



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**“DISEÑO DE MODELO ESTRATIGRÁFICO DE LAS FORMACIONES  
CUATERNARIAS DEL SECTOR SEPTENTRIONAL DE LA CUENCA BAJA DEL  
GUAYAS”**

### **PROYECTO DE GRADO**

Previo a la Obtención del Título de:

### **INGENIERO EN GEOLOGÍA**

Presentado por:

**CATHERINE ALEXANDRA BURGOS TORRES**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**2017**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Isabel Torres Minchala, quién ha sido mi motor, pilar y fuente de inspiración toda mi vida, brindándome siempre su amor, entrega y apoyo incondicional.

Catherine Alexandra Burgos Torres

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme concluir con satisfacción esta etapa de mi vida.

A mi mamá, a mi hermana Franshesca por su amor y apoyo infinito. A Miguel, por su paciencia, ayuda y contribución.

Al Dr. Carlos Martillo, por su paciencia, entrega, apoyo y dedicación brindada, a lo largo de la realización de este trabajo.

A todos mis profesores de la Espol, en especial al Ing. Edison Navarrete, Ing. Galo Montenegro, Dr. Christophe Fatras, quienes han demostrado no solo ser unos excelentes profesionales sino también grandes seres humanos.

Catherine Alexandra Burgos Torres

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

MSc. Glenda Loaiza Toro  
**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Edison Navarrete Cuesta.  
**MIEMBRO EVALUADOR**

---

Ing. Galo Montenegro Santos  
**MIEMBRO EVALUADOR**

---

Ph.D. Maurizio Mulas  
**MIEMBRO EVALUADOR**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)

---

**Catherine Alexandra Burgos Torres**

## RESUMEN

La cuenca del Guayas, una de las más grandes e importantes de la Costa Pacífica de Sur América, se encuentra formada por depósitos sedimentarios del Cuaternario (2.5 M. a). Es drenada al sur por grandes ríos meándricos como el Babahoyo, Daule y Vinces, donde esta área es parcialmente inundable en épocas lluviosas.

El presente trabajo se enfocó principalmente en caracterizar y diseñar un modelo estratigráfico de los sedimentos Cuaternarios que afloran en la parte septentrional de la cuenca baja del Guayas a través de varios análisis como: estratigráfico, litológico y mineralógico, que permitan determinar una relación con la red hidrográfica y las zonas inundables.

Los cortes estratigráficos realizados en el área de estudio indican una distribución espacial de estos sedimentos correspondientes a dos zonas: proximal (sedimentos gruesos) y distal (sedimentos finos). Además, se corroboró que la cuenca baja es una zona propensa a inundaciones. Sin embargo, existe una mayor vulnerabilidad en la parte sur junto al río Babahoyo, en el límite SE.

Finalmente, el origen de los sedimentos de esta cuenca debido a su composición, presentada en los resultados de las láminas delgadas, posiblemente esté relacionado con formaciones geológicas como Piñón, Cayo de la cordillera costera y Macuchi de la cordillera occidental de los Andes.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	IV
DECLARACIÓN EXPRESA.....	V
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS.....	XI
SIMBOLOGÍA.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>16</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>16</b>
1.1 Generalidades .....	17
1.2 Definición del problema .....	18
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 General.....	19

1.3.2	Específicos.....	19
1.4	Aspectos Teóricos Fundamentales.....	20
1.4.1	Cuenca Hidrográfica y Cuenca Sedimentaria .....	20
1.4.2	Medios Sedimentarios .....	21
1.4.3	Estructuras Sedimentarias .....	28
<b>CAPÍTULO 2</b>	.....	<b>39</b>
<b>2. MARCO GEOLÓGICO Y GEOGRÁFICO</b>	.....	<b>39</b>
2.1	Ubicación Geográfica.....	40
2.2	Marco Hidrológico.....	42
2.3	Marco Geológico.....	44
2.3.1	Regional .....	44
2.3.2	Local.....	46
2.4	Marco Tectónico .....	47
2.5	Marco Geomorfológico .....	50
2.6	Marco Estratigráfico.....	52
<b>CAPÍTULO 3</b>	.....	<b>57</b>
<b>3. MÉTODOS Y DATOS</b>	.....	<b>57</b>
3.1	Metodología .....	58
3.2	Datos .....	60
<b>CAPÍTULO 4</b>	.....	<b>75</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	.....	<b>75</b>

4.1 Resultados.....	76
4.2 Discusión .....	81
4.2.1 Distribución Espacial de Sedimentos .....	81
4.2.2 Relación de los resultados de subsuelo con variaciones del nivel del mar.....	85
4.2.3 Área fuente de los sedimentos .....	89
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>91</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>91</b>
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES.....	94

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

CEDIG	Centro Ecuatoriano de Investigaciones Geográficas
ORSTOM	Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
NGDC	National Geophysical Data Center
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
SH	Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
Fm	Formación
M. a	Millones de años
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
WGS 84	World Geodetic System 1984
INIGEMM	Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico
SAR	Radar de Apertura Sintética
IEE	Instituto Espacial Ecuatoriano

## SIMBOLOGÍA

Km <sup>2</sup>	Kilómetros cuadrados
M	Metros
mm	Milímetros
ohm * m	Ohmio*metro
mV	Mili voltios
ft	Pies
N	Norte
S	Sur
E	Este
W	Oeste
NW	Noroeste
SE	Sureste
SW	Suroeste
gr	Gramos
%	Porcentaje
Cm	Centímetro
° C	Grados centígrados.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Clasificación de los Ambientes Sedimentarios, donde se observa los ambientes continentales (color rojo), transicionales (color azul) y marinos (color negro). .....	22
Figura 1.2 Se muestra en el gráfico tipos de estructuras sedimentarias de medios fluviales como: flaser, ondulada y lenticular.....	36
Figura 2.1 Ubicación del Área de Estudio correspondiente a la Cuenca Baja del Guayas (línea color negro). .....	41
Figura 2.2 Principales subcuencas de la cuenca baja del Guayas. ....	43
Figura 2.3 Mapa batimétrico y topográfico con datos de NGDC-NOA que muestra las principales estructuras como la provincia volcánica de Galápagos, la placa sudamericana y el bloque norandino. En rojo se muestra el área del presente estudio. ....	46
Figura 2.4 Principales estructuras de la zona de estudio.....	49
Figura 2.5 Mapa de las principales unidades y subunidades geomorfológicas de la zona de estudio.....	52
Figura 2.6 Se observa en la parte norte el perfil geológico A-B. ....	55

Figura 2.7 Por medio de este corte geológico a escala 1: 100000, se indica la presencia de la formación Piñón como basamento y en superficie formaciones pleistocénicas.....	55
Figura 2.8 Formaciones Geológicas que comprenden la cuenca baja del Guayas. ....	56
Figura 3.1 Esquema de la metodología utilizada para la realización del proyecto, donde se indican 6 fases de trabajo.. ....	60
Figura 3.2 Mapa Geológico de la cuenca baja del Guayas.....	61
Figura 3.3 Mapa Geológico de la cuenca baja del Guayas.....	62
Figura 3.4 Mapa de Inundaciones de Enero a Mayo del año 2015 mediante el procesamiento de imágenes Radar .....	63
Figura 3.5 Mapa de Cultivos de la cuenca baja del Guayas. ....	64
Figura 3.6 Registros de Potencial Espontáneo y Resistividad de los pozos Daule 1 (izquierda) y Daule 2 (derecha) a una profundidad de 500 a 1500 pies. ....	67
Figura 3.7 Registros de Potencial Espontáneo y Resistividad de los pozos Daule 1(izquierda) y Daule 2(derecha) a una profundidad de 1500 a 2500 pies.....	68
Figura 3.8 Registros de Potencial Espontáneo y Resistividad de los pozos Daule 1(izquierda) y Daule 2(derecha) a una profundidad de 2500 a 3000 pies.....	69
Figura 3.9 Estaciones realizadas en el área de estudio.....	70

Figura 3.10 Esquema donde se observa los datos utilizados, los cuales incluyen datos obtenidos de superficie, subsuelo, campo y laboratorio.....	74
Figura 4.1 Cortes realizados en la cuenca baja del Guayas.....	77
Figura 4.2 Corte Estratigráfico A.....	78
Figura 4.3 Corte Estratigráfico B.....	79
Figura 4.4 Corte Estratigráfico C.....	79
Figura 4.5 Corte Estratigráfico D.....	80
Figura 4.6 Mapa donde señala la parte distal y proximal de los sedimentos. ...	82
Figura 4.7 Propuesta del modelo estratigráfico, donde se observa las tres zonas principales.....	84
Figura 4.8 Interpretación y Correlación litológica de los pozos Daule 1 y Daule 2. ....	86
Figura 4.9 En rojo se muestra un pozo virtual, donde se muestra (a la izquierda de la figura) el cambio estratigráfico que genera las transgresiones y regresiones causadas por los cambios climáticos.....	88
Figura 4.10 Se puede observar las subcuencas que conforman la Cuenca Baja del Guayas con los principales ríos Babahoyo, Daule y Vinces. Las líneas negras interpunteadas indican una posible área fuente de los sedimentos.....	90

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Generalidades

La cuenca del Guayas, con una superficie de 32300 km<sup>2</sup> aproximadamente, es considerada una de las más grandes y la más importante de toda la Costa Pacífica de Sur América, la misma que se formó durante el Plioceno junto con la aparición de la Cordillera de la Costa al final de la misma época. (Dumont, Santana, Soledispa, & King, 2007).

Los materiales sedimentarios que constituyen el relleno de esta cuenca son del Terciario y Cuaternario. Estos están constituidos por depósitos poco o nada consolidados como depósitos aluviales, coluviales, eluviales, que se observan en los valles fluviales, hasta la llanura aluvial. Esta llanura es drenada al sur de la cuenca por grandes ríos meándricos como el Babahoyo, Daule y Vinces principalmente, siendo esta área parcialmente inundable en épocas lluviosas. Sin embargo, al norte de la parte baja de la cuenca, debido a su topografía, las inundaciones son menos comunes.

A lo largo de la historia estas redes de drenaje fluvial no han sido estáticas más bien han ido evolucionando, evidencia de esto son los cambios notorios de curso de algunos ríos que han dejado paleo cauces. Esto se debe a una

tectónica activa responsable en el desarrollo litoestratigráfico de la zona.  
(Guaranda & Muñoz, 2008)

Al encontrarse limitada al este por la cordillera occidental y al oeste por la cordillera costera, la cuenca recibe el aporte de sedimentos provenientes de ambas cordilleras, acarreados por aguas torrentosas y fluviales.

## **1.2 Definición del problema**

La cuenca del Guayas se encuentra formada por depósitos sedimentarios de formaciones Cuaternarias (2.5 M. a). Estos sedimentos que afloran presentan diferente granulometría (entre finos y gruesos). Estos a menudo se convierten en uno de los factores que impide que el agua en épocas lluviosas sea filtrada o siga su curso normal, dado que estos sedimentos inclusive pueden llegar a rellenar los cauces actuales, provocando zonas inundables.

Este problema afecta no solo al desarrollo de actividades productivas causando efectos negativos a la socioeconomía del país sino muchas veces directamente al individuo. Por ello es importante conocer como es el comportamiento de estos sedimentos y la forma en que llegan a depositarse.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 General**

Proponer un modelo estratigráfico de los depósitos cuaternarios en la cuenca baja del Guayas mediante el análisis estratigráfico, litológico y mineralógico para hallar una relación con la red hidrográfica y las zonas inundables.

### **1.3.2 Específicos**

- Establecer una distribución espacial en superficie de los sedimentos mediante relaciones estratigráficas de las formaciones Cuaternarias que comprenden la zona de estudio.
- Proponer una probable área fuente de estos sedimentos Cuaternarios que afloran en el área de la Cuenca Baja del Guayas.
- Determinar la relación entre la distribución espacial de los sedimentos con las zonas inundables.

## **1.4 Aspectos Teóricos Fundamentales**

Debido a que la temática del proyecto está enfocada en los sedimentos que comprenden la cuenca del Guayas, es importante tener en cuenta ciertos conceptos fundamentales que ayudarán a una mejor comprensión y entendimiento en el desarrollo del presente trabajo como por ejemplo la diferencia entre una cuenca sedimentaria e hidrográfica, los medios sedimentarios, principalmente el medio fluvial y estructuras sedimentarias (unas observadas en campo en las estaciones), descritas más adelante.

### **1.4.1 Cuenca Hidrográfica y Cuenca Sedimentaria**

Según Bommathanahalli (1997), una cuenca hidrográfica es un área natural donde el conjunto de los sistemas de cursos de agua que conforman esta unidad fisiográfica se define por el relieve, cuyos límites o llamadas divisorias de agua son naturales y corresponden a las partes altas del área que abarca un río. Mientras que una cuenca sedimentaria es un área subsidente de la corteza de la corteza terrestre formada por la actividad tectónica de las placas, en la que se han

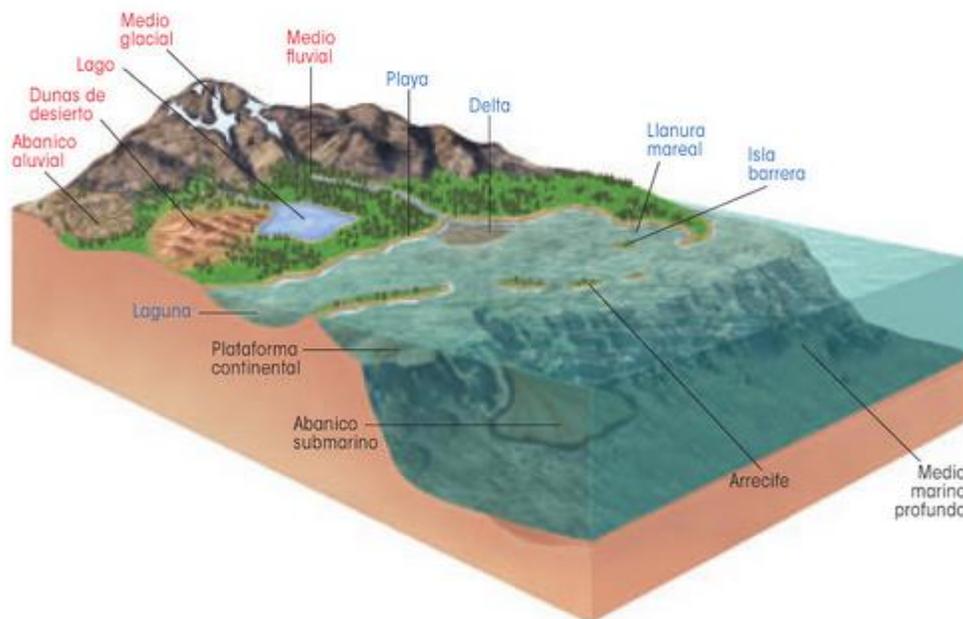
podido acumular grandes espesores de sedimentos durante un intervalo de tiempo (Press, 2000).

La continua depositación de sedimentos puede producir un grado adicional de depresión o subsidencia. La forma que adquieren estas cuencas sedimentarias es en forma de cubetas o de fosas alargada (Schlumberger, 2017).

#### **1.4.2 Medios Sedimentarios**

Comprender los diferentes procesos: físicos químicos y biológicos (Vera, 1994), que se llevan a cabo en la sedimentación, así como las condiciones que permiten la formación de rocas sedimentarias, permite obtener información, tanto de su origen de composición como del mecanismo de transporte y del origen del lugar donde se depositan los sedimentos; lo cual es denominado como medio sedimentario.

Se diferencian tres grupos de medios sedimentarios: continentales, transicionales y marinos como se muestra en la Figura 1.1.



**Figura 1.1** Clasificación de los Ambientes Sedimentarios, donde se observa los ambientes continentales (color rojo), transicionales (color azul) y marinos (color negro).

**Fuente:** Carenas, B., Gine, J., González, J., Pozo, M., 2014.

#### 1.4.2.1 Medios sedimentarios Fluviales

Constituye uno de los medios continentales de mayor importancia estratigráfica, dado que en ellos se han acumulado gran cantidad de sedimentos, a lo largo de toda la historia de la Tierra (Navarrete, 2013).

El agente dominante de este medio son las corrientes, responsable de la erosión de sedimentos, transporte y depositación de más sedimentos. Asimismo, estos depósitos tienen una amplia distribución geográfica.

De acuerdo a las características del trazado, los cursos de agua se pueden dividir en: rectos, presentando una sinuosidad despreciable, donde se depositan pequeñas cantidades de sedimento; ramificados o anastomosados, en los que se produce una serie sucesiva de divisiones y reuniones de la corriente; meandriformes, en el cual la corriente presenta una serie de inflexiones a lo largo de su dirección (Corrales & Rosell, 1977; Vera, 1994).

#### **1.4.2.2 Tipos de depósitos fluviales**

Las características que presentan los sedimentos de un medio fluvial dependen del lugar en que se hayan depositado. Por ello unos corresponden a la acumulación en el canal; otros, la que tuvo lugar en sus márgenes y sedimentos que representan a

zonas lejanas del cauce. Entre los depósitos de canal se tienen lo siguiente:

#### **1.4.2.2.1 Depósitos de channel lag.**

Encontrándose en la parte más profunda del canal, presentando forma lenticular y son discontinuos. Estos depósitos se encuentran recubiertos por sedimentos de granulometría más fino, que corresponden a las islas de arena o barras de canal (Corrales & Rosell, 1977).

#### **1.4.2.2.2 Depósitos de islas (barras del canal)**

Estos depósitos son característicos de ríos anastomosados. El tamaño del grano varía de acuerdo a las corrientes montañosas, en cuyo caso estarán formados por material grueso, o de tramos en los cursos bajos de ríos, cuya granulometría es fina y donde el transporte de sedimentos es mayor.

Además, estas barras pueden originar estratificación cruzada tabular debido a su desplazamiento (Corrales & Rosell, 1977).

#### **1.4.2.2.3 Depósitos de “Point Bar”**

Se acumulan en la parte interna de los meandros, conteniendo sedimentos de grano más grueso de los transportados por la corriente, presentan una granoselección, debido a la disminución del tamaño del grano hacia la parte superior.

Estos depósitos pueden presentar estratificación cruzada curva, por la migración de ripples, y sobre esta puede tenerse estratificación cruzada plana, laminación paralela. Y finalmente en la parte superior de esta secuencia podría depositarse limos y arcillas, que representan condiciones de régimen muy tranquilas (Corrales & Rosell, 1977).

Los depósitos de las márgenes del cauce comprenden:

#### **1.4.2.2.3.1 Depósitos de relleno de depresiones en los Point bar**

La superficie que presenta un point bar está compuesta de una serie de crestas y depresiones, recibiendo estas depresiones sedimentos finos como limos y arcillas. Los depósitos que se forman en algunos canales de ríos anastomosados son comparables con este tipo de depósitos, que pueden quedar parcial o totalmente cerrados en su extremo superior. Los sedimentos que en ellos se acumulan son arenas finas y limos y en el extremo inferior arcillas (Corrales & Rosell, 1977).

#### **1.4.2.2.3.2 Depósitos de diques.**

Estos depósitos forman bandas que bordean los cauces. Sus sedimentos están entre los más gruesos de aquellos depositados como arenas finas, limos y arcillas, es decir disminuye su granulometría hacia la llanura de inundación. Es común que presente interestratificación de sedimentos más gruesos con los más finos (Allen, 1965; Corrales & Rosell, 1977).

#### **1.4.2.2.3.3 Depósitos de llanura de inundación.**

Se encuentran en las zonas más alejadas del cauce. Están formados por sedimentos de grano fino, que han sido transportados en suspensión: limos y limos arcillosos.

Además de estos tipos, Allen (1965) describe los llamados depósitos de transición, que son aquellos que se acumulan en canales abandonados, especialmente en los tramos correspondientes a meandros, cuando la corriente rectifica su curso.

Fundamentalmente están formados por limos y arcillas, aunque en ocasiones pueden contener también algo de arena fina; algunos presentan laminación, estratificación cruzada (Corrales & Rosell, 1977).

### **1.4.3 Estructuras Sedimentarias**

Una de las propiedades más importantes que nos dan información sobre los procesos de la sedimentación es el estudio de las estructuras sedimentarias presentes.

Estas estructuras sedimentarias son disposiciones geométricas de los elementos que constituyen las rocas producidos por fuerzas que intervienen en su formación o actúan sobre estas estructuras posteriormente. Entre los factores más importantes están las condiciones hidrodinámicas del agua que depositó el sedimento (Iriando, 2007).

Estos rasgos característicos de las rocas sedimentarias presentes en formas externas, internas o formas preservadas en superficies de estratificación son generados en las rocas sedimentarias por procesos sedimentarios o actividad biogénica contemporánea (Press, 2000).

#### **1.4.3.1 Clasificación**

Las estructuras se clasifican comúnmente como singenéticas y epigenéticas. Las primeras se formaron al mismo tiempo que los sedimentos. Incluyen entre otras la estratificación, marcas ondulatorias, características orgánicas y otras; mientras que las estructuras epigenéticas son las que se formaron después

de la depositación. Parte de estas estructuras están concreciones, peculiaridades de compactación y accidentes a gran escala como pliegues y fallas. Dentro de las estructuras singenéticas o epigenéticas pueden clasificarse como externas o internas.

#### **1.4.3.1.1 Estructuras Sedimentarias de Orden Interno**

Cuando los planos de estratificación se encuentran muy cerca de una escala pequeña (milimétrica), esto se presenta en rocas con una granulometría fina a muy fina, se denomina laminación.

#### **1.4.3.1.2 Ripples y su laminación**

Un ripple es una estructura sedimentaria primaria con formas pequeñas onduladas con una pendiente suave en barlovento y una brusca en sotavento que se origina por la acción de corriente de bajo flujo o por el efecto del oleaje, presentándose morfológicamente en la superficie superior de las

capas de areniscas o limolitas (Corrales & Rosell, 1977).

#### **1.4.3.1.2.1 Ripples de corriente**

Son producidos por una corriente o flujo unidireccional, donde sus crestas y valles se alinean paralelos a la dirección perpendicular de la corriente que los originó (Corrales & Rosell, 1977).

Entre los ripples más importantes están:

a) Ripples con crestas rectilíneas paralelas: Poseen sus crestas y valles rectilíneos, alineados paralelamente, formados por una velocidad de corriente relativamente pequeña denominados ripples de baja energía.

Al migrar dan lugar a una laminación cruzada planar, siendo pequeños a

pequeña escala y megaripples a una mediana y gran escala (Corrales & Rosell, 1977).

b) Ripples linguoides: Su cresta es discontinua y su forma es más o menos linguoide o lobulada, se consideran ripples de alta energía. Cuando migran producen una laminación interna cruzada de tipo festoneado.

c) Estratificación a base de laminación ripple: Su forma es de láminas, así como su disposición, como se ha dicho anteriormente, es igual tanto en los ripples a pequeña escala como en los megaripples, siendo el tamaño entre ambos la única diferencia existente. Las unidades de ripples

cuando migran originan una laminación cruzada.

d) Antidunas y laminación cruzada por antidunas: Son falsos ripples aunque morfológicamente se parezcan, estos se producen por una corriente de flujo elevado. Al migrar producen una laminación cruzada a mediana o gran escala. La inclinación de las láminas es siempre de pequeño ángulo.

#### **1.4.3.1.2.2 Estratificación lenticular y flaser**

Estos tipos de estratificación se caracterizan por la existencia de una laminación tipo ripple en capas de areniscas en la que se intercala una cantidad de arcilla ya sea como unidades interestratales o superficies

limítrofes entre los grupos de láminas (Corrales & Rosell, 1977).

A continuación, se describe los dos tipos de estratificación:

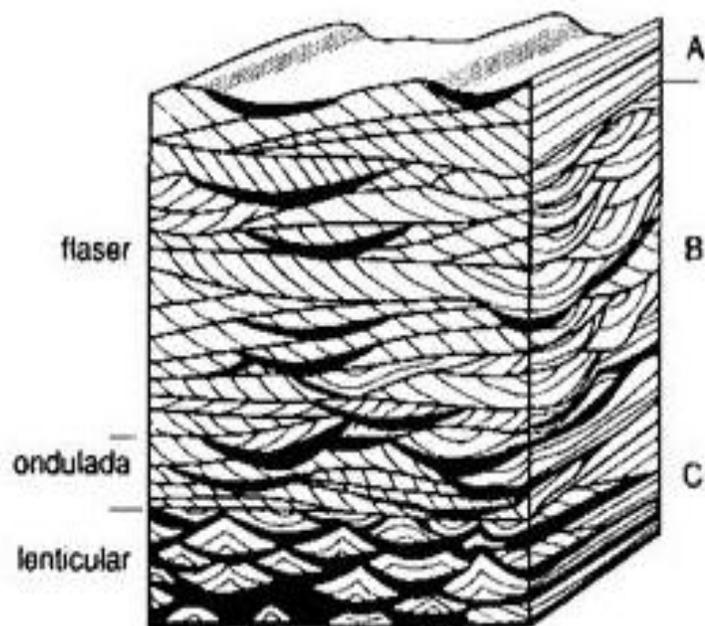
a) Estratificación flaser: Tiene lugar en áreas donde existe una sedimentación de tipo ripple y se va alternando períodos de corriente con otros de quietud.

Al partir de la base que se tiene arcilla y arena, la arena puede formar los ripples mientras que la arcilla permanecerá en suspensión depositándose cuando la corriente se calme. La cantidad de flaser dependerá de la cantidad de arcilla presente, ya que si la cantidad es pequeña se depositará en los valles, en cambio si es mayor llegará a un límite en que la

mayor parte de los flasers estén conexionados. (ver Figura 2.2)

b) Estratificación lenticular: Se produce cuando ante una cantidad mayoritaria de arcilla, se tiene una cantidad deficiente de arena como para formar una capa continua, esta es trabajada formando al final ripples aislados.

Esta estratificación puede presentarse en diferentes modalidades, esto dependerá de la disposición de los lentejones y del tipo de ripple que la constituye. (ver Figura 1.2)



**Figura 1.2** Se muestra en el gráfico tipos de estructuras sedimentarias de medios fluviales como: flaser, ondulada y lenticular.

**Fuente:** Mendiberri, J., 2009.

#### 1.4.3.1.2.3 Laminación horizontal

Cuando las láminas son paralelas a las superficies limítrofes del estrato, y paralelas entre sí. La laminación está producida por un cambio brusco en la

granulometría, debido a que la granulometría dentro de una lámina aumenta de la parte inferior a la superior, siendo este cambio evidente entre lámina y lámina.

Este tipo de laminación se da en materiales arenosos de granulometría mediana a fina y raras veces en materiales muy finos o más gruesos (Corrales & Rosell, 1977).

#### **1.4.3.1.2.4 Estratificación cruzada**

Es una disposición de las láminas en sentido transversal a los planos de estratificación, en líneas rectas inclinadas o formas cóncavas. Los ángulos de inclinación son generalmente de 30 grados o menores.

Esta estratificación es originada por el agua y el viento, aunque en muchas ocasiones no es posible distinguir los dos tipos.

Por ser la estratificación cruzada una propiedad vectorial ha sido usada para el estudio de las direcciones de las paleocorrientes.

Dentro de la estratificación cruzada se tiene la planar y en cubeta. La primera consiste en el desarrollo de paquetes de laminaciones inclinadas en forma de cuñas limitadas por superficies planas y la última se caracteriza por presentarse en láminas con superficies curvadas y grupos en forma de cubetas o surcos (Press, 2000).

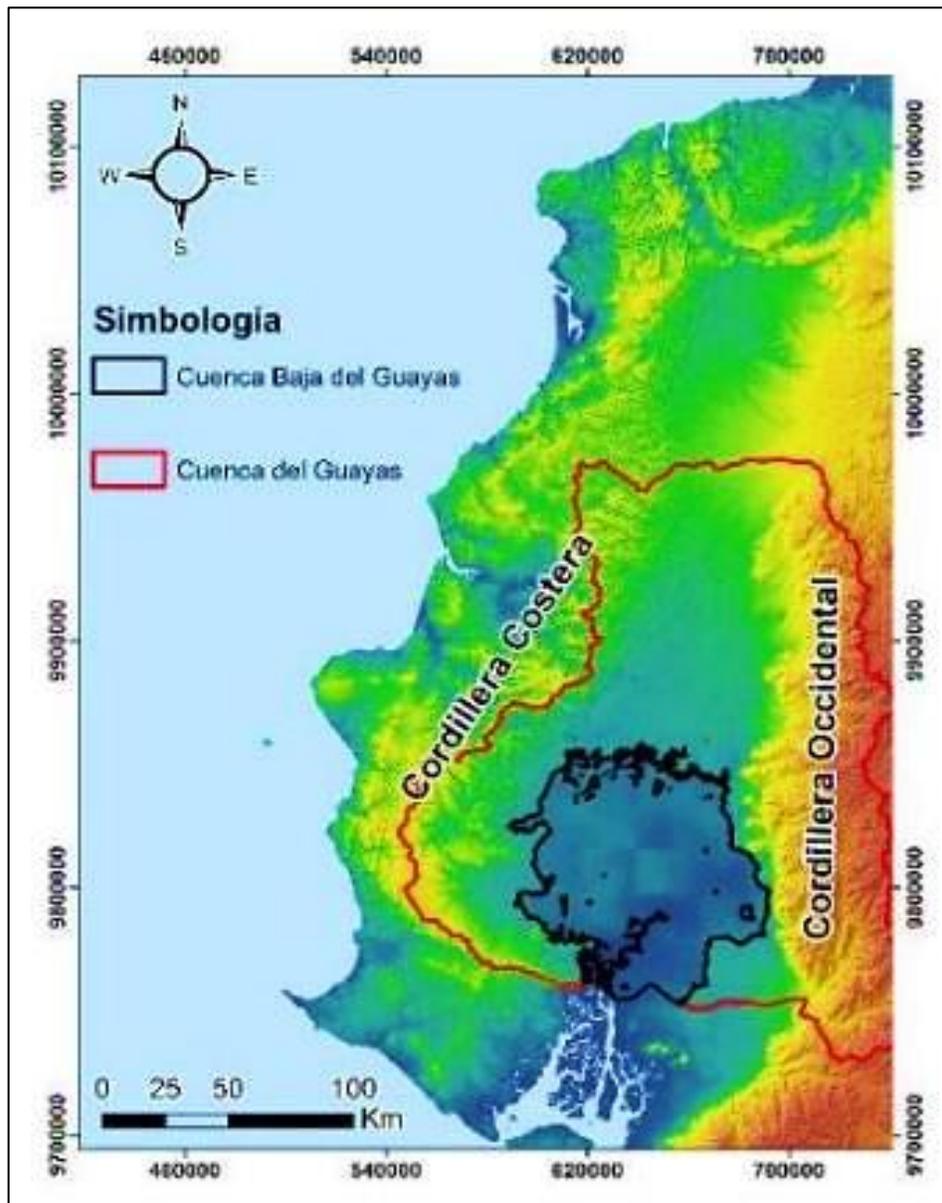
# **CAPÍTULO 2**

## **MARCO GEOLÓGICO Y GEOGRÁFICO**

## 2.1 Ubicación Geográfica

La zona de estudio se encuentra localizada al suroeste del Ecuador, en la cuenca hidrográfica del Guayas, limitada al norte por ramal de la cordillera de los Andes que separa la cuenca del Guayas con la cuenca de Esmeraldas, al sur por el Golfo de Guayaquil, al este por estribaciones de la cordillera de los Andes y al Oeste por la cordillera costera (Hurtado, 2012).

