

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



**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE LA
QUEBRADA LAS TINAJITAS, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL
ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR EL
BACHILLER ANTILLANO O.,
DANIEL S. PARA OPTAR AL
TÍTULO DE GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, JUNIO 2023



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

ACTA DE APROBACIÓN

Esta Tesis de Grado, titulada “**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE LA QUEBRADA LAS TINAJITAS, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.**”, presentada por el bachiller **ANTILLANO O, DANIEL S.** de cédula de identidad No. **26.204.861** ha sido **APROBADO** como requisito parcial para optar al título de **GEÓLOGO**, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

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

Ciudad Bolívar ____07__ del mes de Junio del año 2023

DEDICATORIA

A mis padres Gustavo y Jeannette por guiarme, enseñarme y brindarme amor desde el inicio de mi vida. A mi hermano Sebastián por motivarme a ser un ejemplo para él.

A mi compañera Jhoxcelys, por su apoyo, amistad e incalculable amor en todo momento.

A todos mis seres queridos.

Daniel

AGRADECIMIENTOS

A Dios

A mis padres por todo siempre apoyarme en los estudios y ayudarme en cada momento aun estando lejos de casa.

A Jhoxcelys, por siempre levantarme en cada tropiezo.

A mis abuelos, Pedro, Gladys y Doris. A mi tía Carolina por apoyarme en este trayecto de mi vida.

A los amigos que me regalo la Universidad.

A mi tutora, la profesora Rosario Rivadulla por su ayuda constante durante este camino.

RESUMEN

Se presenta el estudio sedimentológico de arenas fluviales depositadas a lo largo de la quebrada Las Tinajitas, situada al este de Ciudad Bolívar a alrededor de 1km del Distribuidor Marhuanta. El estudio se inició con la finalidad de caracterizar los sedimentos de los cuerpos sedimentarios presentes en la quebrada Las Tinajitas, llevando a cabo una investigación exploratoria y descriptiva con la realización de un trabajo de campo del área para estudiar los sedimentos su textura, los parámetros estadísticos, morfoscopía y mecanismos de transporte. En el trabajo de campo, se reconocieron y levantaron los cuerpos sedimentarios y con la toma e identificación de las muestras. En oficina, se organizaron los datos y se realizaron los análisis granulométricos por el método mecánico con los tamices 8, 10, 18, 35, 60, 120, 200 y PAN y los morfoscópicos por los métodos de Powers y Zingg, se digitalizaron las columnas sedimentológicas, posteriormente se interpretaron y digitalizaron los resultados de los análisis para llevar a cabo los análisis estadísticos y la interpretación de los mecanismos de transporte por el método de Visher, y se digitalizo el mapa geológico del área. Estos análisis dieron como resultados que los sedimentos de acuerdo a la escala de Udden-Wentworth, indica la presencia de arenas muy finas limo-arcillosas en el talud de la llanura de inundación, arenas medias y finas en el cauce y arenas gruesas a muy finas en las barras del canal; según el método de Powers, las partículas de los sedimentos presentan 17,73% al 30,29% angulosas, del 26,83% al 29,47% subangulosas, del 25% al 33,50% subredondeadas, del 16,35% al 19,70% redondeadas y del 1,44% al 3,45% muy redondeadas, y por el método de Zingg de las 4 muestras de gravas, con un total de 31 partículas, 12 son de forma discoidal, 11 de esfera, 2 elipsoidales y 6 de rodillo. De acuerdo a los parámetros estadísticos de los sedimentos de 12 muestras se obtuvo que presentan un sesgo muy simétrico positivo, una curtosis muy platicúrtica, buena uniformidad y una mala selección. Que se puede concluir que poseen una maduración textural media la cual es característica de un río han tenido muy poco transporte, el cual de manera mayoritaria ha sido por saltación, las cuales su simetría tiende a ser positiva hacia las partículas finas, con una buena uniformidad, pero una pobre selección.

CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
CONTENIDO.....	vi
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE APÉNDICES	xiii
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I.....	18
SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	18
1.1 Planteamiento del problema.....	18
1.2 Objetivos de la investigación	19
1.2.1 Objetivo general.....	19
1.2.2 Objetivos específicos.....	20
1.3 Justificación	20
1.4 Alcance de la investigación.....	22
1.5 Limitaciones de la investigación	22
CAPÍTULO II.....	23
GENERALIDADES	23
2.1 Ubicación del área de estudio	23
2.2 Acceso al área de estudio	23
2.3 Características físico-naturales.....	24
2.3.1 Clima	24
2.3.2 Drenaje	27
2.3.3 Vegetación	27
2.3.4 Geomorfología	28

2.3 Geología regional	29
2.3.1 Provincia de Imataca	29
2.3.2 Formación Mesa.....	31
2.3.3 Sedimentos del Recientes	32
CAPÍTULO III	34
MARCO TEÓRICO.....	34
3.1 Antecedentes de la investigación	34
3.2 Fundamentos teóricos	36
3.2.1 Escala Wentworth-Udden.....	36
3.2.2 Grado de redondez	38
3.2.3 Índice de forma de Zingg	39
3.2.4 Medidas estadísticas de los sedimentos	40
3.2.5 Mecanismos de transporte (Visher)	44
3.2.6 Morfoscopía de los sedimentos.....	46
3.3 Definición de términos básicos	47
3.3.1 Análisis granulométrico	47
3.3.2 Madurez textural	47
3.3.3 Composición mineralógica de los sedimentos.....	48
3.3.4 Depósitos de sedimentos en corrientes fluviales	48
3.3.5 Estructuras sedimentarias	51
CAPÍTULO IV	57
METODOLOGÍA DE TRABAJO	57
4.1 Tipo de la investigación.....	57
4.2 Flujograma de la investigación	58
4.2.1 Etapa I: Fase de oficina y pre-campo	60
4.2.2 Etapa II: Fase de campo	61
4.2.3 Etapa III: Fase de laboratorio	64
4.2.4 Etapa IV: Fase de oficina - Análisis de resultados e informe final.....	66
4.3 Diseño de la investigación	68
4.4 Población y muestra de la investigación.....	68

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	69
4.5.1 Técnicas de recolección de datos	70
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos	71
CAPÍTULO V	72
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	72
5.1 Clasificación texturalmente los sedimentos, mediante la escala Udden- Wentworth	72
5.2 Descripción de los sedimentos de las columnas sedimentológicas y las barras	73
5.2.1 Descripción de la columna sedimentológica de la estación #1	74
5.2.2 Descripción de la Columna sedimentológica de la estación #2.....	80
5.2.3 Descripción de las barras de meandros	83
5.2.4 Descripción sedimentológica de la estación #7	86
5.3 Determinación del grado de transporte de las partículas de los sedimentos según la morfoscopia.....	89
5.3.1 Método Powers	89
5.3.2 Método Zingg	92
5.4 Parámetros estadísticos de los sedimentos de las barras y taludes.....	93
5.5 Mecanismos de transporte de las partículas, de acuerdo al método de Visher .	96
5.6 Análisis del mapa geológico de la zona de estudio de la quebrada Las Tinajitas	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
Conclusiones	100
Recomendaciones.....	101
REFERENCIAS	103
APÉNDICES	107
APÉNDICE A	108
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DE LA QUEBRADA LAS TINAJITAS.....	108
APÉNDICE B.....	128
ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOSCÓPICAS MEDIANTE EL MÉTODO DE ZINGG.....	128
APÉNDICE C.....	133

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LOS SEDIMENTOS DE LA QUEBRADA LAS TINAJITAS	133
APÉNDICE D	146
CURVAS GRANULOMÉTRICAS INTERPRETADAS POR EL MÉTODO DE VISHER	146

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación geográfica del área (Fuente: Google Earth).....	23
Figura 2.2 Desembocadura de la quebrada Las Tinajitas en el río Marhuanta.	24
Figura 2.3 Gráfico de precipitación anual en Ciudad Bolívar (tomado del METAR) 25	
Figura 2.4 Gráfica media mensual de las temperaturas máximas y mínimas diarias en Ciudad Bolívar (Tomado del METAR)	26
Figura 2.5 Gráfica de insolación anual en ciudad Bolívar (Tomado del METAR)....	27
Figura 2.6 Vegetación tipo bosque de galería.	28
Figura 2.7 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana, mostrando la extensión y delimitación de la Provincia de Imataca. Mendoza, V., (2012).....	30
Figura 2.8 Extensión geográfica de la Formación Mesa (Modificada de PDVSA-Intevep 1997-2005.	32
Figura 3.1 Grado de redondez de Powers. (Modificado de Méndez Baamonde 2006).	38
Figura 3.2 Índice de esfericidad de Zingg. (Ledesma, J. 2013).	40
Figura 3.3 Tipos de curtosis de una curva (Quispe, R. 2014).	43
Figura 3.4 Curvas de la distribución de tamaño de grano con las líneas tangentes que separan las subpoblaciones (Modificado de Visher, 1969).....	45
Figura 3.5 Esquema de barras de meandro en un canal (Tarbuck, E., y Lutgens, F., 2005)	50
Figura 3.6 Esquema de una llanura de inundación (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).	51
Figura 3.7 Estratificación laminar (Pettijhon, J., Potter, P., 1964).....	53
Figura 3.8 Estratificación cruzada (Pettijhon, J., Potter, P., 1964).....	54
Figura 3.9 Estratificación gradada (Pettijhon, J., Potter, P., 1964)	55
Figura 3.10 Estratificación festoneada (Pettijhon, J., Potter, P., 1964)	56
Figura 4.1. Flujograma de la investigación.	59
Figura 4.2 Recolección de muestra de sedimentos.	62
Figura 4.3 Muestras guardadas, identificadas y ordenadas.	63
Figura 4.4 Sedimentos puestos en tamices 10, 18 y pan, previo a tamizarlas de manera mecánica.	65

Figura 5.1 Barra de meandro arenosa, margen derecha de la quebrada Las Tinajitas.	74
Figura 5.2 Excavación escalonada en barra de arena, estación #1.	75
Figura 5.3 Estratos en la base de la columna de la estación #1.	76
Figura 5.4 Parte central de la columna de la estación #1. A) Parte frontal y B) parte lateral de la excavación.	77
Figura 5.4 Tope de la columna sedimentológica de la estación #1.	78
Figura 5.5 Columna sedimentológica de la estación #1.	79
Figura 5.6 Talud de llanura de inundación, en la estación #2.	80
Figura 5.7 Columna sedimentológica de la estación #2.	82
Figura 5.8 Barra de arena de la estación #3.	83
Figura 5.9 Barra de arena de la estación #4.	84
Figura 5.10 Barra de arena de la estación #5.	85
Figura 5.11 Barra de arena de la estación #6.	86
Figura 5.12 Corte de la Formación Mesa.	87
Figura 5.13 Columna sedimentológica de la estación #7.	88
Figura 5.14 Muestras analizadas por el método Powers.	89
Figura 5.15 Histogramas de las muestras E1-M6 y E3-M2.	91
Figura 5.16 Histogramas de las muestras E4-M1 y E4-M3.	91
Figura 5.17 Histogramas de las muestras E5-M1 y E6-M1.	91
Figura 5.18 Grafica de ubicación de las muestras en el diagrama de Zingg. Muestras E3-C1 (Esquina superior izquierda), E4-C1 (Esquina superior derecha), E5-C1 (Esquina inferior izquierda) y E5-M2 (Esquina inferior derecha).	93
Figura 5.19 gráfica de los parámetros estadísticos.	94
Figura 5.20 Mapa geológico del área de estudio	99

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Escala de Udden-Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos clásticos según su tamaño (Modificada de Departamento de Geología-Universidad de Oriente, 2.001).....	37
Tabla 3.2 Escala de asimetría (Folk, R. y Ward, W. 1957).....	42
Tabla 3.3 Escala de curtosis (Folk, R. y Ward, W. 1957).....	42
Tabla 3.4 Rangos de los coeficientes de selección (Folk, R. y Ward, W. 1957).	44
Tabla 4.1 Tabla con las muestras ordenadas e identificadas con la estación perteneciente, sus coordenadas correspondientes, observaciones, las dimensiones del cuerpo sedimentario dónde pertenecen y la dirección del cauce del río.	64
Tabla 5.1 Resumen de los resultados de los análisis granulométricos por el método de Udden-Wentworth.	73
Tabla 5.2 Resultados del análisis morfoscópico con el método Powers.....	90
Tabla 5.3 Resumen del análisis por el método del diagrama de Zingg.	92
Tabla 5.4 Resumen del análisis estadístico realizado a los sedimentos.....	94
Tabla 5.5 Valores de los parámetros estadísticos realizados en los sedimentos	95
Tabla 5.6 Resumen del método Visher.	97

LISTA DE APÉNDICES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DE LA QUEBRADA LAS TINAJITAS.....	108
A1 Curva granulométrica muestra E1-C1	109
A2 Curva granulométrica muestra E1-M1	110
A3 Curva granulométrica muestra E1-M2	111
A5 Curva granulométrica muestra E1-M4	113
A6 Curva granulométrica muestra E1-M5	114
A7 Curva granulométrica muestra E1-M6	115
A8 Curva granulométrica muestra E2-M1	116
A9 Curva granulométrica muestra E2-M2	117
A10 Curva granulométrica muestra E2-M3	118
A11 Curva granulométrica muestra E3-M1	119
A12 Curva granulométrica muestra E3-M2	120
A13 Curva granulométrica muestra E3-C1	121
A14 Curva granulométrica muestra E4-M1	122
A15 Curva granulométrica muestra E4-M2	123
A16 Curva granulométrica muestra E4-M3	124
A17 Curva granulométrica muestra E5-M1	125
A18 Curva granulométrica muestra E5-M2	126
A19 Curva granulométrica muestra E6-M1	127
ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOSCÓPICAS MEDIANTE EL MÉTODO DE ZINGG.....	128
B1 Gráfica de ubicación de las muestras de E3-C1	129
B2 Gráfica de ubicación de las muestras de E4-C1	130
B3 Gráfica de ubicación de las muestras de E5-M2	131
B4 Gráfica de ubicación de las muestras de E5-C1	132
PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LOS SEDIMENTOS DE LA QUEBRADA LAS TINAJITAS	133
C1 Parámetros estadísticos de E1-C1.....	134
C2 Curva Parámetros estadísticos de E1-M2	135

C3 Parámetros estadísticos de E1-M3.....	136
C4 Parámetros estadísticos de E1-M4.....	137
C5 Parámetros estadísticos de E1-M5.....	138
C6 Parámetros estadísticos de E2-M1.....	139
C7 Parámetros estadísticos de E2-M2.....	140
C8 Parámetros estadísticos de E3-M1.....	141
C9 Parámetros estadísticos de E3-M2.....	142
C10 Parámetros estadísticos de E4-M1.....	143
C11 Parámetros estadísticos de E5-M1.....	144
C12 Parámetros estadísticos de E6-M1.....	145
CURVAS GRANULOMÉTRICAS INTERPRETADAS POR EL MÉTODO DE VISHER.....	146
D1 Curvas granulométricas con Visher E1-C1.....	147
D2 Curvas granulométricas con Visher E1-M1.....	148
D3 Curvas granulométricas con Visher E1-M2.....	149
D4 Curvas granulométricas con Visher E1-M3.....	150
D5 Curvas granulométricas con Visher E1-M4.....	151
D6 Curvas granulométricas con Visher E1-M5.....	152
D7 Curvas granulométricas con Visher E1-M6.....	153
D8 Curvas granulométricas con Visher E2-M1.....	154
D9 Curvas granulométricas con Visher E2-M2.....	155
D10 Curvas granulométricas con Visher E2-M3.....	156
D11 Curvas granulométricas con Visher E3-M1.....	157
D12 Curvas granulométricas con Visher E3-M2.....	158
D13 Curvas granulométricas con Visher E3-C1.....	159
D14 Curvas granulométricas con Visher E4-M1.....	160
D15 Curvas granulométricas con Visher E4-M2.....	161
D16 Curvas granulométricas con Visher E4-M3.....	162
D17 Curvas granulométricas con Visher E5-M1.....	163
D18 Curvas granulométricas con Visher E5-M2.....	164

D19 Curvas granulométricas con Visher E6-M1	165
---	-----

INTRODUCCIÓN

Los ríos cuentan con una riqueza excepcional de recursos naturales, su importancia radica en el desarrollo económico de cada nación. A su vez, se encargan de recoger y transportar los sedimentos hasta las cuencas lacustres y marinas. En Venezuela contamos con el río Orinoco, el cual representa una gran cuenca hídrica del país, contempla una gran diversidad de fauna, flora, minerales y materiales; una biodiversidad importante de varios ecosistemas, además de ser una fuente de energía, transporte y alimento. Este río es alimentado por diferentes ríos afluentes a su caudal, como es el caso del río Marhuanta, que a su vez es alimentado por la quebrada Las Tinajitas el cual se presenta como un río intermitente, secándose en época de sequías y creciendo en épocas de lluvia.

La quebrada Las Tinajitas no cuenta con información hidrológica completa, recogida en libros o estudios publicados, o si la hay, no es de dominio público, lo que es un proyecto de investigación en donde se pueda clasificar y describir de manera específica las características sedimentológicas de esta área para entender su dinámica fluvial, y podría significar una valiosa contribución a otros estudios que estén relacionados con la hidrología de Venezuela.

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

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

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

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

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

Capítulo V. Análisis e interpretación de resultados. Contiene los resultados y análisis de los objetivos propuestos para la investigación.

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

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

Los ríos desde tiempos antiguos han cumplido con la erosión y el transporte de los sedimentos hasta las grandes cuencas lacustres o marinas, siendo un agente de gran importancia a nivel mundial en el tema, ya que pueden moldear el geoide a su agrado y están presentes tanto de manera superficial como de manera subterránea, llegando a tener dimensiones extraordinarias o de vulgar tamaño.

Venezuela cuenta con una basta cantidad de recursos hídricos, siendo estos grandes lagos, ríos o zonas lacustres, con tres grandes vertientes que son la del Caribe, Atlántico y Amazonas. De estos recursos podemos resaltar al río Orinoco, el cual cubre una extensión de 2140 km en solitario y con un caudal de 33.000 m³/s, convirtiéndose en el tercer río más caudaloso del mundo por detrás del Amazonas y del Congo. El Orinoco nace en el estado Amazonas, en Venezuela en la confluencia del Guaviare en la frontera con Colombia. Su magnitud es tal, que llega a delimitar los estados Apure, Guárico, Anzoátegui y Monagas a su izquierda, del estado Bolívar a su derecha, siguiendo un curso el cual rodea el Escudo Guayanés, inicialmente, desde su nacimiento en dirección al noroeste, cambiando al oeste y terminar en dirección este-noreste hasta el océano Atlántico, abriéndose en un delta para la formación del estado Delta Amacuro.

Este, además presenta varios ríos afluentes en su haber, como el río Marhuanta, el cual se ubica al este de la localidad de Marhuanta, del Municipio Angostura del Orinoco, del estado Bolívar. Este río cubre una pequeña porción de territorio al compararlo con el Orinoco.

El área de estudio se centra en una zona de la Quebrada Las Tinajitas, la cual está presente como un río intermitente con desembocadura al río Marhuanta, transportando clastos de diversos tamaños en su cauce y formando barras arenosas con acreción lateral y taludes limo-arcillosos creados por llanuras de inundación del área.

Sin embargo, ¿cuáles son los sedimentos presentes en esta área específica?; ¿qué texturas están presentes en los sedimentos del área?; ¿cómo es la morfoscopia de los sedimentos del área?; ¿cuál es la distribución de sedimentos de la Quebrada Las Tinajitas?; o ¿cómo han sido transportados los sedimentos a lo largo de su cauce?

Hasta ahora, no hay estudios previos de este tipo sobre el tramo de la desembocadura al río Marhuanta en la quebrada Las Tinajitas que permitan responder las preguntas anteriores. Por esta razón, el presente trabajo de investigación pretende informar sobre la representación gráfica y la caracterización sedimentológica de esta zona, lo que también significará un aporte para investigaciones posteriores que se realicen en áreas adyacentes.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Realizar la caracterización sedimentológica de un tramo de la quebrada Las Tinajitas, en la desembocadura del río Marhuanta, Ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela.

1.2.2 Objetivos específicos

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

2. Describir los sedimentos presentes en el área de estudio, con apoyo bibliográfico y recopilación de información de campo y levantamiento de columnas sedimentarias.

3. Inferir el grado de transporte de las partículas de los sedimentos de la quebrada Las Tinajitas, a través del análisis de las características morfoscópias, de acuerdo al método Powers y al método de Zingg.

4. Determinar los parámetros estadísticos de los sedimentos presentes en las barras y taludes por medio de curvas granulométricas.

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

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

1.3 Justificación

Conocer la riqueza de los recursos naturales del país, incluyendo los hidrológicos, es de gran importancia para el desarrollo económico de cualquier nación. Los proyectos de investigación universitarios siempre han sido un aporte para fortalecer este conocimiento. En Venezuela, el río Orinoco, estado Bolívar, representa

la gran cuenca hídrica del país y en él, toda una diversidad de fauna, flora, minerales y materiales; una biodiversidad importante de varios ecosistemas, además de ser una fuente de energía, transporte y alimento. Muchos estudios se han elaborado acerca de este importante río latinoamericano, reconociéndose, además, su valor en lo que respecta a todos los afluentes que han nacido a lo largo de su caudal, así como las consecuencias de las actividades productivas que se desarrollan en la zona como la deforestación, ruptura de tierras marginales, minería, pesca, agricultura, extracción de áridos, entre otros.

Uno de esos afluentes es el río Marhuanta, cuya riqueza no es tan conocida como la del Orinoco. Tampoco la de sus tramos o la de sus afluentes como la del cauce de la quebrada Las Tinajitas. De esta parte del país no hay información hidrológica completa, recogida en libros o estudios publicados, o si la hay, no es de dominio público, lo que un proyecto de investigación en donde se pueda clasificar y describir de manera específica las características sedimentológicas de esta área, y podría significar una valiosa contribución a otros estudios que estén relacionados con la hidrología de Venezuela.

Los sedimentos de los ríos se van formando por acumulación de materiales de origen detrítico, químico u orgánico, resultantes de distintos procesos naturales, y su composición depende de los materiales que lo originan por procesos de meteorización u otros externos influenciados por la actividad humana. Por ello, también es importante saber los mecanismos de transporte de estos materiales, lo que permite igualmente entender, parte de la dinámica fluvial de los ríos que cortan rocas del Complejo de Imataca y la Formación Mesa.

1.4 Alcance de la investigación

La presente investigación estará dirigida a caracterizar los sedimentos de manera textural, estadístico, grado de transporte y las características de los cuerpos sedimentarios a lo largo del cauce de la Quebrada Las Tinajitas.

1.5 Limitaciones de la investigación

Una limitación presente en la realización del trabajo de investigación es la inseguridad del área, ya que es un lugar alejado a los límites de la localidad de Marhuanta, lo cual supone un riesgo para la integridad física. Esto hace que no sean tan numerosas las salidas de campo y, por consiguiente, afecta a la cantidad de muestras que se pueden obtener.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio está ubicada al este de Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco, Estado Bolívar, en el Escudo de Guayana, el tramo cubre aproximadamente unos 170 metros de longitud de la quebrada Las Tinajitas. (Figura 2.1)



Figura 2.1 Ubicación geográfica del área (Fuente: Google Earth).

2.2 Acceso al área de estudio

El traslado hacia el área de estudio puede hacerse vía la carretera nacional Simón Bolívar a alrededor de un 1km del Distribuidor Marhuanta en dirección al Distribuidor la Paragua, de lado izquierdo se ve un camino de tierra de aproximadamente 480 metros

dónde se llega al río Marhuanta y a la desembocadura de la Quebrada Las Tinajitas en este (Figura 2.2).



Figura 2.2 Desembocadura de la quebrada Las Tinajitas en el río Marhuanta.

2.3 Características físico-naturales

2.3.1 Clima

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).

La precipitación se caracteriza por 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 encuentran junio

con 165 mm, julio con un máximo de 180 mm y agosto con 160 mm y una estación de sequía con una precipitación mínima de 12 mm para el mes de marzo y una máxima de 31,62 mm para el mes de abril como podemos apreciar en el gráfico de la figura 2.3. (METAR, 2023)

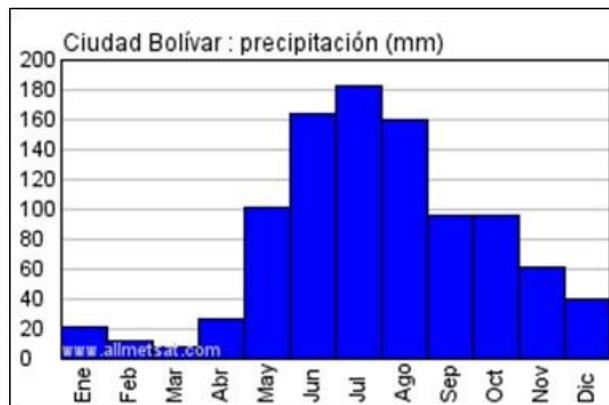


Figura 2.3 Gráfico de precipitación anual en Ciudad Bolívar (tomado del METAR)

La evaporación promedio media anual es de 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).

La temperatura media anual es de aproximadamente 27,72° C y para el período de 2022, las máximas temperaturas se presentaron en el mes de abril con 28,98° C, y las mínimas en el mes de enero con 26,53° C. Figura 2.4 (METAR, 2023)

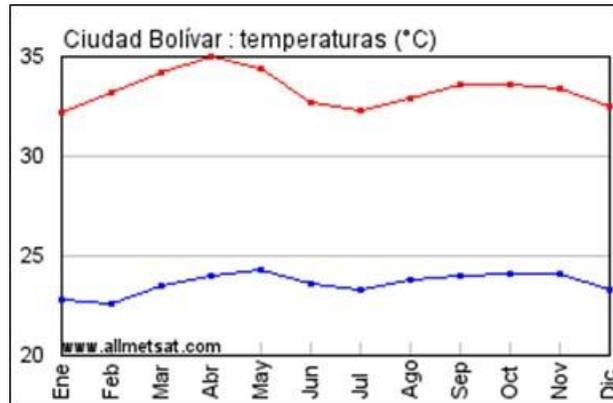


Figura 2.4 Gráfica media mensual de las temperaturas máximas y mínimas diarias en Ciudad Bolívar (Tomado del METAR)

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).

Los valores de insolación media para el año 2022 fueron de 7,89 horas. Los máximos valores se presentan en el mes de marzo con 8,3 horas y la mínima de 7 horas para el mes de junio. Figura 2.5 (METAR, 2023)

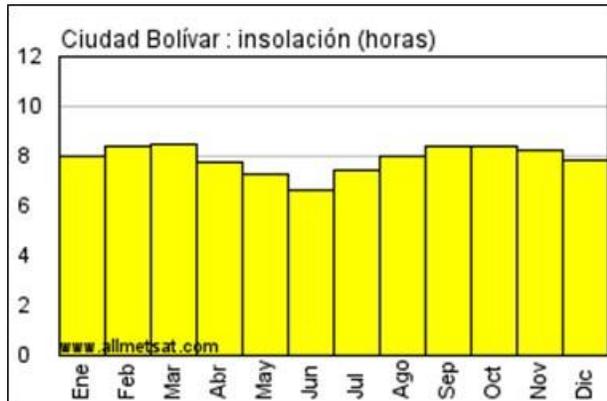


Figura 2.5 Gráfica de insolación anual en ciudad Bolívar (Tomado del METAR)

2.3.2 Drenaje

Del análisis de la hoja cartográfica 7450 (Marhuanta) a escala 1:100.000, de Cartografía Nacional del año 1970, se obtuvo que el drenaje que predomina en la zona de la cuenca del río Marhuanta, está formado por un sistema dendrítico poco denso, y que los principales afluentes son el morichal La Cochina y la quebrada Manacal, y numerosos afluentes intermitentes.

2.3.3 Vegetación

La vegetación presente en el área de estudio es típica de sabana, y prevalecen dos tipos: de sabana con chaparro y bosques de galería.

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*) 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 22 22 americana*), chaparro manteco (*Bowdichia virgilioides*), mandinga (*Roupals complicata*), y en proporción menor el mango (*Mangifera indica*), etc. (C.V.G. – TECMIN, 1991).

La vegetación de bosques de galería se encuentra 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) (Figura 2.6).



Figura 2.6 Vegetación tipo bosque de galería.

2.3.4 Geomorfología

En el área de estudio la geomorfología predominante es de planicie representada en su mayoría por la Formación Mesa, y en menos proporciones peniplanicies con

presencia de colinas, que coincide con la información del mapa geomorfológico de la hoja NB-20-2, que incluye el área de estudio (C.V.G. – TECMIN C.A.,1991), que se caracteriza por afloramientos rocosos, suelos residuales y gneises, con drenaje dendrítico poco denso; y en las lomas se encuentran gneises graníticos, fracturados, con drenaje dendrítico poco denso.

2.3 Geología regional

2.3.1 Provincia de Imataca

El Léxico Estratigráfico de Venezuela (2021), describe su extensión geográfica la cual ocupa una faja de rumbo este-noreste, al norte del escudo. TEPEDINO (1.985) fijó aproximadamente el límite occidental del complejo de Imataca hasta unos 15 km. al este de Maripa y hacia el sur lo extiende al oeste del río Caura bordeando el río Nichare, las cabeceras del río Cucharó y el salto Pará en el río Caura, estado Bolívar; desde ahí se extiende por unos 400 km, con una anchura de unos 200 km, hasta el estado Delta Amacuro al este, donde desaparece bajo los sedimentos del delta.

A su vez, el Complejo de Imataca consiste, en orden de abundancia decreciente, de un conjunto alternante de granulitas plagioclásicas-cuarzo-piroxénicas, granulitas microclínicas-cuarzo plagioclásicaspiroxénicas gneis cuarzo-feldespático-cordierítico-granatífero-biotítico-silimanítico-grafítico y formación de hierro, con las siguientes litologías secundarias: cuarcita, caliza impura metamorfizada, roca rodonítica-granatífera, roca cuarzo-granatífero-grafítica y esquistos hornabléndico-biotítico. El conjunto está intrusionado por cuerpos de rocas graníticas y de rocas básicas. El complejo se caracteriza por estructuras anticlinales bien desarrolladas y estructuras sinclinales mal definidas con rumbo este-noreste. Hacia la porción occidental del complejo, se desarrollan domos equidimensionales, muchos de ellos con orientación

norte-sur. Los conjuntos mineralógicos en el Complejo de Imataca corresponden, en general, a la subfacies de granulita hornabléndica de la facies granulítica (CHASE 1.965 citado en Léxico Estratigráfico de Venezuela 2021) (Figura 2.7).

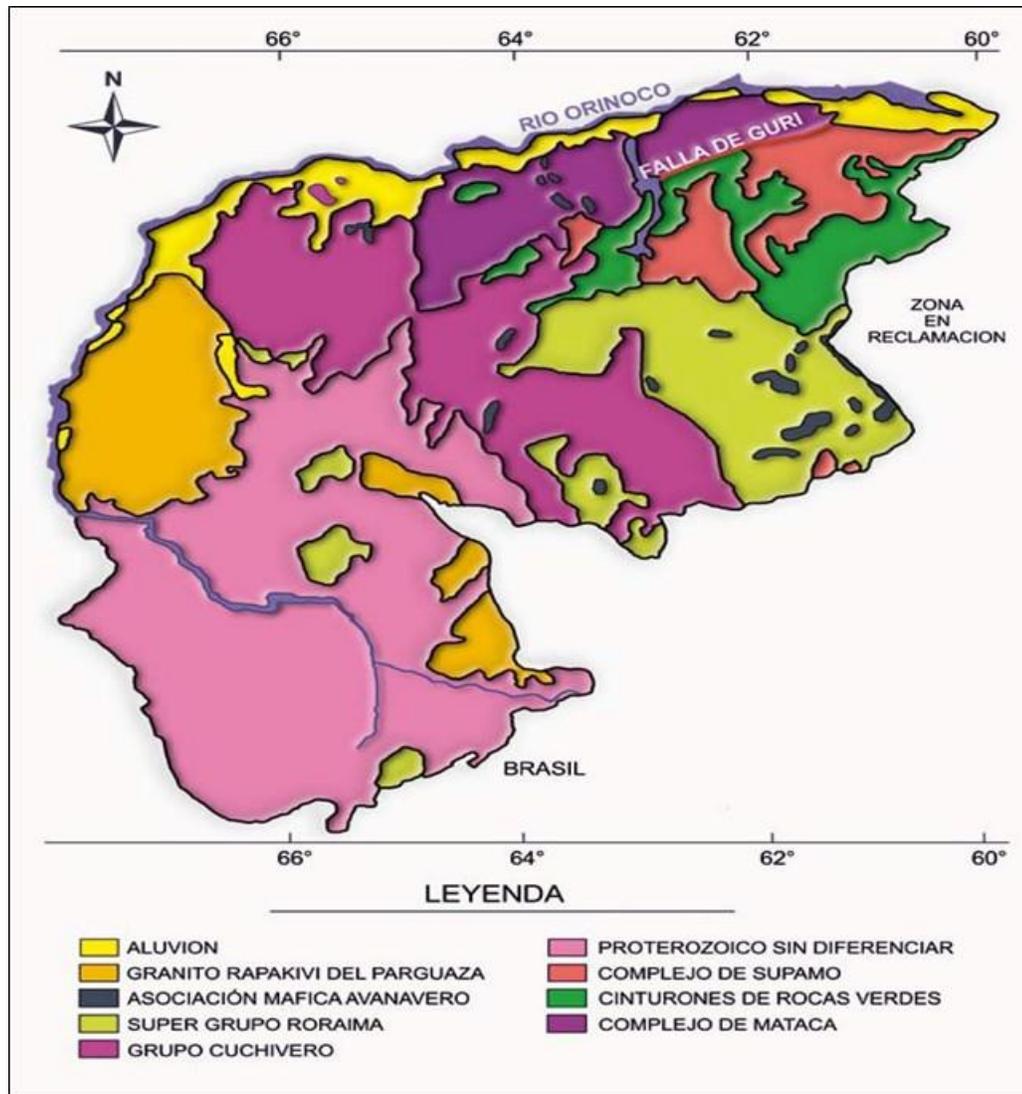


Figura 2.7 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana, mostrando la extensión y delimitación de la Provincia de Imataca. Mendoza, V., (2012).

2.3.2 Formación Mesa

El Léxico Estratigráfico de Venezuela (2019), describe su extensión geográfica la cual se extiende por los llanos centro-orientales y orientales (estados Guárico, Anzoátegui, Monagas). Se encuentran algunos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar, inmediatamente al sur del río Orinoco.

En los límites norte y sur de la mesa de Guanipa, la Formación Mesa consiste de arenas de grano grueso y gravas, con cemento ferruginoso, y muy duras; conglomerado rojo a casi negro, arenas blanco-amarillentas, rojo y púrpura, con estratificación cruzada; además contiene lentes discontinuos de arcilla fina arenosa y lentes de limolita (GONZÁLEZ DE JUANA, 1946). En la mesa de Tonoro se observan capas lenticulares de conglomerado, arenas, y algunas arcillas.

Al noroeste de Santa Rosa existe una capa lenticular de conglomerado, de más de 25 m de Espesor, con delgadas intercalaciones de arenas. En Santa Bárbara de Maturín, la parte superior (76 m) consiste en gravas con intercalaciones de arenas y arcilla roja y amarillo intenso: la parte inferior (60 m) formada por clásticos finos (arenas gris y blanco, intercaladas con arenas arcillosas y arcillas gris abigarradas).

Al suroeste de Maturín, la Formación Mesa está compuesta por arcillas moteadas y abigarradas, con nódulos sin arena. En los llanos centro-orientales, la formación, está constituida por arenas no compactadas. Los sedimentos de la Formación Mesa, gradan de norte a sur, de más gruesos a más finos al alejarse de las cadenas montañosas del norte; desde la parte central de Monagas al macizo de Guyana, gradan de más finos a más gruesos. Según GONZÁLEZ DE JUANA (1946), la Formación Mesa es producto de una sedimentación fluvio-deltáica y paludal, resultado de un extenso delta que avanzaba hacia el este en la misma forma que avanza hoy el delta del río Orinoco.

