

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



**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE LA  
QUEBRADA CARRIZAL DEL FUNDO CARRIZAL,  
PARROQUÍA ORINOCO, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL  
ORINOCO, CARRETERA CIUDAD BOLÍVAR-MARIPA,  
ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR LOS  
BACHILLERES: FARFÁN,  
GABRIELA N. Y ZERPA F.,  
LUIS A., PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE INGENIERO  
GEÓLOGO**

**CIUDAD BOLÍVAR, 18 DE MAYO DE 2023**



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

**ACTA DE APROBACIÓN**

Este Trabajo de Grado titulado: “**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE LA QUEBRADA CARRIZAL DEL FUNDO CARRIZAL, PARROQUÍA ORINOCO, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, CARRETERA CIUDAD BOLÍVAR-MARIPA, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA**”, presentado por los bachilleres: **FARFÁN, GABRIELA N.**, de cédula de identidad No. **21.264.065** y **ZERPA F., LUIS A.**, de cédula de identidad No. **18.828.784**, 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. González, José Simón

(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 18 días del mes de Mayo del año 2023

## **DEDICATORIA**

Primeramente, le doy gracias a Dios por la vida y demostrarme que su tiempo es perfecto, a mi familia, especialmente a mi abuela Ana Santiago Farfán (+), mi mamá Yraima Farfán y mi Hermana Claudia Farfán por formar parte fundamental de mi formación académica y de valores fundamentales para mi vida.

Farfán Gabriela N.

A Dios todo poderoso por guiarme por el buen camino. Mis padres Luis Zerpa y Nancy Flores, quienes con su apoyo y consejos sabios me han ayudado a levantarme cuando he caído y por haber depositado toda la confianza para llegar hasta donde estoy.

A mis hijos Bryan y Santiago quienes han sido mi motivo de inspiración y por ser esas personas que día a día me motivan para seguir adelante con mis metas y sueños. Mi hermana Donna porque siempre pude contar con su apoyo y por estar allí pendiente de mí y darme el cariño necesario para avanzar y cumplir una de mis metas en esta vida.

Demás familiares; abuela (+), tíos, primos y sobrinos que me han demostrado lo importante de la unión familiar y el compartir. Por último y en especial a Onairiz de los Ángeles Abache, mi novia, mi amiga, mi amor y confidente, por todo el apoyo y la ayuda que me brindo a lo largo de mis estudios; así como en la realización de este proyecto y a esas personas como Doña Petra y Don Silverio(+), que también formaron parte esencial en este sueño logrado.

Este triunfo es de ustedes

Zerpa F., Luis A.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a Dios por ayudarnos en todo momento, por siempre estar con nosotros, protegernos y llenarnos de bendiciones. A la Universidad de Oriente por brindarnos la oportunidad de realizar nuestros estudios y preparación en sus aulas y a todos nuestros profesores, compañeros y amigos que nos brindaron su apoyo durante el tiempo que pasamos en la facultad.

A la profesora Rosario Rivadulla por formar parte de este proceso y por todo su conocimiento y tiempo de dedicación, Gracias al ingeniero Jose Urbina por todo su apoyo y conocimiento, INGEOMIN Región Guayana por brindarnos su apoyo y parte del conocimiento adquirido en laboratorio y a todas las personas que colaboraron con un granito de arena para poder culminar este trabajo con éxito.

Farfán Gabriela N.  
Zerpa F., Luis A.

## RESUMEN

Este trabajo fue desarrollado en la quebrada Carrizal, ubicada en el estado Bolívar, en la parroquia Orinoco, municipio Angostura del Orinoco, carretera Ciudad Bolívar-Maripa, localizándose la sección a estudiar en un tramo de la quebrada Carrizal en las inmediaciones del fundo Carrizal. El objetivo general es realizar la caracterización sedimentológica. La estrategia adoptada utilizada fue documental y de campo. Para la realización de la presente investigación se realizó la identificación de las unidades geológicas y geomorfológicas presentes, con apoyo bibliográfico y la recopilación de información obtenida en campo, seguido de una descripción de los sedimentos, a través del levantamiento de columnas sedimentológicas. La metodología consistió en la clasificación textural de los sedimentos según la escala de Udden-Wentworth, análisis estadístico de los sedimentos, utilizando las curvas granulométricas, la determinación de los mecanismos de transporte por el método de Visher, clasificación macroscópica de las muestras de rocas y la elaboración de un mapa geológico basado en el levantamiento geológico. Se realizó el levantamiento de 4 columnas sedimentológicas, de la apertura de 3 calicatas, donde se recolectaron 15 muestras de sedimentos provenientes de las calicatas y de un talud; y del fondo de la quebrada, todas estas muestras fueron procesadas en los laboratorios de INGEOMIN, Región Guayana el cual fue un análisis granulométrico por tamizado. Entre los resultados tenemos en primer lugar; en la zona se identificaron cuatro unidades geológicas, que son: Complejo de Imataca, Formación Mesa, Suelos Residuales y Sedimentos Recientes; con respecto a la geomorfología se identificaron los paisajes fisiográficos de origen estructural, tipo planicies de inundación, montañas bajas y llanuras aluviales. Según la clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Udden-Wentworth, en la Formación Mesa predominan las arenas de medias a gruesas y en menor porción de fina a media, en los taludes arenas media a gruesa y media a muy gruesa, y en el lecho del cauce de la quebrada Carrizal arena media a gruesa y arena gruesa a muy gruesa. De acuerdo al análisis estadístico a través del software GRADISTAT se determinó que la media general de las muestras oscila entre 0.131 y 1.988, la selección entre 0.610 a 1.647, la simetría entre -0.048 a 0.170, y la curtosis entre 0.690 a 1.503. Con respecto al método de Visher, en el tramo estudiado predomina el mecanismo de transporte de saltación en un rango de 0.12mm – 2.01mm, suspensión con diámetros de partículas entre 0.075mm – 0.41mm, y en proporción mínima la tracción en un rango de 0.85mm – 2.00mm. De las 8 muestras de rocas se identificaron 3 Gneis Granítico, 4 Gneis Cuarzo Feldespático y 1 Gneis Granítico Cuarzo Feldespático, de colores rosado claro a grisáceo con tonos blancos y negros, en su mayoría, foliadas de grano medio a grueso. En el mapa geológico se muestran las cuatro unidades estratigráficas presentes en el área.

## TABLA DE CONTENIDO

	Paginas
<b>ACTA DE APROBACIÓN</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	xii
<b>LISTA DE APÉNDICES</b> .....	xiii
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	xv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	2
<b>SITUACIÓN A INVESTIGAR</b> .....	2
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Objetivos de la investigación .....	3
1.2.1 Objetivo general .....	3
1.2.2 Objetivos específicos .....	3
1.3 Justificación de la investigación .....	4
1.4 Alcances de la investigación .....	4
1.5 Limitaciones de la investigación .....	4
<b>CAPÍTULO II</b> .....	5
<b>GENERALIDADES</b> .....	5
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio .....	5
2.2 Acceso al área de estudio .....	7
2.3 Características físicos–naturales .....	8
2.3.1 Clima .....	8
2.3.2 Vegetación .....	14
2.3.3 Caracterización de la vegetación .....	15
2.3.4 Geomorfología .....	16
2.3.5 Fauna .....	19
2.3.6 Caracterización hidrológica .....	21
2.4 Geología regional .....	22
2.5 Geología local .....	23
2.5.1 Provincia geológica de Imataca .....	23
2.5.2 Formación Mesa .....	25
2.5.3 Aluviones .....	26

<b>CAPÍTULO III</b> .....	28
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	28
3.1 Antecedentes o estudios previos .....	28
3.2 Fundamentos teóricos.....	29
3.2.1 Escala de Wentworth-Udden .....	29
3.2.2 Mecanismos de transporte según Visher .....	31
3.2.3 Flujo en un río y sus tipos .....	33
3.2.4 Transporte de sedimentos .....	34
3.2.5 Granulometría .....	35
3.2.6 Morfoscopía de los sedimentos.....	36
3.2.7 Software de GRADISTAT.....	38
3.3 Definición de términos básicos.....	41
3.3.1 Caudal.....	41
3.3.2 Erosión.....	41
3.3.3 Mapa geológico .....	41
3.2.4 Meteorización.....	42
3.3.5 Sedimentos.....	42
3.3.6 Suelo .....	42
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	43
<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO</b> .....	43
4.1 Tipo de investigación .....	43
4.2 Diseño de la investigación.....	43
4.3 Población y muestra de la investigación .....	44
4.3.1 Población de la investigación.....	44
4.3.2 Muestra de la investigación .....	44
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	45
4.4.1. Revisión bibliográfica.....	45
4.4.2. Observación directa .....	45
4.4.3. Instrumentos para la recolección de datos .....	46
4.5 Flujograma de la investigación .....	46
4.6 Procedimiento para el logro de los objetivos.....	48
4.6.1 Etapa I: Revisión .....	48
4.6.2 Etapa II: Trabajo de campo.....	49
4.6.3 Etapa III: Trabajo de laboratorio .....	52
4.6.4 Etapa IV: trabajo de oficina .....	54
<b>CAPÍTULO V</b> .....	57
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	57
5.1 Unidades geológicas y geomorfológicas presentes en el área de estudio	57
5.1.1 Unidades geológicas presentes.....	57
5.1.2 Unidades geomorfológicas presentes .....	59
5.2 Descripción de los sedimentos de la quebrada Carrizal .....	60



5.2.1 Talud.....	60
5.2.2 Calicata 1 (CA1).....	61
5.2.3 Calicata 2 (CA2).....	62
5.2.4 Calicata 3 (CA3).....	63
5.3 Clasificación textural de los sedimentos, a través de la escala de Udden-Wentworth .....	64
5.4 Parámetros estadísticos de los sedimentos presentes en la quebrada Carrizal.....	65
5.5 Mecanismos de transporte de las partículas, a través del método de Visher .....	67
5.6 Descripción macroscópica de las rocas aflorantes el área de estudio .....	69
5.7 Mapa geológico.....	71
5.6.1 Complejo de Imataca .....	72
5.6.2 Formación Mesa .....	72
5.6.3 Suelos Residuales .....	72
5.6.4 Sedimentos Recientes .....	73
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>74</b>
Conclusiones.....	74
Recomendaciones .....	78
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>79</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>82</b>
APÉNDICE A.....	83
APÉNDICE B.....	99
APÉNDICE C.....	106
<b>ANEXOS .....</b>	<b>115</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio (imágenes de Google, hoja cartográfica las casitas 7438-III-NW” escala 1:25.000 año 1991 y foto del área de estudio).....	6
2.2 Acceso al área de estudio (imagen de GPS satelital 2023).....	7
2.3 Distribución temporal de la lluvia media mensual (mm), período climatológico 1997-2007.....	9
2.4 Distribución temporal de la Evaporación, período climatológico 1997-2007.....	10
2.5 Distribución temporal de la temperatura mensual, período climatológico 1997-2007.....	11
2.6 Distribución temporal de la humedad relativa; período climatológico 1997-2007.....	12
2.7 Distribución temporal de la velocidad media del viento, período climatológico 1997.....	13
2.8 Vegetación conformada por bosques bajos de sabana.....	14
2.9 Formaciones arbóreas encontradas en el área de estudio.....	15
2.10 Formaciones arbustivas encontradas en el área de estudio.....	16
2.11 Formas de relieves de la zona (mesa conservada).....	17
2.12 Fauna silvestre del área de estudio (Mendoza, V. 2000).....	20
2.13 Tramo del cauce de la quebrada Carrizal.....	21
2.14 Provincias geológicas del Escudo de Guayana (Mendoza V. 2005).....	22
2.15 Extensión de Provincia Geológica de Imataca (Mendoza, V. 2005).....	23
2.16 Fajas del Complejo de Imataca al sur del río Orinoco (Ascanio, G. 1975).....	25
2.17 Sedimentos aluviales en las riberas de la quebrada Carrizal.....	27
3.1 Escala de Udden-Wentworth y su representación (Wentworth, C.K. 1922.....	30
3.2 Escala del tamaño del grano de los sedimentos y sus correspondientes valores en la escala Phi de Udden-Wentworth 1922 (Baamonde, J. 2006).....	30
3.3 Dinámica del transporte de sedimentos con las poblaciones y puntos de truncamiento, en una distribución de tamaño de grano. (Modificado de Visher 1969).....	31
4.1 Flujograma de la investigación.....	47
4.2 Vista satelital de la distribución de los puntos levantados.....	50
4.3 Muestras de sedimentos de algunas de las calicatas.....	51
4.4 Muestras de sedimento del cauce.....	51
4.5 Muestras de rocas de algunos de los afloramientos observados.....	52
4.6 Partes del proceso del análisis granulométrico.....	53
4.7 Partes del proceso del análisis granulométrico, tamizado.....	53
5.1 Columna sedimentología talud.....	61
5.2 Columna sedimentología CA1.....	62

5.3	Columna sedimentología CA2.....	63
5.4	Columna sedimentología CA3.....	64
5.5	Mapa geológico del área de estudio.....	71

## LISTA DE TABLAS

		Página
2.1	Resumen estadístico de la precipitación mensual (mm), estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007.....	9
2.2	Resumen estadístico de la evaporación, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007.....	10
2.3	Resumen estadístico de la temperatura, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007.....	11
2.4	Resumen estadístico de la humedad relativa, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, período climatológico 1997-2007.....	12
2.5	Resumen estadístico de la velocidad media del viento, estación meteorológica de Ciudad Bolívar, periodo climatológico 1997-2007.....	13
2.6	Fauna silvestre del área de estudio.....	20
3.1	Escala de distribución de tamaño tomada de Villanueva (2020) y modificada de Udden (1914) y Wentworth (1922).....	38
3.2	Indicadores de clasificación (Folk y Ward, 1957).....	39
3.3	Rangos para la subclasificación de selección, asimetría y Curtosis de medidas gráficas logarítmicas (originales) (Folk and Ward 1957).....	40
4.1	Minuta de los puntos levantados en campo.....	50
5.1	Clasificación textural de los sedimentos mediante la escala de Udden-Wentworth.....	65
5.2	Parámetros estadísticos por el método de Folk y Ward (1957).....	66
5.3	Fracción que se moviliza de acuerdo al mecanismo de transporte según Visher.....	68
5.4	Clasificación macroscópica de las rocas en el área de estudio.....	70

## LISTA DE APÉNDICES

		Página
<b>A</b>	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO VÍA HÚMEDO</b> .....	83
	A.1 Análisis granulométrico vía húmedo (CA1-E1).....	84
	A.2 Análisis granulométrico vía húmedo (CA1-E2).....	85
	A.3 Análisis granulométrico vía húmedo (CA2-E1).....	86
	A.4 Análisis granulométrico vía húmedo (CA2-E2).....	87
	A.5 Análisis granulométrico vía húmedo (CA2-E3).....	88
	A.6 Análisis granulométrico vía húmedo (CA3-E1).....	89
	A.7 Análisis granulométrico vía húmedo (CA3-E2).....	90
	A.8 Análisis granulométrico vía húmedo (CA3-E3).....	91
	A.9 Análisis granulométrico vía húmedo Talud-E1.....	92
	A.10 Análisis granulométrico vía húmedo Talud-E2.....	93
	A.11 Análisis granulométrico vía húmedo Talud E3.....	94
	A.12 Análisis granulométrico vía húmedo Cauce M1.....	95
	A.13 Análisis granulométrico vía húmedo Cauce M2.....	96
	A.14 Análisis granulométrico vía húmedo Cauce M3.....	97
	A.15 Análisis granulométrico vía húmedo. Cauce M4.....	98
<b>B</b>	<b>ESTADÍSTICAS DE MUESTRAS POR EL MÉTODO DE FOLK Y WARD, A TRAVÉS DEL SOFTWARE GRADISTAT</b> .....	99
	B.1 Estadísticas de las muestras de la calicata 1.....	100
	B.2 Estadísticas de las muestras de la calicata 2.....	101
	B.3 Estadísticas de las muestras de la calicata 3.....	102
	B.4 Estadísticas de las muestras del talud.....	103
	B.5 Estadísticas de las muestras del cauce M1 y M2.....	104
	B.6 Estadísticas de las muestras del cauce M3 y M4.....	105
<b>C</b>	<b>CURVAS GRANULOMÉTRICAS DE VISHER</b> .....	106
	C.1 Curva granulométrica de Visher muestra CA1-E1.....	107
	C.2 Curva granulométrica de Visher muestra CA1-E2.....	107
	C.3 Curva granulométrica de Visher muestra CA2-E1.....	108
	C.4 Curva granulométrica de Visher muestra CA2-E2.....	108
	C.5 Curva granulométrica de Visher muestra CA2-E3.....	109
	C.6 Curva granulométrica de Visher muestra CA3-E1.....	109
	C.7 Curva granulométrica de Visher muestra CA3-E2.....	110
	C.8 Curva granulométrica de Visher muestra CA3-E3.....	110
	C.9 Curva granulométrica de Visher muestra Talud E1.....	111
	C.10 Curva granulométrica de Visher muestra Talud E2.....	111
	C.11 Curva granulométrica de Visher muestra Talud E3.....	112
	C.12 Curva granulométrica de Visher muestra Cauce M1.....	112
	C.13 Curva granulométrica de Visher muestra Cauce M2.....	113

C.14 Curva granulométrica de Visher muestra Cauce M3.....	113
C.15 Curva granulométrica de Visher muestra Cauce M4.....	114

## **LISTA DE ANEXOS**

- A Mapa geológico del área de estudio

## INTRODUCCIÓN

Los sedimentos tienen funciones esenciales en los ríos y quebradas como son: el desarrollo del cauce en sus cambios de forma (ancho, profundidad, formación de islas o bancos de arena), sirven para minimizar la degradación del fondo ya que suplen el sedimento en zonas erosionadas, en la formación de hábitats para un gran número de organismos vivos y en el transporte de nutrientes. Algunos riesgos del transporte de sedimentos son el cambio del ancho del cauce durante los deslizamientos de materiales, los flujos de lodos y escombros en las inundaciones. Los procesos que gobiernan el movimiento de los sedimentos en los ríos y quebrada son complejos y dependen de factores: hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geográficos y biológicos.

Dentro de este orden de ideas, el caso que ocupa esta investigación trata específicamente de caracterizar los sedimentos presentes en la parte media de la quebrada Carrizal, del fundo carrizal, parroquia Orinoco, municipio Angostura del Orinoco, carretera ciudad Bolívar-Maripa, estado Bolívar, con la finalidad de aportar datos respecto a los sedimentos en el tramo antes mencionado, teniendo en cuenta que en esta área de estudio no hay datos específicos del comportamiento de los sedimentos de acuerdo a su transporte y clasificación. Para el desarrollo de la investigación se aplicará una metodología de tipo descriptiva aplicando una estrategia o diseño de la investigación de campo y documental. Por último el alcance de la investigación incluirá la clasificación de los sedimentos de acuerdo a la escala de Udden-Wentworth además de analizar sus características morfológicas en la parte media de la quebrada Carrizal. Luego se determinará los mecanismos de transporte mediante el método de Visher. y los parámetros estadísticos de los sedimentos presentes mediante las curvas granulométricas.



# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### 1.1 Planteamiento del problema

De la quebrada y el fundo Carrizal existe muy escasa información sobre las características de los sedimentos y de los mecanismos de transporte de ellos, por lo que se plantea la realización de este proyecto.

En la quebrada Carrizal se genera erosión, transporte y sedimentación. Y en esta ocasión le damos atención a la hidráulica fluvial que es la interacción de los sedimentos en el fluido en movimiento.

Esta investigación tiene como finalidad, la de verificar y suministrar información sedimentológica de la quebrada Carrizal, que se encuentra dentro del fundo Carrizal, parroquia Orinoco, municipio Angostura del Orinoco, empezando por la identificación de las unidades geológicas y geomorfológicas del área con apoyo bibliográfico de la zona y el análisis de los sedimentos, que permitan la clasificación textural de los sedimentos del cauce, mediante el criterio de la escala Udden-Wentworth, así como también determinar los mecanismos de transporte de los sedimentos de acuerdo al criterio del método de Visher.

Del mismo modo determinar los parámetros estadísticos de los sedimentos presentes en la quebrada Carrizal, haciendo uso de las curvas granulométricas, con el propósito de enriquecer cualquier investigación previa, realizado en el área de interés con fines científicos y geológicos, además del modelado de las riberas de la quebrada.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar la caracterización sedimentológica de la quebrada Carrizal del fundo Carrizal, parroquia Orinoco, municipio Angostura del Orinoco, carretera Ciudad Bolívar- Maripa, estado Bolívar, Venezuela.

### **2.2.2 Objetivos específicos**

1) Identificar las unidades geológicas y geomorfológicas presentes en el área de estudio, con apoyo bibliográfico y recopilación de información en campo.

2) Describir los sedimentos de la quebrada Carrizal del Fundo Carrizal, a través del levantamiento de columnas sedimentológicas.

3) Clasificar texturalmente los sedimentos, mediante la escala Udden-Wentworth, realizando análisis granulométrico por vía mecánica.

4) Determinar los parámetros estadísticos de los sedimentos presentes en la quebrada Carrizal, usando las curvas granulométricas.

5) Determinar los mecanismos de transporte de las partículas, utilizando el método de Visher.

6) Describir macroscópicamente las rocas aflorantes en el área de estudio mediante inspección de campo en puntos de reconocimiento geológico.

7) Representar en un mapa geológico las unidades estratigráficas presentes en la zona de estudio.

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

Existe poca información sobre la caracterización de los sedimentos presentes en la quebrada Carrizal, así como de los aspectos geológicos, hidrológicos, geomorfológicos entre otros; y con esta investigación se aportarán datos respecto al área de estudio con los aspectos mencionados.

### **1.4 Alcances de la investigación**

Con esta investigación se realizará la clasificación de los sedimentos de la parte media de la cuenca de la quebrada Carrizal, de acuerdo a la escala de Udden-Wentworth, se clasificarán texturalmente los suelos, se determinarán los mecanismos de transporte de los sedimentos mediante el método de Visher. Además de determinar los parámetros estadísticos de los sedimentos, utilizando las curvas granulométricas.

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

Para el desarrollo de esta investigación, se tiene como limitante la poca seguridad de la zona, que dificulta la inspección hacia los puntos de interés para llevar a cabo los estudios respectivos. Por otra parte, cabe mencionar la falta de material bibliográfico actualizado a nivel de detalle sobre la zona.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en Venezuela - estado Bolívar, hacia el noroeste del municipio Angostura del Orinoco en el poblado Carrizal, parroquia Orinoco, carretera Ciudad Bolívar –Maripa. Geográficamente, se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM (REGVEN): E: 401349.11; N: 858645.26 y E: 401333.08; N: 858656.13(Figura 2.1).

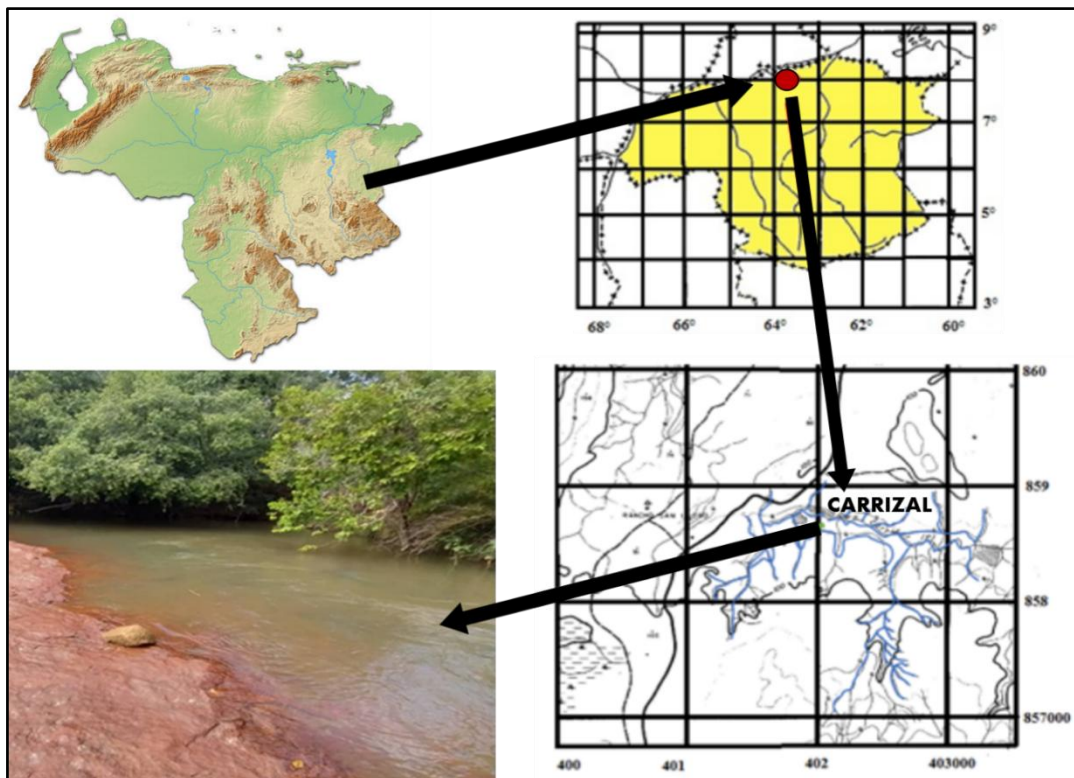


Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio (imágenes de Google, hoja cartográfica las casitas 7438-III-NW” escala 1:25.000 año 1991 y foto del área de estudio).

## 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, la que comunica a Ciudad Bolívar con Maripa, se recorren 34 km aproximadamente hasta el poblado Carrizal. Luego se toma el desvío hacia el noroeste, el recorrido hasta el fundo Carrizal donde está el tramo de estudio de la quebrada Carrizal es de 100 metros aproximadamente desde la carretera Nacional antes mencionada cruzando un pequeño puente el cual pertenece al área de estudio (Figura 2.2).

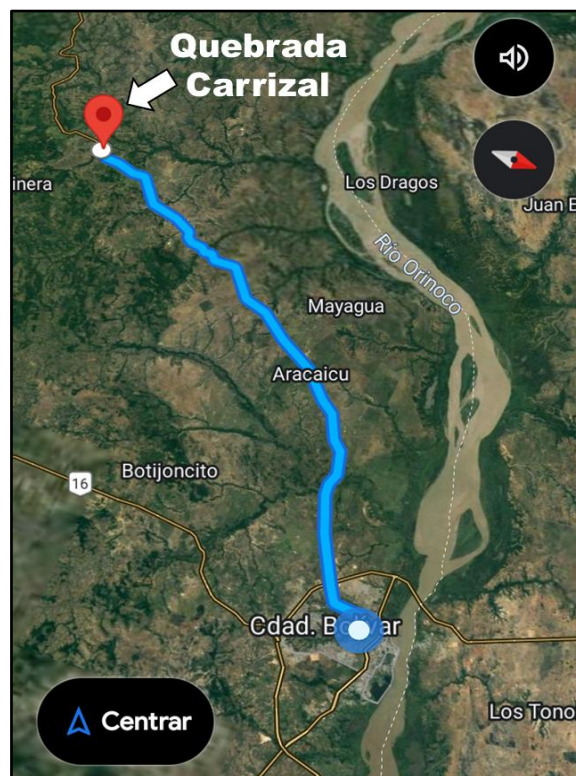


Figura 2.2 Acceso al área de estudio (imagen de GPS satelital2023).

Cabe señalar que el recorrido del área de estudio donde se realizaron los levantamientos se hizo a pie a través de caminos y sobre el cauce.

## **2.3 Características físicos–naturales**

### **2.3.1 Clima**

Para la clasificación climática del fundo Carrizal, se utilizaron los datos del período climatológico 1997-2007, de las variables climatológicas registradas en la estación meteorológica de ciudad Bolívar, 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, insolación, humedad relativa y velocidad media del viento), manejada por el Servicio meteorológico de la Fuerza Aérea Venezolana (FAV, 2006).

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**

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

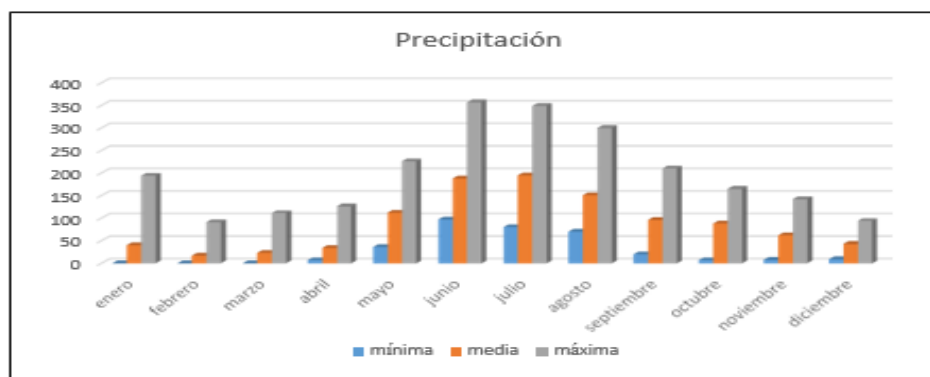


Figura 2.3 Distribución temporal de la lluvia media mensual (mm), período climatológico 1997-2007.