Para la realización de este proyecto se delimitó un área específica de la cuenca que corresponde a la zona aluvial y más baja de la misma (con alturas < 30 m.s.n.m) con una superficie de 6690 km<sup>2</sup> aproximadamente como se observa en la Figura 2.1.



**Figura 2.3** Ubicación del Área de Estudio correspondiente a la Cuenca Baja del Guayas (línea color negro).

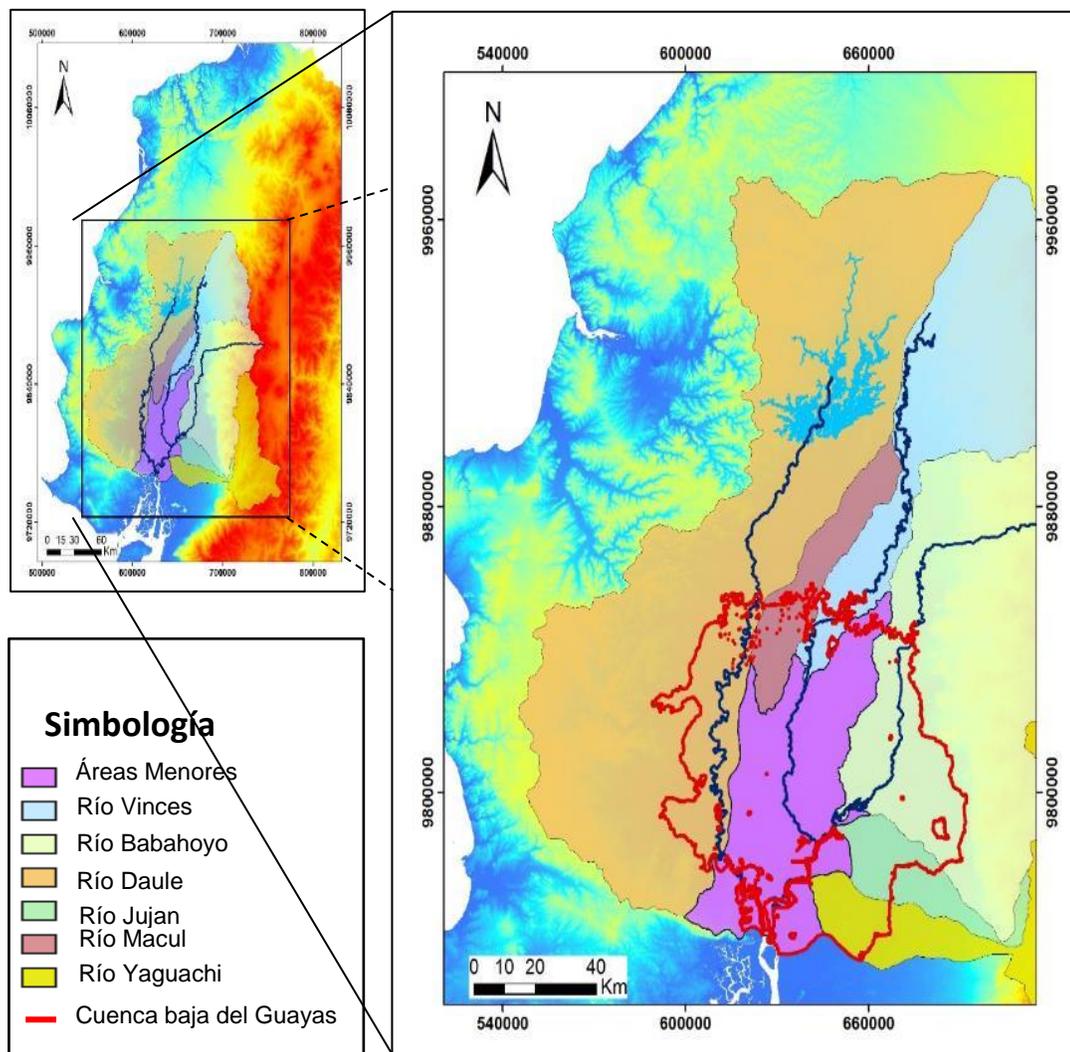
**Fuente:** Burgos, C., 2017.

## 2.2 Marco Hidrológico

La Cuenca del río Guayas formada por los ríos Pagua, Balao, Naranjal, Chongón, Boliche, Taura, Yaguachi, Macul, Jujan, Pueblviejo, Zapotal (Caracol), Balzar, Quevedo, Vinces, Daule y Babahoyo constituye el sistema fluvial más importante de la costa del Pacífico de América del Sur (Pinos, 2016).

Las redes de drenaje fluvial nacen en las estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes y en la vertiente oriental de la Cordillera Costanera Chongon-Colonche orientándose de norte a sur a través de sus ríos principales, el Daule y el Babahoyo, se unen formando el río Guayas encargado de llevar sus aguas hasta el Golfo de Guayaquil (Pinos, 2016).

Las subcuencas principales en el área de estudio son las de los ríos: (ver Figura 2.2)



**Figura 2.4** Principales subcuencas de la cuenca baja del Guayas.  
**Fuente:** Burgos, C., 2017.

## **2.3 Marco Geológico**

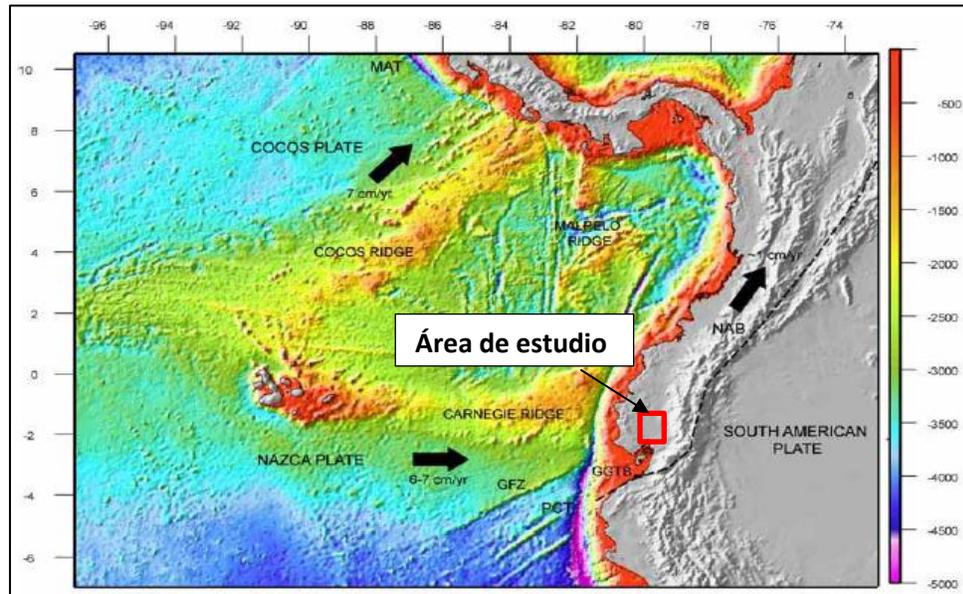
### **2.3.1 Regional**

El margen occidental de Sudamérica, donde se encuentra Ecuador, constituye un margen activo marcado por la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana desde hace 70 millones de años (Nuñez del Arco, 2003). Al norte de este margen existe una segmentación de la placa sudamericana, dando lugar al bloque norandino que se extiende desde el Golfo de Guayaquil, atravesando los Andes ecuatorianos, colombianos y venezolanos, hasta Caracas (Witt et al, 2006). Además, debido a la influencia del Punto Caliente Galápagos y el centro de divergencia homónimo, existe la cordillera submarina de Carnegie, que sería el principal rasgo geomorfológico en subducción frente al margen ecuatoriano desde hace al menos 2 millones de años (Michaud & Witt, 2014).

Estos tres elementos que se muestran en la Figura 2.3 serían los mayores responsables de la tectónica del área de estudio y por ende del desarrollo litoestratigráfico de la cuenca baja del Guayas, aunque

no siempre actuaron en el mismo tiempo ni del mismo modo e intensidad (Dumont et al, 2007).

Estructuralmente, los elementos antes mencionados (principalmente el bloque norandino) han dado lugar al sistema MegaShear de Guayaquil-Caracas, que en Ecuador el segmento es denominado Calacalí-Pallatanga en la cordillera occidental hasta la planicie costera antes de llegar al golfo de Guayaquil, con un desplazamiento de cizalla dextral de 2.9-4.6 mm/año en el Holoceno (Winter et al., 1993). Esto habría dado lugar a la formación de las diferentes cuencas sedimentarias terciarias y cuaternarias de la costa como la de Progreso, la del Golfo de Guayaquil y la del Guayas (Jaillard et al., 1995).



**Figura 2.5** Mapa batimétrico y topográfico con datos de NGDC-NOA que muestra las principales estructuras como la provincia volcánica de Galápagos, la placa sudamericana y el bloque norandino. En rojo se muestra el área del presente estudio.

**Fuente:** Modificado Witt, C., 2007.

### 2.3.2 Local

La formación de la Cuenca del Guayas se originó durante el Plioceno a la vez que ocurría el levantamiento de la cordillera costera al final de la misma época (Neógeno Superior) (Dumont, Santana, Soledispa, & King, 2007). Este proceso ocasionó un desplazamiento del eje de deposición hacia el Este, cerca del borde occidental andino que se estaba levantando, de tal modo que potentes depósitos de pie de

monte y de estuario pertenecientes al Plio-Cuaternario fueron depositados en la Cuenca del Guayas (Baldock, 1982).

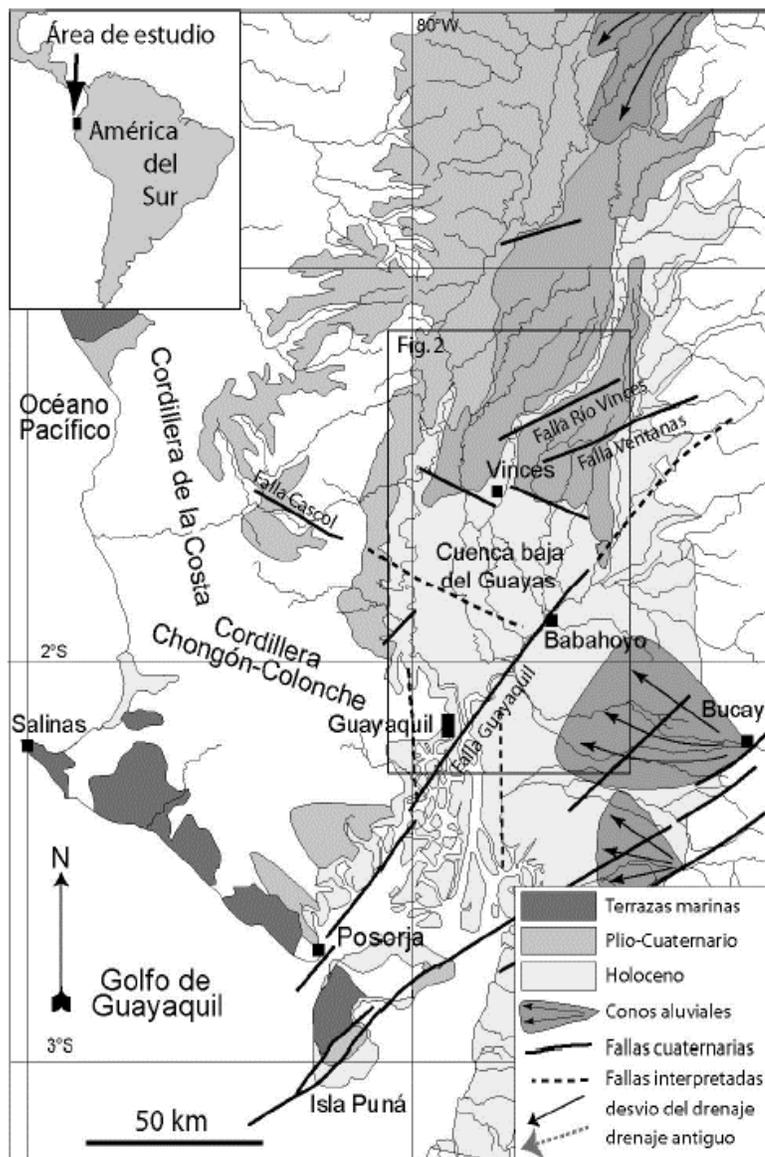
Este relieve costero provocó que el drenaje se concentre al pie de los Andes e induzca la evacuación del sistema fluvial por dos medios: al sur por el Golfo de Guayaquil (ver figura 2.1) y al norte por los corredores de las fallas de Esmeraldas y de Bahía Ancón de Sardinas (Dumont, Santana, Soledispa, & King, 2007).

## **2.4 Marco Tectónico**

La parte tectónica ha sido poco estudiada en esta zona, las fuentes principales son los trabajos de Muñoz, et al.(2008) y Dumont, et al.(2007). En ellos se muestra un análisis de la neotectónica a través de la morfología fluvial. Según Dumont, et al. (2007), la dirección de la red de drenaje fluvial en la parte norte hacia el suroeste de la Cuenca del Guayas, cambia su curso hacia el sur y en la parte sur su dirección es sureste. Esto se debe a que hay un control estructural con direcciones aproximadas NE-SO al norte y NW-SE al sur. Algunas de estas fallas son identificadas desde los bordes de la cuenca como las fallas Cascol, Río Vinces y Ventana como se observa en la Figura

2.4. Sin embargo, otras estructuras han sido interpretadas a partir de las formas del drenaje en la cercanía de Vinces y entre Vinces y Quevedo más al norte.

Lo cual concuerda con Muñoz, et al. (2008), que indica que tanto al Este y Sur, la Cuenca del Guayas, se encuentra limitada por fallas de dirección NE-SW y que son parte del patrón andino, la misma que guarda un enlace con la falla Guayaquil. Adicional a esto menciona que estudios realizados por Winter et. al (2003), relacionan la dirección de este patrón estructural con la abertura del Goho de Guayaquil, donde las fallas Palaltanga y Zambapala son segmentos al suroeste de la zona de falla principal Guayaquil – Dolores.



**Figura 2.6** Principales estructuras de la zona de estudio.

**Fuente:** Dumont, J., Santana, E., Soledispa, B., King, A., 2007.

## 2.5 Marco Geomorfológico

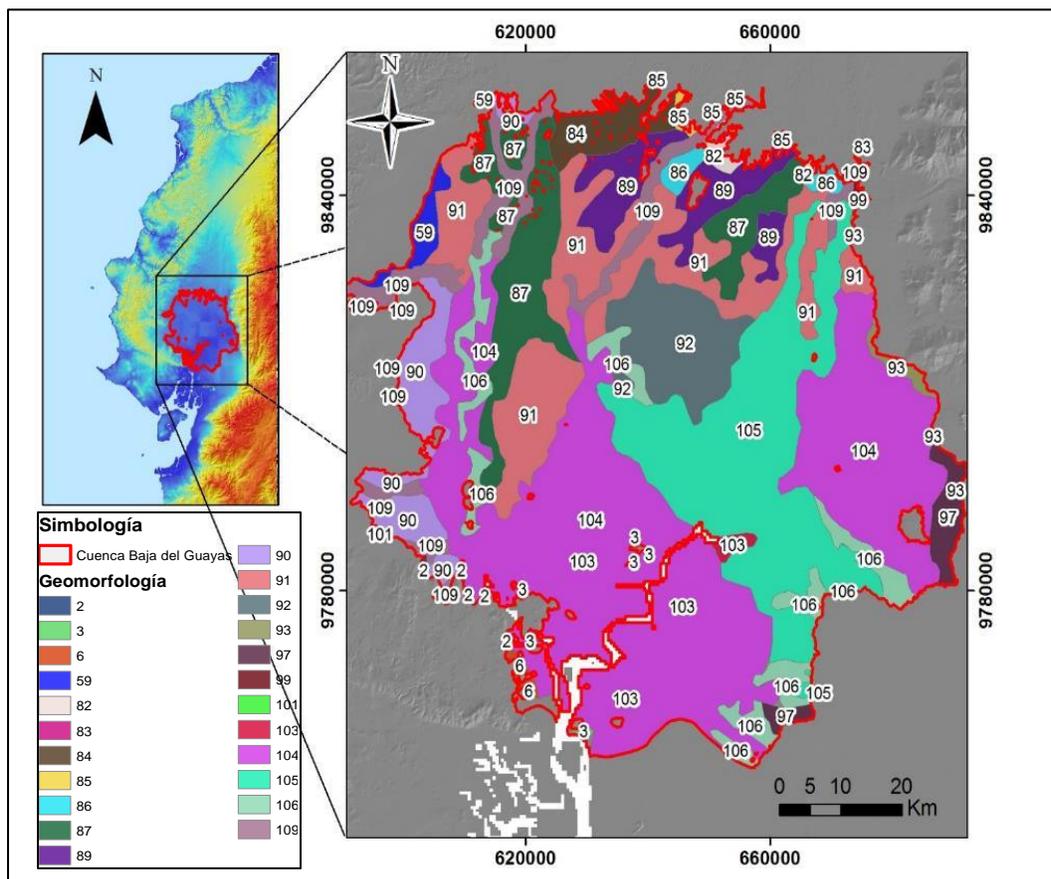
En la parte sur de la Cuenca Baja del Guayas, se encuentra la llanura aluvial reciente drenada por los ríos Daule y Babahoyo donde forman el río Guayas, mientras que en la parte Norte se localizan las terrazas Cuaternarias.

De la misma forma, el área de estudio está bordeada hacia el Este por vertientes y piedemontes andinos pertenecientes a la Cordillera Occidental, así como colinas y mesetas de la Cordillera Costera en la parte Oeste de la Cuenca.

Estos rasgos geomorfológicos que caracterizan la cuenca se encuentran descritos más detalladamente en el Mapa de Paisajes del Ecuador realizado por el CEDIG y ORSTOM (1989), que comprenden seis unidades geomorfológicas principales, las mismas que se encuentran divididas por subunidades como se muestra a continuación y como se observa en la Figura 2.5.

1. Cordillera Costera: Ubicada al Oeste de la zona de estudio, la misma que se encuentra formada por subunidades (2, 3, 6, 18), correspondientes a relieves tanto de rocas volcánicas como volcano – sedimentarias.

2. Relieves Estructurales sobre sedimentos terciarios: Esta unidad dividida por subunidades (24,32), indican la presencia de vertientes circundantes, como de paisajes compuestos y relieves asociados.
3. Colinas sobre sedimentos terciarios. Estas colinas son paisajes de colinas bajas, como se muestra en la subunidad 59. (ver Figura 2.5)
4. Relieves de antiguos esparcimientos disectados: Se encuentran en la parte norte, estas subunidades (82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92), muestran los diferentes paisajes de la llanura alta y la llanura aluvial, formados por superficies disectadas.
5. Piedemontes: Compuestas por subunidades (93, 97, 99, 101), constituidos por conos de deyección y esparcimiento.
6. Medio Aluvial: Ubicada en la parte del centro del área de estudio, extendiéndose a lo largo de los ríos Babahoyo y Daule, así como hacia el sureste se encuentran unidades que corresponden a la llanura aluvial baja inundable que son parte del medio aluvial (103, 104, 105, 106, 109) compuesto por niveles planos a ligeramente ondulados con suelos arcillosos a arcillo-limosos (Winckell, 1997). (ver Figura 2.5)



**Figura 2.7** Mapa de las principales unidades y subunidades geomorfológicas de la zona de estudio.  
**Fuente:** CEDIG., ORSTOM., 1989.

## 2.6 Marco Estratigráfico

En la Cuenca Baja del Guayas se han acumulado grandes cantidades de sedimentos detríticos, en su mayoría no consolidados que pertenecen a los

depósitos Cuaternarios. Estos depósitos forman parte de la gran llanura Costera, observables en los valles fluviales, hasta la parte sur de la llanura de inundación de la cuenca del Guayas.

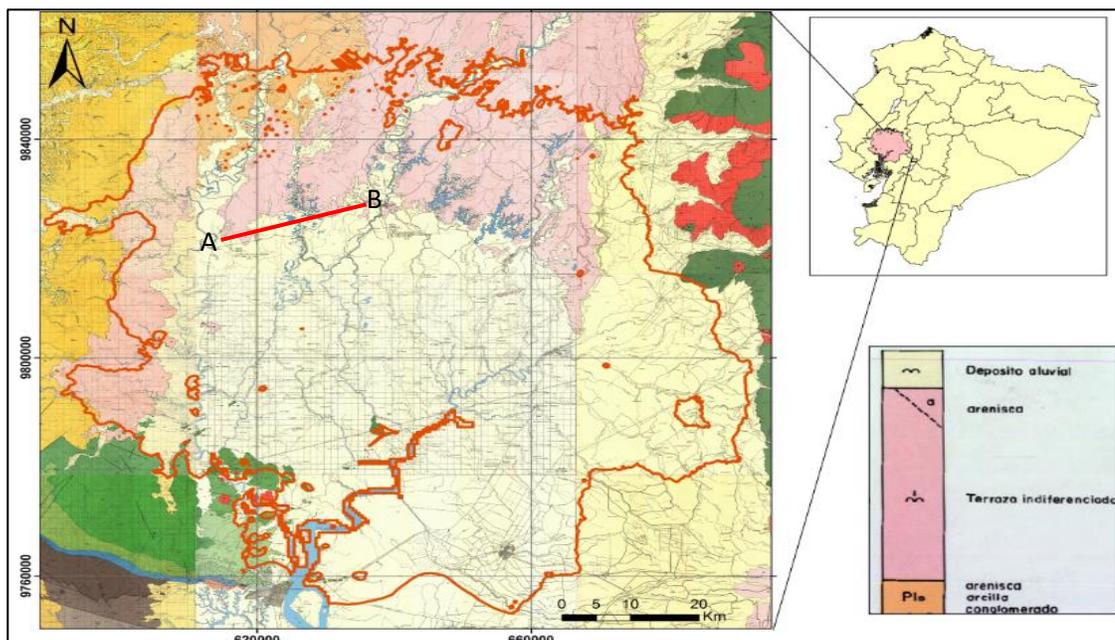
El basamento basáltico (Formación Piñón) está recubierto por una gran sucesión sedimentaria correspondiente del Cretácico Superior y Terciario depositado en varias cuencas (Baldock, 1982).

Así pues, en la zona N y W de la Cuenca afloran formaciones que han sido sugeridas por las cartas geológicas como formaciones Balzar o Pichilingue. Pese a que en las hojas geológicas del INIGEMM del año 1979, solo indican la presencia de la formación Balzar, la cual según Bristow & Hoffstetter (1977) corresponde al Plioceno - Plesitoceno y de terrazas indiferenciadas (ver Figura 2.6), las mismas que más adelante son caracterizadas como parte de la Formación Balzar y Pichilingue, así mismo presentadas a través de un mapa geológico realizado por el INIGEMM en el año 1993. (ver Figura 2.8) Aunque las definiciones de cada una de estas formaciones son diferentes, ya que según el léxico estratigráfico de Bristow & Hoffstetter (1977), indican que la litología de la formación Balzar consiste de capas bien estratificadas de conglomerado, areniscas, arcillas y limo, además de contener moluscos. Y

según el Instituto Ecuatoriano Espacial (2012), la formación Pichilingue estaría conformada por bancos de arcillas y arenas poco consolidadas o nada consolidadas (separados en partes) provenientes de la erosión de la cordillera de los Andes, acarreados por aguas torrenciales y fluviales, cuya edad corresponde al Pleistoceno Superior, debido a la datación de una muestra ( $26.147 \pm 1210$  años) (DGGM, Mapa Geológico del Ecuador, escala 1/100000, Quevedo, Hoja 48 CT-NIV-B, 1979).

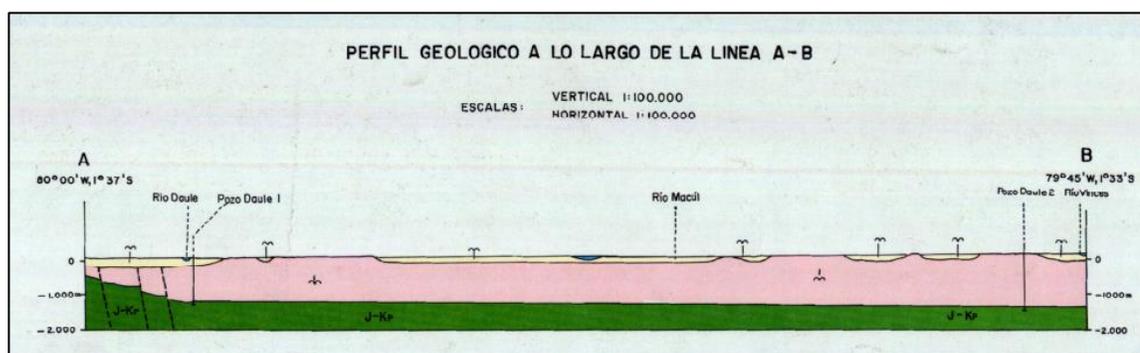
Sim embargo, en las estaciones realizadas en campo, donde se cubre la zona en que se encuentran ubicada las dos formaciones, fue difícil diferenciarles, debido a que presentaban una similitud en cuanto a la litología.

Por otro lado, existe un corte estratigráfico en la parte norte (Vinces) de la cuenca baja del Guayas, en el cual sugiere sólo formaciones del Pleistoceno, como se puede observar en la Figura 2.7.



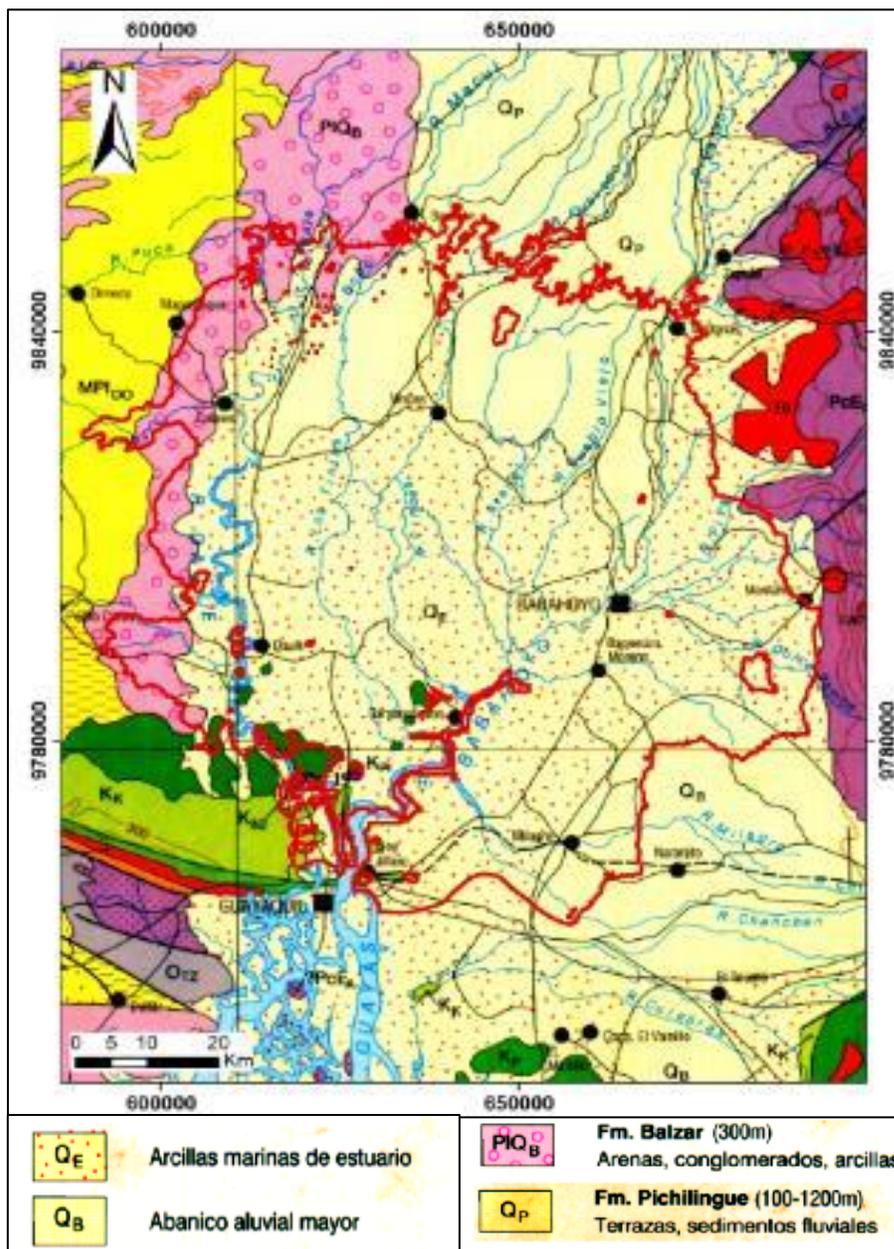
**Figura 2.8** Se observa en la parte norte el perfil geológico A-B.

**Fuente:** INIGEMM,1979.



**Figura 2.9** Por medio de este corte geológico a escala 1: 100000, se indica la presencia de la formación Piñón como basamento y en superficie formaciones pleistocénicas.

**Fuente:** INIGEMM,1979.



**Figura 2.10** Formaciones Geológicas que comprenden la cuenca baja del Guayas.  
Fuente: INIGEMM, 1993.

# **CAPÍTULO 3**

## **MÉTODOS Y DATOS**

### 3.1 Metodología

El desarrollo del presente trabajo consistió en las siguientes fases detalladas a continuación y que se muestran en el esquema de la Figura 3.1:

1. Recopilación de Información Bibliográfica y Geográfica: Se basó en la revisión y análisis de toda la información disponible sobre la Cuenca Baja del Guayas, esto incluyó trabajos científicos realizados en el área de estudio y la selección de cartografía base (mapas temáticos) que ayuden en el proceso de análisis.
2. Procesamiento de información seleccionada y análisis de características del área de Estudio: Consistió en la discriminación de información recopilada para una buena definición de las características que resaltan en el área de estudio y faciliten la determinación de estaciones para levantamiento de información en campo.
3. Salidas de Campo: Consistió en comprobar, validar y extraer información del sitio mediante la observación, el levantamiento de columnas

estratigráficas y toma de muestras en estaciones que cubren el área de estudio.

