

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

HACIA UNA PRIMERA BASE DE DATOS SOBRE CARACTERÍSTICAS
GEOMECÁNICAS Y MINERALÓGICAS DEL SUELO ECUATORIANO

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera en Geología

Presentado por:

Scarlet Marcela Falcones Goya

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a Dios, a mi mamá Leonor Goya quien ha sido el pilar fundamental en mi vida y a quien le debo todo, a mi papá Antonio Falcones quien fue, es y será el mejor papá del mundo a mis ojos.

A mis mejores amigas Gloria, Daniela y Victoria quienes han estado conmigo en las buenas y en las malas y han demostrado ser las mejores amigas que alguien puede pedir.

Y a Samuel Pacheco mi mejor amigo y quien ha sido mi hermano durante estos años de universidad

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mi tutor Maurizio Mulas por su inmensa paciencia conmigo y por haber sido el profesor que siempre estuvo animándome a través de estos años en ESPOL.

A la profesora Regina Toloza quien me inspiró y enseñó tanto en mi intercambio.

A Michelle Villalta, mi eterna compañera y amiga de geología quien siempre estuvo a mi lado dispuesta a ayudarme en todo, y estoy segura será una gran profesional.

A mi Cote, Franco, Vale y todos los chicos de geología de la UCEN quienes me hicieron sentir en casa con su amistad en un país extranjero.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Scarlet Falcones Goya* doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Scarlet Falcones Goya

EVALUADORES

MSc. Daniel Garcés

PROFESOR DE LA MATERIA

Ph.D Maurizio Mulas

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El siguiente proyecto buscará la creación de la primera etapa de una base de datos de suelos del Ecuador, basada en sus características geomecánicas y mineralógicas.

El conocimiento del comportamiento del suelo es un tema de mucho interés en la actualidad, debido a su influencia en prácticamente todas las industrias a nivel global. Está basada en características netamente inorgánicas ya que el enfoque será dar facilidades en la búsqueda de información de suelos de cualquier punto dentro del Ecuador Continental donde se vaya a desarrollar un proyecto de ingeniería.

Se utiliza técnicas de difracción láser, técnicas de laboratorio de ingeniería civil tales como ensayos triaxiales, ensayo de resistencia al corte directo, clasificaciones de normas internacionales estandarizadas como lo es la USCS, granulometría fina todo para poder llegar a la obtención de los datos geomecánicos y mineralógicos que formaran parte de la base de datos homogeneizada de suelos ecuatorianos.

Se obtuvo fichas con los parámetros de resistencia al corte, la taxonomía de los suelos respecto a la norma USCS, además de gráficas con distribuciones granulométricas y los esquemas donde se mostrarán los análisis difracción láser con las respectivas composiciones mineralógicas de cada uno de los puntos muestreados.

Palabras Clave: Suelos, Base de datos, Ecuador, Geomecánica.

ABSTRACT

The next project is looking for the creation of the first stage of a soil database of Ecuador, based on their geomechanical and mineralogical characteristics.

The knowledge of soil behavior is a topic of much interest today because of its influence in all industries globally.

It is based on inorganic characteristics as the focus will provide facilities in search of soil information from any point within the Continental Ecuador where it will develop an engineering project.

Techniques of laser diffraction, laboratory techniques of civil engineering such as triaxial tests, resistance test direct shear, classifications of international standards standardized as is the USCS, fine-grained everything to reach obtaining geomechanical data and mineralogical that will be part of the Ecuadorian soil data base homogenized.

Files with parameters shear strength, taxonomy soil regarding USCS standard also graphics with particle size distributions and patterns where diffractometric analysis are shown with the respective mineralogical compositions of each of the sampled points was obtained.

Keywords: soils, database, Ecuador, geomechanical

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VIII
SIMBOLOGÍA	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
CAPÍTULO 1	14
1. Introducción	14
1.1 Descripción del problema	16
1.2 Justificación del problema.....	16
1.3 Objetivos.....	17
1.3.1 Objetivo General	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
1.4 Marco teórico	17
1.4.1 Base de datos	17
1.4.2 Horizontes del suelo.....	22
1.4.3 Límite de Atterberg.....	23
1.4.4 Densímetro.....	23
1.4.5 USCS (Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos).....	24
1.4.6 Difracción Láser (LD)	26
1.4.7 Cohesión	28
1.4.8 Círculo de Mohr.....	28

1.4.9	Ensayo triaxial	29
1.4.10	3DXRCT	30
1.5	Marco regional	31
1.5.1	Andes del Norte.....	32
1.5.2	Andes centrales.....	32
1.5.3	Andes del sur	33
1.5.4	Llanura Costera.....	33
1.5.5	Relieves Costeros	33
1.5.6	Costa Norte	34
1.5.7	Costa central	34
1.5.8	Llanura de la Costa Occidental	35
1.5.9	Llanuras aluviales bajas	35
1.5.10	Relieve de la Amazonia.....	36
1.5.11	Relieves Subandinos.....	36
1.5.12	Colinas y Valles Periandinos.....	37
1.5.13	Piedemontes Periandinos	37
1.6	Geología Local.....	37
1.6.1	Costa.....	37
1.6.2	Sierra.....	41
1.6.3	Oriente	45
CAPÍTULO 2.....		47
2.	Metodología	47
2.1	Mapa Metodológico	47
2.2	Preparación de muestras.....	53
2.3	Ensayo de granulometría fina	57
2.3.1	Procedimiento	58

2.4	Ensayo triaxial (UU)	60
2.4.1	Procedimiento	61
2.5	Ensayo de difracción	62
CAPÍTULO 3.....		64
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	64
CAPÍTULO 4.....		74
4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	74
4.1.	Conclusiones	74
4.2.	Recomendaciones	74
5.	Anexos	75
5.1	Granulometría fina: Tabla de frecuencias y patrón de distribución de tamaño de partículas con curva granulométrica	75
5.1.1	Puyo	75
5.1.2	Ibarra.....	76
5.1.3	Portoviejo	77
5.1.4	Guayaquil	78
5.1.5	Túlcan	79
5.1.6	Azogues	80
5.1.7	Macas.....	81
5.1.8	Tena	82
5.1.9	Santo domingo	83
5.1.10	Cuenca.....	84
5.1.11	Zamora.....	85
5.1.12	Dúran	86
5.1.13	Ambato.....	87
5.1.14	Pedernales	88
5.1.15	Riobamba.....	89

5.1.16	Jaramijó.....	90
5.1.17	Esmeraldas	91
5.1.18	Baños	92
5.1.19	Santa elena	93
5.1.20	Latacunga	94
5.1.21	Nueva loja	95
5.1.22	Cotopaxi	96
5.1.23	Guaranda	97
5.1.24	Manta	98
5.1.25	Francisco de orellana (coca)	99
5.1.26	Loja	100
5.1.27	Quito.....	101
5.1.28	Machala.....	102
5.1.29	Babahoyo	103
5.1.30	Daular.....	104
5.1.31	Posorja	105
5.2	Difractometría de los 17 puntos	106
5.2.1	Puyo	106
5.2.2	Ibarra.....	106
5.2.3	Portoviejo	107
5.2.4	Guayaquil	107
5.2.5	Tulcán	108
5.2.6	Azogues	108
5.2.7	Sto. Domingo	109
5.2.8	Cuenca.....	109
5.2.9	Zamora.....	110

5.2.10	Ambato.....	110
5.2.11	Jaramijó.....	111
5.2.12	Baños.....	111
5.2.13	Santa Elena.....	112
5.2.14	Latacunga	112
5.2.15	Loja	113
5.2.16	Quito.....	113
5.2.17	Babahoyo.....	114
6.	BIBLIOGRAFÍA	115

ABREVIATURAS

DEM	Discrete Element Method
EDS	Energy Dispersive Spectroscopy
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FAO	Food and Agriculture Organization
GIS	Geographic Information System
HWL	High Water Level
LD	Laser Diffraction
LS	Level Sets
LL	Liquid Limit
LWL	Low Water Level
MC	Mohr-Coulomb failure criterion
PI	Plastic Index
SEM	Scanning Electron Microscope
USCS	Unified Soil Classification System
UU	Unconsolidated Undrained
UTM	Universal Transversal Mercator
WGS	World Geodetic System
XRD	X-Ray Diffraction
3DXRCT	3D X-Ray Computed tomography

SIMBOLOGÍA

mg	Miligramo
m	Metro
Fm	Formación geológica
µm	Micrómetro

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.1 Regiones de Ecuador Continental (León 2010; Winckell et al. 1997b)	15
Ilustración 1.2 Tabla de órdenes de suelos en las provincias de Argentina (FAO,2017)	18
Ilustración 1.3 Mapa de suelos de Argentina disponible para descarga gratuita en página oficial de la FAO, vista en Arcmap	18
Ilustración 1.4 Simbología de los tipos de suelos descritos en el mapa anterior	19
Ilustración 1.5 Tabla de atributo con todas las características que fueron tomadas en cuenta para la realización del mapa	19
Ilustración 1.6 Mapa de Suelos de Cuba (FAO,2016).....	20
Ilustración 1.7 Sitio Web con información de los suelos de Nueva Zelanda: Manaaki Whenua	20
Ilustración 1.8 Ejemplo de mapa de características de suelo a partir de una base de datos, caso de Nueva Zelanda (norte).....	21
Ilustración 1.9 Ejemplo de mapa de características de suelo a partir de una base de datos, caso de Nueva Zelanda (centro-sur).....	21
Ilustración 1.10 Componentes del suelo por capas (Farrell et al, 2016)	22
Ilustración 1.11 Estados de un suelo en función de los límites de Atterberg (Vélez, 2012).....	23
Ilustración 1.12 Densímetro TROXLER 3430	24
Ilustración 1.13 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS).....	25
Ilustración 1.14 Tabla de plasticidad modificada y clasificación unificada de suelos para suelos de grano fino (FAO,2017)	25
Ilustración 1.15 Representación de la influencia del contenido de agua del suelo con respecto a su reflectancia	26
Ilustración 16 Mecanismo para detectar luz difractada / dispersada en el detector (Shimadzu, 2019).....	27
Ilustración 1.17 Curva granulométrica de un suelo (Suarez, 2006)	28
Ilustración 1.18 Ejemplo de Círculo de Mohr	29
Ilustración 1.19 Esquema de célula triaxial y su funcionamiento	30
Ilustración 1.20 Tomografía por rayos X. Fuente: Ketcham R. (2017).	31

Ilustración 1.21 Representación esquemática de la topografía del Ecuador (Marruecos et al, 1997).....	31
Ilustración 1.22 Extracto del mapa geológico de la margen costera del Ecuador (Reyes, 2012.).....	34
Ilustración 1.23 Principales fallas y características geomorfológicas del Ecuador (Aspden,1992)	36
Ilustración 1.24 Mapa Geológico de la zona de Pedernales (Méndez, 2018)	40
Ilustración 1.25 Vista en perspectiva desde el NE del antiguo volcán Cubilche (OCV), el joven volcán Cubilche (YCV) y el volcán Imbabura, la línea roja indica la cicatriz dejada por el colapso del sector; (Roverato et al, 2018).....	42
Ilustración 1.26 Vista panorámica del volcán Carihuairazo (IGM, 2015).....	43
Ilustración 1.27 Estructura del Chimborazo (Beate et al, 1989).....	44
Ilustración 1.28 Vista superior del Río Pachanlica, se notan las terrazas	44
Ilustración 1.29 Mapa de paleocorrientes de las formaciones neógenas de la Cuenca Oriente: Fm. Mera (Baby et al, 2014).....	46
Ilustración 2.3 Toma de muestras y eliminación de capa orgánica, en este caso 50 cm (parte oscura). (Espinoza, 2018).....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla con coordenadas de los puntos muestreados (WGS84).....	51
Tabla 2. Tabla de plasticidad de los primeros 29 puntos	64
Tabla 3. Tabla de esfuerzos	65
Tabla 4. Distribución granulométrica.....	66
Tabla 5. Tabla con datos estadísticos obtenidos del estudio de granulometría fina ..	67
Tabla 6. Tabla con datos estadísticos obtenidos del estudio de granulometría fina ..	68
Tabla 7. Tabla con la clasificación de suelos USCS	69
Tabla 8. Tabla compilada de los datos estadísticos.....	70
Tabla 9. Tabla de relación entre la curtosis y los parámetros de resistencia al corte	71

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Cuando nos referimos al suelo estamos hablando de la parte superficial de la tierra, desarrollada en la parte superficial de las rocas y que se sabe que es biológicamente activa. Suelo viene derivado de la palabra en latín *solum* que tiene como significado suelo, tierra o parcela.

La calidad de los suelos es muy variada ya que va a depender de la ubicación y de su naturaleza, también va a estar dependiendo de las prácticas que hayan sido implementadas sobre ellos, así como sus propiedades químicas, físicas y biológicas.

La importancia de los suelos radica en que es juega un papel importante en la sociedad con sus aplicaciones como lo son la minería, la construcción, la agricultura, entre otros.

El suelo ha sido estudiado desde épocas remotas hasta la actualidad, pero para conocer las características de los suelos se necesita de un conocimiento previo para comprenderlo, ya que la naturaleza de los suelos la mayoría del tiempo es heterogénea.

La comprensión del comportamiento de los suelos es de gran importancia para las naciones en la actualidad debido a que es un recurso natural que juega un papel importante sobre todo en los países con riesgos geológicos inminentes.

Debido a las particularidades de la ubicación geográfica de Ecuador, sus condiciones climáticas y factores geológicos y tectónicos, se tiene un largo historial de terremotos, inundaciones, erupciones volcánicas, deslizamientos entre otros peligros geológicos.

Un ejemplo de esto es que al tener en nuestro territorio parte de los Andes, sus pendientes con gran ángulo, son clave para dar lugar a deslaves. Las torrenciales lluvias, que caen en nuestra Costa y Amazonía, producen inundaciones a menudo, y en las épocas secas se hacen presente sequías y los incendios en los páramos.

Sabemos que el Ecuador está situado en el punto de encuentro de las placas de Nazca y Sudamérica, y por lo tanto se encuentra en una de las zonas tectónicamente más complejas en el mundo.

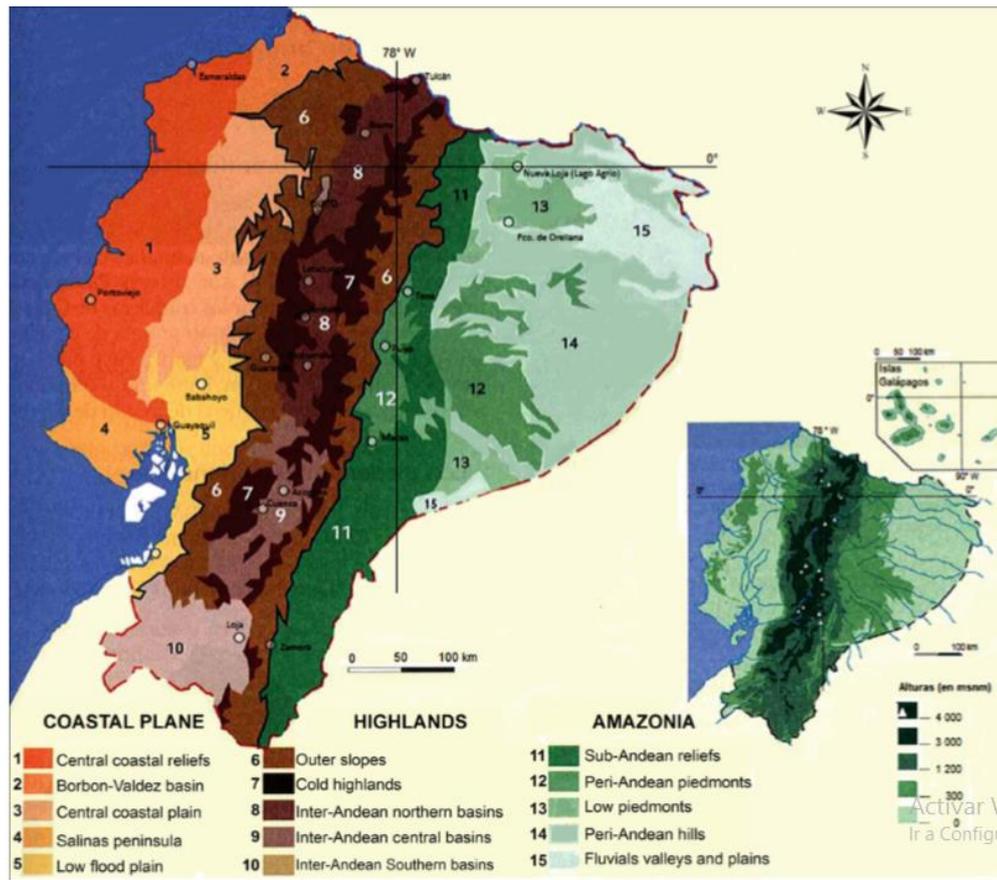


Ilustración 1.1 Regiones de Ecuador Continental (León 2010; Winckell et al. 1997b)

Ecuador es parte del denominado “cinturón de fuego del Pacífico”, con una larga serie de volcanes en su mayoría activos que provocan una permanente actividad sísmica y volcánica y determinan una elevada vulnerabilidad. Ecuador se encuentra dentro de una zona de bajas presiones, en un punto de convergencia intertropical, es una zona con alto peligro hidrometeorológico que da lugar a fenómenos como inundaciones, sequías o efectos del fenómeno El Niño.(FAO, 2010)

Ecuador en el cinturón de fuego

A pesar de este alto riesgo al que está expuesto el país no se tienen estudios completos del comportamiento del suelo, a pesar de que se tienen mapas de características mecánicas, de características químicas, además de su clasificación, es decir la taxonomía del suelo, todo esto debido a la complejidad de recopilación de datos, los altos costos de exploración del suelo y la falta de procedimientos estandarizados. (Betancourt et al, 2018)

1.1 Descripción del problema

En Ecuador ya existen trabajos sobre los suelos, que fueron enfocados en sus características químicas (fueron realizados con fines agrícolas), de características mecánicas (microzonificación sísmica), además de la clasificación de suelos (taxonomía de suelos), pero estos trabajos o bien han sido realizado por separado o no cubren por completo el territorio nacional además de que fueron desarrollados con metodologías diferentes por lo que resulta complicado correlacionarlos.

Un ejemplo de los trabajos que se han realizado sobre los suelos de Ecuador anteriormente es que realizó la FAO en el 2010 titulada “El Ecuador: un país con elevada vulnerabilidad” o el que realizó a escala nacional en el año 2018, José Espinoza “Soil of Ecuador”, donde se realizó un estudio edafológico.

En países como Argentina, Cuba y Nueva Zelanda, las bases de datos sobre las características de sus suelos a nivel nacional han sido desarrolladas y siguen actualizándose año a año, esto lo realizan asociaciones gubernamentales o privadas. Las características que se toman a consideración varían dependiendo el objetivo con el que se las desarrollan: algunos países se enfocan en la parte orgánica, mientras que para otros tiene más importancia la parte inorgánica de los suelos. En este caso para nuestro trabajo tendrá más importancia la parte inorgánica.

1.2 Justificación del problema

El presente trabajo se enfocará en la propuesta para la primera base de datos de los suelos a nivel nacional para ayudar en la ingeniería civil o para estudios geotécnico. El portal de suelos de la FAO (siglas en inglés de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) cuenta con una colección de los datos de calicatas a nivel mundial, y estos a su vez son requeridos para aplicaciones en Cartografía Digital de Suelos.

Una base de datos de las principales características de los suelos ecuatorianos es esencial para tener conocimientos previos de los suelos en cualquiera que sea la zona del país donde se quiere realizar algún proyecto. Estos datos serán utilizados en simulaciones computacionales con fines de predicción y prevención de daños en infraestructuras y pérdidas de vidas que se dan en los fenómenos naturales.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Generar una base de datos homogénea a nivel nacional compilando las características geomecánicas y mineralógicas para futuros estudios de ingeniería.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Clasificar los suelos del Ecuador utilizando la norma USCS.
- Caracterizar mineralógicamente los suelos nacionales mediante técnicas XRD
- Determinar las principales propiedades de las muestras para futuros estudios morfológicos según la técnica 3DXRCT

1.4 Marco teórico

1.4.1 Base de datos

Indica un conjunto de datos que se relacionan entre sí y que tiene como objetivo servir a una o más personas, sin pleonasmos que puedan perjudicar y que resultan innecesarios, además que no va a depender de la aplicación con la que se la utilice y no tiene fines específicos. (Pérez, 2007)

Un ejemplo de base de datos de suelos es la de argentina, los datos de esta se pueden descargar de la página oficial de la FAO (<http://data.isric.org/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/ee206a45-4337-4008-8d74-d737b65ba3f0>) con las tablas y shapefiles con la información de los suelos, el gobierno de este país quiso darle especial enfoque a su base de datos al tema de la agricultura por lo que se prioriza la parte orgánica también se complementa con el trabajo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria “Argentina: 200 años, 200 suelos” como se puede ver a continuación:

PROVINCIAS	ORDENES												Órdenes/ Provincia (1)
	Alfisol	Andisol	Aridisol	Entisol	Gelisol	Histosol	Inceptisol	Molisol	Oxisol	Spodosol	Ultisol	Vertisol	
Buenos Aires	○		○	X		○		X				X	6
Catamarca	X		X	X			X	X					5
Chaco	X			○			X	X					4
Chubut		X	X	X			○	X				○	6
Córdoba	X		○	○				X					4
Corrientes	X			X		○	X	X			X	X	7
Entre Ríos	○			○			○	X				X	5
Formosa	X		○	X			X	X					5
Jujuy	X		X	X				X					4
La Pampa			X	X				X					3
La Rioja			X	X									2
Mendoza			X	X		○	○	○					5
Misiones	X			X			○	X	X		X		6
Neuquén	○	X	X	X		○						○	8
Río Negro	X	X	X	X			X	X				○	7
Salta	○		○	X			○	X					5
San Juan			○	X									2
San Luis			○	X				X					3
Santa Cruz		X	X	X				X					4
Santa Fe	X			X				X					3
Sgo. del Estero	X		○	X				X					4
T. del Fuego(*)	X			X		X	X	X		X			6
Tucumán	X		○	X			○	X					5
Antártida(*)				○	X	X	○	X		X			6
Malvinas(*)	X			○		X	X						4
Provincias/ Orden (2)	17	4	16	26	1	7	14	21	1	2	2	6	

Ilustración 1.2 Tabla de órdenes de suelos en las provincias de Argentina (FAO,2017)

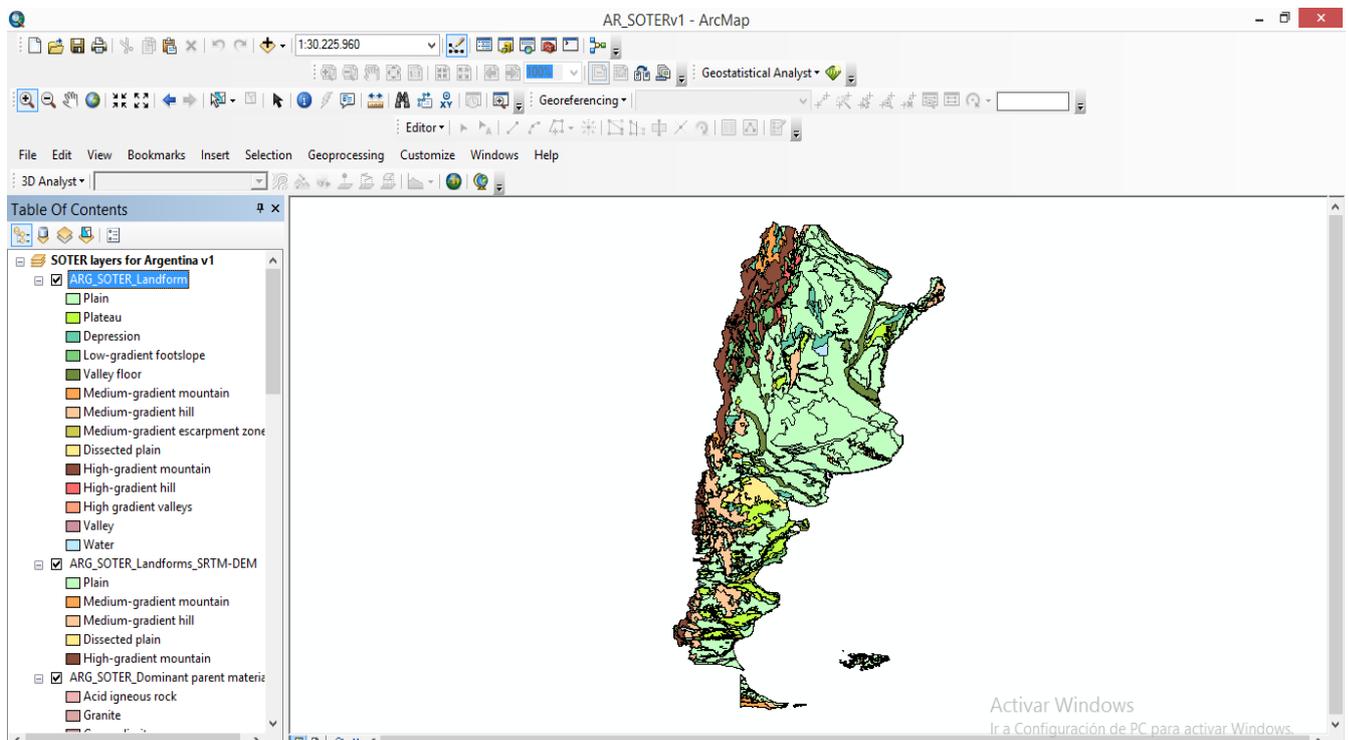


Ilustración 1.3 Mapa de suelos de Argentina disponible para descarga gratuita en página oficial de la FAO, vista en Arcmap

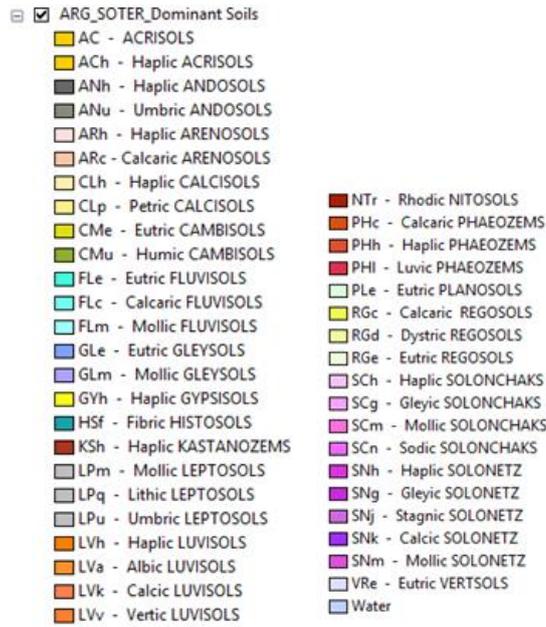


Ilustración 1.4 Simbología de los tipos de suelos descritos en el mapa anterior

CNTRNAME	ISO	NEWSUID	Elev_med	Elev_pot	Slope_med	Slope_pot	Relief_med	Relief_pot	Gridc_MAJ	Slope_clas	Elev_class	Relief_cla	Landform	Terrain	Lithology	Hysometry	Claf
ARGENTINA	AR	AR4	657	674	13.9	14.6	97	102	76400	15-30%	600-1500m	150-300	SM	SH	SC2	6	Lq
ARGENTINA	AR	AR8	271	339	0.7	0.9	6	8	62100	0.5-2%	300-600m	0-50m	LP	LP	UE	1	PHi
ARGENTINA	AR	AR21	203	203	0.7	0.7	6	6	52100	0.5-2%	200-300m	0-50m	LP	LP	UE	1	FLe
ARGENTINA	AR	AR20	121	111	0.8	0.9	7	8	42100	0.5-2%	100-200m	0-50m	LP	LP	UE	1	SNj
ARGENTINA	AR	AR3	3715	3660	3.3	3.3	36	35	93100	2-5%	3000-5000m	0-50m	LP	LP	UC	5	CMe
ARGENTINA	AR	AR1	3267	3267	32.9	32.9	294	294	96400	15-30%	3000-5000m	150-300	SM	TM	SC2	11	Lq
ARGENTINA	AR	AR2	4369	4586	14.4	11.9	147	115	96400	15-30%	3000-5000m	150-300	SM	TM	II	9	ANh
ARGENTINA	AR	AR180	215	215	0.8	0.8	6	6	52100	0.5-2%	200-300m	0-50m	LP	LV	UF	1	SNk
ARGENTINA	AR	AR29	3415	3459	0.9	1.4	8	14	92100	0.5-2%	3000-5000m	0-50m	LP	LD	UL	1	SCh
ARGENTINA	AR	AR6	821	861	17.7	21.4	140	166	76400	15-30%	600-1500m	150-300	SM	SH	SC2	5	CMu
ARGENTINA	AR	AR5	647	526	1.8	1.8	19	18	62100	0.5-2%	300-600m	0-50m	LP	LF	UC	2	KSh
ARGENTINA	AR	AR8	232	235	0.8	0.8	6	6	52100	0.5-2%	200-300m	0-50m	LP	LP	UF	1	SNg
ARGENTINA	AR	AR181	233	233	0.7	0.7	6	6	52100	0.5-2%	200-300m	0-50m	LP	LP	UE	1	LVv
ARGENTINA	AR	AR3	3715	4167	3.3	2.5	36	31	92100	0.5-2%	3000-5000m	0-50m	LP	LP	UC	5	CMe
ARGENTINA	AR	AR29	3415	3923	0.9	1.4	8	15	92100	0.5-2%	3000-5000m	0-50m	LP	LD	UL	1	SCh
ARGENTINA	AR	AR6	821	682	17.7	16.1	140	122	76400	15-30%	600-1500m	150-300	SM	SH	SC2	5	CMu
ARGENTINA	AR	AR7	265	265	1	1	9	9	52100	0.5-2%	200-300m	0-50m	LP	LV	UF	2	FLe
ARGENTINA	AR	AR8	232	231	0.8	0.8	6	6	52100	0.5-2%	200-300m	0-50m	LP	LP	UF	1	SNg
ARGENTINA	AR	AR9	271	254	0.7	0.7	6	6	52100	0.5-2%	200-300m	0-50m	LP	LP	UE	1	PHi
ARGENTINA	AR	AR185	608	608	3.6	3.6	35	35	63100	2-5%	300-600m	0-50m	LP	LF	SC2	3	PHi
ARGENTINA	AR	AR6	821	858	17.7	12.9	140	123	76400	15-30%	600-1500m	150-300	SM	SH	SC2	5	CMu
ARGENTINA	AR	AR184	820	521	11.3	7.9	95	78	64200	5-10%	300-600m	50-100m	SP	SH	SC2	6	Lq
ARGENTINA	AR	AR19	123	123	0.8	0.8	6	6	42100	0.5-2%	100-200m	0-50m	LP	LP	UF	1	SNk
ARGENTINA	AR	AR3	3715	3933	3.3	3	36	31	93100	2-5%	3000-5000m	0-50m	LP	LP	UC	5	CMe
ARGENTINA	AR	AR179	104	104	0.8	0.8	7	7	42100	0.5-2%	100-200m	0-50m	LP	LV	UF	1	GLm
ARGENTINA	AR	AR183	1236	1238	20.3	27.2	179	245	76400	15-30%	600-1500m	150-300	SM	TH	SC2	8	CMu
ARGENTINA	AR	AR29	3415	3723	0.9	0.6	8	5	92100	0.5-2%	3000-5000m	0-50m	LP	LD	UL	1	SCh
ARGENTINA	AR	AR3	3715	3933	3.3	3.2	36	35	93100	2-5%	3000-5000m	0-50m	LP	LP	UC	5	CMe
ARGENTINA	AR	AR2	4369	4345	14.4	14.6	147	149	96400	15-30%	3000-5000m	150-300	SM	TM	III	9	ANh
ARGENTINA	AR	AR177	100	100	1	1	9	9	42100	0.5-2%	100-200m	0-50m	SM	TM	II	1	FLe
ARGENTINA	AR	AR29	3415	3469	0.9	0.8	8	5	92100	0.5-2%	3000-5000m	0-50m	LP	LD	UL	1	SCh
ARGENTINA	AR	AR22	118	137	0.8	0.8	7	7	42100	0.5-2%	100-200m	0-50m	LP	LP	UF	1	CMe
ARGENTINA	AR	AR184	820	811	11.3	10.3	95	101	74200	5-10%	600-1500m	50-100m	SP	SH	SC2	6	Lq
ARGENTINA	AR	AR16	156	156	0.7	0.7	6	6	42100	0.5-2%	100-200m	0-50m	LP	LP	UE	1	PHi
ARGENTINA	AR	AR29	3415	3661	0.9	0.6	8	5	92100	0.5-2%	3000-5000m	0-50m	LP	LD	UL	1	SCh
ARGENTINA	AR	AR29	3415	3471	0.9	0.6	8	5	92100	0.5-2%	3000-5000m	0-50m	LP	LD	UL	1	SCh
ARGENTINA	AR	AR183	1236	1294	20.3	20.4	179	174	76400	15-30%	600-1500m	150-300	SM	TH	SC2	8	CMu
ARGENTINA	AR	AR3	3715	3862	3.3	2.8	36	30	92100	0.5-2%	3000-5000m	0-50m	LP	LP	UC	5	CMe

Ilustración 1.5 Tabla de atributo con todas las características que fueron tomadas en cuenta para la realización del mapa

Otra base de datos que se encuentra disponible en la página de la FAO en la región de Latinoamérica y el Caribe es la de Cuba, pero a diferencia de la de Argentina, solo se encuentra disponible la cartografía digital.

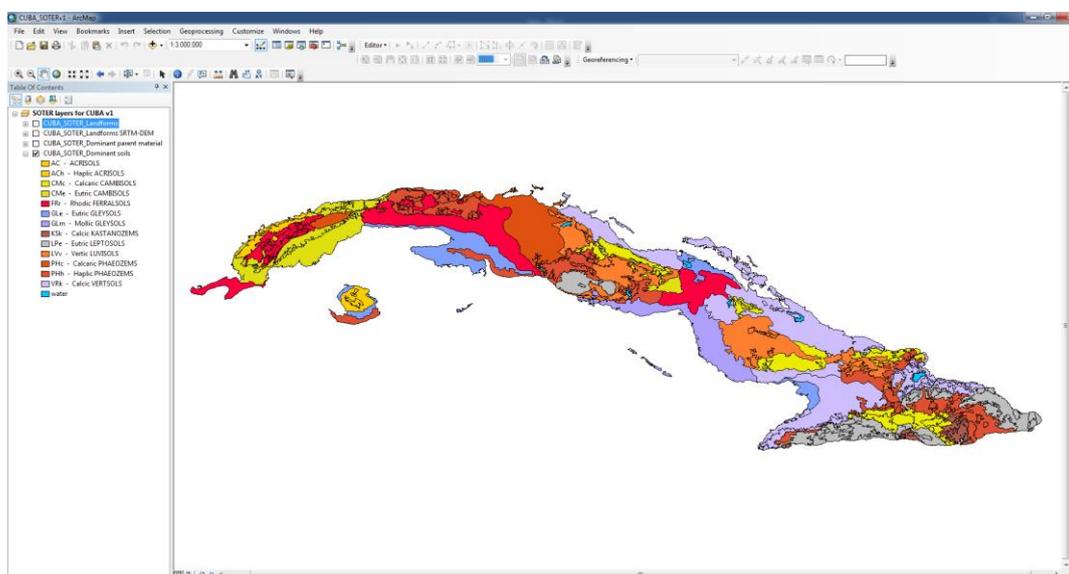


Ilustración 1.6 Mapa de Suelos de Cuba (FAO,2016)

Otro caso que se puede nombrar es el de Nueva Zelanda, y aunque al igual que el caso de Cuba, los datos no están disponibles de forma gratuita, la cartografía digital si lo está, el gobierno de este país en conjunto con la FAO trabaja con el visor S-Map Online de la organización Manaaki Whenua, donde se puede trabajar directamente en la página o descargando los mapas para trabajar en el software de su elección.



Ilustración 1.7 Sitio Web con información de los suelos de Nueva Zelanda: Manaaki Whenua

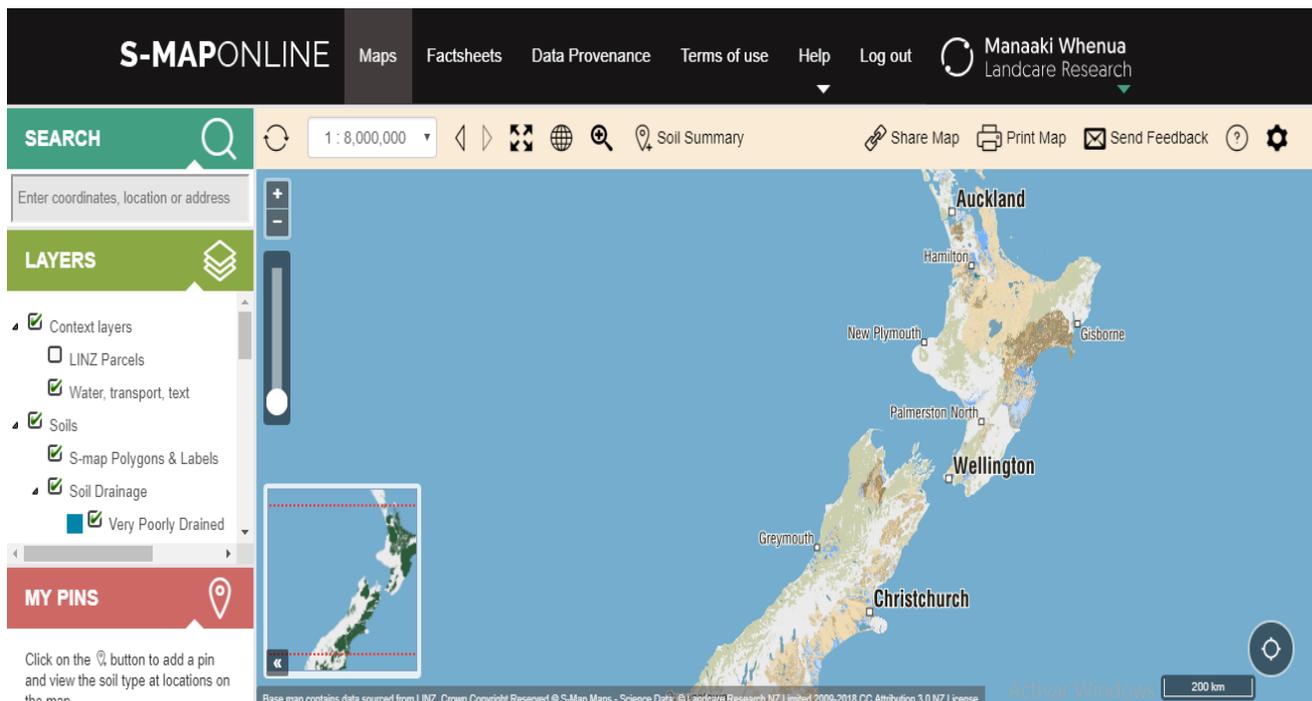


Ilustración 1.8 Ejemplo de mapa de características de suelo a partir de una base de datos, caso de Nueva Zelanda (norte)

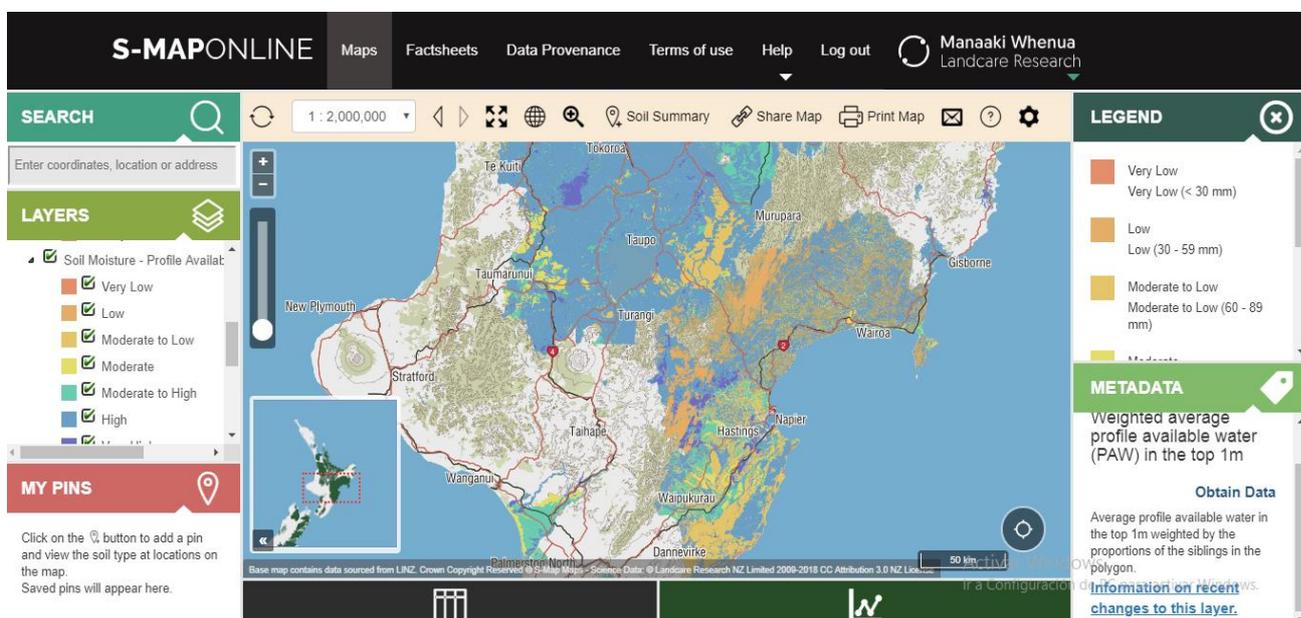


Ilustración 1.9 Ejemplo de mapa de características de suelo a partir de una base de datos, caso de Nueva Zelanda (centro-sur)

1.4.2 Horizontes del suelo

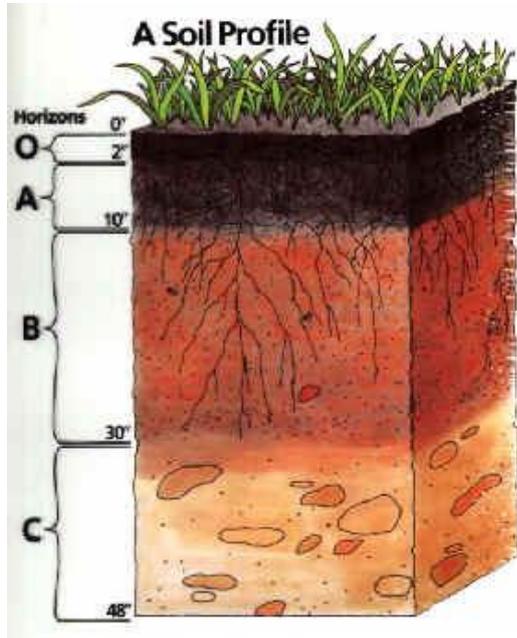
Los suelos son uniformes, y están distribuidos en diversas capas llamadas horizontes que tienen composiciones y tamaños distintos cada una. La capa superior suele ser compacta y poblada por una reducida cantidad de organismos. (Farrell et al, 2016)

Horizonte O: Es la parte más superficial del suelo, formado por hojas, ramas y restos vegetales.

