



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**ESTUDIO DE LA GEODINÁMICA SUPERFICIAL EN LA VÍA TRONCAL  
AMAZÓNICA EN EL TRAMO TUMBES - GUALAQUIZA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE INGENIERO EN GEOLOGÍA Y MINAS**

**RIVADENEIRA ORTIZ RHONNY SANTIAGO**

**MACAS- ECUADOR**

**2019**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Rivadeneira Ortiz Rhonny Santiago**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos y originales, los textos y documentos que proviene de otras fuentes están debidamente citados y referenciados

Como autor asumo la responsabilidad académica y legal del contenido de este trabajo de investigación

Macas, 09 de Enero de 2019.

  
Rivadeneira Ortiz Rhonny Santiago

140048404-2

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Macas, 8 de febrero de 2019

Los que al pie subscribimos en el presente documento, en calidad de **director del trabajo de titulación y miembro de trabajo de titulación** del señor **Rhonny Santiago Rivadeneira Ortiz**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Geología y Minas, Facultad de Recursos Naturales, Extensión Morona Santiago, una vez que hemos revisado y comprobado la culminación del proyecto técnico, con el tema: **"ESTUDIO DE LA GEODINÁMICA SUPERFICIAL DE LA VÍA TRONCAL AMAZÓNICA EN EL TRAMO TUMBES – GUALAQUIZA"**, se aprueba el informe del trabajo de titulación y certificamos que se encuentra apto para la defensa oral, finalizado en un 100% firmamos expresando mediante este documento como idóneo para realizar el acta de defensa oral pública.

Es cuanto podemos certificar en honor a la verdad.

Acertadamente:



Ing. Edgar Pino, Mgs.

**Director del trabajo de titulación.**



Ing. Marco Méjia, Mgs.

**Miembro del trabajo de titulación.**

## DEDICATORIA

A mis padres Ivory Rivadeneira y Angelita Ortiz y a mi hermano Dystefano Rivadeneira por darme el apoyo incondicional durante toda la carrera universitaria y en el transcurso del trabajo de titulación

A la niña de mis ojos por apoyarme en la última fase de titulación.

A mi familia por estar conmigo en momentos alegres y difíciles que atravesé en mi vida estudiantil.

De manera muy especial a mis abuelitos Nelson Ortiz y Blanca Palacios quienes hicieron todo lo posible para que este sueño se cumpla y poder verme graduado.

Hago una mención muy importante a mi abuelito, padre y mejor amigo, de aquellas veces que siempre me viste caer y tuviste las mejores palabras para animarme, por los días en donde eras el hombre más feliz disfrutando mis triunfos, y sobre todo porque siempre estuviste ahí en días grises y los días alegres, dándome consejos y alentándome a nunca desmayar, porque eras la persona más animada para verme triunfar y verme lograr lo que más ansiaba, ser un profesional. Este logro te lo dedico a ti papito Nel porque ahora desde el cielo de seguro estarás preparando toda la fiesta para festejar el resultado de todo el sacrificio que hiciste.

Dedico este logro al hombre que sembró un niño lleno de ilusiones y cosecho un profesional. Esto va por ti Papito Nel.

## AGRADECIMIENTO

A mis padres Ivory Rivadeneira y Angelita Ortiz, por apoyarme incondicionalmente en todo el trayecto estudiantil, por permitirme cumplir un objetivo más y concluir una etapa en mi vida.

Al director de mi trabajo de investigación, Ing. Edgar Pino Loza y Asesor, Ing. Marco Mejía Flores por la ayuda brindada durante todo el trabajo de titulación.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la oportunidad de estudiar, crecer personalmente con buenos servicios y ayudar a obtener mi título profesional para tener un mejor futuro personal y por la sociedad.

Agradezco al Gobierno Autónomo del Cantón Gualaquiza por contribuir con la ayuda del equipo topográfico y al Gobierno Autónomo del Consejo Provincial de Morona Santiago por facilitarme la información del clima y la utilización del laboratorio de suelos.

## ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XIV
RESUMEN.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUCCIÓN .....	17
CAPITULO I.....	18
MARCO REFERENCIAL.....	18
1.1.    Antecedentes .....	19
1.2.    Planteamiento del problema.....	19
1.3.    Justificación .....	19
1.4.    Objetivos.....	20
1.4.1.  Objetivo general .....	20
1.4.2.  Objetivos específicos.....	20
1.5.    Planteamiento de la hipótesis.....	20
1.6.    Determinación de variables.....	20
1.6.1.  Dependiente.....	20
1.6.2.  Independientes.....	20
1.7.    Generalidades.....	22
1.7.1.  Ubicación geográfica del área de estudio.....	22
1.7.2.  Clima y temperatura .....	23

1.7.3. Hidrografía .....	23
CAPITULO II .....	25
MARCO TEÓRICO .....	25
2.1. Geología Regional .....	26
2.1.1. Unidad Upano (Jsu).....	26
2.1.2. Unidad La Saquea (Jsa).....	26
2.1.3. Unidad Nueva esperanza (JNe) .....	27
2.1.4. Formación Napo Cretácico: (Albiano Inferior a Senoniano, KN) .....	27
2.1.5. Formación Hollín (Cretácico Temprano: Albiano-Aptiano, Kh).....	27
2.1.6. Depósitos Aluviales (Cuaternario, QA) .....	28
2.1.7. Complejo Intrusivo Zamora (JZ).....	28
2.2. Estratigrafía.....	29
2.2.1. Columna Estratigráfica de la zona de estudio .....	29
2.3. Sedimentología .....	32
2.3.1. Ciclo sedimentario I (Aptiano Superior-Albiano Superior).....	32
2.3.2. Ciclo sedimentario II (Albiano superior-Cenomaniano Medio) .....	32
2.3.3. Ciclo sedimentario III (Cenomaniano Inferior a Medio-Turoniano Inferior) 32	
2.3.4. Ciclo sedimentario IV (Turoniano-Campaniano Inferior) .....	33
2.3.5. Ciclo sedimentario V (Campaniano-Maastrichtiano Inferior) .....	33
2.4. Tectónica.....	34
2.4.1. La Zona Subandina.....	34
2.4.2. El Levantamiento Napo.....	35
2.4.3. La Depresión Pastaza .....	35
2.4.4. Levantamiento Cutucu .....	35
2.4.5. La Cordillera del Cóndor.....	35
2.4.6. Cordillera Oriental.....	36
2.4.7. Frente de Cabalgamiento Subandina o Falla Cutucu-Galeras.....	36

2.4.8.	La Cuenca del Antepais o Cuenca de Trasarco del Este .....	36
2.5.	Sismicidad.....	39
2.6.	Geomorfología General .....	40
2.7.	Geodinamica .....	41
2.7.1.	Factores de modelamiento.....	41
2.7.2.	Procesos de Modelado.....	42
2.7.3.	Topografía .....	42
2.7.4.	Replanteo.....	43
2.7.5.	Levantamiento Topográfico .....	43
2.7.6.	Instrumentación .....	43
2.8.	Precipitación .....	44
2.8.1.	Pluviometría .....	45
2.8.2.	Pluviómetro .....	45
2.8.3.	Pluviografo .....	45
2.9.	Tipos de Suelos .....	45
2.10.	Deslizamientos .....	46
2.10.1.	Deslizamiento Rotacional.....	47
2.10.2.	Deslizamiento traslacional.....	47
2.10.3.	Extensiones.....	48
2.10.4.	Hundimientos.....	49
CAPITULO III.....		51
MÉTODOS Y TÉCNICAS .....		51
3.1.	Geología Local.....	52
3.1.1.	Formación Napo: Lutitas, Limos y Bloques de Cuarцитas. ....	52
3.1.2.	Formación Napo: Lutitas, Bloques de Caliza.....	52
3.1.3.	Formación Napo: Lutitas, Calizas y Fósiles.....	53
3.1.4.	Formación Hollín: Areniscas, Limos y Cuarцитas. ....	53



3.2.	Modelo Geológico de la zona de estudio.....	54
3.3.	Geomorfología de la zona de estudio.....	55
3.3.1.	Interpretación de la geomorfología vista en una imagen satelital.....	57
3.4.	Geodinamica de la zona de estudio.....	57
3.5.	Monitoreo del movimiento de la vía:.....	58
3.5.1.	Fichas de cada zona monitoreada.....	60
3.5.2.	Datos de Coordenadas del tiempo monitoreado.....	67
3.6.	Ensayos de Laboratorio.....	71
3.6.1.	Ensayo Granulométrico.....	72
3.6.2.	Ensayos de Humedad Natural.....	73
3.6.3.	Ensayos de Limite Liquido y Límite plástico.....	74
3.6.4.	Ensayos de Gravedad Específica.....	83
3.6.5.	Fichas de gravedad especifica.....	85
3.7.	Pluviometría.....	91
3.8.	Caracterización del macizo rocoso.....	91
CAPÍTULO IV.....		93
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		93
4.1.	Análisis de Resultados.....	94
4.2.	Resultados de Ensayos Físicos.....	94
4.3.	Pluviosidad.....	98
4.4.	Calidad del macizo rocoso.....	99
4.5.	Relación de la pluviometría, tipo de suelo y la calidad del macizo rocoso con el desplazamiento del terreno de la zona.....	99
4.5.1.	Punto de Control 1.....	100
4.5.2.	Punto de Control 2.....	101
4.5.3.	Punto de Control 3.....	102
4.5.4.	Punto de Control 4.....	102

4.5.5. Punto de Control 5.....	103
4.5.6. Punto de Control 6.....	103
CAPÍTULO V .....	105
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
5.1. CONCLUSIONES .....	106
5.2. RECOMENDACIONES.....	107
5.3. BIBLIOGRAFIA .....	108
5.4. ANEXOS .....	109
Anexos de trabajo de campo .....	109
Anexos de mapas de la zona de estudio.....	111

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
Tabla No. 1:	Variables dependientes e independientes.....	21
Tabla No. 2:	Delimitación de la zona de estudio. ....	22
Tabla No. 3:	Tipos de suelos.....	46
Tabla No. 4:	Ficha del punto de control RTG-001 .....	60
Tabla No. 5:	Ficha del punto de control RTG-002 .....	61
Tabla No. 6:	Ficha del punto de control RTG-003 .....	62
Tabla No. 7:	Ficha del punto de control RTG-004 .....	63
Tabla No. 8:	Ficha del punto de control RTG-005 .....	64
Tabla No. 9:	Ficha del punto de control RTG-006 .....	65
Tabla No. 10:	Ficha del punto de control RTG-007 .....	66
Tabla No. 11:	Coordenadas UTM correspondiente al mes de Marzo.....	67
Tabla No. 12:	Coordenadas UTM correspondiente al mes de Abril.....	67
Tabla No. 13:	Coordenadas UTM correspondiente al mes de Mayo.....	68
Tabla No. 14:	Coordenadas UTM correspondiente al mes de Junio.....	68
Tabla No. 15:	Coordenadas UTM correspondiente al mes de Julio.....	69
Tabla No. 16:	Coordenadas UTM correspondiente al mes de Agosto.....	69
Tabla No. 17:	Coordenadas UTM correspondiente al mes de Septiembre. ....	70
Tabla No. 18:	Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-001 .....	77
Tabla No. 19:	Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-002 .....	78
Tabla No. 20:	Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-003 .....	79
Tabla No. 21:	Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-004 .....	80
Tabla No. 22:	Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-005 .....	81
Tabla No. 23:	Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-006 .....	82
Tabla No. 24:	Esquema de valoración de la clasificación de RMR de Bieniawsky. ....	92
Tabla No. 25:	Resultado de la clasificación de suelos según SUCS Y AASTHO.....	97
Tabla No. 26:	Resultados de análisis de ensayos mecánicos .....	98
Tabla No. 27:	pluviometría de la zona de estudio.....	98
Tabla No. 28:	Resultado de la calidad del macizo rocoso .....	99
Tabla No. 29:	Desplazamiento total de los puntos de control.....	99

Tabla No. 30: Desplazamiento total del punto de control GEG-001 .....	101
Tabla No. 31: Desplazamiento total del punto de control GEG-002 .....	101
Tabla No. 32: Desplazamiento total del punto de control GEG-003 .....	102
Tabla No. 33: Desplazamiento total del punto de control GEG-004 .....	103
Tabla No. 34: Desplazamiento total del punto de control GEG-005 .....	103
<b>Tabla No. 35:</b> Desplazamiento total del punto de control GEG-006.....	104
Tabla No. 36: Resultados finales de los ensayos de laboratorio. ....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
Figura No. 1:	Ubicación de la zona de estudio. ....	23
Figura No. 2:	Mapa Hidrográfico de la zona de estudio. ....	24
Figura No. 3:	Mapa Geológico Regional de la zona de estudio. ....	28
Figura No. 4:	Columna estratigráfica de la Formación Napo. ....	30
Figura No. 5:	Columna Estratigráfica de la Formación Hollín. ....	31
Figura No. 6:	Ciclo Sedimentario de la Cuenca Oriental. ....	34
Figura No. 7:	Distribución tectónica de la Cuenca Oriental. ....	38
Figura No. 8:	Esquema de un deslizamiento Rotacional. ....	47
Figura No. 9:	Esquema de un deslizamiento traslacional. ....	48
Figura No. 10:	Esquema de una serie de extensiones. ....	49
Figura No. 11:	Grafica de un hundimiento. ....	50
Figura No. 12:	Medición de estructuras. ....	53
Figura No. 13:	Modelo Geológico de la zona de estudio. ....	54
Figura No. 14:	Mapa geomorfológico de la zona de estudio. ....	56
Figura No. 15:	Interpretación de la geomorfología vista en una imagen satelital. ....	57
Figura No. 16:	Marcación de coordenadas en el terreno. ....	59
Figura No. 17:	Mapa Geodinámico de la zona de estudio. ....	59
Figura No. 18:	Realizando un agujero para obtener la muestra. ....	71
Figura No. 19:	Procedimiento de tamizado para realizar la granulometría. ....	73
Figura No. 20:	Procedimiento de limite liquido realizado en casa grande. ....	76
Figura No. 21:	Procedimiento del ensayo de gravedad especifica. ....	84
Figura No. 22:	Resultado de la gravedad especifica de la muestra GEG- 001 ....	85
Figura No. 23:	Resultado de la gravedad especifica de la muestra GEG- 002 ....	86
Figura No. 24:	Resultado de la gravedad especifica de la muestra GEG- 003 ....	87
Figura No. 25:	Resultado de la gravedad especifica de la muestra GEG- 004 ....	88
Figura No. 26:	Resultado de la gravedad especifica de la muestra GEG- 005 ....	89
Figura No. 27:	Resultado de la gravedad especifica de la muestra GEG- 006 ....	90

**ÍNDICE DE GRÁFICOS**

<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Pág.</b>
	Gráfico No. 1: Análisis de límite líquido de la muestra GEG-001 .....	94
	Gráfico No. 2: Análisis de límite líquido de la muestra GEG-002 .....	95
	Gráfico No. 3: Análisis de límite líquido de la muestra GEG-003 .....	95
	Gráfico No. 4: Análisis de límite líquido de la muestra GEG-004 .....	96
	Gráfico No. 5: Análisis de límite líquido de la muestra GEG-005 .....	96
	Gráfico No. 6: Análisis de límite líquido de la muestra GEG-006 .....	97
	Gráfico No. 7: Desplazamiento total en vertical y horizontal.....	100
	Gráfico No. 8: Pluviometría mensual de la zona de estudio. ....	100

## RESUMEN

Esta investigación consiste en realizar un mapa de la geodinámica de desplazamiento del terreno en la vía troncal amazónica, tramo Tumbes - Guayaquiza; el cual plantea realizar el monitoreo del movimiento del terreno de la vía troncal amazónica en el tramo Tumbes-Guayaquiza en los *sitios afectados* por los deslizamientos en un lapso de tiempo de 6 meses, una vez por mes para relacionar con los tres factores los cuales son *pluviometría, tipo de suelo y la calidad del macizo rocoso*, el monitoreo se realizó mediante la colocación de estacas en los sitios afectados, el cual fue medido el desplazamiento con *estación total* y comprobado con GPS diferencial. Inicialmente comenzamos con un *levantamiento geológico* base de todo el tramo estudiado para identificar unidades litológicas, geomorfológicas, hidrológicas, descripción de los deslizamientos y la caracterización del macizo rocoso utilizando el método de Rock Mass Rating de Bienansky, realizamos la recolección de una muestra por cada sitio afectado, la etiquetamos y llevamos al laboratorio para realizar los ensayos de suelo respectivamente, la pluviometría se obtuvo mediante los sensores climáticos colocados en el cantón Guayaquiza. Una vez obtenida toda la información procedimos al proceso de datos y establecer la relación de los tres factores con el *movimiento del terreno*.

**Palabras claves** PLUVIOMETRÍA - TIPO DE SUELO - MACIZO ROCOSO - LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO.

Por: **Rhossy Rivadeneira**



The image shows a circular official stamp of the Universidad del Ecuador, Facultad de Ingeniería, with a signature over it. The signature is written in blue ink and reads 'Rhossy Rivadeneira'.

## ABSTRACT

### ABSTRACT

This research consists of making a map based on the Geodynamic land displacement in the major artery of the amazon rainforest, along the stretch of Tumbes - Gualaquiza; which proposes to conduct the continuous monitoring of earth movement in the main amazon highway of the above-mentioned stretch, focusing on the sites potentially affected by landslides over a period of 6 months, This is analyzed once a month in order to relate them with three fundamental factors such as: Rainfall, soil type and the quality of rock mass. The tracking and monitoring was carried out by placing stakes on the most affected areas, in which the terrain displacement was measured with total station and checked with Differential Global positioning System (GPS). Initially, a geological survey was applied on the stretch of ground studied in order to identify lithological, geomorphological and hydrological units, as well as a detailed description of landslides and characterization of rock masses by using Bienansky Rock Mass Rating method, we conducted a sample collection on every site affected. Also, we labeled it and took it to the laboratory for further analytical tests of the soil respectively. Moreover, Rainfall results were gathered through climatic sensors positioned in the Gualaquiza Canton. Once all the information had been collected properly, we continued with the data process and the establishment of the relationship among the three main factors directly linked to the ground movement.