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

### 2.3.1.2 Evaporación

La distribución temporal de la evaporación correspondiente al período climatológico: 1997-2007(10 años), denota que por los datos estadísticos el mes de mayor precipitación es el mes de agosto con una evaporación de 976 mm, los meses que presentaron menor evaporación fueron enero con un valor de 64 mm, julio y septiembre con un valor de 70 mm (Figura 2.4y Tabla 2.2).

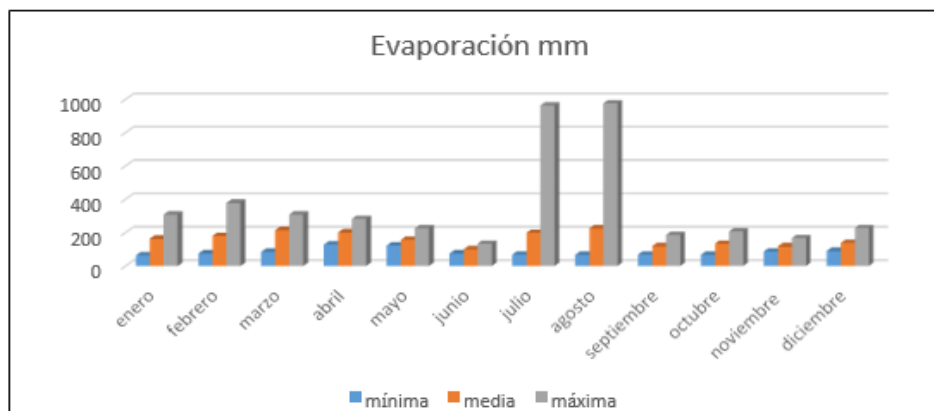


Figura 2.4 Distribución temporal de la Evaporación, período climatológico 1997- 2007.

Tabla 2.2 Resumen estadístico de la evaporación (mm), 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

### 2.3.1.3 Temperatura

La distribución temporal de la temperatura mensual correspondiente al período climatológico: 1997-2007(10 años), presenta un régimen de tipo unimodal, esto quiere decir que presenta 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. La figura 2.5 y la tabla 2.3 muestran los datos de temperatura mensual y la distribución temporal de la temperatura mensual, para el período considerado.

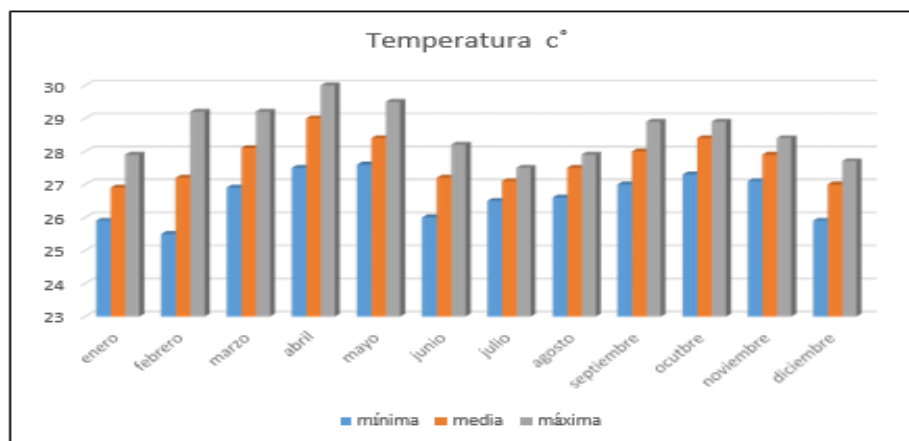


Figura 2.5 Distribución temporal de la temperatura mensual, período climatológico 1997-2007.

Tabla 2.3 Resumen estadístico de la temperatura (°C), 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

### 2.3.1.4 Humedad relativa media anual

La figura 2.6 y la tabla 2.4 muestran que la distribución temporal de la humedad relativa correspondiente al período climatológico: 1997-2007(10 años) presenta una distribución de tipo unimodal 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%.

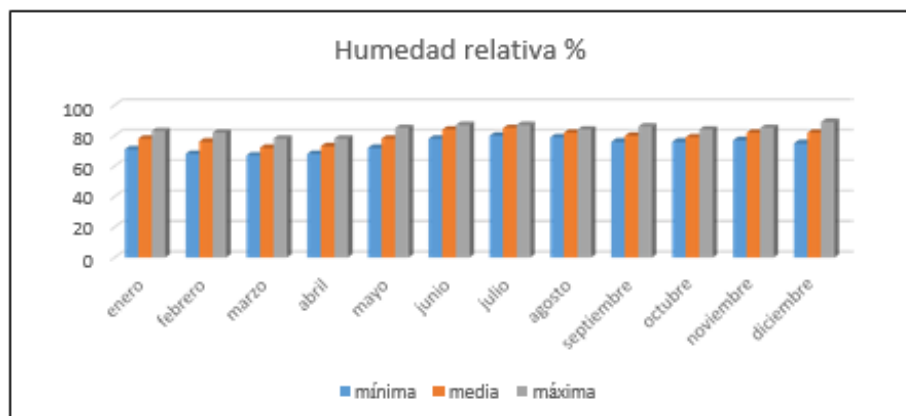


Figura 2.6 Distribución temporal de la humedad relativa; período climatológico 1997- 2007.

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

### 2.3.1.5 Velocidad media del viento

La distribución temporal de la velocidad media del viento mensual del período climatológico 1997-2007, que se caracteriza por ser de tipo unimodal, ya que presenta un valor máximo correspondiente al mes de marzo de 17,6 m/s, presentando un valor mínimo correspondiente al mes de agosto de 6,5 m/s (Figura 2.7 y Tabla 2.5)

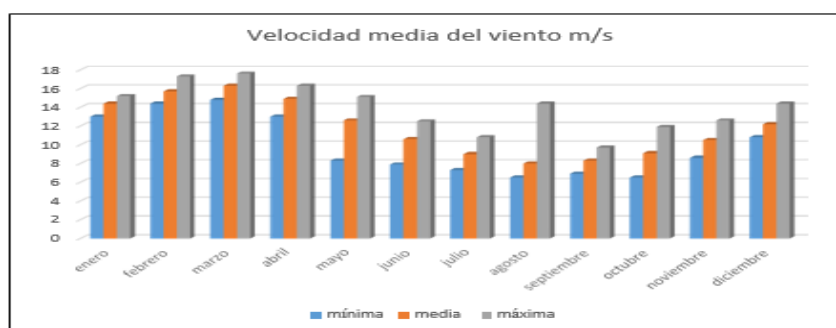


Figura 2.7 Distribución temporal de la velocidad media del viento, período climatológico 1997-2007.

Tabla 2.5 Resumen estadístico de la velocidad media del viento (m/s), 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

### 2.3.2 Vegetación

En el área de estudio se puede distinguir dos unidades bioclimáticas: el Bioclima Tropofilo Macrotermico, el más extendido, y el bioclima Ombrofilo Macrotermico (CVG Tecmin., 1991).

La formación vegetal más importante del Bioclima Tropofilo Macrotermico son bosques bajos, medios y arbustos relictos, o producto de la intervención agrícola y pecuaria de tipo extensivo muy acentuadas en la zona. También se encuentran, en condiciones edáficas particulares, bosques de galerías (CVG Tecmin., 1991).

Dado las condiciones climáticas, la escasa capa vegetal, el carácter arenoso de los suelos y la abundancia en oxido de Fe y Mg, en conjunto, la vegetación típica del área es de bosques bajos de sabana (CVG Tecmin., 1991), (Figura 2.8).



Figura 2.8 Vegetación conformada por bosques bajos de sabana.

### 2.3.3 Caracterización de la vegetación

Para determinar la vegetación característica del área en primer lugar fue mediante la observación directa seguido de la recopilación bibliográfica para dar una descripción detallada de la flora presente en la zona. De acuerdo con el esquema de Holdridge, el área de ciudad Bolívar se corresponde con la zona de vida vegetal: Bosque Seco Tropical (Bs-T), pudiendo destacar dentro de ella espacios con las siguientes formaciones vegetales de exuberante desarrollo como: Formaciones arbóreas, Formaciones arbustivas y Formaciones mixtas; las cuales se describen a continuación:

#### 2.3.3.1 Formaciones arbóreas

Constituyen, casi siempre, asociaciones edáficas en los bordes de los ríos y quebradas, donde forma bosques de galería, siendo denso en algunos lugares, con especies siempre verdes y un solo estrato, para, en los lugares donde el suelo y la humedad disminuyen sus aportes, la frecuencia, la altura y la importancia del follaje disminuyen notablemente. Los ejemplares predominantes en el área de estudio también se observa la Palma, Moriche, Algarrobo, Mango, Jobo y Merey (Figura 2.9).



Figura 2.9 Formaciones arbóreas encontradas en el área de estudio.

### 2.3.3.2 Formaciones arbustivas

Estas constituyen pequeñas y pocas áreas cubiertas por arbustos que resaltan dentro de la sabana, localizados, en su mayoría, en el cauce de la quebrada y el talud donde la densidad y la cobertura le dan un alto valor protector y ecológico. Entre las especies observadas en los alrededores del talud y quebrada se encuentran: Chaparro, Alcornoque, Mandingo, y Yopo, todas resistentes a condiciones adversas de clima y suelo (Figura 2.10).



Figura 2.10 Formaciones arbustivas encontradas en el área de estudio.

### 2.3.4 Geomorfología

En la zona de estudio se caracteriza por ser un relieve de planicie, donde los rasgos geomorfológicos predominantes son las mesas o planicies, las colinas (lomeríos) de escasa altura, llanura aluvial y valles. Dentro del relieve de colinas encontramos una topografía ondulada a escarpada con pendientes locales que pueden variar entre 5 y 30% (CVG Tecmin, 1991).

Teniendo en cuenta que el proceso dominante, es de origen hídrico, la erosión es generalizada en forma de surcos con tendencias a formas más degradadas. El



equilibrio de este medio es precario y su intervención amerita obras de control de erosión. A este tipo de paisaje pertenecen los afloramientos rocosos de Imataca que afloran en la zona (CVG Tecmin, 1991).

El paisaje de mesa ocupa la mayor parte, está conformado por mesetas individualizadas por efectos de erosión regresiva. Constituyen medios de abrasión que aportan la mayor parte del material detrítico movilizable a nivel local. En esta unidad se diferencian varias formas, que van desde mesas disectadas, mesas conservadas o planas y mesas dismanteladas en colinas. En cada una de ellas los procesos morfogenéticos son variables, así como su tendencia evolutiva y su potencialidad de uso (CVG Tecmin, 1991) (Figura 2.11).



Figura 2.11 Formas de relieves de la zona (mesa conservada)

En la mesa conservada predomina la infiltración y se observa una red hidrográfica poco densa y permeabilidad fuerte. Los riesgos de inundación son nulos y se presentan acuíferos permanentes poco profundos de relieve plano a ondulado. En las otras dos formas, se presentan un escurrimiento dominante y una red hidrográfica densa, la erosión puede llegar a ser fuerte, tipo bad lands, al igual que la permeabilidad. El relieve se presenta disectado. Los riesgos de inundación son nulos (CVG Tecmin, 1991).

#### **2.3.4.1 Planicie inundable del río Orinoco**

Constituyen superficies de topografía baja, planas ligeramente deprimidas y afectadas por pendientes en el rango 0% al 2%. Son franjas angostas, delimitadas de manera aproximada por las cotas de 6 y 20 m.s.n.m; y corresponden al límite de la crecida milenaria.

#### **2.3.4.2 Planos aluviales y coluviales de los ríos y quebradas locales**

Incluye el conjunto de planos de origen aluvial y coluvial depositados a lo largo de los ríos que drenan gran parte del área ocupada por la ciudad y cuyos materiales proceden fundamentalmente de la Formación Mesa (Fm).

#### **2.3.4.3 Planicie aluvial no inundable**

La 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.

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, se observa 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.



#### **2.3.4.4 Colinas disectadas**

Con este término se caracteriza a un conjunto de áreas con relieve y topografía variables, afectadas por erosión hídrica severa y que están localizadas en las cuencas altas de los ríos y quebradas que drenan en la ciudad y sus áreas adyacentes.

#### **2.3.4.5 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. Existen apreciables áreas de topografía plana a ondulada, donde predominan la infiltración y el escurrimiento difuso. Ejemplo de ellas es el llamado Banco de Sabana Alta, en la zona del Hipódromo, delimitada hacia el Sur por los farallones que se orientan hacia las quebradas que escurren hacia el río Marhuanta. También en posición más baja se observan áreas con similares características, en contacto con bordes de farallones.

#### **2.3.5 Fauna**

En el estado Bolívar existen diferentes variedades, entre los mamíferos se encuentran: el venado, el chigüire, la lapa, el danto, el cachicamo, araguato, el mono titi, entre otros. Entre los peces contamos con: la tonina, el lau-lau, el morocoto, bocachico, la sapoara, el dorado, el rayado, el bagre, la curbinata, la palometa, el pijotero, el bocón, la sardina, la payara, el manatí, la guabina, el roncador, entre otros, (CVG Tecmin, 1991).

La avi-fauna Orinoquense es muy extensa, entre ella tenemos: el loro, el martín pescador, la paraulata, la turca, el cristofué, el turpial, el gavilán primito, el zamuro, el colibrí flamenco, el negro Luis y otros más.

La fauna silvestre del área de estudio se caracteriza principalmente por ser relativamente escasa y poco variada. La mayoría de las especies presentes en el área, se encuentran ampliamente distribuidas en el resto de las poblaciones adyacentes al área de estudio.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, en el área de estudio se obtuvieron reportes, de la fauna presente tales como lo refleja la tabla 2.6 y figura 2.12.

Tabla 2.6 Fauna silvestre del área de estudio

<b>Especies</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Especies</b>	<b>Nombre científico</b>
Azulejo	ThraupisEpiscopus	Perico cara sucia	Aratingapertinax
Loro	Amazona Ochthrocephala	Iguana	Iguana Iguana
Paloma Sabanera	Zenaida Auriculata	Mato	TupinandisSp
Zamuro	CoragupsAtratus	Lagartija	GonatodesHumeralis



Figura 2.12 Fauna silvestre del área de estudio (Mendoza, V. 2000).

### 2.3.6 Caracterización hidrológica

La caracterización hidrológica, se basó de información bibliográfica, además de información cartográfica extraída de imágenes satelitales capturadas a través de *Google Earth* y *Google Maps*.

El área de estudio que corresponde a Carrizal es caserío del municipio Angostura del Orinoco en el estado Bolívar, ubicado a aproximadamente 30 Km de Ciudad Bolívar (municipio Angostura del Orinoco) y 64 Km de Puerto Ordaz (Caroní).

La quebrada Carrizal, ubicada en el estado Bolívar, presenta un régimen pluvial que tiene un caudal constante durante todo el año, debido a que hay una similar distribución de las precipitaciones y no existen periodos secos. Es una quebrada meandriforme y se encuentra aproximadamente a 111 msnm, con una ubicación geográfica con una longitud de 63° 16' 25" y latitud de 8° 6' 39" (Figura 2.13).



Figura 2.13 Tramo del cauce de la quebrada Carrizal.

## 2.4 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 (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 (Figura 2.14).

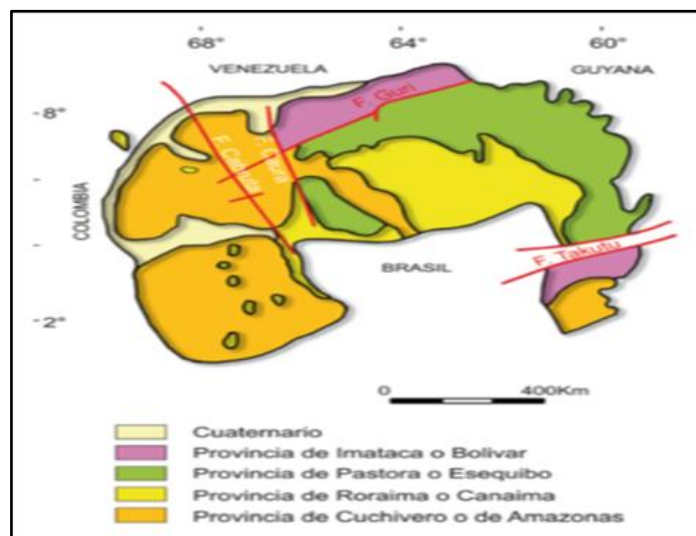


Figura 2.14 Provincias geológicas del Escudo de Guayana (Mendoza V. 2005).

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).

## 2.5 Geología local

### 2.5.1 Provincia geológica de Imataca

La provincia geológica de Imataca (PI) (Figura 2.15) 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 (Mendoza, V. 2005).

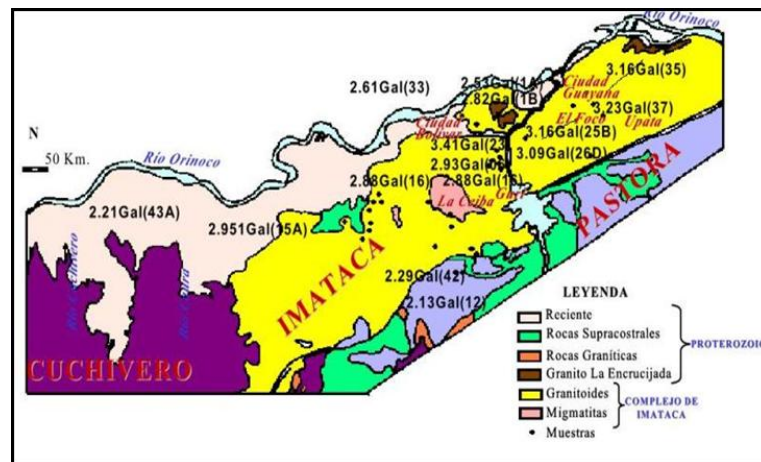


Figura 2.15 Extensión de Provincia Geológica de Imataca (Mendoza, V. 2005).

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, platinoideas y rocas graníticas tonalíticas (Mendoza, V. 2005).

El metamorfismo registrado en 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 metamorizados hasta alcanzar las facies anfibolita y granulita, y sufrir luego parcialmente metamorfismo retrógrado, registrando toda la historia evolutiva del escudo (Mendoza, V. 2005).

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.

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.

Ascanio, G (1975) 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 2.16).

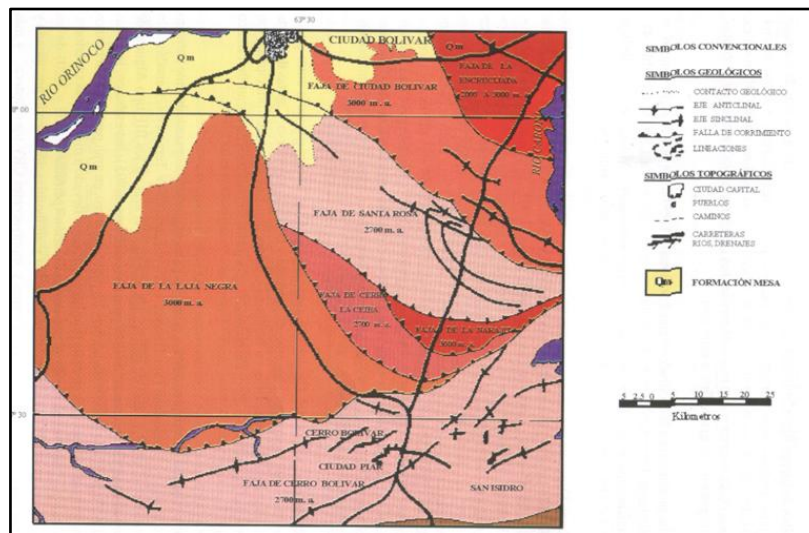


Figura 2.16 Fajas del Complejo de Imataca al sur del río Orinoco (Ascanio, G. 1975).

### 2.5.2 Formación Mesa

La Formación Mesa consiste en arenas de granos gruesos y gravas con aglomerante ferruginoso, cementadas; y muy duras, conglomerados rojos a casi negro, arenas blanco amarillentas, roja purpura, con estratificación cruzada; además contiene lentes discontinuos de arcilla arenosa y lentes de limolita.



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, 1997).

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, pero en términos generales disminuye de Norte a Sur, como consecuencia del cambio en la sedimentación fluviodelcatica que avanza de Oeste a Este por el avance de los sedimentos deltaicos (PDVSA-INTEVEP, 1997).

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 mesa de Guanipa encima de la formación Mesa y por debajo correspondiente a sedimentos del reciente lo cual ha sido detectado por métodos geofísicos (PDVSA-INTEVEP, 1997).

### **2.5.3 Aluviones**

Descrita por CVGTecmin, (1994) como Unidad 05, consiste en sedimentos localizados en la margen derecha del río Orinoco y en las planicies de inundación de los principales afluentes que han originado una extensa franja aluvial a lo largo de los cursos de agua.



El tipo de paisaje de esta unidad corresponde a una planicie deposicional, ligeramente disectada e inundable, que presenta un solo tipo de relieve: la llanura de inundaciones constituidas fundamentalmente por la acumulación de sedimentos aluviales (Figura 2.17).



Figura 2.17 Sedimentos aluviales en las riberas de la quebrada Carrizal.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes o estudios previos**

No existen trabajos previos de las caracterizaciones sedimentológicas ubicados en esta zona que estén publicados actualmente, razón por la cual este trabajo de investigación puede considerarse como el primero en muchos aspectos. Existen trabajos que han desarrollado una metodología similar a la que se empleó en este trabajo, razón por la cual serán utilizados como un punto de partida para la investigación, a continuación, en los siguientes trabajos:

Bolívar, S. y Velázquez, W. (2006) llevaron a cabo la investigación titulada **“ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO–AMBIENTAL DE LOS RÍOS MANACAL Y GUARICONGO - LOS CARIBES EN LAS ÉPOCAS DE SEQUÍA Y LLUVIA, EN EL MUNICIPIO HERES. CIUDAD BOLÍVAR - ESTADO BOLÍVAR (2003-2005)”** cuyo objetivo principal fue realizar un análisis geológico- ambiental de estos ríos; para lo cual realizaron una descripción de los focos de contaminación, identificando las características geológicas, y, analizando sus características físico-químicas y bacteriológicas, con lo que se generó un mapa de índice de calidad de las aguas de los ríos. Este trabajo servirá de apoyo en las características generales del área.

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

candellarita, 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.

### **3.2 Fundamentos teóricos**

#### **3.2.1 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) (Figuras 3.1 y 3.2)(Wentworth, 1922).

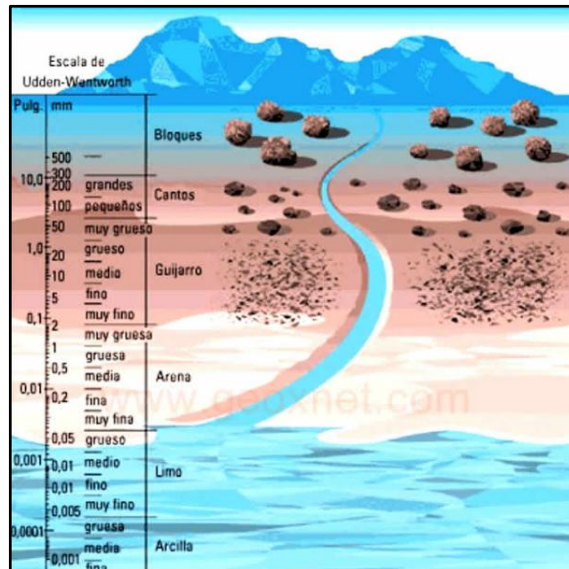


Figura 3.1 Escala de Udden-Wentworth y su representación (Wentworth, C.K. 1922).

		U.S. Standard Malla del Tamiz	Milímetros	Phi ( $\phi$ ) Unidades	Escala de Wentworth			
GRAVA		4096	1024	-12	Bloques (Cantos)	Gravas	Complementados	
		256	64	-8				
		64	16	-4	Cantos (Guijarros)			
		5	4	-2	Guijarros			
	6	3,36	-1,75	Gránulos	Areniscas			
	7	2,83	-1,5					
	8	2,38	-1,25	Arena muy gruesa				
	10	2,00	-1,0	Arena gruesa				
	12	1,68	-0,75					
	14	1,41	-0,5	Arena Media				
16	1,19	-0,25						
18	1,00	0,0	Arena fina					
20	0,84	0,25						
25	0,71	0,5	Arena muy fina					
30	0,59	0,75						
35	0,50	1,0	Limo Grueso	Limolitas				
40	0,42	1,25						
45	0,35	1,5	Limo medio					
50	0,30	1,75						
60	0,25	2,0	Limo fino					
70	0,210	2,25						
80	0,177	2,5	Limo muy fino					
100	0,149	2,75						
120	0,125	3,0	Arcilla			Lulitas		
140	0,105	3,25						
170	0,088	3,5						
200	0,074	3,75						
230	0,0625	4,0						
270	0,053	4,25						
325	0,044	4,5	Limo muy fino					
	0,037	4,75						
LODO	LIMO	0,031	5,0	Arcilla				
			0,0158				5,5	
			0,0078				6,0	
	ARCILLA		0,0039	6,5				
			0,0020	7,0				
			0,00098	7,5				
	0,00049	8,0						
	0,00024	8,5						
	0,00012	9,0						
	0,00006	9,5						

Figura 3.2 Escala del tamaño del grano de los sedimentos y sus correspondientes valores en la escala Phi de Udden-Wentworth 1922 (Baamonde, J. 2006).

### 3.2.2 Mecanismos de transporte según Visher

Visher (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 rolo o arrastre (Figura 3.3).

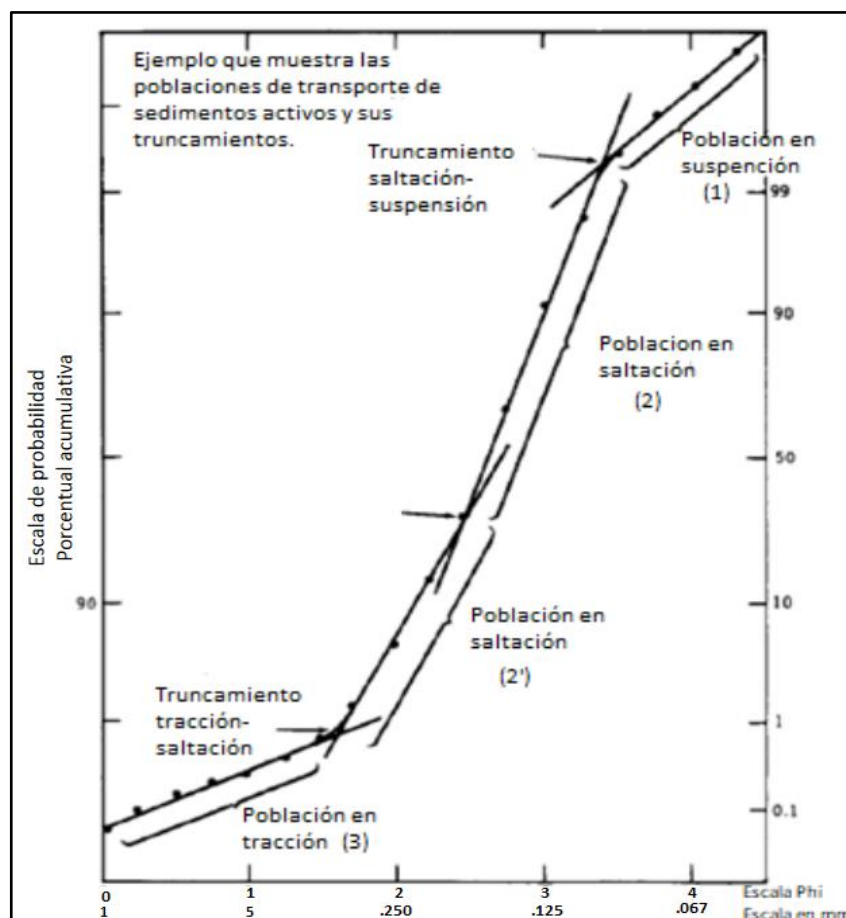


Figura 3.3 Dinámica del transporte de sedimentos con las poblaciones y puntos de truncamiento, en una distribución de tamaño de grano. (Modificado de Visher 1969).

### **3.2.2.1 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).

### **3.2.2.2 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).

### **3.2.2.3 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).

### 3.2.3 Flujo en un río y sus tipos

La morfología de los canales fluviales naturales depende de la interacción entre el flujo y los materiales erosionables en el límite del canal. Estas interacciones varían sustancialmente para diferentes escalas temporales y espaciales. Debido a este carácter variable del flujo del río, el canal se ajusta a la actuación de diferentes fuerzas para mantener una estructura coherente (Gutiérrez, E. 2008).