El mayor relieve de las cordilleras septentrionales desarrolló abanicos aluviales que aportaban a la sedimentación clásticos de grano más grueso, mientras que desde el sur el aporte principal era de arenas. En la zona central, postuló la existencia de ciénagas. COPLANARH (1974) considera que los sedimentos de la formación representan depósitos torrenciales y aluviales, contemporáneos con un levantamiento de la serranía del Interior. (Léxico Estratigráfico de Venezuela 2021). (Figura 2.8)

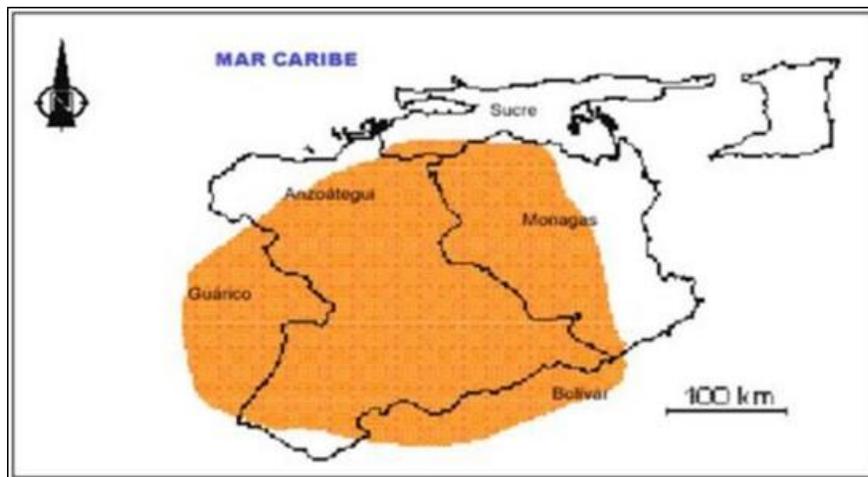


Figura 2.8 Extensión geográfica de la Formación Mesa (Modificada de PDVSA- Intevep 1997-2005).

2.3.3 Sedimentos del Recientes

Cerca del contacto con los suelos residuales del basamento ígneo – metamórfico y a niveles inferiores, los ríos que cortan a la Formación Mesa van a perder energía por caída del gradiente y van a comenzar a erosionar lateralmente, originando planicies aluviales estrechas de sedimentación arenosa. Un último evento importante que es característico del área de estudio y se trata del área de inundación del río Orinoco. La elevación del nivel del río represa sus afluentes principales, inunda los valles cercanos a la desembocadura de varios ríos y crea planicies aluviales. Al norte donde el curso

del río Orinoco, no tiene el control de afloramientos del basamento invade amplias áreas del terreno finalmente erosionables, creando un relieve de terrenos inundables y forma de erosión propia de la dinámica del río (González de Juana y otros, 1980).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Los siguientes trabajos sirvieron como antecedentes para la presente investigación debido a su relación con el tema de la propuesta:

García, A., Neves, M., (2016), en la tesis “CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA, MINERALÓGICA Y GEOQUÍMICA DE LOS SEDIMENTOS DEL RÍO CURRUCAY, EN EL TRAMO ENTRE EL PUENTE SOBRE LA AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR PUERTO ORDÁZ Y LA CASCADA AGUAS ABAJO, PARROQUIA PANAPANA, MUNICIPIO HERES ESTADO BOLÍVAR” expresan que: en el área de estudio se encuentran presentes tres unidades geológicas: Formación Mesa, Complejo de Imataca y aluviones recientes. Estos últimos se encuentran en los bordes del río Currucay como sedimentos no consolidados pertenecientes al período Reciente de la Era Cenozoica, constituyen una zona sometida a periódicas inundaciones durante épocas de lluvia, formándose entonces sedimentos de carácter areno y limo-arcilloso, geomorfológicamente constituyen una planicie de inundación.

La Formación Mesa del Pleistoceno, es la unidad con mayor extensión en el área en estudio la cual se encuentra en contacto deposicional con los aluviones recientes y en contacto discordante con el Complejo de Imataca, su litología está representada en la zona en estudio por arenas conglomeráticas, arenas medias y gruesas ferruginosas, arenas arcósicas, limolitas o cualquier combinación entre estas.

La geomorfología de la zona se caracteriza por peniplanicies erosivas suavemente onduladas en los alrededores del valle y por planicies deposicional residual que le confiere una topografía plana integrado por un relieve de llanura erosiva. Contiene materiales de origen coluvión-aluvión, proveniente tanto de la denudación de las zonas elevadas cuya litología corresponde a las rocas graníticas y volcánicas del complejo de Imataca.

Las columnas analizadas muestran en su mayoría arenas finas a medias, medias a finas algunas con presencia de rojo por el óxido de hierro y arena gruesa.

Este trabajo brindará información útil de los pasos a realizar en la toma de muestras de sedimentos y los posteriores análisis que se llevarán a cabo, también por tratarse de un área que comparte posee ciertos rasgos geomorfológicos con el área de estudio del presente trabajo.

Castro, E., Núñez, M., (2022), en la tesis “CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA- SEDIMENTOLÓGICA DEL RÍO MARHUANTA EN LA CUENCA MEDIA, EN EL SECTOR DEL FUNDO MI CAMPITO, PARROQUÍA MARHUANTA, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA” expresan que: En la zona del río Marhuanta en la parte de la cuenca media del sector del fundo Mi Campito, se identificaron 3 unidades estratigráficas, que son rocas del Complejo de Imataca, la Formación Mesa y Sedimentos del Reciente. El Complejo de Imataca se caracteriza por afloramientos rocosos de gneises de grano medio a fino y de grano fino, de colores blancos, negros y rosados, foliados y diaclasados, y con pliegues asociados a fallas. La Formación Mesa se caracteriza por sedimentos arcillosos de colores rojos intenso, con horizontes de gravas y costras ferruginosas, se encuentran los caminos de acceso al río Marhuanta.

Los Sedimentos del Reciente se caracterizan por arenas medias a finas, arenas finas, arenas finas a muy finas y limos arenosos, que se encuentran formando barras de meandro y taludes en las márgenes del río y sus afluentes. Estos se encuentran en contacto con las rocas del Complejo de Imataca.

Analizando los resultados se obtuvo que en el 60% de las muestras predominan las partículas subangulosas con valores entre 30-35%, y en el 40% de las muestras predominan las partículas subredondeadas con valores entre 32-40%; las partículas muy angulosas y angulosas se encuentran en segundo orden de abundancia, y la redondeadas son muy pocas. De acuerdo a esto se puede inferir que grado de transporte es moderado, y que la fuente de las partículas no está muy lejana.

Usando los valores de los índices de aplanamiento y de achatamientos de las partículas, se ubicaron cada una de las muestras en el diagrama de Zingg para determinar su clasificación morfoscópica. De acuerdo a la figura antes citada se pudo determinar que, de las 15 partículas, 8 son de tipo esfera, 5 discoidales y 2 tipo rodillo; de acuerdo a esto se infiere u al grado de transporte.

3.2 Fundamentos teóricos

3.2.1 Escala Wentworth-Udden

Es una escala adoptada internacionalmente para la clasificación granulométrica de partículas sedimentarias. Fue propuesta en 1922 por C.K. Wentworth, basándose en la anterior escala de J.A. Udden de 1898. Parte de 1 mm y dividiendo o multiplicando por 2, en sentido decreciente o creciente de tamaño respectivamente, se definen los límites de diámetro de cada clase, desde partículas de tamaño arcilla (diámetro menor de 1/256 mm) a bloques (diámetro mayor de 256 mm) (Wentworth, 1922), (Tabla 3.1).

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

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

3.2.2 Grado de redondez

Pettijohn, F. en 1976 definió cinco grados de redondez de Powers (Figura 3.1): angular, subangular, subredondeado, redondeado y bien redondeado las cuales serán definidas a continuación:

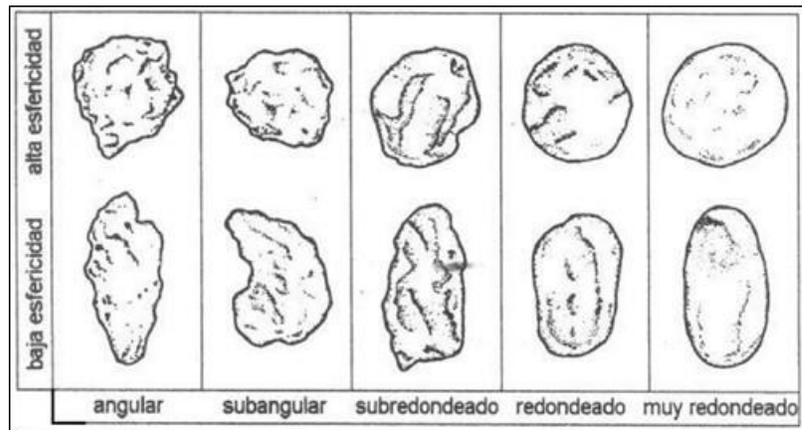


Figura 3.1 Grado de redondez de Powers. (Modificado de Méndez Baamonde 2006).

3.2.2.1 Angular

Poco o nada de evidencia de desgaste, las aristas y los vértices son agudos.

3.2.2.2 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.

3.2.2.3 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.

3.2.2.4 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.

3.2.2.5 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.

3.2.3 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 ($p = c/b$). La intención de esta clasificación es el poder describir un aspecto geométrico previamente caracterizado (Ledesma, J. 2013) (Figura 3.2).

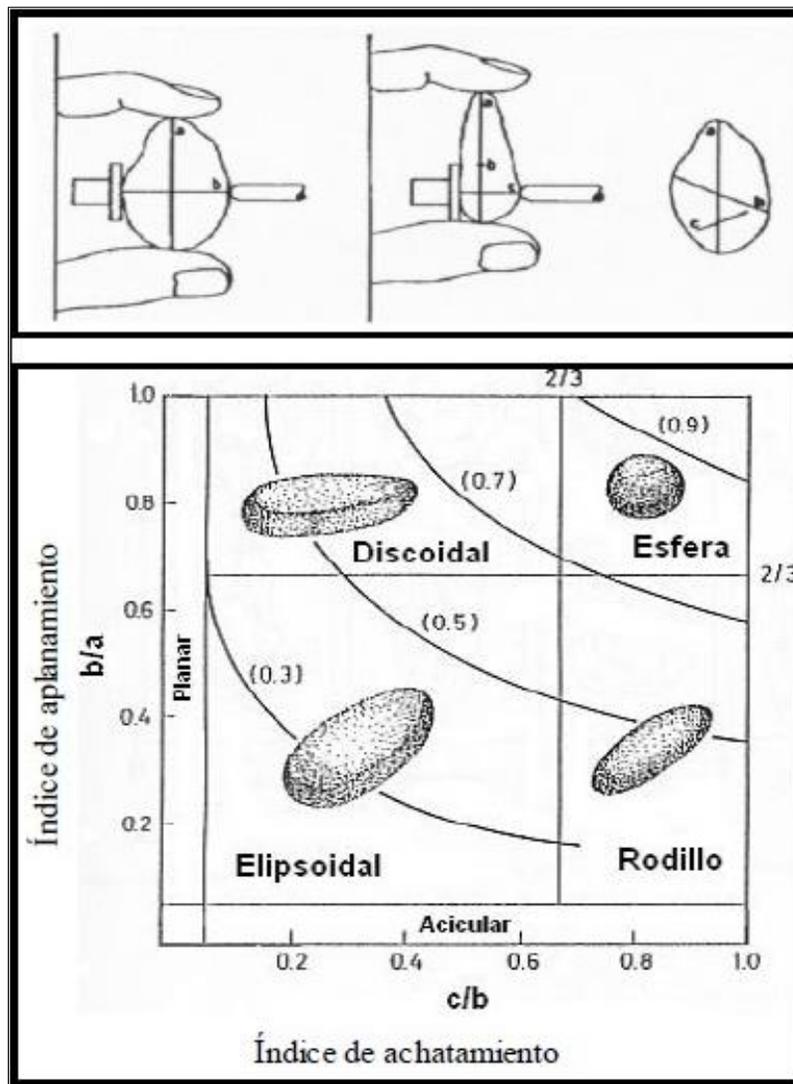


Figura 3.2 Índice de esfericidad de Zingg. (Ledesma, J. 2013).

3.2.4 Medidas estadísticas de los sedimentos

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

3.2.4.1 Mediana (Md)

Es el punto medio de la distribución del sedimento y está determinado por el punto donde se interceptan la curva acumulativa y la línea del 50 por ciento. Indica que el 50% del material es más grueso y el 50% más fino. El primer y el tercer cuartil (Q1 y Q3, respectivamente) son determinados de manera idéntica mediante la intersección de las curvas acumulativas con las líneas de 25 y 75 por ciento, respectivamente (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001).

3.2.4.2 Coeficiente de sesgo o simetría (Sk)

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

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

Si se usa \log_{10} de Sk en vez de Sk, el valor de la simetría perfecta permanece en cero, y todos los otros valores son o positivos o negativos, dependiendo de la dirección en que la curva esté sesgada. (Departamento de Geología de la Universidad 26 de Oriente, 2001). Los valores de simetría pueden compararse con la tabla propuesta por Folk, R. y Ward, W. (1957), para obtener el índice de asimetría (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Escala de asimetría (Folk, R. y Ward, W. 1957).

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

3.2.4.3 Curtosis o agudez del pico (K)

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

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

En la cual, Q1 y Q3 son los cuartiles, P95 indica la coordenada de la abscisa en el punto de la curva acumulativa correspondiente con el 95% y P5 la coordenada de la abscisa en el punto de la curva acumulativa correspondiente con el 5% (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001) (Tabla 3.3)

Tabla 3.3 Escala de curtosis (Folk, R. y Ward, W. 1957).

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

Las formas básicas de curtosis pueden observarse en la figura 3.3 donde las curvas leptocúrticas presentan el pico más agudo y las platicúrticas son curvas más achatadas

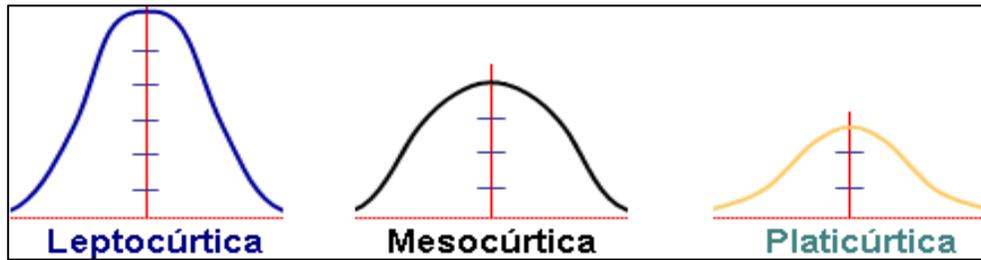


Figura 3.3 Tipos de curtosis de una curva (Quispe, R. 2014).

3.2.4.4 Coeficiente de uniformidad (U)

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

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

3.2.4.5 Coeficiente de selección (So)

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

Cuando se clasifica una muestra como bien escogida, significa que todos los granos son relativamente del mismo tamaño, lo que implica a su vez, que la energía se

mantuvo constante independientemente si la intensidad es baja o alta (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001). El coeficiente de escogimiento es definido por la fórmula:

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

De esta fórmula se desprende que a medida que Q_1 se aproxima a Q_3 , el coeficiente se acerca a 1, y mientras más próximo se esté a éste mejor escogido será el sedimento. Así, un valor de S_o menor que 2,5 indica un sedimento bien escogido, un valor de 3,0 es normal y un valor mayor que 4,5 indica un sedimento mal escogido (Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2001). La tabla 3.3 muestra los rangos de valores según Folk, R. y Ward, W. (1957) correspondientes a los coeficientes de selección.

Tabla 3.4 Rangos de los coeficientes de selección (Folk, R. y Ward, W. 1957).

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

3.2.5 Mecanismos de transporte (Visher)

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

saltación y rolo o arrastre (Figura 3.3). Los tipos de transporte según Visher son los siguientes:

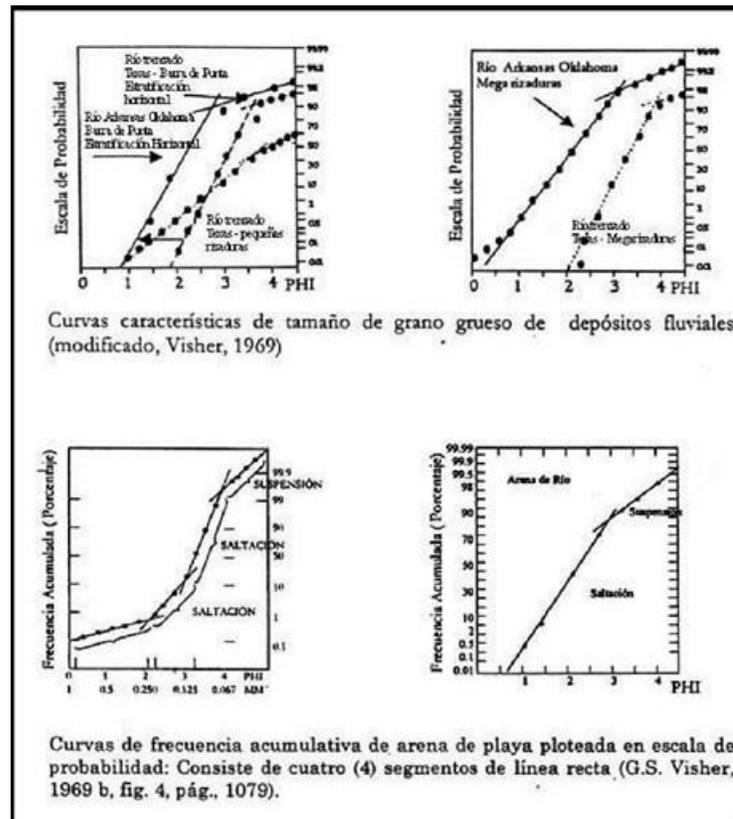


Figura 3.4 Curvas de la distribución de tamaño de grano con las líneas tangentes que separan las subpoblaciones (Modificado de Visher, 1969)

3.2.5.1 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.

3.2.5.2 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.

3.2.5.3 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.

3.2.6 Morfoscopía de los sedimentos

Se han realizado numerosos intentos para definir la forma de las partículas sedimentarias y estudiar los factores que intervienen en la forma de los granos. La forma de los clastos está controlada, tanto por el tipo de roca madre original, como por su historia geológica subsecuente. Mientras que las rocas como la lutita y el esquistos originan partículas de formas tabulares u oblongas, rocas isotrópicas como la cuarcita y

el granito producen partículas de formas subesféricas u ovaladas (Selley, 1976). Para describir el aspecto geométrico de una partícula (forma, esfericidad y redondez) es necesario utilizar diversas relaciones geométricas.

3.3 Definición de términos básicos

3.3.1 Análisis granulométrico

Por granulometría o análisis granulométrico de un agregado se entenderá todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se pueda separar las partículas constitutivas del agregado según 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 las 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. (Universidad Centroamericana)

Los análisis granulométricos son expresados en forma de la curva llamada “Curva Granulométrica”, esta curva se hace para comparar la distribución de los tamaños de granos presentes en el suelo, para realizar estas curvas es necesario utilizar representaciones logarítmicas para los tamaños de las partículas. Las curvas granulométricas representan el porcentaje acumulado de material que pasa por los diferentes tamices (Pettijohn, 1976).

3.3.2 Madurez textural

La madurez textural está relacionada con la modificación de los granos y partículas por medio de la meteorización, erosión y transporte. La madurez textural se

determina por los valores de escogimiento, redondez, y esfericidad, entre otros, así como la presencia de minerales resistentes con respecto a los otros menos resistentes en un sedimento o roca (Méndez Baamonde, 2006).

3.3.3 Composición mineralógica de los sedimentos

Según Von Moos (1938) en Pettijohn (1976) 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.

3.3.4 Depósitos de sedimentos en corrientes fluviales

Siempre que la velocidad de una corriente disminuye, su competencia se reduce, y los granos de sedimento se depositan en un orden definido por tamaños. A medida que el flujo de la corriente disminuye por debajo de la velocidad de sedimentación crítica de una partícula determinada, empieza a depositarse el sedimento de esa categoría. Por tanto, el transporte de la corriente proporciona un mecanismo por medio del cual se separan los granos sólidos de diversos tamaños. (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.3.4.1 Depósitos de canal

A medida que un río transporta el sedimento hacia el mar, 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. Por fin, la mayor parte del material será transportada a su destino último: 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. Conforme la corriente fluye alrededor de un recodo, la velocidad del agua en la parte exterior aumenta, lo que induce erosión en ese punto. Al mismo tiempo, en la parte interior del meandro, el agua va más despacio, lo que hace que algo de la carga de sedimento se deposite. (figura 3.5)

Cuando esos depósitos se producen en el punto interno del recodo, se denominan barras de meandro. Dicho con más precisión, esos depósitos se describirían mejor como acumulaciones de arena y grava en forma de cuarto creciente (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

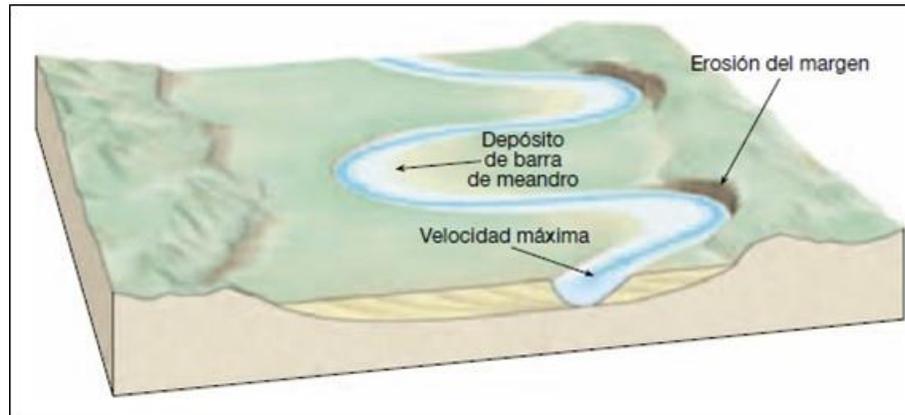


Figura 3.5 Esquema de barras de meandro en un canal (Tarbuck, E., y Lutgens, F., 2005)

3.3.4.2 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. Aunque algunas son elementos impresionantes del paisaje, que abarcan muchos kilómetros, otras tienen una anchura modesta de tan sólo unos pocos metros. Si hiciéramos un muestreo del aluvión que cubre una llanura de inundación, encontraríamos que 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. (Figura 3.6)

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. Cuando una corriente se desborda por sus márgenes, anegando la llanura de inundación, el agua fluye sobre la superficie como una amplia lámina. Debido a que un modelo de flujo de este tipo reduce significativamente la velocidad y la turbulencia del agua, la porción más gruesa de la carga suspendida se deposita en franjas que bordean el cauce. Conforme el agua se va expandiendo sobre la llanura de inundación, se van depositando cantidades cada vez menores de sedimentos cada vez más finos sobre el suelo del valle. Esta distribución no uniforme del material produce la pendiente suave, casi imperceptible, del dique natural (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

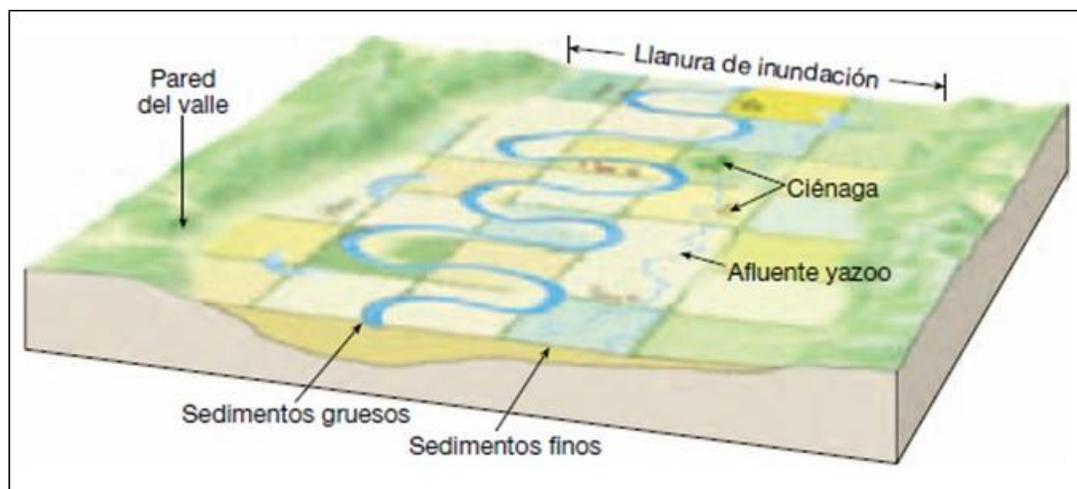


Figura 3.6 Esquema de una llanura de inundación (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.3.5 Estructuras sedimentarias

Son estructuras formadas por medios físicos, químicos o biológicos en los sedimentos y rocas sedimentarias durante o después de la depositación.

Las estructuras sedimentarias se pueden dividir en primarias y secundarias. Las estructuras primarias, resultan principalmente de los procesos físicos, y se originan en

el momento de la depositación o muy poco tiempo después de esta. Algunos autores extienden el tiempo a un lapso breve después de la consolidación del sedimento. Las estructuras secundarias son las formadas por procesos tectónicos, como pliegues y carga diferencial, así como los químicos, los cuales, por medio de diagénesis, forman concreciones, nódulos, etc.

Las estructuras sedimentarias nos permiten determinar el tope y la base de los sedimentos o rocas, la dirección de la corriente e intensidad de la misma, las paleopropiedades y características fisicoquímicas por los cambios diagenéticos originados. (Méndez Baamonde 2006)

Las estructuras sedimentarias son particularmente importantes, ya que reflejan las condiciones hidrodinámicas al tiempo de la depositación, por ejemplo, energía y tipo de corriente. Ellas constituyen un elemento importante en las facies de una unidad sedimentaria y conducen a una mejor definición del ambiente deposicional (Strahler, A. 1979).

3.3.5.1 Estructuras producto de corrientes

Son aquel tipo de estructura cuyo origen depende fundamentalmente, del transporte proporcionado por el principal medio fluvial que es el río. El transporte consiste en el movimiento de las partículas erosionadas, mediante su arrastre progresivo en el fondo, suspensión en la masa de agua o disolución. (Strahler, A. 1979).

3.3.5.2 Estratificación paralela

Se define como una superficie compuesta por láminas paralelas tabulares, horizontales o ligeramente inclinadas. Esta variedad de estratificación presenta el tipo

de régimen de transporte en el fondo, consecuencia de un ambiente torrencial (Krumbein y Sloss, 1.969 en Pettijohn F. 1.976).

3.3.5.3 Estratificación laminar

Las laminaciones, son las unidades más pequeñas de estratificación. Son en algunos casos, unidades delgadísimas (milimétricas) pero en otras, transitorias o pequeñas fluctuaciones casuales, en la velocidad de la corriente de deposición las laminaciones son muy características de los sedimentos de grano muy fino, en especial de los limos finos y de las arcillas.

Aparecen como una alternancia más o menos distinta, de materiales que difieren entre sí en tamaño de grano, o en composición, por lo general, varían entre 0,05 y 1,0 mm de espesor y pueden ser continuas y distintas, o discontinuas e indistintas. Ejemplos de laminaciones son las formadas por alternancias de partículas gruesas y finas como son limos e incluso arena fina y arcilla (Pettijohn F., 1976).

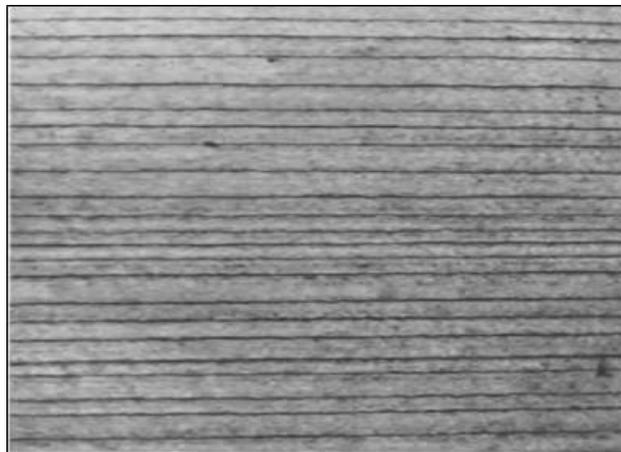


Figura 3.7 Estratificación laminar (Pettijohn, J., Potter, P., 1964).

3.3.5.4 Estratificación cruzada

Este tipo de estratificación se define como una deposición transversal de las láminas, con respecto a los planos de estratificación, formando líneas rectas inclinadas o de forma cóncava. Estas son producto de la acción del agua y del viento. Por lo general la inclinación de la estratificación cruzada es la de la dirección local de la corriente y varían entre 30° o menos (Krumbein y Sloss 1.969 en Pettijohn F. 1.976).

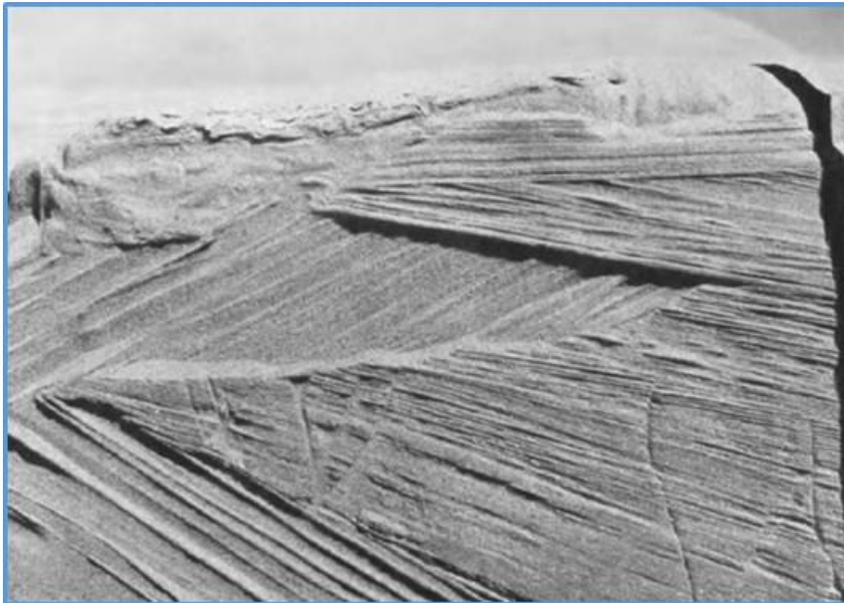


Figura 3.8 Estratificación cruzada (Pettijohn, J., Potter, P., 1964).

3.3.5.5 Estratificación gradada

Son unidades sedimentarias caracterizadas por presentar gradación en el tamaño de los granos; de grueso a fino, hacia arriba, desde la base hacia el tope de la unidad. Teóricamente son posible dos (2) tipos de gradación: en uno, la disminución en el tamaño del grano hacia arriba, es el resultado de la adición de incrementos sucesivos de material, de los cuales cada uno es más fino que el anterior. A este tipo de gradación se le conoce como gradación debida a corrientes menguantes. El segundo tipo de

gradación, se conoce como gradación producida por sedimentación diferencial del flujo de turbidez, caracterizada por presentar granos finos distribuidos en todo el sedimento (Pettijohn F., 1976).

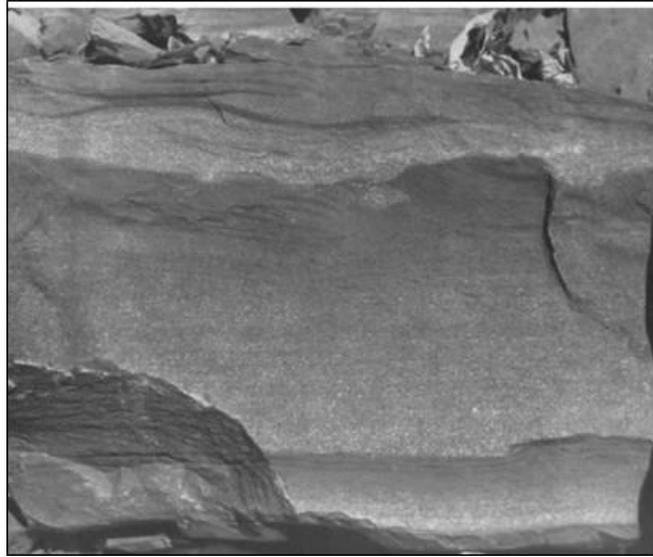


Figura 3.9 Estratificación gradada (Pettijohn, J., Potter, P., 1964)

3.3.5.6 Estratificación festoneada

También conocida como estratificación cruzada en forma de artesa, terminología propuesta por Mckee y Weir, (1953) en Galloway, W.E. (1983) “Terrigenous Clastic depositional” pp. 423, consiste en una deposición de láminas oblicuas de sedimentos, que son preservadas en caras abruptas. En perfil, algunas laminaciones parecen tangenciales a la base de los bancos. Aún el rumbo de las laminaciones entre cruzadas puede ser curvilíneo, si se examina en tres dimensiones, algunas parecen haber sido depositadas en una cubeta o estructura en forma de cuchara y ser confluentes con las paredes de la estructura. Las depresiones en forma de cubetas o festones, varían ampliamente en escala. Knight (1929), describe estas estructuras desde 15cm hasta varios centenares de metros de largo, 3 a 300 m de ancho y 0,3 a 30 m de profundidad.

No obstante, el origen y mecanismo de deposición de la estratificación festoneada no es claro. Se desconocen los factores que gobiernan y que dan por resultado la formación de depresiones y su relleno (Pettijohn F., 1976).



Figura 3.10 Estratificación festoneada (Pettijhon, J., Potter, P., 1964)

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de la investigación

De acuerdo a Jacqueline Hurtado de Barrera, en su libro Metodología de la Investigación Holística (2000), en cada proceso de investigación existen varios estadios o pasos que se cumplen desde la idea inicial hasta las conclusiones del proyecto. Los tipos de investigación "se definen por el objetivo, más que por el área de conocimiento en la cual se realiza el estudio, los métodos que se usan o la fuente de datos. Cada tipo de investigación tiene características y procesos propios".

Entre estos estudios que indica Hurtado (2000) están la investigación exploratoria y la investigación descriptiva. En la investigación exploratoria, puede "aproximarse a un evento poco conocido y le permite al investigador familiarizarse con él, abriendo camino hacia otro tipo de investigación más compleja. Por lo general, el resultado de una investigación exploratoria se expresa con preguntas o interrogantes que abren ciertas líneas de investigación".

La quebrada Las Tinajitas constituye una zona que ha sido poco estudiada en otros proyectos investigativos y que da paso a este trabajo de grado a través de la investigación exploratoria, la cual "es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos". (Arias 2006)

En ese sentido, en este proyecto también se incluye la investigación descriptiva como otro de los estadios del proceso de investigación señalado por Hurtado (2000), la

cual según Arias (2006) "consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento (...) Su misión es observar y cuantificar la modificación de una o más características en un grupo, sin establecer relaciones entre éstas. Es decir, cada característica o variable se analiza de forma autónoma o independiente" (Arias, F. 2006).

Al tener que realizar un trabajo de campo, tomar muestras y caracterizar los sedimentos de la corriente fluvial de la desembocadura de la quebrada Las Tinajitas en el río Marhuanta, se cumple con este estadio del proceso de investigación descrito por Hurtado (2000). Además, se describirán los cuerpos sedimentarios a lo largo del cauce, las texturas de los sedimentos y así deducir el comportamiento de transporte y su depositación.

4.2 Flujograma de la investigación

La figura 4.1 muestra el flujograma de las tareas a realizar en el trabajo de investigación, que está dividido en 4 etapas.