**KEY WORDS:** >>RAINFALL<< >>SOIL TYPE<< >>ROCK MASS<<  
>>GEOLOGICAL SURVEY<<





## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo principalmente consiste en un estudio geodinámico de la vía Tumbes – Gualaquiza, con la finalidad de tener una base de datos del desplazamiento del terreno en función del tiempo. Los constantes deslizamientos y las afecciones a la calzada de la vía hacen que sea necesario contar con este tipo de estudios, para analizar los factores que generan esta problemática.

El cantón Gualaquiza no cuenta con un estudio a profundidad sobre la geodinámica del terreno a lo largo de la vía y las afecciones que estos producen a los usuarios de la misma, considerando que una de las principales amenazas son los deslizamientos y desplazamientos de masas relacionados con factores o elementos de ocurrencia en estos fenómenos gravitacionales como: la topografía, sismicidad, meteorización y precipitaciones climatológicas (Lluvias intensas).

Los fenómenos de remoción en masa (deslizamientos), son uno de los procesos geológicos más destructivos, generando grandes pérdidas humanas y económicas, sin embargo, muchas personas no son conscientes de su importancia, pero a su vez, estas pérdidas son evitables siempre y cuando el problema sea identificado con anterioridad, en base a estudios como es el de geodinamismo de la vía, para poder optar medidas técnicas de arreglos y reconstrucción en las zonas afectadas.

**CAPITULO I**  
**MARCO REFERENCIAL**

### **1.1. Antecedentes**

La falta de un estudio técnico de la vía troncal amazónica en el tramo San Juan Bosco – Gualaquiza hace que la circulación normal de vehículos y personas se interrumpa por afecciones que detonan aspectos físicos como el movimiento del terreno o saturación de agua de la vía, ocasionando pérdida económica y riesgos antrópicos. A demás se determina la carencia de datos técnicos como instrumento para las instituciones públicas para arreglos y adecuaciones de la vía.

De este problema se logra identificar sus causas, realizando el estudio técnico de la Geodinamica de la vía, proporcionando información a las instituciones públicas para que ellos tomen las debidas acciones oportunas para el arreglo permanente de los sitios afectados en el tramo estudiado.

### **1.2. Planteamiento del problema**

Un alto índice de fracturamiento y asentamiento de la calzada en la vía estudiada se ha evidenciado muchas veces interrumpiendo el tráfico vehicular por la destrucción del tramo afectado, Esto se debe a la falta de estudios de la geodinámica de la vía que ayuda a analizar y estudiar su comportamiento dinámico para la ejecución de las respectivas medidas de mitigación.

### **1.3. Justificación**

El presente trabajo, está encaminado a contribuir con información a entidades pertinentes como lo es el GAD Cantonal de Gualaquiza, para la buena toma de decisiones para intervenir en los arreglos viales en las zonas donde se presenta los movimientos de masa (deslizamientos), disminuyendo el peligro y sus efectos catastróficos, para poder aportar datos para la realización de trabajos investigativos posteriores más a detalle sobre estos temas, por esta razón se toma la decisión de realizar el trabajo investigativo denominado ESTUDIO DE LA GEODINÁMICA SUPERFICIAL DE LA VÍA TRONCAL AMAZÓNICA EN EL TRAMO TUMBES-GUALAQUIZA.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Realizar un mapa de la geodinámica de desplazamiento del terreno en la vía troncal amazónica, tramo Tumbes – Gualaquiza.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Realizar el levantamiento geológico del área de estudio, para diferenciar las unidades litológicas.
- Realizar el monitoreo temporal de desplazamiento del terreno en los sitios afectados.
- Realizar la caracterización de los macizos rocosos existentes en la zona de estudio.
- Determinar la relación de la pluviometría, tipo de suelo y la calidad del macizo rocoso con el movimiento del terreno de la zona.
- Realizar estudios de laboratorio para determinar el tipo de suelo.

## **1.5. Planteamiento de la hipótesis**

El estudio de la Geodinamica del desplazamiento del terreno en función del tiempo de la vía Troncal amazónica en el tramo Tumbes - Gualaquiza permitirá relacionar la tasa de movimiento del terreno con la pluviometría, el tipo de suelo y la calidad del macizo rocoso.

## **1.6. Determinación de variables**

### **1.6.1. Dependiente**

- Estudio de la geodinámica superficial de la vía para determinar el desplazamiento que ha sufrido el terreno por efecto de agentes externos.

### **1.6.2. Independientes**

- Características geológicas del área de estudio.
- Características geomorfológicas del terreno en el área de estudio.
- Características climáticas e hidrogeológicas del área de estudio.

**Tabla No. 1:** Variables dependientes e independientes.

Variable dependiente	Concepto	Indicadores	Dimensiones	Instrumentos
Estudio de la geodinámica superficial de la vía para determinar el desplazamiento que ha sufrido el terreno por efecto de agentes externos.	<b>Monitoreo:</b> Es el levantamiento topográfico para calcular y analizar el desplazamiento que sufre el terreno por efecto de agentes externos como es el agua, viento, tipo de suelo y macizo rocoso.	Levantamiento Topográfico	Milímetros (mm)	Mapa topográfico
		Técnicas de observación	Centímetros (cm)	Estación total
		Replanteo	Metros (mts)	Brújula
			Kilómetros (kms)	Cinta métrica Prisma
Variables Independientes	Concepto	Indicadores	Dimensiones	Instrumentos
Características geológicas del área de estudio.	<b>Levantamiento Geológico:</b> Es la caracterización de la litología de la zona de estudio representada en un mapa	Levantamiento Geológico	Milímetros (mm)	Mapa Geológico Regional
		Pluviometría	Centímetros (cm)	Brújula
Características geomorfológicas del terreno en el área de estudio.	<b>Geomorfología:</b> Es la ciencia que estudia la forma del relieve de la zona, como está distribuida y los agentes que intervienen en la forma y relieve del terreno.	Granulometría, Humedad,	Metros (mts)	GPS Pluviografo
		Limite Plástico y Limite Líquido	Kilómetros (kms)	Juego de tamices
Características climáticas e hidrogeológicas del área de estudio.		Absorción atómica del suelo	Gramos (gr)	Horno eléctrico
			Gamos sobre tonelada gr/Tn	Equipo Casa Grande
			Mililitro (ml)	
	<b>Ensayos de Laboratorio:</b> Se realiza para determinar el tipo de suelo que tiene mediante equipos y procedimientos mecánicos.			

Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

## 1.7. Generalidades

### 1.7.1. Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en las estribaciones de la Cordillera Real, en la zona baja de la Cordillera del Cóndor al sur de la provincia de Morona Santiago en el Cantón Gualaquiza, específicamente a 152 km. de Macas, capital de la Provincia de Morona Santiago a 1100 m.s.n.m; sus límites son al norte con el Cantón San Juan Bosco, al Sur con la provincia de Zamora Chinchipe, al Este con la Republica del Perú y al Oeste con la provincia del Azuay.

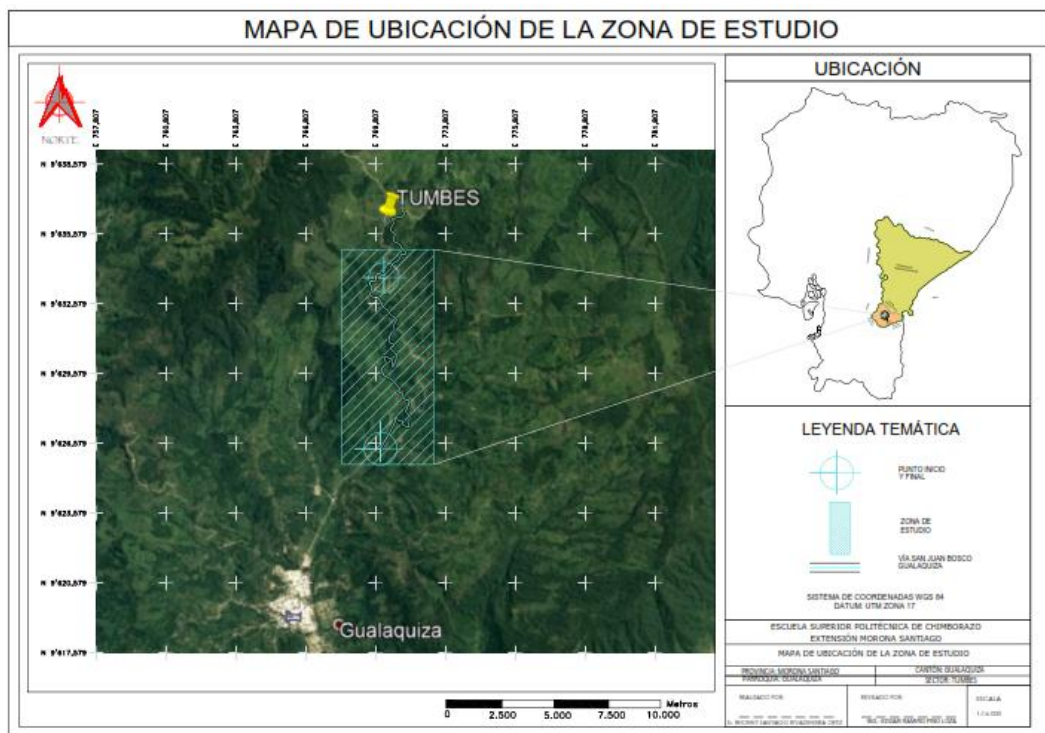
Para llegar a la zona de estudio partimos de la ciudad de Macas, capital de la provincia de Morona Santiago por la vía Macas – Limón – Zamora, de la troncal Amazónica E/45, luego de 152 km. de recorrido, atravesando los cantones de Sucua, Logroño, Limón Indanza y San Juan Bosco hasta llegar al poblado de Tumbes en donde iniciamos nuestro trabajo e investigación.

El área de estudio está delimitada por dos puntos: (inicial y final), referenciados en el DATUM WGS- 84 de la zona geográfica 17 y tiene una longitud de 12,2 km. desde la abscisa 62+440 hasta la 74+660.

**Tabla No. 2:** Delimitación de la zona de estudio.

<b>CORDENADAS</b>			
<b>INICIO</b>		<b>FINAL</b>	
<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>9638981</b>	770848	9637075	771500

**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny.



**Figura No. 1:** Ubicación de la zona de estudio.  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny.

### 1.7.2. Clima y temperatura

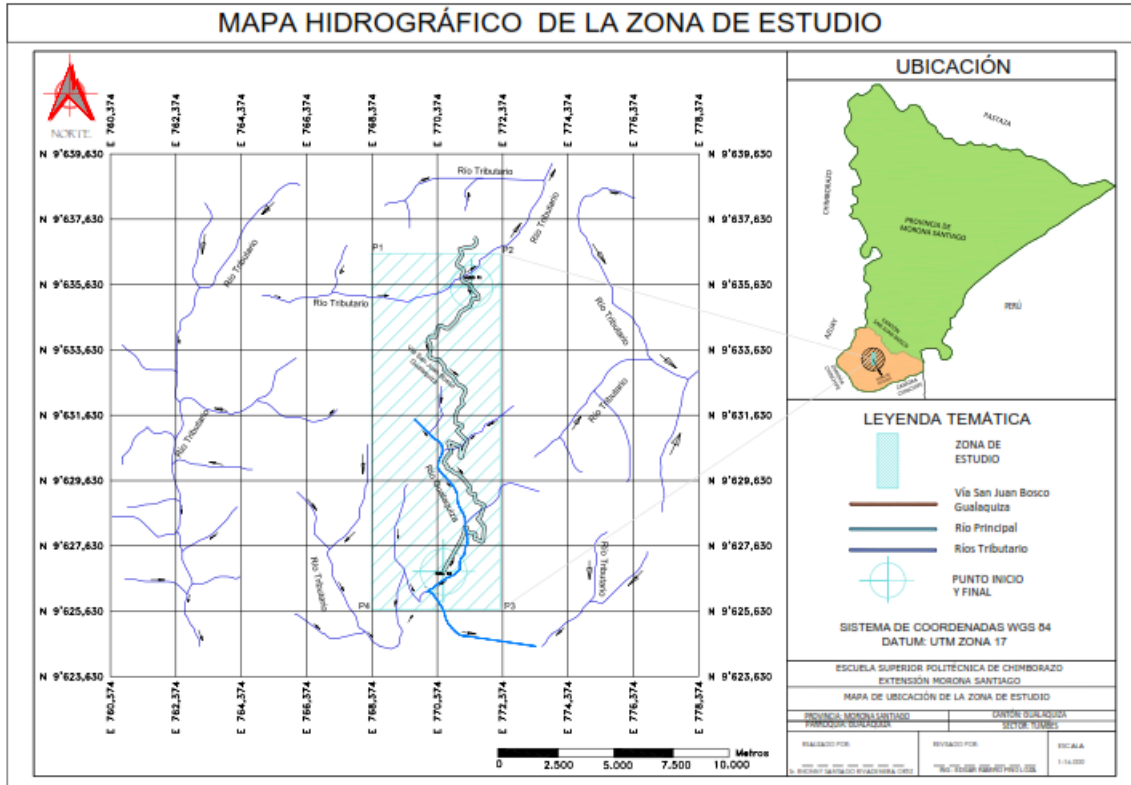
El clima ha determinado dos regiones bioclimáticas:

**Región Húmeda Subtropical:** Se localiza desde altitudes superiores a los 600 m.s.n.m. hasta los 2000 m.s.n.m. La temperatura promedio anual oscila entre los 18°C. y 24°C. y la precipitación media anual, varía entre 1500mm. y 2000 mm. de lluvia.

**Región lluviosa temperada:** se localiza desde altitudes que van de los 2000 m.s.n.m. hasta los 3000 m.s.n.m. y la precipitación media anual varía entre los 2000mm. y 3000 mm. de lluvia (GAD Gualaquiza, 2006).

### 1.7.3. Hidrografía

La hidrografía de la zona de estudio está constituida por las subcuencas del río Coaquiles y Río Negro, los cuales son tributarios del río Gualaquiza que desemboca en el río Bomboiza.



**Figura No. 2:** Mapa Hidrográfico de la zona de estudio.  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny



**CAPITULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1. Geología Regional**

La zona de estudio se encuentra al sureste del Ecuador, en las estribaciones de la Cordillera Real (Cóndor) y la cordillera del Cutucu; se caracteriza por estar en una franja sísmica y tectónica que geológicamente corresponde a la zona Subandina.

“La cuenca oriente constituye parte de una cadena de cuencas desarrolladas ampliamente desde Venezuela hasta Argentina entre la cordillera de los Andes y el cratón Guyano-Brasileño” (Faucher & Savoyet, 1975).

La cuenca Oriente está estructurada como resultado de esfuerzos transgresivos presentes a partir del Cretácico terminal los que provocaron la inversión tectónica de “antiguas fallas normales, ligadas a un sistema de rift de edad triásico o jurásico inferior” (Rivadeneira & Baby, 1999).

La estratigrafía de la cuenca oriente puede subdividirse en tres megasecuencias con diferentes características sedimentológicas, tectónicas y magmáticas que reflejan las distintas etapas evolutivas de la cuenca (Barragan & Rivadeneira, 2003).

### **2.1.1. Unidad Upano (Jsu)**

Rocas verdes andesíticas metamorfozadas, esquistos verdes y metagrauvas intercalados con esquistos pelíticos y grafiticos. Forma un cinturón casi continuo de hasta 15 km de ancho a lo largo del borde oriental de la Cordillera Real (Litherland, 1994).

### **2.1.2. Unidad La Saquea (Jsa)**

Son productos volcánicos calco-alcalinos relacionados con la Fm. Misahuallí, forma parte del arco Subandino jurásico. Aflora en La Saquea y en la vía Timbara-Cutuntza, consiste en andesitas basálticas intruidas por el Complejo Intrusivo de Zamora. En el contrafuerte de Nanguipa las lavas están sobre los estratos superiores meta somatizados de la U. Piuntza. Las andesitas y andesitas basálticas lucen diaclasadas, silicificadas y epidotizadas, intercaladas puntualmente con brechas volcánicas y volcanosedimentos (INIGEMM, 2012).

### 2.1.3. Unidad Nueva esperanza (JNe)

Consiste de una secuencia volcano-sedimentaria y está formada por arcillolitas, limolitas, arenas finas, gruesas de colores gris claros a oscuros, texturas psamíticas y aleuríticas con estructuras masivas, además de lavas andesíticas verdes, masivas, afaníticas, fuertemente diaclasadas. En el sector de San Vicente de Cuje se encuentran micro-conglomerados y volcano-sedimentos que se encuentran afectados por un cuerpo granítico (INIGEMM, 2012).

### 2.1.4. Formación Napo Cretácico: (Albiano Inferior a Senoniano, KN)

Es una de las formaciones más ampliamente distribuidas en la parte Oriental que consiste en una sucesión de Lutitas negras, calizas grises a negras y areniscas carbonatadas. Se dispone concordantemente sobre la formación hollín. Esta formación se dividen en: Napo Basal, Napo Inferior, Napo Media y Napo Superior. Su espesor varía desde menos de 200 m a más de 700 m (Baldock, 1982).

**Napo Inferior:** Comprende areniscas, Lutitas, margas y pocas calizas, la edad es Albiano tardio (Baldock, 1982).

**Napo Medio:** Consiste en calizas grises de masivas a muy estratificadas, las que en el norte del Ecuador están subdivididas en dos horizontes separados por una unidad de areniscas y Lutitas (Baldock, 1982).

**Napo Superior:** es una secuencia de argilítas negras duras; Lutitas verdosas y grises con intercalaciones de calizas y areniscas (Baldock, 1982).

