morillo TIPO DE MUESTRA: Sedimentos PROCEDENCIA: Ciudad Bolívar - Edo Bolívar SOLICITUD: SS-003-2021					
Análisis Granulométrico en Húmedo					
PESO MUESTRA TOTAL (gr): 520,9					
MUESTRA	TAMAÑO	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
M2	MALLA	Micras			
	10	1680	2	0,38	0,38
	20	841	378	72,65	34,05
	35	420	280	49,15	83,18
	75	210	87	16,45	99,62
	100	149	3	0,58	100,00
	200	74	0	0,00	100,00
	-200	63	0	0,00	100,00
TOTAL		520,0	100,00		


% de perdida
0,75


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN HÚMEDO
M2



Y-axis: % Retenido
X-axis: Diámetro de Partículas (Micras)



 Tec. Miguel Sánchez
 Analista


 Ing. Lisbeth Hernández
 Operadora de Muestra (E)



Formato: INRS-PR-03-1

Apéndice A.2 Análisis granulométrico vía húmedo M2



Gobierno Bolivariano de Venezuela

Miembro del Poder Popular de
Desarrollo Minero Ecológico

Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)

CERTIFICADO DE ANALISIS

Ciudad Bolívar, 13-05-2021

LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

EMPRESA U ORGANISMO: Inafred Mendez, Luis Morán
 TIPO DE MUESTRA: Sedimentos
 PROCEDENCIA: Ciudad Bolívar - Edo Bolívar
 SOLICITUD: 55-009-2021

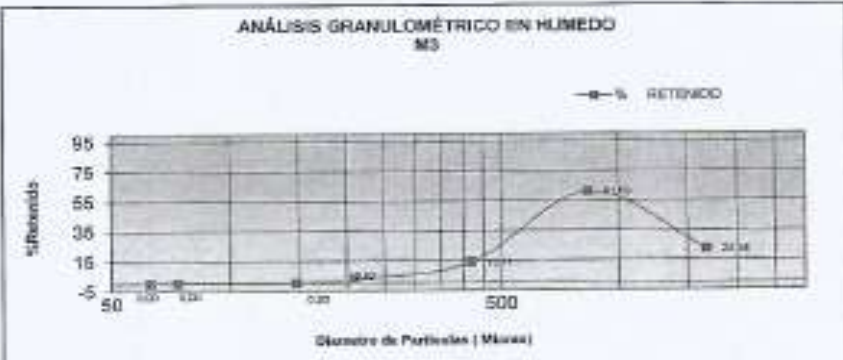
Análisis Granulométrico en Húmedo


PESO MUESTRA INICIAL (gr): 496,0

MUESTRA	TAMANO		PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
	MAISA	Milras				
M3	10	1680	110	22,18	22,18	77,82
	20	841	309	61,09	83,27	16,73
	35	420	68	13,71	96,98	3,02
	70	210	14	2,82	99,80	0,20
	100	149	1	0,20	100,00	0,00
	200	74	0	0,00	100,00	0,00
	200	63	0	0,00	100,00	0,00
TOTAL			496,0	100,00		


% de pérdida:	0,00
---------------	------

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN HÚMEDO
M3






Tec. Miguel Sanchez
Analista




Mg. Lisbeth Hernandez
Lsb. Preparación de Muestra (E)



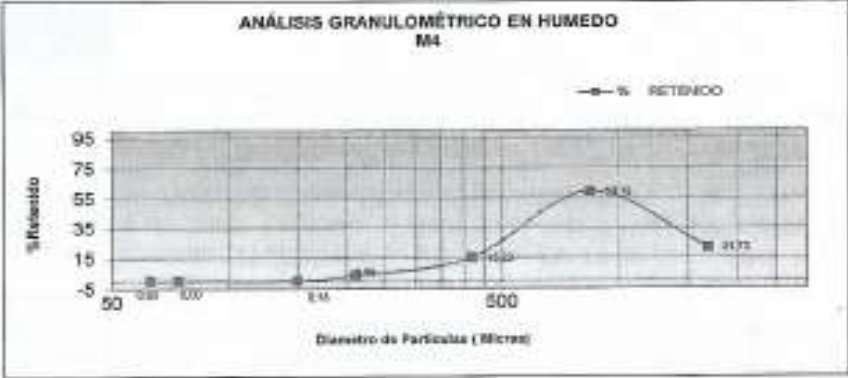
Formato: INMG-PR-01-2 Última Rev.:


Apéndice A.3 Análisis granulométrico vía húmedo M3

 Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico	Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)			
CERTIFICADO DE ANALISIS					
Ciudad Bolívar, 13-05-2021					
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES					
EMPRESA U ORGANISMO: Inaford Mendez, Luis Morillo TIPO DE MUESTRA: Sedimentos PROCEDENCIA: Ciudad Bolívar - Edo Bolívar SOLICITUD: SS-003-2021					
Análisis Granulométrico en Húmedo					
PESO MUESTRA INICIAL (g): 543,0					
MUESTRA	TAMÑO	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
M4	MALLA	Móvil			
	10	1680	118	21,73	21,73
	20	841	321	59,12	80,85
	35	420	83	15,29	96,13
	70	210	20	3,68	99,82
	100	149	1	0,18	100,00
	200	74	0	0,00	100,00
	-200	63	0	0,00	100,00
TOTAL		543,0	100,00		


% de pérdida
0,37

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN HUMEDO
M4






Tec. Miguel Sanchez
Analista




Ing. Usbeth Hernandez
Supervisor de Muestra (E)



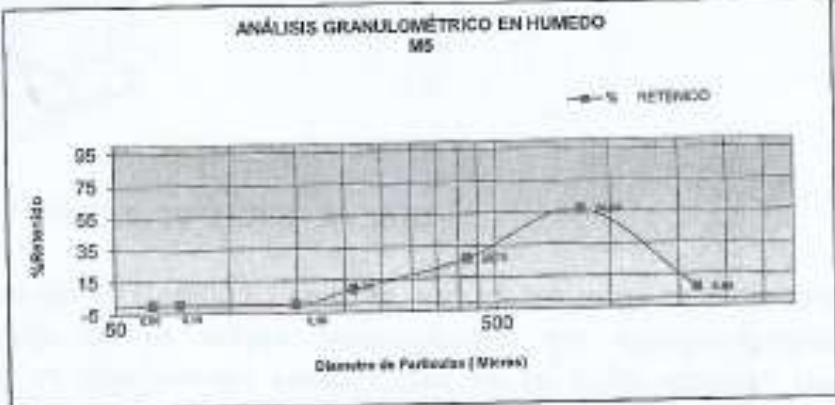
Formato: INRG-PR-01-1 Última Rev.


Apéndice A.4 Análisis granulométrico vía húmedo M4


 Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Mineral, Geológico y Mineducación	Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)			
CERTIFICADO DE ANALISIS					
Ciudad Bolívar, 13-09-2021					
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES					
EMPRESA U ORGANISMO: Inafert Mendez, Luis Morillo TIPO DE MUESTRA: Sedimentos PROCEDENCIA: Ciudad Bolívar - Eda Bolívar SOLUCIÓYUD: SS-003-2021					
Análisis Granulométrico en Húmedo					
PESO MUESTRA INICIAL (gr): 551,0					
MUESTRA	TAMARDO	PESO E	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
M5	MALLA	Mm			
	10	1680	39	6,99	6,99
	20	843	518	93,29	63,98
	35	420	149	26,70	90,68
	70	210	49	8,79	99,46
	100	149	2	0,36	99,82
	200	74	1	0,18	100,00
	300	63	0	0,00	100,00
TOTAL		558,0	100,00		


% de pérdida
0,53

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN HUMEDO
M5




 Tec. Miguel Sánchez
 Analista


 Ing. Lisbeth Hernández
 Lab. Preparación de Muestra (E)



Formato: INGE-PR-01-1
Aprobado:
Última Rev.