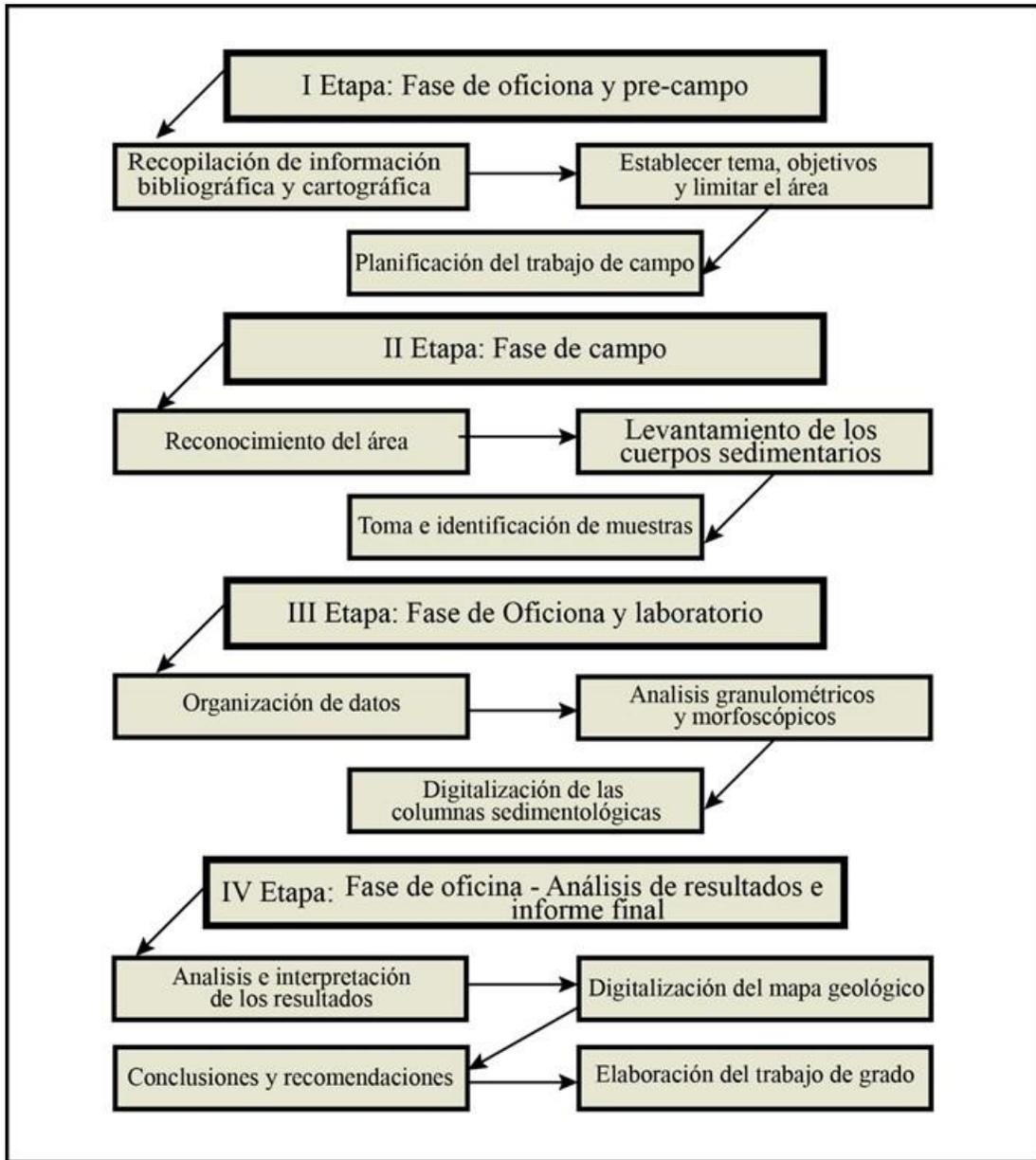


Figura 4.1. Flujograma de la investigación.

4.2.1 Etapa I: Fase de oficina y pre-campo

4.2.1.1 Recopilación de información bibliográfica y cartográfica

Se realizó la debida investigación de monografías previas del área en estudio y adyacentes, además de su identificación por medio de Google Earth y de las hojas cartográficas nacionales.

4.2.1.2 Establecer tema, objetivos y limitación del área

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

4.2.1.3 Planificación de trabajo de campo

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

4.2.2 Etapa II: Fase de campo

4.2.2.1 Reconocimiento del área

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

4.2.2.2 Levantamiento de los cuerpos sedimentarios

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



Figura 4.2 Recolección de muestra de sedimentos.

4.2.2.3 Toma e identificación de las muestras

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



Figura 4.3 Muestras guardadas, identificadas y ordenadas.

Tabla 4.1 Tabla con las muestras ordenadas e identificadas con la estación perteneciente, sus coordenadas correspondientes, observaciones, las dimensiones del cuerpo sedimentario dónde pertenecen y la dirección del cauce del río.

MUESTRAS					
NOMBRE	ESTACIONES	COORDENADAS UTM USO 20	OBSERVACIONES	DIMENSIONES	DIRECCIÓN
E1-C1 E1-M1 E1-M2 E1-M3 E1-M4 E1-M5 E1-M6	1	N: 893800 E: 450034	MUESTRA DE CAUCE MUESTRAS DE TALUD DE LA MARGEN DERECHA	BARRA DE MEANDRO ANCHO: 9,3 M LARGO: 12,5 M	N30W
E2-M1 E2-M2 E2-M3	2	N: 893797 E: 450033	MUESTRAS DE TALUD DE LA MARGEN IZQUIERDA		N30W
E3-M1 E3-M2 E3-C1	3	N: 893793 E: 450055	MUESTRAS DE BARRA DE LA MARGEN DERECHA MUESTRA DE CAUCE	BARRA DE MEANDRO ANCHO: 3 M LARGO: 20 M	N50W
E4-M1 E4-M2 E4-M3 E4-C1	4	N: 893787 E: 450079	MUESTRAS DE BARRA DE MEANDRO DE LA MARGEN IZQUIERDA MUESTRA DE CAUCE	BARRA DE MEANDRO ANCHO: 3 M LARGO: 25 M	N50W
E5-M1 E5-M2 E5-C1	5	N: 893781 E: 450098	MUESTRAS DE BARRA DE LA MARGEN IZQUIERDA MUESTRA DE CAUCE	BARRA DE MEANDRO ANCHO: 3,8 M LARGO: 15,68 M	N18W
E6-M1	6	N: 893754 E: 450130	MUESTRA DE TALUD DE LA MARGEN IZQUIERDA	BARRA DE MEANDRO ANCHO: 7 M LARGO: 9,5 M	N37W
	7	N: 893739 E: 450045	TALUD DE LA MARGEN IZQUIERDA		N52W

4.2.3 Etapa III: Fase de laboratorio

4.2.3.1 Organización de datos

Se separaron las muestras para los diferentes análisis que se llevaron a cabo, de ellas se tomaron cuatro (4) muestras para el análisis de Zingg, diecinueve (19) muestras para el análisis granulométrico por el método mecánico, de las cuales se tomaron seis (6) muestras para el análisis morfooscópico.

4.2.3.2 Análisis granulométricos y morfoscópicos

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



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

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

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

4.2.4.1 Determinación de las texturas de los sedimentos

Se analizaron las 19 curvas granulométricas para determinar la clasificación textural de los sedimentos de acuerdo a la escala de Udden- Wentworth.

4.2.4.2 Determinación de los parámetros estadísticos de las curvas granulométricas

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

4.2.4.3 Inferencia del mecanismo de transporte por método de Visher

A cada curva granulométrica se les trazaron tangentes para separar las diferentes subpoblaciones de mecanismo de transporte, y luego se establecieron los diámetros de

las partículas para cada una de las subpoblaciones. Para así inferir los mecanismos que depositaron o transportaron a las partículas de sedimentos del área de estudio.

4.2.4.4 Digitalización de las columnas sedimentológicas

Haciendo uso del software Adobe Illustrator CS6, se digitalizaron las columnas sedimentológicas levantadas en campo.

4.2.4.5 Digitalización del mapa geológico

El mapa geológico se realizó en base con la información de la imagen satelital obtenida por Google Earth de las coordenadas UTM de la delimitación del área tomadas en la salida de campo, también se usó la información recolectada a lo largo del trabajo de campo y se digitalizó con el software Adobe Illustrator CS6, dónde se colocó la información necesaria para su interpretación como la leyenda de la litología y su simbología geológica.

4.2.4.5 Conclusiones y recomendaciones

Finalizando los análisis e interpretaciones, se formularon las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación de la quebrada Las Tinajitas.

4.2.4.6 Elaboración del trabajo de grado

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

4.3 Diseño de la investigación

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la totalidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes (Arias, F. 2006).

Dado que para este trabajo de investigación los datos primarios se obtuvieron de la descripción de las características geológicas de los cuerpos sedimentarios asociados a la quebrada Las Tinajitas, y de la recolección de muestras en el lugar seleccionado como objeto de estudio, el diseño de la investigación cumple con los lineamientos de una investigación de campo, en donde se hicieron mediciones con procedimientos estandarizados y aceptados por la comunidad científica (Sampieri y otros (2006). En este caso se emplearon la escala Udden-Wentworth, el método Powers, Zingg y el método de Visher.

4.4 Población y muestra de la investigación

La población es un conjunto de elementos finitos o infinitos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación (Arias, F. 2006), mientras que la muestra depende de la población y selecciona un subconjunto representativo que puede ser escogido de manera probabilística o no.

4.4.1 Población de la investigación

Población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación (Balestrini, M. 2006).

La población de la presente investigación está comprendida por del área de estudio, entendido que el área que abarca el cauce de la quebrada Las Tinajitas.

4.4.2 Muestra de la investigación

Es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. El problema que se puede presentar, consiste en garantizar que la muestra sea representativa de todo el universo donde se obtuvo, sujeto a estudio; que sea lo más precisa y al mismo tiempo contenga el mínimo de sesgos posibles. Lo cual implica, que contenga todos los elementos en la misma proporción que existen en éste; de tal manera, que sea posible generalizar los resultados obtenidos a partir de la muestra, a todo el universo (Balestrini, M. 2006).

Es por ello, que en el presente estudio la muestra serán todas las muestras que se recolectaron en las barras, taludes y cauce, de un tramo de la quebrada Las Tinajas en su cuenca baja hasta la desembocadura en el río Marhuanta, dando un total de 19 muestras de sedimentos recolectadas.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de información en un trabajo de investigación son fundamentales, ya que a partir de ellas se cumplirán los objetivos propuestos.

Aquellos métodos que centran su atención en la observación y el examen de la diversidad de fuentes documentales, que facilitan la descripción, el análisis y la interpretación del dato que abordan, para lo cual se hace necesario incorporar un conjunto de técnicas. y protocolos instrumentales (Balestrini, M. 2006).

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

Dado que estamos haciendo referencia a investigaciones que introducen un diseño de campo, necesariamente, se deben situar, aquellas técnicas, denominados también técnicas vivas o de relaciones individuales y de grupos, que se dedican a la observación de la realidad, y como anteriormente se ha señalado, también exigen respuestas directas de los sujetos estudiados; donde a partir de una muestra de individuos, representativa de un colectivo mucho más grande (Balestrini, M. 2006)

4.5.1.1 Revisión bibliográfica

Se realizó una búsqueda sobre trabajos publicados del área de estudio y sobre la metodología que se llevará a cabo en la presente investigación. Se encontraron tesis, informes técnicos, manuales y textos afines al tema a tratar, lo cual es de valiosa información al llevar a cabo la presente investigación.

4.5.1.2 Observación directa

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

Al efectuarse labores de campo, se recopilarán datos de las características del área con su respectiva recolección de muestras, levantamiento de los cuerpos sedimentarios presentes, tomando datos de sus dimensiones y describiéndolas con excavaciones.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

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

La presente investigación ve necesaria la siguiente instrumentación para llevar a cabo el logro de los objetivos propuestos: GPS, teléfono, computador, programas de edición de texto, programa de diseño y estadísticos los cuales se usarán con el computador, libreta de campo, pala, peñilla, bolsas para muestras y cinta métrica.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Clasificación texturalmente los sedimentos, mediante la escala Udden-Wentworth

La clasificación textural de los sedimentos de la quebrada Las Tinajitas por el método de Udden-Wentworth se llevó a cabo por tamizado mecánico de diecinueve (19) muestras que podemos encontrar en su totalidad en el apéndice A, cuyos resultados son representados de manera resumida en la Tabla 5.1.

Respecto a los resultados, podemos apreciar en la estación #1, las arenas que pertenecen a una barra de canal, presentan de manera predominante arenas finas a muy finas, con excepción de un estrato con presencia de arena media.

En la estación #2, conseguimos unas arenas muy finas con abundante presencia de limo que pertenecen a un talud de llanura de inundación.

En la estación #3, los sedimentos pertenecen a una barra de canal, en la cual predomina la presencia de arena media a fina.

En la estación #4, predomina una arena de mayor diámetro, siendo clasificada como arena media, la cual pertenece a una barra de arena.

En la estación #5, la cual pertenece a una barra de arena media con presencia de arena gruesa.

En la estación #6, hay presencia de arena media a fina.

Tabla 5.1 Resumen de los resultados de los análisis granulométricos por el método de Udden-Wentworth.

Muestra	Estación	Coordenadas	Clasificación textural	Observaciones
E1-C1	#1	N: 893800 E: 450034	Arena media a fina	Cauce
E1-M1			Arena Fina limosa	Barra de arena
E1-M2			Arena media a fina	
E1-M3			Arena Fina limosa	
E1-M4			Arena fina a muy fina	
E1-M5			Arena fina a muy fina	
E1-M6			Arena fina a muy fina	
E2-M1	#2	N: 893797 E: 450033	Arena muy fina limosa	Talud de llanura de inundación
E2-M2			Arena muy fina limosa	
E2-M3			Arena muy fina limosa	
E3-M1	#3	N: 893793 E: 450055	Arena media a fina	Barra de arena
E3-M2			Arena media a fina	
E3-C1			Arena fina	Cauce
E4-M1	#4	N: 893787 E: 450079	Arena fina	Barra de arena
E4-M2			Arena muy gruesa a media	
E4-M3			Arena media	
E5-M1	#5	N: 893781 E: 450098	Arena media a fina	Barra de arena
E5-M2			Arena gruesa a media	
E6-M1	#6	N: 893754 E: 450130	Arena media a fina	Barra de arena

5.2 Descripción de los sedimentos de las columnas sedimentológicas y las barras

Con apoyo bibliográfico, la recopilación de información de campo de 6 estaciones, los datos del levantamiento de 2 columnas sedimentológicas y los análisis granulométricos de las muestras (Apéndice A), se obtuvieron los siguientes resultados:

5.2.1 Descripción de la columna sedimentológica de la estación #1

La estación #1 se encuentra ubicada en una barra de arena en la margen derecha de la quebrada Las Tinajitas, en su desembocadura en el río Marhuanta, que mide 9,30 m de ancho y 12,50 m de largo, con un espesor de sedimentos de 1,178 m (Figura 5.1 y 5.2).



Figura 5.1 Barra de meandro arenosa, margen derecha de la quebrada Las Tinajitas.



Figura 5.2 Excavación escalonada en barra de arena, estación #1.

En la columna de la estación #1, se encontraron cinco (5) estratos: en la base, con un espesor de 0,12 m, una arena fina limo-arcillosa de color gris con presencia de raíces, sobre esta, se encuentra una arena media a fina de color marrón claro con un espesor de 0,20 m. (Figura 5.3).

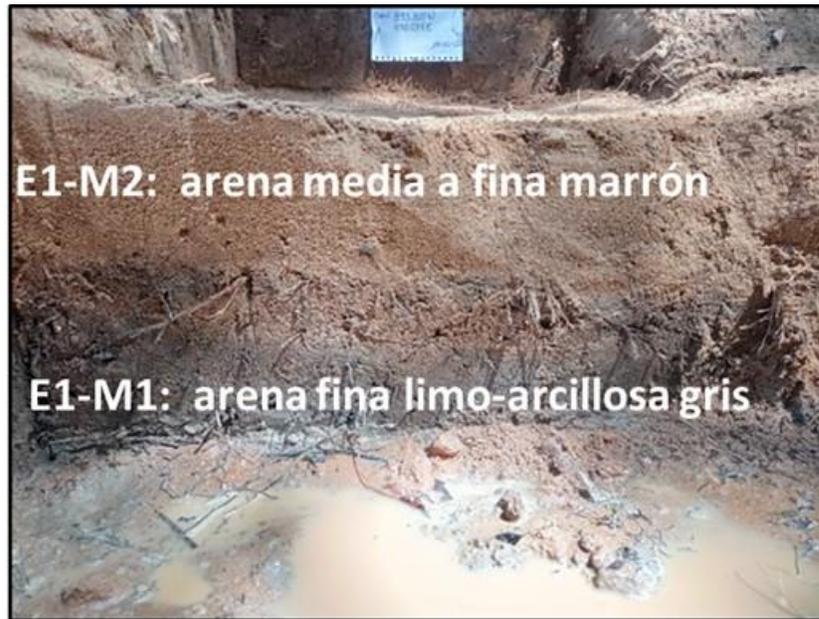


Figura 5.3 Estratos en la base de la columna de la estación #1.

Al centro se encuentra con un espesor de 0,613 m una arena fina limo arcillosa de color gris claro con presencia de raíces y en la cual encontramos unas intercalaciones de arena fina a muy fina con caolín (Figura 5.4).



Figura 5.4 Parte central de la columna de la estación #1. A) Parte frontal y B) parte lateral de la excavación.

Al tope, hay presencia de arena fina a muy fina limo-arcillosa de color marrón claro con raíces, de un espesor 0,165 m., y sobre ella se encuentra la última capa de arena fina a muy fina de color marrón claro, de un espesor de 0,8 m. Figura 5.4



Figura 5.4 Tope de la columna sedimentológica de la estación #1.

En la Figura 5.5 se presenta la columna sedimentológica digitalizada de la estación #1.

		Columna sedimentológica Quebrada Las Tinajitas Estación: #1 Fecha: 14/12/22 Coordenadas N893800 UTM - Huso 20E:450034				
ESPEJOR TOTAL	ESPEJOR PARCIAL	LITOLOGÍA	MUESTRA	ESTRUCTURA	OBSERVACIONES	LEYENDA
1,178 m	0,8 m	[LITOLÓGICO]	E1-M6	No se observaron	Arena fina a muy fina, de color marrón claro	Escala gráfica  0 5 cm [LITOLÓGICO] Arena fina [LITOLÓGICO] Arena muy fina limo arcillosa [LITOLÓGICO] Arena fina limo arcillosa [LITOLÓGICO] Arena muy fina
	0,165 m		E1-M5		Arena fina a muy fina limo arcillosa, color marrón	
	0,613 m		E1-M3		Arena fina limo arcillosa, color gris claro con intercalaciones de arena fina a muy fina con presencia de caolin	
			E1-M4			
	0,20 m		E1-M3			
			E1-M2		Arena media a fina de color marrón claro	
	0,12 m		E1-M1		Arena fina limo arcillosa de color gris	

Figura 5.5 Columna sedimentológica de la estación #1.

5.2.2 Descripción de la Columna sedimentológica de la estación #2

La estación #2 se encuentra ubicada en el talud de una llanura de inundación, en la margen izquierda del cauce. Contó con un espesor de 1,68 m (Figura 5.6).



Figura 5.6 Talud de llanura de inundación, en la estación #2.

En la Figura 5.7 se presenta la columna sedimentológica digitalizada de la estación #2; en la cual se representan los cinco (5) estratos descritos. En la base un espesor de 0,8 m de arena muy fina limosa de color gris claro, sobre esta, una arena muy fina limosa de color marrón oscuro, con un espesor de 0,52 m.

El tercer estrato es una arena muy fina de color marrón claro con raíces y presencia de bioturbaciones como madrigueras de hormiga, de 0,35 m, seguido de un cuarto estrato de arena fina limosa, pero con mayor presencia de bioturbaciones como madrigueras de hormigas, de 0,38 m.

Por último, en el tope de encuentra una arena fina limosa de color marrón claro con raíces y presencia de bioturbaciones, de 0,35 m.

		Columna sedimentológica Quebrada Las Tinajitas Estación: #2 Fecha: 14/12/22 Coordenadas N893797 UTM - Huso 20: E450033				
ESPESOR TOTAL	ESPESOR PARCIAL	LITOLOGÍA	MUESTRA	ESTRUCTURA	OBSERVACIONES	LEYENDA
1,68 m	0,35 m	§ § § § § § § §		§	Arena fina limosa color marrón claro con raíces	Escala gráfica  § Arena fina limosa § Bioturbación
	0,38 m	§ § § § § § § §		§	Arena fina limosa color marron claro	
	0,35 m	§ § § § § § § § § §	E3-M3	§	Arena muy fina limosa color marrón claro con raíces	
	0,52 m		E2-M2	No se observaron	Arena muy fina limosa de color marron oscuro	
	0,8 m		E2-M1		Arena muy fina limosa de color gris	

Figura 5.7 Columna sedimentológica de la estación #2.

5.2.3 Descripción de las barras de meandros

5.2.3.1 Barra de la estación #3

La barra de meandro de esta estación se encuentra aproximadamente a 10 m de la estación #1, posee 4,7 m de ancho y 20 m de largo, y se caracteriza por arenas medias a finas en la base y arenas finas al tope, con laminaciones paralelas; en zona el río tiene un rumbo N50°W (Figura 5.8).



Figura 5.8 Barra de arena de la estación #3.

5.2.3.2 Barra de la estación #4

Esta barra de meandro se encuentra aproximadamente a 3m de la estación #3, mide 3 m de ancho y 2,5 m de largo, se caracteriza por arenas finas al tope, arenas gruesas a media en la parte central y arena media en la base; y el rumbo de la quebrada en este sitio es N58°W (Figura 5.9).



Figura 5.9 Barra de arena de la estación #4.

5.2.3.3 Barra de la estación #5

En esta estación la quebrada tiene un rumbo N18°W, y la barra tiene un ancho de 3,80 m y un largo de 15,68 m, y presenta arena de grano grueso a medio en la base y arena de grano medio a fino en el tope (Figura 5.10).



Figura 5.10 Barra de arena de la estación #5.

5.2.3.4 Barra de la estación #6

Se encuentra aguas arriba del tramo en estudio de la quebrada Las Tinajitas, aproximadamente a 200 m desde la desembocadura, y el rumbo de la quebrada es N37°W, y presenta 9,50 m de largo y 7 m de ancho; y el ancho del río en esta zona es de 8,10 m. presenta arena media a fina con estratificación cruzada tipo festón y gradación normal, producto de los cambios de velocidades del flujo del río (Figura 5.11).



Figura 5.11 Barra de arena de la estación #6.

5.2.4 Descripción sedimentológica de la estación #7

La estación #7 está ubicada en un corte de la Formación Mesa, a orillas de la quebrada Las Tinajitas, en su margen derecha, presenta con un espesor de 2,47 m. (Figura 5.12)

Observamos dos estratos distintos entre sí por su coloración, en la base se encuentra arcilla de color gris claro con un espesor de 1,50 m. y en el tope, de igual manera arcilla, pero de coloración rojiza amarillenta con presencia de laminación paralela.



Figura 5.12 Corte de la Formación Mesa.

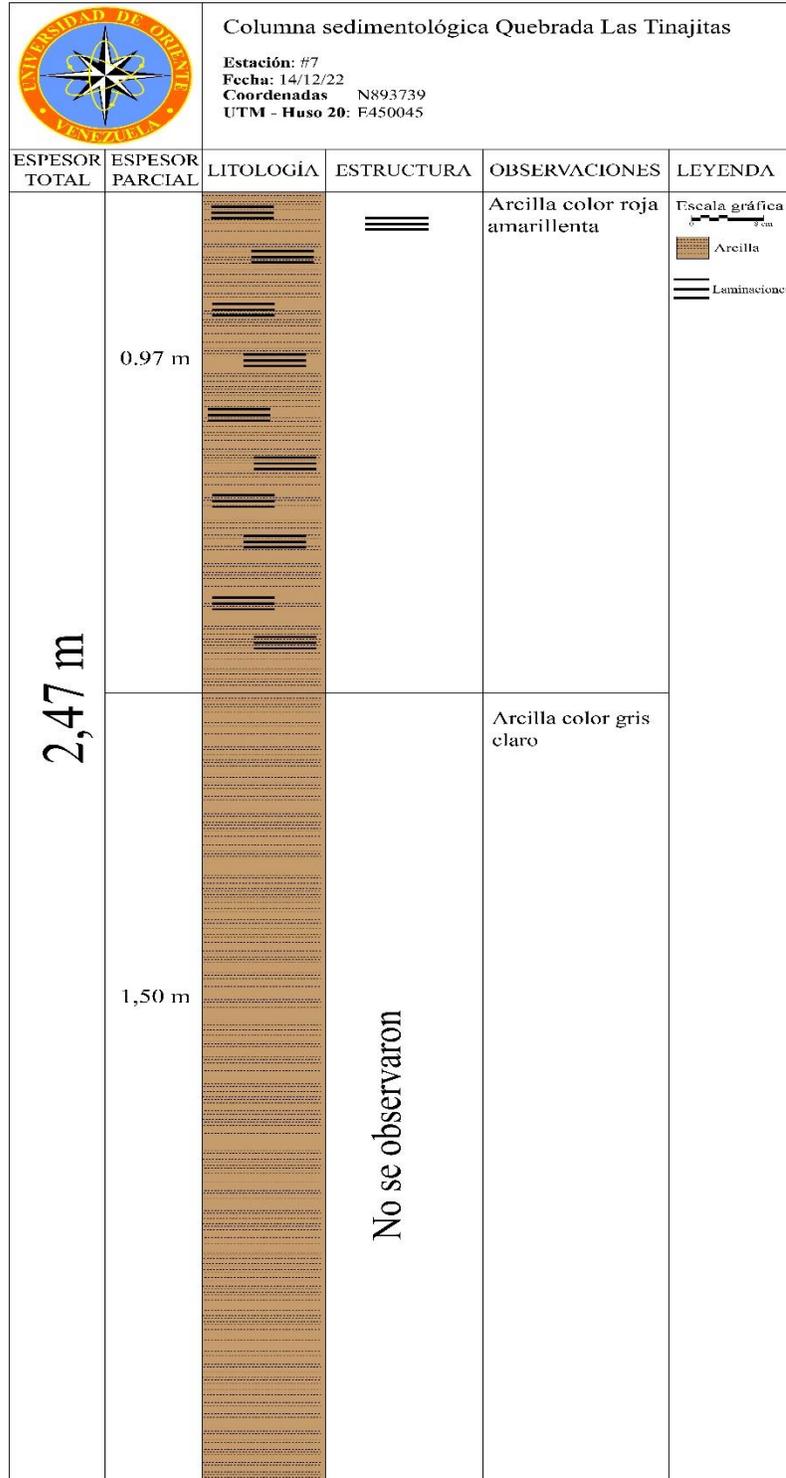


Figura 5.13 Columna sedimentológica de la estación #7.

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

La madurez textural de una partícula está directamente relacionada con su mineralogía y el grado de transporte sufrido a lo largo del tiempo, en otras palabras, la morfología está controlada por la roca madre de la partícula, así como de su historia geológica.

5.3.1 Método Powers

En el método Powers se seleccionaron seis (6) muestras aleatorias, donde al realizarles el análisis granulométrico por vía mecánica se tomó una pequeña cantidad de la muestra retenida del tamiz 35 para llevarse a cabo su análisis contando 200 partículas al azar (Figura 5.14).

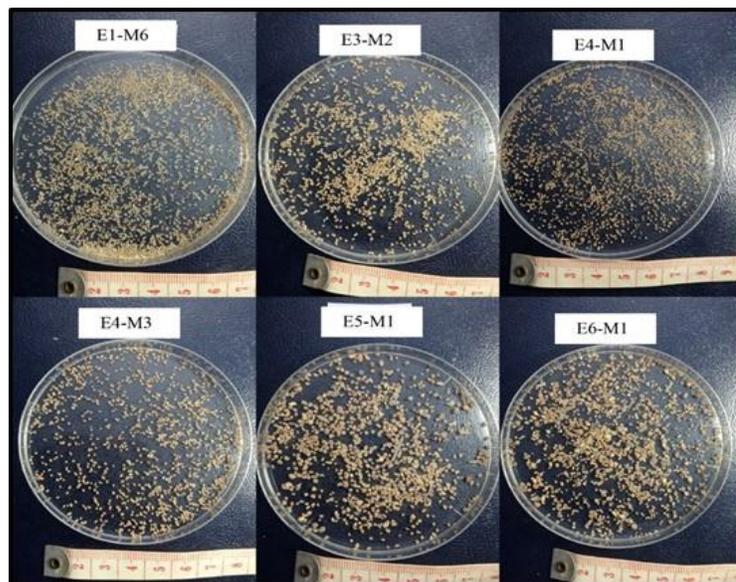


Figura 5.14 Muestras analizadas por el método Powers.

Al efectuar el análisis morfoscópico de acuerdo al grado de redondez, se realizó una tabla con los datos (Tabla 5.2) y su histograma correspondiente a cada muestra (Figura 5.15, 5.16, 5.17).

Tabla 5.2 Resultados del análisis morfoscópico con el método Powers.

Muestra	%A	%SA	%SR	%R	%MR
E1-M6	17,7	28,08	31,03	19,70	3,45
E3-M2	18,7	27,59	33,50	18,23	1,97
E4-M1	22,8	28,71	29,70	17,33	1,49
E4-M3	27,5	29,47	28,02	13,04	1,93
E5-M1	28,3	26,83	25,85	17,56	1,46
E6-M1	30,3	26,92	25,00	16,35	1,44
<p>A: angulosa SB: subredondeada SA: subangulosa R: redondeada MR: muy redondeada</p>					

Los resultados obtenidos señalan que la distribución del grado de redondez de las partículas de la siguiente manera: del 17,73% al 30,29% son angulosas, del 26,83% hasta el 29,47% son subangulosas, del 25% al 33,50% subredondeadas, del 16,35% hasta el 19,70% son redondeadas y solamente del 1,44% al 3,45% son muy redondeadas.

Los sedimentos estudiados pertenecen a las barras de arena que se encontraron a lo largo del área de estudio, las cuales presentan en gran medida un alto porcentaje de partículas angulas, subangulosas y subredondeadas variando levemente entre ellas en

las distintas estaciones. Esto nos indica que las partículas han sido muy poco trabajadas debido al poco transporte que han sufrido, además, se estima que su origen no es lejano.

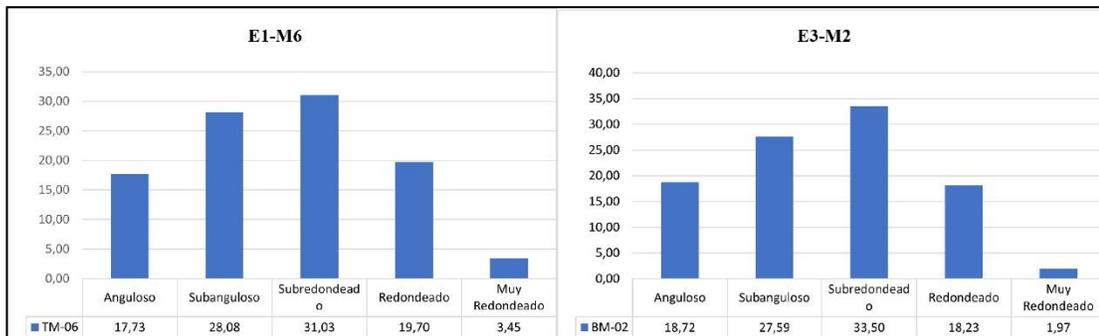


Figura 5.15 Histogramas de las muestras E1-M6 y E3-M2.

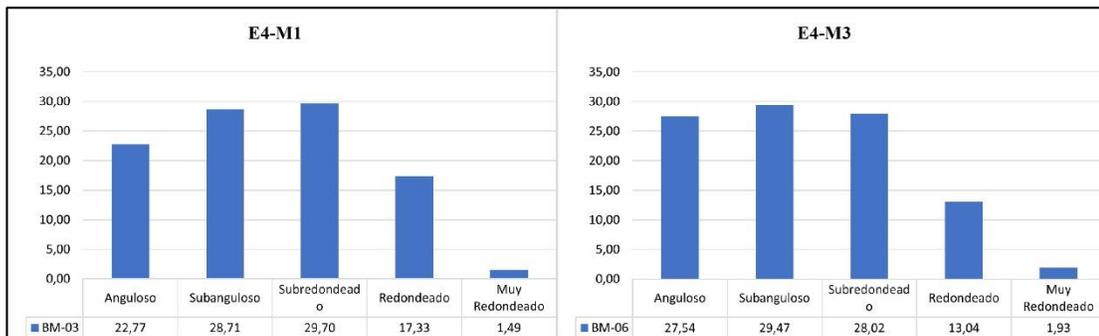


Figura 5.16 Histogramas de las muestras E4-M1 y E4-M3.

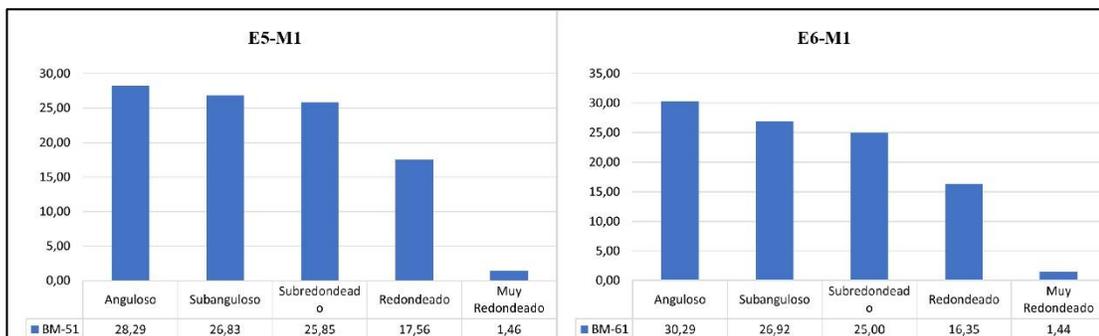


Figura 5.17 Histogramas de las muestras E5-M1 y E6-M1.

5.3.2 Método Zingg

Para el método de Zingg se tomaron en cuenta cuatro (4) muestras ordenadas de más cercanas a la desembocadura del río hasta la más lejana, con partículas de un tamaño ideal mayor a 1cm de largo (a), ancho (b) y espesor (c) para realizar su análisis. De cada muestra se escogieron de forma aleatoria ocho (8) partículas representativas, a excepción de una muestra que se seleccionaron solo siete (7) partículas.

Posteriormente al obtener las mediciones se procedió a calcular su índice de aplanamiento b/a y su índice de achatamiento c/b para deducir su forma.

Observamos en la tabla 5.3 que las muestras poseen una clara diferencia en la cantidad de formas propuestas por Zingg, siendo la muestra CB-01 la única que posee la forma elipsoidal; así como la presencia predominante de las formas Discoidal y Esférica en las muestras. La representación gráfica de las muestras se presenta en la figura 5.18

Tabla 5.3 Resumen del análisis por el método del diagrama de Zingg.

Diagrama de Zingg				
Muestra	Discoidal	Esfera	Elipsoidal	Rodillo
E3-C1	3	1	2	1
E4-C1	2	4		2
E5-M2	3	4		1
E5-C1	4	2		2

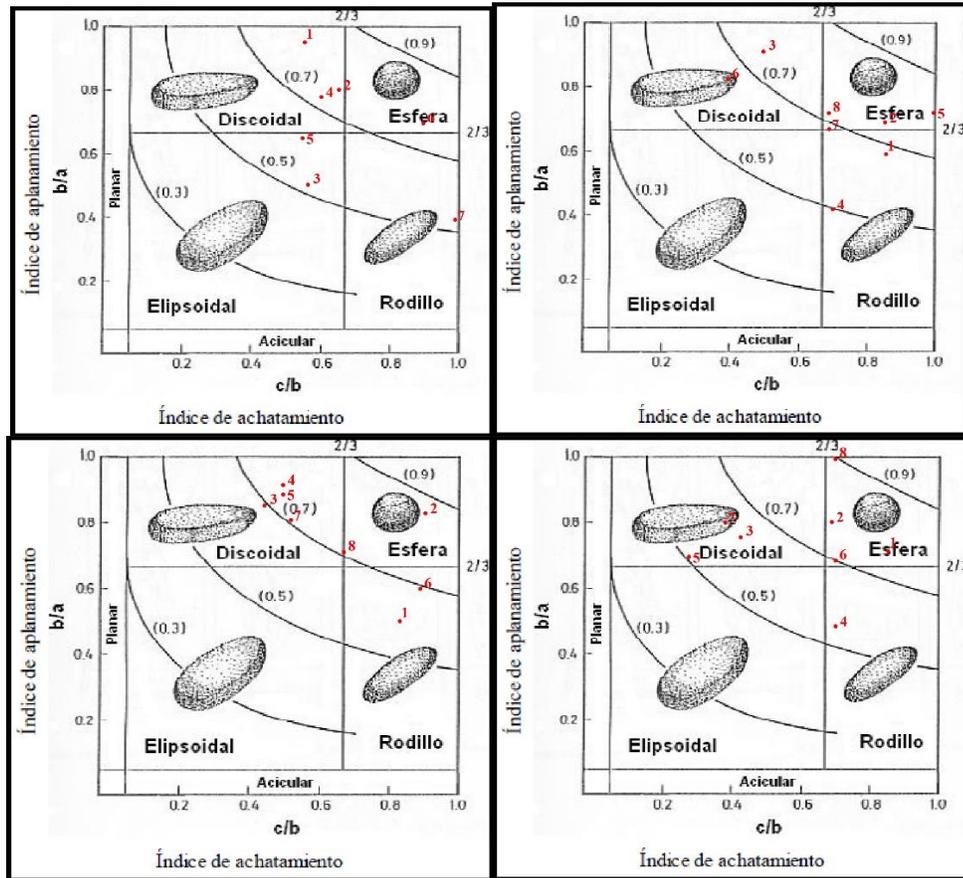


Figura 5.18 Grafica de ubicación de las muestras en el diagrama de Zingg. Muestras E3-C1 (Esquina superior izquierda), E4-C1 (Esquina superior derecha), E5-C1 (Esquina inferior izquierda) y E5-M2 (Esquina inferior derecha).