### 2.1.5. Formación Hollín (Cretácico Temprano: Albiano-Aptiano, Kh)

Está compuesta por areniscas epicontinentales de cuarzo de color blanco y posee un espesor de 80 120 metros que incluye Lutitas fracturadas. Las rocas de la Formación Hollín afloran extensamente en la zona Subandina, particularmente estando expuestas en algunas partes del levantamiento Napo. A la Formación Hollín se le ha asignado una edad sobre bases

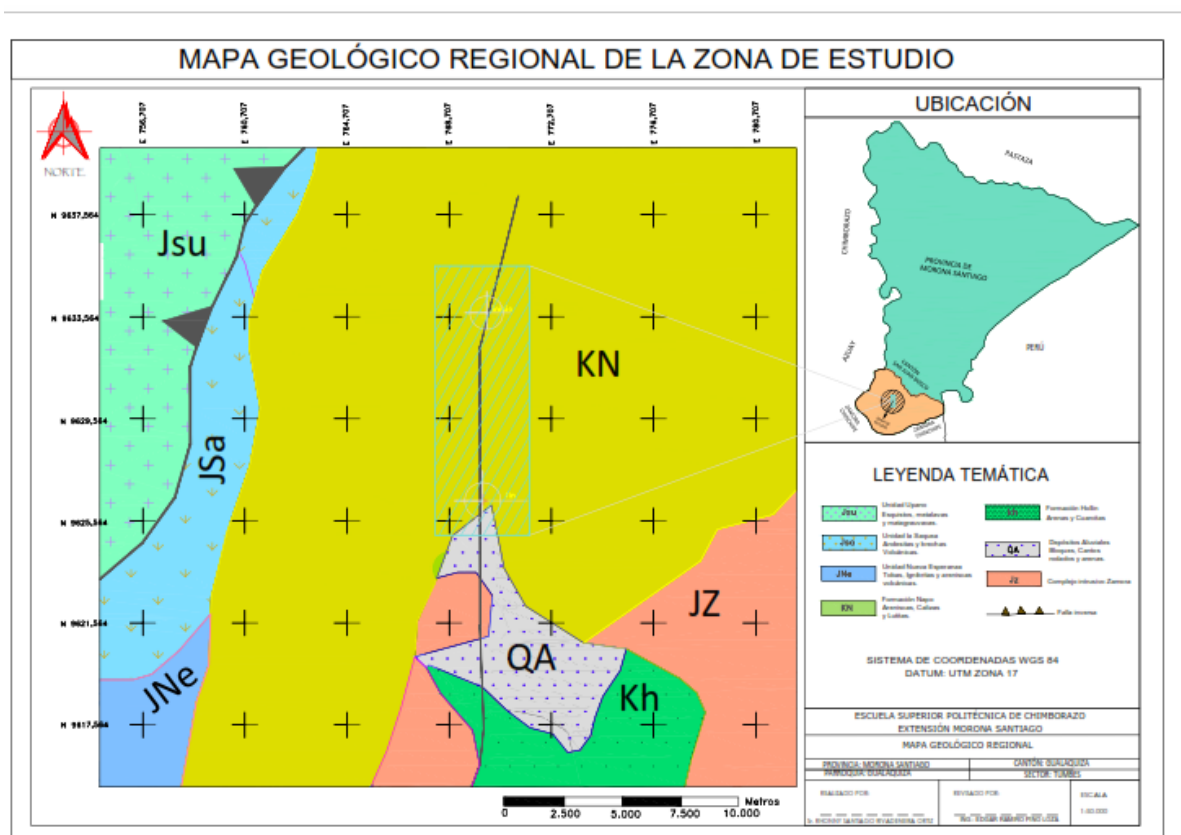
Palinológicas, los datos indican que la base es del Aptiano y la secuencia avanzada hasta el Albiano temprano (Baldock, 1982).

### 2.1.6. Depósitos Aluviales (Cuaternario, QA)

Se encuentra en los cauces de los drenajes principales. Corresponden a depósitos de bloques, cantos, gravas, arenas y limos provenientes de los materiales preexistentes en las laderas de los ríos, esteros y quebradas que drenan la zona (Asanza, 2012).

### 2.1.7. Complejo Intrusivo Zamora (JZ)

Predominan granodioritas hornbléndicas, equigranulares de grano grueso a medio, de textura fanerítica. Aflora extensamente en gran parte en el margen derecho del río Nangaritza; es común la presencia de enclaves xenolíticos, diques de composición andesítica, además existen pórfidos cuarzo-feldespáticos atravesando el cuerpo intrusivo (Litherland, 1994).



**Figura No. 3:** Mapa Geológico Regional de la zona de estudio.

**Elaborado por:** INIGEMM, **Modificado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny.

## **2.2. Estratigrafía**

El análisis de estratigrafía secuencial proporciona el marco para una reconstrucción paleogeográfica de la Cuenca Oriente desde el Aptiano hasta el Maastrichtiano, la sección sedimentaria Hollín-Napo-Basal Tena exhibe características bien definidas dentro de un modelo de estratigrafía secuencial. Dichas formaciones testifican variaciones bruscas de la línea de costa en la plataforma marina-somera de la cuenca que interrumpen la imperante sedimentación marina de baja energía. Dentro de un modelo de estratigrafía secuencia, variaciones relativas de nivel del mar controlan el espacio disponible para la acomodación de sedimentos y por lo tanto, ejercen un control regional sobre la distribución de facies sedimentarias en la cuenca. La progradación de facies sedimentarias clásticas fluviales y de playa sobre fáciles de plataforma marina-somera causada por la caída de nivel del mar son ejemplos claros de regresiones forzadas (Barragan & Rivadeneira, 2003) y se caracterizan por:

- La ocurrencia abrupta de depósitos clásticos elásticos de playa o sistemas deltaicos de tipo estuarios/fluviales sobre facies marinas más distales.
- La erosión profunda asociada a incisión de valles.
- La presencia de límites de secuencias erosivos u discordantes en áreas donde se concentró el “by-pass” sedimentario y concordantes en las zonas más distales de plataforma (Barragan, 1999).

### **2.2.1. Columna Estratigráfica de la zona de estudio**

En la columna estratigráfica que se presenta a continuación se detalla la interpretación y caracterización litológica del trabajo de campo.

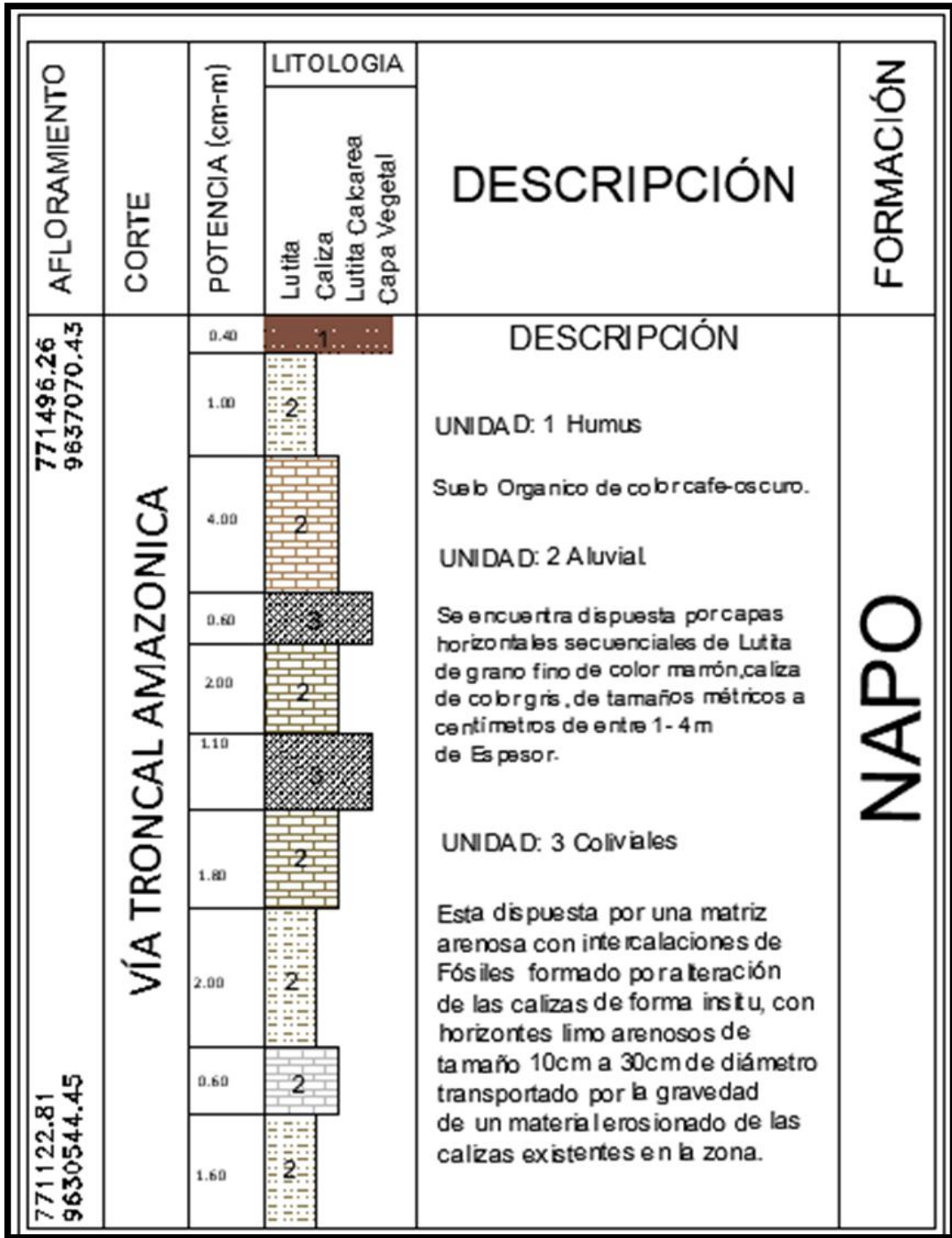


Figura No. 4: Columna estratigráfica de la Formación Napo.

Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

AFLORAMIENTO	CORTE	POTENCIA (cm-m)	LITOLOGIA	DESCRIPCIÓN	FORMACIÓN
			Limo Sílice Cuarcita Capa Vegetal		
771553.15 9629115.45	VÍA TRONCAL AMAZONICA	0.40	1	<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>UNIDAD: 1 Humus Suelo Organico de color amarillo caqui</p> <p>UNIDAD: 2 Aluvial. Se encuentra dispuestas por capas horizontales secuenciales de limo y arcilla de grano fino de color amarillo rojizo, no consolidado, con una mezcla caotica de clastos subredondeados a redondeados, de tamaños métricos a centímetros de entre 2- 3 m de Espesor, sobre puesta en la formacion Tena</p> <p>UNIDAD: 3 Coluviales Esta dispuesta por una matriz limo arenoso con cementación de arcilla de color café claro, la roca presenta diaclasamiento en todas la direcciones, por la presencia de humedad, los bloques diaclasados varían de tamaño entre los 20 cm a 2 m de diámetro, trasportación por la gravedad y cementadas por la matriz de arcillotitas.</p>	HOLLIN
4.00		2			
7.00		3			
771652.29 9629142.13		10.00			

Figura No. 5: Columna Estratigráfica de la Formación Hollín.

Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

### **2.3. Sedimentología**

En el periodo del Albiano al Maastrichtiano, se reconoce múltiples ciclos eustáticos. La mega secuencial Hollín-Napo-Basal Tena caracterizada por una serie repetitiva de areniscas, calizas y Lutitas, registra dicha ciclicidad asociada posiblemente a las fluctuaciones del nivel eustático ocurrido durante el Cretácico (Barragan, 1999).

A continuación se describe los 5 ciclos sedimentarios del cretácico de la Cuenca Oriente.

#### **2.3.1. Ciclo sedimentario I (Aptiano Superior-Albiano Superior)**

- Las areniscas de las formaciones Hollín Principal (Aptiano Superior-Albiano Inferior tardío) y Hollín Superior o arenisca basal; la caliza C del miembro Napo Inferior (Albiano Medio temprano-tardío).
- Las Lutitas Napo Basal de la parte inferior de la Fm Napo.
- Las calizas T (Albiano Superior, parte inferior) o unidad Napo T Basal propuesta por (Barragan, 1999).

#### **2.3.2. Ciclo sedimentario II (Albiano superior-Cenomaniano Medio)**

La secuencia sedimentaria del Ciclo II compuesta por:

- Las unidades arenisca T (Albiano Superior, parte inferior a media) subdividida típicamente en arenisca T principal y arenisca T superior.
- La caliza B (Albiano Superior, parte media).
- Las Lutitas del miembro medio de Napo o Lutitas U (Cenomaniano Inferior), la caliza U (Cenomaniano Medio) (Barragan, 1999).

#### **2.3.3. Ciclo sedimentario III (Cenomaniano Inferior a Medio-Turoniano Inferior)**

El Ciclo sedimentario III consiste de las siguientes unidades: arenisca U (Cenomaniano Medio) subdividida en arenisca U principal y arenisca U superior, y caliza A (Turoniano Inferior a Turoniano Medio). La subsecuente caída del nivel del mar en la Cuenca Oriente,



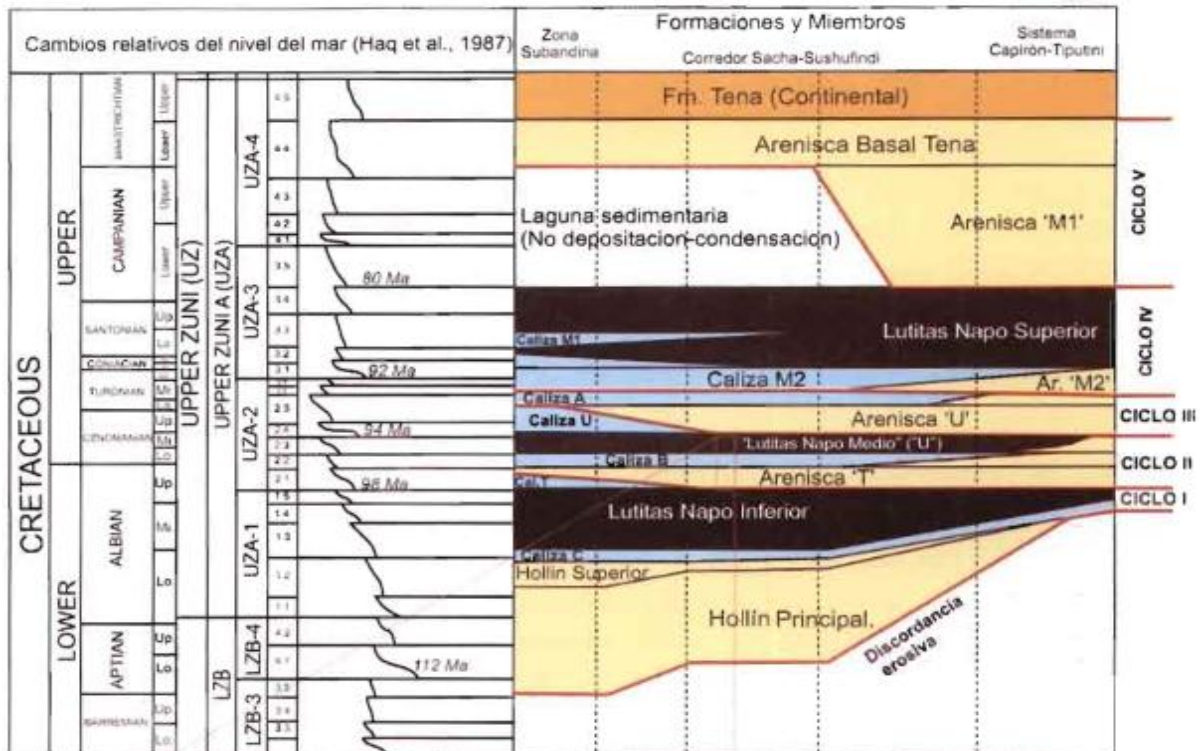
durante el Cenomaniano medio, crea otro límite de secuencia erosivo al tope de las Lutitas y caliza U del ciclo previo. La arenisca U principal, por lo tanto, es similar a la arenisca T principal y representa el relleno de valles incisos sobre este límite de secuencia. Fue depositada durante el inicio de la subida del nivel del mar (transgresión temprana o LST), cuando los subsecuentes valles erosionados se transforman en estuarios y comienzan a ser rellenados en retrogradación por sistemas canalizados fluviales con influencia de marea (Barragan, 1999).

#### **2.3.4. Ciclo sedimentario IV (Turoniano-Campaniano Inferior)**

El ciclo IV corresponde a la primera de las dos secuencias superiores de la FM. Napo, incluye areniscas y calizas. La secuencia del ciclo IV es similar a las secuencias previamente definidas. En la parte occidental y central de la Cuenca, el ciclo sedimentario IV es marino, caracterizado por depósitos de plataforma carbonatada donde no se observa ninguna influencia o aporte clástico. La línea de costa, la parte litoral distal (shoreface) y los sistemas aluviales proximales son restringidos hacia la parte este de la Cuenca Oriente (Barragan, 1999).

#### **2.3.5. Ciclo sedimentario V (Campaniano-Maastrichtiano Inferior)**

La secuencia depositacional más joven del sistema sedimentario Hollín-Napo-Basal Tena corresponde al ciclo V. está formada por la arenisca M y por areniscas Basal Tena, la particularidad del Ciclo V, al igual que el ciclo sedimentario anterior, es de estar restringido a la parte este de la cuenca Oriente, siendo su límite depositacional el Corredor Sacha-Shushufindi. Las arenisca M presentan facies idénticas a los otros niveles clásticos de la Fm. Napo, las mismas revelan ambientes fluviales de relleno de paleo-valles en la parte central de la cuenca, depósitos posiblemente al inicio de un evento transgresivos después de la caída del nivel eustáticos en el Campaniano (Barragan, 1999).



**Figura No. 6:** Ciclo Sedimentario de la Cuenca Oriental.

**Fuente:** Geología y petróleo de la cuenca oriental.

## 2.4. Tectónica

El análisis y estudio de la actividad tectónica de la Cuenca Oriente ha tenido una gran importancia en la etapa de investigación geológica en lo que respecta a las exploraciones petrolíferas efectuadas desde 1921.

La Cuenca Oriental desde el punto de vista Tectónico se divide en dos regiones:

- La zona Subandina al Oeste.
- La Cuenca de Trasarco al Este.

### 2.4.1. La Zona Subandina

El contacto tectónico entre los Andes Ecuatorianos y la Cuenca Oriental lo constituye una zona de pliegues y cabalgamientos con dirección NNE y con vergencia al oeste, conocida como la zona Subandina (Litherland, 1994).

La zona Subandina se divide en cuatro sub zonas morfoestructurales que de norte a sur son:

- Levantamiento Napo.
- Depresión Pastaza.
- Levantamiento Cutucu.
- Cordillera del Cóndor.

#### **2.4.2. El Levantamiento Napo**

Corresponde a una estructura de tipo anticlinal asimétrica, con su plano axial buzando hacia al oeste, cuyo eje tiene dirección NNE/SSO. Sus dimensiones aproximadamente son de 150 km de longitud, 50 km de ancho y unos 1000 metros de altitud. Pero en su centro atraviesa el volcán Sumaco (Rivadeneira, 1986).