Apéndice A.5 Análisis granulométrico vía húmedo M5

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para el Desarrollo Minero Ecológico		Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)		
CERTIFICADO DE ANALISIS						
Ciudad Bolívar, 13-09-2021						
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES						
EMPRESA U ORGANISMO: Irilard Mander, Luis Morillo						
TIPO DE MUESTRA: Sedimentos						
PROCEDENCIA: Ciudad Bolívar - Edo Bolívar						
SOLICITUD: SS-603-2021						
Análisis Granulométrico en Húmedo						
PESO MUESTRA INICIAL (gr): 472,8						
MUESTRA	TAMANO		PESO -g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
	MAILLA	Micrs				
CA1-E1	10	1680	6	1,29	1,29	98,71
	20	841	41	8,62	10,11	89,89
	35	420	82	17,63	27,74	72,26
	70	210	231	48,88	77,62	22,38
	100	149	45	9,68	87,10	12,90
	200	74	39	8,29	95,68	4,32
	-200	65	21	4,52	100,00	0,00
	TOTAL		465,0	100,00		


% de pérdida
1,40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN HUMEDO CA1-E1


—■— % RETENIDO

Substancia


Diámetro de Partículas (Micras)



Tec. Miguel Sánchez
Análisis




Ing. Usbeth Hernández
Lab. Preparación de Muestra (E)



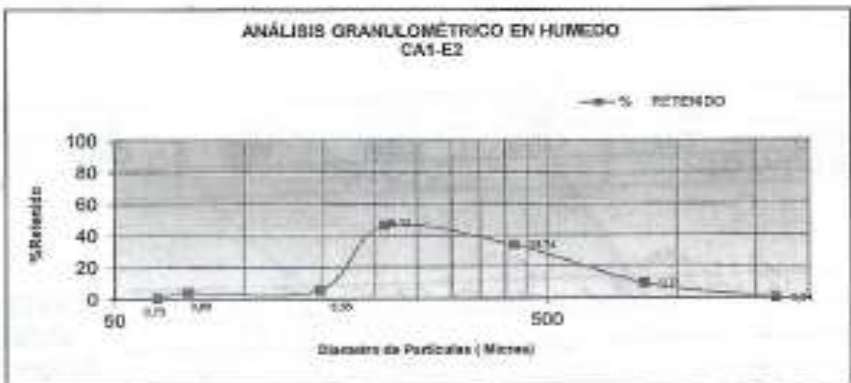
Formato: MRG-FR-DL-1 Última Rev.


Apéndice A.6 Análisis granulométrico vía húmedo M6 (CA1-E1)


 Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio del Poder Popular para el Desarrollo Minero Ecológico	Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)			
CERTIFICADO DE ANALISIS					
		Ciudad Bolívar, 13-09-2021			
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES					
EMPRESA U ORGANISMO: Inaford Mender, Luis Morillo TIPO DE MUESTRA: Sedimentos PROCEDENCIA: Ciudad Bolívar - Edo Bolívar SOLICITUD: 55-003-2021					
Análisis Granulométrico en Húmedo					
PESO MUESTRA INICIAL (gr): 415,0					
MUESTRA	TAMANO	PESO g	% RETENIDO	N RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
CA1-E2	MALLA	MIGAS			
	10	1680	3	0,24	0,24
	20	841	40	9,71	9,95
	35	420	139	33,74	43,89
	70	210	190	46,12	89,81
	100	149	23	5,58	95,39
	200	74	16	3,88	99,27
	-200	61	3	0,73	100,00
TOTAL		412,0	100,00		


% de humedad
0,72

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN HÚMEDO
CA1-E2








 Terc. Miguel Sanchez
Analista


 Lisbeth Hernandez
Operación de Muestra (E)



Formato: INIG-FR-01-1
Última Rev.

Apéndice A.7 Análisis granulométrico vía húmedo M7 (CA1-E2)

 Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico	Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)																																																											
CERTIFICADO DE ANALISIS																																																													
		Ciudad Bolívar, 16-05-2023																																																											
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES																																																													
EMPRESA U ORGANISMO: Inaford Mendez, Luis Merillo TIPO DE MUESTRA: Sedimentos PROCEDENCIA: Ciudad Bolívar Edo - Bolívar SOLICITUD: 55-008-2023																																																													
Análisis Granulométrico en Húmedo																																																													
PESO MUESTRA INICIAL (gr): 545,0																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">TAMPAÑO</th> <th rowspan="2">PESO g</th> <th rowspan="2">% RETENIDO</th> <th rowspan="2">% RETENIDO ACUMULADO</th> <th rowspan="2">% PASANTE ACUMULADO</th> </tr> <tr> <th>SEALLA</th> <th>MEDIAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="8" style="text-align: center;">CA2-E1</td> <td>10</td> <td>1680</td> <td>5</td> <td>0,92</td> <td>0,92</td> <td>99,08</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>841</td> <td>13</td> <td>2,39</td> <td>3,31</td> <td>96,69</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>420</td> <td>43</td> <td>7,92</td> <td>11,23</td> <td>88,77</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>210</td> <td>242</td> <td>44,57</td> <td>55,80</td> <td>44,20</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>149</td> <td>111</td> <td>20,44</td> <td>76,24</td> <td>23,76</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>74</td> <td>79</td> <td>14,55</td> <td>90,79</td> <td>9,21</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>37</td> <td>40</td> <td>7,21</td> <td>98,00</td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td>545,0</td> <td>100,00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	MUESTRA	TAMPAÑO		PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	SEALLA	MEDIAS	CA2-E1	10	1680	5	0,92	0,92	99,08	20	841	13	2,39	3,31	96,69	35	420	43	7,92	11,23	88,77	70	210	242	44,57	55,80	44,20	100	149	111	20,44	76,24	23,76	200	74	79	14,55	90,79	9,21	400	37	40	7,21	98,00	2,00	TOTAL			545,0	100,00				
MUESTRA		TAMPAÑO						PESO g	% RETENIDO		% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO																																																	
	SEALLA	MEDIAS																																																											
CA2-E1	10	1680	5	0,92	0,92	99,08																																																							
	20	841	13	2,39	3,31	96,69																																																							
	35	420	43	7,92	11,23	88,77																																																							
	70	210	242	44,57	55,80	44,20																																																							
	100	149	111	20,44	76,24	23,76																																																							
	200	74	79	14,55	90,79	9,21																																																							
	400	37	40	7,21	98,00	2,00																																																							
	TOTAL			545,0	100,00																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">% de pérdida</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,37</td> </tr> </table>	% de pérdida	0,37																																																											
% de pérdida																																																													
0,37																																																													
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN HUMEDO CA2-E1																																																													
 Tec. Miguel Sanchez Analista	 Ing. Lisbeth Hernandez Lab. Preparación de Muestra (E)																																																												
																																																													
Formato: INRG-PR-01-1		Última Rev.																																																											

Apéndice A.8 Análisis granulométrico vía húmedo M8 (CA2)

APÉNDICE B
ANÁLISIS MORFOSCÓPICO

Apéndice B.1 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Candelaria y su alrededor, tamiz N° 35.