5.4 Parámetros estadísticos de los sedimentos de las barras y taludes

Para los análisis estadísticos se utilizaron las curvas granulométricas realizadas con anterioridad, de las cuales se seleccionaron 12 muestras para efectuárseles dicho análisis. En ellas se determinaron los cuartiles Q1 y Q3, los percentiles 5, 40, 90 y 95 (Figura 5.19) y la respectiva mediana de los datos determinados anteriormente con el fin de calcular diferentes aspectos físicos de los sedimentos con su representación estadística. Las fórmulas utilizadas se hicieron mención en el capítulo 3 (Tabla 5.4).

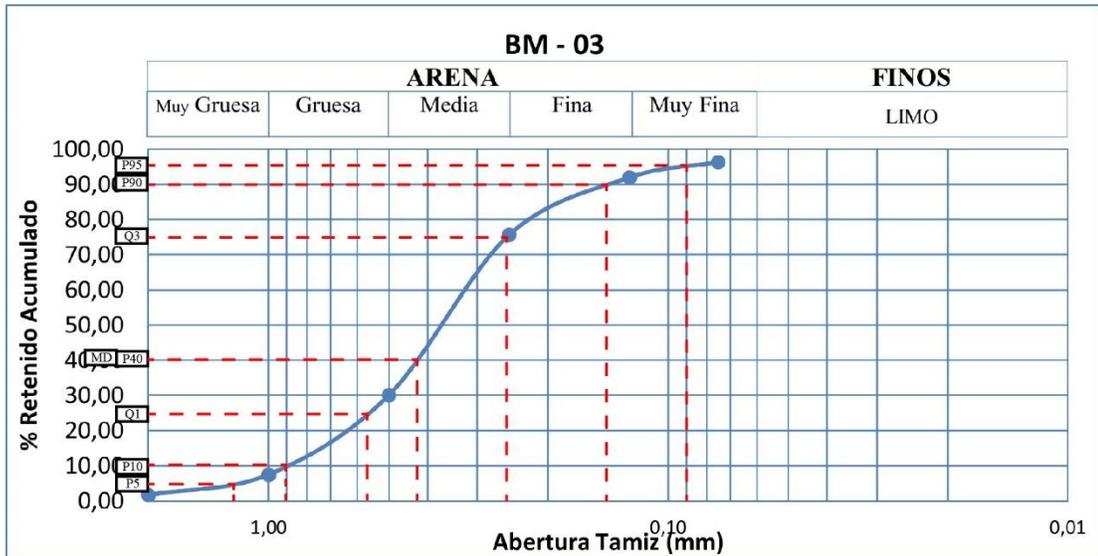


Figura 5.19 gráfica de los parámetros estadísticos.

Tabla 5.4 Resumen del análisis estadístico realizado a los sedimentos.

Muestra	Sk	K	U	So
E1-C1	Muy simétrico positivo	Platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado
E1-M2	Muy simétrico positivo	Muy platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado
E1-M3	Muy simétrico positivo	Muy platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado
E1-M4	Muy simétrico positivo	Muy platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado
E1-M5	Muy simétrico positivo	Muy platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado
E2-M1	Muy simétrico positivo	Muy platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado
E2-M2	Muy simétrico positivo	Muy platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado
E3-M1	Muy simétrico positivo	Muy platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado
E3-M2	Muy simétrico positivo	Muy platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado
E4-M1	Muy simétrico positivo	Muy platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado
E5-M1	Muy simétrico positivo	Platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado
E6-M1	Muy simétrico positivo	Platicúrtica	Buena uniformidad	Mal seleccionado

Sk: coheficiente de sesgo

K: curtosis

U: coheficiente de uniformidad

So: coheficiente de selección

Al examinar los resultados obtenidos Tabla 5.5, vale la pena aclarar que la mayoría presentan el mismo comportamiento de simetría muy positivo hacia las partículas finas, una curtosis muy platicúrtica a excepción de tres muestras que presentan una tendencia de su curva más platicúrtica.

Todas las muestras presentan una buena uniformidad, y una selección pobre que se traduce a que la energía del cauce fue inconstante a lo largo del depósito de los sedimentos en el tramo estudiado en la quebrada Las Tinajitas

Estos resultados se dan en todos los cuerpos sedimentarios estudiados, barras de arenas y taludes de inundación demostrando que no ha variado el comportamiento del cauce en el depósito de los cuerpos sedimentarios estudiados.

Tabla 5.5 Valores de los parámetros estadísticos realizados en los sedimentos

Muestra	Sk	K	U	So
E1-C1	1,122	0,748	3,259	1,540
E1-M2	1,217	0,341	2,273	1,580
E1-M3	0,933	0,032	2,429	1,380
E1-M4	0,874	0,032	2,692	1,380
E1-M5	0,881	0,034	2,357	1,230
E2-M1	1,090	0,005	1,727	1,180
E2-M2	1,163	0,003	1,357	1,140
E3-M1	0,964	0,413	2,704	1,560
E3-M2	0,989	0,462	2,846	1,600
E4-M1	1,044	0,159	2,800	1,490
E5-M1	0,956	0,712	2,885	1,950
E6-M1	1,259	0,757	3,148	1,910

Sk: coeficiente de sesgo
K: curtosis
U: coeficiente de uniformidad
So: coeficiente de selección

5.5 Mecanismos de transporte de las partículas, de acuerdo al método de Visher

Para el análisis de los mecanismos de transporte se utilizó el método de Visher en 19 curvas granulométricas previamente realizadas de manera mecánica. En dichas curvas se proyectaron rectas de forma tangencial a lo largo de ellas para así plasmar en ellas las partículas que sufrieron los diversos mecanismos de transporte separándolas en diversas subpoblaciones como: suspensión, saltación y arrastre. Vemos de forma resumida la apertura del tamiz en milímetros (mm) en las cuales estas fueron diferenciadas.

Podemos apreciar que en las barras de arena encontramos las tres subpoblaciones propuestas por Visher, a excepción de la barra de arena de la estación #1, las partículas transportadas por arrastre son minoritaria con respecto a las transportadas por saltación y suspensión (Tabla 5.6).

En el talud de inundación de la estación #2 encontramos únicamente dos subpoblaciones propuestas por Visher: suspensión y saltación, concordando con el cuerpo sedimentario al cual pertenecen.

Tabla 5.6 Resumen del método Visher.

Estación	Muestras	Cuerpo sedimentario	Diámetro de las partículas atribuidas a las subpoblaciones (mm)		
			Arrastre	Saltación	Suspensión
1	E1-C1	Cauce de río	2,00 - 0,89	0,89 - 0,13	
	E1-M1	Barra de arena		0,50 - 0,075	
	E1-M2		2,00 - 0,89	0,89 - 0,13	
	E1-M3			0,50 - 0,13	0,13 - 0,075
	E1-M4			0,50 - 0,13	0,13 - 0,075
	E1-M5			0,50 - 0,13	0,13 - 0,075
	E1-M6			0,50 - 0,13	0,13 - 0,075
2	E2-M1	Llanura de inundación		0,50 - 0,13	0,13 - 0,075
	E2-M2			0,50 - 0,13	0,13 - 0,075
	E2-M3			0,50 - 0,13	0,13 - 0,075
3	E3-M1	Barra de arena	2,00 - 0,89	0,89 - 0,13	
	E3-M2		2,00 - 1,00	0,99 - 0,25	0,25 - 0,13
	E3-C1	Cauce de río	2,00 - 0,89	0,89 - 0,13	
4	E4-M1	Barra de arena	2,00 - 0,89	0,89 - 0,20	0,25 - 0,13
	E4-M2		2,00 - 0,89	0,89 - 0,25	0,25 - 0,075
	E4-M3		2,00 - 0,89	0,89 - 0,13	
5	E5-M1	Barra de arena	2,00 - 0,89	0,89 - 0,13	
	E5-M2		2,00 - 0,89	0,89 - 0,13	
6	E6-M1	Barra de arena	2,00 - 0,89	0,89 - 0,13	

Con los resultados obtenidos podemos resaltar que la carga transportada por el río se traduce a una carga de mixta por el predominio de la arena, pero con presencia de partículas tamaño limo y grava. En ella resalta la subpoblación de saltación sobre la subpoblaciones de suspensión y de arrastre

5.6 Análisis del mapa geológico de la zona de estudio de la quebrada Las Tinajitas

Un mapa geológico es la representación de los diferentes tipos de rocas que afloran en la superficie terrestre y los tipos de contactos entre ellas. En la parte interna del mapa, podemos observar la presencia de las coordenadas UTM, estas se presentan

como líneas verticales y horizontales enumeradas que indican la cuadrícula universal transversal de Mercator que tienen un espaciamiento de 35m, las coordenadas Norte entre las que se encuentra el mapa son la N= 893860 y N= 893720; y las Este son E= 449930 y E= 450070.

En materia hidrológica, hay presencia de dos ríos; el río Marhuanta el cual va con dirección suroeste a noreste y la quebrada Las Tinajitas en dirección sureste a noroeste hasta desembocar en el río Marhuanta.

Encontramos la presencia de las tres litologías presentes en el área: arenas de grano grueso y gravas, con cemento ferruginoso y arcillas pertenecientes a la Formación Mesa la cual cubre una parte sureste del mapa en un 12,5%, arenas muy finas limosas, que pertenecen a las llanuras de inundación la cual cubre gran la gran parte del mapa siendo este un 81,25% del área y arenas gruesas, medias, finas y muy finas de las barras de arena que se presentan a lo largo del cauce del río quebrada Las Tinajitas como los sedimentos del reciente, cubriendo en total un 6,25% del área.

En su exterior, en la esquina superior derecha encontramos la leyenda con la información litológica presente en el mapa con su respectiva información cronológica. Debajo de ella la simbología de las estaciones levantadas del área. En la esquina inferior izquierda se encuentra la ubicación relativa del área y la escala gráfica correspondiente. Figura 5.20.

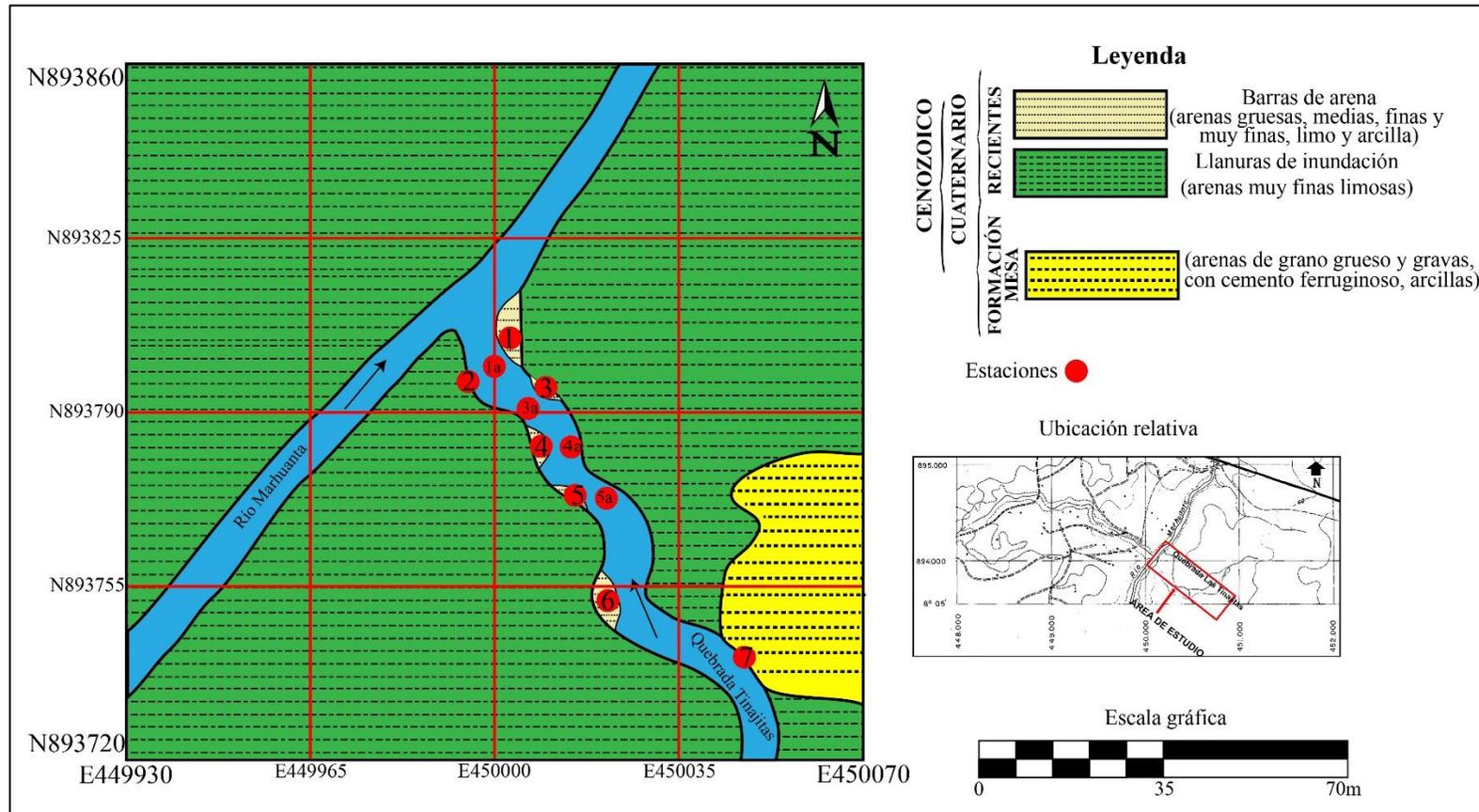


Figura 5.20 Mapa geológico del área de estudio

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. La clasificación textural de los sedimentos por la escala de Wentworth indica la presencia de arenas muy finas limo-arcillosas en el talud de la llanura de inundación, arenas gruesas a medias en el cauce y arenas medias a muy finas en las barras de arena.

2. Las columnas sedimentológicas se realizaron a una barra de arena, un talud de llanura de inundación y un corte de la Formación Mesa. En la barra encontramos presencia de arenas media a fina hasta arenas muy finas con presencia de limo y arcilla, de color marrón y marrón claro, en la llanura de inundación contamos con presencia de arena muy fina limosa de color gris y gris oscuro con cierta presencia de raíces y hormigueras de hormigas y en el corte de la formación Mesa son dos estratos de arcilla, de coloración gris en la base y roja amarillenta en el tope.

3. Los sedimentos de las barras de meandro presentan un porcentaje: del 17,73% al 30,29% de partículas angulosas, del 26,83% hasta el 29,47% de partículas subangulosas, del 25% al 33,50% de partículas subredondeadas, del 16,35% hasta el 19,70% de partículas redondeadas y solamente del 1,44% al 3,45% de partículas muy redondeadas. Que se puede concluir que poseen una maduración textural media la cual es característica de un río.

4. En el método de Zingg se utilizaron cuatro (4) muestras de gravas, correspondientes a una barra de meandro y las demás al cauce del río. En la barra de meandro predominan las formas discoidales y esféricas al igual que en cauce del río, concluyendo que su morfoscopía es características concuerdan con un río.

5. Los parámetros estadísticos calculados realizados a 12 muestras por medio de sus respectivas curvas granulométricas, se obtuvo que los sedimentos del tramo estudiado presentan valores de 0,874 a 1,259 para el coeficiente de sesgo, 0,005 a 0,757 para la curtosis, 1,357 a 3,259 para la uniformidad y 1,140 a 1,950 para el coeficiente de selección.

6. Los parámetros estadísticos demuestran que los sedimentos del tramo estudiado presentan un sesgo muy simétrico positivo hacía las arenas finas, una curtosis muy platicúrtica, buena uniformidad y una mala selección de muestras que corresponde a una velocidad de cauce muy irregular.

7. Los mecanismos de transporte de las barras de arena y llanuras de inundación cuentan con una subpoblación de arrastre de 2,00 – 0,89 en todas sus muestras, dos subpoblaciones de saltación: de 0,89 – 0,13 y 0,50 – 0,13, y dos subpoblaciones de suspensión: 0,13 – 0,075 y 0,25 – 0,13. En las muestras del cauce hay presencia de una subpoblación de arrastre de 2,00 – 0,89 y una subpoblación de saltación de 0,89 – 0,13.

Recomendaciones

1. Mejoramiento de los equipos del laboratorio de sedimentología de la Escuela de Ciencias de la Tierra para poder trabajar de manera más eficiente sin depender de laboratorios externos.

2. Realizar estudios en zonas adyacentes a la quebrada para comparar las características de los sedimentos de diferentes afluentes en el Río Marhuanta.

3. Hacer un mayor muestreo de sedimentos y cubrir más terreno a lo largo de la quebrada para ampliar el conocimiento de la quebrada Las Tinajitas.

4. Realizar otros estudios en el área para conocer nuevos aspectos geológicos presentes.

REFERENCIAS

Arias, F. (2006). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. 5ta edición. Editorial Episteme. Caracas. Pp 23–27.

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

Balestrini Acuña, M. (2006). **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Séptima edición. BL Consultores Asociados Servicio Editorial. Caracas. Pp 137-141, 147-150

Castro, E., Núñez, M., (2022). **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-SEDIMENTOLÓGICA DEL RÍO MARHUANTA EN LA CUENCA MEDIA, EN EL SECTOR DEL FUNDO MI CAMPITO, PARROQUÍA MARHUANTA, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA**. Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar, Bolívar, Venezuela.

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

Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, (2001). Ciudad Bolívar, Bolívar, Venezuela.

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

García, A., Neves, M., (2016). **CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA, MINERALÓGICA Y GEOQUÍMICA DE LOS SEDIMENTOS DEL RÍO CURRUCAY, EN EL TRAMO ENTRE EL PUENTE SOBRE LA AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR PUERTO ORDÁZ Y LA CASCADA AGUAS ABAJO, PARROQUIA PANAPANA, MUNICIPIO HERES ESTADO BOLÍVAR**. Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar, Bolívar, Venezuela.

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

Hurtado, J., (2000). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN HOLÍSTICA**. Instituto Universitario de Caripito. Caracas, Venezuela. Pp 48,

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

Dirección General Sectorial **SERVIGEOMIN** (2021) **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA TOMO I Y II**. Caracas, Venezuela. Pp 510, 714.

Méndez Baamonde, J. (2006) **PETROLOGÍA**. Universidad Central de Venezuela – Facultad de Ciencias, Caracas Venezuela. Pp 184.

Méndez Baamonde, J. (2006). **GEOLOGÍA FÍSICA**. Universidad Central de Venezuela – Facultad de Ciencias, Caracas, Venezuela. Pp 84, 97.

Mendoza, V., (2012). **EVOLUCIÓN GEOLÓGICA, RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA Y REVISIÓN DEL PRECÁMBRICO MUNDIAL**. Gran Colombia Gold Corp. Bogotá, Colombia

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

Pettijohn F, J., Potter, P., (1964). **ATLAS AND GLOSSARY OF PRIMARY SEDIMENTARY STRUCTURES**. Springer-Verlag, Berlin.

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

Sampieri, R., Fernández, C., Baptista, P., (2006). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**. McGraw-Hill Interamericana. México D.F, México.

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

Strahler, A. (1979), **GEOLOGÍA FÍSICA**. Ediciones Omega SA., Barcelona España. Pp 148-154.

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.

Universidad Centroamericana “José Simeon Cañas”. **ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS POR TAMIZADO EN AGREGADO FINO Y GRUESO Y DETERMINACIÓN DE MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ No. 200 EN AGREGADO MINERAL POR LAVADO.** Laboratorio de materiales de construcción. San Salvador, El Salvador.

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

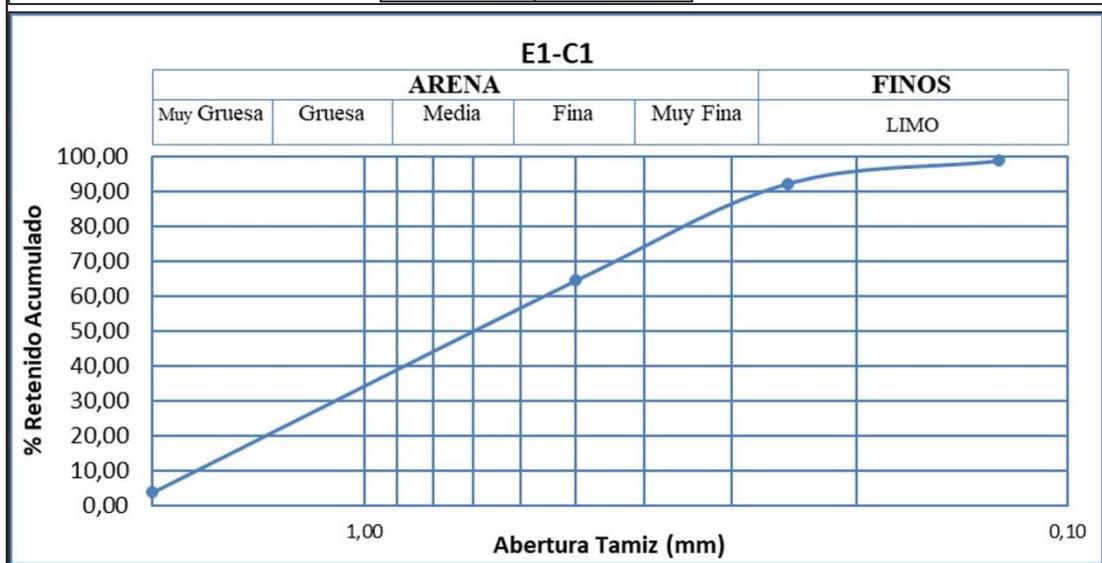
Wentworth, C.K. (1922). **A SCALE OF GRADE AND CLASS TERMS FOR CLASTIC SEDIMENTS.** *JOURNAL OF GEOLOGY*. Pp 30, 377–392.

APÉNDICES

APÉNDICE A

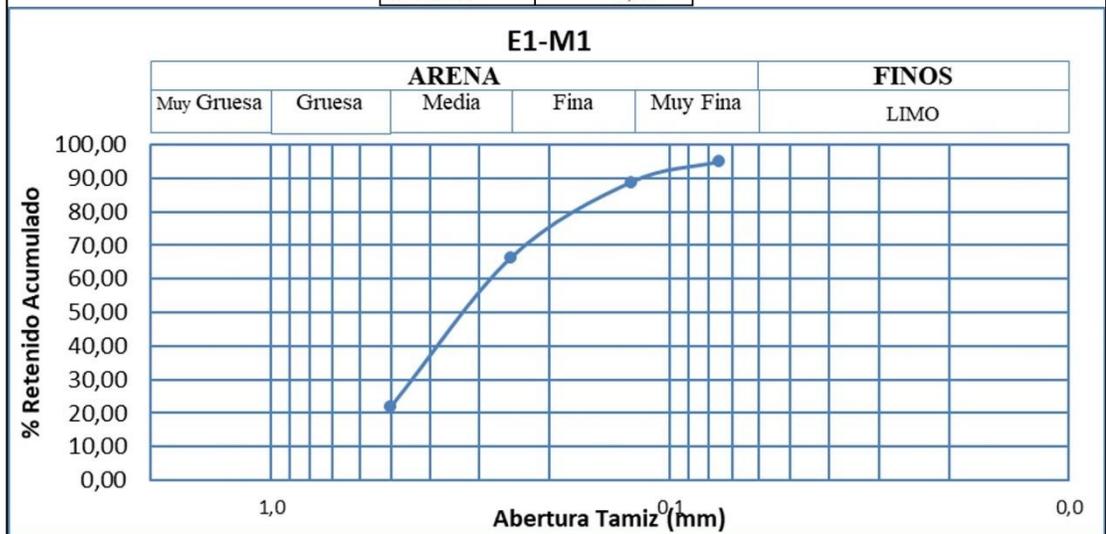
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DE LA QUEBRADA LAS TINAJITAS

E1-C1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	681	21,00	3,70	3,70	96,30
35	0,5	556	900	344,00	60,67	64,37	35,63
60	0,25	289,4	446,4	157,00	27,69	92,06	7,94
120	0,125	494,1	531,1	37,00	6,53	98,59	1,41
PAN		479,3	487,3	8,00	1,41	100,00	0,00
				Peso Final	567,0	100,00	
				Peso Inicial:	576,0		
				% Error	1,56		



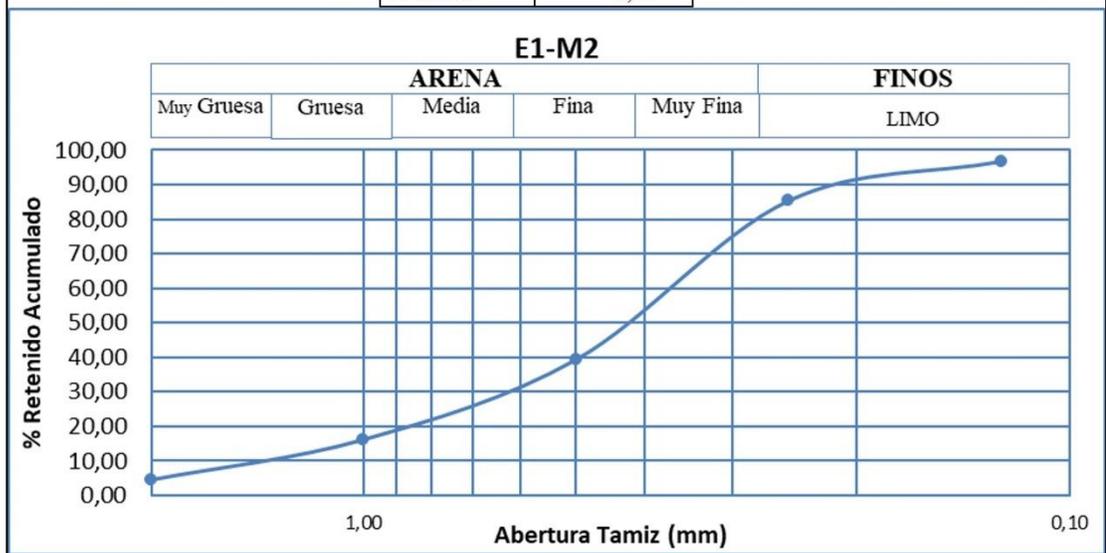
A1 Curva granulométrica muestra E1-C1

E1-M1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,5	556	676	120,00	21,78	21,78	78,22
60	0,25	289,4	534,4	245,00	44,46	66,24	33,76
120	0,125	494,1	618,1	124,00	22,50	88,75	11,25
200	0,075	502,2	536,2	34,00	6,17	94,92	5,08
PAN		479,3	507,3	28,00	5,08	100,00	0,00
				Peso Final	551,0	100,00	
				Peso Inicial:	559,0		
				% Error	1,43		



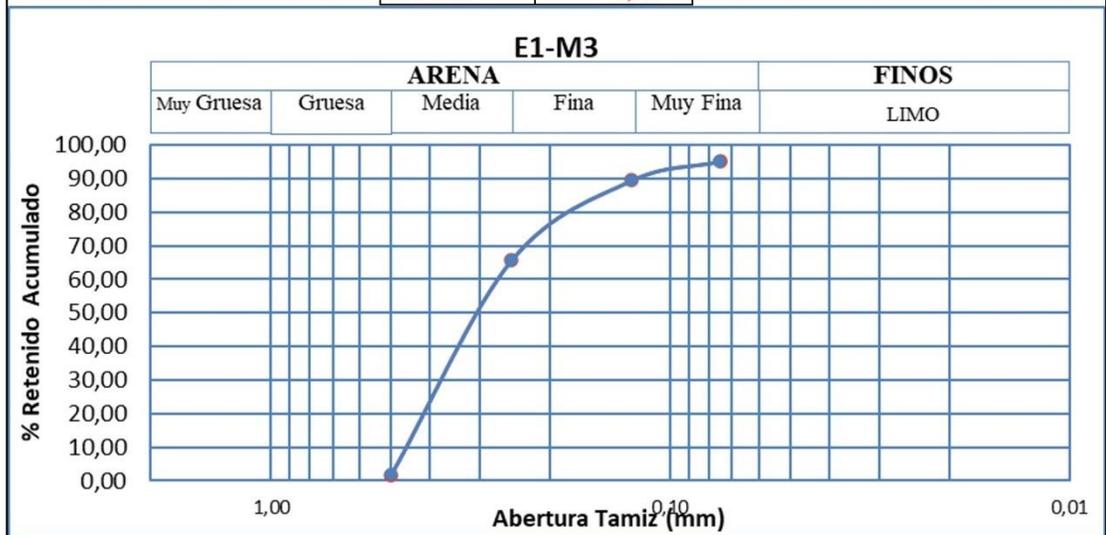
A2 Curva granulométrica muestra E1-M1

E1-M2							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	686	26,00	4,60	4,60	95,40
18	1,00	602,6	668,6	66,00	11,68	16,28	83,72
35	0,5	556	687	131,00	23,19	39,47	60,53
60	0,25	289,4	549,4	260,00	46,02	85,49	14,51
120	0,125	494,1	558,1	64,00	11,33	96,81	3,19
PAN		479,3	497,3	18,00	3,19	100,00	0,00
				Peso Final	565,0	100,00	
				Peso Inicial:	574,0		
				% Error	1,57		



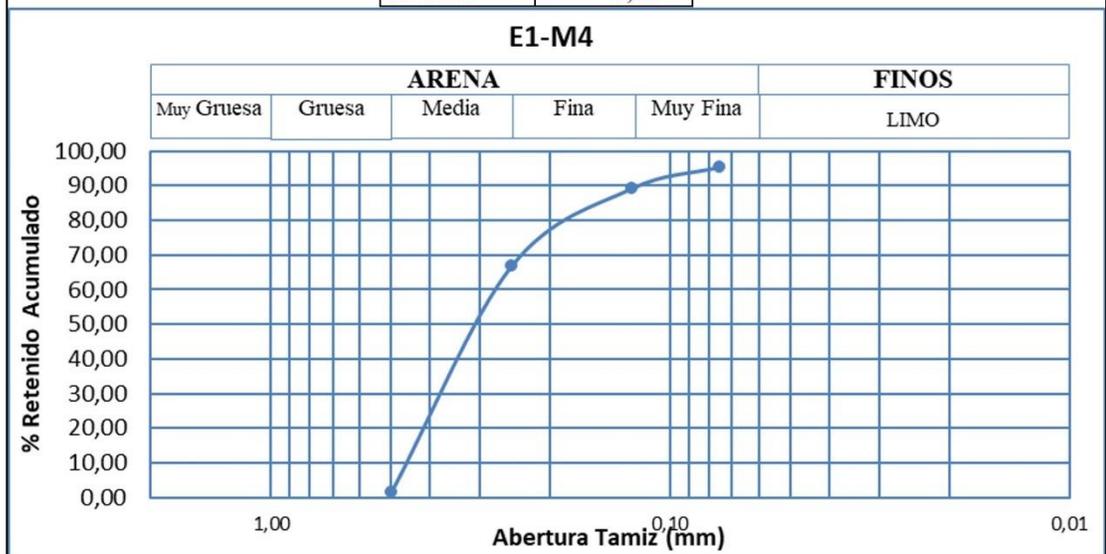
A3 Curva granulométrica muestra E1-M2

E1-M3							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,50	556	566	10,00	1,78	1,78	98,22
60	0,25	289,4	648,4	359,00	63,88	65,66	34,34
120	0,125	494,1	628,1	134,00	23,84	89,50	10,50
200	0,075	502,2	534,2	32,00	5,69	95,20	4,80
PAN		479,3	506,3	27,00	4,80	100,00	0,00
				Peso Final	562,0	100,00	
				Peso Inicial:	563,0		
				% Error	0,18		



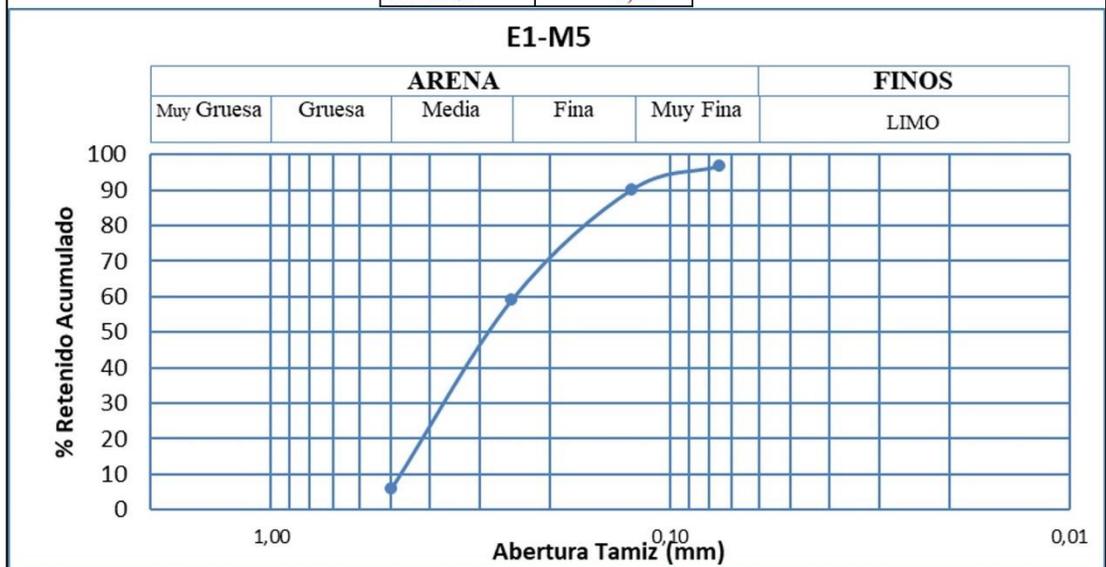
A4 Curva granulométrica muestra E1-M3

E1-M4							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,50	556	565	9,00	1,61	1,61	98,39
60	0,25	289,4	653,4	364,00	65,12	66,73	33,27
120	0,125	494,1	619,1	125,00	22,36	89,09	10,91
200	0,075	502,2	537,2	35,00	6,26	95,35	4,65
PAN		479,3	505,3	26,00	4,65	100,00	0,00
				Peso Final	559,0	100,00	
				Peso Inicial:	560,0		
				% Error	0,18		



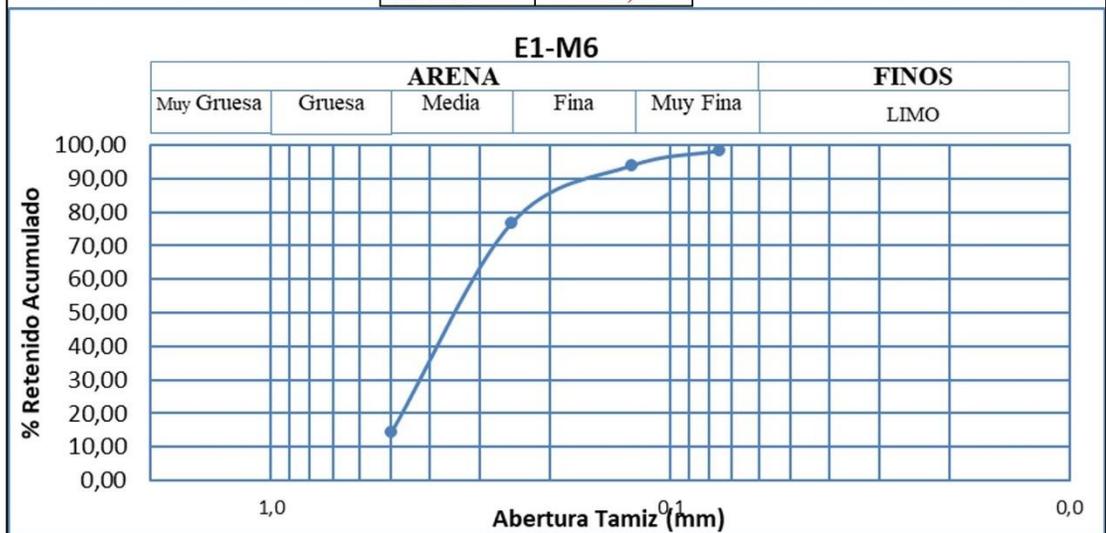
A5 Curva granulométrica muestra E1-M4

E1-M5							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,50	556	586	30,00	5,92	5,92	94,08
60	0,25	289,4	558,4	269,00	53,06	58,97	41,03
120	0,125	494,1	652,1	158,00	31,16	90,14	9,86
200	0,075	502,2	536,2	34,00	6,71	96,84	3,16
PAN		479,3	495,3	16,00	3,16	100,00	0,00
				Peso Final	507,0	100,00	
				Peso Inicial:	509,0		
				% Error	0,39		



