

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



**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA CON FINES DE  
EXTRACCIÓN DE ARENA DE MINAS DEL SECTOR  
TRAPICHITO, PARROQUIA VISTA AL SOL, CIUDAD  
GUAYANA, MUNICIPIO CARONÍ, ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR LOS  
BACHILLERES BASTARDO T.  
OSIRIS. M. y RENY LEANDER.  
A. FIGUEROA L. PARA OPTAR  
A LOS TÍTULOS DE  
GEÓLOGO E INGENIERO DE  
MINAS, RESPECTIVAMENTE**

**CIUDAD BOLÍVAR, ABRIL DEL 2024**



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

**ACTA DE APROBACIÓN**

Esta Tesis de Grado, titulada “**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA CON FINES DE EXTRACCIÓN DE ARENA DE MINAS DEL SECTOR TRAPICHITO, PARROQUIA VISTA AL SOL, CIUDAD GUAYANA, MUNICIPIO CARONÍ, ESTADO BOLÍVAR.**”, presentada por los bachilleres **BASTARDO. T, OSIRIS. M.** de cédula de identidad No. **21.263.681** y **FIGUEROA. L, RENY LEANDER. A.** de cedula No. 21.261.118 ha sido **APROBADO** como requisito parcial para optar a los títulos de **GEÓLOGO e INGENIERO DE MINAS**, respectivamente, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Apellidos y nombres	Firma
<u>Rosario Rivadulla</u> (Asesor académico)	_____
_____ (Jurado)	_____
_____ (Jurado)	_____
_____	_____
Prof(a). Rosario Rivadulla Jefe de Dpto. de Geología	Prof. Francisco R. Monteverde S. Director de la Escuela de Ciencias de la Tierra

Ciudad Bolívar, \_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_ del año 2024

## **DEDICATORIA**

A Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo por guiarme y acompañarme en los momentos de debilidad y dificultad, proporcionándome la fortaleza y sabiduría, así como la voluntad para continuar luchando en esta batalla de la cual me ha dado la victoria al permitirme lograr esta meta tan anhelada.

A mis Tías YurisTrias y FaileneTrias, por el apoyo incondicional que me brindaron, por sus sabias palabras de aliento y comprensión a lo largo de mis estudios; por ser motivo de alegría e inspiración, sin su apoyo, amor y comprensión este sueño no habría sido. Este éxito es de ustedes también.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera me apoyaron en la realización de esta meta, la cual es un ejemplo de perseverancia, dedicación y confianza.

***OSIRIS***

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios Todopoderoso**, por guiarme y protegerme en el camino a alcanzar este sueño.

A mis Tias Yuris Trias y Failene Trias, por su colaboración, apoyo y comprensión.

A la Universidad de Oriente mi casa de estudio, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente dentro de sus aulas, orgullosa de pertenecer a la Casa más Alta del Oriente y del país. Al Instituto Autónomo Minas Bolívar, Ing Soyrex Rodriguez por abrirme sus puertas para realizar mi tesis de grado. A mis tutores profesora Rosario Rivadulla, gracias a ustedes por su ayuda, paciencia y asesoramiento técnico.

A mis amigos y casi hermanos, Yaima Pérez, Reny Figueroa, Gabriela Gómez, Gabriel García, Yurneida Girón, Onairizmar Abache y a todos mis compañeros pasantes de la UDO que me han acompañado y apoyado en todo momento y a todos mis amigos, gracias por estar siempre conmigo, enseñándome cada día a ser mejor persona. A los que faltaron y me apoyaron Muchísimas Gracias.

***OSIRIS***

## **DEDICATORIA**

A Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo por guiarme y acompañarme en los momentos de debilidad y dificultad, proporcionándome la fortaleza y sabiduría, así como la voluntad para continuar luchando en esta batalla de la cual me ha dado la victoria al permitirme lograr esta meta tan anhelada.

A mis Padres Alfonso Figueroa y Fermina Lezama, por el apoyo incondicional que me brindaron, por sus sabias palabras de aliento y comprensión a lo largo de mis estudios; por ser motivo de alegría e inspiración, sin su apoyo, amor y comprensión este sueño no habría sido. Y a mi esposa Lucy Hernández por el apoyo brindado y mis hijos Ander Figueroa y Releannys Figueroa. Este éxito es de ustedes también.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera me apoyaron en la realización de esta meta, la cual es un ejemplo de perseverancia, dedicación y confianza.

***Reny***

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo quiero agradecer a Dios por brindarme sabiduría, paciencia y salud para el logro de esta meta.

Gracias a la universidad de oriente en especial a la escuela de ciencias de la tierra, a los profesores que nos impartieron los conocimientos que hoy en día nos convierten en profesionales y a nuestra tutora académica Rosario Rivadulla.

Le agradezco al IAMIB por permitirnos la realización de este trabajo de investigación, principalmente a nuestra tutora empresarial Soyrex Rodríguez por su receptividad y asesoría durante nuestra labor en el instituto.

Por último, nuestros padres, familiares y aquellas personas que nos acompañaron y apoyaron en las diversas etapas del desarrollo universitario, entre las cuales cabe a mencionar a: Osiris, Jorman, Boris, Kelvis Kundeth, Olivia Bygris.

***Reny***

## RESUMEN

Este proyecto trata del estudio sedimentológico con fines de extracción de arenas de minas del sector de Trapichito, parroquia Vista al Sol, Ciudad Guayana, municipio Caroní, estado bolívar, situado en la población El Rosario. El estudio se inició con la finalidad de caracterizar los sedimentos de los cuerpos sedimentarios presentes en Trapichito, llevando a cabo una investigación exploratoria y descriptiva con la realización de un trabajo de campo del área para estudiar los sedimentos su textura, los parámetros estadísticos, morfoscopia y calcular las reservas de arenas disponibles. En el trabajo de campo, se levantaron columnas sedimentológicas en 3 estaciones en taludes, con una profundidad de 90 cm y con la toma de 3 muestras, una en cada estación. En oficina, se organizaron los datos y se realizaron los análisis granulométricos por el método mecánico con los tamices 10, 18, 35, 60, 120, 200 y PAN y los morfoscópicos por el método de Powers, se digitalizaron las columnas sedimentológicas utilizando la aplicación de Excel del Office 2016, se elaboró el plano topográfico en AUTOCAD 2012, con curvas de nivel con intervalo de 1 metro, y se calcularon las áreas parciales entre los sectores encerrados por 2 curvas de nivel, para obtener el área total y calcular las reservas totales de las arenas y las reservas totales asumiendo un esponjamiento de 30%. Los resultados obtenidos son: geológicamente en la zona de Trapichito se encuentra aluviones del Reciente, con taludes menores a 2 metros, caracterizados por arenas gruesas a medias limosas, de color gris, con fragmentos de limos arcillosos en la superficie y restos vegetales, asociados a llanuras de inundación de la cuenca del río Yocoima. En las columnas sedimentológicas levantadas, se encuentran arenas muy gruesas a medias, limosas gris claro y gris oscuro y en algunas partes con manchas anaranjadas, asociadas a óxidos de hierro. De la clasificación textural de los sedimentos del sector Trapichito por el método de Udden-Wentworth, se determinó que todas las muestras son arenas muy gruesas a media limosas. La morfoscopia de las partículas de las muestras de sedimentos, por el método de Powers, indica que predominan las partículas redondeadas y subredondeadas con valores de 43-45% y 37-40% respectivamente, y en menor proporción los angulosos y subangulosos con valores de 12-13% y de 10-14% respectivamente; lo que se interpreta, que ellas han tenido de bastante a moderado transporte, y que la fuente está lejana. Los parámetros estadísticos de las 3 muestras, indican los comportamientos de asimetría son diferentes desde simétrico, asimetría negativa y asimétrico positivo, una curtosis Mesocúrtica en 2 de las muestras y muy platicúrtica la otra muestra; en cuanto al coeficiente de uniformidad son “no uniforme”, y según el coeficiente de uniformidad presentan diferentes comportamientos: E1-M1 mala selección, E2-M2 muy mala selección y E3-M3 bastante bien seleccionada. Utilizando el plano topográfico del área de Trapichito, se determinó un área total de 18338,68 m<sup>2</sup>, unas reservas totales de las arenas de 18045,58 m<sup>3</sup> (18 Tn) y unas reservas totales con esponjamiento de 30% de 23459,254 m<sup>3</sup> (23,46Tn).

## CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	v
RESUMEN.....	vii
CONTENIDO .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	xii
LISTA DE TABLAS .....	xiii
LISTA DE APÉNDICES .....	14
INTRODUCCIÓN .....	15
CAPÍTULO I.....	17
SITUACIÓN A INVESTIGAR .....	17
1.1 Planteamiento del problema .....	17
1.2 Objetivos de la investigación .....	18
1.2.1 Objetivo general .....	18
1.2.2 Objetivos específicos .....	18
1.3 Justificación.....	19
1.4 Alcance de la investigación .....	19
1.5 Limitaciones de la investigación .....	19
CAPÍTULO II .....	21
GENERALIDADES .....	21
2.1 Ubicación del área de estudio.....	21
2.2 Acceso al área de estudio .....	22
2.3 Características físico-naturales.....	22
2.3.1 Clima.....	22
2.3.2 Geomorfología .....	29
2.3.3 Hidrología .....	29

2.4	Geología regional .....	31
2.4.1	Complejo de Imataca.....	32
2.4.2	Vegetación.....	32
2.4.3	Formación Mesa.....	33
2.4.4	Sedimentos Recientes.....	35
CAPÍTULO III .....		36
MARCO TEÓRICO.....		36
3.1	Antecedentes de la investigación.....	36
3.2	Fundamentos teóricos.....	36
3.2.1	Procesos sedimentarios .....	36
3.2.2	Escala de Udden-Wentworth .....	37
3.2.3	Columna estratigráfica .....	39
3.2.4	Parámetros estadísticos de los sedimentos.....	39
3.2.5	Principio básico de la estimación de reservas de mineral .....	44
3.2.6	Métodos convencionales de estimación de reservas de mineral .....	44
3.2.7	Esponjamiento.....	45
3.3	Bases teóricas .....	47
3.3.1	Ambientes sedimentarios .....	47
3.3.2	Ambiente continental de agua dulce .....	48
3.3.3	Sistema fluvial.....	48
3.3.4	Sedimentación.....	49
3.3.5	Sedimentación fluvial.....	49
3.3.6	Aluvión.....	50
3.3.7	Sedimentos .....	50
3.3.8	Composición mineralógica de los sedimentos .....	51
3.3.9	Granulometría (Método Vía Seca) .....	51
3.3.10	Grava.....	52
3.3.11	Arena.....	52
3.3.12	Arcillas .....	52
3.3.13	Limos .....	53

3.3.14 Planos y mapas topográficos.....	53
CAPÍTULO IV .....	54
METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	54
4.1 Tipo de la investigación .....	54
4.2 Diseño de la Investigación .....	54
4.2.1 Diseño de la investigación de campo.....	54
4.2.2 Diseño de investigación documental .....	55
4.3 Población y muestra de la investigación .....	56
4.3.1 Población de la investigación .....	56
4.3.2 Muestra de la investigación .....	56
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	57
4.4.1 Observación directa .....	57
4.4.2 Instrumentos para la recolección de datos .....	58
4.5 Flujograma del proyecto.....	58
4.5.1 Etapa I: Fase de oficina y pre-campo.....	60
4.5.2 Etapa II: Fase de campo.....	60
4.2.3 Etapa III: Fase de laboratorio.....	62
4.2.4 Etapa IV: Fase de oficina - Análisis de resultados e informe final.....	63
CAPÍTULO V .....	67
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	67
5.1 Descripción de las características físico naturales del sector de Trapichito.	67
5.2 Descripción de las columnas sedimentológicas .....	68
5.2.1 Descripción de la columna sedimentológica de la estación E1.....	70
5.2.2 Descripción de la columna sedimentológica de la estación E2.....	71
5.2.3 Descripción de la columna sedimentológica de la estación E3.....	73
5.2 Clasificación textural de los sedimentos, mediante la escala Udden-Wentworth .....	74
5.3 Determinación del grado de transporte de las partículas de los sedimentos según la morfoscopía .....	74
5.4 Parámetros estadísticos de los sedimentos del sector Trapichito .....	76

5.6 Determinación de las reservas de arenas en el sector Trapichito .....	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
Conclusiones .....	82
Recomendaciones .....	83
REFERENCIAS.....	84
APÉNDICES.....	88
APÉNDICE A.....	89
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DEL SECTOR TRAPICHITO.....	89
APÉNDICE B .....	93
PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LOS SEDIMENTOS DEL SECTOR TRAPICHITO.....	93

## LISTA DE FIGURAS

2.1 Ubicación del área de estudio. Fuente Hoja cartográfica 7640 a escala 1:100.00 de Cartografía Nacional del año 1971.....	20
2.3 Resumen de precipitación de la estación Puerto Ordaz RA-1 (CVG-TECMIN, 1985).....	22
2.4 Resumen de precipitación de la estación Caroní - Macagua- (CVG-TECMIN, 1985).....	23
2.4 Resumen de precipitación de la estación Upata – MARNR (CVG-TECMIN, 1991).....	24
2.5 Resumen de evaporación de la estación Puerto Ordaz –RA-I (CVG-TECMIN, 1991).....	26
2.6 Resumen de evaporación de la estación Upata – MARNR (CVG-TECMIN, 1991).....	27
3.1 Tipos de curtosis de una curva (Quispe, R. 2014).....	45
3.2 Río mendroso (Ciencia y biología, 2015).....	52
3.3 Material detrítico en el curso de un río (Wikipedia, 2022).....	53
4.1 Flujograma de las actividades del proyecto.....	63
4.2 Recolección de muestra de sedimentos.....	65
4.4 Sedimentos puestos en tamices 10, 18 y pan, previo a tamizarlas de manera mecánica.....	67
4.5 Curva granulométrica con la ubicación de los parámetros estadísticos.....	69
4.6 Modelo de la columna sedimentológica.....	70
5.1 Depósitos de aluviones y taludes de arenas gruesas a medias limosas grises.....	72
5.2 Vegetación del área del sector Trapichito.....	73
5.3 Plano del área de estudio, con curvas de nivel, y la ubicación de las estaciones.....	74
5.4 Excavación en talud de la estación E1 (A) y panorámica en E1.....	75
5.5 Columna sedimentológica de la estación E1.....	76
5.6 Excavación en talud de la estación E1 (A) y panorámica en E2.....	77
5.7 Columna sedimentológica de la estación E2.....	77
5.8 Excavación en talud de la estación E3.....	78
5.9 Columna sedimentológica de la estación E3.....	79
5.10 Muestras analizadas por el método Powers.....	80
5.11 Diagramas circulares de los resultados de los análisis morfoscópicos.....	81
5.12 Mapas topográfico con áreas entre los sectores borde y curva de 32 m.s.n.m. (A) y sector entre las curvas 32 y 33 m.s.n.m. (B).....	84
5.14 Mapa topográfico con área en el sector curva de 35 m.s.n.m. y el borde del plano topográfico.....	86

## LISTA DE TABLAS

3.1 Escala de Udden-Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos clásticos según su tamaño (Modificada de Departamento de Geología-Universidad de Oriente, 2.001).....	37
3.2 Escala de asimetría (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).....	39
3.3 Escala de curtosis (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).....	40
3.4 Rangos de los coeficientes de selección (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).....	42
3.5 Escala de asimetría (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).....	44
3.6 Rangos de los coeficientes de selección (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).....	45
3.7 Esponjamiento según el tipo de terreno (Franquet y Querol, 2010).....	47
3.8 Esponjamiento según el tipo de terreno (Franquet y Querol, 2010).....	50
5.1 Coordenadas UTM de los puntos de la poligonal y las estaciones.....	73
5.2 Resultados del análisis morfooscópico con el método Powers.....	80
5.3 Parámetros estadísticos determinados para los sedimentos.....	82
5.4 Clasificación estadística de los sedimentos del sector Trapichito.....	82
5.5 Valores de las áreas entre los sectores de las curvas de nivel del plano topográfico y reservas del sector de Trapichito.....	83

## **LISTA DE APÉNDICES**

## INTRODUCCIÓN

Los ríos cuentan con una riqueza excepcional de recursos naturales, su importancia radica en el desarrollo económico de cada nación. A su vez, se encargan de recoger y transportar los sedimentos hasta las cuencas fluviales, lacustres y marinas. En Venezuela contamos con el río Orinoco, el cual representa una gran cuenca hídrica del país, contempla una gran diversidad de fauna, flora, minerales y materiales; una biodiversidad importante de varios ecosistemas, además de ser una fuente de energía, transporte y alimento. Este río es alimentado por diferentes ríos afluentes a su caudal, como es el caso del río Yocoima, el cual tiene un curso fluvial que tiene aproximadamente 75 km de recorrido longitudinal, localizado en los municipios Piar y Caroní al norte del estado Bolívar y una cuenca de 2500 Km<sup>2</sup> y un caudal 40~70 m<sup>3</sup>/s, por lo que tiene un área de inundación extensa y deposita grandes cantidades de sedimentos en su cuenca, lo que lo hace propicio para tener grandes reservas de arenas que pueden ser utilizadas como fuentes de sedimentos no metálicos, para la elaboración de bloques para ser utilizados en la construcción de viviendas, para las comunidades cercanas a su cuenca.

La cuenca del río Yocoima no cuenta con información sobre los depósitos de arenas o de yacimientos de no metálicos, lo que un proyecto de investigación en donde se pueda clasificar y describir de manera específica las características sedimentológicas de esta área para entender su dinámica fluvial, y podría significar una valiosa contribución a otros estudios que estén relacionados con la hidrología de Venezuela.

La presente investigación está distribuida por cinco (5) capítulos, ellos se organizan de la siguiente forma:

Capítulo I. Situación a investigar. En este capítulo se tratan los siguientes temas: planteamiento del problema, objetivos (generales y específicos), justificación, alcance y limitación de la investigación.

Capítulo II. Generalidades. En él se presenta toda la información de su ubicación geográfica, características físico-naturales y su geología regional.

Capítulo III. Marco teórico. Conlleva: los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y la definición de términos básicos.

Capítulo IV. Marco metodológico. Este capítulo engloba el tipo, flujograma, diseño, población y muestra de la investigación; al igual que las técnicas e instrumentos de la recolección de datos.

Capítulo V. Interpretación de los resultados. Contiene los resultados y análisis de los objetivos propuestos para la investigación.

Por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias y apéndices de la investigación.

# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### 1.1 Planteamiento del problema

En el Estado Bolívar los yacimientos no metálicos estudiados hasta la fecha, para la producción de materiales de construcción específicamente arena de mina, material de relleno y granza natural, que se encuentra diseminados, a lo larga de la faja del Orinoco, no obstante en las cercanías del sector Trapichito, Municipio Caroní. Pueda que exista gran cantidad de sedimentos cuya característica pudieran ser aprovechables.

La demanda de materiales de construcción específicamente de origen sedimentarios en la región se ha incrementado por el desarrollo de proyectos de construcciones de viviendas y edificios entre otros, generando extracciones ilegales de manera indiscriminadas.

Debido a ese auge que se proyecta en el sector construcción, se requiere con carácter de urgencia, disponer de un inventario y la evaluación de las fuentes de material de origen sedimentario. Es por ello que se propone la ejecución del siguiente trabajo de investigación, que nos permite identificar el potencial del material existente en la comunidad para el abastecimiento de tal demanda y minimizar las extracciones ilegales.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar la caracterización geológica con fines de extracción de arena de minas, del sector Trapichito, parroquia Vista al Sol, Ciudad Guayana, municipio Caroní, estado Bolívar, a fines de determinar el potencial de esos yacimientos existentes en la zona.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- 1) Describir las características de las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio.
- 2) Describir la geomorfología del área del sector de Trapichito, a partir de datos de campo y apoyo bibliográfico.
- 3) Representar en columnas sedimentológicas las características de los estratos, en el sector de Trapichito.
- 4) Clasificar texturalmente los sedimentos según el tamaño de las partículas a través de los estudios granulométricos de las muestras, de acuerdo a la nomenclatura de Udden- Wentworth.
- 5) Determinar los parámetros estadísticos de los sedimentos, elaborando las curvas granulométricas
- 6) Determinar la composición mineralógica de las muestras de sedimentos, recolectadas en la zona de estudio, usando microscopio estereográfico.

- 7) Determinar del grado de transporte de las partículas de los sedimentos, realizando el análisis de la morfoscopía.
- 8) Calcular las reservas de los depósitos de arenas existentes en el área de estudio.

### **1.3 Justificación**

La investigación sobre la caracterización de los recursos presentes en el área para explotación y aprovechamiento de los yacimientos no metálicos será de interés comercial, permitiendo al instituto de Minas Bolívar contar con información actualizada en su portafolio de estos recursos para su promoción a nuevos inversionistas nacionales e internaciones y la satisfacción de la demanda en la gran Misión Vivienda Venezuela.