El flujo del agua en un canal está sometido a dos fuerzas principales, la gravedad y la pendiente del canal, mientras que la fricción se opone al movimiento del agua. El agua, que es un fluido, no puede resistir a los esfuerzos. Por lo tanto, cualquier esfuerzo, por pequeño que sea, produce movimiento, que puede ser flujo laminar o turbulento (Gutiérrez, E. 2008).

Si el agua fluye por un canal recto y liso a velocidades muy pequeñas (fracciones de mm/seg) se mueve en flujo laminar. Cada elemento se moviliza a través de trayectorias específicas sin mezcla significativa con las capas adyacentes.

En el contacto con el lecho la velocidad es prácticamente nula y las capas superiores deslizan entre sí, formando un perfil de velocidad parabólico. El flujo laminar raramente se encuentra en los cursos de agua, quizás en aguas muy tranquilas (Gutiérrez, E.2008).

Si la velocidad o profundidad alcanzan un valor crítico, el flujo laminar se hace inestable y se destruyen las capas paralelas, dando lugar al flujo turbulento. Éste flujo se caracteriza por numerosos movimientos caóticos, con remolinos secundarios que se superponen al flujo frontal. Hay varios factores que afectan a la velocidad crítica en la que el flujo laminar se convierte en turbulento, como son la viscosidad, la

densidad de fluido, profundidad del agua y rugosidad del lecho del canal (Gutiérrez, E. 2008).

### **3.2.4 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).

#### **3.2.4.1 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 deben, por lo general, a oxidaciones de sulfuros aguas alimentadas por pantanos y marismas y suelen presentar una mayor carga química (Gutiérrez, E. 2008).

#### **3.2.4.2 Carga en suspensión**

Está constituida por partículas de tamaño limo y arcilla, que son lo suficientemente pequeñas para movilizarse 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).



### 3.2.4.3 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).

### 3.2.5 Granulometría

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. Con estos 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:

### **3.2.5.1 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).

### **3.2.5.2 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).

### **3.2.6 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) es necesario utilizar diversas relaciones geométricas:

### **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 Software de GRADISTAT

Es un software que cumple las necesidades de los investigadores en geomorfología y sedimentología, el cual GRADISTAT proporciona un cálculo rápido (aproximadamente 50 muestras por hora) de estadísticas de tamaño de grano por Folk y Ward (1957) y métodos de momentos (Blott S. y Pye K. 2001).

El programa, escrito en Microsoft Visual Basic, está integrado en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, lo que permite salida tabular y gráfica. El usuario debe ingresar el porcentaje de sedimento presente en un número de fracciones de tamaño. Puede ser el peso retenido en una serie de tamices o el porcentaje de sedimento detectado en clases de tamaño. La siguiente muestra luego calcula las estadísticas: media, moda(s), clasificación (desviación estándar), asimetría y curtosis (Blott S. y Pye K. 2001).

El software proporciona estadísticas de los deciles (10,50 y 90), tamaño medio y clasificación, entre otras características. Estos parámetros estadísticos calculan aritméticamente y geoméricamente en micrones ( $\mu\text{m}$ ), y logarítmicamente utilizando 16 la escala phi ( $\phi$ ), como se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Escala de distribución de tamaño tomada de Villanueva (2020) y modificada de Udden (1914) y Wentworth (1922).

Clase Textural	Tamaño		Clase Textural	Tamaño	
	$\mu\text{m}$	phi		$\mu\text{m}$	phi
Gravas muy finas	2000	-1	Limo muy grueso	31	5
Arenas muy gruesas	1000	0	Limo grueso	16	6
Arenas gruesas	500	1	Limo medio	8	7
Arenas medias	250	2	Limo fino	4	8
Arenas finas	125	3	Limo muy fino	2	9
Arenas muy finas	63	4	Arcilla	0	10

Por otra parte, la clasificación o selección indica la similitud entre los tamaños de todas las partículas que componen la muestra tomada, siendo esta desde extremadamente mal clasificado hasta muy bien clasificado (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Indicadores de clasificación (Folk y Ward, 1957).

<b>Desviación Estándar</b>	<b>Clasificación</b>
<0.35 $\phi$	Muy bien clasificado
0.35 $\phi$ a 0.50 $\phi$	Bien clasificado
0.50 $\phi$ a 0.70 $\phi$	Moderadamente bien clasificado
0.70 $\phi$ a 1.00 $\phi$	Moderadamente clasificado
1.00 $\phi$ a 2.00 $\phi$	Pobremente clasificado
2.00 $\phi$ a 4.00 $\phi$	Muy pobremente clasificado
>4.00 $\phi$	Extremadamente mal clasificado

Fórmulas estadísticas utilizadas en el cálculo de los parámetros de tamaño de grano y terminología descriptiva sugerida, modificado de Krumbein y Pettijohn (1938) y Folk y Ward (1957), teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones:

1) Media:

$$x_{\phi} = \frac{\sum f m_{\phi}}{100} \quad (3.1)$$

2) Selección:

$$\sigma_{\phi} = \frac{\sum (m_{\phi} - x_{\phi})^2}{4} \quad (3.2)$$

## 3) Asimetría

$$Sk_I = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - \phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \quad (3.3)$$

## 4) Curtosis

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44 (\phi_{75} - \phi_{25})} \quad (3.4)$$

Donde:

f: es la frecuencia en porcentaje

m: es el punto medio de cada intervalo de clase en unidades métricas (mm) o phi ( $m_\phi$ ).

$P_x$  y  $\phi_x$  son diámetros de grano, en unidades métricas o phi respectivamente, en el valor percentil acumulativo de x.

En la tabla 3.3 se muestran las medidas gráficas logarítmicas (originales) de Folk and Ward (1957).

Tabla 3.3 Rangos para la subclasificación de selección, asimetría y Curtosis de medidas gráficas logarítmicas (originales) (Folk and Ward 1957)

Selección ( $\sigma_\phi$ )	Asimetría $Sk_I$	Curtosis $K_G$
Muy bien ordenada	<35	Muy finamente sesgada +0.3 a +1.0
Bien ordenada	0.35-0.50	Bien sesgado +1.0 a +0.3
Moderadamente bien ordenada	0.50-0.70	Simétrica +0.1 a -0.1
Moderadamente ordenada	0.70-1.00	Grueso sesgado -0.1 a -0.3
Mal clasificada	1.00-2.00	Muy grueso sesgado -0.3 a -1.0
Muy mal ordenada	2.00-4.00	Extremadamente Leptocúrtica
Extremadamente muy mal ordenada	>4.00	>3.00

### **3.3 Definición de términos básicos**

#### **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 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).

#### **3.3.3 Mapa geológico**

Un mapa geológico es la representación, sobre un mapa topográfico, de los diferentes tipos de rocas que afloran en la superficie terrestre y los tipos de contactos entre ellas. Para distinguir las rocas se utilizan colores. En un mapa geológico también se reflejan las estructuras tectónicas (pliegues y fallas), yacimientos fósiles, fuentes, recursos minerales, etc. (Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña 2011).

### **3.2.4 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).

### **3.3.5 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).

### **3.3.6 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).



## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **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.” Basado en esto se define esta investigación como descriptiva, ya que se establecen características litológicas, geomorfológicas, a través de exploración en campo; obteniendo así las características del suelo para el estudio de su comportamiento.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

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

La investigación de éste trabajo es de tipo documental y de campo, pues, se recolectó información que se apoyará en la consulta, uso y análisis de material cartográfico existente de la zona en cuestión, que serán parte de las bases teóricas del estudio, siendo este el primer paso de la estrategia documental. Claro está, en una investigación de campo también se emplean datos secundarios, sobre todo los provenientes de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se elabora el marco teórico.

No obstante, son los datos primarios obtenidos a través del diseño de campo, los esenciales para el logro de los objetivos planteados.

### **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 considerará como población de la investigación todas las características y materiales del lecho del cauce, taludes, afloramientos y riberas de un tramo de la parte media de la quebrada Carrizal, 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 es de 23 muestras de las cuales 15 son de sedimentos provenientes del talud, calicatay del cauce de la quebrada Carrizal las otras8 son de los afloramientos observados.

#### **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**

Para la elaboración de esta investigación es necesario acudir a fuentes bibliográficas que permitan complementar la información acerca del tema en estudio.

En función de lo planteado, la información será obtenida mediante la revisión de material bibliográfico como: tesis, manuales de la organización, textos, 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”.

Esta investigación cumple con observación directa porque visualizamos y recolectamos las muestras directamente en campo. Además de las observaciones,

mediciones y descripciones in situ. Con el fin de luego realizar los análisis en laboratorio y así alcanzar los objetivos planteados.

#### **4.4.3. Instrumentos para la recolección de datos**

Para llevar a cabo la presente investigación es necesaria la siguiente instrumentación:

1. GPS Garmin 60 Csx
2. Calculadora Casio fx-95ES plus
3. Equipos informáticos (computador, impresora, memoria portátil y teléfono)
4. Programas de diseño y estadística asistidos por el computador.
5. Libreta de campo
6. Pico
7. Pala
8. Peinilla
9. Lupa de Geólogo; 30X 21MM
10. Bolsas para muestras

#### **4.5 Flujograma de la investigación**

En la Figura 5.1 se presenta el flujograma correspondiente a las actividades planteadas, en el cual se pueden apreciar los procesos a seguir para la validación del estudio realizado.

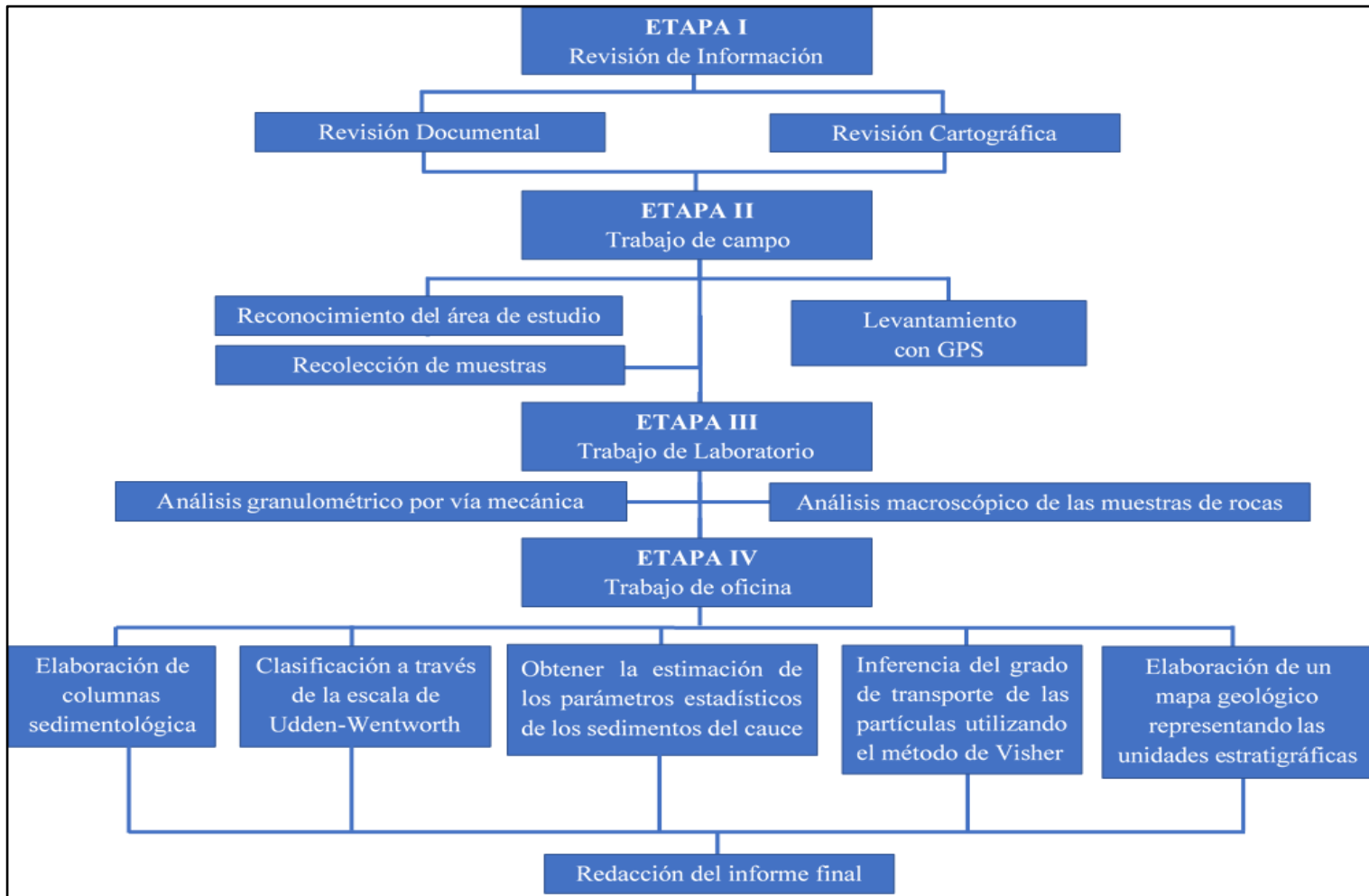


Figura 4.1 Flujograma de la investigación.

## **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: Revisión**

#### **4.6.1.1 Revisión documental y cartográfica**

Consistió en la recopilación y consulta de toda la información tanto bibliográfica como cartográfica existente del área de estudio, que sirve de base para la elaboración de esta investigación.

La recopilación de información bibliográfica, permitió conocer, reseñar y entender los aspectos generales más resaltantes sobre el tema en estudio, para lo cual se consultaron trabajos previos relacionados con el tema, cercanos al área de estudio (trabajos de grado, informes técnicos, entre otros).

La información cartográfica fue extraída de la Hoja Cartográfica “LAS CASITAS 7438-III-NW” a escala 1:25.000), y del 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 resaltar el uso de las imágenes extraídas del software Google Earth 2022y Google Maps con el objetivo de realizar el mapa geológico estructural y observar el relieve de la zona de estudio.

## **4.6.2 Etapa II: Trabajo de campo**

### **4.6.2.1 Reconocimiento del área de estudio**

La actividad de campo se desarrolló en un día. El recorrido del área se llevó a cabo primeramente con un reconocimiento de la zona y geoposicionamiento de los puntos de interés.

Es de señalar que esta etapa permitió identificar en el área de estudio las características del terreno como su hidrología, geología, geomorfología y ubicación geográfica de los afloramientos; tanto del tramo de estudio de la quebrada Carrizal, como la selección de áreas de fácil acceso.

### **4.6.2.2 Levantamiento**

Esta etapa consistió en realizar un levantamiento topográfico con un Geoposicionador Satelital (GPS), donde se tomaron puntos geográficos con sus respectivas coordenadas y elevaciones.

La minuta de campo se realizó de la manera tradicional, con anotaciones en libreta de campo. En la tabla 4.1 se muestran los puntos levantados en la zona de estudio y figura 4.2 una vista satelital de la distribución de estos puntos.

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	401349.11	858645.26
P2 Cauce	401342.39	858648.23
P3 Cauce	401338.00	858652.08
P4 Cauce	401333.08	858656.13
P5 Talud	401343.01	858650.10
P6 CA1	401336.00	858649.10
P7 CA2	401448.24	858617.12
P8 CA3	401420.42	858700.30
P9 AF1	401437.32	858514.99
P10 AF2	401375.46	858608.31
P11 AF3	401337.87	858758.61



Figura 4.2 Vista satelital de la distribución de los puntos levantados



#### 4.6.2.3 Recolección de muestras

Primeramente, se hizo un recorrido por la quebrada Carrizal, observando donde se iban a tomar las muestras de sedimentos del cauce y calicatas. Dichas muestras fueron analizadas, empaquetadas y etiquetadas en campo para luego ser procesadas mediante análisis granulométrico (Figuras 4.3 y 4.4).



Figura 4.3 Muestras de sedimentos de algunas de las calicatas.



Figura 4.4 Muestra de sedimentos del cauce M2.

Posteriormente se hizo otro recorrido por los afloramientos, durante ese recorrido las muestras recolectadas fueron superficiales, ya que los afloramientos se encontraban en su estado original. Las muestras de rocas se tomaron en diferentes partes del área de estudio, además fueron analizadas y etiquetadas en campo y posteriormente fueron clasificadas mediante análisis macroscópico (Figura 4.5).



Figura 4.5 Muestras de rocas de algunos de los afloramientos observados.

### **4.6.3 Etapa III: Trabajo de laboratorio**

#### **4.6.3.1 Análisis granulométrico**

En esta etapa 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 quince (15) muestras de sedimento. Este ensayo determinó la granulometría de las muestras mediante el proceso mecánico de tamizado por vía húmeda.

El análisis consistió que cada muestra obtenida de la actividad 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, posterior a eso se lleva para ser secada en el horno durante un tiempo de veinticuatro (24) horas aproximadamente.

A cada muestra se le determinó la masa de cada porción y se procedió al cálculo de los porcentajes del material retenido en cada tamiz para la elaboración de las curvas granulométricas (Apéndice A1 hasta A.15). Los materiales y equipos utilizados para este ensayo fueron balanza, horno eléctrico, juegos de tamices N°: 10, 20, 40, 70, 120, 200 y pan, bandejas, brocha y otros (Figuras 4.6 y 4.7).



Figura 4.6 Partes del proceso del análisis granulométrico.



Figura 4.7 Partes del proceso del análisis granulométrico, tamizado.

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

Se realizó la descripción a 8 muestras de rocas tomadas en los diferentes afloramientos, utilizando una lupa de geólogo; 30X 21MM en el cual se le describieron los porcentajes principales de los minerales observados además de su color, textura y tamaño de grano que sirvieron para clasificar cada una.

#### **4.6.4 Etapa IV: trabajo de oficina**

##### **4.6.4.1 Elaboración de columnas sedimentológicas**

Las columnas se elaboraron con el Software AutoCad 2016. El formato consta del título de la columna, su litología presente, espesor total y acumulado en centímetros, estructuras sedimentarias y las observaciones realizadas en campo. Se realizaron cuatro (4) columnas una por cada estación. Es de señalar que las columnas se realizaron en la ribera derecha e izquierda de la quebrada carrizal de base a tope y fueron geoposicionada mediante un GPS.

##### **4.6.4.2 Clasificación de los sedimentos a través de la escala Udden-Wentworth**

Esta clasificación se realizó haciendo uso de la escala propuesta por Udden-Wentworth (1922), el cual se detalla en el capítulo III y se muestra en las figuras 3.1 y 3.2, esta escala 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 Parámetros estadísticos de los sedimentos del cauce**

Para determinar las estadísticas de las muestras a lo que se refiere a sus propiedades texturales de los sedimentos se utilizó el software GRADISTAT, esta emplea los resultados obtenidos mediante el análisis granulométrico. Es de señalar que este software proporciona estadísticas tales como el D10, D50, D90, tamaño medio y clasificación, entre otros. El tamaño medio hace referencia al promedio de la distribución y muestra su clasificación, permitiendo además definir el tipo de sedimento de acuerdo con la escala de tamaños modificada de Udden (1914) y Wentworth (1922). Estos parámetros estadísticos se calculan aritmética y geoméricamente en micrones ( $\mu\text{m}$ ), y logarítmicamente utilizando la escala phi ( $\phi$ ), tal como se describió en capítulo III.

#### **4.6.4.4 Mecanismos de transporte mediante Visher**

Este estudio se hace en base a las curvas granulométricas obtenidas de las muestras tomadas donde se relaciona el porcentaje retenido acumulado en el eje de las ordenadas (Y) versus el diámetro de las partículas en el eje de las abscisas (X). En este análisis se utilizó los criterios propuesto por Visher (1969), el cual se detalla en el capítulo III y su gráfica mostrada en la figura 3.3.

#### **4.6.4.5 Mapa geológico**

La elaboración del mapa geológico se realizó en función de las coordenadas U.T.M, de los datos recolectados en campo, la Hoja Cartográfica “LAS CASITAS 7438-III-NW” a escala 1:25.000 y la imagen del software Google Earth 2022. Se llevó a formato digital utilizando el Software AutoCad 2016 al cual se le integraron los datos obtenidos y detalles de los puntos de muestreo con el propósito de representar las condiciones topográficas presentes en la zona de estudio.

#### **4.6.4.6 Redacción del informe final**

Esta etapa consistió en redactar el informe final de acuerdo al manual de grado de la universidad de oriente (UDO) núcleo Bolívar del año 2020. En este trabajo se ve plasmado todo el contenido y los procesos por medio de los cuales se desarrolló la investigación, debe señalarse que además se plasmaron las conclusiones y recomendaciones finales.

## **CAPÍTULO V**

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

#### **5.1 Unidades geológicas y geomorfológicas presentes en el área de estudio**

Mediante la inspección de campo se logró la identificación de las unidades litológicas y geomorfológicas presentes en el sector de Carrizal, en la parte media de la quebrada Carrizal.

##### **5.1.1 Unidades geológicas presentes**

El área de estudio se caracteriza geológicamente por presentar rocas graníticas pertenecientes al complejo de Imataca, estas rocas se encuentran en grandes afloramientos y muchos bloques dispersos de variados tamaños teniendo en cuenta que estos están rodeados por los suelos residuales que son producto de la meteorización de dicho complejo. En el área se identificaron 3 afloramientos cercanos a la quebrada Carrizal.

El primer afloramiento tiene dos tipos de rocas graníticas la primera un gneis granítico de color rosado claro a grisáceo; y la segunda un gneis cuarzo-feldespático de color blanco grisáceo y gris claro. Ambas litologías presentaron foliación.

El segundo y tercer afloramiento presenta gran similitud con el primero con diferencia en sus tonalidades de colores, donde el segundo es un gneis granítico cuarzo feldespático de color rosado claro con tonos blancos y negros que presenta foliación y plegamiento suave.

En el tercero se observan dos tipos de rocas: la primera un gneis granítico de color gris claro a gris oscuro, la segunda un gneis cuarzo-feldespático. Es de resaltar que este afloramiento no presenta foliación.

Por último, es conveniente acotar que en los tres afloramientos se observaron familias de diaclasas además de Sills de cuarzo de variadas longitudes.

De acuerdo a los datos obtenidos en campo y las muestras de sedimentos que fueron recolectadas en el talud, están representada por las siguientes unidades descritas de base a tope

Primera unidad; está conformada por arena media a gruesa de color marrón oscuro a amarillo claro con algunos tonos rojizos producto de la oxidación de hierro y presencia de raíces. En otras secciones se observó arena media a gruesa de color gris y blanco con algunas líneas rojizas de consistencia dura cabe señalar que también se observaron grano fino a medio de color marrón oscuro.

Segunda unidad; conformada por arena de grano medio a grueso de color marrón claro a amarillo oscuro con tonalidad rojiza característico de óxido de hierro muy bien compactada y en ciertas áreas más alejadas del cauce se evidencia algunos cambios tenues a unos colores más claros manteniendo su consistencia.

Tercera unidad; la conforma arena de grano grueso de color marrón claro a amarillo oscuro con tonalidades de color blanco y en otras secciones se observó arena media a gruesa de color marrón con tonalidades de color grises, no muy compactada con presencia de raíces y bioturbaciones.



En la zona de estudio también se encuentran los suelos residuales y sedimentos recientes, que están representados por los aluviones y eluviones que están conformados en su mayoría por arenas medias a gruesas con tendencia a muy gruesas. Cabe señalar la presencia de limos, arcillas y otras facies mixtas como las arenas arcillosas de color grisáceo y otras de color marrón oscuro a medida que se acerca a las orillas de la quebrada, estas provienen del intemperismo de la Formación Mesa.

Es de señalar que los suelos están cubiertos por abundantes fragmentos de rocas de diferentes tamaños y que presentan texturas arenosas en la superficie.

### **5.1.2 Unidades geomorfológicas presentes**

Con respecto a los rasgos geomorfológicos del área de estudio estas están relacionadas principalmente con las características geológicas del basamento litológico del Complejo de Imataca además de la cobertura de la Formación Mesa y zonas de desborde o de inundación.

Las formas de relieve desarrolladas en estas áreas son representativas de un paisaje fisiográfico de origen estructural tipo planicies de inundación desarrollada en las inmediaciones de la quebrada Carrizal, además de las llanuras aluviales y montañas bajas.

Con respecto a las montañas bajas se ubican en la parte central del área, con alturas que oscilan entre los 100 msnm y 200 msnm aproximadamente. En general, conforman domos dispersos por toda el área tienen drenaje dendrítico intermitente. Mientras que las llanuras aluviales se encuentran ubicada al norte, este y oeste.

Esta unidad es muy regular y homogénea, contrastando claramente con la unidad de montañas bajas, se hallan las menores altitudes oscilando entre 50 msnm y 100 msnm.

Cabe señalar que en esta llanura aluvial se depositan sedimentos residuales y aluviones provenientes de la meteorización y erosión de las rocas graníticas, que ruedan pendiente abajo por gravedad.

## **5.2 Descripción de los sedimentos de la quebrada Carrizal**

Para describir los sedimentos del tramo de estudio de la quebrada Carrizal, se realizaron cuatro (4) columnas sedimentológicas, cuya descripción se realizó de base a tope y se presenta a continuación.

### **5.2.1 Talud**

Se presenta una columna de 135 cm, donde podemos apreciar la base arena media a gruesa de color gris y blanco con algunas líneas rojizas depositada de forma irregular de unos 25 cm de espesor, se puede notar presencia de raíces.

Luego se encuentra una capa con un espesor de 93 cm de arena media de color marrón claro a tonos rojizos producto del óxido de hierro, muy bien compactada y en el tope una arena media a gruesa de color marrón con tonalidades de color grises hasta llegar a la superficie, no muy compactada, también con presencia de raíces y bioturbaciones, productos de insectos posiblemente escarabajos y arañas (Figura 5.1).



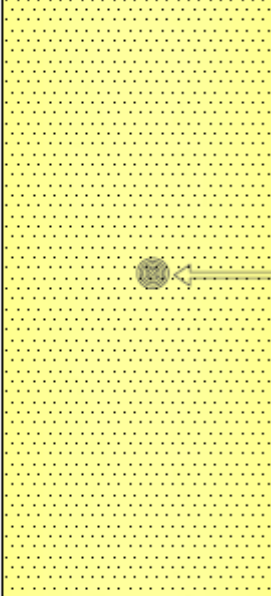

		<b>Quebrada Carrizal parroquia Orinoco, municipio Angostura del Orinoco, talud</b> <b>Estación: P5 Talud Coordenadas UTM Huso 20: Este (m): 401343.01 Norte (m): 858650.10</b>			
Espeor Acumulado (cm)	Espeor (cm)	Litología	Toma de muestra	Estructuras sedimentaria	Observaciones
135	17		M3	No se observaron	Arena media a gruesa de color marrón con tonalidades de color grises hasta llegar a la superficie, se muy compactada, también con presencia de raíces y bioturbaciones, productos de insectos posiblemente escarabajos y arañas
	93		M2	No se observaron	Arena media de color marrón claro a tonos rojizos producto del óxido de hierro, muy bien compactada
	25		M1	No se observaron	Arena media a gruesa de color gris y blanco con algunas líneas rojizas depositada de forma irregular, se puede notar presencia de raíces

Figura 5.1 Columna sedimentológica del talud.

### 5.2.2 Calicata 1 (CA1)

Se presenta una columna de 60 cm de profundidad, donde podemos apreciar en la base arena de grano medio a grueso con laminación paralela de color amarillo claro con algunos tonos rojizos esto es producto de la oxidación de hierro de unos 42 cm de espesor a esta profundidad aún podemos notar presencia de raíces, y subsiguientemente en el tope arena de grano grueso de color amarillo oscuro y con tonalidades de color grises hasta llegar a la superficie (Figura 5.2).



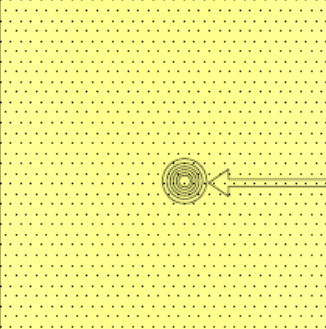
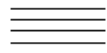
		<b>Quebrada Carrizal parroquia Orinoco, municipio Angostura del Orinoco, calicata 1</b> Estación : P6 CA1    Coordenadas UTM Huso 20: Este (m): 401336.00    Norte (m): 858649.10			
Esesor Acumulado (cm)	Esesor (cm)	Litología	Toma de muestra	Estructuras sedimentaria	Observaciones
60	18		M2	No se observaron	Arena de grano grueso de color amarillo oscuro y con tonalidades de color grises hasta llegar a la superficie
	42		M1		Arena de grano medio a grueso con laminación paralela de color amarillo claro con algunos tonos rojizos esto es producto de la oxidación de hierro

Figura 5.2 Columna sedimentológica CA1.