Horizonte A: Su color es oscuro por la abundancia de materia orgánica descompuesta o humus elaborado, determinando el paso del agua arrastrándola hacia abajo, defragmentos de tamaño fino y de compuestos solubles.

Horizonte B: Carece prácticamente de humus, por lo que su color es de un tono rojizo claro, aquí están depositados los materiales arrastrados, principalmente, materiales arcillosos, óxidos e hidróxidos metálicos, etc.

Horizonte C: Constituido por la parte más alta del material rocoso in situ, sobre el que se apoya el suelo, más o menos fragmentado por la alteración mecánica y la química



Esquema del suelo:

O - Materia orgánica

A - Suelo

B - Subsuelo

C - Material parental

Ilustración 1.10 Componentes del suelo por capas (Farrell et al, 2016)

1.4.3 Límite de Atterberg

Los límites de Atterberg tienen relación directa con el contenido de agua que contiene un material/muestra y la cantidad que puede absorber, nos permite conocer los límites del rango de humedad en el cual el suelo se mantiene en estado plástico (Velez, 2012)

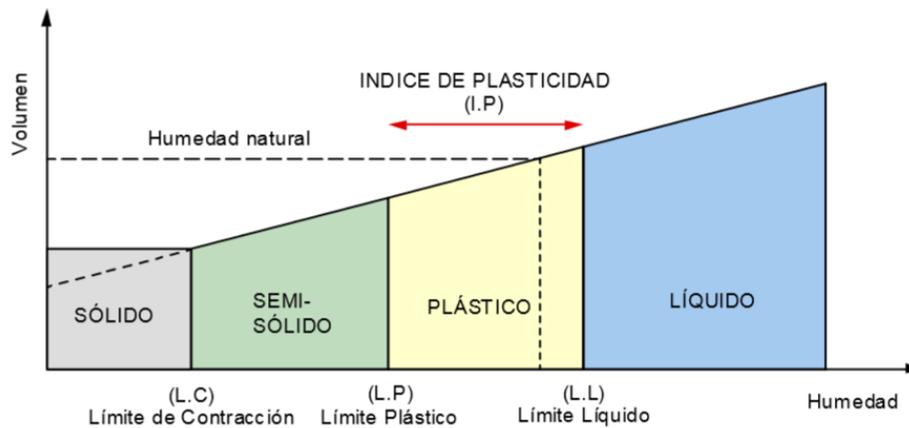


Ilustración 1.11 Estados de un suelo en función de los límites de Atterberg (Vélez, 2012)

1.4.4 Densímetro

Se trata de un equipo portátil que emite radiación ionizante y es utilizado para la medición de parámetros como humedad y densidad en suelos directamente en campo sin tener que recurrir al laboratorio.

La determinación de la densidad total o húmeda a través de este método, se basa en la interacción de los rayos gamma generados en una fuente radiactiva y los electrones de las órbitas exteriores de los átomos del suelo, la cual es captada por un detector gamma situado a corta distancia de la fuente emisora, dentro o adyacente al material a medir.

El número de electrones presente por unidad de volumen de suelo es proporcional a la densidad, se debe correlacionar el número relativo de rayos gamma dispersos con el número de rayos detectados por unidad de tiempo, y este es inversamente proporcional a la densidad húmeda.

La lectura de la intensidad de la radiación, es convertida a medida de densidad húmeda por medio de una curva de calibración apropiada del equipo. (Dávila et al, 2013)



Ilustración 1.12 Densímetro TROXLER 3430

1.4.5 USCS (Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos)

Es un sistema desarrollado por Arturo Casagrande como una variante/adaptación más general de su sistema de clasificación para aeropuertos, el cual fue presentado en 1942.

Esta clasificación divide los suelos en:

- Suelos de grano grueso.
- Suelos de grano fino.
- Suelos orgánicos.

Los suelos de granos gruesos y finos se logran distinguir mediante el tamizado de la muestra de suelo utilizando el tamiz No. 200. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en el tamiz y los finos a los que lo logran pasar, de este modo se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas de la muestra de suelo son retenidas en el tamiz No. 200 y fino si más del 50% de sus partículas son menores al mismo. Existen símbolos de grupo para definir los suelos. (Aybar, 2016)

Estos grupos contienen un prefijo y un sufijo. Los prefijos indican las iniciales de los nombres en inglés de los seis tipos de suelos principales: grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turbas, y los sufijos indican subdivisiones en los grupos. Los suelos gruesos se dividen en gravas y arena, y se separan con el tamiz No. 4, de esta forma un suelo va a pertenecer al grupo de grava si más del 50% es retenido en el tamiz No. 4 y será parte del grupo arena en caso contrario. (Mecapedia, 2014)

Por su parte los suelos finos están divididos en grupos: limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (C) y limos y arcillas orgánicas (O). Cada uno de estos suelos se va a subdividir a su vez según su límite líquido, en dos grupos cuyo límite es $LI = 50\%$. Si el límite líquido del suelo es menor de 50 se añade al símbolo general la letra L (low

compressibility). Y en el caso de que sea mayor a 50 se añade la letra H (high compressibility). (Aybar, 2016)

SIMBOLO	Características generales		
GW	GRAVAS (>50 % en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos <5%)	Bien graduadas
GP			Pobremente graduadas
GM		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENAS (<50 % en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos <5%)	Bien graduadas
SP			Pobremente graduadas
SM		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL < 50)	
MH		Alta plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL < 50)	
CH		Alta plasticidad (LL>50)	
OL	SUELOS ORGANICOS	Baja plasticidad (LL < 50)	
OH		Alta plasticidad (LL>50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

Ilustración 1.13 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS)

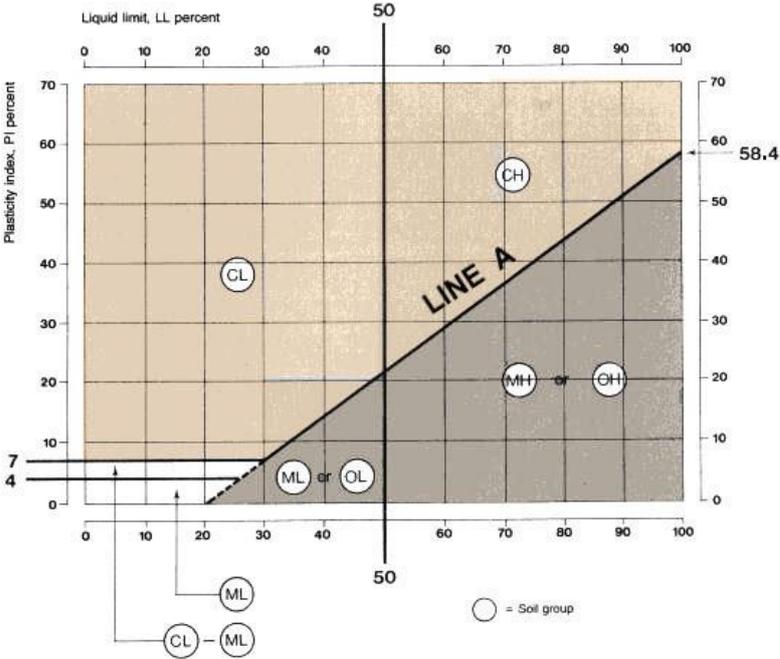


Ilustración 1.14 Tabla de plasticidad modificada y clasificación unificada de suelos para suelos de grano fino (FAO,2017)

1.4.6 Difracción Láser (LD)

La difracción láser es la técnica encargada de medir distribuciones de tamaño de partículas a través de la medición de la variación angular de la intensidad de la luz dispersada como un haz de láser que pasa a través de una muestra de partículas dispersas. (Malvern Panalytical, 2019)

Mientras que las partículas pequeñas dispersan la luz en ángulos grandes con relación al haz láser mientras que las grandes partículas lo hacen en ángulos pequeños. (Shimadzu, 2019)

Para calcular el tamaño de las partículas que son las responsables del patrón de dispersión se debe analizar los datos de intensidad de la dispersión angular, esto se hace utilizando esencialmente la teoría de Mie (teoría de dispersión de luz). El tamaño de partícula se registra como un diámetro de esfera equivalente en volumen. (Malvern Panalytical, 2019).

Un parámetro que se tiene en cuenta para este ensayo es la reflectancia la cual se mide en porcentaje o como una fracción entre 0 y 1, y mide la cantidad de luz reflejada por una superficie, para medir la reflectancia de los suelos se depende de tres parámetros: rugosidad, textura y humedad.

En el caso de la rugosidad se sabe que la estructura física de la superficie del suelo tiene incidencia en la reflexión de la radiación solar y a menor rugosidad de la superficie del suelo relativa a la longitud de onda de la radiación incidente, la reflectancia especular desde el terreno será mayor. (Jiménez, 2017).

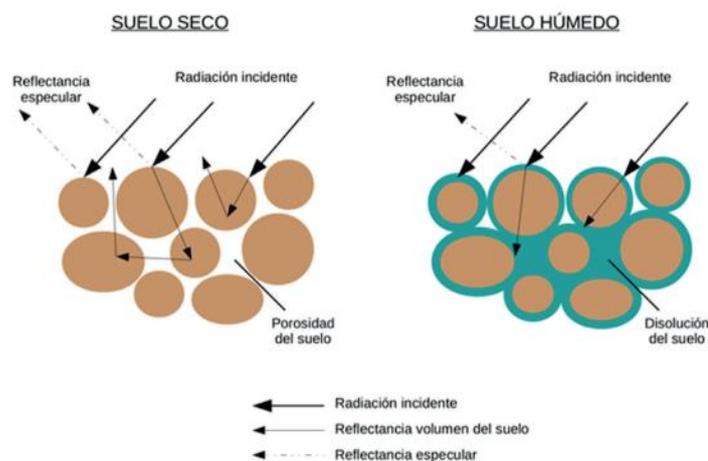


Ilustración 1.15 Representación de la influencia del contenido de agua del suelo con respecto a su reflectancia

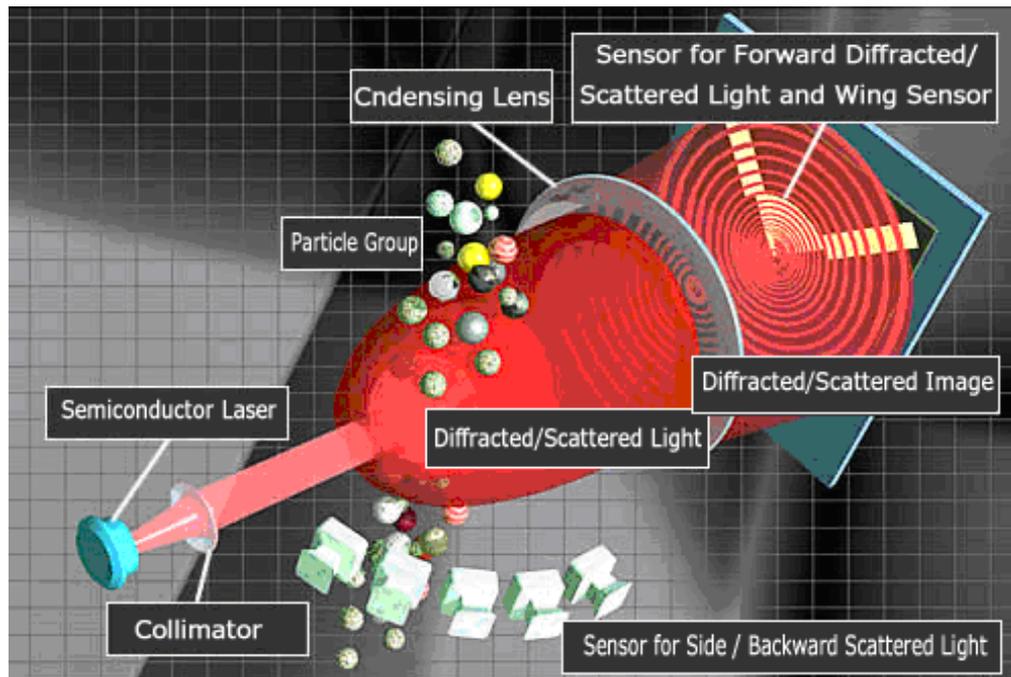


Ilustración 16 Mecanismo para detectar luz difractada / dispersada en el detector (Shimadzu, 2019)

Procedimiento de medición de patrones de distribución tamaños de partículas por medio de la difracción láser

1. El rayo láser que fue emitido desde la fuente de luz se transforma en un rayo más grueso al pasar por el colimador.
2. El grupo de partículas de la muestra que se va a medir será irradiado por este haz.
3. La luz difractada se emite a partir de todas las partículas irradiadas por el rayo láser, y como resultado de la superposición de las luces se va a formar un patrón de intensidad de la luz difractada.
4. El patrón de distribución de intensidad de luz de la luz dispersada hacia adelante es condensado por la lente, y se forma una imagen difractada que tiene forma concéntrica en el plano de detección situado a una distancia igual a la distancia focal.
5. Esta imagen difractada es detectada por el sensor de luz difractada / dispersada hacia adelante que se compone de elementos receptores de luz colocados concéntricamente, esta imagen también es detectada por los sensores que se encuentran hacia atrás y hacia los lados. (Shimadzu, 2019)

1.4.7 Cohesión

Es la principal propiedad mecánicamente hablando; se la define como la fuerza interparticular producida por el agua constitutiva suelo, cuando este no se encuentra saturado. La cohesión es importante desde el punto de vista de la estabilidad de taludes, ya que aumenta la resistencia de un suelo frente a esfuerzos cortantes (Suárez, 2006)

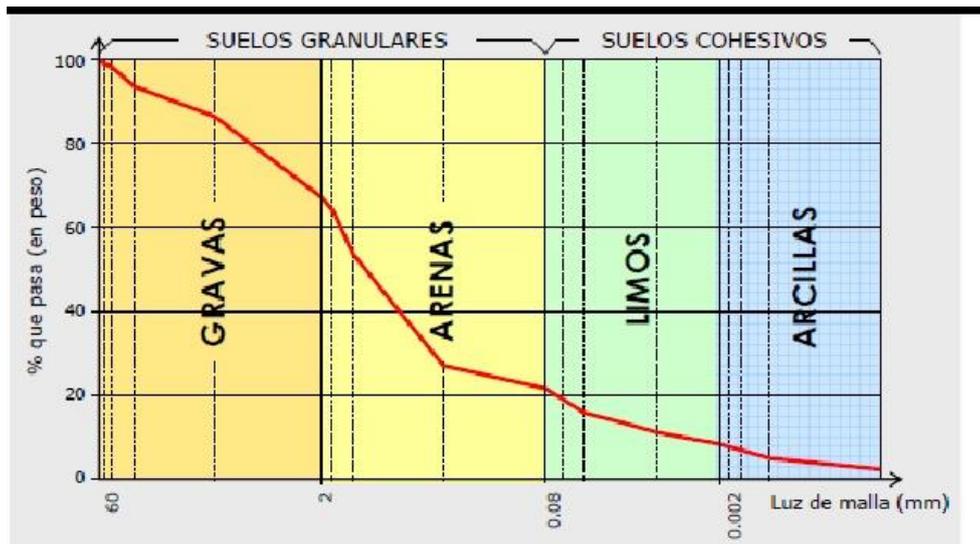


Ilustración 1.17 Curva granulométrica de un suelo (Suarez, 2006)

1.4.8 Círculo de Mohr

Es un método gráfico que nos ayuda a determinar el estado tensional en diferentes puntos del cuerpo. Entre las tensiones que existen en un cuerpo sometido a un cierto estado de cargas y con ciertas restricciones, se toma en cuenta las tensiones principales, que son aquellas que existen sobre ciertos planos del objeto, donde las tensiones de corte son nulas. Estas tensiones son de importancia para conocer la resistencia mecánica de una pieza. Se puede aplicar para estados tensionales en dos y tres dimensiones (Mecapedia, 2014)

Con el círculo de Mohr podemos conocer los esfuerzos actuantes sobre el suelo y su trayectoria

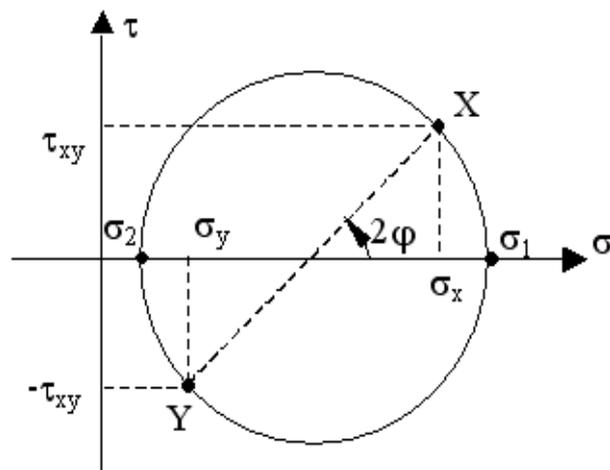


Ilustración 1.18 Ejemplo de Círculo de Mohr

1.4.9 Ensayo triaxial

El ensayo triaxial es un método confiable para la determinación de los parámetros de la resistencia al cortante. En el ensayo, un espécimen cilíndrico de suelo es revestido con una membrana de látex dentro de una cámara a presión que es igual en todo sentido y dirección. La parte superior e inferior de la muestra tiene discos porosos, los cuales se conectan al sistema de drenaje para saturar o drenar el espécimen. En estas pruebas se varía las presiones que van a actuar en tres direcciones ortogonales sobre la muestra de suelo, se realiza mediciones de sus características mecánicas en forma completa. Las muestras generalmente están sujetas a presiones laterales de un líquido, que suele ser en la mayoría del tiempo agua.

Se deben realizar al menos tres pruebas, con diferentes presiones laterales y luego ocupará un diagrama de círculo de Mohr, donde se representa los esfuerzos de falla de cada una de las muestras y trazando la tangente se determina los parámetros de cohesión y ángulo de fricción del suelo (c y φ)

Existen varios tipos de ensayo triaxiales:

- Prueba con consolidación y sin drenaje (CU)
- Prueba con consolidación y con drenaje (CD)
- Prueba sin consolidación y sin drenaje (UU)

1.4.9.1 Triaxial no consolidado no drenado uu

En la prueba de triaxial no consolidado no drenado (UU) no se permite en ningún momento la consolidación de la muestra. La válvula de comunicación entre la muestra y la bureta va a permanecer en todo momento cerrada impidiendo así el drenaje.

Primero, se aplica a la muestra una presión hidrostática.

Luego se falla el suelo con la aplicación rápida de la carga axial.

La probeta a utilizar tampoco es consolidada y por este motivo tampoco se disipa la presión de los poros cuando aplicamos la presión isotrópica de cámara σ_3 en el momento de la saturación. (Pereira, 2012)

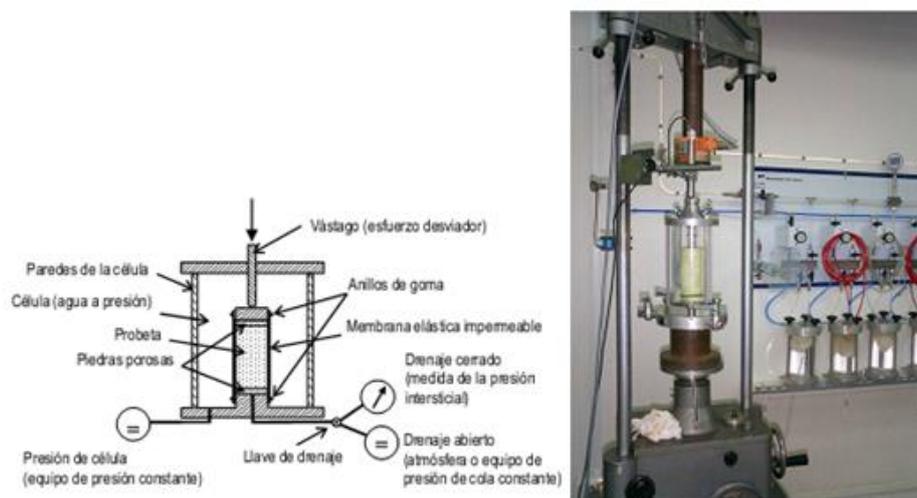


Ilustración 1.19 Esquema de célula triaxial y su funcionamiento

1.4.10 3DXRCT

También conocida como tomografía de rayos x 3D, está basada en la producción, emisión y posterior recepción de radiación electromagnética. La producción de dicha radiación se realiza mediante un “tubo de rayos X” que está compuesto por una fuente de poder, un cátodo y un ánodo. El cátodo es, la mayoría de veces, un filamento de tungsteno. Los electrones libres se aceleran hacia el ánodo, y, adquieren una significativa cantidad de energía cinética. Cuando estos electrones chocan con la placa de tungsteno que hay en el ánodo, pierden su energía cinética, es entonces cuando se genera un fotón luego de que se llenen las vacantes dejadas. Estos rayos logran p traspasar los cuerpos, pero se ven afectados por el coeficiente de atenuación lineal de los materiales, que se define como la capacidad de un material para detener fotones y

es proporcional a su densidad y también a su número atómico y, finalmente define las secciones dependiendo de qué tanto fueron retenidos los fotones en su trayecto (Ramírez, Arboleda, & McCollough, 2008).

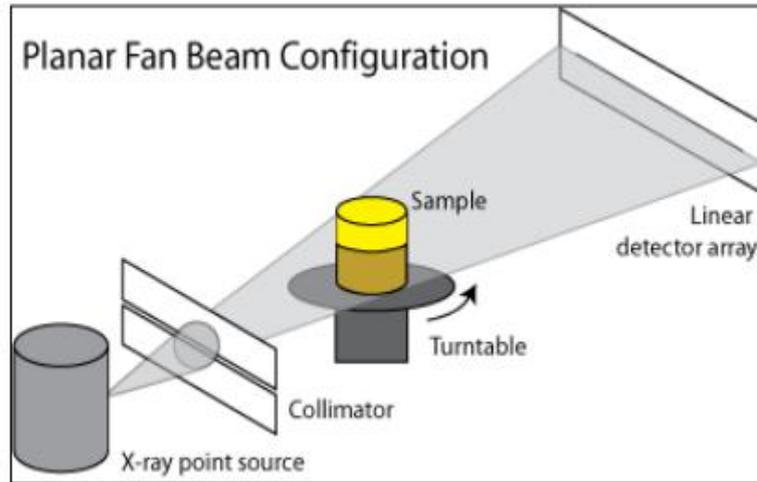


Ilustración 1.20 Tomografía por rayos X. Fuente: Ketcham R. (2017).

1.5 Marco regional

La cordillera de los Andes divide el territorio continental de Ecuador en tres regiones diferentes:

- Planicie de la Costa
- Sierra
- Amazonía

Cada uno de ellos es un sistema complejo y diverso de climas, suelos, la biodiversidad y los paisajes presentes debido a la combinación del carácter ecuatorial de la zona y el nivel del mar hasta 6310 m en la cumbre del volcán Chimborazo. (Marruecos et al, 1997)

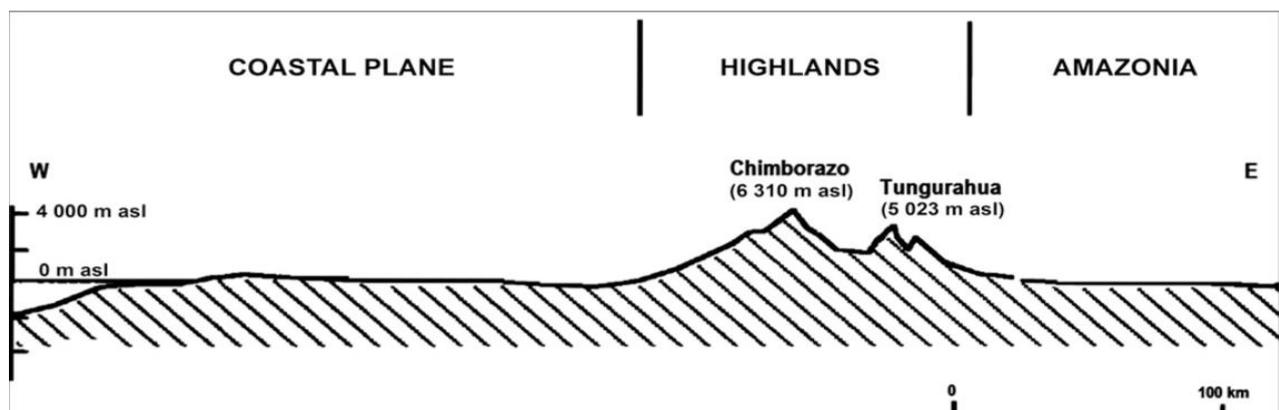


Ilustración 1.21 Representación esquemática de la topografía del Ecuador (Marruecos et al, 1997)

La Cordillera de los Andes es la cordillera, con un ancho que varía de 100 a 150 km de este a oeste. La parte central es la más estrecha, pero se ensancha hacia el sur debido a la Amazonía, la cordillera subandina alcanza un ancho de 180 - 200 km. En el norte, en la zona situada entre la frontera con Colombia y el Ecuador, la cordillera tiene dirección SSO - NE y SW -NE que se extiende en Colombia. En el centro, entre el Ecuador y paralelo 2 ° 30 ' S, la dirección es meridiano. Al sur, entre el Ecuador y la frontera con Perú, los Andes se orientan en una dirección SSO-NNE, paralela a la línea costera (Winckell et al. 1997b).

1.5.1 Andes del Norte

Desde la frontera con Colombia a latitud 2°15 ' S (Palmira-Alausí) la gran cordillera forma lo que Humboldt llama la “Avenida de los volcanes” debido a la presencia de muchos volcanes, algunos de ellos activos como el Tungurahua con 5023 m, y el Chimborazo con 6310 m, el cual forma dos cordilleras secundarias a ambos lados de los Andes (Winckell et al. 1997b). Estas cordilleras tienen flancos extremos muy empinados que son visibles desde la costa o desde la Amazonía, con elevaciones que van hasta los 4000 – 4500 m, con una orientación meridional en el centro, y con orientación hacia el este en el límite del norte. El relieve de esta zona se caracteriza por la huella glacial cuaternario encontrado en las cumbres y por los depósitos eólicos frecuentes de materiales volcánicos.

1.5.2 Andes centrales

Los Andes centrales se extienden al sur de Palmira-Alausí y hasta la latitud de Zaruma-Saraguro. Esta sección de los Andes del Ecuador tiene la forma de una amplia meseta monótona, sin volcanes recientes grandes como en los Andes del Norte. El relieve de esta zona se formó por efusiones volcánicas que a su vez en tienen influencia en la geomorfología. La anchura de la plataforma alcanza 40 km al oeste de Cuenca y la altitud disminuye hacia el sur, donde sólo se llega a 3800 m al oeste de Zaruma. Los dos principales valles paralelos, orientados NE a SW, varían en altitud de 1600 m en Santa Isabel a 2500 m en Saraguro, y se unen a través de una sección montañosa ortogonal al oriente

1.5.3 Andes del sur

De la latitud de Zaruma-Saraguro a la frontera con Perú, el relieve está caracterizado por la presencia de sitios de baja que van SSW y sitios más altos que apenas llegan a 2500 m y no muestran ninguna evidencia de glaciares (Winckell et al. 1997b). El relieve en el sur está formado por crestas alargadas en valles ensanchados transversales, como los formados por los ríos Catamayo y Puyango, que drenan pequeñas depresiones aisladas que tienen diferente forma. El aspecto fragmentado de los Andes del Sur es notorio para la reducción progresiva de la altitud de la Cordillera Occidental, que cambia gradualmente para formar los relieves inferiores de la Costa del Oeste

1.5.4 Llanura Costera

La llanura costera comienza a los pies de la cordillera Andina occidental con una orientación de norte a sur paralela a las montañas andinas. El ancho de esta franja es variable, alcanzando unos 100 km al norte, 180 km en el centro, mientras que en el sur disminuye a 20-40 km alrededor de Guayaquil. En general, el relieve de la Llanura Costera es moderada; el punto más alto alcanza los 830 metros y está localizada en la parte central sur de la región. En la llanura costera podemos distinguir dos secciones geográficas:

- (a) relieves Costeros del este y del norte y
- (b) planicies costeras del sur y del oeste (Winckell et al. 1997b).

1.5.5 Relieves Costeros

Esta área está localizada en el oeste en una línea que conecta Quinindé (norte) con Guayaquil (sur). Estos relieves están divididos en tres partes bien definidas:

- Costa Norte
- Costa Central
- Península de Santa Elena

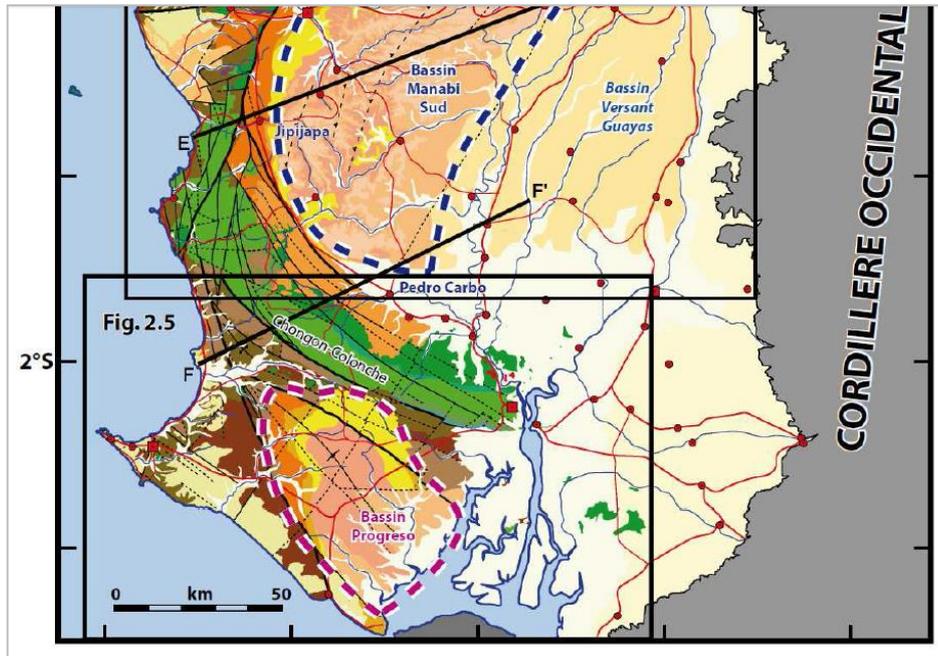


Ilustración 1.22 Extracto del mapa geológico de la margen costera del Ecuador (Reyes, 2012.)

1.5.6 Costa Norte

Entre el río Guayllabamba y la frontera con Colombia, hay una gran cuenca rodeada por altos relieves vecinos. El lado sureste de esta cuenca es el flanco del oeste de los Andes, y el otro lado está formado por las colinas altas de Viche, que son el extremo norte de la costa central que revive, con altitudes que oscilan entre los 400 y los 600 m.

Esta gran depresión, abierta al Pacífico océano hacia el noroeste, tiene un relieve muy ligero, dominada por estructuras tabulares y colinas disecadas con altitudes entre 200 y 400 m, que en la cuenca Borbón-Valdez se convierten en pequeñas colinas y llanuras onduladas.

1.5.7 Costa central

Esta formación tiene altos relieves caracterizados por una línea central de 20 km de ancho y 800 m de altura llamado Mache al norte y Colonche al sur. Esta cordillera, con una orientación general NNE – SSW, toma una curva hacia el sureste (sur de Jipijapa) y continúa hacia abajo a Guayaquil. Estos relieves desaparecen en el medio de la cordillera, entre Chone y Portoviejo sección, donde solamente algunos macizos de aproximadamente 600 m están presentes.

La costa central está bordeada a ambos lados por relieves montañosos. Una estrecha franja de colinas de baja altitud (400 m) se encuentra al oeste, con excepción del relieve

situada en el suroeste de Manta que avanza a San Lorenzo, el relieve entre Portoviejo y Chone. Hacia el este, el relieve es simple y consiste en dos conjuntos físicas:

- (a) Relieve con características sedimentarias ubicadas al norte, en una línea de Portoviejo a El Empalme que disminuye lentamente en altura hacia el este y se inclina hacia la llanura oriental, y
- (b) Relieve Sur de atractivas formaciones tabulares horizontales de 400–450 m de altura, orientadas hacia Guayaquil

1.5.8 Llanura de la Costa Occidental

Estas llanuras se extienden desde Quinindé en el norte hasta Huaquillas en el sur, alcanzando una anchura de 90 km, de este a oeste, en Guayaquil, y de 15 - 20 km al norte de Machala. Hay dos tipos de llanuras:

- Altiplano central
- Bajo llanura aluvial.

Altiplano central

Este relieve ondulado está situado entre Quinindé al norte y Daule-Catarama al sur. La altitud de referencia es de 650 m en Santo Domingo y se reduce a 220 m hacia Quinindé en el noroeste y 20 – 40m hacia el sur. Esta estructura se originó a partir de conos y antiguas planicies estiradas ligeramente diseccionadas. El tramo máximo de esta zona alcanza 80 km al norte de Santo Domingo.

1.5.9 Llanuras aluviales bajas

Este relieve monótono está situado al sur de los Altos Llanos Centrales a una altura de 20 m o inferior. Las zonas susceptibles a inundaciones se encuentran en la desembocadura del río Guayas. Las transiciones al medio marino son los manglares que abundan en las islas formadas por las deposiciones de sedimentos acumulados en el río Guayas. En el punto de contacto de la llanura con la cordillera occidental aparecer algunos conos de coalescencia que forman las faldas.

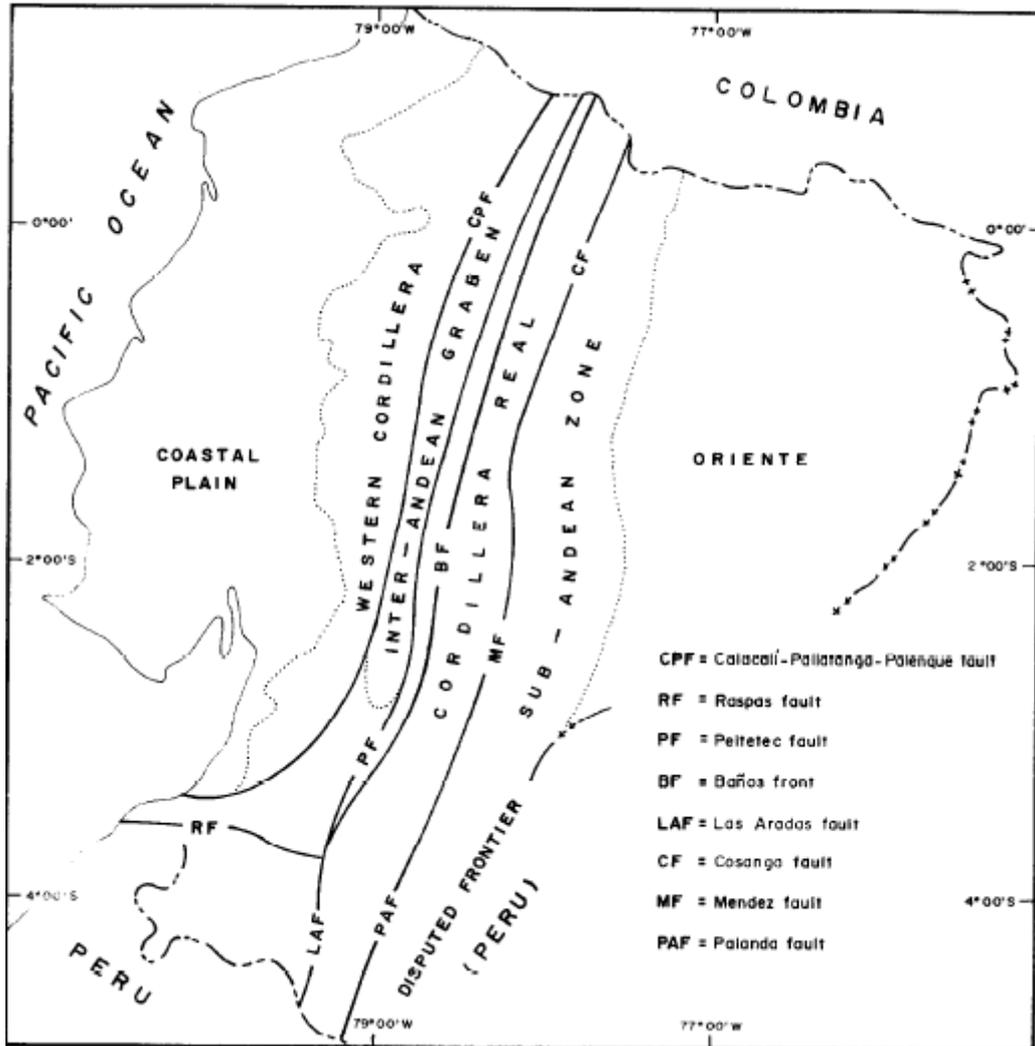


Ilustración 1.23 Principales fallas y características geomorfológicas del Ecuador (Aspden,1992)

1.5.10 Relieve de la Amazonia

El relieve de la Amazonia ecuatoriana se divide en tres tipos de formas (Winckell et al., 1997):

- a) Piedemonte peri-Andino
- b) Montañas y valles peri-andinos.
- c) Relieves subandinos

1.5.11 Relieves Subandinos

Se trata de relieves montañosos o sub-montañosos (2 500 y 500 m de altura). Nombres locales, como las cordilleras de Lumbaquí, Huacamayos, Cutucú o Cóndor, indican los

paisajes más elevados o accidentados de estos relieves subandinos (Winckell et al.1997).

1.5.12 Colinas y Valles Periandinos

Este relieve monótono, menor a 300 msnm, está formado por colinas desarrolladas sobre rocas sedimentarias terciarias y recubrimientos continuos a los esparcimientos cuaternarios.

1.5.13 Piedemontes Periandinos

Los Piedemontes Periandinos se encuentran principalmente en la región central de la Amazonía ecuatoriana, a ambos lados del río Pastaza. Estas formaciones están constituidas por dos grandes tipos:

- a) piedemontes elevados o mesas, y
- b) bajo-piedemontes.

1.6 Geología Local

En este proyecto fueron tomadas muestras de diferentes unidades geológicas de Ecuador Continental, las cuales pertenecen a diferentes formaciones y/o unidades geológicas, las cuales serán desarrolladas a continuación:

1.6.1 Costa

1.6.1.1 Babahoyo

Los depósitos marinos cuaternarios presentes están compuestos en su mayoría por limos y lodos, todos alrededor de los ríos que conforman el drenaje del río Babahoyo. (Anagumbla et al, 2015)

1.6.1.2 Durán y Guayaquil

Está expuesta ampliamente en la Cordillera Chongón Colonche y muy esporádicamente al N de Jama. La formación Cayo descansa siempre sobre la formación Piñón y fue descrita por primera vez al Sur de la Bahía de Puerto Cayo (Bristow, 1975). Está constituida por rocas volcánico-clásticas que fueron depositadas en un ambiente marino y está constituida principalmente por: lutitas calcáreas, lutitas tobáceas, limonitas de coloración café, areniscas tobáceas, grauvacas, subgrauvacas y aglomerados, tenemos material volcánico sedimentario con fragmentos de origen piroclástico con espesores

máximos de un centímetro y los aglomerados son de depósitos sedimentarios de origen marino.

1.6.1.3 *Esmeraldas*

La formación Borbón tiene los afloramientos mejor expuestos están sobre el flanco oriental de la cordillera costera.

En la base es un conglomerado que descansadiscordantemente sobre las formaciones Onzole y Playa Grande, luego sigue bancos compactos de arenisca de grano grueso. (Carranco,2011)

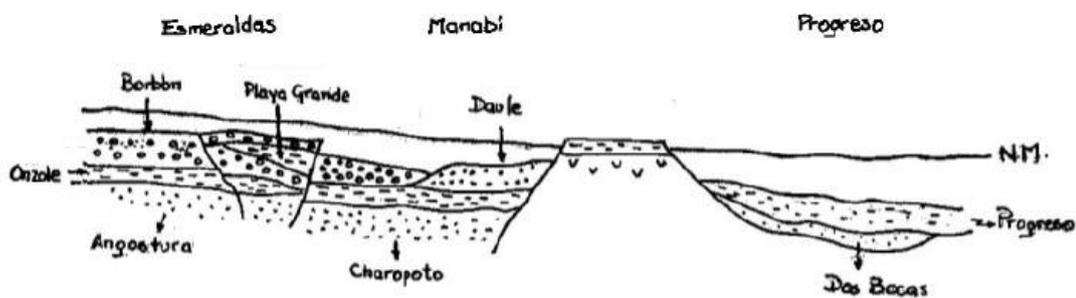


Ilustración 1.20 Esquema de las formaciones de la Costa en edades que van desde el Mioceno medio a Superior (Carranco, 2011)

1.6.1.4 *Jaramijó*

En la zona de playa de Jaramijó se ha niveles de ceniza de color blanco que se piensa proviene de las actividades de los volcanes Quilotoa o Guagua Pichincha, y tienen características similares a diferencia que las pumitas del Quilotoa en donde se observa la presencia de biotita (Quiñonez, 2016).