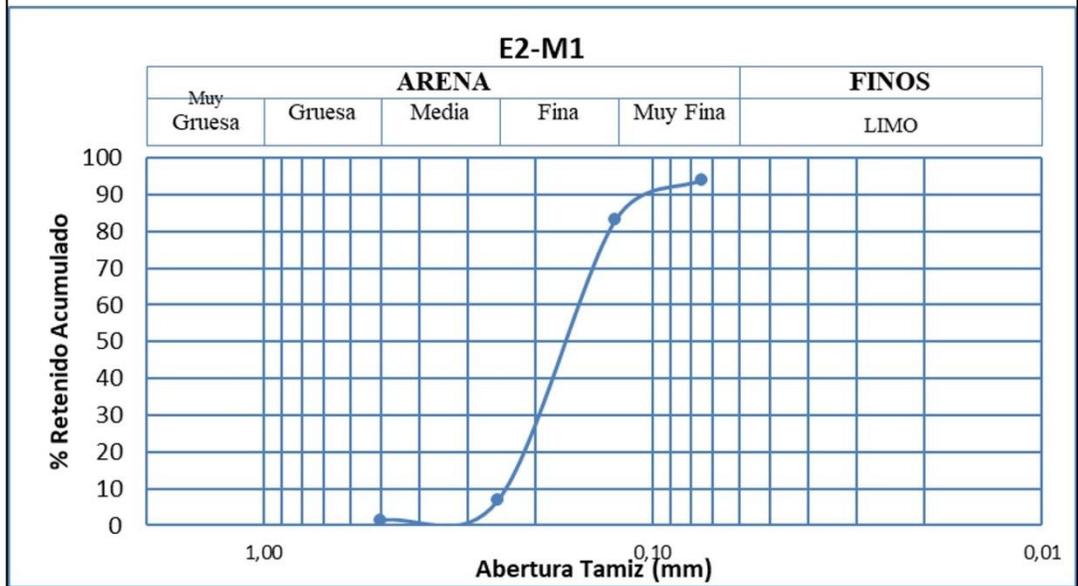
A6 Curva granulométrica muestra E1-M5

E1-M6							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,5	556	635	79,00	14,18	14,18	85,82
60	0,25	289,4	637,4	348,00	62,48	76,66	23,34
120	0,125	494,1	590,1	96,00	17,24	93,90	6,10
200	0,075	502,2	527,2	25,00	4,49	98,38	1,62
PAN		479,3	488,3	9,00	1,62	100,00	0,00
				Peso Final	557,0	100,00	
				Peso Inicial:	560,0		
				% Error	0,54		



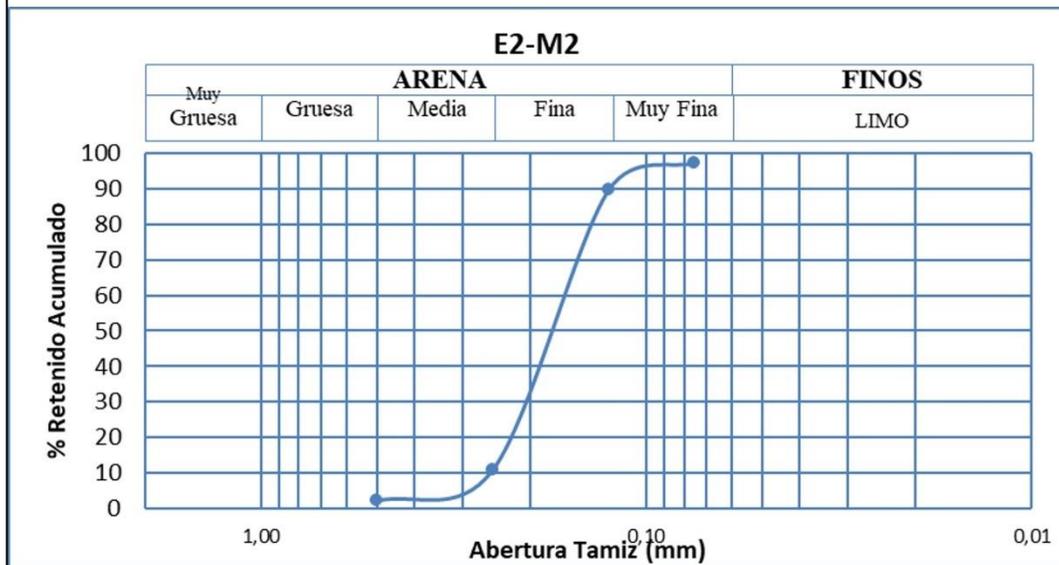
A7 Curva granulométrica muestra E1-M6

E2-M1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,50	556	560	4,00	1,46	1,46	98,54
60	0,25	289,4	304,4	15,00	5,47	6,93	93,07
120	0,125	494,1	703,1	209,00	76,28	83,21	16,79
200	0,075	502,2	532,2	30,00	10,95	94,16	5,84
PAN		479,3	495,3	16,00	5,84	100,00	0,00
				Peso Final	274,0	100,00	
				Peso Inicial:	275,0		
				% Error	0,36		

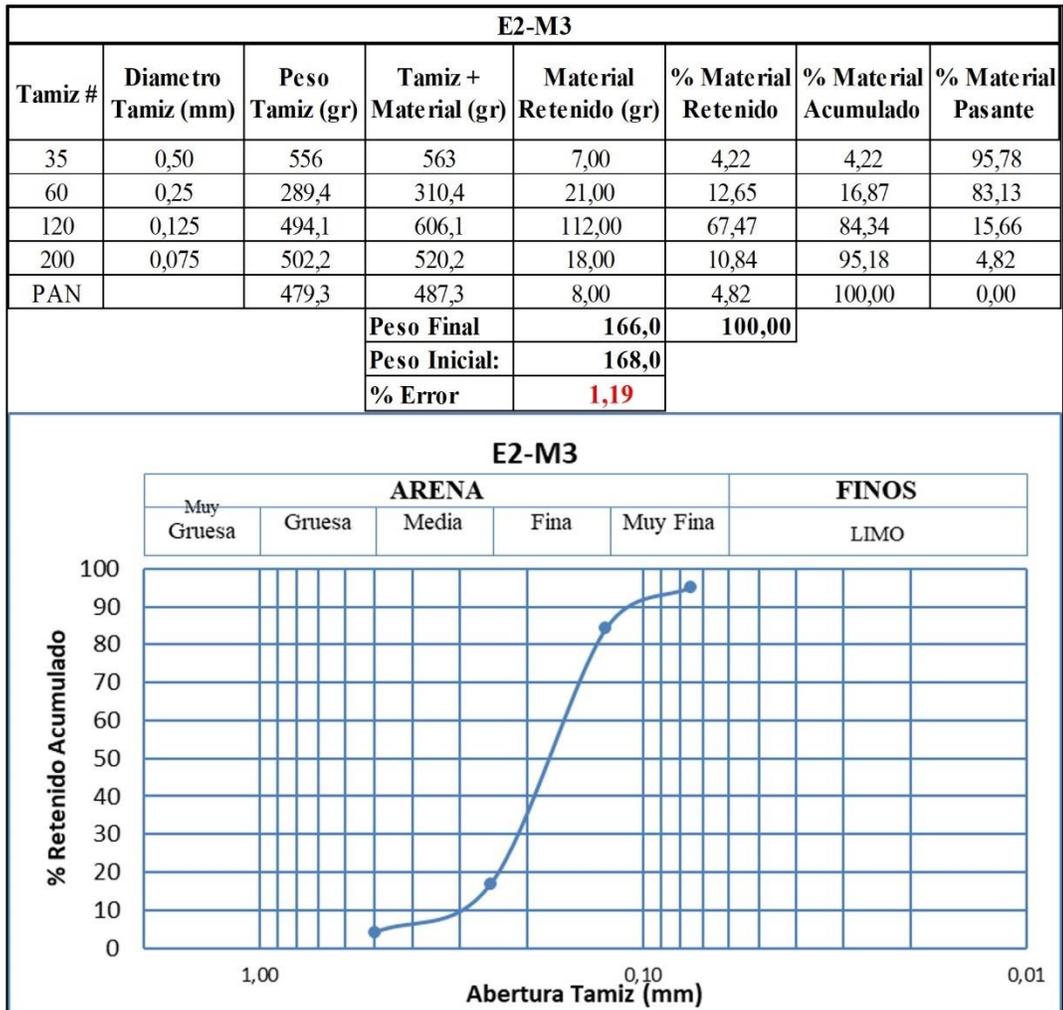


A8 Curva granulométrica muestra E2-M1

E2-M2							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,50	556	560	4,00	2,17	2,17	97,83
60	0,25	289,4	305,4	16,00	8,70	10,87	89,13
120	0,125	494,1	639,1	145,00	78,80	89,67	10,33
200	0,075	502,2	516,2	14,00	7,61	97,28	2,72
PAN		479,3	484,3	5,00	2,72	100,00	0,00
Peso Final				184,0	100,00		
Peso Inicial:				185,0			
% Error				0,54			

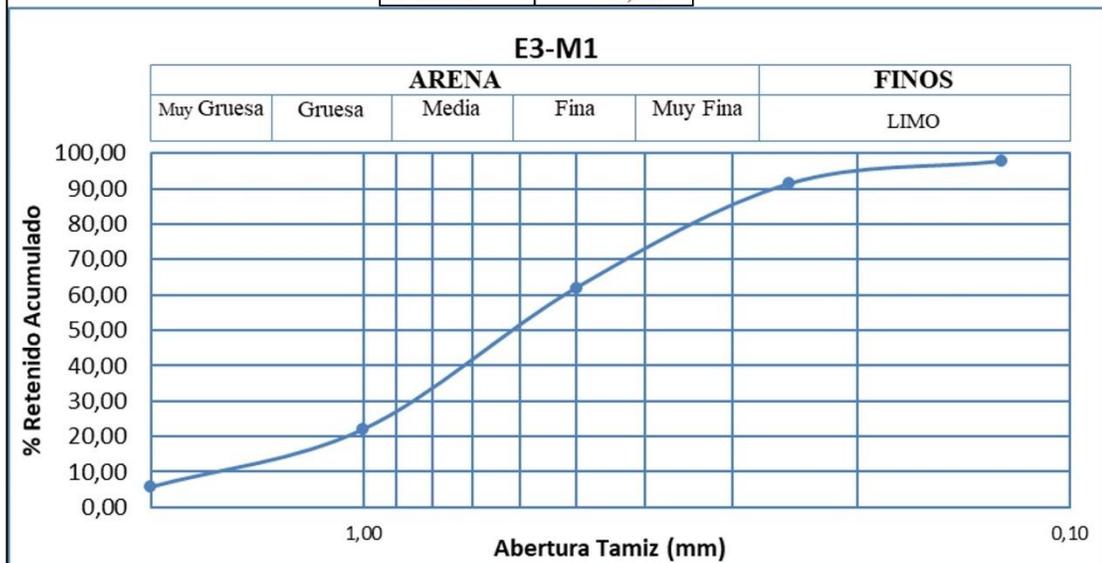


A9 Curva granulométrica muestra E2-M2



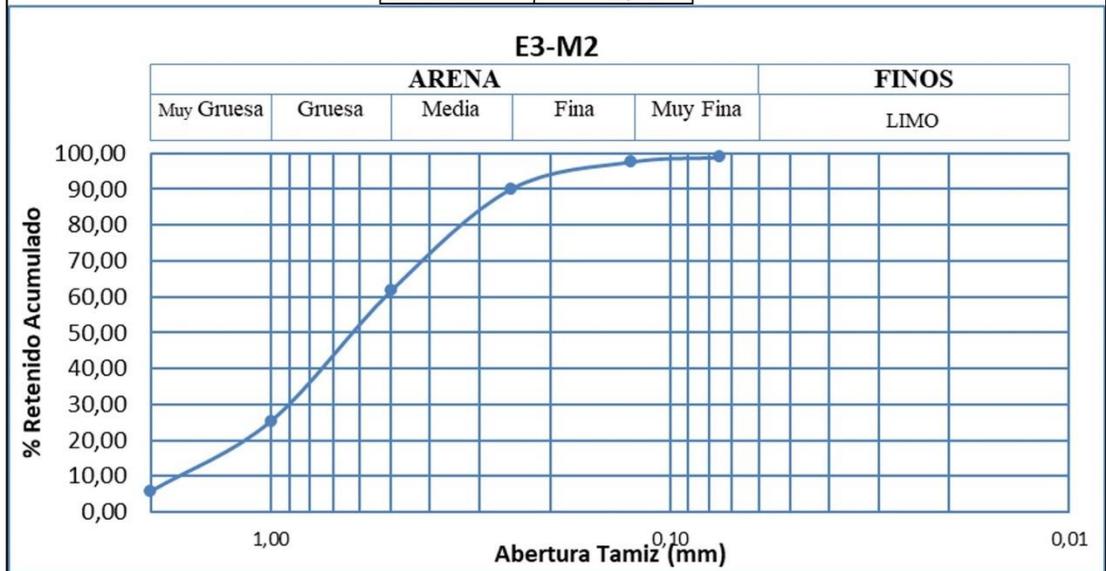
A10 Curva granulométrica muestra E2-M3

E3-M1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	691	31,00	5,63	5,63	94,37
18	1,00	602,6	692,6	90,00	16,33	21,96	78,04
35	0,5	556	776	220,00	39,93	61,89	38,11
60	0,25	289,4	451,4	162,00	29,40	91,29	8,71
120	0,125	494,1	529,1	35,00	6,35	97,64	2,36
PAN		479,3	492,3	13,00	2,36	100,00	0,00
				Peso Final	551,0	100,00	
				Peso Inicial:	558,0		
				% Error	1,25		

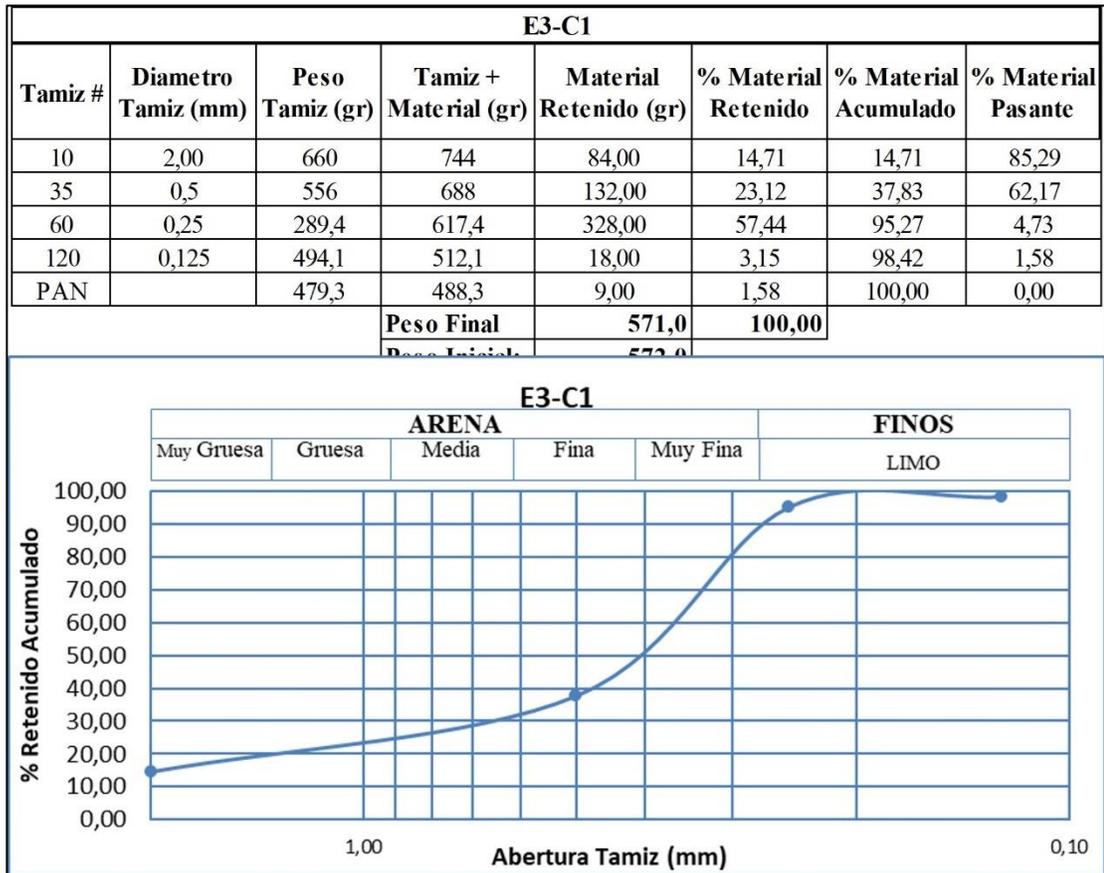


A11 Curva granulométrica muestra E3-M1

E3-M2							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pas ante
10	2,00	660	691	31,00	5,72	5,72	94,28
18	1,00	602,6	708,6	106,00	19,56	25,28	74,72
35	0,5	556	753	197,00	36,35	61,62	38,38
60	0,25	289,4	443,4	154,00	28,41	90,04	9,96
120	0,125	494,1	535,1	41,00	7,56	97,60	2,40
200	0,075	502,2	509,2	7,00	1,29	98,89	1,11
PAN		479,3	485,3	6,00	1,11	100,00	0,00
				Peso Final	542,0	100,00	
				Peso Inicial:	549,0		
				% Error	1,28		

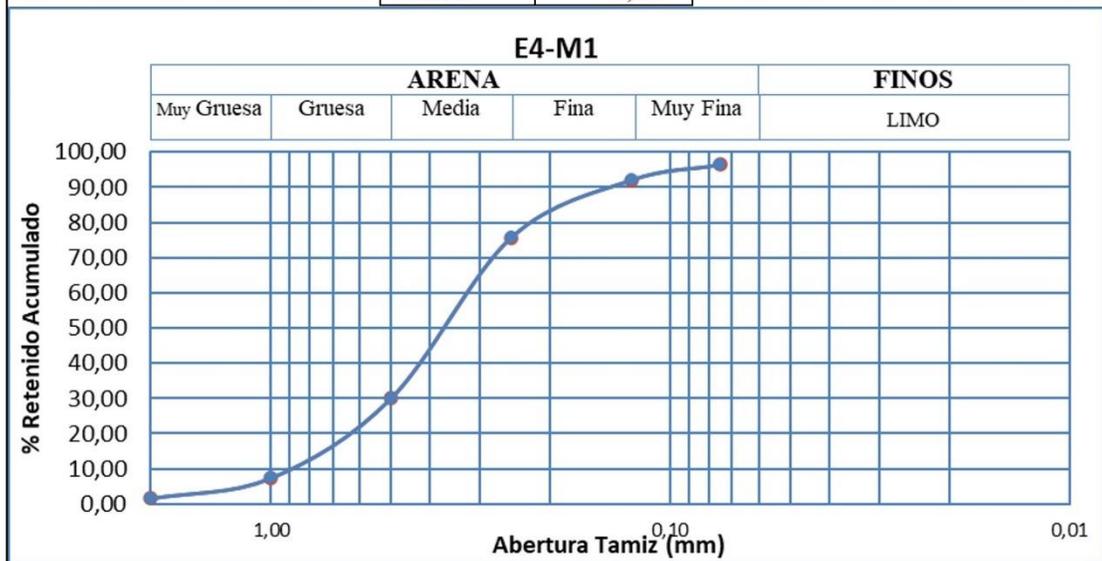


A12 Curva granulométrica muestra E3-M2



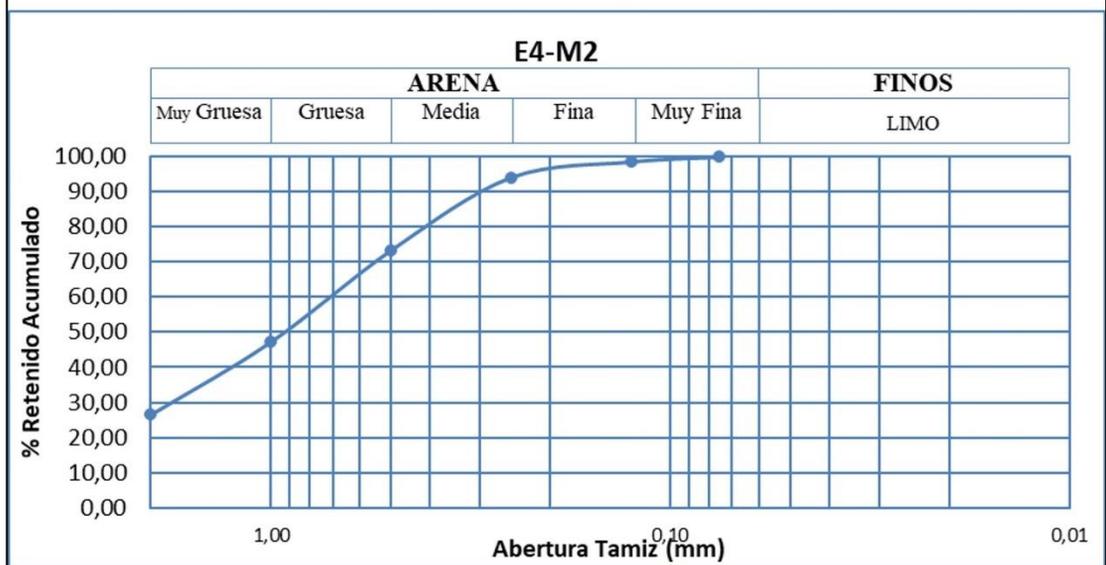
A13 Curva granulométrica muestra E3-C1

E4-M1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	669	9,00	1,63	1,63	98,37
18	1,00	602,6	634,6	32,00	5,80	7,43	92,57
35	0,5	556	681	125,00	22,64	30,07	69,93
60	0,25	289,4	541,4	252,00	45,65	75,72	24,28
120	0,125	494,1	584,1	90,00	16,30	92,03	7,97
200	0,075	502,2	526,2	24,00	4,35	96,38	3,62
PAN		479,3	499,3	20,00	3,62	100,00	0,00
Peso Final				552,0	100,00		
Peso Inicial:				559,0			
% Error				1,25			



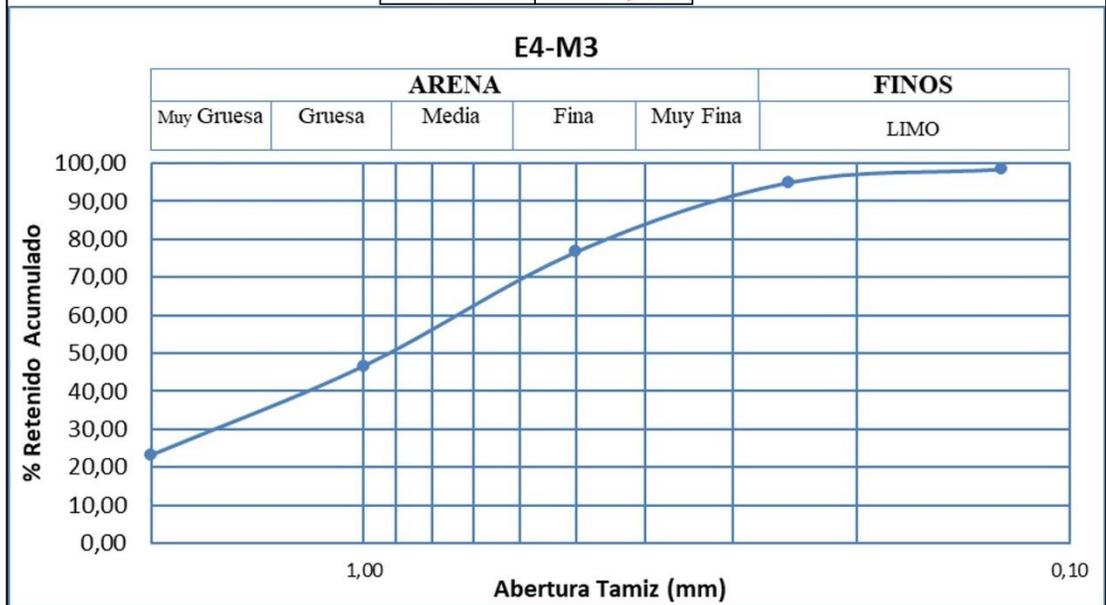
A14 Curva granulométrica muestra E4-M1

E4-M2							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	816	156,00	26,58	26,58	73,42
18	1,00	602,6	723,6	121,00	20,61	47,19	52,81
35	0,5	556	708	152,00	25,89	73,08	26,92
60	0,25	289,4	410,4	121,00	20,61	93,70	6,30
120	0,125	494,1	520,1	26,00	4,43	98,13	1,87
200	0,075	502,2	510,2	8,00	1,36	99,49	0,51
PAN		479,3	482,3	3,00	0,51	100,00	0,00
Peso Final				587,0	100,00		
Peso Inicial:				595,0			
% Error				1,34			



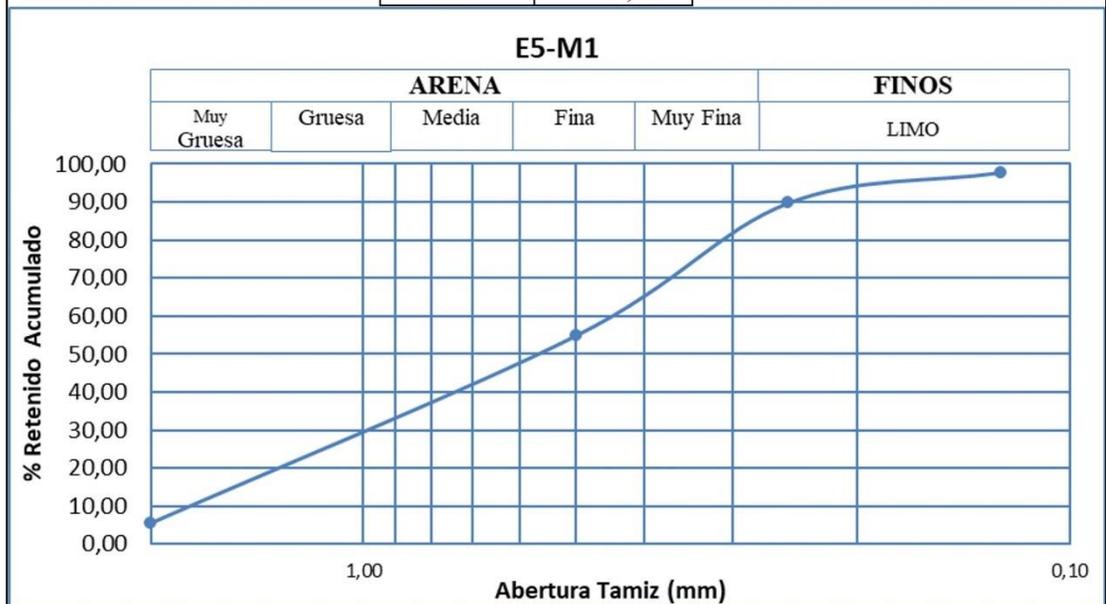
A15 Curva granulométrica muestra E4-M2

E4-M3							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	794	134,00	23,26	23,26	76,74
18	1,00	602,6	737,6	135,00	23,44	46,70	53,30
35	0,5	556	729	173,00	30,03	76,74	23,26
60	0,25	289,4	394,4	105,00	18,23	94,97	5,03
120	0,125	494,1	514,1	20,00	3,47	98,44	1,56
PAN		479,3	488,3	9,00	1,56	100,00	0,00
				Peso Final	576,0	100,00	
				Peso Inicial:	579,0		
				% Error	0,52		



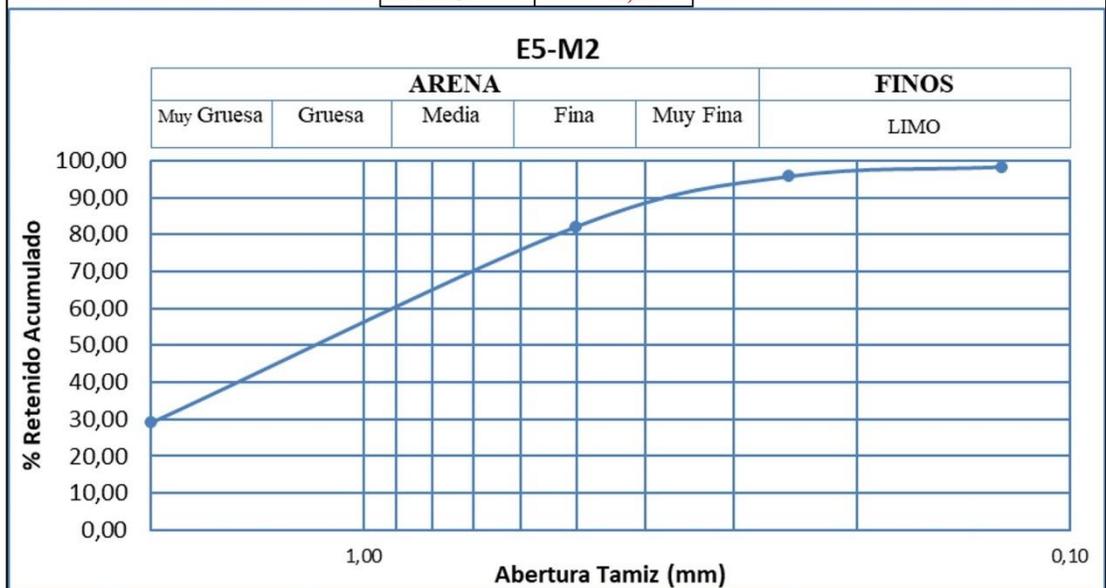
A16 Curva granulométrica muestra E4-M3

E5-M1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	691	31,00	5,64	5,64	94,36
35	0,5	556	827	271,00	49,27	54,91	45,09
60	0,25	289,4	481,4	192,00	34,91	89,82	10,18
120	0,125	494,1	538,1	44,00	8,00	97,82	2,18
PAN		479,3	491,3	12,00	2,18	100,00	0,00
Peso Final				550,0	100,00		
Peso Inicial:				557,0			
% Error				1,26			



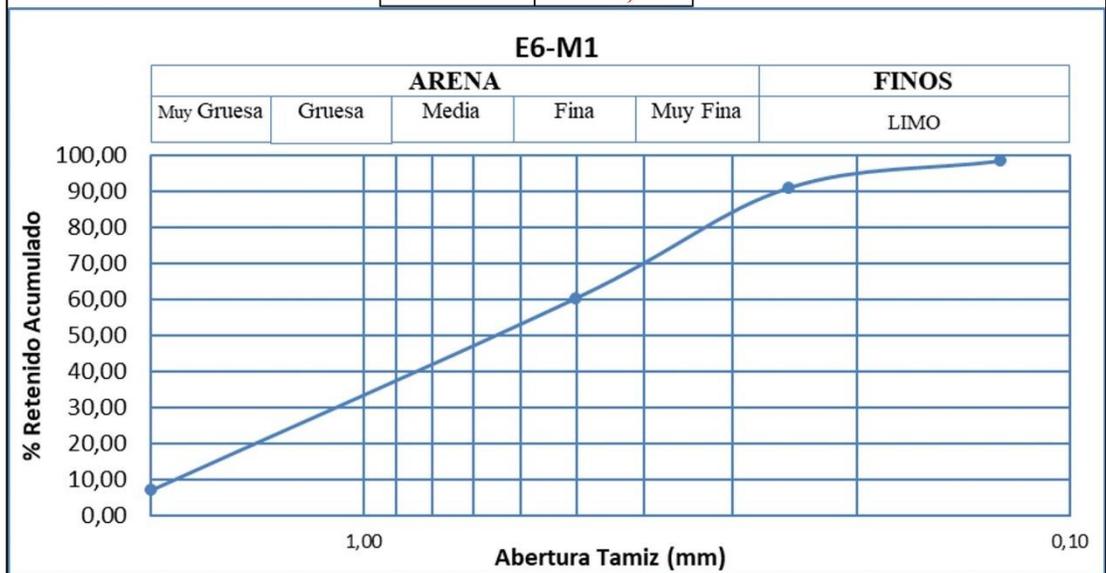
A17 Curva granulométrica muestra E5-M1

E5-M2							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	879	219,00	29,08	29,08	70,92
35	0,5	556	955	399,00	52,99	82,07	17,93
60	0,25	289,4	391,4	102,00	13,55	95,62	4,38
120	0,125	494,1	513,1	19,00	2,52	98,14	1,86
PAN		479,3	493,3	14,00	1,86	100,00	0,00
Peso Final				753,0	100,00		
Peso Inicial:				761,0			
% Error				1,05			



A18 Curva granulométrica muestra E5-M2

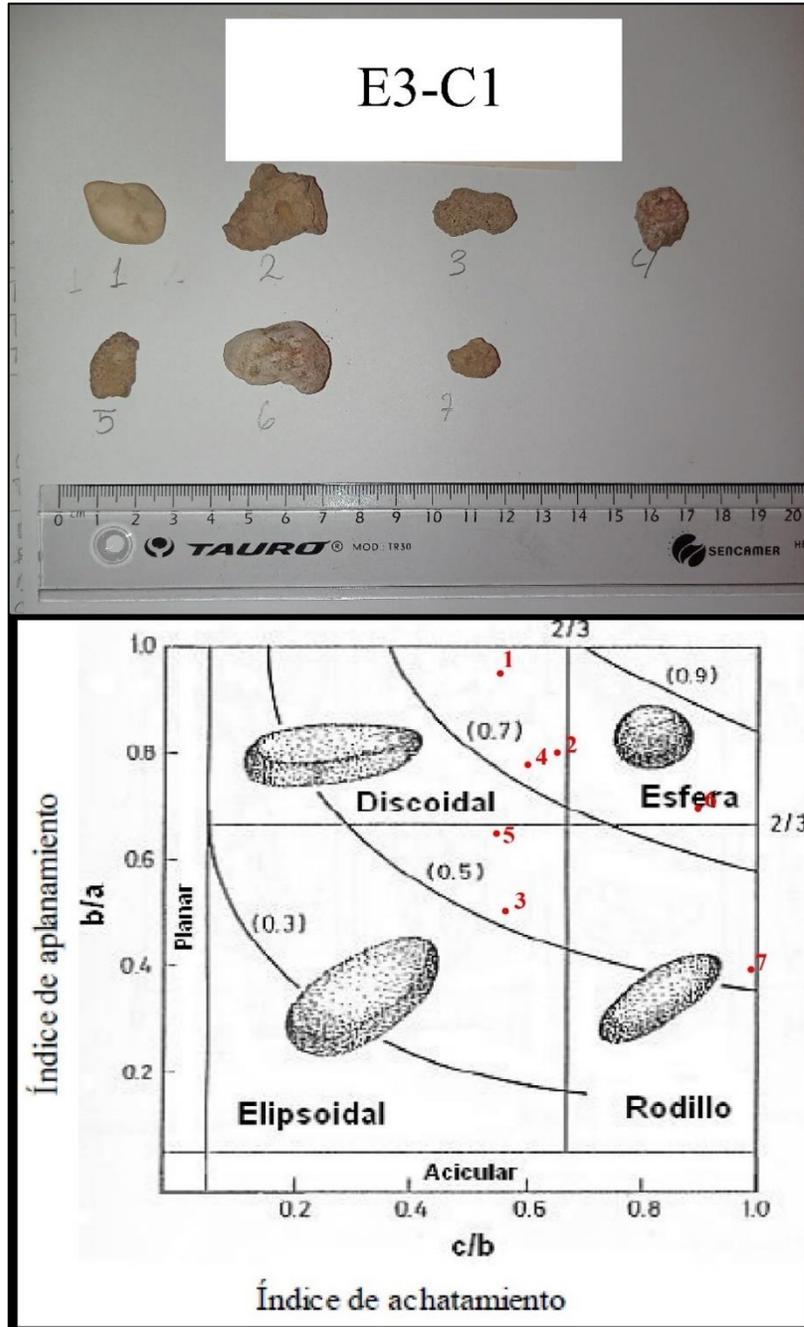
E6-M1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	699	39,00	6,98	6,98	93,02
35	0,5	556	854	298,00	53,31	60,29	39,71
60	0,25	289,4	460,4	171,00	30,59	90,88	9,12
120	0,125	494,1	536,1	42,00	7,51	98,39	1,61
PAN		479,3	488,3	9,00	1,61	100,00	0,00
Peso Final				559,0	100,00		
Peso Inicial:				566,0			
% Error				1,24			