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

Con la elaboración del presente trabajo se pretende desarrollar un estudio geológico sedimentológico en el sector Trapichito, Parroquia Vista al sol, Ciudad Guayana, Municipio Caroní, Estado Bolívar, donde actualmente no se cuenta con un estudio geológico de la zona más detallada que pueda servir de información para el trabajo: con el objetivo de determinar los principales recursos geoeconómicos presentes, y de esta manera establecer la ubicación de dicho materiales.

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

La investigación que se está realizando en el sector Trapichito no cuenta con la información suficiente para la realización del proyecto, tales como la falta de

antecedentes del área y de logística para realizar el trabajo de campo, que ha limitado la realización de esta evaluación.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la República Bolivariana de Venezuela, al noreste del país en la región Guayana, en el estado Bolívar, en la población vía San Félix-Upata, en el sector El Rosario Municipio Caroní, en el Estado Bolívar, entre las coordenadas UTM-RegvenN: 920411 y 920608 y E: 543667 y 543783, con una superficie de 18338,69 m<sup>2</sup>, y un perímetro de 585,43(Figura 2.1).

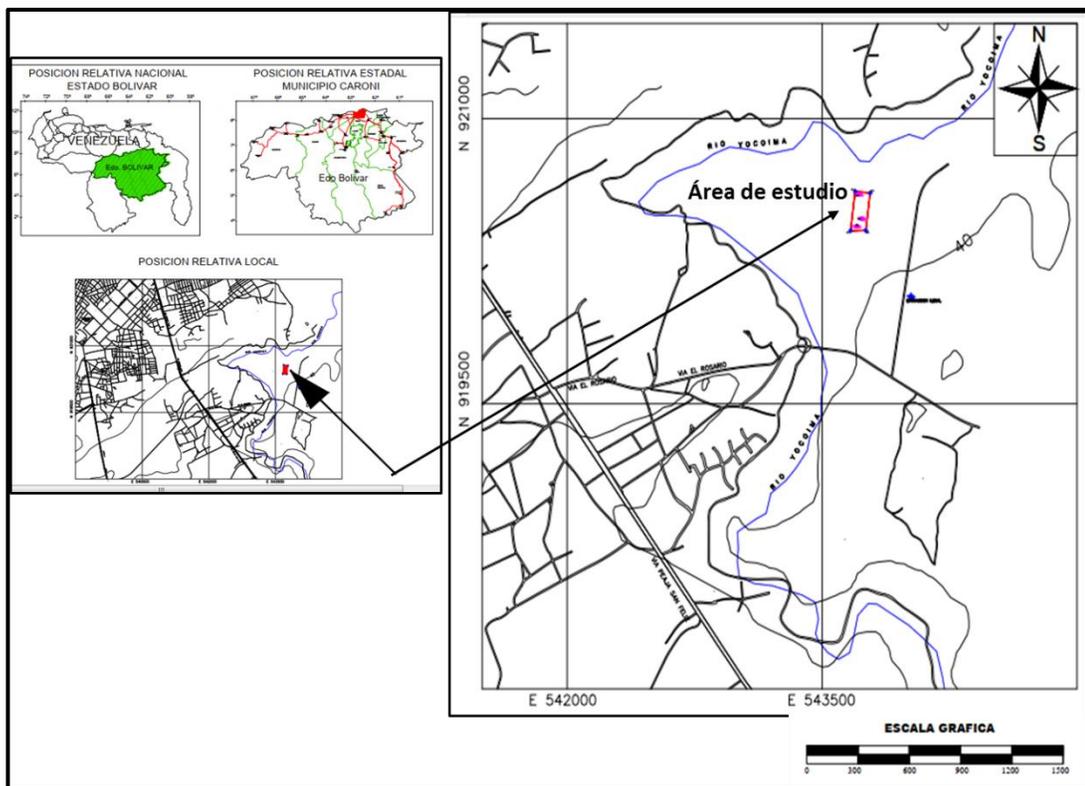


Figura 2.1 Ubicación del área de estudio. Fuente Hoja cartográfica 7640 a escala 1:100.00 de Cartografía Nacional del año 1971.

## **2.2 Acceso al área de estudio**

El área se encuentra ubicado al Noreste de Ciudad Guayana en la población El Rosario comunidad Trapichito. El acceso se realiza por la carretera que conduce a San Félix – Uputa por el sector El Rosario, a dos 2 km del puente sobre el río Yocoima, desviándose al margen izquierdo acezando por una carretera de tierra hasta llegar al área del proyecto.

## **2.3 Características físico-naturales**

### **2.3.1 Clima**

En la zona correspondiente a cada bioclima no existen estaciones que suministren información acerca de las diferentes variables climáticas, por lo que es necesario hacer la salvedad que los límites geográficos del bioclima son de carácter preliminar. Sin embargo, ellos se han ajustado con base en el comportamiento de las variaciones espaciales de la precipitación, la presencia de formaciones vegetales indicativas y a rasgos fenológicos y composición florística de las formaciones.

#### **2.3.1.1 Característica de la precipitación**

El área cubierta por la hoja NC-20-15 recibe en promedio una precipitación total anual de 1.500 mm, aproximadamente.

Las figuras 2.3, 2.4 y 2.5 se muestran los valores medios, máximos y mínimos anuales, la desviación estándar y el coeficiente de variación de las estaciones Puerto Ordaz RA-I, Caroní (Macagua), y Uputa (MARNR).

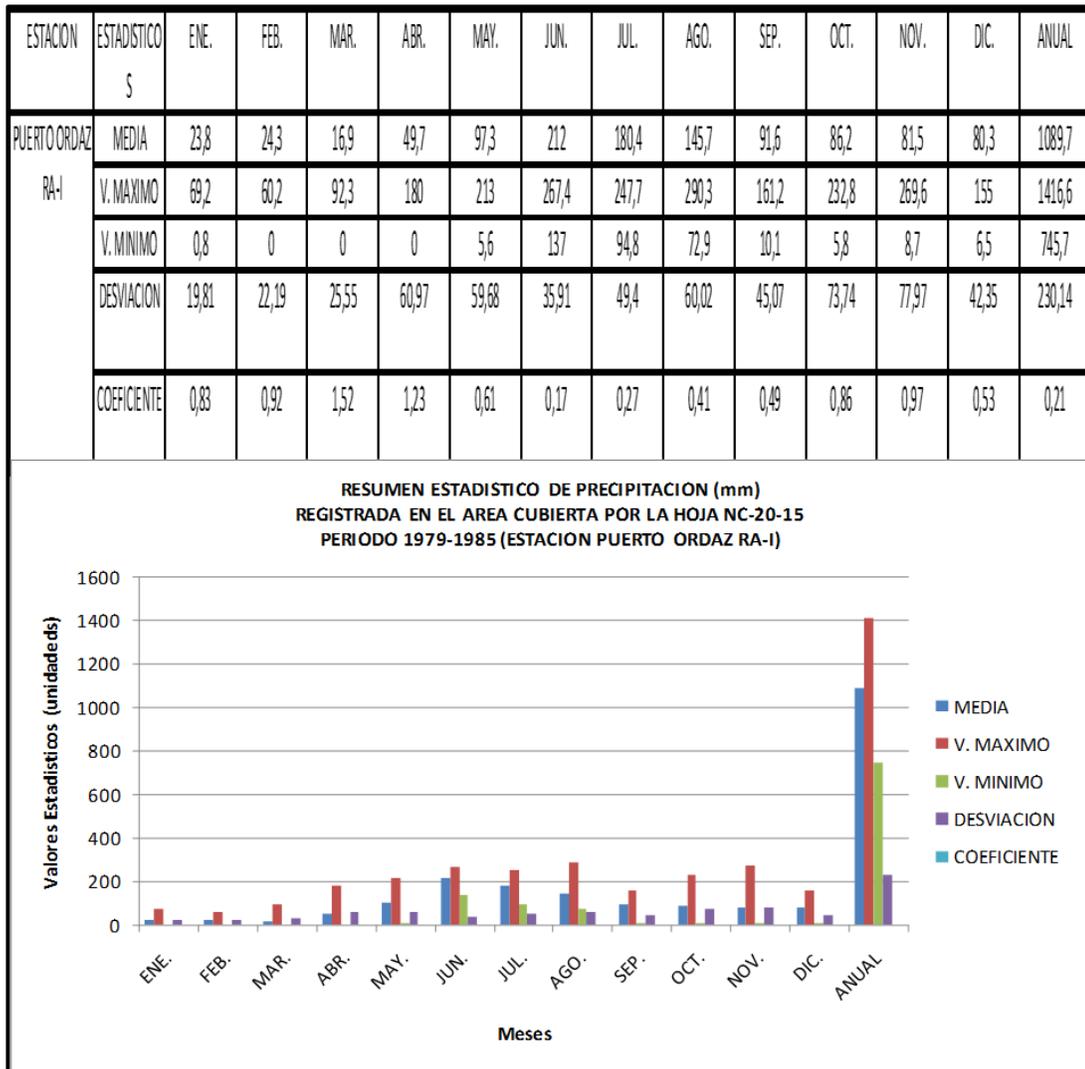


Figura 2.3 Resumen de precipitación de la estación Puerto Ordaz RA-1 (CVG-TECMIN, 1985).

ESTACION	ESTADISTICOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
CARONI (MACAGUA)	MEDIA	23,3	21,5	21	40,4	140,5	240,8	216,9	155,8	98,8	90,8	88,7	88,2	1226,6
	V. MAXIMO	44,7	57,1	79,5	139	318,6	306,8	315,5	253,2	210,1	201,3	223,3	251,5	1584,1
	V. MINIMO	3,3	0,2	0	0	35	79,7	136,8	103,8	25,3	12,5	5	10,3	892,3
	DESVIACION	14,32	20,32	27,07	38,06	84,81	62,77	49,26	42,66	55,35	50	73,18	70,11	222,67
	COEFICIENTE	0,61	0,95	1,29	0,94	0,6	0,26	0,23	0,27	0,56	0,55	0,83	0,8	0,18

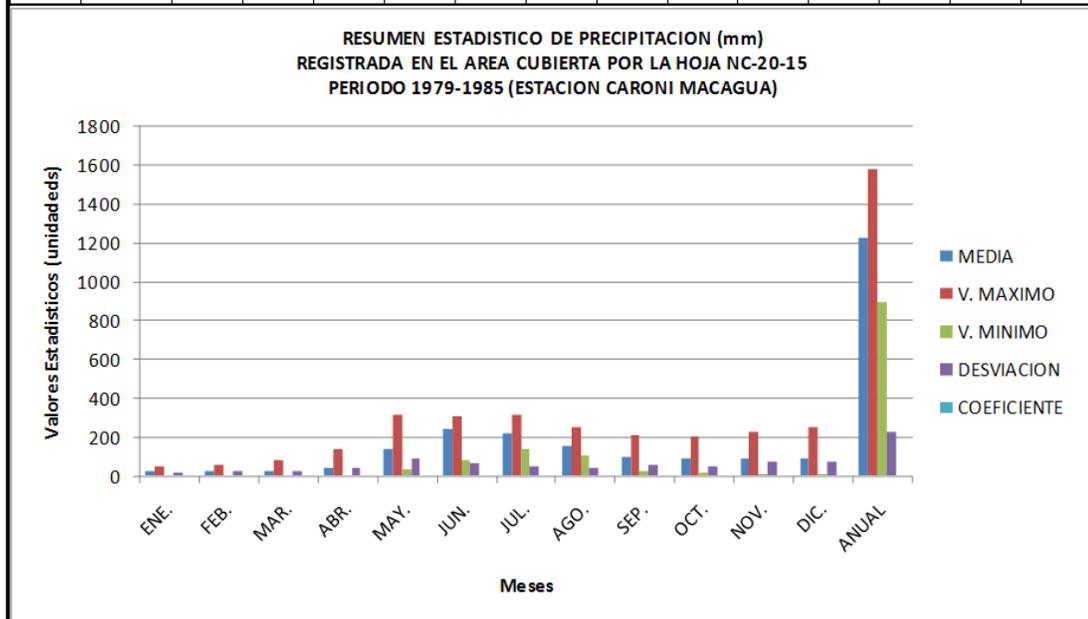


Figura 2.4 Resumen de precipitación de la estación Caroní - Macagua– (CVG-TECMIN, 1985).

ESTACION	ESTADISTICOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
UPATA MARNR	MEDIA	47,5	32	45,3	65,3	118,7	154,8	167,1	146,7	88,3	92,4	87,3	74,5	1119,7
	V. MAXIMO	167,8	113,4	135,2	223,6	284,7	233,4	375,8	399,2	149,8	178,4	250,8	155,1	1576,5
	V. MINIMO	10,5	0	3,2	0	41,6	60,4	56,2	42,2	22	36,3	10,8	5,5	616,4
	DESVIACION	49,3	32,4	46,16	65,24	70,11	54,44	98,81	92,36	46,8	44,48	76,96	49,23	284,7
	COEFICIENTE	1,04	1,01	1,02	1	0,59	0,35	0,63	0,63	0,53	0,48	0,88	0,66	0,25

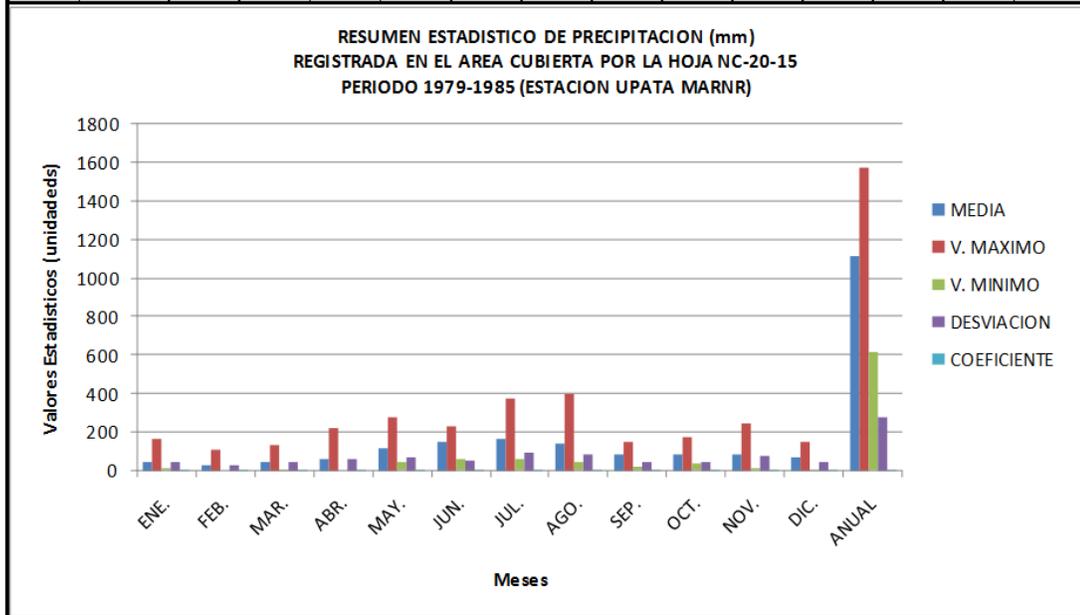


Figura 2.4 Resumen de precipitación de la estación Upata – MARNR (CVG-TECMIN, 1991).

### **2.3.1.2 Variación anual de la precipitación**

Con respecto a la variación anual de la precipitación, se tiene que la principal temporada de lluvias ocurre en el período de mayo-agosto, con un aporte al total anual en promedio del 53%.

El mes más lluvioso es junio, para las estaciones Puerto Ordaz RA-1 con 212 mm en promedio mensual y Caroní-Macagua con 240,8 mm en promedio mensual, a excepción de la estación Upata – MARNR, donde el mes más lluvioso es julio, con 167 mm, en promedio mensual.

El Coeficiente de variación en la época de lluvias está entre moderado y bajo a excepción de la estación Upata (MARNR) donde varía entre alto y moderado para la misma época.

La temporada de escasa precipitación se presenta en el lapso enero-abril, siendo febrero el mes más seco en la estación Upata-MARNR, con 32 mm, promedio mensual, y marzo en las estaciones Puerto Ordaz-.RA-1 y Caroní- Macagua, con promedio mensual de 16,9 mm y 21 mm, respectivamente.

### **2.3.1.3 Características de la evaporación**

El área presenta una evaporación promedio anual de 1850 mm. Los valores medios, máximos y mínimos mensuales y anuales, la desviación estándar y el coeficiente de variación de las estaciones Puerto Ordaz (RA-I) y Upata (MARNR)

### 2.3.1.4 Variación anual de la evaporación

El ritmo anual de la evaporación muestra que los valores más altos de dicha variable ocurren en los meses de marzo y octubre. De igual modo se observa que la mínima evaporación media mensual se registra en el mes de diciembre y también en el mes de junio. Las Figuras 2.5 y 2.6, muestran la variación anual de la evaporación de las estaciones Puerto Ordaz (RA-I) y Upata (MARNR).

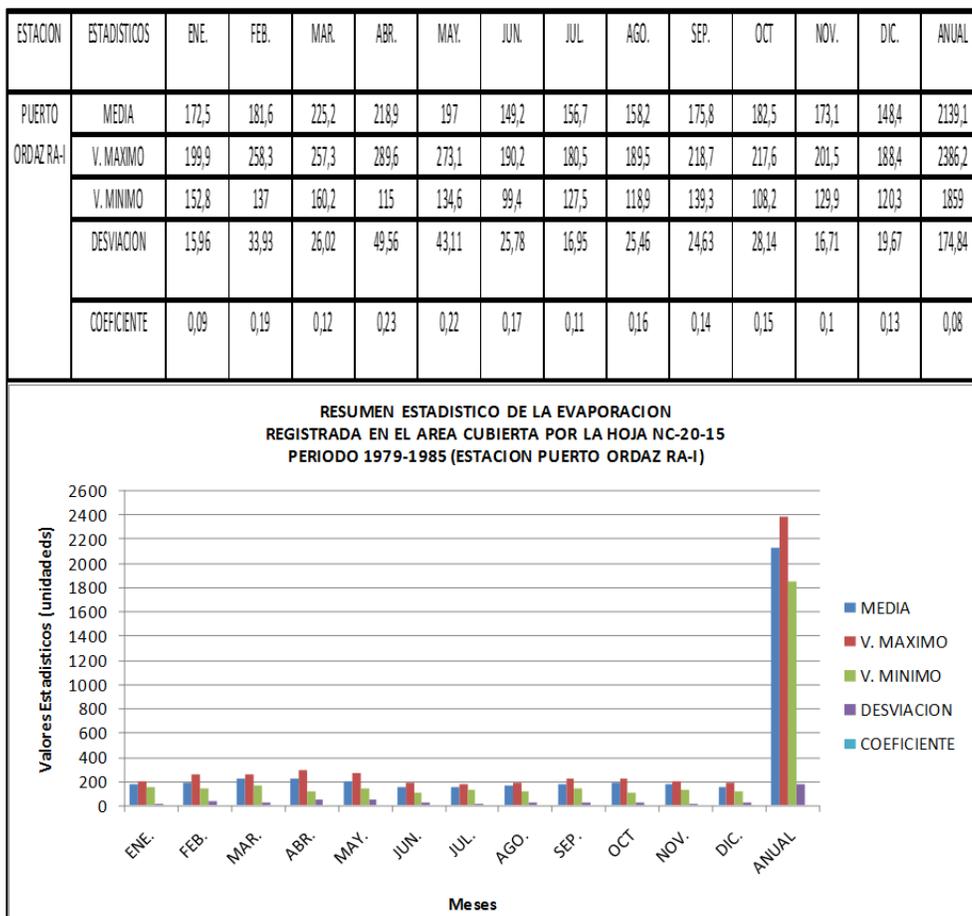


Figura 2.5 Resumen de evaporación de la estación Puerto Ordaz –RA-I (CVG-TECMIN, 1991).