### 5.2.3 Calicata 2 (CA2)

Se presenta una columna de 65 cm de profundidad, donde podemos apreciar en la base arena de grano fino a medio de color marrón oscuro de unos 10 cm de espesor a esta profundidad aún podemos notar presencia de raíces, luego se encuentra una capa con un espesor de 35 cm de arena de grano medio a grueso de color amarillo oscuro con tonalidad rojiza característico de óxido de hierro y subsiguientemente en el tope arena de grano grueso de color marrón claro con tonalidades de color blanco a llegar a tonos grises en superficie (Figura 5.3).


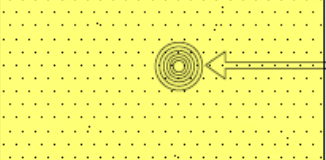
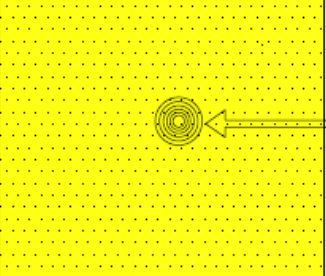
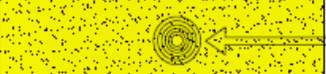
		<b>Quebrada Carrizal parroquia Orinoco, municipio Angostura del Orinoco, calicata 2</b> <b>Estación : P7 CA2    Coordenadas UTM Huso 20: Este (m): 401448.24    Norte (m): 858617.12</b>			
Esesor Acumulado (cm)	Esesor (cm)	Litología	Toma de muestra	Estructuras sedimentaria	Observaciones
65	20		M3	No se observaron	Arena de grano grueso de color marrón claro con tonalidades de color blanco a llegar a tonos grises en superficie
	35		M2	No se observaron	Arena de grano medio a grueso de color amarillo oscuro con tonalidad rojiza característico de óxido de hierro
	10		M1	No se observaron	Arena de grano fino a medio de color marrón oscuro, a esta profundidad aún podemos notar presencia de raíces

Figura 5.3 Columna sedimentológica CA2.

#### 5.2.4 Calicata 3 (CA3)

Se presenta una columna de 40 cm de profundidad, donde podemos apreciar en la base arena de grano medio de color marrón oscuro con tonalidad rojiza característico de óxido de hierro de unos 22 cm de espesor a esta profundidad aún podemos notar gran presencia de raíces, luego se encuentra una capa con un espesor de 10 cm de arena de grano medio a grueso de color marrón claro y subsiguientemente en el tope arena de grano medio de color marrón con tonalidades de color grises hasta llegar a la superficie (Figura 5.4).








		<b>Quebrada Carrizal parroquia Orinoco, municipio Angostura del Orinoco, calicata 3</b> Estación: P8 CA3    Coordenadas UTM Huso 20: Este (m): 401420.42    Norte (m): 858700.30			
Esesor Acumulado (cm)	Esesor (cm)	Litología	Toma de muestra	Estructuras sedimentaria	Observaciones
40	8		 M3	No se observaron	Arena de grano medio de color marrón con tonalidades de color grises hasta llegar a la superficie
	10		 M2	No se observaron	Arena de grano medio a grueso de color marrón claro
	22		 M1	No se observaron	Arena de grano medio de color marrón oscuro con tonalidad rojiza característico de óxido de hierro, a esta profundidad aún podemos notar gran presencia de raíces

Figura 5.4 Columna sedimentológica CA3.

### 5.3 Clasificación textural de los sedimentos, a través de la escala de Udden-Wentworth

La clasificación textural de acuerdo a su tamaño y tipo de sedimentos de la quebrada Carrizal, se le realizaron a quince (15) muestras a través de los análisis granulométricos por tamizado vía húmeda como se observa en el apéndice A (A1 hasta A.15).

En la tabla 5.1 se muestran los resultados de forma simplificada de la clasificación textural de las 15 muestras tomadas en el área de estudio identificando a además la unidad geológica proveniente.

Tabla 5.1 Clasificación textural de los sedimentos mediante la escala de Udden-Wentworth.

<b>Unidad Geológica Provenientes</b>	<b>Nombre</b>	<b>Muestra</b>	<b>Clasificación Textural</b>
<b>Formación Mesa (calicatas)</b>	Calicata 1	CA1-E1	Arena media a muy gruesa
		CA1-E2	Arena media a gruesa
	Calicata 2	CA2-E1	Arena media a gruesa
		CA2-E2	Arena media a gruesa
		CA2-E3	Arena fina a media
	Calicata 3	CA3-E1	Arena fina a media
		CA3-E2	Arena media a gruesa
		CA3-E3	Arena media a gruesa
	<b>Sedimentos Recientes (talud)</b>	Talud	T-E1
T-E2			Arena media a muy gruesa
T-E3			Arena media a gruesa
<b>Sedimentos Recientes(fondo de la quebrada Carrizal)</b>	Cauce	FC-M1	Arena gruesa a muy gruesa
	Cauce	FC-M2	Arena media a gruesa
	Cauce	FC-M3	Arena gruesa a muy gruesa
	Cauce	FC-M4	Arena gruesa a muy gruesa

En función de lo planteado en la tabla anterior se observó que la Formación Mesa correspondiente a las calicatas se caracterizan texturalmente por arenas medias a gruesas con pocos finos y algunas arenas muy gruesas. Mientras que los sedimentos Recientes del fondo del cauce de la quebrada Carrizal se caracterizan por arenas gruesas a muy gruesa con algunas arenas media y los sedimentos recientes del talud caracterizado por arenas medias a gruesa y algunas muy gruesas.

#### **5.4 Parámetros estadísticos de los sedimentos presentes en la quebrada Carrizal**

Para establecer las características de las muestras recolectadas en campo se realizó un análisis estadístico y se aplicaron funciones discriminantes a los datos obtenidos por medio del análisis granulométrico. Se usó el método de Folk y Ward, el cual agrupa datos para la obtención del menor cuadrado de la distancia posible dentro de los grupos, para producir grupos con la menor varianza posible. Como

métrica se usa la distancia euclidiana, ya que es aquella que obtiene las distancias entre un dato y otro por medio de la diferencia entre ellos. Posteriormente se comparan estas diferencias y se agrupan teniendo en cuenta las menores.

El agrupamiento fue realizado utilizando 6 variables obtenidas en el análisis granulométrico (media, selección, asimetría, curtosis, contenido de gravas y arenas).

Los parámetros obtenidos a través del software GRADISTAT se muestran en la siguiente tabla 5.2 de manera simplificada para las 15 muestras tomadas en el área y de manera detallada en el apéndice B (B.1 hasta B.6).

Tabla 5.2 Parámetros estadísticos por el método de Folk y Ward(1957).

<b>Muestra</b>	<b>Media</b>	<b>Selección</b>	<b>Simetría</b>	<b>Kurtosis</b>
CA1-E1	0.940	1.535	0.000	0.879
CA1-E2	1.291	1.351	0.111	0.803
CA2-E1	1.255	1.338	0.115	0.898
CA2-E2	1.240	1.323	0.113	0.917
CA2-E3	1.913	0.952	-0.215	1.081
CA3-E1	1.988	1.647	-0.153	1.141
CA3-E2	0.930	1.376	-0.144	0.723
CA3-E3	0.939	1.375	-0.142	0.726
T-E1	1.123	1.085	-0.053	0.749
T-E2	1.111	1.093	-0.048	0.741
T-E3	1.570	1.298	-0.407	1.503
FC-M1	0.131	0.980	0.170	0.690
FC-M2	0.793	0.610	-0.339	0.854
FC-M3	0.136	0.968	0.163	0.698
FC-M4	0.145	0.953	0.147	1.178

De acuerdo a los resultados de los parámetros antes mostrados las muestras de las calicatas oscilan (0.930 a1.988) en su media y en la selección oscilan(0.952 a1.647) lo que indica que están mal clasificada a excepto de la calicata 2 estrato 3 que esta moderadamente ordenada. En su simetría oscilan entre -0.142 a0.115, lo que sugiere que las muestras tienen fino sesgado a diferencia de la calicata 1 estrato 1



que es simétrica, el resto de la muestra de la calicata son de sesgado grueso, con respecto a la curtosis oscilan entre 0.723 a 1.141, lo indica que son platicúrtica a diferencia de la calicata 2 estratos 2 y 3 que son mesocúrtica y calicata 3 estrato 1 que es leptocúrtica.

La muestra del talud tiene una media que oscila entre 1.111 y 1.570. En la selección oscilan entre 1.085 y 1.298, lo que sugiere que las muestras son mal clasificadas, con respecto a su simetría oscilan entre -0.048 a -0.407, indicando que son simétrica a diferencia del estrato 3 que es muy gruesa sesgada. La curtosis oscila entre 0.741 y 1.503, lo que indica que es platicúrtica a diferencia del estrato 3 que es muy leptocúrtica.

Por otra parte, los sedimentos del fondo del cauce tienen una media que oscila entre 0.131 y 0.793, y en la selección oscilan entre 0.610 y 0.980, lo que sugiere que están moderadamente ordenada a diferencia de muestra 2 que está moderadamente bien ordenada. En la simetría oscila entre -0.339 y 0.170, lo que indica que tienen finos sesgado a diferencia de muestra 2 que está muy gruesa sesgada, con respecto a la curtosis oscilan entre 0.690 y 1.178, indicando que son platicúrtica a diferencia de la muestra 4 que es leptocúrtica.

### **5.5 Mecanismos de transporte de las partículas, a través del método de Visher**

Para determinar los mecanismos de transporte de la quebrada Carrizal se utilizó el método de Visher, donde se le realizó el análisis a quince (15) muestras a las cuales se le determinaron las fracciones de los sedimentos de acuerdo al tipo de movimiento, mediante el cual se transportan las partículas ya sea por medio de la tracción, saltación o suspensión. La interpretación se hizo partiendo de las curvas granulométricas basadas en el porcentaje retenido acumulado y trazado las tangentes a las curvas como se puede apreciar en el apéndice C (C.1 hasta C.15).

El mecanismo predominante de transporte para las calicatas de la Formación Mesa ocurre por saltación en un rango de 0.12mm y 2.01mm, mientras que las partículas movilizadas por suspensión oscilan entre 0.075mm y 0.21mm, y por tracción en un rango de 0.85mm a 2.00mm.

Para los sedimentos resientes del talud de igual forma el mecanismo predominante ocurre por saltación en un rango de 0.21mm a 2.00mm, las partículas movilizadas por suspensión oscilan entre (0.075mm – 0.22mm) y por tracción en un rango de 0.85mm a 2.00mm. En cuanto a los sedimentos del fondo del cauce de la quebrada Carrizal ocurre por saltación en un rango de 0.41mm a 2.00mm, mientras que las partículas movilizadas por suspensión oscilan en un rango de 0.075mm a 0.41mm, y por tracción en un rango de 0.85mm a 2.00mm. En la tabla 5.3 se muestra de forma resumida las distintas fracciones interpretadas de los sedimentos según la modalidad de movimiento mediante el cual se transportan.

Tabla 5.3 Fracción que se moviliza de acuerdo al mecanismo de transporte según Visher.

Nombre	Muestras	Fracción por tracción	Fracción por saltación	Fracción por suspensión
		Rango de diámetros (mm)	Rango de diámetros (mm)	Rango de diámetros (mm)
Calicata 1	CA1-E1	–	2.00 – 0.12	0.12 – 0.075
	CA1-E2	–	2.01 – 0.12	0.12 – 0.075
Calicata 2	CA2-E1	–	2.00 – 0.21	0.21 – 0.075
	CA2-E2	–	2.01 – 0.21	0.21 – 0.075
	CA2-E3	2.00 – 0.85	0.85 – 0.21	0.21 – 0.075
Calicata 3	CA3-E1	2.00 – 0.85	0.85 – 0.12	0.12 – 0.075
	CA3-E2	–	2.00 – 0.21	0.21 – 0.075
	CA3-E3	–	2.00 – 0.21	0.21 – 0.075
Talud	T-E1	–	2.00 – 0.21	0.21 – 0.075
	T-E2	–	2.00 – 0.22	0.22 – 0.075
	T-E3	2.00 – 0.85	0.85 – 0.21	0.21 – 0.075
Cauce	FC-M1	–	2.00 – 0.41	0.41 – 0.075
Cauce	FC-M2	2.00 – 0.85	0.85 – 0.41	0.41 – 0.075
Cauce	FC-M3	–	2.00 – 0.41	0.41 – 0.075
Cauce	FC-M4	–	2.00 – 0.41	0.41 – 0.075

## 5.6 Descripción macroscópica de las rocas aflorantes el área de estudio

Las 8 muestras de rocas recolectadas de los tres (3) afloramientos se clasificaron en tres (3) tipos, de acuerdo a su composición mineralógica, textura, color y tamaño de grano.

En el primer afloramiento se identificaron dos tipos de rocas graníticas de las cuales las muestras M1 y M2 son un Gneis Granítico de color rosado claro a grisáceo foliada de grano medio a grueso. Las muestras M3 y M4 se identificaron como un Gneis Cuarzo-Feldespático de color blanco grisáceo y gris claro de grano medio a fino foliadas. Los minerales principales para estas cuatro (4) muestras son el cuarzo, feldespatos, plagioclasas, además se observó cómo mineral accesorio la biotita.

La muestra M5 perteneciente al segundo afloramiento se identificó como un Gneis Granítico cuarzo feldespático de color rosado claro con tonos blancos y negros que presenta leve foliación y plegamiento suave de grano grueso. Los minerales principales son el cuarzo, feldespato, plagioclasas y cómo mineral accesorio la biotita.

El tercer y último afloramiento se identificaron dos tipos de rocas graníticas al igual que en el primer afloramiento de la cual la muestra M6 es un gneis granítico de color gris claro a tonos de gris oscuro de grano medio a grueso. Las muestras M7 y M8 se identificaron como un Gneis Cuarzo-Feldespático de color gris claro, blanco y rosado de grano fino a medio y medio a grueso. Los minerales principales para estas tres (3) muestras son el cuarzo, feldespatos, plagioclasas, además se observó cómo mineral accesorio biotita.

En la tabla 5.4 se muestra de forma resumida la clasificación macroscópica de las rocas analizadas en el área de estudio.

Tabla 5.4 Clasificación macroscópica de las rocas en el área de estudio

Estación	Muestra	% Minerales	Color	Litología	Observaciones
P9 AF1	M1	Cuarzo 20-40%, Feldespato 15-30%, Plagioclasas 15-50%, Biotita 5-10%	Rosado grisáceo	Gneis Granítico	Foliada de grano grueso
	M2	Cuarzo 20-40%, Feldespato 15-30%, Plagioclasas 15-50%, Biotita 5-10%	Rosado claro, gris	Gneis Granítico	Foliada de grano medio a grueso
	M3	Cuarzo 30-40%, Feldespato 42-48%, Plagioclasas 14-20%, Biotita 2-5%	Blanco grisáceo	Gneis Cuarzo Feldespático	Foliada de grano medio a fino
	M4	Cuarzo 30-40%, Feldespato 42-48%, Plagioclasas 14-20%, Biotita 2-5%	Blanco Gris claro	Gneis Cuarzo Feldespático	Foliada de grano medio a fino
P10 AF2	M5	Cuarzo 25-42%, Feldespato 20-30%, Plagioclasas 25-52%, Biotita 5-8%	Rosado blanco y negro	Gneis Granítico Cuarzo Feldespático	Leve foliación y plegamiento suave de grano grueso
P11 AF3	M6	Cuarzo 25-42%, Feldespato 15-30%, Plagioclasas 25-52%, Biotita 5-8%	Gris claro y oscuro	Gneis Granítico	Grano medio a grueso
	M7	Cuarzo 32-45%, Feldespato 38-42%, Plagioclasas 15-22%, Biotita 2-4%	Gris claro blanco rosado	Gneis Cuarzo Feldespático	Grano fino a medio
	M8	Cuarzo 30-45%, Feldespato 38-42%, Plagioclasas 12-20%, Biotita 2-4%	Gris claro blanco rosado	Gneis Cuarzo Feldespático	Grano medio a grueso

## 5.7 Mapa geológico

En el sector de estudio se identificaron cuatro (4) unidades geológicas, las cuales son: Complejo de Imataca, Formación Mesa, Suelos Residuales y Sedimentos Recientes. Es conveniente especificar que el mapa geológico 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. Además de las curvas de nivel más representativas de los afloramientos observados y sus puntos aledaños (Figura 5.5).

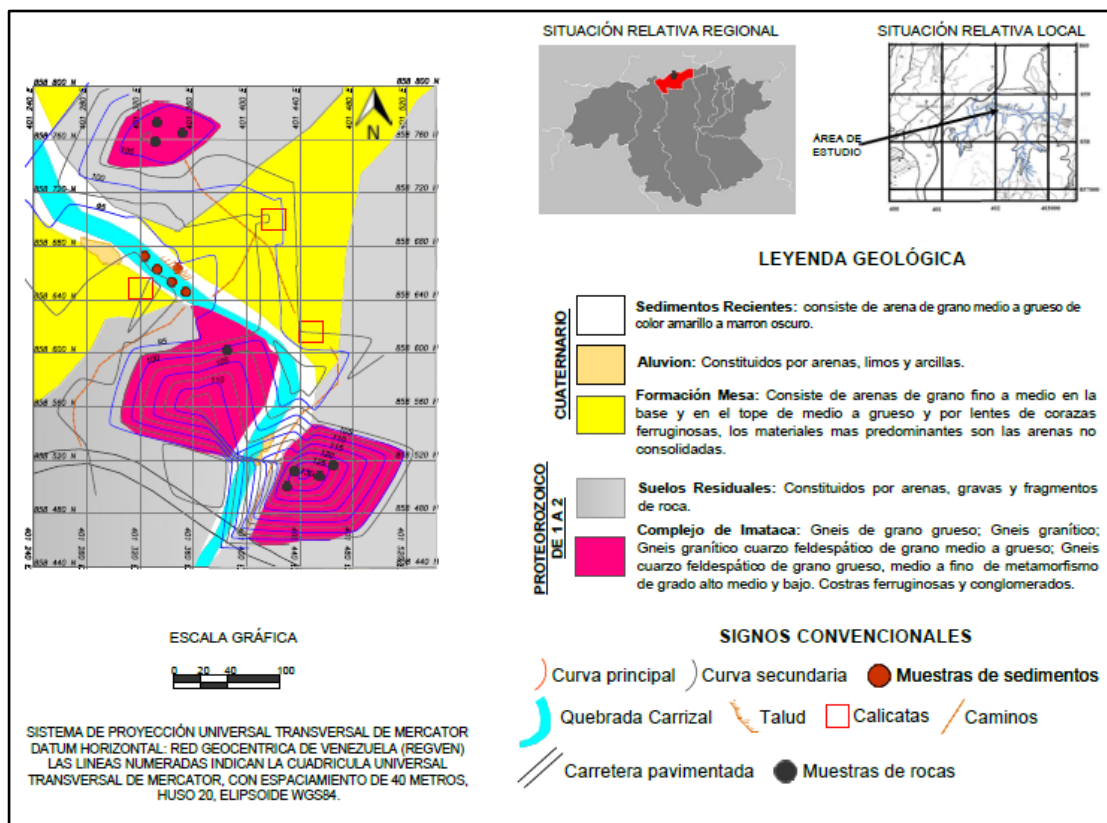


Figura 5.5 Mapa geológico del área de estudio.

En relación a la idea anterior en el mapa se observaron las unidades geológicas, bien definidas las cuales se describen a continuación.

### **5.6.1 Complejo de Imataca**

Esta unidad geológica representa aproximadamente el 24% del área de estudio, el cual está compuesto de gneis granítico, gneis cuarzo-feldespático y gneis granítico cuarzo-feldespático en su mayoría de grano medio a grueso de color rosado claro a grisáceo con tonos blancos y negros la mayoría se observan foliadas. Cabe resaltar que este complejo es atravesado por el cauce la quebrada Carrizal.

### **5.6.2 Formación Mesa**

Esta representa aproximadamente el 35% del total de la superficie del área estudiada, es de señalar que esta formación está conformada principalmente por arenas mal graduadas (SP) no consolidada con poco finos, además de algunas costras ferruginosas y es de resaltar que se deposita en forma discordante sobre los gneises del Complejo de Imataca además que es cortado por la quebrada Carrizal, que va erosionando y depositando los sedimentos Recientes.

### **5.6.3 Suelos Residuales**

Es producto de la meteorización de las rocas preexistentes del Complejo de Imataca que abarcan aproximadamente el 28% del área, caracterizados por arenas, gravas de cuarzo y diversos fragmentos de rocas.

#### **5.6.4 Sedimentos Recientes**

Esta unidad geológica representa aproximadamente el 13% del área de estudio, teniendo en cuenta que estos sedimentos corresponden a materiales originados a partir de procesos de meteorización y denudaciones de las rocas preexistentes en la zona, que además se disponen como material aluvional como arenas, gravas de cuarzo entre otras; es de señalar que están expuestos a los alrededores de la quebrada Carrizal.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1) En el área de estudio se identificaron 4 unidades geológicas, la primera es el Complejo de Imataca, segunda la Formación Mesa, Suelos Residuales, y Sedimentos Recientes.

2) El Complejo de Imataca se caracteriza por presentar rocas metamórficas de distintas variedades como el gneis granítico, gneis cuarzo-feldespático y gneis granítico cuarzo-feldespático en su mayoría de grano medio a grueso de color rosado, gris con tonos blancos y negros la mayoría se observan foliadas, estas se encuentran en grandes afloramientos y bloques dispersos de variados tamaños, teniendo en cuenta que están rodeado por la Formación Mesa, suelos residuales y los Sedimentos Recientes.

3) La Formación Mesa se encuentra representada por tres unidades descrita de base a tope. La primera está conformada por arena media a gruesa de color marrón oscuro a amarillo claro con algunos tonos rojizos producto de la oxidación de hierro y presencia de raíces, la segunda la conforma arena de grano medio a grueso de color marrón claro a amarillo oscuro con tonalidad rojiza muy bien compactada y la tercera por arena de grano grueso de color marrón claro a amarillo oscuro con tonalidades de color blanco y grises, no muy compactada con presencia de raíces y bioturbaciones.

4) Los suelos residuales, que son producto de la meteorización de las rocas del Complejo de Imataca que están caracterizados por arenas, gravas de cuarzo y por abundantes fragmentos de rocas de diferentes tamaños y que presentan texturas arenosas en la superficie.



5) Los sedimentos del Reciente se presentan a los alrededores del cauce de la quebrada Carrizal y están representados por los aluviones y eluviones que están conformados en su mayoría por arenas medias a gruesas con tendencia a muy gruesas además hay presencia de limos, arcillas y otras facies mixtas como las arenas arcillosas de color grisáceo y otras de color marrón oscuro a medida que se acerca a las orillas de la quebrada producto del intemperismo de la Formación Mesa.

6) En la zona de estudio se identificaron paisaje fisiográfico de origen estructural tipo planicies de inundación, montañas bajas y llanuras aluviales.

7) En las columnas sedimentológicas levantadas en la Formación Mesa se encuentran en general 3 estratos descrita de base a tope se tiene: arena de grano fino a medio de color marrón oscuro de unos 10 a 22 cm de espesor, seguido de una capa comprendida de 10 a 35 cm de espesor de arena de grano medio a grueso de colores amarillo oscuro a marrón claro con tonalidad rojiza característico de óxido de hierro, subsiguientemente en el tope arena de grano media a grueso de colormarrón claro con tonalidades de color blanco a llegar a tonos grises en superficie.

8) La clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Udden-Wentworth indica que en la Formación Mesa predominan las arenas finas a media y las arenas medias a gruesas, en los Sedimentos Recientes del talud las arenas medias a gruesas y media a muy gruesa y en el fondo del cauce de la quebrada Carrizal predominan las arenas medias a gruesas y arena gruesa a muy gruesa.

9) El análisis estadístico a través del software GRADISTAT determinó que la media general de las muestras oscila entre 0.131 a 1.988, la selección de 0.610 a 1.647 lo que sugiere que las muestras son mal clasificadas a diferencia de M1, M3, M4 y CA2-E3, que son moderadamente ordenada y M2 que esta moderadamente bien ordenada. Con respecto a su simetría oscila entre -0.048 a 0.170, indicando que tienen finos sesgado a diferencia de las muestras CA2-E3, CA3, talud E3 y M2, que tiene un sesgado grueso a muy grueso sesgado y CA1-E1 y talud E1-E2, son simétricas, La curtosis varía entre 0.690 a 1.503, indicando que son platicúrtica a diferencia de CA2-E2 y E3, que son mesocúrtica y M4, CA3-E1 y talud E3, que son leptocúrtica a muy leptocúrtica.

10) El modelo de Visher demostró que en el tramo estudiado de la quebrada Carrizal predomina el mecanismo de transporte por saltación en un rango de 0.12mm – 2.01mm, tanto para las muestras de las calicatas, talud y fondo del cauce, mientras que las partículas movilizadas por suspensión oscilan en un rango de 0.075mm – de 0.41mm y por tracción se observaron en proporción mínima en un rango de 0.85mm – 2.00mm, de lo cual se concluye a que los materiales son arenas mal graduadas (SP).

11) Los afloramientos rocosos cercanos a la quebrada Carrizal son de rocas metamórficas, de las cuales se identificaron 3 Gneis Granítico, 4 Gneis Cuarzo Feldespático y 1 Gneis Granítico Cuarzo Feldespático, de colores rosado claro a grisáceo con tonos blancos y negros en su mayoría foliadas de grano medio a grueso. Los minerales principales son cuarzo, feldespatos y plagioclasas y como accesorio la biotita.

12) El mapa geológico presenta una cobertura plana a ondulada y se identifican cuatros unidades geológicas bien definidas. Las cuales son; Complejo de Imataca que representa aproximadamente el 24% conformado por Gneis Granítico, Gneis Cuarzo Feldespático y Gneis Granítico Cuarzo Feldespático. La Formación Mesa que representa el 35% aproximadamente del total de la superficie y está conformada principalmente por arenas mal graduadas (SP). Los suelos residuales que representa el 28% aproximadamente del área constituidos arenas, gravas y fragmentos de rocas. Estas unidades son cortadas por la quebrada Carrizal la cual da origen a la unidad de los Sedimentos Recientes que representa el 13% aproximadamente del área estudio, teniendo en cuenta que estos sedimentos corresponden a materiales originados a partir de procesos de meteorización y denudaciones de las rocas preexistentes en la zona.

### **Recomendaciones**

- 1) Conocer la composición mineralógica de los sedimentos presentes en el tramo de estudio.
  
- 2) Ampliar esta investigación hacia otros tramos de la quebrada Carrizal, para así conocer a más detalle su comportamiento.
  
- 3) Analizar petrográficamente las rocas de los afloramientos ubicados en el área de estudio.

## REFERENCIAS

Arias, F. (2012) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA**. Editorial Episteme, Caracas, Venezuela.

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

Blott S. y Pye K. (2001). **GRADISTAT: A GRAIN SIZE DISTRIBUTION AND STATISTICS PACKAGE FOR THE ANALYSIS OF UNCONSOLIDATED SEDIMENTS**. Department of Geology, Royal Holloway University of London.

Bolívar, S. y Velázquez, W. (2006) llevaron a cabo la investigación titulada **“ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-AMBIENTAL DE LOS RÍOS MANACAL Y GUARICONGO - LOS CARIBES EN LAS ÉPOCAS DE SEQUÍA Y LLUVIA, EN EL MUNICIPIO HERES. CIUDAD BOLÍVAR - ESTADO BOLÍVAR (2003-2005)”** Universidad de Oriente (Bolívar), Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar, Bolívar: Trabajo de Grado

Corporación Venezolana de Guayana Técnica Minera (CVG TECMIN, 1991) **INFORME DE AVANCE HOJA: NB-20-14 y NC-20-14 TOMO I. CIUDAD BOLÍVAR**. Pp 145-202, 267-284.

Corporación Venezolana de Guayana Tecmin (CVG Tecmin, 1994). **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

Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957). **BRAZOS RIVER BAR [TEXAS]; A STUDY IN THE SIGNIFICANCE OF GRAIN SIZE PARAMETERS. JOURNAL OF SEDIMENTARY RESEARCH, 27(1), 3-26.**

González de Vallejo, L. (2002). **INGENIERÍA GEOLÓGICA**. Pearson Educación, S. A., Madrid.

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

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

Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (2011). **GEOLOGÍA**. Consulta 20 de noviembre de 2020[<https://www.icgc.cat/es/Administracion-y-empresa/Servicios/Geologia/Aprende-a-interpretar-un-mapa-geologico/Que-es-un-mapa-geologico>].

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

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

Mendoza, V. (2000) **MAPA GEOLÓGICO GENERALIZADO DEL ESCUDO DE GUAYANA DESTACANDO LA PROVINCIA GEOLOGICA DE IMATACA**.

Mendoza, V. (2005) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO ANDES VENEZOLANOS Y SISTEMA MONTAÑOSO DEL CARIBE)**. Editorial Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. pp 68 – 83.

