

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



**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL CAUCE  
DEL RÍO CANDELARITA, EN LA CUENCA BAJA, PARROQUIA  
PANAPANA, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE  
GRADO PRESENTADO  
POR LOS BACHILLERES  
FILGUEIRA C. ROBERT  
A. Y GUTIÉRREZ J.  
MARÍA F. PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE  
INGENIERO GEÓLOGO**

**CIUDAD BOLÍVAR, ABRIL DE 2018**



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

**HOJA DE APROBACIÓN**

Este trabajo de grado, intitulado “**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL CAUCE DEL RÍO CANDELARITA, EN LA CUENCA BAJA, PARROQUIA PANAPANA, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR**”, presentado por los bachilleres **Filgueira C. Robert A.** portador de la cédula de identidad N° **23.732.346** y **Gutiérrez J. María F.** portadora de la cédula de identidad N° **24.502.455**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Profesora Rosario Rivadulla

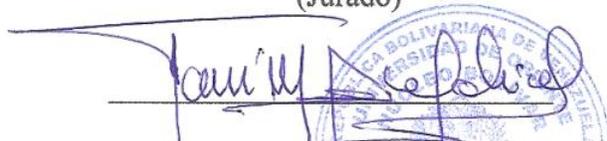
(Asesor)

Profesor Jacques Edlibi

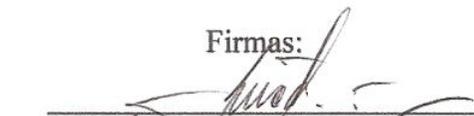
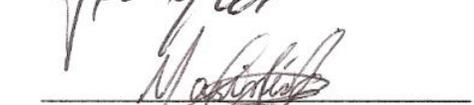
(Jurado)

Profesora Marines González

(Jurado)

  
Prof. Javier Ramos  
Jefe del Dpto. de Ingeniería Geológica

Firmas:

  
Prof. Francisco Monteverde  
Director de Escuela Ciencias de la Tierra

Ciudad Bolívar, Abril de 2018

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme salud, por su iluminación y sabiduría para seguir adelante en este camino lleno de esfuerzos y sacrificios. A mis padres Yuruvi Castillo e Iván Antonio Filgueira por su apoyo incondicional, ejemplo de lucha y tesón, por darme todo su amor y apoyo incondicional, de quienes he aprendido el valor y la fuerza ante la adversidad. A mis hermanos Iván, el mayor de los tres y ejemplo y Alejandro, por haberme acompañado y apoyado todo este tiempo, por todos los momentos que hemos pasado juntos, y para que se motiven a luchar por todo lo que se propongan. A mis tíos, primos por su invaluable apoyo y cariño. A todos mis abuelos, por ser ejemplos de lucha y constancia, en especial a mi Abuela Gladis Silva que siempre quiso estar conmigo cuando llegara este momento y por convertirse en inspiración para mí.

**Filgueira C. Robert A.**

Este trabajo de grado se lo dedico a Dios, por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos. A mis padres Fernando Gutiérrez y Haidee Jiménez, por haberme apoyado en todo momento, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y principalmente por su amor y comprensión.

A mi abuela Domiciana Jiménez, mi segunda madre, por apoyarme, por sus consejos y valores, por la motivación constante, pero más que nada por su amor. A mi hermano Fernando Gutiérrez, por estar incondicionalmente para mí por ser mi amigo, mi compañero y mi apoyo. A todas aquellas personas que colaboraron de alguna u otra manera durante todo el trayecto.

**Gutiérrez J. María F.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecido con Dios por darme vida, salud, entendimiento y paciencia para poder seguir adelante luchar con las adversidades cumplir mis metas. A mis padres Yuruvi Castillo e Iván Antonio Filgueira por todo su apoyo incondicional, consejos y sacrificio. A mis hermanos Iván y Alejandro por su compañía en todo este camino. A mi abuela Gladis Silva por darme fuerzas para continuar con cada cosa que me proponga, por enseñarme que hay que conocer el mundo. A mi tío Iván Rafael Filgueira por todo su apoyo, ayuda, consejos y compartir sus conocimientos conmigo. A María Gutiérrez por ser mi compañera de tesis, a mi tío José Gregorio Rodríguez por prestarnos su ayuda en la elaboración de este trabajo. A la profesora Rosario Rivadulla por aceptar ser nuestra tutora, educarnos profesionalmente y compartir sus conocimientos. A la Universidad de Oriente, a los profesores por compartir sus conocimientos y experiencias para lograr esta meta, a mis amigos y compañeros.

**Filgueira C. Robert A.**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de este camino. A mis padres Fernando Gutiérrez y Haidee Jiménez, por ser los mejores padres, por su provisión, sus consejos, su cariño y entrega. A mi abuela Domiciana Jiménez, por el amor y ayuda que me ha otorgado. A mi hermano por su compañía y apoyo. A mi Alma Máter, la Universidad de Oriente, y todo el personal que me formó para mi vida profesional. A la Profesora Rosario Rivadulla, por ser nuestra tutora y por compartir su tiempo y conocimientos. A mi amigo y compañero Robert Filgueira por su esmero y paciencia en el logro de esta meta que también es suya. Al señor José Gregorio Rodríguez, por su colaboración en la elaboración de este trabajo. Para finalizar gracias a todas aquellas personas que colaboraron de alguna u otra manera durante todo el trayecto.

**Gutiérrez J. María F.**

## RESUMEN

El área de estudio está ubicada al sureste de Ciudad Bolívar, en el municipio Heres, parroquia Panapana, estado Bolívar, y es un tramo de 230 metros de longitud del río Candelarita. Este trabajo tiene como finalidad caracterizar sedimentológicamente el cauce del río Candelarita, en la cuenca baja. Es una investigación de tipo descriptiva y con un diseño documental y de campo; que para el logro de los objetivos se realizó la recolección de 15 muestras de sedimento, de ellas 8 fueron procesadas en los laboratorios de la Escuela de Ciencias de la Tierra, para análisis granulométrico por tamizado, morfoscópico y mineralógico con microscopio estereográfico; además las curvas granulométricas de frecuencia acumulada, se interpretaron por el método de Visher para determinar los mecanismos de transporte de las partículas. En la zona se realizó un mapa geológico y se identificaron tres unidades geológicas: Complejo de Imataca, Formación Mesa y Sedimentos Recientes. Los análisis mediante columnas sedimentológicas mostraron la existencia de cuerpos sedimentarios diferentes, estos debido a los cambios de energía, lo cual se puede evidenciar por las estructuras sedimentarias, que evidencian una variación de flujo laminar y turbulento. Según la escala Wentworth, los sedimentos son arenas finas hacia la llanura aluvial, arenas medias en el pie de los taludes y arenas gruesas en el fondo del cauce. Morfoscopicamente los sedimentos se clasificaron por 3 métodos: el método de Powers, que señaló una amplia distribución en el tipo de forma de las partículas, con una variación entre 22.0 a 39.8% de angulosas, de 20.0 a 37.0% de sub-angulosas, entre 14.6 a 36.8% de sub-redondeadas, de 4.0 a 20.2% de redondeadas y de 0.0 a 10% de muy redondeadas. Con el método de Zingg se analizaron 6 partículas de grava de 1 muestra; obteniéndose 3 tipo rodillo, 2 esfera y 1 discoidal. Por el método Sneed y Folk se estudiaron las mismas partículas de gravas utilizadas en Zingg, clasificándolas en: 2 tabulares, 1 alargada, 1 esférico tabular y 2 esférico alargada; deduciéndose que el grado de transporte que han sufrido las partículas es de mediano a alto grado. En la composición mineral, predomina el cuarzo (12-76%), seguida de hornblenda (4-6%), fragmentos de roca (4-5%), magnetita (4-5%), óxidos de hierro hidratado (turguita, goethita y limonita) (0-2%), feldespatos alterados (0-2%), circón, granate, hematita, ilmenita, leucoxeno en una misma proporción (0-3%). De acuerdo al método de Visher, en el tramo estudiado del río Candelarita predomina el mecanismo de transporte por saltación con partículas que presentan un diámetro de 0.25- 0.177 y 0.42-0.25 mm en las calicatas, 0.25-0.12 y 0.42 -0.25 mm en las trincheras, y fondo del cauce 0.30-0.177 y 0.84-0.30 mm.

## CONTENIDO

|  |      |
|--|------|
| HOJA DE APROBACIÓN .....                           | ii   |
| DEDICATORIA .....                                  | iii  |
| AGRADECIMIENTOS .....                              | iv   |
| RESUMEN.....                                       | v    |
| LISTA DE FIGURAS.....                              | ix   |
| LISTA DE TABLAS .....                              | x    |
| LISTA DE APÉNDICES .....                           | xi   |
| LISTA DE ANEXOS.....                               | xiii |
| <br>   |      |
| INTRODUCCIÓN .....                                 | 1    |
| CAPÍTULO I.....                                    | 2    |
| SITUACIÓN A INVESTIGAR .....                       | 2    |
| 1.1 Situación u objeto de estudio.....             | 2    |
| 1.2 Objetivos de la investigación.....             | 4    |
| 1.2.1 Objetivo general .....                       | 4    |
| 1.2.2 Objetivos específicos .....                  | 4    |
| 1.3 Justificación de la investigación.....         | 5    |
| 1.4 Alcance de la investigación .....              | 5    |
| 1.5 Limitaciones .....                             | 5    |
| <br>   |      |
| CAPÍTULO II .....                                  | 7    |
| GENERALIDADES .....                                | 7    |
| 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio ..... | 7    |
| 2.2 Acceso al área de estudio .....                | 8    |
| 2.3 Características físico-naturales.....          | 8    |
| 2.3.1 Climatología.....                            | 8    |
| 2.3.2 Precipitación.....                           | 8    |
| 2.3.3 Evaporación .....                            | 9    |
| 2.3.4 Temperatura .....                            | 9    |
| 2.3.5 Humedad relativa media .....                 | 9    |
| 2.3.6 Presión media.....                           | 9    |
| 2.3.7 Insolación media .....                       | 10   |
| 2.3.8 Radiación media.....                         | 10   |
| 2.3.9 Drenaje .....                                | 10   |
| 2.3.10 Vegetación .....                            | 10   |
| 2.3.11 Fauna.....                                  | 12   |
| 2.3.12 Suelo.....                                  | 12   |
| 2.3.13 Geomorfología .....                         | 13   |
| 2.4 Geología regional .....                        | 16   |
| 2.4.1 Provincia geológica de Imataca .....         | 16   |

|   |   |    |
|---|---|----|
| 2.4.2   | Formación Mesa.....   | 18 |
| 2.4.3   | Sedimentos Recientes.....   | 19 |
| CAPÍTULO III.....                             |   | 20 |
| MARCO TEÓRICO.....                            |   | 20 |
| 3.1   | Antecedentes de la investigación.....   | 20 |
| 3.2   | Fundamentos teóricos.....   | 21 |
| 3.2.1   | Ambientes fluviales.....  | 21 |
| 3.2.2   | Mecanismos de transporte (Visher) .....   | 22 |
| 3.2.3   | Composición mineralógica de los sedimentos .....  | 25 |
| 3.2.4   | Escala de tamaño de Uden-Wentworth.....   | 25 |
| 3.2.5   | Escogimiento.....   | 26 |
| 3.2.5   | Análisis granulométrico .....   | 26 |
| 3.2.6   | Grado de redondez (Powers).....   | 27 |
| 3.2.7   | Forma de los granos .....   | 28 |
| 3.2.8   | Índice de forma de Zingg .....  | 29 |
| 3.2.9   | Índice de forma de Sneed y Folk .....   | 30 |
| CAPÍTULO IV.....                              |   | 31 |
| METODOLOGÍA DE TRABAJO.....                   |   | 31 |
| 4.1   | Tipo de investigación .....   | 31 |
| 4.2   | Diseño de investigación.....  | 31 |
| 4.2.1   | Diseño documental.....  | 31 |
| 4.2.2   | Diseño de campo.....  | 32 |
| 4.3   | Etapas de la investigación .....  | 32 |
| 4.3.1   | Etapa I: Recopilación de información.....   | 33 |
| 4.3.2   | Etapa II: Trabajo de campo.....   | 33 |
| 4.3.3   | Etapa IV: Análisis de laboratorio.....  | 36 |
| 4.3.4   | Etapa V: Procesamiento de información.....  | 38 |
| CAPÍTULO V.....                               |   | 40 |
| ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS ..... |   | 40 |
| 5.1   | Identificar las unidades geológicas correspondientes al área en estudio.....  | 40 |
| 5.2   | Descripción de los sedimentos en el tramo de estudio del río Candelarita, levantando columnas sedimentológicas..... | 42 |
| 5.2.1   | Columna sedimentológica 1 – Calicata 1 .....  | 42 |
| 5.2.2   | Columna sedimentológica 2 – Calicata 2 .....  | 43 |
| 5.2.3   | Columna sedimentológica 3 – Calicata 3 .....  | 44 |
| 5.2.4   | Columna sedimentológica 4 – Calicata 4 .....  | 45 |
| 5.2.5   | Columna sedimentológica 5 – Trinchera 1.....  | 45 |
| 5.2.6   | Columna sedimentológica 6 – Trinchera 2.....  | 46 |
| 5.3   | Clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Wentworth....   | 46 |

|                                     |   |    |
|-------------------------------------|---|----|
| 5.4                                 | Clasificación morfoscópica de las partículas de los sedimentos presentes en el cauce del río utilizando los métodos de Powers, Zing, Sneed y Folk. .... | 47 |
| 5.4.1                               | Método de Powers .....  | 47 |
| 5.4.2                               | Método de Zingg .....   | 48 |
| 5.4.3                               | Método de Sneed y Folk.....   | 49 |
| 5.5                                 | Análisis de las características morfológicas de los sedimentos para determinar el grado de transporte.....  | 50 |
| 5.6                                 | Determinación de la composición mineralógica de los sedimentos presentes en la cuenca del río Candelarita usando el microscopio estereográfico .....    | 50 |
| 5.7                                 | Determinación de los mecanismos de transporte utilizando el método de Visher .....  | 51 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... |   | 53 |
|                                     | Conclusiones .....  | 53 |
|                                     | Recomendaciones.....  | 55 |
| REFERENCIAS.....                    |   | 56 |
| APÉNDICES.....                      |   | 58 |
| ANEXOS .....                        |   | 90 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....  | 7  |
| 2.2 Mapa geológico generalizado del escudo de Guayana mostrando la ubicación y extensión de la Provincia de Imataca (Modificado de Mendoza, V. 2000). .....  | 17 |
| 2.3 Mapa geológico esquemático del Complejo de Imataca. (Mendoza, V. 2000). ..   | 17 |
| 2.4 Extensión geográfica de la Formación Mesa (Modificada de PDVSA-Intevep 1997-2005). .....   | 18 |
| 3.1 Principales tipos ríos según el número de canales, el índice de entrelazamiento o braiding (Br) y el grado de sinuosidad (S). Modificado de Miall (1977) en Arche A. (2010) .....  | 22 |
| 3.2 Escala del tamaño del grano de los sedimentos y sus correspondientes valores en la escala Phi de Udden-Wentworth 1922 (Baamonde, J. 2006) .....  | 26 |
| 3.3 Grado de redondez de Powers 1953 (Baamonde, J. 2006). .....  | 27 |
| 3.4 Medidas de los diámetros de un guijarro (Ledesma, J. 2013).....  | 29 |
| 3.5 Clasificación de Zingg de las formas de las gravas basada en las relaciones de intercepción (Ledesma, J. 2013).....  | 29 |
| 3.6 Clasificación de Sneed y Folk de las formas de las gravas basada en las relaciones de intercepción (Ledesma, J. 2013) .....  | 30 |
| 4.1 Flujograma de actividades.....   | 33 |
| 4.2 Reconocimiento del área de estudio del río Candelarita.....  | 34 |
| 4.3 Leyenda utilizada en las columnas sedimentológicas del río Candelarita .....   | 35 |
| 5.1 Afloramiento de gneis granítico de color rosáceo.....  | 40 |
| 5.2 Sedimentos recientes en los márgenes de río Candelarita. ....  | 42 |
| 5.3 Muestra de gravas (E1M8) del río Candelarita con sus respectivas dimensiones: longitud (a), ancho (b) y espesor (c) .....  | 48 |
| 5.4 Fotografías tomadas a través del microscopio estereográfico. A: Mineral opaco (magnetita) y transparente (cuarzo).NP. Objetivo 20x/ 0%2c40, B: Granate. NP. Objetivo 20x/ 0%2c40, C: Granos de Cuarzo. NC. Objetivo 10x /0%2c20, D: Granos de Cuarzo. NP. Objetivo 10x /0%2c20, E: Horblenda. NC. Objetivo 10x /0%2c20, F: Horblenda NP. Objetivo 10x /0%2c20, G: Circón. NC. Objetivo 20x/ 0%2c40, H: Circón. NP. Objetivo 20x/ 0%2c40..... | 51 |

## LISTA DE TABLAS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 4.1 | Coordenadas UTM-REGVEN de las estaciones de muestreo. ....                               | 36 |
| 5.1 | Clasificación textural de los sedimentos del río Candelarita .....                       | 47 |
| 5.2 | Conteo de partículas de las muestras de sedimentos del río Candelarita.....              | 48 |
| 5.3 | Forma de las gravas de la muestra E1M8 del río Candelarita, según Zingg.....             | 49 |
| 5.4 | Forma de la gravas de la muestra E1M8 del río Candelarita, según Sneed y Folk .....      | 49 |
| 5.5 | Composición mineralógica de los sedimentos del río Candelarita. ....                     | 50 |
| 5.6 | Mecanismos de transporte de los sedimentos del río Candelarita. Concepto de Visher ..... | 52 |

## LISTA DE APÉNDICES

|   |    |
|---|----|
| A. COLUMNAS SEDIMENTOLÓGICAS DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO CANDELARITA .....   | 59 |
| A.1 Columna sedimentológica de la calicata 1 del río Candelarita, al SW, en la margen izquierda. ....                   | 60 |
| A.2 Columna sedimentológica de la calicata 2 del río Candelarita, en margen derecha al SE .....                         | 61 |
| A.3 Columna sedimentológica de la calicata 3 del río Candelarita, en la margen derecha al norte .....                   | 62 |
| A.4 Columna sedimentológica de la calicata 4 del río Candelarita, en la margen izquierda al NW.....                     | 63 |
| A.5 Columna sedimentológica de la trinchera 1 del río Candelarita, en la margen derecha al Este.....                    | 64 |
| A.6 Columna sedimentológica de la trinchera 2 del río Candelarita, en la margen derecha al NE .....                     | 65 |
| <br>  |    |
| B. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS REALIZADOS A LOS SEDIMENTOS DEL RÍO CANDELARITA.....  | 66 |
| B.1 Análisis granulométrico de la muestra C1M1 .....  | 67 |
| B.2 Análisis granulométrico de la muestra C2M2 .....  | 68 |
| B.3 Análisis granulométrico de la muestra C3M3 .....  | 69 |
| B.4 Análisis granulométrico de la muestra C4M4 .....  | 70 |
| B.5 Análisis granulométrico de la muestra T1M5 .....  | 71 |
| B.6 Análisis granulométrico de la muestra T2M6 .....  | 72 |
| B.7 Análisis granulométrico de la muestra FCM7, fondo del lecho del río.....  | 73 |
| <br>  |    |
| C. ANÁLISIS MORFOSCÓPICO. HIDROGRAMAS DE DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL TIPO DE FORMA DE LAS PARTÍCULAS SEGÚN POWERS. .... | 74 |
| C.1 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C1M1. Según Powers .....                     | 75 |
| C.2 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C2M2. Según Powers .....                     | 75 |
| C.3 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C3M3. Según Powers .....                     | 76 |
| C.4 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C4M4. Según Powers .....                     | 76 |
| C.5 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T1M5. Según Powers .....                     | 77 |
| C.6 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T2M6. Según Powers .....                     | 77 |

|   |           |
|---|-----------|
| C.7 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra FCM7. Según Powers.....                                      | 78        |
| <b>D. ANÁLISIS MORFOSCÓPICO. DIAGRAMAS DE CLASIFICACIÓN DE FORMA DE LAS PARTÍCULAS POR LOS MÉTODOS DE ZINGG Y DE SNEED Y FOLK. ....</b> | <b>79</b> |
| D.1 Clasificación de la forma de las gravas de la muestra E1M8. Según Zingg. .  | 80        |
| D.2 Clasificación de la forma de las gravas de la muestra E1M8. Según Sneed y Folk.....   | 81        |
| <b>E. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS. CURVA DE FRECUENCIA ACUMULADA. SUBPOBLACIONES DE VISHER.....</b>  | <b>82</b> |
| E.1 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra C1M1. Subpoblaciones de Visher .....                           | 83        |
| E.2 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra C2M2. Subpoblaciones de Visher .....                           | 84        |
| E.3 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra C3M3. Subpoblaciones de Visher .....                           | 85        |
| E.4 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra C4M4. Subpoblaciones de Visher .....                           | 86        |
| E.5 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra T1M5. Subpoblaciones de Visher .....                           | 87        |
| E.6 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra T2M6. Subpoblaciones de Visher .....                           | 88        |
| E.7 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra FCM7. Subpoblaciones de Visher.....                            | 89        |

## **LISTA DE ANEXOS**

1. MAPA GEOLÓGICO DE LA ZONA ESTUDIADA DEL RÍO CANDELARITA.

## INTRODUCCIÓN

Los sedimentos tienen funciones esenciales en los ríos como son: el desarrollo del cauce en sus cambios de forma (ancho, profundidad, formación de islas o bancos de arena), sirven para minimizar la degradación del fondo ya que suplen el sedimento en zonas erosionadas, en la formación de hábitats para un gran número de organismos vivos y en el transporte de nutrientes. Algunos riesgos del transporte de sedimentos son el cambio del ancho del cauce durante las avenidas, los deslizamientos de materiales, y los flujos de lodos y escombros en las inundaciones. Los procesos que gobiernan el movimiento de los sedimentos en los ríos son complejos y dependen de factores: hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geográficos y biológicos. Debido a esto la siguiente investigación trata sobre la caracterización sedimentológica de un tramo de aproximadamente unos 230 metros de longitud del río Candelarita y pertenece a la cuenca baja del río Candelaria, el cual se encuentra ubicado al sureste de Ciudad Bolívar, en el municipio Heres, parroquia Panapana, estado Bolívar.

Esta investigación busca evaluar las propiedades físicas que poseen los sedimentos del cauce para así conocer los efectos que causan sobre ellos los distintos mecanismos de transportes y los procesos a los cuales son sometidos. Este trabajo está estructurado por cinco (5) capítulos, el capítulo I comprende la situación a investigar, los objetivos de la investigación, la justificación, alcances y limitaciones del mismo. El capítulo II está constituido por las generalidades de la zona en estudio. El capítulo III, abarca los antecedentes de la investigación y las bases teóricas que respaldan la metodología empleada. El capítulo IV, está conformado por la descripción de la metodología de trabajo, subdividida en cuatro (4) etapas. El capítulo V, consiste en los análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por último las conclusiones y las recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### 1.1 Situación u objeto de estudio

Todos los ríos o cuerpos de agua en movimiento existentes en el mundo empujan, arrastran, remueven materiales y los depositan; los sedimentos que contiene una corriente de agua son consecuencia natural de la degradación del suelo, puesto que el material procedente de la erosión, llega a las corrientes a través de tributarios menores por la capacidad que tiene la misma para transportar sólidos, también por movimientos en masa, es decir, desprendimientos, deslizamientos y otros.

Los sedimentos reflejan la erosión del terreno producida aguas arriba, dentro de la cuenca de drenaje y el cambio en la acumulación de estos en terrenos aluviales aguas abajo, a su vez, también influyen el clima, la vegetación, el relieve, la pendiente, el tipo de suelo y roca y las actividades humanas, tales como la deforestación, la agricultura y la urbanización. Las fluctuaciones en la descarga de partículas afectan un gran número de procesos terrestres y costeros, incluyendo las respuestas del ecosistema debido a que los nutrientes son transportados junto con la carga de sedimentos.

Las corrientes fluviales forman y ajustan sus propios cauces, la carga de sedimentos a transportar y la capacidad de transporte tienden a alcanzar un equilibrio de erosión-depositación.

Mediante el transporte, las partículas sufren efectos secundarios debido a los procesos a los cuales son sometidas. Estos efectos se convierten en características

físicas propias de las partículas, algo que constituye mucha importancia, ya que mediante estos se pueden obtener gran cantidad de datos, que nos pueden dar referencia, del tipo de transporte sufrido, la cantidad de transporte, la composición mineral que tiene, el tipo de material, si es del sitio donde se encontró o fue llevado hasta ese lugar, etc.

En Venezuela las corrientes son el agente dominante de la alteración del paisaje, erosionando, transportando y depositando más partículas sedimentarias que cualquier otro proceso. Además de los depósitos fluviales, se acumulan grandes cantidades de sedimentos cuando las crecidas periódicas inundan valles amplios y llanos, denominados llanura de inundación.

La zona de estudio se encuentra ubicada en la cuenca baja del río Candelarita, en el Complejo Geológico de Imataca, el cual forma parte del Escudo de Guayana, que a su vez pertenece a la cuenca del río Candelaria. Este río no ha sido estudiado, por lo que existe muy poca información con respecto a él, y a los sedimentos que transporta.

El río Candelarita, erosiona y transporta una gran cantidad de material detrítico conformado por arenas y gravas, producto de la alteración de las rocas preexistentes en la zona, como parte del ciclo natural de las rocas; pudiéndose depositar en cuerpos arenosos. Estos materiales se enriquecen con minerales y fragmentos de rocas, que han resistido la meteorización, el transporte y el desgaste, formando posibles depósitos secundarios de minerales que pueden concentrarse en grandes volúmenes.