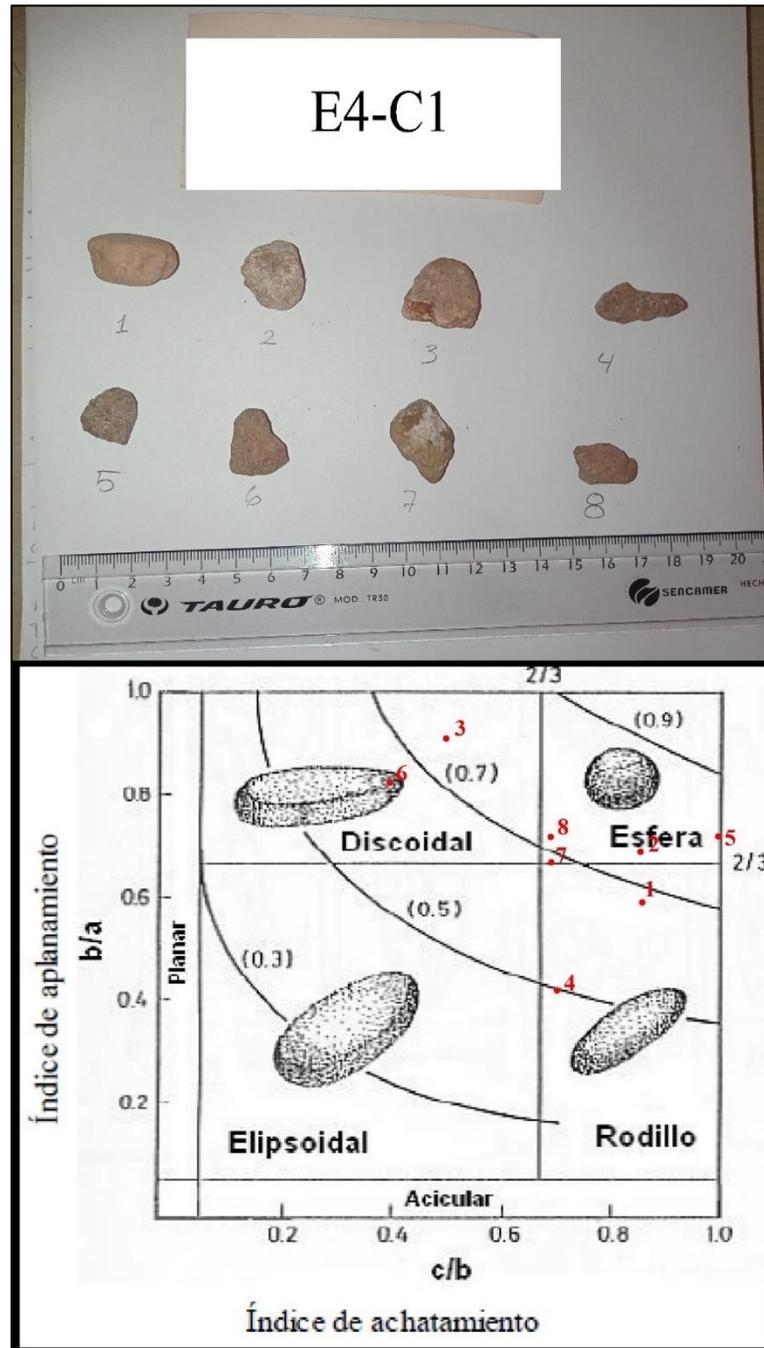
A19 Curva granulométrica muestra E6-M1

APÉNDICE B

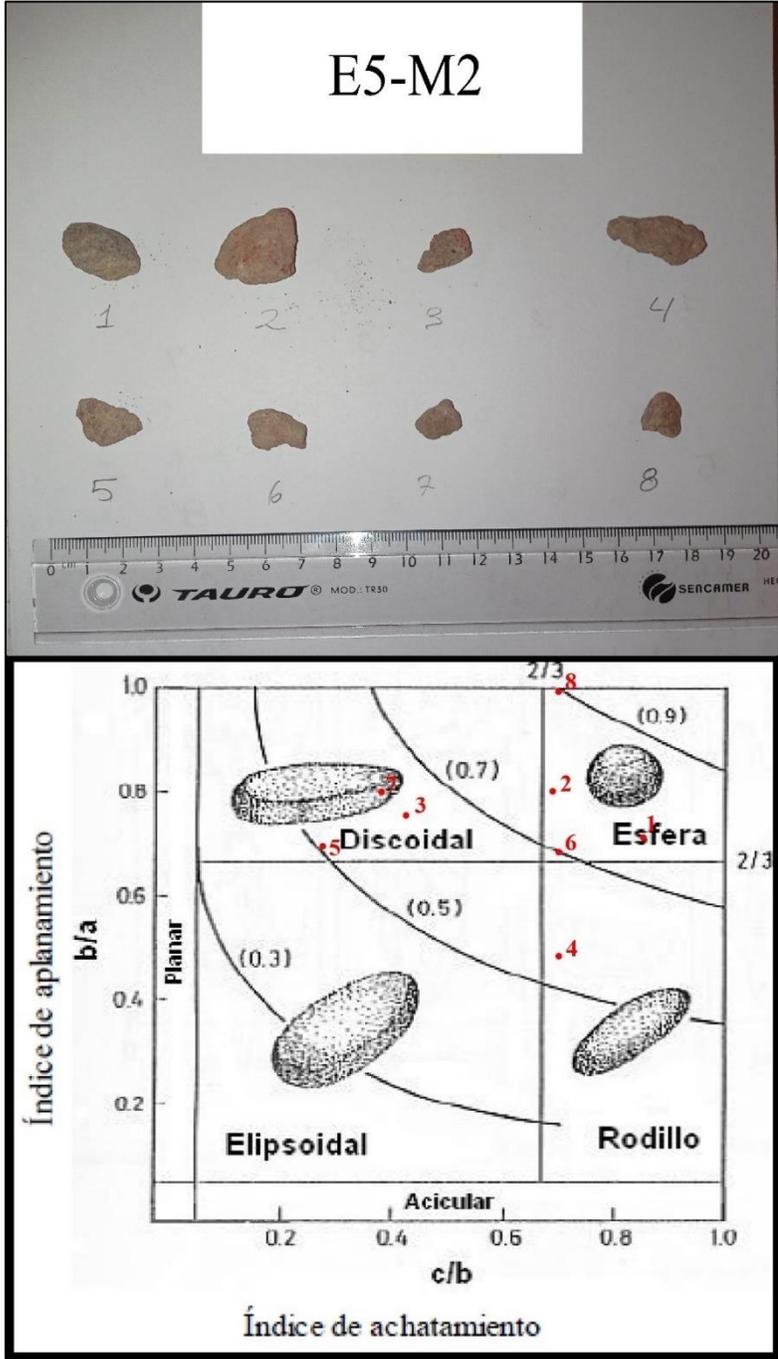
ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOSCÓPICAS MEDIANTE EL MÉTODO DE ZINGG



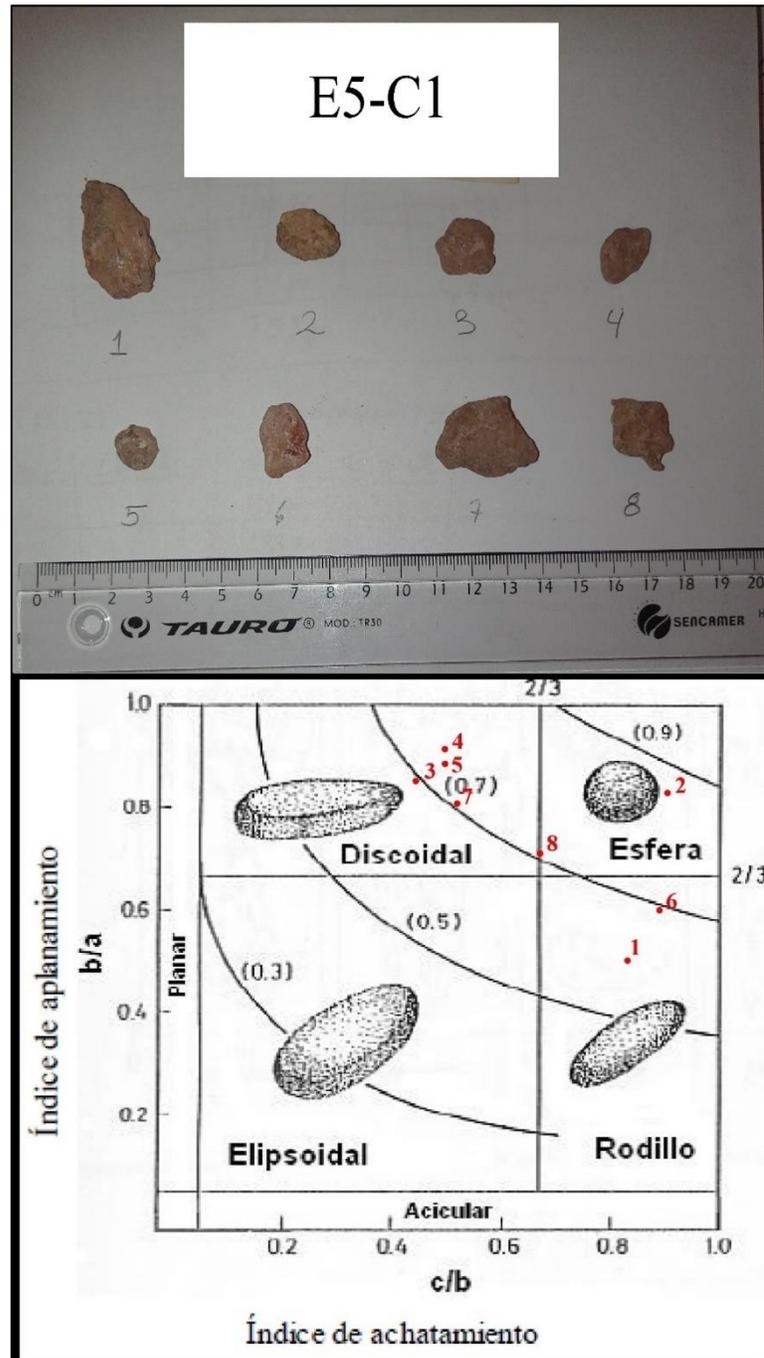
B1 Gráfica de ubicación de las muestras de E3-C1



B2 Gráfica de ubicación de las muestras de E4-C1



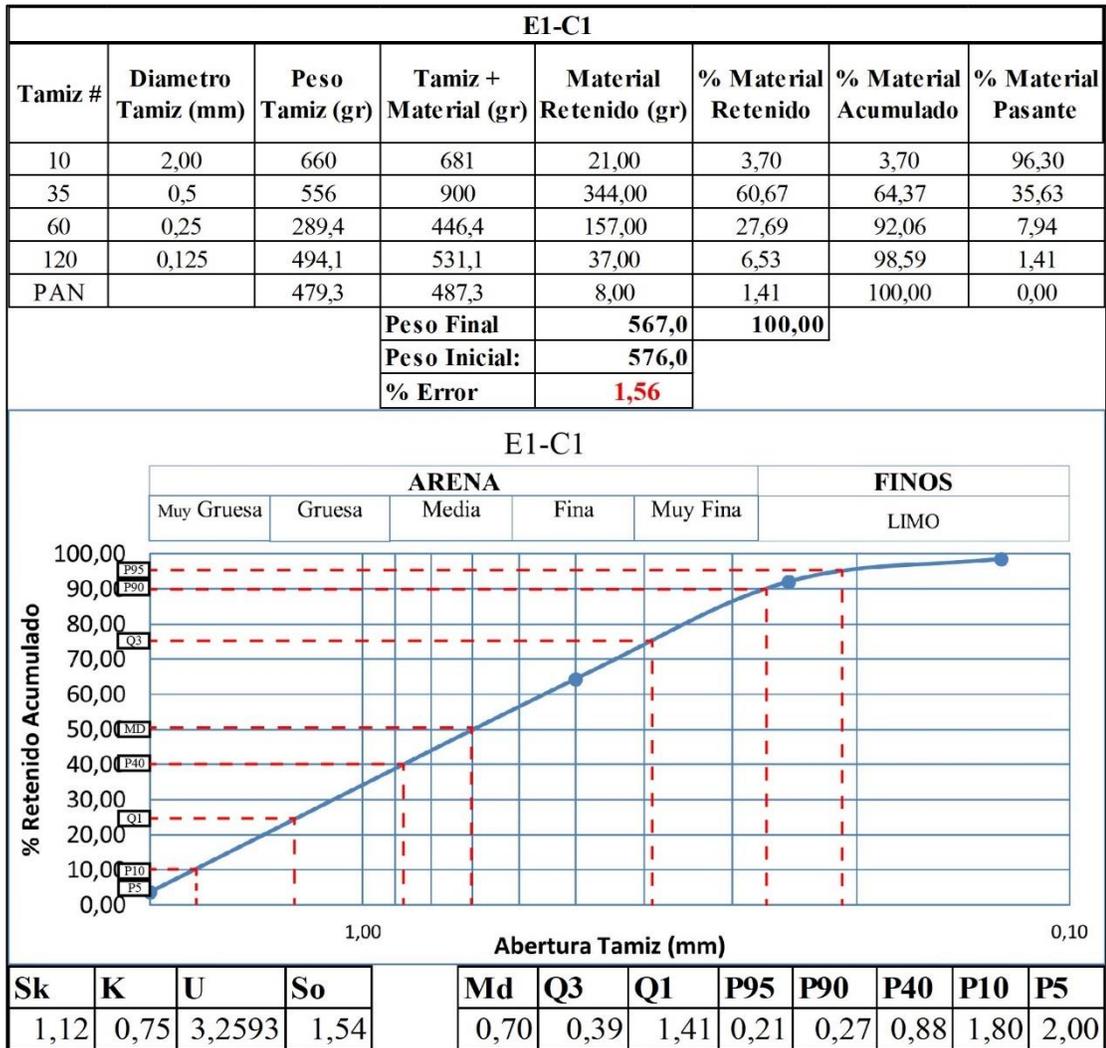
B3 Gráfica de ubicación de las muestras de E5-M2



B4 Gráfica de ubicación de las muestras de E5-C1

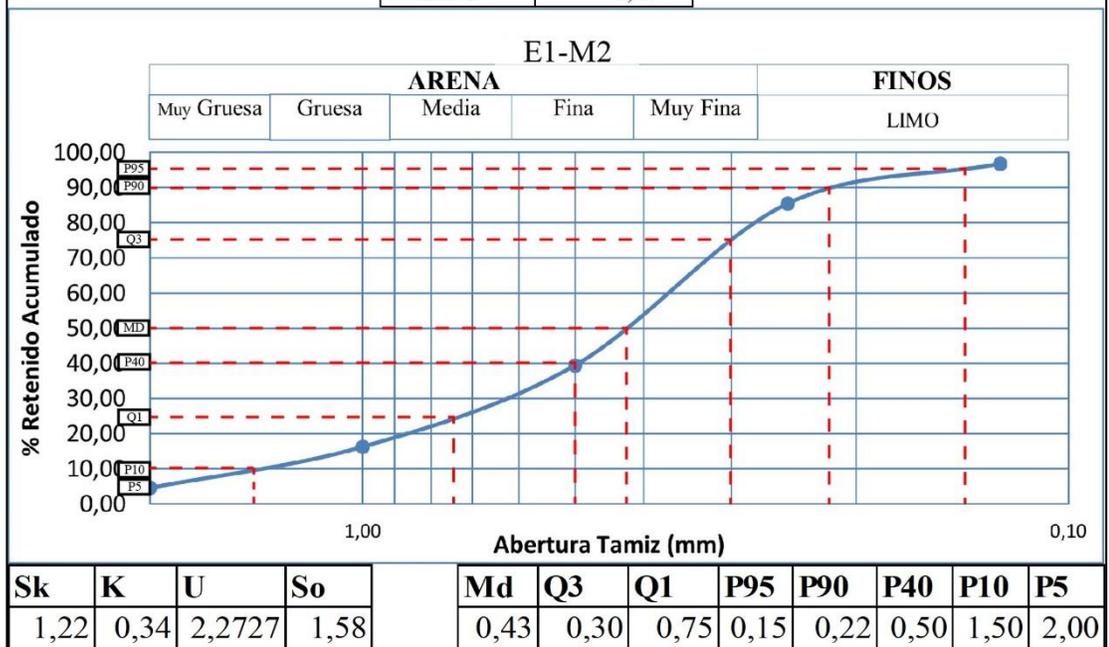
APÉNDICE C

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LOS SEDIMENTOS DE LA QUEBRADA LAS TINAJITAS

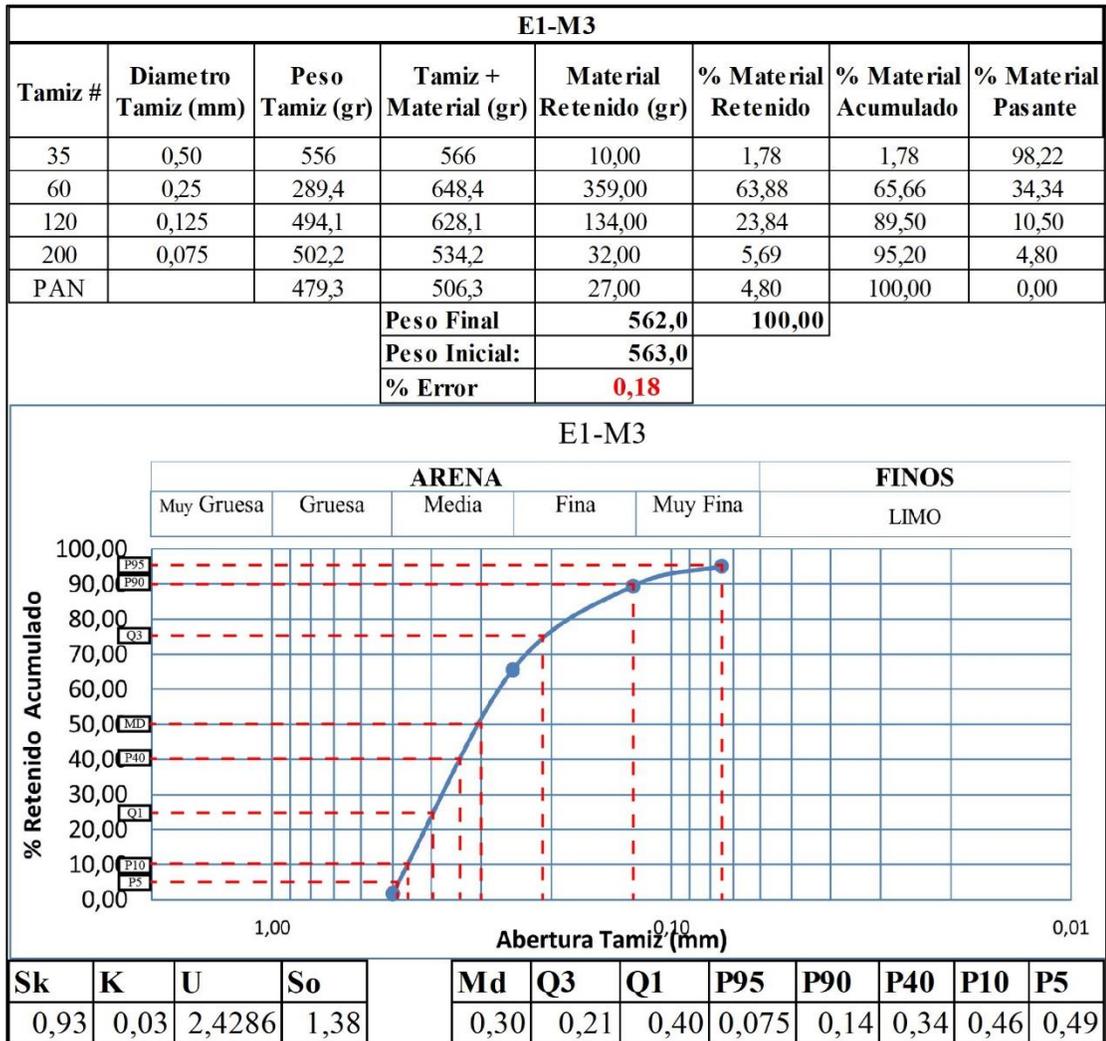


C1 Parámetros estadísticos de E1-C1

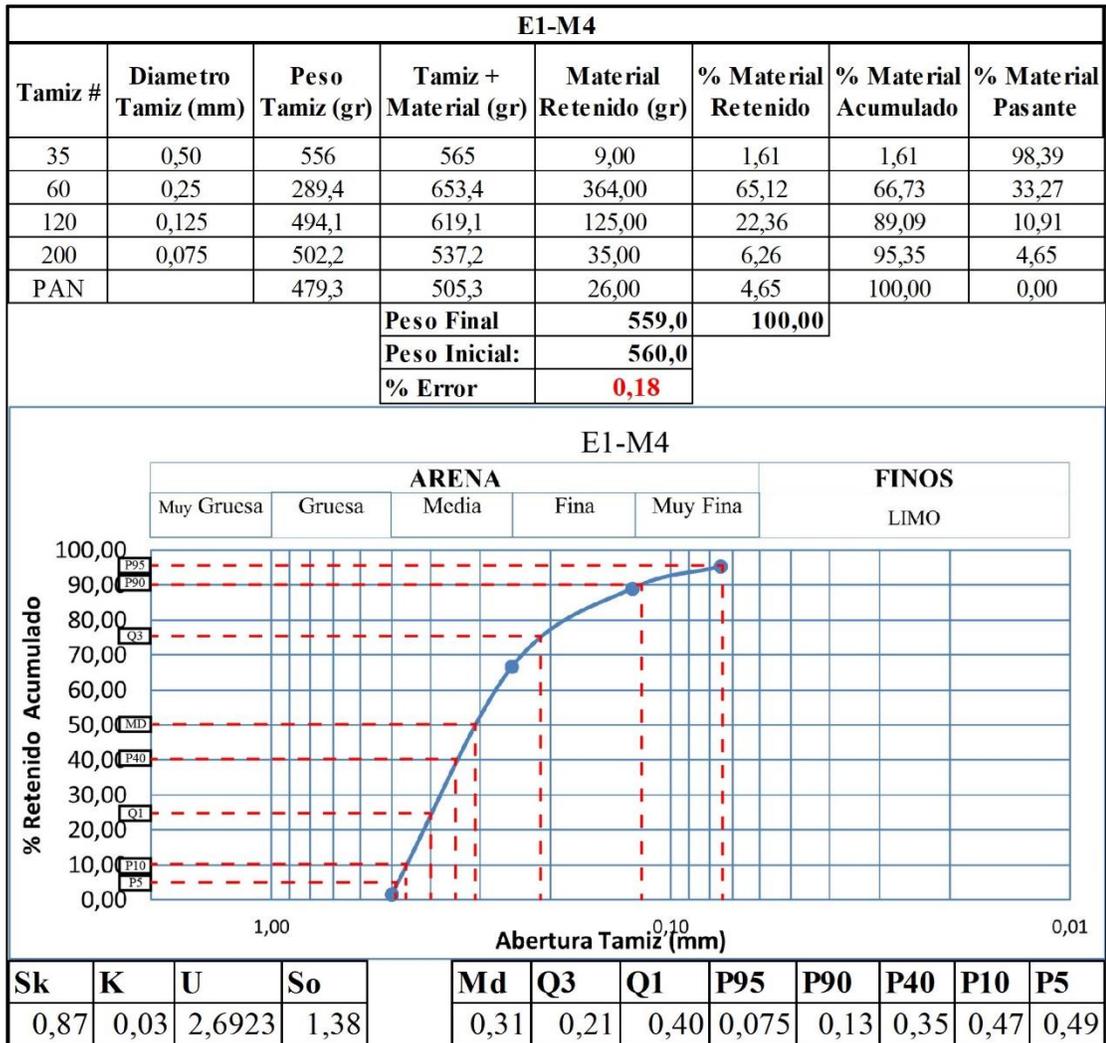
E1-M2							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	686	26,00	4,60	4,60	95,40
18	1,00	602,6	668,6	66,00	11,68	16,28	83,72
35	0,5	556	687	131,00	23,19	39,47	60,53
60	0,25	289,4	549,4	260,00	46,02	85,49	14,51
120	0,125	494,1	558,1	64,00	11,33	96,81	3,19
PAN		479,3	497,3	18,00	3,19	100,00	0,00
				Peso Final	565,0	100,00	
				Peso Inicial:	574,0		
				% Error	1,57		



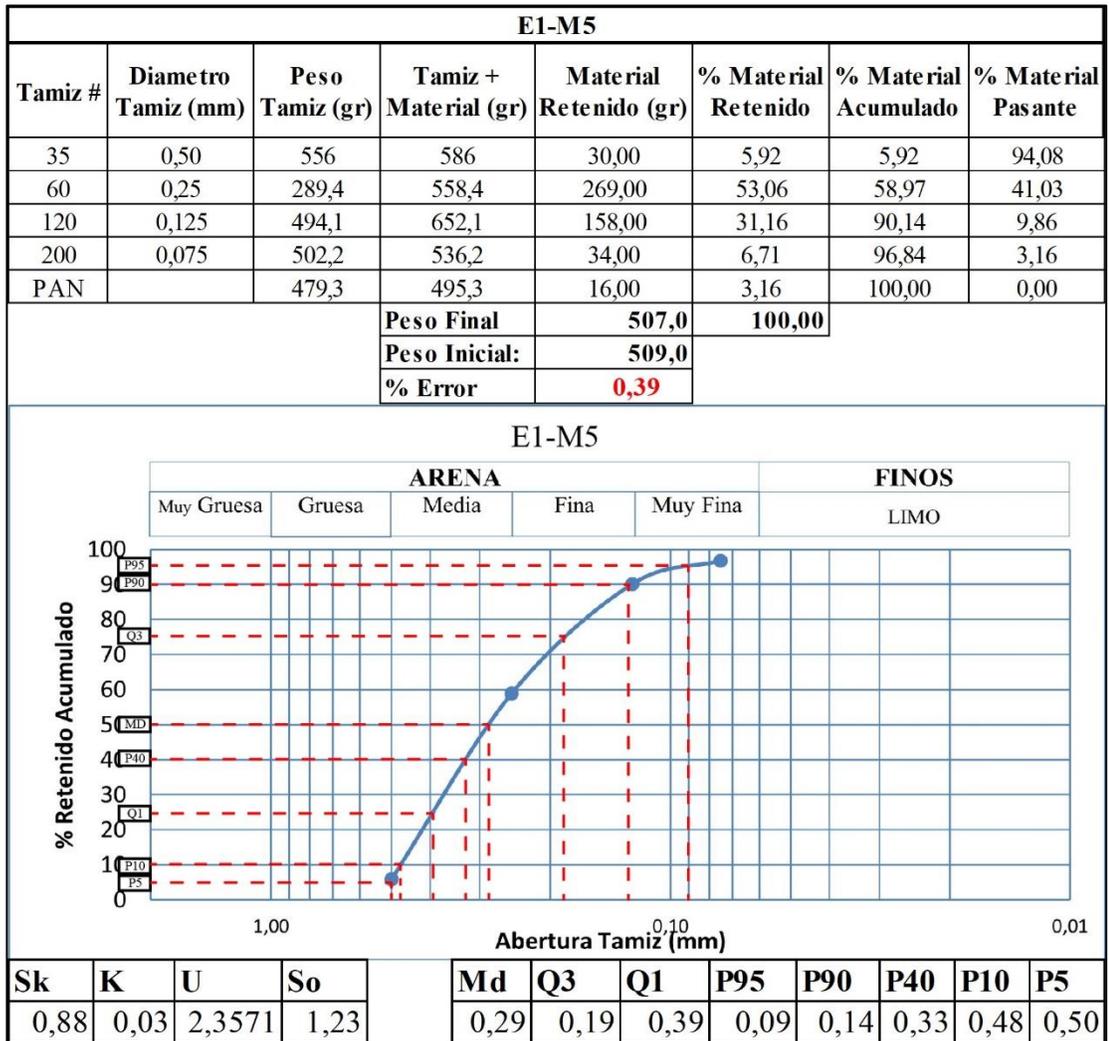
C2 Curva Parámetros estadísticos de E1-M2



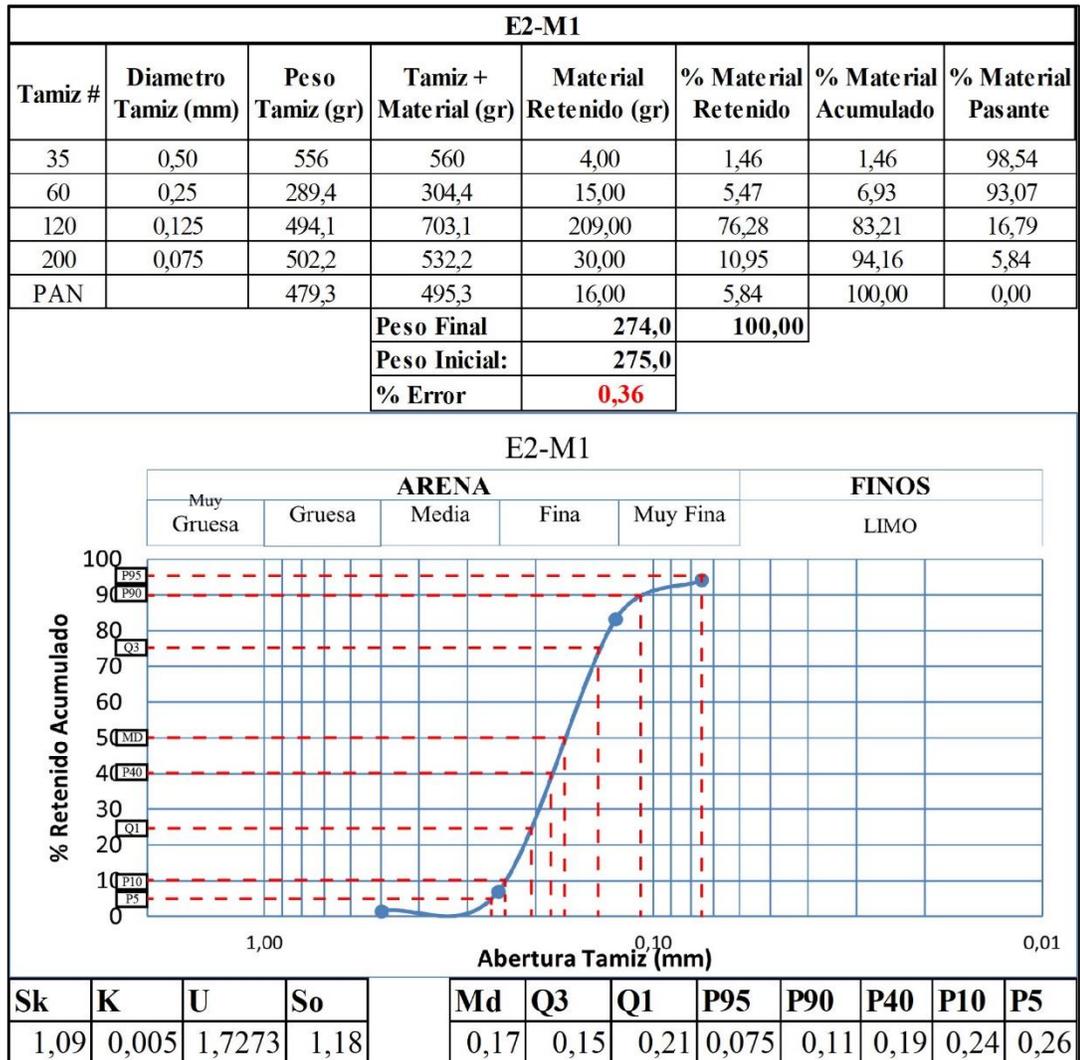
C3 Parámetros estadísticos de E1-M3



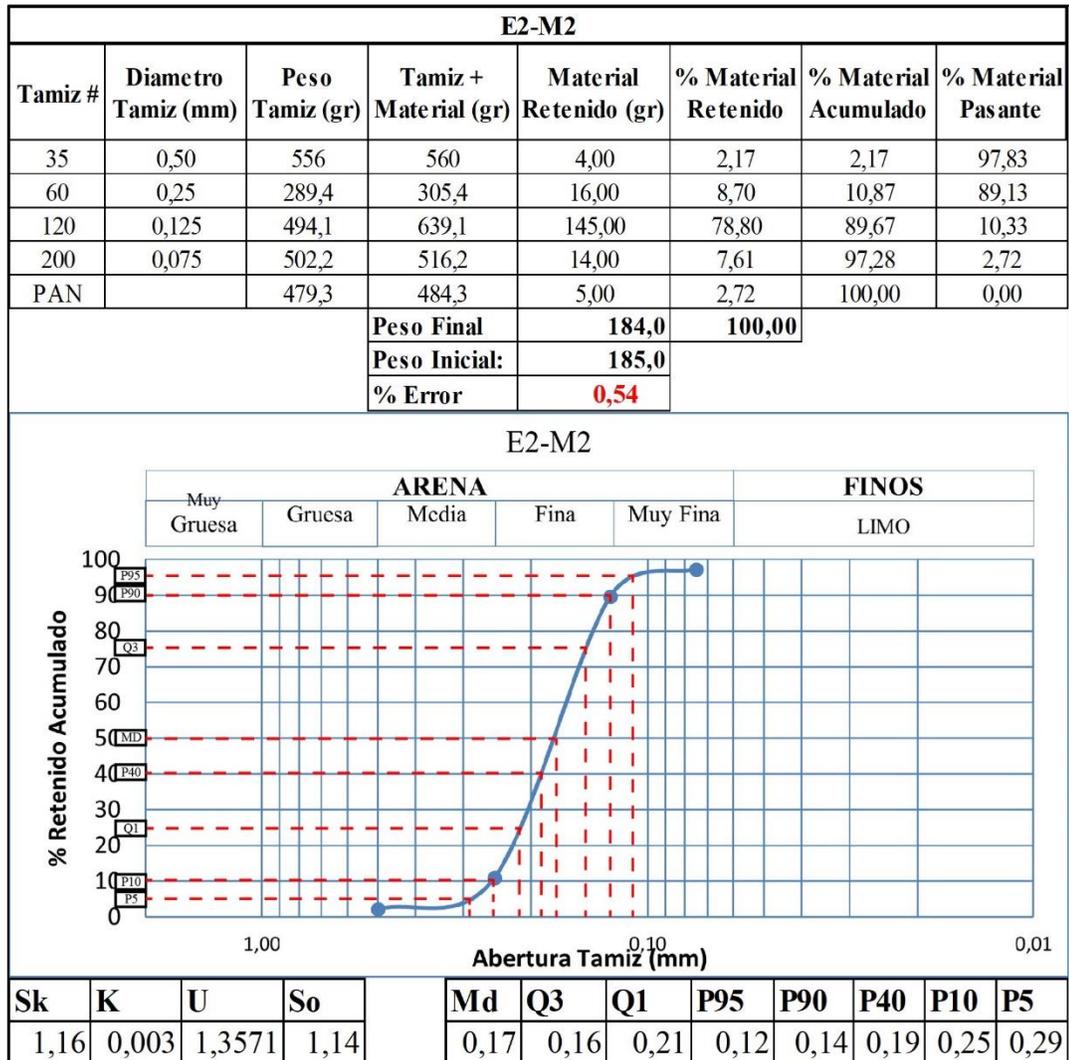
C4 Parámetros estadísticos de E1-M4



C5 Parámetros estadísticos de E1-M5

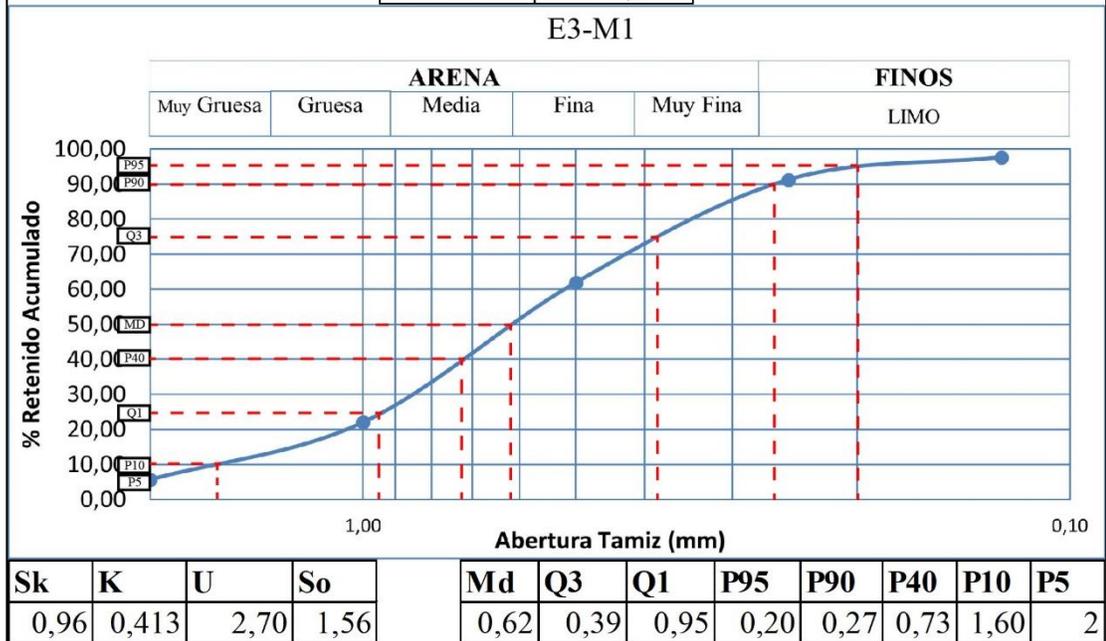


C6 Parámetros estadísticos de E2-M1



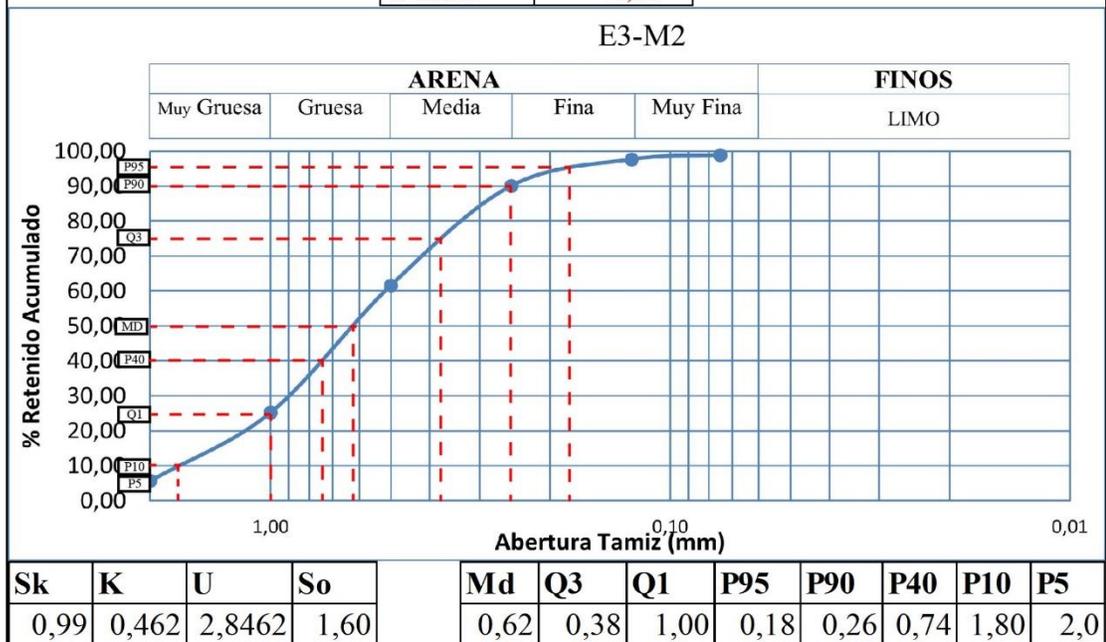
C7 Parámetros estadísticos de E2-M2

E3-M1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	691	31,00	5,63	5,63	94,37
18	1,00	602,6	692,6	90,00	16,33	21,96	78,04
35	0,5	556	776	220,00	39,93	61,89	38,11
60	0,25	289,4	451,4	162,00	29,40	91,29	8,71
120	0,125	494,1	529,1	35,00	6,35	97,64	2,36
PAN		479,3	492,3	13,00	2,36	100,00	0,00
				Peso Final	551,0	100,00	
				Peso Inicial:	558,0		
				% Error	1,25		