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

Servicio meteorológico de la Fuerza Aérea Venezolana (FAV), (2006). **DATOS DE LAS VARIABLES CLIMATOLÓGICAS REGISTRADAS EN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE CIUDAD BOLÍVAR**. Aeropuerto de esa Ciudad. Periodo 2006-2007.

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

Tarbutck, E. y Lutgens, F. (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA**. 8 Ed., España: Prentice Hall. Pp 187-239

Udden, J. A. (1914). **MECHANICAL COMPOSITION OF CLASTIC SEDIMENTS**. *Bulletin of the Geological Society of America*, 25(1), 655-744.

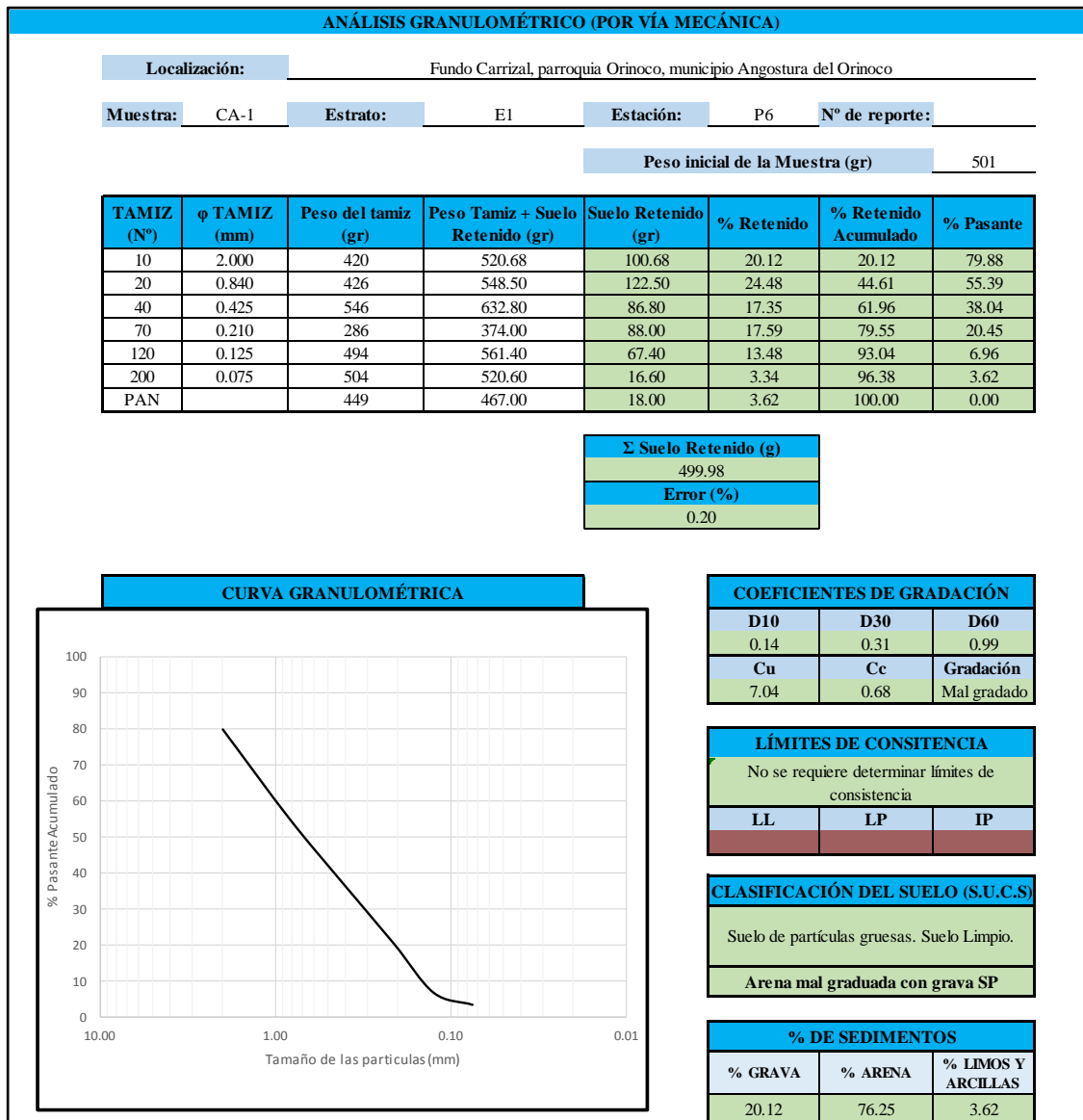
Visher, G. (1969). **GRAIN SIZE DISTRIBUTIONS AND DEPOSITIONAL PROCESSES**. Vol. 3.

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

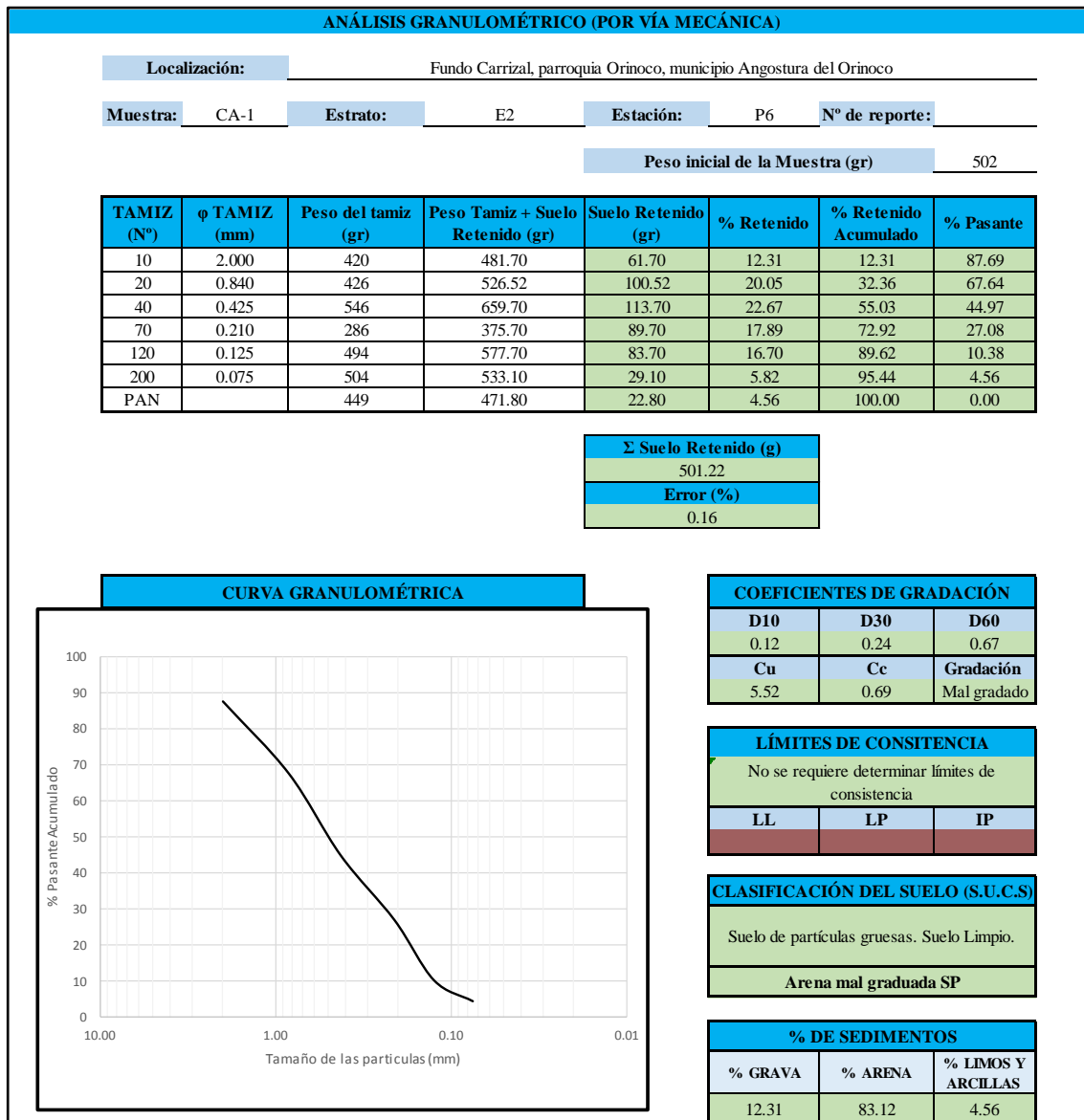
## **APÉNDICES**



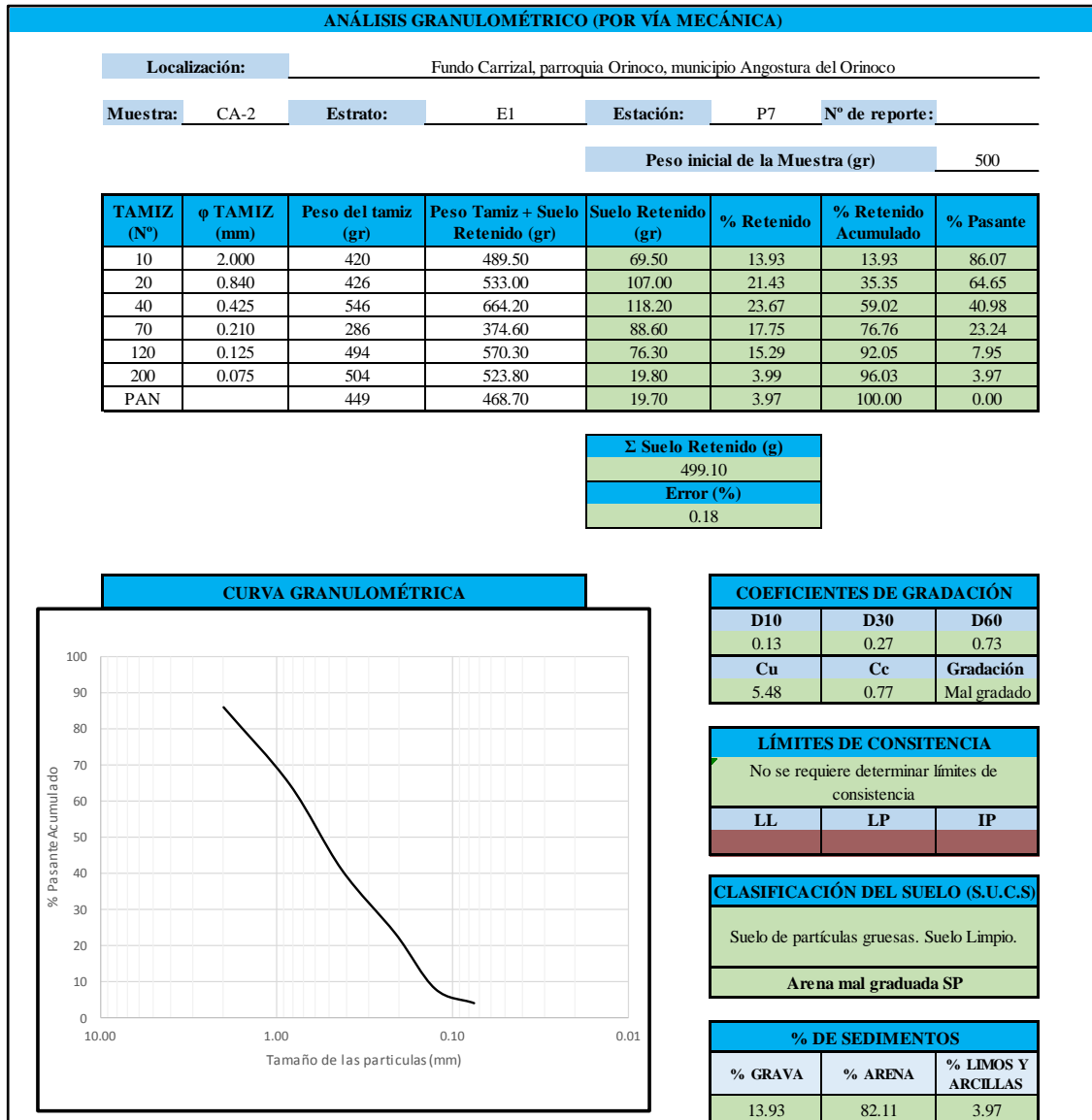
**APÉNDICE A**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO VÍA HÚMEDO**



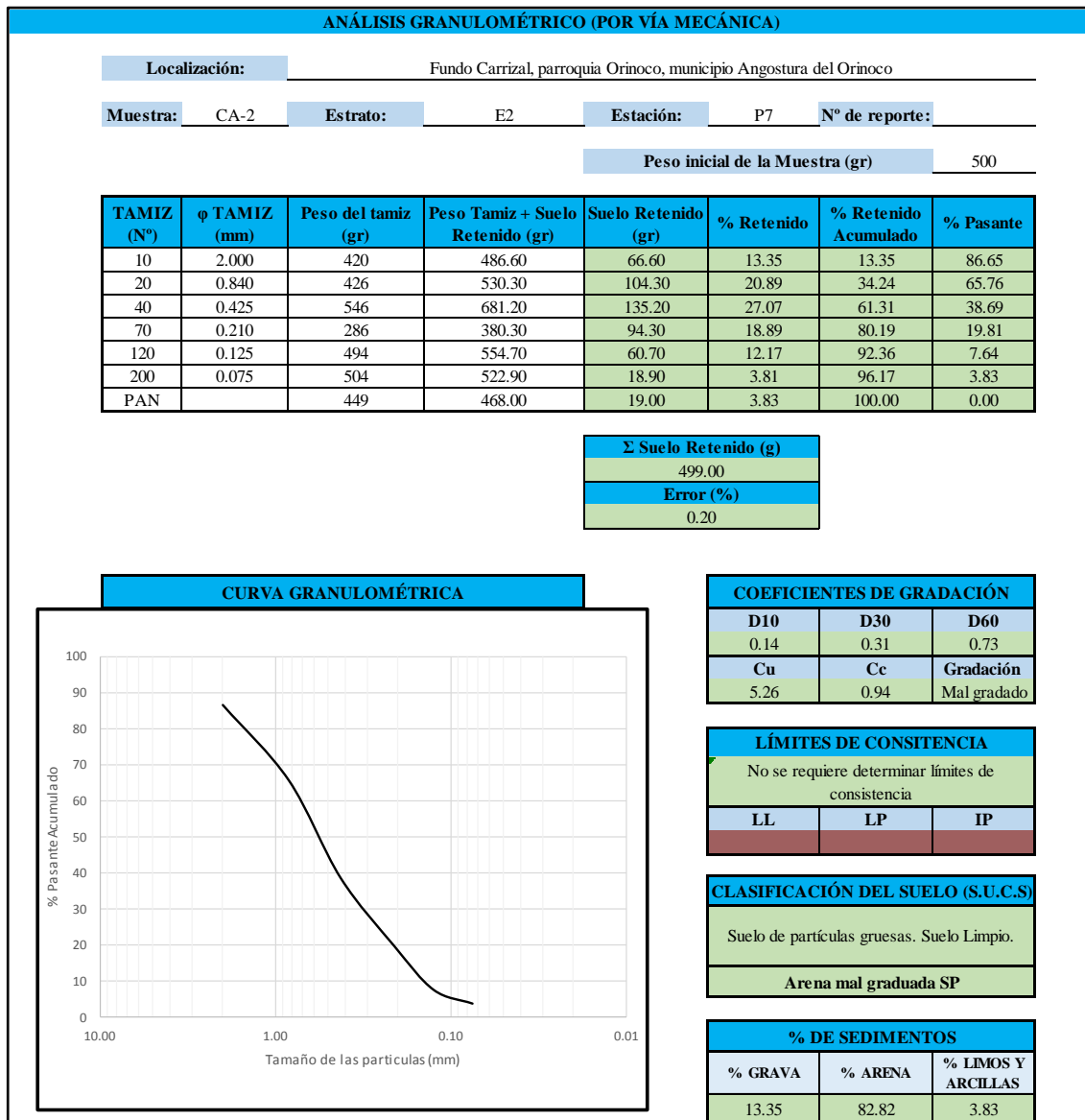
Apéndice A.1 Análisis granulométrico vía húmedo (CA1-E1)



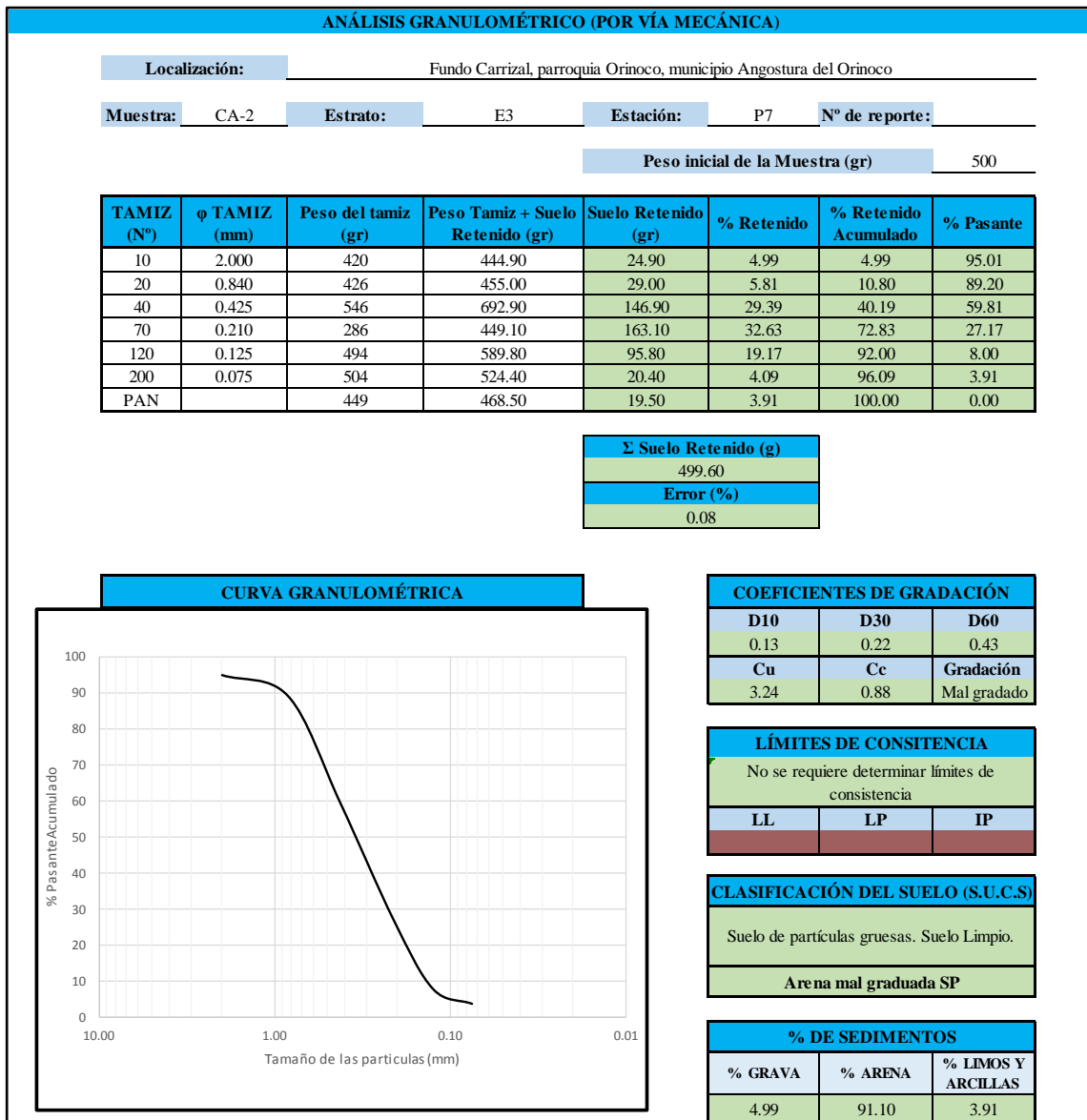
Apéndice A.2 Análisis granulométrico vía húmedo (CA1-E2)



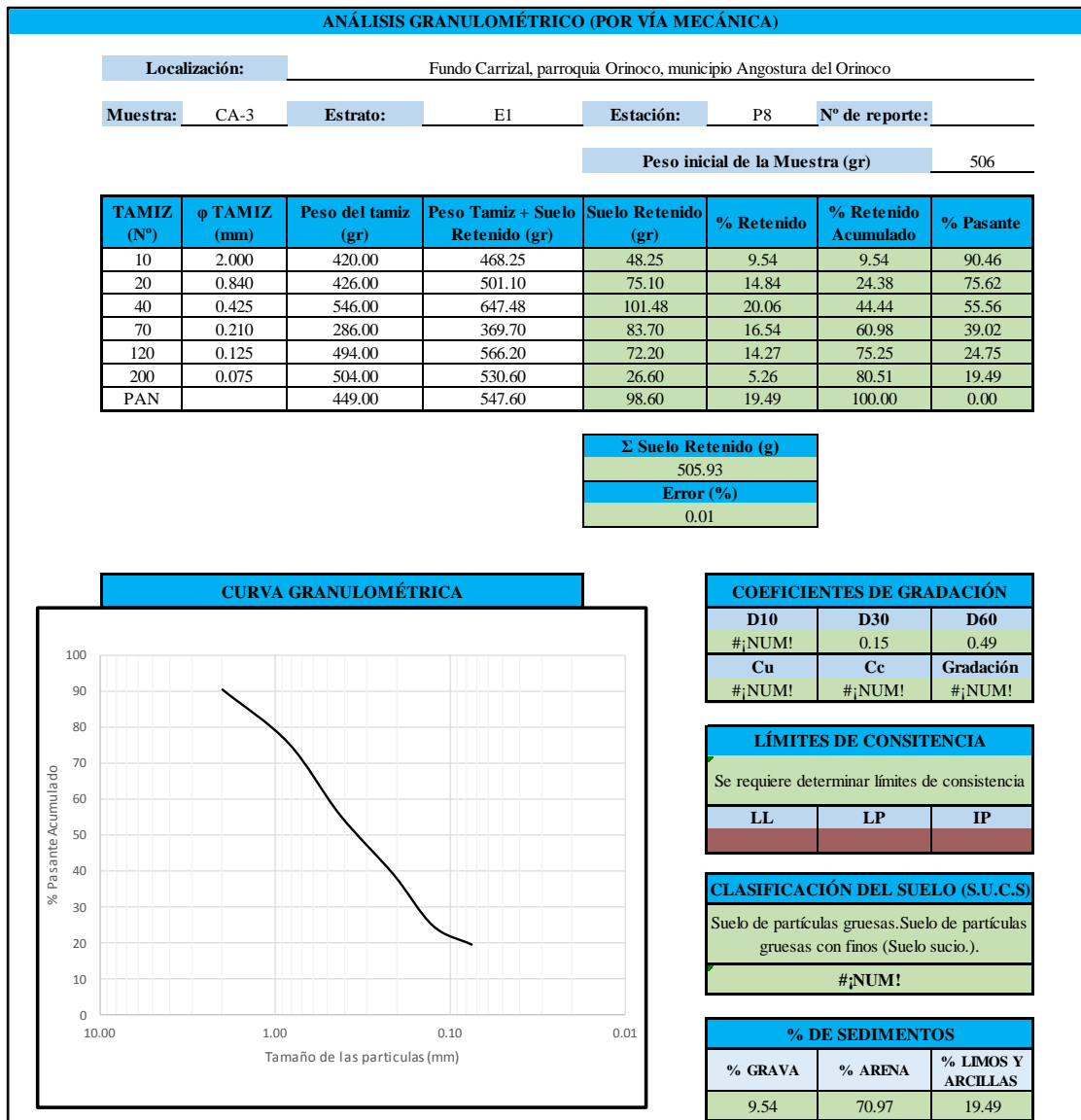
Apéndice A.3 Análisis granulométrico vía húmedo (CA2-E1)



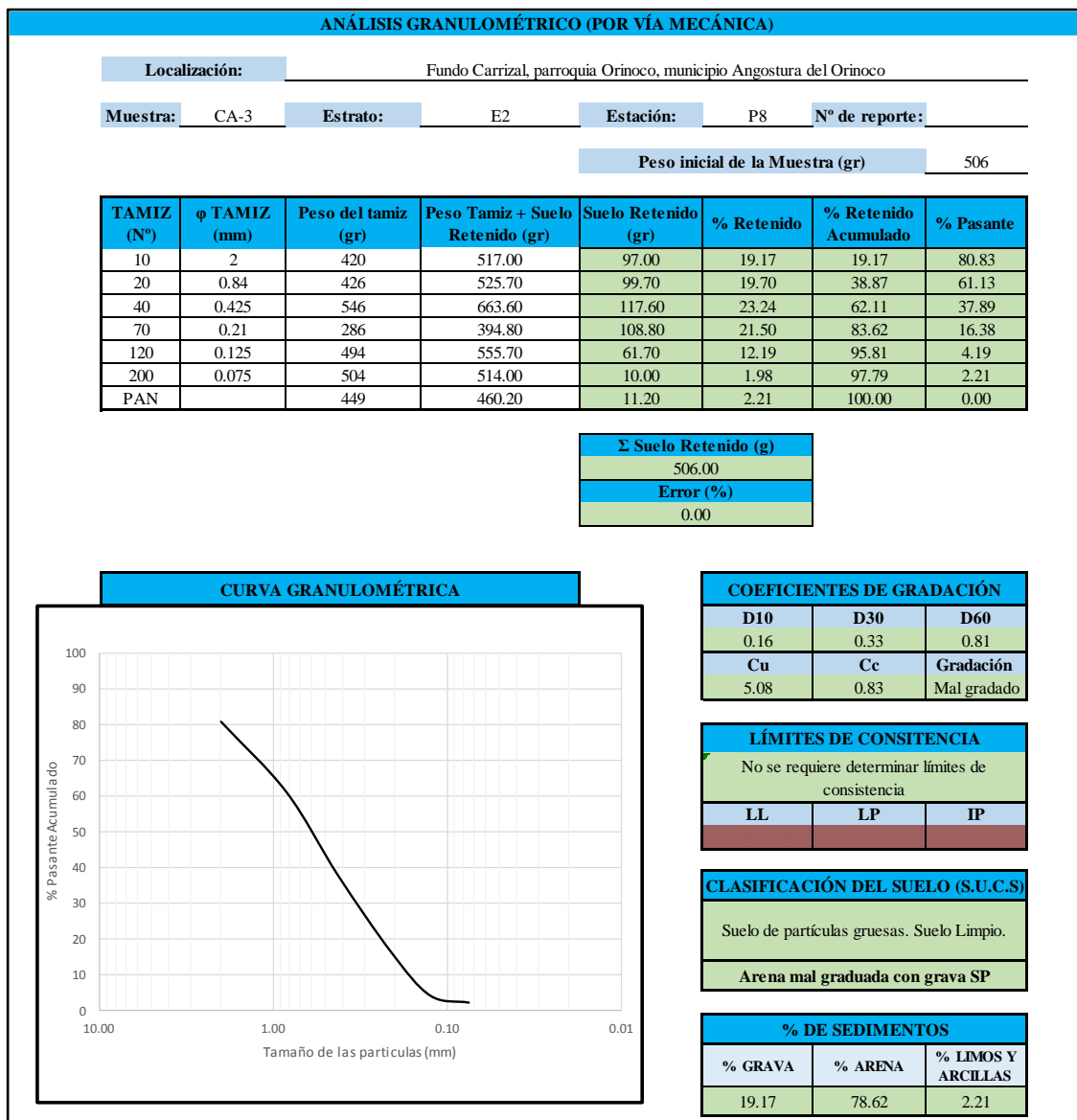
Apéndice A.4 Análisis granulométrico vía húmedo (CA2-E2)



Apéndice A.5 Análisis granulométrico vía húmedo (CA2-E3)