Los depósitos “fall-out” (depósitos de ceniza por caída libre), los cuales son deposiciones homogéneas depositadas en el terreno, e son clasificados como productos piroclásticos primarios.



Ilustración 1.21 Punto de recolección de muestra (Mulas, 2017)

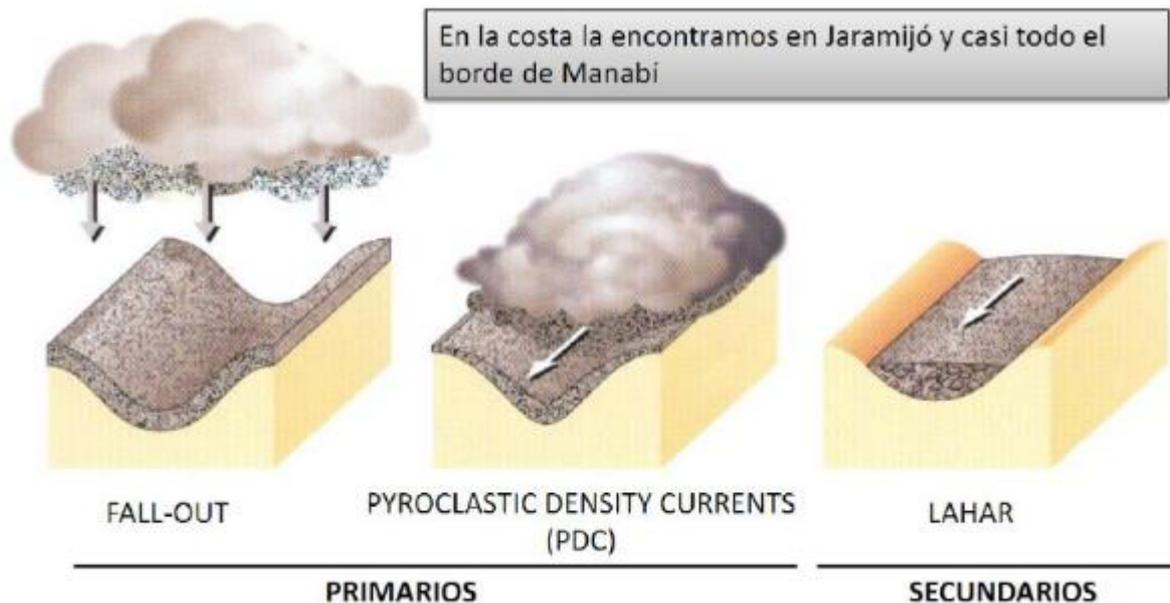


Ilustración 1.22 Ejemplo de los productos volcánicos piroclásticos que pueden ser transportados varias centenas kilómetros desde su fuente (Quiñonez, 2016)

1.6.1.5 *Manta y Posorja*

La formación tablazo tiene su afloramiento más conocido y explotado en el cerro de Los Capay, a 1 km al noreste de Santa Elena, alrededor de las coordenadas 516.5 / 9.755.5, sobre la cota 60 msnm. Otro afloramiento muy conocido de coquinas se ubica alrededor de 511.0 / 9.749.0, entre el embalse de la presa Velasco Ibarra y Punta Carnero, ocupando unos 2 km².

Contiene de tres a cuatro horizontes en diferentes altitudes.

- nivel más alto (80 msnm) consiste en lumaquelas y areniscas calcáreas, depositadas en playas abiertas
- nivel intermedio (35 a 40 msnm) contiene horizontes de arena fina, conglomerática y arcillosa, con nódulos calcáreos y conchas, de aguas someras
- tercer nivel (2 a 10 msnm) contiene arenas pardas con fragmentos de conchas, de playas abiertas. (Cabascango,2014).

1.6.1.6 *Machala*

Se presentan terrazas y se evidencia que en los ríos Jubones, Buenavista y los esteros Santa Rosa, Puerto Grande, Puerto Pilo, Casa Camarón y Guajabal se han representado distintos tramos que corresponden a cursos fluviales propios, con un ancho considerable.

Están dentro del contexto del medio aluvial costero. Se encuentran conformados por depósitos aluviales de arenas, arcillas, limos, y conglomerados. (Tracasa-Nipsa, 2015)

1.6.1.7 *Pedernales*

Se ubica sobre una terraza que se eleva sobre el nivel del 34 mar entre 10 a 17 metros de altura., en cuyos afloramientos se encuentran secuencias de limos arcillosos, intercalados por niveles de ceniza, así con niveles de líticos arcillosos, sobre la cual se ha desarrollado el suelo actual. (Dávalos et al, 2017)

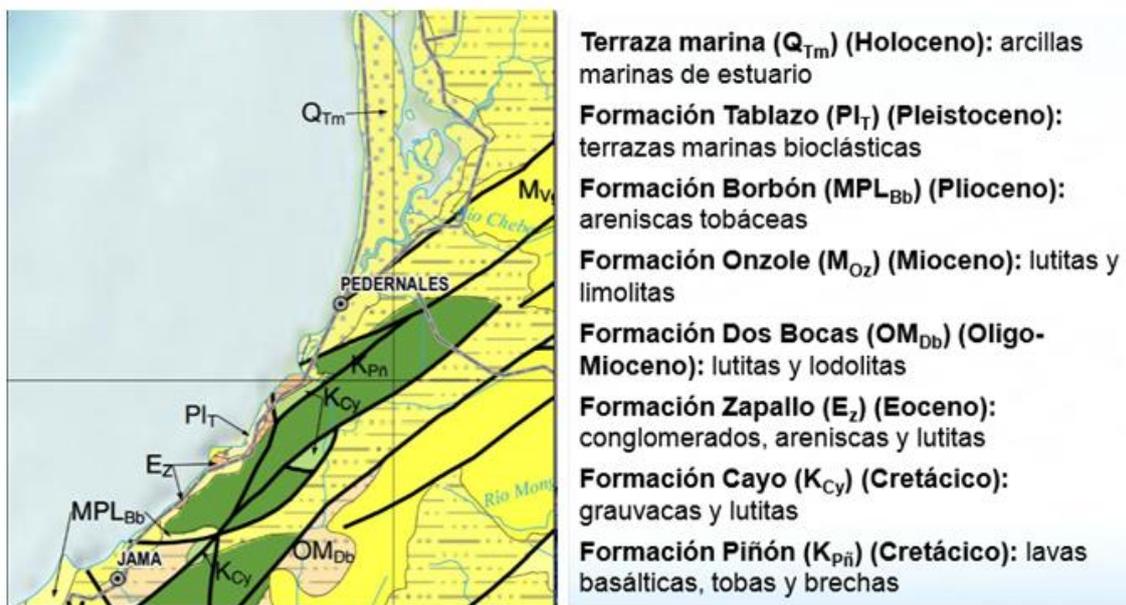


Ilustración 1.24 Mapa Geológico de la zona de Pedernales (Méndez, 2018)

1.6.1.8 *Portoviejo*

La formación de Onzole se dio en el Mioceno superior y Plioceno inferior, de acuerdo a esto se ha dividido en formación de Onzole superior y Onzole inferior. (Ramírez, 2013)

La formación de la Onzole Superior (Plioceno) está situado cerca de la Punta Gorda (Esmeraldas, Ecuador), su espesor varía de 0 a 550m, descansa concordantemente sobre la formación Angostura.

Está constituida por lodolitas bien estratificadas, con niveles de arenisca de poco espesor, lutitas plateadas con abundantes intercalaciones de cenizas volcánicas, arcilla tobáceas, con capas de arenisca delgada. La roca fresca es de color verde oscuro-gris, mientras en la roca meteorizada o alterada es marrón amarillento. (Ramírez, 2013)

1.6.1.9 Santa Elena y Daular

Tenemos la presencia del grupo Azúcar, sus rocas afloran bordeando por el norte al embalse de la presa Velasco Ibarra, desde donde se aparecen dos ramales: uno hacia el suroeste y, otro hacia el sureste. El afloramiento yace sobre unos 5 km^2 , en altitudes de unos 20 msnm.

La facie Estancia es la más profunda del grupo Azúcar. Se observa alternancias de capas delgadas de areniscas finas silíceas, a menudo conglomeráticas, y lutitas silíceas negras, endurecidas. La masa rocosa contiene frecuentes rizaduras y fracturas como consecuencia de los deslizamientos del macizo. (Jiménez, 2008)

La parte superior del Grupo Azúcar es el facie Chanduy que contiene capas decimétricas a métricas de areniscas microconglomeráticas silíceas, macizas, pero más frágiles que las areniscas de Estancia; y, conglomerados cuarcíticos, chertosos y de fragmentos ígneos y metamórficos de Amotape, dentro de areniscas y capas de lutitas grises.

1.6.2 Sierra

1.6.2.1 Ambato

Los mejores afloramientos del depósito del volcán Carihuairazo se encuentran en la carretera de la Vía a Riobamba (Panamericana) y la quebrada Catequilla. (Ordoñez, 2012)

Los depósitos son generalmente andesitas porfiríticas anfibólicas, andesitas porfiríticas piroxénicas y andesitas afaníticas.

1.6.2.2 Azogues

La formación Azogues se extiende desde el norte de Cuenca hasta desaparecer en la formación Turi, en la autopista Cuenca – Azogues se pueden observar importantes cortes de areniscas de la Fm. Azogues

Se define al grupo Azogues como una secuencia sedimentaria clástica, areniscas tobáceas de grano medio a grueso café amarillentas con capas de lutitas, limolitas y pocas intercalaciones de conglomerados. (Velez, 2012)

1.6.2.3 **Baños**

Los depósitos volcánicos dispersos pertenecen a los eventos eruptivos del complejo volcánico Tungurahua, los depósitos observados regionalmente consisten de flujos de lavas, flujos piroclásticos, avalanchas de escombros y depósitos de caída, además de presencia de arcilla semi-metamorfizada, característica de la zona por las repetidas erupciones volcánicas que encontramos en la zona. (IGEPN, 2017)

1.6.2.4 **Cuenca**

La formación Mangán aflora extensamente en la zona de estudio, desde el Sur de Pacchamama, cubiertos ahí por la Fm. Llaaco, hacia el Norte, pasando por Déleg, hasta el NW de Biblián, se tiene una secuencia de limolitas, lutitas y areniscas finas granulares en su parte inferior, todos de color claro; en su parte media se encuentran lutitas asociadas con vetas de carbón; en la parte superior aflora una arenisca tobácea gruesa café, que se hace conglomerática hacia arriba (Bristow, 1973).

1.6.2.5 **Ibarra**

Los principales centros de emisión están constituidos a lo largo de la cresta de la Cordillera Occidental. Depósitos volcánicos del Imbabura, en su mayoría son andesitas piroxénicas andesítica con fenocristales de plagioclasas, augita e hiperstena, las brechas volcánicas que son originarias de este volcán han seguido el cauce de los ríos Tahuando y Chorlaví

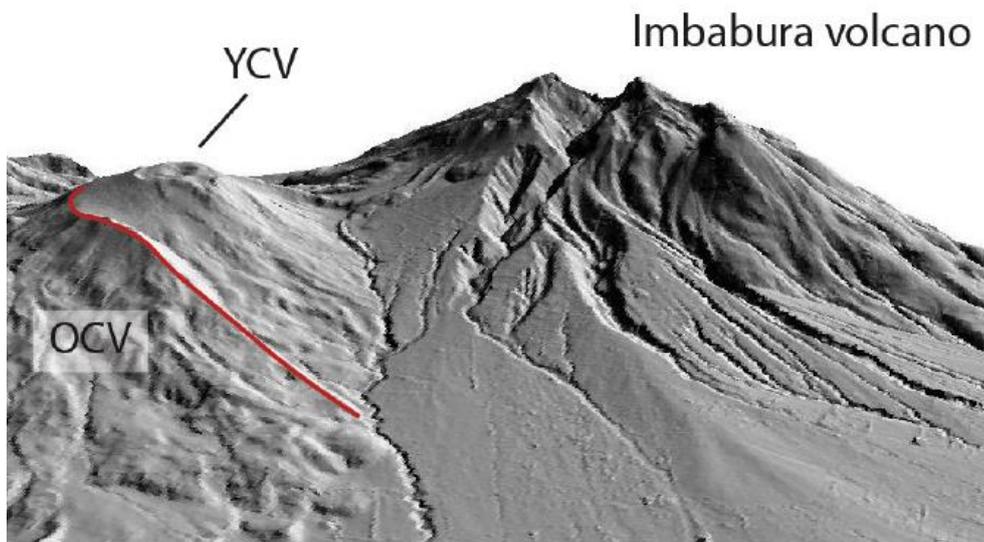


Ilustración 1.25 Vista en perspectiva desde el NE del antiguo volcán Cubilche (OCV), el joven volcán Cubilche (YCV) y el volcán Imbabura, la línea roja indica la cicatriz dejada por el colapso del sector; (Roverato et al, 2018)

1.6.2.6 *Latacunga y Cotopaxi*

Tenemos depósitos del volcán Cotopaxi los cuales no están consolidados y se cree pueden ser contemporáneos con la Fm. Latacunga, se encuentran terrazas al margen izquierdo del río Pachanica, las mismas que están conformadas por secuencias lacustres-fluviales (limos, arenas y gravas) que se alternan con niveles de origen volcánico (caídas piroclásticas). (Moreira, 2011)



Ilustración 1.26 Vista panorámica del volcán Carihuairazo (IGM, 2015)

1.6.2.7 *Loja*

La formación Quillollaco alcanza un espesor máximo de 600 m al este de Loja, también se observan buenos afloramientos de esta formación en la carretera que va de Loja a Zamora. (Calderón, 2018). Su litología comprende conglomerados clasto-soportados con aportes metamórficos y lentillas de areniscas.

1.6.2.8 *Quito*

Los depósitos volcánicos del Pichincha son claramente identificables en el lado oriental de la ciudad en las lomas de El Batán y la Bota, al sur en el barrio Matilde Álvarez y en los flancos occidentales de Pichincha y están principalmente conformados por lavas andesíticas porfiríticas, y estos se colocan sobre los sedimentos Chiche, (DGGM, 1978)

1.6.2.9 *Riobamba y Guaranda*

Al este de la parroquia San Juan y al sur de la parroquia Calpi, encontramos depósitos de andesitas piroxénicas que corresponden a formación geológica “Lavás Jóvenes del Chimborazo”, también se encuentran flujos piroclásticos (Arias, 2007).

El estudio del complejo volcánico del Chimborazo ya fue realizado por Beate y Hall en 1989, por medio de columnas estratigráficas, interpretación fotogeológica y un reconocimiento general en campo

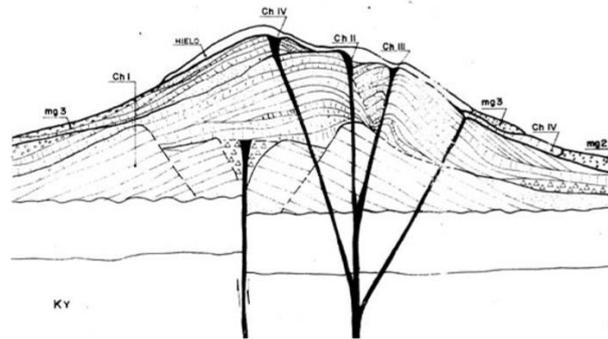


Ilustración 1.27 Estructura del Chimborazo (Beate et al, 1989)

1.6.2.10 Santo Domingo

La formación San Tadeo ocurre principalmente en la parroquia de Nanegalito y está formada por conglomerados volcánicos arcillosos, lahares y materiales piroclásticos. Los depósitos de esta formación son el producto de la acumulación de sedimentos fluviales, con aportes de avalanchas de productos piroclásticos y acumulaciones eólicas (Proaño, 2007)



Ilustración 1.28 Vista superior del Río Pachanlica, se notan las terrazas

1.6.2.11 Tulcán

Modelado por glaciares presenta depósitos de material volcánico especialmente andesitas y brechas volcánicas. La ceniza recubre los relieves preexistentes formando

un manto potente en algunas zonas, bajo el cual se encuentra capas de lapilli en estratos decimétricos, producto de varios eventos volcánicos (SNI, 2014)

1.6.3 Oriente

1.6.3.1 Coca

Presencia de bancos de baja potencia de arenas de matriz limo arcillosas, bajo porcentaje de rodados de origen sedimentario. (GADMFO,2015)

1.6.3.2 Macas

La Formación Mera principalmente aflora en los márgenes del Río Pastaza donde constituye las paredes de sus terrazas aluviales pertenecientes al holoceno, los mejores afloramientos conocidos de la Fm. Mera se ubican en la depresión de Santa Inés (Bès de Berc *et al.*) y al nivel de Shell y Mera.

La granulometría de los depósitos es fuerte y sus elementos alcanzan a veces más de 1 metro de diámetro. Las litofacies encontradas son de tipo Gp, Gt, Gmm et Gmt también Sp y Sh, dispuestas en lentes en los conglomerados. Esa asociación de barras de gravas y de flujos de bloques (con poco lodo en ese caso) es típica de ríos entrenzados con doble régimen hidráulico ubicados en la cabecera del abanico aluvial, donde se producen frecuentes “debris flow”

1.6.3.3 Puyo y Nueva Loja

La Formación Mera principalmente aflora en los márgenes del Río Pastaza donde constituye las paredes de sus terrazas aluviales pertenecientes al holoceno, los mejores afloramientos conocidos de la Fm Mera se ubican en la depresión de Santa Inés (Bès de Berc *et al.*) y al nivel de Shell y Mera.

. Las litofacies encontradas son de tipo Gp, Gt, Gmm et Gmt también Sp y Sh, dispuestas en lentes en los conglomerados. Esa asociación de barras de gravas y de flujos de bloques (con poco lodo en ese caso) es típica de ríos entrenzados con doble régimen hidráulico ubicados en la cabecera del abanico aluvial, donde se producen frecuentes “debris flow”.

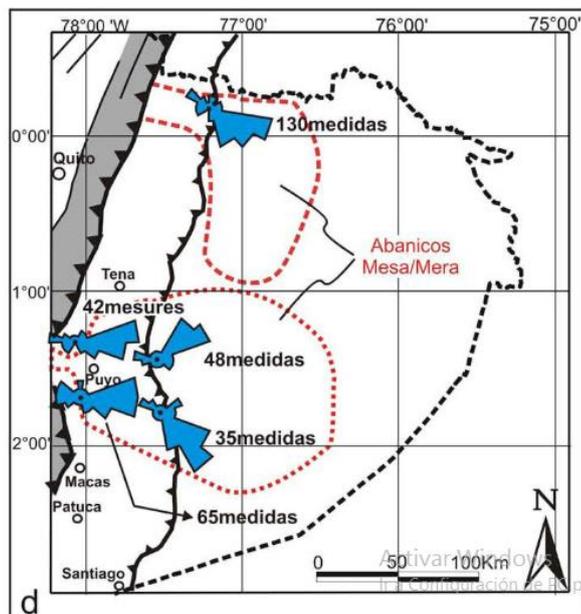


Ilustración 1.29 Mapa de paleocorrientes de las formaciones neógenas de la Cuenca Oriente: Fm. Mera (Baby et al, 2014)

1.6.3.4 Tena

Sus capas rojas constituyen la cubierta de la formación Napo en todo el Oriente.

En su litología tenemos arcillas cafés y de tonos rojizos. Las arcillas son margosas a arenosas y varían desde macizas a laminadas.

Arenisca Basal Tena. - De areniscas fluviales.

Tena Inferior. - conformada por limolitas y areniscas rojas.

Tena Superior. - se muestra una alternancia de limolitas y areniscas grises.

Lutitas continentales y marinas someras frecuentemente de petróleo (Atahualpa,2013).

1.6.3.5 Zamora

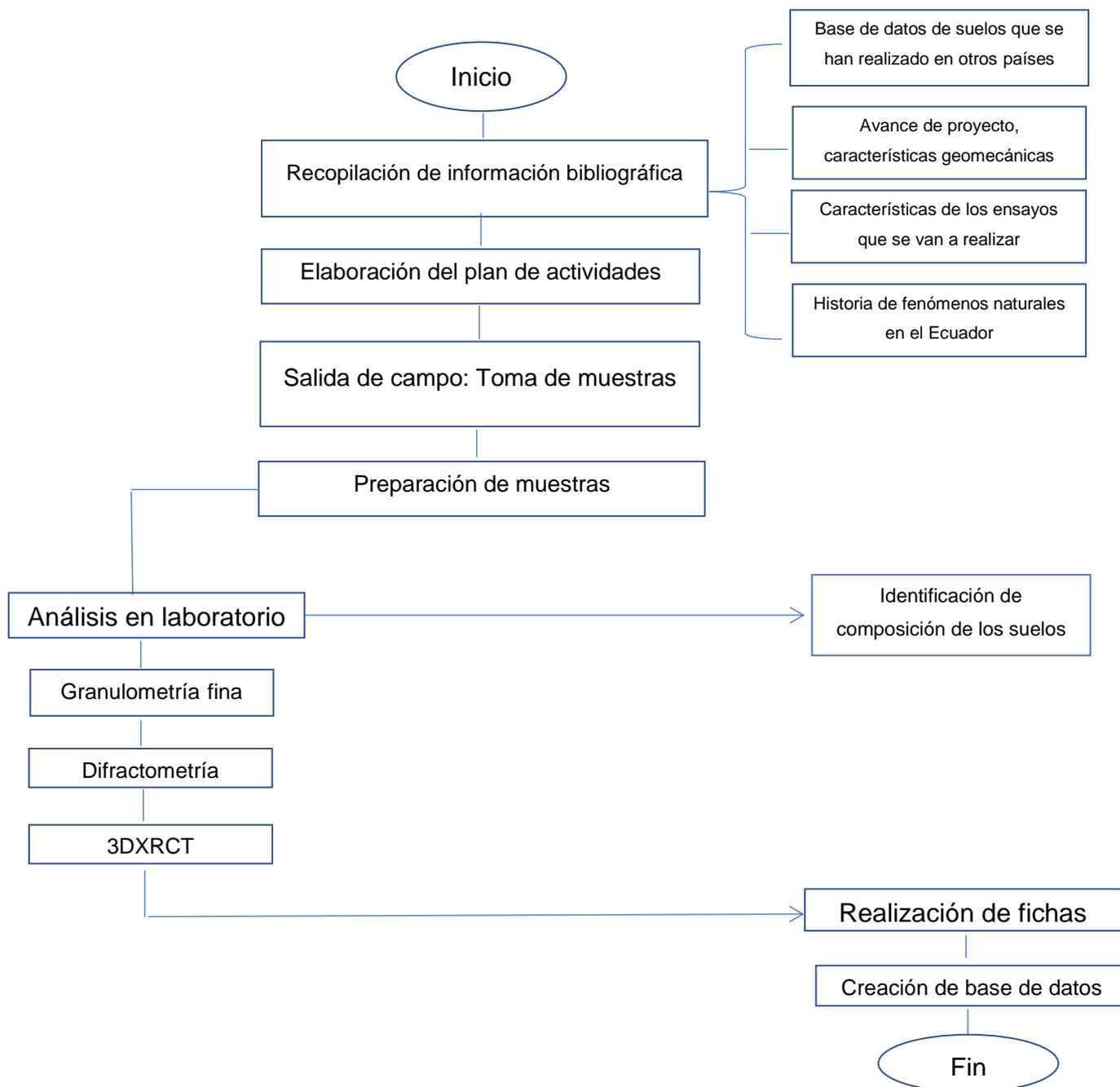
Los depósitos aluviales de Zamora se encuentran en las pendientes y al pie de los taludes con materiales heterogéneos mezclados con arcillas. (León, 2014).

La litología es de cantos de gravas aluviales de tipo granodiorítica, rocas volcánicas propilitizadas, riocitas, brechas hidrotermales y con mineralización diseminada de sulfuros y rocas feldespáticas porfiríticas provenientes de la zona minera Chinapintza. (Kaymanta consultores cia. Ltda, 2016).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Mapa Metodológico



Para la elaboración de este trabajo se desarrollará metodología con procedimientos teóricos, estadísticos y empíricos.

Las fases que se desarrollarán serán: recopilación de bibliografía, preparación de muestras, análisis en laboratorio, fase de análisis e interpretación y elaboración de fichas para base de datos.

RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Como primer paso para este trabajo se tuvo en consideración el trabajo realizado con anterioridad: Betancourt et al, 2017 de la Universidad San Francisco de Quito el cual corresponde a la base para este estudio y de donde hemos obtenido datos geomecánicos y veintitrés de las treinta y una muestras con las que trabajamos en este estudio fueron cedidas. En este trabajo se da la pauta de cómo puede ser el formato para esta primera base de datos de suelo a nivel nacional.

Otro trabajo relevante para nuestro estudio fue el libro “Ecuadorian Soils” publicado el año 2018 por José Espinoza.

Criterio de selección para la toma de muestra

Para la generación de esta base de datos fueron tomados 29 muestras en puntos estratégicos de Ecuador continental, la prioridad son las capitales de provincia y ciudades que no lo son, pero que tienen gran densidad poblacional, tales como Manta, Durán y lugares con importancia debido a pasados eventos geológicos tales como Pedernales, Manta, Esmeraldas y nuestro punto de control, la localidad de Jaramijó, además de lugares donde la infraestructura presente es importante tales como edificios, carreteras, redes eléctricas, etc., y en caso de ocurrir algún fenómeno geológico haya consecuencias.

Cabe recalcar que estas muestras fueron tomadas con anterioridad al inicio de este proyecto por personal de la Universidad San Francisco de Quito, por lo que estas muestras fueron cedidas para este trabajo, luego se tuvo que realizar una salida de campo para las muestras que hacían falta.

Toma de muestras

Como se ha dicho con anterioridad este proyecto tiene como finalidad una base de datos sobre las características de los suelos, pero sin tomar en cuenta la parte orgánica de los

mismos. Por eso al momento de realizar el muestreo se debe eliminar la primera capa del suelo, es decir el hummus o parte orgánica, que para los diferentes puntos de muestreo mostraba espesores variables.

Interesaba obtener muestras inalteradas ya que esta conserva las condiciones que tenía el suelo, su composición mineralógica, sus características estructurales y el contenido de agua de la muestra por lo para este fin se utilizó tubos shelby.

También se usó el método de bloques, donde obtuvimos bloques con muestra inalterada de suelos con dimensiones de 30x30 cm, se tuvo que eliminar la capa orgánica, que dependiendo del punto de muestreo medía entre 10 y 50 cm, como se muestra en la figura 2.31, posteriormente estas muestras son guardadas en recipientes/bolsas que estarán debidamente cerradas e inmediatamente mandadas al laboratorio



Ilustración 2.1 Tubo Shelby Fordia para suelos de grano fino

Al momento del muestreo también se procedió a la toma de algunos parámetros in situ, tales como humedad, densidad tanto húmeda como seca, todo esto usando un densímetro en campo.



Ilustración 2.2 Densímetro utilizado en las campañas de muestreo



Ilustración 30 Toma de muestras y eliminación de capa orgánica, en este caso 50 cm (parte oscura). (Espinoza, 2018).

Tabla 2.1. Tabla con coordenadas de los puntos muestreados (WGS84)

No Sample	Location	Este (x)	Norte (y)	Zona
1	Puyo	166571	9835661	17S
2	Ibarra	819358	38708	17N
3	Portoviejo	560919	9883569	17S
4	Guayaquil	622935	9758640	17S
5	Tulcán	196889	89584	18N
6	Azogues	729323	9716750	17S
7	Macas	820647	9745075	18S
8	Tena	187536	9889495	18S
9	Santo Domingo	703623	9971736	17S
10	Cuenca	723807	9679649	17S
11	Zamora	727328	9550379	17S
12	Durán	630367	9756498	17S
13	Ambato	767392	9863062	17S
14	Pedernales	605031	7816	17N
15	Riobamba	755014	9825106	17S
16	Jaramijó	541346	9895403	17S
17	Esmeraldas	647689	103051	17N
18	Baños	787620	9844655	17S
19	Santa Elena	515497	9753993	17S
20	Latacunga	765494	9901893	17S
21	Nueva Loja	285432	8841	18N
22	Cotopaxi	785233	9932464	17S
23	Guaranda	722322	9824078	17S
24	Manta	541408	9895403	17S
25	Coca	278556	9947395	18S
26	Loja	699452	9558774	17S
27	Quito	780446	9984238	17S
28	Machala	615899	9640101	17S
29	Babahoyo	662962	9800740	17S
30	Daular	600806	9748504	17S
31	Puerto Posorja	581746	9702141	17S

Ecuador: Samples

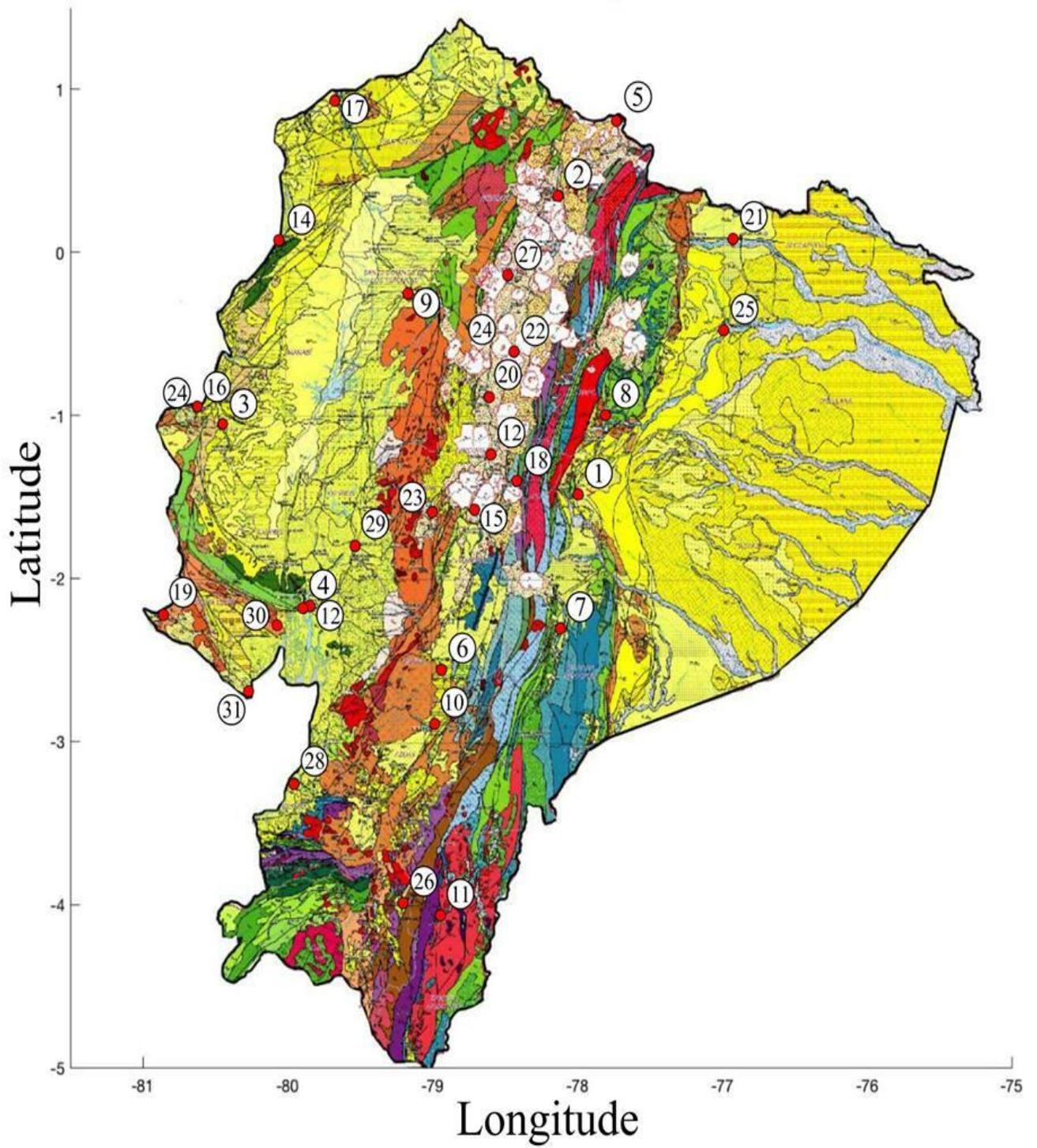


Ilustración 2.4 Mapa de Ubicación de los 31 puntos muestreados. Sistema de coordenadas UTM WGS 8

2.2 Preparación de muestras

Materiales

- Tamiz 30
- Tamiz 200
- Tamiz 600
- Cuarteador
- Muestras obtenidas en las campañas
- Mortero
- Horno

1: Para la preparación de las muestras, se tuvo disponible en primera instancia las 23 muestras que fueron cedidas por la Universidad San Francisco de Quito, y estas tuvieron que ser separadas según sus tamaños de granos para los análisis de: difracción, granulometría fina y para ser enviadas a Francia para que sean realizadas las tomografías mediante 3DXRCT



Ilustración 2.5 Muestra de Santa Elena

2: Una vez obtenidas las muestras, se procede a cuartear las mismas, generalmente se separa la mitad de todo el contenido de la muestra para proceder a separarla por tamaños y la otra mitad queda como reserva.



Ilustración 2.6 Cuarteador para las 28 primeras muestras

3: Con la mitad que se va a trabajar se procede a usar los tamices 30 (600 μ m), 200(75 μ m) y 325 (45 μ m) y en caso de grumos que podían ser disueltos se usaba el mortero.



Ilustración 2.7 Tamiz 200



Ilustración 2.8 Orden de los tamices en forma descendiente: tamiz 30,200, 325



Ilustración 2.9 Ejemplo de muestra con partículas que pueden ser disgregadas

4: Las muestras se dividirán en las que son mayores los 75 μ m, es decir aquellos que no pasen por el tamiz 200, los que sean menores a 75 μ , de estos sacaremos pequeñas muestras no más de 5gr para la tomografía 3DXRCT y aquellos que no pasen el tamiz

325 es decir que sean menores a $75 \mu\text{m}$ pero mayores a $45 \mu\text{m}$, estos últimos son los que usaremos para la difracción y para los que necesitaremos al menos muestras de 30gr.



Ilustración 2.10 Las 28 muestras listas para ser enviadas al laboratorio para realizar la tomografía 3DXRCT



Ilustración 2.11 Muestra de Ambato lista para enviar a laboratorio para el análisis de difracción



Ilustración 2.12 Muestras que serán utilizadas para el ensayo de granulometría fina

2.3 Ensayo de granulometría fina

Cuando se tienen muestras de suelos con diámetros menores a $500\mu_m$, se procede a realizar un análisis de granulometría fina, se pueden hacer por medio de tamizado, o por medio de la difracción laser, este último es el método que se ha escogido en este trabajo. Se tiene como objetivo conocer la distribución de las partículas según su tamaño y es otro de los motivos por el cual se elige el método de la difracción laser ya que mediante el tamizado no se puede obtener información sobre la forma que tienen los granos que componen la muestra del suelo, ya que solo obtenemos la información de que si pasan por una malla rectangular/cuadrada que tiene cierto tamaño

Materiales:

- Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer Horiba-300
- Agua Destilada
- Tamiz 35 ($500\mu_m$)
- Computadora
- Mortero
- Muestras de los 31 puntos



Ilustración 2.13 Lase Scattering Particle Size Distribution Analyzer Horiba 300



Ilustración 2.14 Tamiz 35 que fue utilizado en este ensayo



Ilustración 2.15 Horno de alta temperatura LHT, marca Carbolite

2.3.1 Procedimiento

Lo primero que se debe hacer es tamizar las muestras en caso de que ya se encuentren secas, caso contrario se utiliza el horno, ya que estas deben tener un diámetro menor a los $500 \mu_m$, se utiliza el tamiz número 35 y se separa la porción que pasa el tamiz, se necesita entre cinco y diez gramos para este ensayo.

Una vez obtenidas las muestras, se procede a poner al dispositivo con sus parámetros iniciales, se añade el agua destilada en el dispositivo, luego se blanquea y se quitan las burbujas que puedan quedar, se debe iniciar siempre como requisito con una reflectancia del 100% y una velocidad de 2rev/s, luego, se añade la muestra poco a poco con ayuda de una espátula, esto hará que la reflectancia empiece a variar, debemos trabajar en un rango de reflectancia entre 75%-90%.

Cuando la reflectancia se haya estabilizado, se procede a medir, el dispositivo nos entregara un documento xls y un pdf con los principales datos estadísticos y una gráfica

con la distribución granulométrica, seguido se procede a hacer la limpieza, para eso aumentaremos la velocidad a 10 Rev/s, esto para que cualquier partícula que se encuentre en el fondo pueda subir, se procede a hacer el drenaje.

Existen casos donde un solo drenaje no es suficiente, por lo que se debe proceder a volver a llenar el dispositivo con agua destilada hasta la marca establecida y luego volver a drenar, hasta que no queden partículas, este paso se puede repetir las veces necesarias hasta lograr dejar completamente limpio el fondo.

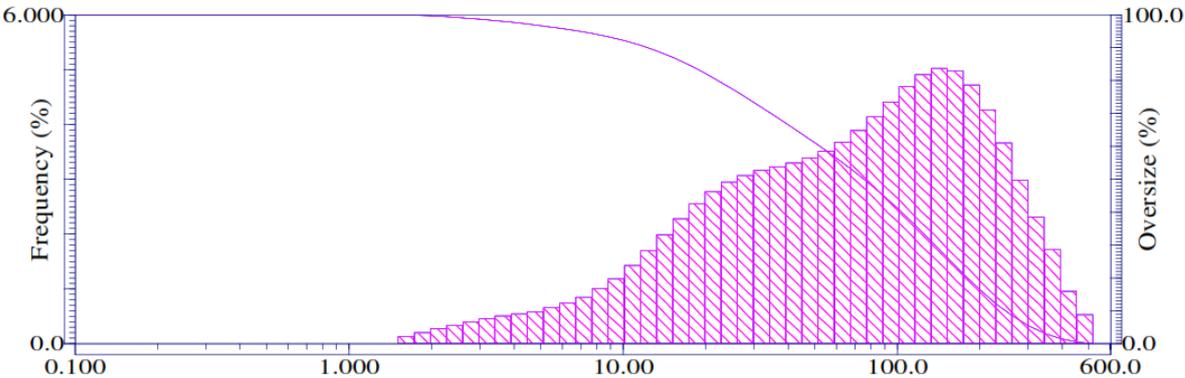


Ilustración 2.16 Ejemplo de grafica de distribución granulométrica que se obtiene, (caso Ambato)

2.4 Ensayo triaxial (UU)

Para la realización de este proyecto necesitamos conocer los parámetros de resistencia al corte tales como cohesión y ángulo de fricción interna, en algunos casos se puede hacer un simple ensayo de corte directo, pero el caso de arcillas es diferente debido a que para suelos cohesivos se recomienda el ensayo triaxial no consolidado no drenado (uu).

Los datos de resistencia al corte fueron obtenidos con anterioridad y fueron cedidos para este proyecto, pero en el punto de Duran al tratarse de una arcilla se debió realizar un ensayo triaxial UU, debido a que es impreciso en estos casos.

Materiales

- Tallador
- Célula triaxial
- Muestra
- Membrana
- Piedras porosas
- Triaxial
- Probeta
- Pistón
- Bandas elásticas



Ilustración 2.17 tallador utilizado



Ilustración 2.18 Máquina triaxial

2.4.1 Procedimiento

Primero se procede a la elaboración de la muestra/probeta, esto se realiza en el tallador. Las muestras deben ser cilindros con un diámetro entre 2.5 cm y 3.5cm y una altura entre 1.5 y 2.5 veces su diámetro, seguido se coloca la muestra y la cubre con la membrana y se fijan las bandas elásticas en la parte inferior.

Luego se coloca pistón sobre la probeta, cubrimos la muestra eliminando las burbujas de aire y se procede a fijarla con las bandas elásticas, de ahí se coloca el resto de la célula triaxial y se la fija, luego se llena la célula con agua dejando salir el aire por el tapón superior, y se coloca en el aparato triaxial.

Finalmente se realizan todas las conexiones para aplicar las presiones necesarias para el ensayo cerrando la válvula del drenaje que permanecerá cerrada durante todo el ensayo. No se realiza la saturación ni la consolidación de la probeta.

Se procede a tomar las mediciones de las cargas conforme a las deformaciones que se dan debido a las presiones que se aplican.



Ilustración 2.19 Pistón colocado en la probeta

2.5 Ensayo de difracción

Se ha realizado el ensayo de difracción a 17 de los 31 puntos, se utilizó los servicios de los laboratorios LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales), ubicado en ESPOL Campus Gustavo Galindo.