MORFORSCOPIA, TAMIZ N° 35													
Cauce del río Cndelaria													
MUESTRAS	Muy anguloso		Anguloso		Sub-anguloso		Sub-redondeado		Redondeado		Bien redondeado		Total de partículas
	MA	%	A	%	SA	%	SR	%	R	%	BR	%	
M1	30	15	71	35.5	77	38.5	20	10	2	1	0	0	200
M2	20	10	60	30	67	34	45	23	8	4	0	0	200
M3	24	12	74	37	68	34	24	12	10	5	0	0	200
M4	30	15	64	32	80	40	20	10	6	3	0	0	200
M5	28	14	60	30	58	29	40	20	14	7	0	0	200
Calicatas													
MUESTRAS	Muy anguloso		Anguloso		Sub-anguloso		Sub-redondeado		Redondeado		Bien redondeado		Total de partículas
	MA	%	A	%	SA	%	SR	%	R	%	BR	%	
CA1-E1	32	16	52	26	82	41	26	13	8	4	0	0	200
CA1-E2	17	9	47	24	66	33	60	30	10	5	0	0	200
CA2-E1	14	7	72	36	66	33	32	16	16	8	0	0	200

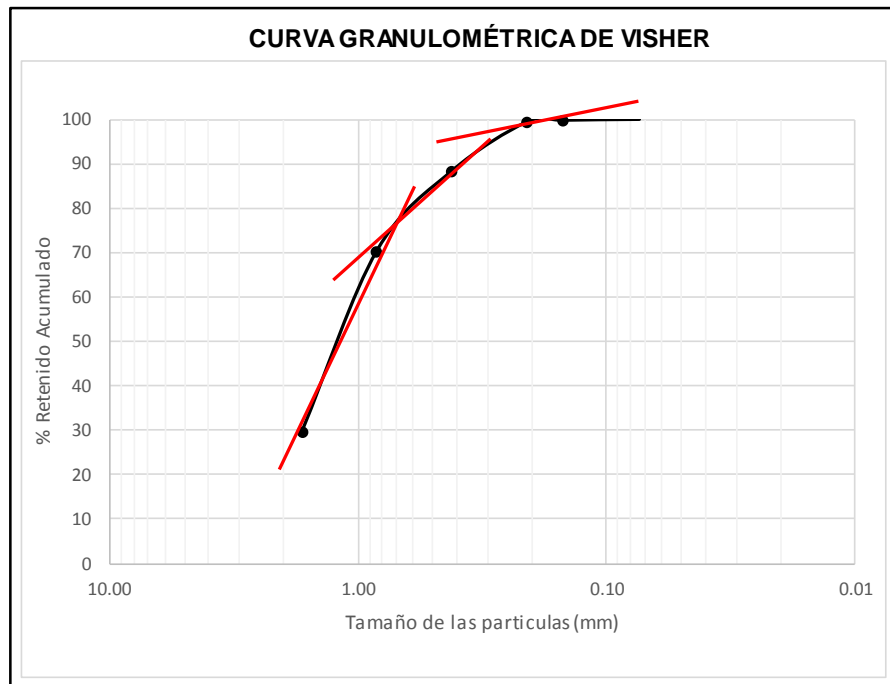
Apéndice B.2 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Candelaria y su alrededor, tamiz N° 70

MORFORSCOPIA, TAMIZ N° 70													
Cauce del río Cndelaria													
MUESTRAS	Muy anguloso		Anguloso		Sub-anguloso		Sub-redondeado		Redondeado		Bien redondeado		Total de partículas
	MA	%	A	%	SA	%	SR	%	R	%	BR	%	
M1	10	5	108	54	74	37	8	4	0	0	0	0	200
M2	0	0	22	11	58	29	98	49	22	11	0	0	200
M3	20	10	42	21	72	36	46	23	16	8	4	2	200
M4	0	0	32	16	64	32	66	33	38	19	0	0	200
M5	20	10	0	0	40	20	70	35	66	33	4	2	200
Calicatas													
MUESTRAS	Muy anguloso		Anguloso		Sub-anguloso		Sub-redondeado		Redondeado		Bien redondeado		Total de partículas
	MA	%	A	%	SA	%	SR	%	R	%	BR	%	
CA1-E1	10	5	30	15	60	30	60	30	40	20	0	0	200
CA1-E2	0	0	14	7	64	32	92	46	30	15	0	0	200
CA2-E1	26	13	16	8	65	33	62	31	29	15	2	1	200

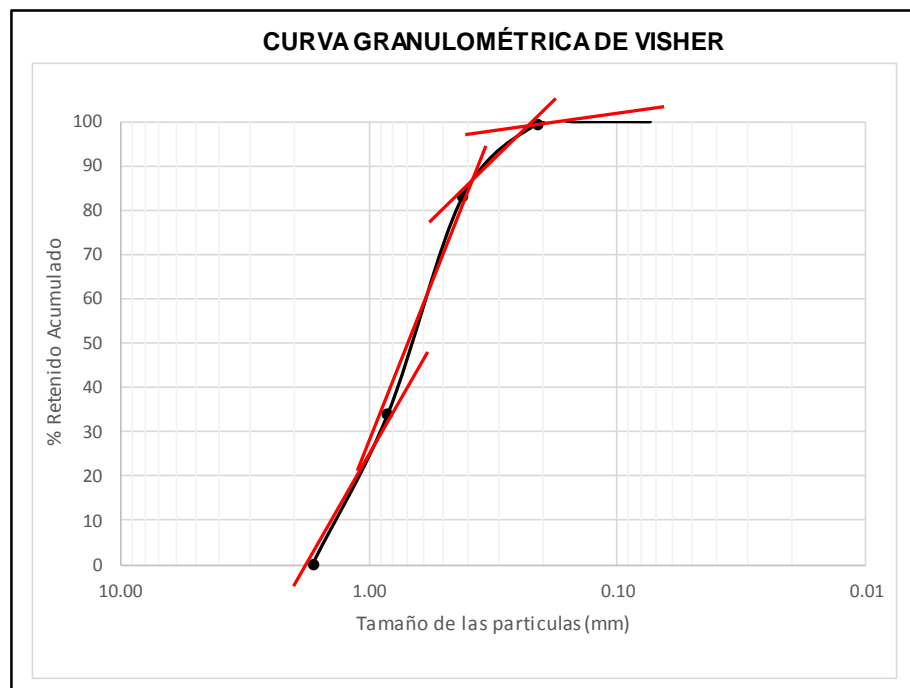
Apéndice B.3 Porcentajes de partículas según la morfoscopía de las muestras de sedimentos del río Candelaria y su alrededor, tamiz N° 100.

MORFORSCOPIA, TAMIZ N° 100													
Cauce del río Cndelaria													
MUESTRAS	Muy anguloso		Anguloso		Sub-anguloso		Sub-redondeado		Redondeado		Bien redondeado		Total de partículas
	MA	%	A	%	SA	%	SR	%	R	%	BR	%	
M1	16	8	24	12	106	53	38	19	16	8	0	0	200
M2	0	0	24	12	36	18	104	52	36	18	0	0	200
M3	12	6	33	17	40	20	64	32	42	21	9	5	200
M4	0	0	60	30	50	25	44	22	38	19	8	4	200
M5	20	10	28	14	68	34	48	24	36	18	0	0	200
Calicatas													
MUESTRAS	Muy anguloso		Anguloso		Sub-anguloso		Sub-redondeado		Redondeado		Bien redondeado		Total de partículas
	MA	%	A	%	SA	%	SR	%	R	%	BR	%	
CA1-E1	10	5	40	20	50	25	60	30	40	20	0	0	200
CA1-E2	0	0	0	0	40	20	90	45	70	35	0	0	200
CA2-E1	22	11	42	21	61	31	28	14	36	18	11	6	200