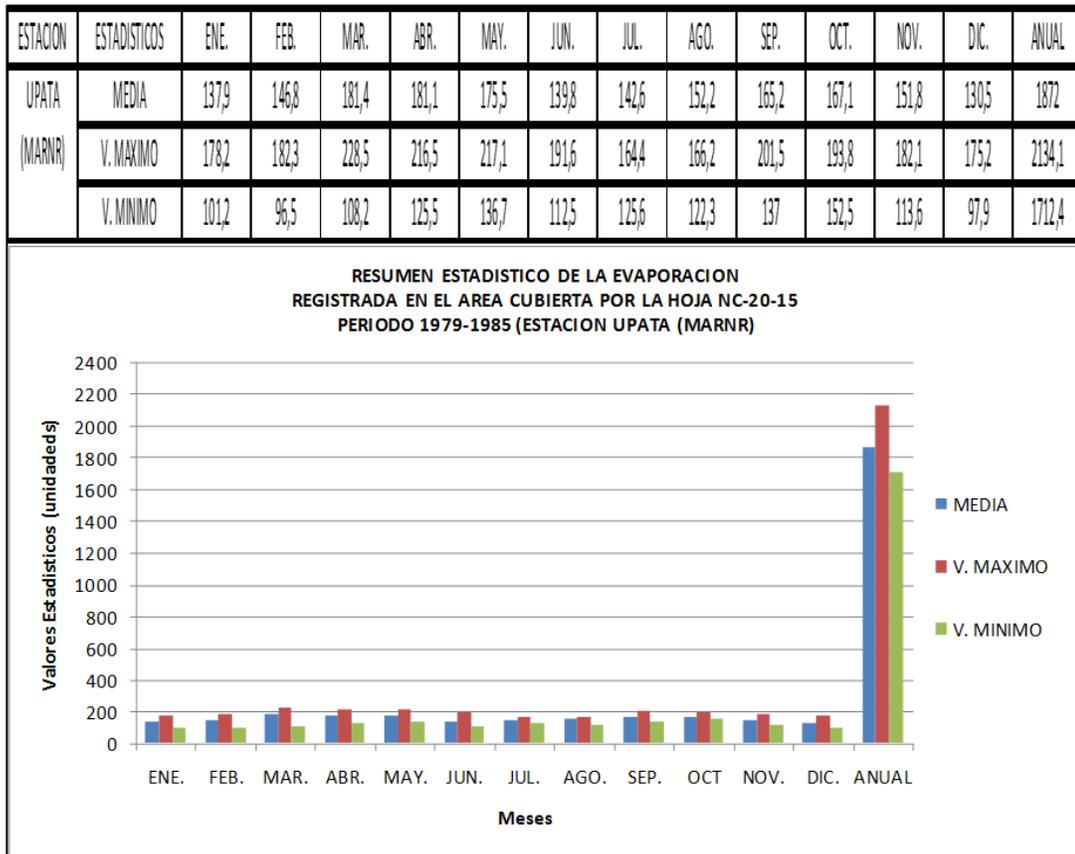


Figura 2.6 Resumen de evaporación de la estación Upata – MARNR (CVG-TECMIN, 1991).

### 2.3.1.5 Variación anual de la temperatura media

Las curvas de temperatura media anual para las estaciones Caroní (Macagua), El Palmar, La Lucha, Puerto Ordaz RA-I Upata (MARNR), indican que los máximos valores Ocurren en los meses de abril y octubre. De igual forma se observa que las temperaturas medias más bajas se registran en los meses de diciembre-enero y julio. La oscilación térmica promedio anual es de 1,7 °C; con una temperatura media anual estimada para la zona es de 26,0 °C, aproximadamente (CVG-TECMIN, 1991).

### **2.3.2 Geomorfología**

Las planicies representan un tipo de relieve plano a suavemente ondulado, con altitudes inferiores a los 100 msnm conformada a lo largo de los cursos de agua con pendientes menores de 5%, constituyendo áreas de inundación periódica en la época de altas precipitaciones. Como consecuencia de la dinámica climática de altas precipitaciones en el período de lluvias, los suelos aluviales de la planicie de inundación están formados con los materiales transportados por la densa red hidrográfica, configurando áreas de topografías diferenciadas y distintas condiciones edáficas y formaciones vegetales (bosques ribereños, bosques de galería, arbustales y sabanas). La más representativa es la planicie del río Orinoco, en la que se puede identificar una planicie de desborde y una planicie antigua ligeramente disectada constituida por sedimentos recientes de la Formación Mesa, cuya dinámica hidráulica está determinada por las inundaciones estacionales que han formado lagunas rebalseras de grandes extensiones. Las planicies del río Orinoco constituyen un paisaje predominante en esta región natural, y la vegetación existente corresponde a sabanas abiertas y arbustivas. Los suelos son lateríticos: predominantemente arenosos y ácidos. Los lomeríos comprenden un relieve de colinas y lomas de baja altitud (menor a los 250 msnm), disectados y erosionados y de formas generalmente redondeados.

### **2.3.3 Hidrología**

El principal río en el área de este proyecto es el Yocoima, y que encuentra al suroeste de la zona en estudio, tiene una dirección SE-NW, pertenece a la cuenca del río Orinoco, su curso fluvial tiene aproximadamente 75 km de recorrido longitudinal, localizado en los municipios Piar y Caroní al norte del estado Bolívar, donde forma la frontera septentrional de esta entidad federal con el Delta Amacuro, por lo que constituye el último tributario del río Orinoco localizado en el estado Bolívar; presenta una altitud de 620 m, en su nacimiento, y 12 m en la desembocadura, y tiene una cuenca

de unos 2.500 km<sup>2</sup>, hacia la cual drenan riachuelos y torrentes de la franja occidental norte de la sierra de Imataca, así como caños provenientes de las tierras y colinas selváticas y de sabana de las zonas de San Lorenzo, Norte de Santa Rosa, Sabaneta, Sabanetica, el valle de Upata, Altagracia, El Valle, Los Rosos, Sucutum, y las llanuras bajas del oriente del municipio Caroní, concretamente de las parroquias rural Yocoima, y urbanas de Vista Al Sol y 11 de Abril (Wikipedia, 2023).

El río Yocoima, por tratarse de un río de curso intermitente, es decir que prácticamente se seca en la extrema temporada de sequía, en los meses de marzo, abril, sobre todo en su cuenca alta, entre sus nacientes ubicadas en el sector Las Llaves, El Candado, San Lorenzo y Laguna Larga, al noreste, este y sudeste de la ciudad de Upata, no logra alcanzar el río Yocoima un caudal significativo y atractivo para los residentes y visitantes (Wikipedia, 2023).

No obstante a lo largo de su curso inicial da asiento a una importante variedad de fauna y flora, típica de los ríos de sabana, ya que forma pequeños bosques de galería, en los cuales abundan especies vegetales como el algarrobo, y sobre todo el Copaiba o Aceite, y otras variedades de árboles que dan asiento a colonias de aves: arrendajos, paraulatas, carpinteros, cristofués, patogüires, jacanas o gallitos laguneros, colomanes, alcaravanes, además de reptiles como la tortuga terecay, lagartos babas, y abundante colonias de anfibios, insectos, y peces laguneros (Wikipedia, 2023)..

Luego de su recorrido de 75 km por los paisajes del noreste de Guayana, el río Yocoima, ya convertido en un río de considerable caudal, en comparación con el hilo de agua que suele ser en su cuenca alta, donde la precipitación anual es de 1000 mm, cede sus aguas al río Orinoco, en el sector conocido como río Claro, área fronteriza de Ciudad Guayana con el municipio Casacoima antes del estado Delta Amacuro, ahora anexado al estado Bolívar como parroquia Casacoima, dependiendo así del municipio Caroní (Wikipedia, 2023).

El río Yocoima a lo largo de su curso, serpentea entre lechos arenosos, arcillosos, en su cuenca alta, ubicada a 400 m s. n. m., luego se arremolina en algunos torrentes en las filas de las serranías. En algunos sectores como en la zona de El Valle, a 10 km de Upata, forma lagunas de inundación y esteros, que permiten su recuperación como asiento de vida silvestre. Más allá del sector Los Rosos, a medio camino entre los municipios Piar y Caroní, su lecho es nuevamente rocoso, ya que se abre paso entre enormes lajas del macizo guayanés, en especial granitos y gneis. En estos confines forma rápidos, y bajíos, pozas y meandros, algunos de los cuales son utilizados por visitantes y campesinos como balnearios (Wikipedia, 2023).

En su boca el río Yocoima suele descargar en la época de lluvias alrededor de 80 m<sup>3</sup>/s, hasta un máximo de 120 m<sup>3</sup>. Otro aspecto destacable del río es que a pesar de no ser un torrente de montañas escarpadas sino de zonas relativamente bajas en la Guayana orinoqueña, el río Yocoima en promedio desciende cinco metros por kilómetro de recorrido, situación que lo convierte en un río de impetuosas aguas, cuando su caudal es incrementado por lluvias torrenciales (Wikipedia, 2023).

En las llanuras que comunican a Upata con Ciudad Guayana, con el sector San Félix, el río Yocoima a mitad de recorrido, recibe el aporte de agua, de varios riachuelos que bajan de la sierra de Imataca (Wikipedia, 2023).

## **2.4 Geología regional**

El Escudo de Guayana en Venezuela, al norte del paralelo 6°N, ha sido dividido en cuatro Provincias Geológicas, las cuales son, de más antigua a más joven: Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima (Menéndez, 1968, en González de Juana y otros (1980)).

Mendoza (1977) en González de Juana y otros (1980), también define cuatro Provincias pero abarcando todo el Estado Bolívar y el territorio Federal Amazonas, estas son: Bolívar, Esequibo, Amazonas y Canaima. Solamente la provincia Imataca o Bolívar permanece igual en lo que a extensión se refiere.

En el área de estudio afloran rocas de la Provincia de Imataca, con una cobertura sedimentaria del Cuaternario.

#### **2.4.1 Complejo de Imataca**

Es un conjunto de rocas metamórficas intercaladas con formaciones de hierro, todas con metamorfismo que alcanza la facies de la granulita. Todo el conjunto está intrusionado por cuerpos graníticos post-tectónicos; en menor proporción y muy localizadas, hay rocas carbonáticas (Mendoza, 1972 en González de Juana y otros (1980)).

#### **2.4.2 Vegetación**

Los bosques de galería o ribereños siempre verdes del río Orinoco representan un paisaje boscoso característico con sus planicies inundables y lagunas rebalseras, constituyendo ecosistemas terrestres y acuáticos muy diversos. Algunas especies de árboles que predominan son el jobo (*Spondias mombin*), ceiba (*Ceiba pentandra*) y pilón (*Andira* cf. *surinamensis*), chaguarama (*Roystonea venezuelana*), totumillo (*Vitex compressa*), cañafistola (*Cassia moschata*), yucuaire (*Calliandra stipulacea*), palma carata (*Bactris* sp., *Sabal mauritiaeformis*), yopo (*Pictadenia peregrina*), tacamajaca (*Protium* sp.), puig (*Tabebuia serratifolia*), palo blanco (*Mimosaceae* sp.), aceite (*Copaifera pubiflora*) y escobo (*Erythroxylum* sp.).

La vegetación arbustiva se extiende ampliamente en todos los pisos altitudinales de la región, llegando a alcanzar alturas de hasta siete metros.

La vegetación de matorrales es propia de todas aquellas áreas que han sido intervenidas y degradadas, dando paso a este tipo de vegetación secundaria, bien sea en áreas que inicialmente eran boscosas o de sabanas; entre las especies crecen especies leñosas, como la planta de merey (*Anacardium occidentale*), el alcornoque (*Bowdichia virgiloides*), mandingo (*Roupala montana*) y manteco (*Byrsonima crassifolia*).

La vegetación de sabana representa un tipo de vegetación herbácea donde predominan las gramíneas, encontrándose las sabanas abiertas, sabanas arboladas y sabanas arbustivas; donde predominan bosques de galería y morichales. Las especies predominantes de este ecosistema herbáceo, son las gramíneas.

Cerca del río Orinoco, predominan las sabanas mixtas con chaparrales (*Curatella americana*) y un estrato bajo denso de gramíneas como la paja saeta (*Trachypogon spicatus*) y especies como *Trachypogon vestitus*, *Andropogon sanguineus* y *Paspalum contractum*, características de la Formación Mesa (Ministerio del Ambiente, 1996).

### **2.4.3 Formación Mesa**

El nombre Formación Mesa fue introducido por Hedberg y Pyre (L.E.V., 1970 en González de Juana y otros (1980)), para describir la extensa secuencia de sedimentos expuesto hacia el este de la cuenca oriental de Venezuela. El área donde aflora esta formación presenta una respuesta característica en la imagen de radar. La textura es lisa, el drenaje es poco denso, no presenta fractura miento y el relieve es plano. Estos

patrones permiten discriminar entre estos sedimentos y rocas del complejo de Imataca, las cuales, aunque también desarrollan áreas de topografía baja, presenta una textura un poco más rugosa debido a las colinas formadas por rocas del complejo. El perfil pedológico es también fácilmente diferenciable entre los dos tipos de materiales; la Formación Mesa es de grano fino a medio, de color uniforme y con bajo contenido de arcilla en superficie. El perfil del suelo desarrollado por las rocas cuarzo-feldespáticas contiene más arcilla, los granos de cuarzo son más gruesos y angulares y el color no es uniforme, presentando arcillas moteadas conocidas como arcillas “tigrito”.

Según González de Juana y otros (1980) la Formación Mesa se extiende desde el norte del Estado Monagas, donde se intercala con sedimentos provenientes de Cordillera de la Costa hasta el río Orinoco.

Kalliokoski (1965) en González de Juana y otros (1980), describió esta formación en el borde norte del Escudo y observa que estos sedimentos se depositaron sobre el basamento precámbrico.

El contacto entre la Formación Mesa y el Complejo de Imataca es una discordancia angular la cual está muy bien expuesta en la autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz (Hoja NC-20-14) (CVG-TECMIN, 1991).

Geomorfológicamente, el paisaje está clasificado como una planicie poco o no disectada con buen drenaje.

El afloramiento más extenso ocurre a lo largo de la margen izquierda del río Caroní. En esta área y cerca del río hay desarrollo de cárcavas; también hay exposiciones intermitentes hacia la carretera entre San Félix y Piacoa. Cerca del

distribuidor Guayana se observó un talud con sedimentos semiconsolidados de color marrón rojizo con arena y arcilla. Otras litologías características de otros ambientes sedimentarios han sido descritas en otras áreas por González de Juana y otros (1980).

La Formación Mesa no tiene sección tipo, ya que por ser consecuencia de un sistema fluvio-deltaico presenta diferentes facies de acuerdo al ambiente donde fue depositada (González de Juana y otros, 1980).

C.V.G. (1977) diferencio 2 miembros en el área de Ciudad Guayana siendo el tope, principalmente arenoso, con la parte basal arcillosa.

#### **2.4.4 Sedimentos Recientes**

El río Orinoco, además de tener una carga de fondo, transporta sedimentos en suspensión y materia orgánica, los cuales son descargados durante los periodos de inundación, en ambos márgenes. Parte de la carga en suspensión es depositada en el Delta y el resto transportado hasta el océano atlántico; ya que la plataforma marina es poco profunda lo que influye en el represamiento de las aguas por las corrientes marinas (M.A.R.N.R., 1979).

Además de los causes de los ríos, las planicies aluviales de inundación y deltaicas ocupan una extensión considerable dentro del área de estudio. C.V.G. (1977) separa 2 áreas de acuerdo al proceso que origina los sedimentos, por una parte describe los diques naturales constituidos por limos y limos arcillosos, la otra área descrita es la planicie aluvial propiamente dicha donde se deposita arena fina y gruesa.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

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

El Instituto Autónomo de Minas Bolívar (2023), en los Cuestionarios Básicos Ambientales de las extracciones de minerales no metálicos Arena de mina, Material de Relleno y Granza Natural en el sector El Rosario, Parroquia Vista Al Sol, Ciudad Guayana, Municipio Caroní, Estado Bolívar, indica que el área se encuentra dentro de la Provincia de Imataca ( Precámbrico), con la presencia del Complejo de Imataca, que se caracteriza por la presencia de gneises anfibolitas, itabritos, cuarcitas ferruginosas y granitos intrusivos con un arreglo estructural complejo, geomorfológicamente el paisaje es de peniplanicie, y la Formación Mesa ( Plioceno- Pleistoceno), con suelos de la Orden ultisol, caracterizados por originarse a partir de sedimentos, vegetaciones entre bosques muy secos tropical y bosque tropical, faunas muy escasas con impactos por minería directos en la remoción total del suelo en toda la profundidad del perfil en los frentes de explotación.

#### **3.2 Fundamentos teóricos**

##### **3.2.1 Procesos sedimentarios**

Los aportes fluviales representan el medio esencial que controla la sedimentación clástica, ya que determina la propia existencia de los sedimentos. Todos los depósitos clásticos tienen su origen de una u otra manera en los aportes fluviales. El volumen de los aportes de sedimentos por los ríos es ante todo función del área de la cuenca fluvial y de la pluviosidad. Cuando mayores son estos parámetros, mayor es el volumen de estos aportes.

Los aportes fluviales en las zonas continentales, están regidas y caracterizadas sobre todo por los depósitos durante las crecidas, que es el momento por el cual la mayor parte de los materiales son transportados y sedimentados. Así durante algunos días de una crecida muy fuerte del río es transportado y sedimentado un volumen considerable de materiales. Esta sedimentación casi instantánea a la escala geológica es uno de los aspectos que caricaturizan los aportes fluviales.

Estos depósitos son particularmente frecuentes en las llanuras de inundación, los diques naturales, y las zonas marginales de los canales activos, así como en las barras de desembocadura deltaicas dominadas por la acción fluvial (Allen y Segura, 1975).

### **3.2.2 Escala de Udden-Wentworth**

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) (Wentworth, 1922), (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Escala de Udden-Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos clásticos según su tamaño (Modificada de Departamento de Geología-Universidad de Oriente, 2.001).

Características Del sedimento		Fragmento		Grado	Tamaño (mm)		Tamizado	Nombre de la roca Consolidada	
					Decimal	Fracción			
Sedimento	Granular	(Análisis mecánico)	Canto rodado (Cantos grandes)	Canto o bloque	Muy Grande		4-2m.	Pasa por el tamiz N°3 y es retenida por el tamiz N°4	Conglomerado
					Grande		2-1 m.		
					Mediano		1-0,5m.		
					Pequeño		0,5-0,256m.		
			Guijarro (Cantos medianos)	Guijón	Grande		256-128		
					Pequeño		128-64		
			Grava (Cantos pequeños)	Guijarros	Muy Gruesa		64-32		
					Gruesa		32-16		
					Media		16-8		
					Fina		8-4		
		Gránulos	Muy Fina		4-2				
	Arenas		Muy Gruesa	2-1	2-1				
			Gruesa	1-0,5	1-1/2				
			Media	0,5-0,25	1/2-1/4				
			Fina	0,25-0,125	1/4-1/8				
			Muy fina	0,125-0,0625	1/8-1/16				
Limo		Grueso	0,0625-0,0313	1/16-1/32					
		Medio	0,0313-0,0156	1/32-1/64					
		Fino	0,0156-0,0078	1/64-1/128					
		Muy fino	0,0078-0,0039	1/128-1/256					
Arcilla		Gruesa	0,0039-0,0020	1/256-1/512					
		Media	0,0020-0,0010	1/512-1/1.024					
		Fina	0,0010-0,0005	1/1.024-1/2.048					
Cohesivo	(Análisis por pipeteado hidrómetro)						Pasa por el tamiz N°4 y es retenida por el tamiz N° 200	Arenisca	
							NO200 Pasa Por el tamiz	Limolita	
								Lutitas y Argilitas	

### **3.2.3 Columna estratigráfica**

Las columnas estratigráficas son los medios gráficos más útiles y familiares de expresar los datos estratigráficos de las secciones medidas. Las columnas estratigráficas muestran las secuencias verticales, interrelaciones y espesor de unidades estratigráficas e ilustran su litología por símbolos convencionales.

La elaboración de una columna estratigráfica es un proceso que implica el análisis del registro geológico en cualquier tipo de afloramiento sedimentario. Donde se toman en consideración las características litológicas y físicas de un nivel estratigráfico en particular, ya que resultan importantes para conocer los procesos que intervinieron en su formación. Uno de los parámetros más sencillos de apreciar en campo viene a ser sin duda, las estructuras sedimentarias, debido a que se hallan a escala macro y microscópica, además de que son bastante frecuentes en arenisca y calizas, tanto en depósitos sedimentarios antiguos como en recientes. Su identificación, asociada a la litología permite entender la serie de cambios sedimentológicos no solo en un nivel aislado, sino a través de un set completo de la secuencias (Blandón, A, 2002).