#### **2.4.3. La Depresión Pastaza**

Corresponde a una baja estructura que separa el levantamiento Napo de la Cordillera Cutucu. Es una zona plegada pero subsidente, y está cubierta por depósitos neógenos y cuaternarios (Huacho, 1990).

#### **2.4.4. Levantamiento Cutucu**

Localizada en el sur de la zona Subandina. Corresponde a un anticlinal muy levantado de casi 2000 metros, cuyo eje tiene dirección NNE/SSO, que hacia el norte se inclina progresivamente y se pierde antes del valle de Pastaza. El núcleo está formado por materiales liásicos de la formación Santiago y Chapiza. Por efecto de la erosión intensa aflora formaciones del paleozoico; Pumbuiza y Macuma que son sedimentos más antiguos que se conocen en el Ecuador (Faucher & Savoyet, 1975).

#### **2.4.5. La Cordillera del Cóndor**

Corresponde fundamentalmente a un intrusivo de edad jurásica, el batolito de Zamora, el cual hacia el sur atraviesa la frontera peruana a continuación de la cordillera del Cutucu al sur (Benitez, 1996).

#### **2.4.6. Cordillera Oriental**

Esta cordillera también conocida como Cordillera Real, está limitada al oeste por el Valle Interandino y al este por la Zona Subandina, La Cordillera Real está constituida por cinturones sublineales de rocas metamórficas del Paleozoico, intruidos por granitoides de tipo S o I y cubiertos por depósitos volcánicos cenozoicos a modernos (Litherland, 1994).

#### **2.4.7. Frente de Cabalgamiento Subandina o Falla Cutucu-Galeras**

Corresponde al límite geotectónico entre la zona Subandina y la cuenca Oriental propiamente dicha, pasa por varios kilómetros al este del domo de Napo y de la Cordillera Cutucu. El frente de cabalgamiento constituye un sistema de fallas inversas que vergen hacia el Este y está señalado por una serie de estructuras anticlinales, varias de las cuales fueron perforadas por la compañía SHELL (Faucher & Savoyet, 1975).

#### **2.4.8. La Cuenca del Antepais o Cuenca de Trasarco del Este**

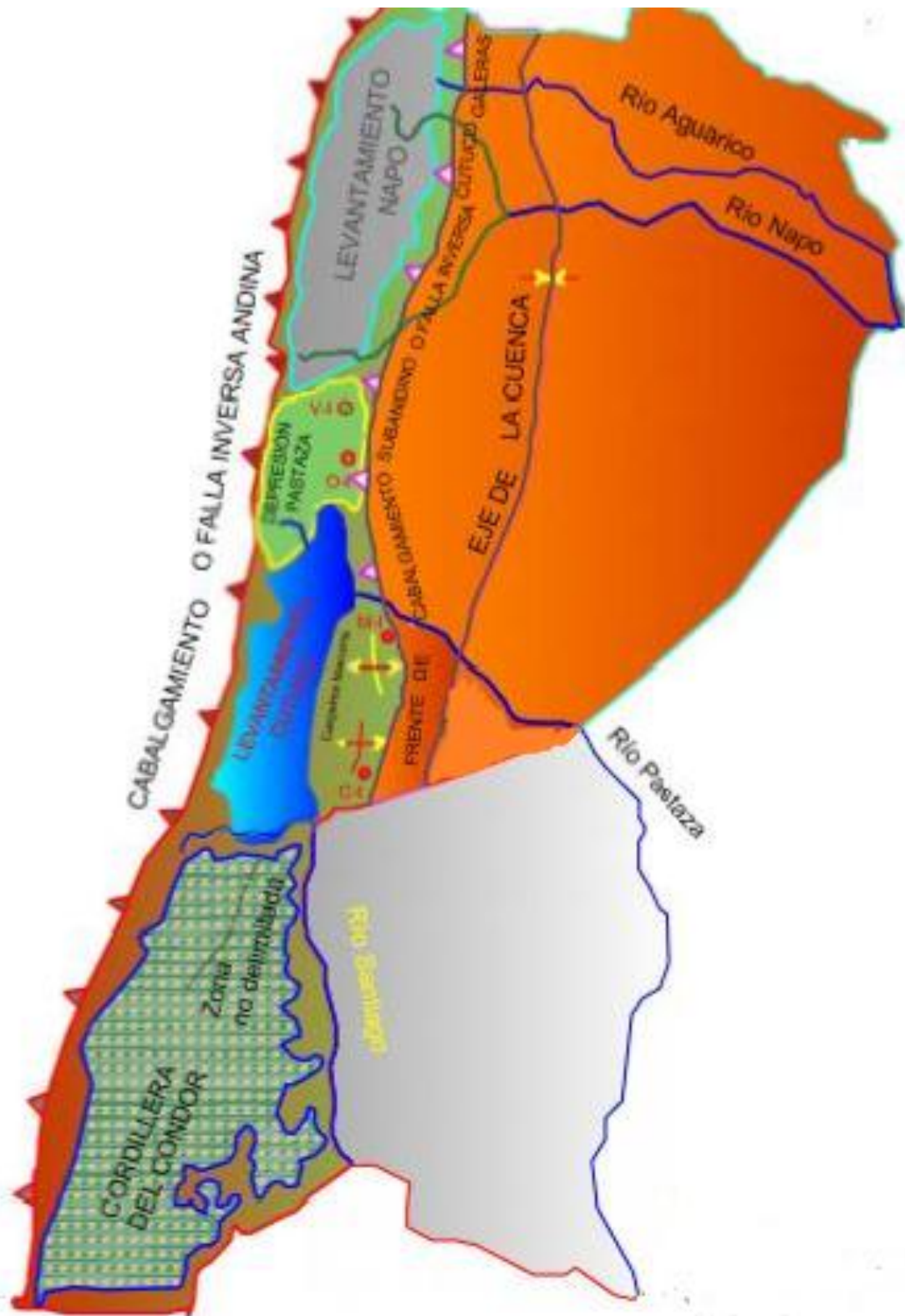
Se encuentra al este del Frente de Cabalgamiento Andino. La extensión de la Cuenca oriental rebasa las fronteras del Ecuador. Su ancho siguiendo el paralelo 1 al sur es de 500 km y al norte la Cuenca se estrecha y se cierra completamente contra el levantamiento del zócalo conocido como Saliente de Vaupés.

Al Sur la cuenca se ensancha y se profundiza en dirección del Perú. Al Este se prolonga hasta el escudo Guayano-Brasileño y al Oeste hasta el Frente de Cabalgamiento Subandino o falla inversa Cutucu-Galeras.

En la Cuenca Oriental existe el llamado Arco de Cononaco con dirección OSO/ENE y separa la Cuenca en las Subcuencas del Putumayo-Napo al Norte y de la Pastaza al Sur. Al Suroeste esta la Subcuenca Santiago y hacia el Sur de Pastaza la Subcuenca Marañón en el Perú.

En la Zona axial hay trampas de tipo anticlinal fallando con buzamientos muy suaves en sus flancos y con dimensiones de unos 10 a 20 km. En ella se encuentra la totalidad de las

formaciones sedimentarias depositadas en la Cuenca. A que se ubican los yacimientos petrolíferos más importantes en donde diversas empresas petroleras trabajan en el Ecuador desde 1964 (Faucher & Savoyet, 1975).



**Figura No. 7:** Distribución tectónica de la Cuenca Oriental.  
**Fuente:** Geología y tectónica de la cuenca oriente.

## 2.5. Sismicidad

La información sísmica que se dispone sobre la zona de estudio se estima el peligro sísmico que se enfoca en el sistema de fallamiento activo más cercano al de la zona y tiene que ver con la sección central de la falla Santiago-Upano que se encuentra a 60 km al Norte de dicha falla que tiene una longitud de 85.1 km con un rumbo de N04W  $\pm$  40 y un buzamiento desconocido al Oeste con una magnitud de 6.9 Ms. tomado como referencia del evento sísmico en Macas, el 03 de Octubre de 1995.

Con la finalidad de obtener un parámetro sísmico que pueda ser utilizado en el movimiento del terreno, por ello se utilizan las variables más comunes de dos autores los cuales son; Villaverde y Goldsack la cual tiene una hipótesis de ocurrencia de un evento sísmico superficial generado en la parte más próxima de la sección Santiago-Upano.

$$\text{Villaverde 1974: } a = \frac{5600e^{0.8M}}{(R + 40)^2}$$

$$\text{Goldsack 1976: } a = \frac{4290e^{0.8M}}{\left[ (R^2 + 20^2)^{0.5} + 25 \right]^2}$$

Donde:

**a:** Aceleración horizontal máxima.

**M:** Magnitud probable.

**R:** Distancia focal efectiva se obtiene de:  $R = \sqrt{x^2 + H^2 + r^2}$

Donde:

**X:** distancia del epicentro.

**H:** profundidad focal.

**r:** constante con un valor de 20.

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción en 2014 el país está dividido en zonas con aceleración sísmica máxima esperada y de acuerdo con ese mapa la zona de estudio se encuentra en la Zona Sísmica III en la cual el Factor de Zona tiene un valor de  $0.30 \cdot g$ .

El coeficiente sísmico  $K_h$  es un valor empírico que depende de otros factores como aceleración horizontal, las características propias del sismo, la dimensión de la ruptura y el potencial destructivo del deslizamiento o ruptura de la calzada de la vía para eso tenemos la fórmula:

$$K_h: 0,65 a_{max/g}$$

Esta fórmula se toma para el análisis de deslizamientos y factores desencadenados por la sismicidad para representar el valor de aceleración con que va aumentando el sismo y con lo que va a detonar el resultado del evento (Rivadeneira & Baby, 1999).

## 2.6. Geomorfología General

La república del Ecuador está situada en la Costa Oeste de Sudamérica, entre Colombia y Perú, geomorfológicamente predomina los Andes que dividen la parte continental en tres regiones naturales muy distintas en el cual hacia el Este se encuentra una zona baja denominada Oriente y parte de la Cuenca Amazónica Superior la cual se levanta hacia el Oeste desde una altura promedio de solo 200 metros a cerca de 800 metros desde el nivel del mar y más de 2000 metros en la zona Subandina.

El Oriente del Ecuador incluye tanto la inmensa región plana cubierta de jungla que forma parte de la Cuenca Amazonia Superior como la zona Subandina que está caracterizada por empinadas montañas de espesa vegetación. El clima es tropical y la pluviometría es muy elevada en todas partes. El oriente propiamente dicho comprende una Cuenca Terciaria de sedimentos que yacen horizontalmente con mesas y terrazas disectadas. Los ríos más importantes determinan las principales características morfológicas y son las rutas de acceso. Carreteras recientemente construidas y un oleoducto conectan con los campos petroleros. La compleja Zona Subandina comprende las estribaciones que alcanzan hasta los 2000 metros de altura formadas por el levantamiento Napo al Norte y el Levantamiento Cutucu al Sur, en los que sedimentos Mesozoicos plegados y cabalgados están expuestos. (Muñoz, 1995).



El acceso es difícil, especialmente en las Cordilleras de Lumbaqui, Galeras y en la Cordillera Cutucu y el Cóndor donde restan grandes áreas por mapearse.

## **2.7. Geodinamica**

La geodinámica externa estudia la acción de los agentes atmosféricos externos: viento, aguas precipitadas y gravedad, sobre la capa superficial de la Tierra, fenómenos que van originando una lenta destrucción y modelación del paisaje rocoso y del relieve, y en cuya actividad se desprenden materiales que una vez depositados forman las rocas sedimentarias. Igualmente, los efectos resultantes sobre las formas del relieve, evolución y proceso de modelado (Guevara, 2010).

Las fuerzas actuantes desde el interior y exterior de la Tierra llevan realizando esa labor desde la constitución del planeta. Ambas fuerzas son opuestas, pues la interna, construye y transforma continuamente la corteza terrestre desde el centro de la Tierra, es decir, elevando o declinando el terreno y alterando los materiales física y químicamente, mientras que la externa, destruye actuando por medio de las fuerzas que tienen su origen en la radiación solar y por tanto en los cambios de temperatura, es decir, el viento, lluvia y aguas continentales los cuales proceden a la erosión o meteorización, desplazamiento y sedimentación de los materiales (Guevara, 2010).

### **2.7.1. Factores de modelamiento**

La geodinámica externa es la responsable de esculpir el relieve de la superficie terrestre. Los agentes geológicos externo son los que erosionan, desgastan y modelan las formas o masas rocosas iniciales levantadas por las fuerzas tectónicas del interior de la Tierra, y secuencialmente convierten en nuevas formas topográficas (Gamez, 2013).

Los factores que influyen en el modelado de la superficie terrestre son tres:

- Factores litológicos.
- Factores tectónicos.
- Factores erosivos.

**Los factores litológicos:** tienen que ver con las características de las formaciones o masas rocosas.

**Los factores tectónicos:** determinan la disposición relativa de los estratos, así como el tipo de estructuras dominantes.

**Los factores erosivos:** se relacionan en gran parte con las condiciones del clima, aunque dependiendo de la región de que se trate, y por tanto del tipo de relieve, existen determinados agentes erosivos que son más determinantes.

### 2.7.2. Procesos de Modelado

**Meteorización:** Es la ruptura y transformación de las rocas en el lugar donde afloran.

**Erosión:** Es el desmantelamiento del material geológico, por efecto de los agentes geomorfológicos y el desgaste de los materiales que se transportan.

**Transporte:** Es el traslado de los materiales arrancados en el proceso que suelen ocurrir por la erosión.

**Sedimentación:** es el depósito de todo el material transportado, la última sedimentación siempre ocurre en el mar, en las fosas y cuencas profundas de sedimentación.

Todos los procesos pueden ser simultáneos y correlativos.

### 2.7.3. Topografía

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra para su representación gráfica en un plano a escala, sus formas y accidentes (Gamez, 2013).

#### 2.7.4. Replanteo

Es la acción que determina distancias horizontales y verticales entre puntos y objetos sobre la superficie terrestre, medición de ángulos y establecer puntos por medio de ángulos y distancias previamente determinados (Gamez, 2013).

#### 2.7.5. Levantamiento Topográfico

Es el conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano.

El levantamiento topográfico comprende en dos etapas:

**Etapas de campo:** consiste en la toma de datos, tales como ángulos y distancias con un equipo de estación total.

**Etapas de Gabinete:** Corresponde al cálculo y dibujo de lo levantado en el campo.

#### 2.7.6. Instrumentación

Son equipos que se utilizan para realizar mediciones topográficas y principalmente para el levantamiento topográfico y replanteo.

**Estación Total:** Se denomina estación total a un instrumento electro-óptico en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico. Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido, leds de aviso, iluminación independiente de luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador y la posibilidad de guardar información en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en computadoras personales. Las estaciones totales en general cuentan con diversos programas sencillos que permiten llevar a cabo la mayoría de las tareas topográficas en forma fácil, rápida y óptica, proporcionan el

cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y cálculo de rumbos y distancias (Gamez, 2013).

**Prisma:** Es un bastón que se utiliza para generar el contacto del rayo infrarrojo a manera de disparo para medir la distancia entre el punto donde está localizado la estación total y el punto donde está colocado el prisma.

**Cinta métrica:** Instrumento que se utiliza para medir la altura entre el suelo y el nivel de la estación total y del prisma entre el suelo y el medidor.

**Estacas:** Son instrumentos que se colocan en el suelo, incrustados y sujetos mediante sedimentación para que no sean movidos durante la medición, estos sirven para registrar el movimiento y en este caso utilizamos clavos de acero.

**GPS Diferencial:** es un sistema que proporciona a los receptores de GPS correcciones de los datos recibidos de los satélites, con una técnica de posicionamiento relativo donde las mediciones procedentes de dos más receptores remotos se combinan y procesan mediante algoritmos muy sofisticados para calcular las coordenadas relativas del receptor con elevada precisión.

## 2.8. Precipitación

Se engloba dentro del término precipitación a todas las aguas meteóricas que caen sobre la superficie de la tierra, tanto bajo la forma líquida como sólida. Estos diversos tipos de precipitaciones son normalmente medidos sin efectuar su discriminación por medio de su equivalente en agua (Renom, 2011).

La precipitación es el origen de todas las corrientes superficiales y profundas, por lo cual su cuantificación y el conocimiento de su distribución, en el tiempo y en el espacio, se constituye en problemas básicos para la hidrología.

### 2.8.1. Pluviometría

Se denomina Pluviometría a la medición de la precipitación que se realiza para obtener información sobre sus características espaciales y temporales, como intensidad, frecuencia, fase, duración, cantidad entre otros.

### 2.8.2. Pluviómetro

El pluviómetro es un instrumento concebido para medir la altura de agua precipitada, en la hipótesis de distribución homogénea horizontal y sin efecto de evaporación.

### 2.8.3. Pluviografo

Para obtener registros continuos de las precipitaciones y poder dibujar las curvas de masa de las mismas y determinar las intensidades de lluvia producidas en intervalos de tiempo predeterminados, se recurre el empleo del pluviografo, que consiste básicamente en un pluviómetro que incluye un dispositivo de registro cronológico de las alturas de agua precipitadas, o envió de la información correspondiente a pequeños intervalos de tiempo a un centro computarizado de almacenamiento de datos (Segerev, 2006).

## 2.9. Tipos de Suelos

Para la clasificación de los suelos que se necesita para hacer la plataforma y el terraplén en donde se va a construir la vía es importante saber las características de los suelos con los que se va a trabajar en la obra, de esta manera se clasifican en:

**Fragmentos:** Partículas de roca que no pasan una malla con abertura de 300 mm.

**Grava:** Partículas de roca que pasan un tamiz de 75 mm. y quedan retenidas sobre un tamiz Nro. 4.

**Arena:** Partículas de roca que pasan un tamiz de 4.75 mm. y quedan retenidas sobre un tamiz Nro. 200.

**Arcilla:** Suelo que pasa el tamiz Nro. 200, el cual puede mostrar la plasticidad dentro de un cierto intervalo de humedad, pero que muestra considerable resistencia cuando se seca al aire, es un suelo de grano fino.

**Limo:** Suelo que pasa el tamiz Nro. 200, ligeramente plástico que exhibe poca resistencia cuando se seca al aire, es un suelo de grano fino con índice plástico menos a 4.