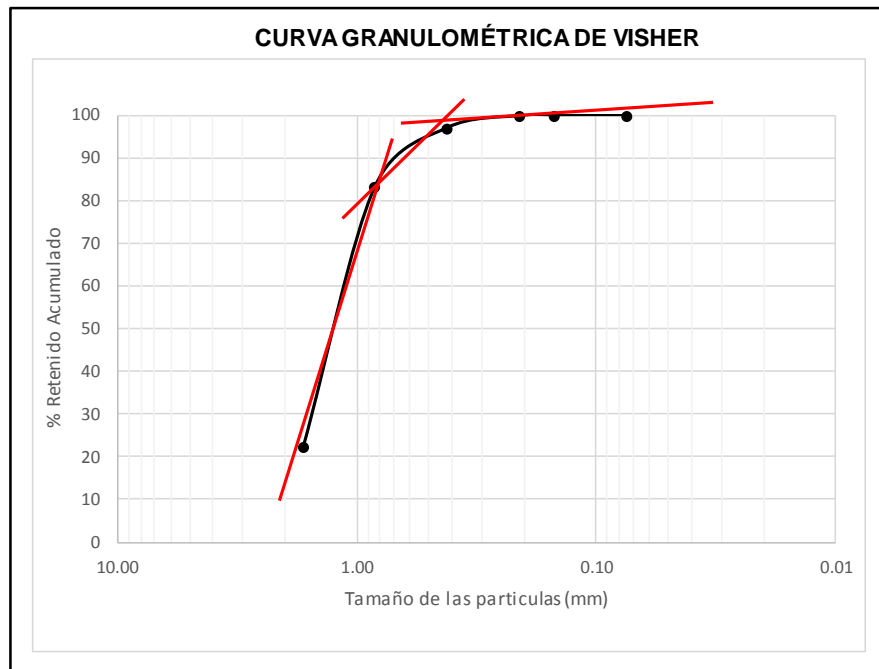
APÉNDICE C
CURVAS GRANULOMÉTRICAS DE VISHER



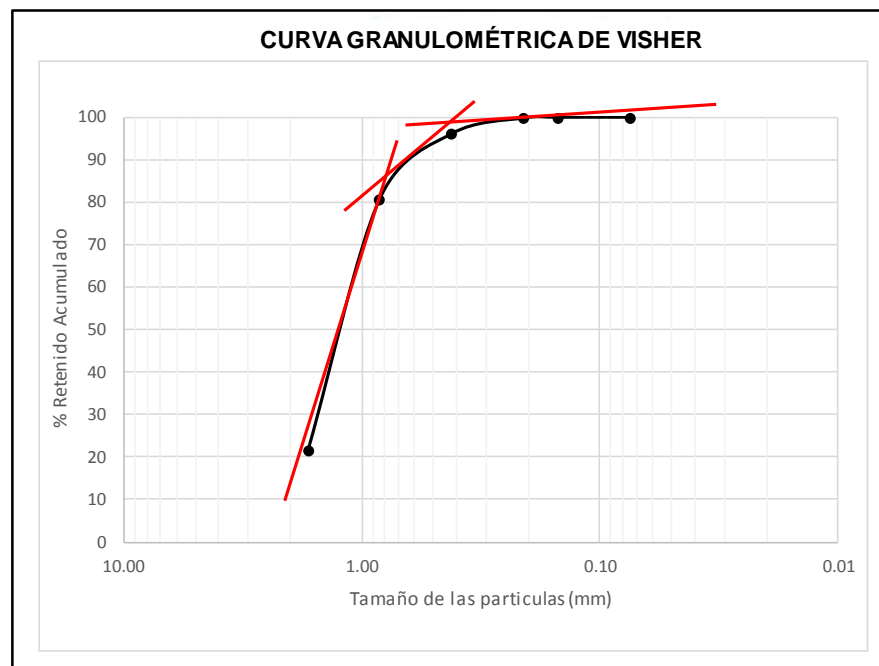
Apéndice C.1 Curva granulométrica de Visher muestra M1 (P1-Cauce)



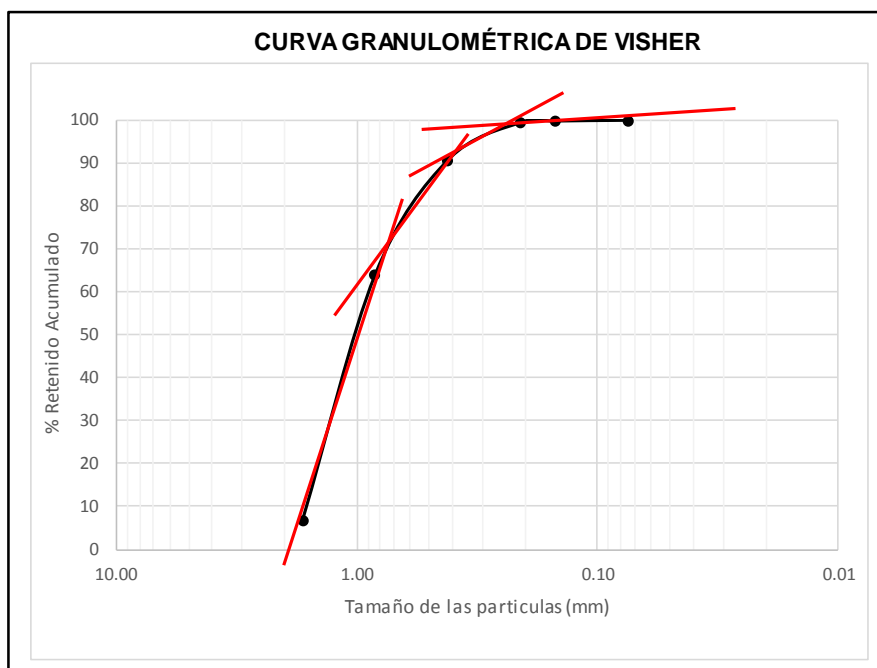
Apéndice C.2 Curva granulométrica de Visher muestra M2 (P2-Cauce)



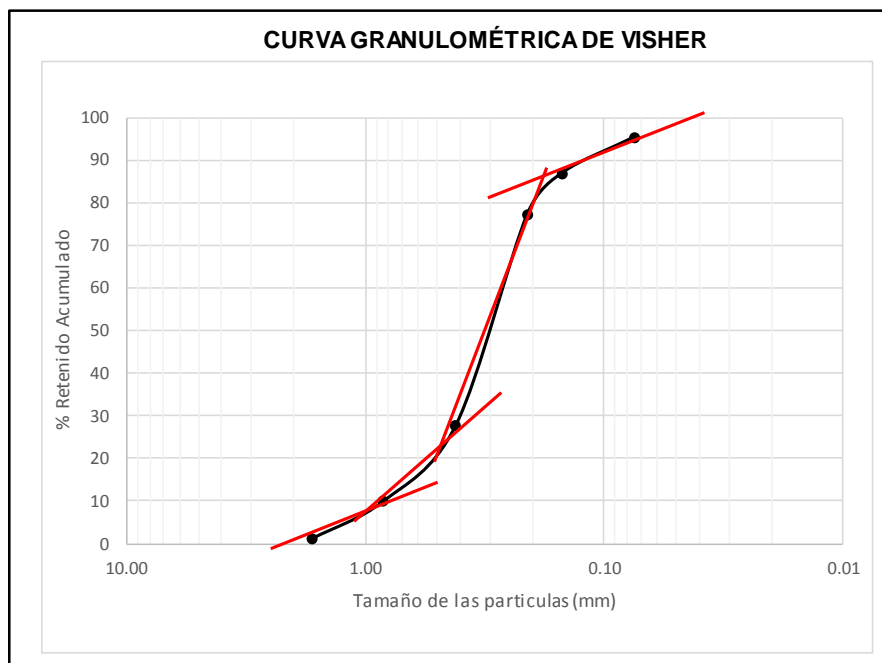
Apéndice C.3 Curva granulométrica de Visher muestra M3 (P3-Cauce)