### **3.2.4 Parámetros estadísticos de los sedimentos**

Existen diversas maneras para representar los caracteres físicos de un sedimento a partir de:

#### **3.2.4.1 Mediana (Md)**

Es el punto medio de la distribución del sedimento y está determinado por el punto donde se interceptan la curva acumulativa y la línea del 50 por ciento. Indica que el 50% del material es más grueso y el 50% más fino. El primer y el tercer cuartil (Q1

y Q3, respectivamente) son determinados de manera idéntica mediante la intersección de las curvas acumulativas con las líneas de 25 y 75 por ciento, respectivamente (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

### 3.2.4.2 Coeficiente de sesgo o simetría (Sk)

Demuestra el grado de simetría con respecto a la modalidad de la curva indicando dónde ocurre la mayor concentración de partículas del mismo diámetro con respecto al diámetro medio; en otras palabras, muestra en qué lado del diámetro medio ocurre el mayor escogimiento del material (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

$$SK = \frac{Q1, Q3}{Md^2} \quad (3.1)$$

Si se usa log10 de Sk en vez de Sk, el valor de la simetría perfecta permanece en cero, y todos los otros valores son o positivos o negativos, dependiendo de la dirección en que la curva esté sesgada. (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001). Los valores de simetría pueden compararse con la tabla propuesta por Folk, R. y Ward, W. (1957) (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001), para obtener el índice de asimetría (Tabla 3.5).

Tabla 3.5 Escala de asimetría (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

Índice de asimetría	Rango
Muy asimétrico positivo	+1.00 a + 0.30
Asimétrico positivo	+0.30 a + 0.10
Simétrico	+0.10 a - 0.10
Asimétrica negativa	- 0.10 a - 0.30
Muy asimétrica negativa	- 0.30 a -1.00

### 3.2.4.3 Curtosis o agudez del pico (K)

Representa la agrupación apretada de las frecuencias en la modalidad. Puede ser expresada por la fórmula:

$$K = \frac{P_{95} - P_5}{2,44(Q_3 - Q_1)} \quad (3.2)$$

En la cual, Q1 y Q3 son los cuartiles, P95 indica la coordenada de la abscisa en el punto de la curva acumulativa correspondiente con el 95% y P5 la coordenada de la abscisa en el punto de la curva acumulativa correspondiente con el 5% (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001) (Tabla 3.6)

Tabla 3.6 Escala de curtosis (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

<b>Término o clase</b>	<b>Rango</b>
Muy platicúrtica	< 0,67
Platicúrtica	0,67 – 0,90
Mesocúrtica	0,90 – 1,11
Leptocúrtica	1,11 – 1,50
Muy Leptocúrtica	1,50 – 3,00
Extremadamente Leptocúrtica	> 3,00

Las formas básicas de curtosis pueden observarse en la figura 3.1 donde las curvas leptocúrticas presentan el pico más agudo y las platicúrticas son curvas más achatadas.

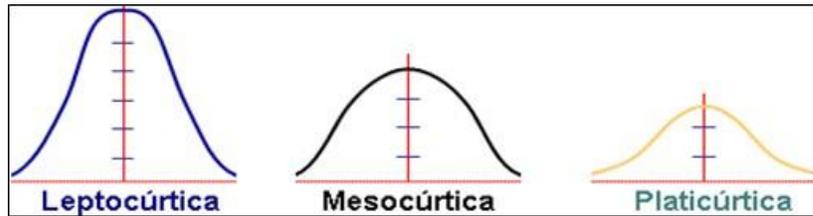


Figura 3.1 Tipos de curtosis de una curva (Quispe, R. 2014).

#### 3.2.4.4 Coeficiente de uniformidad (U)

Representa el cociente entre el diámetro del grano, tal que el 60% de la muestra es inferior a él, y aquel diámetro donde el 10% de la muestra es inferior al mismo. Para un sedimento completamente uniforme,  $U=1$  y si  $U \neq 1$  el sedimento no es uniforme. (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001). El coeficiente propiamente dicho emplea el P40 y P90 como medida estadística, este se expresa por la fórmula:

$$U = \frac{P_{40}}{P_{90}} \quad 3.3$$

#### 3.2.4.5 Coeficiente de selección (So)

Indica la distribución de las partículas a cada lado del diámetro medio (Md), es decir, el grado de uniformidad de los granos. El So mide la desviación de los cuartiles con respecto al diámetro medio. Si los cuartiles están cerca del diámetro medio el sedimento está bien escogido, en caso contrario, lo está pobremente (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

Cuando se clasifica una muestra como bien escogida, significa que todos los granos son relativamente del mismo tamaño, lo que implica a su vez, que la energía se mantuvo constante independientemente si la intensidad es baja o alta (Departamento

de Geología de la Universidad de Oriente, 2001). El coeficiente de escogimiento es definido por la fórmula:

$$S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} \quad \text{Donde } Q_1 > Q_3 \quad (3.4)$$

De esta fórmula se desprende que a medida que  $Q_1$  se aproxima a  $Q_3$ , el coeficiente se acerca a 1, y mientras más próximo se esté a éste mejor escogido será el sedimento. Así, un valor de  $S_o$  menor que 2,5 indica un sedimento bien escogido, un valor de 3,0 es normal y un valor mayor que 4,5 indica un sedimento mal escogido (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001). La tabla 3.7 muestra los rangos de valores según Folk, R. y Ward, W. (1957) correspondientes a los coeficientes de selección.

Tabla 3.7 Rangos de los coeficientes de selección (Folk, R. y Ward, W. 1957, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

<b>Término o clase</b>	<b>Folk y Wards (1975)</b>	<b>Friedman (1962)</b>
Muy bien seleccionada	<0,35	<0,35
Bien seleccionada	0,36-0,50	0,36-0,50
Bastante bien seleccionada	0,51-0,71	0,51-0,80
Bastante seleccionada	0,72-1,00	0,81-1,40
Mal seleccionada	1,01-2,00	1,41-2,00
Muy mal seleccionada	2,01-4,00	2,01-2,60
Extremadamente mal seleccionada	4,00	>2,60

### **3.2.5 Principio básico de la estimación de reservas de mineral**

El principio básico de la estimación de reservas de mineral es utilizar la fórmula de tonelaje. La unidad de estimación es la tonelada (T) y la fórmula es: Tonelaje (T) = Volumen (V) x Gravedad específica (densidad aparente).

La ecuación anterior se puede comparar con la fórmula de volumen de masa donde: Masa = Volumen x Densidad

El volumen se puede calcular como:

$$\text{Volumen (V)} = \text{Área (A)} \times \text{Influencia de una tercera dimensión} \quad (3.5)$$

El área (A) se calcula a partir del plano o secciones. La influencia se determina en función del método de estimación.

### **3.2.6 Métodos convencionales de estimación de reservas de mineral**

Existen muchos métodos de cálculo basados en la anisotropía, el patrón de cuadrícula de perforación y la etapa de exploración: método poligonal, método triangular, método de la sección transversal y el método de distancia inversa (Minería.space, 2023).

En el método de la sección transversal, el cuerpo del mineral se interpreta en la sección transversal. El cuerpo de mineral se divide en diferentes segmentos con la ayuda de líneas de sección transversal. La línea de sección puede ser espacios a intervalos iguales o desiguales según el intervalo de cuadrícula y las ubicaciones de los agujeros (Minería.space, 2023).

### **3.2.7 Esponjamiento**

Según (Franquet y Querol, 2010); prácticamente todos los terrenos, al ser excavados para efectuar su explanación, sufren un cierto aumento de su volumen. Este incremento de volumen, expresado en porcentaje del volumen in situ, se llama esponjamiento. Si el material se emplea como relleno puede, en general, recuperar su volumen e incluso puede reducirse (volumen compactado). Para la cubicación del material de la excavación, se considera su volumen antes de ser excavado (en banco); en ningún caso debe ser tenido en cuenta el volumen transportado de las tierras, que es mayor debido precisamente al esponjamiento referido.

Cuando se realiza la medición del movimiento de tierras de un solar o terreno de cultivo, debe tenerse muy en cuenta dicho esponjamiento que sufren las tierras, ya que puede existir una variación volumétrica del 10 % en terrenos sueltos, un 25 % en terrenos muy duros y hasta de un 40 % en suelo rocoso, como se comprobará en la tabla y consideraciones subsiguientes. Estos porcentajes pueden llegar a variar y ser ajustados con mayor especificidad en caso de realizarse ensayos y determinar el grado de esponjamiento, cuando el volumen de la unidad a valorar fuese muy alto y se requiriese la consecución de una mayor precisión. Es por ello que debemos considerar que cuando se deja material de acopio en obra para efectuar rellenos posteriores, o bien al realizar la explanación de un terreno, debemos tomar buena cuenta del esponjamiento del mismo, puesto que de lo contrario podríamos encontrarnos con falta de material o bien con un exceso de él que obligara a afrontar costes complementarios de transporte a vertedero o terreno de cultivo (Franquet y Querol, 2010).

Al realizar un desmonte provocamos que las partículas de tierra pierdan cohesión, existiendo entre ellas un mayor porcentaje de huecos en la parcela definitiva donde se depositan que en la original de la cual se extrajeron, de tal forma que la tierra extraída

de una zanja o desmonte ocupará normalmente un volumen mayor al hueco estricto dejado por la excavación (Franquet y Querol, 2010).

El Factor de esponjamiento: es el incremento fraccional del volumen del material que ocurre cuando está fragmentado y ha sido sacado de su estado natural (volumen in situ) y depositado en un sitio no confinado (volumen no confinado). Puede expresarse como una fracción decimal o como un porcentaje (Franquet y Querol, 2010).

El coeficiente de esponjamiento del terreno viene dado por la expresión:

$$C = [(V - V_h) \times 100] / V_h \quad (3.6)$$

Dónde: V es el volumen de las tierras ya esponjadas y V<sub>h</sub> es el volumen de la excavación o desmonte realizados. Según los diferentes tipos de terrenos, dicho coeficiente varía aproximadamente de acuerdo a la tabla 3.8 (Franquet y Querol, 2010).

Tabla 3.8 Esponjamiento según el tipo de terreno (Franquet y Querol, 2010).

<b>TIPO DE TERRENO</b>	<b>(C) GRADO DE ESPONJAMIENTO</b>
Terrenos sueltos sin cohesión(vegetal)	10%
Terrenos flojos	20%
Terrenos compactos o de tránsito	30%
Terrenos rocosos	40%
Escombros	40% y 80%

Por consiguiente, la partida pertinente de obra definirá detalladamente los tipos de terreno de que se trate, de acuerdo a la clasificación detallada a continuación (Franquet y Querol, 2010):

**Tierra Vegetal:** Capa superficial de un terreno donde ha crecido la vegetación y que contiene una cantidad apreciable de materia orgánica y restos vegetales (humus).

**Terreno Flojo:** Son tierras de cultivo, con arcillas, limos, arenas, gravas u otro árido cualquiera, y contenido variable de materia orgánica.

**Terreno Compacto:** Tierras con arcillas duras, rocas sueltas, materiales granulares gruesos.

**Sistema de Excavación:** Mediante excavadora, retroexcavadora de orugas o ruedas neumáticas o bien pala cargadora (cargador frontal).

El esponjamiento o abultamiento es un cambio volumétrico importante que se lleva a cabo en las arenas cuando están húmedas. Las arenas aumentan de volumen, hasta el grado de 20-30%, cuando contienen humedad entre el 2-8% (Franquet y Querol, 2010).

El volumen esponjado se determina de acuerdo al volumen de material que se debe llevar al botadero y luego lo multiplicamos el esponjamiento del material (Franquet y Querol, 2010).

### **3.3 Bases teóricas**

#### **3.3.1 Ambientes sedimentarios**

Es simplemente un punto geográfico donde se acumulan los sedimentos. Cada Lugar se caracteriza por una combinación de procesos geológicos (procesos

sedimentarios) y condiciones ambientales (físicas, químicas y biológicas) que la diferencian de zonas adyacentes.

### **3.3.2 Ambiente continental de agua dulce**

Ambientes acuáticos que están en la tierra firme de los continentes se llaman ambientes de agua dulce, o aguas continentales. Podemos clasificarlas en dos grandes grupos: aguas calmas (lagos y lagunas) y aguas en movimiento (ríos y arroyos) WordPress.com (2020).

### **3.3.3 Sistema fluvial**

Existen diferentes formas de ríos, como así también diferentes formas de drenaje de los mismos. Un sistema fluvial se divide en tres áreas: erosión, transferencia y sedimentación(o depositación). Los ríos pueden ser rectos, meandrosos (Figura 3.1), anastomosados o entrelazados (Ciencia y biología, 2015).



Figura 3.2 Río meandroso (Ciencia y biología, 2015).

Un río es una corriente de agua continua que se da de manera natural. Cada río tiene un caudal específico, el cual varía a lo largo del año, disminuyendo y aumentando

según las precipitaciones y deshielo de masas glaciares pertenecientes a las cumbres montañosas. El río más largo del mundo es el Amazonas (Ciencia y biología, 2015).

#### **3.3.4 Sedimentación**

Se refiere al proceso que consiste en la formación y depósito de sedimentos, suscitándose mediante el transporte de material sólido por una corriente de agua, posando en el fondo de la cuenca hídrica (río, embalse, laguna, etc) bajo la acción de la gravedad (Blog Fibras y Normas, 2024).

Las corrientes de agua son poseedoras de una gran capacidad para transportar materia sólida en suspensión, la cual permite la generación de por caracterizaciones propias, así como también por medio de la erosión de los causes. Asimismo, el cambio de algunas de las características de tales corrientes, puede ocasionar que el material se deposite o precipite; o que contrariamente, que este material existente en el fondo o a los márgenes del cauce, sea erosionado (Blog Fibras y Normas, 2024).

El tipo de sedimentación más común que se suscita es por arrastre; cuando el material sólido, es movilizado por la fuerza de la corriente de agua y se deposita a través de la misma en el fondo de esta cuenca hidrográfica, pudiendo realizarse también dentro en un canal artificial, un embalse o en algún espacio que fue especialmente construido para que el sedimento se acumule allí (Blog Fibras y Normas, 2024).

#### **3.3.5 Sedimentación fluvial**

El transporte de los materiales sólidos por los ríos, da lugar a la formación de llanuras aluviales, terrazas y deltas. Tal proceso se conoce como sedimentación fluvial y se suscita por efecto de acción de las aguas de las cuencas hidrográficas (Blog Fibras y Normas, 2024).

### **3.3.6 Aluvión**

Es material detrítico transportado y depositado por una corriente de agua. Puede estar compuesto por arena, grava, arcilla o limo. Se acumula en abanicos aluviales, cauces de corrientes fluviales, llanuras de inundación y deltas. Algunos autores también incluyen bajo este término los materiales que se sedimentan en lagos o estuarios. A menos que se especifique otra cosa, el término aluvión se refiere a material no consolidado (Wikipedia, 2022).



Figura 3.3 Material detrítico en el curso de un río (Wikipedia, 2022).

### **3.3.7 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).

### **3.3.8 Composición mineralógica de los sedimentos**

Los minerales de las rocas sedimentarias pertenecen a tres grupos principales, los minerales detríticos residuales, los detríticos secundarios, y los precipitados químicos. El primer grupo, están constituidos por los minerales de la roca generadora, que sobreviven a los procesos de meteorización, y que son transportados y depositados mecánicamente, incluyen tanto especies estables como el cuarzo y especies relativamente inestables como el feldespato. Los minerales detríticos secundarios son los que se generan por procesos de meteorización, como los minerales arcillosos que también son transportados y depositados mecánicamente. Los precipitados químicos son los minerales depositados de verdaderas soluciones por procesos químicos y bioquímicos (Von, M. 1938 en Pettijohn, F. 1976).

### **3.3.9 Granulometría (Método Vía Seca)**

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

Después se pesa lo retenido en cada tamiz, con lo que, conocido el peso inicial de la muestra, se determina el porcentaje de material, que pasa por un tamiz de diámetro  $D$ . siendo  $P$  el peso seco total de la muestra y  $P_i$  el peso retenido por el tamiz de diámetro  $D$ . El peso  $P_{n+i}$  es el retenido por la base ciega que se pone debajo de la columna de tamices. Teniendo en cuenta los datos se puede elaborar la curva

granulométrica de un suelo, la cual relaciona el % pasante por cada tamiz con el diámetro de los mismos (González de Vallejo, L., 2002).

### **3.3.10 Grava**

Partículas y fragmentos de roca, entre 2 mm, y 2 cm (Dávila B.Jorge, 2011).

### **3.3.11 Arena**

Fragmentos de rocas de dimensiones comprendidas entre 1/16 y 2 mm. Están compuestas mayormente de cuarzo y feldespatos, conteniendo además otros minerales, tomando el nombre del mineral de predominio o de importancia económica. Ejemplo arena aurífera, arena monazítica, arena titanífera, etc. Las arenas son depositadas en las playas, en las depresiones y en los desiertos, después de haber sido transportadas desde lugares muy alejados por el mar, ríos, y esencialmente por el viento (Dávila B.Jorge, 2011).

### **3.3.12 Arcillas**

Partículas finas, generalmente de silicatos, de dimensiones menores de 1/256 mm, provenientes de la alteración física y química de las rocas y minerales. Los principales tipos de arcilla son: el caolín, la bentonita, la montmorillonita. El valor de las arcillas depende de las propiedades físicas y químicas, de su composición, etc. Las propiedades más importantes son la plasticidad, cohesión, resistencia a la tensión, poder de secado, poder de aglutinación, etc. Casi todas las arcillas son silicatos aluminicos complejos hidratados, contienen potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro, entre otros (Dávila B.Jorge, 2011).

### **3.3.13 Limos**

Fragmentos o partículas de las rocas o minerales cuyas dimensiones están comprendidas entre 0.02 y 0.002 mm (Dávila B.Jorge, 2011).

### **3.3.14 Planos y mapas topográficos**

1. Los planos y mapas cartográficos son dibujos que muestran las principales características físicas del terreno, tales como edificios, cercas, caminos, ríos, lagos y bosques, así como las diferencias de altura que existen entre los accidentes de la tierra tales como valles y colinas (llamadas también relieves verticales). Los planos y mapas topográficos se basan en los datos que se recogen durante los levantamientos topográficos (Food and Agriculture Organization, 2014).

2. Los planos normalmente son dibujos a gran escala; los mapas en cambio son dibujos a pequeña escala. Dependiendo de la escala que se usa para dibujar, se trata de un plano si la escala es mayor de 1 cm por 100 m (1:10.000), por ejemplo 1 cm por 25 m; se trata de un mapa si la escala es igual o inferior a 1 cm por 100 m (1:10.000), por ejemplo 1 cm por 200 m o 1 cm por 1.000 m (Food and Agriculture Organization, 2014).

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de la investigación**

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

Dentro de este orden de ideas esta investigación es descriptiva, ya que se establecen características litológicas, geomorfológicas y topográficas a través de la exploración en campo; obteniendo así las características de los sedimentos que son requeridas para el desarrollo del proyecto.

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

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

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

##### **4.2.1 Diseño de la investigación de campo**

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

Según Arias, F. (2012) “En la investigación de campo el autor la refiere como aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados,

o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene información, pero no altera las condiciones existentes”.

Por esta razón, esta investigación es de campo ya que para lograr los objetivos trazados fue necesario trasladarse al área de estudio y de esta manera conocer las características de los sedimentos que se encuentran en ella, requeridos para el desarrollo de las actividades contempladas en la caracterización sedimentológica, en el sector Trapichito, Parroquia Vista al Sol, Ciudad Guayana, Municipio Caroní, Estado Bolívar.

#### **4.2.2 Diseño de investigación documental**

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

En relación a la idea anterior, este estudio cumple con un diseño documental en el que se efectuó, una recopilación e interpretación de la información bibliográfica de los términos y conceptos teóricos.

Seguido de una recopilación e interpretación de la información cartográfica proporcionada por los mapas topográficos y geológicos existentes en el área de estudio, la cual es fundamental para tener una visión espacial del área de estudio.

### **4.3 Población y muestra de la investigación**

#### **4.3.1 Población de la investigación**

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

En el presente caso se considerará como población de la investigación todos los materiales no metálicos presente en el área de estudios.

#### **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.

Con orientación de lo antes mencionado, las muestras de este trabajo investigativo quedan referidas a las porciones de suelo tomadas de los frentes de explotación expuesto con el fin de identificar los tipos de sedimentos.

En tal sentido las mismas quedan plenamente representadas en el fenómeno a estudiar y tomando previamente en consideración ciertos criterios establecidos a la hora y toma de ella se determina que el muestreo es de tipo no probabilístico intencional ya que la “muestra seleccionada” Se basa en una buena estrategia y el buen juicio del investigador, y la experiencia de la misma con la población y las unidades se eligen en forma arbitraria, designando a cada unidad según características que para el investigador resulten de relevancia” (Balestrini, 1997).

Con orientación de lo antes mencionado, las muestras de este trabajo investigativo quedan referidas a un conjunto muestras de sedimentos tomadas del área. Se estima recolectar 6 muestras.

La muestra de esta investigación fue tomada de los 3 frentes de los estratos libres que fueron considerados representativos, donde se abrieron 3 calicatas y se recolectaron 3 muestras de sedimentos.

#### **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 Observación directa**

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

En esta investigación, la observación directa se usará para identificar las características físico-naturales como los suelos, la ubicación de los depósitos de sedimentos, la vegetación, la geomorfología, entre otras.