Se utilizó un difractómetro XPERT-PRO PanAlytical con las siguientes características:

Tipo de longitud de onda previsto: $K\alpha$

$K\alpha_1$ (Å)	1,540598
$K\alpha_2$ (Å)	1,544426
Intensidad de radio $K\alpha_2/K\alpha_1$	0,50
$K\alpha$ (Å)	1,541874
$K\beta$ (Å)	1,392250
Trayectoria del haz incidente	
Radio (mm)	240

Tubo de rayos x

Nombre	PW3373/00 Cu LFF DK416587
Material del ánodo	Cu
Voltaje (kV)	45
Corriente (mA)	30

Foco

Tipo de enfoque	Línea
Longitud (mm)	12,0
ancho (mm)	0,4
Ángulo de despegue (°)	6,0

Filtro

Nombre	Níquel
Material	Ni
Espesor (mm)	0,020

Soller slit

Nombre	Soller 0.04 rad
Abertura (rad)	0,04

Máscara

Nombre	Inc. Mask Fixed 15 mm (MPD/MRD)
Distancia a la muestra (mm)	240
ancho (mm)	11,60

Hendidura anti-dispersión

Nombre	Slit Fixed 1/2°
Tipo	Fija
Altura (mm):	0,76

Hendidura de divergencia

Nombre	Slit Fixed 1/4°
Distancia a la muestra (mm)	140
Tipo	Fija
Altura (mm):	0,38

Hendidura anti-dispersión

Nombre	AS Slit 5.0 mm (X'Celerator)
Tipo	Fija
Altura (mm):	5,00

Date: 22/02/2010 Time: 15:28:47

File: 19-3160+ZnO-(Portoviejo)-3

User: Escuela Superior

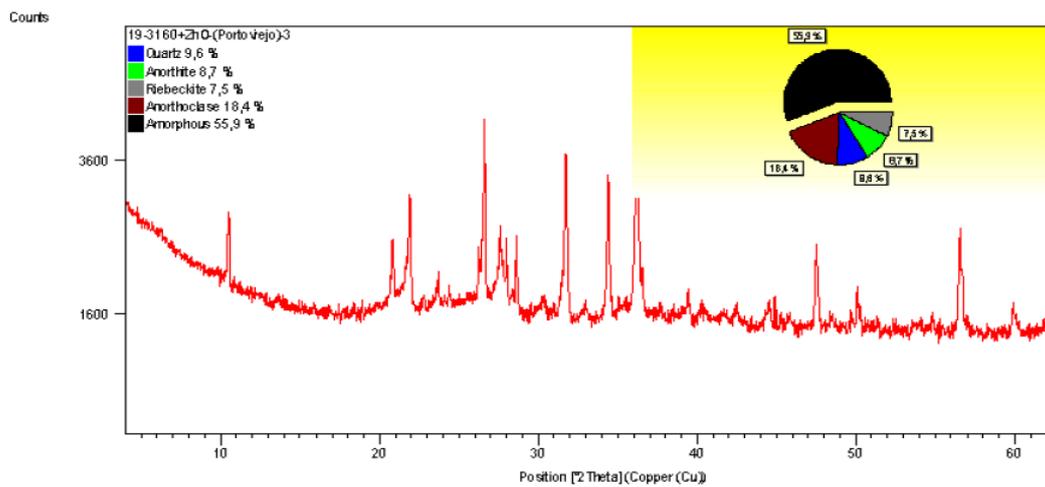


Ilustración 2.20 Ejemplo de Difractograma obtenido. Caso Portoviejo

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El producto final que se espera obtener a partir de este trabajo son fichas actualizadas con las características geomecánicas y mineralógicas de los suelos ecuatorianos.

Con todos los análisis realizados se pudo llegar a la creación de las siguientes fichas de las cuales, saldrá la ficha final que compilará todos los resultados en una sola, la cual va a dar lugar a la creación de la database.

Tabla 3.2. Tabla de plasticidad de los primeros 29 puntos

No. Muestra	Ciudad	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
1	Puyo	164,43	97,44	66,99
2	Ibarra	24,21	23,26	0,95
3	Portoviejo	119,63	77,2	42,43
4	Guayaquil	76,23	48	28,23
5	Tulcán	25,33	21,43	3,9
6	Azogues	26,97	22,73	4,24
7	Macas	150,89	117,8	33,09
8	Tena	41,81	24	17,8
9	Santo Domingo	60,62	47,61	13,01
10	Cuenca	110,58	76,69	33,89
11	Zamora	48,97	27,77	21,2
12	Durán	56,2	39,91	16,28
13	Ambato	0	0	0
14	Pedernales	44	19	25
15	Riobamba	0	0	0
16	Jaramijó	43,44	24,28	19,17
17	Esmeraldas	0	0	0
18	Baños	167,29	111,61	55,69
19	Santa Elena	0	0	0
20	Latacunga	0	0	0
21	Nueva Loja	38	20	18
22	Cotopaxi	0	0	0
23	Guaranda	48,45	29,19	19,26
24	Manta	70,84	27,16	43,68
25	Cica	49	11	38
26	Loja	27,31	24,49	2,82
27	Quito	63,92	47,76	16,17
28	Machala	0	0	0
29	Babahoyo	60,7	37,43	23,27

Tabla 3.3. Tabla de esfuerzos

No. Muestra	Ciudad	Esfuerzo	Esfuerzo-c
1	Puyo	4,44	3,99
2	Ibarra	18,38	14,87
3	Portoviejo	4,42	3,70
4	Guayaquil	7,39	6,18
5	Tulcán	3,87	3,27
6	Azogues	17,57	13,65
7	Macas	0,62	0,53
8	Tena	0,27	0,15
9	Santo Domingo	2,52	2,14
10	Cuenca	0,99	0,74
11	Zamora	1,09	0,78
12	Durán	0,81	0,71
13	Ambato	4,13	3,23
14	Pedernales	0,94	0,62
15	Riobamba	1,71	1,56
16	Jaramijó	0,77	0,51
17	Esmeraldas	1,56	1,20
18	Baños	1,70	1,20
19	Santa Elena	21,71	18,78
20	Latacunga	9,24	7,63
21	Nueva Loja	3,51	3,04
22	Cotopaxi	3,28	3,09
23	Guaranda	2,96	2,12
24	Manta	0,90	0,72
25	Coca	1,14	0,84
26	Loja	22,58	18,25
27	Quito	4,24	3,36
29	Machala	21,82	19,23
29	Babahoyo	5,77	5,32

Tabla 3.4. Distribución granulométrica

No. Muestra	Ciudad	Grava	Arena	Finos
1	Puyo	0	6	94
2	Ibarra	0	42	58
3	Portoviejo	0	14	86
4	Guayaquil	0	5	95
5	Tulcán	0	54	46
6	Azogues	0	42	58
7	Macas	0	4	96
8	Tena	0	3	97
9	Santo Domingo	0	42	58
10	Cuenca	0	2	98
11	Zamora	0	45	55
12	Durán	0	60	40
13	Ambato	0	25	75
14	Pedernales	6	46	48
15	Riobamba	0	35	65
16	Jaramijó	0	33	67
17	Esmeraldas	0	82	18
18	Baños	2	30	68
19	Santa Elena	5	86	9
20	Latacunga	4	50	46
21	Nueva Loja	0	27	73
22	Cotopaxi	17	70	13
23	Guaranda	0	19	81
24	Manta	0	21	79
25	Coca	0	39	61
26	Loja	2	57	41
27	Quito	0	27	73
28	Machala	4	83	13
29	Babahoyo	0	4	96

Como nos podemos dar cuenta, la mayoría de los puntos muestreados a excepción de Santa Elena Y Cotopaxi, en su mayoría están compuestos por finos, por lo que fue necesario un estudio de granulometría fina, la cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3.5. Tabla con datos estadísticos obtenidos del estudio de granulometría fina

No Muestra	Ciudad	Moda (μm)	Media (μm)	Mediana (μm)
1	Puyo	9,43	30,50	15,45
2	Ibarra	94,76	75,30	52,49
3	Portoviejo	214,53	196,90	185,89
4	Guayaquil	32,05	31,92	27,10
5	Tulcán	142,65	125,18	100,26
6	Azogues	94,99	96,88	83,11
7	Macas	215,26	206,09	195,90
8	Tena	54,81	48,16	43,58
9	Santo Domingo	185,94	156,52	141,09
10	Cuenca	163,77	166,31	151,68
11	Zamora	94,60	97,27	85,12
12	Durán	187,41	184,30	169,93
13	Ambato	142,58	106,10	75,40
14	Pedernales	82,70	82,32	67,55
15	Riobamba	82,80	80,72	59,75
16	Jaramijó	7,19	27,32	10,21
17	Esmeraldas	47,92	42,83	38,62
18	Baños	213,56	187,08	178,07
19	Santa Elena	215,47	205,52	202,54
20	Latacunga	187,28	158,86	141,63
21	Nueva Loja	280,31	159,69	120,30
22	Cotopaxi	213,28	165,77	151,57
23	Guaranda	94,85	91,17	74,37
24	Manta	63,02	70,62	59,05
25	Coca	24,40	24,93	19,33
26	Loja	244,26	155,73	131,17
27	Quito	124,16	129,52	112,38
28	Machala	279,80	240,09	242,57
29	Babahoyo	55,04	53,09	44,95
30	Daular	108,57	95,46	72,16
31	Puerto Posorja	186,71	136,51	111,62

Tabla 3.6. Tabla con datos estadísticos obtenidos del estudio de granulometría fina

No. Muestra	Curtosis	Skewness	Desviación estándar	Varianza	Covarianza
1	0,83	1,30	34,73	1206,1	113,87
2	0,98	0,97	70,77	5008,7	93,99
3	1,49	0,27	121,76	14825	61,84
4	1,22	0,59	24,37	593,9	76,34
5	1,04	0,71	104,83	10989	83,74
6	1,19	0,60	68,45	4685,6	70,66
7	1,47	0,25	122,21	14935	59,30
8	1,47	0,41	33,35	1112,4	69,25
9	1,20	0,42	109,42	11972	69,91
10	1,50	0,41	106,47	11336	64,02
11	1,38	0,57	63,86	4077,8	65,65
12	1,36	0,39	111,51	12434	60,50
13	0,90	0,94	98,21	9646,1	92,57
14	1,26	0,68	64,95	4218,4	78,89
15	0,98	0,91	69,19	4787,4	85,72
16	1,02	1,29	39,89	1591,2	146,01
17	1,36	0,44	28,78	828,27	67,19
18	1,78	0,23	119,74	14337	64,00
19	2,12	0,07	123,04	15139	59,87
20	1,18	0,43	120,21	14452	75,67
21	0,76	0,80	147,61	21788	92,44
22	1,15	0,35	122,43	14989	73,86
23	1,10	0,71	71,03	5045,8	77,92
24	1,24	0,71	49,06	2407,2	69,48
25	1,00	0,80	21,02	441,68	84,31
26	0,80	0,55	133,03	176960	85,42
27	1,19	0,61	83,69	7003,7	64,61
28	2,17	-0,06	134,97	18218	56,22
29	1,27	0,61	39,70	1576,3	74,79
30	1,03	0,84	83,00	6889,7	86,95
31	0,91	0,64034336	116,6229	13601	85,43

Tabla 3.7. Tabla con la clasificación de suelos USCS

No. Muestra	Ciudad	USCS
1	Puyo	MH
2	Ibarra	ML
3	Portoviejo	MH
4	Guayaquil	MH
5	Tulcán	SC
6	Azogues	ML
7	Macas	MH
8	Tena	CL
9	Santo Domingo	MH
10	Cuenca	MH
11	Zamora	CL
12	Durán	SM
13	Ambato	ML
14	Pedernales	SC
15	Riobamba	ML
16	Jaramijó	CL
17	Esmeraldas	SC
18	Baños	MH
19	Santa Elena	SM
20	Latacunga	SM
21	Nueva Loja	CL
22	Cotopaxi	SM
23	Guaranda	ML
24	Manta	CH
25	Francisco de Orellana	CL
26	Loja	SM
27	Quito	MH
28	Machala	SM
29	Babahoyo	MH

Tabla 3.8. Tabla compilada de los datos estadísticos

No.Sample	City	Gravel	Sand	Fines	Datos estadísticos a partir de los finos							
					Mode (μm)	Mean (μm)	Median (μm)	Kurtosis	Skewness	Standard Deviation (μm)	Variance (μm^2)	
1	Puyo	0	6	94	9,4332	30,4971	15,4464	0,828	1,300145414	34,7285	1206,1	
2	Ibarra	0	42	58	94,7633	75,3009	52,4875	0,978	0,967053308	70,7719	5008,7	
3	Portoviejo	0	14	86	214,5311	196,8967	185,8879	1,493	0,271247134	121,7576	14825	
4	Guayaquil	0	5	95	32,0456	31,9236	27,1023	1,223	0,59351008	24,3701	593,9	
5	Tulcán	0	54	46	142,6503	125,1815	100,2622	1,044	0,713149565	104,8278	10989	
6	Azogues	0	42	58	94,9865	96,8799	83,1084	1,187	0,603559606	68,4514	4685,6	
7	Macas	0	4	96	215,2552	206,0852	195,904	1,468	0,249928402	122,2094	14935	
8	Tena	0	3	97	54,8088	48,1607	43,5828	1,471	0,411775464	33,3524	1112,4	
9	Santo Domingo	0	42	58	185,9406	156,5214	141,0932	1,202	0,42300525	109,4185	11972	
10	Cuenca	0	2	98	163,7703	166,3081	151,6808	1,496	0,412142655	106,4726	11336	
11	Zamora	0	45	55	94,6003	97,2681	85,1202	1,375	0,570701732	63,8577	4077,8	
12	Durán	0	60	40	187,4081	184,3022	169,9271	1,359	0,38674867	111,5073	12434	
13	Ambato	0	25	75	142,5761	106,0961	75,3957	0,901	0,937756582	98,2144	9646,1	
14	Pedernales	6	46	48	82,7041	82,3247	67,5512	1,262	0,682382955	64,9496	4218,4	
15	Riobamba	0	35	65	82,8024	80,7186	59,7493	0,98	0,909191947	69,191	4787,4	
16	Jaramijo	0	33	67	7,1929	27,321	10,2065	1,023	1,287114193	39,8904	1591,2	
17	Esmeraldas	0	82	18	47,9215	42,8307	38,6161	1,361	0,439328974	28,7798	828,27	
18	Baños	2	30	68	213,5587	187,0849	178,0734	1,78	0,225781208	119,7376	14337	
19	Santa Elena	5	86	9	215,4656	205,5242	202,5351	2,123	0,072880407	123,0413	15139	
20	Latacunga	4	50	46	187,2789	158,8591	141,6276	1,182	0,430018484	120,2146	14452	
21	Nueva Loja	0	27	73	280,3052	159,6889	120,3037	0,762	0,80046664	147,6084	21788	
22	Cotopaxi	17	70	13	213,2762	165,7654	151,57	1,146	0,347843488	122,4292	14989	
23	Guaranda	0	19	81	94,8529	91,1669	74,3699	1,097	0,709393684	71,0339	5045,8	
24	Manta	0	21	79	63,0174	70,6196	59,0544	1,238	0,707158493	49,0634	2407,2	
25	Francisco de Orellana	0	39	61	24,3987	24,9271	19,3343	1,004	0,798359353	21,0161	441,68	
26	Loja	2	57	41	244,2629	155,73	131,1719	0,804	0,553833004	133,0262	176960	
27	Quito	0	27	73	124,163	129,5229	112,3832	1,186	0,614412785	83,6882	7003,7	
28	Machala	4	83	13	279,7961	240,09	242,5697	2,173	-0,055115018	134,9741	18218	
29	Babahoyo	0	4	96	55,0372	53,0882	44,953	1,271	0,614701082	39,7032	1576,3	
30	Daular				108,5656	95,4615	72,1642	1,034	0,842027461	83,0043	6889,7	
31	Posorja				186,709	136,5148	111,6219	0,911	0,640343363	116,6229	13601	
32	Duran 2				24,3879	23,8686	14,9406	0,824	1,062566202	25,2069	635,39	

Tabla 9. Tabla de relación entre la curtosis y los parámetros de resistencia al corte

No. Sample	Ciudad	Curtosis	Skewness	Angulo de fricción	cohesión
1	Puyo	0,828	1,300145414	25,52	0,45
2	Ibarra	0,978	0,967053308	34,17	3,51
3	Portoviejo	1,493	0,271247134	20,43	0,72
4	Guayaquil	1,223	0,59351008	28,2	1,21
5	Tulcán	1,044	0,713155008	20,44	0,599
6	Azogues	1,187	0,603559606	29,96	3,92
7	Macas	1,468	0,249928402	10,19	0,09
8	Tena	1,471	0,411775464	0,439	0,12
9	Santo Domingo	1,202	0,42300525	16,05	0,38
10	Cuenca	1,496	0,412142655	6,689	0,25
11	Zamora	1,375	0,570701732	5,19	0,31
12	Durán	1,359	0,38674867	12,46	0,105
13	Ambato	0,901	0,937756582	17,54	0,907
14	Pedernales	1,262	0,682382955	3,43	0,32
15	Riobamba	0,98	0,909191947	14,82	0,148
16	Jaramijó	1,023	1,287114193	3,03	0,278
17	Esmeraldas	1,361	0,439328974	8,82	0,36
18	Baños	1,78	0,225781208	7,78	0,504
19	Santa Elena	2,123	0,072880407	42,5	2,93
20	Latacunga	1,182	0,430018484	29,08	1,61
21	Nueva Loja	0,762	0,80046664	20,73	0,47
22	Cotopaxi	1,146	0,347843488	25,44	0,197
23	Guaranda	1,097	0,709393684	11,43	0,84
24	Manta	1,238	0,707158493	6,63	0,18
25	Coca	1,004	0,798359353	6,45	0,297
26	Loja	0,804	0,553833004	35,74	4,33
27	Quito	1,186	0,614412785	18,16	0,88
28	Machala	2,173	-0,055115018	30,686	0,45
29	Babahoyo	1,271	0,614701082	44,58	2,59
30	Daular	1,034	0,842027461		
31	Progreso	0,911	0,640343363	74,00	0,29

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19
No. Sample	City	USC	Triaxial	USCS	Liquid Limit	Plastic Limit	Plasticity Index	Water content (%)	W > PL	LL-W	Gravel	Sand	Fines	friction angle	cohesion	cohesion [Kg/cm2]	eastings (x)	northing (y)
1	Puyo	X	X	MH	164,43	97,44	66,99	132,11	34,67	32,32	0	6	94	25,52	0,45	0,2-0,73	166571	9835661
2	Ibarra	X	X	ML	24,21	23,26	0,95	3,14	0,00	21,07	0	42	58	34,17	3,51	0,61-1,07	819358	38708
3	Portoviejo	X	X	MH	119,63	77,20	42,43	102,13	24,93	17,50	0	14	86	20,43	0,72	0,73	560919	9883569
4	Guayaquil	X	X	MH	76,23	48,00	28,23	39,78	0,00	36,45	0	5	95	28,20	1,21	0,2-0,73	622935	9758640
5	Tulcán	X	X	SC	25,33	21,43	3,90	12,58	0,00	12,75	0	54	46	20,44	0,60	0,11-0,76	196889	89584
6	Azogues	X	X	ML	26,97	22,73	4,24	8,29	0,00	18,68	0	42	58	29,96	3,92	0,09-0,68	729323	9716750
7	Macas	X	X	MH	150,89	117,80	33,09	132,31	14,51	18,58	0	4	96	10,19	0,09	0,2-0,73	820647	9745075
8	Tena	X	X	CL	41,81	24,00	17,80	30,46	6,46	11,35	0	3	97	0,44	0,12	0,1-0,2	187536	9889495
9	Santo Domingo	X	X	MH	60,62	47,61	13,01	49,36	1,75	11,26	0	42	58	16,05	0,38	0,2-0,73	703623	9971736
10	Cuenca	X	X	MH	110,58	76,69	33,89	87,11	10,42	23,47	0	2	98	6,69	0,25	0,2-0,73	723807	9679649
11	Zamora	X	X	CL	48,97	27,77	21,20	26,09	0,00	22,88	0	45	55	5,19	0,31	0,13-0,88	727328	9550379
12	Durán	X	X	SM	56,20	39,91	16,28	46,14	6,23	10,06	0	60	40	12,46	0,11	0,2-0,73	630367	9756498
13	Ambato	X	X	ML	0,00	0,00	0,00	10,06	10,06	-10,06	0	25	75	17,54	0,91	0,61-1,07	767392	9863062
14	Pedernales	X	X	SC	44,00	19,00	25,00	20,00	1,00	24,00	6	46	48	3,43	0,32	0,11-0,76	605031	7816
15	Riobamba	X	X	ML	0,00	0,00	0,00	5,31	5,31	-5,31	0	35	65	14,82	0,15	0,09-0,68	755014	9825106
16	Jaramijo	X	X	CL	43,44	24,28	19,17	27,16	2,88	16,28	0	33	67	3,03	0,28	0,13-0,88	541346	9895403
17	Esmeraldas	X	X	SC	0,00	0,00	0,00	24,00	24,00	-24,00	0	82	18	8,82	0,36	0,11-0,76	647689	103051
18	Baños	X	X	MH	167,29	111,61	55,69	137,05	25,44	30,24	2	30	68	7,78	0,50	0,2-0,73	787620	9844655
19	Santa Elena	X	X	SM	0,00	0,00	0,00	14,52	14,52	-14,52	5	86	9	42,50	2,93	0,2-0,73	515497	9753993
20	Latacunga	X	X	SM	0,00	0,00	0,00	8,00	8,00	-8,00	4	50	46	29,08	1,61	0,2-0,5	765494	9901893
21	Nueva Loja	X	X	CL	38,00	20,00	18,00	20,00	0,00	18,00	0	27	73	20,73	0,47	0,13-0,88	285432	8841
22	Cotopaxi	X	X	SM	0,00	0,00	0,00	7,00	7,00	-7,00	17	70	13	25,44	0,20	0,2-0,5	785233	9932464
23	Guaranda	X	X	ML	48,45	29,19	19,26	12,23	0,00	36,22	0	19	81	11,43	0,84	0,9	722322	9824078
24	Manta	X	X	CH	70,84	27,16	43,68	55,37	28,21	15,47	0	21	79	6,63	0,18	0,11-1,05	541408	9895403
25	Francisco de Orellana	X	X	CL	49,00	11,00	38,00	22,00	11,00	27,00	0	39	61	6,45	0,30	0,1-0,2	278556	9947395
26	Loja	X	X	SM	27,31	24,49	2,82	12,03	0,00	15,28	2	57	41	35,74	4,33	0,2-0,73	699452	9558774
27	Quito	X	X	MH	63,92	47,76	16,17	40,54	0,00	23,38	0	27	73	18,16	0,88	0,61-1,07	780446	9984238
28	Machala	X	X	SM	0,00	0,00	0,00	5,42	5,42	-5,42	4	83	13	30,69	0,45	0,2-0,5	615899	9640101
29	Babahoyo	X	X	MH	60,70	37,43	23,27	16,77	0,00	43,93	0	4	96	44,58	2,59	0,2-0,73	662962	9800740

Ilustración 31 Tabla de atributos que será visualizada en la base de datos

Sin título - ArcMap

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

able

loja1S

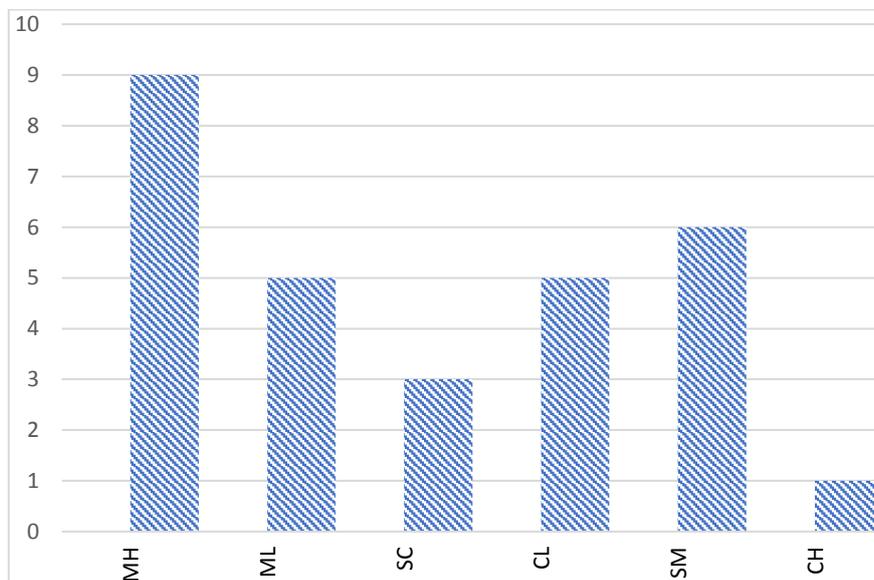
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
No. Sample	City	USC	Triaxial	USCS	Liquid Limit	Plastic Limit	Plasticity Index	Water content (%)	W > PL	LL-W	Gravel	Sand	Fines	friction angle
1	Puyo	X	X	MH	164,43	97,44	66,99	132,11	34,67	32,32	0	6	94	25,52
2	Ibarra	X	X	ML	24,21	23,26	0,95	3,14	0,00	21,07	0	42	58	34,17
3	Portoviejo	X	X	MH	119,63	77,20	42,43	102,13	24,93	17,50	0	14	86	20,43
4	Guayaquil	X	X	MH	76,23	48,00	28,23	39,78	0,00	36,45	0	5	95	28,20
5	Tulcán	X	X	SC	25,33	21,43	3,90	12,58	0,00	12,75	0	54	46	20,44
6	Azogues	X	X	ML	26,97	22,73	4,24	8,29	0,00	18,68	0	42	58	29,96
7	Macas	X	X	MH	150,89	117,80	33,09	132,31	14,51	18,58	0	4	96	10,19
8	Tena	X	X	CL	41,81	24,00	17,80	30,46	6,46	11,35	0	3	97	0,44
9	Santo Domingo	X	X	MH	60,62	47,61	13,01	49,36	1,75	11,26	0	42	58	16,05
10	Cuenca	X	X	MH	110,58	76,69	33,89	87,11	10,42	23,47	0	2	98	6,69
11	Zamora	X	X	CL	48,97	27,77	21,20	26,09	0,00	22,88	0	45	55	5,19
12	Durán	X	X	SM	56,20	39,91	16,28	46,14	6,23	10,06	0	60	40	12,46
13	Ambato	X	X	ML	0,00	0,00	0,00	10,06	10,06	-10,06	0	25	75	17,54
14	Pedernales	X	X	SC	44,00	19,00	25,00	20,00	1,00	24,00	6	46	48	3,43
15	Riobamba	X	X	ML	0,00	0,00	0,00	5,31	5,31	-5,31	0	35	65	14,82
16	Jaramijo	X	X	CL	43,44	24,28	19,17	27,16	2,88	16,28	0	33	67	3,03
17	Esmeraldas	X	X	SC	0,00	0,00	0,00	24,00	24,00	-24,00	0	82	18	8,82
18	Baños	X	X	MH	167,29	111,61	55,69	137,05	25,44	30,24	2	30	68	7,78
19	Santa Elena	X	X	SM	0,00	0,00	0,00	14,52	14,52	-14,52	5	86	9	42,50
20	Latacunga	X	X	SM	0,00	0,00	0,00	8,00	8,00	-8,00	4	50	46	29,08
21	Nueva Loja	X	X	CL	38,00	20,00	18,00	20,00	0,00	18,00	0	27	73	20,73
22	Cotopaxi	X	X	SM	0,00	0,00	0,00	7,00	7,00	-7,00	17	70	13	25,44
23	Guaranda	X	X	ML	48,45	29,19	19,26	12,23	0,00	36,22	0	19	81	11,43
24	Manta	X	X	CH	70,84	27,16	43,68	55,37	28,21	15,47	0	21	79	6,63
25	Francisco de Orellana	X	X	CL	49,00	11,00	38,00	22,00	11,00	27,00	0	39	61	6,45
26	Loja	X	X	SM	27,31	24,49	2,82	12,03	0,00	15,28	2	57	41	35,74

Ilustración 32 Parte de la base de datos abierta al público (características geomecánicas)

F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20
USCS	Liquid Limit	Plastic Limit	Plasticity Index	Water content (%)	W > PL	LL-W	Gravel	Sand	Fines	friction angle	cohesion	cohesión [Kg/cm2]	easting (x)	northing (y)	zone
MH	164,43	97,44	66,99	132,11	34,67	32,32	0	6	94	25,52	0,45	0,2-0,73	166571	9835661	17S
ML	24,21	23,26	0,95	3,14	0,00	21,07	0	42	58	34,17	3,51	0,61-1,07	819358	38708	17N
MH	119,63	77,20	42,43	102,13	24,93	17,50	0	14	86	20,43	0,72	0,73	560919	9883569	17S
MH	76,23	48,00	28,23	39,78	0,00	36,45	0	5	95	28,20	1,21	0,2-0,73	622935	9758640	17S
SC	25,33	21,43	3,90	12,58	0,00	12,75	0	54	46	20,44	0,60	0,11-0,76	196889	98584	18N
ML	26,97	22,73	4,24	8,29	0,00	18,68	0	42	58	29,96	3,92	0,09-0,68	729323	9716750	17S
MH	150,89	117,80	33,09	132,31	14,51	18,58	0	4	96	10,19	0,09	0,2-0,73	829647	9745075	18S
CL	41,81	24,00	17,80	30,46	6,46	11,35	0	3	97	0,44	0,12	0,1-0,2	187536	9889495	18S
MH	60,62	47,61	13,01	49,36	1,75	11,26	0	42	58	16,05	0,38	0,2-0,73	703623	9971736	17S
MH	110,58	76,69	33,89	87,11	10,42	23,47	0	2	98	6,69	0,25	0,2-0,73	723807	9679649	17S
CL	48,97	27,77	21,20	28,09	0,00	23,88	0	45	55	5,19	0,31	0,13-0,88	727328	9550379	17S
SM	58,20	39,91	16,28	46,14	6,23	10,06	0	60	40	12,46	0,11	0,2-0,73	630367	9756498	17S
ML	0,00	0,00	0,00	10,06	10,06	-10,06	0	25	75	17,54	0,91	0,61-1,07	767392	9863062	17S
SC	44,00	19,00	25,00	20,00	1,00	24,00	6	46	48	3,43	0,32	0,11-0,76	605031	7816	17N
ML	0,00	0,00	0,00	5,31	5,31	-5,31	0	35	65	14,82	0,15	0,09-0,68	755014	9825106	17S
CL	43,44	24,28	19,17	27,16	2,88	16,28	0	33	67	3,03	0,28	0,13-0,88	541346	9895403	17S
SC	0,00	0,00	0,00	24,00	24,00	-24,00	0	82	18	8,82	0,36	0,11-0,76	647689	103051	17N
MH	167,29	111,61	55,69	137,05	25,44	30,24	2	30	68	7,78	0,50	0,2-0,73	787620	9844655	17S
SM	0,00	0,00	0,00	14,52	-14,52	5	86	9	42,50	2,93	2,93	0,2-0,73	515497	9753993	17S
SM	0,00	0,00	0,00	8,00	8,00	-8,00	4	50	46	29,08	1,61	0,2-0,5	765494	9901893	17S
CL	38,00	20,00	18,00	20,00	0,00	18,00	0	27	73	20,73	0,47	0,13-0,88	285432	8841	18N
SM	0,00	0,00	0,00	7,00	7,00	-7,00	17	70	13	25,44	0,20	0,2-0,5	785233	9932464	17S
ML	48,45	29,19	19,26	12,23	0,00	36,22	0	19	81	11,43	0,84	0,9	722322	9824078	17S
CH	70,84	27,16	43,68	55,37	28,21	15,47	0	21	79	6,63	0,18	0,11-1,05	541408	9895403	17S
CL	49,00	11,00	38,00	22,00	11,00	27,00	0	39	61	6,45	0,30	0,1-0,2	278556	9947395	18S
SM	27,31	24,49	2,82	12,03	0,00	15,28	2	57	41	35,74	4,33	0,2-0,73	699452	9558774	17S
MH	63,92	47,76	16,17	40,54	0,00	23,38	0	27	73	18,16	0,88	0,61-1,07	780446	9984238	17S
SM	0,00	0,00	0,00	5,42	5,42	-5,42	4	83	13	30,69	0,45	0,2-0,5	615899	9640101	17S
MH	60,70	37,43	23,27	16,77	0,00	43,93	0	4	96	44,58	2,59	0,2-0,73	662962	9800740	17S

Ilustración 33 Parte de la base de datos presentada al público

A continuación, se presenta un diagrama de barras para representar los tipos de suelos encontrados según la norma USCS y la cantidad que hay por cada uno de ellos



CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se generó una base de datos a nivel nacional homogénea, la cual estará abierta al público con las características tanto geomecánicas como mineralógicas con los primeros 31 puntos.
- En cuanto a la clasificación de los suelos según la norma USCS podemos observar la predominancia de suelos del tipo limo inorgánicos con alta y baja plasticidad presentes en las tres regiones de Ecuador Continental.
- Esta base de datos contiene datos en su mayoría geomecánicos, los cuales permitirán al usuario de la base de datos tener un conocimiento previo del comportamiento del suelo en el punto de su interés, el cual podrá ser comparado con ayuda de la tabla de coordenadas de este proyecto.
- Estos treinta y un puntos son el primer grupo de puntos que serán implementados en esta base de datos, ya que a futuro se espera una ampliación de este trabajo.
- Con la difracción se pudo establecer que la mayoría de los suelos tenían presencia de Ilmenita, plagioclasas, cuarzo y amorfos, los cuales según el punto pueden ser interpretados como sulfatos, carbonatos o material orgánico

4.2. Recomendaciones

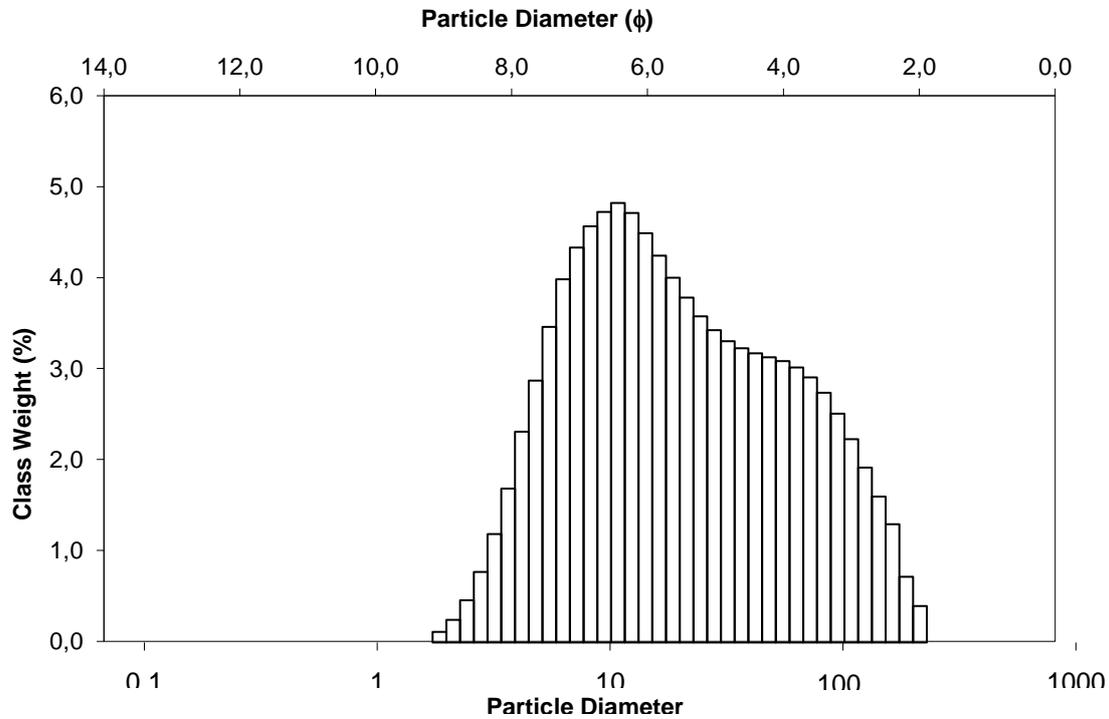
- Al momento de la recolección de las muestras, inmediatamente estas deben ser guardadas en recipientes herméticos y los ensayos de laboratorio deberán ser realizados lo más pronto posible, en orden de que sus características no cambien.
- Si se desea continuar con el trabajo presentado se recomienda utilizar la misma metodología para poder conservar la homogeneidad de la base de datos.

5. Anexos

5.1 Granulometría fina: Tabla de frecuencias y patrón de distribución de tamaño de partículas con curva granulométrica

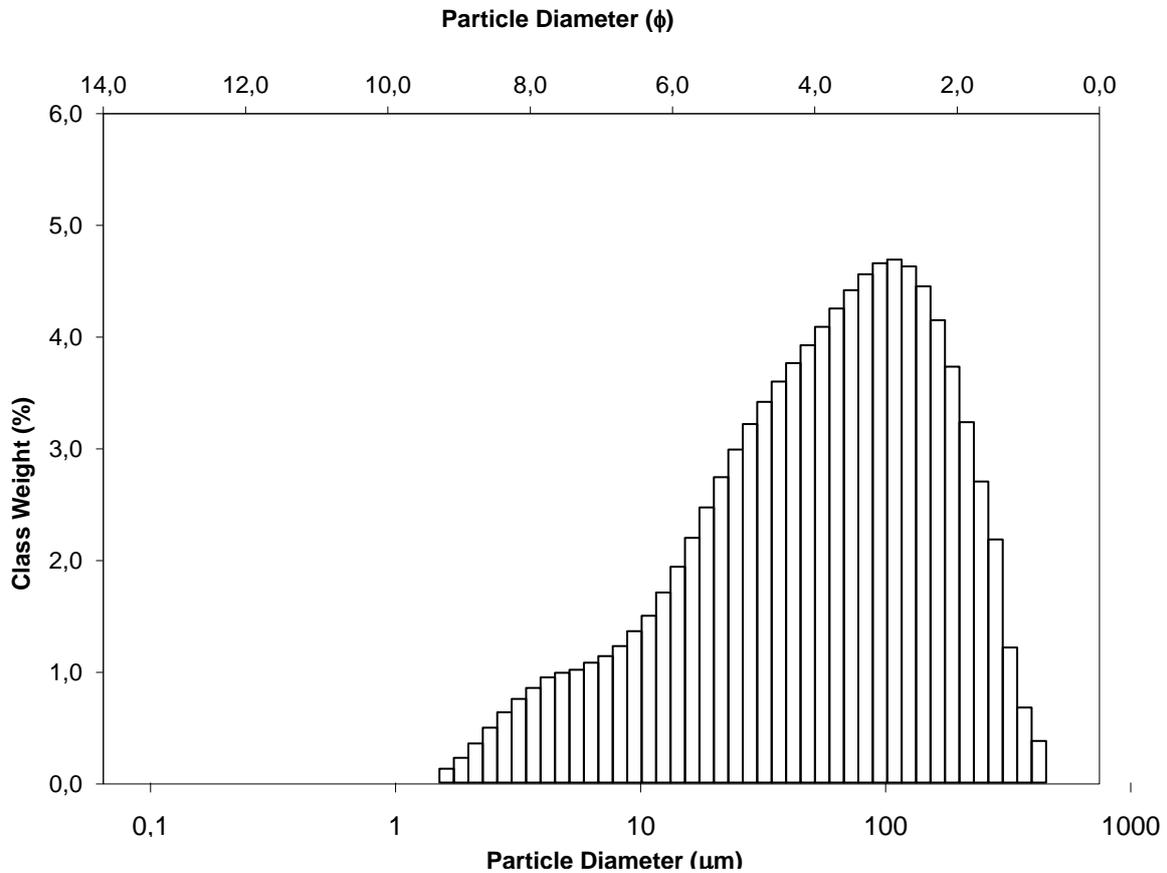
5.1.1 Puyo

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.251	99.632	43	34.255	3.258	29.009	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.468	99.164	44	39.234	3.203	25.806				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.780	98.384	45	44.938	3.159	22.646				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	1.202	97.181	46	51.471	3.116	19.531				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	1.706	95.475	47	58.953	3.046	16.484				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	2.332	93.143	48	67.523	2.936	13.549				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	2.900	90.243	49	77.339	2.766	10.782				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	3.497	86.746	50	88.583	2.534	8.248				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	4.023	82.723	51	101.460	2.252	5.996				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	4.374	78.349	52	116.210	1.937	4.059				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	4.609	73.740	53	133.103	1.616	2.443				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	4.766	68.974	54	152.453	1.310	1.132				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	4.868	64.106	55	174.616	0.728	0.404				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	4.756	59.350	56	200.000	0.404	0.000				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	4.533	54.817	57	229.075	0.000	0.000				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	4.283	50.534	58	262.376	0.000	0.000				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	4.041	46.493	59	300.518	0.000	0.000				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	3.819	42.674	60	344.206	0.000	0.000				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	3.612	39.062	61	394.244	0.000	0.000				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	3.459	35.604	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.118	99.882	42	29.907	3.337	32.266	63	517.200	0.000	0.000				