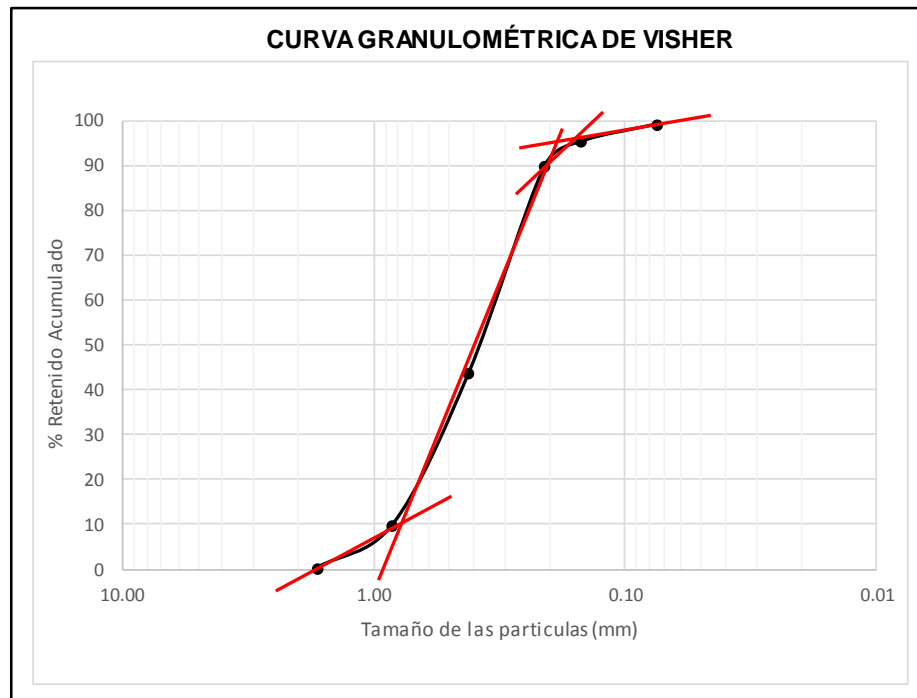
Apéndice C.4 Curva granulométrica de Visher muestra M4 (P4-Cauce)



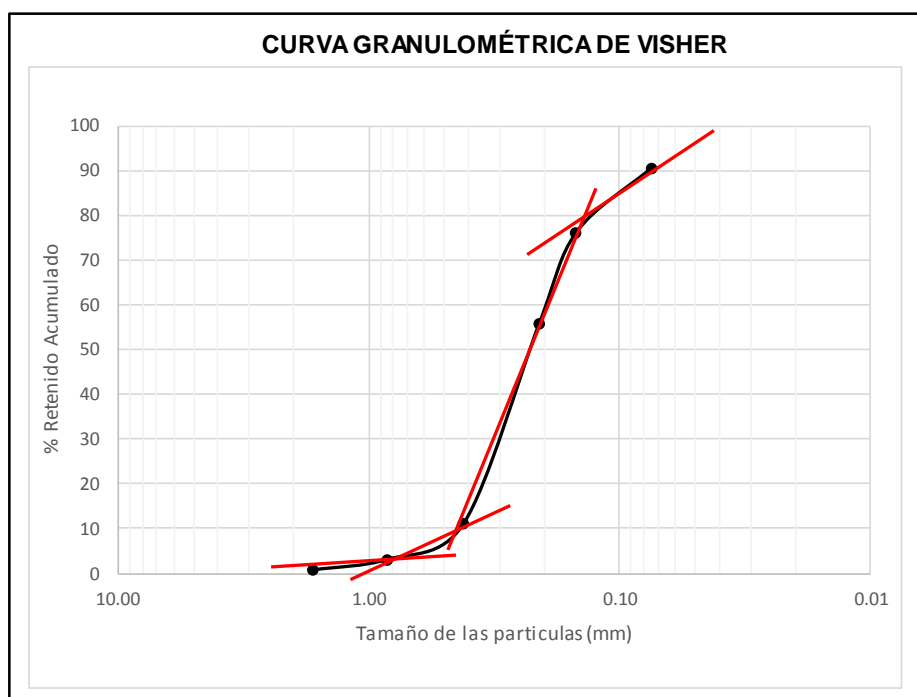
Apéndice C.5 Curva granulométrica de Visher muestra M5 (P5-Cauce)



Apéndice C.6 Curva granulométrica de Visher muestra M6 (P6-CA1-E1)



Apéndice C.7 Curva granulométrica de Visher muestra M7 (P7-CA1-E2)



Apéndice C.8 Curva granulométrica de Visher muestra M8 (P8-CA2)

APÉNDICE D
ANÁLISIS PETROGRÁFICO

 Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico	Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)	
ANÁLISIS PETROGRÁFICO				
FORMATO: PRAC-MIC-002-1		Total Págs.: 05		
Solicitud de servicio: SS-003-21 Muestra N°1: M1 Fecha: 06-12-2021 Colector o solicitante: Iraferd Méndez y Luis Morillo Analista: Geól. Niya Murillo Localidad o procedencia: Río Candelaria, estado Bolívar				
Muestra M1 (NX) 10X/2X: Se observa textura granoblástica inequigranular, formada por cristales xenoblásticos de tamaño grueso de cuarzo (Q), plagioclasa (Pl), bordeados por mica biotita (B).				
Descripción macroscópica de la muestra de mano: a simple vista es una roca dura, alterada, homogénea, de tamaño de grano fino, de color crema y se observó finas bandas paralelas y orientadas de color negro probablemente por la presencia de minerales opacos y además la muestra está cubierta por una pátina de color marrón.				
Descripción microscópica de la sección delgada: Textura: bajo el microscopio se observa una textura granoblástica inequigranular-xenoblástica, de bordes irregulares y lobulados, de tamaño fino a medio, mayormente fracturados y algunos son bordeados por mica biotita y minerales opacos Estructura: Masiva-Orientada.				
Minerales en orden de abundancia decreciente:				
Principales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración
Plagioclasa	~38	Opacos, apatito, óxidos e hidróxidos de hierro, clorita, piroxeno y circon.	~2	Sericita y caolín.
Cuarzo	~35			
Feldespato	~25			
Clasificación o tipo de roca: Gneis Monzogranítico Origen: Metamórfico				
Descripción composicional: Plagioclasa: probable tipo oligoclasa-andesina, en cristales xenoblástico, de tamaño variable, mayormente medio, con maclas polisintéticas tipo albita, difusas, algunas combadas y se observa fracturada y ligeramente sericitizada. Cuarzo: se presenta en cristales xenoblásticos mayormente de contactos lobulados e irregulares, de tamaño fino a medio, con extinción ondulante, recristalizado, fuertemente fracturados y rellenos con óxidos e hidróxidos de hierro, algunos están orientados y con inclusiones de feldespato.				
1				
 <small>INGEOMIN, Ciudad Bolívar, Avenida Libertador, Edificio INGEOMIN-MEM, teléfono: 0284-8519219 R.I.F. G-20007989-3 www.ingecomin.gov.ve</small>				

Apéndice D.1 Análisis petrográfico M1 (P8-AF1)



ANÁLISIS PETROGRÁFICO

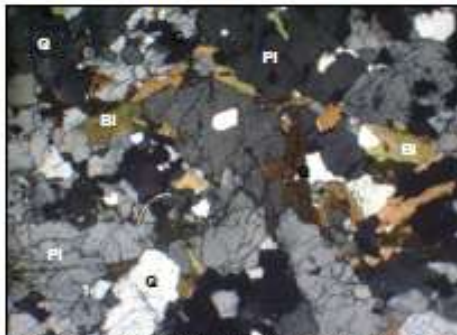
FORMATO: PRAC-MIC-002-1

Total Págs. : 08

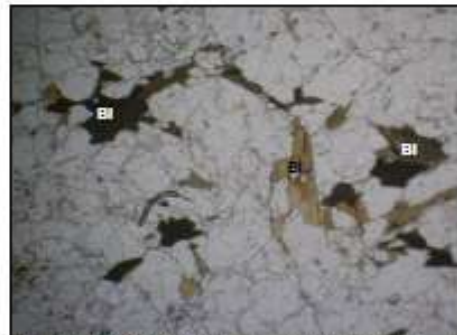
Feldespato potásico: tipo microclino y microclino pertítico y escaso pertita, en cristales xenoblásticos de tamaño fino a medio, con bordes irregulares, ligeramente caolinitizado y algunos son bordeados por entrecrecimiento gráfico.

Accesorios: se observan mica biotita, en paquetes tabulares, de tamaño fino, algunas bordean a los cristales forman finas bandas orientadas, deformadas, flexuradas y alargadas entre sí y algunas son bordeadas por óxidos e hidróxidos de hierro y minerales opacos siendo reemplazados por estos. Los minerales opacos son de tamaño fino, xenoblástico, está junto con la mica biotita; le sigue apatito de tamaño fino, granudo siendo bordeado por piroxeno y biotita y por último hay circón granudo y de tamaño muy fino.