#### **4.4.2 Instrumentos para la recolección de datos**

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizó la siguiente instrumentación: GPS, calculadora, equipos informáticos (computador, impresora, memoria portátil y teléfono, programas de diseño asistidos por el computador, libreta de campo, pico, pala, peinilla, brújula y bolsas para muestras.

#### **4.5 Flujoograma del proyecto**

En la figura 4.1 se presenta el flujoograma del proyecto en el cual se pueden apreciar los pasos a seguir para la validación del estudio, y que consta de 4 etapas: 1) Recopilación de información, planificación del trabajo y selección del área, 2) Etapa de campo, 3) Etapas de laboratorio y 4) Etapa de oficina.

Determinación del grado de transporte de las partículas de los sedimentos, usando la morfoscopía

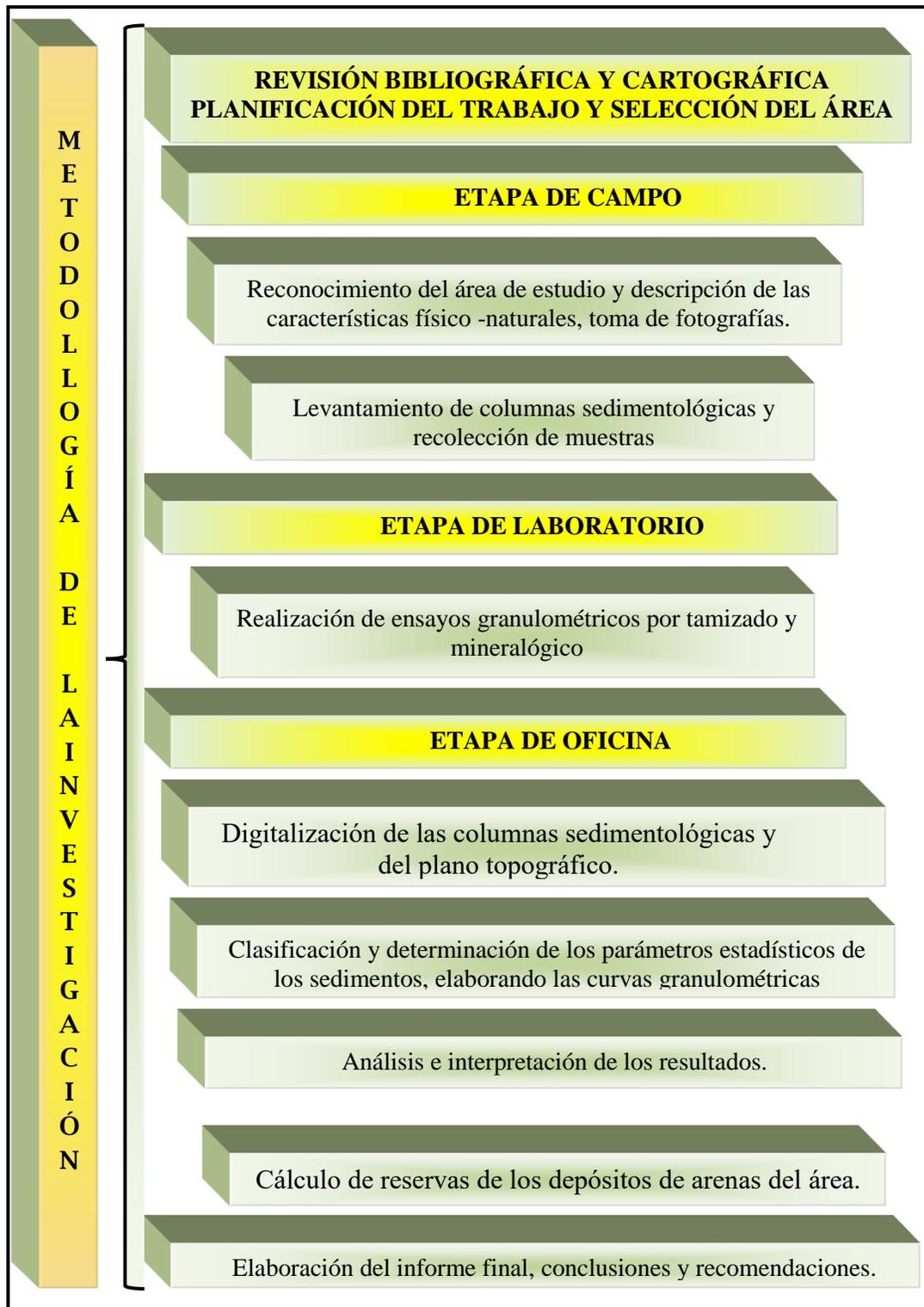


Figura 4.1 Flujograma de las actividades del proyecto.

#### **4.5.1 Etapa I: Fase de oficina y pre-campo**

##### **4.5.1.1 Recopilación de información bibliográfica y cartográfica**

Se realizó la debida investigación de monografías previas del área en estudio y adyacentes, además de su identificación por medio de Google Earth y de las hojas cartográficas a escala 1:25.000 7640-I-NE del Catastro Minero del Ministerio de Minas e Hidrocarburo Cartografía Nacional del año 1971.

##### **4.5.1.2 Establecer tema, objetivos y limitación del área**

Al tener material bibliográfico adyacente del área, se propuso que el área tendría énfasis en la sedimentología y por consiguiente se establecieron objetivos que complementarían el tema propuesto. Se delimitó el área que de estudio con la información satelital para la precisión de la investigación.

##### **4.5.1.3 Planificación de trabajo de campo**

Se realizó un chequeo de los instrumentos necesarios para el trabajo de campo, tales como: GPS, teléfono, libreta para anotaciones bolsas para muestras, palas y peinillas, así como la vestimenta adecuada para el área y un bolso para el transporte de todo.

#### **4.5.2 Etapa II: Fase de campo**

##### **2.3.1.6 4.5.2.1 Reconocimiento del área**

Se realizó un reconocimiento del área de estudio, previo al trabajo de campo, para tener claro dónde y cuántas muestras se tomarían en cada estación de trabajo para la mayor precisión posible del área.

#### **4.5.2.2 Levantamiento de los cuerpos sedimentarios**

En cada estación se levantaron los cuerpos sedimentarios en el área permitida determinando primero las coordenadas U.T.M. de cada estación; y en el caso de las barras se midieron largo y ancho de ellas y en los taludes sus alturas; luego se hicieron calicatas en las barras y excavaciones con pala, para la posterior recolección de muestras de sedimentos en cada estación de trabajo (Figura 4.2).



Figura 4.2 Recolección de muestra de sedimentos.

#### **4.5.2.3 Recolección e identificación de las muestras**

Al recolectar las muestras de sedimentos y guardarlas en una bolsa, se procedió a identificarlas en su bolsa y anotarlas ordenadamente en la libreta con la información de las coordenadas, la estación y descripciones de sus características tales como tipo de litología, tamaño de grano, color y estructuras sedimentarias, que ayudaron en el posterior trabajo de oficina (Figura 4.3).



Figura 4.3 Muestras guardadas, identificadas y ordenadas.

### **4.2.3 Etapa III: Fase de laboratorio**

#### **4.2.3.1 Organización de datos**

Se separaron las muestras para los diferentes análisis que se llevaron a cabo, de ellas se tomaron 3 muestras para el análisis granulométrico por el método mecánico, entre 500 a 600 gr, 3 muestras del tamiz 35 para el análisis morfosκόpicó, y 6 muestras para el análisis mineralógico, sin lavar y lavadas.

#### **4.2.3.2 Análisis granulométricos y morfosκόpicos**

El análisis granulométrico se llevó a cabo por vía mecánica a las muestras seleccionadas, con los tamices 10, 18, 35, 60, 120, 200 y Pan. El análisis morfosκόpicó se llevó a cabo con arena retenida en el tamiz 35, dónde posteriormente se procedió a tomarle foto a la muestra en una capsula transparente, y posteriormente se realizó el análisis de la forma de 200 partículas, de acuerdo al método de Power. (Figura 4.4).



Figura 4.4 Sedimentos puestos en tamices 10, 18 y pan, previo a tamizarlas de manera mecánica.

#### **4.2.4 Etapa IV: Fase de oficina - Análisis de resultados e informe final**

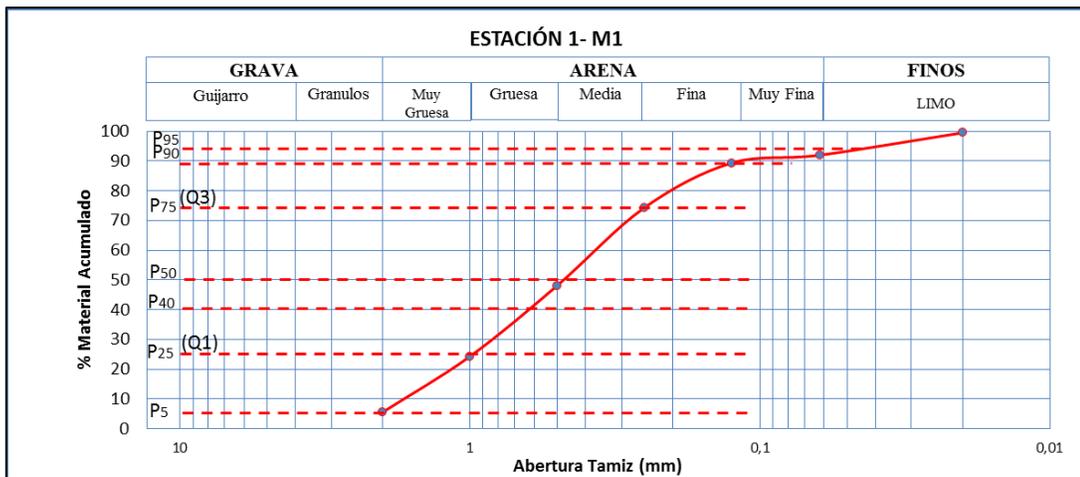
Con los resultados obtenidos en campo, de los análisis de laboratorio de las gráficas de las curvas granulométricas y de morfoscopía, se procedió a analizar e interpretar la información suministrada para responder las interrogantes planteadas para la conclusión de los objetivos de esta investigación.

##### **4.2.4.1 Determinación de las texturas de los sedimentos**

Se analizaron las 3 curvas granulométricas para determinar la clasificación textural de los sedimentos de acuerdo a la escala de Udden- Wentworth.

#### 4.2.4.2 Determinación de los parámetros estadísticos de las curvas granulométricas

Posteriormente en las curvas granulométricas de las 3 muestras, se determinaron los valores del diámetro de las partículas para el 50 por ciento retenido acumulado, del primer y el tercer cuartil (Q1 y Q3), respectivamente que son determinados de manera idéntica mediante la intersección de las curvas acumulativas con las líneas de 25% y 75%; y los diámetros de partículas en P5, P10, P40 y P95, en los puntos de la curva acumulativa correspondiente con el 5%, 40%, 90%, y 95% en la coordenada de la abscisa; para aplicar las ecuaciones correspondientes y calcular Mediana (Md), Coeficiente de sesgo o simetría (Sk), Curtosis o agudez del pico (K), Coeficiente de uniformidad (U) Coeficiente de selección (So). En la Figura 4.5, se presenta el modelo de una curva granulométrica con los parámetros estadísticos.



MUESTRA	P95	P90	Q3 (75%)	MEDIA (Md) 50%	P40	Q1 (25%)	P5
E1-M1	0,05 mm	0,13 mm	0,25 mm	0,48 mm	0,61 mm	0,97 mm	2,0 mm

Figura 4.5 Curva granulométrica con la ubicación de los parámetros estadísticos.

#### 4.2.4.4 Digitalización de las columnas sedimentológicas

Haciendo uso de la aplicación PowerPoint de office 2016, se digitalizaron las 3 columnas sedimentológicas levantadas en campo, utilizando tablas y formatos de tramas, y los datos de las coordenadas U.T.M., espesor, litología y ubicación de las muestras, a escala 1:10 (Figura 4.6).

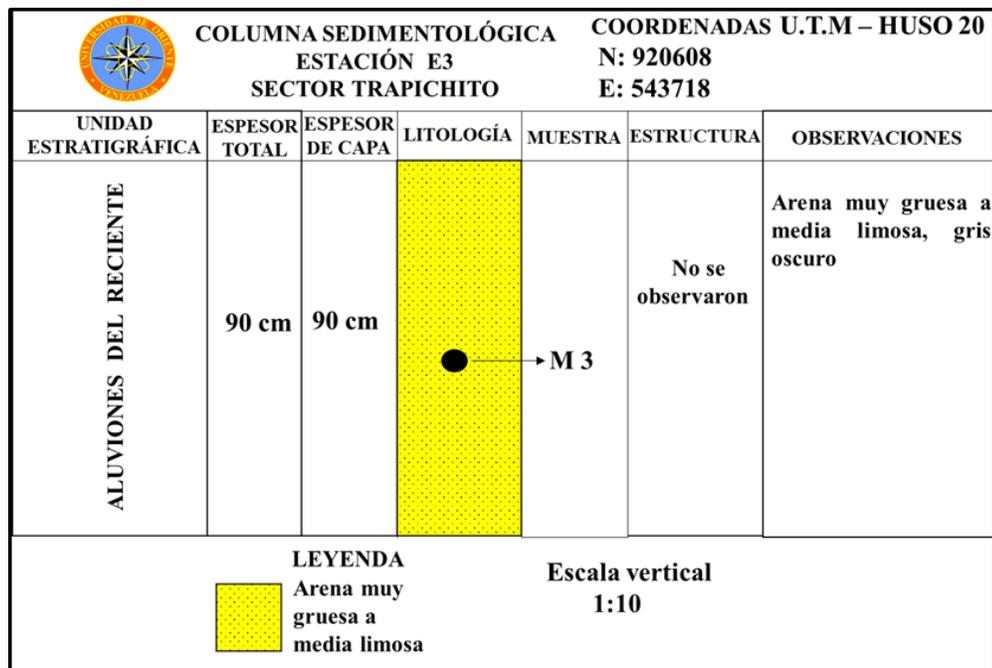


Figura 4.6 Modelo de la columna sedimentológica.

#### 4.2.4.5 Digitalización del plano topográfico

El plano topográfico se realizó en base con la información de la imagen satelital obtenida por Google Earth, con las coordenadas UTM, y fue digitalizado utilizando AutoCAD LAND, donde se trazó la poligonal del área de estudio, se ubicaron las estaciones de trabajo, se trazaron las curvas de nivel con intervalo de 1 metro, y se calcularon las áreas parciales entre las curvas de nivel, para luego calcular el volumen en base a las áreas y 1 metro de espesor.

#### **4.2.4.5 Conclusiones y recomendaciones**

Finalizando los análisis e interpretaciones, se formularon las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación en el sector Trapichito.

#### **4.2.4.6 Elaboración del trabajo de grado**

Culminando con los objetivos propuestos durante esta investigación, además de sus respectivas conclusiones y recomendaciones desarrolladas, se elaboró el informe final de la presente investigación siguiendo los reglamentos de la Escuela de Ciencias de la Tierra.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 5.1 Descripción de las características físico naturales del sector de Trapichito

Geológicamente en la zona de estudio se encuentra aluviones del Reciente, donde se observan taludes que no sobre pasan los 2 metros, caracterizados por arenas gruesas a medias limosas, de color gris, con fragmentos de limos arcillosos en la superficie; y presencia de restos vegetales en la superficie, tales como hojas y troncos de arbustos, asociados a llanuras de inundación de la cuenca del río Yocoima (Figura 5.1).



Figura 5.1 Depósitos de aluviones y taludes de arenas gruesas a medias limosas grises.

En la zona la vegetación predominante es arbustiva y de gramíneas (Figura 5.2).



Figura 5.2 Vegetación del área del sector Trapichito.

## 5.2 Descripción de las columnas sedimentológicas

En la zona a los fines de ubicar las estaciones de trabajo se levantó una poligonal, establecida por 4 puntos, donde se trazaron las cuevas de nivel con un intervalo de 1 m, con datos obtenidos de Google Earth Pro; y en ella, se ubicaron las 3 estaciones, donde realizaron excavaciones en taludes, para describir los sedimentos y la elaboración de las columnas sedimentológicas (Tabla 5.1 y Figura 5.3).

Tabla 5.1 Coordenadas UTM de los de puntos de la poligonal y las estaciones.

Punto de la poligonal y estaciones	Coordenadas UTM - REGVEN – HUSO 20	
	Norte (m)	Este (m)
<b>1</b>	920608,55	543783
<b>2</b>	920411,72	543756,87
<b>3</b>	920410,71	5436667,42
<b>4</b>	920616,59	543694,56
<b>E1</b>	920473	543736
<b>E2</b>	920432	543704
<b>E3</b>	920608	543718

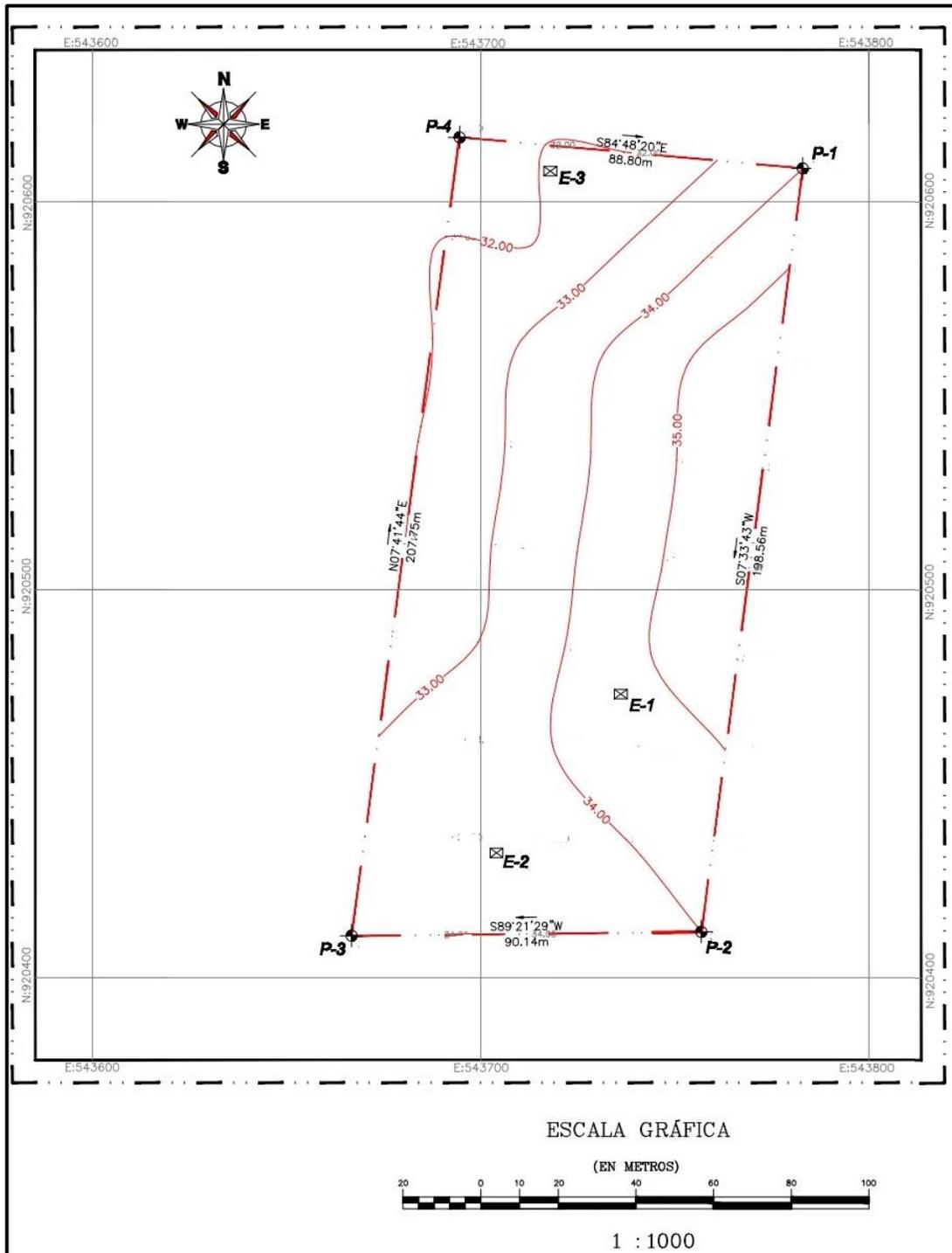


Figura 5.3 Plano del área de estudio, con curvas de nivel, y la ubicación de las estaciones.