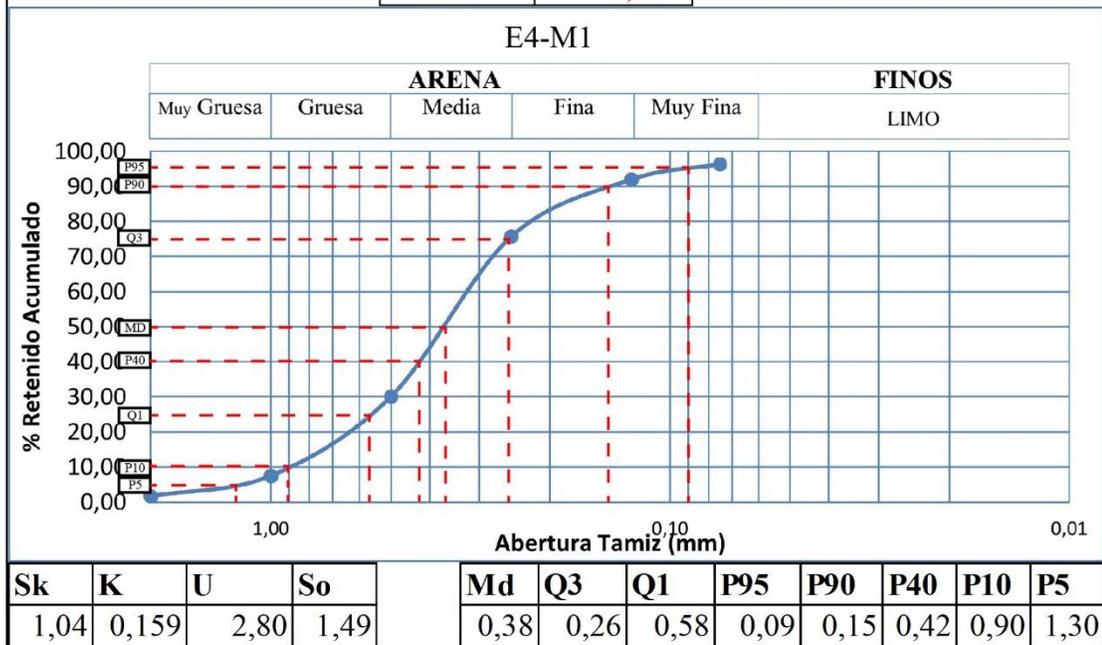
C8 Parámetros estadísticos de E3-M1

E3-M2							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pas ante
10	2,00	660	691	31,00	5,72	5,72	94,28
18	1,00	602,6	708,6	106,00	19,56	25,28	74,72
35	0,5	556	753	197,00	36,35	61,62	38,38
60	0,25	289,4	443,4	154,00	28,41	90,04	9,96
120	0,125	494,1	535,1	41,00	7,56	97,60	2,40
200	0,075	502,2	509,2	7,00	1,29	98,89	1,11
PAN		479,3	485,3	6,00	1,11	100,00	0,00
				Peso Final	542,0	100,00	
				Peso Inicial:	549,0		
				% Error	1,28		



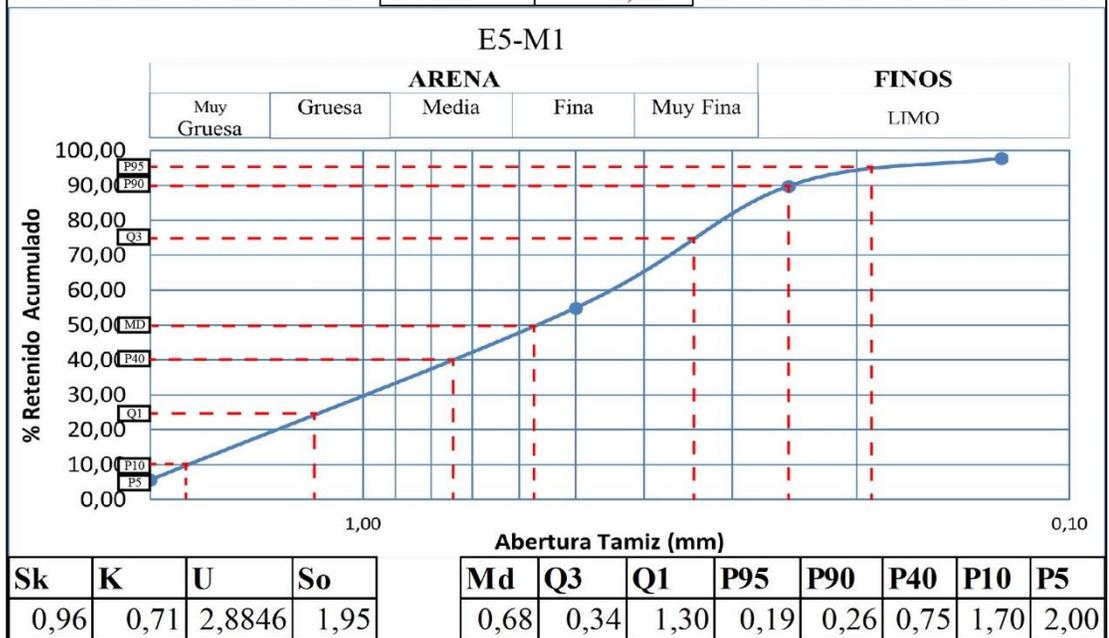
C9 Parámetros estadísticos de E3-M2

E4-M1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	669	9,00	1,63	1,63	98,37
18	1,00	602,6	634,6	32,00	5,80	7,43	92,57
35	0,5	556	681	125,00	22,64	30,07	69,93
60	0,25	289,4	541,4	252,00	45,65	75,72	24,28
120	0,125	494,1	584,1	90,00	16,30	92,03	7,97
200	0,075	502,2	526,2	24,00	4,35	96,38	3,62
PAN		479,3	499,3	20,00	3,62	100,00	0,00
Peso Final				552,0	100,00		
Peso Inicial:				559,0			
% Error				1,25			

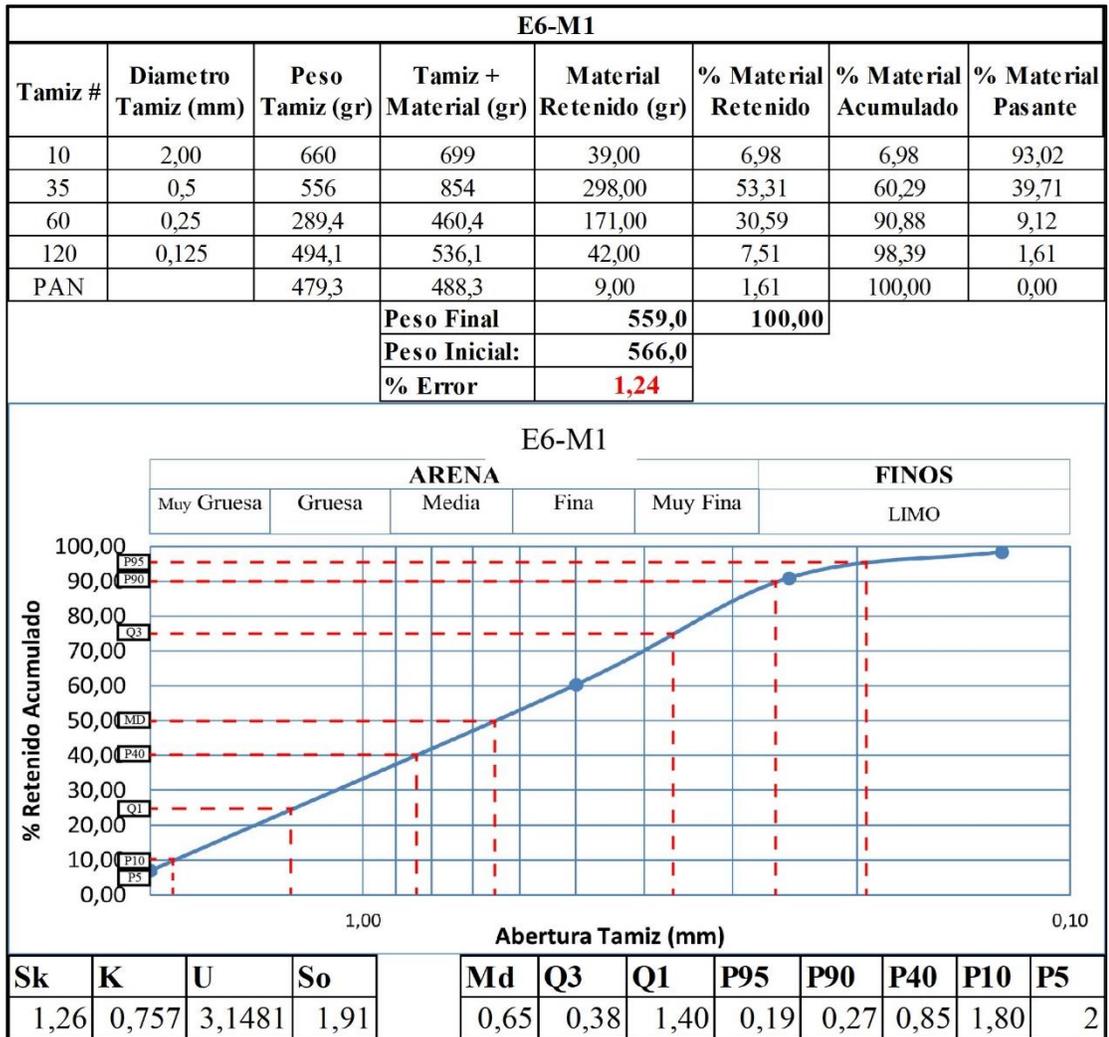


C10 Parámetros estadísticos de E4-M1

E5-M1							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	691	31,00	5,64	5,64	94,36
35	0,5	556	827	271,00	49,27	54,91	45,09
60	0,25	289,4	481,4	192,00	34,91	89,82	10,18
120	0,125	494,1	538,1	44,00	8,00	97,82	2,18
PAN		479,3	491,3	12,00	2,18	100,00	0,00
				Peso Final	550,0	100,00	
				Peso Inicial:	557,0		
				% Error	1,26		



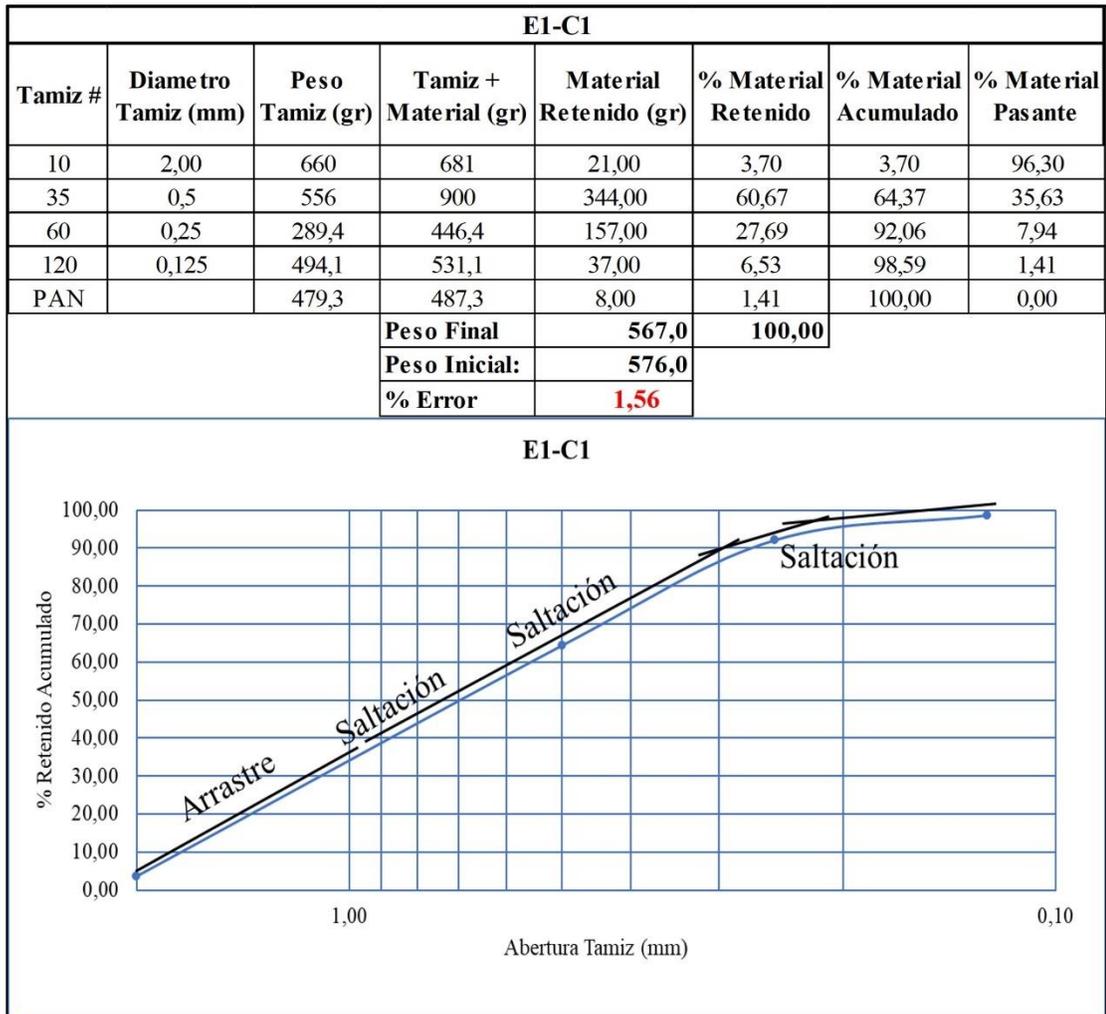
C11 Parámetros estadísticos de E5-M1



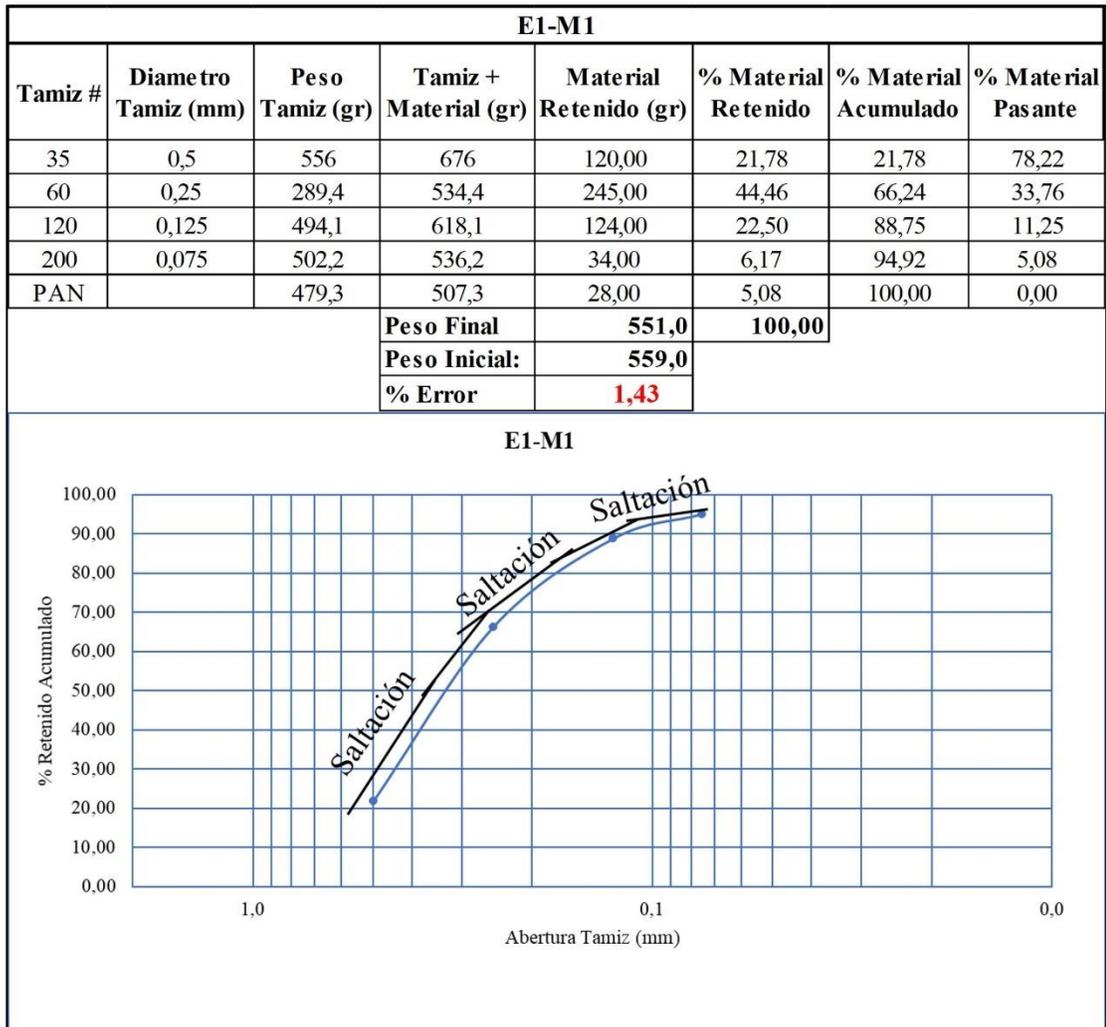
C12 Parámetros estadísticos de E6-M1

APÉNDICE D

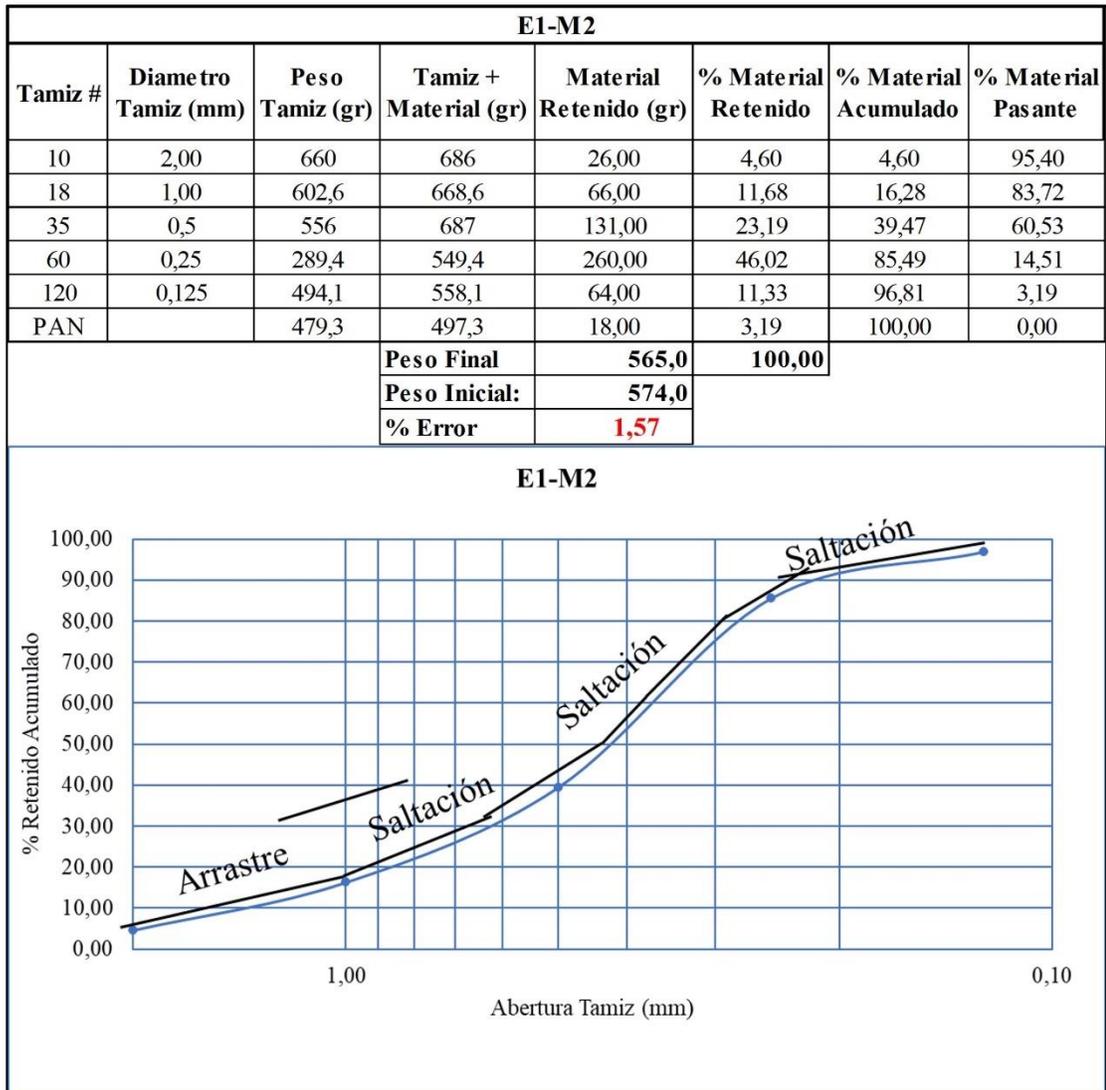
CURVAS GRANULOMÉTRICAS INTERPRETADAS POR EL MÉTODO DE VISHER



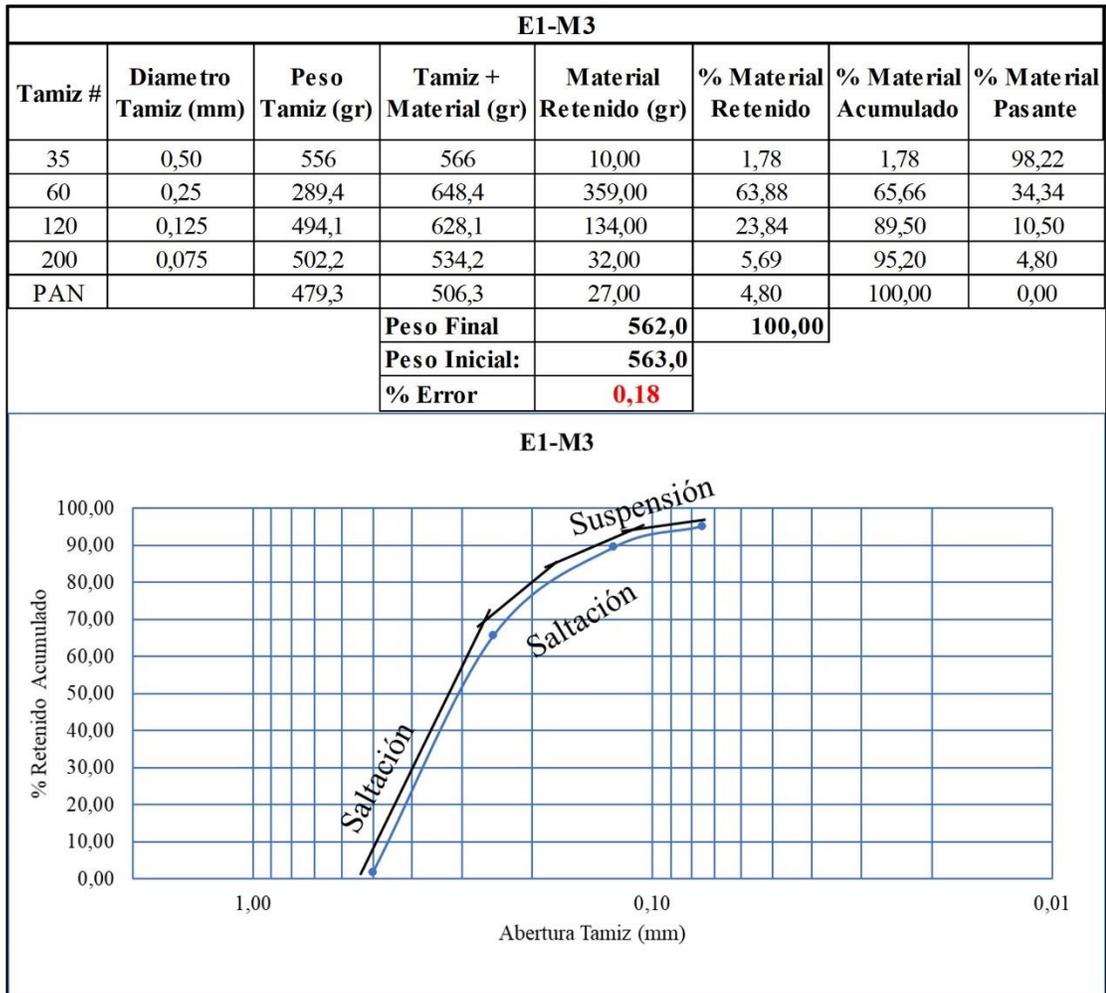
D1 Curvas granulométricas con Visher E1-C1



D2 Curvas granulométricas con Visher E1-M1

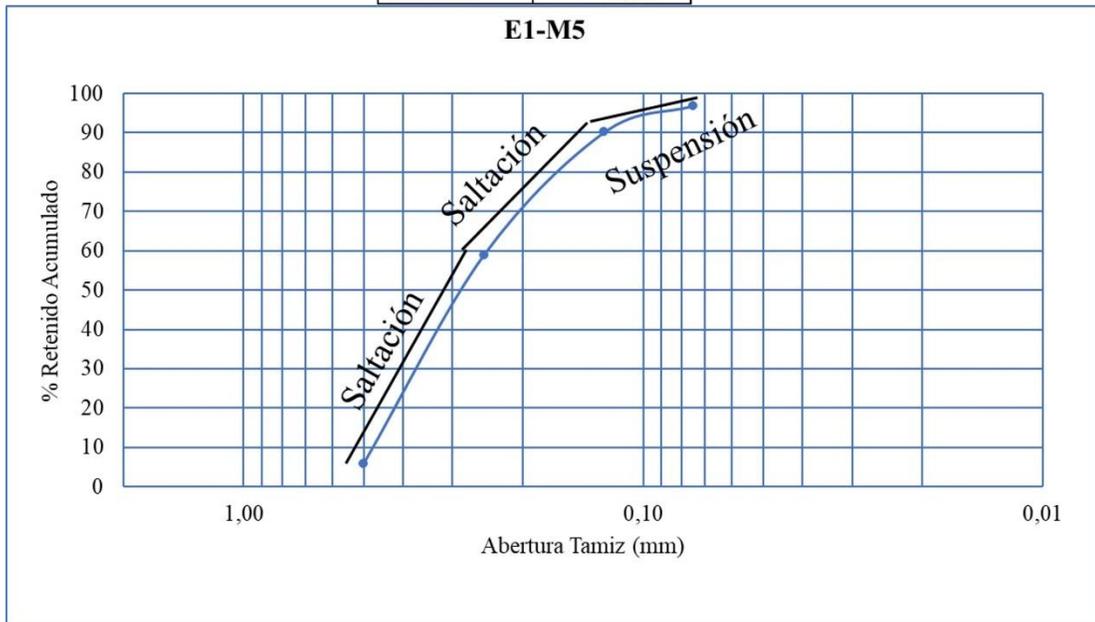


D3 Curvas granulométricas con Visher E1-M2



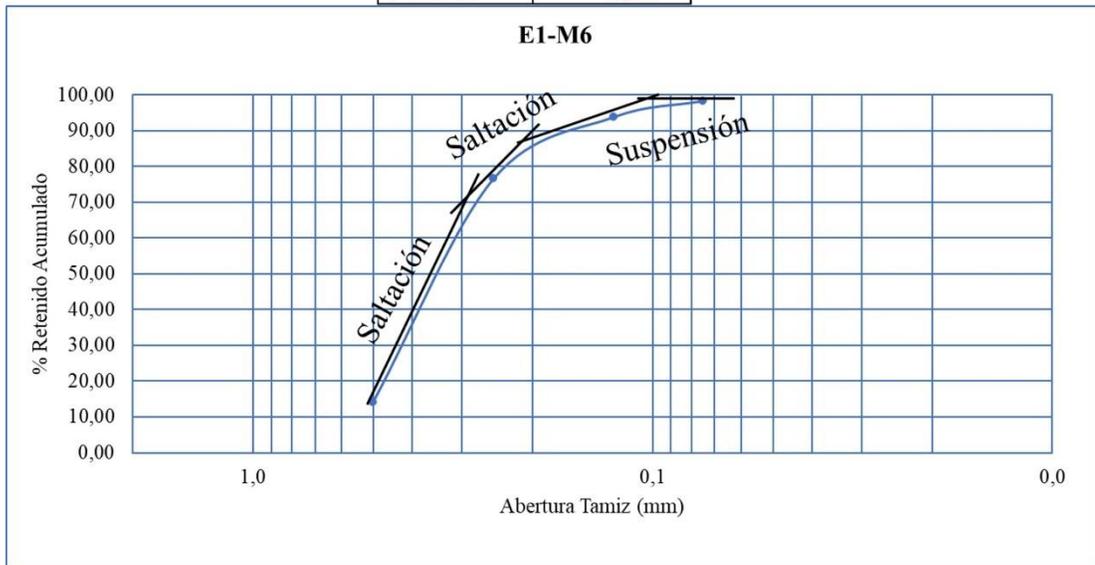
D4 Curvas granulométricas con Visher E1-M3

E1-M5							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,50	556	586	30,00	5,92	5,92	94,08
60	0,25	289,4	558,4	269,00	53,06	58,97	41,03
120	0,125	494,1	652,1	158,00	31,16	90,14	9,86
200	0,075	502,2	536,2	34,00	6,71	96,84	3,16
PAN		479,3	495,3	16,00	3,16	100,00	0,00
Peso Final				507,0	100,00		
Peso Inicial:				509,0			
% Error				0,39			



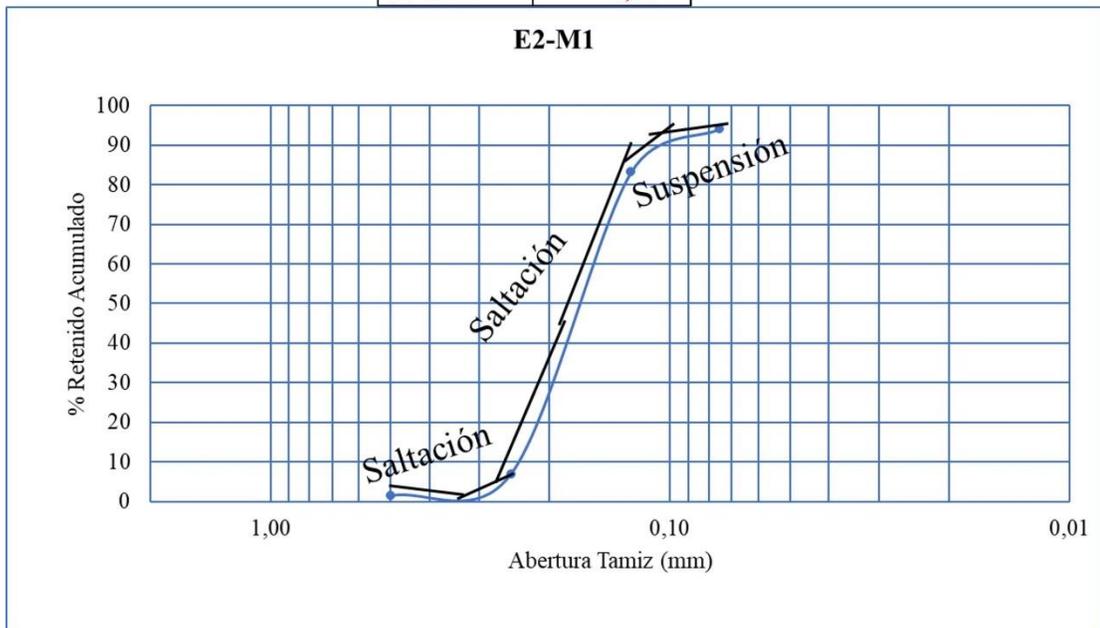
D6 Curvas granulométricas con Visher E1-M5

E1-M6							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,5	556	635	79,00	14,18	14,18	85,82
60	0,25	289,4	637,4	348,00	62,48	76,66	23,34
120	0,125	494,1	590,1	96,00	17,24	93,90	6,10
200	0,075	502,2	527,2	25,00	4,49	98,38	1,62
PAN		479,3	488,3	9,00	1,62	100,00	0,00
Peso Final				557,0	100,00		
Peso Inicial:				560,0			
% Error				0,54			