4. Tratamiento de Datos producidos en Campo: Se realizó un procesamiento de la información levantada en campo, de igual manera con las muestras de cada estación visitada se procedió a un análisis granulométrico, y petrográfico (láminas delgadas). De la misma forma se procesó los datos que se tiene del subsuelo, entiéndase por esto los pozos Daule 1 y 2.
5. Interpretación de Resultados: Utilizando los resultados obtenidos que incluye los análisis realizados a las muestras, la interpretación y correlación de datos tanto de superficie como de subsuelo se pretende establecer los cambios de facies sedimentarias, la relación litológica con las inundaciones y la posible área fuente de estos sedimentos que afloran en la cuenca baja del Guayas.
6. Modelo Estratigráfico: Finalmente en esta etapa con todo lo anterior se propone un modelo estratigráfico de la distribución espacial de los sedimentos cuaternarios.



**Figura 3.1** Esquema de la metodología utilizada para la realización del proyecto, donde se indican 6 fases de trabajo.

**Fuente:** Burgos, C., 2017.

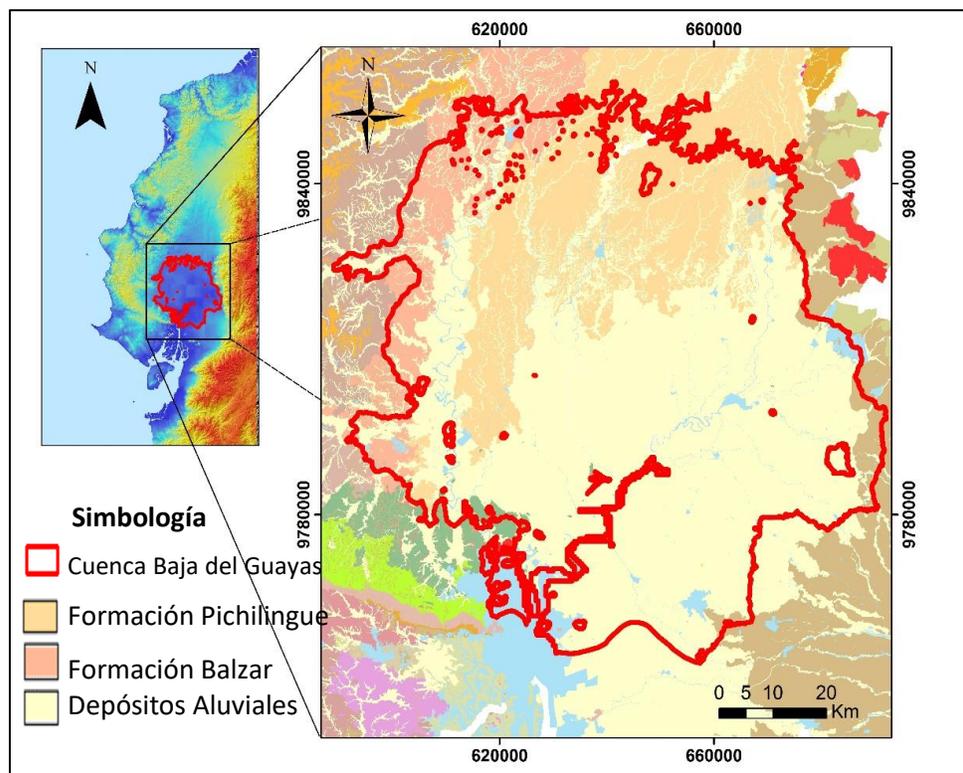
### 3.2 Datos

Entre los datos empleados en el trabajo se encuentran:

- 1. Datos de superficie:** provenientes de diferentes fuentes, los mismos que fueron analizados haciendo el uso del software SIG. ARCGIS versión 10.1 para lo cual se usaron en formato shape, producto de esto se tiene diferentes mapas temáticos cuya finalidad fue resaltar las características del área de estudio, que ayudarán en el análisis del mismo. (ver Figura 3.10)

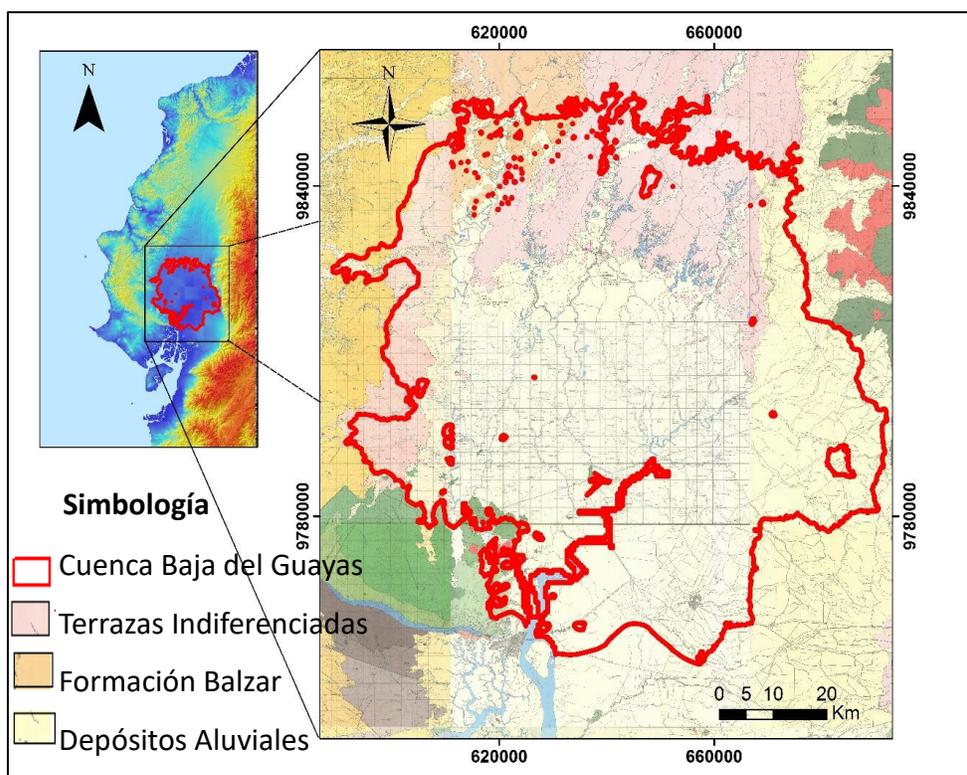
Entre los mapas temáticos se tiene:

- Mapa de Paisajes del Ecuador a escala 1:1000000: Este mapa se puede observar a detalle en la sección de marco geomorfológico. (ver Figura 2.5)
- Mapa Geopedológico (escala 1:25000): Este mapa realizado por el Instituto Ecuatoriano Espacial en el año 2009, señala las dos formaciones principales (Balzar y Pichilingue) que conforman la cuenca baja del Guayas. (ver Figura 3.2)



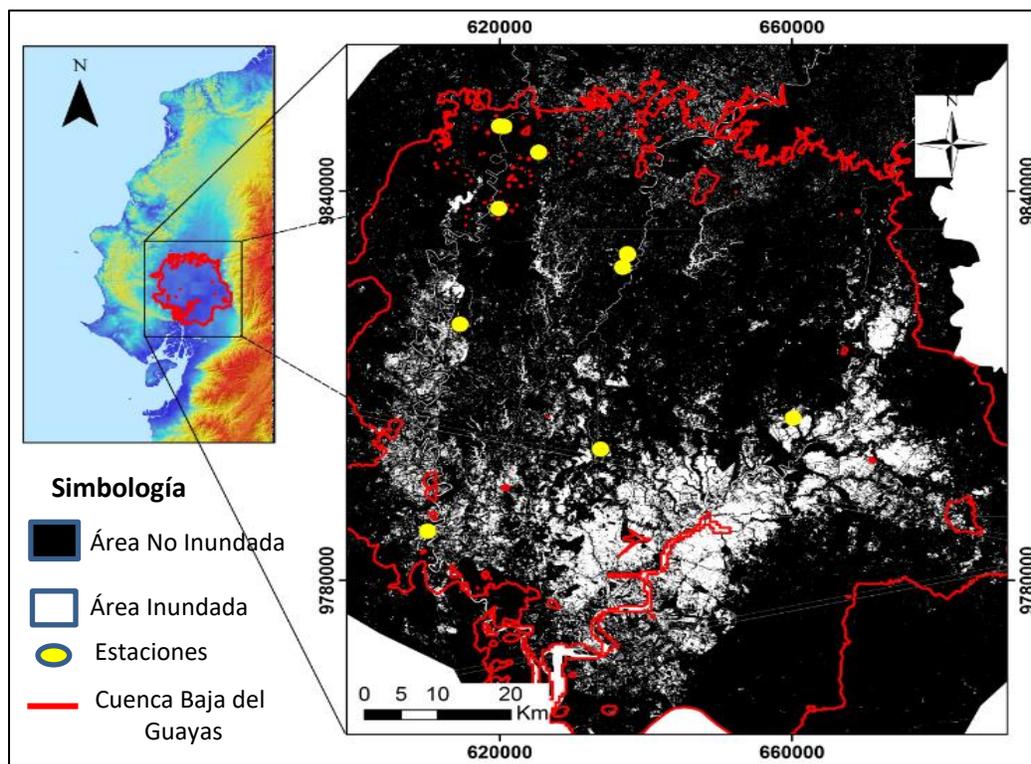
**Figura 3.2** Mapa Geológico de la cuenca baja del Guayas.  
**Fuente:** Instituto Espacial Ecuatoriano, 2009.

- Mosaico de Hojas Geológicas (escala 1:100000): Comprende las hojas geológicas de Vines, Babahoyo, Pedro Carbo, Paján, Guayas y Chongón, donde aflora la Formación Balzar y las terrazas indiferenciadas en la parte N y W. (ver Figura 3.3)



**Figura 3.3** Mapa Geológico de la cuenca baja del Guayas.  
**Fuente:** INIGEMM, 1979.

- Mapa de Inundaciones: Se obtuvo a partir del procesamiento de imágenes Radar del satélite SAR, cuyas imágenes tomadas fueron con fecha de Enero hasta Mayo del 2015, donde se muestra en el mapa de la Figura 3.4 que la energía plana receptada corresponde a áreas con presencia de agua.

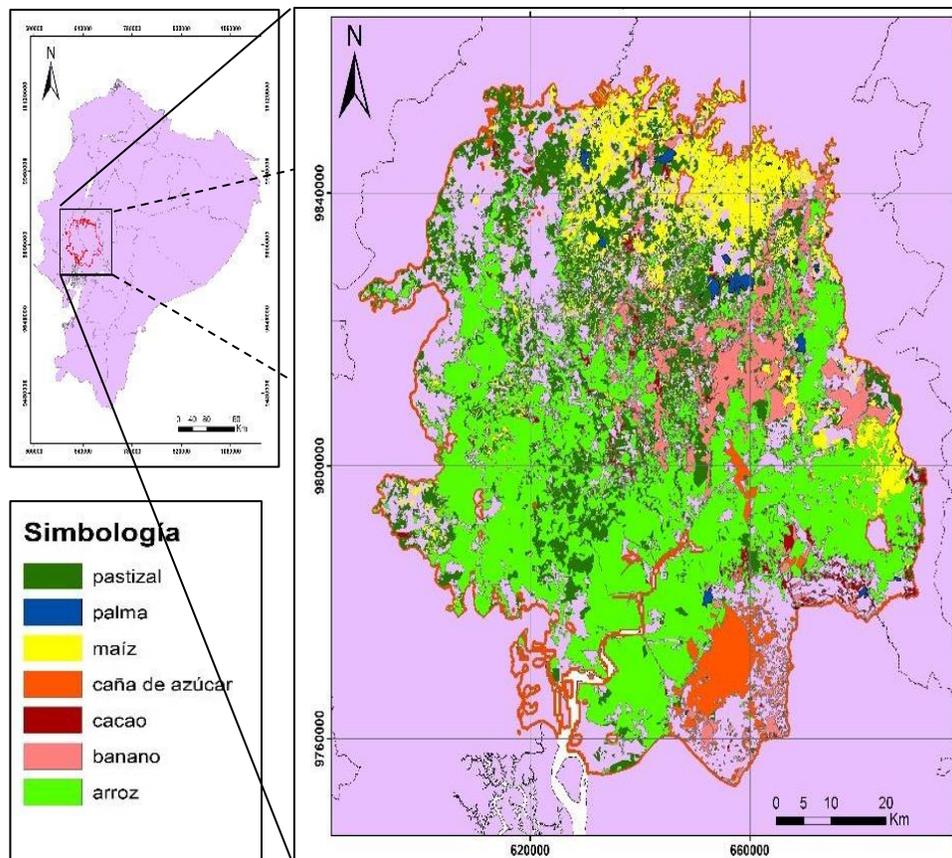


**Figura 3.4** Mapa de Inundaciones de Enero a Mayo del año 2015 mediante el procesamiento de imágenes Radar.

**Fuente:** Fatras, C., 2017

- Mapa de Cultivos (escala 1:100000): Se utilizó este mapa del ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), abarcando cultivos

como: arroz, maíz, banano, y caña de azúcar como se observa en la Figura 3.5.



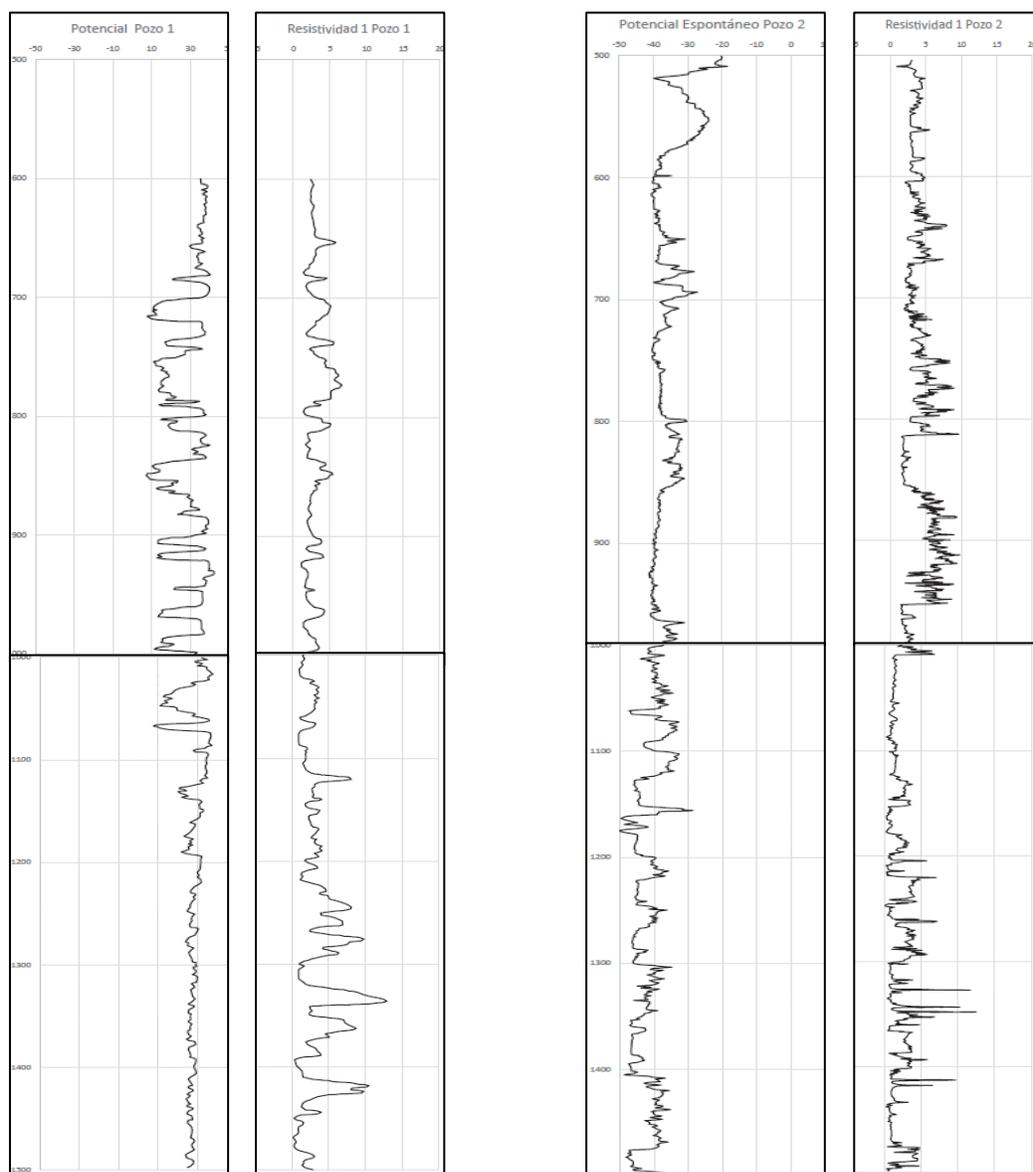
**Figura 3.5** Mapa de Cultivos de la cuenca baja del Guayas.  
**Fuente:** MAGAP, 2004.

**2. Datos de Subsuelo:** Gracias al convenio con ESPOL, la Secretaria de hidrocarburos del Ecuador (SHE) proporcionó unos registros eléctricos de

potencial espontáneo y resistividad (ver Figuras 3.6, 3.7, 3.8), pertenecientes a los pozos Daule 1 (norte de Palestina) y Daule 2(cerca de Vinces). Estos registros fueron recibidos en formato PDF y fueron digitalizados siguiendo la siguiente metodología:

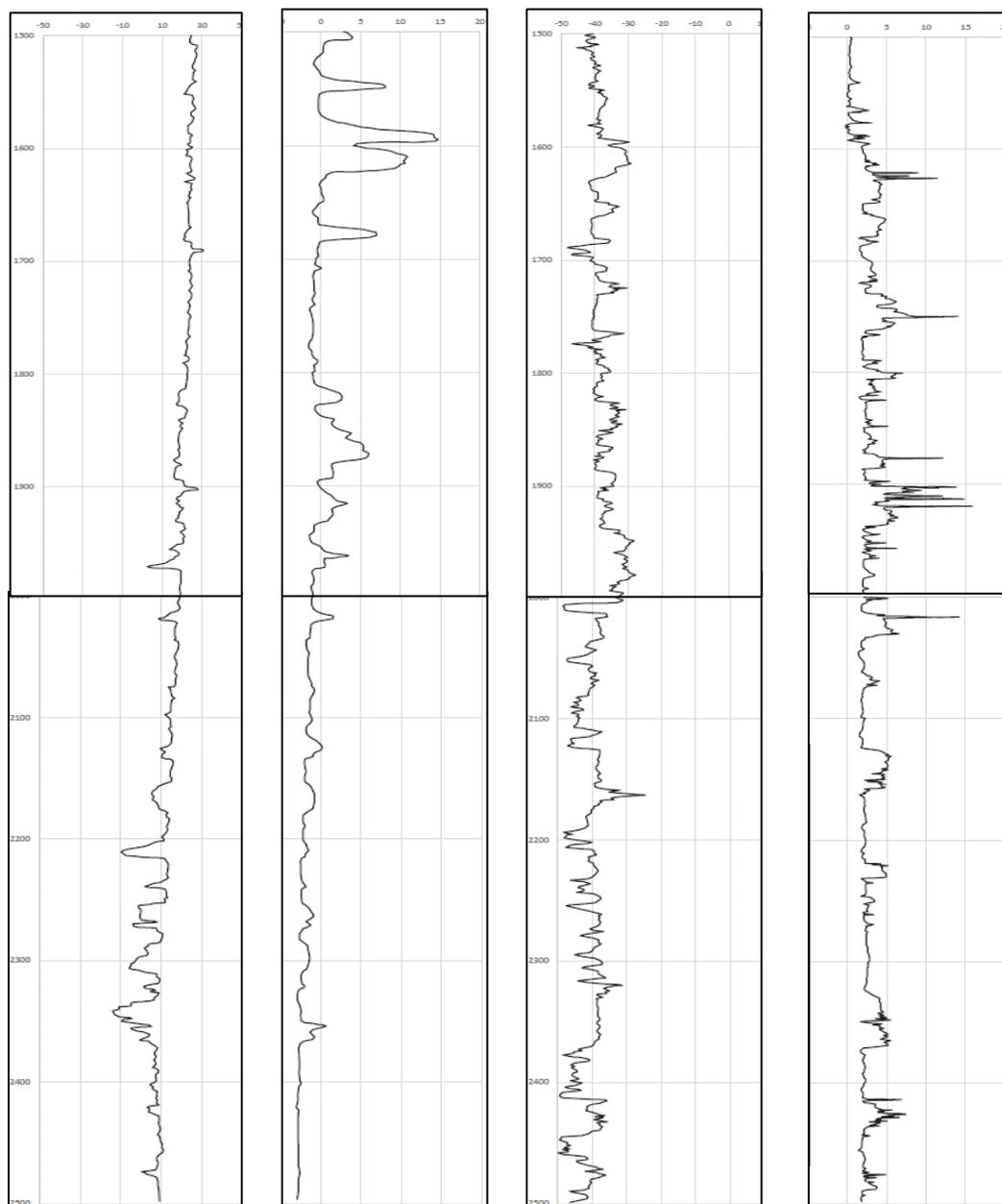
- Convertir los PDF a imagen a través de un programa libre en internet (smallpdf).
- Cargar en software Arcgis las imágenes obtenidas.
- Referenciar en Arcgis estas imágenes, a través de puntos colocados en diferentes esquinas de la imagen, tomando como referencia la profundidad.
- Crear en el software Arcgis un shape preferible Shape Punto.
- Digitalizar toda la forma del registro tanto para potencial espontáneo como para Resistividad.
- Exportar estos puntos obtenidos en Arcgis a Excel.

- Graficar estos puntos usando la herramienta gráficos en Excel considerando la escala real.
- Colocar en Word para añadir un formato de impresión.
- Interpretar la litología y correlacionar ambos pozos.



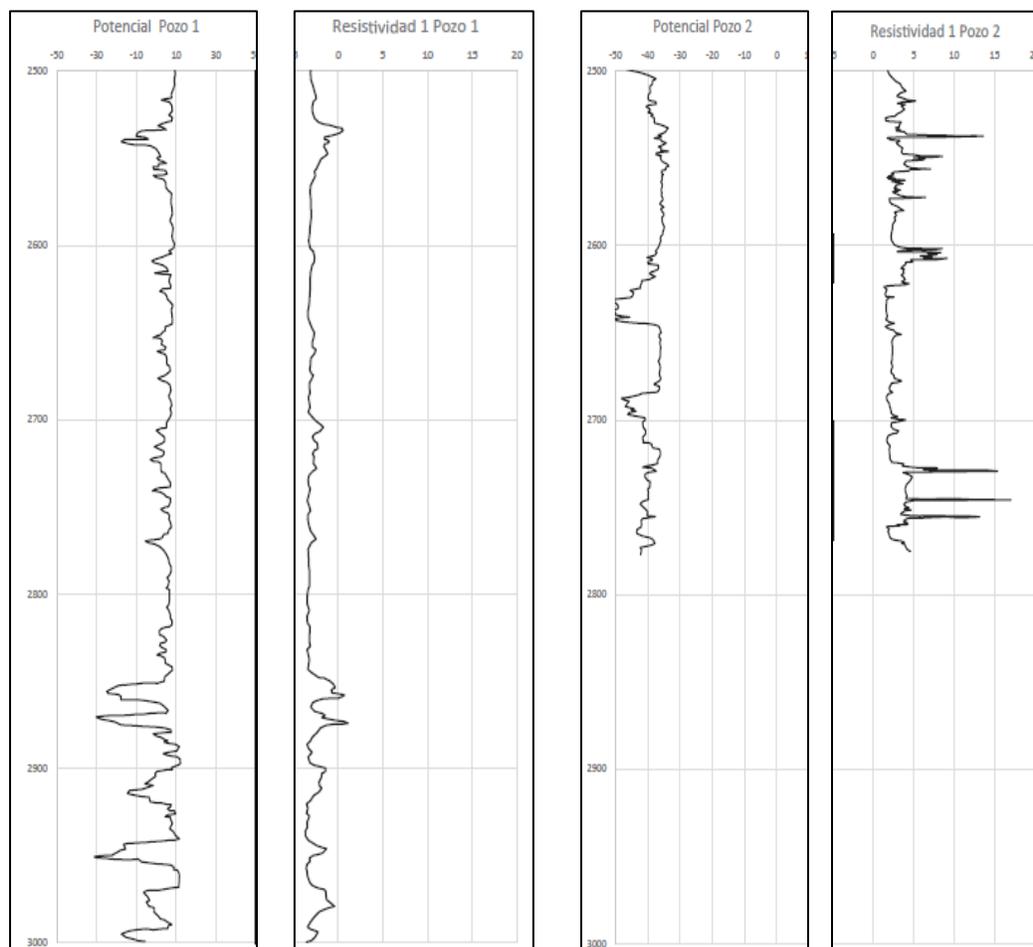
**Figura 3.6** Registros de Potencial Espontáneo y Resistividad de los pozos Daule 1 (izquierda) y Daule 2 (derecha) a una profundidad de 500 a 1500 pies.

**Fuente:** Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador, 1960.



**Figura 3.7** Registros de Potencial Espontáneo y Resistividad de los pozos Daule 1(izquierda) y Daule 2(derecha) a una profundidad de 1500 a 2500 pies.

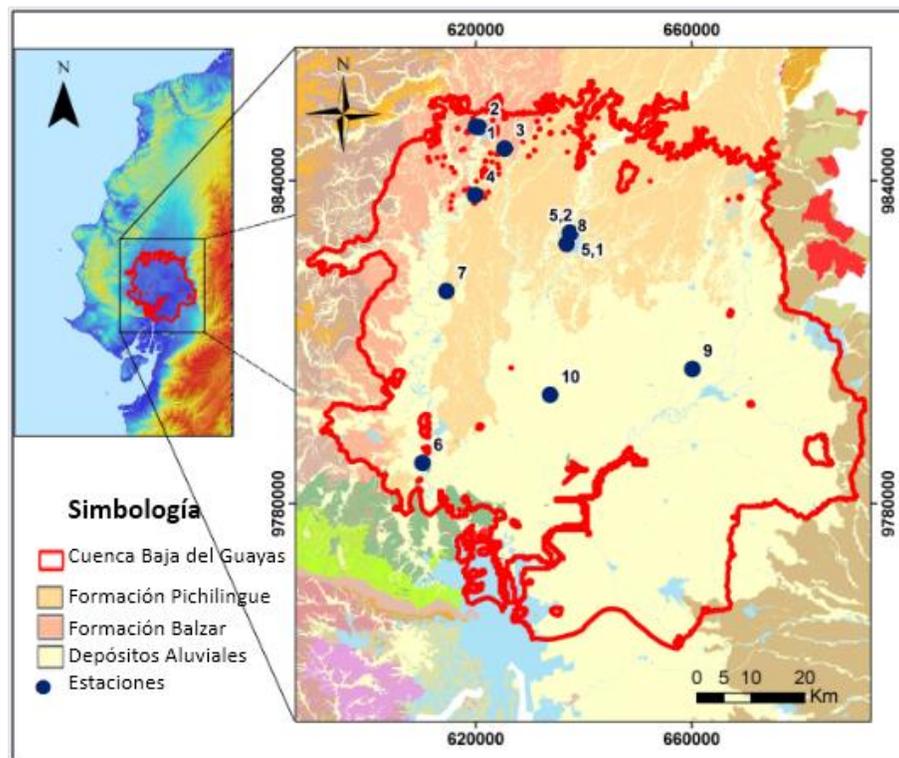
**Fuente:** Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador, 1960.



**Figura 3.8** Registros de Potencial Espontáneo y Resistividad de los pozos Daule 1(izquierda) y Daule 2(derecha) a una profundidad de 2500 a 3000 pies.

**Fuente:** Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador, 1960.

- 3. Datos de Campo y Laboratorio:** Estos datos fueron tomados en 10 estaciones, principalmente en la zona norte de la Cuenca (ver Figura 3.9).



**Figura 3.9** Estaciones realizadas en el área de estudio.  
**Fuente** Instituto Ecuatoriano Espacial, 2009.

En cada estación se realizó:

- 1) Descripción de cada estación: incluye datos generales como ubicación, localización, descripción litológica y estratigráfica. (ver ANEXO A)
- 2) Columna Estratigráfica: las mismas que fueron dibujadas haciendo uso del software de diseño Adobe Illustrator. (ver ANEXO B)

- 3) Toma de Muestras: Todas las muestras recogidas, han sido objeto de estudio sedimentológico con el fin de hallar su génesis y ambiente sedimentario de estos sedimentos que afloran en la Cuenca Baja del Guayas. Para ello fue necesario realizar un análisis granulométrico (ver ANEXO C), petrográfico mediante el estudio de láminas delgadas (ver ANEXO D).

Para la realización de una lámina delgada, se llevó a cabo una técnica en el laboratorio de Petrografía de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) que consiste en elaborar estas secciones delgadas con impregnaciones. Para ello se llevó a cabo el siguiente protocolo:

1. Cortar un fragmento de la muestra cuyas dimensiones aproximadas son 2 cm x 2cm.
2. Colocar una sustancia grasa puede ser aceite o vaselina alrededor de unos cilindros redondos de 3.5 cm x 3.5 cm donde luego se colocará la resina.
3. Poner las muestras en los cilindros.

4. Preparar la mezcla de la resina. Esto se obtiene mezclando cierto volumen de resina (Epofix Embedding) y Epofix hardener, a esta mezcla se añade una gota de tinta azul.
5. Añadir a cada cilindro el pegamento preparado.
6. Trasladar estos cilindros a la bomba al vacío para eliminar cualquier burbuja que se pueda producir.
7. Dejar por 30 minutos en el calentador a 80° C.
8. Enfriar por 24 horas.
9. Sacar de los cilindros esta resina con la muestra impregnada.
10. Pulir la parte inferior utilizando las lijas de 200, 600, 17.5 y 9.5 correctamente.
11. Colocar en ultrasonido 20 segundos y secar el tiempo necesario.