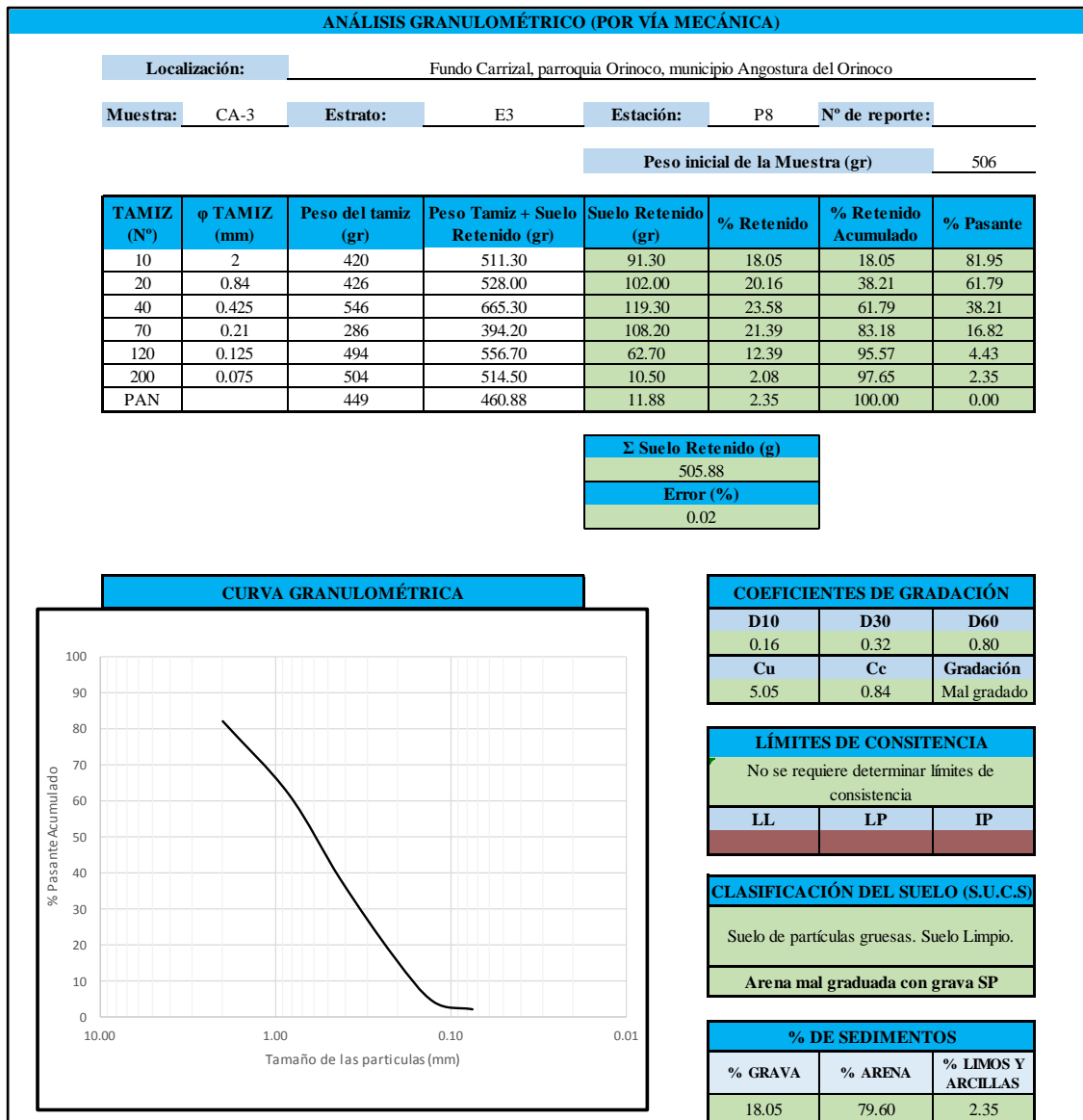


Apéndice A.6 Análisis granulométrico vía húmedo (CA3-E1)

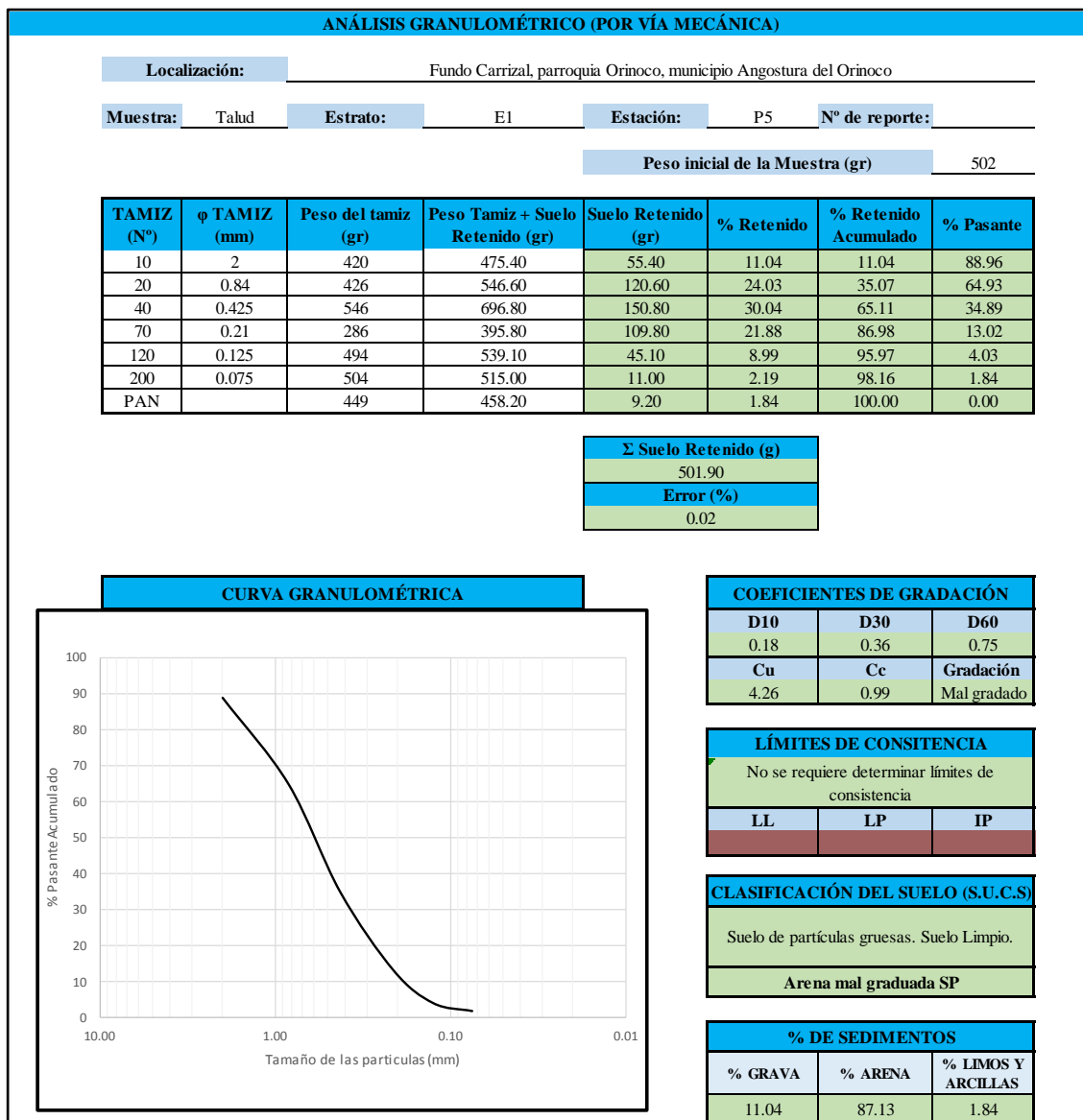


Apéndice A.7 Análisis granulométrico vía húmedo (CA3-E2)

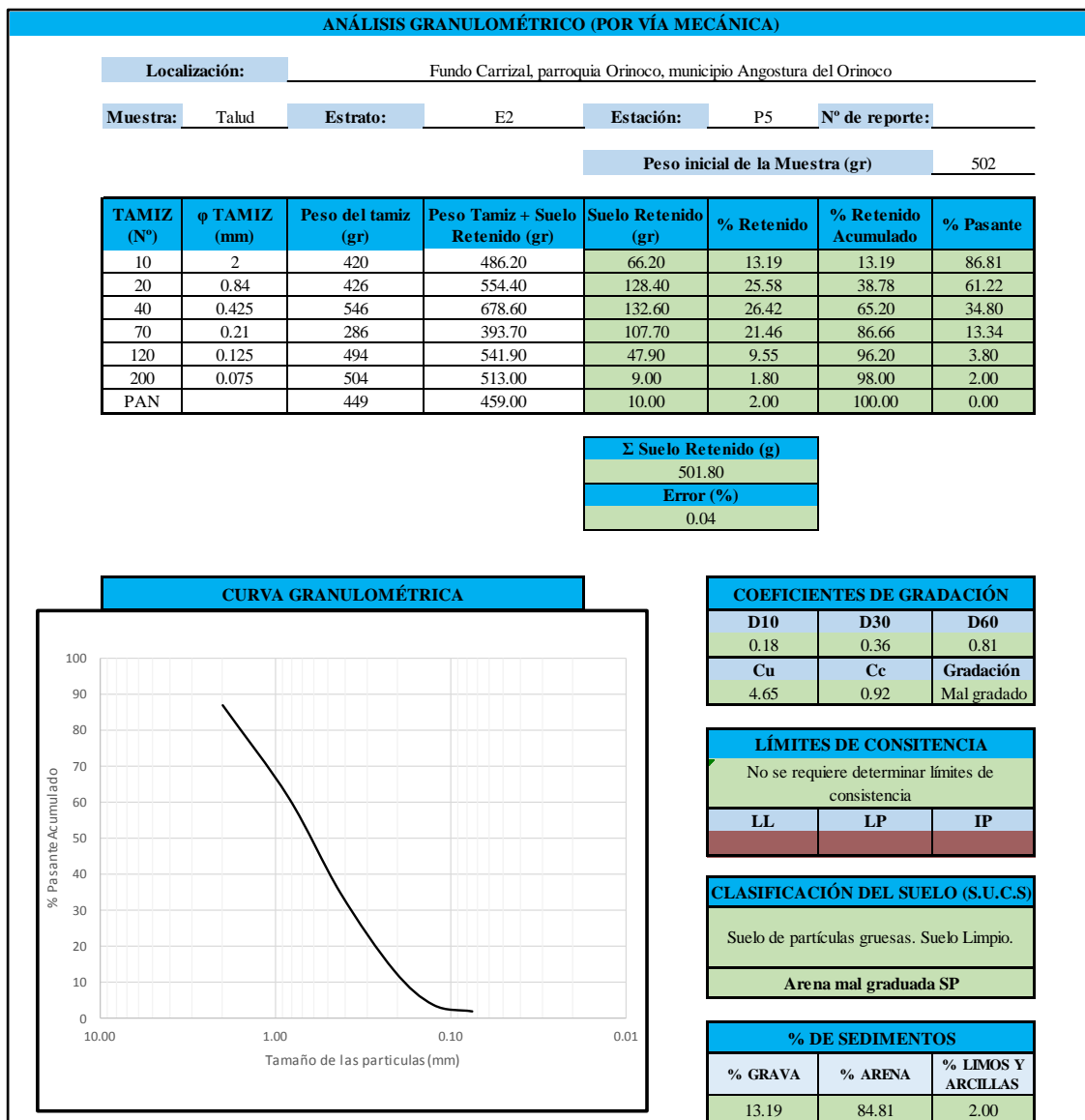




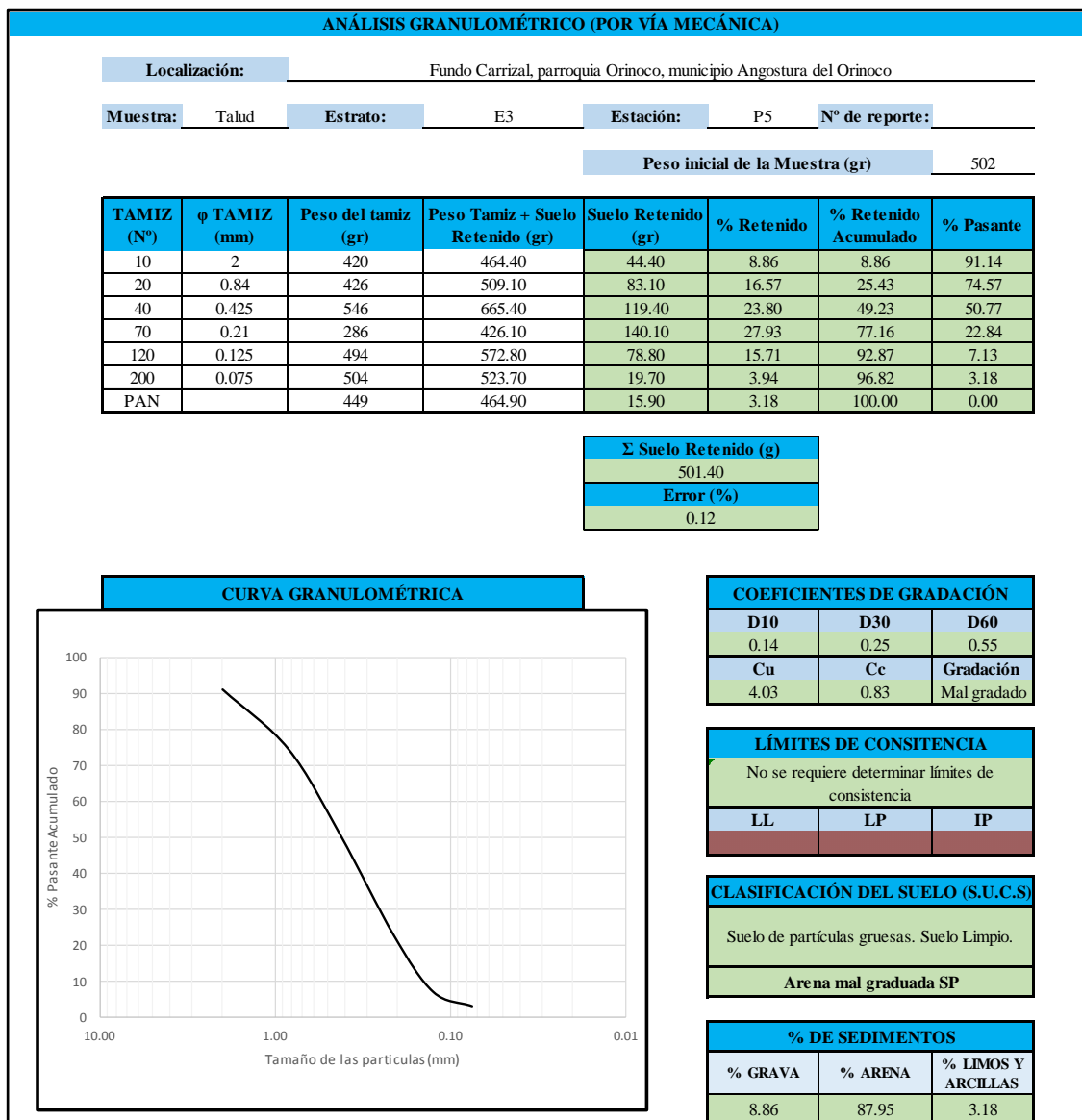
Apéndice A.8 Análisis granulométrico vía húmedo (CA3-E3)



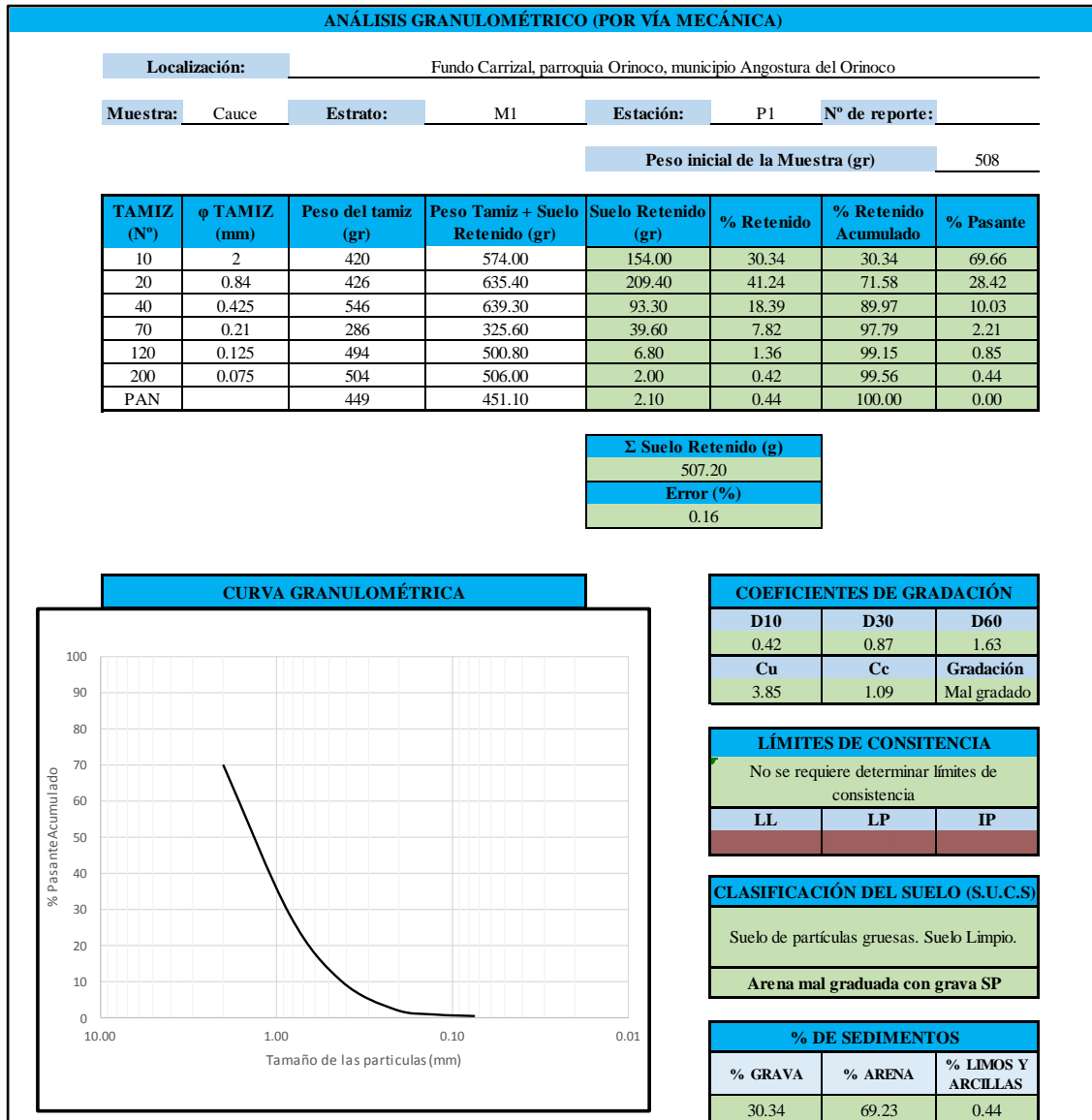
Apéndice A.9 Análisis granulométrico vía húmedo Talud E1



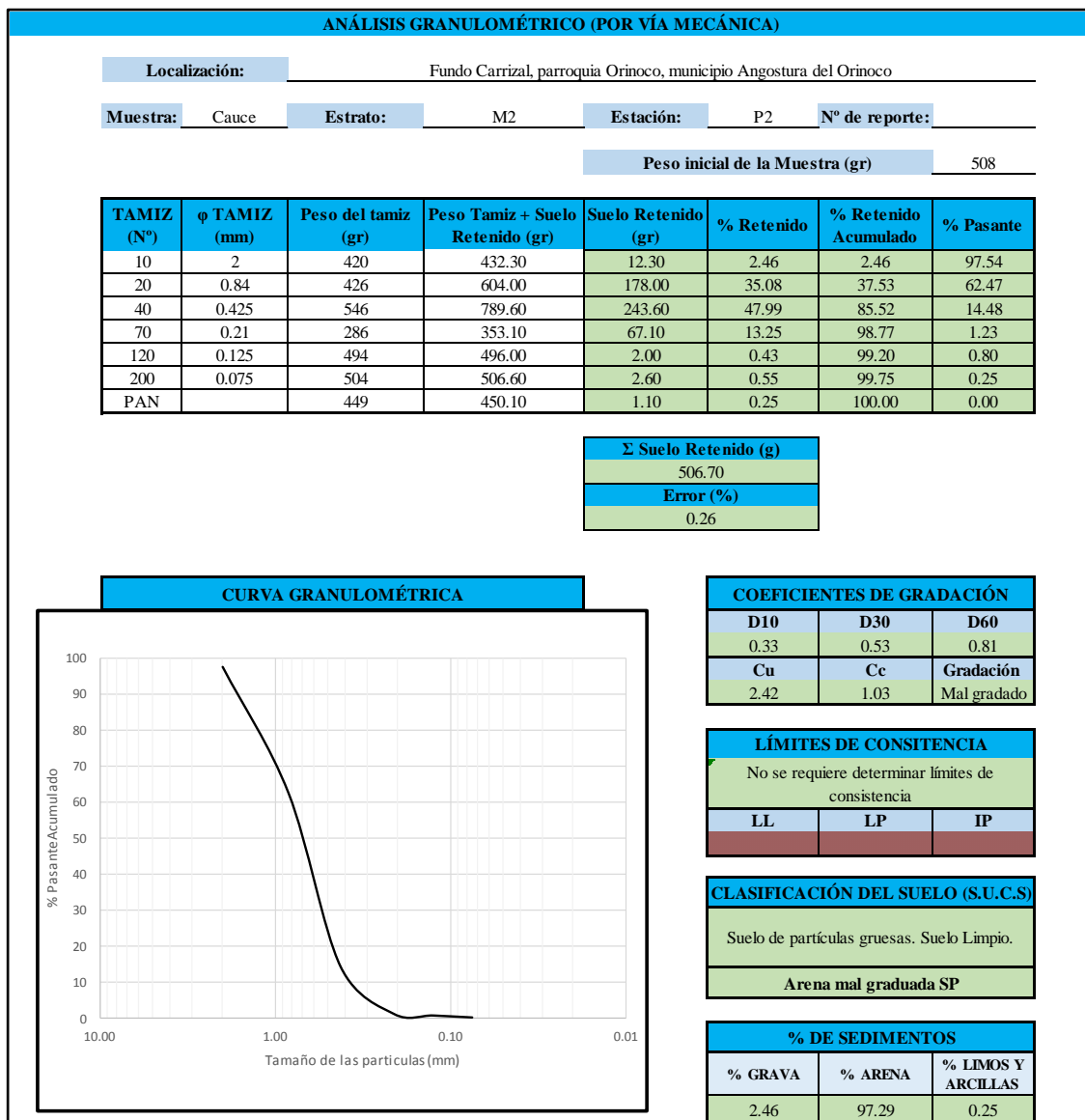
Apéndice A.10 Análisis granulométrico vía húmedo Talud E2



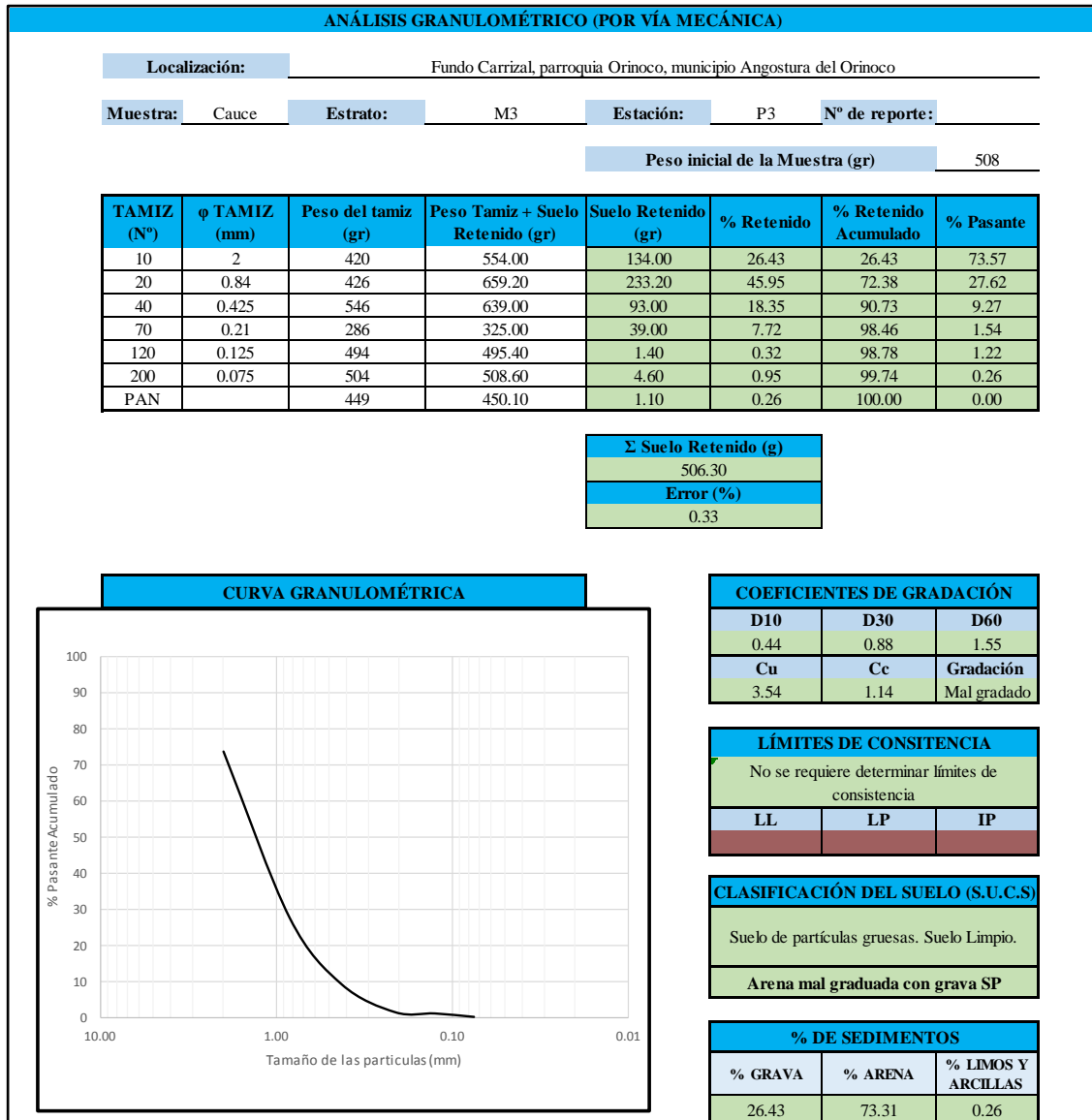
Apéndice A.11 Análisis granulométrico vía húmedo Talud E3



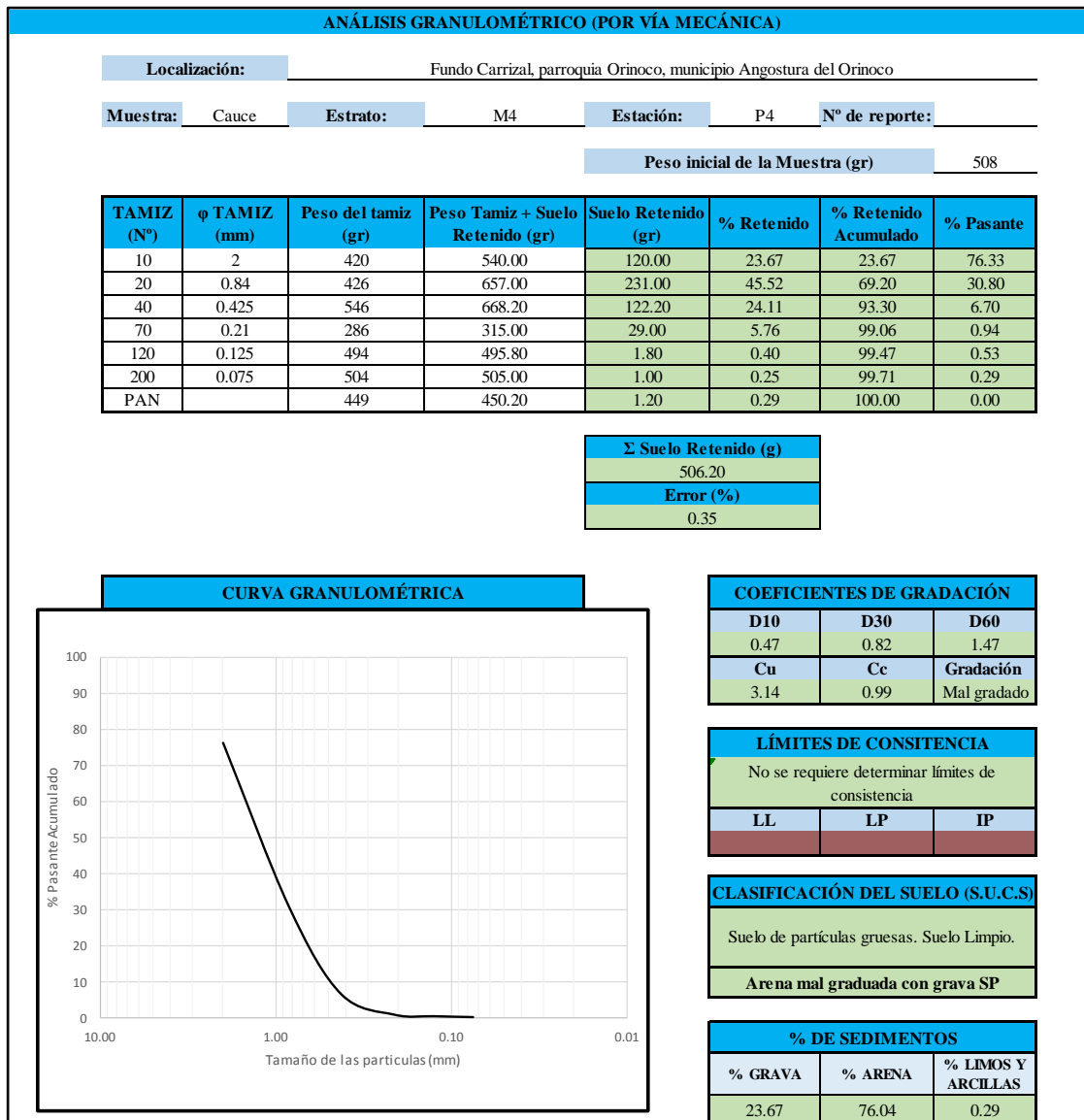
Apéndice A.12 Análisis granulométrico vía húmedo Cauce M1