Debido a lo anteriormente expuesto, es que se plantea realizar una caracterización de los sedimentos presentes en el cauce de río Candelarita, a partir de los análisis granulométricos, morfoscópico y mineralógico, así como la distribución y el mecanismo de transporte que sufrieron los aluviones presentes en el área de

estudio, la descripción de las unidades geológicas y el entorno natural de la zona; con los que se podría determinar cómo ha sido el transporte y/o trayectoria de estos sedimentos; y la ubicación de las posibles concentraciones de minerales explotables; además de obtener información de los aspectos geomorfológicos y mineralógicos del río, características asociadas a la dinámica fluvial.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar la caracterización sedimentológica del cauce del río Candelarita, en la cuenca baja, parroquia Panapana, municipio Heres, estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar las unidades geológicas presentes en el área en estudio y realizar un mapa geológico.
2. Describir los sedimentos en el tramo de estudio del río Candelarita, a través del levantamiento de columnas sedimentológicas.
3. Clasificar texturalmente los sedimentos, mediante la escala Wentworth, realizando análisis granulométricos por tamizado.
4. Clasificar morfoscópicamente las partículas de los sedimentos presentes en el cauce del río, utilizando los métodos de Powers, Zing, Sneed y Folk.
5. Inferir el grado de transporte, a través del análisis de las características morfológicas de los sedimentos.

6. Determinar la composición mineralógica de los sedimentos presentes en la cuenca del río Candelarita, usando el microscopio estereográfico.

7. Determinar los mecanismos de transporte, utilizando el método de Visher.

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

Existe poca información sobre la caracterización de los sedimentos presentes en el río Candelarita; por lo tanto este trabajo de grado será para aportar más información sobre ellos.

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

Este trabajo consistirá en caracterizar los sedimentos presentes en el cauce de río Candelarita, con el fin de clasificar los sedimentos según la escala de Wentworth; analizar las características morfológicas de ellos, según la clasificación de Powers, Zing, Sneed y Folk; la composición mineralógica usando el microscopio estereográfico; y la determinación de los mecanismos de transporte por el método de Visher.

### **1.5 Limitaciones**

1. Dificultad de acceso a la zona de estudio, debido a las pocas vías de penetración y las malas condiciones en que se encuentran.

2. Deficiencia y falta de transporte para trasladarse a la zona de estudio.

3. Falta de autorización para el acceso a áreas privadas por las cuales pasa el río Candelarita.

4. Dificultad en la obtención de recursos y/o equipos técnicos necesarios para la recolección de información.

5. Escasa información y material bibliográfico actualizado sobre la zona.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada al sureste de Ciudad Bolívar, en el municipio Heres, parroquia Panapana, estado Bolívar, en el escudo de Guayana y es un tramo de aproximadamente unos 230 metros de longitud del río Candelarita, que está entre las coordenadas UTM N-898978,959 – E-457023,758 y N-898865,231 – E-457130,755; y pertenece a la cuenca baja del río Candelaria a la altura del km 21 de la autopista Simón Bolívar, que conecta a Ciudad Bolívar con Puerto Ordaz a 1,9 km hacia el sur de dicha autopista, en unos terrenos de propiedad municipal (Figura 2.1).



Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.

## **2.2 Acceso al área de estudio**

El acceso al área de estudio se realiza a través de la autopista nacional Simón Bolívar que conecta a Ciudad Bolívar con Puerto Ordaz a la altura del km 21, al sur de dicha autopista y por una carretera de arena, por medio de terrenos y parcelas de propiedad privada y municipal, se accede a la cuenca baja del río Candelaria que conduce a un tramo del río Candelarita que pertenece a esa cuenca.

## **2.3 Características físico-naturales**

### **2.3.1 Climatología**

El clima reinante en el área de estudio es de tipo subtropical húmedo, que se divide en: estación lluviosa larga que se extiende desde el mes de Mayo hasta Octubre, estación lluviosa corta que comprende desde Noviembre hasta Diciembre y una estación seca que se extiende desde el mes de Enero hasta Abril (C.V.G – TECMIN 1991).

### **2.3.2 Precipitación**

Sucedan dos períodos estacionales propios del área que son: una estación lluviosa cuyo período de lluvia inicia en el mes de Mayo y termina en el mes de Noviembre, en donde los meses de mayor precipitación se encuentra de Junio a Agosto con una lluvia entre 170.07 y 149.90 mm y una estación de sequía con una precipitación mínima de 16.19 mm para el mes de Febrero y una máxima de 31.62 mm para el mes de Abril (C.V.G – TECMIN 1991)

### **2.3.3 Evaporación**

El promedio de la evaporación media anual, se ubica en 103.72 mm. Los meses de mayor evaporación van desde Enero hasta Abril con máximos durante Febrero (141.59 mm) y Marzo (147.52 mm) y su valor más bajo se registra durante los meses que van desde Junio hasta Noviembre, con mínimos en Julio (72.80 mm) y Junio (73.64 mm), esto es debido a las altas temperaturas, la mayor cantidad de horas de brillo solar, la baja humedad relativa así como también al sensible aumento de la velocidad del viento (C.V.G – TECMIN 1991).

### **2.3.4 Temperatura**

La temperatura media anual es de aproximadamente 27.08 °C y para el período 1994-2007, las máximas temperaturas se presentaron en el mes de Mayo con 28.51 °C, y las mínimas en el mes de Enero con 24,95° C.

### **2.3.5 Humedad relativa media**

La humedad relativa media anual para el período 1994-2007 se registró en 70.85 %, siendo la máxima humedad de 84.71 % para el mes de Julio y la mínima en el mes de Febrero con 69.64% (C.V.G – TECMIN 1991).

### **2.3.6 Presión media**

La presión media anual registrada para el período 1994-2007 es de 12.05 hPa, la presión máxima registrada es de 17.03 hPa para el mes de Junio y la mínima registrada de 6.92.0 hPa para el mes de Noviembre (C.V.G – TECMIN 1991).

### **2.3.7 Insolación media**

Los valores de insolación media para el período 1994-2007 fueron de 7.52 horas. Los máximos valores se presentan en el mes de Marzo con 8.26 horas y la mínima de 5.86 horas para el mes de Junio (C.V.G – TECMIN 1991).

### **2.3.8 Radiación media**

La radiación media anual registrada para el periodo 1994 - 2007 es de 12.53 cal/cm<sup>2</sup>x día, la máxima registrada es de 15.65 cal/cm<sup>2</sup>x día en el mes de Marzo y la mínima se presenta en el mes de Diciembre con 8.84 cal/cm<sup>2</sup>x día (C.V.G – TECMIN 1991).

### **2.3.9 Drenaje**

El drenaje que predomina en la zona es la cuenca del río Candelaria, está formado por un sistema dendrítico de densidad permanente en toda la cuenca. Igualmente, hacia la desembocadura se observan cuerpos mayores de agua que forman lagunas permanentes. Estas lagunas de agua se encuentran en zonas de peniplanicie sometidas a régimen de inundación durante la estación lluviosa. (C.V.G. – TECMIN, 1991).

### **2.3.10 Vegetación**

La cuenca del río Candelarita posee una arborescencia típica del suelo sabanero. El área se caracteriza por presentar una vegetación con comunidades deciduas a semi-deciduas, asociadas a condiciones de drenaje excesivo, que se traduce en una muy baja disponibilidad de agua para las plantas. La vegetación presente en el área de estudio es típica de sabana, y prevalecen dos tipos:

### **2.3.10.1 Vegetación de sabana con chaparro**

La vegetación con chaparro se caracteriza principalmente por dos tipos de vegetación: la vegetación herbácea, que está constituida por una cobertura graminiforme de baja altura, entre la cual las especies más abundantes son la paja peluda *Trachypogon* (*plumosus*), escobilla (*Ecoparia dulcis*), dormidera (*Mimosa dorens*), etc. y la vegetación arbustiva que está conformada por árboles de 2 a 4 metros de altura. Entre la vegetación arbustiva se mencionan el chaparro (*Curatella* americana), chaparro manteco (*Bowdichia virgilioides*), mandinga (*Roupals complicata*), y en proporción menor el mango (*Mangifera indica*), etc. (C.V.G. – TECMIN, 1991).

### **2.3.10.2 Vegetación de bosques de galería**

A lo largo de las zonas húmedas, específicamente en los márgenes de los ríos, se presentan una cobertura vegetal; arborescencia de tipo selvático, denominada “Bosque de Galería”. (C.V.G. – TECMIN, 1991).

El bosque es de cobertura media a alta, siendo las especies que lo caracterizan *Randia espinosa*, *R. nítida*, *Cupania scrobiculata*, *Erytroxilum* cf. *Raimondi*, *Psidium guanensis*, *Olyra ciliatifolia*, *Senna* cf. *Multijuga*, *Amaioua* sp., *Guapira ferruginea*, *C. Sylvestris*, *Genipa americana*, *Calliandra* sp., *Pereskia* sp., *Cortón* sp., *Bromelia* sp. y *Astronium lecontii*. Las especies arbóreas más importantes son la *Copaifera officinalis* (Aceite), *Cochlospermum orinocense*, *Tapirira guianensis* (Patillo), *Mauritia fleuxosa* (Morange), *Xylopia aromática* (Fruta de burro), *Protium* sp. (Tacamajaca), *Jacaranda obtusifolia* (San José), *Vitex compressa* (Totumillo), *Lonchocarpus* sp. (Mahomo), *Myriospermum frutescens* (Cereipo), *Spondias monbin* (Jobo), *Casearia* sp. (Puneral) y *Caesalpinia corianía* (Dividive). (Orsetti, M y Romero, Y. 2005).

### **2.3.11 Fauna**

La fauna silvestre en el área de estudio es relativamente escasa y se encuentra ampliamente distribuida en el resto de la región. Las especies más comunes son: monos, venados, cunagueros, onzas, cachicamos, serpientes y lagartijas. La presencia de algunas de estas especies es confirmada por informantes locales y habitantes de la zona. (C.V.G. – TECMIN, 1991).

### **2.3.12 Suelo**

En la zona de estudio la cobertura del suelo es mayormente areno-arcilloso rojizo a moteado y arenosos de color marrón claro, y a mayor profundidad son de colores amarillentos, grises y blancos. Los suelos que se han desarrollado en esta zona son producto de la sedimentación fluvio-deltaica que ocurrió durante el pleistoceno. En menor proporción se observan suelos residuales de color rojizo de aspecto arcillo-arenosos que comúnmente rodean a los cuerpos Graníticos más meteorizados. Los principales suelos, de acuerdo a la Taxonomía de Suelos Norteamericanos (Soil Survey Staff, 1992) son los Ultisoles que pertenecen al Orden Ultisol, específicamente a los Sub – Grupos Arenic y Grossarenic Kandistults (suelos arcillosos y ácidos con bajo contenido de bases intercambiables, por lo que su fertilidad y permeabilidad es escasa), asociados a afloramientos rocosos, lo que va a sustentar una vegetación herbácea o arbustiva.

Estos suelos se desarrollan desde muy superficiales (menos de 10 cm.), hasta niveles un poco más profundos (1.5 metros). Poseen horizontes A (3–40 cm.) cuyos colores en húmedos varían desde negro y marrón grisáceo muy oscuro hasta marrón amarillento; este horizonte, generalmente, suprayace los estratos rocosos o al horizonte C, el cual ocurre a profundidades variables (4–50 cm.) con colores que varían desde marrón a amarillo. (C.V.G. – TECMIN, 1991).

### 2.3.13 Geomorfología

En el área de estudio se puede visualizar que la geomorfología predominante es la planicie representada en su mayoría por la formación Mesa, y en menos proporciones peniplanicies con presencia de lomeríos, la cual coincide con la información suministradas por C.V.G. – TECMIN C.A. (1991) donde se caracteriza por la presencia de planicies y peniplanicies bajas, suavemente onduladas hacia el norte y hacia el sur por un paisaje de lomeríos de alturas y pendientes variables. Las planicies son los paisajes de mayor uniformidad; y las hay de origen deposicional, residual y combinando ambos factores, los más predominantes son los de tipo deposicional correspondientes a la formación Mesa.

La superficie de la Formación Mesa ha sido moldeada, en especial las arenas no consolidadas que se ven más afectadas por las aguas de escorrentías desarrollando estructuras erosivas como: conos de derrubios, terrazas aluviales y denominadas cárcavas, estas últimas poseen rasgos particulares de depresiones, que se van haciendo cada vez más extensas (Franzone, A. y Medina, A. 1998).

Las mayores elevaciones en la cuenca principal que es la cuenca del río Candelaria están dominadas por los cerros Candelaria, Montecristo y Buenos Aires. En el caso de la cuenca del río Candelarita que pertenece a la cuenca del río Candelaria, el nivel del terreno desciende paulatinamente de Sur a Norte igual que el resto de toda la cuenca de Candelaria, esto es, desde la naciente del río Candelaria hasta su desembocadura en el río Orinoco, siguiendo el curso longitudinal de dicho río. En general, la topografía del área es muy variada, distinguiéndose como rasgos principales las sabanas, las lomas convexas y pronunciadas, los cerros y las terrazas. (Larez G., Haydee L., Miguel A. Salazar S. y Esteban M. Salcedo V. 1972).

Hacia la parte Norte y Sur de la cuenca se encuentran grandes extensiones de sabanas suavemente onduladas, con hierbas y arbustos. La monotonía del paisaje se interrumpe a menudo por los afloramientos esparcidos de gneises. Hacia el Noroeste y Suroeste se observan lomas de relieve suave originadas por los efectos de la meteorización de los gneises graníticos precámbricos del Complejo de Imataca que afloran en el área (Larez G., Haydee L., Miguel A. Salazar S. y Esteban M. Salcedo V. 1972).

Entre las lomas se encuentran áreas onduladas caracterizadas por grandes peñones y superficies redondeadas de rocas provenientes de las cuarcitas ferruginosas. En esa misma área, al Noroeste de la cuenca, se visualizan algunas crestas alargadas y angostas de cuarcitas ferruginosas (formaciones de hierro) cuyo rumbo dominante es hacia el Noroeste (Larez G., Haydee L., Miguel A. Salazar S. y Esteban M. Salcedo V. 1972).

En el Oeste, Centro y Este del área se encuentran cerros con altitudes que oscilan entre los 10 – 100 metros o más, y que presentan corazas protectoras de cuarcita ferruginosa que les confieren una fuerte resistencia a la acción meteórica. También se observan grandes cantidades de bloques angulares de cuarcita ferruginosa, betas de cuarzo (Larez G., Haydee L., Miguel A. Salazar S. y Esteban M. Salcedo V. 1972).

El drenaje en el área se encuentra controlado por las estructuras, en la mayor parte de su recorrido está regido por los sistemas de diaclasas presentes (Larez G., Haydee L., Miguel A. Salazar S. y Esteban M. Salcedo V. 1972).

El drenaje en la naciente del río Candelarita es dendrítico, y se abre paso para enclavarse en los suelos que cubren el área de estudio hasta su desembocadura en el río Candelaria. En la parte inferior del curso, las cabeceras de los afluentes tienen

ramificaciones dendríticas, dada por la presencia de paquetes de arcillas de la Formación Mesa (Candelaria, Juan M., 1982). Sin embargo, Larez G., Haydee L.; Miguel A. Salazar S. y Esteban M. Salcedo V., (1972), indican que hacia las cabeceras el drenaje es de tipo “trellis” y luego el drenaje es de tipo enrejado, y el material aluvional depositado en los valles es escaso y sólo se limita a pequeños depósitos en las márgenes de los ríos.

Por lo tanto en la cuenca del río Candelaria se presentan cinco geomorfologías bien diferenciadas: colinas, penillanuras, valles coluvios-aluviales, llanuras aluviales y vegas. El río Orinoco separa las tierras llanas de la parte septentrional y del Sur de la Formación Mesa. En esta última zona el relieve está delineado por lomas y elevaciones estructurales de rocas precámbricas (C.V.G – TECMIN, C.A. 1.991).

#### **2.3.13.1 Colinas**

Las zonas elevadas o positivas pertenecen a estructuras del Complejo Imataca. Los domos y anticlinales son las predominantes, donde la acción fluvial es menor. Las zonas altas de estos domos o colinas consisten en rocas metamórficas (Cuarzitas ferruginosas) más resistentes a la meteorización y las partes bajas son gneiss félsicos donde la meteorización es muy notoria (C.V.G – TECMIN, C.A. 1.991).

#### **2.3.13.2 Mesas**

En esta unidad se diferencian formas variadas que van desde disectadas mesas conservadas o planas y mesas dismanteladas en colinas. La unidad de mesa plana, está representada por perfiles rectilíneos un tanto elevados de las planicies afectadas por los fuertes procesos erosivos (cárcavas). La extensión de esta unidad ha ido disminuyendo a causa de la erosión regresiva que se sucede actualmente, para hacer

más amplias las zona disectadas por los barrancos y dar origen a las mesas disectadas. Los paisajes de la unidad de mesas conservadas son los de mayor uniformidad presentando pendientes que generalmente varían entre 0-4%. Las hay de origen deposicional y residual. Las importantes en la zona de estudio son las de tipo deposicional y corresponde a la Formación Mesa (que consiste de sedimentos de edad Pli-Pleistoceno). La unidad está compuesta y se define de acuerdo a dos tipos de relieve: las llanuras aluviales y las vegas. Estas peniplanicies constituyen extensas y continuas áreas en muchas circunstancias interrumpidas por paisajes de lomeríos y montañas. Las escorrentías originan erosión intensa en forma de área de tierras malas (bad lands), debido a la litología de sedimentos no consolidados (C.V.G – TECMIN, C.A. 1.991).

## **2.4 Geología regional**

La geología regional está representada por lo que se conoce como Provincia Geológica de Imataca, la Formación Mesa y los sedimentos recientes.

### **2.4.1 Provincia geológica de Imataca**

La Provincia Geológica Imataca se extiende en dirección Suroeste-Noreste desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección Noroeste-Sureste aflora desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Gurí por unos 550 Km y 80 Km, respectivamente (Figura 2.2). Litológicamente la Provincia de Imataca está formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60 – 75%), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15 – 20%), y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro, dolomitas, charnockitas, anortositas y granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales de menos metamorfizados y más jóvenes CRV – TTG gnéisicos (El Torno – Real Corona) (Figura 2.3) (Mendoza, V. 2000).

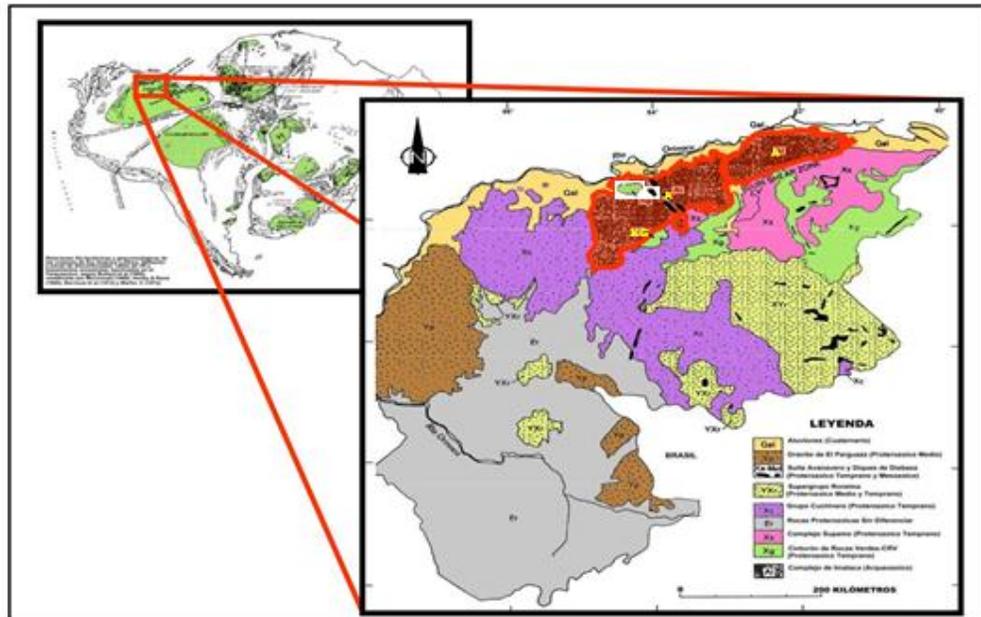


Figura 2.2 Mapa geológico generalizado del escudo de Guayana mostrando la ubicación y extensión de la Provincia de Imataca (Modificado de Mendoza, V. 2000).

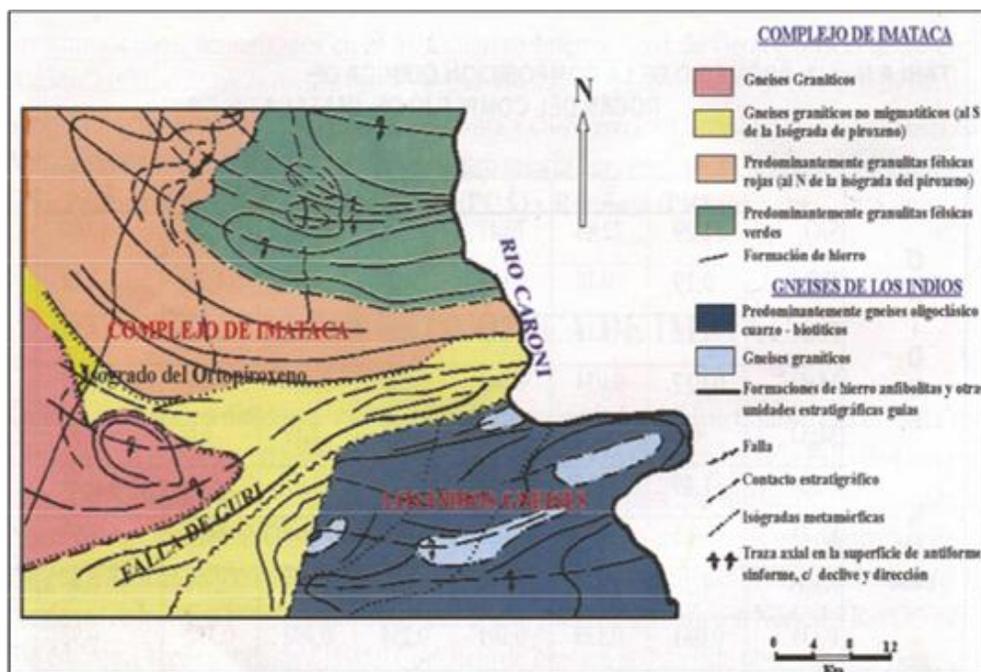


Figura 2.3 Mapa geológico esquemático del Complejo de Imataca. (Mendoza, V. 2000).

## 2.4.2 Formación Mesa

Para la Formación Mesa se ha postulado una edad del Pleistoceno. Se extiende por los Llanos Centro-Orientales y Orientales (estados Guárico, Anzoátegui, Monagas), sin embargo se encuentran algunos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar (inmediatamente al Sur del río Orinoco) (Figura 2.4) (PDVSA - Intevep 1997- 2005).

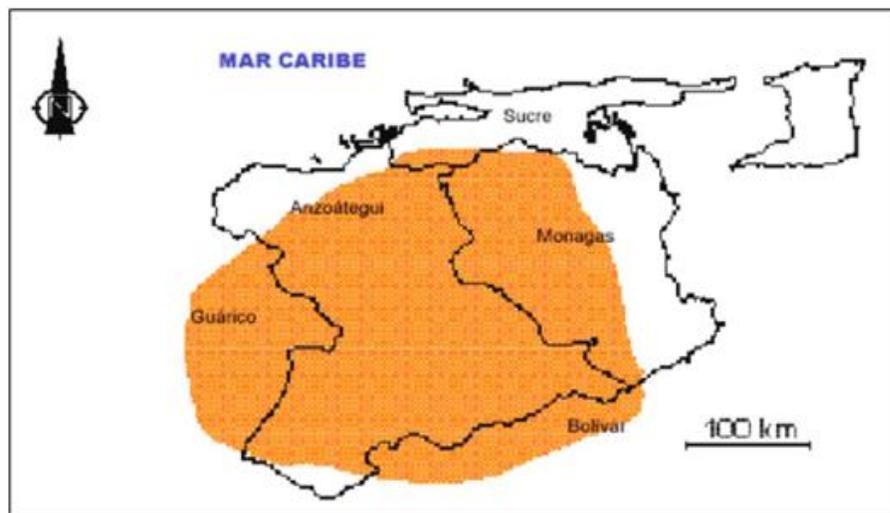


Figura 2.4 Extensión geográfica de la Formación Mesa (Modificada de PDVSA- Intevep 1997-2005).

### 2.4.2.1 Descripción litológica

La Formación Mesa está formada por arenas de grueso y gravas con mucho cemento ferruginoso, que presentan frecuentemente alto grado de cementación y endurecimiento dando lugar a conglomerados muy duros de color rojo oscuro, casi negro, arenas brillantemente coloreadas en blanco amarillento, rojo y púrpura con fuerte estratificación cruzada, lentes discontinuos de arcilla arenosa y lentes de limonita. (Mendoza, V. 2000).