**Turba:** Un suelo primordialmente de textura vegetal en estados variables de descomposición, usualmente con olor orgánico, entre carnalita oscura y negro, consistencia esponjosa y contextura que varía desde fibrosa hasta amorfa.

Tomado de las definiciones de tipos de suelos según las normas SUCS Y AASHTO

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>PREFIJO</b>	<b>SUBGRUPO</b>	<b>SUFIJO</b>
Grava	G	Bien gradado	W
Arena	S	Pobrementemente gradado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	De alta plasticidad	L
Turba	Pt	De baja plasticidad	H

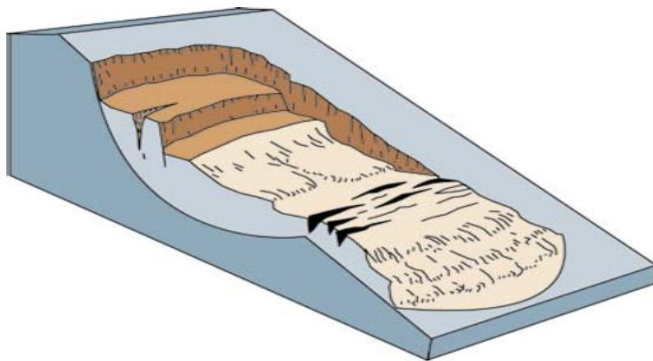
**Tabla No. 3:** Tipos de suelos.  
Elaborado por: SUCS

## 2.10. Deslizamientos

Un deslizamiento es un movimiento pendiente debajo de una masa de tierra o roca que se produce en superficies de rotura o en zonas relativamente delgadas de intensa deformación de corte, Inicialmente, los movimientos no se producen simultáneamente en el conjunto de los que finalmente se convierte en la superficie de la rotura; el volumen del material desplazado aumenta desde una zona de falla local (Highland, 2008).

### 2.10.1. Deslizamiento Rotacional

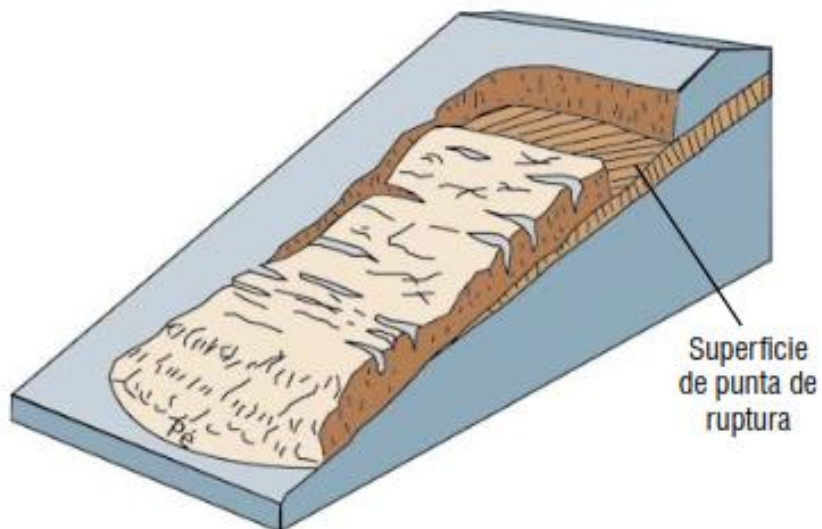
Es un deslizamiento de tierra en el que la superficie de rotura se curva hacia arriba en forma de cuchara y el movimiento del deslizamiento es más o menos de rotación alrededor de un eje que es paralelo al contorno de la ladera. En ciertas circunstancias, la masa desplazada puede moverse como una masa relativamente cohesionada a lo largo de la superficie de ruptura con poca deformación interna. La cabeza del material desplazado puede moverse casi verticalmente hacia abajo y la superficie superior del material desplazado puede inclinar hacia atrás hacia la escarpe (Highland, 2008).



**Figura No. 8:** Esquema de un deslizamiento Rotacional.

### 2.10.2. Deslizamiento traslacional

La masa en un deslizamiento traslacional se mueve hacia afuera, o hacia abajo y hacia afuera, a lo largo de una superficie relativamente plana con poco movimiento de rotación o inclinación hacia atrás. Este tipo de deslizamiento puede avanzar distancias considerables si la superficie de rotura está lo suficientemente inclinada, a diferencia de los deslizamientos de rotación. El material de los deslizamientos puede variar de suelos sueltos, no consolidados, a placas extensas de roca o ambos (Highland, 2008).

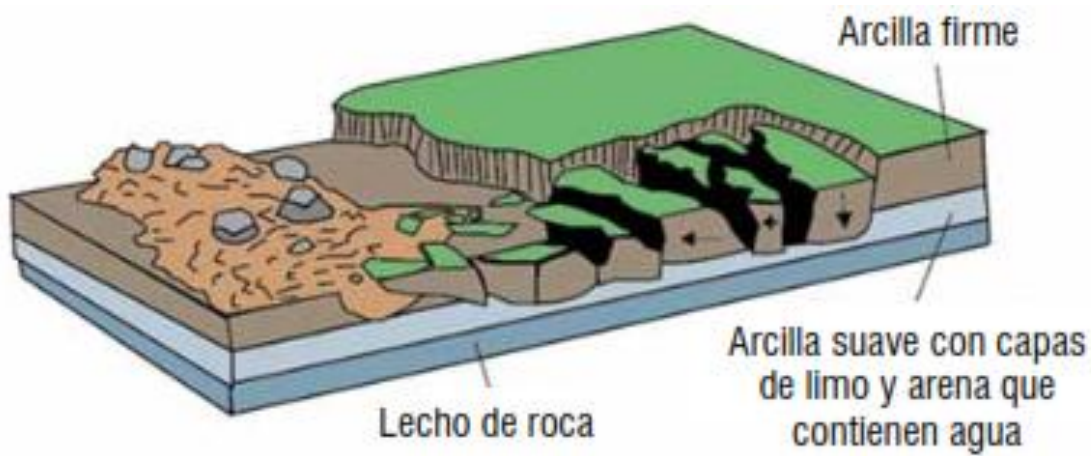


**Figura No. 9:** Esquema de un deslizamiento traslacional.

### 2.10.3. Extensiones

Suelen ocurrir en las pendientes muy suaves o terrenos esencialmente planos, sobre todo cuando una capa superior de roca más fuerte se extiende y se mueve por encima de una base más suave y más débil, esos casos suelen estar acompañados de algunos hundimientos en general más débiles en la unidad adyacente. Cuando se propaga por la roca, la tierra firme se extiende y se fractura alejándose lentamente del suelo estable y en movimiento sobre la capa más débil sin que necesariamente se forme de una superficie de ruptura reconocible (Highland, 2008).





**Figura No. 10:** Esquema de una serie de extensiones.

#### 2.10.4. Hundimientos

Es un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido somero descendente y que tiene lugar en áreas de distintas características y pendientes. Se diferencia del término subsidencia por sus escalas temporal y espacial mucho más reducidas. Este movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o muy lentas según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad (Highland, 2008).



**Figura No. 11:** Grafica de un hundimiento.

**CAPITULO III**  
**MÉTODOS Y TÉCNICAS**

Esta fase comprende un trabajo técnico de campo como también de ensayos en el laboratorio con las muestras recolectadas en el campo, estos ensayos de suelos nos darán información cuantitativa que servirá para establecer los posibles causantes de los deslizamientos, también el trabajo de monitoreo de las zonas estudiadas que tienen interacción con los deslizamientos más importantes. El resultado de las investigaciones se presentará en mapas, mediante la utilización de la tecnología adecuada tanto en hardware (Computador, Impresora, etc.), como también de software de modelamiento tales como (ArcGIS y AutoCAD), Con los que quedarán expresados los resultados de acuerdo a lo planteado en este estudio.

### **3.1. Geología Local**

Para el análisis de la geología local se ha realizado una descripción detallada de los afloramientos presentes en el trayecto de toda la vía en la zona de estudio en donde se describió en los cortes de talud, quebradas y cuencas de ríos y arroyos que atraviesan la vía en la zona estudiada, identificando así 5 unidades litológicas que son descritas a continuación:

#### **3.1.1. Formación Napo: Lutitas, Limos y Bloques de Cuarzitas.**

En gran parte de la zona de estudio aflora esta formación, desde la comunidad de Tumbes, abscisa 62+440 a la 64+160. En un deslizamiento de gran tamaño observamos lutitas de color café claro con una matriz de limos de color crema con intercalaciones de bloques pequeños de cuarzitas dispuestas en capas laminares horizontales, en pequeños taludes encontramos afloramientos de lutitas con bloques angulosos de cuarzitas dispuesta en capas finas.

#### **3.1.2. Formación Napo: Lutitas, Bloques de Caliza.**

Este tipo de rocas de la formación Napo afloran desde la abscisa 64+160 hasta la abscisa 65+300, las lutitas son de color café oscuro, afloran en gran parte de los taludes del margen derecho de vía. En la parte izquierda de la vía existe una intercalación de bloques angulosos de tamaño pequeño a grandes con impregnaciones de fósiles pequeños.

A medida que vamos descendiendo por la vía hay más evidencia de clastos de caliza de mayor tamaño y disminución de lutitas que cambian de color café oscuro a lutitas de color cafés claras y crema.

### 3.1.3. Formación Napo: Lutitas, Calizas y Fósiles.

En el tercer tramo de la vía aflora esta formación, desde la abscisa 65+300 hasta la 68+120 y luego aparece en la abscisa 69+040, existen grandes afloramientos en el corte de la vía de capas laminares de lutitas de color negro y calizas de color café, negras y grises intercaladas horizontalmente, respectivamente. En dos quebradas de tamaño considerable encontramos calizas negras con incrustaciones de fósiles de tamaño mediano a grandes y lutitas grises con huellas de fósiles, esta parte de la formación empieza al noroeste y termina aflorando en las laderas del río Gualaquiza, forma la pared del encajonado de la cuenca del río en donde se observan pequeños fragmentos de fósiles incrustados y termina en el puente sobre dicho río.

### 3.1.4. Formación Hollín: Areniscas, Limos y Cuarcitas.

Aflora desde la abscisa 68+120 hasta la 72+680, delimitada por el margen izquierdo del río Gualaquiza. Preferentemente afloran en quebradas, las areniscas en pequeñas cantidades en la parte superior del afloramiento y por erosión se encuentran formando grandes capas de cuarcitas.



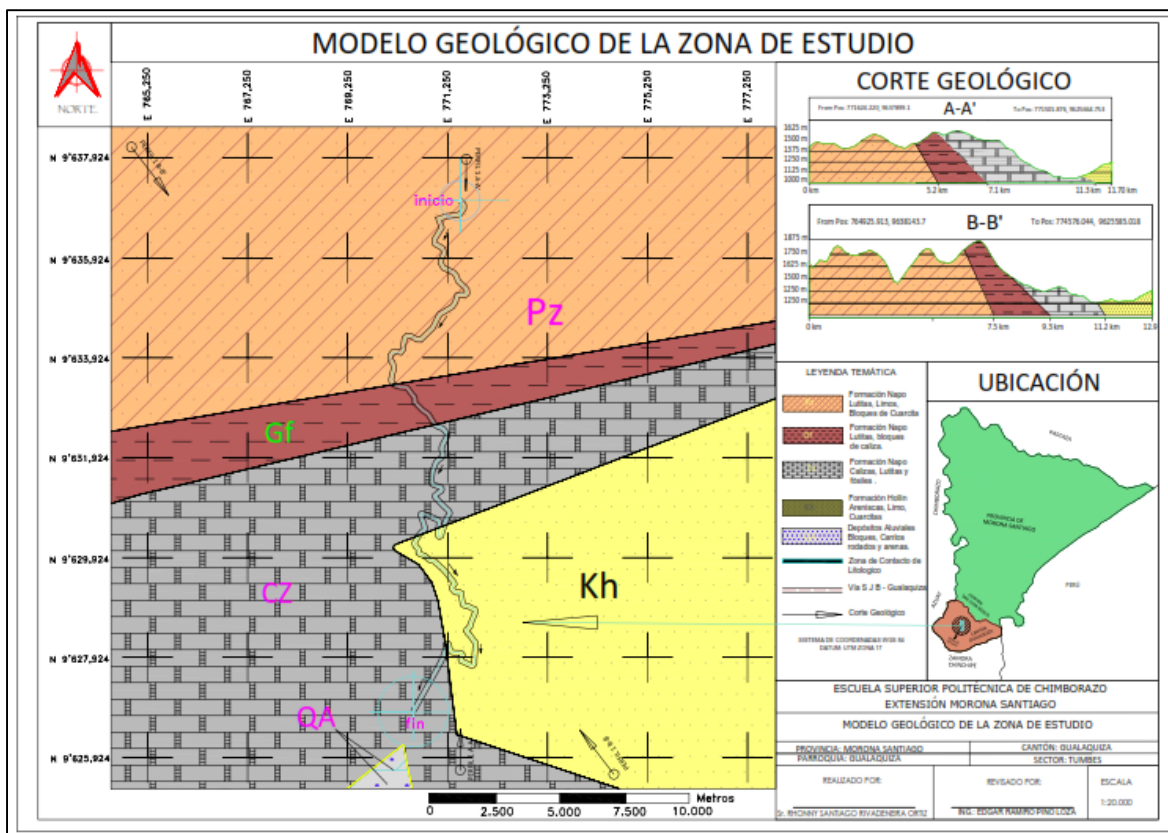
**Figura No. 12:** Medición de estructuras.

### 3.2. Modelo Geológico de la zona de estudio.

Para analizar el modelo geológico de la zona se realizó un estudio detallado en el campo, realizando el levantamiento de estructuras y la litología que se encuentra aflorando a lo largo del tramo de toda la vía del proyecto, encontrando los siguientes contactos:

- NE09/24SE.
- NE11/31SE.
- NE18/43SE.
- NE17/41SE.
- NO19/84SO.

El modelo geológico detalla cómo están distribuidas y estructuradas las unidades litológicas de la Formación Napo y la Formación Hollín que afloran en el tramo estudiado las mismas que están detalladas en el mapa geológico local, que para el fin pertinente de análisis se realizó dos cortes geológicos.



**Figura No. 13:** Modelo Geológico de la zona de estudio.  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny



### **3.3. Geomorfología de la zona de estudio**

La zona de estudio se encuentra geomorfológicamente en las estribaciones de la Cordillera Real. En la zona Subandina, se localiza al Noreste de la Cordillera del Cóndor que comprende el sur del valle intra-montañoso de la Cuenca Oriental.

La morfología de la Cordillera del Cóndor está relacionada y es producto de depósitos marinos glaciares por lo que se destacan las formas y depositación laminares paralelas entre sedimentos, la zona de estudio se define como una zona ligeramente erosionada conectada con una serie de cuencas hidrográficas que incurren en la inestabilidad del terreno y cortes de la vía.

La Cordillera del Cóndor se caracteriza por tener rocas sedimentarias en donde están en contacto con rocas metamórficas que más al sur podemos analizar y relacionar con rocas intrusivas con gran mineralización la zona de estudio se relaciona con depósitos marinos cuya evidencias son las fosilificación del área de estudio.

Esta zona está constituida por relieves de pendientes moderados de 45% a 30%, generalmente muy disectadas, desarrollados sobre rocas secundarias y terciarias de la Zona Subandina fuertemente deformadas y plegadas por la orogénesis andina, la forma del relieve se caracteriza por su gran variedad.

Se alcanza a visualizar grandes conos de deyección y esparcimientos fluviales de pendiente de 35% a 25%, generalmente muy meteorizadas del cuaternario en forma de abanico principalmente en las zonas abiertas del terreno.