Apéndice A.13 Análisis granulométrico vía húmedo Cauce M2



Apéndice A.14 Análisis granulométrico vía húmedo Cauce M3



Apéndice A.15 Análisis granulométrico vía húmedo Cauce M4



**APÉNDICE B**  
**ESTADÍSTICAS DE MUESTRAS POR EL MÉTODO DE FOLK Y WARD, A**  
**TRAVÉS DEL SOFTWARE GRADISTAT**

<b>SAMPLE STATISTICS</b>			
		<b>CA1-E1</b>	<b>CA1-E2</b>
ANALYST AND DATE:		,	,
SIEVING ERROR:		0.2%	0.2%
SAMPLE TYPE:		Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Poorly Sorted
TEXTURAL GROUP:		Sand	Sand
SEDIMENT NAME:		Poorly Sorted Fine Sand	Poorly Sorted Fine Sand
FOLK AND WARD METHOD ( $\mu\text{m}$ )	MEAN ( $M_G$ ):	521.4	408.6
	SORTING ( $\sigma_G$ ):	2.899	2.552
	SKEWNESS ( $Sk_G$ ):	0.000	-0.111
	KURTOSIS ( $K_G$ ):	0.879	0.803
FOLK AND WARD METHOD ( $\phi$ )	MEAN ( $\bar{x}_\phi$ ):	0.940	1.291
	SORTING ( $\sigma_\phi$ ):	1.535	1.351
	SKEWNESS ( $Sk_T$ ):	0.000	0.111
	KURTOSIS ( $K_G$ ):	0.879	0.803
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Coarse Sand	Medium Sand
	SORTING:	Poorly Sorted	Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Symmetrical	Fine Skewed
	KURTOSIS:	Platykurtic	Platykurtic
MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):		925.0	462.5
MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):		1850.0	925.0
MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):		462.5	231.0
MODE 1 ( $\phi$ ):		0.117	1.117
MODE 2 ( $\phi$ ):		-0.883	0.117
MODE 3 ( $\phi$ ):		1.117	2.119
$D_{10}$ ( $\mu\text{m}$ ):		156.4	89.00
$D_{50}$ ( $\mu\text{m}$ ):		475.5	440.7
$D_{90}$ ( $\mu\text{m}$ ):		1844.9	1752.6
$(D_{90} / D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):		11.80	19.69
$(D_{90} - D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):		1688.5	1663.6
$(D_{75} / D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):		4.375	5.126
$(D_{75} - D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):		746.9	726.3
$D_{10}$ ( $\phi$ ):		-0.884	-0.810
$D_{50}$ ( $\phi$ ):		1.072	1.182
$D_{90}$ ( $\phi$ ):		2.677	3.490
$(D_{90} / D_{10})$ ( $\phi$ ):		-3.030	-4.311
$(D_{90} - D_{10})$ ( $\phi$ ):		3.560	4.300
$(D_{75} / D_{25})$ ( $\phi$ ):		46.75	16.89
$(D_{75} - D_{25})$ ( $\phi$ ):		2.129	2.358
% GRAVEL:		0.0%	0.0%
% SAND:		100.0%	100.0%
% MUD:		0.0%	0.0%
% V COARSE GRAVEL:		0.0%	0.0%
% COARSE GRAVEL:		0.0%	0.0%
% MEDIUM GRAVEL:		0.0%	0.0%
% FINE GRAVEL:		0.0%	0.0%
% V FINE GRAVEL:		0.0%	0.0%
% V COARSE SAND:		20.1%	12.3%
% COARSE SAND:		24.5%	20.1%
% MEDIUM SAND:		17.4%	22.7%
% FINE SAND:		31.1%	34.6%
% V FINE SAND:		6.9%	10.4%
% V COARSE SILT:		0.0%	0.0%
% COARSE SILT:		0.0%	0.0%
% MEDIUM SILT:		0.0%	0.0%
% FINE SILT:		0.0%	0.0%
% V FINE SILT:		0.0%	0.0%
% CLAY:		0.0%	0.0%

Apéndice B.1 Estadísticas de las muestras de la calicata 1

<b>SAMPLE STATISTICS</b>				
		<b>CA2-E1</b>	<b>CA2-E2</b>	<b>CA2-E3</b>
ANALYST AND DATE:				
SIEVING ERROR:		0.2%	0.2%	0.1%
SAMPLE TYPE:		Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Moderately Sorted
TEXTURAL GROUP:		Sand	Sand	Sand
SEDIMENT NAME:		Poorly Sorted Fine Sand	Poorly Sorted Fine Sand	Moderately Sorted Fine Sand
FOLK AND WARD METHOD ( $\mu\text{m}$ )	MEAN ( $M_G$ ):	419.0	423.2	265.5
	SORTING ( $\sigma_G$ ):	2.528	2.502	1.934
	SKEWNESS ( $Sk_G$ ):	-0.115	-0.113	0.215
	KURTOSIS ( $K_G$ ):	0.898	0.917	1.081
FOLK AND WARD METHOD ( $\phi$ )	MEAN ( $\bar{x}_\phi$ ):	1.255	1.240	1.913
	SORTING ( $\sigma_\phi$ ):	1.338	1.323	0.952
	SKEWNESS ( $Sk_\phi$ ):	0.115	0.113	-0.215
	KURTOSIS ( $K_\phi$ ):	0.898	0.917	1.081
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Medium Sand	Medium Sand	Medium Sand
	SORTING:	Poorly Sorted	Poorly Sorted	Moderately Sorted
	SKEWNESS:	Fine Skewed	Fine Skewed	Coarse Skewed
	KURTOSIS:	Platykurtic	Mesokurtic	Mesokurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	462.5	462.5	231.0
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):	925.0	925.0	462.5
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):	231.0	231.0	165.0
	MODE 1 ( $\phi$ ):	1.117	1.117	2.119
	MODE 2 ( $\phi$ ):	0.117	0.117	1.117
	MODE 3 ( $\phi$ ):	2.119	2.119	2.605
	$D_{10}$ ( $\mu\text{m}$ ):	153.8	155.5	152.9
	$D_{50}$ ( $\mu\text{m}$ ):	452.2	454.9	237.9
	$D_{90}$ ( $\mu\text{m}$ ):	1779.7	1770.7	869.0
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	11.57	11.39	5.683
	$(D_{90} - D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	1625.9	1615.2	716.1
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	4.265	4.116	2.621
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	703.9	691.5	285.9
	$D_{10}$ ( $\phi$ ):	-0.832	-0.824	0.203
	$D_{50}$ ( $\phi$ ):	1.145	1.136	2.071
	$D_{90}$ ( $\phi$ ):	2.701	2.685	2.709
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\phi$ ):	-3.248	-3.257	13.37
	$(D_{90} - D_{10})$ ( $\phi$ ):	3.533	3.509	2.507
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\phi$ ):	18.28	16.61	2.249
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\phi$ ):	2.093	2.041	1.390
	% GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% SAND:	100.0%	100.0%	100.0%
	% MUD:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE SAND:	13.9%	13.3%	5.0%
	% COARSE SAND:	21.4%	20.9%	5.8%
	% MEDIUM SAND:	23.7%	27.1%	29.4%
	% FINE SAND:	33.0%	31.1%	51.8%
	% V FINE SAND:	7.9%	7.6%	8.0%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%	0.0%

Apéndice B.2 Estadísticas de las muestras de la calicata 2

<b>SAMPLE STATISTICS</b>				
		<b>CA3-E1</b>	<b>CA3-E2</b>	<b>CA3-E3</b>
ANALYST AND DATE:		-	-	-
SIEVING ERROR:		0.0%	0.0%	0.0%
SAMPLE TYPE:		Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Poorly Sorted
TEXTURAL GROUP:		Sand	Sand	Sand
SEDIMENT NAME:		Poorly Sorted Fine Sand	Poorly Sorted Fine Sand	Poorly Sorted Fine Sand
FOLK AND WARD METHOD ( $\mu\text{m}$ )	MEAN ( $M_G$ ):	252.1	524.8	521.7
	SORTING ( $\sigma_G$ ):	3.133	2.595	2.594
	SKEWNESS ( $Sk_G$ ):	0.153	0.144	0.142
	KURTOSIS ( $K_G$ ):	1.141	0.723	0.726
FOLK AND WARD METHOD ( $\phi$ )	MEAN ( $\bar{x}_\phi$ ):	1.988	0.930	0.939
	SORTING ( $\sigma_\phi$ ):	1.647	1.376	1.375
	SKEWNESS ( $Sk_\phi$ ):	-0.153	-0.144	-0.142
	KURTOSIS ( $K_\phi$ ):	1.141	0.723	0.726
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Medium Sand	Coarse Sand	Coarse Sand
	SORTING:	Poorly Sorted	Poorly Sorted	Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Coarse Skewed	Coarse Skewed	Coarse Skewed
	KURTOSIS:	Leptokurtic	Platykurtic	Platykurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	462.5	462.5	462.5
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):	69.00	231.0	231.0
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):	231.0	925.0	925.0
	MODE 1 ( $\phi$ ):	1.117	1.117	1.117
	MODE 2 ( $\phi$ ):	3.863	2.119	2.119
	MODE 3 ( $\phi$ ):	2.119	0.117	0.117
	D <sub>10</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	68.90	163.6	162.8
	D <sub>50</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	236.5	462.6	461.0
	D <sub>90</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	994.9	1837.4	1827.8
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	14.44	11.23	11.23
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	926.0	1673.8	1664.9
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	3.306	4.208	4.187
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	347.0	726.6	719.7
	D <sub>10</sub> ( $\phi$ ):	0.007	-0.878	-0.870
	D <sub>50</sub> ( $\phi$ ):	2.080	1.112	1.117
	D <sub>90</sub> ( $\phi$ ):	3.859	2.612	2.619
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	527.6	-2.976	-3.010
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	3.852	3.489	3.489
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	2.713	30.88	26.56
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	1.725	2.073	2.066
	% GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% SAND:	100.0%	100.0%	100.0%
	% MUD:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE SAND:	9.5%	19.2%	18.0%
	% COARSE SAND:	14.8%	19.7%	20.2%
	% MEDIUM SAND:	20.1%	23.2%	23.6%
	% FINE SAND:	30.8%	33.7%	33.8%
	% V FINE SAND:	24.7%	4.2%	4.4%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%	0.0%

Apéndice B.3 Estadísticas de las muestras de la calicata 3

<b>SAMPLE STATISTICS</b>			
	<b>Talud E1</b>	<b>Talud E2</b>	<b>Talud E3</b>
	ANALYST AND DATE:	-	-
	SIEVING ERROR:	0.0%	0.0%
	SAMPLE TYPE:	Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Poorly Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Sand	Sand
	SEDIMENT NAME:	Poorly Sorted Fine Sand	Poorly Sorted Fine Sand
FOLK AND WARD METHOD ( $\mu\text{m}$ )	MEAN ( $M_G$ ):	459.0	462.9
	SORTING ( $\sigma_G$ ):	2.121	2.134
	SKEWNESS ( $Sk_G$ ):	0.053	0.048
	KURTOSIS ( $K_G$ ):	0.749	0.741
FOLK AND WARD METHOD ( $\phi$ )	MEAN ( $\bar{x}_\phi$ ):	1.123	1.111
	SORTING ( $\sigma_\phi$ ):	1.085	1.093
	SKEWNESS ( $Sk_\phi$ ):	-0.053	-0.048
	KURTOSIS ( $K_\phi$ ):	0.749	0.741
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Medium Sand	Medium Sand
	SORTING:	Poorly Sorted	Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Symmetrical	Symmetrical
	KURTOSIS:	Platykurtic	Platykurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	462.5	462.5
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):	925.0	925.0
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):	231.0	231.0
	MODE 1 ( $\phi$ ):	1.117	1.117
	MODE 2 ( $\phi$ ):	0.117	0.117
	MODE 3 ( $\phi$ ):	2.119	2.119
	$D_{10}$ ( $\mu\text{m}$ ):	169.3	168.9
	$D_{50}$ ( $\mu\text{m}$ ):	461.2	466.7
	$D_{90}$ ( $\mu\text{m}$ ):	1726.2	1768.2
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	10.19	10.47
	$(D_{90} - D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	1556.8	1599.3
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	3.921	4.001
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	677.8	695.9
	$D_{10}$ ( $\phi$ ):	-0.788	-0.822
	$D_{50}$ ( $\phi$ ):	1.117	1.100
	$D_{90}$ ( $\phi$ ):	2.562	2.566
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\phi$ ):	-3.253	-3.120
	$(D_{80} - D_{10})$ ( $\phi$ ):	3.350	3.388
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\phi$ ):	15.47	19.49
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\phi$ ):	1.971	2.000
	% GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% SAND:	100.0%	100.0%
	% MUD:	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% V COARSE SAND:	11.0%	13.2%
	% COARSE SAND:	24.0%	25.6%
	% MEDIUM SAND:	30.0%	26.4%
	% FINE SAND:	30.9%	31.0%
	% V FINE SAND:	4.0%	3.8%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%

Apéndice B.4 Estadísticas de las muestras del talud

<b>SAMPLE STATISTICS</b>			
		<b>Cauce M1</b>	<b>Cauce M2</b>
ANALYST AND DATE:			
SIEVING ERROR:		0.2%	0.3%
SAMPLE TYPE:		Polymodal, Moderately Sorted	Trimodal, Moderately Well Sorted
TEXTURAL GROUP:		Sand	Sand
SEDIMENT NAME:		Moderately Sorted Coarse Sand	oderately Well Sorted Medium Sar
FOLK AND WARD METHOD ( $\mu\text{m}$ )	MEAN ( $M_G$ ):	913.3	577.3
	SORTING ( $\sigma_G$ ):	1.973	1.526
	SKEWNESS ( $Sk_G$ ):	-0.170	0.339
	KURTOSIS ( $K_G$ ):	0.690	0.854
FOLK AND WARD METHOD ( $\phi$ )	MEAN ( $\bar{x}_\phi$ ):	0.131	0.793
	SORTING ( $\sigma_\phi$ ):	0.980	0.610
	SKEWNESS ( $Sk_\phi$ ):	0.170	-0.339
	KURTOSIS ( $K_G$ ):	0.690	0.854
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Coarse Sand	Coarse Sand
	SORTING:	Moderately Sorted	Moderately Well Sorted
	SKEWNESS:	Fine Skewed	Very Coarse Skewed
	KURTOSIS:	Platykurtic	Platykurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	925.0	462.5
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):	1850.0	925.0
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):	462.5	231.0
	MODE 1 ( $\phi$ ):	0.117	1.117
	MODE 2 ( $\phi$ ):	-0.883	0.117
	MODE 3 ( $\phi$ ):	1.117	2.119
	D <sub>10</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	425.2	236.8
	D <sub>50</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	925.6	479.4
	D <sub>90</sub> ( $\mu\text{m}$ ):	1895.8	965.6
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	4.459	4.078
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	1470.6	728.8
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	3.604	2.045
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\mu\text{m}$ ):	1264.1	460.3
	D <sub>10</sub> ( $\phi$ ):	-0.923	0.051
	D <sub>50</sub> ( $\phi$ ):	0.112	1.061
	D <sub>90</sub> ( $\phi$ ):	1.234	2.078
	(D <sub>90</sub> / D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	-1.337	41.12
	(D <sub>90</sub> - D <sub>10</sub> ) ( $\phi$ ):	2.157	2.028
	(D <sub>75</sub> / D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	-1.292	7.850
	(D <sub>75</sub> - D <sub>25</sub> ) ( $\phi$ ):	1.850	1.032
	% GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% SAND:	100.0%	100.0%
	% MUD:	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% V COARSE SAND:	30.4%	2.4%
	% COARSE SAND:	41.3%	35.1%
	% MEDIUM SAND:	18.4%	48.1%
	% FINE SAND:	9.1%	13.6%
	% V FINE SAND:	0.8%	0.7%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%

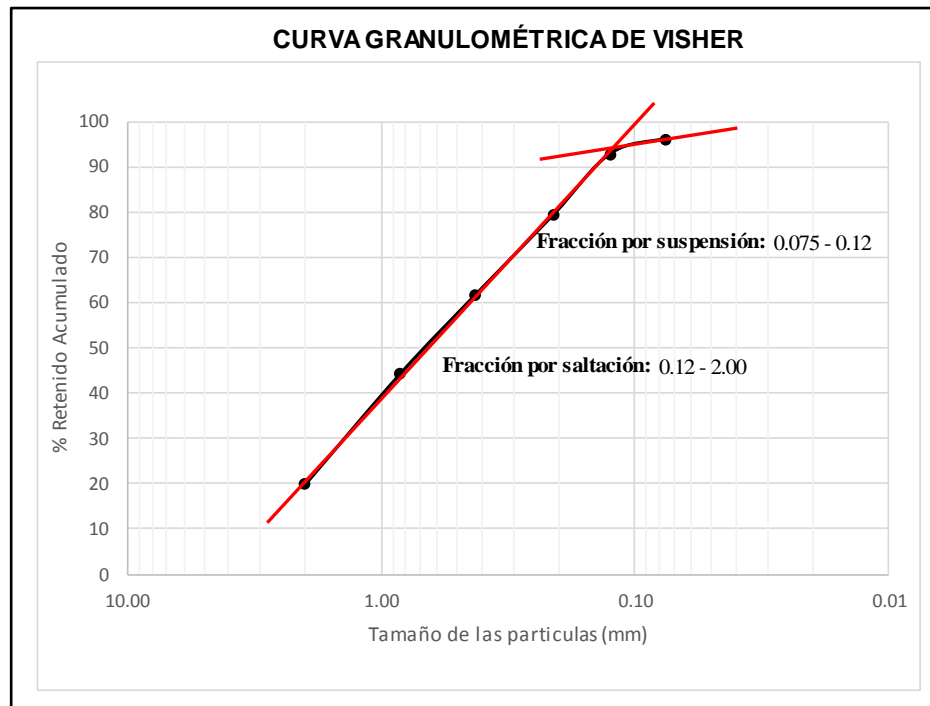
Apéndice B.5 Estadísticas de las muestras del cauce M1 y M2

<b>SAMPLE STATISTICS</b>			
		<b>Cauce M3</b>	<b>Cauce M4</b>
ANALYST AND DATE:			
SIEVING ERROR:		0.3%	0.4%
SAMPLE TYPE:		Polymodal, Moderately Sorted	Trimodal, Moderately Sorted
TEXTURAL GROUP:		Sand	Sand
SEDIMENT NAME:		Moderately Sorted Coarse Sand	Moderately Sorted Coarse Sand
FOLK AND WARD METHOD ( $\mu\text{m}$ )	MEAN ( $M_G$ ):	910.0	904.2
	SORTING ( $\sigma_G$ ):	1.956	1.935
	SKEWNESS ( $Sk_G$ ):	-0.163	-0.147
	KURTOSIS ( $K_G$ ):	0.698	1.178
FOLK AND WARD METHOD ( $\phi$ )	MEAN ( $\bar{x}_\phi$ ):	0.136	0.145
	SORTING ( $\sigma_\phi$ ):	0.968	0.953
	SKEWNESS ( $Sk_\phi$ ):	0.163	0.147
	KURTOSIS ( $K_\phi$ ):	0.698	1.178
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Coarse Sand	Coarse Sand
	SORTING:	Moderately Sorted	Moderately Sorted
	SKEWNESS:	Fine Skewed	Fine Skewed
	KURTOSIS:	Platykurtic	Leptokurtic
	MODE 1 ( $\mu\text{m}$ ):	925.0	925.0
	MODE 2 ( $\mu\text{m}$ ):	1850.0	462.5
	MODE 3 ( $\mu\text{m}$ ):	462.5	1850.0
	MODE 1 ( $\phi$ ):	0.117	0.117
	MODE 2 ( $\phi$ ):	-0.883	1.117
	MODE 3 ( $\phi$ ):	1.117	-0.883
	$D_{10}$ ( $\mu\text{m}$ ):	428.4	435.1
	$D_{50}$ ( $\mu\text{m}$ ):	920.3	910.6
	$D_{90}$ ( $\mu\text{m}$ ):	1880.9	1867.5
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	4.391	4.292
	$(D_{90} - D_{10})$ ( $\mu\text{m}$ ):	1452.5	1432.4
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	3.507	2.068
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\mu\text{m}$ ):	1226.2	514.1
	$D_{10}$ ( $\phi$ ):	-0.911	-0.901
	$D_{50}$ ( $\phi$ ):	0.120	0.135
	$D_{90}$ ( $\phi$ ):	1.223	1.201
	$(D_{90} / D_{10})$ ( $\phi$ ):	-1.342	-1.332
	$(D_{90} - D_{10})$ ( $\phi$ ):	2.134	2.102
	$(D_{75} / D_{25})$ ( $\phi$ ):	-1.325	158.7
	$(D_{75} - D_{25})$ ( $\phi$ ):	1.810	1.048
	% GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% SAND:	100.0%	100.0%
	% MUD:	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% V COARSE SAND:	26.5%	23.7%
	% COARSE SAND:	46.1%	45.6%
	% MEDIUM SAND:	18.4%	24.1%
	% FINE SAND:	8.0%	6.1%
	% V FINE SAND:	1.1%	0.4%
% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%	
% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	
% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	
% FINE SILT:	0.0%	0.0%	
% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	
% CLAY:	0.0%	0.0%	

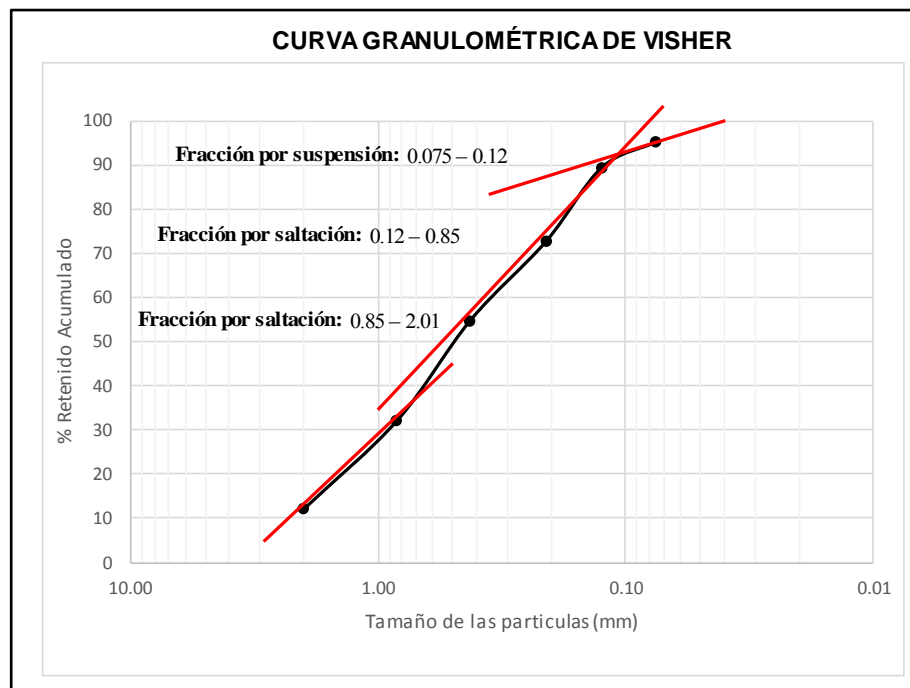
Apéndice B.6 Estadísticas de las muestras del cauce M3 y M4

**APÉNDICE C**  
**CURVAS GRANULOMÉTRICAS DE VISHER**

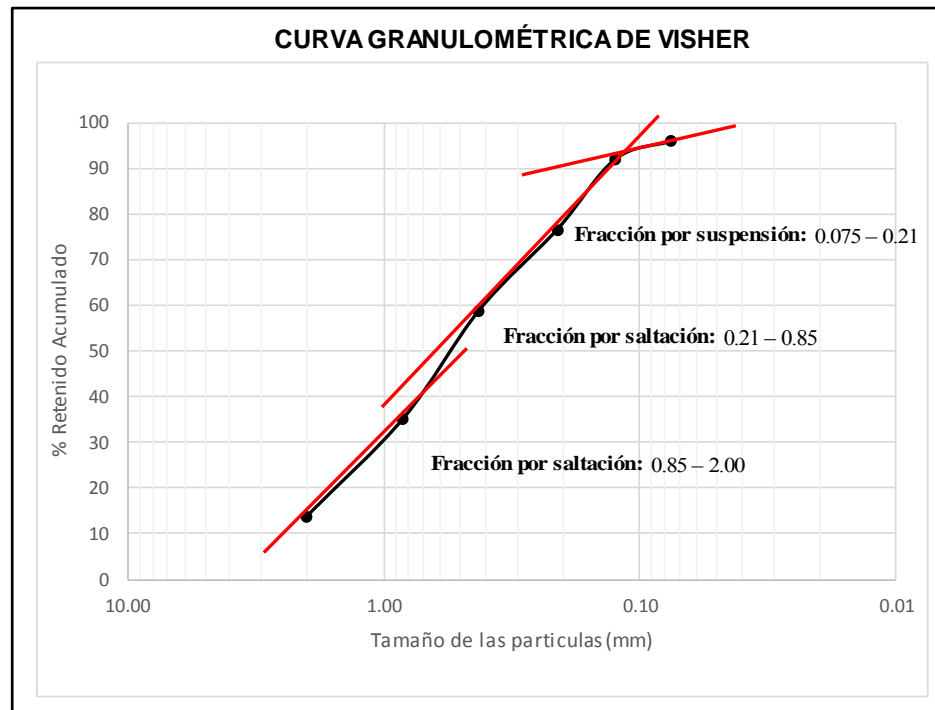




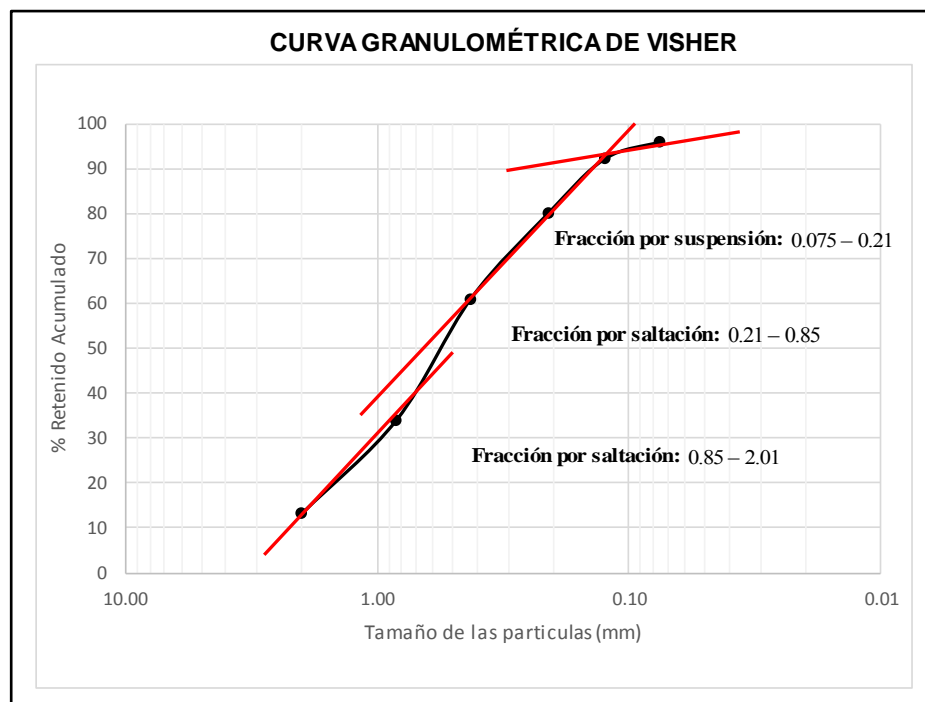
Apéndice C.1 Curva granulométrica de Visher muestra CA1-E1