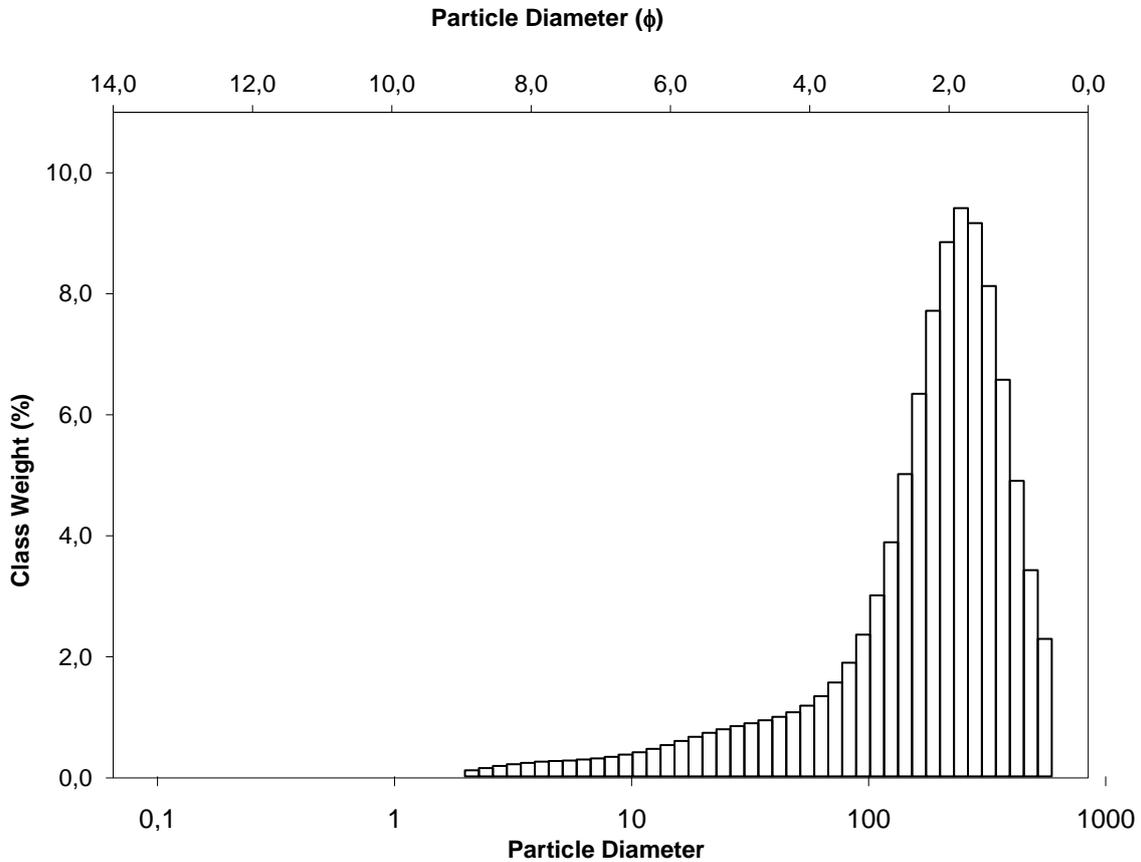
5.1.2 Ibarra

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.356	99.292	43	34.255	3.648	62.563	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.500	98.792	44	39.234	3.817	58.746				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.638	98.154	45	44.938	3.979	54.768				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.762	97.392	46	51.471	4.146	50.622				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.862	96.530	47	58.953	4.313	46.308				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.956	95.574	48	67.523	4.480	41.829				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.999	94.574	49	77.339	4.625	37.204				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	1.027	93.548	50	88.583	4.725	32.479				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	1.091	92.456	51	101.460	4.758	27.721				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	1.151	91.305	52	116.210	4.696	23.025				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	1.242	90.063	53	133.103	4.515	18.510				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	1.377	88.686	54	152.453	4.207	14.304				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	1.518	87.169	55	174.616	3.784	10.520				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	1.729	85.439	56	200.000	3.279	7.241				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.964	83.476	57	229.075	2.739	4.503				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	2.226	81.249	58	262.376	2.212	2.291				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	2.504	78.745	59	300.518	1.229	1.062				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	2.778	75.967	60	344.206	0.683	0.379				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	3.030	72.938	61	394.244	0.379	0.000				
20	1.510	0.126	99.874	41	26.111	3.262	69.676	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.226	99.648	42	29.907	3.464	66.212	63	517.200	0.000	0.000				



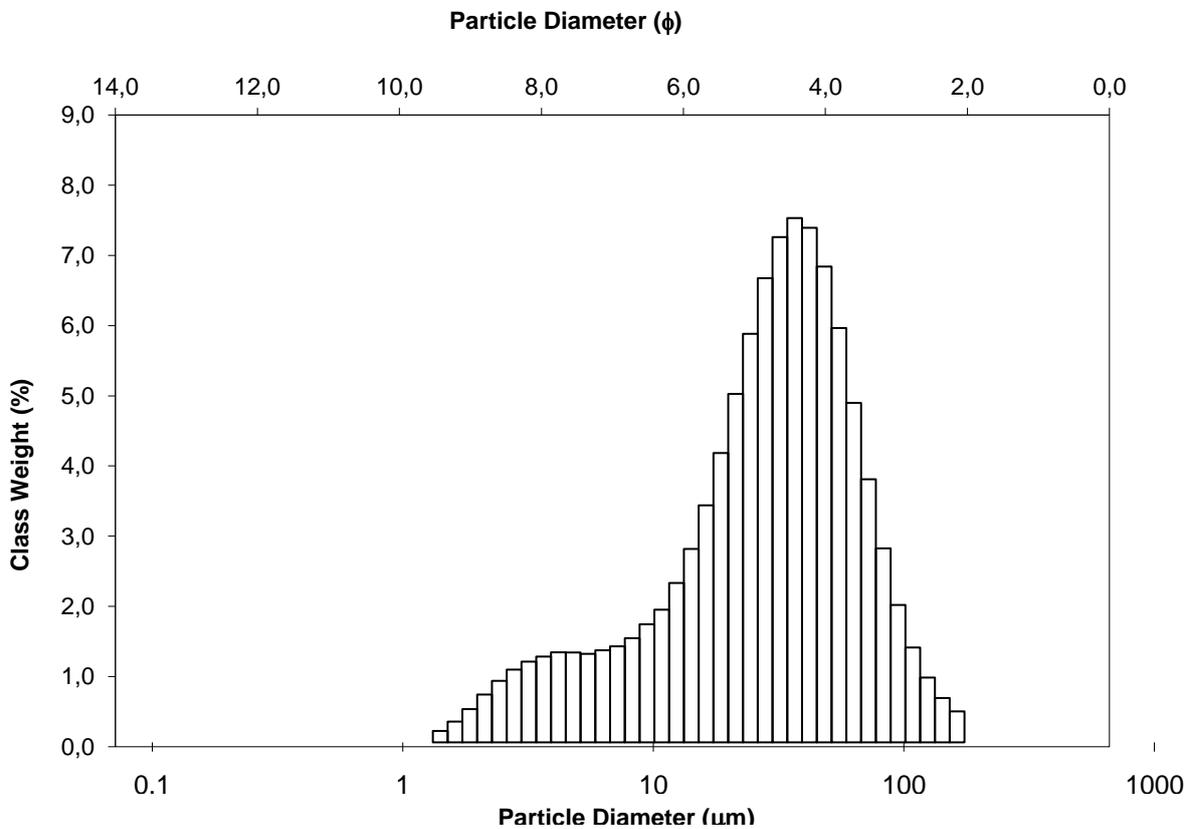
5.1.3 Portoviejo

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.101	99.899	43	34.255	0.930	90.370	64	592.387	1.344	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.138	99.760	44	39.234	0.987	89.383				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.173	99.588	45	44.938	1.063	88.319				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.202	99.385	46	51.471	1.172	87.147				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.224	99.161	47	58.953	1.329	85.818				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.244	98.917	48	67.523	1.556	84.262				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.255	98.662	49	77.339	1.884	82.378				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.263	98.399	50	88.583	2.349	80.030				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.280	98.119	51	101.460	3.000	77.030				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.298	97.821	52	116.210	3.880	73.149				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.324	97.497	53	133.103	5.010	68.139				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.361	97.136	54	152.453	6.341	61.799				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.400	96.736	55	174.616	7.717	54.081				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.456	96.279	56	200.000	8.855	45.226				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.519	95.760	57	229.075	9.418	35.808				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	0.587	95.173	58	262.376	9.170	26.638				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	0.656	94.517	59	300.518	8.127	18.511				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	0.722	93.795	60	344.206	6.573	11.939				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	0.781	93.014	61	394.244	4.898	7.040				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	0.833	92.181	62	451.556	3.418	3.623				
21	1.729	0.000	100.000	42	29.907	0.881	91.300	63	517.200	2.279	1.344				



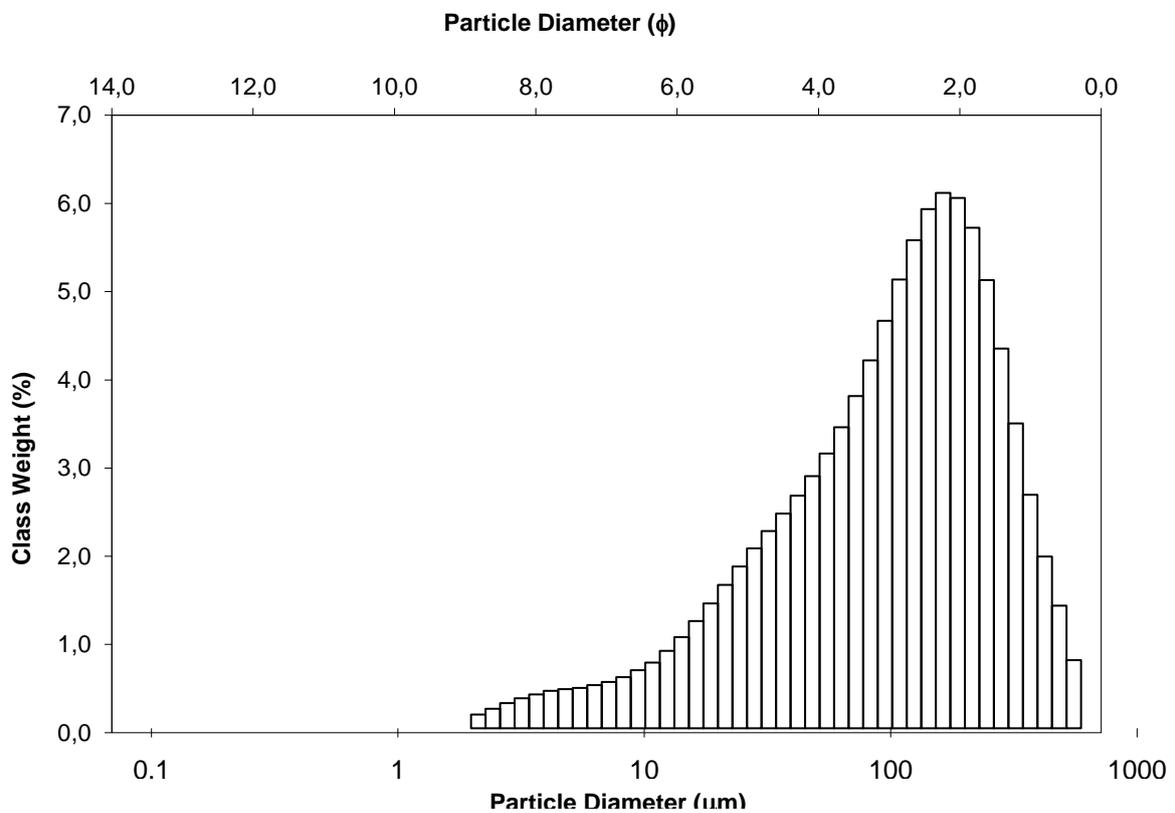
5.1.4 Guayaquil

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.690	98.365	43	34.255	7.566	37.143	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.888	97.477	44	39.234	7.427	29.716				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	1.048	96.428	45	44.938	6.867	22.849				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	1.166	95.262	46	51.471	5.979	16.870				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	1.239	94.024	47	58.953	4.899	11.971				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	1.298	92.725	48	67.523	3.797	8.174				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	1.297	91.429	49	77.339	2.800	5.374				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	1.278	90.151	50	88.583	1.983	3.391				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	1.329	88.822	51	101.460	1.369	2.022				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	1.386	87.436	52	116.210	0.935	1.087				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	1.503	85.933	53	133.103	0.640	0.447				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	1.703	84.230	54	152.453	0.447	0.000				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	1.915	82.315	55	174.616	0.000	0.000				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	2.300	80.015	56	200.000	0.000	0.000				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	2.792	77.222	57	229.075	0.000	0.000				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	3.420	73.803	58	262.376	0.000	0.000				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	4.177	69.626	59	300.518	0.000	0.000				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	5.028	64.598	60	344.206	0.000	0.000				
19	1.318	0.165	99.835	40	22.797	5.896	58.701	61	394.244	0.000	0.000				
20	1.510	0.299	99.536	41	26.111	6.699	52.002	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.481	99.055	42	29.907	7.293	44.709	63	517.200	0.000	0.000				



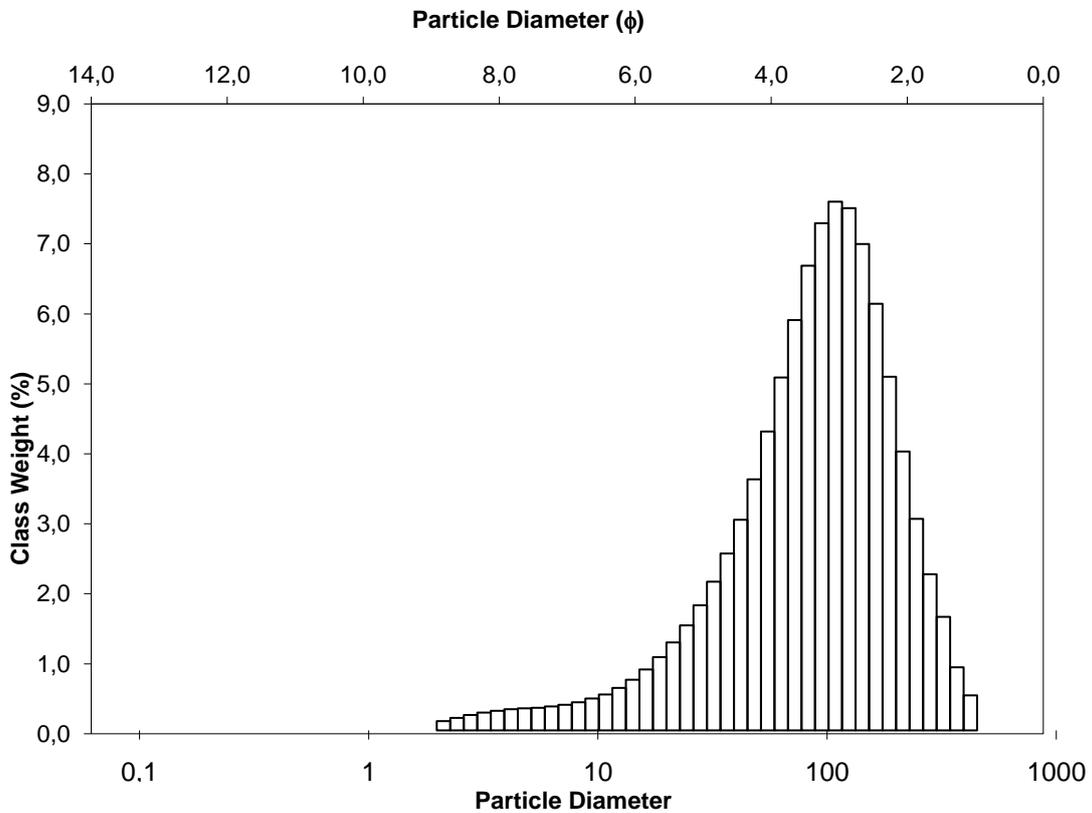
5.1.5 Túlcan

No.	Diameter	Freq.	%	Over %	No.	Diameter	Freq.	%	Over %	No.	Diameter	Freq.	%	Over %	No.	Diameter	Freq.	%	Over %	
1	0.115	0.000	100.000		22	1.981	0.157	99.843		43	34.255	2.451	79.431		64	592.387	0.432	0.000		
2	0.131	0.000	100.000		23	2.269	0.223	99.620		44	39.234	2.656	76.775							
3	0.150	0.000	100.000		24	2.599	0.287	99.333		45	44.938	2.879	73.896							
4	0.172	0.000	100.000		25	2.976	0.343	98.989		46	51.471	3.137	70.759							
5	0.197	0.000	100.000		26	3.409	0.387	98.602		47	58.953	3.437	67.322							
6	0.226	0.000	100.000		27	3.905	0.427	98.175		48	67.523	3.793	63.529							
7	0.259	0.000	100.000		28	4.472	0.447	97.728		49	77.339	4.201	59.328							
8	0.296	0.000	100.000		29	5.122	0.461	97.267		50	88.583	4.652	54.676							
9	0.339	0.000	100.000		30	5.867	0.493	96.774		51	101.460	5.124	49.552							
10	0.389	0.000	100.000		31	6.720	0.529	96.244		52	116.210	5.572	43.980							
11	0.445	0.000	100.000		32	7.697	0.584	95.661		53	133.103	5.928	38.052							
12	0.510	0.000	100.000		33	8.816	0.663	94.997		54	152.453	6.113	31.939							
13	0.584	0.000	100.000		34	10.097	0.750	94.247		55	174.616	6.055	25.884							
14	0.669	0.000	100.000		35	11.565	0.884	93.363		56	200.000	5.715	20.169							
15	0.766	0.000	100.000		36	13.246	1.041	92.322		57	229.075	5.117	15.052							
16	0.877	0.000	100.000		37	15.172	1.224	91.099		58	262.376	4.335	10.717							
17	1.005	0.000	100.000		38	17.377	1.426	89.673		59	300.518	3.481	7.236							
18	1.151	0.000	100.000		39	19.904	1.637	88.036		60	344.206	2.666	4.570							
19	1.318	0.000	100.000		40	22.797	1.847	86.189		61	394.244	1.961	2.609							
20	1.510	0.000	100.000		41	26.111	2.054	84.135		62	451.556	1.400	1.210							
21	1.729	0.000	100.000		42	29.907	2.252	81.882		63	517.200	0.778	0.432							



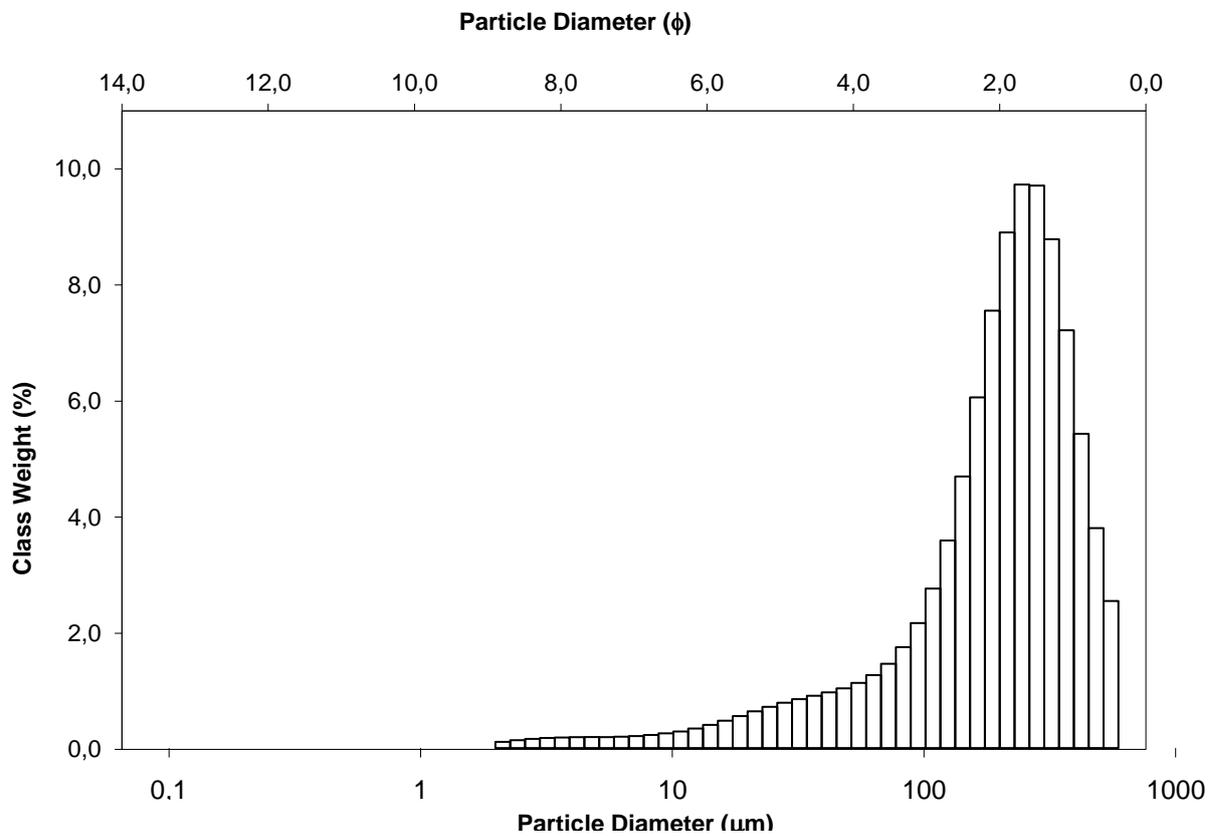
5.1.6 Azogues

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.136	99.864	43	34.255	2.590	83.058	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.183	99.681	44	39.234	3.085	79.972				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.225	99.456	45	44.938	3.677	76.296				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.261	99.196	46	51.471	4.377	71.919				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.287	98.909	47	58.953	5.168	66.751				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.310	98.598	48	67.523	6.009	60.742				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.323	98.276	49	77.339	6.806	53.937				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.331	97.945	50	88.583	7.427	46.509				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.351	97.594	51	101.460	7.743	38.767				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.375	97.218	52	116.210	7.648	31.119				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.412	96.806	53	133.103	7.123	23.996				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.467	96.339	54	152.453	6.248	17.748				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.526	95.813	55	174.616	5.179	12.569				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.622	95.191	56	200.000	4.084	8.485				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.742	94.449	57	229.075	3.098	5.387				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	0.892	93.557	58	262.376	2.287	3.101				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	1.073	92.484	59	300.518	1.663	1.437				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	1.288	91.196	60	344.206	0.924	0.513				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	1.538	89.658	61	394.244	0.513	0.000				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	1.832	87.826	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.000	100.000	42	29.907	2.178	85.648	63	517.200	0.000	0.000				



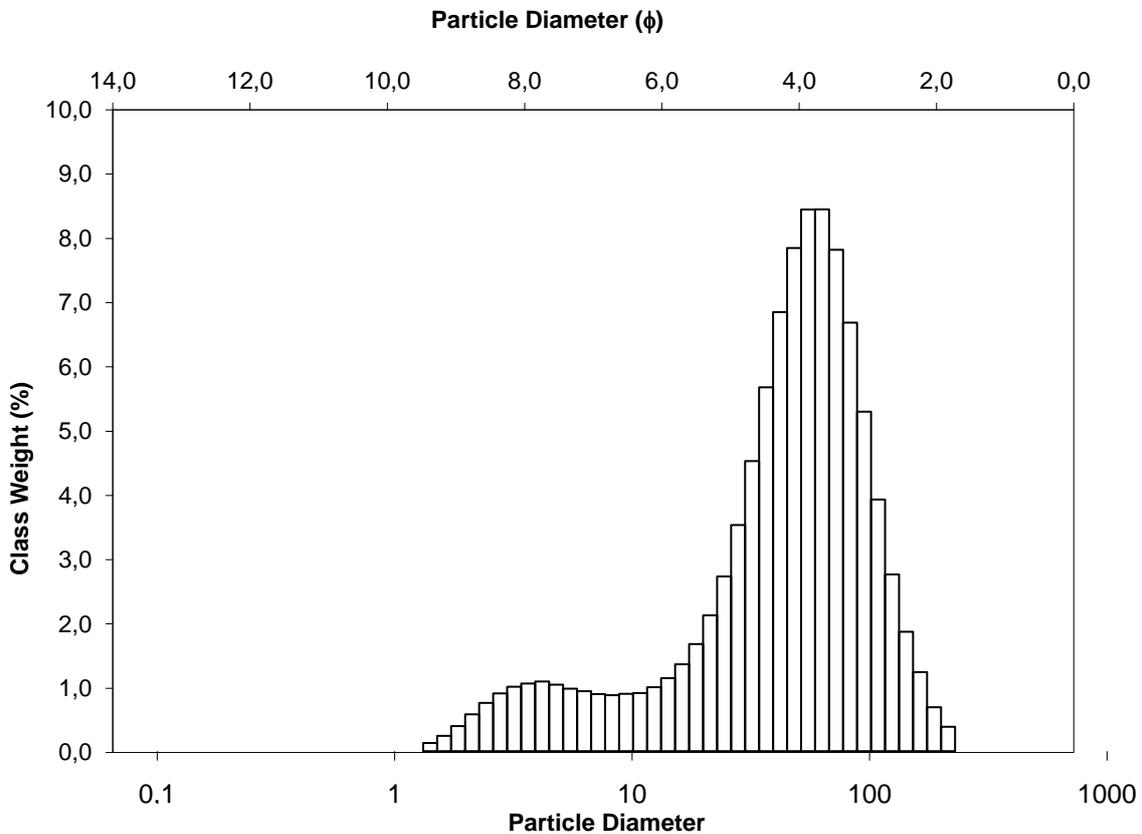
5.1.7 Macas

No.	Diameter	Freq.	%	Over %	No.	Diameter	Freq.	%	Over %	No.	Diameter	Freq.	%	Over %	No.	Diameter	Freq.	%	Over %	
1	0.115	0.000	100.000		22	1.981	0.107	99.893		43	34.255	0.902	91.871		64	592.387	1.486	0.000		
2	0.131	0.000	100.000		23	2.269	0.136	99.757		44	39.234	0.961	90.911							
3	0.150	0.000	100.000		24	2.599	0.158	99.599		45	44.938	1.030	89.881							
4	0.172	0.000	100.000		25	2.976	0.174	99.425		46	51.471	1.124	88.757							
5	0.197	0.000	100.000		26	3.409	0.182	99.243		47	58.953	1.258	87.499							
6	0.226	0.000	100.000		27	3.905	0.188	99.055		48	67.523	1.454	86.045							
7	0.259	0.000	100.000		28	4.472	0.190	98.865		49	77.339	1.741	84.304							
8	0.296	0.000	100.000		29	5.122	0.189	98.676		50	88.583	2.156	82.148							
9	0.339	0.000	100.000		30	5.867	0.196	98.480		51	101.460	2.751	79.397							
10	0.389	0.000	100.000		31	6.720	0.207	98.273		52	116.210	3.580	75.817							
11	0.445	0.000	100.000		32	7.697	0.226	98.047		53	133.103	4.685	71.132							
12	0.510	0.000	100.000		33	8.816	0.254	97.792		54	152.453	6.049	65.083							
13	0.584	0.000	100.000		34	10.097	0.286	97.506		55	174.616	7.545	57.538							
14	0.669	0.000	100.000		35	11.565	0.337	97.169		56	200.000	8.894	48.644							
15	0.766	0.000	100.000		36	13.246	0.400	96.770		57	229.075	9.720	38.924							
16	0.877	0.000	100.000		37	15.172	0.472	96.297		58	262.376	9.702	29.221							
17	1.005	0.000	100.000		38	17.377	0.552	95.745		59	300.518	8.777	20.444							
18	1.151	0.000	100.000		39	19.904	0.634	95.111		60	344.206	7.207	13.237							
19	1.318	0.000	100.000		40	22.797	0.711	94.400		61	394.244	5.420	7.817							
20	1.510	0.000	100.000		41	26.111	0.782	93.618		62	451.556	3.794	4.023							
21	1.729	0.000	100.000		42	29.907	0.844	92.773		63	517.200	2.537	1.486							



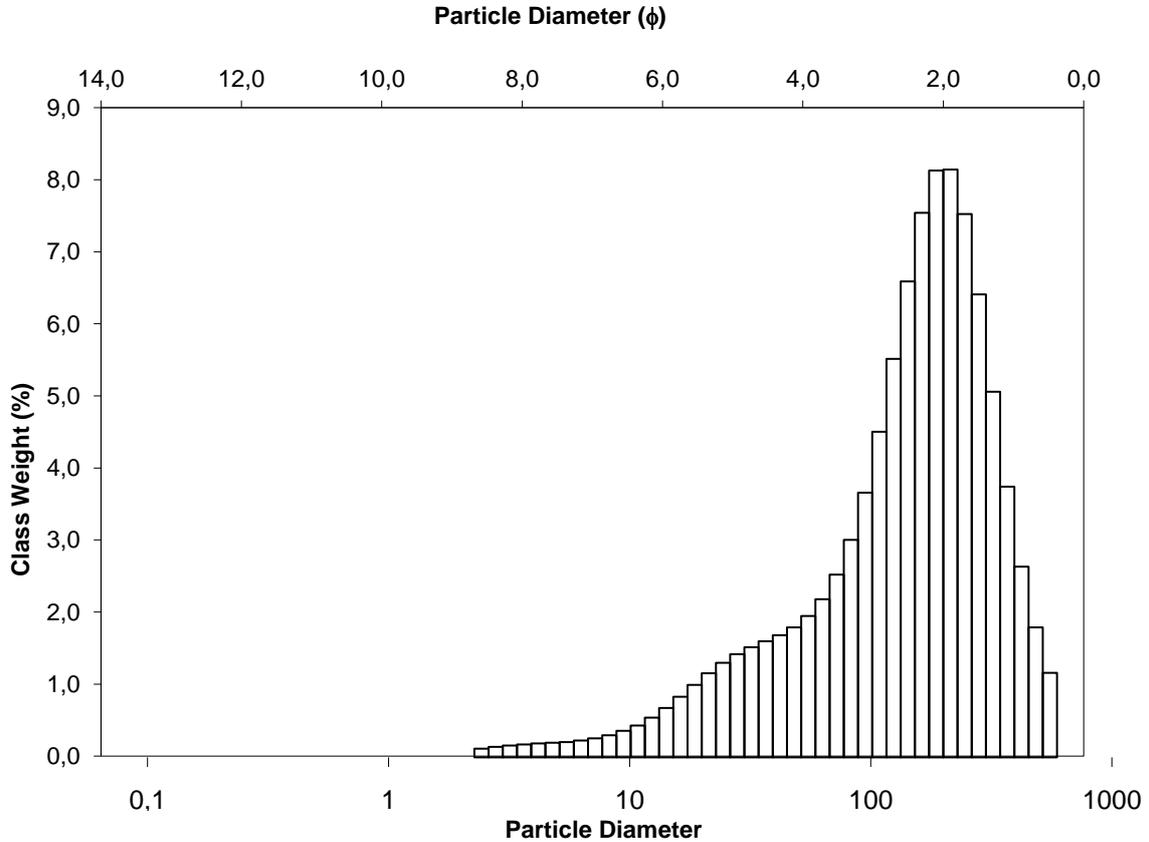
5.1.8 Tena

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.583	98.646	43	34.255	5.754	63.108	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.764	97.882	44	39.234	6.945	56.163				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.912	96.970	45	44.938	7.958	48.205				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	1.020	95.950	46	51.471	8.565	39.639				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	1.071	94.880	47	58.953	8.567	31.073				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	1.101	93.779	48	67.523	7.930	23.142				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	1.052	92.727	49	77.339	6.778	16.364				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.989	91.738	50	88.583	5.369	10.995				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.949	90.789	51	101.460	3.980	7.016				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.903	89.886	52	116.210	2.795	4.221				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.886	89.000	53	133.103	1.889	2.332				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.907	88.093	54	152.453	1.251	1.081				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.919	87.174	55	174.616	0.695	0.386				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	1.012	86.162	56	200.000	0.386	0.000				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.155	85.007	57	229.075	0.000	0.000				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.374	83.633	58	262.376	0.000	0.000				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	1.695	81.937	59	300.518	0.000	0.000				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	2.148	79.789	60	344.206	0.000	0.000				
19	1.318	0.130	99.870	40	22.797	2.763	77.026	61	394.244	0.000	0.000				
20	1.510	0.242	99.628	41	26.111	3.577	73.449	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.398	99.230	42	29.907	4.588	68.862	63	517.200	0.000	0.000				



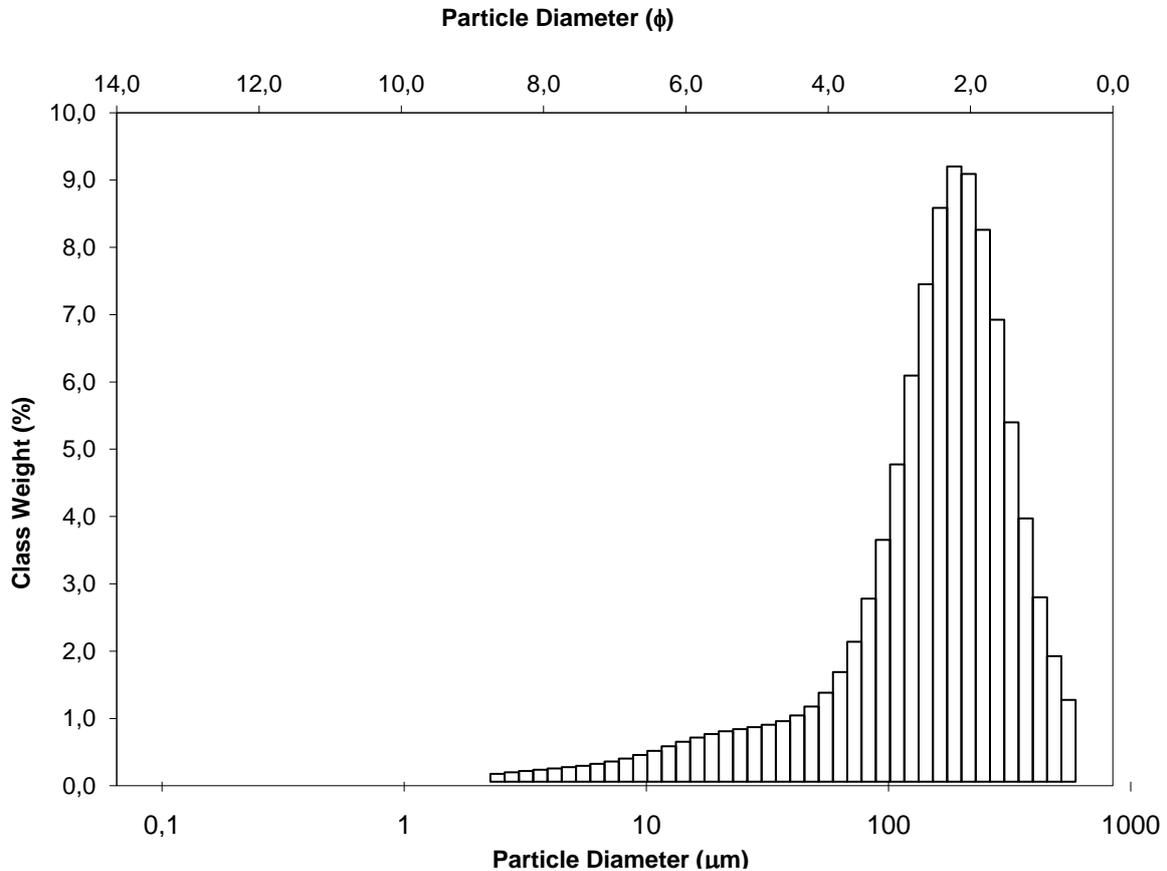
5.1.9 Santo domingo

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.000	100.000	43	34.255	1.619	86.971	64	592.387	0.715	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.121	99.879	44	39.234	1.704	85.266				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.146	99.733	45	44.938	1.813	83.453				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.165	99.568	46	51.471	1.972	81.482				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.180	99.388	47	58.953	2.206	79.276				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.194	99.194	48	67.523	2.549	76.727				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.204	98.990	49	77.339	3.034	73.694				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.213	98.777	50	88.583	3.692	70.002				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.235	98.542	51	101.460	4.542	65.460				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.265	98.277	52	116.210	5.558	59.902				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.308	97.969	53	133.103	6.639	53.263				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.370	97.600	54	152.453	7.596	45.666				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.444	97.156	55	174.616	8.186	37.480				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.554	96.601	56	200.000	8.200	29.281				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.689	95.912	57	229.075	7.579	21.701				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	0.845	95.067	58	262.376	6.458	15.243				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	1.011	94.057	59	300.518	5.100	10.143				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	1.173	92.883	60	344.206	3.776	6.367				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	1.319	91.565	61	394.244	2.660	3.707				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	1.439	90.125	62	451.556	1.813	1.894				
21	1.729	0.000	100.000	42	29.907	1.536	88.590	63	517.200	1.179	0.715				



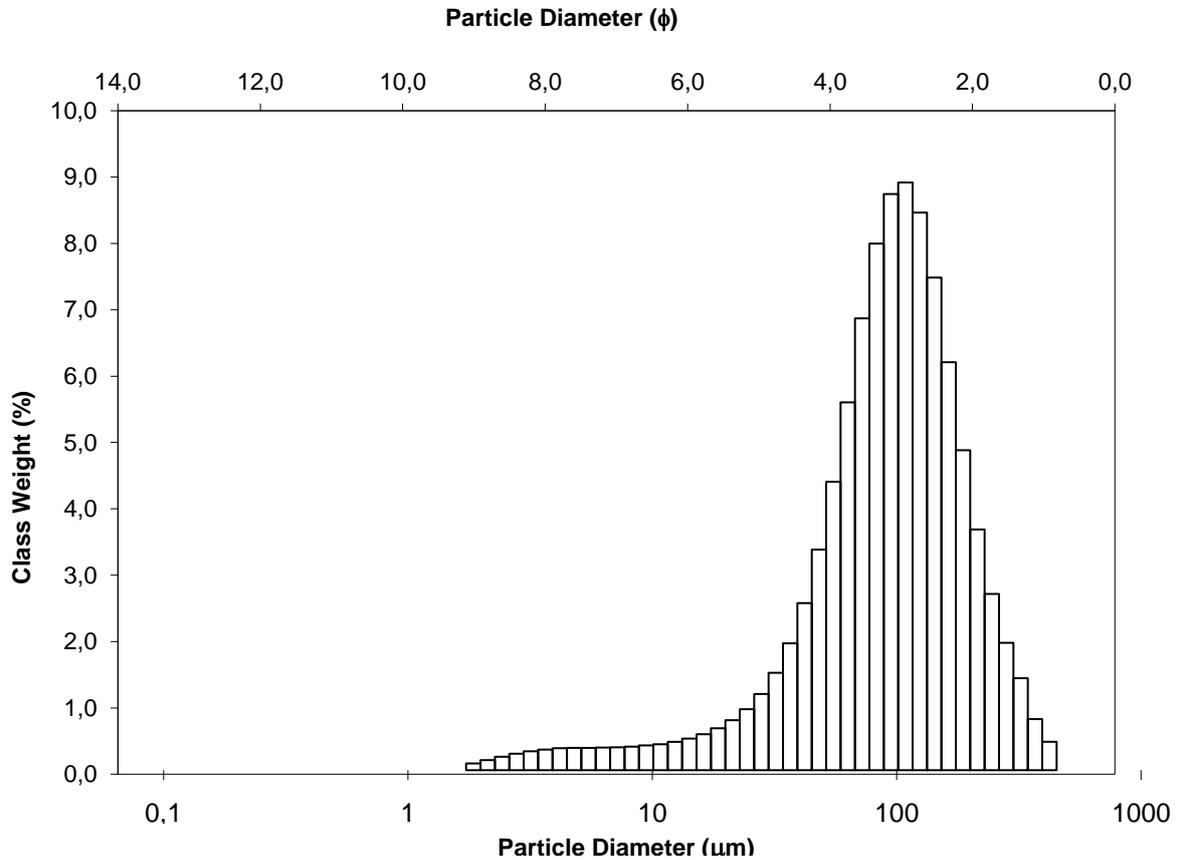
5.1.10 Cuenca

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.000	100.000	43	34.255	0.911	90.301	64	592.387	0.751	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.118	99.882	44	39.234	0.997	89.304				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.141	99.741	45	44.938	1.131	88.173				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.161	99.580	46	51.471	1.339	86.834				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.180	99.400	47	58.953	1.650	85.184				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.199	99.200	48	67.523	2.106	83.078				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.219	98.981	49	77.339	2.755	80.323				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.239	98.743	50	88.583	3.639	76.684				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.269	98.474	51	101.460	4.775	71.909				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.304	98.170	52	116.210	6.111	65.798				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.348	97.822	53	133.103	7.486	58.312				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.402	97.420	54	152.453	8.635	49.677				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.464	96.957	55	174.616	9.258	40.419				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.533	96.424	56	200.000	9.146	31.274				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.601	95.822	57	229.075	8.305	22.969				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	0.664	95.158	58	262.376	6.952	16.017				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	0.717	94.440	59	300.518	5.408	10.609				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	0.759	93.681	60	344.206	3.962	6.647				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	0.791	92.890	61	394.244	2.775	3.872				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	0.821	92.069	62	451.556	1.889	1.982				
21	1.729	0.000	100.000	42	29.907	0.857	91.212	63	517.200	1.231	0.752				



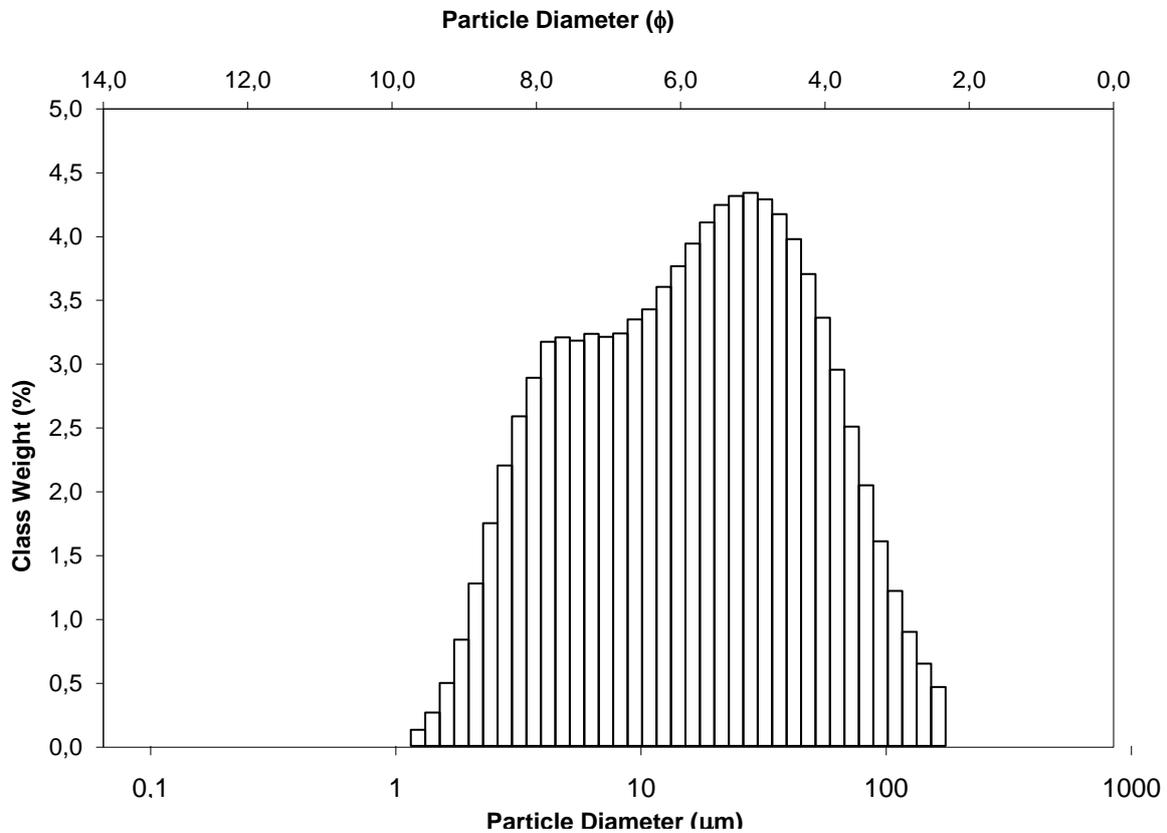
5.1.11 Zamora

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.155	99.741	43	34.255	1.951	87.360	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.207	99.534	44	39.234	2.570	84.790				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.253	99.281	45	44.938	3.392	81.398				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.291	98.990	46	51.471	4.435	76.963				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.317	98.673	47	58.953	5.657	71.305				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.338	98.336	48	67.523	6.949	64.357				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.343	97.993	49	77.339	8.099	56.257				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.343	97.650	50	88.583	8.860	47.397				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.348	97.302	51	101.460	9.039	38.358				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.352	96.950	52	116.210	8.575	29.783				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.362	96.588	53	133.103	7.576	22.207				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.381	96.207	54	152.453	6.275	15.932				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.399	95.808	55	174.616	4.921	11.010				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.436	95.372	56	200.000	3.702	7.308				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.486	94.886	57	229.075	2.711	4.597				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	0.553	94.333	58	262.376	1.959	2.637				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	0.645	93.688	59	300.518	1.415	1.223				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	0.769	92.919	60	344.206	0.786	0.437				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	0.938	91.982	61	394.244	0.437	0.000				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	1.172	90.809	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.104	99.896	42	29.907	1.498	89.311	63	517.200	0.000	0.000				