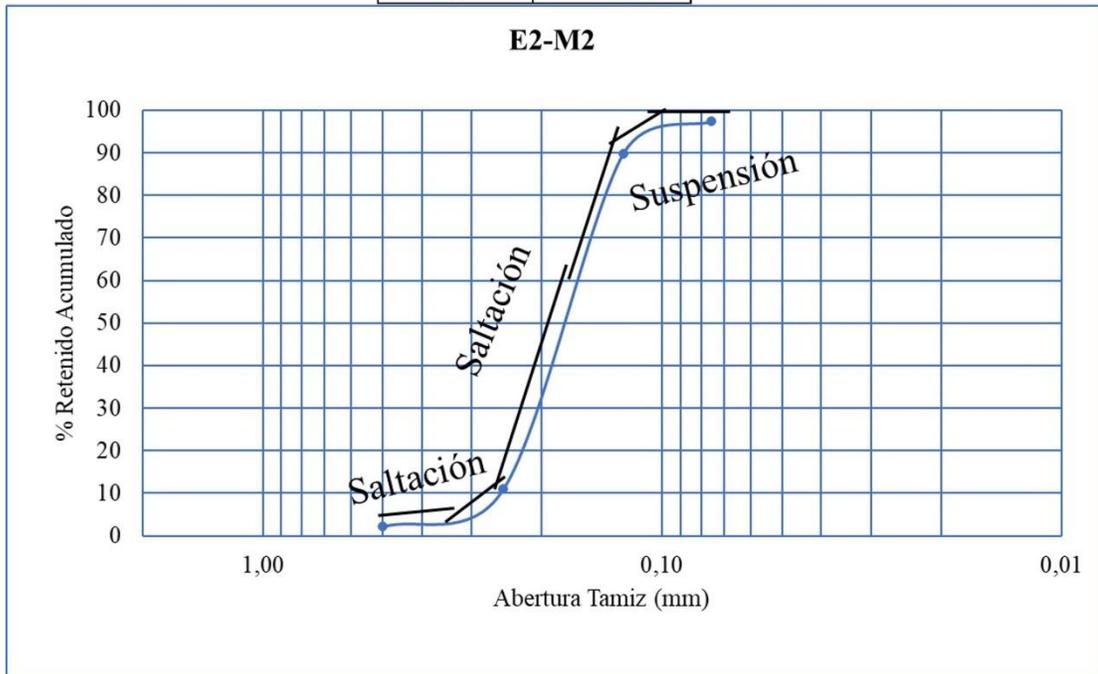
D7 Curvas granulométricas con Visher E1-M6

E2-M1							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,50	556	560	4,00	1,46	1,46	98,54
60	0,25	289,4	304,4	15,00	5,47	6,93	93,07
120	0,125	494,1	703,1	209,00	76,28	83,21	16,79
200	0,075	502,2	532,2	30,00	10,95	94,16	5,84
PAN		479,3	495,3	16,00	5,84	100,00	0,00
Peso Final				274,0	100,00		
Peso Inicial:				275,0			
% Error				0,36			



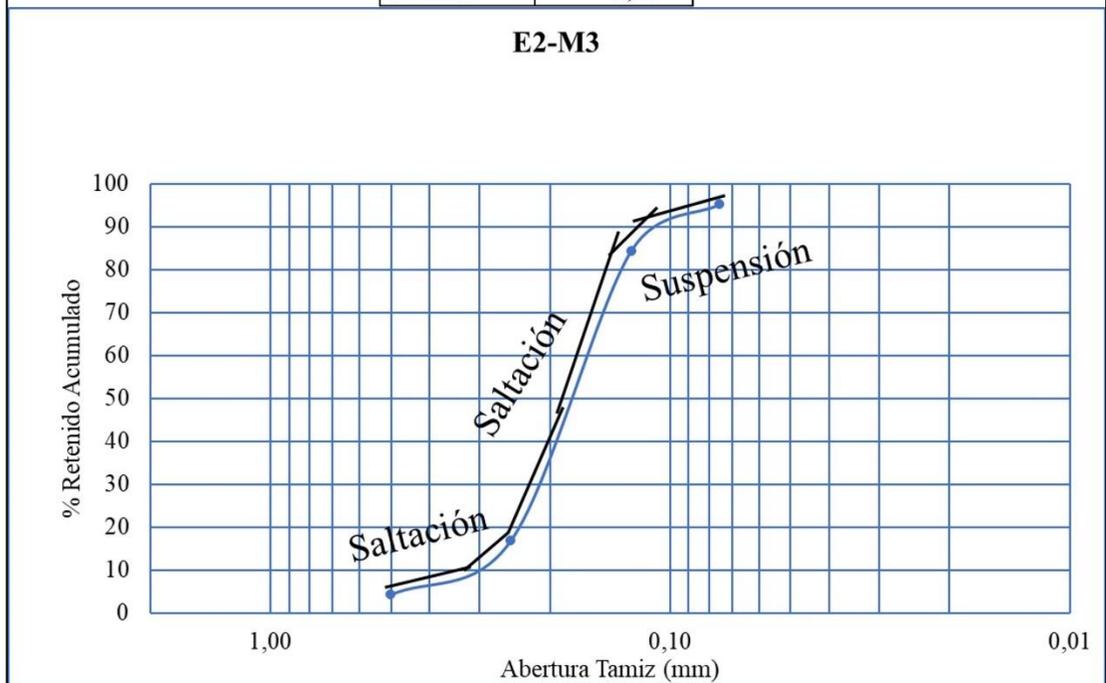
D8 Curvas granulométricas con Visher E2-M1

E2-M2							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,50	556	560	4,00	2,17	2,17	97,83
60	0,25	289,4	305,4	16,00	8,70	10,87	89,13
120	0,125	494,1	639,1	145,00	78,80	89,67	10,33
200	0,075	502,2	516,2	14,00	7,61	97,28	2,72
PAN		479,3	484,3	5,00	2,72	100,00	0,00
Peso Final				184,0	100,00		
Peso Inicial:				185,0			
% Error				0,54			



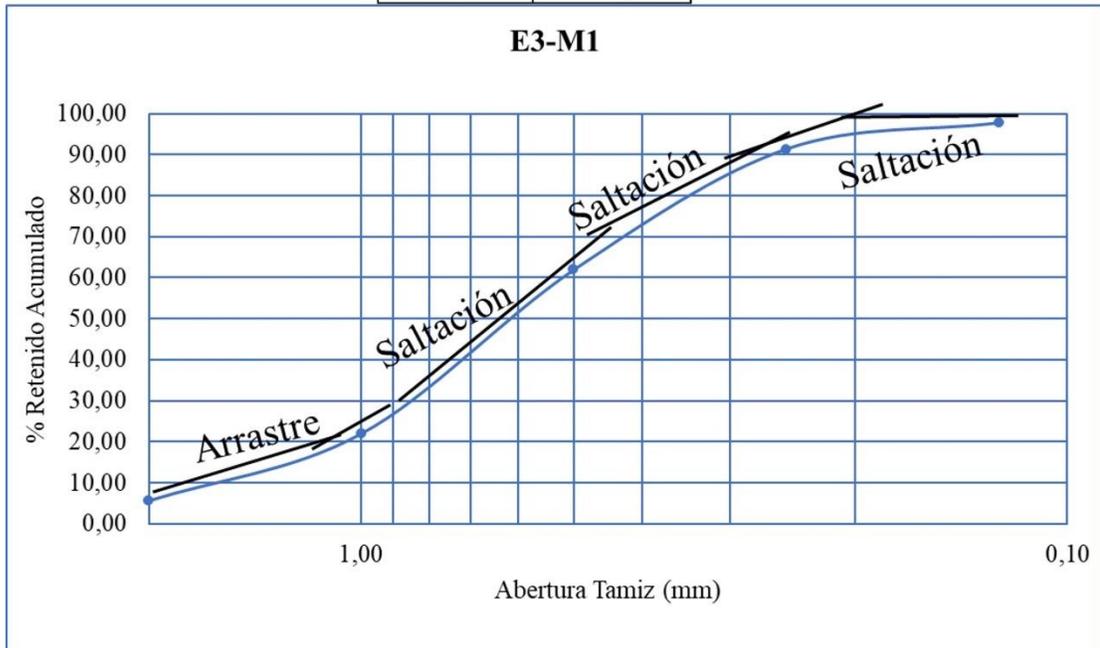
D9 Curvas granulométricas con Visher E2-M2

E2-M3							
Tamiz #	Diametro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
35	0,50	556	563	7,00	4,22	4,22	95,78
60	0,25	289,4	310,4	21,00	12,65	16,87	83,13
120	0,125	494,1	606,1	112,00	67,47	84,34	15,66
200	0,075	502,2	520,2	18,00	10,84	95,18	4,82
PAN		479,3	487,3	8,00	4,82	100,00	0,00
				Peso Final	166,0	100,00	
				Peso Inicial:	168,0		
				% Error	1,19		



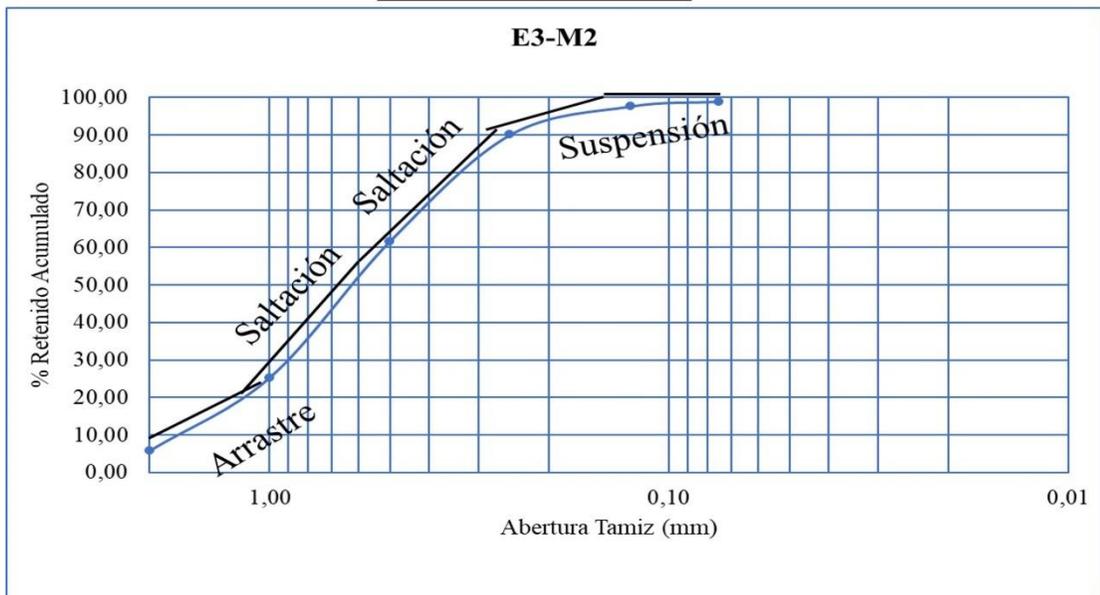
D10 Curvas granulométricas con Visher E2-M3

E3-M1							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	691	31,00	5,63	5,63	94,37
18	1,00	602,6	692,6	90,00	16,33	21,96	78,04
35	0,5	556	776	220,00	39,93	61,89	38,11
60	0,25	289,4	451,4	162,00	29,40	91,29	8,71
120	0,125	494,1	529,1	35,00	6,35	97,64	2,36
PAN		479,3	492,3	13,00	2,36	100,00	0,00
Peso Final				551,0	100,00		
Peso Inicial:				558,0			
% Error				1,25			



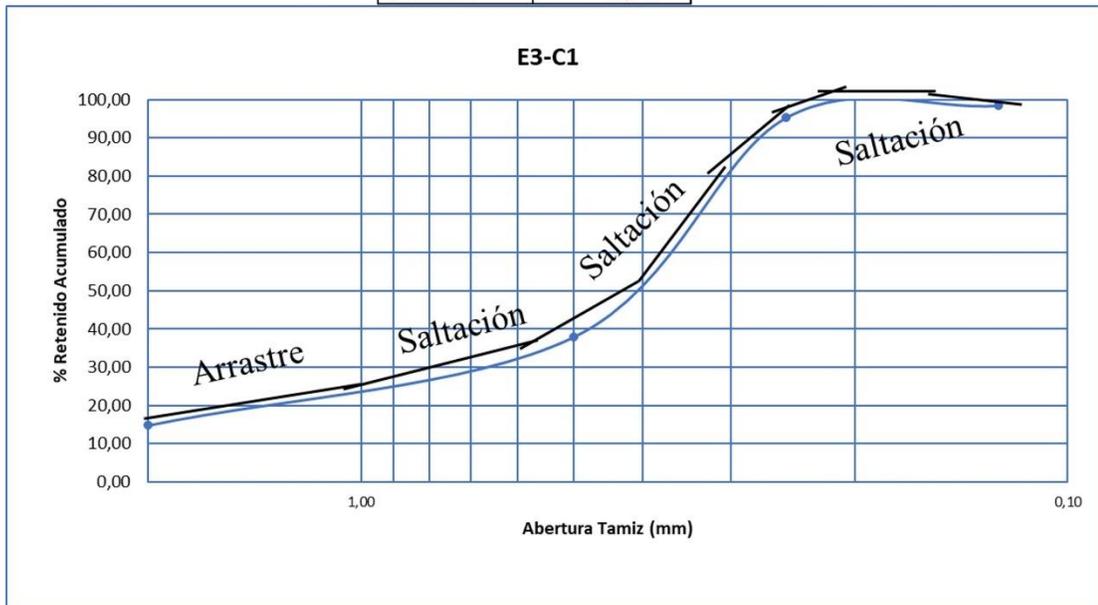
D11 Curvas granulométricas con Visher E3-M1

E3-M2							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	691	31,00	5,72	5,72	94,28
18	1,00	602,6	708,6	106,00	19,56	25,28	74,72
35	0,5	556	753	197,00	36,35	61,62	38,38
60	0,25	289,4	443,4	154,00	28,41	90,04	9,96
120	0,125	494,1	535,1	41,00	7,56	97,60	2,40
200	0,075	502,2	509,2	7,00	1,29	98,89	1,11
PAN		479,3	485,3	6,00	1,11	100,00	0,00
Peso Final				542,0	100,00		
Peso Inicial:				549,0			
% Error				1,28			



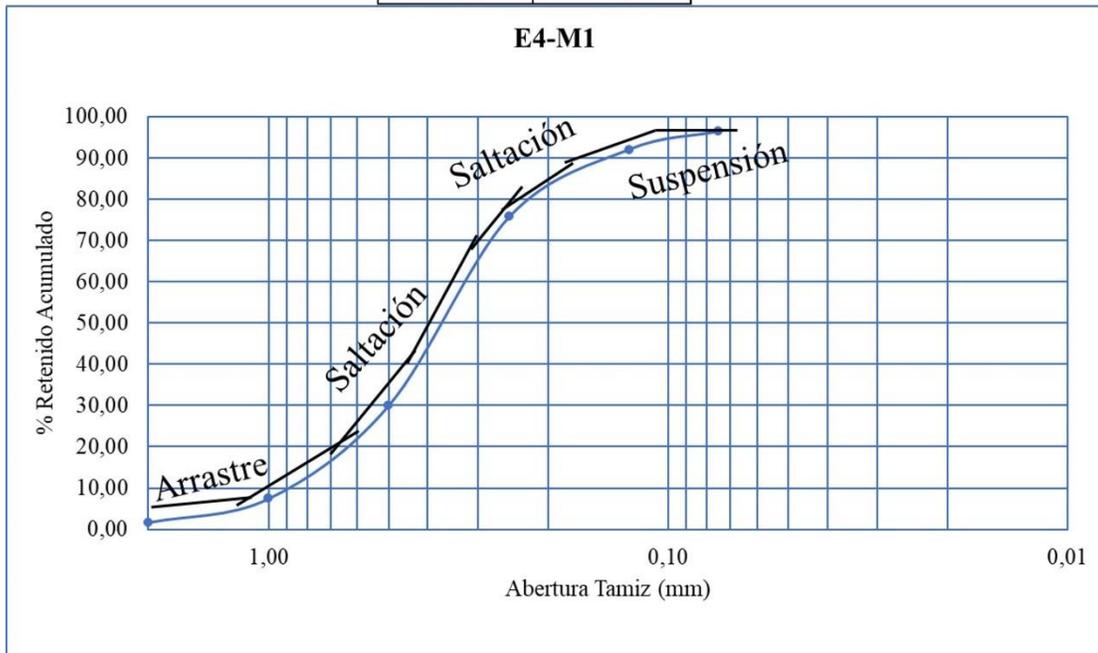
D12 Curvas granulométricas con Visher E3-M2

E3-C1							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	744	84,00	14,71	14,71	85,29
35	0,5	556	688	132,00	23,12	37,83	62,17
60	0,25	289,4	617,4	328,00	57,44	95,27	4,73
120	0,125	494,1	512,1	18,00	3,15	98,42	1,58
PAN		479,3	488,3	9,00	1,58	100,00	0,00
Peso Final				571,0	100,00		
Peso Inicial:				572,0			
% Error				0,17			



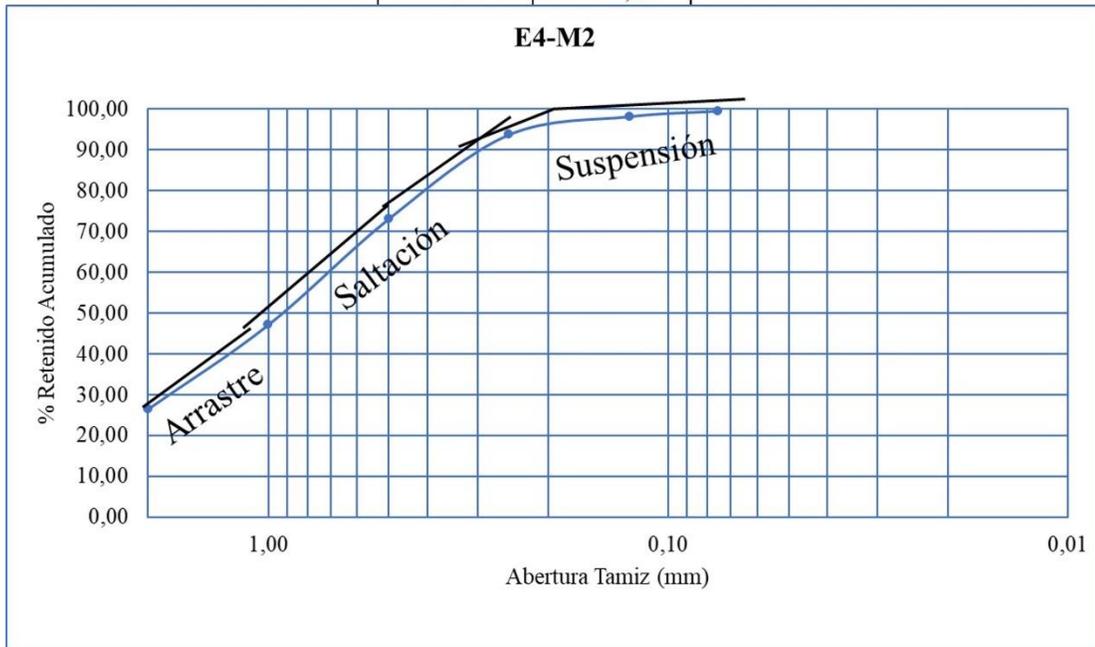
D13 Curvas granulométricas con Visher E3-C1

E4-M1							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	669	9,00	1,63	1,63	98,37
18	1,00	602,6	634,6	32,00	5,80	7,43	92,57
35	0,5	556	681	125,00	22,64	30,07	69,93
60	0,25	289,4	541,4	252,00	45,65	75,72	24,28
120	0,125	494,1	584,1	90,00	16,30	92,03	7,97
200	0,075	502,2	526,2	24,00	4,35	96,38	3,62
PAN		479,3	499,3	20,00	3,62	100,00	0,00
Peso Final				552,0	100,00		
Peso Inicial:				559,0			
% Error				1,25			

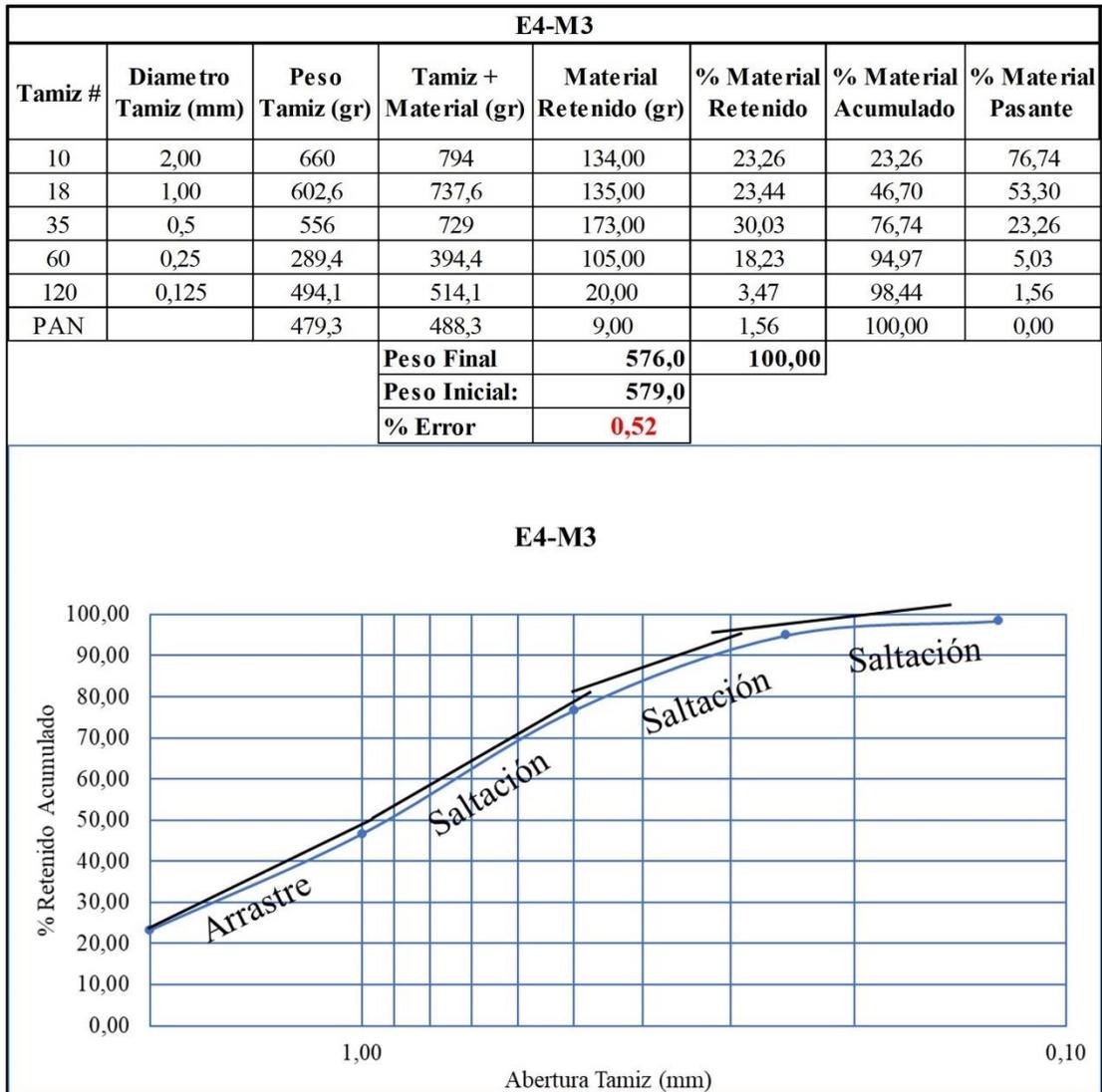


D14 Curvas granulométricas con Visher E4-M1

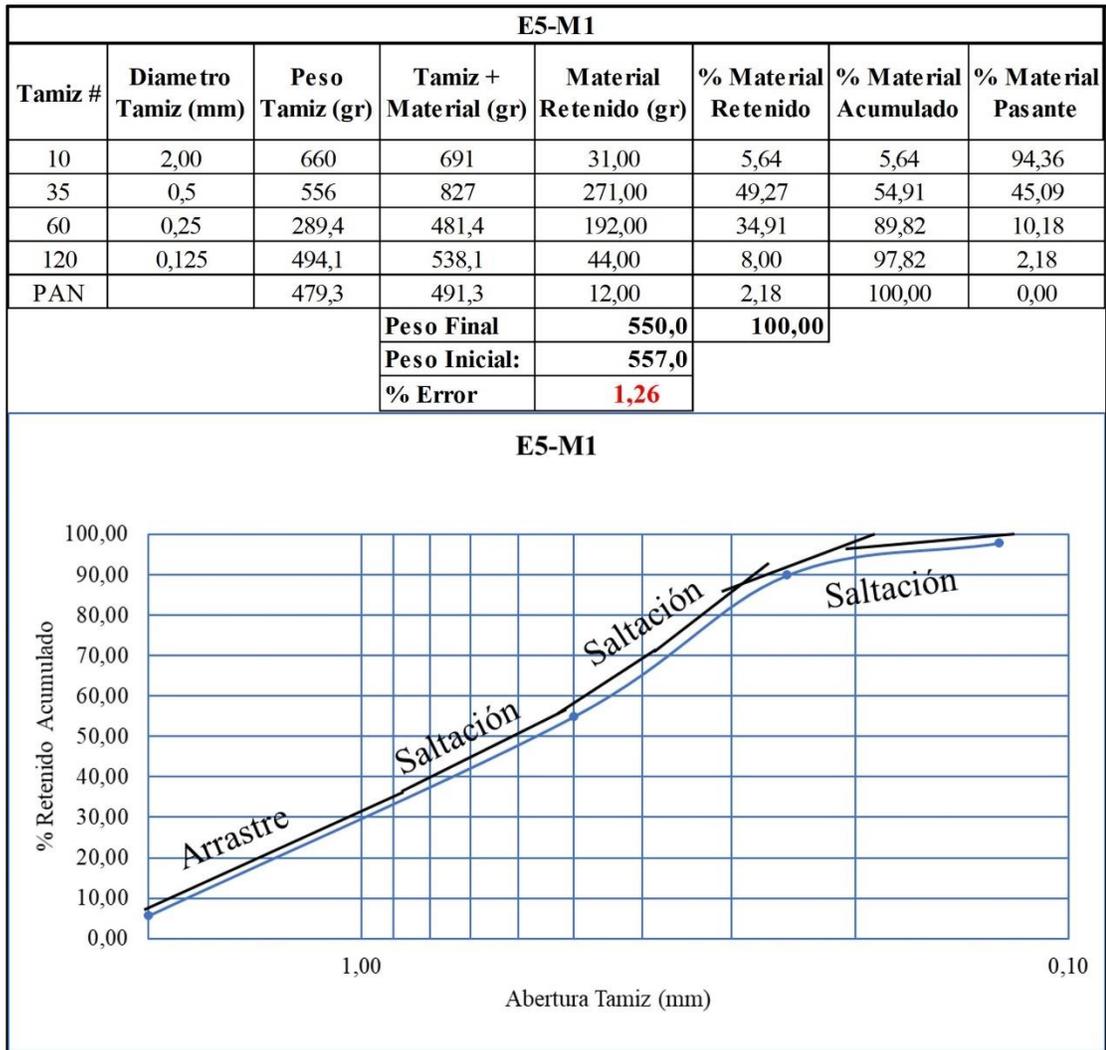
E4-M2							
Tamiz #	Diámetro Tamiz (mm)	Peso Tamiz (gr)	Tamiz + Material (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
10	2,00	660	816	156,00	26,58	26,58	73,42
18	1,00	602,6	723,6	121,00	20,61	47,19	52,81
35	0,5	556	708	152,00	25,89	73,08	26,92
60	0,25	289,4	410,4	121,00	20,61	93,70	6,30
120	0,125	494,1	520,1	26,00	4,43	98,13	1,87
200	0,075	502,2	510,2	8,00	1,36	99,49	0,51
PAN		479,3	482,3	3,00	0,51	100,00	0,00
Peso Final				587,0	100,00		
Peso Inicial:				595,0			
% Error				1,34			



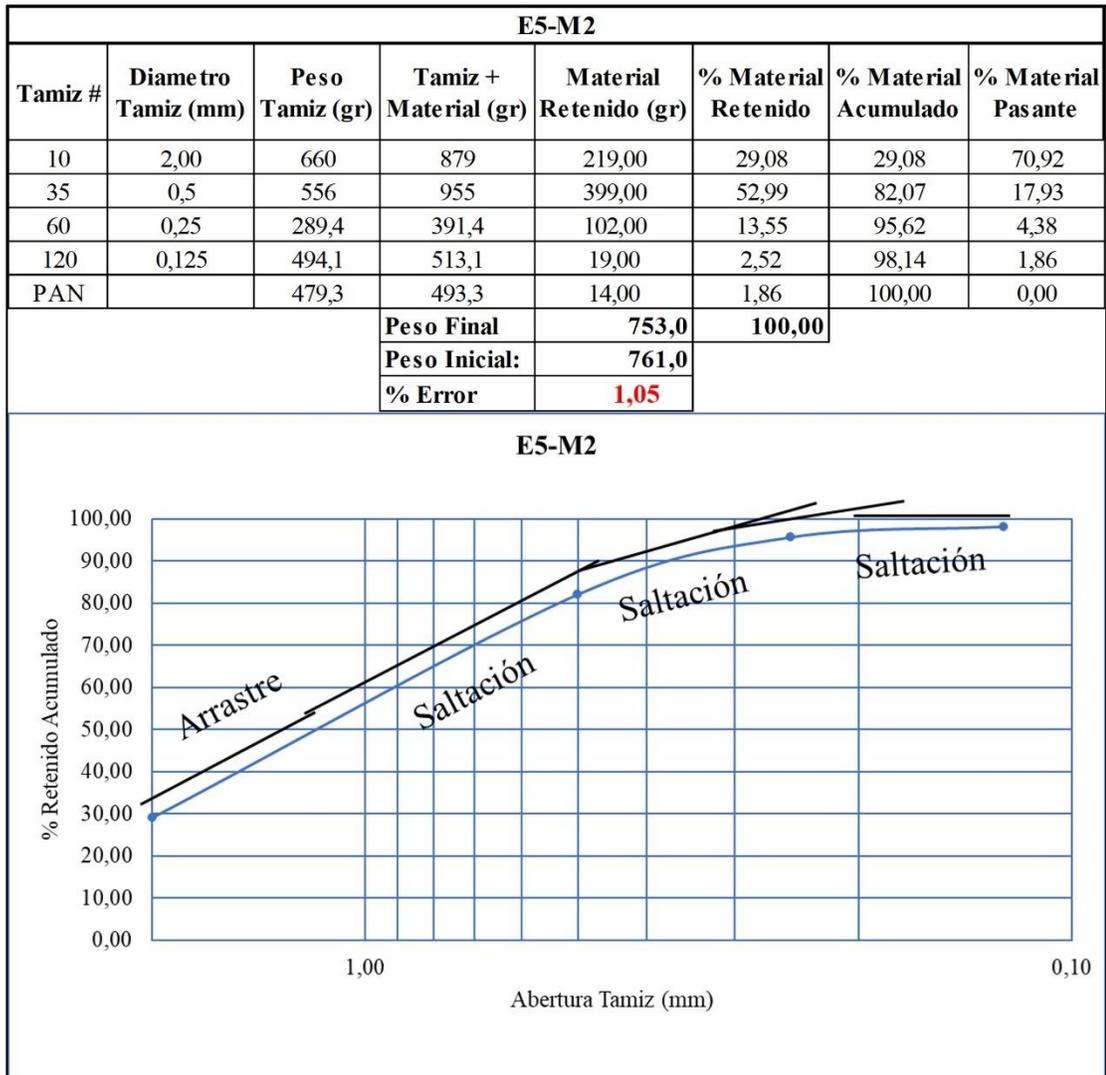
D15 Curvas granulométricas con Visher E4-M2



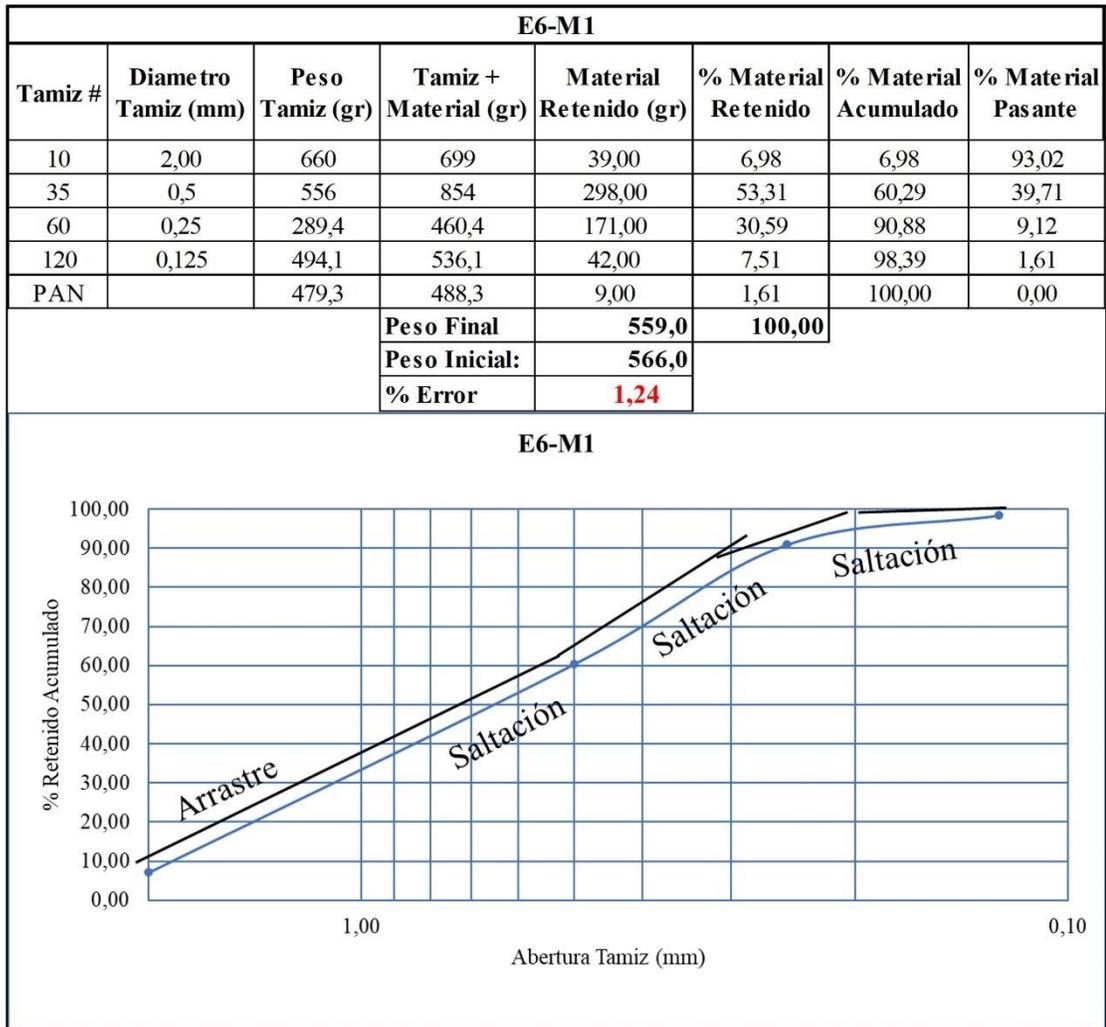
D16 Curvas granulométricas con Visher E4-M3



D17 Curvas granulométricas con Visher E5-M1



D18 Curvas granulométricas con Visher E5-M2



D19 Curvas granulométricas con Viser E6-M1

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE LA QUEBRADA LAS TINAJITAS, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.
---------------	--

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CVLAC / E MAIL
ANTILLANO OSSANDON DANIEL SIMÓN	CVLAC: 26.204.861 E MAIL: danielsimonantillano@gmail.com

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA y/o DEPARTAMENTO	SUBÁREA y/o SERVICIO
Dpto. de Geología	

RESUMEN (ABSTRACT):

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
		ROL	CA	ASx	TU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JUx
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JUx
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2023 AÑO	Mayo MES	DÍA
-------------	-------------	-----

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
Tesis de Daniel Antillano Geología	. MS.word

ALCANCE

ESPACIAL:

TEMPORAL:

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Geólogo

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Geología

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

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

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

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

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

[Firma]
JUAN A. BOLAÑOS CUNVELO
Secretario



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

JABC/YGC/maruja

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

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

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

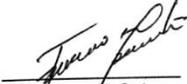
Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o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



TUTOR
Rosario Rivadulla
C.I 3825175



AUTOR
Daniel Antillano
C.I 26.204.861



JURADO 1
Francisco Monteverde
C.I 12.192.676



JURADO 2
Carlos Boscarello
C.I 11.108.976

POR LA COMISIÓN DE TESIS