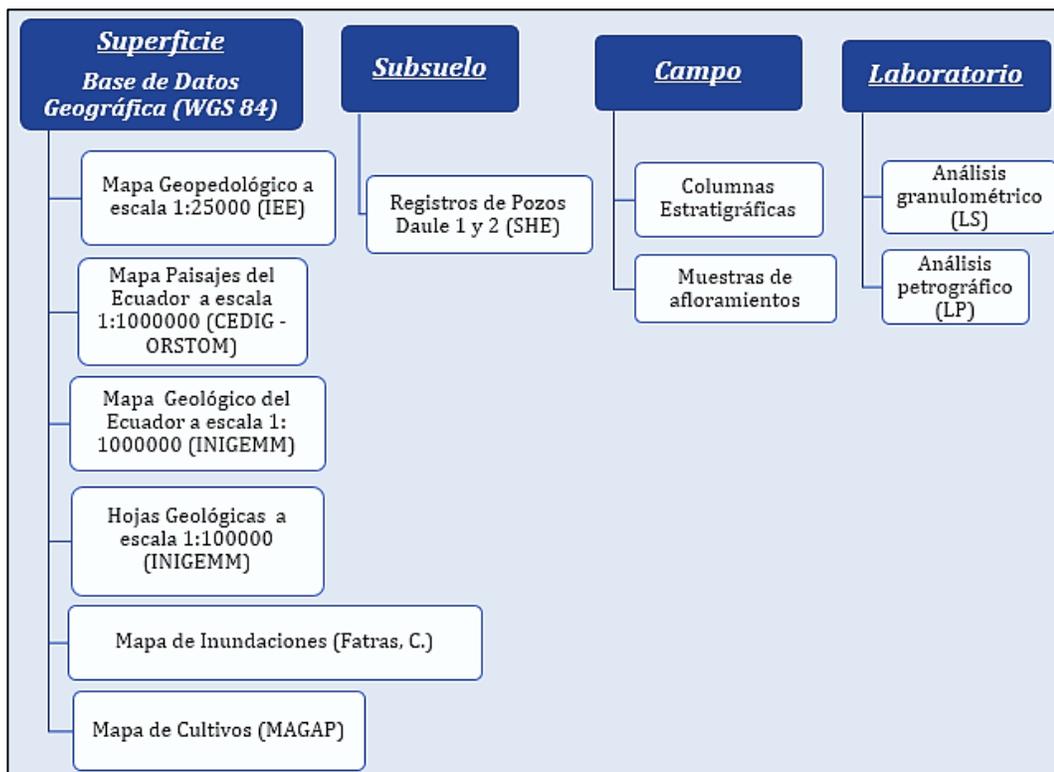
12. Esmerilar la lámina en que se va a pegar.

13. Pegar con metacrilato la parte pulida y dejar actuar el pegamento por 24 horas.

14. Cortar con la cortadora la parte restante.

15. Pulir con la pulidora hasta obtener la sección deseada.

De la misma manera para el análisis granulométrico, en el laboratorio de Suelos de la FICT, se utilizaron diferentes números de tamices como: el número 20, 40, 60, 80, 120, 140 y 200 para poder determinar de esta forma el tamaño del grano correspondiente.



**Figura 3.10** Esquema donde se observa los datos utilizados, los cuales incluyen datos obtenidos de superficie, subsuelo, campo y laboratorio.

**Fuente:** Burgos, C., 2017.

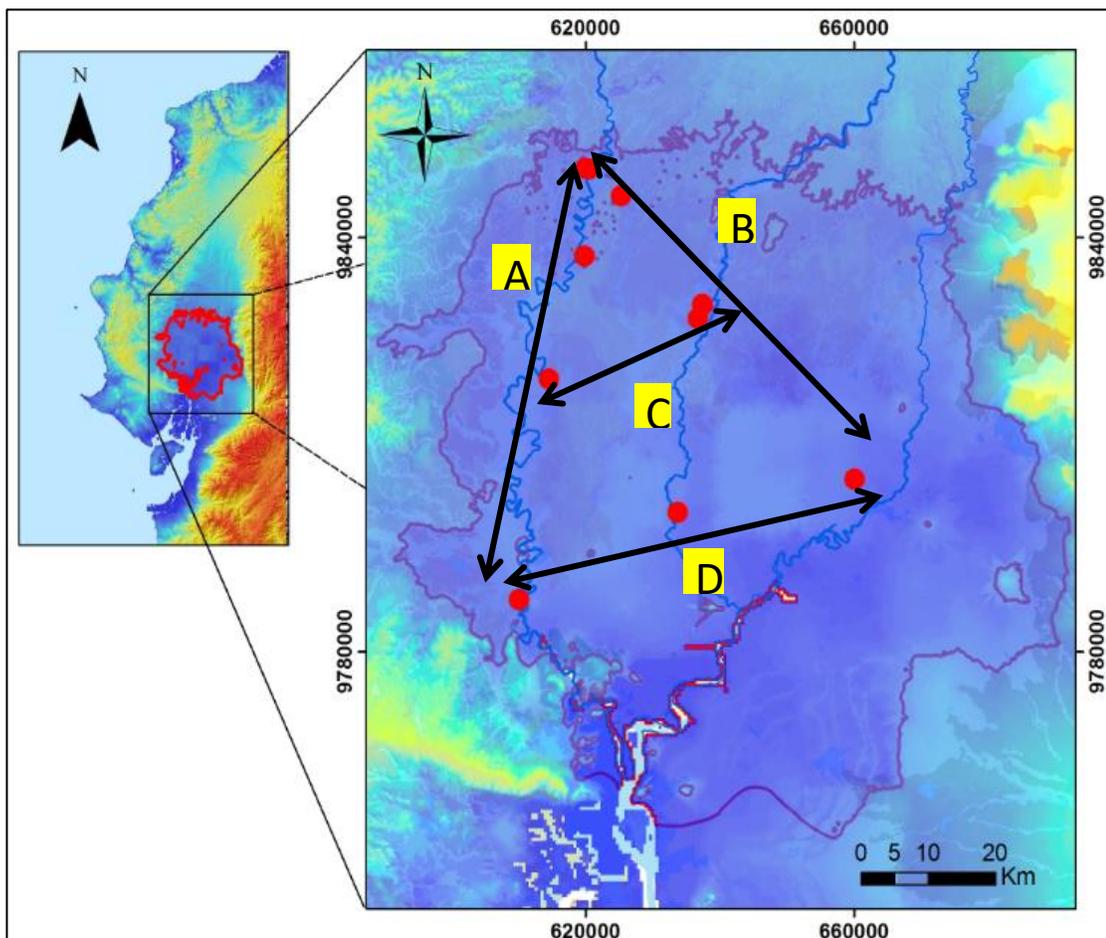
# **CAPÍTULO 4**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1 Resultados

Considerando que los depósitos sedimentarios corresponden al Pleistoceno (ver Figura 2.7) y que los sedimentos aflorantes tendrían edades relacionadas con las últimas regresiones (25000 años) y transgresiones (10000 años) máximas, como sugiere la datación en la formación Pichilingue (ver punto 2.6).

Se realizó diferentes cortes que cubren la zona de estudio como se muestra en la Figura 4.1, estos corresponden a las direcciones: N-S (corte A), NW-SE (corte B), SW-NE (corte C), W-E (corte D).



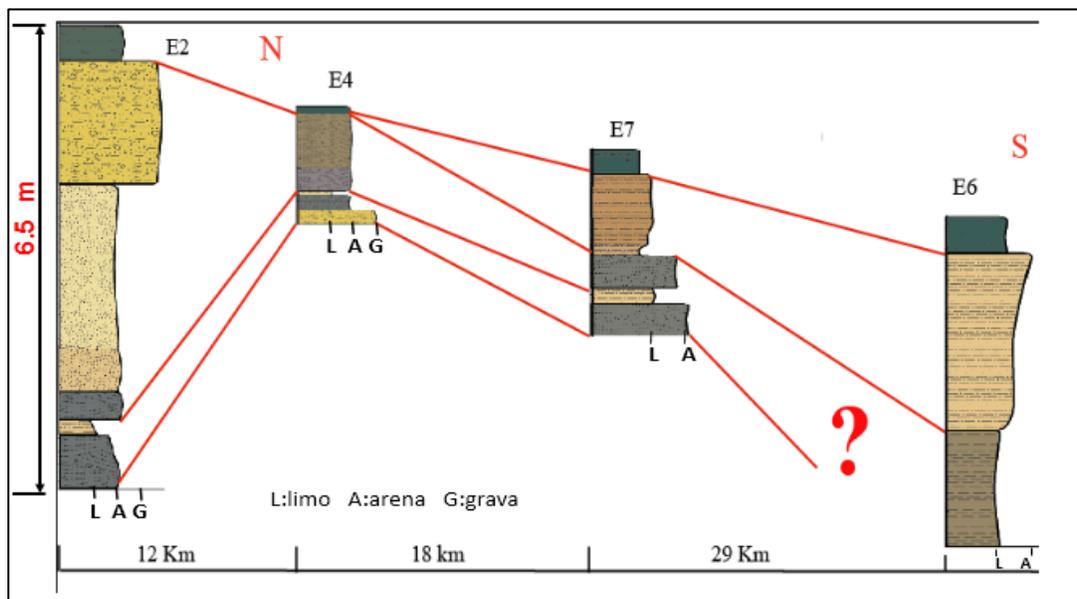
**Figura 4.1** Cortes realizados en la cuenca baja del Guayas.  
**Fuente:** Burgos, C., 2017.

El corte A (Figura 4.2) muestra que los sedimentos más gruesos se ubican en la parte alta de la cuenca a diferencia de los sedimentos finos que se ubican más al sur, mostrando una gradación normal N-S.

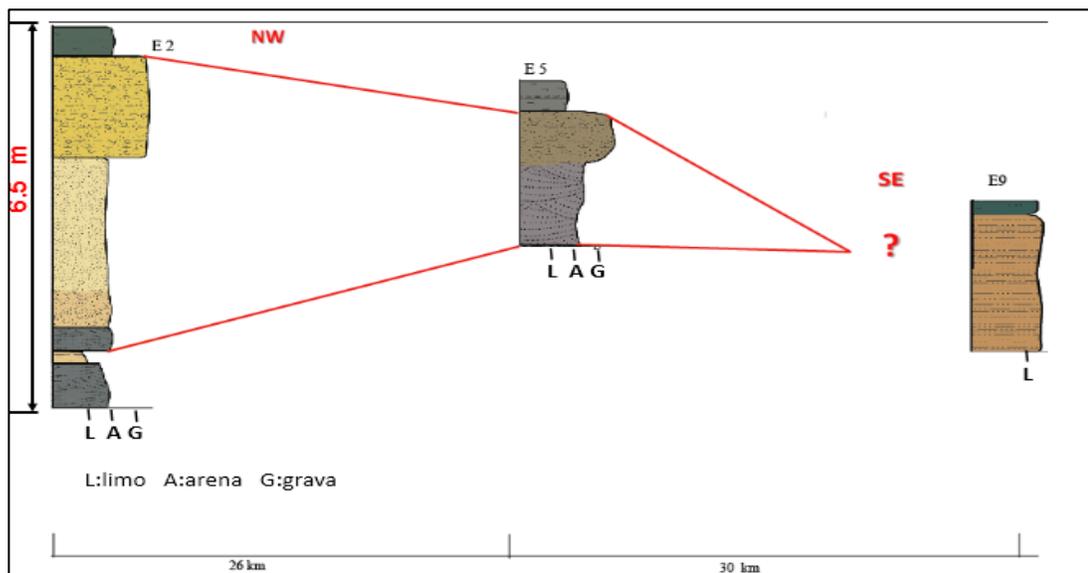
En cambio, en la correlación de las columnas del corte B (Figura 4.3) muestra que en la zona Este de la Cuenca se presenta la misma gradación normal N-S, es decir los sedimentos gruesos al Norte y finos al Sur.

Por otra parte, en el corte C (Figura 4.4), el mismo que coincide con la ubicación de los pozos Daule 1 y Daule 2, se evidenció que en superficie se presenta una alternancia en sedimentos gruesos y finos.

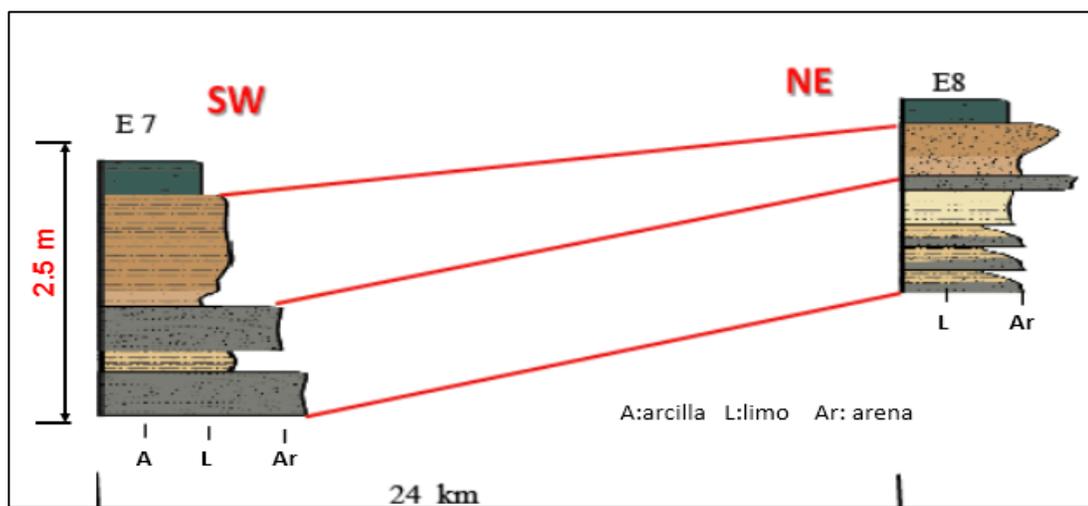
Finalmente, en el corte D (Figura 4.5), ubicado en la parte Centro Sur de la cuenca, la granulometría de los depósitos sedimentarios es fina.



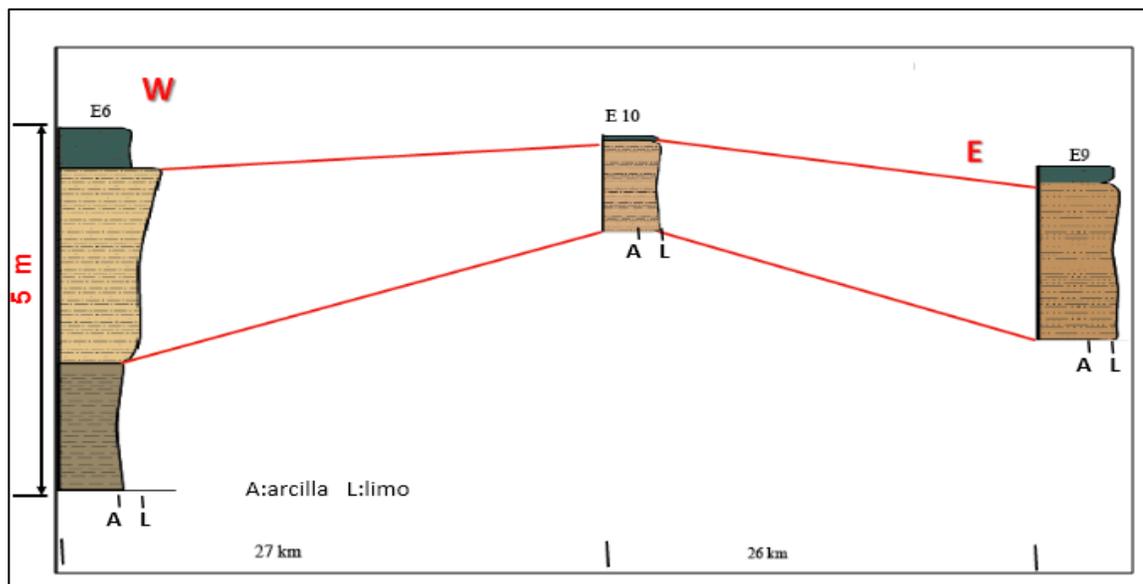
**Figura 4.2** Corte Estratigráfico A.  
Fuente: Burgos, C., 2017.



**Figura 4.3** Corte Estratigráfico B.  
Fuente: Burgos, C., 2017.



**Figura 4.4** Corte Estratigráfico C.  
Fuente: Burgos, C., 2017.



**Figura 4.5** Corte Estratigráfico D.  
**Fuente:** Burgos, C., 2017.

Los cortes realizados con las columnas estratigráficas muestran que la mayoría de los sedimentos que corresponden a la parte norte de la cuenca donde afloran las terrazas, el tamaño del grano es mayor, siendo clasificados como arenas, aunque contengan un porcentaje de limo, diferencia de ello están los sedimentos más finos que corresponden a muestras de la parte centro sur, son clasificados como limos con un pequeño porcentaje de arena (ver ANEXO C).

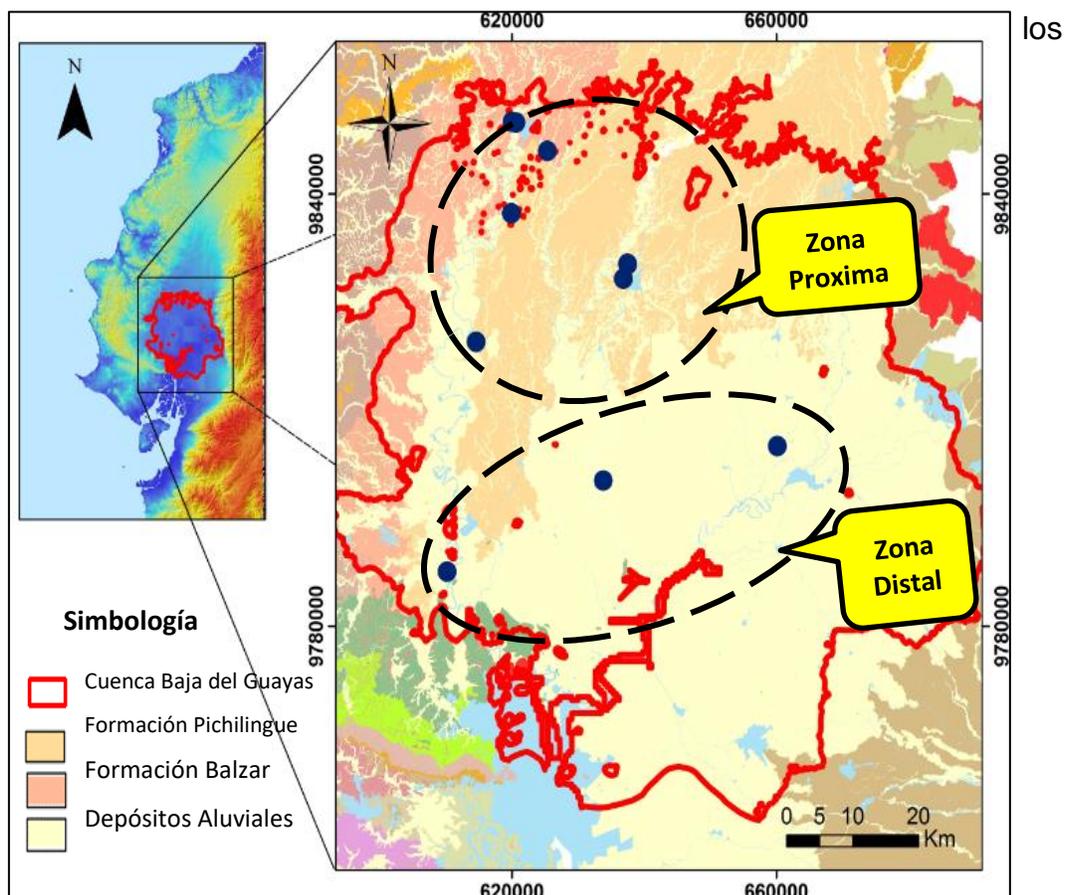
Esto nos permita plantear algunas propuestas y discusiones que se indican a continuación:

## **4.2 Discusión**

### **4.2.1 Distribución Espacial de Sedimentos**

Analizando los resultados granulométricos de las muestras tomadas tanto en la parte superior como en la parte centro Sur y cortes estratigráficos, el tamaño del grano decrece hacia la parte sur de la cuenca. Por esto, es claro diferenciar que existen dos zonas como se indica en la Figura 4.6: la una que corresponde a los sedimentos gruesos denominada zona proximal, y la otra que abarca los sedimentos finos a muy finos establecida como zona distal.

Esta diferencia entre las dos zonas probablemente se deba a que en la parte alta de la Cuenca hay más aporte de material erosionado de la cordillera andina, teniendo una zona proximal de sedimentos gruesos, en cambio en la parte sur podrían corresponder a la zona distal de los



**Figura 4.6** Mapa donde señala la parte distal y proximal de los sedimentos.

**Fuente:** Instituto Ecuatoriano Espacial, 2009.

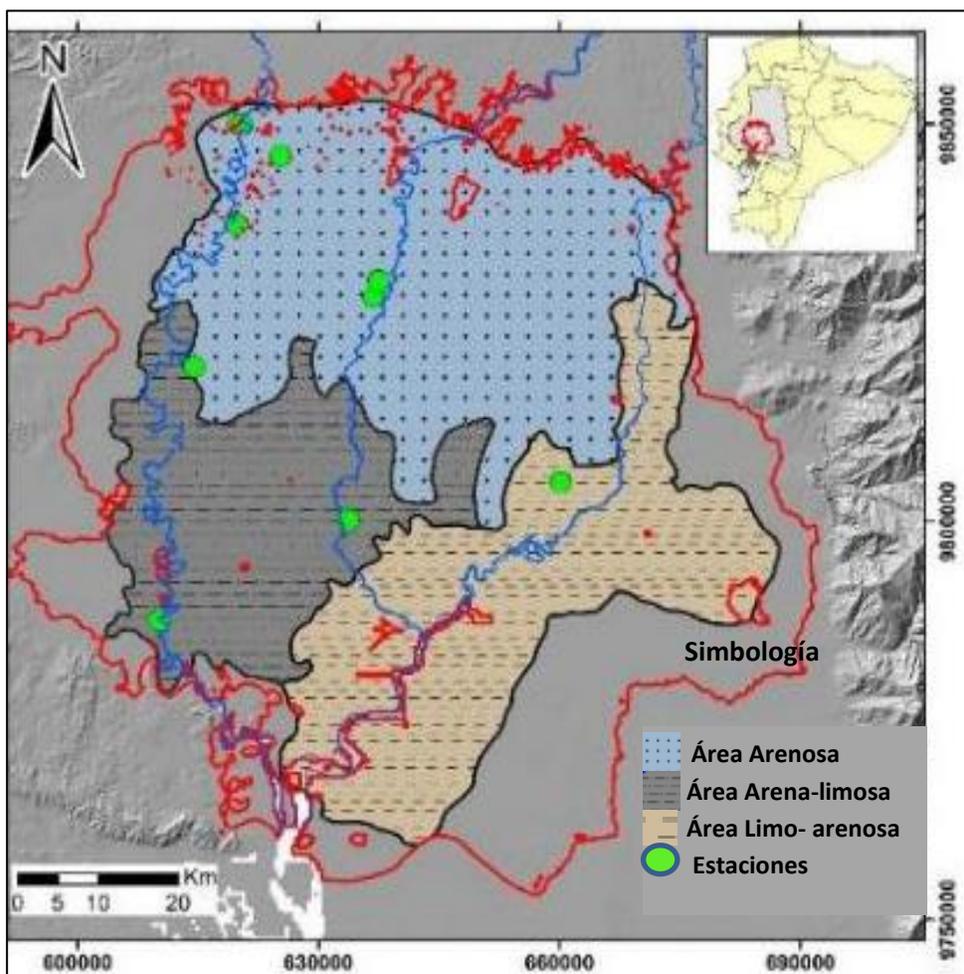
Es probable que los sedimentos presentes en la cuenca baja, en parte estén relacionadas directamente con zonas vulnerables a inundaciones, esto se debe a que los suelos se encuentran formados por sedimentos finos (impermeables), donde existe poca o casi nada infiltración, y si a esto se le suma la erosión, deforestación y deterioro

que ocurre en la parte más alta, como resultado habrá sedimentación, la misma que provocará pérdida de cauce natural, conllevando a desbordamiento de ríos.

Las zonas más propensas a inundaciones se observan en áreas que se aproximan a la desembocadura, representando una mayor vulnerabilidad como ocurre en los límites S/E. Sin embargo, áreas adyacentes a los ríos principales (Daule, Vinces y Babahoyo) también ocurren inundaciones, pero en un grado menor como se plasma en el mapa de Inundaciones de la Figura 3.3, donde es evidente que en la parte sur compuesta por limos (sedimentos finos) es mayormente inundable debido a la alta impermeabilidad que presentan, opuesto a esto, en la parte superior de la cuenca, formada por sedimentos más gruesos, presenta una alta permeabilidad lo que no ocasiona un mayor grado de inundaciones.

Mediante este análisis y relacionando con la información presente en los mapas de: paisajes (ver Figura 2.5), geología (ver Figura 2.8), cultivos (ver Figura 3.4), se propone un modelo estratigráfico (ver Figura 4.7), donde la cuenca se encuentra representada por tres zonas

básicas que son: la zona ubicada al SE junto al río Babahoyo, donde los sedimentos son más finos cuya litología presente serían limos, otra al SW, donde los sedimentos pertenecerían a una litología limo – arenosa y finalmente al N, donde la litología abarcaría sedimentos areno-limosos.

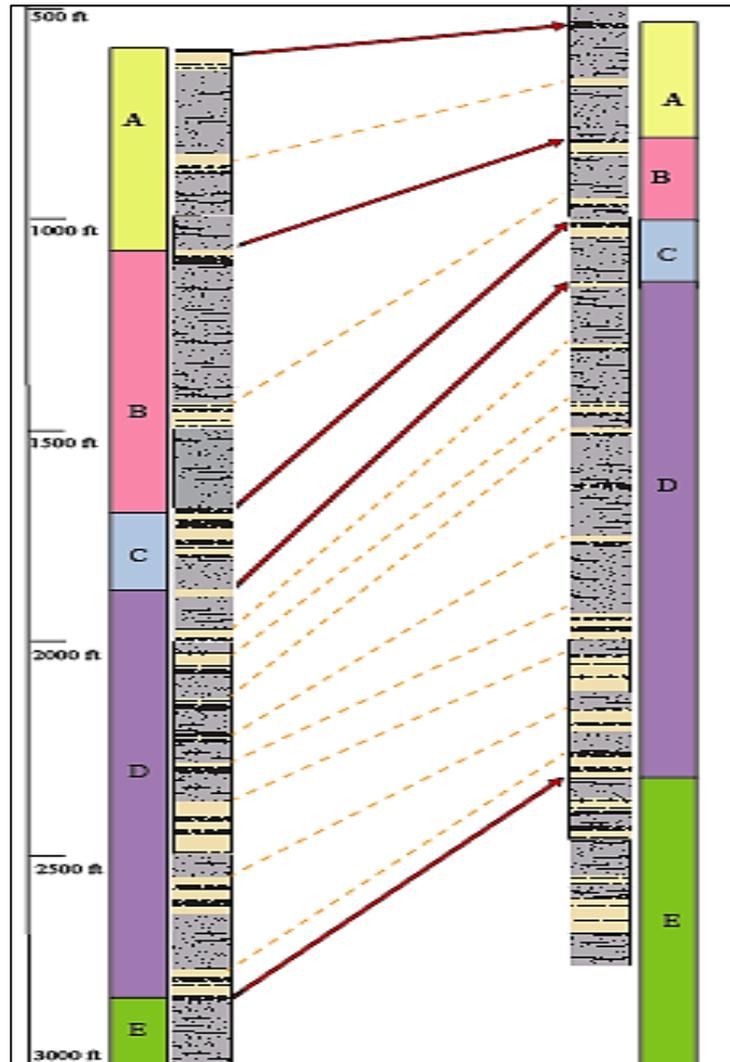


**Figura 4.7** Propuesta del modelo estratigráfico, donde se observa las tres zonas principales.

**Fuente:** Burgos, C., 2017.

#### **4.2.2 Relación de los resultados de subsuelo con variaciones del nivel del mar**

A través de la interpretación de cada registro de pozo (ver ANEXO E), es notorio apreciar las intercalaciones de arenas y lutitas con espesores variables, y a la vez la agrupación de 5 grupos de secuencias estratigráficas denominadas de la base al tope como E, D, C, B, A, (ver Figura 4.8), las cuales fueron debidamente correlacionadas litológicamente.

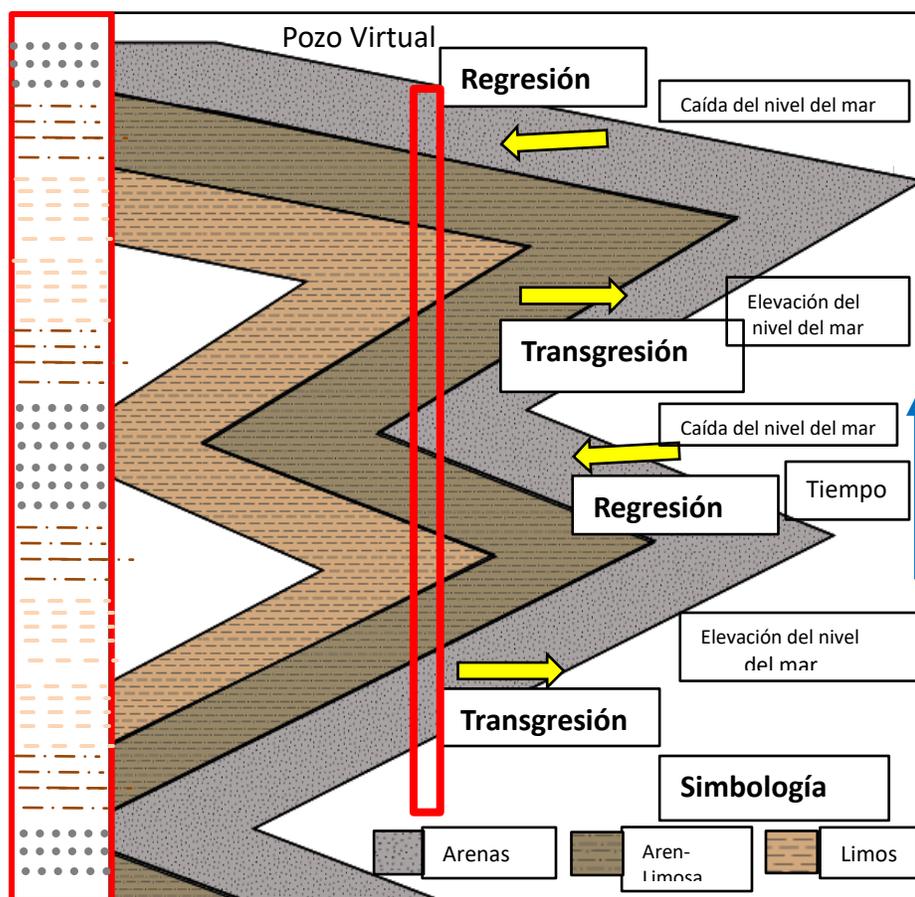


**Figura 4.8** Interpretación y Correlación litológica de los pozos Daule 1 y Daule 2.  
**Fuente:** Burgos, C., 2017.

La evidencia que muestran estas secuencias estratigráficas en los pozos en subsuelo, donde se observa las intercalaciones de arenas y

limos y tomando en cuenta la información de campo obtenida en la parte Norte donde los depósitos presentan estructuras tipo Flaser, conjuntamente con la descripción de la literatura de la Formación Balzar (mencionada en el marco estratigráfico) que señala a estos depósitos como marinos aunque no fueron posibles evidenciarlos en campo, sugiere que las zonas proximales y distales han ido variando.