### **2.4.3 Sedimentos Recientes**

Estos sedimentos se conforman de materiales provenientes de la disgregación de la Formación Mesa y descomposición de las rocas del Complejo de Imataca, los cuales son transportados y depositados por las aguas de escorrentía y el viento hacia los diferentes ríos de la región. Los materiales comprenden cantos, peñones, gravas, arenas, limos, arcillas, coloides y otras partículas en suspensión que se han depositado desde el Holoceno hasta el presente en el fondo de los cauces de los ríos, formando depósitos de cauce, y en épocas de crecida, originando las barras de meandro y depósitos de inundación (PDVSA - Intevep 1997- 2005).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

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

No existen trabajos previos en la zona de estudio, por lo tanto no se cuenta con ningún tipo de información disponible. Pero si estudios previos efectuados en zonas cercanas:

Abreu, J. y Orta, E. (2010) realizaron el trabajo titulado “GEOQUÍMICO EXPLORATORIO DE LA CUENCA DEL RÍO CANDELARIA, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR”; que tuvo como objetivo general estudiar geoquímicamente a nivel exploratorio el río Candelaria utilizándose como base las unidades y estructuras geológicas así como las características químicas y/o mineralógicas de la zona e identificación de la presencia de posibles anomalías geoquímicas. Y se determinó que algunos valores que no llegan a ser anomalías pero si son representativos por sus minerales como el Hierro, Cromo y Plomo, producto de las relativamente altas concentraciones de estos metales en las rocas de la zona. Las unidades geológicas identificadas en la zona son Complejo Imataca, la Formación Mesa y los sedimentos Recientes y las fuentes generadoras de los minerales identificados son provenientes de las rocas de la Provincia de Imataca y la Formación Mesa. Este trabajo servirá de base para documentar datos generales de la zona.

Candelaria, J. (1982) realizó el trabajo titulado “ESTUDIO PETROMINERALÓGICO DE LAS PEGMATITAS RADIATIVAS DEL RÍO CANDELARIA”; la investigación está relacionada con partículas suspensoides contaminante en la atmósfera de Ciudad Bolívar, se estudió el área radiactiva del Balneario del río Candelaria, situado a 25 km de Ciudad Bolívar en dirección Este,

con el fin de determinar especies minerales responsables de la emisión de radiación radiactiva. La petrogenia local se identificó como cuerpos de pegmatitas, entre las facies gnéssica, granítica y anfibolítica. Se encontró que la radiactividad provenía de minerales metamórficos, por una parte, y por la otra de inclusiones de gránulos de Zircón, Microlita y Titanita. Se determinó la posibilidad de que la meteorización de las rocas radiactivas al producir suelos, se convertiría en un factor decisivo, por medio del mecanismo de la deflación, en la contaminación del área de Ciudad Bolívar. Este trabajo servirá de base para documentar datos generales de la zona.

## **3.2 Fundamentos teóricos**

### **3.2.1 Ambientes fluviales**

Constituyen uno de los medios sedimentarios continentales de mayor importancia por su amplia distribución geográfica en el presente y a través del tiempo geológico. Los medios fluviales, de acuerdo a las características de su trazado, se pueden dividir en: rectos, meandriformes, corrientes entrelazadas y anastomosados o ramificados (Figura 3.1) (Méndez, J. 2006).

#### **3.2.1.1 Rectos**

Son cauces con poca sinuosidad. Los cursos rectos suelen transportar una gran variedad de tamaños en los sedimentos, los cuales varían desde bloques y gravas, hasta arenas y limos (Méndez, J. 2006).

#### **3.2.1.2 Meandriforme**

Se produce cuando la corriente presenta una serie de inflexiones a lo largo de su dirección, estas corrientes son usualmente las que se desarrollan en pendientes bajas,

con carga moderada de sedimentos y con fluctuaciones moderada de descarga, esto es, entre la época de lluvias y sequía. La velocidad de la corriente es mayor en el centro del canal, donde también es mayor el transporte de sedimentos, principalmente arenas. En las crecidas del río hay mayor transporte de sedimentos y en los meandros hay mayor erosión en la orilla de socavación y depositación de sedimentos en la orilla opuesta que se denomina barra de meandro. En una barra de meandro el sedimento de la base es más grueso disminuye de tamaño hacia el tope (Méndez, J. 2006).

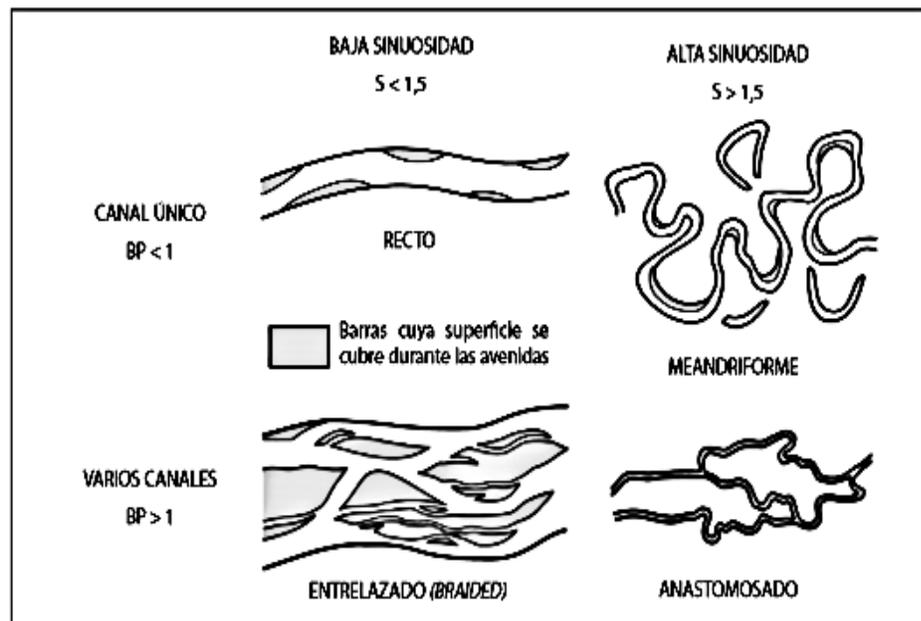


Figura 3.1 Principales tipos ríos según el número de canales, el índice de entrelazamiento o braiding (Br) y el grado de sinuosidad (S). Modificado de Miall (1977) en Arche A. (2010)

### 3.2.2 Mecanismos de transporte (Visher)

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

### **3.2.2.1 Transporte por suspensión**

El transporte por suspensión es causado por la turbulencia de la corriente donde no se produce un cambio vertical en el tamaño del grano. Estos sedimentos están constituidos por arenas de grano muy fino, típicamente menores de 0.1 mm. El verdadero valor va a depender de la intensidad y turbulencia de la corriente; y podría ser mayor a 0.1 mm (Visher, G. 1969).

### **3.2.2.2 Transporte por saltación**

El tamaño máximo de los granos en movimientos por saltación es desconocido; pero de los estudios de la estación experimental de U. S. Waterways (1939), los granos de 0.75 a 1.0 mm han sido muestreado moviéndose dentro de 2 pies del fondo. Granos de este tamaño son depositados por una interacción entre la alfombra de tracción o fondo y la suspensión graduada. Parcelas log-probabilidad muestran que los granos de este tamaño son el extremo grueso de una sola población (Visher, G. 1969).

### **3.2.2.3 Transporte por arrastre**

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

#### **3.2.2.4 Depósitos de canal**

A medida que un río transporta el sedimento, algo del material puede depositarse dentro del cauce. Los depósitos de canal están compuestos la mayoría de las veces por arena y grava, los componentes más gruesos de la carga de una corriente, a los que se suele denominar como barras. Sin embargo, son sólo elementos transitorios, ya que el material será recogido de nuevo por el agua corriente y transportado más lejos corriente abajo, hasta su último destino: el océano.

Las barras de arena y grava pueden formarse en una gran cantidad de situaciones. Por ejemplo, son comunes allí donde las corrientes fluyen en una serie de recodos, denominados meandros.

Otra manera de formarse es cuando una corriente deposita materiales en el fondo de su canal. Si esas acumulaciones se vuelven lo suficientemente gruesas como para obstruir el cauce, obligan la corriente a dividirse y seguir varios caminos, la consecuencia es una red compleja de canales convergentes y divergentes que se abren camino entre las barras. Debido a que esos canales tienen una apariencia entrelazada, se dice que la corriente es anastomosada (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

#### **3.2.2.5 Depósitos de llanura de inundación**

Como su propio nombre indica, una llanura de inundación es la parte de un valle que se anega durante una inundación, casi todas las corrientes están flanqueadas por llanuras de inundación. El aluvión que cubre una llanura de inundación consiste en parte, en arenas gruesas y gravas que fueron depositadas originalmente como barras de meandro por los meandros que se desviaron lateralmente a través del suelo del valle. Otros sedimentos estarán compuestos por arenas finas, limos y arcillas que

se diseminaron a través de la llanura de inundación cuando el agua desbordó su cauce durante la etapa de inundación.

Los ríos que ocupan valles con suelos amplios y planos a veces crean formas denominadas diques naturales que flanquean el cauce de la corriente. Los diques naturales se forman como consecuencia de inundaciones sucesivas a lo largo de muchos años (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

### **3.2.3 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).

### **3.2.4 Escala de tamaño de Uden-Wentworth**

Los sedimentólogos han adoptado una escala geométrica, en la cual los límites de clases aumentan por un factor de 2 a partir de 1 mm (1, 2, 4, 8, 16 mm, etc.) o disminuyen por un factor de  $\frac{1}{2}$  a partir de esta base (1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$  mm), a esta escala se le denomina la escala Uden-Wentworth, dividida en cuatro grandes categorías: arcilla, limo, arena y grava (Figura 3.2) (Ledesma, J. 2013).

|       |         | U.S. Standard<br>Malla del Tamiz | Milímetros | Phi ( $\phi$ )<br>Unidades | Escala de Wentworth |                         |         |
|-------|---------|----------------------------------|------------|----------------------------|---------------------|-------------------------|---------|
| GRAVA |         |                                  | 4096       | -12                        |                     | Gravas<br>Conglomerados |         |
|       |         |                                  | 1024       | -10                        | Bloques (Cantos)    |                         |         |
|       |         |                                  | 256        | -8                         | Cantos (Gujarros)   |                         |         |
|       |         |                                  | 64         | -6                         | Gujarros            |                         |         |
|       |         |                                  | 16         | -4                         | Gránulos            |                         |         |
|       |         | 5                                | 4          | -2                         |                     |                         |         |
|       |         | 6                                | 3,36       | -1,75                      |                     |                         |         |
|       |         | 7                                | 2,83       | -1,5                       |                     |                         |         |
|       |         | 8                                | 2,36       | -1,25                      |                     |                         |         |
|       |         | 10                               | 2,00       | -1,0                       |                     |                         |         |
| ARENA |         |                                  | 1,68       | -0,75                      | Arena muy gruesa    | Areniscas               |         |
|       |         |                                  | 1,41       | -0,5                       |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 1,19       | -0,25                      |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 1,00       | 0,0                        |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,84       | 0,25                       |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,71       | 0,5                        | Arena gruesa        |                         |         |
|       |         |                                  | 0,59       | 0,75                       |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,50       | 1,0                        |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,42       | 1,25                       |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,35       | 1,5                        | Arena Media         |                         |         |
|       |         |                                  | 0,30       | 1,75                       |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,25       | 2,0                        |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,210      | 2,25                       |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,177      | 2,5                        | Arena fina          |                         |         |
|       |         |                                  | 0,149      | 2,75                       |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,125      | 3,0                        |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,105      | 3,25                       |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,088      | 3,5                        | Arena muy fina      |                         |         |
|       |         |                                  | 0,074      | 3,75                       |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,0625     | 4,0                        |                     |                         |         |
| LODO  | LIMO    |                                  | 0,053      | 4,25                       |                     | Limolitas               |         |
|       |         |                                  | 0,044      | 4,5                        | Limo Grueso         |                         |         |
|       |         |                                  | 0,037      | 4,75                       |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,031      | 5,0                        |                     |                         |         |
|       |         |                                  | 0,0156     | 6,0                        | Limo medio          |                         |         |
|       |         | 0,0078                           | 7,0        | Limo fino                  |                     |                         |         |
|       |         | 0,0039                           | 8,0        | Limo muy fino              |                     |                         |         |
|       |         | 0,0020                           | 9,0        |                            |                     |                         |         |
|       | ARCILLA |                                  | 0,00098    | 10,0                       | Arcilla             |                         | Lútilas |
|       |         |                                  | 0,00049    | 11,0                       |                     |                         |         |
|       |         | 0,00024                          | 12,0       |                            |                     |                         |         |
|       |         | 0,00012                          | 13,0       |                            |                     |                         |         |
|       |         | 0,00006                          | 14,0       |                            |                     |                         |         |

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

### 3.2.5 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico de un agregado es todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se puedan separar las partículas constitutivas del agregado según los tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. Para separar por tamaños se utilizan

mallas de diferentes aberturas, las cuales proporcionan el tamaño máximo de agregado en cada una de ellas. En la práctica los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra. Estos porcentajes retenidos se calculan tanto parciales como acumulados, en cada malla, ya que con estos últimos se procede a trazar la gráfica de valores de material es decir la granulometría (Ledesma, J. 2013).

### 3.2.6 Grado de redondez (Powers)

Pettijohn, F. en 1976 definió cinco grados de redondez de Powers: angular, subangular, subredondeado, redondeado y bien redondeado (Figura 3.3).

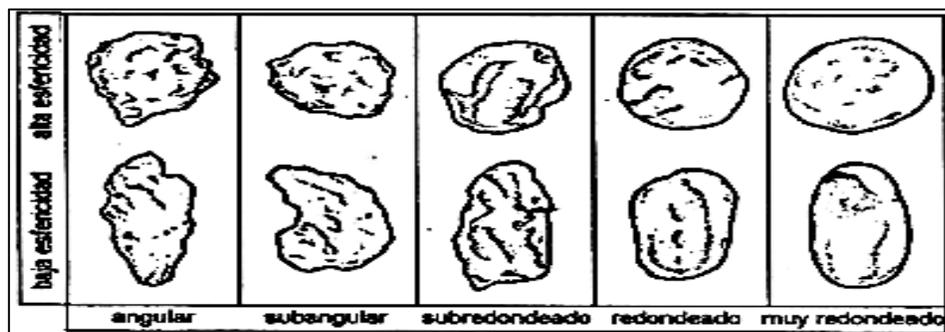


Figura 3.3 Grado de redondez de Powers 1953 (Méndez, J. 2006).

#### 3.2.6.1 Angular

Poco o nada de evidencia de desgaste, las aristas y los vértices son agudos (Pettijohn F., 1976).

#### 3.2.6.2 Subangular

Efectos típicos del desgaste. Los fragmentos mantienen todavía su forma primitiva y las caras están virtualmente intactas; pero las aristas y los vértices han

sido redondeados en cierto grado. Los vértices secundarios son numerosos, pero menos que en los angulosos (Pettijohn, F. 1976).

#### **3.2.6.3 Subredondeado**

Considerable desgaste. Las aristas y vértices están redondeados en curvas suaves y la superficie de las caras primitivas se encuentra bastante reducida, pero se mantienen todavía la forma primitiva del grano. Vértices secundarios muy redondeados y en número reducido (Pettijohn, F. 1976).

#### **3.2.6.4 Redondeado**

Caras originales completamente destruidas, pero todavía pueden presentar alguna superficie plana. Puede haber ángulos cóncavos entre caras remanentes. Todas las aristas y los vértices originales han sido pulidos hasta curvas suaves y amplias. Vértices secundarios muy suavizados y escasos (Pettijohn, F. 1976).

#### **3.2.6.5 Bien-redondeado**

Sin caras originales, sin aristas ni vértices. La superficie consta totalmente de curvas amplias; carece de áreas planas y de aristas secundarias. La forma original se reconoce por la forma actual del grano (Pettijohn, F. 1976).

### **3.2.7 Forma de los granos**

Se define como la relación entre las tres dimensiones de un clasto (figura 3.4). La forma de las partículas se modifica durante su transporte por abrasión y por colisión con otras (Ledesma, J. 2013).

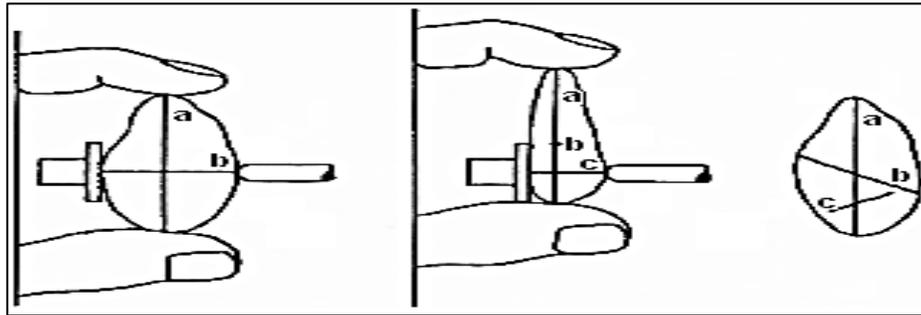


Figura 3.4 Medidas de los diámetros de un guijarro (Ledesma, J. 2013)

### 3.2.8 Índice de forma de Zingg

Zingg (1935) propone cuatro clases de forma: esférico, discoidal, elipsoide y cilíndrico; exclusivamente para gravas basándose en las relaciones entre los tres ejes medidos: a (longitud), b (ancho) y c (espesor); para así determinar el índice aplanamiento ( $q = b/a$ ) y el índice de achatamiento ( $p = c/b$ ) (Figura 3.5). La intención de esta clasificación es el poder describir un aspecto geométrico previamente caracterizado (Ledesma, J. 2013).

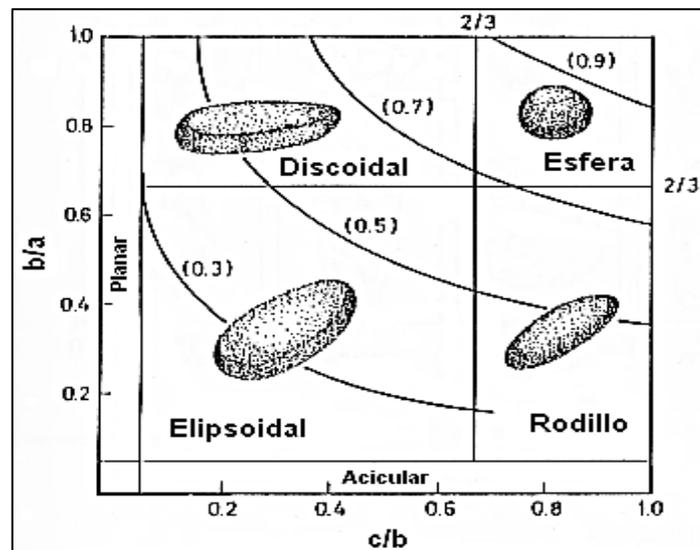


Figura 3.5 Clasificación de Zingg de las formas de las gravas basada en las relaciones de intercepción (Ledesma, J. 2013)

### 3.2.9 Índice de forma de Sneed y Folk

Sneed y Folk (1958) propusieron combinar las dimensiones de la partícula (longitud (a), ancho (b) y espesor (c)); para así determinar sus tres índices de forma:  $(c/a)$ ,  $(a-b/a-c)$  y  $(\sqrt[3]{c^2/ab})$ ; sobre un diagrama triangular, con tres tipos de formas en sus vértices: esférico, planar y alargado, las cuales definen diez clases de formas: esférico (E), esférico aplanado (EP), esférico tabular (ET), esférico alargado (EA), plano (P), tabular (T), aplanado (A), muy plano (MP), muy tabular (MT) y muy aplanado (MA) (Figura 3.6) (Ledesma, J. 2013).

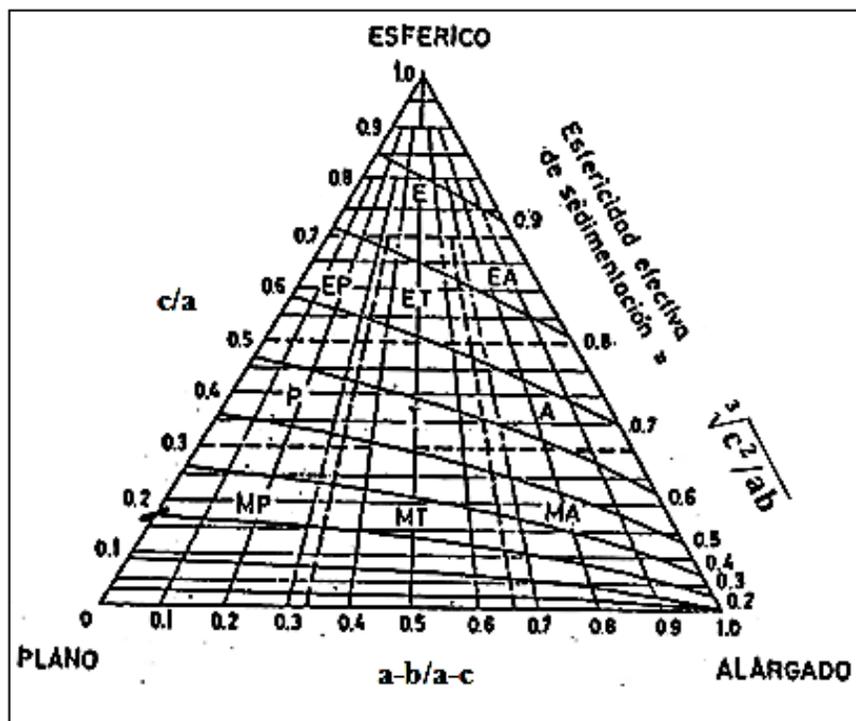


Figura 3.6 Clasificación de Sneed y Folk de las formas de las gravas basada en las relaciones de intercepción (Ledesma, J. 2013)

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **4.1 Tipo de investigación**

El nivel de investigación es el grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio, pudiendo ser descriptivo, exploratorio o explicativo (Arias, F. 2012).

En este caso la investigación se enmarcará a un nivel descriptivo, ya que se realizará la caracterización sedimentológica del cauce del río Candelarita, en la cuenca baja, parroquia Panapana, municipio Heres, estado Bolívar. Todo esto en correspondencia con lo afirmado por Arias, F. (2012) que dice: “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubica en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”.

#### **4.2 Diseño de investigación**

Considerando los métodos de recolección de datos empleado, el diseño de investigación es documental y de campo.

##### **4.2.1 Diseño documental**

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

este diseño es el aporte de nuevos conocimientos”. De acuerdo al concepto la investigación es documental, ya que se consultan diversas fuentes documentales como trabajos de grado, investigaciones, publicaciones en internet, mapas de la zona de estudio, entre otros.

#### **4.2.2 Diseño de campo**

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

“Claro está, en una investigación de campo también se emplean datos secundarios, sobre todo los provenientes de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se elabora el marco teórico. No obstante, son los datos primarios obtenidos a través del diseño de campo, los esenciales para el logro de los objetivos y la solución del problema planteado” (Arias, F. 2012).

En la ejecución de este trabajo se recolectarán muestras directamente del río Candelarita, lo cual permitirá analizar las muestras y proporcionar datos obtenidos a partir de la realidad, sin controlar ninguna variable. Debido a esto, la investigación también tendrá un diseño de campo.

#### **4.3 Etapas de la investigación**

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se llevaron a cabo una serie de etapas, las cuales se pueden observar en el flujograma de la Figura 4.1.



Figura 4.1 Flujograma de actividades.

### 4.3.1 Etapa I: Recopilación de información

#### 4.3.1.1 Selección del área de estudio

El río Candelarita fue seleccionado por encontrarse a poca distancia de Ciudad Bolívar, lo que acorta el tiempo y disminuye costo en el traslado al área.

#### 4.3.1.2 Recopilación de información con respecto al área de estudio

En lo que respecta a la recopilación de datos, se realizó una exhaustiva revisión documental de material presente en tesis, libros (físico y en digital) y revisión de información en páginas especializadas en Internet con relación al tema de estudio.

### 4.3.2 Etapa II: Trabajo de campo

#### 4.3.2.1 Reconocimiento del área de estudio

Se realizó un recorrido y la respectiva recopilación de toda la información necesaria del área de estudio, evaluando las características observadas en dicha área

como: relieve suave de colinas y ligeras elevaciones estructurales, una serie de plutones o afloramientos graníticos que tienen una altura promediada entre los 5 y 15 metros de altura, la litología está representada por las rocas ígneo-metamórficas de la zona, cárcavas y drenajes producto de aguas provenientes de las precipitaciones, vegetación en los laterales y adyacencias del río Candelarita y diferentes unidades geológicas (Figura 4.2).



Figura 4.2 Reconocimiento del área de estudio del río Candelarita

#### **4.3.2.2 Apertura de calicatas**

La apertura de calicatas se realizó con una profundidad de un (1) metro, por un (1) metro de ancho, por un (1) metro de largo; para describir los diferentes paquetes de sedimentos. Se realizaron cuatro (4) calicatas, dos (2) río arriba y dos (2) río abajo, en ambos márgenes.

#### **4.3.2.3 Levantamiento de columnas sedimentológicas en talud**

Se realizó el levantamiento de base a tope de las columnas sedimentológicas donde se observan los diferentes paquetes de sedimentos, el tamaño de grano, las

estructuras sedimentarias y biogénicas, coloración, y espesores de cada paquete. La interpretación de todos estos datos conlleva a inferir los distintos procesos y/o eventos geológicos responsables de la deposición y comportamiento textural de las partículas. La leyenda utilizada en dichas columnas se puede observar en la figura 4.3.