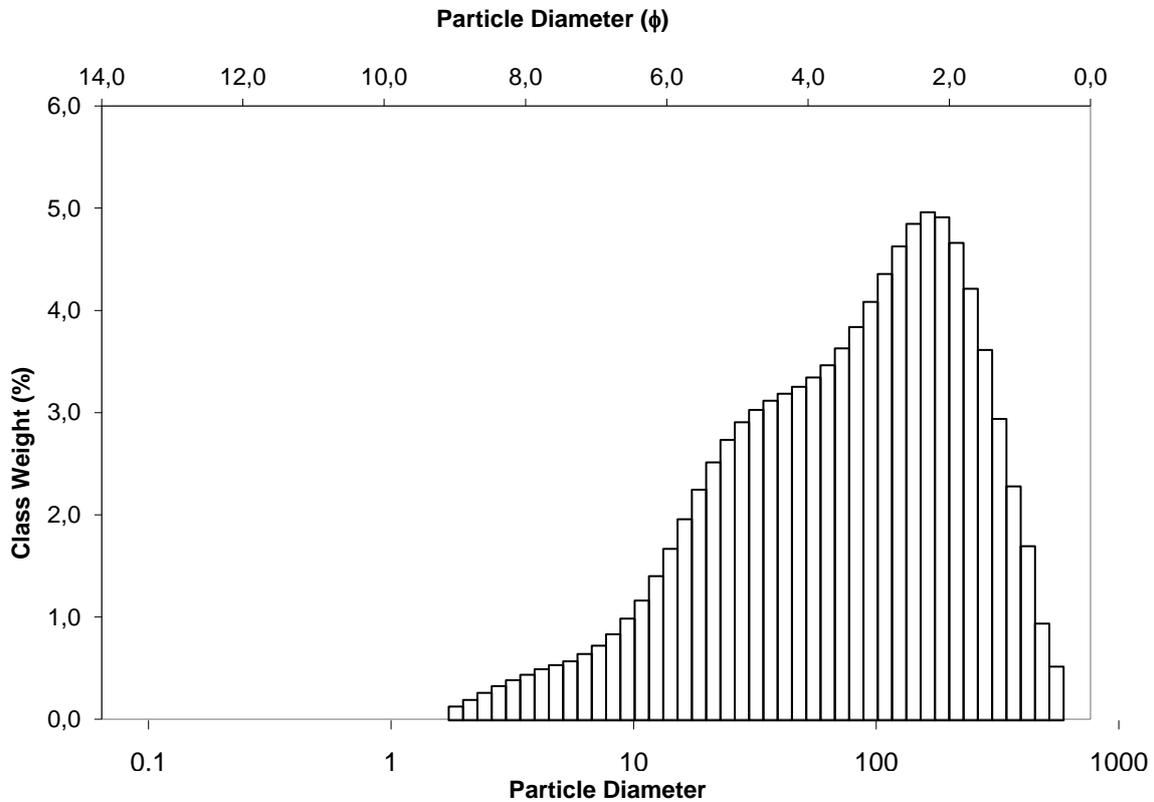
5.1.12 Dúran

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	1.293	96.966	43	34.255	4.233	23.707	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	1.774	95.192	44	39.234	4.035	19.672				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	2.228	92.964	45	44.938	3.757	15.915				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	2.626	90.338	46	51.471	3.409	12.507				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	2.933	87.405	47	58.953	2.995	9.511				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	3.214	84.192	48	67.523	2.542	6.969				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	3.252	80.940	49	77.339	2.075	4.894				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	3.228	77.712	50	88.583	1.629	3.266				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	3.281	74.431	51	101.460	1.234	2.032				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	3.257	71.174	52	116.210	0.908	1.124				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	3.284	67.889	53	133.103	0.655	0.469				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	3.394	64.495	54	152.453	0.469	0.000				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	3.476	61.020	55	174.616	0.000	0.000				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	3.654	57.366	56	200.000	0.000	0.000				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	3.820	53.546	57	229.075	0.000	0.000				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	3.998	49.548	58	262.376	0.000	0.000				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	4.169	45.379	59	300.518	0.000	0.000				
18	1.151	0.128	99.872	39	19.904	4.306	41.073	60	344.206	0.000	0.000				
19	1.318	0.266	99.606	40	22.797	4.378	36.695	61	394.244	0.000	0.000				
20	1.510	0.500	99.106	41	26.111	4.403	32.292	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.848	98.258	42	29.907	4.352	27.940	63	517.200	0.000	0.000				



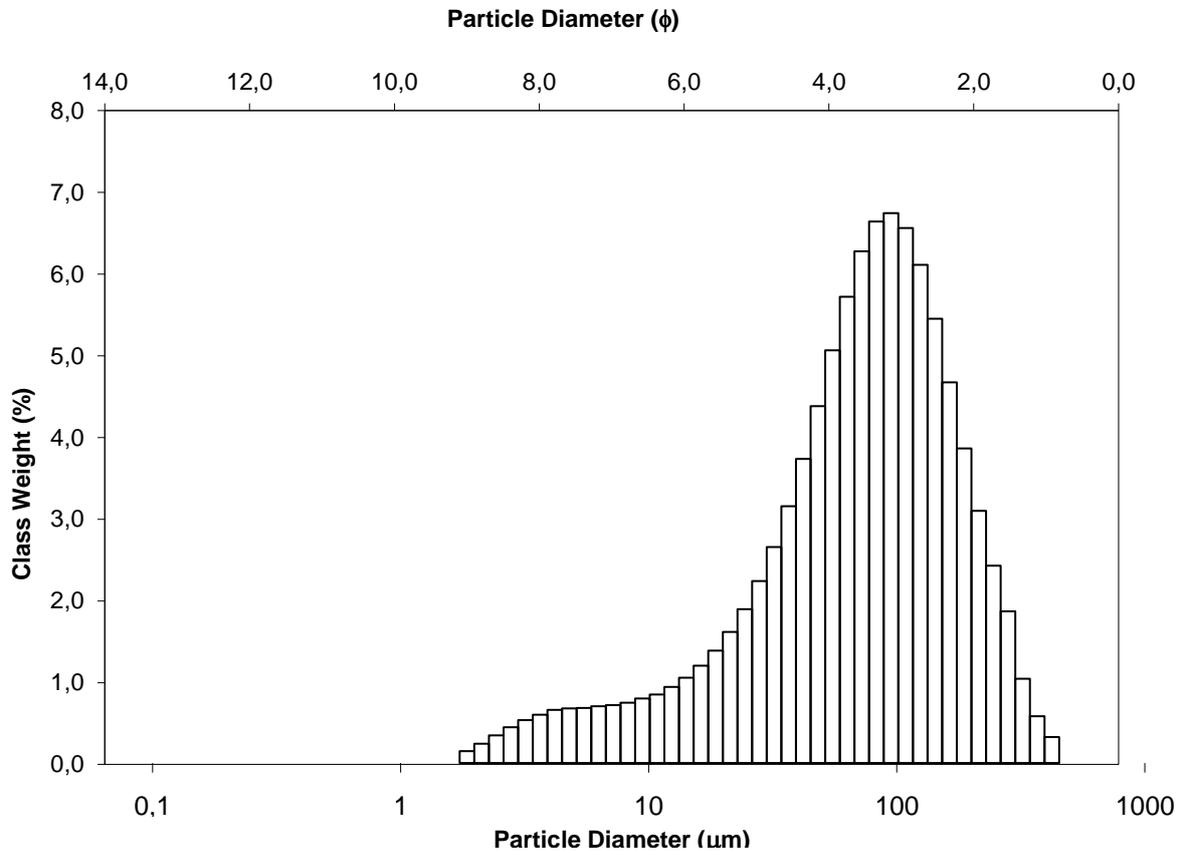
5.1.13 Ambato

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.202	99.661	43	34.255	3.158	70.255	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.272	99.389	44	39.234	3.228	67.027				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.338	99.051	45	44.938	3.296	63.731				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.397	98.654	46	51.471	3.388	60.343				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.451	98.203	47	58.953	3.509	56.834				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.505	97.699	48	67.523	3.676	53.158				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.546	97.152	49	77.339	3.887	49.271				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.584	96.568	50	88.583	4.135	45.136				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.656	95.912	51	101.460	4.411	40.725				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.738	95.174	52	116.210	4.683	36.042				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.851	94.323	53	133.103	4.906	31.136				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	1.005	93.318	54	152.453	5.021	26.115				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	1.184	92.134	55	174.616	4.971	21.143				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	1.425	90.709	56	200.000	4.718	16.425				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.695	89.014	57	229.075	4.265	12.160				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.987	87.027	58	262.376	3.660	8.500				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	2.280	84.747	59	300.518	2.979	5.521				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	2.549	82.198	60	344.206	2.312	3.209				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	2.771	79.427	61	394.244	1.721	1.488				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	2.946	76.481	62	451.556	0.956	0.531				
21	1.729	0.137	99.863	42	29.907	3.068	73.413	63	517.200	0.531	0.000				



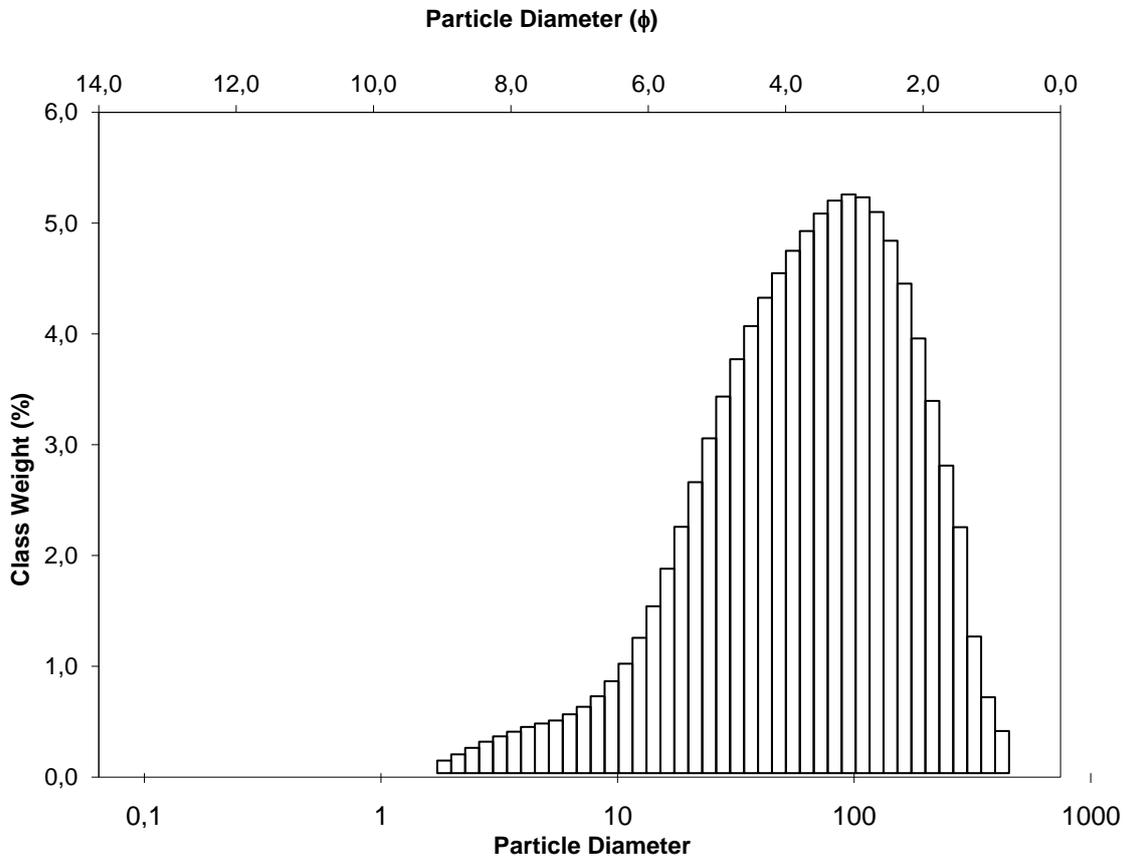
5.1.14 Pedernales

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.240	99.612	43	34.255	3.193	75.534	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.344	99.268	44	39.234	3.782	71.751				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.444	98.824	45	44.938	4.438	67.314				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.534	98.290	46	51.471	5.132	62.181				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.601	97.689	47	58.953	5.798	56.383				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.660	97.030	48	67.523	6.363	50.020				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.679	96.351	49	77.339	6.734	43.287				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.685	95.666	50	88.583	6.838	36.449				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.706	94.960	51	101.460	6.653	29.795				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.720	94.240	52	116.210	6.195	23.601				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.750	93.490	53	133.103	5.525	18.076				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.802	92.687	54	152.453	4.734	13.342				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.852	91.835	55	174.616	3.912	9.430				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.946	90.890	56	200.000	3.136	6.294				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.061	89.828	57	229.075	2.454	3.840				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.210	88.618	58	262.376	1.886	1.954				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	1.398	87.220	59	300.518	1.048	0.906				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	1.630	85.590	60	344.206	0.582	0.323				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	1.913	83.677	61	394.244	0.323	0.000				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	2.263	81.413	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.148	99.852	42	29.907	2.686	78.727	63	517.200	0.000	0.000				



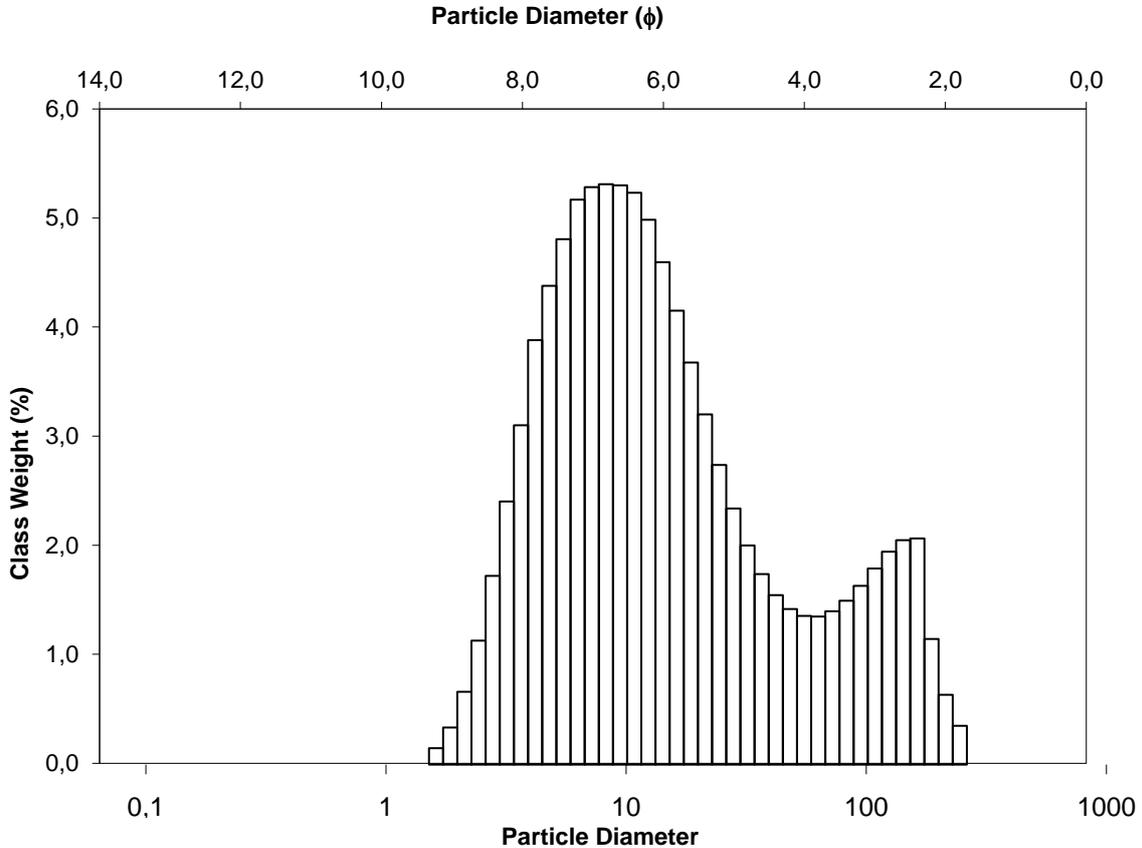
5.1.15 Riobamba

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.173	99.711	43	34.255	4.116	69.293	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.233	99.478	44	39.234	4.378	64.915				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.289	99.189	45	44.938	4.604	60.312				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.339	98.849	46	51.471	4.810	55.501				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.382	98.467	47	58.953	4.992	50.509				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.425	98.042	48	67.523	5.153	45.356				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.457	97.585	49	77.339	5.273	40.084				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.485	97.100	50	88.583	5.329	34.754				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.542	96.558	51	101.460	5.303	29.451				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.611	95.947	52	116.210	5.167	24.284				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.708	95.239	53	133.103	4.903	19.382				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.846	94.393	54	152.453	4.508	14.873				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	1.008	93.385	55	174.616	4.003	10.870				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	1.246	92.139	56	200.000	3.428	7.442				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.537	90.603	57	229.075	2.832	4.610				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.882	88.721	58	262.376	2.265	2.346				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	2.269	86.452	59	300.518	1.258	1.087				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	2.679	83.773	60	344.206	0.699	0.388				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	3.083	80.689	61	394.244	0.388	0.000				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	3.468	77.221	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.116	99.884	42	29.907	3.812	73.409	63	517.200	0.000	0.000				



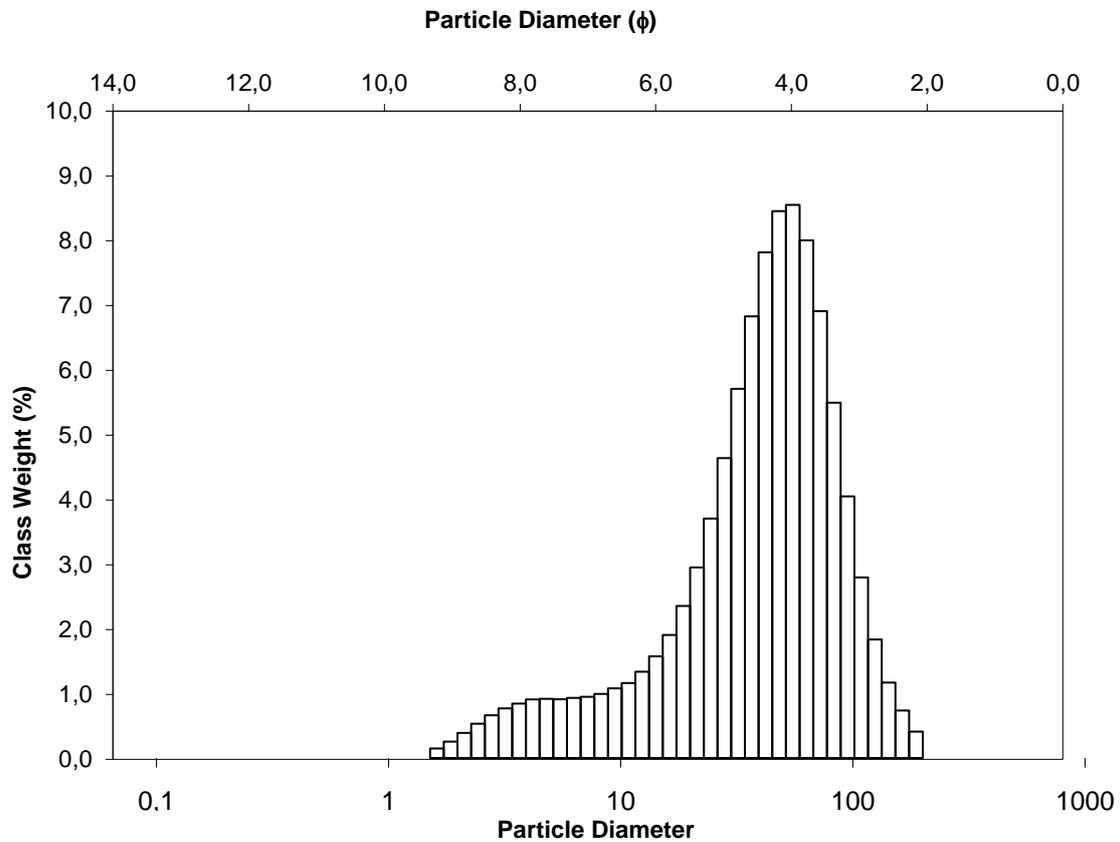
5.1.16 Jaramijó

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.676	98.827	43	34.255	1.768	20.527	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	1.151	97.676	44	39.234	1.573	18.954				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	1.748	95.928	45	44.938	1.444	17.510				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	2.444	93.484	46	51.471	1.380	16.129				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	3.152	90.332	47	58.953	1.374	14.755				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	3.935	86.397	48	67.523	1.423	13.332				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	4.443	81.954	49	77.339	1.521	11.812				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	4.879	77.075	50	88.583	1.659	10.153				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	5.244	71.831	51	101.460	1.820	8.332				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	5.360	66.471	52	116.210	1.976	6.357				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	5.387	61.083	53	133.103	2.083	4.274				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	5.374	55.709	54	152.453	2.099	2.174				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	5.308	50.402	55	174.616	1.166	1.008				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	5.056	45.345	56	200.000	0.648	0.360				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	4.664	40.682	57	229.075	0.360	0.000				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	4.212	36.470	58	262.376	0.000	0.000				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	3.733	32.737	59	300.518	0.000	0.000				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	3.250	29.486	60	344.206	0.000	0.000				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	2.781	26.705	61	394.244	0.000	0.000				
20	1.510	0.152	99.848	41	26.111	2.377	24.329	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.345	99.503	42	29.907	2.034	22.295	63	517.200	0.000	0.000				



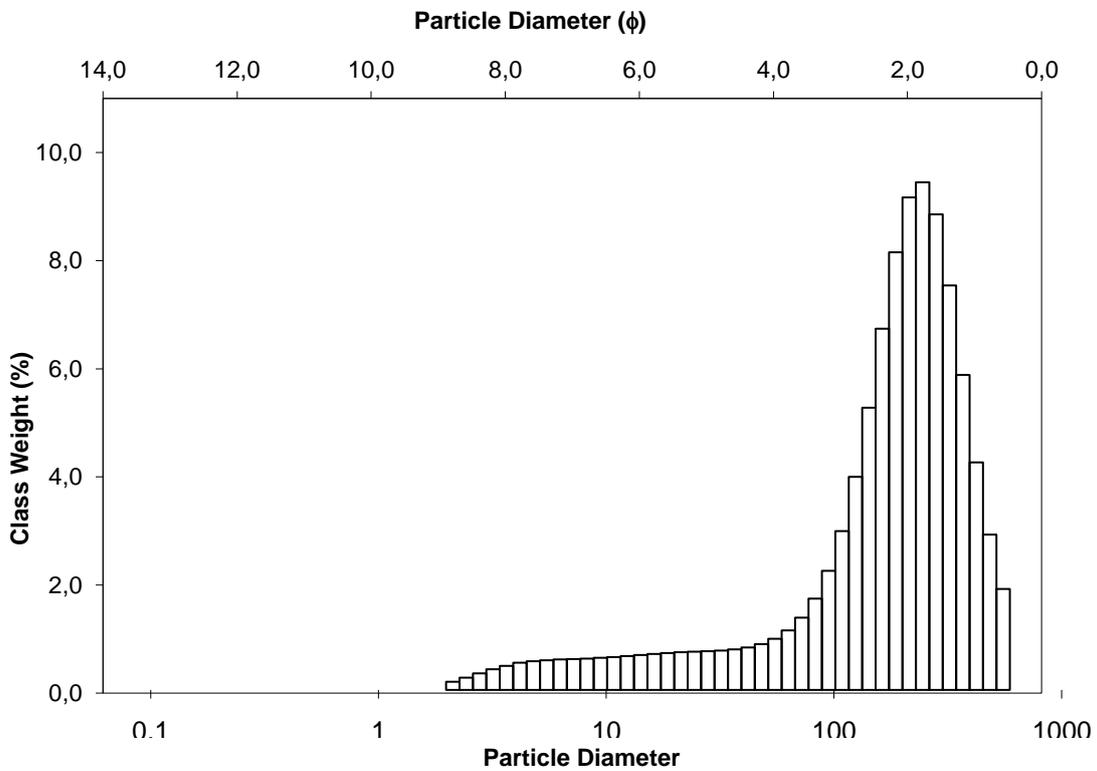
5.1.17 Esmeraldas

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.394	99.199	43	34.255	6.923	57.000	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.538	98.661	44	39.234	7.928	49.072				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.669	97.992	45	44.938	8.574	40.498				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.779	97.213	46	51.471	8.671	31.827				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.854	96.359	47	58.953	8.116	23.711				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.918	95.441	48	67.523	7.007	16.704				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.928	94.513	49	77.339	5.571	11.133				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.922	93.591	50	88.583	4.102	7.031				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.943	92.648	51	101.460	2.831	4.201				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.960	91.688	52	116.210	1.858	2.342				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	1.005	90.683	53	133.103	1.183	1.160				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	1.092	89.591	54	152.453	0.745	0.414				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	1.176	88.415	55	174.616	0.414	0.000				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	1.353	87.061	56	200.000	0.000	0.000				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.594	85.468	57	229.075	0.000	0.000				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.929	83.538	58	262.376	0.000	0.000				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	2.385	81.154	59	300.518	0.000	0.000				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	2.987	78.167	60	344.206	0.000	0.000				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	3.754	74.413	61	394.244	0.000	0.000				
20	1.510	0.149	99.851	41	26.111	4.702	69.711	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.258	99.593	42	29.907	5.788	63.923	63	517.200	0.000	0.000				



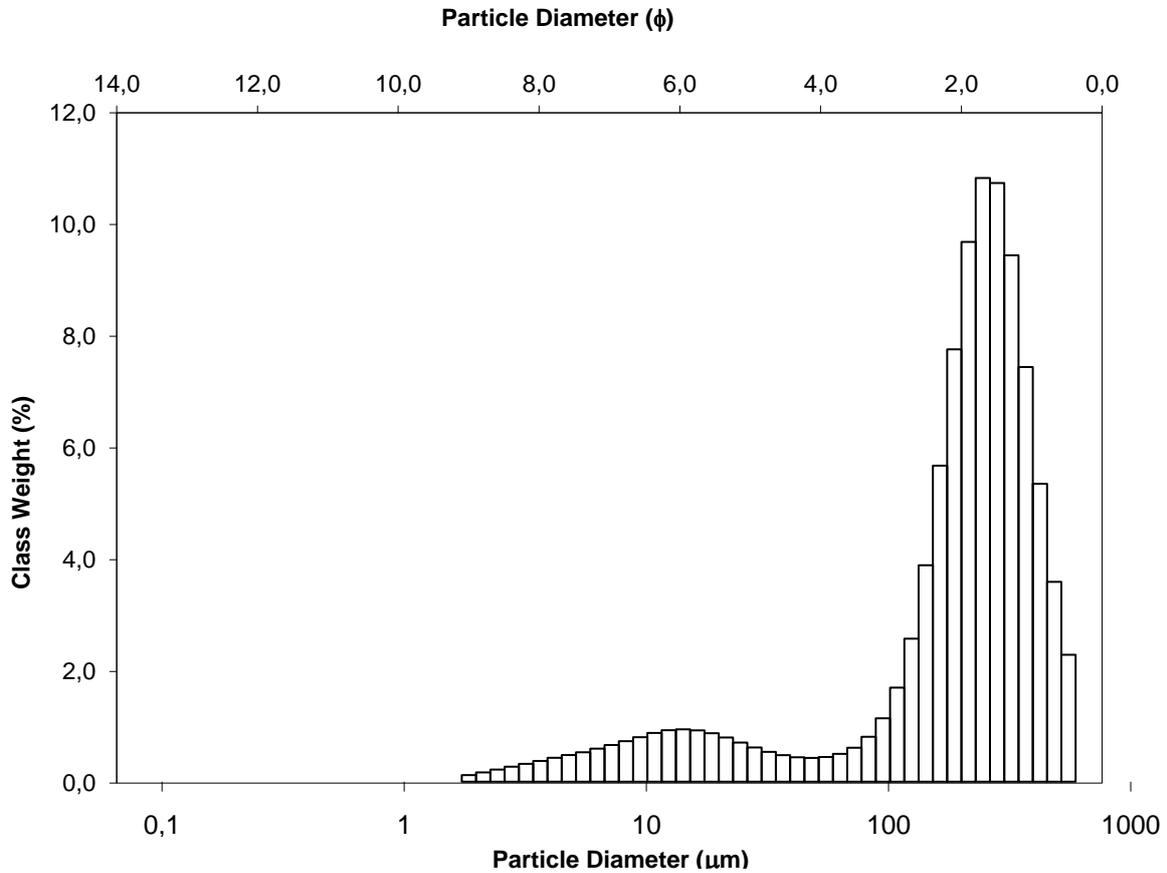
5.1.18 Baños

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.153	99.847	43	34.255	0.760	87.607	64	592.387	1.105	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.230	99.617	44	39.234	0.796	86.810				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.310	99.307	45	44.938	0.858	85.952				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.388	98.919	46	51.471	0.959	84.993				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.451	98.468	47	58.953	1.116	83.876				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.510	97.958	48	67.523	1.355	82.521				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.538	97.420	49	77.339	1.712	80.809				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.556	96.864	50	88.583	2.233	78.576				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.572	96.292	51	101.460	2.978	75.598				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.578	95.714	52	116.210	3.995	71.603				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.587	95.128	53	133.103	5.291	66.312				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.602	94.525	54	152.453	6.772	59.539				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.615	93.911	55	174.616	8.205	51.334				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.635	93.276	56	200.000	9.234	42.100				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.655	92.621	57	229.075	9.518	32.582				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	0.674	91.947	58	262.376	8.916	23.666				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	0.692	91.254	59	300.518	7.584	16.082				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	0.707	90.548	60	344.206	5.905	10.176				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	0.717	89.831	61	394.244	4.266	5.910				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	0.726	89.105	62	451.556	2.912	2.998				
21	1.729	0.000	100.000	42	29.907	0.738	88.366	63	517.200	1.893	1.105				



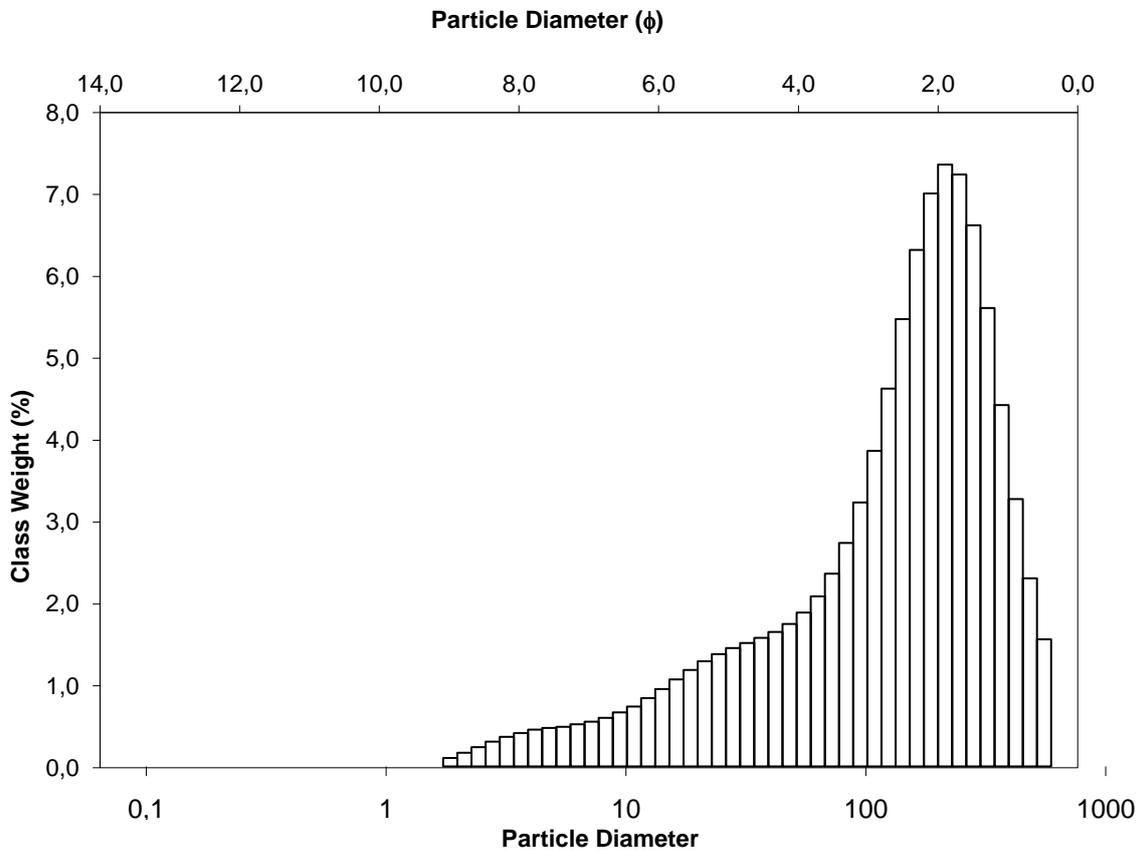
5.1.19 Santa elena

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.167	99.714	43	34.255	0.477	86.657	64	592.387	1.286	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.218	99.496	44	39.234	0.439	86.218				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.269	99.227	45	44.938	0.427	85.791				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.321	98.907	46	51.471	0.444	85.347				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.373	98.534	47	58.953	0.500	84.847				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.429	98.104	48	67.523	0.610	84.237				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.479	97.626	49	77.339	0.807	83.430				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.529	97.097	50	88.583	1.139	82.291				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.594	96.503	51	101.460	1.690	80.601				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.659	95.843	52	116.210	2.569	78.032				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.728	95.116	53	133.103	3.888	74.144				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.799	94.317	54	152.453	5.677	68.467				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.876	93.441	55	174.616	7.766	60.702				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.925	92.516	56	200.000	9.696	51.006				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.941	91.575	57	229.075	10.843	40.163				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	0.922	90.653	58	262.376	10.753	29.410				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	0.871	89.782	59	300.518	9.455	19.955				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	0.794	88.988	60	344.206	7.448	12.507				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	0.703	88.285	61	394.244	5.351	7.156				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	0.615	87.670	62	451.556	3.590	3.565				
21	1.729	0.119	99.881	42	29.907	0.536	87.134	63	517.200	2.280	1.286				



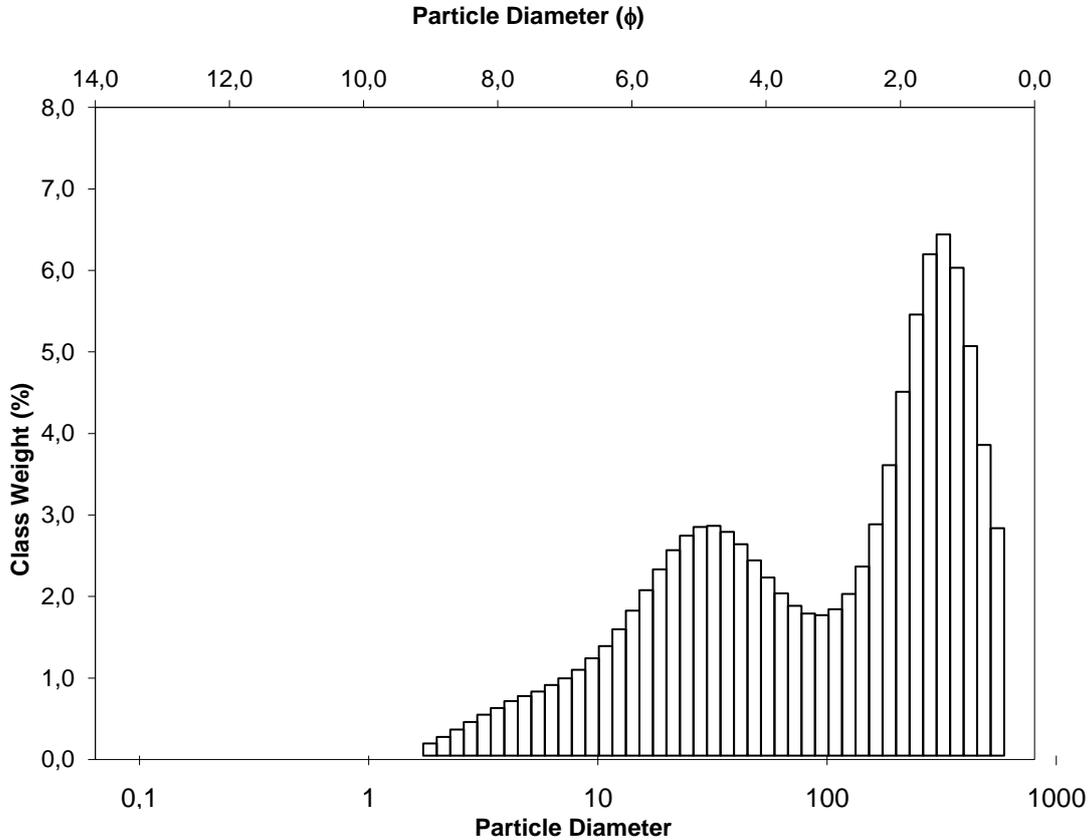
5.1.20 Latacunga

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.168	99.728	43	34.255	1.580	82.668	64	592.387	0.955	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.237	99.491	44	39.234	1.653	81.015				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.304	99.186	45	44.938	1.751	79.265				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.364	98.823	46	51.471	1.891	77.373				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.410	98.413	47	58.953	2.090	75.283				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.452	97.961	48	67.523	2.369	72.914				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.473	97.488	49	77.339	2.747	70.167				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.487	97.001	50	88.583	3.244	66.923				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.518	96.484	51	101.460	3.878	63.044				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.550	95.933	52	116.210	4.643	58.402				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.597	95.336	53	133.103	5.498	52.903				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.664	94.672	54	152.453	6.348	46.555				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.736	93.935	55	174.616	7.042	39.514				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.839	93.096	56	200.000	7.397	32.117				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.951	92.146	57	229.075	7.275	24.841				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.069	91.077	58	262.376	6.650	18.191				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	1.186	89.891	59	300.518	5.634	12.557				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	1.292	88.600	60	344.206	4.441	8.116				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	1.380	87.220	61	394.244	3.286	4.830				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	1.455	85.765	62	451.556	2.312	2.518				
21	1.729	0.104	99.896	42	29.907	1.517	84.248	63	517.200	1.562	0.955				