Sugiriendo que la zona que ahora ocupa la cuenca baja del Guayas estuvo ocupada por el mar. Por ello es lógico pensar que debido al cambio climático hubo transgresiones y regresiones. Estas transgresiones hicieron que las áreas proximales retrocedieran, depositando al continente sedimentos finos como son los limos y arcillas y que las regresiones, al retirarse el mar dejó expuestas capas de areniscas, como lo sugiere el modelo de la Figura 4.9. Estas intercalaciones estratigráficas podrían corresponder al registro de los cambios climáticos de los ciclos de Milankovitch en la zona del Golfo de Guayaquil, tal como se los ha registrado en la plataforma continental del Ecuador (Martillo, 2016; Proust et al., 2016) y en los levantamientos costeros con terrazas marinas (Pedoja et al., 2006A, 2006B).



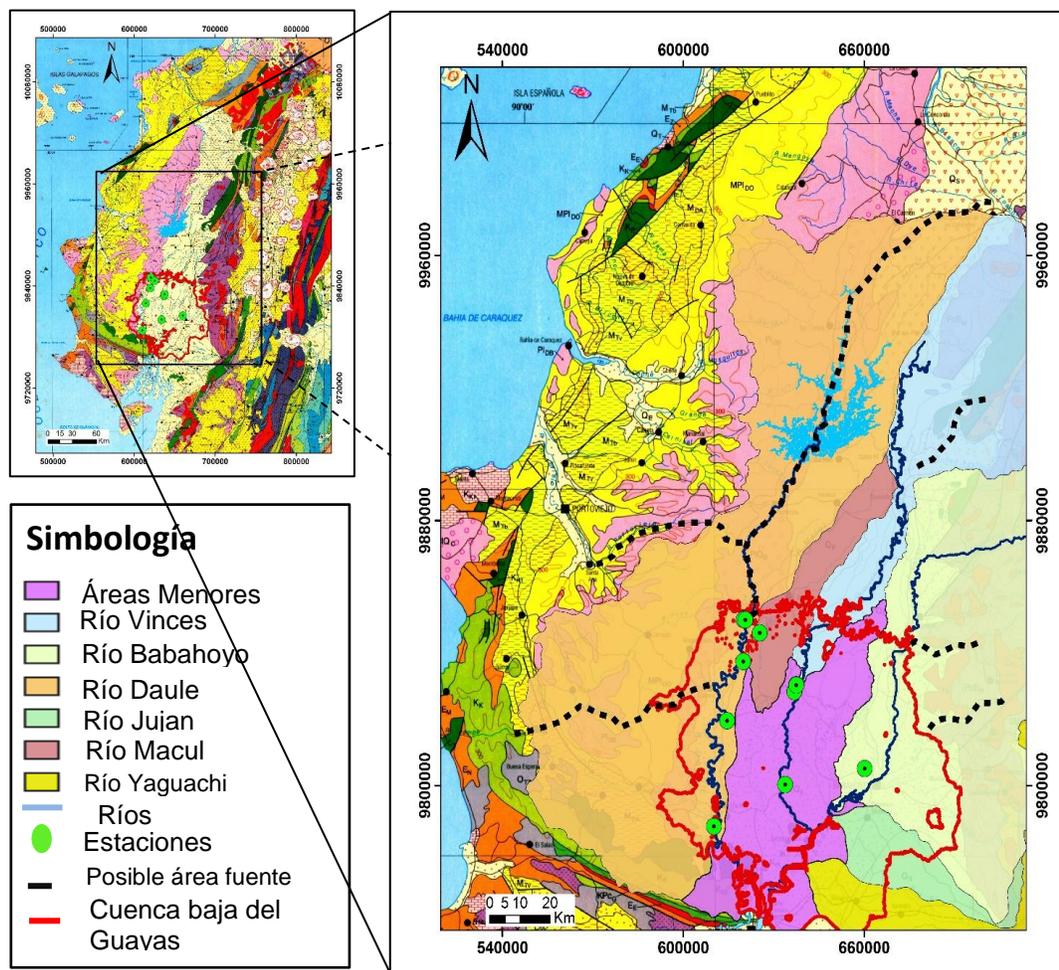
**Figura 4.9** En rojo se muestra un pozo virtual, donde se muestra (a la izquierda de la figura) el cambio estratigráfico que genera las transgresiones y regresiones causadas por los cambios climáticos.

**Fuente:** Lemon, 1990.

### 4.2.3 Área fuente de los sedimentos

A través de láminas delgadas realizadas, se pudo clasificar los sedimentos tomados de la parte alta en especial las arenas como litoarenitas a litoarenitas feldespáticas (ver ANEXO D) debido a la cantidad de líticos presentes, y la composición intermedia a básica que presentan, las cuales pueden pertenecer a materiales erosionados tanto de la cordillera costera como de la occidental, entre las cuales estarían involucradas las formaciones geológicas como Macuchi en la cordillera occidental o Piñón y Cayo de la cordillera costera, que se observan en el mapa geológico del Ecuador del año 1993 del Inigemm (ver Figura 4.10). Este material sedimentario ha sido acarreado por corrientes fluviales de alta o baja energía dependiendo de su ubicación.

En la actualidad los ríos responsables del transporte de los sedimentos son los que se observan en la Figura 30. Sin embargo, lo que ayudaría a definir correctamente el área fuente es un estudio mineralógico a profundidad.



**Figura 4.10** Se puede observar las subcuencas que conforman la Cuenca Baja del Guayas con los principales ríos Babahoyo, Daule y Vinces. Las líneas negras interpunteadas indican una posible área fuente de los sedimentos.

**Fuente:** INIGEMM, 1993.

# **CAPÍTULO 5**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

Los depósitos sedimentarios que afloran en la cuenca baja pertenecen a formaciones geológicas Cuaternarias.

Los cortes estratigráficos realizados en el área de estudio indican una distribución espacial de estos sedimentos correspondientes a dos zonas: proximal (sedimentos gruesos) y distal (sedimentos finos).

La cuenca baja es una zona propensa a inundaciones. Sin embargo, existe una mayor vulnerabilidad en la parte sur junto al río Babahoyo, en el límite SE.

Una vez realizado el análisis con información presentada en los mapas de: inundación, paisajes, cultivos y geología, permitió inferir litologías presentes en la zona de estudio. Entre las cuales sobresalen tres zonas básicas que son: las áreas con predominancia de arenas (en la parte superior de la cuenca), áreas arena – limosa (en la parte SW) y áreas limo – arenoso (en la parte SE).

La interpretación de los datos en subsuelo (pozos), dan como resultado intercalaciones de arenas con lutitas y tomando en cuenta la información de

campo en la parte Norte que evidencia la presencia de estructuras tipo flaser y conjuntamente con la descripción de la literatura de la formación Balzar, indicando que estos depósitos pertenecen a un ambiente marino, se sugiere que la posición de las zonas proximales y distales han variado en el tiempo, teniendo que ver con cambios del nivel del mar posiblemente relacionados al ciclo de Milankovich, los mismos que han sido registrados en la plataforma continental del Ecuador. (Proust et al, 2016; Martillo, 2016)

El origen de los sedimentos de esta cuenca debido a su composición, presentada en los resultados de las láminas delgadas, posiblemente esté relacionado con formaciones geológicas como Piñón, Cayo de la cordillera costera y Macuchi de la cordillera occidental de los Andes.

## RECOMENDACIONES

Aumentar la densidad de muestreo para una mejor caracterización de las formaciones cuaternarias.

Obtener e interpretar líneas sísmicas que ayuden a una comprensión de: la geometría, tectónica y los ambientes deposicionales de la cuenca baja del Guayas.

Realizar un análisis mineralógico con el difractómetro de rayos x, donde se pueda determinar y cuantificar los minerales presentes, los cuales permitan hallar una relación de las posibles áreas de donde provienen.

Tomar muestras para la datación de sedimentos.

# **ANEXOS**

# ANEXO A

## DESCRIPCIONES DE ESTACIONES

### Estación 1

#### Datos Generales:

**Ubicación Geográfica:** A 7 km del centro poblado de Balzar, cerca del Cementerio General de Balzar.

**Localización en el sistema WGS 84:** 619995 9850033

**Unidad Litoestratigráfica:** Formación Balzar

**Edad geológica:** Mioceno medio al Pleistoceno

**Descripción Litológica y Estratigráfica:** Afloramiento de 3 m aproximadamente comprende estratos centimétricos de areniscas de grano medio a fino con alternancia de lutitas, el paquete de areniscas presenta gradación normal, estratificación cruzada, paralela y ondulítica. Esta estratificación cruzada presenta un buzamiento de 15 NW.



**Descripción:** Afloramiento de la estación 1 a la izquierda y estratos de areniscas con alternancia de lutitas a la derecha.

## Estación 2

### Datos Generales:

**Ubicación Geográfica:** A 2 km del Centro poblado Balzar, junto al cementerio general.

**Localización en el sistema WGS 84:** 620581 9849957

**Unidad Litoestratigráfica:** Formación Balzar

**Edad geológica:** Mioceno medio al Pleistoceno

**Descripción Litológica y Estratigráfica:** El afloramiento de 7 metros corresponde a una terraza fluvial que comprende estratos métricos de areniscas con clastos redondeados, paquetes de areniscas de grano fino con estratificación cruzada, lutitas y areniscas tobáceas. La dirección que presenta la paleocorriente es de 40° SW.



**Descripción:** Afloramiento de la Estación 2 donde se observa sedimentos detríticos que la conforman.

### Estación 3

**Datos Generales:**

**Ubicación Geográfica:** A 5 km del centro poblado de Balzar

**Localización en el sistema WGS 84:** 625349 9846000

**Unidad Litoestratigráfica:** Formación Balzar

**Edad geológica:** Mioceno medio al Pleistoceno

**Descripción Litológica y Estratigráfica:** El afloramiento de 1 m, está constituido por estratos centimétricos de material arcilloso consolidado, se trataría de lutitas que presentan cierto material leñoso.



**Descripción:** Afloramiento de lutitas de la estación 3.

## Estación 4

### Datos Generales:

**Ubicación Geográfica:** Cerca del centro poblado de Vinces

**Localización en el sistema WGS 84:** 619878 9837344

**Unidad Litoestratigráfica:** Formación Pichilingue

**Edad geológica:** Pleistoceno

**Descripción Litológica y Estratigráfica:** El afloramiento se trata de una terraza cuyo material sedimentario es similar a la estación 2, debido a que comprende estratos de areniscas con estratificación cruzada y laminación concordante, además de presentar ondulitas discordantes y conglomerado. La dirección de la paleocorriente es 20 SW.



**Descripción:** Afloramiento de la estación 4 donde se observa la alternancia de las areniscas con material limoso.

## Estación 5

### Datos Generales:

**Ubicación Geográfica:** Cerca del centro poblado de Vinces

**Localización en el sistema WGS 84:** 637510 9830252

**Unidad Litoestratigráfica:** Formación Pichilingue

**Edad geológica:** Pleistoceno

**Descripción Litológica y Estratigráfica:** En el lugar se encuentran dos afloramientos. El primero corresponde a capas de areniscas de grano medio a fino consolidadas y el segundo comprenden una terraza con estratos de areniscas con gravas al tope y a la base areniscas con laminación cruzada en cubeta y estratificación flaser.



**Descripción:** Afloramiento de la Estación 5 donde se observa la estratificación flaser y la estratificación cruzada en las areniscas.

## **Estación 6**

### **Datos Generales:**

**Ubicación Geográfica:** Nobol

**Localización en el sistema WGS 84:** 610148 9787601

**Unidad Litoestratigráfica:** Depósito Aluvial

**Edad geológica:** Holoceno

### **Descripción Litológica y Estratigráfica:**

Terraza, que por su litología parece reciente, se encuentra junto al río Daule. Sobre esta se han depositado sedimentos limosos en su parte inferior y hacia el tope material limo-arenoso. Básicamente se distingue 3 unidades: parte inferior sedimento limo arenoso, continuando con limo arenoso color café claro y por último sedimento limo arenoso beige oscuro.



**Descripción:** Terraza junto a l río Daule compuesta por sedimentos limosos-arenosos.

## Estación 7

### Datos Generales:

**Ubicación Geográfica:** Cerca de Palestina

**Localización en el sistema WGS 84:** 614572 9819497

**Unidad Litoestratigráfica:** Formación Pichiligue

**Edad geológica:** Pleistoceno

### Descripción Litológica y Estratigráfica

Se observa un corte reciente donde aflora esta formación, donde se puede apreciar sedimentos de grano medio como arenas grisáceas de grano fino (arenas de color gris claro) y grano muy fino (sedimento limo-arenoso). La arenisca presenta estratificación cruzada, con una dirección de corriente de N 10° y un buzamiento de 23° N.



**Descripción:** Afloramiento de areniscas con estratificación cruzada alternadas de sedimentos limosos.

## Estación 8

### Datos Generales:

**Ubicación Geográfica:** Cerca de Vinces

**Localización en el sistema WGS 84:** 635832 9828270

**Unidad Litoestratigráfica:** Formación Pichilingue

**Edad geológica:** Pleistoceno

### Descripción Litológica y Estratigráfica

Se aprecia un afloramiento, donde su litología está compuesta por alternancia de areniscas y limolitas. Asimismo, las areniscas presentan laminación cruzada.



**Descripción:** Afloramiento donde se observan los estratos de areniscas grises y tobáceas alternadas con material limoso.

## Estación 9

### Datos Generales:

**Ubicación Geográfica:** Cooperativa Espín Cereces- vía Babahoyo

**Localización en el sistema WGS 84:** 660144 9805044

**Unidad Litoestratigráfica:** Depósitos Aluviales

**Edad geológica:** Holoceno

### Descripción Litológica y Estratigráfica

Se observa junto al río una terraza donde la litología que se distingue comprende de sedimentos limo-arenosos. Al parecer la terraza formada es reciente

## Estación 10

### Datos Generales:

**Localización en el sistema WGS 84:** 633798  
9800243

**Unidad Litoestratigráfica:** Depósitos aluviales

**Edad geológica:** Holoceno

### Descripción Litológica y Estratigráfica

Se aprecia un afloramiento de aproximadamente 1.2 m, formado por material limo arenoso poco consolidado.

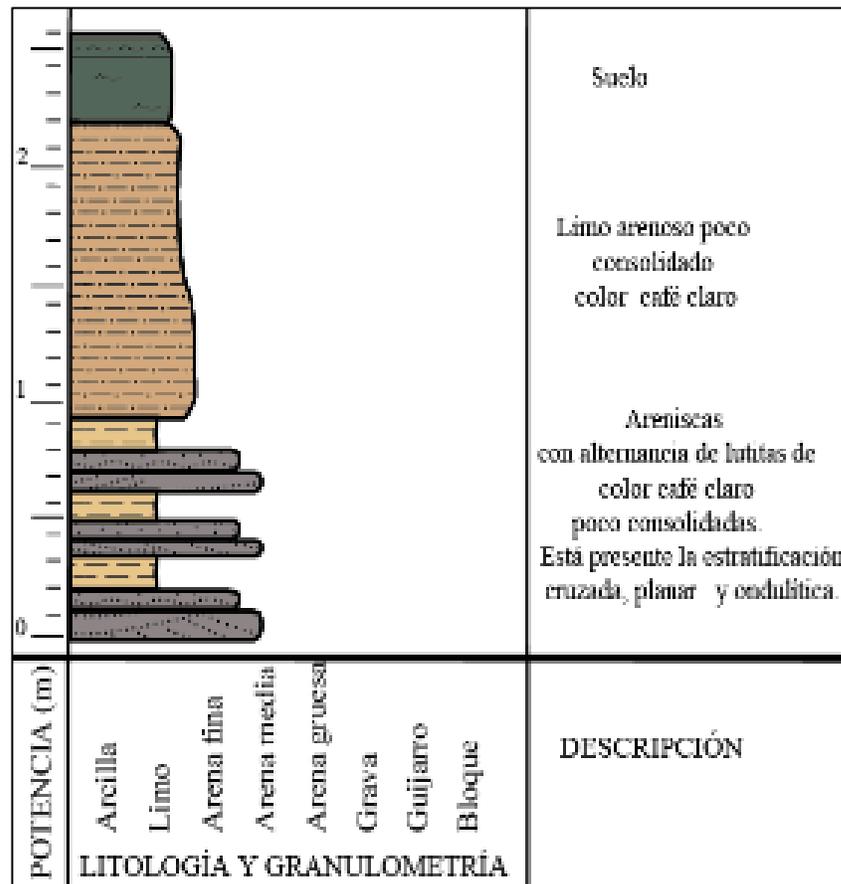


**Descripción:** Afloramiento compuesto por sedimentos limosos.

## ANEXO B

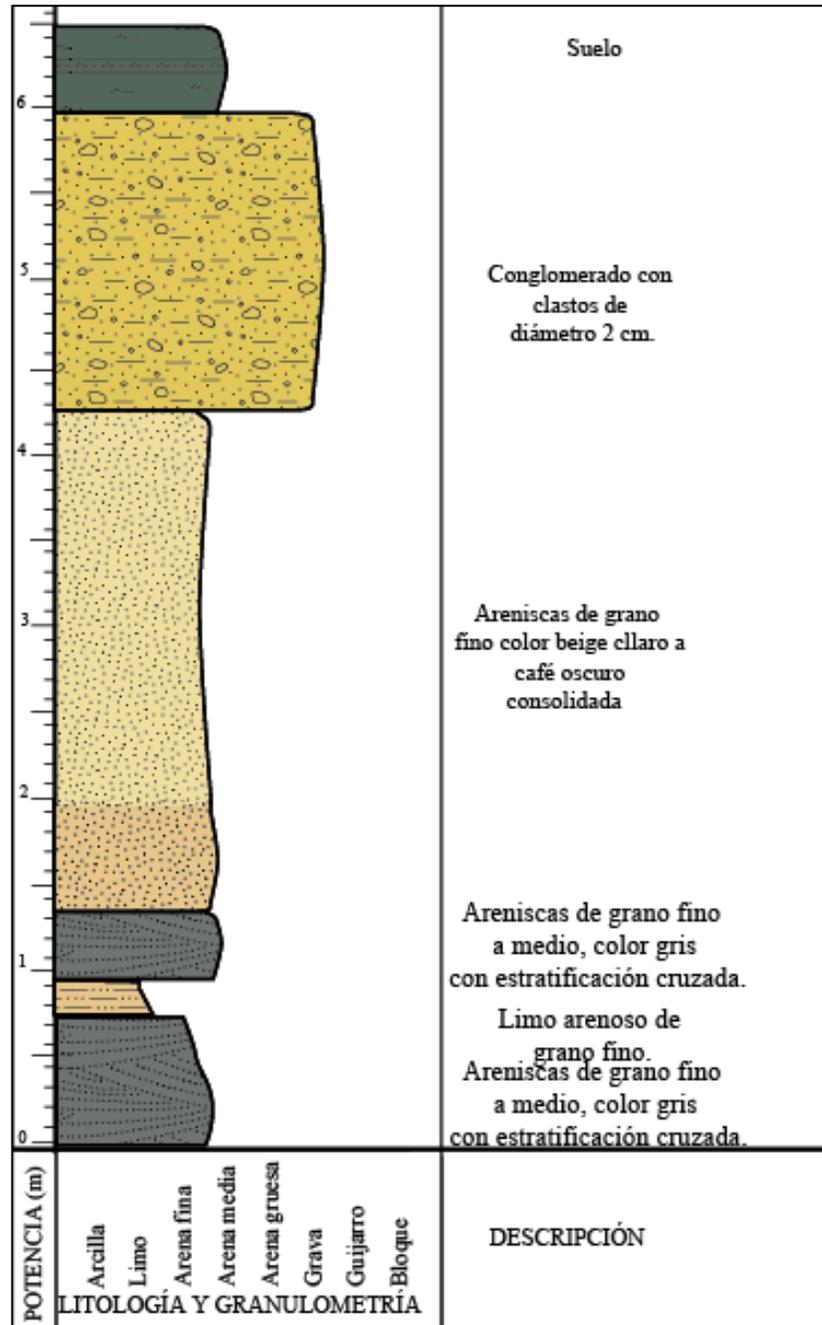
### ELABORACIÓN DE COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS

#### Estación 1



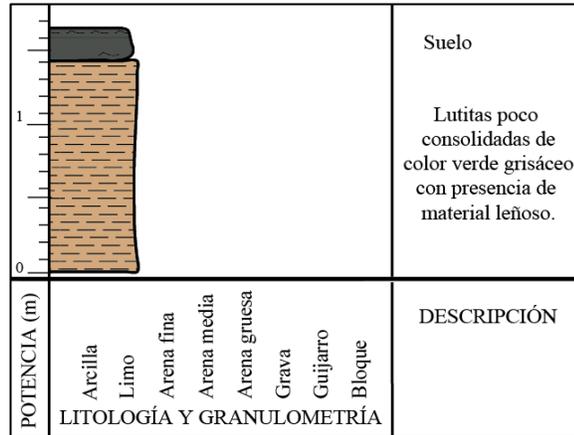
**Descripción:** Columna estratigráfica de la Estación 1.

## Estación 2



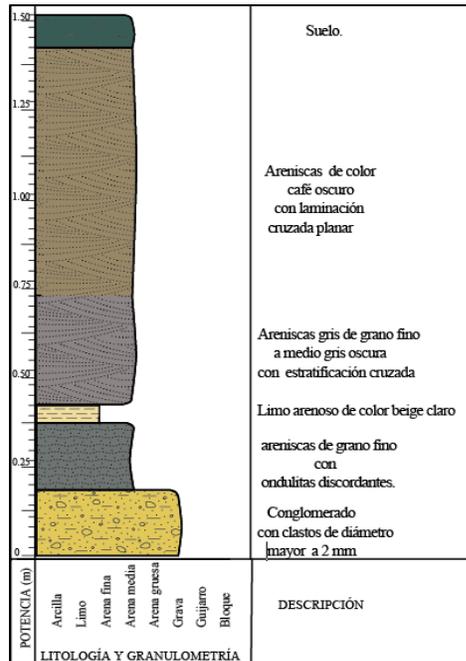
**Descripción:** Columna estratigráfica de la estación 2.

### Estación 3



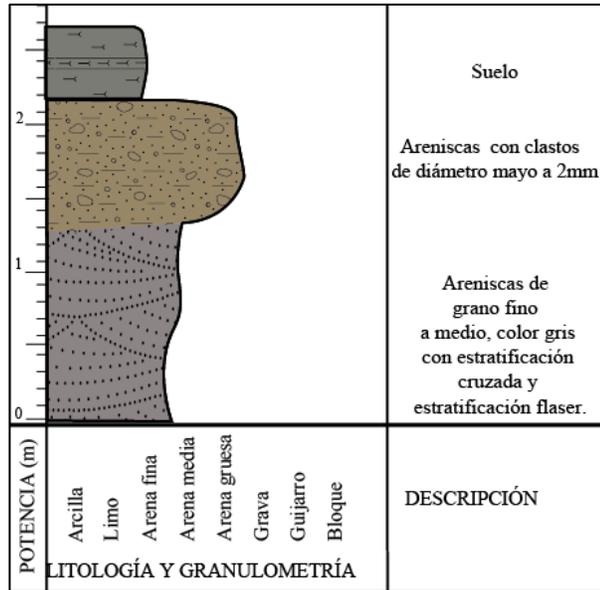
**Descripción:** Columna estratigráfica de la estación 3.

### Estación 4

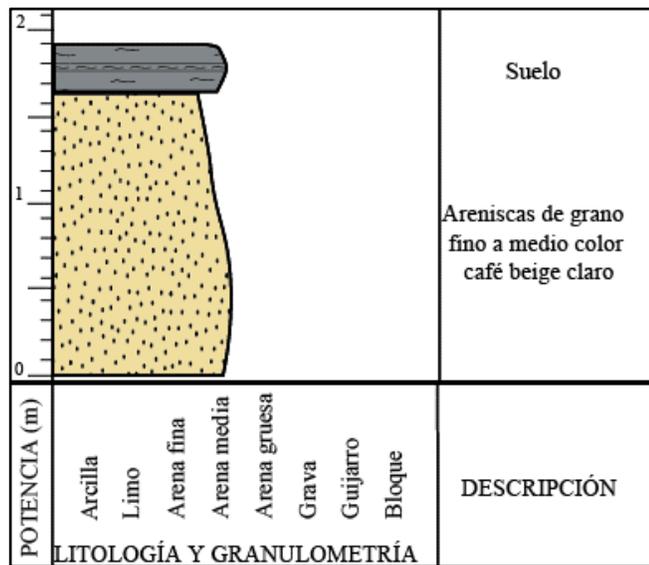


**Descripción:** Columna estratigráfica de la estación 4.

## Estación 5

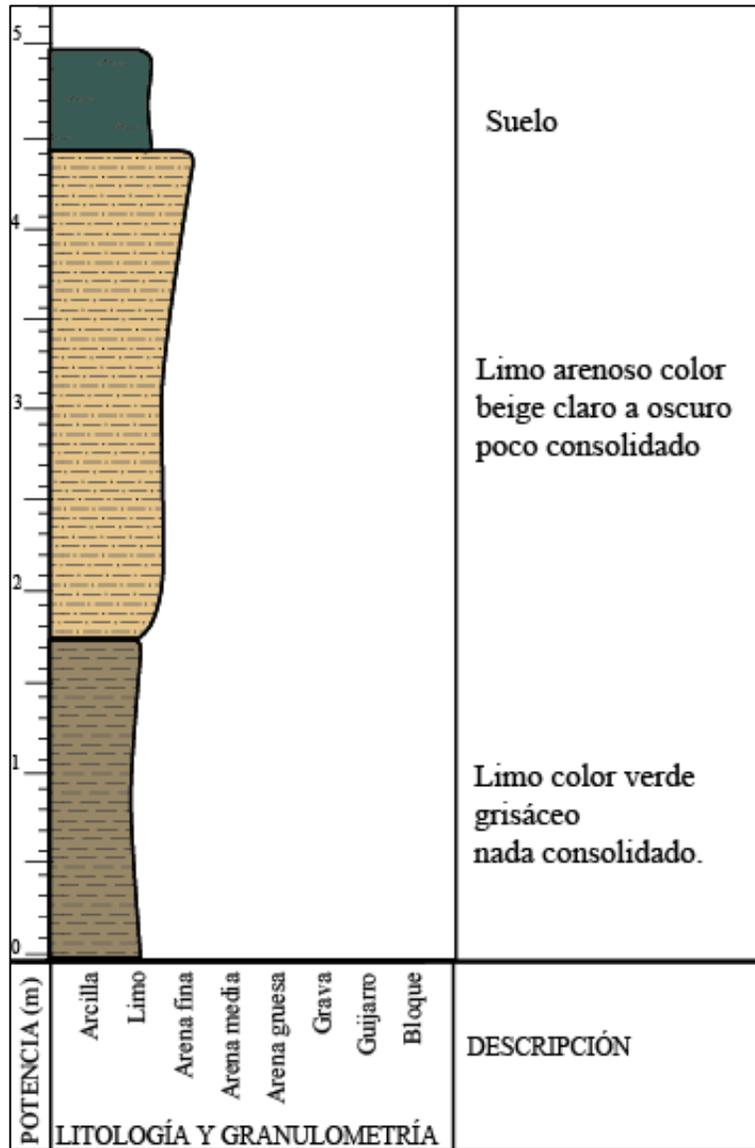


**Descripción:** Columna estratigráfica de la estación 5.



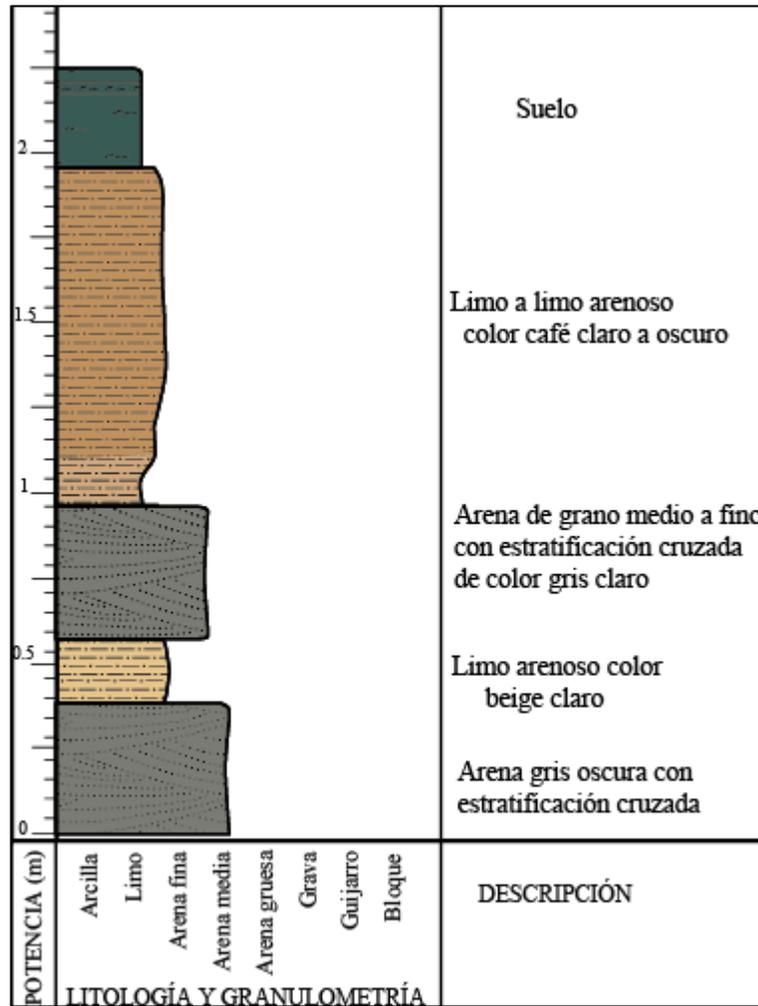
**Descripción:** Columna estratigráfica de la estación 5.