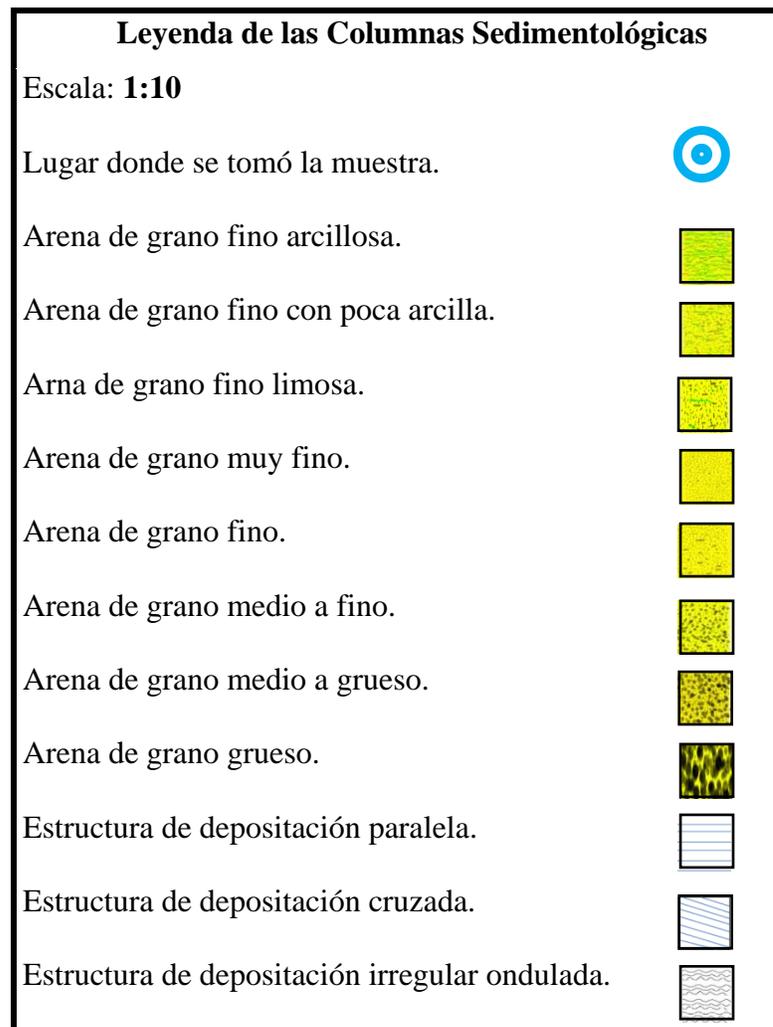


Figura 4.3 Leyenda utilizada en las columnas sedimentológicas del río Candelarita

#### 4.3.2.4 Toma de muestra

La recolección de muestras de sedimentos se efectuó posteriormente al levantamiento de cada columna. Se tomó un (1) kilogramo aproximadamente de muestra de sedimento en bolsas plásticas e identificándolas con su respectivo número, ubicación y coordenadas. En total se recolectaron quince (15) muestras, distribuidas en el tramo de estudio (Tabla 4.1), de las cuales a ocho (8) se le realizaron los respectivos ensayos. Con la identificación de las unidades geológicas, se tomaron coordenadas en distintos puntos de manera estratégica y utilizando como mapa base la hoja cartográfica 7540 de Marhuanta y mediante el programa Microsoft PowerPoint 2010 se diseñó un mapa geológico de la zona (Anexo 1).

Tabla 4.1 Coordenadas UTM-REGVEN de las estaciones de muestreo.

| Muestras | Norte (m)  | Este (m)   |
|----------|------------|------------|
| C1M1     | 898871,914 | 457087,918 |
| C2M2     | 898897,364 | 457098,606 |
| C3M3     | 898982,294 | 457043,194 |
| C4M4     | 898962,599 | 457018,264 |
| T1M5     | 898935,901 | 457086,04  |
| T2M6     | 898972,179 | 457051,957 |
| FCM7     | 898923,638 | 457069,607 |
| E1M8     | 898948,194 | 457081,872 |

### 4.3.3 Etapa III: Análisis de laboratorio

#### 4.3.3.1 Análisis granulométrico

Este análisis se realizó en la Escuela Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, en el laboratorio de sedimentología, con la finalidad de clasificar texturalmente cada muestra, para ello se seleccionaron siete (7) muestras de sedimento (C1M1, C2M2, C3M3, C4M4, T1M5, T2M6 y FCM7). En este ensayo se determinó la granulometría de las muestras, mediante el proceso mecánico de

tamizado en seco. La información obtenida de estos análisis se presentan mediante curvas granulométricas de frecuencia acumulada, para clasificar el material sedimentario según el tamaño, se empleó la tabla de clasificación propuesta por Wentworth, 1922, y Udden, 1914.

El análisis granulométrico se llevó a cabo de la siguiente manera: cada muestra obtenida del trabajo de campo fue secada y disgregada para posteriormente homogeneizarla, cuartearla y tomar una muestra representativa del material, pesarla hasta obtener una porción de 500 gr para el tamizado, donde se lleva a los tamices, lo cuales son agitados por medio mecánico durante un período de tiempo de quince (15) minutos. Se determinó la masa de cada porción de la muestra en los diferentes tamices en una balanza y se procedió al cálculo de los porcentajes del material retenido en cada tamiz para la elaboración de curvas granulométricas.

#### **4.3.3.2 Análisis morfoscópico**

El análisis morfoscópico se llevo a cabo en la Escuela Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, en el Laboratorio de Sedimentología, con el objetivo de clasificar morfoscópicamente los sedimentos del río Candelarita. Para este análisis se utilizaron los siguientes métodos:

1. Método de Powers.
2. Método de Zingg
3. Método de Sneed y Folk.

1. Método de Powers: se le realizó a los sedimentos retenidos en el tamiz 35 y 40, de siete (7) muestras, tomando una porción de 10 gr de cada una y con ayuda de binoculares, lámpara, palillos y porta-muestra; se hizo un conteo de 500 partículas, clasificándolas de acuerdo al grado de redondez de Powers (Figura 3.4).

2. Método de Zingg: se utilizó una (1) muestra especial de grava (E1M8) conformada por seis (6) partículas, a cada una de ellas se le midió con un vernier sus tres (3) dimensiones: longitud (a), ancho (b) y espesor (c); para así determinar el índice aplanamiento y el índice de achatamiento (Figura 3.5) con la finalidad de obtener la forma de cada una de ellas, de acuerdo a este método.

3. Método de Sneed y Folk: se le aplico a la misma muestra de grava (E1M8) que se utilizó en el método de Zingg, con las medidas de las tres (3) dimensiones de las partículas, se realizó el cálculo de los tres índices requeridos para determinar gráficamente la forma de las partículas según Sneed y Folk.

#### **4.3.3.3 Análisis mineralógico utilizando microscopio estereográfico**

En el análisis mineralógico se utilizó un microscopio estereográfico Marca: Globe, Ocular WF10X. Se seleccionaron siete (7) muestra sin tamizar, a las cuales se les quito los minerales magnéticos con un imán y luego se le realizó un cuarteo a las muestras, tomando una porción de la misma y colocándola en una capsula de peltre, para así llevarlo al microscopio, en el cual se identificaron los distintos minerales. Se comprobó su identificación con el microscopio óptico polarizante de luz transmitida modelo AXIOLAB marca ZEISS globos oculares (E-PI 10X/20, CP-ACHROMAT 5X/0.12 POL). Y por último se fotografiaron las muestras a través del microscopio para así detallar la muestra.

#### **4.3.4 Etapa IV: Procesamiento de información**

##### **4.3.4.1 Interpretación de resultados**

Con los datos obtenidos de las etapas anteriores, se procedió al análisis e interpretación de los resultados, con la finalidad de dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación.

#### **4.3.4.2 Conclusiones y recomendaciones**

Tomando en cuenta lo realizado en las etapas de trabajo, posibles conclusiones y recomendaciones de los objetivos específicos de la investigación realizada.

#### **4.3.4.3 Redacción de informe final**

Finalizadas todas las etapas en la investigación y obteniendo la información para el desarrollo de este trabajo de grado, se procedió a la realización del informe final de grado.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1 Identificar las unidades geológicas correspondientes al área en estudio

Basados en investigaciones realizadas en áreas cercanas a nuestra zona de estudio, ya mencionadas, y en la descripción macroscópica realizada a las distintas litologías y de los sedimentos presentes en el cauce del río Candelarita, en la zona de estudio se encuentran el Complejo de Imataca, la Formación Mesa y Sedimentos Recientes.

En la cuenca baja de Candelaria, donde se ubica el río Candelarita, las rocas pertenecientes al Complejo de Imataca se observan a manera de afloramientos dispersos a través de toda el área, expuestos naturalmente, las rocas que afloran en la zona son gneises cuarzo-feldespáticos-biotíticos, gneises graníticos a migmatíticos, de color gris rosáceo, de grano grueso, con textura de “augen gneis” como consecuencia del cizallamiento de la roca, con meteorización esferoidal, foliados y diaclasados, con presencia de diques de cuarzo (Figura 5.1).



Figura 5.1 Afloramiento de gneis granítico de color rosáceo.

La Formación Mesa se depositó de manera discordante sobre los gneises cuarzo-feldespáticos-biotíticos del Complejo de Imataca en el área de estudio. Según los datos obtenidos en campo y las muestras de sedimentos que fueron tomadas, la Formación Mesa está representada por las siguientes unidades descritas de base a tope:

1. Unidad de arena de grano fino, la cual en ciertos puntos se observó de color rojizo y en otras áreas se observó de un color grisáceo, de consistencia muy dura.

2. Unidad de arenas de grano medio, suprayace a la unidad de arenas de grano fino, de color amarillo a marrón, y en ciertas áreas más alejadas del cauce de un color grisáceo, de una consistencia muy dura.

En la secuencia sedimentaria se puede observar una forma alterna de sedimentos finos a medios y de medio a grueso, lo cual se puede interpretar como un ambiente en el cual algunos periodos o épocas del año es de aguas tranquilas y en otras temporadas las aguas son más turbulentas.

Seguidamente sobre estas unidades se encuentran los depósitos aluvionales del río Candelarita. Estos sedimentos son arrastrados por el agua de escorrentía, el viento y la gravedad a niveles inferiores hasta ser encauzados en el río. Con la pérdida de energía por caída del gradiente, el río deposita los sedimentos desarrollando pequeñas planicies aluviales de sedimentación arenosa, esto ocurre con mayor intensidad durante las inundaciones periódicas.

Los sedimentos recientes se presentan a lo largo del cauce del río. Los aluviones y eluviones están conformados en su mayoría por arenas gruesas a media con tendencia a fina, pero también se observan gravas, limos, arcillas y otras facies mixtas (arenas arcillosas), son de color amarillento, algunas grises y otras marrones y

oscuras a medida que profundizan, y provienen de la meteorización y la disgregación de las rocas pertenecientes al Complejo de Imataca y de la Formación Mesa, además se pudo observar la presencia de muchos guijarros de cuarzo transportados (Figura 5.2).



Figura 5.2 Sedimentos recientes en los márgenes de río Candelarita.

## **5.2 Descripción de los sedimentos en el tramo de estudio del río Candelarita, levantando columnas sedimentológicas**

Para describir los sedimentos del tramo estudiado del río Candelarita, se realizaron seis (6) columnas sedimentológicas (Apéndice A), cuya descripción de base a tope se presenta a continuación.

### **5.2.1 Columna sedimentológica 1 – Calicata 1**

En la calicata 1 (Apéndice A.1), se presenta una columna de aproximadamente 1 metro de profundidad, donde podemos apreciar: en la base una capa de 13 cm de espesor de una arena de grano medio a fino de color gris oscuro a esta profundidad aún podemos notar gran presencia de raíces, lo característico de esta arena es que se

pueden identificar la presencia de láminas de arenas de grano grueso; sobre ésta, se encuentra una capa con un espesor de 12 cm de arena de grano fino de color gris oscuro, con raíces, suprayacente a ésta tenemos una arena de grano fino limosa, color marrón oscuro con unos 10 cm de espesor con presencia de arcillas pero en bajas proporciones.

En la parte media se presenta una arena de grano muy fino de color marrón oscuro, de unos 12 cm de espesor, moteada de color rojo y amarillo por los óxidos de hierro, una capa de 18 cm de arena de grano fino color gris claro con clastos de arcilla y arena muy fina color marrón y grises,

El tope se caracteriza por presentar arena de grano medio a fino color rojizo, con un espesor de 15 cm, este color es debido a la presencia de óxidos de hierro en el suelo. Suprayacente a esta capa tenemos 20 cm de arena de grano medio color marrón claro, en este caso podría ser una depositación de sedimentos transportados por aguas de escorrentía por precipitaciones, en distintos intervalos de tiempo por un largo periodo de depositación.

### **5.2.2 Columna sedimentológica 2 – Calicata 2**

La columna 2 (Apéndice A.2) presenta en la base una arena de grano medio color Gris oscuro, con un espesor de 20 cm, con laminaciones de arena de grano grueso color blanco. Sobre esta capa tenemos una arena de grano medio color marrón oscuro, de 11 cm de espesor, con abundantes raíces.

Hacia la parte media tenemos una capa de grano muy fino de color gris con intercalaciones de arcilla de 9 cm de espesor, suprayacente una capa de 16 cm de espesor, de arena de grano fino a muy fino, de color gris oscuro y con presencia de

arcillas, seguida de una capa de arena de color blanco micácea, de unos 12 cm, moteada de color rojo por el óxido de hierro.

El tope se caracteriza por presentar dos capas, una de arenas de grano fino, color rojizo debido al óxido de hierro y raíces, de un espesor de 22 cm, y otra superior a ésta, de 10 cm, de grano medio color marrón claro, todo esto es indicativo de las variaciones en la energía de las corrientes del río, en general de baja energía a media, durante el proceso de sedimentación.

### **5.2.3 Columna sedimentológica 3 – Calicata 3**

La columna 3 (Apéndice A.3), tiene hacia la base dos capas de arena, una de 13 cm de grano medio, color marrón oscuro con fragmentos de roca muy meteorizados, con diámetros que varían de 1 a 8 cm, suprayacente a esta capa, tenemos una arena de grano fino color marrón claro de 10 cm de espesor, donde se empiezan a notar la presencia de pequeños fragmentos de roca meteorizados.

En la parte media se encuentra una arena de grano fino, de color blanco, de 12 cm. El tope presenta una capa de aproximadamente unos 25 cm, de una arena de grano fino de color gris oscuro, donde se nota un poco la descomposición de las distintas raíces, de allí el color. Por encima de esta capa tenemos otra de espesor 10 cm de arena de grano medio a fino, de color marrón oscuro con abundantes raíces.

Lo que hace especial esta columna es que por debajo de la última capa en la base, se encuentra el basamento ígneo-metamórfico característico de la Provincia de Imataca, lo cual es indicativo de que todos los sedimentos de esta área, están depositados de manera discordante sobre un afloramiento rocoso; y las litofacies están asociadas a la llanura aluvial del río.

#### **5.2.4 Columna sedimentológica 4 – Calicata 4**

La columna 4 (Apéndice A.4) tiene una base que se caracteriza por presentar una capa de arenas de grano medio color marrón oscuro, con algunas laminaciones de arenas gruesas de color blanco, moteadas de color rojo, de unos 18 cm de espesor, suprayacente a esta, se encuentra una arena de grano fino de gris oscuro de 14 cm de espesor y una arena de grano fino color gris oscuro de 16 cm de espesor, con poca presencia de arcilla, estos colores oscuros son producto de que estas capas poseen raíces en proceso de descomposición, y emanan ciertos olores putrefactos.

En la parte media tenemos una arena con un espesor de 21 cm aproximadamente de grano fino y de color gris claro, moteada con una arena de grano fino color amarillo claro, esto a causa de las interacciones de diferentes partículas de sedimentos debido a las variaciones de los flujos de agua, depositaciones de grandes variedades de sedimentos, suprayacente a esta tenemos una arena de grano fino a medio de un color rojizo, con un espesor de 11 cm color debido a la alta presencia de óxidos de hierro.

El tope presenta una arena de grano medio color marrón claro de 15 cm de espesor con abundantes raíces y en la superficie una capa de 5 cm de arena de grano grueso blanca, que pudo haber sido depositada en periodos de inundaciones.

#### **5.2.5 Columna sedimentológica 5 – Trinchera 1**

La trinchera 1 (Apéndice A.5), tiene en la base una capa de arena de grano medio a grueso de color blanco, de aproximadamente 24 cm de espesor, moteada de rojo por la presencia de oxidación en los fragmentos de cuarzo, y la suprayace 20 cm de arena de grano medio de color marrón oscuro con estratificación paralela.

En la parte media presenta una arena media a fino de color marrón claro, de 8 cm de espesor, con alto contenido de raíces y clastos de arcilla, moteados de color rojo y amarillo por los óxidos de hierro, con estratificación cruzada. El tope se caracteriza por presentar 31 cm arena de grano fino a medio de color blanco a gris. Bioturbada, con clastos de arcilla amarillenta, con estratificación paralela.

### **5.2.6 Columna sedimentológica 6 – Trinchera 2**

La trinchera 2 (Apéndice A.6) se caracteriza por presentar en la base 18 cm de arena de grano grueso color blanco, con una matriz de grano medio color gris, y estratificación paralela, suprayaciendole una capa de arena de grano medio de color marrón claro, con olor a descomposición, moteada de color rojo y amarillo por los óxidos de hierro, de espesor aproximado de 21 cm, con estratificación paralela.

En la parte media se presenta una arena de grano fino limosa, de color gris oscuro de 13 cm de espesor, con una estratificación irregular ondulada. En el tope se presenta una arena de grano medio a fino de color amarillo a marrón, de 9 cm de espesor, con una poco notable estratificación cruzada, y suprayacente a esta una capa de 15 cm de espesor de arena de grano fino a medio de color blanco a gris con abundantes raíces.

### **5.3 Clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Wentworth**

Para clasificar texturalmente los sedimentos del río Candelarita, mediante la escala Wentworth, se realizaron siete (7) análisis granulométricos por tamizado (Apéndice B), cuyos resultados se presentan de forma simplificada en la tabla 5.1, donde aprecia que predominan las arenas finas y las arenas medias y pocas arenas muy gruesas.

Tabla 5.1 Clasificación textural de los sedimentos del río Candelarita

| LUGAR                                  | Muestra | Clasificación textural    |
|--|---------|---------------------------|
| Margen izquierda, al SW                | C1M1    | Arena fina                |
| Margen derecha, al SE                  | C2M2    | Arena fina                |
| Margen derecha, al Norte               | C3M3    | Arena fina                |
| Margen izquierda, al Nw                | C4M4    | Arena fina                |
| Margen derecha; al Este                | T1M5    | Arena media               |
| Margen derecha, al NE                  | T2M6    | Arena media               |
| Centro del río, parte central del área | FCM7    | Arena muy gruesa a gruesa |

#### 5.4 Clasificación morfosfópica de las partículas de los sedimentos presentes en el cauce del río utilizando los métodos de Powers, Zing, Sneed y Folk.

##### 5.4.1 Método de Powers

Para el método de Powers se utilizaron siete (7) muestras de sedimento del río Candelarita. El estudio señala una amplia distribución en el tipo de forma que poseen las partículas (Apéndice C y Tabla 5.2); en las muestra C1M1 C2M2 C3M3, C4M4, T1M5 T2M6 y FCM7 se da de la siguiente manera: de 22.0% a 39.8% de partículas angulosas, entre 20.0% a 37.0% de sub-angulosas, de 14.6% a 36.8% de sub-redondeadas, de 4.0% a 20.2% de redondeadas y entre 0.0% a 10% de muy redondeadas.

El análisis en las distintas muestras, arrojó como resultado que los sedimentos recolectados poseen un alto contenido de partículas angulosas, lo que quiere decir que el transporte no ha efectuado desgaste en la superficie de estos. Estos sedimentos también están conformados por partículas sub-angulosas, sub-redondeadas, redondeadas y muy redondeadas en cantidades muy significativas, lo que indica que la variedad de las partículas es consecuencia de la mezcla entre sedimentos jóvenes y retrabajados.

Tabla 5.2 Conteo de partículas de las muestras de sedimentos del río Candelarita

| Muestra | Angulosas |          | Sub-Angulosas |          | Sub-Redondeadas |          | Redondeadas |          | Muy Redondeadas |          | Total |          |
|---------|-----------|----------|---------------|----------|-----------------|----------|-------------|----------|-----------------|----------|-------|----------|
|         | %         | Cantidad | %             | Cantidad | %               | Cantidad | %           | Cantidad | %               | Cantidad | %     | Cantidad |
| C1M1    | 35.0      | 175      | 37.0          | 185      | 23.0            | 115      | 5.0         | 25       | 0.0             | 0        | 100   | 500      |
| C2M2    | 39.8      | 199      | 33.6          | 168      | 21.0            | 105      | 4.0         | 20       | 1.6             | 8        | 100   | 500      |
| C3M3    | 22.0      | 111      | 20.0          | 100      | 36.8            | 184      | 15.6        | 78       | 5.4             | 27       | 100   | 500      |
| C4M4    | 29.2      | 146      | 25.6          | 128      | 27.0            | 135      | 14.0        | 70       | 4.2             | 21       | 100   | 500      |
| T1M5    | 32.0      | 160      | 35.8          | 179      | 22.6            | 113      | 7.2         | 36       | 2.4             | 12       | 100   | 500      |
| T2M6    | 30.8      | 154      | 24.4          | 122      | 14.6            | 73       | 20.2        | 101      | 10              | 50       | 100   | 500      |
| FCM7    | 33.8      | 169      | 27.6          | 138      | 20.4            | 102      | 11.8        | 59       | 6.4             | 32       | 100   | 500      |

#### 5.4.2 Método de Zingg

La forma de las partículas depende de su mineralogía esto conlleva a su resistencia a ser deformada, y del transporte que esta sufre. Con el método Zingg fueron analizadas seis (6) partículas de grava de la muestra E1M8, donde a cada una de ellas se le midió sus tres dimensiones: longitud (a), ancho (b) y espesor (c) (Figura 5.3).

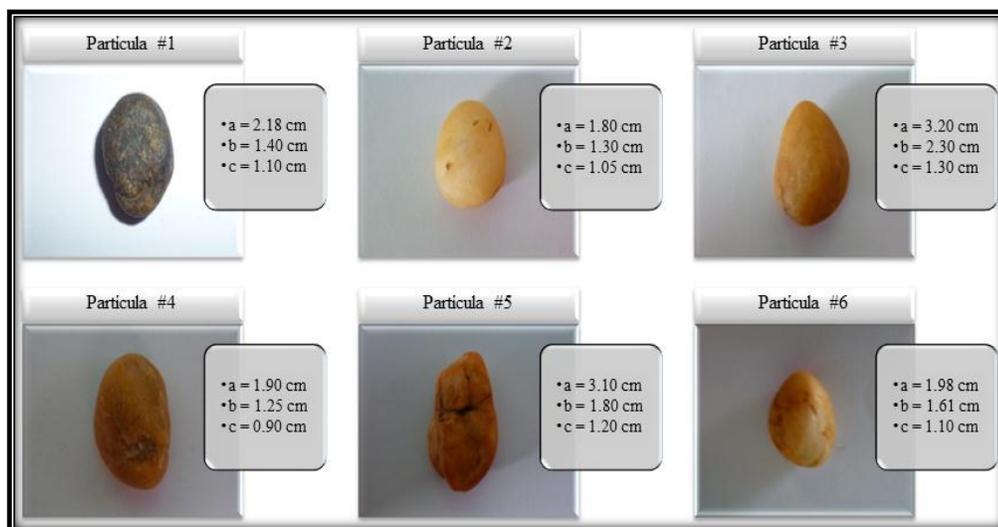


Figura 5.3 Muestra de gravas (E1M8) del río Candelarita con sus respectivas dimensiones: longitud (a), ancho (b) y espesor (c)

Como resultado se obtuvo tres (3) partículas en forma de rodillo, dos (2) con forma de esfera y una (1) en forma discoidal (Figura C.1 y Tabla 5.3), lo cual es indicativo de un efecto abrasivo a causa de un alto transporte a corto plazo y no de manera constante.

Tabla 5.3 Forma de las gravas de la muestra E1M8 del río Candelarita, según Zingg.

| Partícula #1 | Partícula #2 | Partícula #3 | Partícula #4 | Partícula #5 | Partícula #6 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Rodillo      | Esfera       | Discoidal    | Rodillo      | Rodillo      | Esfera       |

### 5.4.3 Método de Sneed y Folk

Las muestras analizadas anteriormente por el método de Zingg (Figura 5.4), fueron estudiadas también por el método de clasificación que ofrecieron Sneed y Folk. Los resultados muestran una serie de partículas que de manera paulatina se acercan a ser unas esferas, donde logramos clasificar dos (2) partículas con forma tabular, una (1) alargada, una (1) esférico tabular y dos (2) esférico alargada (Figura C.2 y Tabla 5.4).

Tabla 5.4 Forma de la gravas de la muestra E1M8 del río Candelarita, según Sneed y Folk

| Partícula #1           | Partícula #2           | Partícula #3 | Partícula #4 | Partícula #5 | Partícula #6          |
|------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|
| Esférico alargado (EA) | Esférico alargado (EA) | Tabular (T)  | Tabular (T)  | Alargada (A) | Esférico tabular (ET) |

Esto señala una progresión cercana a la esfericidad, lo que confirma que hubo un transporte con efecto abrasivo pero no constante, este análisis se realizó con la finalidad de corroborar los resultados obtenidos con el método de Zingg que proporciona muy pocas opciones de clasificación, que a diferencia de Sneed y folk que ofrecen una amplia categoría para clasificar las partículas, lo que resulta en un mejor análisis en cuanto a la forma del clasto y su comportamiento hidrodinámico.