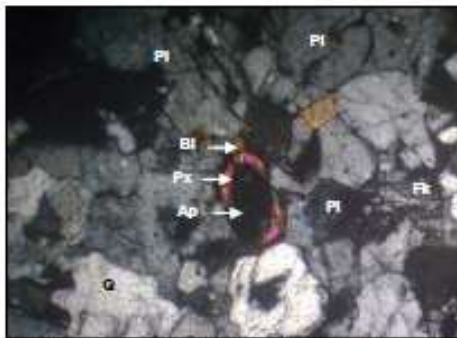
Fotomicrografía muestra M1: Gneis Monzogranítico



Muestra M1 (NX) 10X/40X: Se observan cristales xenoblásticos y fracturados de cuarzo (Q) junto con plagioclasa (Pl), bordeados por paquetes orientados de mica biotita (Bl).



Muestra M1 (NX) 10X/40X: Se observan paquetes laminares de mica biotita (Bl), se observan bordeando a los cristales y están deformadas, orientadas y algunas flexuradas.



Muestra M1 (NX) 10X/100X: Se observa un cristal de apatito (Ap) siendo bordeado por piroxeno (Px) y biotita (Bl), entre los cristales xenoblásticos de plagioclasa (Pl), cuarzo (Q) y feldespato potásico tipo microclino (Fk).



Muestra M1 (NX) 10X/100X: Se observa un cristal de apatito siendo bordeado por piroxeno (Px) y biotita (Bl), entre los cristales presentes.

2

INGEOMIN

INGEOMIN, Ciudad Bolívar, Avenida Libertador, Edificio INGEOMIN-MEM, teléfono: 0285-6519219 R.L.F. G-30007869-3
www.ingecomin.gov.ve

Continuación Apéndice D.1 Análisis petrográfico M1 (P8-AF1)

 Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico	Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)																
ANÁLISIS PETROGRÁFICO																			
FORMATO: P8AC-MIC-002-1		Total Pág.: 08																	
<p>Solicitud de servicio: SS-003-21 Muestra N°2: M2 Fecha: 06-12-2021 Colector o solicitante: Iraferd Méndez y Luis Morillo Analista: Geól. Niya Murillo Localidad o procedencia: Río Candelaria, estado Bolívar</p>																			
<p>Muestra M2 (NX) 10X/2X: Se observa textura granoblástica inequigranular, formada por cristales xenoblásticos de tamaño grueso y fino de cuarzo (Q), están alargados, orientados y fracturados y plagioclasa (Pl), fracturado siendo bordeados por paquetes de mica biotita (Bi).</p>																			
<p>Descripción macroscópica de la muestra de mano: a simple vista es una roca dura, alterada, homogénea, de tamaño de grano fino a medio, de color crema con tonos amarillentos y se observó finas bandas paralelas y orientadas de color negro probablemente por la presencia de minerales opacos.</p>																			
<p>Descripción microscópica de la sección delgada:</p> <p>Textura: bajo el microscopio se observa una textura granoblástica inequigranular-xenoblástica, algunos bordes irregulares y otros en contactos lobulados, de tamaño variable, los de mayor tamaño se observan aplanados, alargados, orientados y fracturados y algunos bordeados por minerales micáceos.</p> <p>Estructura: Masiva-Orientada.</p> <p>Minerales en orden de abundancia decreciente:</p>																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Principales</th> <th>(%)</th> <th>Accesorios</th> <th>(%)</th> <th>Alteración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plagioclasa</td> <td>~50</td> <td rowspan="4">Opacos (~3), apatito, apatito, circón y piroxeno.</td> <td rowspan="4">~5</td> <td rowspan="4">Sericitización y caolín.</td> </tr> <tr> <td>Cuarzo</td> <td>~35</td> </tr> <tr> <td>Feldespato</td> <td>~5</td> </tr> <tr> <td>Biotita</td> <td>~5</td> </tr> </tbody> </table>				Principales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración	Plagioclasa	~50	Opacos (~3), apatito, apatito, circón y piroxeno.	~5	Sericitización y caolín.	Cuarzo	~35	Feldespato	~5	Biotita	~5
Principales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración															
Plagioclasa	~50	Opacos (~3), apatito, apatito, circón y piroxeno.	~5	Sericitización y caolín.															
Cuarzo	~35																		
Feldespato	~5																		
Biotita	~5																		
<p>Clasificación o tipo de roca: Gneis Tonalítico</p> <p>Origen: Metamórfico</p> <p>Descripción composicional:</p> <p>Plagioclasa: probable tipo oligoclasa-andesina y algunas antiperitas, en cristales xenoblástico, de tamaño variable, mayormente fino, con maclas polisintéticas tipo albita, difusas, algunas combadas y se observa microfallas y fracturadas, los de menor tamaño están en paquetes junto al cuarzo en contacto poligonal, ligeramente sericitizada y con inclusiones de cuarzo redondeado.</p>																			
3																			
																			
<small>INGEOMIN, Ciudad Bolívar, Avenida Libertador, Edificio INGEOMIN-MEM, teléfono: 0285-8519219 R.I.F. G-20007889-3 www.ingemin.gov.ve</small>																			



ANÁLISIS PETROGRÁFICO

FORMATO: PRAC-MC-002-1

Total Págs. 1/05

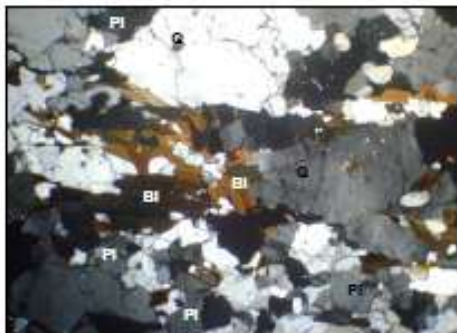
Cuarzo: se presenta en cristales xenoblásticos mayormente de contacto irregulares y lobulados, de tamaño variable, mayormente grueso, con extinción ondulante, los de mayor tamaño están fracturados, aplanados, alargados, orientados, elongados y recristalizados estos son bordeados por cristales de menor tamaño.

Feldespato potásico: tipo pertita y escaso microclino, en cristales xenoblásticos de tamaño fino, con bordes irregulares y ligeramente caolinitizado.

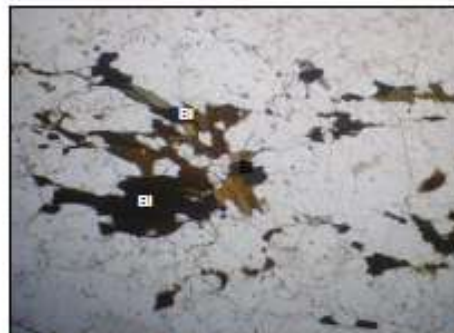
Biotita: se presenta en paquetes laminares y algunas xenoblásticos, de tamaño medio, forman finas bandas orientadas, deformadas, flexuradas y alargadas entre sí las cuales bordean a los cristales.

Accesorios: se observan minerales opacos de tamaño fino y medio, xenoblástico, está junto con la mica biotita, la mica se observa en paquetes deformados que bordean a los cristales; le sigue apatito de tamaño fino, granudo, siendo reemplazado por piroxeno y biotita y por último hay circón.

Fotomicrografía muestra M2: Gneis Tonalítico



Muestra M2 (NX) 10X/4X: Se observan cristales xenoblásticos de cuarzo (Q) tamaño grueso, están alargados, aplanados, orientados y fracturados junto con plagioclasa (Pl), de tamaño fino, bordeados por paquetes orientados de mica biotita (Bi).




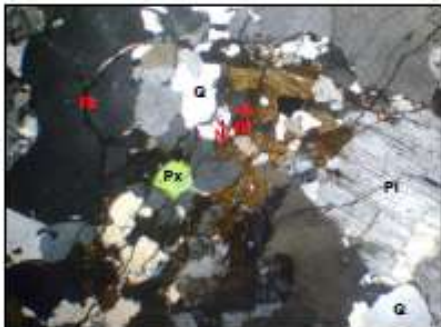

Muestra M2 (NX) 10X/4X: Se observan paquetes laminares de mica biotita (Bi), se observan deformadas, que bordean a los cristales.