## Estación 6



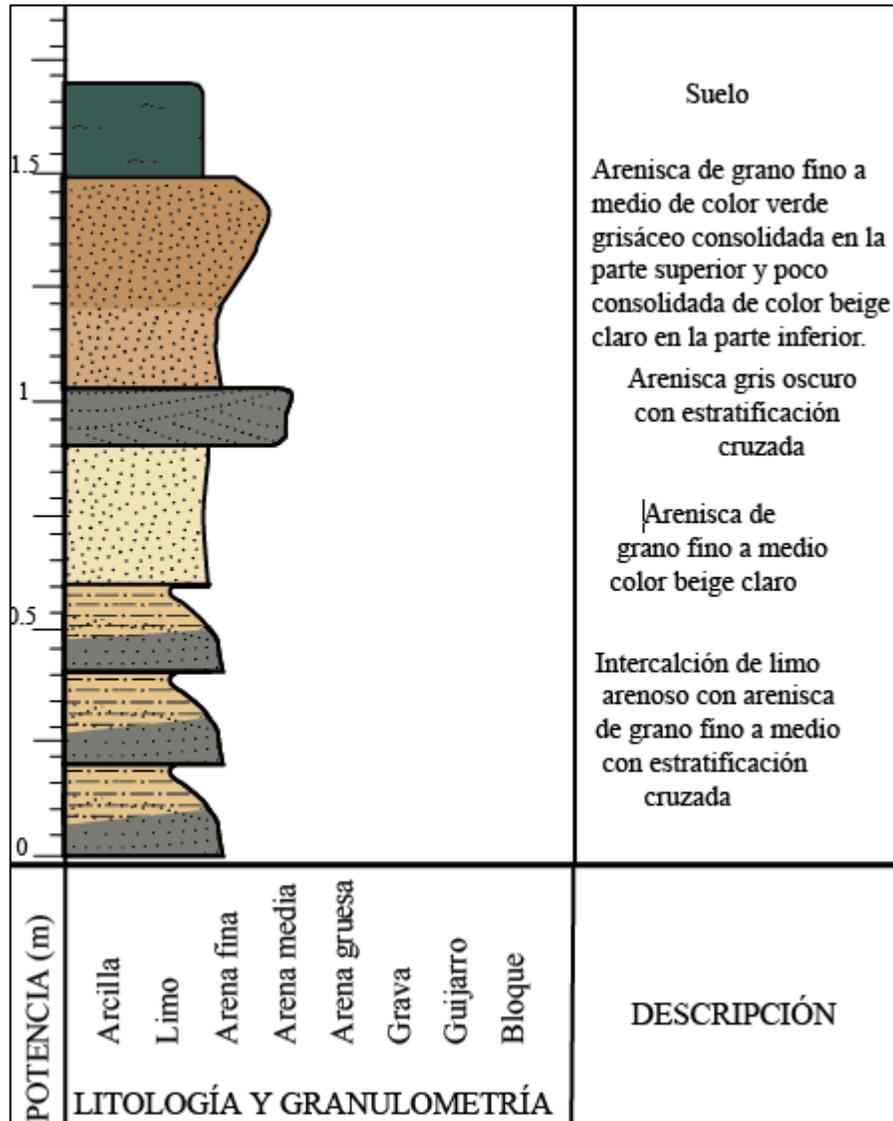
**Descripción:** Columna estratigráfica de la estación 6.

## Estación 7



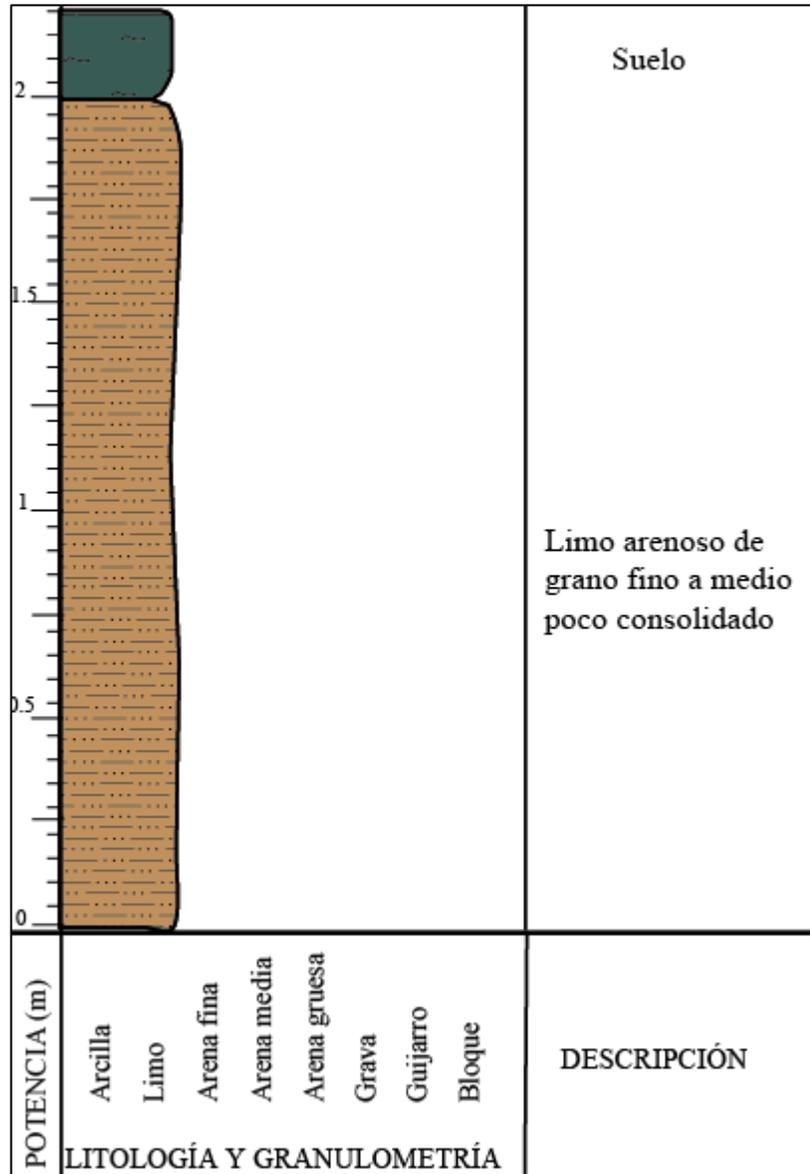
**Descripción:** Columna estratigráfica de la estación 7.

### Estación 8



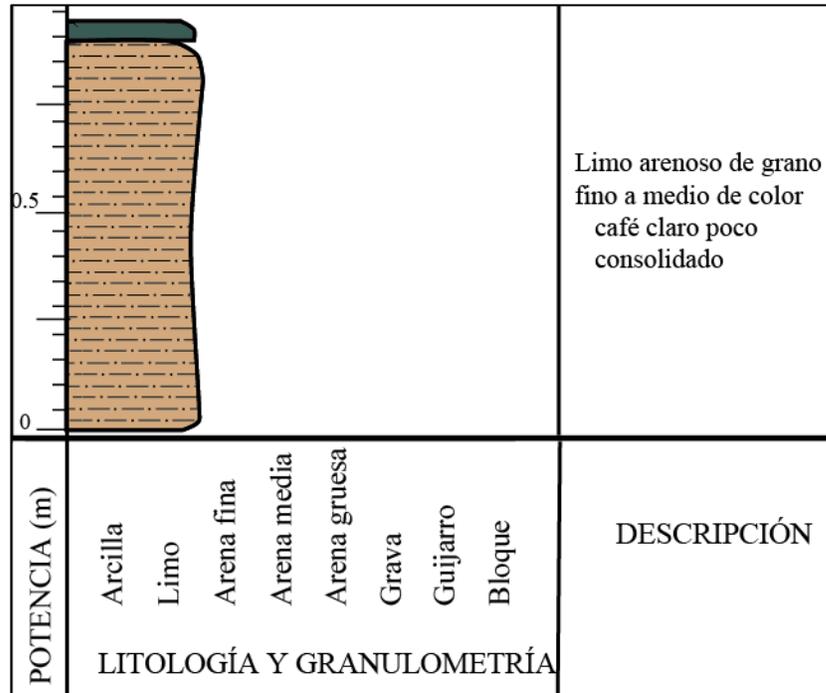
**Descripción:** Columna estratigráfica de la estación 8.

### Estación 9



**Descripción:** Columna estratigráfica de la estación 9.

## Estación 10



**Descripción:** Columna estratigráfica de la estación 10.

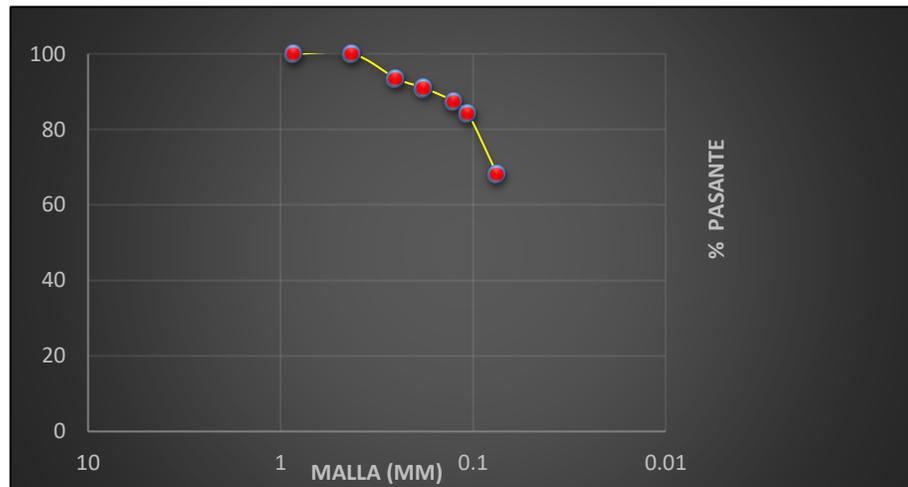
## ANEXO C

### TRATAMIENTO DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

#### Estación 1

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100	% RETENIDO ACUMULADO 4=(Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5=(100-4)
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	0	0	0	100
N°60	0.25	6.51	6.559854897	6.559854897	93.4401451
N°80	0.18	2.45	2.468762596	9.028617493	90.97138251
N°120	0.125	3.61	3.63764611	12.6662636	87.3337364
N°140	0.106	3.18	3.204353083	15.87061669	84.12938331
N°200	0.075	15.89	16.01168884	31.88230552	68.11769448
<b>FONDO</b>		67.6	68.11769448	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		99.24	100		

**Descripción:** Resultados granulométricos de la estación 1.



SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
<b>SUCS</b>	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6-0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 - 0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

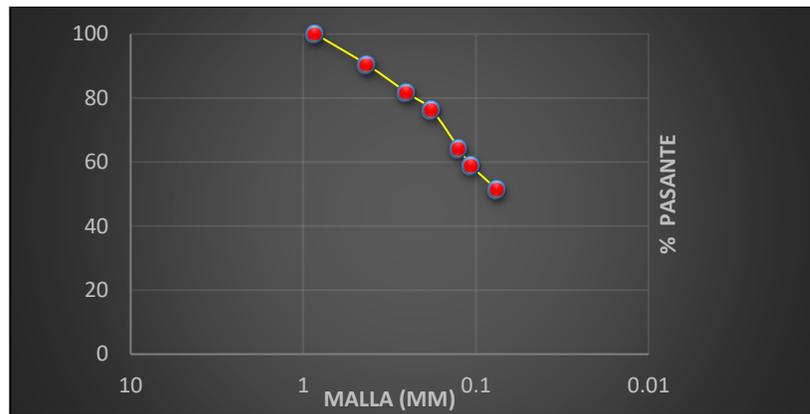
**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 1.

## Estación 2

### E2-1

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO $3=(1-2)*100$	% RETENIDO ACUMULADO $4=(\sum 3)$	% PASANTE ACUMULADO $5=(100-4)$
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	9.54	9.667612485	9.667612485	90.33238752
N°60	0.25	8.6	8.715038508	18.38265099	81.61734901
N°80	0.18	5.32	5.391163356	23.77381435	76.22618565
N°120	0.125	11.97	12.13011755	35.9039319	64.0960681
N°140	0.106	5.22	5.289825699	41.1937576	58.8062424
N°200	0.075	7.45	7.549655452	48.74341305	51.25658695
<b>FONDO</b>		50.58	51.25658695	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		98.68	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 2.



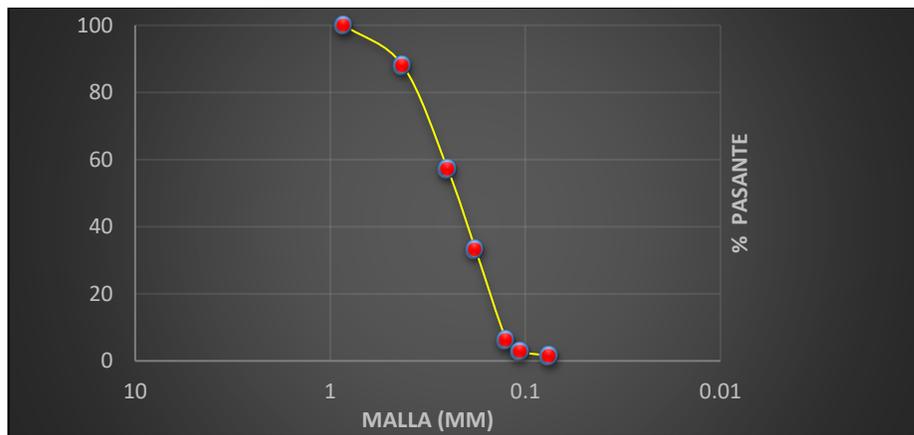
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Mediana	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6 mm	0,6 - 0,2 mm	0,2 - 0,06 mm	0,06 - 0,02 mm	0,02 - 0,006 mm	0,006 - 0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 2.

## E2-2

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO $3 = (1 - 2) * 100$	% RETENIDO ACUMULADO $4 = (\sum 3)$	% PASANTE ACUMULADO $5 = (100 - 4)$
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	12.41	11.97876448	11.97876448	88.02123552
N°60	0.25	31.98	30.86872587	42.84749035	57.15250965
N°80	0.18	24.76	23.8996139	66.74710425	33.25289575
N°120	0.125	27.99	27.01737452	93.76447876	6.235521236
N°140	0.106	3.5	3.378378378	97.14285714	2.857142857
N°200	0.075	1.41	1.361003861	98.503861	1.496138996
<b>FONDO</b>		1.55	1.496138996	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		103.6	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 2.



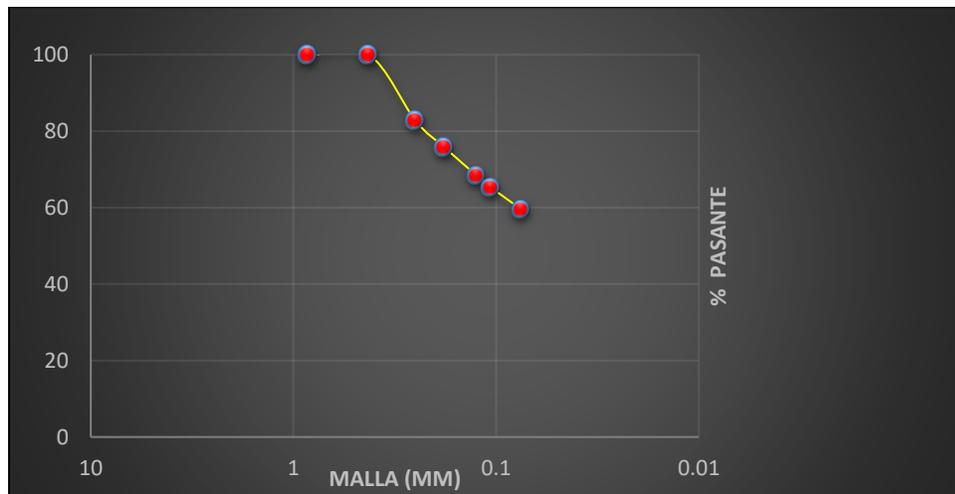
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6-0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 -0,02 mm	0,02-0,006 mm	0,006-0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 2.

### Estación 3

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO $3 = ((1-2) * 100)$	% RETENIDO ACUMULADO $4 = (\sum 3)$	% PASANTE ACUMULADO $5 = (100 - 4)$
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	0	0	0	100
N°60	0.25	17.65	17.24474841	17.24474841	82.75525159
N°80	0.18	7.14	6.976062531	24.22081094	75.77918906
N°120	0.125	7.52	7.347337567	31.56814851	68.43185149
N°140	0.106	3.23	3.155837811	34.72398632	65.27601368
N°200	0.075	5.88	5.744992672	40.46897899	59.53102101
<b>FONDO</b>		60.93	59.53102101	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		102.35	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 3.



SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6-0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 - 0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

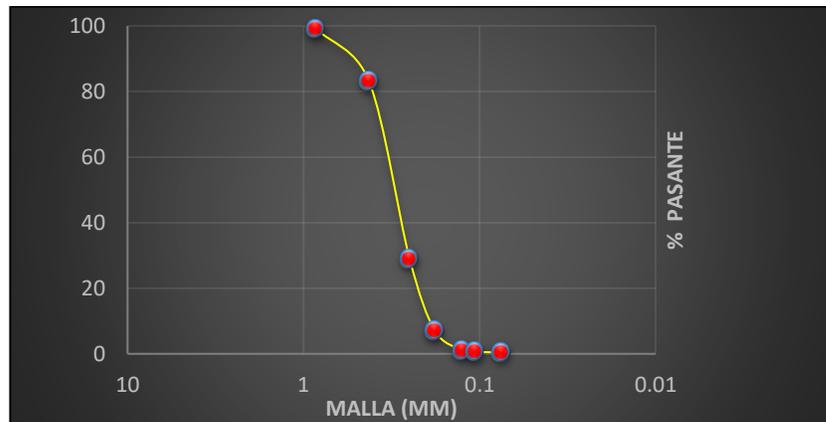
**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 3.

## Estación 4

E 1

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100	% RETENIDO ACUMULADO 4=(Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5=(100-4)
N° 20	0.85	0.86	0.822415607	0.822415607	99.17758439
N°40	0.425	16.79	16.05623028	16.87864588	83.12135412
N°60	0.25	56.55	54.07860763	70.95725351	29.04274649
N°80	0.18	22.94	21.93745816	92.89471168	7.105288324
N°120	0.125	6.23	5.957731663	98.85244334	1.147556661
N°140	0.106	0.53	0.506837525	99.35928086	0.640719136
N°200	0.075	0.21	0.200822416	99.56010328	0.43989672
<b>FONDO</b>		0.46	0.43989672	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		104.57	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 4.



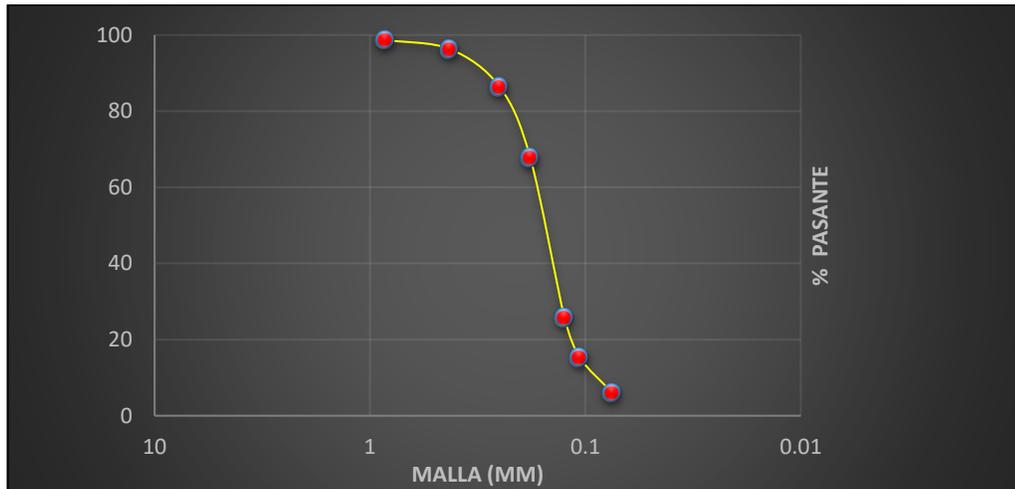
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6-0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 - 0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 4.

## E 2

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=( (1-2)*100)	% RETENIDO ACUMULADO 4= (Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5= (100 -4)
N° 20	0.85	1.34	1.292438272	1.292438272	98.70756173
N°40	0.425	2.52	2.430555556	3.722993827	96.27700617
N°60	0.25	10.28	9.915123457	13.63811728	86.36188272
N°80	0.18	19.39	18.70177469	32.33989198	67.66010802
N°120	0.125	43.42	41.87885802	74.21875	25.78125
N°140	0.106	10.91	10.52276235	84.74151235	15.25848765
N°200	0.075	9.58	9.239969136	93.98148148	6.018518519
<b>FONDO</b>		6.24	6.018518519	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		103.68	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 4.



SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6-0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063-0,02 mm	0,02-0,006 mm	0,006-0,002 mm	< 0,002 mm

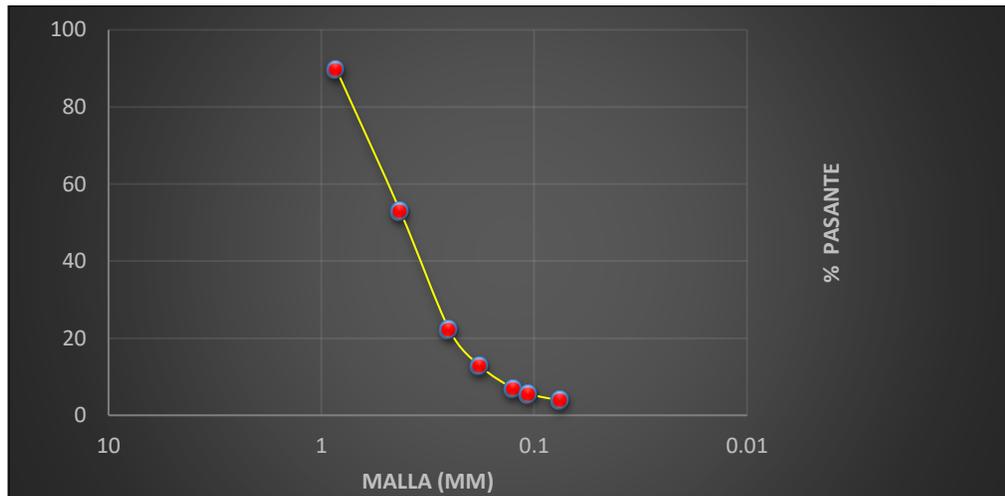
**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 4.

## Estación 5

### E 1

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO $3 = ((1-2) * 100)$	% RETENIDO ACUMULADO $4 = (\sum 3)$	% PASANTE ACUMULADO $5 = (100 - 4)$
N° 20	0.85	10.66	10.33246099	10.33246099	89.66753901
N°40	0.425	38	36.83241252	47.16487351	52.83512649
N°60	0.25	31.69	30.7162935	77.88116701	22.11883299
N°80	0.18	9.6	9.305030532	87.18619754	12.81380246
N°120	0.125	6.14	5.951342445	93.13753998	6.862460017
N°140	0.106	1.47	1.4248328	94.56237278	5.437627217
N°200	0.075	1.63	1.579916642	96.14228943	3.857710575
<b>FONDO</b>		3.98	3.857710575	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		103.17	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 5.



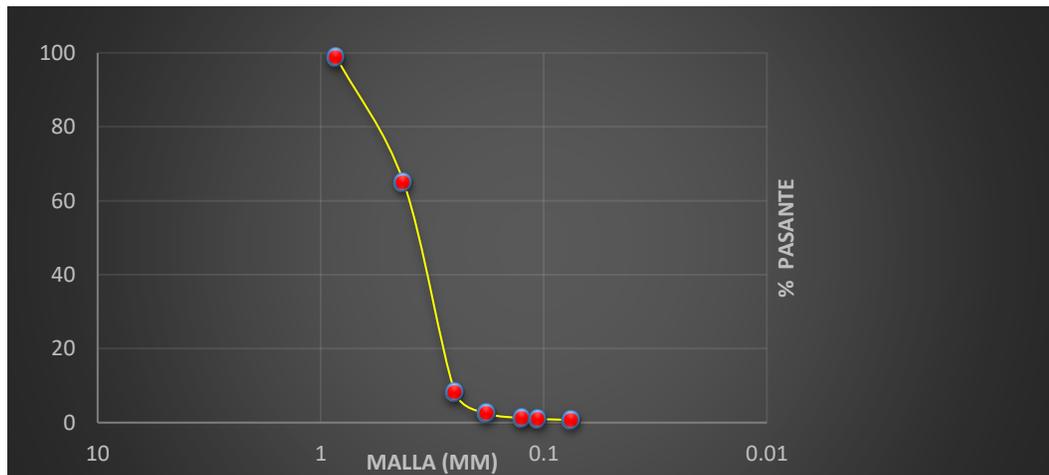
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6-0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063-0,02 mm	0,02-0,006 mm	0,006-0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 5.

## E 2

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO $3 = ((1-2) * 100)$	% RETENIDO ACUMULADO $4 = (\sum 3)$	% PASANTE ACUMULADO $5 = (100 - 4)$
N° 20	0.85	1.29	1.238479263	1.238479263	98.76152074
N°40	0.425	35.19	33.78456221	35.02304147	64.97695853
N°60	0.25	59.15	56.78763441	91.81067588	8.189324117
N°80	0.18	5.9	5.664362519	97.4750384	2.524961598
N°120	0.125	1.38	1.324884793	98.7999232	1.200076805
N°140	0.106	0.24	0.230414747	99.03033794	0.969662058
N°200	0.075	0.27	0.25921659	99.28955453	0.710445469
<b>FONDO</b>		0.74	0.710445469	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		104.16	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 5.



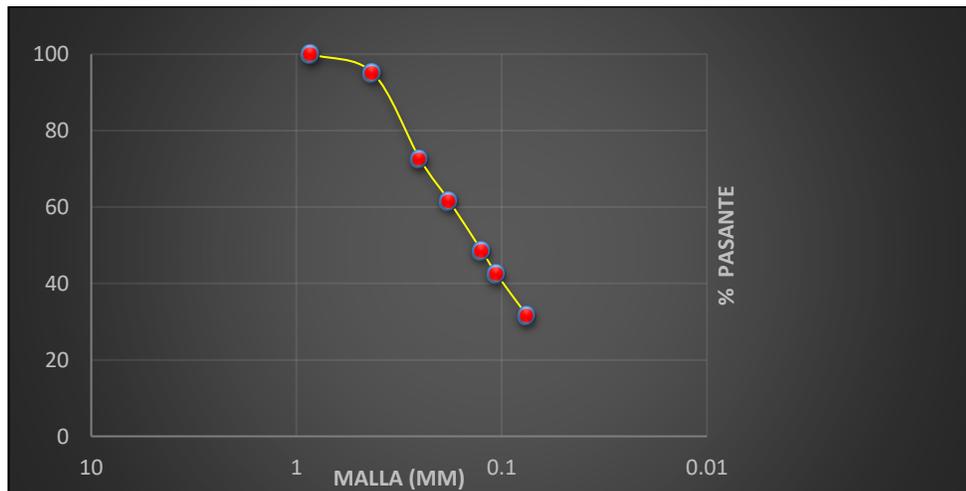
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6-0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063-0,02 mm	0,02-0,006 mm	0,006-0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 5.

## Estación 6

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100	% RETENIDO ACUMULADO 4=(Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5=(100-4)
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	7.17	4.92140847	4.92140847	95.07859153
N°60	0.25	32.89	22.57533118	27.49673965	72.50326035
N°80	0.18	15.97	10.96163086	38.45837051	61.54162949
N°120	0.125	18.99	13.03452536	51.49289587	48.50710413
N°140	0.106	8.8	6.04022239	57.53311826	42.46688174
N°200	0.075	15.96	10.95476697	68.48788524	31.51211476
<b>FONDO</b>		45.91	31.51211476	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		145.69	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 6.



SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6-0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063-0,02 mm	0,02-0,006 mm	0,006-0,002 mm	< 0,002 mm

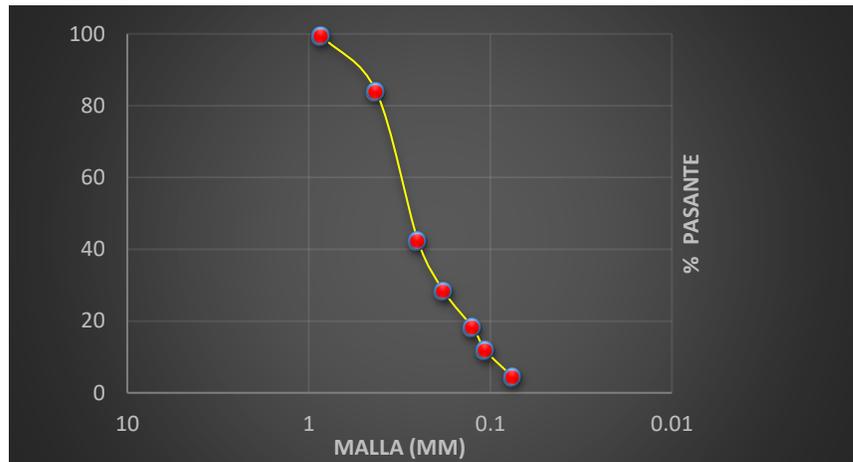
**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 6.

## Estación 7

### E7-Am-1

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100)	% RETENIDO ACUMULADO 4=(Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5=(100-4)
N° 20	0.85	0.68	0.617452102	0.617452102	99.3825479
N°40	0.425	17.07	15.4998638	16.1173159	83.8826841
N°60	0.25	45.9	41.67801689	57.79533279	42.20466721
N°80	0.18	15.4	13.98347408	71.77880686	28.22119314
N°120	0.125	11.12	10.0971579	81.87596477	18.12403523
N°140	0.106	7.03	6.383365114	88.25932988	11.74067012
N°200	0.075	8.17	7.418505403	95.67783529	4.322164714
<b>FONDO</b>		4.76	4.322164714	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		110.13	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 7.



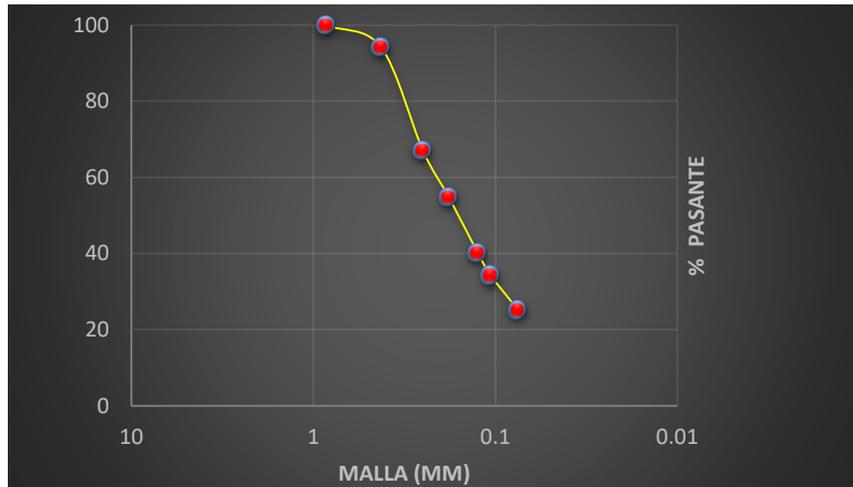
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6- 0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 -0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 7.