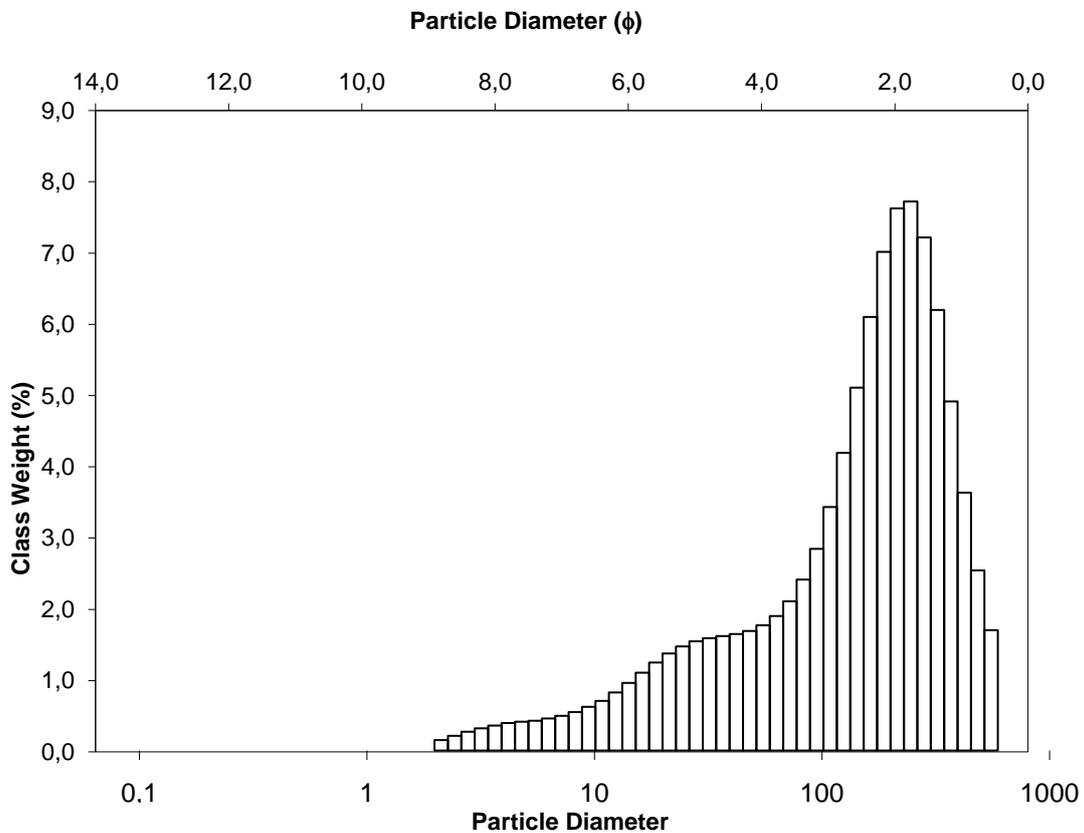
5.1.21 Nueva loja

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.230	99.620	43	34.255	2.752	68.891	64	592.387	1.708	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.321	99.299	44	39.234	2.601	66.290				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.413	98.886	45	44.938	2.402	63.889				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.504	98.382	46	51.471	2.191	61.698				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.586	97.795	47	58.953	1.996	59.702				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.670	97.126	48	67.523	1.843	57.860				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.733	96.393	49	77.339	1.748	56.111				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.789	95.603	50	88.583	1.728	54.384				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.869	94.734	51	101.460	1.801	52.583				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.951	93.783	52	116.210	1.989	50.593				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	1.056	92.726	53	133.103	2.326	48.267				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	1.197	91.529	54	152.453	2.846	45.421				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	1.348	90.181	55	174.616	3.573	41.849				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	1.554	88.627	56	200.000	4.476	37.372				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.784	86.843	57	229.075	5.426	31.947				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	2.035	84.808	58	262.376	6.168	25.779				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	2.292	82.516	59	300.518	6.412	19.366				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	2.527	79.989	60	344.206	6.002	13.365				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	2.706	77.283	61	394.244	5.038	8.327				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	2.813	74.470	62	451.556	3.822	4.505				
21	1.729	0.150	99.850	42	29.907	2.827	71.643	63	517.200	2.798	1.708				



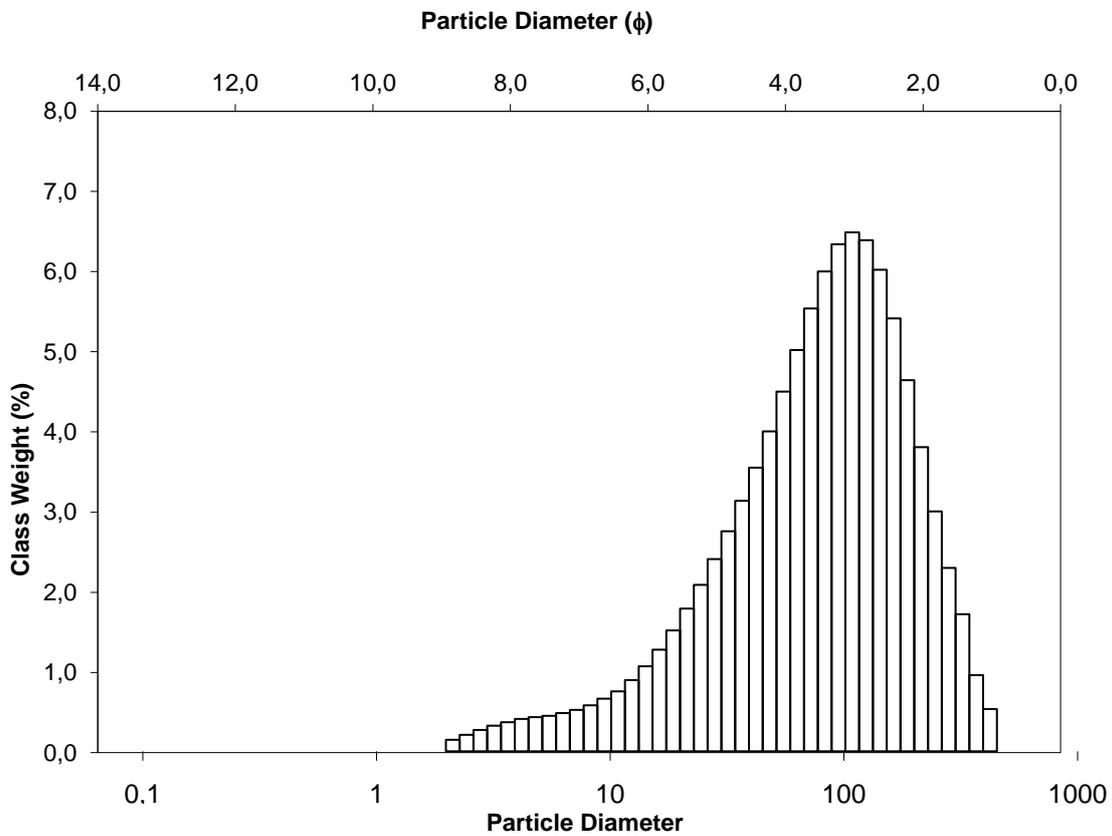
5.1.22 Cotopaxi

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.148	99.852	43	34.255	1.616	82.990	64	592.387	1.020	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.208	99.643	44	39.234	1.645	81.345				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.265	99.379	45	44.938	1.688	79.657				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.314	99.064	46	51.471	1.768	77.889				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.353	98.712	47	58.953	1.899	75.989				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.388	98.324	48	67.523	2.107	73.882				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.407	97.917	49	77.339	2.414	71.469				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.421	97.495	50	88.583	2.847	68.622				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.453	97.042	51	101.460	3.438	65.184				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.490	96.552	52	116.210	4.202	60.982				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.543	96.010	53	133.103	5.123	55.859				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.617	95.392	54	152.453	6.121	49.738				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.701	94.691	55	174.616	7.040	42.698				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.820	93.871	56	200.000	7.653	35.045				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.955	92.916	57	229.075	7.751	27.293				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.099	91.817	58	262.376	7.243	20.051				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	1.243	90.574	59	300.518	6.220	13.831				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	1.370	89.204	60	344.206	4.929	8.902				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	1.470	87.734	61	394.244	3.640	5.262				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	1.542	86.192	62	451.556	2.543	2.719				
21	1.729	0.000	100.000	42	29.907	1.586	84.606	63	517.200	1.699	1.020				



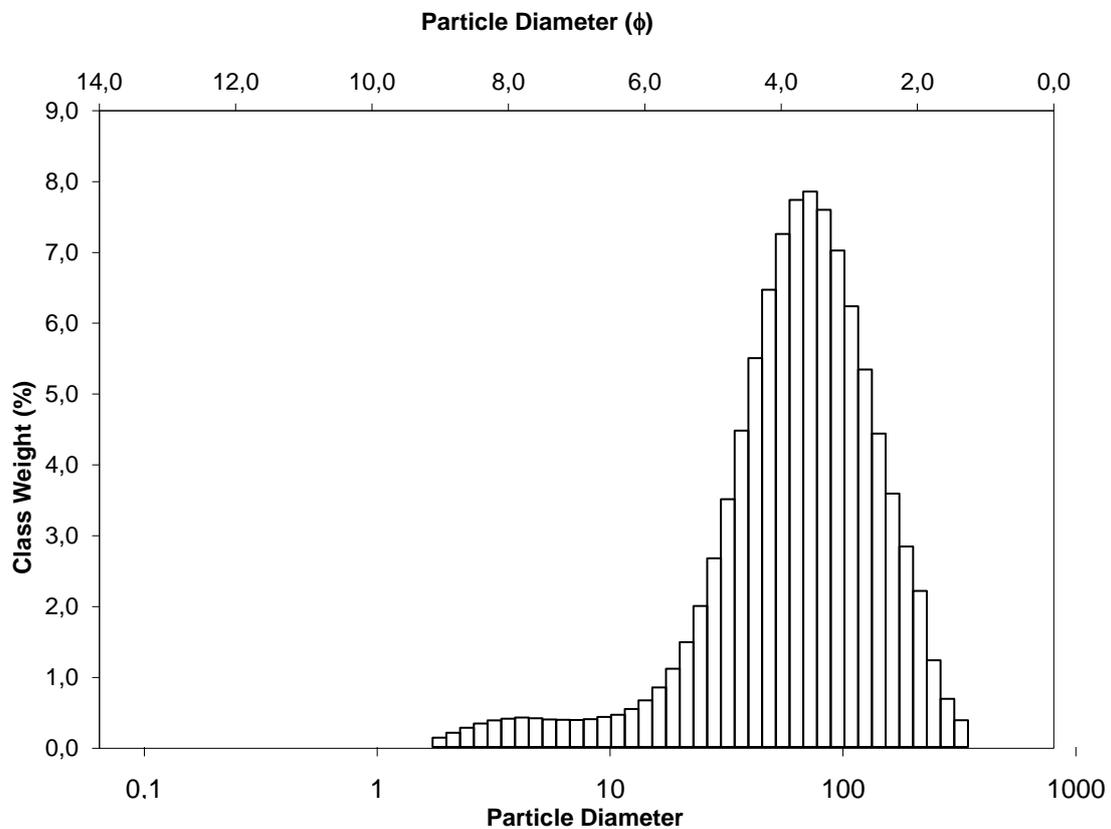
5.1.23 Guaranda

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.146	99.854	43	34.255	3.175	77.242	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.209	99.645	44	39.234	3.596	73.645				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.270	99.374	45	44.938	4.056	69.589				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.325	99.049	46	51.471	4.560	65.030				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.369	98.680	47	58.953	5.087	59.943				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.410	98.270	48	67.523	5.614	54.329				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.433	97.837	49	77.339	6.084	48.245				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.450	97.387	50	88.583	6.428	41.817				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.485	96.902	51	101.460	6.579	35.238				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.525	96.376	52	116.210	6.479	28.760				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.583	95.793	53	133.103	6.105	22.655				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.667	95.126	54	152.453	5.488	17.166				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.760	94.366	55	174.616	4.705	12.462				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.903	93.462	56	200.000	3.856	8.606				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.078	92.385	57	229.075	3.041	5.565				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.288	91.097	58	262.376	2.325	3.240				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	1.533	89.563	59	300.518	1.738	1.502				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	1.809	87.754	60	344.206	0.966	0.536				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	2.110	85.644	61	394.244	0.536	0.000				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	2.437	83.207	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.000	100.000	42	29.907	2.790	80.417	63	517.200	0.000	0.000				



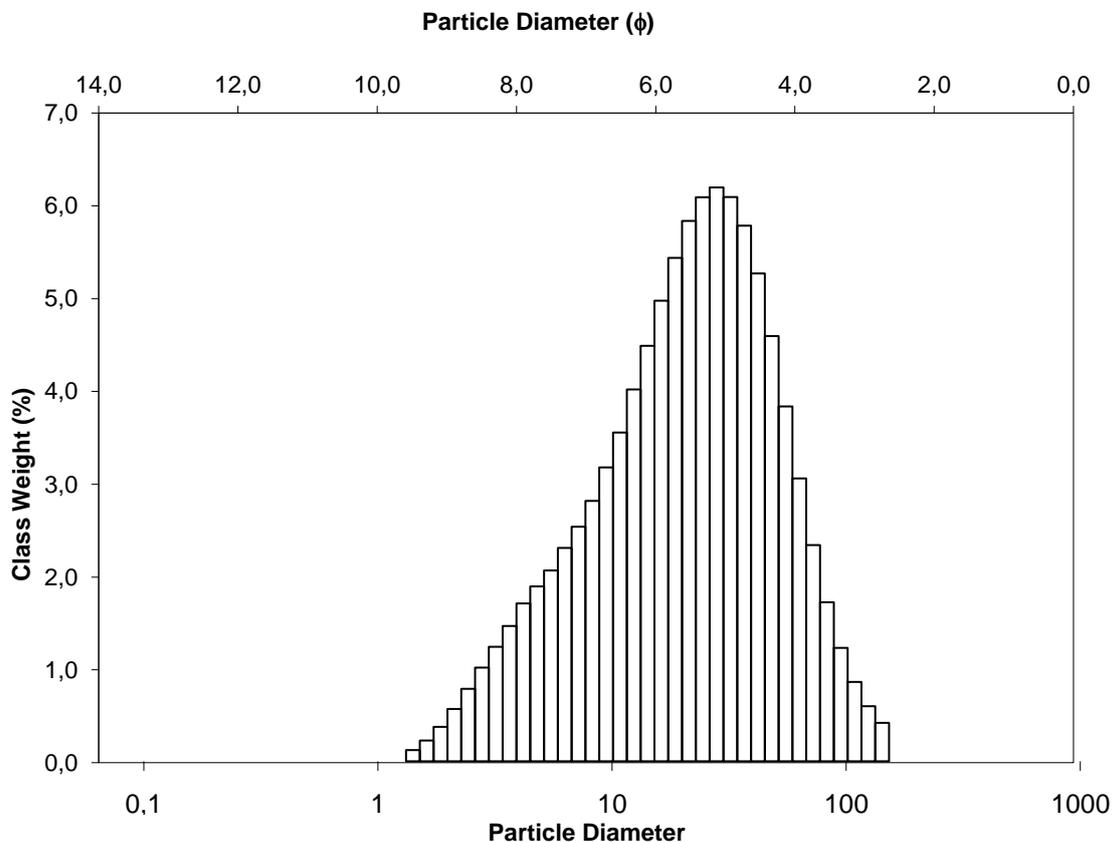
5.1.24 Manta

No.	Diameter	Freq.	% Over	No.	Diameter	Freq.	% Over	No.	Diameter	Freq.	% Over	No.	Diameter	Freq.	% Over
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.204	99.663	43	34.255	4.538	77.447	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.276	99.387	44	39.234	5.579	71.868				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.336	99.051	45	44.938	6.560	65.307				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.382	98.668	46	51.471	7.359	57.949				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.406	98.262	47	58.953	7.848	50.101				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.422	97.840	48	67.523	7.968	42.132				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.412	97.429	49	77.339	7.707	34.425				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.395	97.033	50	88.583	7.122	27.303				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.390	96.644	51	101.460	6.323	20.980				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.387	96.256	52	116.210	5.415	15.564				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.399	95.857	53	133.103	4.496	11.069				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.431	95.426	54	152.453	3.635	7.434				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.462	94.964	55	174.616	2.876	4.557				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.545	94.419	56	200.000	2.239	2.319				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.669	93.750	57	229.075	1.244	1.075				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	0.854	92.896	58	262.376	0.691	0.384				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	1.123	91.773	59	300.518	0.384	0.000				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	1.504	90.270	60	344.206	0.000	0.000				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	2.023	88.247	61	394.244	0.000	0.000				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	2.707	85.540	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.134	99.866	42	29.907	3.555	81.985	63	517.200	0.000	0.000				



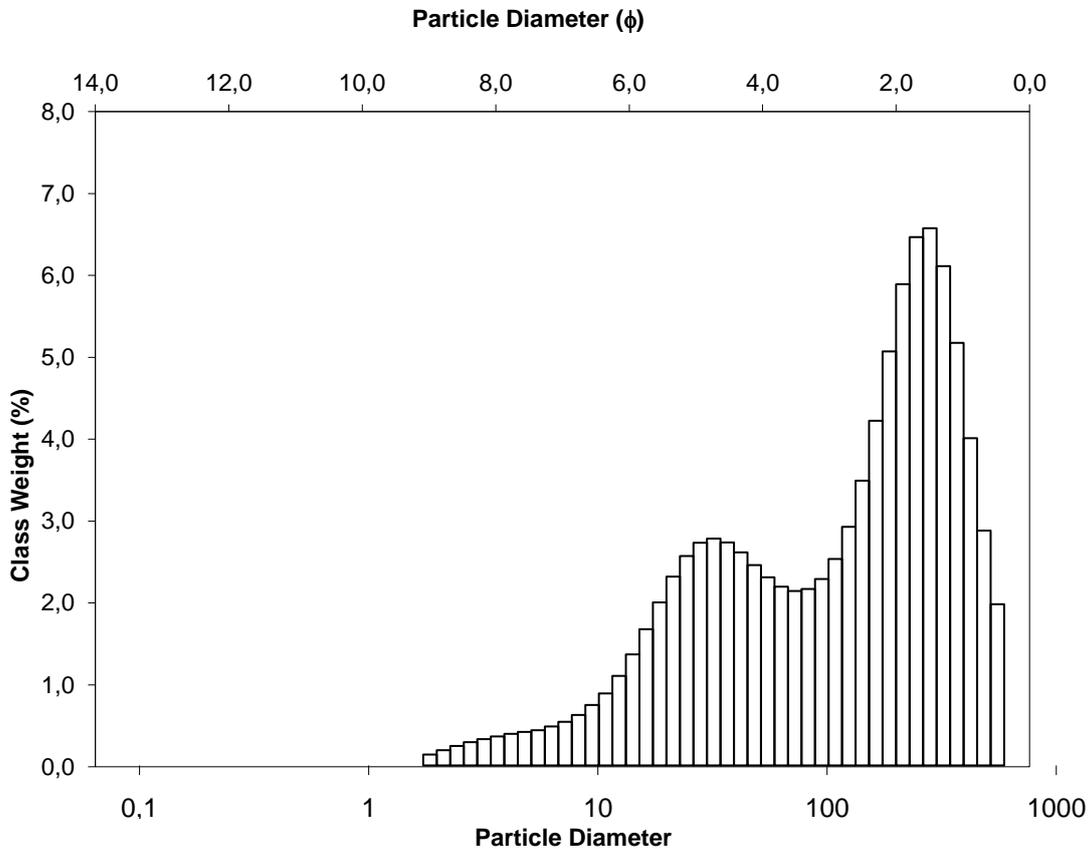
5.1.25 Francisco de orellana (coca)

No.	Diameter	Freq.	%	Over %	No.	Diameter	Freq.	%	Over %	No.	Diameter	Freq.	%	Over %	No.	Diameter	Freq.	%	Over %	
1	0.115	0.000	100.000		22	1.981	0.573	98.698		43	34.255	5.865	24.228		64	592.387	0.000	0.000		
2	0.131	0.000	100.000		23	2.269	0.794	97.904		44	39.234	5.343	18.885							
3	0.150	0.000	100.000		24	2.599	1.024	96.881		45	44.938	4.657	14.227							
4	0.172	0.000	100.000		25	2.976	1.255	95.625		46	51.471	3.886	10.342							
5	0.197	0.000	100.000		26	3.409	1.483	94.142		47	58.953	3.098	7.244							
6	0.226	0.000	100.000		27	3.905	1.727	92.416		48	67.523	2.368	4.876							
7	0.259	0.000	100.000		28	4.472	1.915	90.501		49	77.339	1.742	3.135							
8	0.296	0.000	100.000		29	5.122	2.091	88.410		50	88.583	1.242	1.893							
9	0.339	0.000	100.000		30	5.867	2.337	86.072		51	101.460	0.869	1.024							
10	0.389	0.000	100.000		31	6.720	2.569	83.503		52	116.210	0.603	0.421							
11	0.445	0.000	100.000		32	7.697	2.852	80.651		53	133.103	0.421	0.000							
12	0.510	0.000	100.000		33	8.816	3.217	77.434		54	152.453	0.000	0.000							
13	0.584	0.000	100.000		34	10.097	3.601	73.833		55	174.616	0.000	0.000							
14	0.669	0.000	100.000		35	11.565	4.072	69.761		56	200.000	0.000	0.000							
15	0.766	0.000	100.000		36	13.246	4.551	65.210		57	229.075	0.000	0.000							
16	0.877	0.000	100.000		37	15.172	5.043	60.167		58	262.376	0.000	0.000							
17	1.005	0.000	100.000		38	17.377	5.515	54.652		59	300.518	0.000	0.000							
18	1.151	0.000	100.000		39	19.904	5.917	48.735		60	344.206	0.000	0.000							
19	1.318	0.123	99.877		40	22.797	6.177	42.558		61	394.244	0.000	0.000							
20	1.510	0.227	99.649		41	26.111	6.285	36.273		62	451.556	0.000	0.000							
21	1.729	0.378	99.271		42	29.907	6.180	30.093		63	517.200	0.000	0.000							



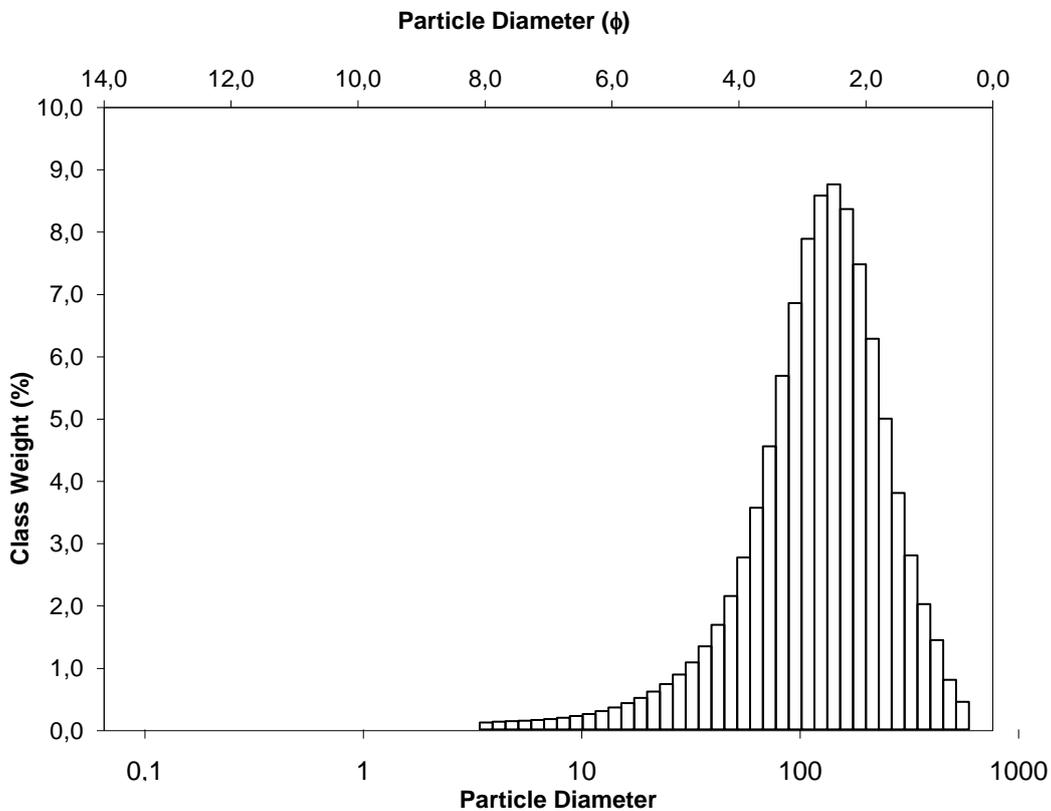
5.1.26 Loja

No.	Diameter	Freq.	% Over	No.	Diameter	Freq.	% Over	No.	Diameter	Freq.	% Over	No.	Diameter	Freq.	% Over
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.187	99.679	43	34.255	2.734	74.731	64	592.387	1.177	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.239	99.440	44	39.234	2.613	72.118				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.285	99.156	45	44.938	2.457	69.662				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.323	98.832	46	51.471	2.307	67.355				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.356	98.476	47	58.953	2.192	65.162				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.387	98.090	48	67.523	2.139	63.023				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.411	97.679	49	77.339	2.164	60.860				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.432	97.248	50	88.583	2.286	58.574				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.478	96.770	51	101.460	2.532	56.042				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.535	96.235	52	116.210	2.926	53.116				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.619	95.615	53	133.103	3.492	49.624				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.741	94.875	54	152.453	4.227	45.397				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.883	93.992	55	174.616	5.077	40.319				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	1.098	92.893	56	200.000	5.901	34.419				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.362	91.531	57	229.075	6.479	27.940				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.670	89.861	58	262.376	6.588	21.351				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	2.000	87.861	59	300.518	6.123	15.229				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	2.315	85.546	60	344.206	5.182	10.047				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	2.568	82.978	61	394.244	4.013	6.034				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	2.731	80.247	62	451.556	2.880	3.154				
21	1.729	0.134	99.866	42	29.907	2.782	77.465	63	517.200	1.977	1.177				



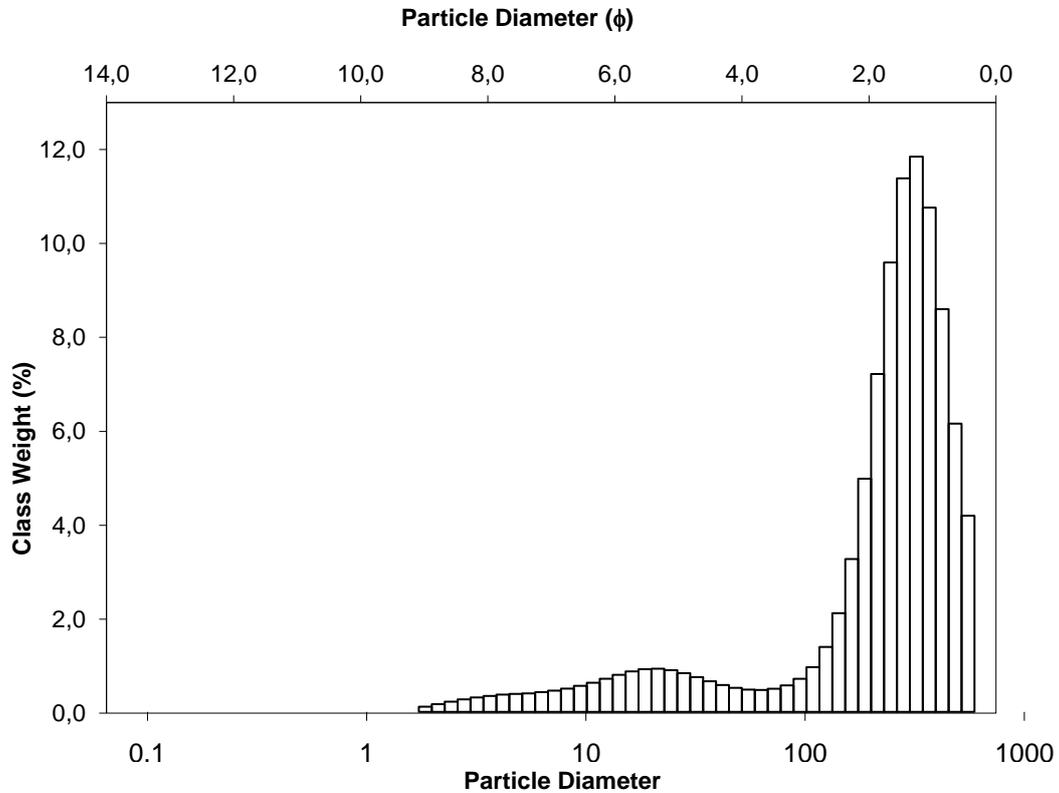
5.1.27 Quito

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.000	100.000	43	34.255	1.355	92.198	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.000	100.000	44	39.234	1.706	90.493				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.000	100.000	45	44.938	2.176	88.316				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.000	100.000	46	51.471	2.804	85.512				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.113	99.887	47	58.953	3.615	81.898				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.126	99.761	48	67.523	4.617	77.280				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.135	99.626	49	77.339	5.767	71.513				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.142	99.484	50	88.583	6.953	64.560				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.154	99.330	51	101.460	8.002	56.558				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.169	99.160	52	116.210	8.705	47.853				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.190	98.970	53	133.103	8.888	38.965				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.219	98.751	54	152.453	8.487	30.478				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.251	98.499	55	174.616	7.585	22.893				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.299	98.200	56	200.000	6.371	16.522				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.358	97.842	57	229.075	5.068	11.454				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	0.429	97.413	58	262.376	3.856	7.597				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	0.514	96.899	59	300.518	2.838	4.760				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	0.617	96.282	60	344.206	2.044	2.715				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	0.740	95.542	61	394.244	1.457	1.259				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	0.895	94.647	62	451.556	0.809	0.450				
21	1.729	0.000	100.000	42	29.907	1.093	93.553	63	517.200	0.450	0.000				



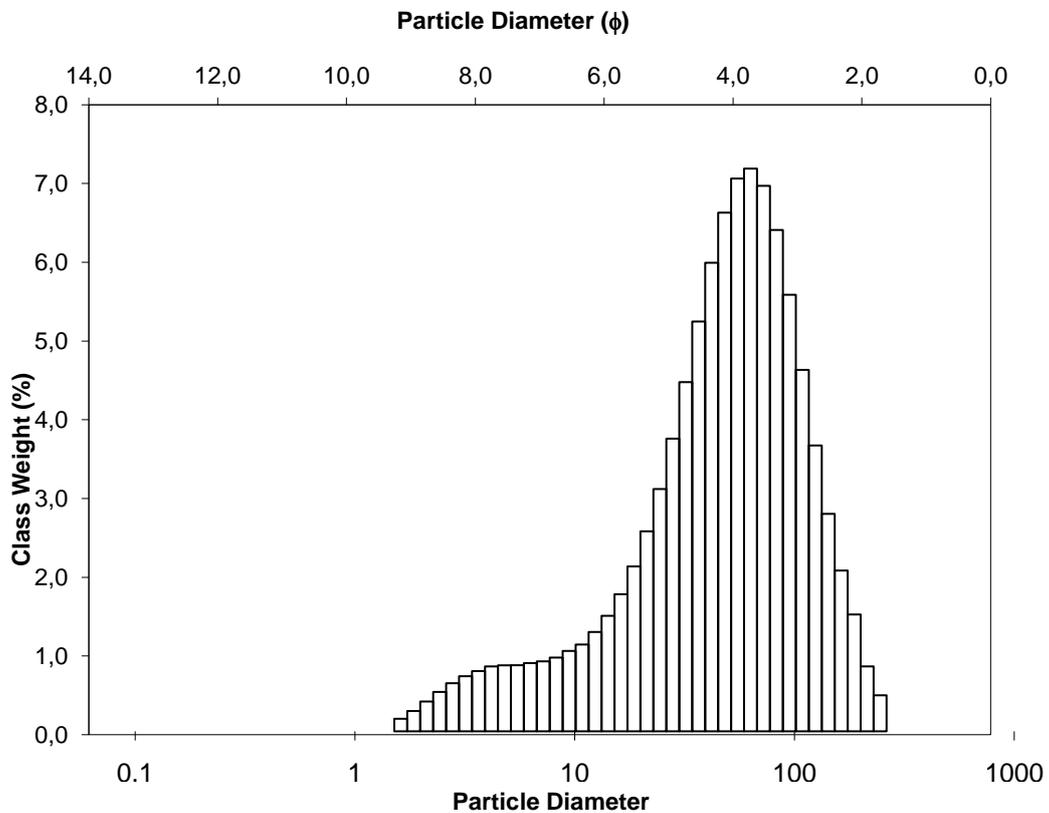
5.1.28 Machala

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.163	99.727	43	34.255	0.647	87.709	64	592.387	2.346	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.216	99.511	44	39.234	0.568	87.141				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.264	99.246	45	44.938	0.508	86.634				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.305	98.941	46	51.471	0.471	86.162				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.337	98.605	47	58.953	0.463	85.700				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.365	98.240	48	67.523	0.489	85.211				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.380	97.860	49	77.339	0.560	84.651				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.391	97.469	50	88.583	0.699	83.952				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.418	97.051	51	101.460	0.946	83.005				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.449	96.603	52	116.210	1.372	81.633				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.492	96.111	53	133.103	2.086	79.548				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.550	95.560	54	152.453	3.230	76.318				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.616	94.945	55	174.616	4.927	71.391				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	0.700	94.245	56	200.000	7.140	64.251				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	0.783	93.462	57	229.075	9.496	54.754				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	0.855	92.606	58	262.376	11.274	43.481				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	0.902	91.704	59	300.518	11.733	31.748				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	0.912	90.791	60	344.206	10.655	21.093				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	0.882	89.910	61	394.244	8.510	12.583				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	0.819	89.091	62	451.556	6.091	6.491				
21	1.729	0.110	99.890	42	29.907	0.735	88.356	63	517.200	4.145	2.346				



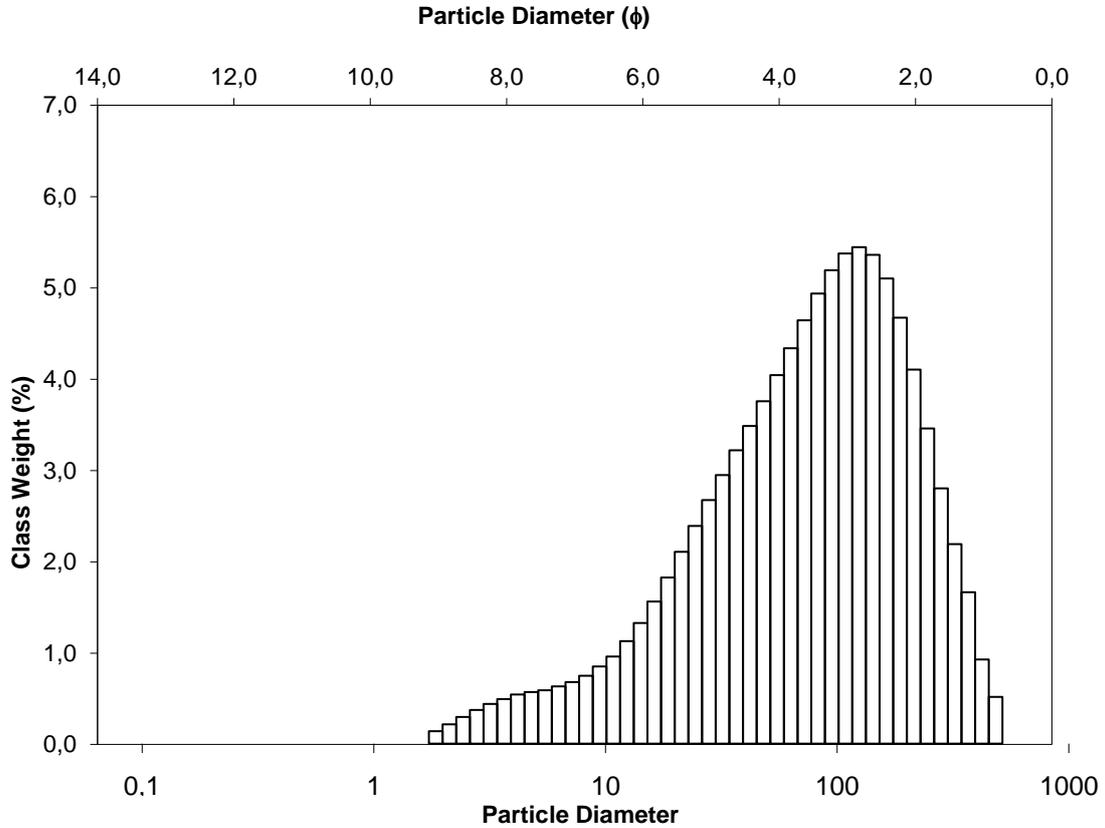
5.1.29 Babahoyo

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.388	99.184	43	34.255	5.334	62.870	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.513	98.671	44	39.234	6.100	56.770				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.625	98.046	45	44.938	6.752	50.018				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.718	97.328	46	51.471	7.195	42.822				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.785	96.542	47	58.953	7.325	35.497				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.844	95.698	48	67.523	7.101	28.395				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.859	94.840	49	77.339	6.527	21.869				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.861	93.979	50	88.583	5.683	16.186				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.888	93.092	51	101.460	4.705	11.481				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.911	92.180	52	116.210	3.721	7.760				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.960	91.220	53	133.103	2.831	4.929				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	1.046	90.174	54	152.453	2.093	2.836				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	1.130	89.044	55	174.616	1.521	1.315				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	1.293	87.751	56	200.000	0.845	0.469				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.504	86.247	57	229.075	0.469	0.000				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.784	84.463	58	262.376	0.000	0.000				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	2.147	82.316	59	300.518	0.000	0.000				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	2.603	79.713	60	344.206	0.000	0.000				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	3.154	76.559	61	394.244	0.000	0.000				
20	1.510	0.163	99.837	41	26.111	3.810	72.750	62	451.556	0.000	0.000				
21	1.729	0.265	99.572	42	29.907	4.546	68.203	63	517.200	0.000	0.000				



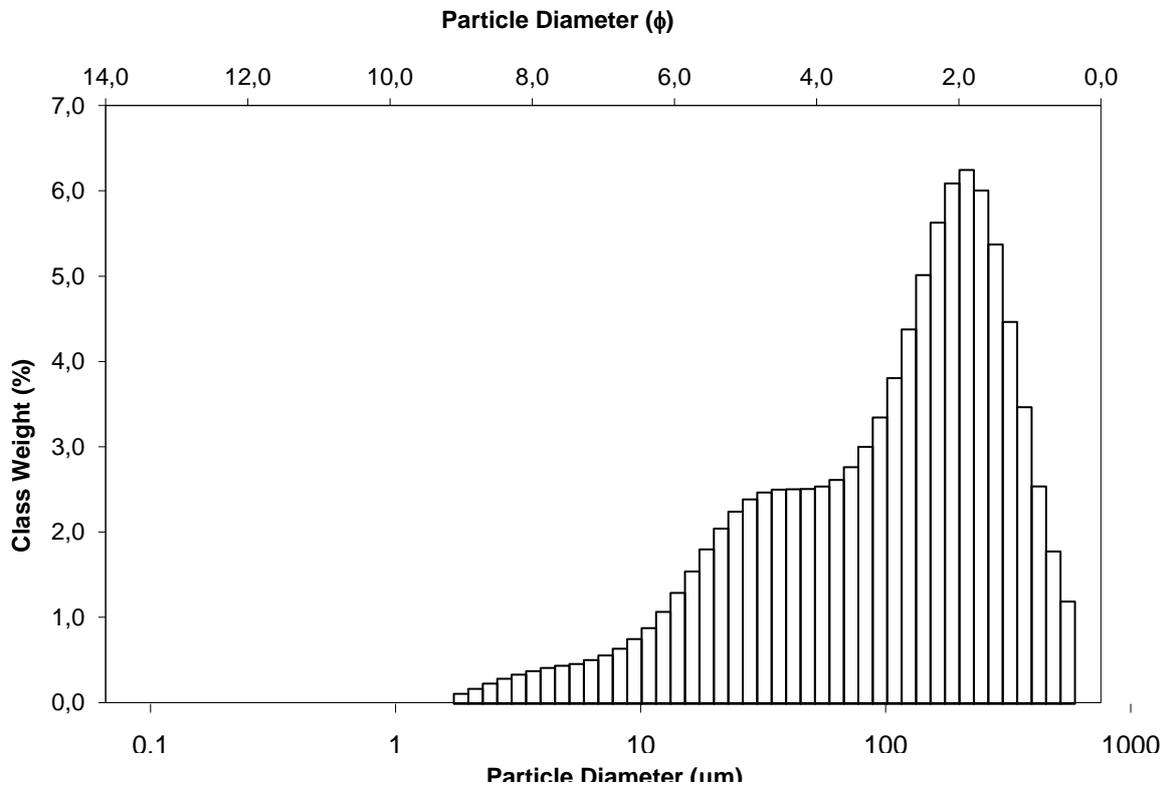
5.1.30 Daular

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.215	99.645	43	34.255	3.262	72.995	64	592.387	0.000	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.297	99.348	44	39.234	3.533	69.462				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.374	98.974	45	44.938	3.808	65.654				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.442	98.532	46	51.471	4.098	61.557				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.496	98.036	47	58.953	4.397	57.159				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.546	97.490	48	67.523	4.708	52.452				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.574	96.916	49	77.339	5.006	47.445				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.594	96.322	50	88.583	5.264	42.181				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.637	95.685	51	101.460	5.451	36.731				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.685	95.000	52	116.210	5.521	31.210				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.755	94.245	53	133.103	5.436	25.774				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.858	93.387	54	152.453	5.173	20.600				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.969	92.418	55	174.616	4.737	15.864				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	1.140	91.278	56	200.000	4.160	11.703				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.342	89.935	57	229.075	3.505	8.198				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.580	88.355	58	262.376	2.839	5.359				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	1.848	86.507	59	300.518	2.219	3.140				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	2.133	84.374	60	344.206	1.684	1.456				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	2.421	81.954	61	394.244	0.936	0.520				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	2.709	79.244	62	451.556	0.520	0.000				
21	1.729	0.139	99.861	42	29.907	2.987	76.257	63	517.200	0.000	0.000				