### 5.2.1 Descripción de la columna sedimentológica de la estación E1

La estación E1 se encuentra ubicada al sureste del área de estudio, donde se realizó una excavación en talud, con una profundidad de 90 cm, desde la superficie; y los sedimentos que se encontraron son arenas muy gruesas a medias, limosas gris claro con manchas anaranjadas, asociadas a óxidos de hierro(Figura 5.4 y 5.5).



Figura 5.4 Excavación en talud de la estación E1 (A) y panorámica en E1.

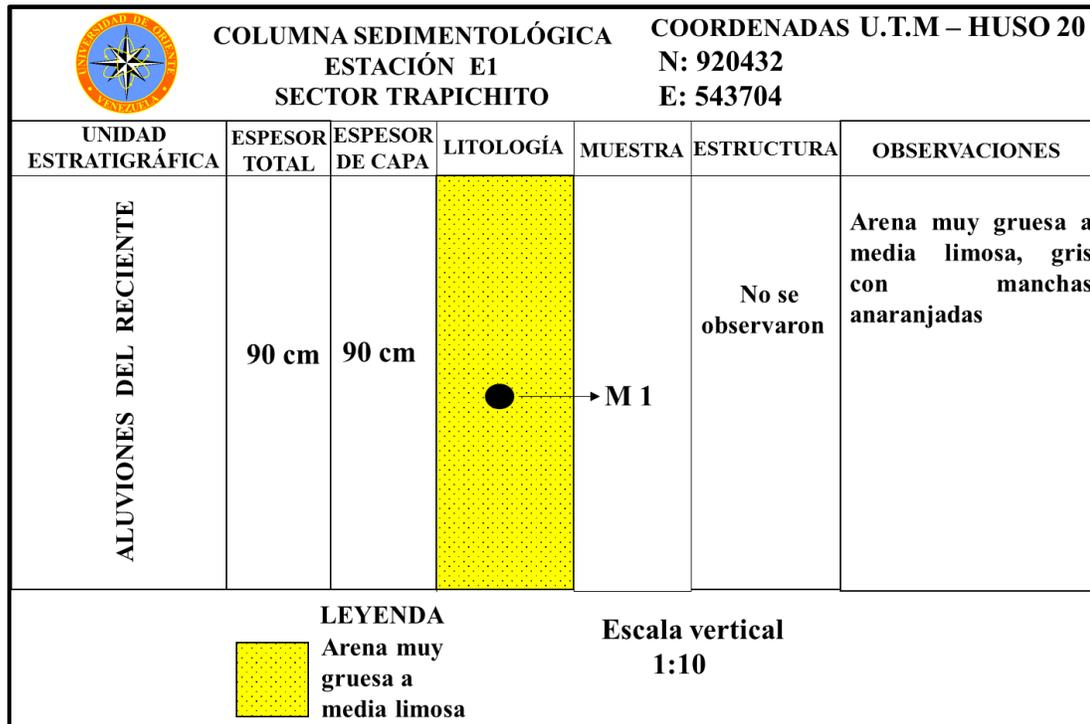


Figura 5.5 Columna sedimentológica de la estación E1.

### 5.2.2 Descripción de la columna sedimentológica de la estación E2

La estación E2 se encuentra ubicada al sur del área de estudio, donde fue realizada una excavación en talud, con una profundidad de 90 cm desde la superficie; y los sedimentos que se encontraron están conformados por 2 estratos, en la base arenas muy gruesas a media limosa de color gris claro. Con espesor de 48 cm y, en el tope arenas muy gruesas a media limosas, de color gris oscuro, de 42 cm de espesor (Figura 5.6 y 5.7).



Figura 5.6 Excavación en talud de la estación E1 (A) y panorámica en E2.

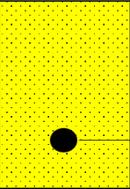
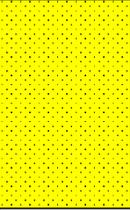
		<b>COLUMNA SEDIMENTOLÓGICA</b> <b>ESTACIÓN E2</b> <b>SECTOR TRAPICHITO</b>		<b>COORDENADAS U.T.M – HUSO 20</b> <b>N: 920432</b> <b>E: 543704</b>		
UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	ESPESOR TOTAL	ESPESOR DE CAPA	LITOLOGÍA	MUESTRA	ESTRUCTURA	OBSERVACIONES
ALUVIONES DEL RECIENTE	90 cm	42 cm		 → M 2	No se observaron	Arena muy gruesa a media limosa, gris oscuro
		48 cm				Arena muy gruesa a media limosa, gris claro.
<b>LEYENDA</b>  Arena muy gruesa a media limosa			<b>Escala vertical</b> <b>1:10</b>			

Figura 5.7 Columna sedimentológica de la estación E2.

### 5.2.3 Descripción de la columna sedimentológica de la estación E3

La estación E3 se encuentra ubicada al noroeste del área de estudio, donde fue realizada una excavación en talud con una profundidad de 90 cm, desde la superficie, los sedimentos que se encontraron son arenas muy gruesas a medias, limosas gris claro (Figuras 5.8 y 5.9).



Figura 5.8 Excavación en talud de la estación E3.

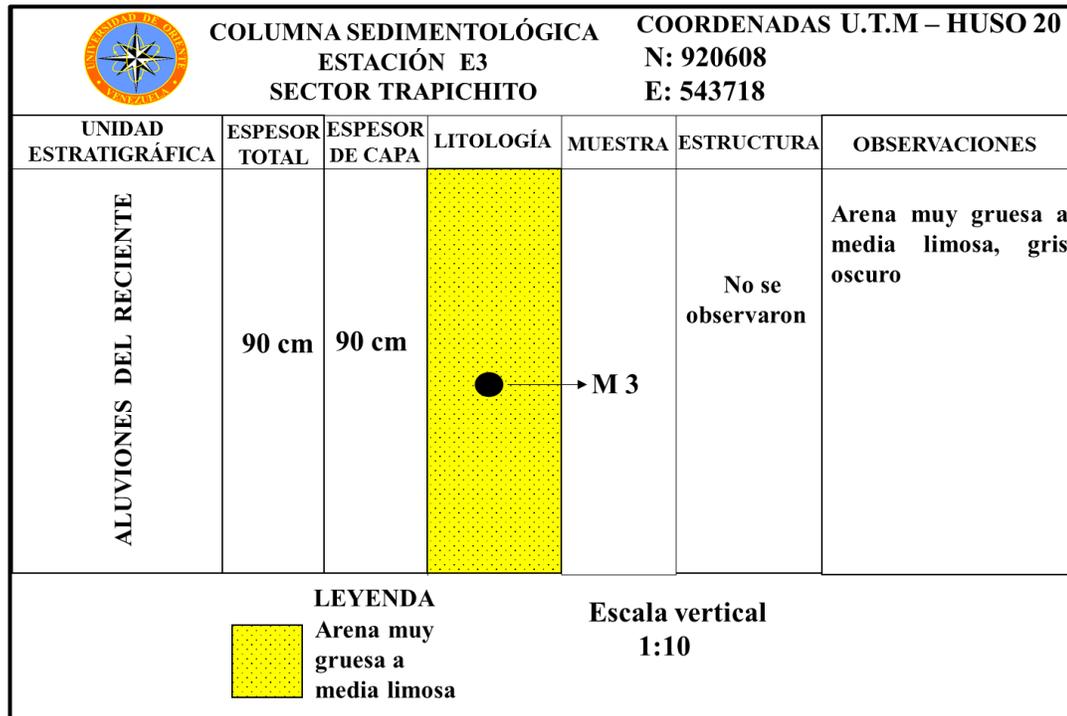


Figura 5.9 Columna sedimentológica de la estación E3.

## 5.2 Clasificación textural de los sedimentos, mediante la escala Udden-Wentworth

La clasificación textural de los sedimentos del sector Trapichito, por el método de Udden-Wentworth, se llevó a cabo con los resultados del tamizado mecánico de 03 muestras, que se presentan en el apéndice A. Donde se observa que todas las muestras son arenas muy gruesas a media limosas.

## 5.3 Determinación del grado de transporte de las partículas de los sedimentos según la morfoscopia

La morfoscopia de las partículas de las muestras de sedimentos, se estableció usando el método de Powers, en la figura 5.8 se presentan las imágenes de las muestras analizadas (Figura 5.10), en la tabla 5.3 los resultados de los análisis morfoscópico , y

en la figura 5.11 los diagramas circulares de ellos. Del análisis de los resultados, se observa que predominan las partículas redondeadas y subredondeadas con valores de 43-45% y 37-40% respectivamente, y en menor proporción los angulosos y subangulosos con valores de 12-13% y de 10-14% respectivamente.

De acuerdo a la forma predominante de las partículas se interpreta que, ellas hay tenido de bastante a moderado transporte, y que la fuente está lejana.

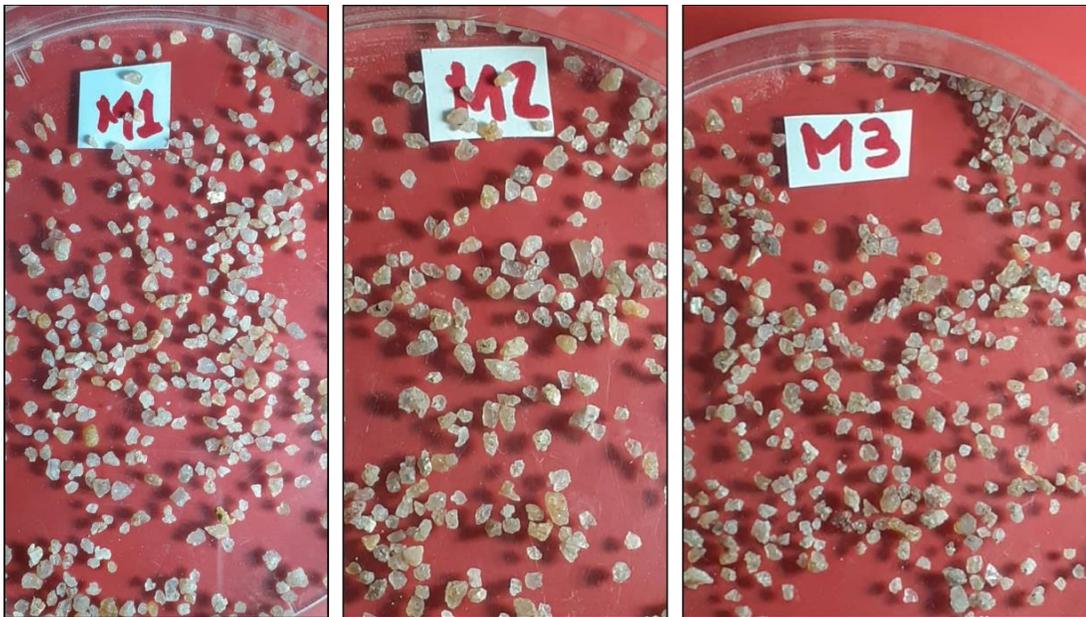


Figura 5.10 Muestras analizadas por el método Powers.

Tabla 5.2 Resultados del análisis morfoscópico con el método Powers.

ESTACIÓN - MUESTRA	TOTAL PARTÍCULAS	A	A%	SA	%SA	SR	%SR	R	%R
E1-M1	200	10	5	26	13	74	37	90	45
E2-M2	200	14	7	26	13	76	38	86	43
E3-M3	200	10	5	24	12	80	40	86	43

A: ANGULOSO - SA: SUBANGULOSO - SR: SUBREDONDEADO - R: REDONDEADO

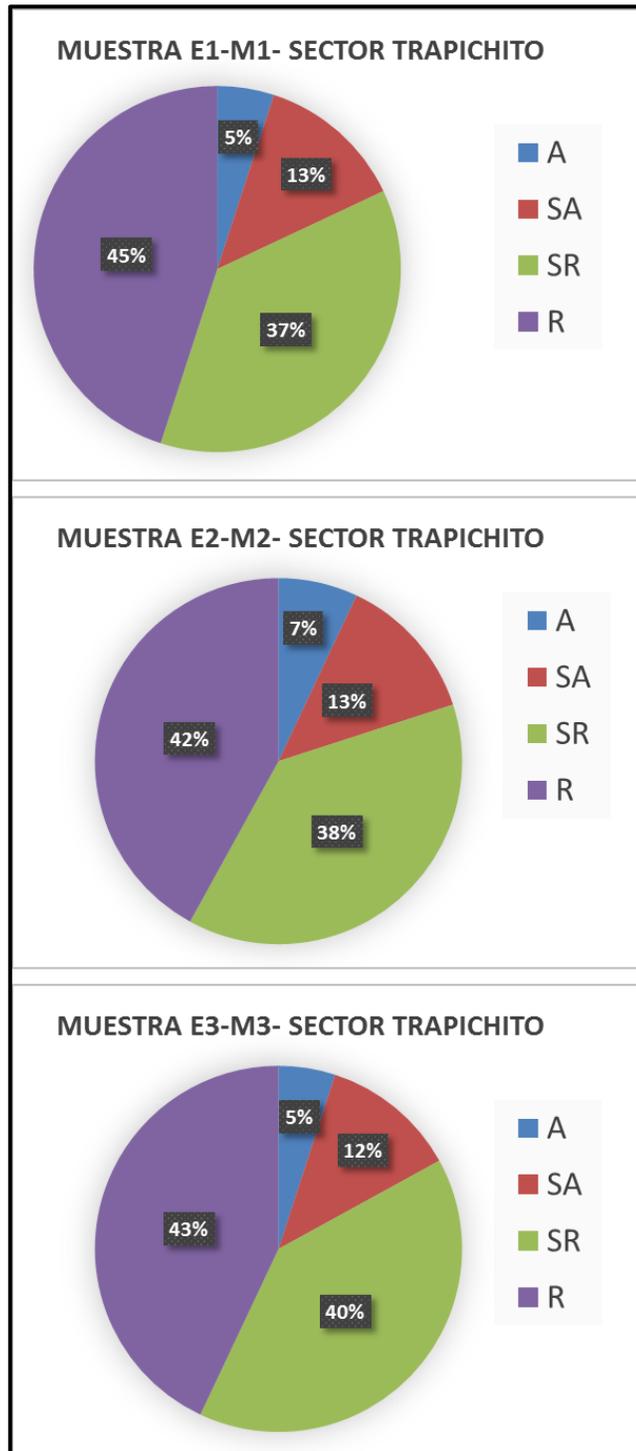


Figura 5.11 Diagramas circulares de los resultados de los análisis morfoscópicos.

#### 5.4 Parámetros estadísticos de los sedimentos del sector Trapichito

Para los análisis estadísticos se utilizaron las curvas granulométricas realizadas con anterioridad, a las 03 muestras. En ellas se determinaron los cuartiles Q1 y Q3, los percentiles 5, 40, 90 y 95 y la mediana de los datos (Tabla 5.4 y Apéndice B), con el fin de calcular diferentes aspectos físicos de los sedimentos con la interpretación estadística, de acuerdo a las ecuaciones presentadas en el capítulo 3.

Tabla 5.3 Parámetros estadísticos determinados para los sedimentos.

<b>PARÁMETROS ESTADÍSTICOS (mm)</b>							
<b>MUESTRA</b>	<b>P95</b>	<b>P90</b>	<b>Q3 75%</b>	<b>MEDIA (Md) 50%</b>	<b>P40</b>	<b>Q1 25%</b>	<b>P5</b>
<b>E1-M1</b>	0,05	0,13	0,25	0,48	0,61	0,97	2,0
<b>E2-M2</b>	0,024	0,035	0,150	0,430	0,55	0,800	1,8
<b>E2-M3</b>	0,05	0,62	2,5	0,7	0,8	1,1	2

Con los datos anteriores y utilizando las tablas de clasificación de Folk, R. y Ward, W. (1957), incluidas en el capítulo 3, se calcularon los parámetros estadísticos tales como la Curtosis (K), el Coeficiente de asimetría (Sk), el Índice de asimetría (Log Sk), el Coeficiente de uniformidad (U) y el Coeficiente de selección (So), que se presentan en la tabla 5.4.

Tabla 5.4 Clasificación estadística de los sedimento del sector Trapichito

<b>CLASIFICACIÓN ESTADÍSTICA</b>			
<b>Por el índice de asimetría</b>	<b>Por la Curtosis (K)</b>	<b>Por Coeficiente de uniformidad (U)</b>	<b>Por el coeficiente de selección (So)</b>
Simétrico	Mesocúrtica	Sedimento no uniforme	Mal Selección
Asimetría negativa	Mesocúrtica	Sedimento no uniforme	Muy mal selección
Muy asimétrico positivo	Muy platicúrtica	Sedimento no uniforme	Bastante bien seleccionada

Al examinar los resultados obtenidos, las muestras por comportamiento de asimetría son diferentes desde simétrico, asimetría negativa y asimétrico positivo, una

curtosis Mesocúrtica en 2 de las muestras y muy platicúrtica la otra muestra; según el coeficiente de uniformidad son “no uniforme”, y por el coeficiente de uniformidad presentan diferentes comportamientos: E1-M1 mala selección, E2-M2 muy mala selección y E3-M3 bastante bien seleccionada.

## 5.6 Determinación de las reservas de arenas en el sector Trapichito

Utilizando el plano topográfico del área de Trapichito, se determinaron las áreas parciales entre las curvas de nivel con intervalo de cota de 1 m (Tabla 5.5 y figuras 5.12, 5.13 y 5.14). Dando como resultados un área total de 18338,68 m<sup>2</sup>, unas reservas de arenas de 18045,58 m<sup>3</sup> y unas reservas totales de 23459,254 m<sup>3</sup>, asumiendo un valor de esponjamiento para la arena de 30 %.

Tabla 5.5 Valores de las áreas entre los sectores de las curvas de nivel del plano topográfico y reservas del sector de Trapichito.

Sector curvas de nivel	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Reservas m <sup>3</sup> - Tn
<b>Borde del plano y 32 m.s.n.m.</b>	586,2	93,32	293,1 - 0,2931
<b>32 y 33 m.s.n.m.</b>	3726,26	406,64	3726,26 - 3,726
<b>33 y 34 m.s.n.m.</b>	7249,7	581,98	7249,70 - 7,249
<b>34 y 35 m.s.n.m.</b>	4458,84	451,09	4458,84 - 4,458
<b>35 m.s.n.m. y el borde del plano</b>	2317,68	268,33	2317,68 - 2,317
<b>Total área m<sup>2</sup></b>	18338,68		
<b>Perímetro Total (m)</b>			
<b>Total Reservas (m<sup>3</sup>)</b>			18045,58- 18,045
<b>Reservas con factor del 30% de esponjamiento (m<sup>3</sup> - Tn)</b>			23459,25- 23,46

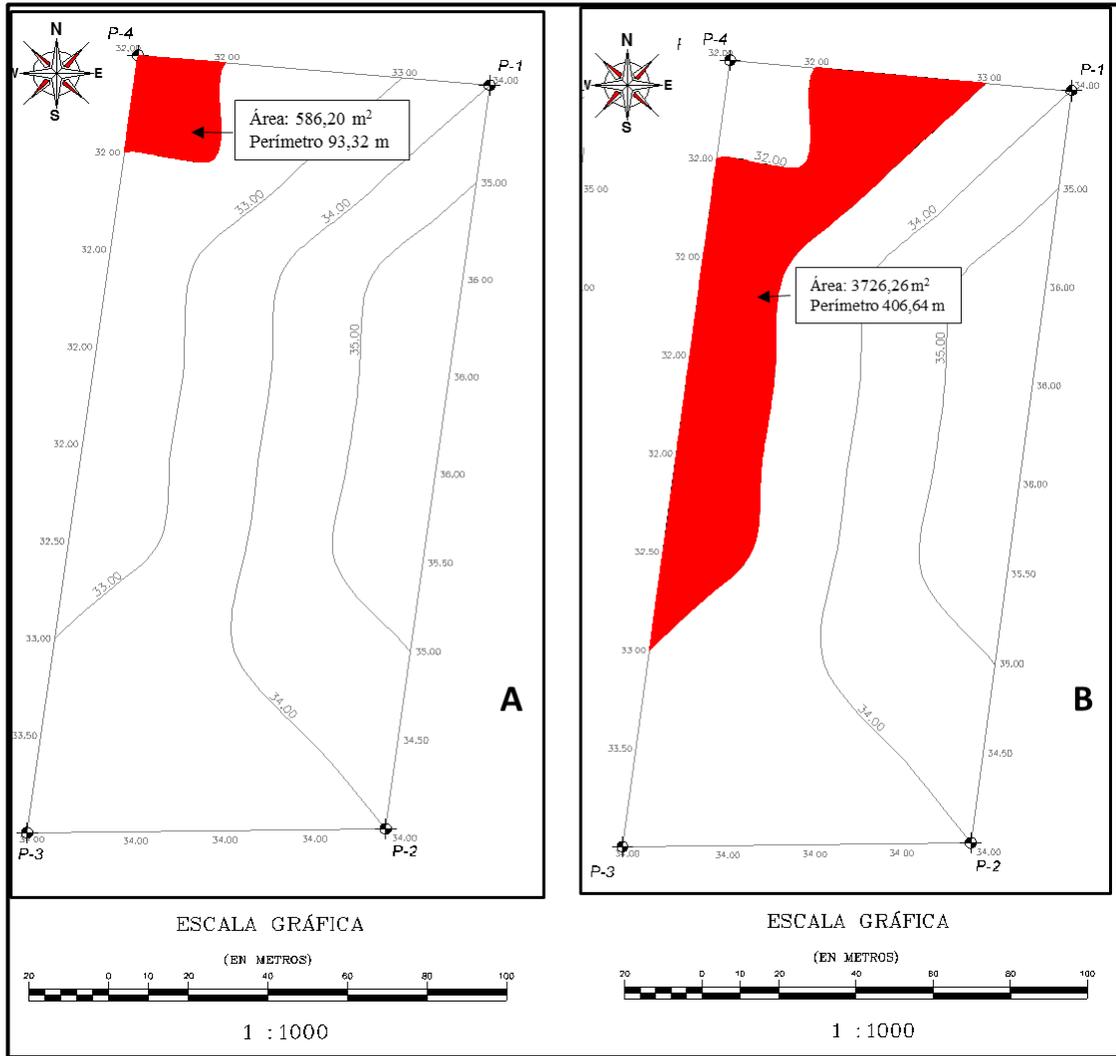


Figura 5.12 Mapas topográfico con áreas entre los sectores borde y curva de 32 m.s.n.m. (A) y sector entre las curvas 32 y 33 m.s.n.m. (B).