### 5.5 Análisis de las características morfológicas de los sedimentos para determinar el grado de transporte

Según los resultados de los análisis realizados a las características morfoscópicas de los sedimentos, se puede deducir que el grado de transporte que ha sufrido las partículas es de mediano a alto grado. Las variaciones en la intensidad del transporte se deben a las épocas de sequía y lluvia, que son muy marcadas en la zona.

### 5.6 Determinación de la composición mineralógica de los sedimentos presentes en la cuenca del río Candelarita usando el microscopio estereográfico

De los resultados del análisis mineralógico, usando el microscopio estereográfico, de siete (7) muestras de sedimentos del río Candelarita, se determinó que predomina el Cuarzo de tres variedades cristal de roca (28 a 40%), lechoso (20 a 30%) y ahumado (12 a 15%); y en menores proporciones Magnetita, Horblenda, Circón, Granate entre otros (Tabla 5.5).

Tabla 5.5 Composición mineralógica de los sedimentos del río Candelarita.

| Mineral                       | Muestras |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|
|                               | C1M1     | C2M2 | C3M3 | C4M4 | T1M5 | T2M6 | FCM7 |
| <b>Cuarzo cristal de roca</b> | 33%      | 33%  | 28%  | 34%  | 37%  | 36%  | 40%  |
| <b>Cuarzo lechoso</b>         | 30%      | 30%  | 21%  | 28%  | 28%  | 21%  | 20%  |
| <b>Cuarzo ahumado</b>         | 15%      | 14%  | 12%  | 13%  | 13%  | 13%  | 15%  |
| <b>Magnetita</b>              | 4%       | 5%   | 5%   | 5%   | 4%   | 5%   | 5%   |
| <b>Horblenda</b>              | 5%       | 5%   | 4%   | 6%   | 4%   | 5%   | 5%   |
| <b>Fragmentos de roca</b>     | 4%       | 5%   | 13%  | 5%   | 5%   | 8%   | 5%   |
| <b>Feldespatos alterados</b>  | 0%       | 1%   | 5%   | 3%   | 1%   | 3%   | 1%   |
| <b>Circón</b>                 | 1%       | 1%   | 2%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   |
| <b>Granate</b>                | 3%       | 1%   | 2%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   |
| <b>Hematita</b>               | 1%       | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 2%   |
| <b>Ilmenita</b>               | 1%       | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   |
| <b>Leucóxeno</b>              | 1%       | 0%   | 1%   | 0%   | 1%   | 1%   | 1%   |
| <b>Goethita</b>               | 1%       | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   |
| <b>Turguita</b>               | 0%       | 1%   | 1%   | 0%   | 1%   | 1%   | 1%   |
| <b>Limonita</b>               | 1%       | 1%   | 3%   | 1%   | 1%   | 2%   | 1%   |

La información obtenida fue de los minerales magnéticos y no magnéticos presentes en la zona de estudio. En la figura 5.4 se muestran fotografías de algunos de estos minerales.

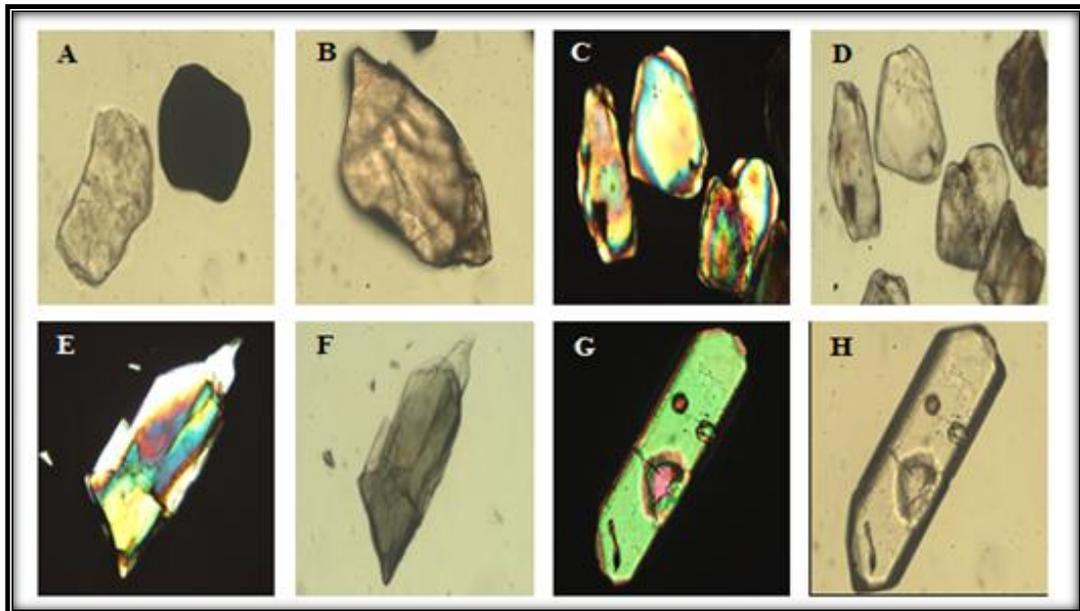


Figura 5.4 Fotografías tomadas a través del microscopio estereográfico. A: Mineral opaco (magnetita) y transparente (cuarzo).NP. Objetivo 20x/ 0%2c40, B: Granate. NP. Objetivo 20x/ 0%2c40, C: Granos de Cuarzo. NC. Objetivo 10x /0%2c20, D: Granos de Cuarzo. NP. Objetivo 10x /0%2c20, E: Horblenda. NC. Objetivo 10x /0%2c20, F: Horblenda NP. Objetivo 10x /0%2c20, G: Circón. NC. Objetivo 20x/ 0%2c40, H: Circón. NP. Obietivo 20x/ 0%2c40.

## 5.7 Determinación de los mecanismos de transporte utilizando el método de Visher

Para determinar los mecanismos de transporte de los sedimentos del río Candelarita utilizando el método de Visher, se realizó la interpretación de siete (7) curvas granulométricas de frecuencia acumulada (Apéndice E). A cada curva se le determinaron los puntos de truncamiento, dividiéndose en líneas de trazos rectos unidos por estos puntos. Cada segmento recto representa una subpoblación que

depende del mecanismo de transporte (suspensión, saltación y arrastre). La tabla 5.6 muestra el diámetro de las partículas de sedimentos atribuidos a las subpoblaciones.

Tabla 5.6 Mecanismos de transporte de los sedimentos del río Candelarita. Concepto de Visher

| Muestra                | Diámetro en mm de las partículas atribuidas a las subpoblaciones |                             |             |
|------------------------|--|-----------------------------|-------------|
|                        | Suspensión   | Saltación                   | Arrastre    |
| <b>Calicatas</b>       |  |                             |             |
| C1M1                   | 0.088 – 0.074<br>0.177 – 0.088                                   | 0.25 – 0.177<br>0.42 – 0.25 | -           |
| C2M2                   | 0.088 – 0.074<br>0.177 – 0.088                                   | 0.25 – 0.177<br>0.42 – 0.25 | -           |
| C3M3                   | 0.088 – 0.074<br>0.177 – 0.088                                   | 0.25 – 0.177<br>0.42 – 0.25 | -           |
| C4M4                   | 0.088 – 0.074<br>0.177 – 0.088                                   | 0.25 – 0.177<br>0.42 – 0.25 | -           |
| <b>Trincheras</b>      |  |                             |             |
| T1M5                   | 0.125 – 0.088  | 0.25 – 0.125<br>0.42 – 0.25 | 0.50 – 0.42 |
| T2M6                   | 0.125 – 0.088  | 0.25 – 0.125<br>0.42 – 0.25 | 0.50 – 0.42 |
| <b>Fondo del cauce</b> |  |                             |             |
| FCM7                   | -  | 0.30 – 0.177<br>0.84 – 0.30 | 1.19 – 0.84 |

La siete (7) curvas analizadas a través del método de Visher, demuestran que el río Candelarita en el tramo estudiado predomina el mecanismo de transporte por saltación, con partículas que presentan un diámetro de 0.25 – 0.177 mm y 0.42 – 0.25 mm en las calicatas, 0.25 – 0.125 mm y 0.42 – 0.25 mm en las trincheras, y fondo del cauce 0.30 – 0.177 mm y 0.84 – 0.30 mm.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. En la zona de estudio se encuentran tres (3) unidades geológicas: Complejo de Imataca, Formación Mesa y Sedimentos Recientes.

2. Las rocas pertenecientes al Complejo de Imataca se observan a manera de afloramientos dispersos a través de toda el área ocupada por la cuenca del río; y son gneises cuarzo-feldespáticos-biotíticos, gneises graníticos a migmatíticos, de color gris rosáceo, de grano grueso, con textura de “augen gneis” como consecuencia del cizallamiento de la roca, con meteorización esferoidal, foliados y diaclasados, con presencia de diques de cuarzo.

3. La Formación Mesa se encuentra representada por dos unidades, una de arena de grano fino, la cual en ciertos puntos se observó de color rojizo y en otras áreas se observó de un color grisáceo, y otra unidad de arenas de grano medio, suprayace a la unidad de arenas de grano fino, de color amarillo a marrón, y en ciertas áreas más alejadas del cauce de un color grisáceo, ambas unidades de consistencia muy dura y en la secuencia sedimentaria se puede observar una forma alterna de sedimentos finos a medios y de medio a grueso.

4. Los Sedimentos Recientes se presentan a lo largo del cauce de río Candelarita, sus aluviones y eluviones están conformados en su mayoría por arenas gruesas a media con tendencia a fina, pero también se observan gravas, limos, arcillas y otras litofacies mixtas.

5. Las columnas sedimentológicas realizadas muestran en su mayoría arenas finas a medias y de medias a finas con colores que varían del gris claro y gris oscuro al marrón claro y marrón oscuro, algunas moteadas de rojo por el óxido de hierro, y arena gruesa de color blanco, con presencia de raíces, la columna de la calicata

número tres (3), muestra directamente la depositación de los sedimentos sobre el macizo rocoso de la zona, y la interacción de estos sedimentos con la roca descompuesta.

6. La clasificación textural de los sedimentos mediante la escala Wentworth, indica la presencia de arenas finas hacia las llanuras de inundación donde se realizaron las calicatas, arenas de grano a medio en el pie de talud y arenas de grano muy grueso a grueso en el fondo del cauce del río Candelarita.

7. El método de Powers señaló una amplia distribución en el tipo de forma que poseen las partículas, dando como resultado 22.0-39.8% de angulosas, 20-37% de sub-angulosas, de 14.6-36.8% de sub-redondeadas, de 4.0-20.2% redondeadas y de 0.0-10% muy redondeadas.

8. Con el método de Zing se analizó una (1) muestra de grava con seis (6) partículas, obteniendo tres (3) en forma de rodillo, dos (2) esfera y una (1) discoidal.

9. Para el método Sneed y Folk se estudiaron las mismas partículas de gravas utilizadas en Zingg, clasificándolas de acuerdo a su forma en: dos (2) tabular, una (1) alargada, una (1) esférico tabular y dos (2) esférico alargada. Estos resultados son indicativos de un efecto abrasivo a causa de un alto transporte a corto plazo y no de manera constante.

10. De acuerdo a los resultados de los análisis morfoscópico de los sedimentos, se puede deducir que el grado de transporte que ha sufrido las partículas es de mediano a alto grado y las variaciones en la intensidad del mismo se deben a las épocas de sequía y lluvia, que son muy marcadas en la zona.

11. Con el microscopio estereográfico se estableció que la composición mineral de los sedimentos del río Candelarita, en general predomina el cuarzo (12-

76%) en distintas variedades como cristal de roca, lechoso y ahumado; siendo este último el que se encuentra en menor proporción, hornblenda (4-6%), fragmentos de roca (4-5%), magnetita (4-5%), óxidos de hierro hidratado (turguita, goethita y limonita) (0-2%), feldespatos alterados (0-2%), circón, granate, hematita, ilmenita, leucoxeno en una misma proporción entre (0-3%).

12. A través de la interpretación de las curvas granulométricas de frecuencia acumulada y utilizando el concepto de mecanismo de transporte de Visher, se demostró que en el tramo estudiado del río Candelarita predomina el mecanismo de transporte por saltación, con partículas que presentan un diámetro de 0.25- 0.177 y 0.42-0.25 mm en las calicatas, 0.25-0.12 y 0.42 -0.25 mm en las trincheras, y fondo del cauce 0.30-0.177 y 0.84-0.30 mm.

### **Recomendaciones**

1. Se requiere la colaboración de las autoridades de la zona y de la población en general, para que permitan y faciliten el acceso al río Candelarita para que los estudios que se realicen en la zona cubran más sectores de los que se lograron alcanzar en esta investigación.

2. Contar con instrumentos más actualizados en los laboratorios de sedimentología y óptica de la Escuela de Ciencias de la Tierra que permitan realizar los análisis de una manera más rápida y confiable

3. Profundizar más esta investigación, con la implementación de otros estudios, por lo que se recomienda recolectar y analizar mayor cantidad de muestras a lo largo del río Candelarita.

4. Sugerirle a los entes gubernamentales generar y promover la creación de proyectos de investigación en este sector, para estudiar posibles concentraciones de minerales estratégicos y de interés comercial.

## REFERENCIAS

Abreu L., Joann M., y Orta Eduardo J., (2010) **ESTUDIO GEOQUÍMICO EXPLORATORIO DE LA CUENCA DEL RÍO CANDELARIA, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo de grado de la Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias De La Tierra, Ciudad Bolívar.

Arche, Alfredo (2010) **SEDIMENTOLOGÍA DEL PROCESO FÍSICO A LA CUENCA SEDIMENTARIA.** Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid España. pp 75

Arias, Fidias (2012) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.** Editorial Episteme, C.A. Caracas 2012, 6ta edición. P: 143.

Candelaria, Juan M. (1982) **ESTUDIO PETROMINERALOGICO DE LAS PEGMATITAS RADIATIVAS DEL RIO CANDELARIA.** Trabajo de grado de la Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias De La Tierra, Ciudad Bolívar.

Corporación Venezolana de Guayana. Técnica Minera C.A. (TECMIN C.A.) (1991) **INFORME DE AVANCE NB-20-4. 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.

Franzone, Aura y Medina Arquímedes. (1998) **CONTAMINACIÓN DE LOS ORICHALES LOS CARIBES-GUARICONGO Y SUS ALREDEDORES EN EL ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo de grado de la Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias De La Tierra, Ciudad Bolívar. pp. 4-42, 55-77.

Larez G., Haydee L.; Miguel A. Salazar S. y Esteban M. Salcedo V. (1972) **“GEOLOGÍA DEL ÁREA DE CERRO MONTECRISTO, DISTRITO HERES, ESTADO BOLÍVAR”** Trabajo de grado de la Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias De La Tierra, Ciudad Bolívar. pp 1, 3, 5, 8.

Ledesma V. Jorge (2013) **MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE SEDIMENTOLOGÍA.** Universidad Autónoma de Baja California – Facultad de Ciencias Marina, Ensenada México. pp 7-17

Méndez B., José (2006) **PETROLOGÍA.** Universidad Central de Venezuela – Facultad de Ciencias, Caracas Venezuela. pp 137-181, 227.

Mendoza, V. (2000) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO)**. Ciudad Bolívar, Venezuela, P 184.

Orsetti, Milisen y Romero Yajaira, (2005) **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO CANDELARIA EN ÉPOCA DE SEQUÍA AÑO 2005”** Trabajo de grado de la Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias De La Tierra, Ciudad Bolívar.

Petróleos de Venezuela, PDVSA – Intevep. (1997 – 2005) **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA**. Versión Digitalizada.

Pettijohn, F. J. (1976) **ROCAS SEDIMENTARIAS**. Edición EUDEBA. Tercera Edición, Buenos Aires Argentina. pp 2-76

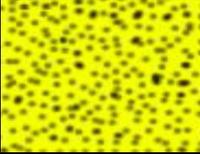
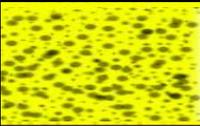
Tarbutck, Edward y Lutgens, Frederick (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA – INTRODUCCION A LA GEOLOGIA FISICA**. Pearson Educación S. A. Madrid, 8va edición. pp 456-459.

Visher, G. (1969) **GRAIN SIZE DISTRIBUTION AND DEPOSITIONAL PROCESSES**. University of Tulsa, Tulsa, Oklahoma, EUA. pp 1076-1078.

## **APÉNDICES**

## **APÉNDICE A**

### **COLUMNAS SEDIMENTOLÓGICAS DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO CANDELARITA**

| <b>Río Candelarita calicata #1 – Lugar: Margen izquierda al SW</b> |                                    |   |  |   |  |
|--|------------------------------------|---|--|---|--|
| <b>Coordenadas UTM: N-898871,914 - E-457087,918</b>                |                                    |   | <b>Escala vertical 1:10</b>                |   |  |
| <b>Prof. (m)</b>   | <b>Puntos de toma de muestras.</b> | <b>Litología</b>  | <b>Estructura. (forma de depositación)</b> | <b>Observaciones.</b>                               |  |
| <b>0.10</b>  |                                    |    | No se observo                              | 20 cm. Arena de grano medio color marrón claro.     |  |
| <b>0.20</b>  |                                    |   |  |   |  |
| <b>0.30</b>  |                                    |    | No se observo                              | 15 cm. Arena de grano medio a fino color rojizo.    |  |
| <b>0.40</b>  |                                    |   |  |   |  |
| <b>0.50</b>  |                                    |    | No se observo                              | 18 cm. Arena de grano fino color gris claro.        |  |
| <b>0.60</b>  |                                    |   |  |   |  |
| <b>0.70</b>  |                                    |   | No se observo                              | 12 cm. Arena de grano muy fino color marrón oscuro. |  |
| <b>0.80</b>  |                                    |   |  |   |  |
| <b>0.90</b>  |                                    |  | No se observo                              | 10 cm Arena de grano fino limosa.                   |  |
| <b>1.0 m</b>   |                                    |   |  |   |  |
|  |                                    |   |  |   |  |

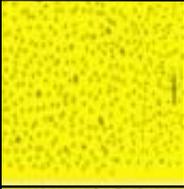
C1



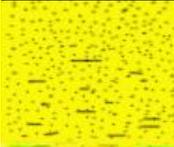
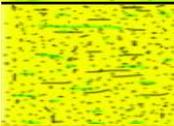
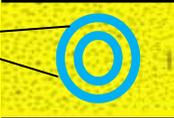
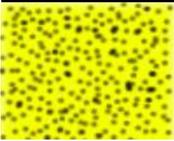
A.1 Columna sedimentológica de la calicata 1 del río Candelarita, al SW, en la margen izquierda.

| <b>Río Candelarita calicata # 2- Lugar: Margen derecha al SE</b> |                                    |   |  |  |
|--|------------------------------------|---|--|--|
| <b>Coordenadas UTM: N-898897,364 – E-457098,606</b>              |                                    | <b>Escala vertical 1:10</b>   |  |  |
| <b>Prof. (m)</b>   | <b>Puntos de toma de muestras.</b> | <b>Litología</b>  | <b>Estructura. (forma de depositación)</b> | <b>Observaciones.</b>  |
| <b>0.10</b>  |                                    |    | No se observo                              | 10 cm. Arena de grano medio, color marrón claro con vegetación.  |
| <b>0.20</b>  |                                    |    | No se observo                              | 22 cm. Arena de grano fino, color rojizo, moteada de arena fina gris claro y arena fina color blanco.  |
| <b>0.30</b>  |                                    |    |  |  |
| <b>0.40</b>  | C2                                 |    | No se observo                              | 12 cm. Arena de grano fino, color blanco, micácea.   |
| <b>0.50</b>  |                                    |    |  |  |
| <b>0.60</b>  |                                    |    | No se observo                              | 16 cm. Arena de grano fino a muy fino con poca presencia de arcilla, gris oscuro.                      |
| <b>0.70</b>  |                                    |   | No se observo                              | 9 cm. Arena de grano muy fino arcillosa, color gris  |
| <b>0.80</b>  |                                    |  | No se observo                              | 11 cm. Arena de grano medio, color marrón oscuro.  |
| <b>0.90</b>  |                                    |  | No se observo                              | 20 cm. Arena de grano medio color gris oscuro, con laminaciones de arena de grano grueso color blanco. |
| <b>1.0 m</b>   |                                    |  |  |  |
|  |                                    |   |  |  |

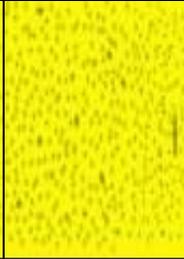
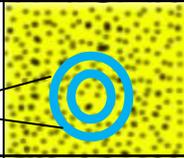
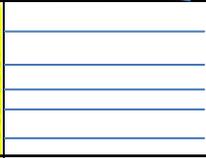
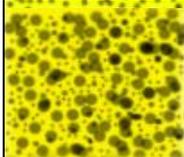
A.2 Columna sedimentológica de la calicata 2 del río Candelarita, en margen derecha al SE

| <b>Río Candelarita calicata # 3 - Lugar: Margen derecha al norte</b> |                                    |  |  |  |
|--|------------------------------------|--|--|--|
| <b>Coordenadas UTM: N-898982,294 – E-457043,194</b>                  |                                    |  | <b>Escala vertical 1:10</b>                |  |
| <b>Prof. (m)</b>   | <b>Puntos de toma de muestras.</b> | <b>Litología</b>   | <b>Estructura. (forma de depositación)</b> | <b>Observaciones.</b>  |
| <b>0.10</b>  |                                    |   | No se observo                              | 10 cm. Arena de grano medio a fino, color marrón oscuro.   |
| <b>0.20</b>  |                                    |   | No se observo                              | 25 cm. Arena de grano fino color gris oscuro.  |
| <b>0.30</b>  |                                    |  |  |  |
| <b>0.40</b>  |                                    |  |  |  |
| <b>0.50</b>  |                                    |   | No se observo                              | 12 cm. Arena de grano fino color blanco.   |
| <b>0.60</b>  | C3                                 |   | No se observo                              | 10 cm. Arena de grano fino a medio, color marrón claro.  |
| <b>0.70</b>  |                                    |  | No se observo                              | 13 cm. Arena de grano medio color marrón oscuro con fragmentos de roca de aproximadamente 1 a 8 cm de diámetro muy meteorizados. |
| <b>0.80</b>  |                                    | Roca Meteorizada.  |  |  |
| <b>0.90</b>  |                                    |  |  |  |
| <b>1.0 m</b>   |                                    |  |  |  |
|  |                                    |  |  |  |

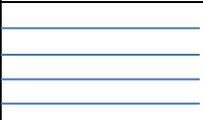
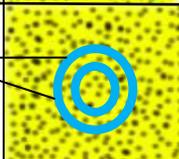
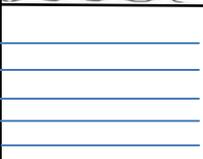
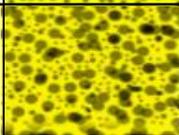
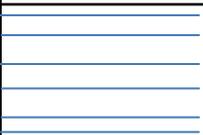
A.3 Columna sedimentológica de la calicata 3 del río Candelarita, en la margen derecha al norte

| <b>Río Candelarita calicata # 4 - Margen izquierda al NW</b> |                                    |   |  |  |
|--|------------------------------------|---|--|--|
| <b>Coordenadas UTM: N-898962,599 – E-457018,264</b>          |                                    |   | <b>Escala vertical 1:10</b>                |  |
| <b>Prof. (m)</b>   | <b>Puntos de toma de muestras.</b> | <b>Litología</b>  | <b>Estructura. (forma de depositación)</b> | <b>Observaciones.</b>  |
| <b>0.10</b>  |                                    |    | No se observo                              | 5 cm. Arena de grano grueso, blanca  |
| <b>0.20</b>  |                                    |    | No se observo                              | 15 cm. Arena de grano medio, color marrón claro.   |
| <b>0.30</b>  |                                    |    | No se observo                              | 11 cm. Arena de grano fino a medio de un color rojizo.   |
| <b>0.40</b>  |                                    |    | No se observo                              | 21 cm. Arena de grano fino color gris claro, moteada con una arena de grano fino color amarillo claro.                       |
| <b>0.50</b>  |                                    |   | No se observo                              | 16 Arena de grano fino color gris oscuro.  |
| <b>0.60</b>  |                                    |  | No se observo                              | 14 cm. Arena de grano fino de gris oscuro.   |
| <b>0.70</b>  |                                    |  | No se observo                              | 18 cm. Arena de grano medio color marrón oscuro, con laminaciones de arenas gruesas de color blanco, moteadas de color rojo. |
| <b>0.80</b>  |                                    |  | No se observo                              |  |
| <b>0.90</b>  |                                    |  | No se observo                              |  |
| <b>1.0 m</b>   |                                    |  | No se observo                              |  |

A.4 Columna sedimentológica de la calicata 4 del río Candelarita, en la margen izquierda al NW.

| <b>Río Candelarita trinchera # 1 – Lugar: Margen derecha al Este</b><br><b>Coordenadas UTM: N-898935,901 – E-457086,04</b> |                                    |   |  |   |
|--|------------------------------------|---|--|---|
|  |                                    | <b>Escala vertical 1:10</b>   |  |   |
| <b>Prof. (m)</b>   | <b>Puntos de toma de muestras.</b> | <b>Litología</b>  | <b>Estructura. (forma de depositación)</b>   | <b>Observaciones.</b>   |
| 0.10   |                                    |    |    | 31 cm. Arena de grano fino a medio de color blanco a gris.  |
| 0.20   |                                    |   |  |   |
| 0.30   |                                    |   |  |   |
| 0.40   |                                    |    |    | 8 cm Arena de grano medio a fino color marrón claro.  |
| 0.50   |                                    |   |   | 20 cm. Arena de grano medio de color marrón oscuro.   |
| 0.60   |                                    |   |  |   |
| 0.70   |                                    |  |  | 24 cm. Arena de grano medio a grueso de color blanco, moteada de rojo por la presencia de oxidación en los cristales de cuarzo. |
| 0.80   |                                    |   |  |   |
| 0.90   |                                    |   |  |   |
| 1.0 m  |                                    |   |  |   |