### E7-Lc\_2

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100	% RETENIDO ACUMULADO 4=(Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5=(100-4)
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	8.26	5.768559257	5.768559257	94.23144074
N°60	0.25	38.87	27.1457504	32.91430966	67.08569034
N°80	0.18	17.55	12.25644249	45.17075215	54.82924785
N°120	0.125	20.9	14.59599134	59.76674349	40.23325651
N°140	0.106	8.52	5.950136183	65.71687967	34.28312033
N°200	0.075	12.97	9.057895104	74.77477477	25.22522523
<b>FONDO</b>		36.12	25.22522523	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		143.19	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 7.



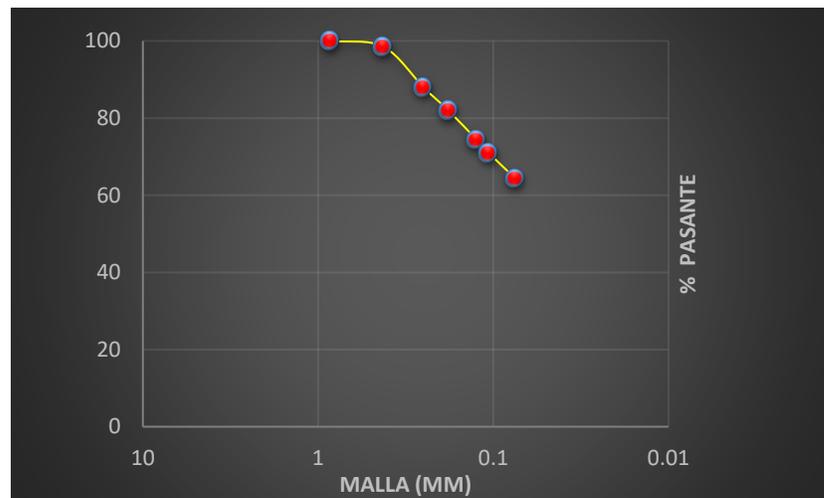
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6- 0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 -0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 7.

### E7-Lo-3

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100	% RETENIDO ACUMULADO 4=(Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5=(100-4)
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	1.59	1.462606936	1.462606936	98.53739306
N°60	0.25	11.49	10.56940484	12.03201177	87.96798823
N°80	0.18	6.55	6.025204673	18.05721645	81.94278355
N°120	0.125	8.13	7.478612823	25.53582927	74.46417073
N°140	0.106	3.82	3.51393616	29.04976543	70.95023457
N°200	0.075	7.13	6.558734247	35.60849968	64.39150032
<b>FONDO</b>		70	64.39150032	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		108.71	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 7.



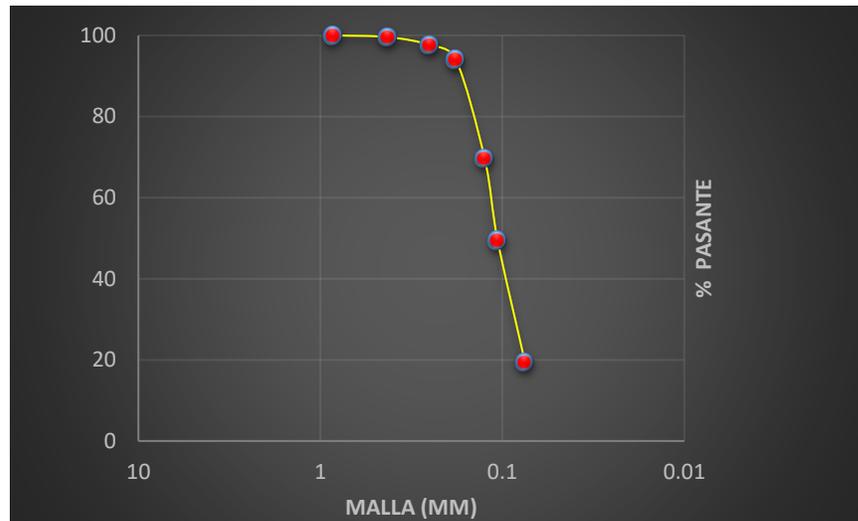
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6- 0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 -0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 7.

### E7-a-4

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100	% RETENIDO ACUMULADO 4=(Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5=(100-4)
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	0.5	0.413701804	0.413701804	99.5862982
N°60	0.25	2.37	1.96094655	2.374648353	97.62535165
N°80	0.18	4.36	3.607479729	5.982128082	94.01787192
N°120	0.125	29.46	24.37531028	30.35743836	69.64256164
N°140	0.106	24.5	20.27138838	50.62882674	49.37117326
N°200	0.075	36.23	29.9768327	80.60565944	19.39434056
<b>FONDO</b>		23.44	19.39434056	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		120.86	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 7.



SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6- 0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 -0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

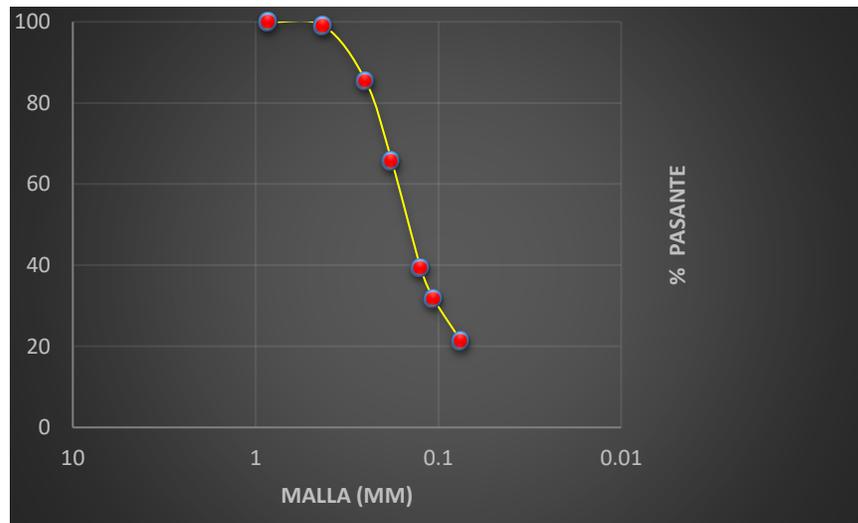
**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 7

## Estación 8

### E8-1

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100	% RETENIDO ACUMULADO 4=(Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5=(100-4)
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	1.48	0.999527251	0.999527251	99.00047275
N°60	0.25	20.08	13.56115351	14.56068076	85.43931924
N°80	0.18	29.23	19.7406632	34.30134396	65.69865604
N°120	0.125	39.05	26.37266158	60.67400554	39.32599446
N°140	0.106	11.3	7.63152563	68.30553117	31.69446883
N°200	0.075	15.47	10.44776119	78.75329236	21.24670764
<b>FONDO</b>		31.46	21.24670764	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		148.07	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 8.



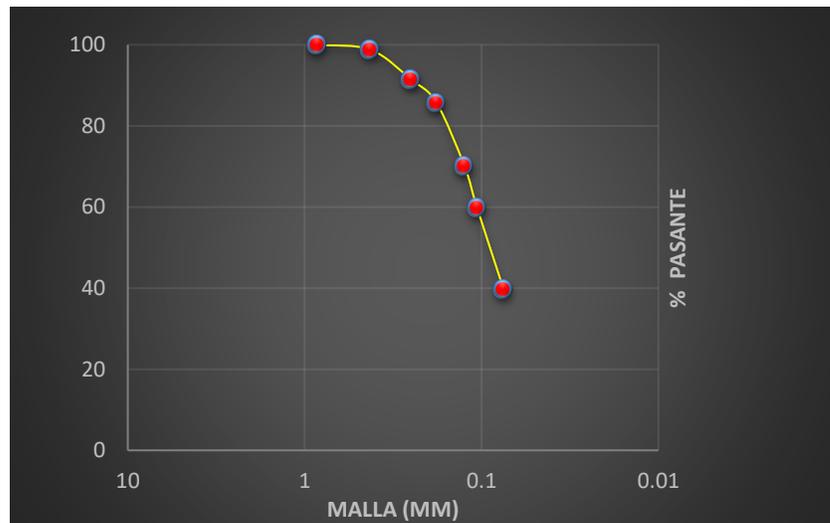
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6- 0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 -0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 8.

**E8-2**

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100	% RETENIDO ACUMULADO 4=(Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5=(100-4)
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	1.68	1.209677419	1.209677419	98.79032258
N°60	0.25	10.23	7.366071429	8.575748848	91.42425115
N°80	0.18	7.9	5.688364055	14.2641129	85.7358871
N°120	0.125	21.67	15.60339862	29.86751152	70.13248848
N°140	0.106	14.3	10.29665899	40.16417051	59.83582949
N°200	0.075	28	20.16129032	60.32546083	39.67453917
<b>FONDO</b>		55.1	39.67453917	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		138.88	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 8.



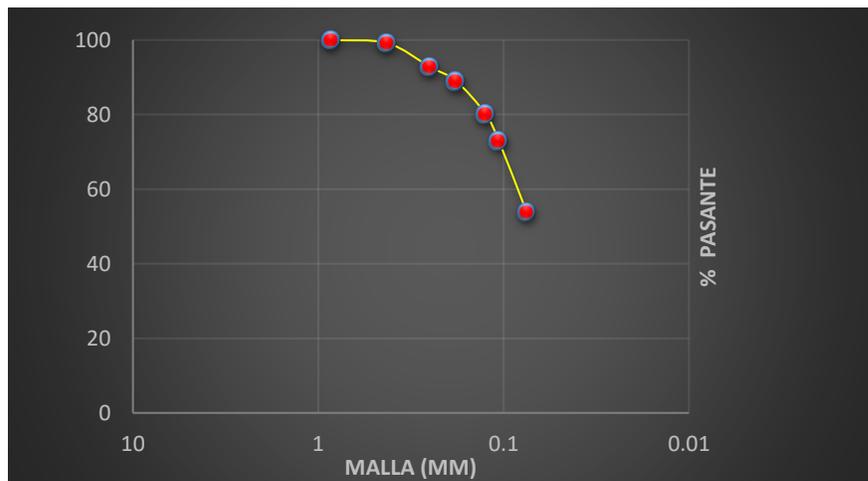
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6- 0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 -0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 8.

**E8-3**

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100	% RETENIDO ACUMULADO 4=(Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5=(100-4)
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	1.24	0.85018855	0.85018855	99.14981145
N°60	0.25	9.24	6.335275968	7.185464518	92.81453548
N°80	0.18	5.67	3.887555708	11.07302023	88.92697977
N°120	0.125	12.81	8.782996229	19.85601646	80.14398354
N°140	0.106	10.56	7.240315393	27.09633185	72.90366815
N°200	0.075	27.87	19.10867329	46.20500514	53.79499486
<b>FONDO</b>		78.46	53.79499486	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		145.85	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 8.



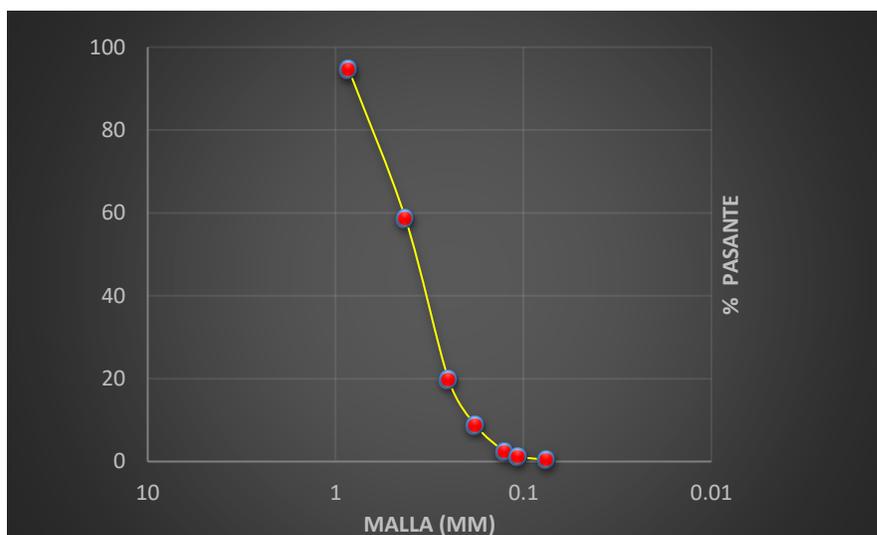
SISTEM	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Grues a	Media	Fina	Grue so	Medio	Fino	
	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6- 0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,06 3- 0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 8

### E8-4

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100	% RETENIDO ACUMULADO 4= (Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5= (100 -4)
N° 20	0.85	5.91	5.46160244	5.46160244	94.53839756
N°40	0.425	38.81	35.86544682	41.32704926	58.67295074
N°60	0.25	42.16	38.96127899	80.28832825	19.71167175
N°80	0.18	11.84	10.94168746	91.23001571	8.76998429
N°120	0.125	7.01	6.478144349	97.70816006	2.291839941
N°140	0.106	1.25	1.155161261	98.86332132	1.13667868
N°200	0.075	0.76	0.702338046	99.56565937	0.434340634
<b>FONDO</b>		0.47	0.434340634	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		108.21	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 8.



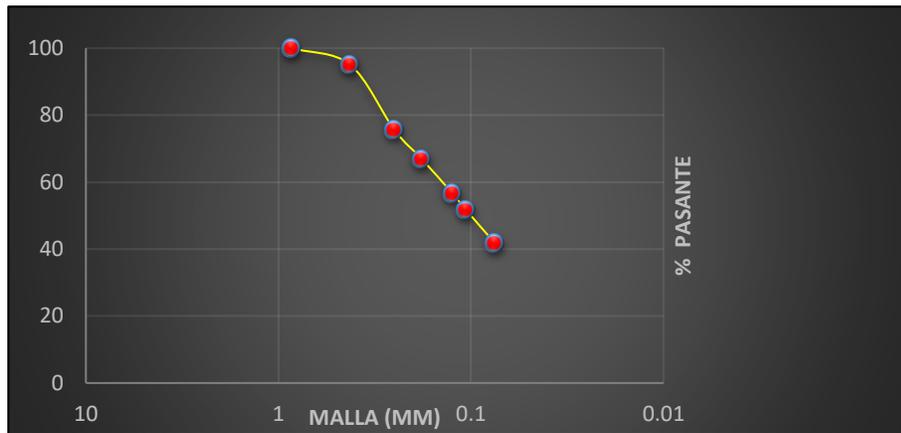
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6-0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 -0,02 mm	0,02-0,006 mm	0,006-0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 8.

## Estación 9

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO 3=(1-2)*100	% RETENIDO ACUMULADO 4=(Σ3)	% PASANTE ACUMULADO 5=(100-4)
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	5.54	4.89356064	4.89356064	95.10643936
N°60	0.25	22.08	19.50357742	24.39713806	75.60286194
N°80	0.18	9.85	8.700644819	33.09778288	66.90221712
N°120	0.125	11.59	10.23761152	43.3353944	56.6646056
N°140	0.106	5.66	4.999558343	48.33495274	51.66504726
N°200	0.075	11.25	9.937284692	58.27223743	41.72776257
<b>FONDO</b>		47.24	41.72776257	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		113.21	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 9.



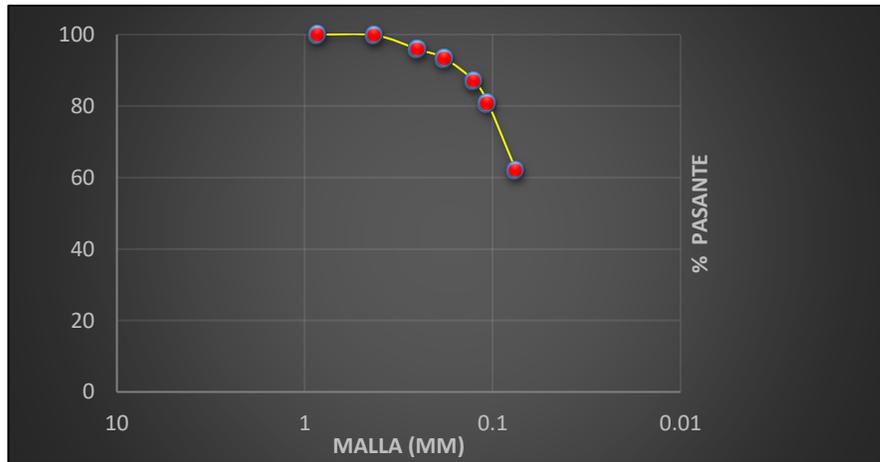
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6- 0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,06 3- 0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 9.

## Estación 10

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr) (1)	% RETENIDO $3=(1-2)*100$	% RETENIDO ACUMULADO $4=(\sum 3)$	% PASANTE ACUMULADO $5=(100-4)$
N° 20	0.85	0	0	0	100
N°40	0.425	0.23	0.177387012	0.177387012	99.82261299
N°60	0.25	5.1	3.933364183	4.110751195	95.8892488
N°80	0.18	3.34	2.575967916	6.686719112	93.31328089
N°120	0.125	8.29	6.393644917	13.08036403	86.91963597
N°140	0.106	7.88	6.077433287	19.15779732	80.84220268
N°200	0.075	24.49	18.88786056	38.04565787	61.95434213
<b>FONDO</b>		80.33	61.95434213	100	
<b>TOTAL (gr) (2)</b>		129.66	100		

**Descripción:** Resultado granulométrico de la estación 10.



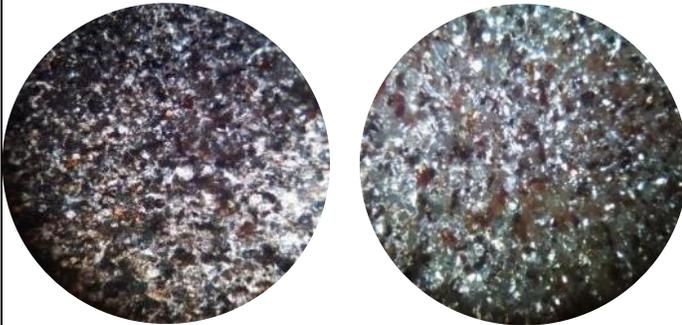
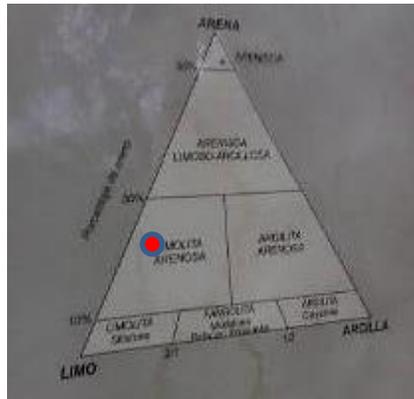
SISTEMA	GRAVA FINA	ARENA			LIMO			ARCILLA
		Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	
SUCS	6,3 - 2 mm	2 - 0,6mm	0,6- 0,2 mm	0,2 0,06 mm	0,063 - 0,02 mm	0,02- 0,006 mm	0,006- 0,002 mm	< 0,002 mm

**Descripción:** Curva granulométrica de la estación 10.

# ANEXO D

## RESULTADOS PETROGRÁFICOS

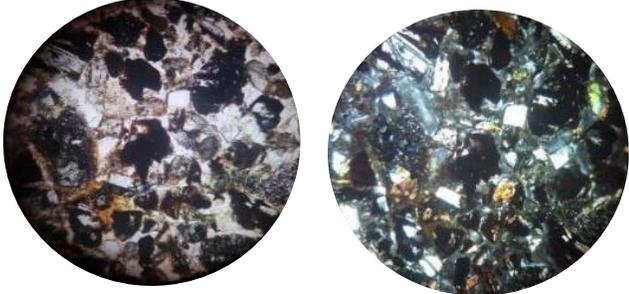
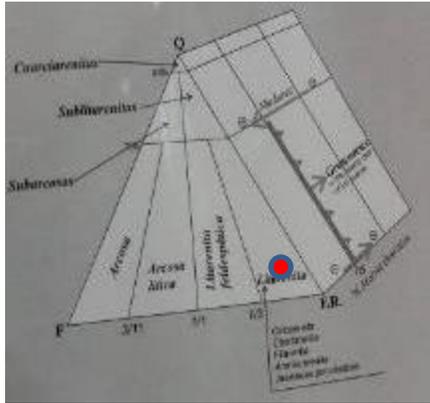
### Estación 1

<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E1	<b>COORDENADAS</b>	X: 619995
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9850033
<b>LOCALIDAD</b>	A 7 km del centro poblado de Balzar, cerca del Cementerio General.		
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Balzar		
<b>DESCRIPCION MACROSCÓPICA</b>			
Roca detrítica de color café claro, consolidada, el tamaño del grano varía de fino a muy fino.			
<b>Clasificación:</b> Limolita arenosa			
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> <a href="mailto:burgos@espol.edu.ec">burgos@espol.edu.ec</a>		
	<b>TELF:</b> 0984393863		
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 9/12/2016		
<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>			
Matriz arcillosa soportada, presenta fragmentos pelíticos. Se observa la presencia de anfíboles como la arfvedsonita y de plagioclasas. Además, piroxenos como augita, óxidos de hierro y circón. Su estado no es muy maduro, presenta micas.			
<b>IMAGEN LÁMINA</b>		<b>DIAGRAMA</b>	
			
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>			
F: 40 Q: 10 FR: 20 Px:30			

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 1.

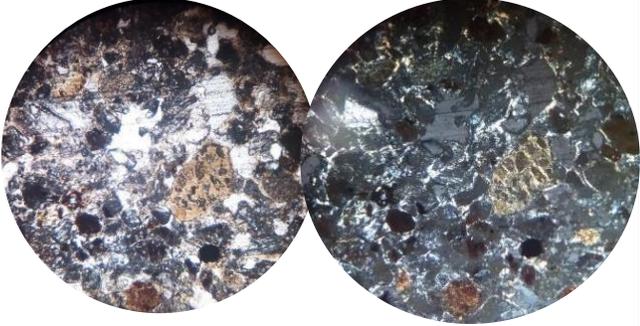
## Estación 2

<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E2-A	<b>COORDENADAS</b>	X:620581
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9849957
<b>LOCALIDAD</b>	A 2 km del Centro poblado Balzar, a lado del cementerio general.		
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Fm. Balzar		
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>			
Arena consolidada de color amarillo ocre con gris verdoso, el tamaño del grano varía de fino a grueso.			
<b>Clasificación:</b> Arenisca de grano fino a grueso.			
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> <a href="mailto:burgos@espol.edu.ec">burgos@espol.edu.ec</a> <b>TELF:</b> 0984393863		
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 9/12/2016		
<b>Observaciones:</b> En la parte superior de la muestra se observa micro conglomerado con diámetro 2mm a 5mm			

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
Los cristales son grandes. Están muy mal clasificados, presenta clastos soportados, los clastos son subredondeados a subangulares. Líticos de rocas volcánicas compuestos por plagioclasas en bastante cantidad, piroxenos, biotita y cuarzo monocristalino. Además hay olivino, líticos pelíticos, minerales como: olivino, sillimanita, clorita y opacos (sulfuros)	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>	
F: 20 Q: 10 FR: 70	

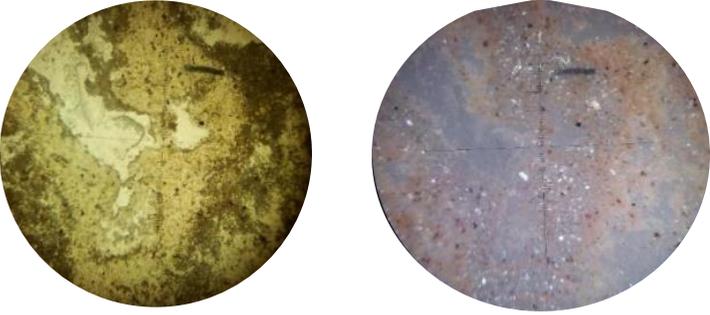
**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 2.

<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E2-La	<b>COORDENADAS</b>	X: 620581
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9849957
<b>LOCALIDAD</b>	A 2 km del Centro poblado Balzar, a lado del cementerio general.		
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Fm. Balzar		
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>			
Limo arenoso compactado de grano fino de color café amarilloso claro con posibles micas. Se observan partes oxidadas.			
<b>Clasificación:</b> Limolita arenosa			
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> burgos@espol.edu.ec		
	<b>TELF:</b> 0984393863		
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 9/12/2016		

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
Presencia de cuarzo monocristalino, opacos (pocos sulfuros), granos soportados, mal clasificados, subangulares. Hay piroxenos, plagioclasas, epidota?, líticos pelíticos, anfíboles.	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>	
F: 20 Q: 20 FR: 20 FRS: 20 Px: 20	

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 2.

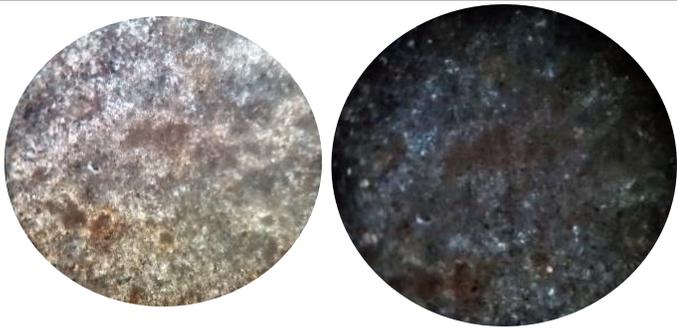
<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E2-Ltb	<b>COORDENADAS</b>	X: 620581
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9849957
<b>LOCALIDAD</b>	A 2 km del Centro poblado Balzar, a lado del cementerio general.		
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Fm. Balzar		
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>			
Limo arenoso consolidado de color beige verdoso claro, de grano fino. Presenta la textura de una toba			
<b>Clasificación:</b> Limolita arenosa			
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> burgos@espol.edu.ec <b>TELF:</b> 0984393863		
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 9/12/2016		

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
Matriz arcillosa muy fina, no muy madura. Fragmentos pelíticos, ¿óxidos de hierro y titanio?, opacos. Las plagioclasas y piroxenos presentes están en tamaño muy pequeño.	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>	
F: 30 Q: 10 FR: 20 FRS: 20 Px: 20	

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 2.

### Estación 3

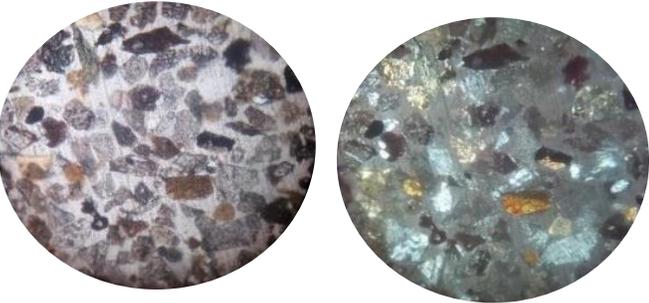
<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E3	<b>COORDENADAS</b>	X:625349
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9846000
<b>LOCALIDAD</b>	A 5 km del centro poblado de Balzar		
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Fm. Balzar		
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>			
Limo arenoso compactada de color café verdoso claro con restos de material leñoso.			
<b>Clasificación:</b> Limolita			
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> burgosQespol.edu.ec <b>TELF:</b> 0984393863		
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 9/12/16		

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
Matriz arcillosa muy fina, óxidos de hierro, micas?	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>	
F: 20 Q: 10 FR: 20 FRS: 20 Px: 30	

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 3.

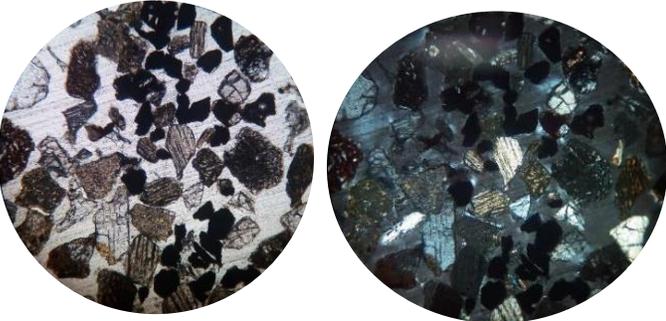
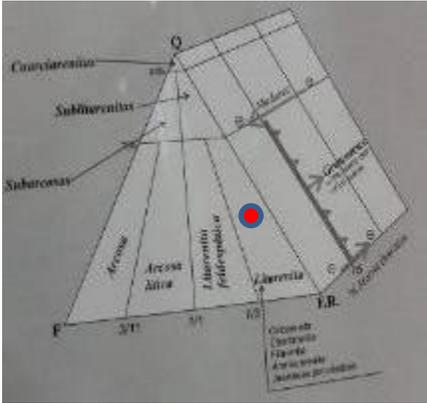
## Estación 4

<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E4-A	<b>COORDENADAS</b>	X: 619878
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9837344
<b>LOCALIDAD</b>	Cerca de Vinces		
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Pichilingue		
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>			
Arena de grano fino a medio poco consolidada de color amarillo ocre con gris verdoso. Se observa laminación cruzada.			
<b>Clasificación:</b> Arenisca de grano fino a medio			
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> burgos@espol.edu.ec		
	<b>TELF:</b> 0984393863		
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 9/12/2016		

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
Mal clasificada, líticas, estos fragmentos de roca es textura porfídica compuestos de piroxenos, plagioclasas, clorita. Hay concentración de sedimentos pesados.(sulfuros).Hay óxidos de hierro, clorita. Además hay presencia de Líticos pelíticos	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>	
F: 20 Q: 10 FR: 20 FRS: 20 Px: 30	

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 4.

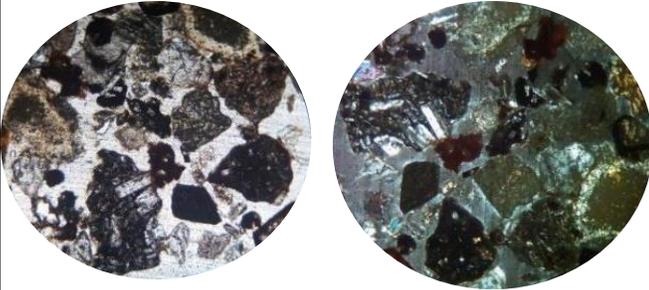
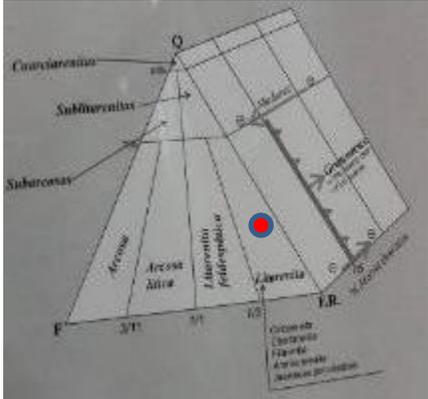
<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E4-A0	<b>COORDENADAS</b>	X:619878	
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9837344	
<b>LOCALIDAD</b>	Cerca de Vinces			
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Pichilingue			
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>				
Arena de grano medio a grueso poco consolidada de color gris verdoso.				
<b>Clasificación:</b> Arenisca				
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> burgos@espol.edu.ec			
	<b>TELF:</b> 0984393863			
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 9/12/16			

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
Fragmentos de rocas ígneas, se observa opcaos (sulfuros), los granos son subredondeados a subangulares, mal clasificados, minerales: plagioclasas, piroxenos, rutilo, cuarzo, clorita?, epidota, óxido de hierro, circón, los cristales son grandes.	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>	
F: 20 Q: 10 FR: 20 FRS: 20 Px: 30	

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 4.