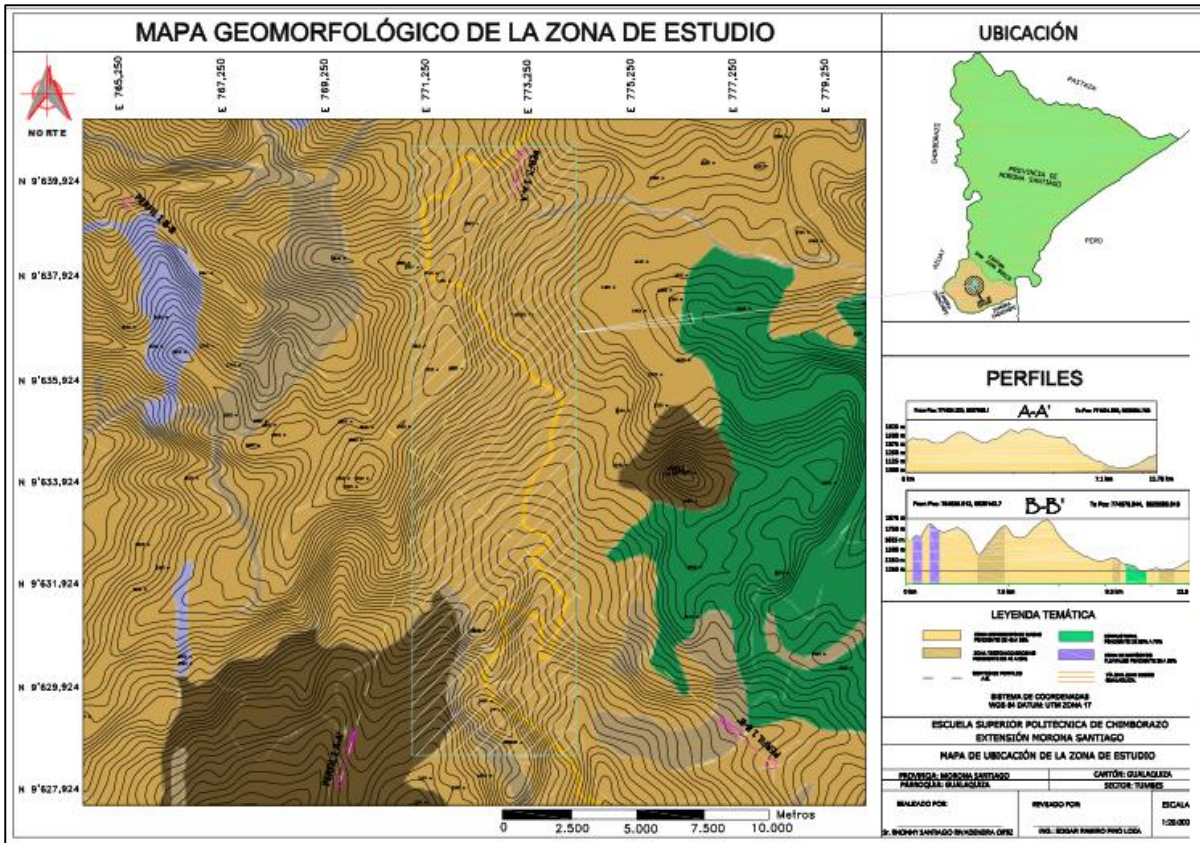
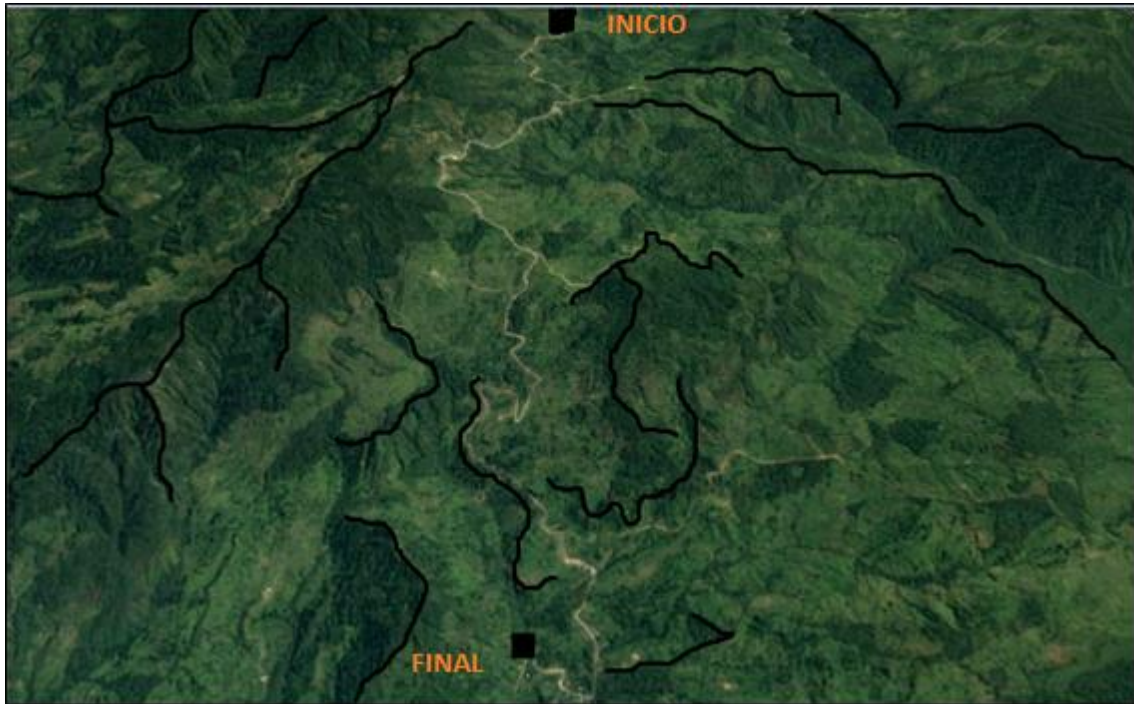


Figura No. 14: Mapa geomorfológico de la zona de estudio.  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny



### 3.3.1. Interpretación de la geomorfología vista en una imagen satelital



**Figura No. 15:** Interpretación de la geomorfología vista en una imagen satelital.  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

La zona de estudio se encuentra en una zona intramontañosa en la mitad de dos cordilleras, las cuales son La Cordillera Real y la Cordillera del Cutucu, en base a ello las montañas subducen por eventos tectónicos por la orogénesis, gran parte de cadenas montañosas van en dirección Norte/Sur por el plegamiento y empuje de ambas elevaciones, en la imagen se observa montañas con una pendiente de 60% a 70% que se caracterizan en contener material rocoso estable que aflora en gran parte del trayecto de la vía, se evidencia valles glaciares y fluvio-glaciares producidos por el tectonismo y erosión del terreno que hacen que terminen en quebradas y ríos importantes de la zona. Con el pasar del tiempo y por estar muy cerca a la falla regional Santiago-Upano estas estructuras corren el riesgo de caer ya que muchas de ellas tienen una gran pendiente casi en su totalidad parada. La zona de estudio presenta un cono encerrado por dos montañas de gran elevación que se abre desde la comunidad de Tumbes y se va abriendo en dirección Sur hasta llegar a Gualaquiza.

### 3.4. Geodinámica de la zona de estudio

Para el estudio geodinámico se realizó el monitoreo mensual de 7 estaciones de la vía para analizar el movimiento del terreno que comprende en la vía estudiada.

### **3.5. Monitoreo del movimiento de la vía:**

- a) Visualizar las áreas en donde se va a colocar las estacas del monitoreo.
- b) Colocación de las estacas de monitoreo en las partes más críticas de la vía.
- c) Plantación de la estación total para iniciar el monitoreo.

#### **Procedimiento para iniciar la medición del movimiento del terreno**

- a) Plantamos el trípode sobre el punto de observación y anclamos las patas.
- b) Colocamos el monitor de la estación total.
- c) Nivelamos la estación observando el clinómetro.
- d) Aseguramos el monitor de la Estacion total con el trípode mediante el tornillo central de fijación.
- e) Observamos el visor de la plomada y ajustamos las patas del trípode para centrar con el punto de observación.
- f) Procedemos a centrar el nivel de la burbuja con el punto de observación.
- g) Una vez preparado la estación total procedemos a encerrar los datos de la Estacion total.
- h) Configuramos las coordenadas que vamos a utilizar.
- i) Preparamos el nivel del alímetro de la estación total con la altura del prisma que vamos a utilizar.
- j) Realizamos el disparo del láser y damos vista al punto estable.
- k) Luego que realizamos la vista al punto estable y este sincronizado el punto geográfico del terreno con la Estacion total, empezamos a levantar las coordenadas de los puntos monitoreados.
- l) Una vez terminado, los datos guardados, la información es descargada y colocada en el programa para analizar el monitoreo.
- m) Luego del replanteo se realizó el levantamiento del terreno por 6 veces, una vez mensual.



Figura No. 16: Marcación de coordenadas en el terreno.

**Modelo geodinámico de la zona de estudio**

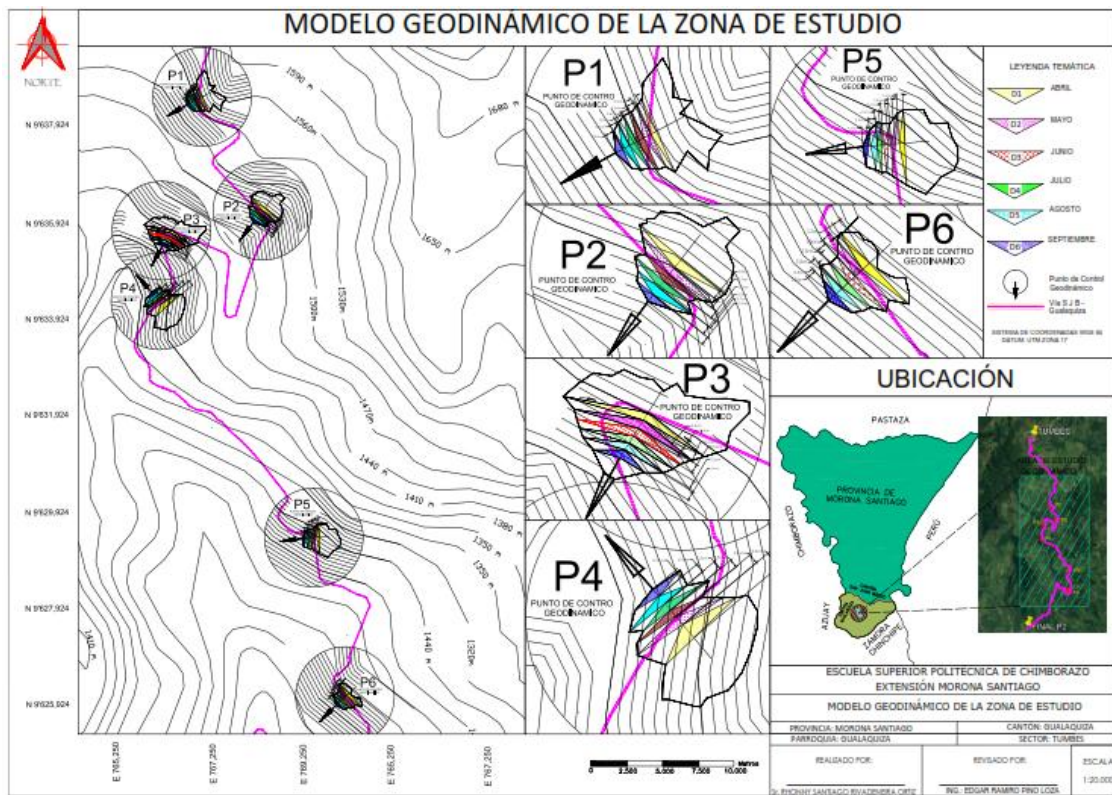


Figura No. 17: Mapa Geodinámico de la zona de estudio.  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

## 3.5.1. Fichas de cada zona monitoreada

	FICHA: PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO										
<b>Realizado por:</b>	Rivadeneira Rhonny Santiago				<b>Ubicación:</b>	Tumbes-Gualaquiza					
<b>Fecha:</b>	3 de Agosto de 2018				<b>Coordenadas:</b>	9631496/770968					
<b>Institucion:</b>	ESPOCH ext. Morona Santiago				<b>Altura:</b>	1552 m.s.n.m					
<b>Proyecto</b>	Estudio Geodinamico				<b>Codigo:</b>	RTG-01					
TIPO DE MOVIMIENTO		TIPO DE MATERIAL		TIPO DE SUELO		HUMEDAD		AFECTACION A LA VIA		TIPO DE SUELO	
Caida		Roca	30%	Grava		Muy seco		Baja		Residual	
Volcamiento		Detritos		Arena		Seco		Media		Sedimentario	
Desliz. Translacional		Suelo	70%	Arcilla		Humedo	X	Moderada		Coluvial	X
Desliz. Rotacional	X			Limo	X	Mojado		Alta	X	Aluvial	
Colapso		ESQUEMA					FOTOGRAFIA				
Fracturacion											
Flujo											
Extensiones											
Hundimientos											
Levantamiento											
NOTAS:											

Tabla No. 4: Ficha del punto de control RTG-001

Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny




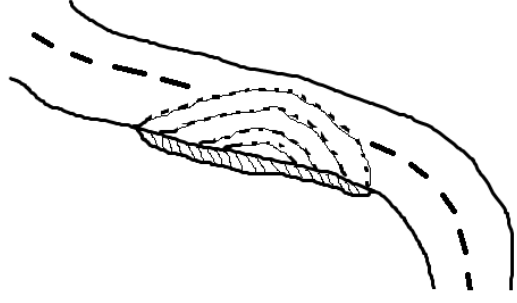

 <b>FICHA: PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO</b>											
<b>Realizado por:</b>	Rivadeneira Rhonny Santiago					<b>Ubicación:</b>	Tumbes-Gualaquiza				
<b>Fecha:</b>	03 de Agosto de 2018					<b>Coordenadas:</b>	9630887/771239				
<b>Institucion:</b>	ESPOCH Ext. Morona Santiago					<b>Altura:</b>	1486 m.s.n.m				
<b>Proyecto</b>	Estudio Geodinamico					<b>Codigo:</b>	RTG-02				
TIPO DE MOVIMIENTO		TIPO DE MATERIAL		TIPO DE SUELO		HUMEDAD		AFECTACION A LA VIA		TIPO DE SUELO	
Caida		Roca	10%	Grava		Muy seco		Baja		Residual	
Volcamiento		Detritos	30%	Arena		Seco		Media		Sedimentario	X
Desliz. Translacional		Suelo	60%	Arcilla	X	Humedo	X	Moderada	X	Coluvial	
Desliz. Rotacional				Limo	X	Mojado		Alta		Aluvial	
Colapso		ESQUEMA					FOTOGRAFIA				
Fracturacion											
Flujo											
Extensiones	X										
Hundimientos	X										
Levantamiento											
<b>NOTAS:</b>											

Tabla No. 5: Ficha del punto de control RTG-002  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny


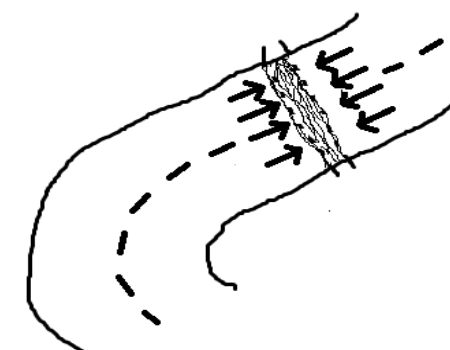

 <b>FICHA: PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO</b>											
<b>Realizado por:</b>	Rivadeneira Rhonny Santiago					<b>Ubicación:</b>	Tumbes-Gualaquiza				
<b>Fecha:</b>	03 de Agosto de 2018					<b>Coordenadas:</b>	9630794/770734				
<b>Institucion:</b>	ESPOCH Ext Morona Santiago					<b>Altura:</b>	1415 m.s.n.m				
<b>Proyecto</b>	Estudio Geodinamico					<b>Codigo:</b>	RTG-03				
TIPO DE MOVIMIENTO		TIPO DE MATERIAL		TIPO DE SUELO		HUMEDAD		AFECTACION A LA VIA		TIPO DE SUELO	
Caida		Roca	10%	Grava		Muy seco		Baja		Residual	
Volcamiento		Detritos	30%	Arena		Seco		Media		Sedimentario	
Desliz. Translacional		Suelo	60%	Arcilla	X	Humedo		Moderada	X	Coluvial	X
Desliz. Rotacional				Limo		Mojado	X	Alta		Aluvial	
Colapso		ESQUEMA					FOTOGRAFIA				
Fracturacion											
Flujo											
Extensiones											
Hundimientos											
Levantamiento	X										
<b>NOTAS:</b>											

Tabla No. 6: Ficha del punto de control RTG-003

Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

 <b>FICHA: PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO</b>											
<b>Realizado por:</b>	Rivadeneira Rhonny Santiago					<b>Ubicación:</b>	Tumbes-Gualaquiza				
<b>Fecha:</b>	03 de Agosot de 2018					<b>Coordenadas:</b>	9630744/770723				
<b>Institucion:</b>	ESPOCH Ext. Morona Santiago					<b>Altura:</b>	1403 m.s.n.m				
<b>Proyecto</b>	Estudio Geodinamico					<b>Codigo:</b>	RTG-04				
TIPO DE MOVIMIENTO		TIPO DE MATERIAL		TIPO DE SUELO		HUMEDAD		AFECTACION A LA VIA		TIPO DE SUELO	
Caida		Roca	10%	Grava		Muy seco		Baja		Residual	
Volcamiento		Detritos	20%	Arena		Seco		Media		Sedimentario	X
Desliz. Translacional		Suelo	70%	Arcilla	X	Humedo	X	Moderada	X	Coluvial	
Desliz. Rotacional				Limo	X	Mojado		Alta		Aluvial	
Colapso		ESQUEMA					FOTOGRAFIA				
Fracturacion											
Flujo											
Extensiones											
Hundimientos	X										
Levantamiento	X										
<b>NOTAS:</b>											

Tabla No. 7: Ficha del punto de control RTG-004  
 Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny





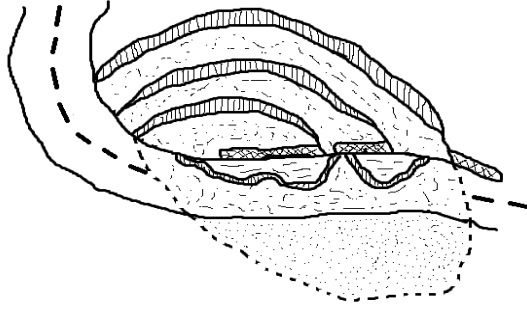

 <b>FICHA: PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO</b>												
<b>Realizado por:</b>	Rivadeneira Rhonny Santiago					<b>Ubicación:</b>	Tumbes-Gualaquiza					
<b>Fecha:</b>	03 de Agosto de 2018					<b>Coordenadas:</b>	9630430/770720					
<b>Institucion:</b>	ESPOCH Ext. Morona Santiago					<b>Altura:</b>	1385 m.s.n.m					
<b>Proyecto</b>	Estudio Geodinamico					<b>Codigo:</b>	RTG-05					
TIPO DE MOVIMIENTO			TIPO DE MATERIAL		TIPO DE SUELO		HUMEDAD		AFECTACION A LA VIA		TIPO DE SUELO	
Caida			Roca		Grava	X	Muy seco		Baja		Residual	X
Volcamiento			Detritos	30%	Arena	X	Seco		Media		Sedimentario	
Desliz. Translacional			Suelo	70%	Arcilla		Humedo	X	Moderada	X	Coluvial	
Desliz. Rotacional					Limo		Mojado		Alta		Aluvial	
Colapso			ESQUEMA					FOTOGRAFIA				
Fracturacion												
Flujo												
Extensiones	X											
Hundimientos												
Levantamiento	X											
<b>NOTAS:</b>												

Tabla No. 8: Ficha del punto de control RTG-005  
 Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny



 <b>FICHA: PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO</b>											
<b>Realizado por:</b>	Rivadeneira Rhonny Santiago					<b>Ubicación:</b>	Tumbes-Gualaquiza				
<b>Fecha:</b>	03 de Agosto de 2018					<b>Coordenadas:</b>	9629170/771522				
<b>Institucion:</b>	ESPOCH Ext. Morona Santiago					<b>Altura:</b>	1251 m.s.n.m				
<b>Proyecto</b>	Estudio Geodinamico					<b>Codigo:</b>	RTG-06				
TIPO DE MOVIMIENTO		TIPO DE MATERIAL		TIPO DE SUELO		HUMEDAD		AFECTACION A LA VIA		TIPO DE SUELO	
Caida		Roca		Grava		Muy seco		Baja		Residual	
Volcamiento		Detritos	20%	Arena		Seco		Media	X	Sedimentario	
Desliz. Translacional		Suelo	80%	Arcilla	X	Humedo	X	Moderada		Coluvial	X
Desliz. Rotacional				Limo	X	Mojado		Alta		Aluvial	
Colapso		ESQUEMA					FOTOGRAFIA				
Fracturacion											
Flujo											
Extensiones											
Hundimientos	X										
Levantamiento											
<b>NOTAS:</b>											