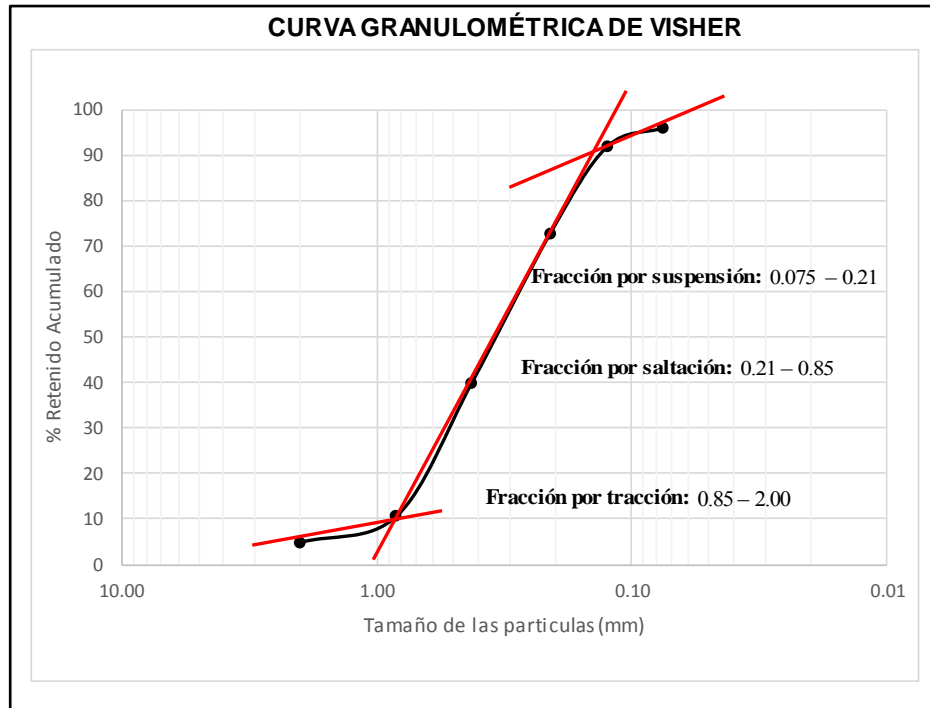
Apéndice C.2 Curva granulométrica de Visher muestra CA1-E2



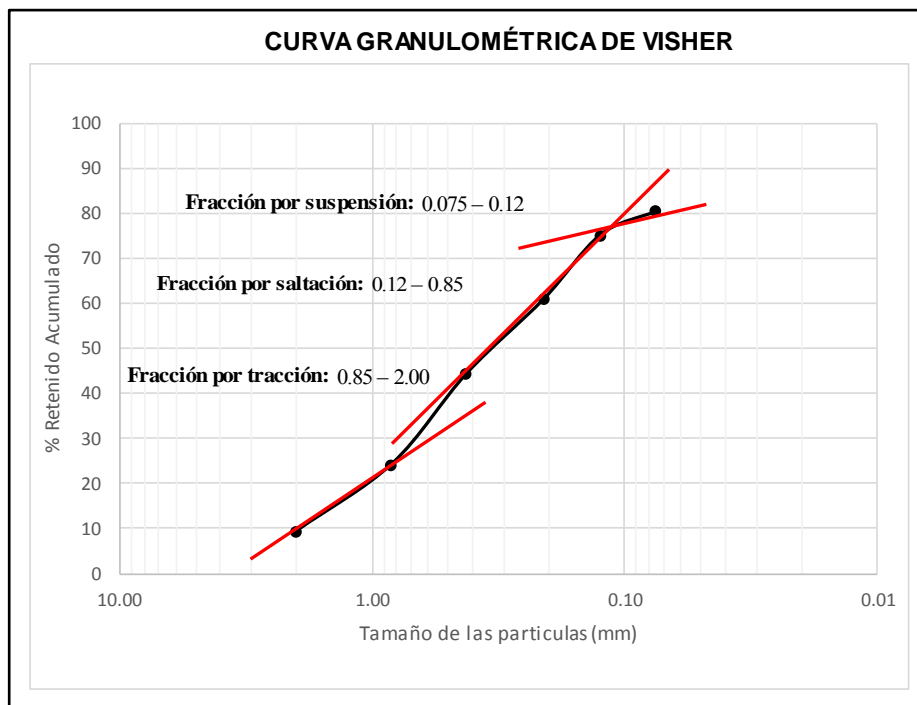
Apéndice C.3 Curva granulométrica de Visher muestra CA2-E1



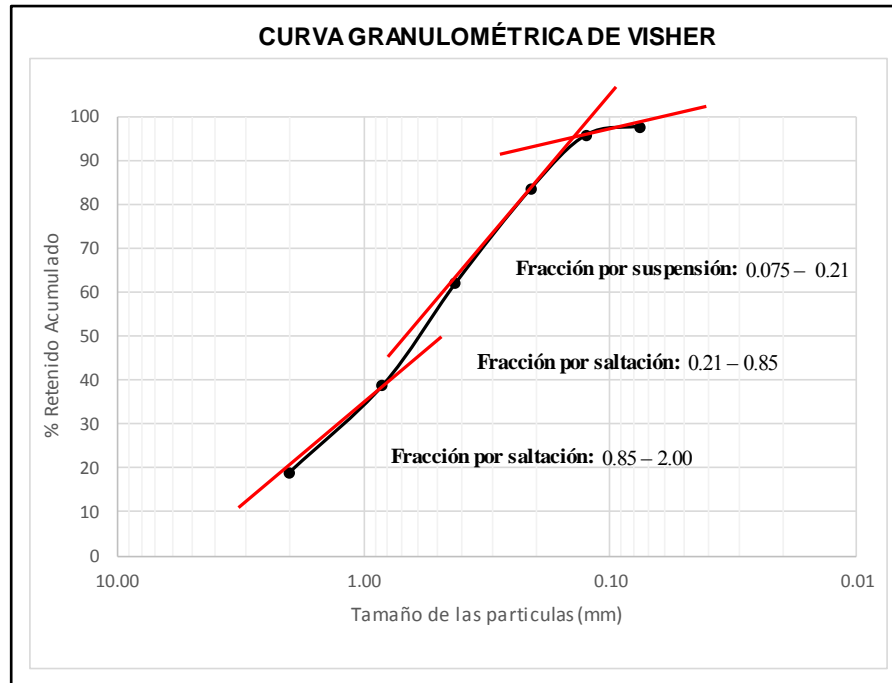
Apéndice C.4 Curva granulométrica de Visher muestra CA2-E2



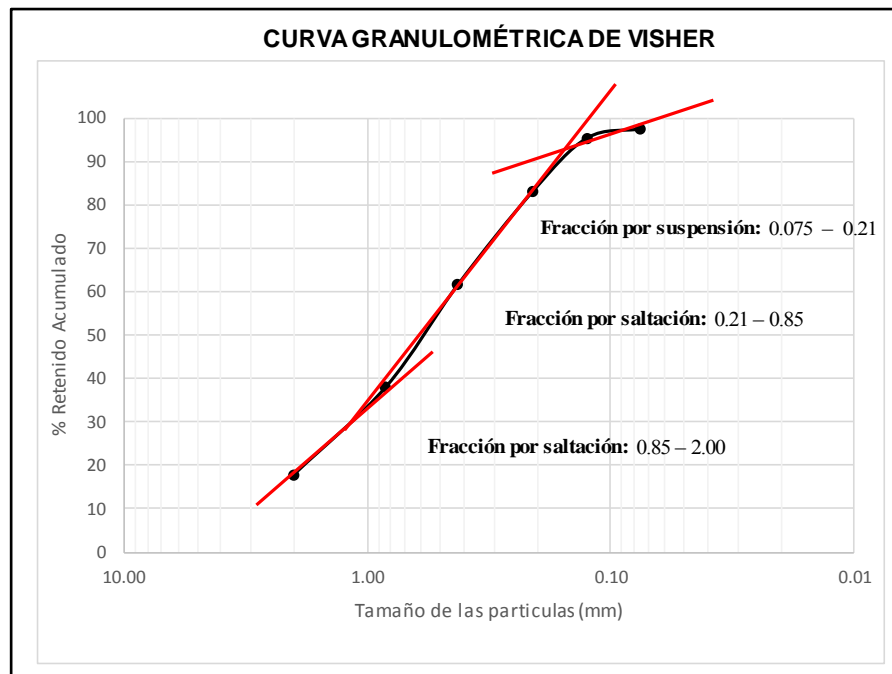
Apéndice C.5 Curva granulométrica de Visher muestra CA2-E3



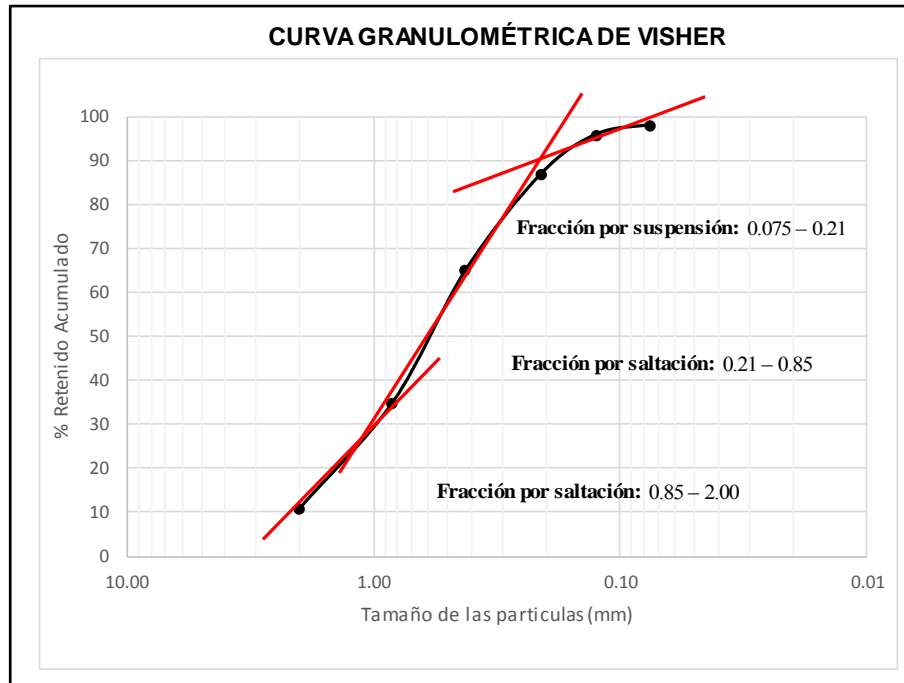
Apéndice C.6 Curva granulométrica de Visher muestra CA3-E1



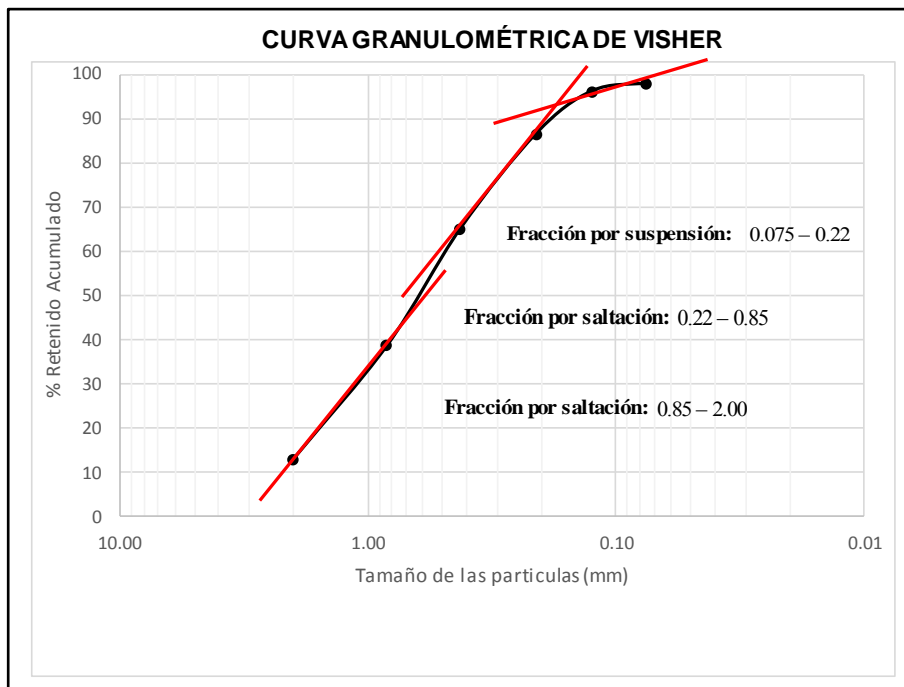
Apéndice C.7 Curva granulométrica de Visher muestra CA3-E2



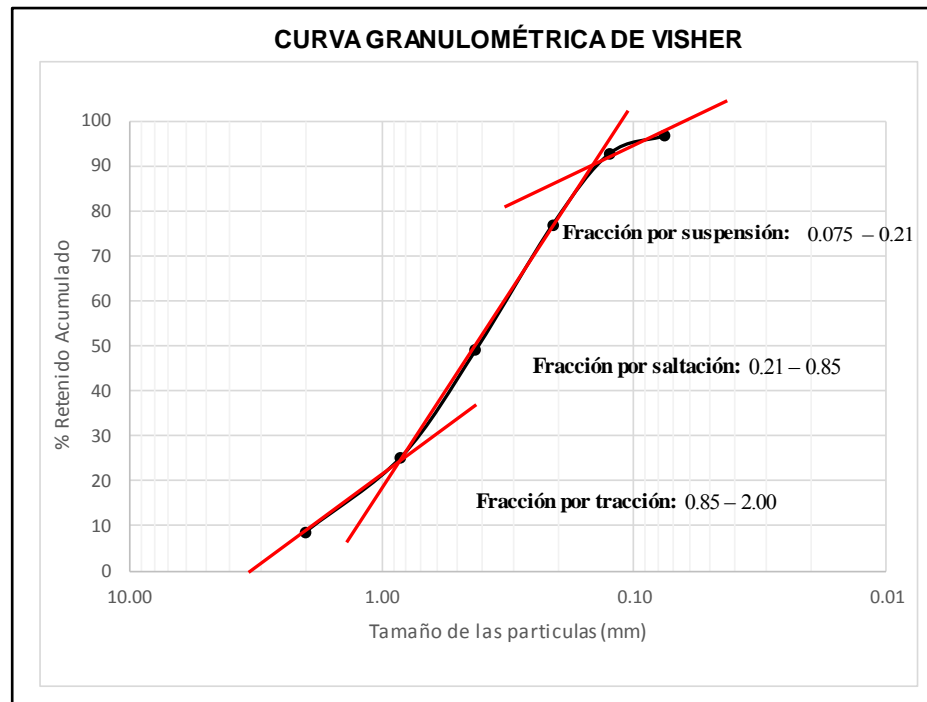
Apéndice C.8 Curva granulométrica de Visher muestra CA3-E3



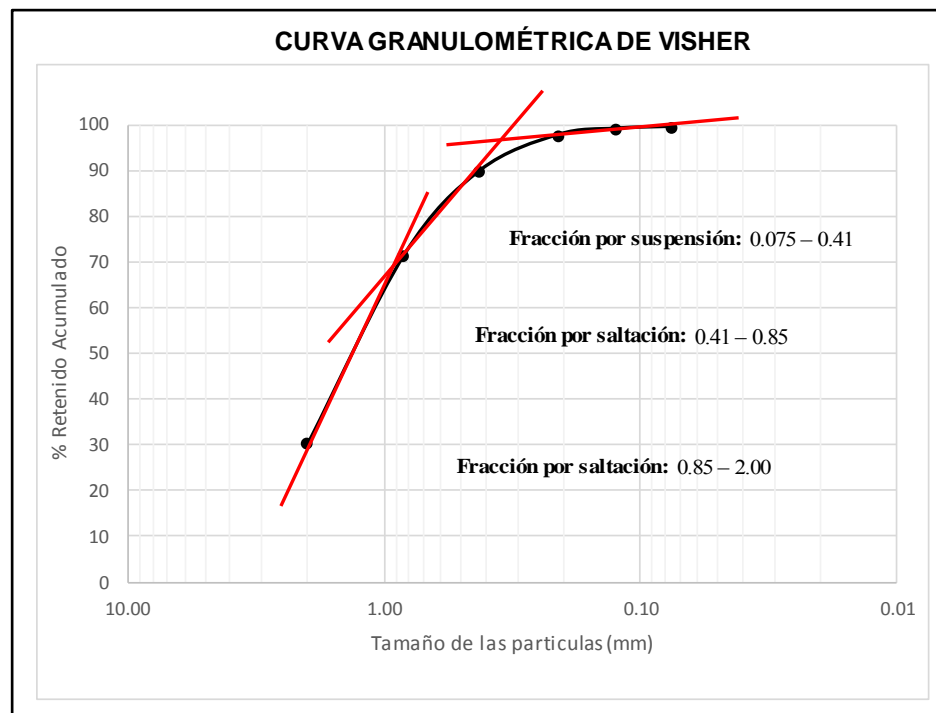
Apéndice C.9 Curva granulométrica de Visher muestra Talud E1



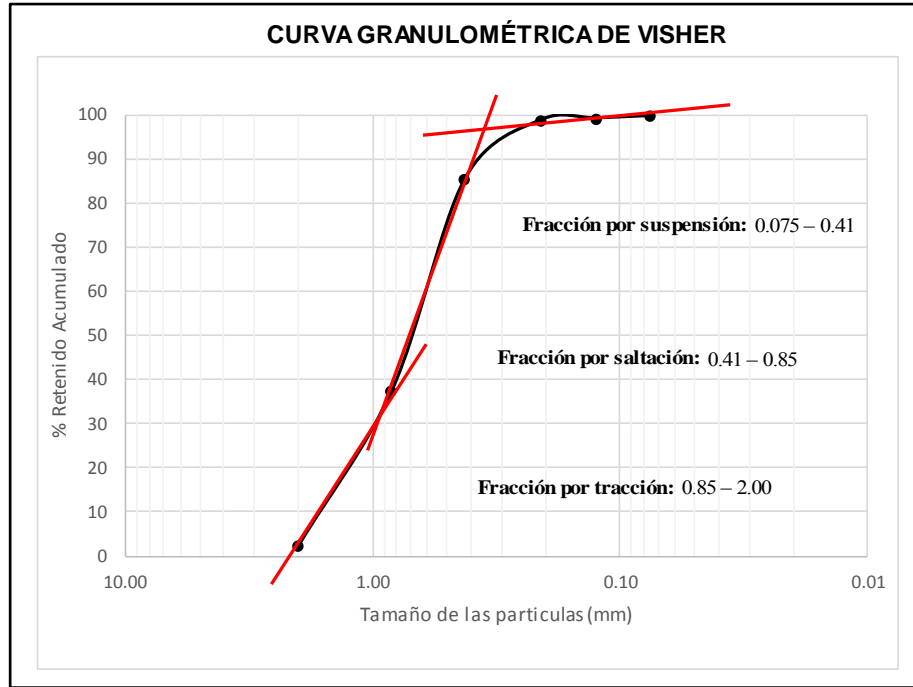
Apéndice C.10 Curva granulométrica de Visher muestra Talud E2



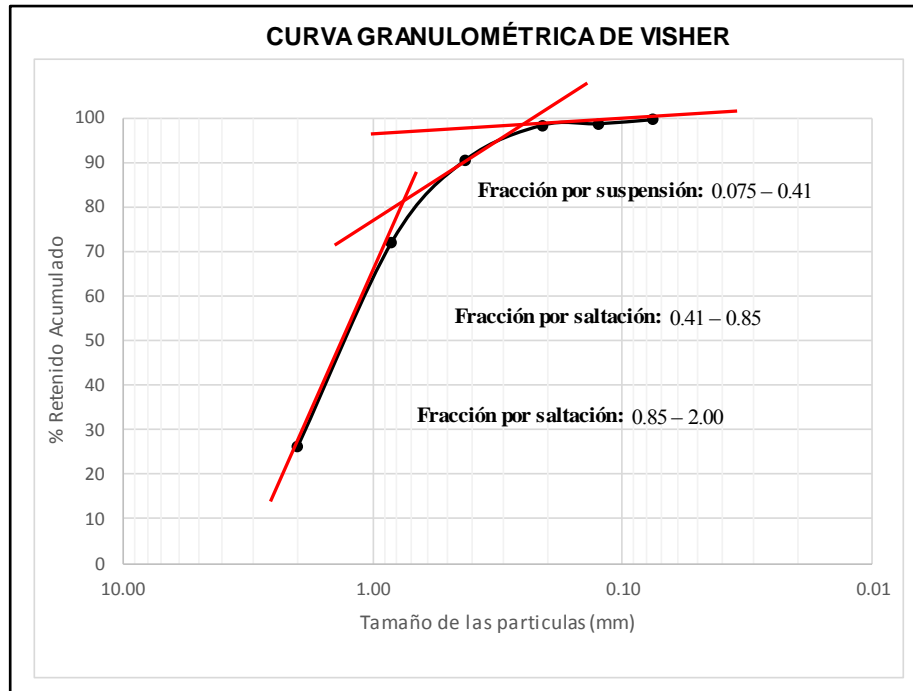
Apéndice C.11 Curva granulométrica de Visher muestra Talud E3



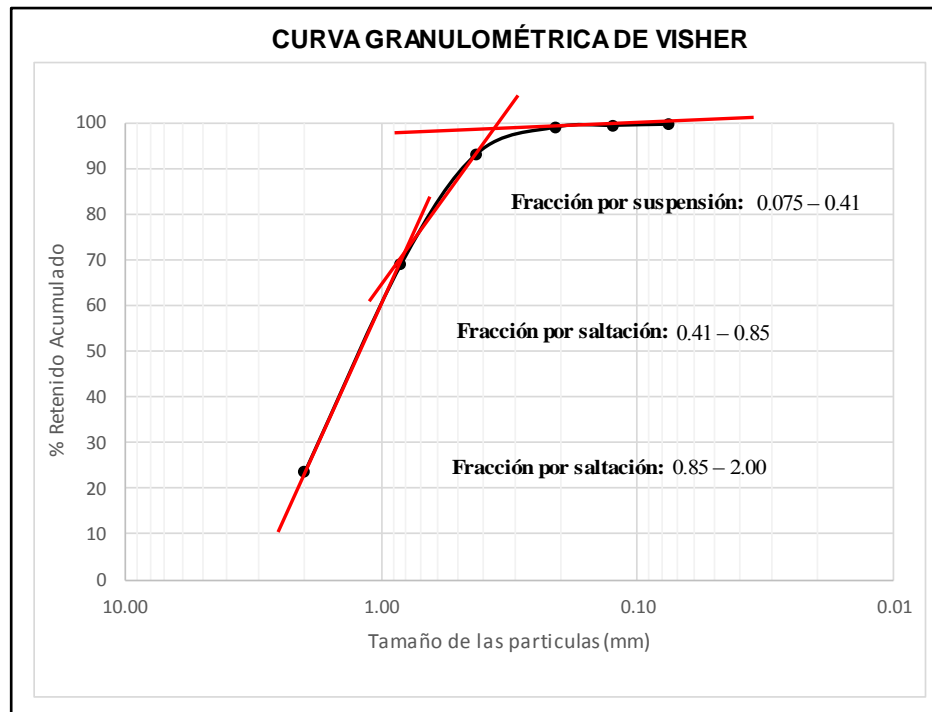
Apéndice C.12 Curva granulométrica de Visher muestra Cauce M1



Apéndice C.13 Curva granulométrica de Visher muestra Cauce M2



Apéndice C.14 Curva granulométrica de Visher muestra Cauce M3



Apéndice C.15 Curva granulométrica de Visher muestra Cauce M4



## **ANEXO**

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

<b>Título</b>	<b>CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE LA QUEBRADA CARRIZAL DEL FUNDO CARRIZAL, PARROQUÍA ORINOCO, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, CARRETERA CIUDAD BOLÍVAR-MARIPA, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA</b>
<b>Subtítulo</b>	

### **Autor(es)**

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>ZERPA FLORES, LUIS ANTONIO</b>	<b>CVLAC</b>	<i>18.828.784</i>
	<b>e-mail</b>	<i>bryanzerpa@hotmail.com</i>
	<b>e-mail</b>	
<b>FARFAN, GABRIELA NADESKA</b>	<b>CVLAC</b>	<i>21.264.065</i>
	<b>e-mail</b>	<i>gabrielafarfan54@gmail.com</i>
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

### **Palabras o frases claves:**

<i>Sedimentos</i>
<i>Aluvión</i>
<i>Rocas</i>
<i>Suelos residual</i>
<i>Granulometria</i>

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

## Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
<i>Ciencias Básicas</i>	<i>Matemáticas</i>
	<i>Topografía</i>
	<i>Sedimentología</i>
<i>Tecnologías</i>	<i>Computación II</i>

## Resumen (abstract):

Este trabajo fue desarrollado en la quebrada Carrizal, ubicada en el estado Bolívar, en la parroquia Orinoco, municipio Angostura del Orinoco, carretera Ciudad Bolívar- Maripa, localizándose la sección a estudiar en un tramo de la quebrada Carrizal en las inmediaciones del fundo Carrizal. El objetivo general es realizar la caracterización sedimentológica. La estrategia adoptada utilizada fue documental y de campo. Para la realización de la presente investigación se realizó la identificación de las unidades geológicas y geomorfológicas presentes, con apoyo bibliográfico y la recopilación de información obtenida en campo, seguido de una descripción de los sedimentos, a través del levantamiento de columnas sedimentológicas. La metodología consistió en la clasificación textural de los sedimentos según la escala de Udden-Wentworth, análisis estadístico de los sedimentos, utilizando las curvas granulométricas, la determinación de los mecanismos de transporte por el método de Visher, clasificación macroscópica de las muestras de rocas y la elaboración de un mapa geológico basado en el levantamiento geológico. Se realizó el levantamiento de 4 columnas sedimentológicas, de la apertura de 3 calicatas, donde se recolectaron 15 muestras de sedimentos provenientes de las calicatas y de un talud; y del fondo de la quebrada, todas estas muestras fueron procesadas en los laboratorios de INGEOMIN, Región Guayana el cual fue un análisis granulométrico por tamizado. Entre los resultados tenemos en primer lugar; en la zona se identificaron cuatro unidades geológicas, que son: Complejo de Imataca, Formación Mesa, Suelos Residuales y Sedimentos Recientes; con respecto a la geomorfología se identificaron los paisajes fisiográficos de origen estructural, tipo planicies de inundación, montañas bajas y llanuras aluviales. Según la clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Udden-Wentworth, en la Formación Mesa predominan las arenas de medias a gruesas y en menor porción de fina a media, en los taludes arenas media a gruesa y media a muy gruesa, y en el lecho del cauce de la quebrada Carrizal arena media a gruesa y arena gruesa a muy gruesa. De acuerdo al análisis estadístico a través del software GRADISTAT se determinó que la media general de las muestras oscila entre 0.131 y 1.988, la selección entre 0.610 a 1.647, la simetría entre -0.048 a 0.170, y la curtosis entre 0.690 a 1.503. Con respecto al método de Visher, en el tramo estudiado predomina el mecanismo de transporte de saltación en un rango de 0.12mm – 2.01mm, suspensión con diámetros de partículas entre 0.075mm – 0.41mm, y en proporción mínima la tracción en un rango de 0.85mm – 2.00mm. De las 8 muestras de rocas se identificaron 3 Gneis Granítico, 4 Gneis Cuarzo Feldespático y 1 Gneis Granítico Cuarzo Feldespático, de colores rosado claro a grisáceo con tonos blancos y negros, en su mayoría, foliadas de grano medio a grueso. En el mapa geológico se muestran las cuatro unidades estratigráficas presentes en el área.

---

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

## Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail
<i>Rivadulla., Rosario</i>	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC 3.825.175
	e-mail <i>rosario.rivadulla@gmail.com</i>
	e-mail
<i>Boscarello, Carlos</i>	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC
	e-mail <i>Cboscarello@gmail.com</i>
	e-mail
<i>González, José Simón</i>	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC 13.015.360
	e-mail <i>Jsgonzalez78@gmail.com</i>
	e-mail
<i>Urbina, Jose</i>	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC 21.087.431
	e-mail <i>jrurbinagarrido@gmail.com</i>
	e-mail

## Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2023	05	18

Lenguaje: spa

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

## Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-( <i>Caracterización sedimentológica de la quebrada Carrizal del fundo Carrizal</i> ).doc	Application/msword

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

## Alcance:

**Espacial:** FUNDO CARRIZAL, PARROQUÍA ORINOCO, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, CARRETERA CIUDAD BOLÍVAR-MARIPA, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA

**Temporal:** 5 años

---

## Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Geólogo

## Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado

Ingeniería

## Área de Estudio:

Sedimentología

## 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.

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

Cordialmente,

*Juan A. Bolanos Curvelo*

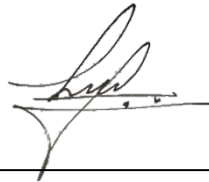
**JUAN A. BOLANOS CURVELO**  
Secretario

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



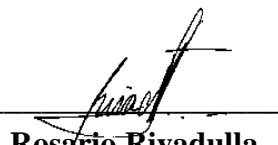
---

**AUTOR**  
**Luis A. Zerpa F.**  
**C.I.: V-18.828.784**



---

**AUTOR**  
**Gabriela N. Farfan**  
**C.I.: V-21.264.065**



---

**Rosario Rivadulla**  
**C.I: 3.825.175**  
**Tutor Académico**