4

INGEOMIN

INGEOMIN, Ciudad Bolívar, Avenida Libertador, Edificio INGEOMIN-MEM, teléfono: 0285-8519219 R.I.F.: G-20007989-3
www.ingemin.gov.ve

Continuación Apéndice D.2 Análisis petrográfico M2 (P8-AF1)

	Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico	Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)	
ANÁLISIS PETROGRÁFICO				
FORMATO: PRAC-MIC-002-1		Total Págs. : 05		
<p>Solicitud de servicio: SS-003-2021 Muestra N°3: M3 Fecha: 07-12-21 Colector o solicitante: Iraferd Méndez y Luis Morillo Analista: Ing. Cherlis Moreno Localidad o procedencia: Río Candelaria, Estado Bolívar Coordenadas: X: Y:</p>				
		<p>Muestra M3 (NX) 10X/2X: Se observan cristales de feldespato potásico (Fk), cuarzo (Q), policristalino y recristalizado, plagioclasa (Pl), con maclas, mica biotita (Bi) y piroxeno (Px) granudo de tamaño fino.</p>		
<p>Descripción macroscópica de la muestra de mano: En muestra de mano es una roca dura, homogénea, de grano variable (hasta <2 cm) y en general es de color rosado, con leves tonos gris oscuro a negro por la presencia de minerales máficos ligeramente micáceo.</p>				
<p>Descripción microscópica de la roca: Inequigranular-alotriomórfica, definida por cristales de tamaño fino a medio algunos gruesos, anhedrales a subhedrales, deformados, contactos lobulados, alteradas y fracturas que atraviesan la muestra.</p>				
<p>Cristalinidad: Holocristalina. Estructura: Masiva.</p>				
<p>Minerales en orden de abundancia decreciente:</p>				
Principales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración
Feldespato	~48	Minerales opacos, óxidos e hidróxidos de hierro, piroxeno circón, apatito y mica muscovita.	~1	Sericita y caolinita.
Cuarzo	~35			
Plagioclasa	~14			
Biotita	~2			
<p>Clasificación o tipo de roca: Granito (Sienogranito). Origen: Ígneo-Plutónico. Descripción composicional: Feldespato potásico: tipo microclino, algunas microclino pertítico, ortoclasa y mesopertita, interceptados por venas y parches, se observan en forma anhedral a subhedral, de tamaño fino a medio algunos gruesos, en general los cristales están deformados, en contacto lobulado, con fracturas y</p>				
				
INGEOMIN, Ciudad Bolívar, Avenida Libertador, Edificio INGEOMIN-MEM, teléfono: 0285-8519219 R.I.F. G-20007989-3 www.ingecomin.gov.ve				



ANÁLISIS PETROGRÁFICO

FORMATO: PRAC-MIC-002-1

Total Págs.: 08

mayormente rellenas de óxido e hidróxido de hierro, sericitizada y caolinitizada, con inclusiones de cuarzo, piroxeno, mica biotita y mica muscovita.

Cuarzo: anhedral, de tamaño fino a medio, con extinción ondulante, presenta bordes lobulados, policristalinos, se observó inclusiones de apatito, circón, mica biotita y feldespato, fracturas rellenas por opaco y óxidos.

Plagioclasa: tipo albita-oligoclasa, algunas con textura antipertítica, anhedral y subhedral, de tamaño fino a medio, maclas polisintéticas, algunas difusa, alteradas (sericitizadas) con fracturas rellenas de opaco y óxido e hidróxido de hierro, bordes mirmequíticos e inclusiones redondeados de cuarzo y mica biotita.

Mica Biotita: de tamaño fino a medio, en paquetes laminares, algunas están deformadas, flexuradas, con mineral opaco sustituyéndola desde los bordes.

Accesorios: minerales opacos, de tamaño fino, anhedral, dispersos entre la mica, relleno de las fracturas así como también bordeando los cristales; hay óxidos e hidróxidos de hierro, dispersos heterogéneamente y relleno de fracturas; hay piroxeno, granudo, de tamaño fino y muy fino también como inclusión dispersos en la muestra; hay circón, de tamaño fino y muy fino, granudo, como inclusión entre los cristales; apatito es granudo, de tamaño fino y como inclusión; finalmente mica muscovita de tamaño fino y muy fino disperso en la muestra.

Fotomicrografía muestra M3: Granito (Sienogranito)



Muestra M3 (NX) 10X/4X: Se observan cristales de del feldespato potásico (Fk), en contacto con entrecrecimiento mirmequítico (Pl) y cuarzo (Q).






Muestra M3 (N//) 10X/4X: Se observa la alteración del feldespato potásico (Fk) sericita.

6

INGEOMIN

INGEOMIN, Ciudad Bolívar, Avenida Libertador, Edificio INGEOMIN-MEM, teléfono: 0285-8519219 R.I.F. G-20007889-3
www.ingecomin.gov.ve

Continuación Apéndice D.3 Análisis petrográfico M3 (P9-AF2)

 Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico	Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN)		
ANÁLISIS PETROGRÁFICO				
FORMATO: PRAC-MIC-002-1		Total Págs.: 05		
<p>Solicitud de servicio: SS-003-21 Muestra N°4: M4 Fecha: 07-12-21 Colector o solicitante: Iraferd Méndez y Luis Morillo Analista: Ing. Cherlis Moreno Localidad o procedencia: Río Candelaria, Estado Bolívar Coordenadas: X: Y:</p>				
<p>Muestra M4 (NX) 10X/2X: Se observan cristales de feldespato potásico (Fk), alterados, cuarzo (Q), policristalino y monocristalino, plagioclasa (Pl) y mica biotita (Bi).</p>				
<p>Descripción macroscópica de la muestra de mano: macroscópicamente se observa una roca dura, densa, homogénea, de grano medio, algunos gruesos (<1 cm), de color rosado con tonos negros ligeramente micáceo.</p>				
<p>Descripción microscópica de la sección delgada:</p>				
<p>Textura: al microscopio se observa una textura alotriomórfica Inequigranular, formada por cristales anhedrales y subhedrales, de tamaño variable, se observa fracturada y algunos cristales parcialmente alterada.</p>				
<p>Estructura: Masiva.</p>				
<p>Minerales en orden de abundancia decreciente:</p>				
Principales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración
Feldespato Potásico	~48	Opacos, óxido e hidróxido de hierro, piroxeno, circón y apatito	~2	Sericitiza.
Cuarzo	~38			
Plagioclasa	~10			
Mica biotita	~2			
<p>Clasificación o tipo de roca: Granito (Sienogranito). Origen: Ígnea-Plutónica. Descripción composicional: Feldespato Potásico: tipo pertita y microclino, con una disposición en forma de cordones, algunos en venas y escaso en parches, se observan cristales anhedrales escasos subhedrales, de tamaño medio a fino y gruesos, agregados cristalinos bordeando los cristales mayormente los gruesos, parcialmente sericitizados, fracturado rellenos de óxido e hidróxido de hierro, algunos con inclusiones de cuarzo, piroxeno, biotita, apatito y circón.</p>				
7				
				
<small>INGEOMIN, Ciudad Bolívar, Avenida Libertador, Edificio INGEOMIN-MEM, teléfono: 0286-8519219 R.L.F.-G-20007969-3 www.ingemin.gub.ve</small>				

Apéndice D.4 Análisis petrográfico M4 (P10-AF3)



ANÁLISIS PETROGRÁFICO

FORMATO: PRAC-MIC-502-1

Total Págs.: 05

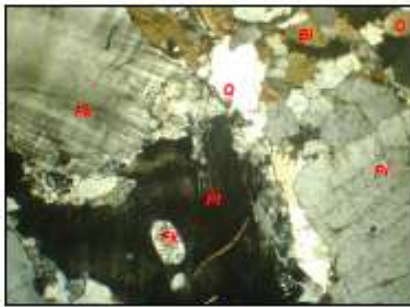
Cuarzo: de tamaño variable, anhedral, monocristalino y policristalino, en general se observa extinción ondulante, recristalizado, bordea a los cristales de feldespato y algunos como inclusión en los otros cristales.