**Tabla No. 9:** Ficha del punto de control RTG-006  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

 <b>FICHA: PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO</b>												
<b>Realizado por:</b>	Rivadeneira Rhonny Santiago					<b>Ubicación:</b>	Tumbes-Gualaquiza					
<b>Fecha:</b>	03 de Agosto de 2018					<b>Coordenadas:</b>	9628390/771272					
<b>Institucion:</b>	ESPOCH Ext. Morona Santiago					<b>Altura:</b>	1176 m.s.n.m					
<b>Proyecto</b>	Estudio Geodinamico					<b>Codigo:</b>	RTG-07					
TIPO DE MOVIMIENTO			TIPO DE MATERIAL		TIPO DE SUELO		HUMEDAD		AFECTACION A LA VIA		TIPO DE SUELO	
Caida			Roca	20%	Grava		Muy seco		Baja		Residual	
Volcamiento			Detritos	20%	Arena	X	Seco		Media		Sedimentario	
Desliz. Translacional			Suelo	60%	Arcilla	X	Humedo	X	Moderada		Coluvial	X
Desliz. Rotacional	X				Limo	X	Mojado		Alta	X	Aluvial	
Colapso			ESQUEMA					FOTOGRAFIA				
Fracturacion												
Flujo												
Extensiones												
Hundimientos	X											
Levantamiento												
<b>NOTAS:</b>												

**Tabla No. 10:** Ficha del punto de control RTG-007

**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

### 3.5.2. Datos de Coordenadas del tiempo monitoreado

REPLANTEO		
MARZO		
X	Y	Z
<b>771728,2336</b>	9628326,8534	1167,9230
<b>771683,0968</b>	96283778,1238	1173,7700
<b>771672,3955</b>	9628390,5589	1176,1300
<b>771522,9212</b>	9629170,6857	1252,0200
<b>771520,7270</b>	9629214,1015	1274,3000
<b>770716,5991</b>	9630427,2200	1385,1600
<b>770720,5620</b>	9630430,3996	1385,7900
<b>770723,8113</b>	9630744,3400	1403,9600
<b>770721,4104</b>	9630751,4223	1404,4000
<b>770784,8059</b>	9630794,9420	1415,0200
<b>770786,6525</b>	9630794,3891	1415,2900
<b>770788,2568</b>	9630793,4309	1415,2300
<b>771250,0551</b>	9630878,4818	1485,4000
<b>771239,9576</b>	9630887,4393	1486,5300
<b>770926,0854</b>	9631479,0966	1552,5700
<b>770941,9225</b>	9631487,8402	1552,8500

**Tabla No. 11:** Coordenadas UTM correspondiente al mes de Marzo.  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

PRIMER MONITOREO		
ABRIL		
X	Y	Z
<b>771728,2353</b>	9628326,8510	1167,9227
<b>771683,0938</b>	9628378,1194	1173,7688
<b>771672,3947</b>	9628390,5536	1176,1258
<b>771522,9206</b>	9629170,6825	1252,0001
<b>771520,7285</b>	9629214,0963	1274,2998
<b>770716,6007</b>	9630427,2210	1385,1640
<b>770720,5625</b>	9630430,3984	1385,7911
<b>770723,8082</b>	9630744,3386	1403,9629
<b>770721,4127</b>	9630751,4208	1404,4028
<b>770784,8072</b>	9630794,9420	1415,0209
<b>770786,6479</b>	9630794,3862	1415,3015
<b>770788,2511</b>	9630793,4282	1415,2207
<b>771250,0514</b>	9630878,4803	1485,3990
<b>771239,9614</b>	9630887,4353	1486,5281
<b>770926,0806</b>	9631479,0927	1552,5700
<b>770941,9186</b>	9631487,8375	1552,8401

**Tabla No. 12:** Coordenadas UTM correspondiente al mes de Abril.  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

SEGUNDO MONITOREO		
MAYO		
X	Y	Z
<b>771728,2396</b>	9628326,8444	1167,9131
<b>771683,0757</b>	9628378,1039	1173,7467
<b>771672,3858</b>	9628390,5409	1176,1198
<b>771522,9057</b>	9629170,6788	1251,9954
<b>771520,7274</b>	9629214,0834	1274,2951
<b>770716,6053</b>	9630427,2277	1385,1691
<b>770720,5631</b>	9630430,3949	1385,7934
<b>770723,7993</b>	9630744,3390	1403,9638
<b>770721,4195</b>	9630751,4146	1404,4039
<b>770784,8096</b>	9630794,9408	1415,0405
<b>770786,6402</b>	9630794,3781	1415,3161
<b>770788,2445</b>	9630793,4208	1415,2401
<b>771250,0464</b>	9630878,4756	1485,3981
<b>771239,9657</b>	9630887,4284	1486,5210
<b>770926,0716</b>	9631479,0883	1552,5503
<b>77041,9091</b>	9631487,8312	1552,8322

**Tabla No. 13:** Coordenadas UTM correspondiente al mes de Mayo.  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

TERCER MONITOREO		
JUNIO		
X	Y	Z
<b>771728,2444</b>	9628326,8359	1167,9100
<b>771683,0575</b>	9628378,0924	1173,7210
<b>771672,3792</b>	9628390,5275	1176,0875
<b>771522,8959</b>	9629170,6684	1251,9916
<b>771520,7308</b>	9629214,0721	1274,2911
<b>770716,6110</b>	9630427,2296	1385,1730
<b>770720,5634</b>	9630430,3901	1385,7947
<b>770723,7945</b>	9630744,3452	1403,9697
<b>770721,4276</b>	9630751,4053	1404,4091
<b>770784,8129</b>	9630794,9394	1415,0998
<b>770786,6316</b>	9630794,3705	1415,3288
<b>770788,2309</b>	9630793,4093	1415,2447
<b>771250,0352</b>	9630878,4725	1485,3844
<b>771239,9687</b>	9630887,4220	1486,5187
<b>770926,0613</b>	9631479,0831	1552,5317
<b>770941,8988</b>	9631487,8227	1552,8200

**Tabla No. 14:** Coordenadas UTM correspondiente al mes de Junio.  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

CUARTO MONITOREO		
JULIO		
X	Y	Z
<b>771728,2447</b>	96283266,8304	1167,9087
<b>771683,0500</b>	9628378,0856	1173,7200
<b>771672,3768</b>	9628390,5218	1176,0411
<b>771522,8945</b>	9629170,6635	1251,9878
<b>771520,7317</b>	9629214,0632	1254,2889
<b>770716,6141</b>	9630427,2311	1385,1786
<b>770720,5667</b>	9630430,3875	1385,7952
<b>770723,7924</b>	9630744,3415	1403,9708
<b>770721,4272</b>	9630751,4092	1404,4101
<b>770784,8135</b>	9630794,9377	1415,1123
<b>770786,6262</b>	9630794,3666	1415,3309
<b>770788,2247</b>	9630793,4046	1415,2485
<b>771250,0346</b>	9630878,4687	1485,3712
<b>771239,9703</b>	9630887,4186	1486,5169
<b>770926,0476</b>	9631479,0855	1552,5203
<b>770941,8947</b>	9631487,8162	1552,8110

**Tabla No. 15:** Coordenadas UTM correspondiente al mes de Julio.  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

QUINTO MONITOREO		
AGOSTO		
X	Y	Z
<b>771728,2489</b>	9628326,8250	1167,9085
<b>771683,0418</b>	9628378,0806	1173,7193
<b>771672,3682</b>	9628390,5186	1175,9899
<b>771522,8903</b>	9629170,6607	1251,9835
<b>771520,7279</b>	9629214,0546	1254,2881
<b>770716,6169</b>	9630427,2344	1385,1801
<b>770720,5624</b>	9630430,3852	1385,7983
<b>770723,7917</b>	9630744,3384	1403,9789
<b>770721,4318</b>	9630751,4088	1404,4118
<b>770784,8169</b>	9630794,9384	1415,1328
<b>770786,6210</b>	9630794,3610	1415,3391
<b>770788,2189</b>	9630793,4005	1415,2499
<b>771250,0343</b>	9630878,4649	1485,3603
<b>771239,9724</b>	9630887,4180	1486,5140
<b>770926,0392</b>	9631479,0849	1552,5198
<b>770941,8879</b>	9631487,8112	1552,8003

**Tabla No. 16:** Coordenadas UTM correspondiente al mes de Agosto.  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

SEXTO MONITOREO		
SEPTIEMBRE		
X	Y	Z
<b>771728,2526</b>	9628326,8206	1167,9084
<b>771683,0363</b>	9628378,0731	1173,7153
<b>771672,3583</b>	9628390,5137	1175,9743
<b>771522,8871</b>	9629170,6571	1251,9799
<b>771520,7220</b>	9629214,0458	1254,2790
<b>770716,6192</b>	9630427,2351	1385,1823
<b>770720,0000</b>	9630430,3827	1385,8028
<b>770723,7898</b>	9630744,3359	1403,9800
<b>770721,4344</b>	9630751,4068	1404,4125
<b>770784,8184</b>	9630794,9381	1415,1411
<b>770786,6166</b>	9630794,3542	1415,3434
<b>770788,2106</b>	9630793,4011	1415,2501
<b>771250,0352</b>	9630878,4598	1485,3601
<b>771239,9756</b>	9630887,5101	1486,5101
<b>770926,0316</b>	9631479,0818	1552,5165
<b>770941,8838</b>	9631487,8056	1552,7902

**Tabla No. 17:** Coordenadas UTM correspondiente al mes de Septiembre.

**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

### **Procedimiento del muestreo de suelos para ensayos de laboratorio**

- a) Escoger el sitio en donde vamos a recolectar las muestras.
- b) Cavar de 0,60 cm. a 1 metro de profundidad.
- c) Separar el material orgánico o vegetal.
- d) Colocar la muestra de 15 kg. en una funda o envase.
- e) Pegar la etiqueta fuera de la funda o envase.
- f) Llevar las muestras al laboratorio en un tiempo de 2 días para que se trabaje con muestras frescas y se obtengan buenos resultados.



**Figura No. 18:** Realizando un agujero para obtener la muestra.

### 3.6. Ensayos de Laboratorio

Para la caracterización del suelo se procede a realizar el análisis físico de laboratorio en lo que respecta a las Normas AASHTO T88-00 y SUCS:

- **Granulometría:** Es la distribución de los diferentes tamaños de las partículas de un suelo, expresado como un porcentaje en relación con el peso total de la muestra seca.
- **Humedad Natural:** La humedad natural es una propiedad física del suelo, que se obtiene por el comportamiento y la resistencia de la muestra, por la cantidad de agua que contienen.
- **Limite Líquido:** Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado en que una mezcla de suelo y agua, capaz de ser moldeada, se deposita en la Cuchara de Casagrande, y se golpea consecutivamente contra la base de la

máquina, haciendo girar la manivela, hasta que la zanja que previamente se ha recortado, se cierra en una longitud de 12 mm. (1/2").

- **Limite Plástico:** Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado pero sencillo consistente en medir el contenido de humedad para el cual no es posible moldear un cilindro desuelo, con un diámetro de 3 mm. Se basa en moldear cilindros de suelo con las manos hasta que presente unas fracturas en el contorno y se lleva a pesar para obtener los datos.
- **Absorción Atómica:** Proceso en el que un líquido penetra y llena los espacios vacíos de un material sólido poroso.

### 3.6.1. Ensayo Granulométrico

Para realizar este método consiste en la determinación cuantitativa de los tamaños de partículas presentes en una muestra de suelo.

#### **Materiales y equipos que se utilizan en este ensayo:**

- Horno.
- Juego de tamices.
- Bandeja.
- Cepillo de acero.
- Espátula.
- Martillo.
- Mortero.
- Brocha.

#### **Procedimiento del ensayo:**

- Sacamos la muestra del envase y pesamos 1000 gr.
- Secamos la muestra a temperatura natural.
- Empezamos a despedazar a la mínima cantidad posible.
- Una vez que el material este fino, empezamos a seleccionar los tamices que vamos a querer pasar el material desde el mayor a menor diámetro.
- Con los datos obtenidos calculamos el porcentaje retenido en cada tamiz con las siguientes formulas.

$$\% \text{Retenido} = \frac{\text{Peso acumulado en cada tamiz}}{\text{Peso total}} \times 100$$

$$\% \text{que pasa} = 100 - \% \text{Retenido acumulado}$$





**Figura No. 19:** Procedimiento de tamizado para realizar la granulometría.

### **3.6.2. Ensayos de Humedad Natural**

Este método consiste en la determinación cuantitativa de la humedad presente en la muestra en estado natural.

#### **Materiales y equipos que se utilizan en este ensayo:**

- Balanza electrónica.
- Bandeja para colocar la muestra.
- Envase metálico.
- Horno eléctrico.

#### **Procedimiento del ensayo**

- a) Cogemos la muestra de la funda y colocamos en la bandeja.
- b) Disgregamos lo máximo posible.
- c) Colocamos las muestras en los envases.

- d) Pesamos las muestras y colocamos en el horno durante 24 horas a una temperatura constante.
- e) Una vez seca volvemos a pesar.
- f) Una vez que hemos pesado, procedemos a realizar el cálculo con la siguiente formula  $\%H = [(Ph - Ps) / (Ps - Pt)] \times 100$ .
- g) Una vez calculado, analizamos las muestras.

### **3.6.3. Ensayos de Limite Liquido y Límite plástico.**

Estos métodos consisten en la determinación cualitativa y cuantitativa del suelo y la capacidad de absorción de cada suelo a analizar.

#### **Materiales y equipos que se utilizan en estos ensayos:**

- Bandeja.
- Crisol de porcelana.
- Espátula.
- Balanza electrónica.
- Envases.
- Placa de vidrio.
- Horno electrónico.
- Equipo Casa Grande.

#### **Procedimientos para estos ensayos**

##### **Procedimiento para realizar el ensayo de límite plástico.**

- a) Colocamos una porción de muestra en la bandeja y procedemos a disgregarla.
- b) Pesamos 100 gr. de muestra luego que haya pasado el tamiz #40.
- c) A la muestra pesada agregamos agua de 20 a 30 ml. y comenzamos a mezclar.
- d) Una vez mezclada bien dejamos descansar la muestra tapada bajo una funda para que se evapore toda el agua.
- e) Calibramos el equipo de Casa Grande.
- f) Colocamos la muestra a la mitad de la media luna y partimos en dos partes.
- g) Empezamos a girar la maquina hasta que se unan las dos partes y contamos los golpes que se hicieron para unirse las dos partes.
- h) Pasamos a determinar el limite liquido con la misma muestra que realizamos el ensayo de limite plástico.

**Procedimientos para el ensayo de Limite Liquido**

- a) Procedemos a moldear la muestra en forma de lombriz de 5mm. de diámetro hasta que la muestra indique pequeñas fisuras lo que indica que la muestra es plástica o no.
- b) Las muestras son pesadas y colocadas en el horno a una temperatura constante.
- c) Con los siguientes datos realizamos los cálculos y analizamos los resultados.

Limite Liquido  $Ll = [(Ph - Ps) / (Ps - Pt)] \times 100$ .

**Donde:**

**Ph:** Peso húmedo de la muestra.

**Ps:** Peso seco de la muestra.

**Pt:** Peso del tarro.

**Limete Plastico**

$Lp = [(Ph - Ps) / (Ps - Pt)] \times 100$

**Donde:**

**Ph:** Peso húmedo de la muestra.

**Ps:** Peso seco de la muestra.

**Pt:** Peso del tarro.



**Figura No. 20** Procedimiento de limite liquido realizado en casa grande.

Ficha de ensayos mecánicos de laboratorio

<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>													
<b>PROYECTO:</b>		ESTUDIO GEODINAMICO			<b>COLOR:</b>		CAFÉ CLARO		<b>ENSAYADO POR:</b>		RIVADENEIRA O. RHONNY		
<b>COORDENADAS:</b>		WGS84 9631496/770968			<b>MUESTRA :</b>		GEG-001		<b>FECHA DE TOMA:</b>		05/08/2018		
<b>USO:</b>		TESIS			<b>PROFUNDIDAD :</b>		0.5 M		<b>FECHA DE ENSAYO:</b>		08/08/2018		
ENSAYOS DE CLASIFICACION													
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)							HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	PESO RET.	%	%	ESPECIFICADO	N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
	(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA				TARRO	GOLPES	HUMEDO		
0	0.0	0.0	0.0	0.00	100.00		23		218,37	162,86	27,52	41,01	
1	25.0	0.0	0.00	0.00	100.00		24		211,57	159,43	29,13	40,01	40,51
3/4"	19.0	0.0	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
1/2"	12.5	0.0	0.00	0.00	100.00		30	32	46,43	41,16	27,03	37,29	
3/8"	9.5	6,60	6,60	0,84	99,16		31	24	46,10	40,89	27,23	38,14	
N° 4	4.75	22,00	28,60	3,62	96,38		32	15	44,65	39,49	26,79	40,62	
N° 10	2.00	46,20	74,80	9,48	90,52		<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
N° 20	0.85	33,80	108,60	13,76	86,24		30		17,83	16,85	13,36	28,08	
N° 40	0.43	18,60	127,20	16,12	83,88		32		18,76	17,61	13,48	27,84	
N° 60	0.25	16,40	143,60	18,20	81,80		<b>27,96</b>						
N° 80	0.18	14,60	158,20	20,05	79,95								
N° 100	0.15	9,00	167,20	21,19	78,81								
N° 200	0,07	60,20	227,40	28,82	71,18								
< N°200		334,20	561,60	71,18									
<b>TOTAL</b>			789,00										
PESO ANTES DEL LAVADO=			789,00	gr	<b>ÁRIDO</b>	%							
PESO DESPUES DEL LAVADO=			227,40	gr	<b>GRAVA</b>	3.62 %							
					<b>ARENA</b>	25.20 %							
					<b>FINOS</b>	71.18 %							

<b>CLASIFICACION:</b>	
<b>SUCS</b>	CL (Suelo Arcilloso )
<b>AASTHO</b>	A-5
<b>HUMEDAD NATURAL:</b>	40,51 %
<b>LIMITE LIQUIDO:</b>	38,68 %
<b>LIMITE PLASTICO:</b>	27,96
<b>INDICE PLASTICO:</b>	10,72
<b>INDICE DE GRUPO:</b>	17,09