A.5 Columna sedimentológica de la trinchera 1 del río Candelarita, en la margen derecha al Este

| Río Candelarita trinchera # 2 – Lugar: Margen derecha al NE |                             |  |  |   |   |
|---|-----------------------------|--|--|---|---|
| Coordenadas UTM: N-898972,179 – E-457051,957                |                             |  | Escala vertical 1:10   |   |   |
| Prof. (m)   | Puntos de toma de muestras. | Litología  | Estructura. (forma de depositación)  | Observaciones.  |   |
| 0.10  |                             |       |  | 15 cm. Arena de grano fino a medio de color blanco a gris.                          |   |
| 0.20  |                             |       |  | 9 cm. Arena de grano medio a fino de color amarillo a marrón.                       |   |
| 0.30  |                             |       |  | 13 cm Arena de grano fino limosa, de color gris oscuro                              |   |
| 0.40  |                             |  |  |   |   |
| 0.50  |                             | T2M6  |   |   | 21 cm. Arena de grano medio de color marrón claro. Con olor a descomposición de vegetación- |
| 0.60  |                             |  |  |   |   |
| 0.70  |                             |  |  |  | 18 cm Arena de grano grueso color blanco en una matriz de grano medio color gris.           |
| 0.80  |                             |  |  |   |   |

A.6 Columna sedimentológica de la trinchera 2 del río Candelarita, en la margen derecha al NE

## **APÉNDICE B**

### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS REALIZADOS A LOS SEDIMENTOS DEL RÍO CANDELARITA**



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

**Solicitante:** Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

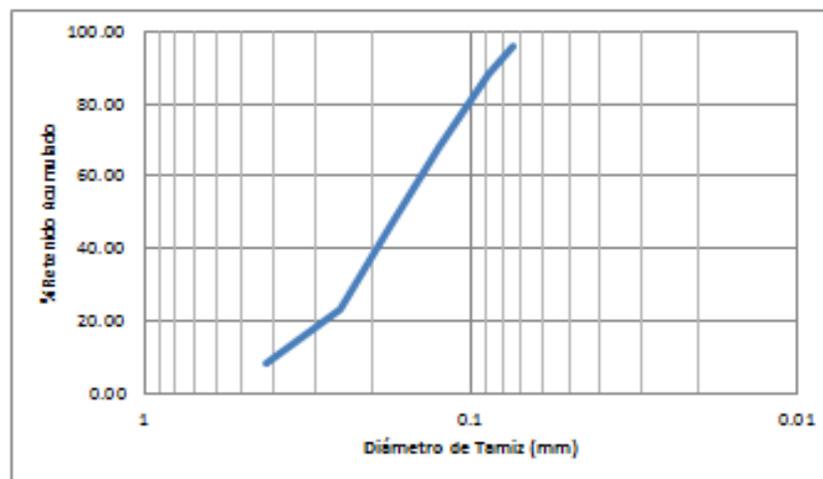
**Lugar:** Río Candelarita

**Fecha:** 16/Noviembre/2017

**Estación:** C1M1

**Análisis Granulométrico**

| N° de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 40          | 0.42                   | 314                 | 356.00                        | 42.00               | 8.40      | 8.40                | 82.60    |
| 60          | 0.25                   | 523                 | 598.00                        | 75.00               | 15.00     | 23.40               | 76.60    |
| 80          | 0.177                  | 278                 | 390.00                        | 112.00              | 22.40     | 45.80               | 54.20    |
| 120         | 0.125                  | 489                 | 599.00                        | 110.00              | 22.00     | 67.80               | 32.20    |
| 170         | 0.088                  | 340                 | 441.00                        | 101.00              | 20.20     | 88.00               | 12.00    |
| 200         | 0.074                  | 504                 | 544.00                        | 40.00               | 8.00      | 96.00               | 4.00     |
| Pan         |                        | 277                 | 297.00                        | 20.00               | 4.00      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500                 | 100.00    |                     |          |



|                |                        |                       |                           |                     |
|----------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|
| % Arena Gruesa | % Arena Media<br>23.40 | % Arena Fina<br>44.40 | % Arena Muy Fina<br>28.20 | Limo Grueso<br>4.00 |
|----------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|

**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

B.1 Análisis granulométrico de la muestra C1M1



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

**Solicitante:** Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

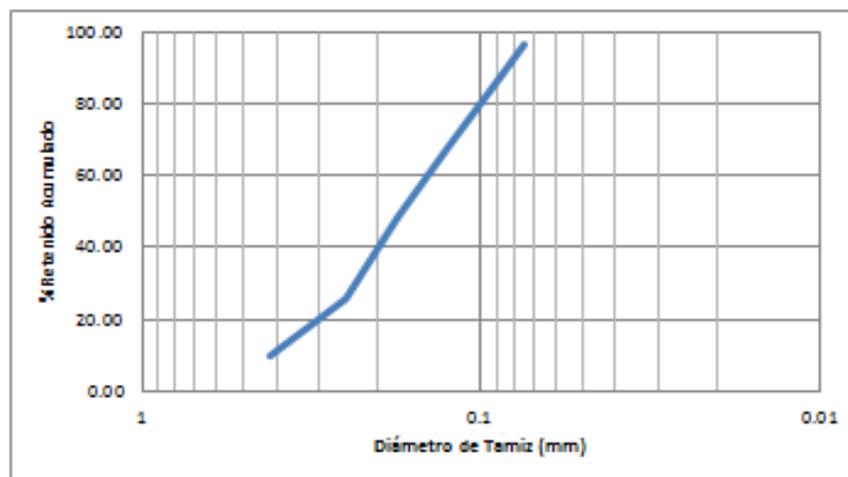
**Lugar:** Río Candelarita

**Fecha:** 16/Noviembre/2017

**Estación:** C2M2

### Análisis Granulométrico

| Nº de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 40          | 0.42                   | 314.00              | 364.00                        | 50.00               | 10.00     | 10.00               | 81.80    |
| 60          | 0.25                   | 523.00              | 603.00                        | 80.00               | 16.00     | 26.00               | 74.00    |
| 80          | 0.177                  | 278.00              | 388.00                        | 110.00              | 22.00     | 48.00               | 52.00    |
| 120         | 0.125                  | 489.00              | 591.00                        | 102.00              | 20.40     | 68.40               | 31.60    |
| 170         | 0.088                  | 340.00              | 433.00                        | 93.00               | 18.60     | 87.00               | 13.00    |
| 200         | 0.074                  | 504.00              | 552.00                        | 48.00               | 9.60      | 96.60               | 3.40     |
| Pan         |                        | 277.00              | 294.00                        | 17.00               | 3.40      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500.00              | 100.00    |                     |          |



|                |               |              |                  |             |
|----------------|---------------|--------------|------------------|-------------|
| % Arena Gruesa | % Arena Media | % Arena Fina | % Arena Muy Fina | Limo Grueso |
|                | 26.00         | 42.40        | 28.20            | 3.40        |

**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

B.2 Análisis granulométrico de la muestra C2M2



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

**Solicitante:** Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

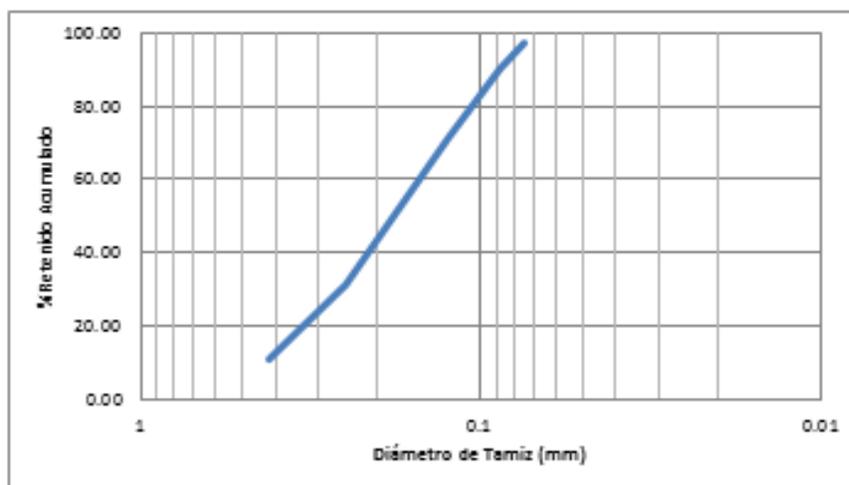
**Lugar:** Río Candelarita

**Fecha:** 16/Noviembre/2017

**Estación:** C3M3

**Análisis Granulométrico**

| N° de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 40          | 0.42                   | 314                 | 369.00                        | 55.00               | 11.00     | 11.00               | 89.00    |
| 60          | 0.25                   | 523                 | 622.00                        | 99.00               | 19.80     | 30.80               | 69.20    |
| 80          | 0.177                  | 278                 | 380.00                        | 102.00              | 20.40     | 51.20               | 48.80    |
| 120         | 0.125                  | 489                 | 589.00                        | 100.00              | 20.00     | 71.20               | 28.80    |
| 170         | 0.088                  | 340                 | 435.00                        | 95.00               | 19.00     | 90.20               | 9.80     |
| 200         | 0.074                  | 504                 | 538.00                        | 34.00               | 6.80      | 97.00               | 3.00     |
| Pan         |                        | 277                 | 292.00                        | 15.00               | 3.00      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500                 | 100.00    |                     |          |



|                |              |             |                 |             |
|----------------|--------------|-------------|-----------------|-------------|
| % Arena Gruesa | %Arena Media | %Arena Fina | %Arena Muy Fina | Limo Grueso |
|                | 30.80        | 40.40       | 25.80           | 3.00        |

**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

B.3 Análisis granulométrico de la muestra C3M3



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

**Solicitante:** Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

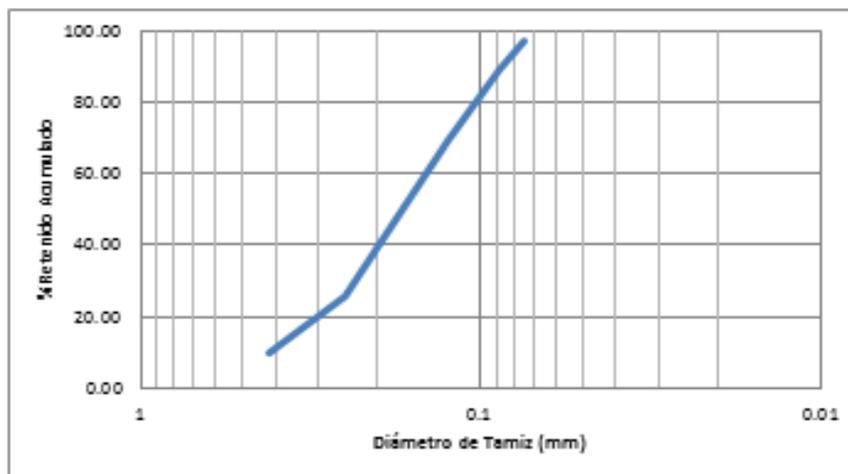
**Lugar:** Río Candelarita

**Fecha:** 16/Noviembre/2017

**Estación:** C4M4

### Análisis Granulométrico

| N° de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 40          | 0.42                   | 314.00              | 365.00                        | 51.00               | 10.20     | 10.20               | 89.80    |
| 60          | 0.25                   | 523.00              | 600.00                        | 77.00               | 15.40     | 25.60               | 74.40    |
| 80          | 0.177                  | 278.00              | 388.00                        | 110.00              | 22.00     | 47.60               | 52.40    |
| 120         | 0.125                  | 489.00              | 598.00                        | 109.00              | 21.80     | 69.40               | 30.60    |
| 170         | 0.088                  | 340.00              | 438.00                        | 98.00               | 19.60     | 89.00               | 11.00    |
| 200         | 0.074                  | 504.00              | 546.00                        | 42.00               | 8.40      | 97.40               | 2.60     |
| Pan         |                        | 277.00              | 290.00                        | 13.00               | 2.60      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500.00              | 100.00    |                     |          |



% Arena Gruesa

% Arena Média  
25.60

% Arena Fina  
43.80

% Arena Muy Fina  
28.00

Limo Grueso  
2.60

**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

B.4 Análisis granulométrico de la muestra C4M4



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

**Solicitante:** Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

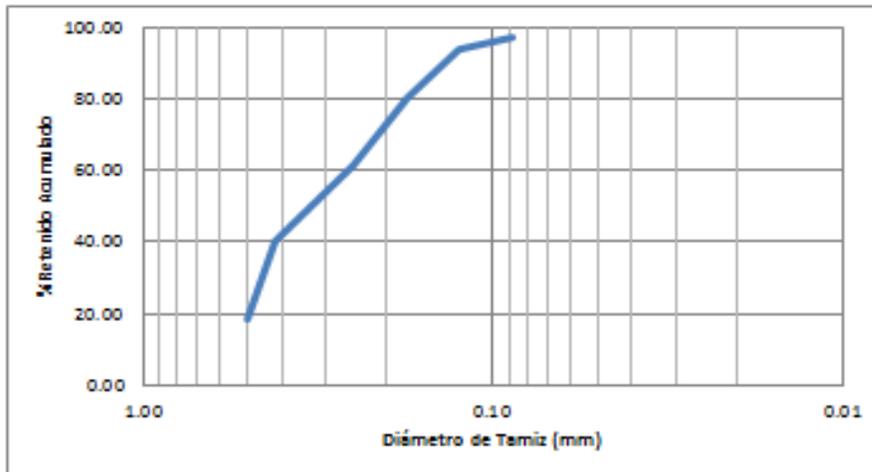
**Lugar:** Río Candelarita

**Fecha:** 17/Noviembre/2017

**Estación:** T1M5

### Análisis Granulométrico

| N° de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 35          | 0.50                   | 557.00              | 651.00                        | 94.00               | 18.80     | 18.80               | 81.20    |
| 40          | 0.42                   | 314.00              | 422.00                        | 108.00              | 21.60     | 40.40               | 59.60    |
| 60          | 0.25                   | 523.00              | 629.00                        | 106.00              | 21.20     | 61.60               | 38.40    |
| 80          | 0.177                  | 278.00              | 371.00                        | 93.00               | 18.60     | 80.20               | 19.80    |
| 120         | 0.125                  | 489.00              | 559.00                        | 70.00               | 14.00     | 94.20               | 5.80     |
| 170         | 0.088                  | 340.00              | 355.00                        | 15.00               | 3.00      | 97.20               | 2.80     |
| Pan         |                        | 277.00              | 291.00                        | 14.00               | 2.80      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500.00              | 100.00    |                     |          |



|                |               |              |                  |             |
|----------------|---------------|--------------|------------------|-------------|
| % Arena Gruesa | % Arena Media | % Arena Fina | % Arena Muy Fina | Limo Grueso |
| 18.80          | 42.80         | 32.60        | 3.00             | 2.80        |

**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

B.5 Análisis granulométrico de la muestra T1M5



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

**Solicitante:** Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

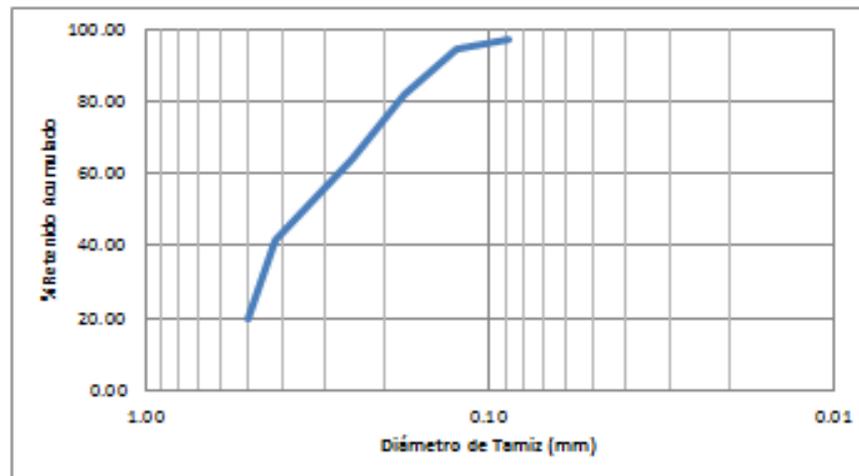
**Lugar:** Río Candelarita

**Fecha:** 17/Noviembre/2017

**Estación:** T2M6

### Análisis Granulométrico

| N° de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 35          | 0.50                   | 557.00              | 655.00                        | 98.00               | 19.60     | 19.60               | 80.40    |
| 40          | 0.42                   | 314.00              | 425.00                        | 111.00              | 22.20     | 41.80               | 58.20    |
| 60          | 0.25                   | 523.00              | 635.00                        | 112.00              | 22.40     | 64.20               | 35.80    |
| 80          | 0.177                  | 278.00              | 368.00                        | 90.00               | 18.00     | 82.20               | 17.80    |
| 120         | 0.125                  | 489.00              | 550.00                        | 61.00               | 12.20     | 94.40               | 5.60     |
| 170         | 0.088                  | 340.00              | 355.00                        | 15.00               | 3.00      | 97.40               | 2.60     |
| Pan         |                        | 277.00              | 290.00                        | 13.00               | 2.60      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500.00              | 100.00    |                     |          |



% Arena Gruesa  
19.60

% Arena Média  
44.60

% Arena Fina  
30.20

% Arena Muy Fina  
3.00

Limo Grueso  
2.60

**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

B.6 Análisis granulométrico de la muestra T2M6



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

**Solicitante:** Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

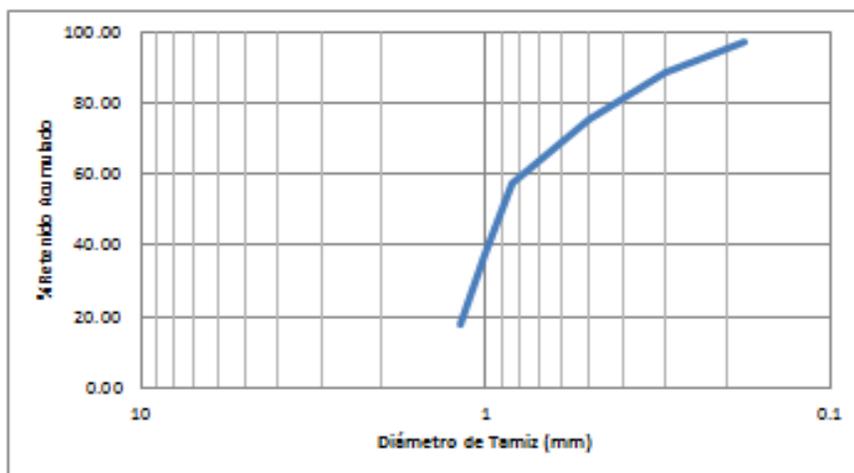
**Lugar:** Río Candelarita

**Fecha:** 17/Noviembre/2017

**Estación:** FCM7

### Análisis Granulométrico

| N° de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 16          | 1.19                   | 460.00              | 550.00                        | 90.00               | 18.00     | 18.00               | 82.00    |
| 18          | 1.00                   | 598.00              | 697.00                        | 99.00               | 19.80     | 37.80               | 62.20    |
| 20          | 0.84                   | 506.00              | 604.00                        | 98.00               | 19.60     | 57.40               | 42.60    |
| 35          | 0.50                   | 331.00              | 420.00                        | 89.00               | 17.80     | 75.20               | 24.80    |
| 50          | 0.30                   | 389.00              | 456.00                        | 67.00               | 13.40     | 88.60               | 11.40    |
| 80          | 0.177                  | 278.00              | 322.00                        | 44.00               | 8.80      | 97.40               | 2.60     |
| Pan         |                        | 277.00              | 290.00                        | 13.00               | 2.60      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500.00              | 100.00    |                     |          |



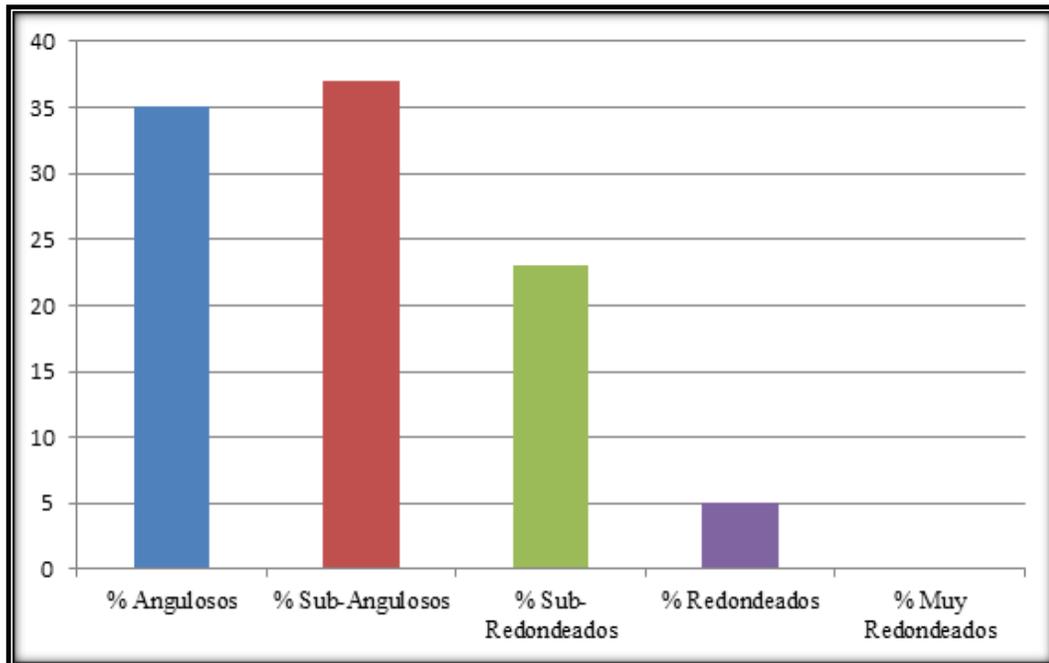
|                    |                |               |              |                  |
|--------------------|----------------|---------------|--------------|------------------|
| % Arena Muy Gruesa | % Arena Gruesa | % Arena Media | % Arena Fina | % Arena Muy Fina |
| 37.80              | 37.40          | 13.40         | 8.80         | 2.60             |

**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

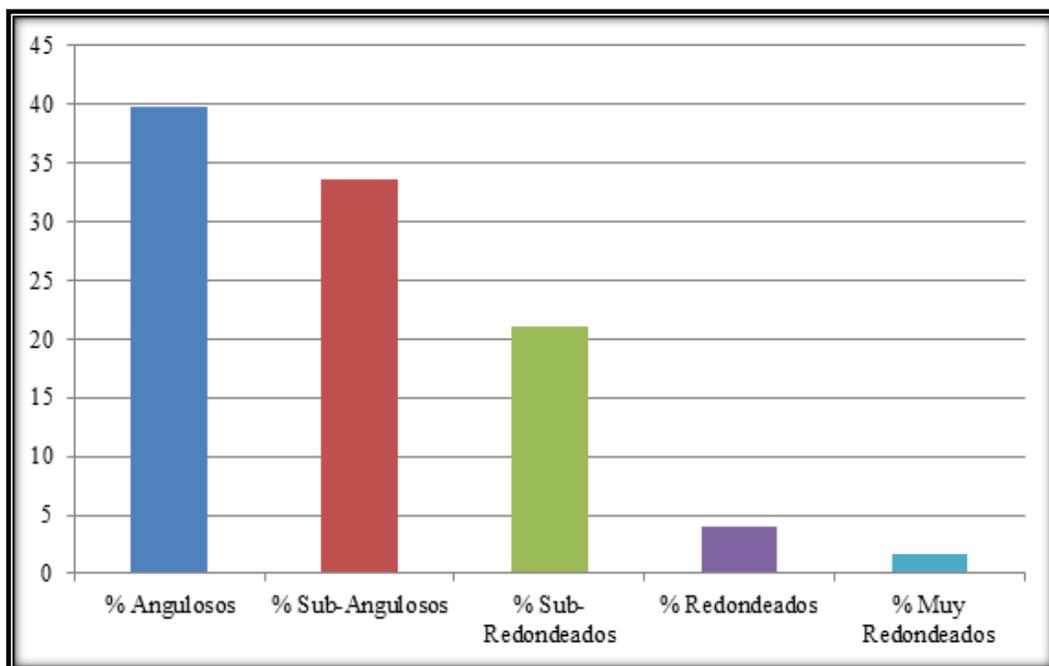
Análisis granulométrico de la muestra FCM7, fondo del lecho del río