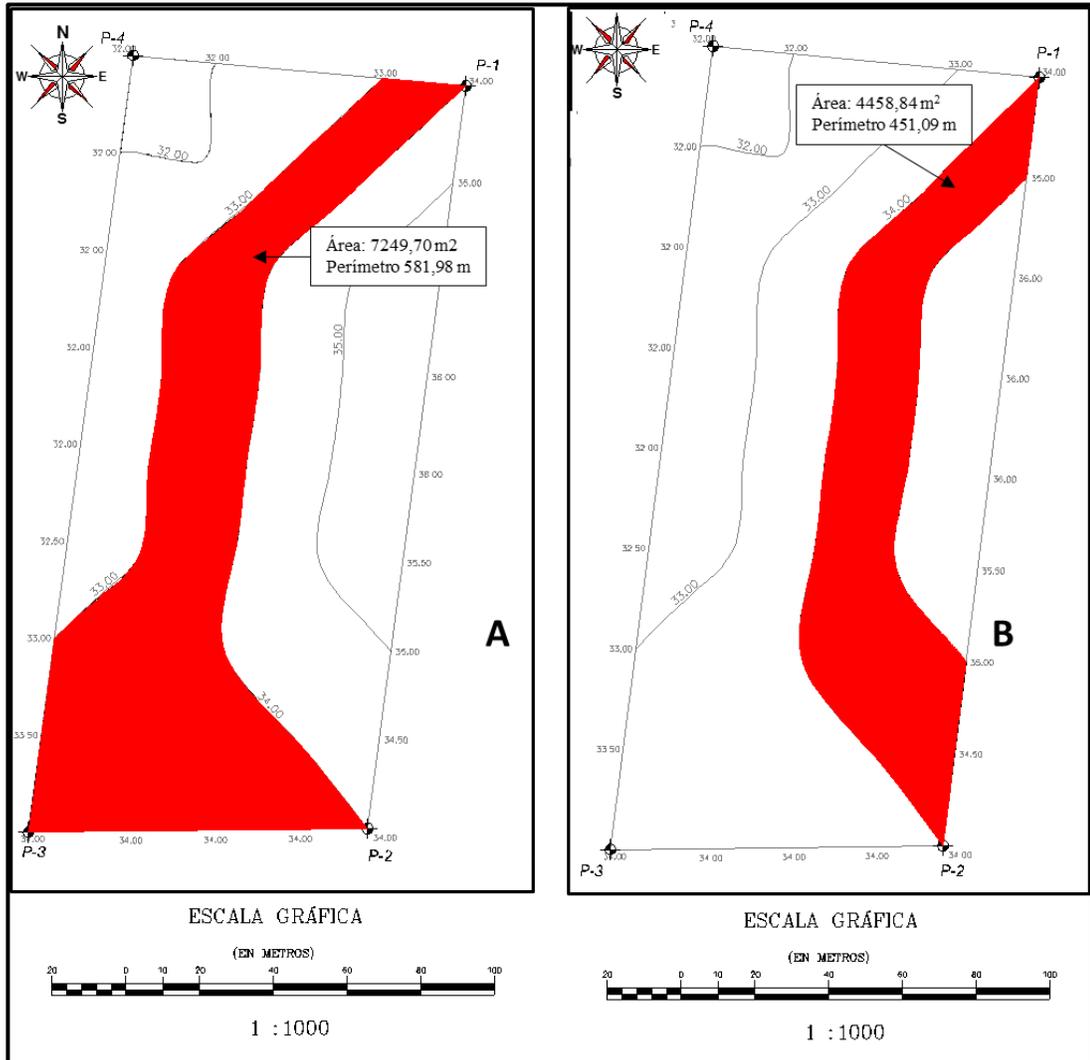


Figura 5.13 Mapas topográfico con áreas entre los sectores entre las curvas de 33 y 34 m.s.n.m. (A) y sector entre las curvas 34 y 35 m.s.n.m. (B).

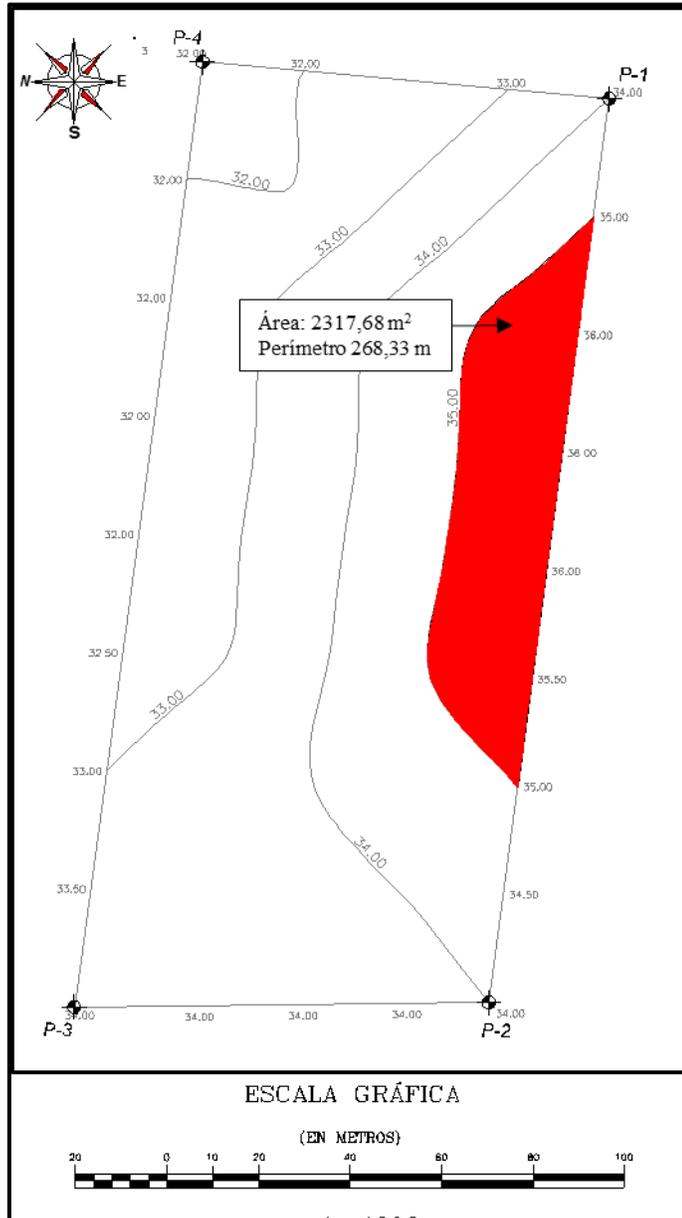


Figura 5.14 Mapa topográfico con área en el sector curva de 35 m.s.n.m. y elborde del plano topográfico.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Geológicamente en la zona de Trapichito se encuentra aluviones del Reciente, con taludes menores a 2 metros, caracterizados por arenas gruesas a medias limosas, de color gris, con fragmentos de limos arcillosos en la superficie y restos vegetales, asociados a llanuras de inundación de la cuenca del río Yocoima.

2. En las columnas sedimentológicas levantadas, se encuentran arenas muy gruesas a medias, limosas gris claro y gris oscuro y en algunas partes con manchas anaranjadas, asociadas a óxidos de hierro.

3. De acuerdo a la clasificación textural de los sedimentos del sector Trapichito por el método de Udden-Wentworth, se determinó que todas las muestras son arenas muy gruesas a media limosas.

4. La morfoscopía de las partículas de las muestras de sedimentos, usando el método de Powers, indica que predominan las partículas redondeadas y subredondeadas con valores de 43-45% y 37-40% respectivamente, y en menor proporción los angulosos y subangulosos con valores de 12-13% y de 10-14% respectivamente; lo que se interpreta, que ellas han tenido de bastante a moderado transporte, y que la fuente está lejana.

5. Los parámetros estadísticos calculados a las 3 muestras por medio de sus respectivas curvas granulométricas, indican los comportamientos de asimetría son diferentes desde simétrico, asimetría negativa y asimétrico positivo, una curtosis Mesocúrtica en 2 de las muestras y muy platicúrtica la otra muestra; en cuanto al coeficiente de uniformidad son “no uniforme”, y según el coeficiente de uniformidad

presentan diferentes comportamientos: E1-M1 mala selección, E2-M2 muy mala selección y E3-M3 bastante bien seleccionada.

6. Utilizando el plano topográfico del área de Trapichito, se determinaron áreas parciales entre las curvas de nivel con intervalo de cota de 1 m, dando como resultados un área total de 18338,68 m<sup>2</sup>, unas reservas totales de las arenas es de 18045,58 m<sup>3</sup> (18,04 Tn) y de las reservas totales con esponjamiento de 30% de 23459,254 m<sup>3</sup> (23,46 Tn).

### **Recomendaciones**

1. Realizar estudios en las inmediaciones del río Yocoima, que está más al sur del sector de Trapichito y comparar los tipos de sedimentos.

2. Determinar la densidad de los sedimentos del sector Trapichito para ajustar el valor de las reservas de las arenas.

3. Realizar análisis de difracción de rayos X para determinar la mineralogía en roca total y en la fracción menor a 2 micras para conocer la mineralogía de las arcillas y los limos.

4. Profundizar el área de estudio a través de trincheras (5 mts).

5. Ampliar estudio a otras zonas del lugar.

## REFERENCIAS

Allen, G. P y Segura, F. (1975) **SEDIMENTOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS CLÁSTICOS**. pp 3-16.

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

Balestrini Acuña, M. (1997). **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Séptima edición. BL Consultores Asociados Servicio Editorial. Caracas. Pp 137-141, 147-150

Blog Fibras y Normas (2024). **SEDIMENTACIÓN: DEFINICIÓN, TIPOS, APLICACIONES Y USOS**. Colombia. Disponible en <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/sedimentacion-definicion-tipos-aplicaciones-y-usos/>. Fecha de consulta 15 de marzo 2024.

Ciencia y biología (2015) **LOS RÍOS: SISTEMAS FLUVIALES**. Disponible en <https://cienciaybiologia.com/rios-sistemas-fluviales/>, Fecha de consulta 28-01-2024.

Corporación Venezolana de Guayana. Técnica Minera C.A. (TECMIN C.A.) (1991) **INFORME DE AVANCE NB-20-2. CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS, VEGETACIÓN**. Gerencia de Proyectos Especiales. Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana (P.I.R.N.R.G.), Ciudad Bolívar, Venezuela. Tomo I. pp 1-73.

Dávila B. Jorge, (2011) **DICCIONARIO GEOLÓGICO**. Disponible en <https://www.geologiaviva.info/wp-content/uploads/2020/12/DIC-GEOLOGICO.pdf>.

Departamento de Geología de la Universidad de Oriente (2.001) **GUÍA PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**, inédito, Ciudad Bolívar.

FranquetBernis Josep Maria y Querol Gómez Antonio (2010) **NIVELACIÓN DE TERRENOS POR REGRESIÓN TRIDIMENSIONAL**. Primera edición, disponible en [http://www.mecinca.net/papers/Nivelacion\\_REGRESION.pdf](http://www.mecinca.net/papers/Nivelacion_REGRESION.pdf). Pp 83-86.

Food and Agriculture Organization (2014) **PLANOS Y MAPAS TOPOGRÁFICOS**. Disponible en: [https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6707s/x6707s09.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/x6707s09.htm).

Folk, R.L. and Ward, W.C. (1957) **A Study in the Significance of Grain-Size Parameters**. Journal of Sedimentary Petrology, 27, 3-26.

González De J., C. Iturralde De Arozena, J. y Picard, X., (1980) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS**, Ediciones Foninves, Tomo I. Caracas, Venezuela. pp 59-76.

González de Vallejo (2002) **INGENIERÍA GEOLÓGICA**. Pearson Educación, 744 páginas.

Instituto Autónomo de Minas Bolívar (2023) **CUESTIONARIOS BÁSICOS AMBIENTALES DE LAS EXTRACCIONES DE MINERALES NO METÁLICOS ARENA DE MINA, MATERIAL DE RELLENO Y GRANZA**

**NATURAL EN EL SECTOR EL ROSARIO, PARROQUIA VISTA AL SOL,  
CIUDAD GUAYANA, MUNICIPIO CARONÍ, ESTADO BOLÍVAR.**

Ministerio del Ambiente (2007) **GEOVENEZUELA – ATLAS DEL  
ESTADO BOLÍVAR.** Fundación Polar. Caracas

Pettijohn F, J. (1976). **ROCASSEDIMENTARIAS.** Edición EUDEBA.  
Tercera Edición, Buenos Aires Argentina. Pp 250-260

Quispe, R. (2014) **MEDIDA DE DISPERSION, ASIMETRÍA Y  
CURTOSIS.**  
CAPÍTULO IV, 27 de enero 2023. [www.renanquispellanos.com/  
4.Cap%C3%ADtulo4.pdf].

Tarback, Edward y Lutgens, Frederick (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA –  
INTRODUCCION A LA GEOLOGIAFISICA.** Pearson Educación S. A. Madrid,  
8va edición. pp 456-459.

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

Wikipedia (2023) **WIKIPEDIA – LA ENCICLOPEDIA LIBRE – RÍO  
YOCOIMA,** disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo\\_Yocoima](https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo_Yocoima).  
Fecha de consulta: 10 de febrero 2024.

Wikipedia (2022) **WIKIPEDIA – LA ENCICLOPEDIA LIBRE –  
ALUVIÓN.** Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Aluvi%C3%B3n>. Fecha de  
consulta: 13 de marzo 2024.

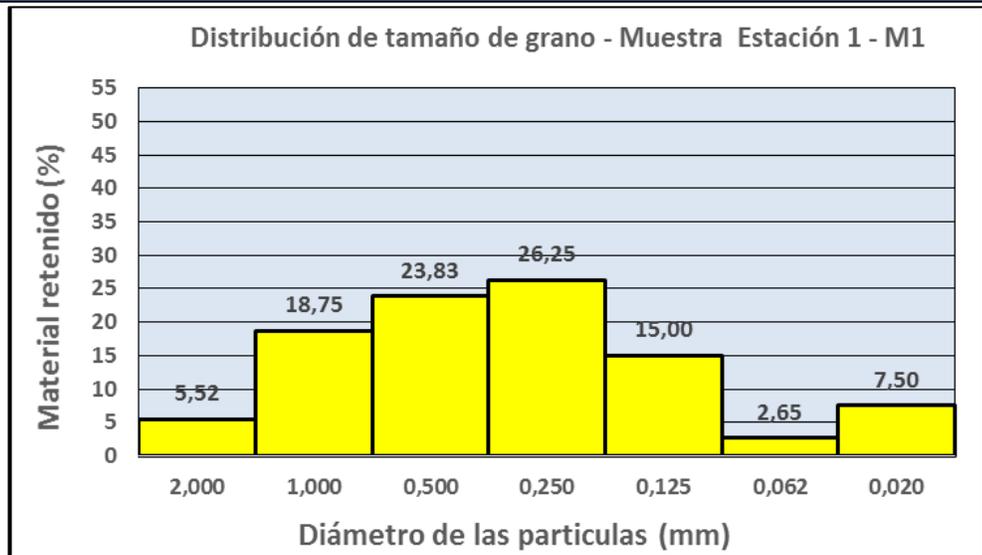
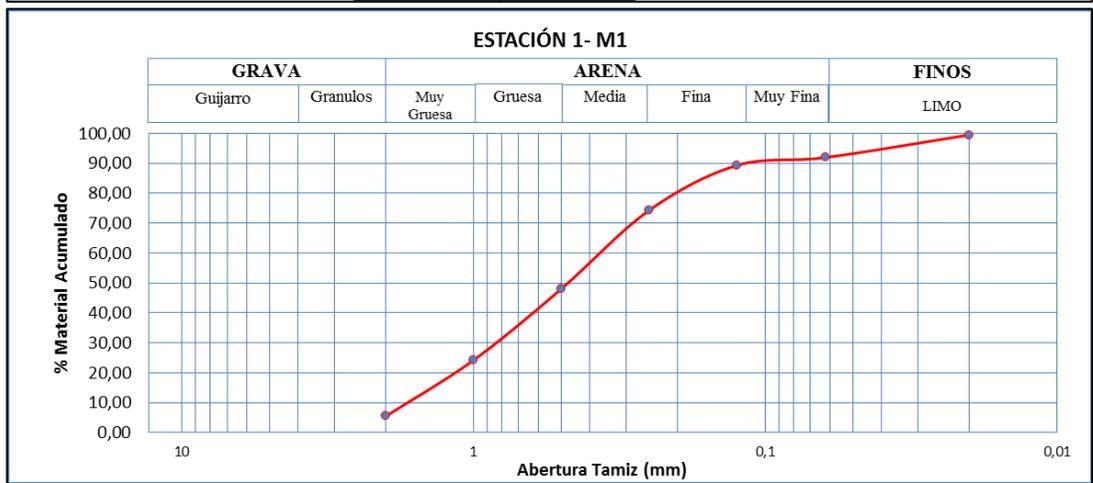
WordPress.com (2020) **LOS AMBIENTES ACUÁTICOS**. Disponible en <https://educacioncytlamatanza.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/04/naturales-5to-bon-c3.pdf>. Fecha de consulta 28-01-2024.