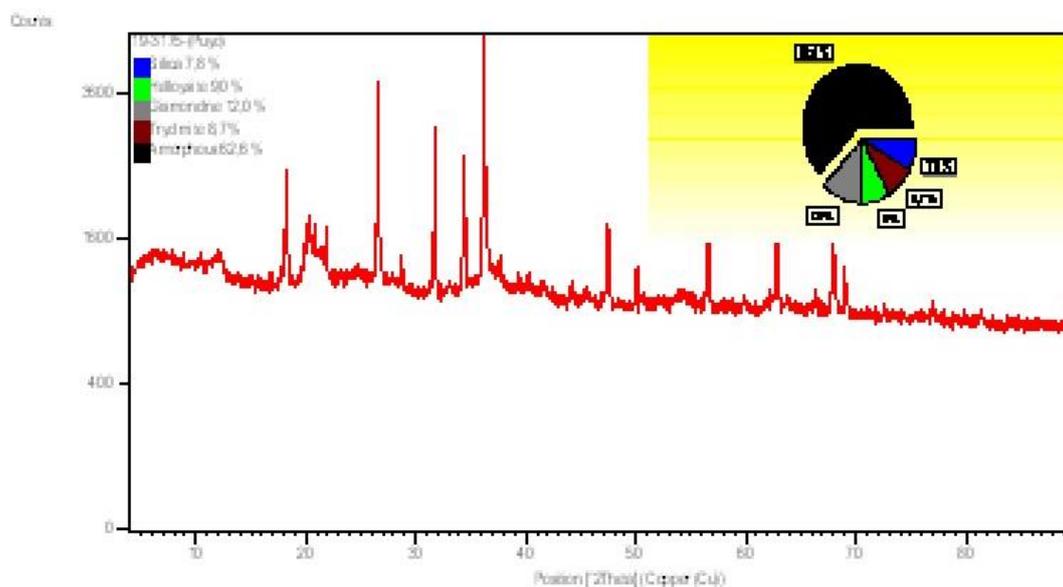
5.1.31 Posorja

No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %	No.	Diameter	Freq.	% Over %
1	0.115	0.000	100.000	22	1.981	0.176	99.706	43	34.255	2.513	76.281	64	592.387	0.736	0.000
2	0.131	0.000	100.000	23	2.269	0.238	99.468	44	39.234	2.518	73.762				
3	0.150	0.000	100.000	24	2.599	0.294	99.174	45	44.938	2.521	71.242				
4	0.172	0.000	100.000	25	2.976	0.343	98.831	46	51.471	2.550	68.691				
5	0.197	0.000	100.000	26	3.409	0.384	98.447	47	58.953	2.627	66.064				
6	0.226	0.000	100.000	27	3.905	0.421	98.026	48	67.523	2.777	63.287				
7	0.259	0.000	100.000	28	4.472	0.447	97.579	49	77.339	3.016	60.272				
8	0.296	0.000	100.000	29	5.122	0.468	97.111	50	88.583	3.360	56.912				
9	0.339	0.000	100.000	30	5.867	0.514	96.597	51	101.460	3.822	53.089				
10	0.389	0.000	100.000	31	6.720	0.568	96.029	52	116.210	4.393	48.696				
11	0.445	0.000	100.000	32	7.697	0.647	95.381	53	133.103	5.031	43.665				
12	0.510	0.000	100.000	33	8.816	0.760	94.621	54	152.453	5.646	38.019				
13	0.584	0.000	100.000	34	10.097	0.889	93.732	55	174.616	6.106	31.913				
14	0.669	0.000	100.000	35	11.565	1.079	92.653	56	200.000	6.264	25.649				
15	0.766	0.000	100.000	36	13.246	1.302	91.351	57	229.075	6.023	19.625				
16	0.877	0.000	100.000	37	15.172	1.553	89.798	58	262.376	5.389	14.236				
17	1.005	0.000	100.000	38	17.377	1.813	87.985	59	300.518	4.481	9.755				
18	1.151	0.000	100.000	39	19.904	2.056	85.928	60	344.206	3.481	6.274				
19	1.318	0.000	100.000	40	22.797	2.255	83.673	61	394.244	2.551	3.724				
20	1.510	0.000	100.000	41	26.111	2.399	81.274	62	451.556	1.788	1.936				
21	1.729	0.118	99.882	42	29.907	2.480	78.794	63	517.200	1.200	0.736				

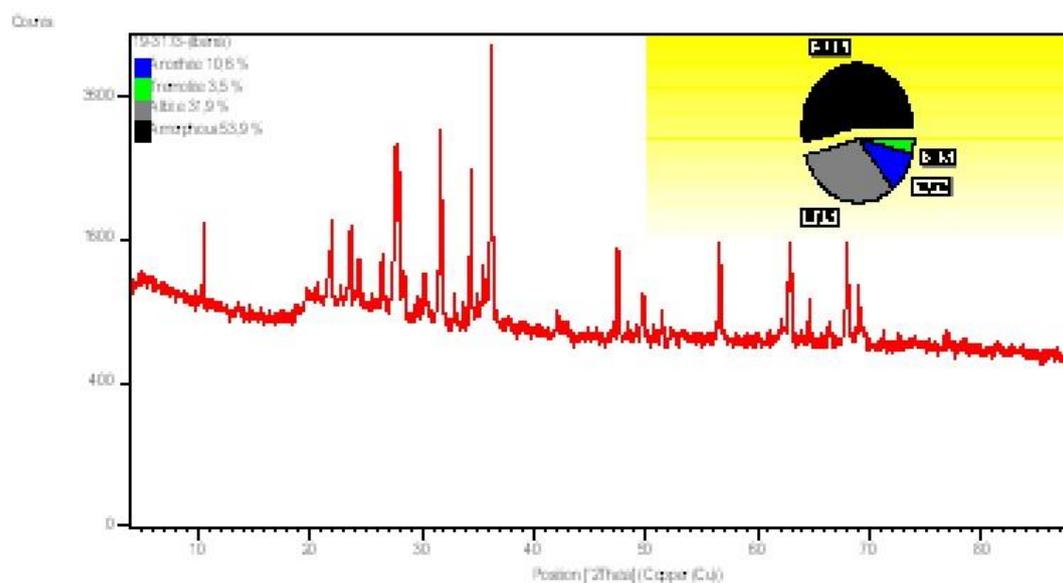


5.2 Difractometría de los 17 puntos

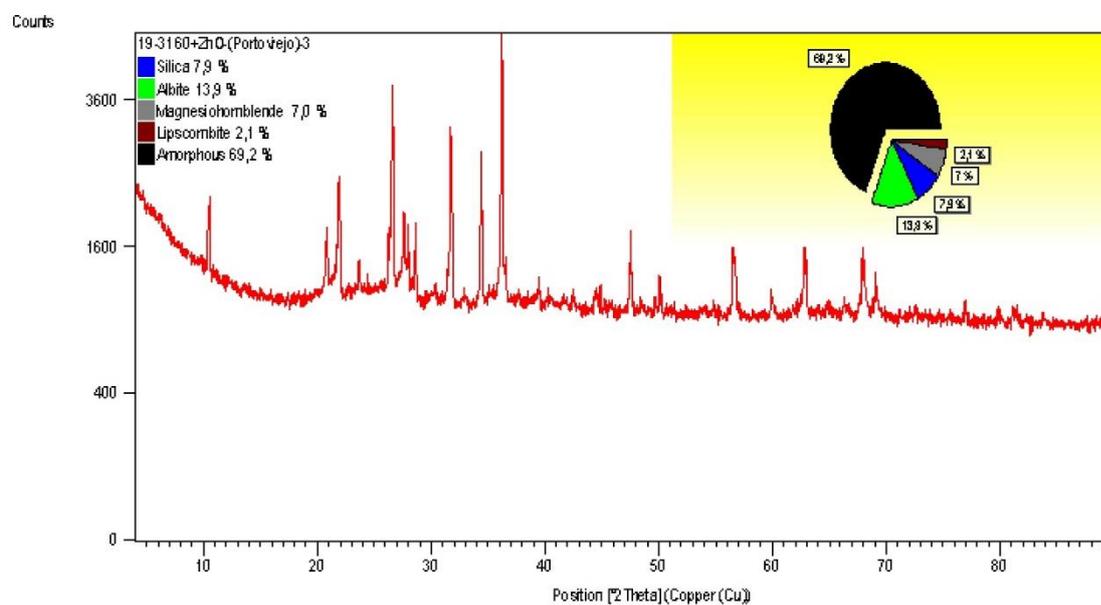
5.2.1 Puyo



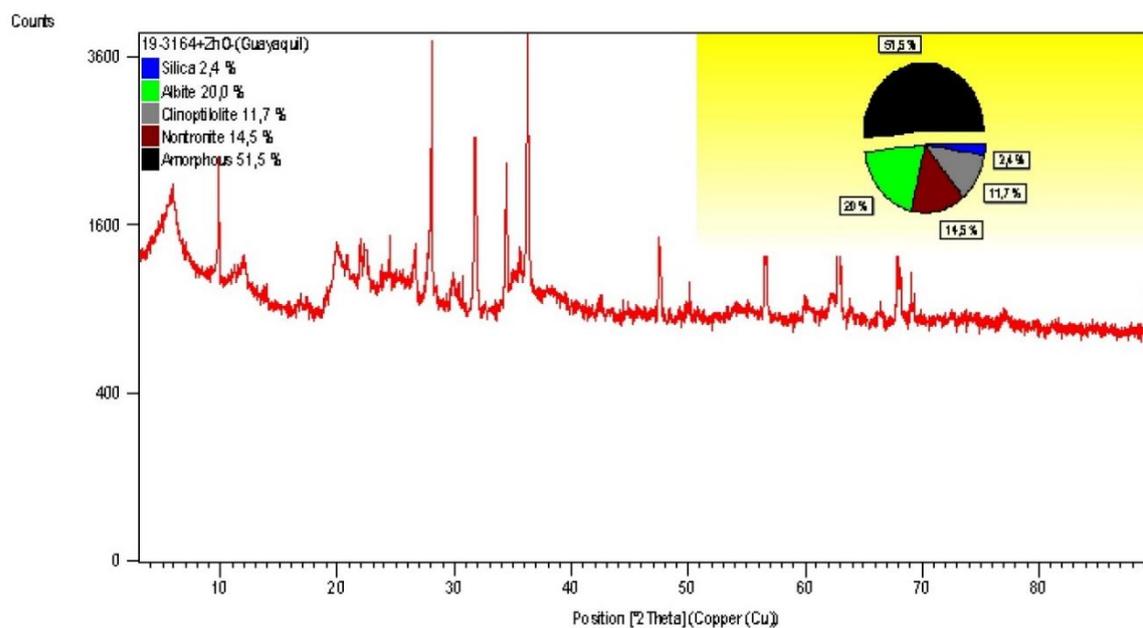
5.2.2 Ibarra



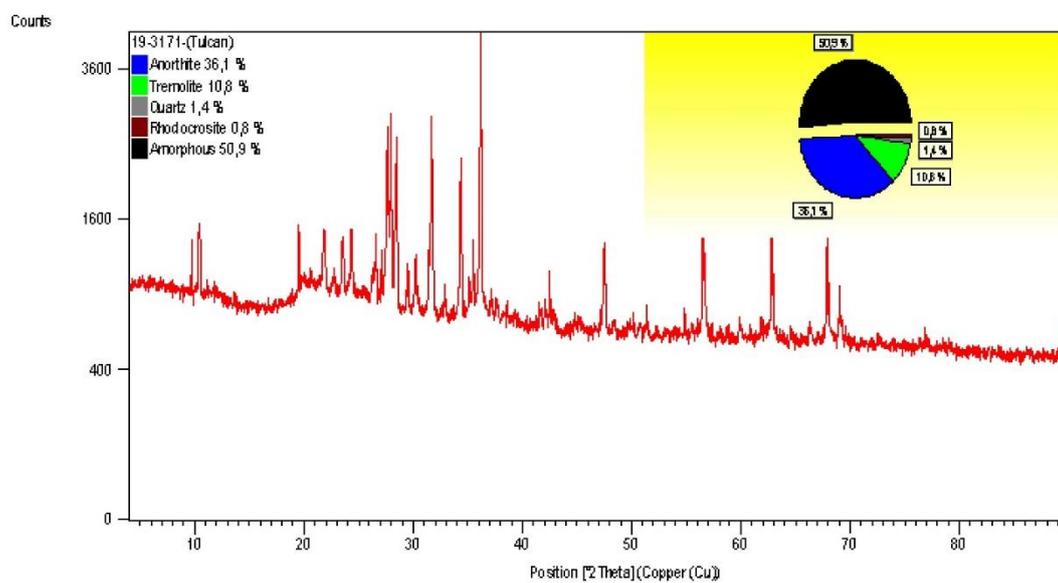
5.2.3 Portoviejo



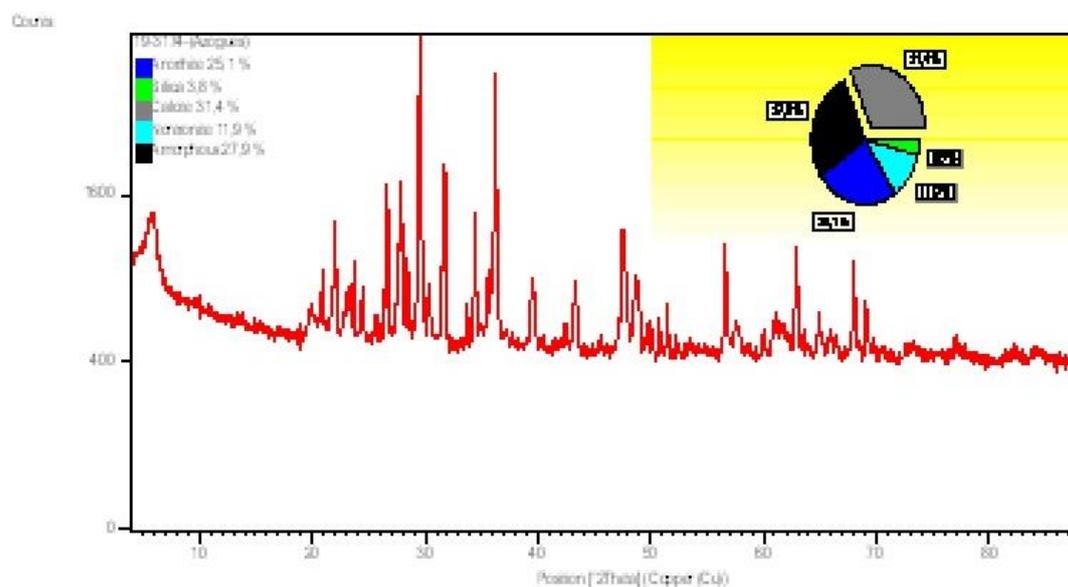
5.2.4 Guayaquil



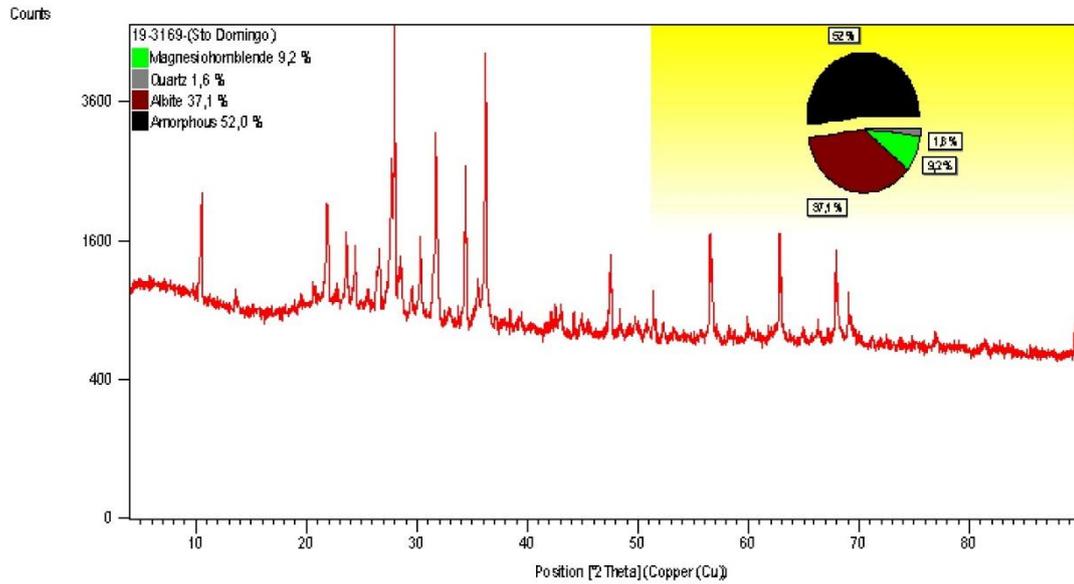
5.2.5 Tulcán



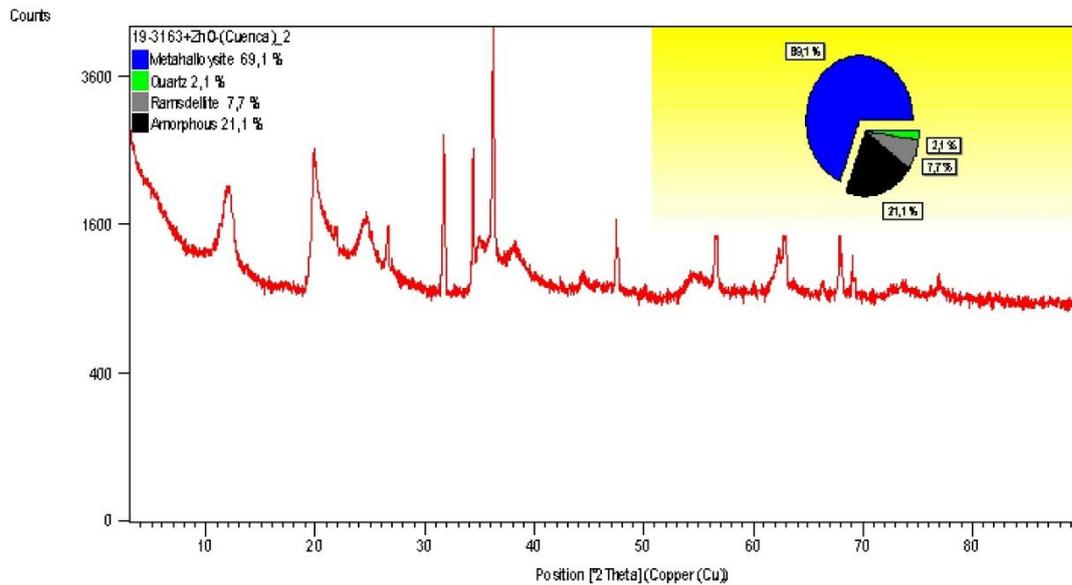
5.2.6 Azogues



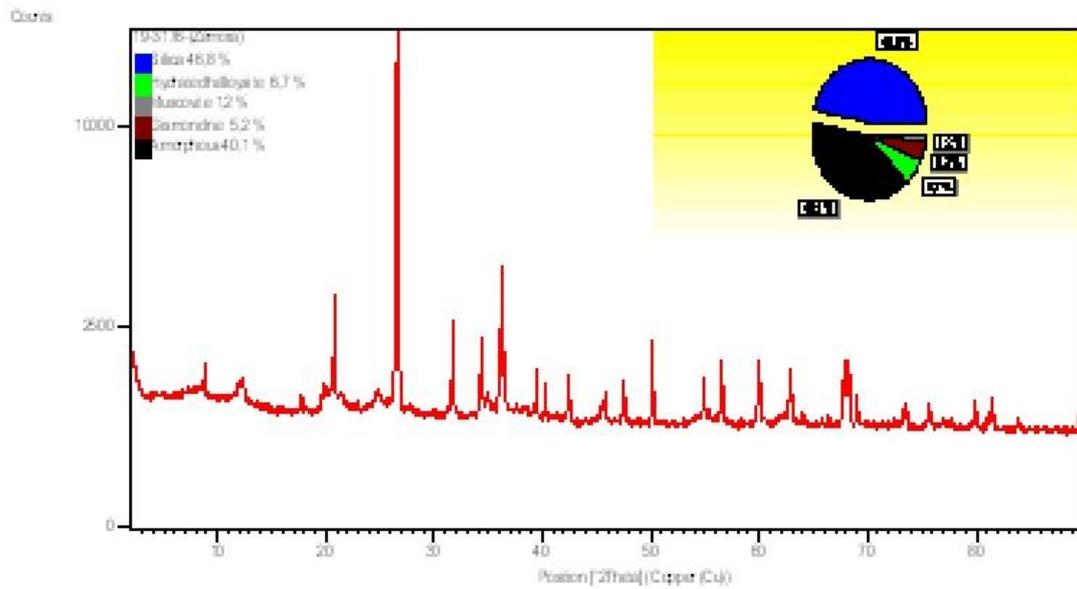
5.2.7 Sto. Domingo



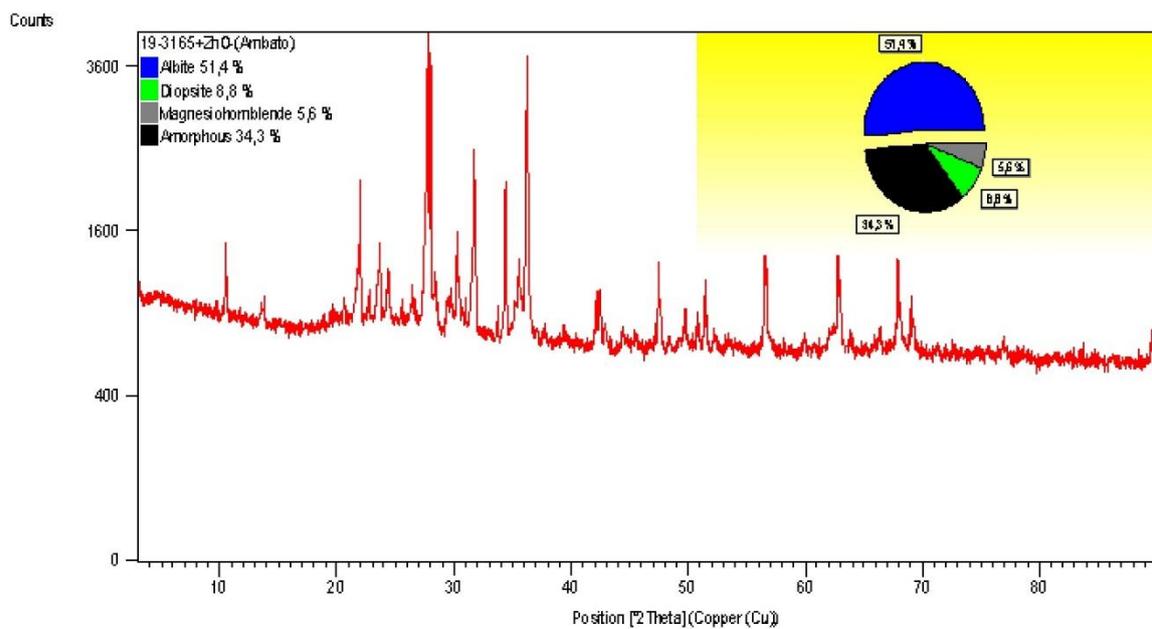
5.2.8 Cuenca



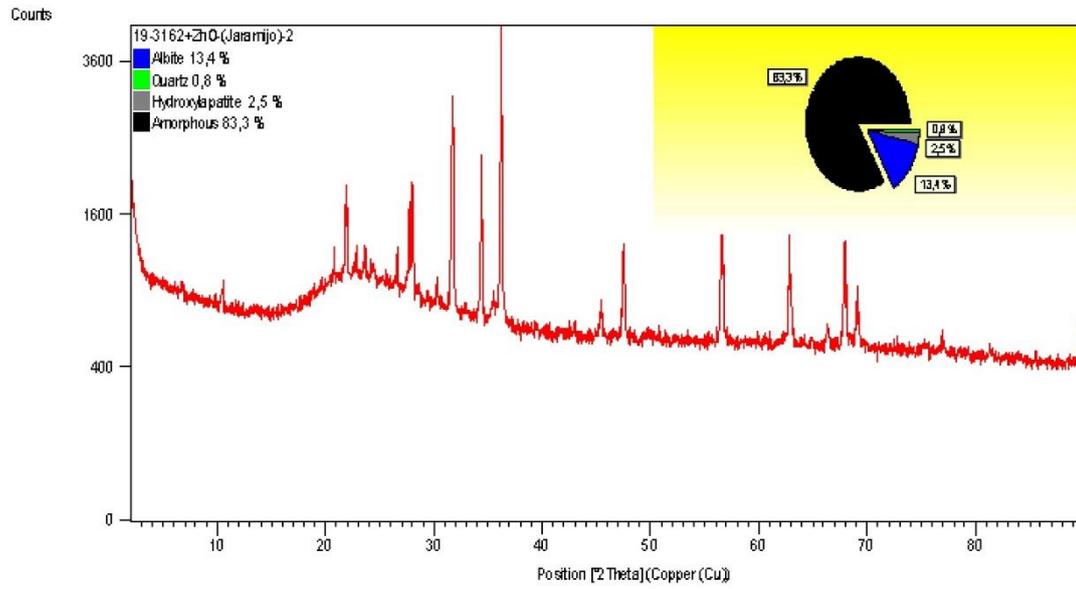
5.2.9 Zamora



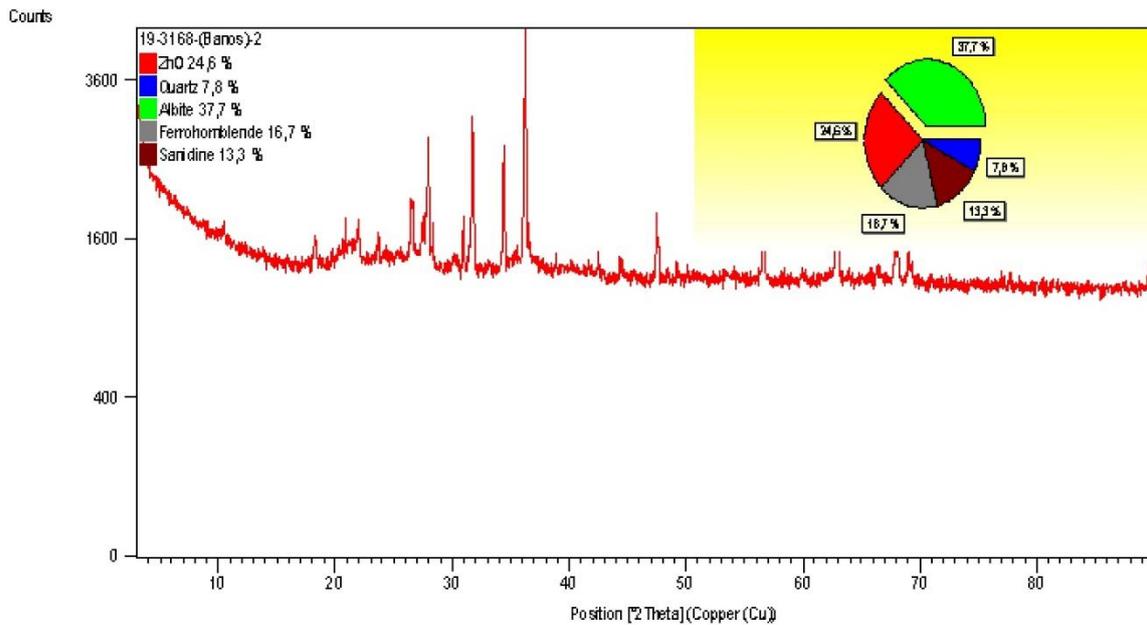
5.2.10 Ambato



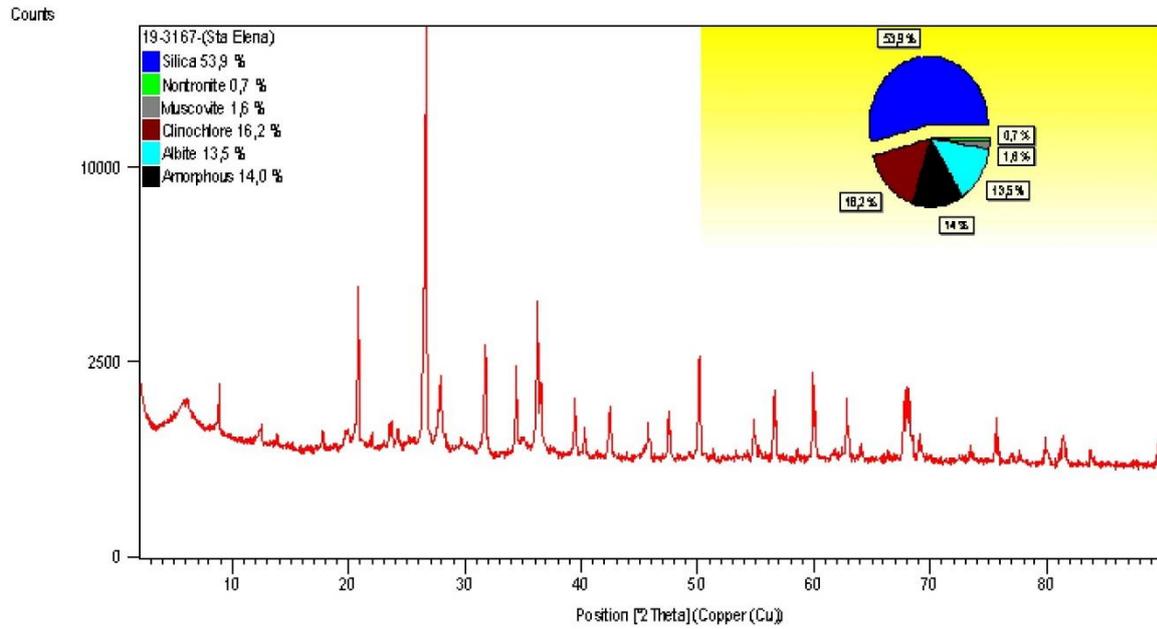
5.2.11 Jaramijó



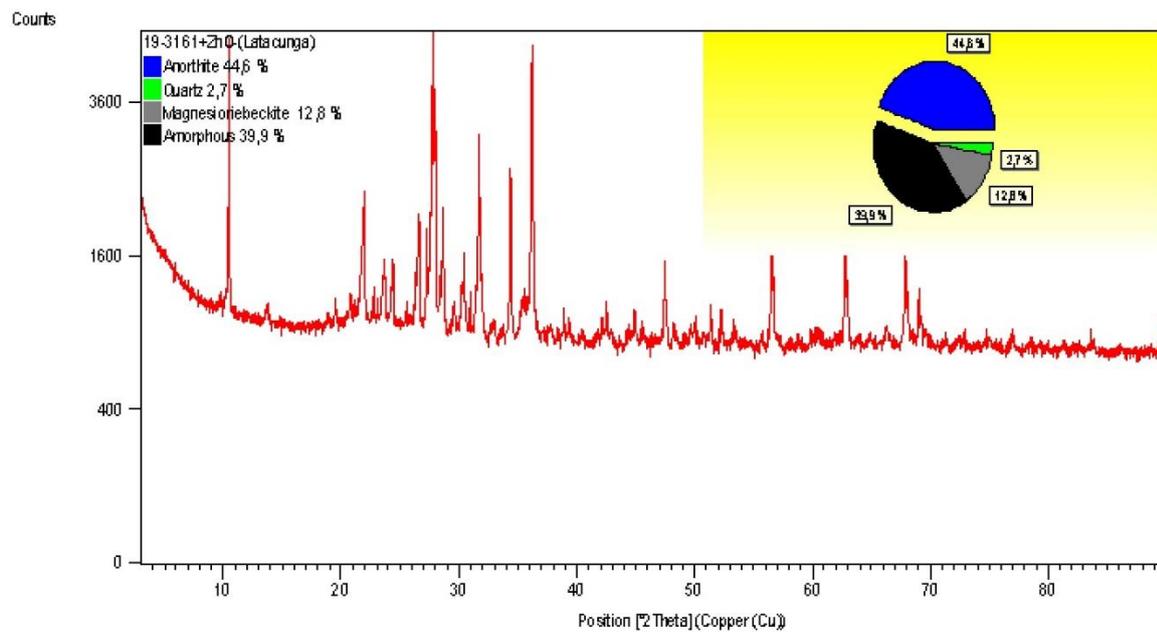
5.2.12 Baños



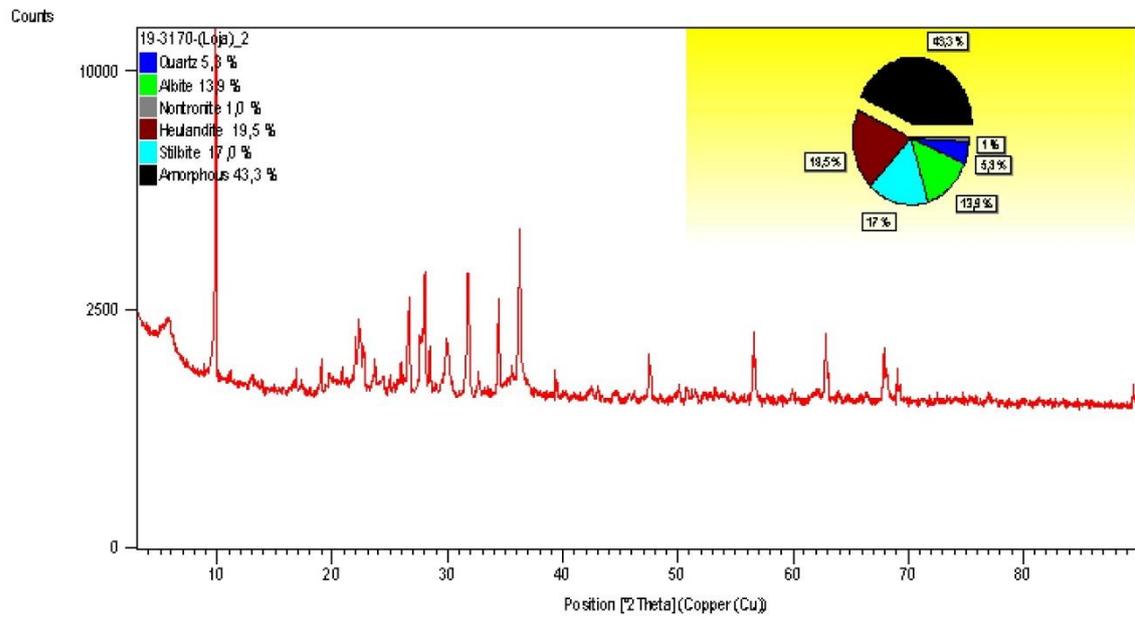
5.2.13 Santa Elena



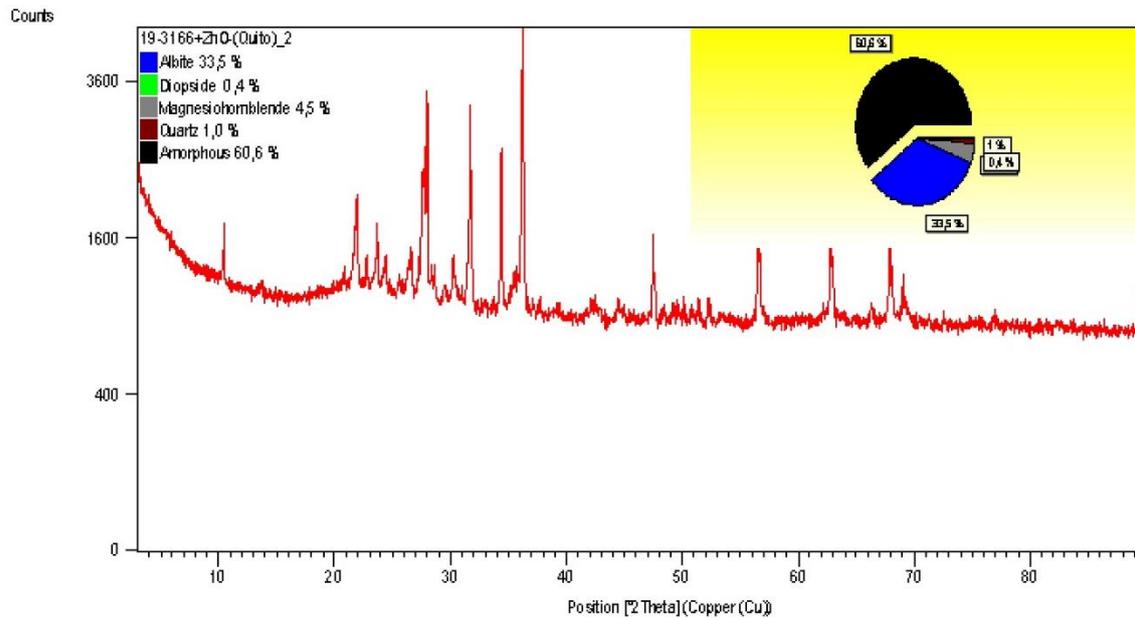
5.2.14 Latacunga



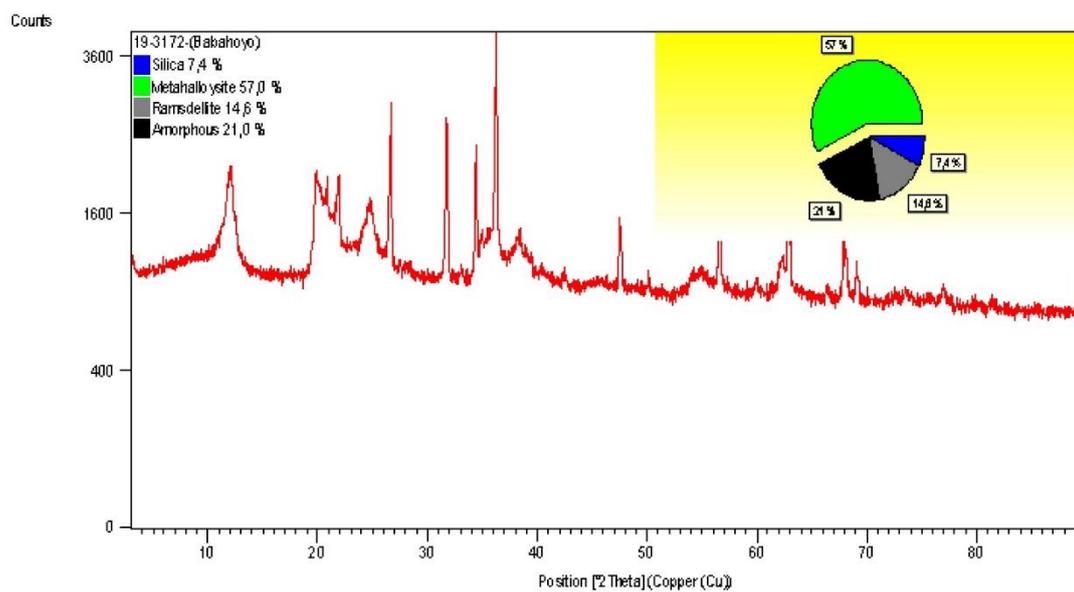
5.2.15 Loja



5.2.16 Quito



5.2.17 Babahoyo



6. BIBLIOGRAFÍA

- Apsden, J., Litherland, M., & Salazar, H. (1988). Caracterización ambiental de la cuenca del río Paute. Estudio de Impacto Ambiental Definitivo Ex - post de la Subestación Eléctrica Cuenca.
- Arias, A. (2007). "Definición de prioridades de manejo del Recurso Hídrico por Microcuencas en la provincia de Chimborazo".
- Atahualpa. (2013). Efecto de la glauconita en las propiedades petrofísicas del reservorio arenisca "T" superior del bloque Tarapoa.
- BABY P., RIVADENEIRA M., CHRISTOPHOUL F. & BARRAGÁN R., 1999c- Style and timing of deformation in the Oriente of Ecuador. In: 41st International Symposium of Andean Geodynamics, Vol I (Ed. by Orstom), ORSTOM, Gottinge : 68-72
- Bès De Berc, S., Soula, J., Baby, P., Souris, M., Christophoul, F., & Rosero, J. (s.f.). Geomorphic evidence of active deformation and uplift in a modern continental wedge-top – foredeep transition: example of the eastern Ecuadorian Andes. Tectonophysics.
- Bristow. (1975). The age of the Cayo formation, Ecuador.
- Calderón, P. (2018). *Zonificación de periodos fundamentales del suelo, mediante vibraciones ambientales, de la zona urbana en la cuenca de Loja, provincia de Loja-Ecuador.*
- Dávalos, C., & Morán, P. (2017). *IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESPECTRAL DE CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS EN LA CABECERA CANTONAL DE PEDERNALES MEDIANTE TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN Y SIG.* Quito.
- Davila, J., & Mamani, I. (2013). *Densímetro Nuclear.*
- Farrell, M., & Proffitt, M. (2016). *Soils sustain life.*
- Hall, M., & Beate, B. (1991). El volcanismo Plio-Cuaternario en los Andes del Ecuador. Estudios de Geografía. 5 - 38.
- Hernández, N. (2009). *Implicaciones educativas en la didáctica instrumental del cuatro puertorriqueño: Experiencias de vida y musicales de ejecutantes virtuosos destacados (Disertación doctoral).* Universidad Internacional de Puerto Rico, Recinto Metropolitano.

- IGEPN. (2016 - 01). *Reporte de erupción, volcán Tungurahua.*
- Jiménez , S. (2008). *Elaboración de un Plan de explotación de aguas subterráneas en una zona de la Península de Santa Elena, mediante la interpretación de métodos resistivos.*
- León, M. (2014). *Diagnóstico de la calidad del agua de la microcuenca del río Conguime y diseño de una propuesta de mitigación para la zona crítica establecida mediante el índice de calidad de agua (ica brown) en la provincia de Zamora Chinchipe cantón Paquisha.*
- Moreira, F. (2011). *VULNERABILIDAD VIAL EN FUNCIÓN DE LOS RIESGOS NATURALES PARA EL CANTÓN AMBATO.*
- Proaño, G. (2007). *Informe geológico de la cuenca del río Tatalá.*
- Quiñonez, M. (2016). *Indicadores Geomorfológicos y Bioestratigráficos para la Reconstrucción Paleoclimática de Jaramijó: Potenciales Amenazas Geológicas Registradas en Sedimentos.*
- Ramírez, J., Arboleda, C., & McCollough, C. (2008). Tomografía Computarizada por Rayos-X: Fundamentos y Actualidad. *Revista Ingeniería Biomédica*, 2(4).
- Ramirez, M. (2013). *Registros de la deformación y del volcanismo en el dominio del antearco ecuatoriano: Sedimentología y Bioestratigrafía de la formación Borbón.*
- Rodríguez, J., & Zamora, R. (2013). *Prácticas de Ingeniería del Terreno.*
- Suárez, J. (2006). *Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico.* Recuperado el 29 de diciembre de 2018, de <http://www.erosion.com.co/deslizamientos-tomo-i-analisisgeotecnico.html>
- TRACASA-NIPSA. (2015). *Levantamiento de cartografía temática escala 1:25.000, lotes 1 y 2.*
- Trubitt, A., & Hines, R. (1979). *Ear training and sight-singing: An integrated approach.* New York: Schirmer.
- Winckell, A. (1997). *Los paisajes naturales del Ecuador : Las regiones y paisajes del Ecuador (Vol. TOMO IV GEOGRAFIA FISICA).* Quito, Ecuador.