## **APÉNDICE C**

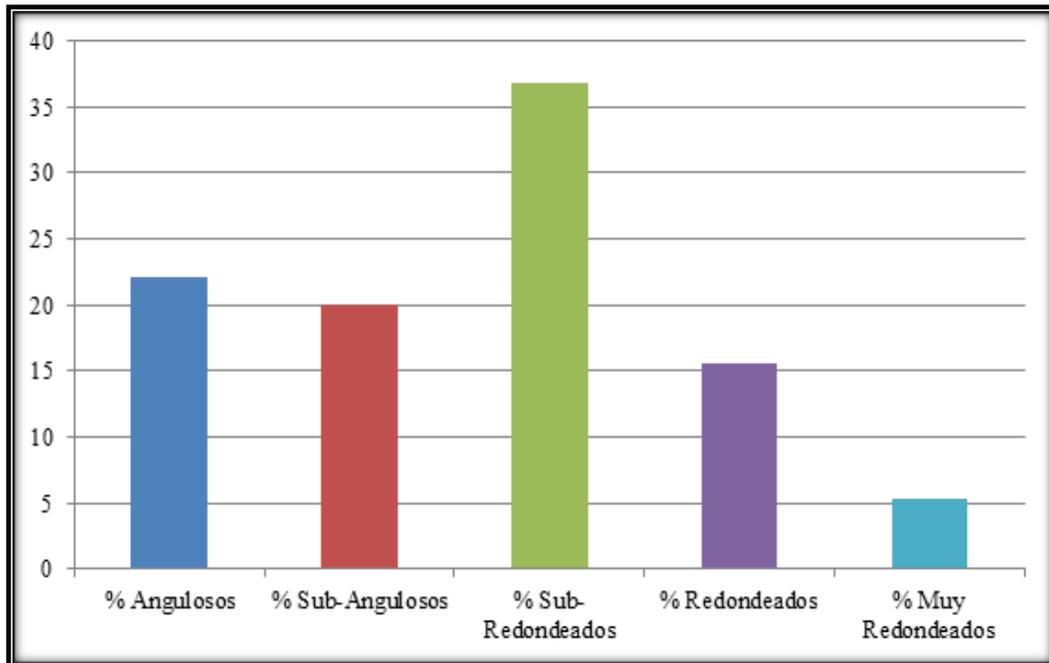
**ANÁLISIS MORFOSCÓPICO. HIDROGRAMAS DE DISTRIBUCIÓN  
PORCENTUAL DEL TIPO DE FORMA DE LAS PARTÍCULAS SEGÚN  
POWERS.**



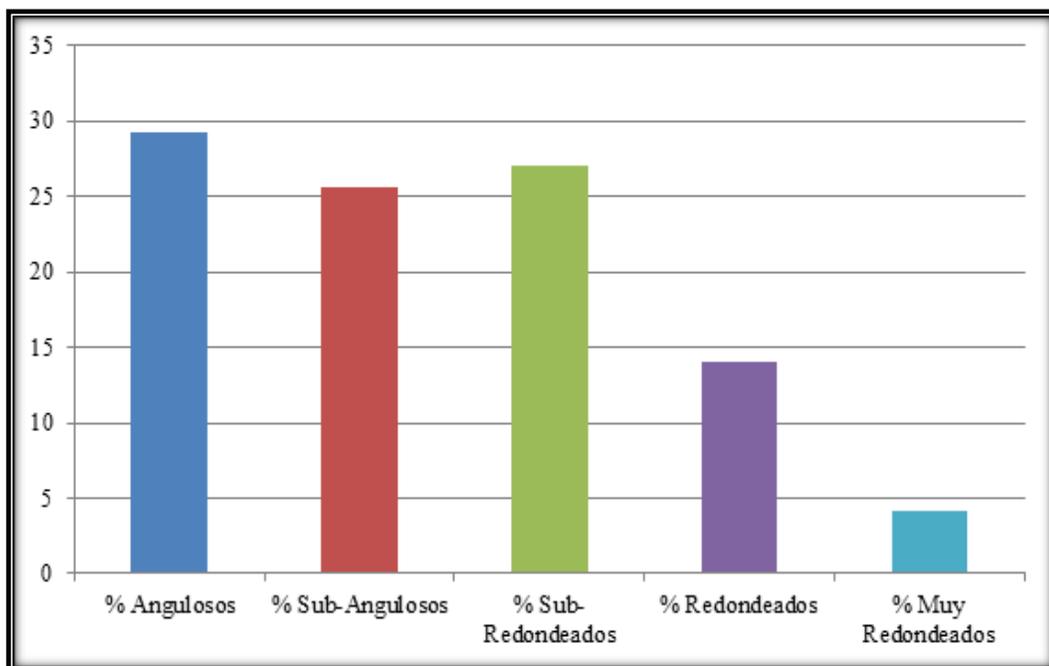
C.1 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C1M1. Según Powers



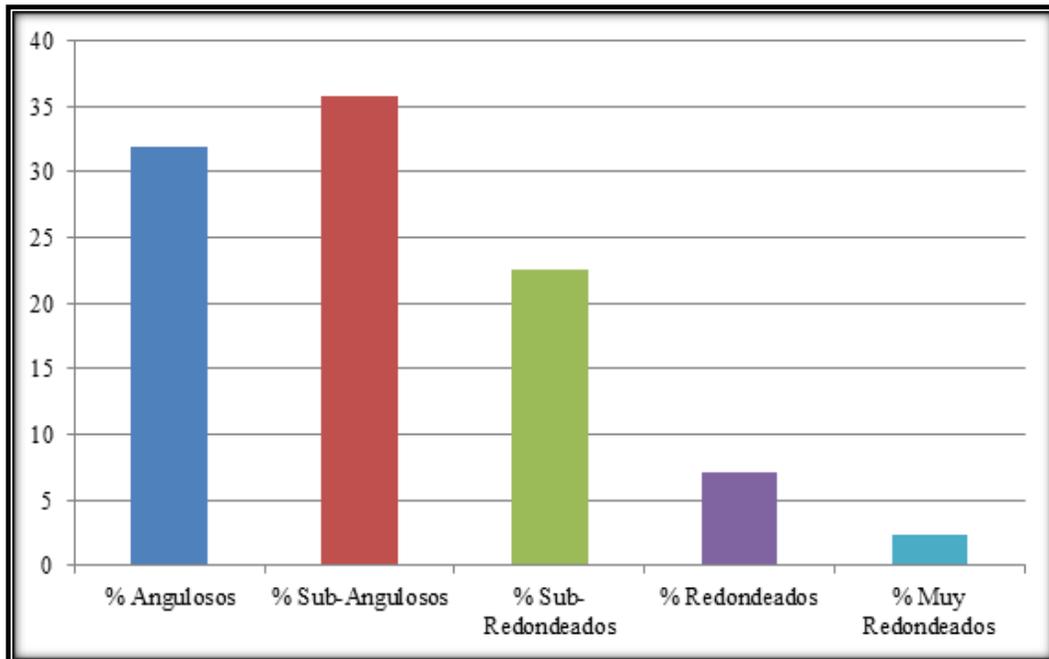
C.2 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C2M2. Según Powers



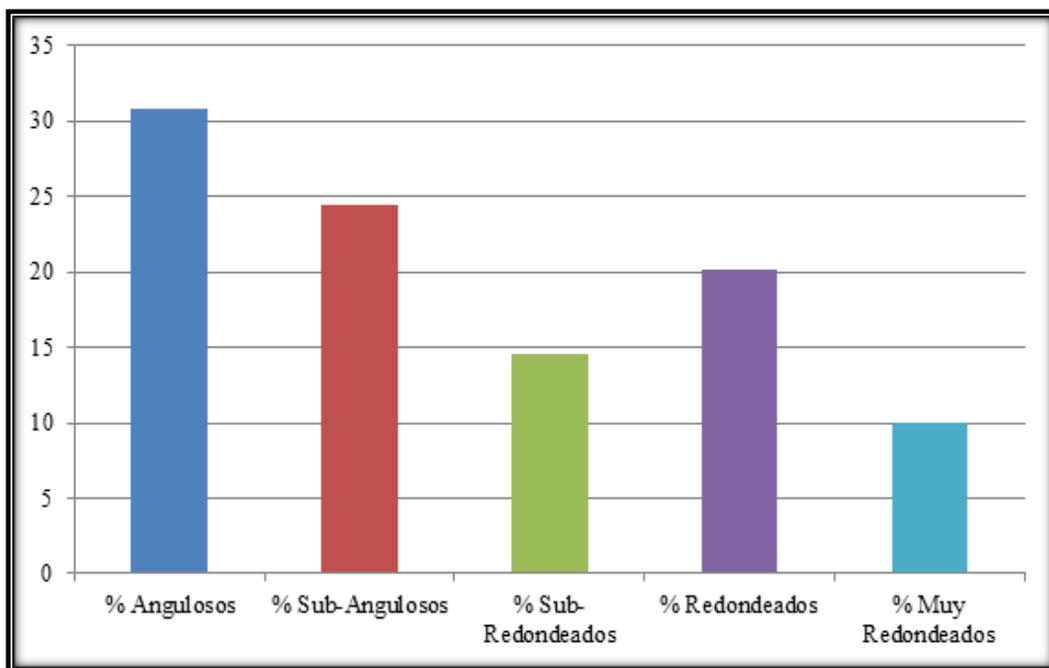
C.3 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C3M3. Según Powers



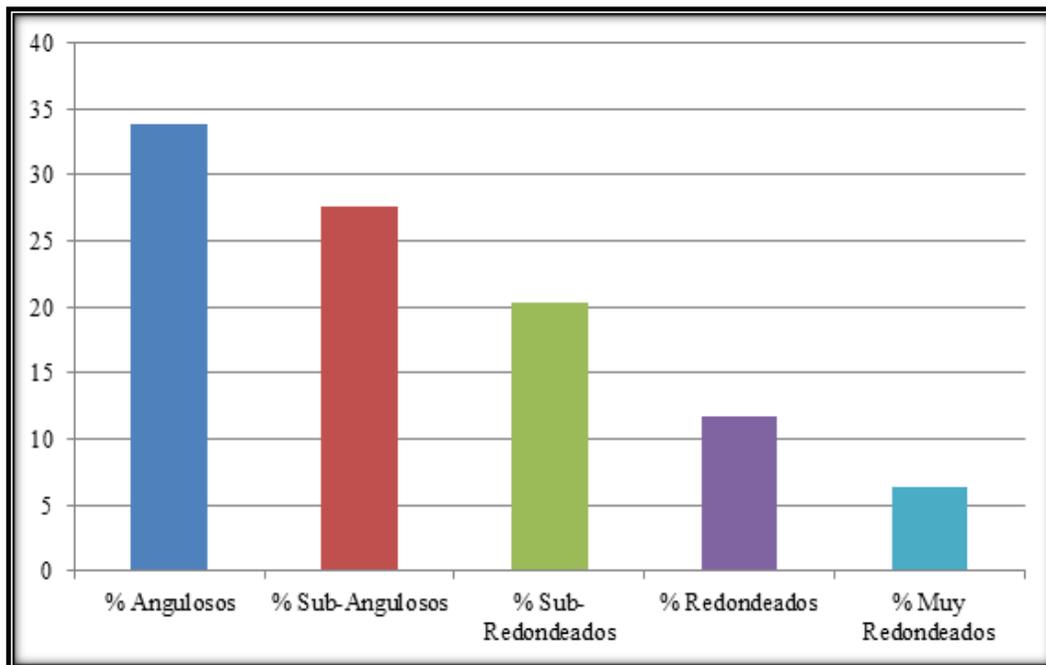
C.4 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra C4M4. Según Powers



C.5 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T1M5. Según Powers



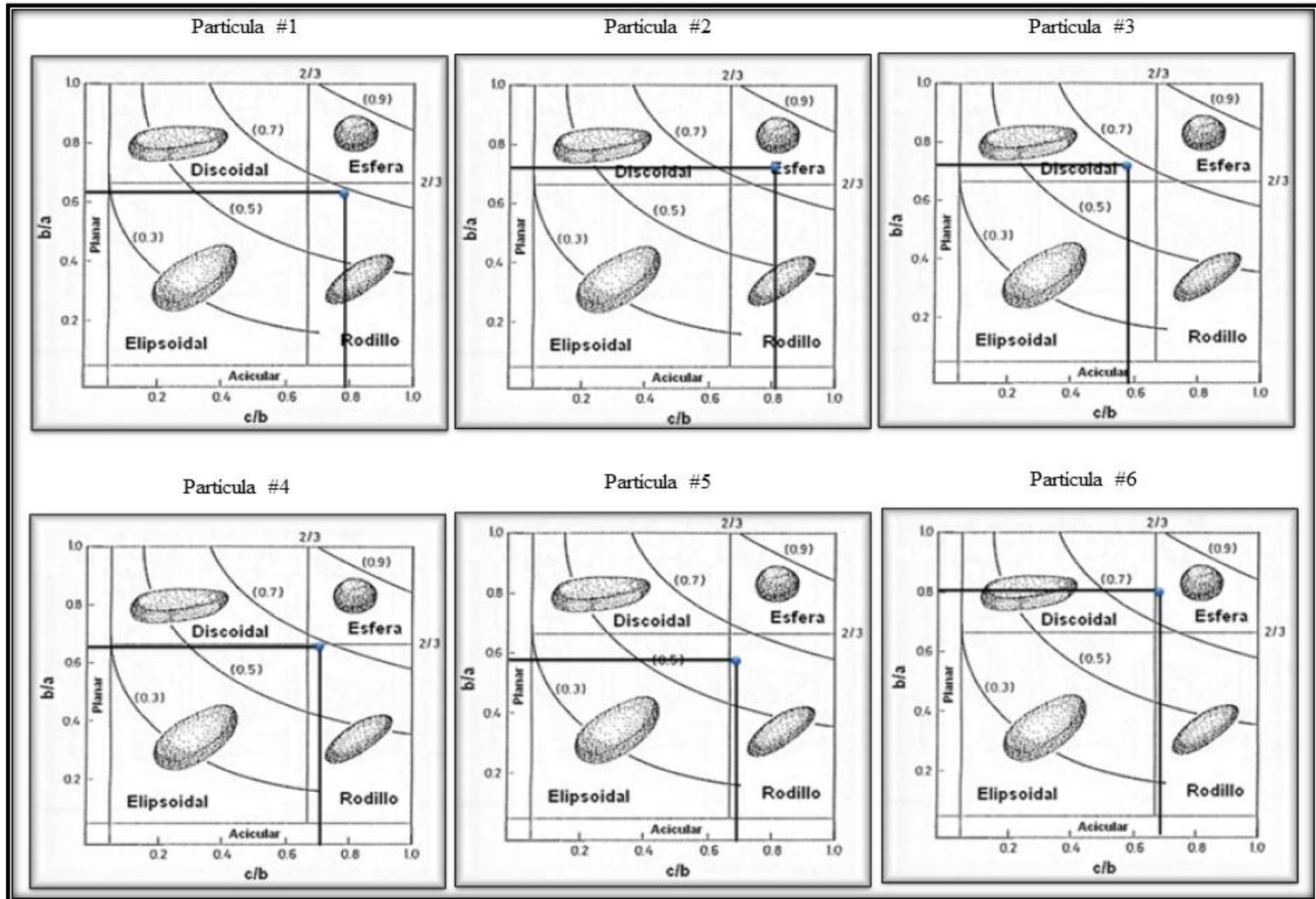
C.6 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra T2M6. Según Powers



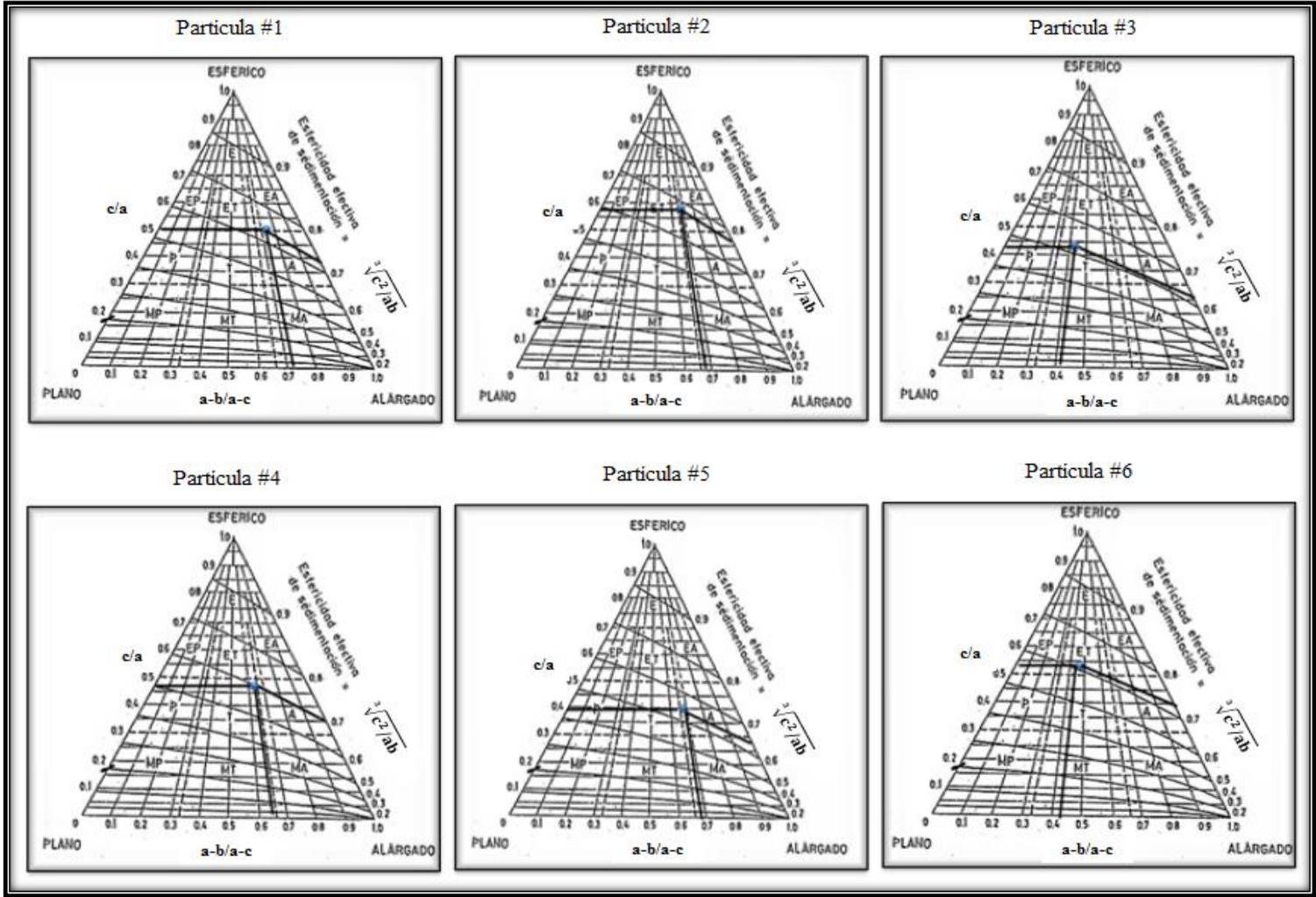
C.7 Distribución porcentual del tipo forma de las partículas de la muestra FCM7. Según Powers

## **APÉNDICE D**

**ANÁLISIS MORFOSCÓPICO. DIAGRAMAS DE CLASIFICACIÓN DE  
FORMA DE LAS PARTÍCULAS POR LOS MÉTODOS DE ZINGG Y DE  
SNEED Y FOLK.**



D.1 Clasificación de la forma de las gravas de la muestra E1M8. Según Zingg.



D.2 Clasificación de la forma de las gravas de la muestra E1M8. Según Sneed y Folk.

## **APÉNDICE E**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS. CURVA DE FRECUENCIA  
ACUMULADA. SUBPOBLACIONES DE VISHER**



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

**Solicitante:** Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

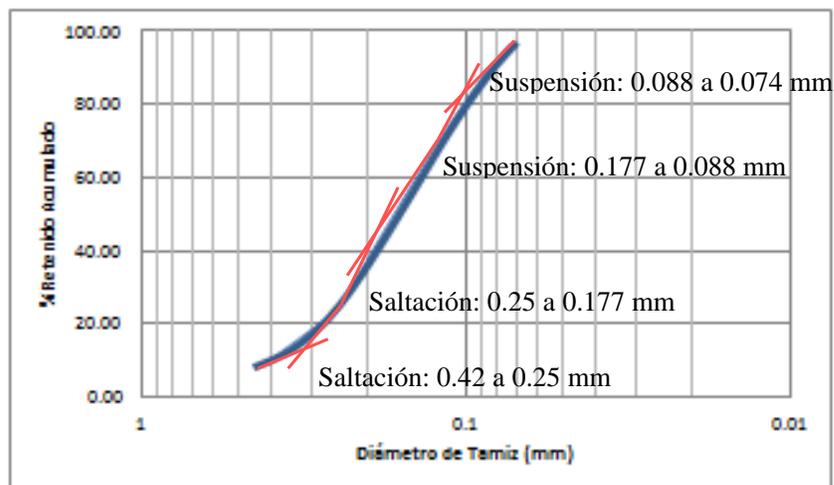
**Lugar:** Río Candelarita

**Fecha:** 16/Noviembre/2017

**Estación:** C1M1

**Análisis Granulométrico  
Curva de Frecuencia Acumulada. Subpoblaciones de Visher**

| Nº de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 40          | 0.42                   | 314                 | 356.00                        | 42.00               | 8.40      | 8.40                | 82.60    |
| 60          | 0.25                   | 523                 | 598.00                        | 75.00               | 15.00     | 23.40               | 76.60    |
| 80          | 0.177                  | 278                 | 390.00                        | 112.00              | 22.40     | 45.80               | 54.20    |
| 120         | 0.125                  | 489                 | 599.00                        | 110.00              | 22.00     | 67.80               | 32.20    |
| 170         | 0.088                  | 340                 | 441.00                        | 101.00              | 20.20     | 88.00               | 12.00    |
| 200         | 0.074                  | 504                 | 544.00                        | 40.00               | 8.00      | 96.00               | 4.00     |
| Pan         |                        | 277                 | 297.00                        | 20.00               | 4.00      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500                 | 100.00    |                     |          |



**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

E.1 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra C1M1. Subpoblaciones de Visher



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

Solicitante: Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

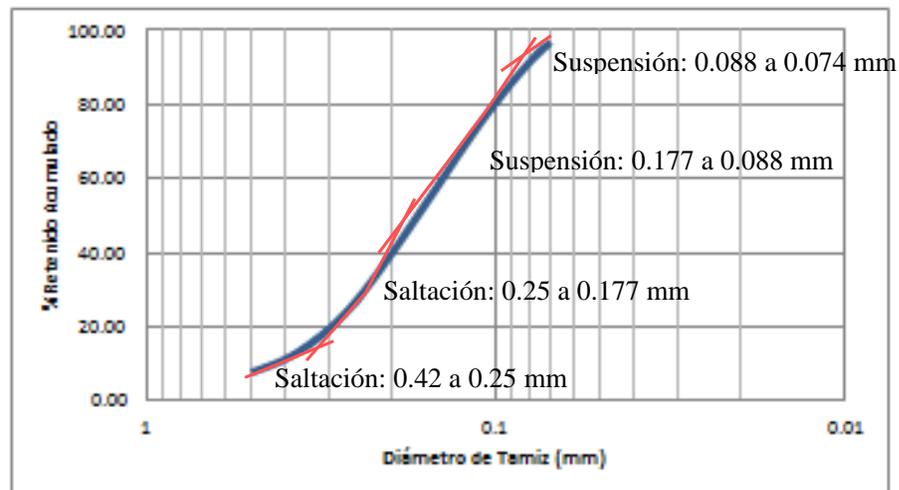
Lugar: Río Candelarita

Fecha: 16/Noviembre/2017

Estación: C2M2

**Análisis Granulométrico  
Curva de Frecuencia Acumulada. Subpoblaciones de Visher**

| Nº de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 40          | 0.42                   | 314.00              | 364.00                        | 50.00               | 10.00     | 10.00               | 81.80    |
| 60          | 0.25                   | 523.00              | 603.00                        | 80.00               | 16.00     | 26.00               | 74.00    |
| 80          | 0.177                  | 278.00              | 388.00                        | 110.00              | 22.00     | 48.00               | 52.00    |
| 120         | 0.125                  | 489.00              | 591.00                        | 102.00              | 20.40     | 68.40               | 31.60    |
| 170         | 0.088                  | 340.00              | 433.00                        | 93.00               | 18.60     | 87.00               | 13.00    |
| 200         | 0.074                  | 504.00              | 552.00                        | 48.00               | 9.60      | 96.60               | 3.40     |
| Pan         |                        | 277.00              | 294.00                        | 17.00               | 3.40      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500.00              | 100.00    |                     |          |



**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

E.2 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra C2M2. Subpoblaciones de Visher



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

Solicitante: Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

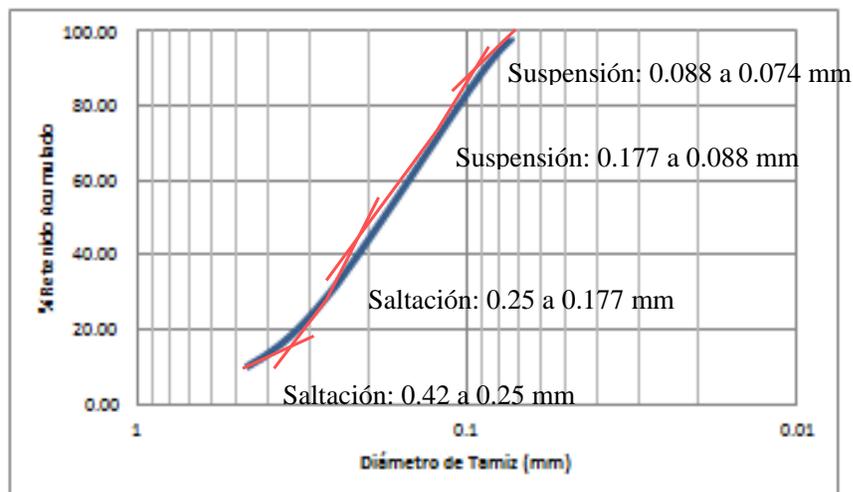
Lugar: Río Candelarita

Fecha: 16/Noviembre/2017

Estación: C3M3

**Análisis Granulométrico  
Curva de Frecuencia Acumulada. Subpoblaciones de Visser**

| Nº de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 40          | 0.42                   | 314                 | 369.00                        | 55.00               | 11.00     | 11.00               | 89.00    |
| 60          | 0.25                   | 523                 | 622.00                        | 99.00               | 19.80     | 30.80               | 69.20    |
| 80          | 0.177                  | 278                 | 380.00                        | 102.00              | 20.40     | 51.20               | 48.80    |
| 120         | 0.125                  | 489                 | 589.00                        | 100.00              | 20.00     | 71.20               | 28.80    |
| 170         | 0.088                  | 340                 | 435.00                        | 95.00               | 19.00     | 90.20               | 9.80     |
| 200         | 0.074                  | 504                 | 538.00                        | 34.00               | 6.80      | 97.00               | 3.00     |
| Pan         |                        | 277                 | 292.00                        | 15.00               | 3.00      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500                 | 100.00    |                     |          |