## **APÉNDICES**

## **APÉNDICE A**

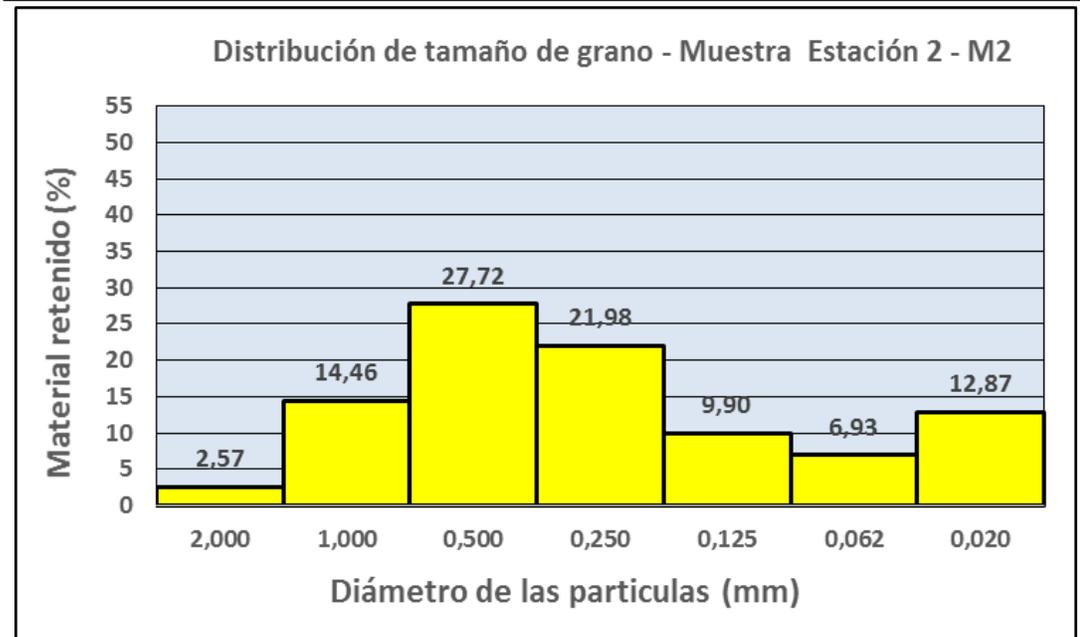
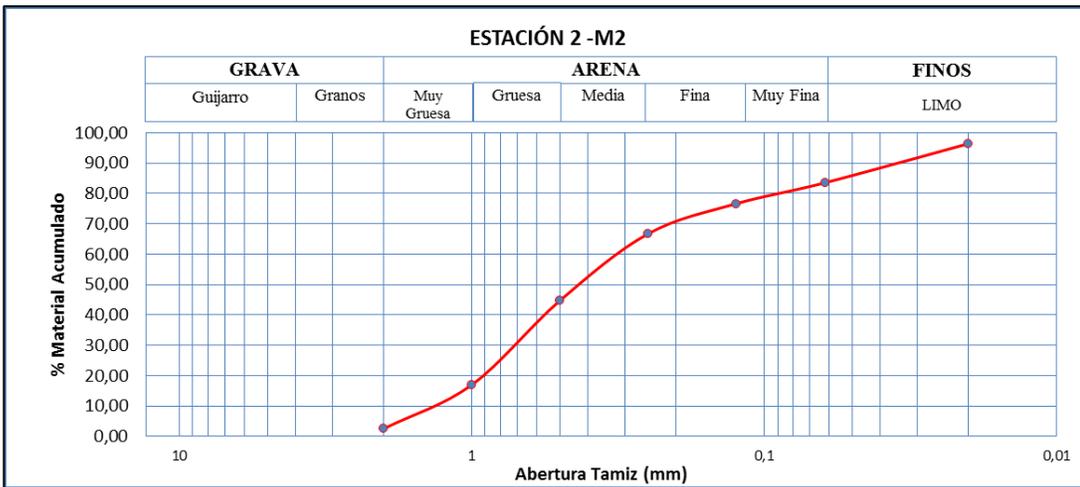
### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DEL SECTOR TRAPICHITO**

Fecha:	Marzo de 2024			Coordenadas:	N: 920473	E: 543736		
Muestra:	Estación 1 -M1							
Procedencia:	SECTOR TRAPICHITO, PARROQUIA VISTA AL SOL, CIUDAD GUAYANA, MUNICIPIO CARONÍ, ESTADO BOLÍ							
Descripción:	Arena muy gruesa a media gravosa							
				<b>Muestra</b>		<b>Estación 1 -M1</b>		
Peso de la muestra (gr):				520,00		Arena muy gruesa a media limosa		
# Tamiz	Diam. Tamiz	Peso Tamiz	Tamiz+Muestra	Peso Ret.	%Material Ret	%Material Acum.	%Mat. Pasante	
10	2	661	690	29	5,52	5,49	94,51	
18	1,00	596	694	98	18,75	24,24	75,76	
35	0,5	557	681	124	23,83	48,07	51,93	
60	0,25	289	426	137	26,25	74,33	25,67	
120	0,125	495	573	78	15,00	89,33	10,67	
200	0,062	504	518	14	2,65	91,98	8,02	
PAN	0,02	484	523	39	7,50	99,48	0,52	
				517				
				Error		-2,59		



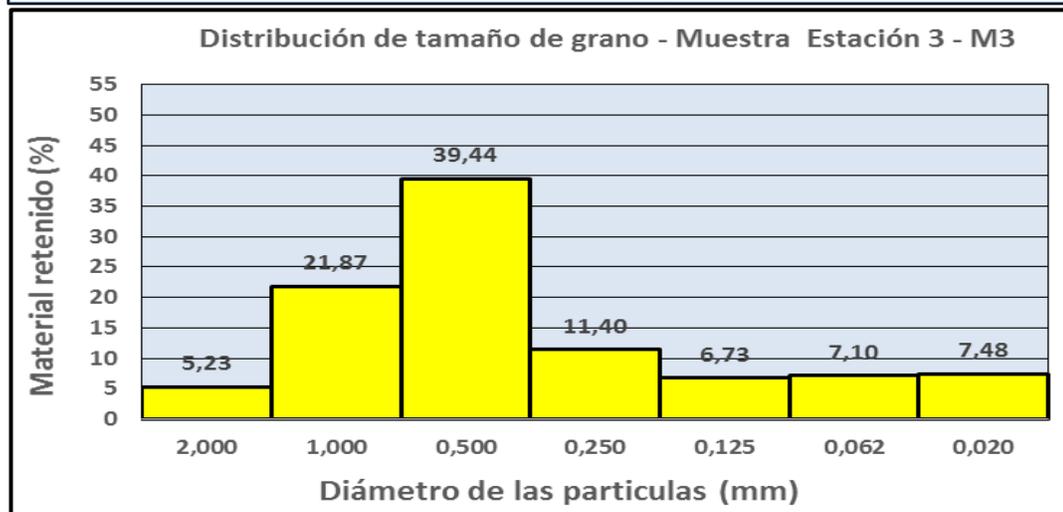
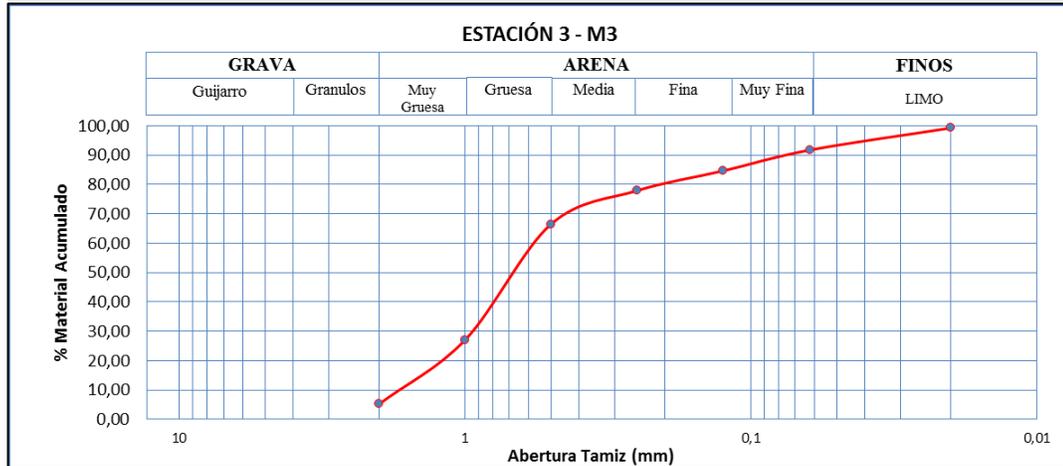
A1. Resultado del análisis granulométrico de la muestra E1-M1.

Fecha:	Marzo de 2024			Coordenada:	N: 920432	E: 543704		
Muestra:	Estación 2 -M2							
Procedencia:	SECTOR TRAPICHITO, PARROQUIA VISTA AL SOL, CIUDAD GUAYANA, MUNICIPIO CARONÍ, ESTADO BOLÍVAR							
Descripción:	Arena muy gruesa a media gravosa							
	<b>Muestra</b>				<b>Estación 2 -M2</b>			
Peso de la muestra (gr):	505,00				Arena muy gruesa a media limosa			
# Tamiz	Diam. Tamiz	Peso Tamiz	Tamiz+Muestra	Peso Ret.	%Material Ret	%Material Acum.	%Mat. Pasante	
10	2	661	674	13	2,57	2,55	97,45	
18	1,00	596	669	73	14,46	17,01	82,99	
35	0,5	557	697	140	27,72	44,73	55,27	
60	0,25	289	400	111	21,98	66,71	33,29	
120	0,125	495	545	50	9,90	76,61	23,39	
200	0,062	504	539	35	6,93	83,54	16,46	
PAN	0,02	484	549	65	12,87	96,41	3,59	



A2. Resultado del análisis granulométrico de la muestra E2-M2.

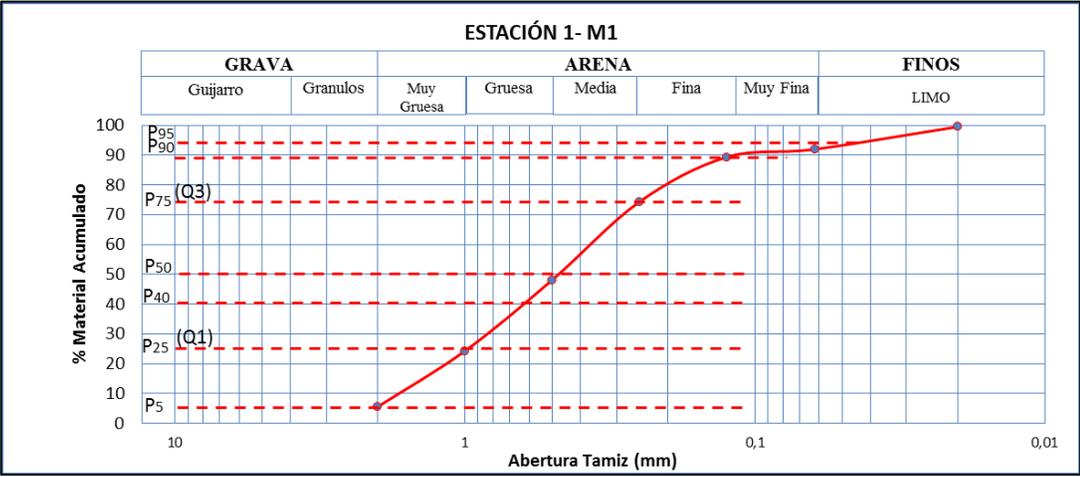
Fecha:	Marzo de 2024			Coordenadas:	N: 920608	E: 543718	
Muestra:	Estación 3 -M3						
Procedencia:	SECTOR TRAPICHITO, PARROQUIA VISTA AL SOL, CIUDAD GUAYANA, MUNICIPIO CARONÍ, ESTADO BOLÍ						
Descripción:	Arena muy gruesa a media gravosa						
	<b>Muestra</b>			<b>Estación 2 -M2</b>			
	Peso de la muestra (gr):			535,00	Arena muy gruesa a media limosa		
# Tamiz	Diam. Tamiz	Peso Tamiz	Tamiz+Muestra	Peso Ret.	%Material Ret	%Material Acum.	%Mat. Pasante
10	2	661	689	28	5,23	5,23	94,77
18	1,00	596	713	117	21,87	27,10	72,90
35	0,5	557	768	211	39,44	66,54	33,46
60	0,25	289	350	61	11,40	77,94	22,06
120	0,125	495	531	36	6,73	84,67	15,33
200	0,062	504	542	38	7,10	91,77	8,23
PAN	0,02	484	524	40	7,48	99,25	0,75
				531			
			Error	-4,00			



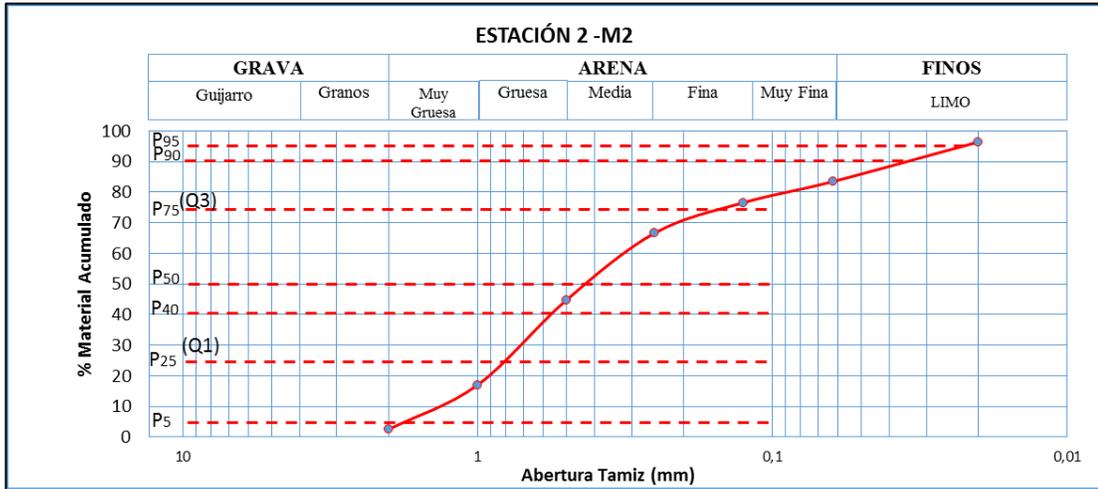
A1. Resultado del análisis granulométrico de la muestra E3-M3.

## **APÉNDICE B**

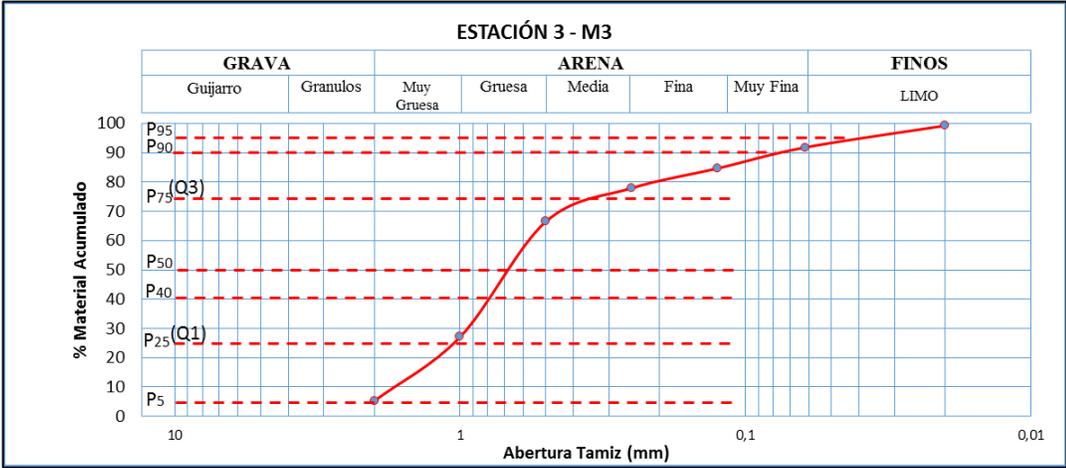
### **PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LOS SEDIMENTOS DEL SECTOR TRAPICHITO**



**B1 Parámetros estadísticos de E1-M1**



B2 Curva Parámetros estadísticos de E2-M2



B3 Parámetros estadísticos de E3-M3

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

<b>Título</b>	<b>CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA CON FINES DE EXTRACCIÓN DE ARENA DE MINAS DEL SECTOR TRAPICHITO, PARROQUIA VISTA AL SOL, CIUDAD GUAYANA, MUNICIPIO CARONÍ, ESTADO BOLÍVAR.</b>
<b>Subtítulo</b>	

### Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
<b>BASTARDO T. OSIRIS. M.</b>	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	<a href="mailto:trias0801bastardo@gmail.com">trias0801bastardo@gmail.com</a>
	<b>e-mail</b>	
<b>RENY LEANDER. A. FIGUEROA</b>	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	<a href="mailto:renyf56@gmail.com">renyf56@gmail.com</a>
	<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:

El Rosario, Puerto Ordaz
Materiales no metálicos
Sedimentos del Reciente
Ciudad Guayana
Río Yocoima
Caracterización Sedimentológica
Cálculo de Reservas

**Líneas y sub-líneas de investigación:**

Área	Subárea
Geología	Geología de superficie
	Sedimentología

**Resumen (abstract):**

Este proyecto trata del estudio sedimentológico con fines de extracción de arenas de minas del sector de Trapichito, parroquia Vista al Sol, Ciudad Guayana, municipio Caroní, estado bolívar, situado en la población El Rosario. El estudio se inició con la finalidad de caracterizar los sedimentos de los cuerpos sedimentarios presentes en Trapichito, llevando a cabo una investigación exploratoria y descriptiva con la realización de un trabajo de campo del área para estudiar los sedimentos su textura, los parámetros estadísticos, morfoscopia y calcular las reservas de arenas disponibles. En el trabajo de campo, se levantaron columnas sedimentológicas en 3 estaciones en taludes, con una profundidad de 90 cm y con la toma de 3 muestras, una en cada estación. En oficina, se organizaron los datos y se realizaron los análisis granulométricos por el método mecánico con los tamices 10, 18, 35, 60, 120, 200 y PAN y los morfoscópicos por el método de Powers, se digitalizaron las columnas sedimentológicas utilizando la aplicación de Excel del Office 2016, se elaboró el plano topográfico en AUTOCAD 2012, con curvas de nivel con intervalo de 1 metro, y se calcularon las áreas parciales entre los sectores encerrados por 2 curvas de nivel, para obtener el área total y calcular las reservas totales de las arenas y las reservas totales asumiendo un esponjamiento de 30%. Los resultados obtenidos son: geológicamente en la zona de Trapichito se encuentra aluviones del Reciente, con taludes menores a 2 metros, caracterizados por arenas gruesas a medias limosas, de color gris, con fragmentos de limos arcillosos en la superficie y restos vegetales, asociados a llanuras de inundación de la cuenca del río Yocoima. En las columnas sedimentológicas levantadas, se encuentran arenas muy gruesas a medias, limosas gris claro y gris oscuro y en algunas partes con manchas anaranjadas, asociadas a óxidos de hierro. De la clasificación textural de los sedimentos del sector Trapichito por el método de Udden-Wentworth, se determinó que todas las muestras son arenas muy gruesas a media limosas. La morfoscopia de las partículas de las muestras de sedimentos, por el método de Powers, indica que predominan las partículas redondeadas y subredondeadas con valores de 43-45% y 37-40% respectivamente, y en menor proporción los angulosos y subangulosos con valores de 12-13% y de 10-14% respectivamente; lo que se interpreta, que ellas han tenido de bastante a moderado transporte, y que la fuente está lejana. Los parámetros estadísticos de las 3 muestras, indican los comportamientos de asimetría son diferentes desde simétrico, asimetría negativa y asimétrico positivo, una curtosis Mesocúrtica en 2 de las muestras y muy platicúrtica la otra muestra; en cuanto al coeficiente de uniformidad son “no uniforme”, y según el coeficiente de uniformidad presentan diferentes comportamientos: E1-M1 mala selección, E2-M2 muy mala selección y E3-M3 bastante bien seleccionada. Utilizando el plano topográfico del área de Trapichito, se determinó un área total de 18338,68 m<sup>2</sup>, unas reservas totales de las arenas de 18045,58 m<sup>3</sup> (18 Tn) y unas reservas totales con esponjamiento de 30% de 23459, 254 m<sup>3</sup> (23,46 Tn).

Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

**Contribuidores:**

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail								
	ROL	C	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	T	<input type="checkbox"/>	J	<input type="checkbox"/>
	CVLAC								
	e-mail								
	e-mail								
	ROL	C	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	T	<input type="checkbox"/>	J	<input type="checkbox"/>
	CVLAC								
	e-mail								
	e-mail								
	ROL	C	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	T	<input type="checkbox"/>	J	<input type="checkbox"/>
	CVLAC								
	e-mail								
	e-mail								
	ROL	C	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	T	<input type="checkbox"/>	J	<input type="checkbox"/>
	CVLAC								
	e-mail								
	e-mail								

**Fecha de discusión y aprobación:**

Año	Mes	Día
2024	Mayo	21

Lenguaje: spa

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

**Archivo(s):**

<b>Nombre de archivo</b>	<b>Tipo MIME</b>
<b>Tesis-(word).doc</b>	<b>Application/msword</b>

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

**Alcance:**

**Espacial:** Sector de Trapichito, Cueca del río Yocoima, (Opcional)  
Parroquia Vista al Sol, Ciudad Guayana,  
Municipio Caroní, Estado Bolívar, Población El  
Rosario

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

**Título o Grado asociado con el trabajo:** Geólogo e Ingeniero de Minas

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Pregrado

**Área de Estudio:** Sector de Trapichito, Parroquia Vista al Sol, Ciudad  
Guayana, Municipio Caroní, Estado Bolívar, Población El  
Rosario, Cuenca del río Yocoima

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



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

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

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

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR <i>Mazze</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

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

**Derechos:**

**De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajos de Grado de Pregrado “Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario”**

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.

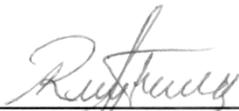


---

**BASTARDO T. OSIRIS. M.**

Cédula de identidad: V- 21.263.681

**AUTOR 1**

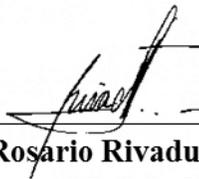


---

**RENY LEANDER. A. FIGUEROA**

Cédula de identidad: V-.21.261.118

**AUTOR 2**



---

**Rosario Rivadulla**  
C.I: 3.825.175  
**TUTOR ACADÉMICO**