Plagioclasa: de tamaño medio a fino, subhedral, algunas presenta textura antipertítica en parches, mesopertita con inclusiones de feldespato, otras se observan maclas polisintéticas difusas tipo albita, está total a parcialmente sericitizada y algunas con entrecrecimiento mirmequítico en contacto con el feldespato.

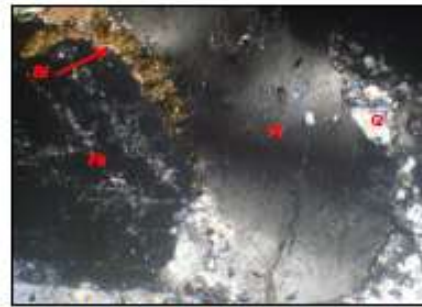
Mica Biotita: se presentan en cristales de tamaño fino, tabular delgada y corta, deformada, algunas bordean a los cristales presentes principalmente al feldespato y se observa bordeada por minerales opacos, siendo sustituida por este.

Accesorios: minerales opacos, de tamaño fino y medio, anhedral y disperso heterogéneamente; luego hay óxido e hidróxido de hierro, de tamaño muy fino, algunos rellenan las fracturas; hay piroxeno de tamaño fino y muy fino granudo disperso en la muestra; hay circón de tamaño muy fino y granudo y por último hay apatito de tamaño muy fino.

Fotomicrografía muestra M4: Granito (Sienogranito)



Muestra M4 (NX) 10X/4X: Se observa feldespato potásico (Fk), cuarzo (Q), policristalino y monocristalino, plagioclasa con inclusión de feldespato y mica biotita (Bi) tabillitas de tamaño



Muestra M4 (NX) 10X/10X: Se observan cristal de plagioclasa (Pl), con maclas flexuradas en contacto feldespato y mica biotita (Bi) de tamaño fino.

MSc. Niya Murillo

Analista

Ing. Cherlis Moreno

Analista

MSc. Rosaurimar Brito

Responsable de Área

MSc. Yuraidy Bravo

Gerente de Regiones
Coordinador Regional (E)

8

INGEOMIN

INGEOMIN, Ciudad Bolívar, Avenida Libertador, Edificio INGEOMIN-MEM, teléfono: 0285-6519219 R.L.F.-G-20007569-3
www.ingecomin.gub.ve

Continuación Apéndice D.4 Análisis petrográfico M4 (P10-AF3)

ANEXO

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

Título	"CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DEL RÍO CANDELARIA EN UN TRAMO DE SU CUENCA MEDIA, SECTOR PRADO DEL ESTE, PARROQUIA PANAPANA MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA"
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
MENDEZ P. IRAFERD P.	CVLAC	26.397.039
	e-mail	iraferdm@gmail.com
	e-mail	
MORILLO S. LUIS F.	CVLAC	25.849.393
	e-mail	morillo.lf@gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Sedimentos
Río
Diaclasas
Afloramientos
Relieve
Columnas sedimentológicas
Escala de Udden- Wentworth
Diagrama de rosas
Mapa geológico estructural
Mecanismos de transporte de sedimentos

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencia de la Tierra	Ingeniería Geológica

Resumen (abstract):

El área de estudio se localiza en la parroquia Panapana del municipio Angostura del Orinoco del estado Bolívar, al Sureste de Ciudad Bolívar. La investigación consistió en una caracterización sedimentológica y estructural del río Candelaria en un tramo de su cuenca media del sector Prado del Este, es de nivel descriptivo, con un diseño de investigación de campo y documental para la cual se ha concebido una metodología que incluirá los aspectos siguientes: identificación de las unidades geológicas y estructuras presentes en el área de estudio, seguido de una descripción de los sedimentos en el tramo del río Candelaria, a través del levantamiento de columnas sedimentológicas, clasificación textural de los sedimentos según la escala de Udden-Wentworth, la determinación del grado de transporte de las partículas mediante la realización de análisis morfoscópico, continuando con la determinación de los mecanismos de transporte utilizando el método de Visher, clasificación petrográfica de las rocas pertenecientes en los afloramientos visados, elaboración de un diagrama de rosa basado en las mediciones tomadas en los afloramientos mediante el software Rozeta 2.0 y la elaboración de un mapa geológico estructural basado en el levantamiento geológico mediante AutoCAD 2012. Para el logro de los objetivos se realizó el levantamiento de 2 columnas sedimentológicas, de la apertura de 2 calicatas donde se recolectaron 8 muestras de sedimento provenientes de calicatas y del fondo del río, además de 4 muestra de rocas, todas estas muestras fueron procesadas en los laboratorios de INGEOMIN, región Guayana los cuales fueron: el análisis granulométrico por tamizado, morfoscópico y petrográfico. Entre los resultados más relevantes obtenidos tenemos en primer lugar; en la zona se identificaron tres unidades geológicas bien definidas que son: Complejo de Imataca, la Formación Mesa, y Sedimentos Recientes; con respecto a las estructuras geológicas asociadas a los afloramientos rocosos se encuentran familias de diaclasas, Sills de cuarzo y foliaciones. Los análisis mediante columnas sedimentológicas mostraron la existencia de cuerpos sedimentarios diferentes, estos debido a los cambios de energía, con variación de flujo entre laminar y turbulento, según la clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Udden- Wentworth, en la Formación Mesa predominan las arenas de fina a media y de media a gruesa y en el lecho del cauce del río Candelaria arena media a gruesa y de gruesa a muy gruesa. La descripción morfoscópica muestra que los sedimentos de manera general presentan moderado transporte y en menor proporción poco transporte. De acuerdo al método de Visher, en el tramo estudiado para todas las muestras predomina el mecanismo de transporte de saltación en un rango de (0.21mm – 1.80mm) por suspensión (0.075mm – 0.85mm) y en proporción mínima la de tracción en un rango (0.85mm – 1.80mm). Del análisis petrográfico realizado a las muestras se clasificaron como Gneis Monzogranítico, Gneis Tonalítico, y Granito (Sienogranito). Las direcciones de los lineamientos preferenciales de las diaclasas tienen un rumbo entre el rango N 15°-50° E y N 34°-80° W, por último el mapa geológico – estructural muestra los límites de las tres unidades geológicas presentes en el área.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL	Código CVLAC	e-mail
Rivadulla Rosario	ROL	CA <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input checked="" type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/>	
	CVLAC	3.825.175	
	e-mail	rosariorivadulla@gmail.com	
	e-mail		
Boscarello Carlos	ROL	CA <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/>	
	CVLAC	11.168.976	
	e-mail	cboscarello@gmail.com	
	e-mail		
Acosta Enrique	ROL	CA <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/>	
	CVLAC	5.082.874	
	e-mail	Enriqueluisacosta6@gmail.com	
	e-mail		
Urbina Jose	ROL	CA <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/>	
	CVLAC	21.087.431	
	e-mail	jrurbinagarrido@gmail.com	
	e-mail		

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2022	11	25

Lenguaje Spa

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

Archivo(s):

Nombre de archivo
Caracterización sedimentológica del río Candelaria.docx
Caracterización sedimentológica del río Candelaria.pdf

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: Río Candelaria, sector Prado del Este
parroquia Panapana

Temporal: 5 años

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado

Pregrado

Área de Estudio:

Departamento de Ingeniería Geológica

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

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

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

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



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS 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 (viegente 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. MENDEZ P. IRAFERD P.

AUTOR

Br. MORILLO S. LUIS F.

TUTOR

Prof.: Rivadulla Rosario