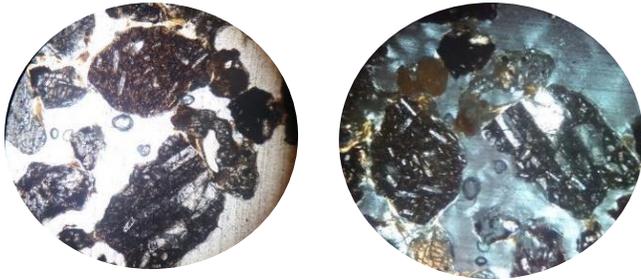
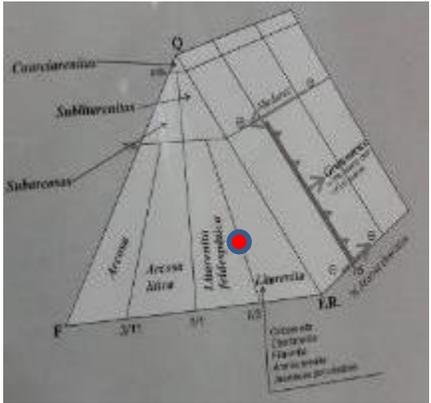
## Estación 5

<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E5-1	<b>COORDENADAS</b>	X:637510
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9830252
<b>LOCALIDAD</b>			
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Pichilingue		
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>			
Arena de grano medio a grueso de color amarillo ocre claro poco consolidada.			
<b>Clasificación:</b> Arenisca			
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> burgos@espol.edu.ec		
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>TELF:</b> 0984393863		
	<b>FECHA:</b> 9/12/16		

<b>DESCRIPCION MICROSCOPICA</b>	
Poca cantidad de opacos (sulfuros), líticos (plagioclasas bastante, piroxenos como augita y piegonita, horblenda, circón, epidota, clorita?), óxidos de hierro, líticos pelíticos, los cristales son bien grandes.	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>	
F: 20 Q: 10 FR: 20 FRS: 20 Px: 30	

**Descripción:** Descripción macro y microscópica de la estación 5.

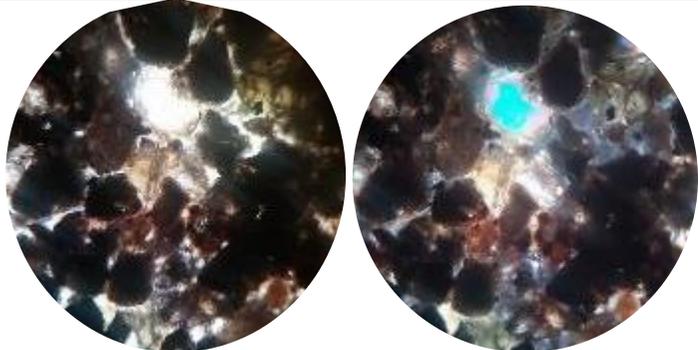
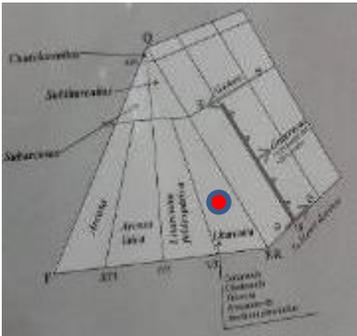
<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E5-2	<b>COORDENADAS</b>	X:637510
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9830252
<b>LOCALIDAD</b>			
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Pichilingue		
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>			
Arena de grano medio a grueso de color gris azulado verdoso poco consolidado.			
<b>Clasificación:</b> Arenisca			
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b>		
	<b>TELF:</b> 0984393863		
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 9/12/16		

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
Bien porosa, mal clasificada, clastos subangulosos a subredondeados, líticos de rocas ígneas (minerales: plagioclasas, piroxenos, anfíboles como horblenda, clorita, olivino, opacos muy pocos, óxidos de hierro, cuarzo), líticos pelíticos, los cristales son grandes.	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>	
F: 30 Q: 10 FR: 20 FRS: 20 Px: 20	

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 5.

## Estación 7

<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E7-1	<b>COORDENADAS</b>	X: 614572	
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9819497	
<b>LOCALIDAD</b>				
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Pichilingue			
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>				
arenisca poco consolidada de grano fino a medo de color verde grisáceo.				
<b>Clasificación:</b> Arenisca				
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> burgos@espol.edu.ec			
	<b>TELF:</b> 0984393863			
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 20/12/16			

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
Textura clástica, con granos subangulares, mal clasificado. Los minerales presentes son: circón, olivino, sericita, piroxenos, clorita y epidota.	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>	
F: 20 Q: 10 FR: 20 FRS: 20 Px: 30	

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 7.

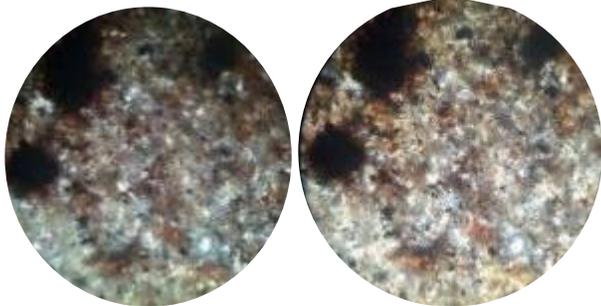
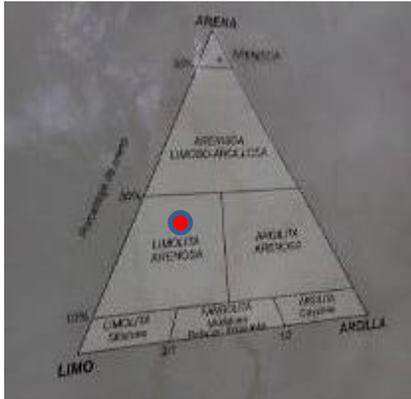
<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E7-2	<b>COORDENADAS</b>	X: 614572
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9819497
<b>LOCALIDAD</b>	Cerca de Palestina		
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Pichilingue		
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>			
limo arenosa compactada de color beige claro de grano fino.			
<b>Clasificación:</b> Limolita arenosa			
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> burgos@espol.edu.ec		
	<b>TELF:</b> 0984393863		
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 20/12/16		

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
No se distinguen los minerales y se ve como una masa de color marrón claro a oscuro.	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 7.

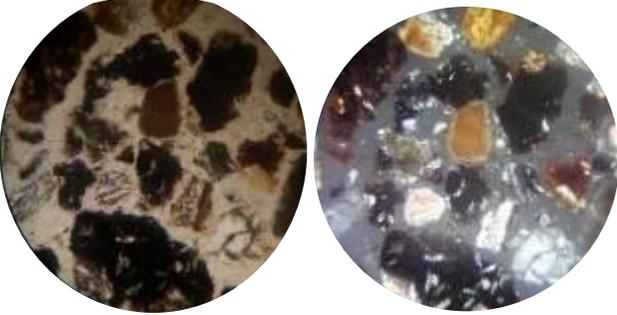
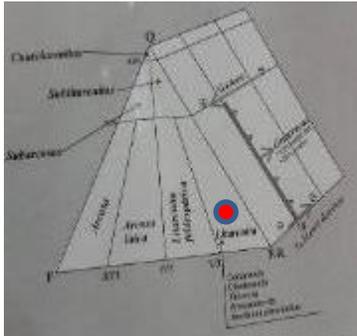
## Estación 8

<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E8-3	<b>COORDENADAS</b>	X: 635832	
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9828270	
<b>LOCALIDAD</b>				
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Pichilingue			
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>				
limo arenosa de color beige clarísimo compactada de grano fino a medio.				
<b>Clasificación:</b> Limolita arenosa				
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> burgos@espol.edu.ec			
	<b>TELF:</b> 0984393863			
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 20/12/16			

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
Matriz de grano fino arcillosa, con pequeños cristales observables de sericita, plagioclasas, piroxenos, olivino y epidota.	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>	
F: 30 Q: 10 FR: 10 FRS: 20 Px: 30	

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 8.

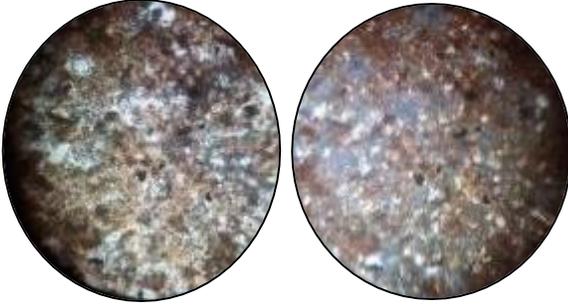
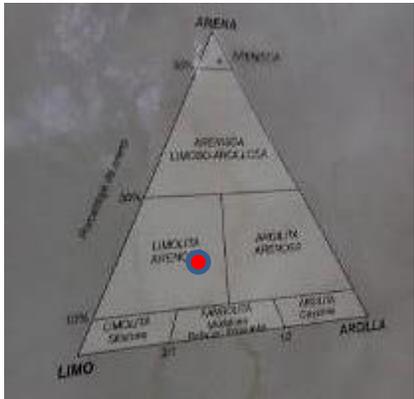
<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E8-4	<b>COORDENADAS</b>	X: 635832
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9828270
<b>LOCALIDAD</b>			
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Pichilingue		
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>			
Arenisca nada consolidada de grano medio a grueso de color gris verdoso.			
<b>Clasificación:</b> Arenisca			
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> burgos@espol.edu.ec <b>TELF:</b> 0984393863		
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 20/12/16		

<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
La roca presenta textura clástica, los clastos son subangulares, mal clasificados, se observa líticos volcánicos (minerales: plagioclasa, piroxenos). Minerales que presenta son: circón, olivino, clorita, epidota, plagioclasas y anfíboles (Horblenda)	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (100%)</b>	
F: 20 Q: 10 FR: 30 FRS: 20 Px: 20	

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 8.

## Estación 9

<b>COD DE CAMPO</b>	CBG-E9	<b>COORDENADAS</b>	X: 660144
<b>COD DE LAB</b>		UTM WGS 84 17S	Y: 9805044
<b>LOCALIDAD</b>			
<b>FORMACION GEOLOGICA</b>	Pichilingue		
<b>DESCRIPCION MACROSCOPICA</b>			
limo arenoso color café amarilloso claro poco consolidado de grano fino a medio.			
<b>Clasificación:</b>			
<b>RECOLECTADA POR:</b> Catherine Burgos Torres	<b>CORREO:</b> burgos@espol.edu.ec		
	<b>TELF:</b> 0984393863		
<b>RECIBIDO POR:</b> Ing. Galo Montenegro	<b>FECHA:</b> 20/12/16		

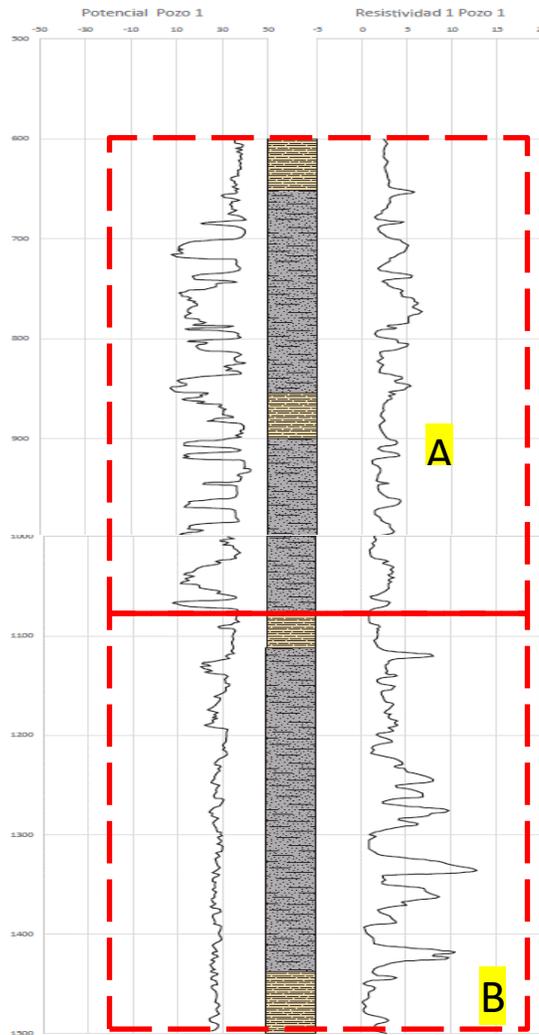
<b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b>	
Matriz arcillosa con presencia de olivino, epidota y piroxenos en granos pequeños	
<b>IMAGEN LÁMINA</b>	<b>DIAGRAMA</b>
	

**Descripción:** Ficha macro y microscópica de la estación 9.

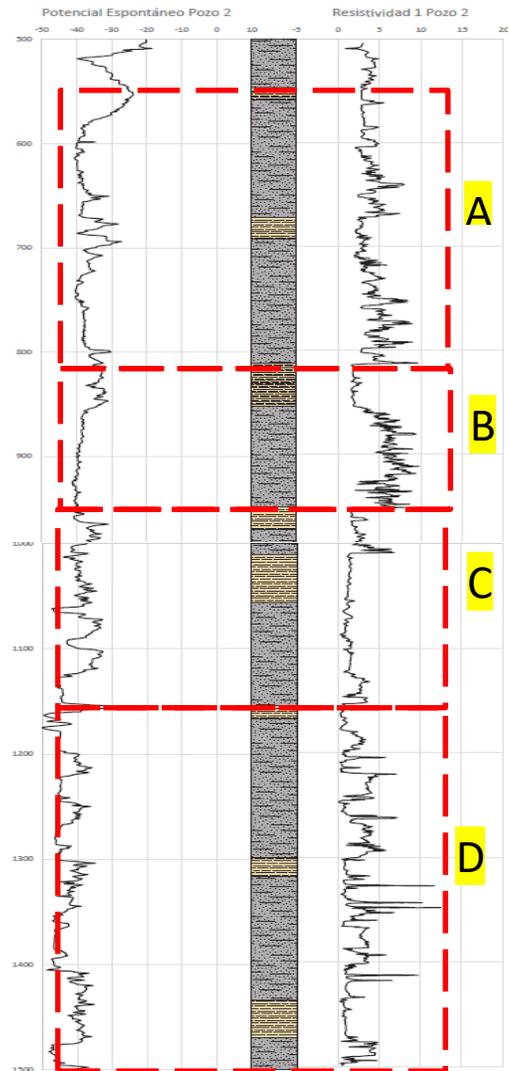
## ANEXO E:

### TRATAMIENTO DE LOS REGISTROS DE POZOS

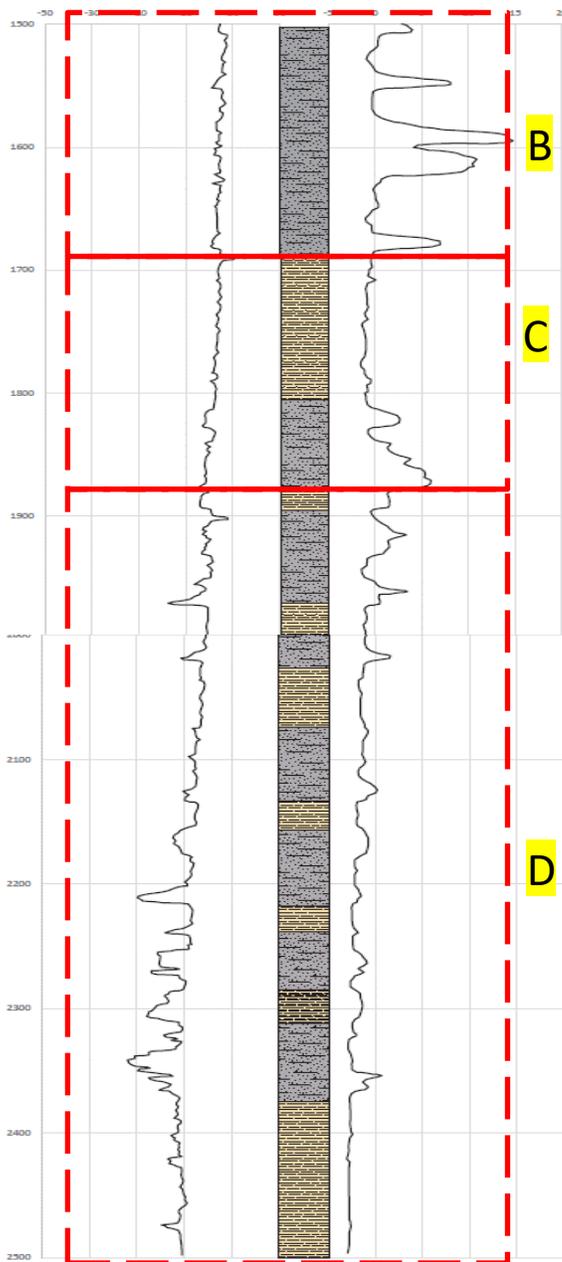
#### Interpretación y Correlación



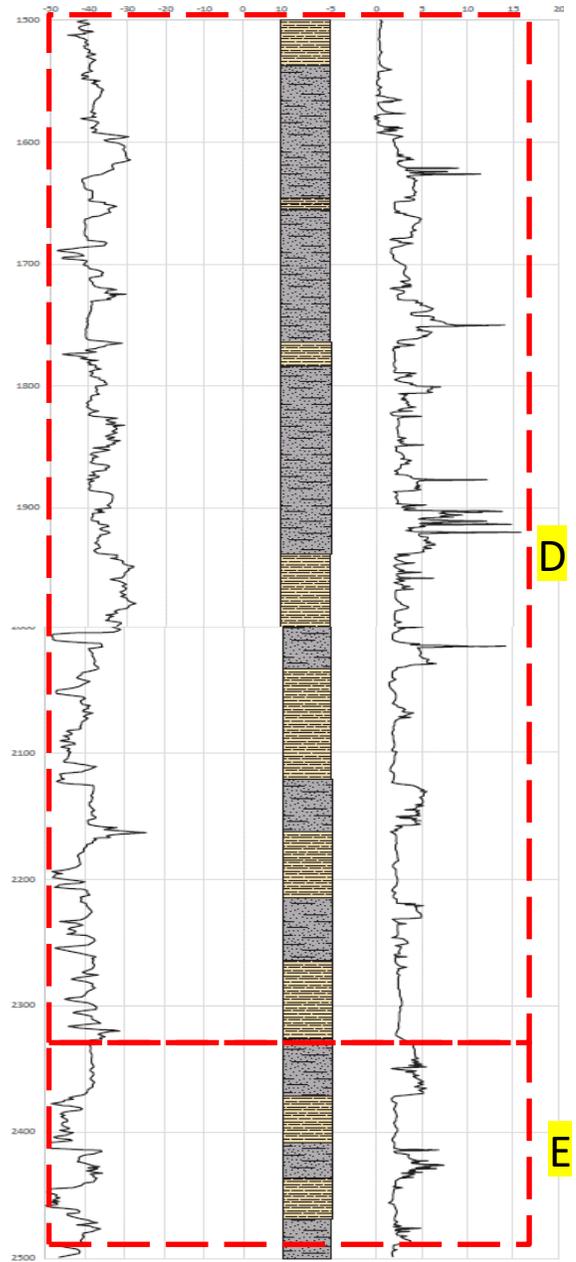
**Descripción:** Interpretación del pozo Daule 1 de 500 a 1500 pies.



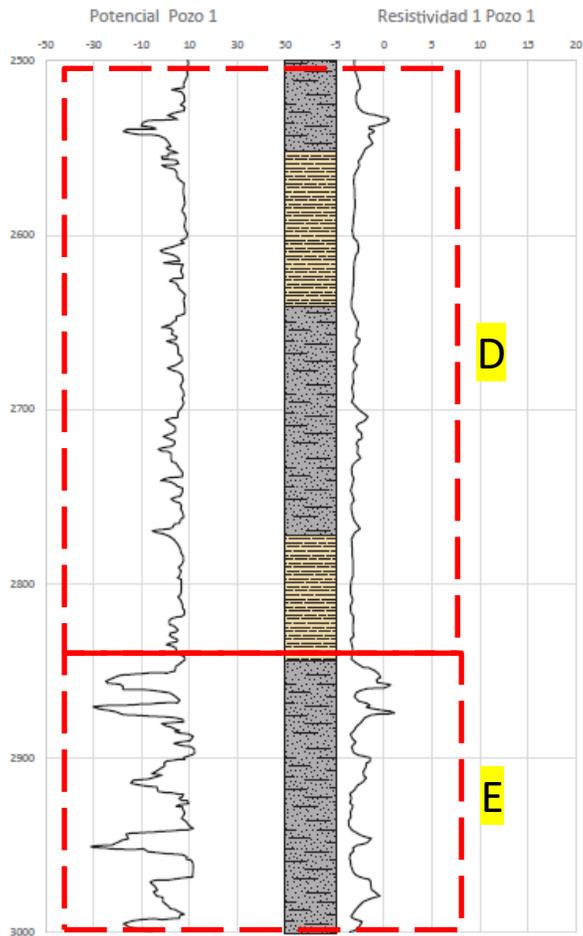
**Descripción:** Interpretación del pozo Daule 2 de 500 a 1500 pies.



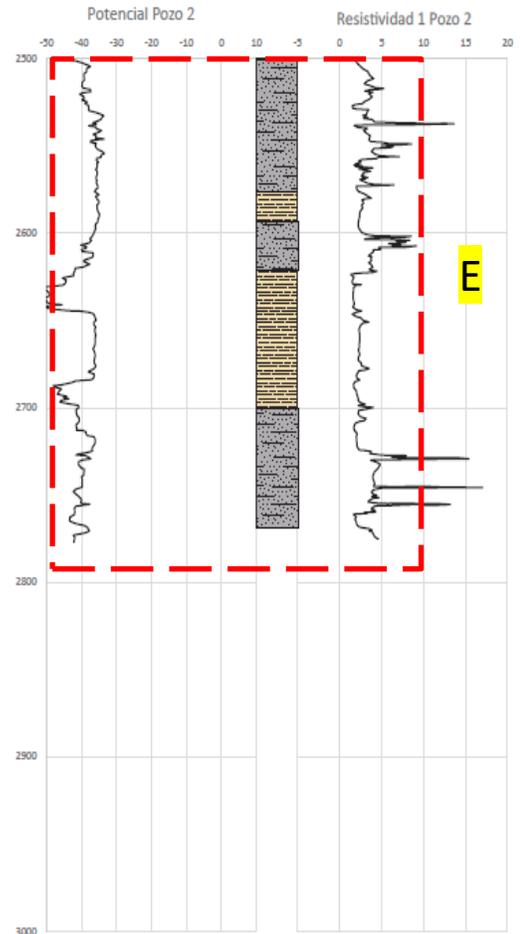
**Descripción:** Interpretación del pozo Daule 1 de 1500 a 2500 pies.



**Descripción:** Interpretación del pozo Daule 2 de 1500 a 2500 pies.



**Descripción:** interpretación del pozo Daule 1 de 2500 a 3000pies



**Descripción:** Interpretación del pozo Daule 2 de 2500 a 3000 pies.

# **BIBLIOGRAFÍA**

Baldock, J. W. (1982). Geología del Ecuador. Boletín de la Explicación del Mapa Geológico de la República del Ecuador. Escala 1:1000000. En J. W. Baldock, Geología del Ecuador. Boletín de la Explicación del Mapa Geológico de la República del Ecuador. Escala 1:1000000 (pág. 869). Quito-Ecuador.

Bommathanahalli, R. (1997). Estrategias de extensión para el manejo integrado de las cuencas hidrográficas. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Bristow, C., & Hoffstetter, R. (1977). Lexique Stratigraphique International (Vol. 2nd Ed.). París.

Carenas, F. M., Giner, R. J., González, Y. J., & Pozo, R. J. (2014). Geología. España: Paraninfo.

CLIRSEN. (5 de Marzo de 2008). Evaluación de las Inundaciones de la cuenca baja del Guayas, Datos y Manejo.

Clirsen. (2012). GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO NACIONAL ESCALA 1:25000. QUITO. Recuperado el 16 de Diciembre de 2016, de Instituto Ecuatoriano Espacial: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA5/NIVEL\\_DEL\\_PDOT\\_CANTONAL/LOS\\_RIOS/MOCACHE/IEE/MEMORIAS\\_TECNICAS/mt\\_mocache\\_geomorfologia.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA5/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/LOS_RIOS/MOCACHE/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_mocache_geomorfologia.pdf)

Comercio, E. (Marzo de 2013). Guayquil propensa a inundaciones.

Corrales, Z. I., & Rosell, S. J. (1977). *Estratigrafía*. Madrid, España: Editorial Rueda.

DGGM. (1979). *Mapa Geológico del Ecuador a escala 1/100000, Paján*. Quito: IGM.

DGGM. (1979). *Mapa Geológico del Ecuador, a escala 1/100000, Chongón*. Quito: IGM.

DGGM. (1979). *Mapa Geológico del Ecuador, a escala 1/100000, Guayas*. Quito: IGM.

DGGM. (1979). *Mapa Geológico del Ecuador, a escala 1/100000, Pedro Carbo*. Quito: IGM.

DGGM. (1979). *Mapa Geológico del Ecuador, escala 1/100000, Babahoyo*. Quito: IGM.

DGGM. (1979). *Mapa Geológico del Ecuador, escala 1/100000, Quevedo, Hoja 48 CT-NIV-B*. Quito: IGM.

DGGM. (1979). *Mapa Geológico del Ecuador, escala 1/100000, Vinces*. Quito: IGM.

Dumont, J., Santana, E., Soledispa, B., & King, A. (2007). El Islote Palmar, Resultado de una evolución a largo plazo de la distribución del drenaje entre ríos Daule y Babahoyo en la Cuenca del Guayas. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Vol. 14, N°1, 171.

Espacial, I. E. (2009). *Mapa Geodopedológico del Ecuador*. Guayaquil.

Fatras, C. (2017). Mapa de Inundaciones del año 2015. Guayaquil, Espol.

Gallino, O. (1972). El Desarrollo Regional de la Cuenca del Río Guayas.

Griem, W., & Griem-Klee, S. (30 de Octubre de 2010). Geovirtual. Obtenido de Geovirtual: <http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap05b-3.htm>

Guaranda, K., & Muñoz, M. d. (2008). Estudio Geomorfológico mediante teledetección de los cursos fluviales antiguos y abandonados de la Cuenca hidrográfica aluvial del Río Guayas para la determinación de la evolución holocena de la red de drenaje. Tesis, ESPOL, Guayaquil.

Hidrocarburo, S. (1960). Pozos Daule 1 y Daule 2. Guayaquil.

Hurtado, M. (2012). Fondo de agua para la cuenca del Guayas.

Iriondo, M. H. (2007). Introducción a la Geología (Vol. Tercera Edición). Argentina: Brujas.

Krumbein, W. C., & Sloss, L. (1963). Estratificación y Sedimentación. México: Uteha.

Lemon, R. R. (1990). Principles of Stratigraphy . En R. R. Lemon, Principles of Stratigraphy (pág. 559). Columbus, Ohio: Merring Publishing Company.

Martillo, C. (2016). Enregistrements Stratigraphiques des Cycles Glacio eustatiques et de la Deformation durant le Pleistocene le long la Marge Centrale d'equateur (Exploitation des Donnees de la Campagne Atacames). L'UNIVERSITE de Nice-Sophia Antipolis.

Mendiberri, J. C. (2009). Sedimentología. Venezuela, Atlantic International University.

Ministerio de Agricultura, G. A. (2004). Mapa de Cultivos. Guayaquil.

Navarrete, C. E. (2013). Apuntes de Estratigrafía y Sedimentación. Guayaquil: Sidweb.

Núñez del Arco. (2003). Geología del Ecuador. Guayaquil.

Pedoja, K., Ortlieb, L., Dumont, J. F., Lamothe, M., Ghaleb, B., Auclair, M., & Labrousse, B. (2006). Quaternary coastal uplift along the Talara Arc (Ecuador, Northern Peru) from new marine terrace data. *Marine Geology*, 228(1–4), 73–91.  
<http://doi.org/10.1016/j.margeo.2006.01.004>

Pinos, E. A. (23 de Diciembre de 2016). Enciclopedia del Ecuador. Obtenido de Enciclopedia del Ecuador: <http://www.encyclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/cuenca-del-rio-guayas/>

Press, O. U. (2000). Diccionario de Ciencias de la Tierra. España: Complutense.

Proust, J. N., Martillo, C., Michaud, F., Collot, J. Y., & Dauteuil, O. (2016). Subduction of seafloor asperities revealed by a detailed stratigraphic analysis of the active margin shelf sediments of Central Ecuador. *Marine Geology*.  
<http://doi.org/10.1016/j.margeo.2016.03.014>

Schlumberger. (10 de Enero de 2017). Obtenido de Schlumberger:  
[http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/s/sedimentary\\_basin.aspx](http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/s/sedimentary_basin.aspx)

Senagua, Espol, & Aecid. (2014). ELABORACIÓN DEL MAPA HIDROGEOLOGICO A ESCALA 1:250.000. Guayaquil.

Tapia, J. C. (2012). Modelización Hidrológica de una área experimental en la Cuenca del Río Guayas en la producción de caudales y sedimentos. Tesis de Maestría en Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas, Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.

Telégrafo, E. (1 de Febrero de 2016). El Guayas Naufraga.

Valverde, O., Segarra, G., & Yáñez, D. (2009). Pedogénesis de la Cuenca Baja del Río Guayas y su relación con el relieve, clima y geología. Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por sensores remotos, Guayaquil.

Vera, T. J. (1994). Estratigrafía: Principios y Métodos. Madrid - España: Rueda.

Winckell, A. Z. (1997). Los Paisajes Naturales del Ecuador. En A. Z. Winckell, Los Paisajes Naturales del Ecuador (pág. 438). Quito-Ecuador: Talleres gráfico del IGM.