**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

E.3 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra C3M3. Subpoblaciones de Visser



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

Solicitante: Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

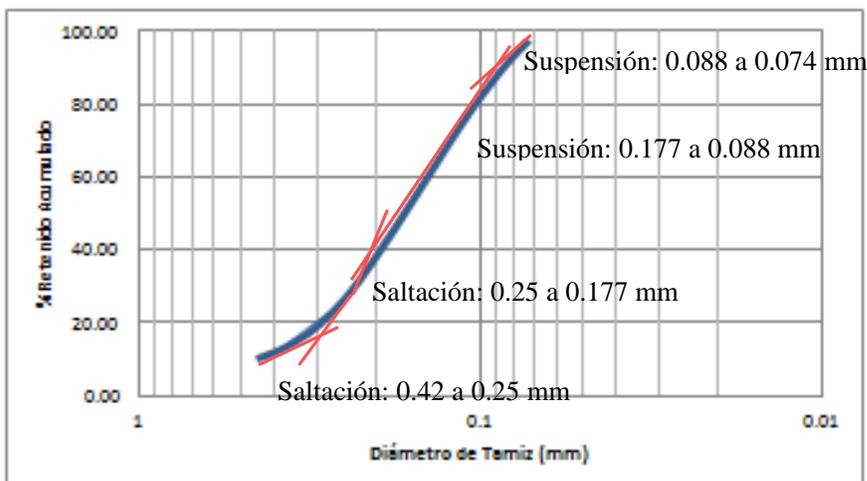
Lugar: Río Candelarita

Fecha: 16/Noviembre/2017

Estación: C4M4

**Análisis Granulométrico  
Curva de Frecuencia Acumulada. Subpoblaciones de Visher**

| Nº de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 40          | 0.42                   | 314.00              | 365.00                        | 51.00               | 10.20     | 10.20               | 89.80    |
| 60          | 0.25                   | 523.00              | 600.00                        | 77.00               | 15.40     | 25.60               | 74.40    |
| 80          | 0.177                  | 278.00              | 388.00                        | 110.00              | 22.00     | 47.60               | 52.40    |
| 120         | 0.125                  | 489.00              | 598.00                        | 109.00              | 21.80     | 69.40               | 30.60    |
| 170         | 0.088                  | 340.00              | 438.00                        | 98.00               | 19.60     | 89.00               | 11.00    |
| 200         | 0.074                  | 504.00              | 546.00                        | 42.00               | 8.40      | 97.40               | 2.60     |
| Pan         |                        | 277.00              | 290.00                        | 13.00               | 2.60      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500.00              | 100.00    |                     |          |



**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

E.4 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra C4M4. Subpoblaciones de Visher



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

Solicitante: Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

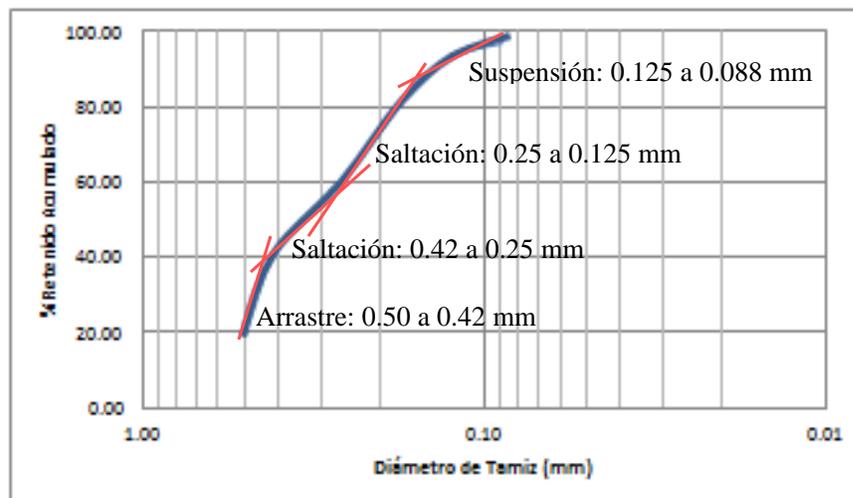
Lugar: Río Candelarita

Fecha: 17/Noviembre/2017

Estación: T1M5

**Análisis Granulométrico  
Curva de Frecuencia Acumulada. Subpoblaciones de Visher**

| Nº de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 35          | 0.50                   | 557.00              | 651.00                        | 94.00               | 18.80     | 18.80               | 81.20    |
| 40          | 0.42                   | 314.00              | 422.00                        | 108.00              | 21.60     | 40.40               | 59.60    |
| 60          | 0.25                   | 523.00              | 629.00                        | 106.00              | 21.20     | 61.60               | 38.40    |
| 80          | 0.177                  | 278.00              | 371.00                        | 93.00               | 18.60     | 80.20               | 19.80    |
| 120         | 0.125                  | 489.00              | 559.00                        | 70.00               | 14.00     | 94.20               | 5.80     |
| 170         | 0.088                  | 340.00              | 355.00                        | 15.00               | 3.00      | 97.20               | 2.80     |
| Pan         |                        | 277.00              | 291.00                        | 14.00               | 2.80      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500.00              | 100.00    |                     |          |



**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

E.5 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra T1M5. Subpoblaciones de Visher



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

**Solicitante:** Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

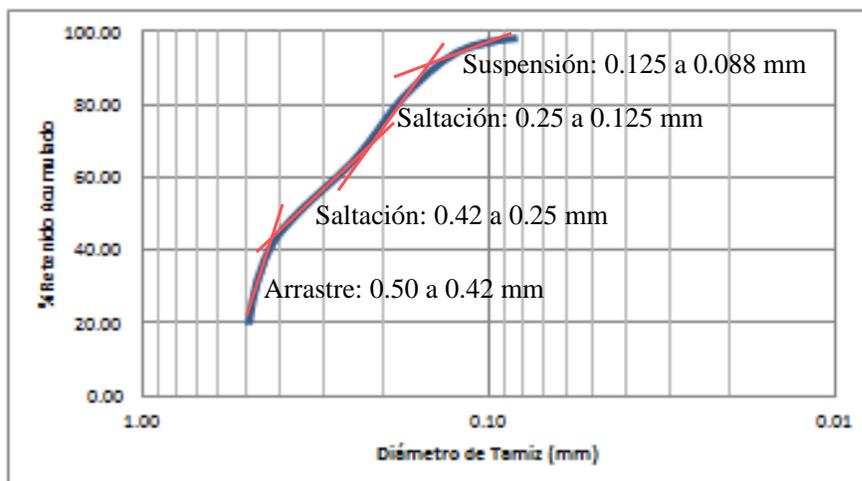
**Lugar:** Río Candelarita

**Fecha:** 17/Noviembre/2017

**Estación:** T2M6

**Análisis Granulométrico  
Curva de Frecuencia Acumulada. Subpoblaciones de Visher**

| Nº de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 35          | 0.50                   | 557.00              | 655.00                        | 98.00               | 19.60     | 19.60               | 80.40    |
| 40          | 0.42                   | 314.00              | 425.00                        | 111.00              | 22.20     | 41.80               | 58.20    |
| 60          | 0.25                   | 523.00              | 635.00                        | 112.00              | 22.40     | 64.20               | 35.80    |
| 80          | 0.177                  | 278.00              | 368.00                        | 90.00               | 18.00     | 82.20               | 17.80    |
| 120         | 0.125                  | 489.00              | 550.00                        | 61.00               | 12.20     | 94.40               | 5.60     |
| 170         | 0.088                  | 340.00              | 355.00                        | 15.00               | 3.00      | 97.40               | 2.60     |
| Pan         |                        | 277.00              | 290.00                        | 13.00               | 2.60      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500.00              | 100.00    |                     |          |



**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

E.6 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra T2M6. Subpoblaciones de Visher



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

**Solicitante:** Filgueira C. Robert A. / Gutiérrez J. María F.

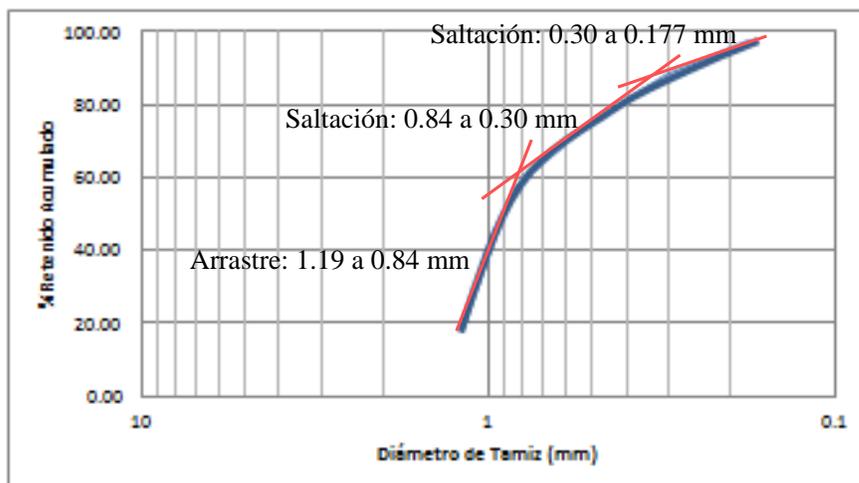
**Lugar:** Río Candelarita

**Fecha:** 17/Noviembre/2017

**Estación:** FCM7

**Análisis Granulométrico  
Curva de Frecuencia Acumulada. Subpoblaciones de Visher**

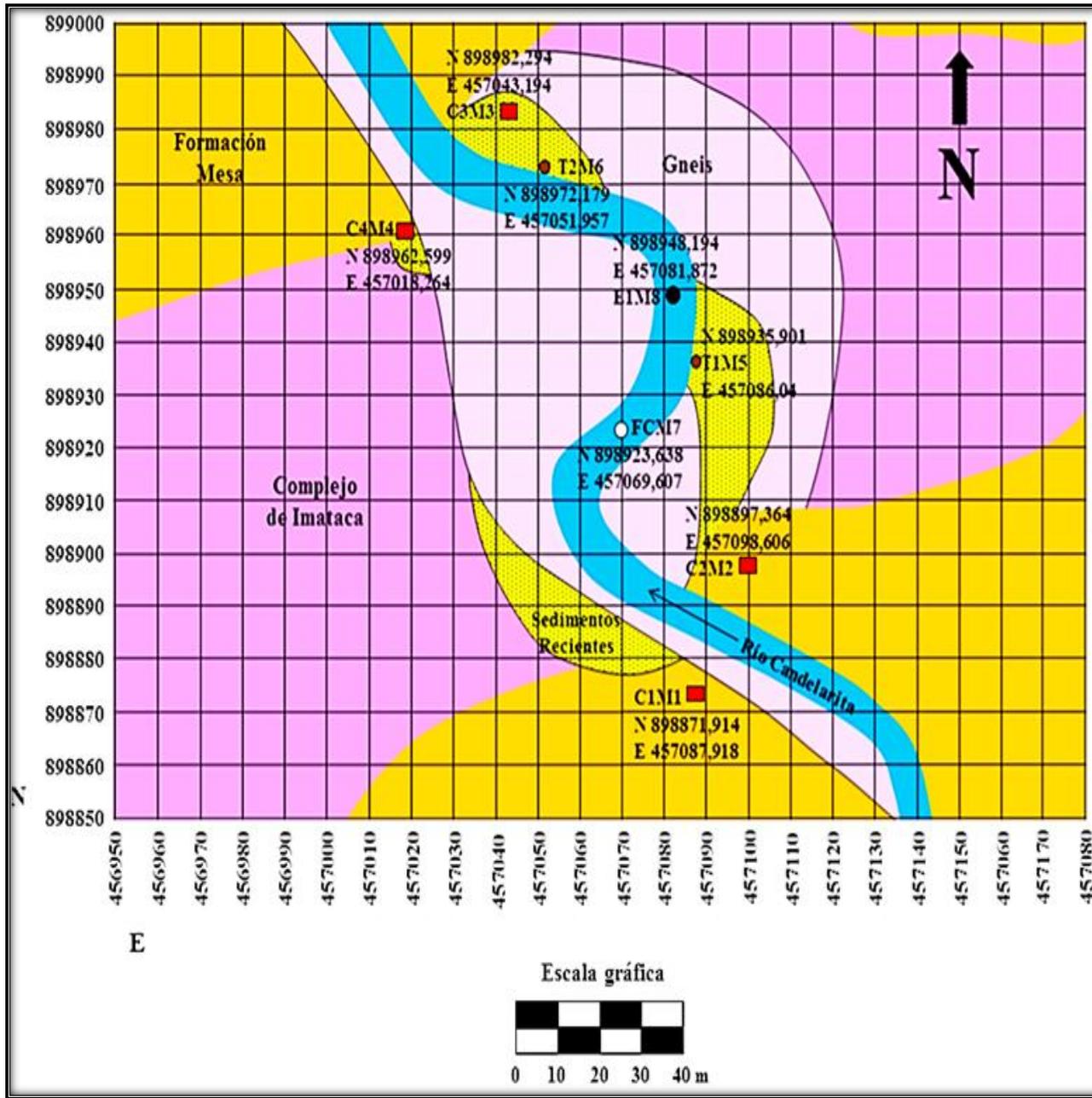
| N° de Tamiz | Diámetro de Tamiz (mm) | Peso del Tamiz (gr) | Peso del Tamiz + Muestra (gr) | Suelo Retenido (gr) | %Retenido | %Retenido Acumulado | %Pasante |
|-------------|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------|
| 16          | 1.19                   | 460.00              | 550.00                        | 90.00               | 18.00     | 18.00               | 82.00    |
| 18          | 1.00                   | 598.00              | 697.00                        | 99.00               | 19.80     | 37.80               | 62.20    |
| 20          | 0.84                   | 506.00              | 604.00                        | 98.00               | 19.60     | 57.40               | 42.60    |
| 35          | 0.50                   | 331.00              | 420.00                        | 89.00               | 17.80     | 75.20               | 24.80    |
| 50          | 0.30                   | 389.00              | 456.00                        | 67.00               | 13.40     | 88.60               | 11.40    |
| 80          | 0.177                  | 278.00              | 322.00                        | 44.00               | 8.80      | 97.40               | 2.60     |
| Pan         |                        | 277.00              | 290.00                        | 13.00               | 2.60      | 100.00              | 0.00     |
|             |                        |                     |                               | 500.00              | 100.00    |                     |          |



**DEL PUEBLO VENIMOS/ HACIA EL PUEBLO VAMOS**

E.7 Análisis granulométrico. Curva de frecuencia acumulada de la muestra FCM7. Subpoblaciones de Visher

## **ANEXOS**



### LEYENDA

**Sedimentos Recientes.** Depósitos de Arena, conformados en su mayoría por arenas gruesas a media con tendencia a fina, pero también se observan gravas, limos, arcillas y otras facies mixtas (arenas arcillosas), son de color amarillo, algunas grises y otras marrones y oscuras a medida que profundizan.

**Formación Mesa.** Arena de grano medio a fino, de color rojizo, amarillo, gris y marrón.

**Complejo de Imataca**

- Gneis cuarzo-feldespáticos-biotíticos, gneis graníticos a migmatíticos, de color gris rosáceo, de grano grueso, con textura de "augen gneis" como consecuencia del cizallamiento de la roca, con meteorización esferoidal, foliados y diaclasados, con presencia de diques de cuarzo.
- Rocas sin diferenciar.

■ Calicatas. C1M1, Calicata 1.

● T1M5, Trinchera 1

● T2M6, Trinchera 2

○ FCM7, Muestra Fondo de Canal Arenas.

● E1M8, Muestra Fondo de Canal Gravas.

↖ Dirección Del Río.



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL CAUCE DEL RÍO CANDELARITA, EN LA CUENCA BAJA, PARROQUIA PANAPANA, MUNICIPIO JERES, ESTADO BOLÍVAR

ELABORADO POR: FILGUEIRA ROBERT GUTIERREZ MARÍA

REVISADO POR: PROF. RIVADULLA ROSARIO

APROBADO POR: PROF. RIVADULLA ROSARIO

DIBUJADO POR: FILGUEIRA ROBERT GUTIERREZ MARÍA

MAPA DE LA ZONA ESTUDIADA DEL RÍO CANDELARITA.

| FECHA:               | REFERENCIAS: | ANEXO N° |
|----------------------|--------------|----------|
| 27/11/2017           | BOJA 750     | 1/1      |
| MARIJUANTA-VENEZUELA |              |          |

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

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>Título</b>    | <b>CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DEL CAUCE DEL RÍO CANDELARITA, EN LA CUENCA BAJA, PARROQUIA PANAPANA, MUNICIPIO HERES, ESTADO BOLÍVAR.</b> |
| <b>Subtítulo</b> |   |

### Autor(es)

| <b>Apellidos y Nombres</b>                 | <b>Código CVLAC / e-mail</b> |                                    |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <b>FILGUEIRA CASTILLO ROBERT ALEJANDRO</b> | <b>CVLAC</b>                 | <b>23.732.346</b>                  |
|  | <b>e-mail</b>                | <b>robert10alejandro@gmail.com</b> |
|  | <b>e-mail</b>                | <b>robert09robert@hotmail.com</b>  |
| <b>GUTIÉRREZ JIMÉNEZ MARÍA FERNANDA</b>    | <b>CVLAC</b>                 | <b>24.502.455</b>                  |
|  | <b>e-mail</b>                | <b>marifer2067@hotmail.com</b>     |
|  | <b>e-mail</b>                |                                    |
|  | <b>CVLAC</b>                 |                                    |
|  | <b>e-mail</b>                |                                    |
|  | <b>e-mail</b>                |                                    |
|  | <b>CVLAC</b>                 |                                    |
|  | <b>e-mail</b>                |                                    |
|  | <b>e-mail</b>                |                                    |

### Palabras o frases claves:

|   |
|---|
| <b>Caracterización Sedimentológica</b>    |
| <b>Provincia geológica de Imataca</b>     |
| <b>Formación Mesa</b>                     |
| <b>Sedimentos Recientes</b>               |
| <b>Mecanismos de transporte (Visher)</b>  |
| <b>Escala de tamaño de Uden-Wentworth</b> |
| <b>Grado de redondez (Powers)</b>         |
| <b>Índice de forma de Zingg</b>           |
| <b>Índice de forma de Sneed y Folk</b>    |
| <b>Columnas sedimentológicas</b>          |

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

## Líneas y sublíneas de investigación:

| Área                         | Subárea                     |
|------------------------------|-----------------------------|
| <b>Ciencias de la Tierra</b> | <b>Ingeniería Geológica</b> |
|                              | <b>Geología</b>             |
|                              | <b>Sedimentología</b>       |
|                              |                             |
|                              |                             |
|                              |                             |
|                              |                             |
|                              |                             |
|                              |                             |
|                              |                             |
|                              |                             |

## Resumen (abstract):

El área de estudio está ubicada al sureste de Ciudad Bolívar, en el municipio Heres, parroquia Panapana, estado Bolívar, y es un tramo de 230 metros de longitud del río Candelarita. Este trabajo tiene como finalidad caracterizar sedimentológicamente el cauce del río Candelarita, en la cuenca baja. Es una investigación de tipo descriptiva y con un diseño documental y de campo; que para el logro de los objetivos se realizó la recolección de 15 muestras de sedimento, de ellas 8 fueron procesadas en los laboratorios de la Escuela de Ciencias de la Tierra, para análisis granulométrico por tamizado, morfoscópico y mineralógico con microscopio estereográfico; además las curvas granulométricas de frecuencia acumulada, se interpretaron por el método de Visher para determinar los mecanismos de transporte de las partículas. En la zona se realizó un mapa geológico y se identificaron tres unidades geológicas: Complejo de Imataca, Formación Mesa y Sedimentos Recientes. Los análisis mediante columnas sedimentológicas mostraron la existencia de cuerpos sedimentarios diferentes, estos debido a los cambios de energía, lo cual se puede evidenciar por las estructuras sedimentarias, que evidencian una variación de flujo laminar y turbulento. Según la escala Wentworth, los sedimentos son arenas finas hacia la llanura aluvial, arenas medias en el pie de los taludes y arenas gruesas en el fondo del cauce. Morfoscópicamente los sedimentos se clasificaron por 3 métodos: el método de Powers, que señaló una amplia distribución en el tipo de forma de las partículas, con una variación entre 22.0 a 39.8% de angulosas, de 20.0 a 37.0% de sub-angulosas, entre 14.6 a 36.8% de sub-redondeadas, de 4.0 a 20.2% de redondeadas y de 0.0 a 10% de muy redondeadas. Con el método de Zingg se analizaron 6 partículas de grava de 1 muestra; obteniéndose 3 tipo rodillo, 2 esfera y 1 discoidal. Por el método Sneed y Folk se estudiaron las mismas partículas de gravas utilizadas en Zingg, clasificándolas en: 2 tabulares, 1 alargada, 1 esférico tabular y 2 esférico alargada; deduciéndose que el grado de transporte que han sufrido las partículas es de mediano a alto grado. En la composición mineral, predomina el cuarzo (12-76%), seguida de hornblenda (4-6%), fragmentos de roca (4-5%), magnetita (4-5%), óxidos de hierro hidratado (turguita, goethita y limonita) (0-2%), feldespatos alterados (0-2%), circón, granate, hematita, ilmenita, leucoxeno en una misma proporción (0-3%). De acuerdo al método de Visher, en el tramo estudiado del río Candelarita predomina el mecanismo de transporte por saltación con partículas que presentan un diámetro de 0.25- 0.177 y 0.42-0.25 mm en las calicatas, 0.25-0.12 y 0.42 -0.25 mm en las trincheras, y fondo del cauce 0.30-0.177 y 0.84-0.30 mm.

---

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

**Contribuidores:**

| <b>Apellidos y Nombres</b> | <b>ROL / Código CVLAC / e-mail</b> |  |
|----------------------------|------------------------------------|--|
| <b>RIVADULLA ROSARIO</b>   | <b>ROL</b>                         | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
|                            | <b>CVLAC</b>                       |  |
|                            | <b>e-mail</b>                      | rosario.rivadulla@gmail.com  |
|                            | <b>e-mail</b>                      |  |
| <b>GONZÁLEZ MARINES</b>    | <b>ROL</b>                         | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
|                            | <b>CVLAC</b>                       |  |
|                            | <b>e-mail</b>                      |  |
|                            | <b>e-mail</b>                      |  |
| <b>JACQUES EDLIBI</b>      | <b>ROL</b>                         | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
|                            | <b>CVLAC</b>                       |  |
|                            | <b>e-mail</b>                      |  |
|                            | <b>e-mail</b>                      |  |
|                            | <b>ROL</b>                         | CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>            |
|                            | <b>CVLAC</b>                       |  |
|                            | <b>e-mail</b>                      |  |
|                            | <b>e-mail</b>                      |  |

**Fecha de discusión y aprobación:**

|             |            |            |
|-------------|------------|------------|
| <b>Año</b>  | <b>Mes</b> | <b>Día</b> |
| <b>2018</b> | <b>04</b>  | <b>06</b>  |

**Lenguaje:** spa

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

## Archivo(s):

| Nombre de archivo                          | Tipo MIME            |
|--|----------------------|
| Tesis- CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA.pdf | Aplication/AdobeARDC |
|  |                      |
|  |                      |
|  |                      |
|  |                      |
|  |                      |

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

## Alcance:

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

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

**Título o Grado asociado con el trabajo:** Ingeniero Geólogo

**Nivel Asociado con el Trabajo:** Pre-grado

**Área de Estudio:** Departamento de Ingeniería Geológica

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

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



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano

**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**

Vicerrector Académico

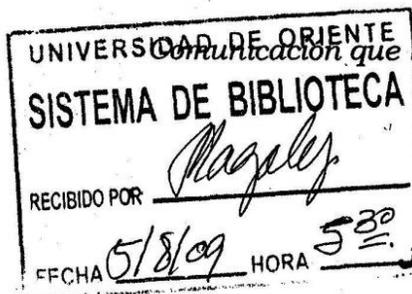
Universidad de Oriente

Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

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

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



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

**JUAN A. BOLAÑOS CURVELO**  
Secretario

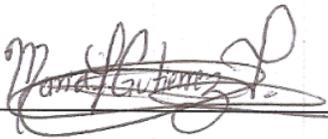


C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación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

JABC/YGC/maruja

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

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



---

**AUTOR 1**



---

**AUTOR 2**



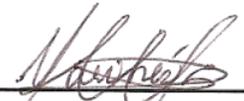
---

**TUTOR**



---

**JURADO**



---

**JURADO**