**Tabla No. 18:** Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-001  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

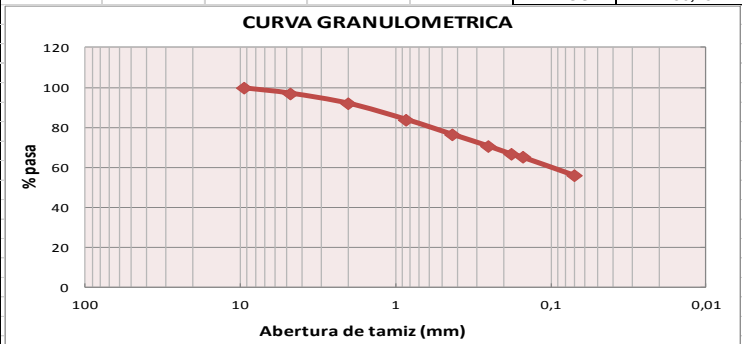
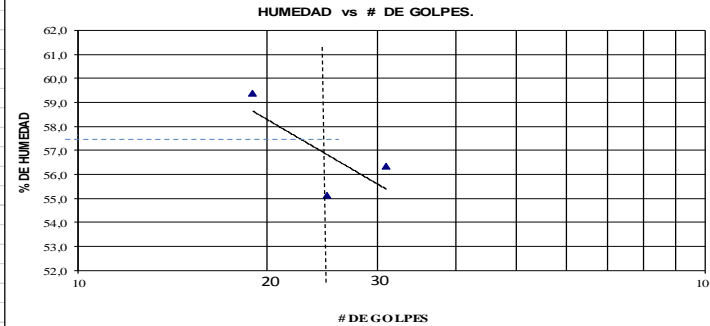

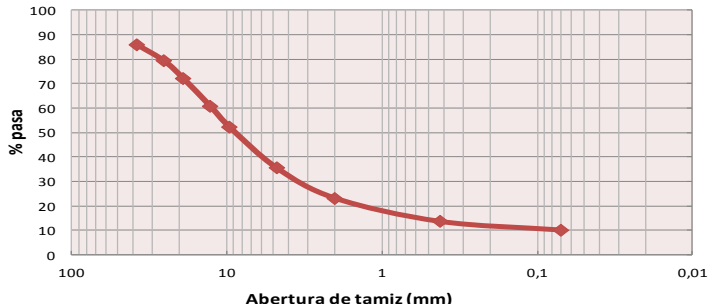
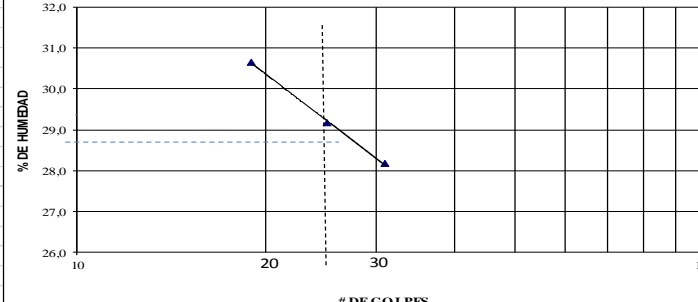
LABORATORIO DE SUELOS						
PROYECTO:	ESTUDIO GEODINAMICO			COLOR:	CAFÉ OSCURO	
COORDENADAS:	9630887/771239			MUESTRA :	GEG-002	
USO:	TESIS			PROFUNDIDAD :	0.5 M	
				ENSAYADO POR:	RIVADENEIRA O. RHONNY	
				FECHA DE TOMA:	05/08/2018	
				FECHA DE ENSAYO:	08/08/2018	
ENSAYOS DE CLASIFICACION						
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
0	0					
1	25					
3/4"	19					
1/2"	12,5	-	0,0	0,00	100,00	
3/8"	9,5	1,4	1,4	0,27	99,73	
N° 4	4,8	13,60	15,0	2,92	97,08	
N° 10	2	26,00	41,0	7,98	92,02	
N° 20	0,85	41,20	82,2	15,99	84,01	
N° 40	0,43	38,00	120,2	23,39	76,61	
N° 60	0,25	30,20	150,4	29,26	70,74	
N° 80	0,18	18,60	169,0	32,88	66,85	
N° 100	0,15	8,80	177,8	34,59	65,14	
N° 200	0,07	47,40	225,2	43,81	56,19	
< N° 200		63,6	288,8	56,19		
TOTAL			514,0			
PESO ANTES DEL LAVADO=			514,00 gr	ÁRIDO	%	
PESO DESPUES DEL LAVADO=			225,20 gr	GRAVA	2,92	
				ARENA	40,89	
				FINOS	56,19	
HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
27		276,94	195,00	28,02	49,07	
28		229,64	164,80	28,46	47,56	48,31
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
33	31	50,10	42,27	28,37	56,33	
34	24	49,87	42,19	28,26	55,13	
35	18	49,82	41,11	26,44	59,37	
						56,95
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
23		18,28	17,21	13,59	29,56	
24		18,33	17,17	13,24	29,52	
						29,54
CURVA GRANULOMETRICA						
						
HUMEDAD vs # DE GOLPES.						
						
CLASIFICACION:						
SUCS	CL ( Suelo limo arcilloso )					
AASTHO	A-4					
HUMEDAD NATURAL:	48,31 %					
LIMITE LIQUIDO:	56,95 %					
LIMITE PLASTICO:	29,54					
INDICE PLASTICO:	27,41					
INDICE DE GRUPO:	14,08					

Tabla No. 19: Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-002  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

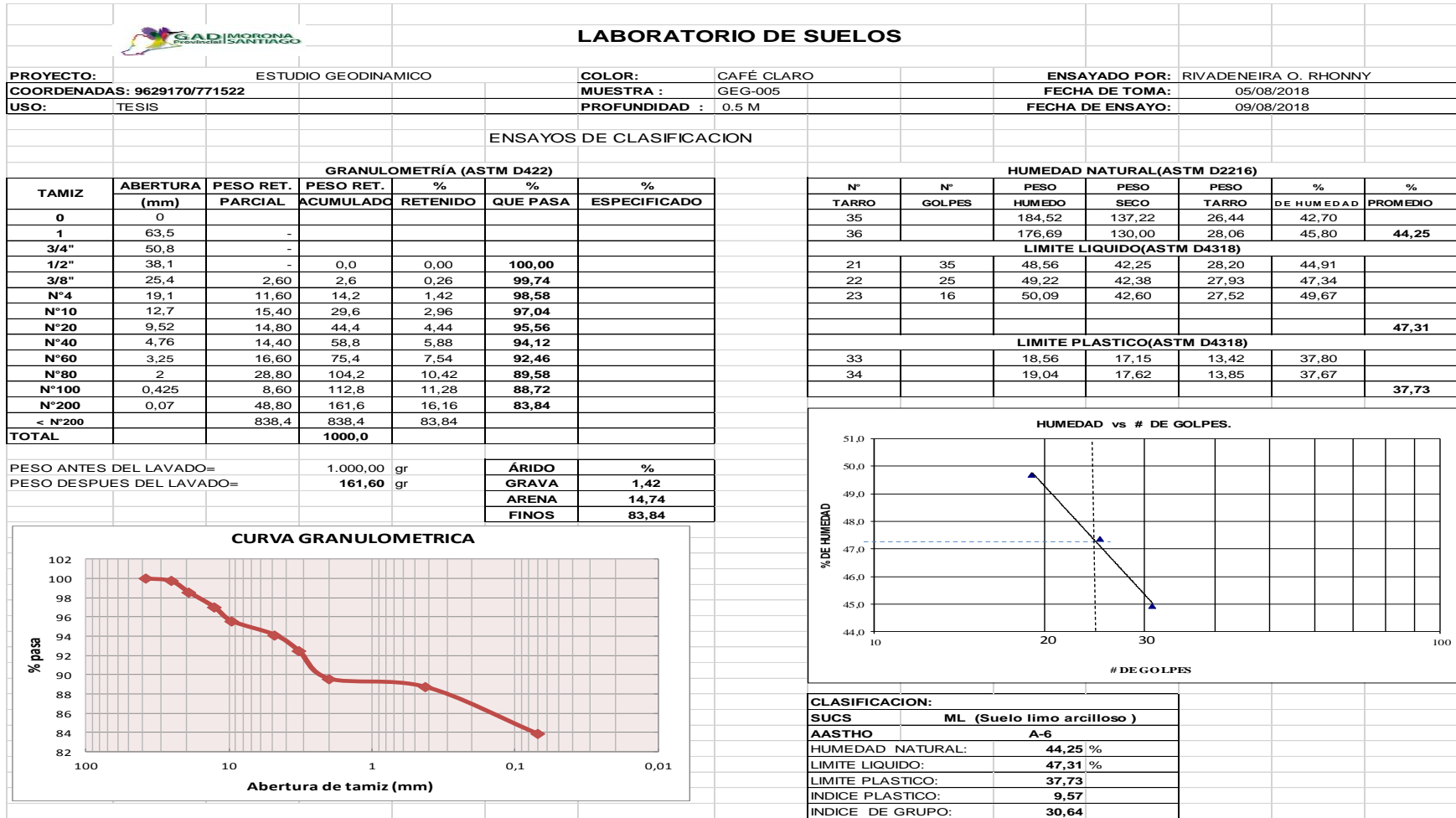
LABORATORIO DE SUELOS													
PROYECTO:		ESTUDIO GEODINAMICO			COLOR:		CAFÉ OSCURO			ENSAYADO POR:		RIVADENEIRA O. RHONNY	
COORDENADAS:		9630794/770734			MUESTRA :		GEG-003			FECHA DE TOMA:		05/08/2018	
USO:		TESIS			PROFUNDIDAD :		0.5 M			FECHA DE ENSAYO:		09/08/2018	
ENSAYOS DE CLASIFICACION													
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)							HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO	N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
0	0	-	-	-	-	-	39		201,50	170,63	27,66	21,59	
1	25	-	-	-	-	-	40		260,22	214,35	28,38	24,67	23,13
3/4"	19	-	-	-	-	-	LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
1/2"	12,5	-	0,0	0,00	100,00		21	33	51,50	45,95	28,20	31,27	
3/8"	9,5	16,8	16,8	2,18	97,82		25	26	47,79	43,01	28,38	32,67	
N° 4	4,8	85,4	102,2	13,29	86,71		29	18	50,66	44,03	26,61	38,06	
N° 10	2,00	128,00	208,6	27,13	72,87		LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
N° 20	0,85	106,40	315,0	40,96	59,04		39		17,60	16,94	13,58	19,64	
N° 40	0,43	67,00	382,0	49,67	50,33		40		17,54	16,96	13,40	16,29	17,97
N° 60	0,25	39,60	421,6	54,82	45,18		TOTAL						
N° 80	0,18	23,80	445,4	57,92	42,08								
N° 100	0,15	9,60	455,0	59,17	40,83								
N° 200	0,07	48,40	503,4	65,46	34,54								
< N° 200		265,6	265,6	34,54									
PESO ANTES DEL LAVADO=			769,00	gr	ÁRIDO	%							
PESO DESPUES DEL LAVADO=			503,40	gr	GRAVA	13,29							
					ARENA	52,17							
					FINOS	34,54							
CURVA GRANULOMETRICA							HUMEDAD vs # DE GOLPES.						
							<b>CLASIFICACION:</b> <b>SUCS</b> CL (Suelo arcilloso) <b>AASTHO</b> A-2-5 <b>HUMEDAD NATURAL:</b> 23,13 % <b>LIMITE LIQUIDO:</b> 34,00 % <b>LIMITE PLASTICO:</b> 17,97 % <b>INDICE PLASTICO:</b> 16,03 <b>INDICE DE GRUPO:</b> 1,48						

Tabla No. 20: Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-003  
 Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

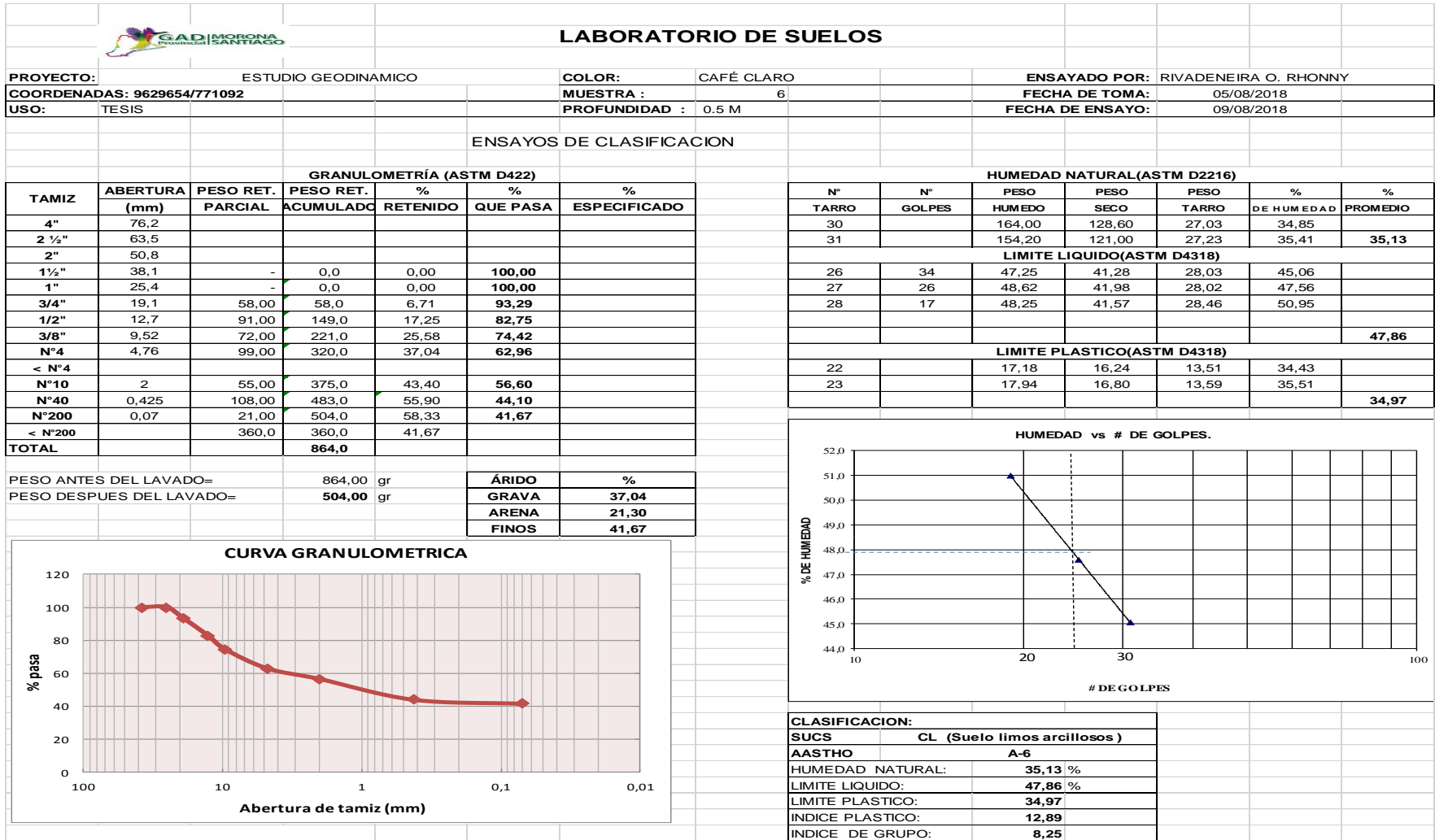
 <b>LABORATORIO DE SUELOS</b>													
<b>PROYECTO:</b> ESTUDIO GEODINAMICO			<b>COLOR:</b> NEGRO			<b>ENSAYADO POR:</b> RIVADENEIRA O. RHONNY							
<b>COORDENADAS:</b> WGS84 9630744/770723			<b>MUESTRA :</b> GEG-004			<b>FECHA DE TOMA:</b> 05/03/2018							
<b>USO:</b> TESIS			<b>PROFUNDIDAD :</b> 0.5 M			<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 09/08/2018							
ENSAYOS DE CLASIFICACION													
GRANULOMETRÍA (ASTM D422)							HUMEDAD NATURAL(ASTM D2216)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO	N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
3"	76,2						43		240,49	220,76	27,09	10,19	
2 ½"	63,5						44		222,59	204,65	29,09	10,22	<b>10,20</b>
2"	50,8					<b>100,00</b>	<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
1 ½"	38,1	332,80	332,8	13,86	<b>86,14</b>		30	34	48,01	43,40	27,03	28,16	
1"	25,4	159,00	491,8	20,47	<b>79,53</b>		31	25	47,56	42,97	27,23	29,16	
¾"	19,1	172,00	663,8	27,64	<b>72,36</b>		32	15	48,47	43,29	26,39	30,65	
½"	12,7	278,00	941,8	39,21	<b>60,79</b>		<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
3/8"	9,52	205,60	1147,4	47,77	<b>52,23</b>		22		18,72	17,83	13,51	20,60	
N°4	4,76	396,60	1544,0	64,28	<b>35,72</b>		41		18,98	18,03	13,41	20,56	
< N°4							<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
N°10	2	297,40	1841,4	76,66	<b>23,34</b>		<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
N°40	0,425	226,60	2068,0	86,09	<b>13,91</b>		<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
N°200	0,07	85,60	2153,6	89,66	<b>10,34</b>		<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
< N°200		248,4	248,4	10,34			<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
<b>TOTAL</b>			<b>2402,0</b>				<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
PESO ANTES DEL LAVADO=		2.402,00		gr	<b>ÁRIDO</b>					<b>%</b>			
PESO DESPUES DEL LAVADO=		2.153,60		gr	<b>GRAVA</b>					<b>64,28</b>			
					<b>ARENA</b>					<b>25,38</b>			
					<b>FINOS</b>					<b>10,34</b>			
CURVA GRANULOMETRICA													
													
HUMEDAD vs # DE GOLPES.													
													
CLASIFICACION:													
<b>SUCS (Suelo limoso)</b>													
<b>AASHTO A-2-5</b>													
HUMEDAD NATURAL:										<b>10,20 %</b>			
LIMITE LIQUIDO:										<b>29,32 %</b>			
LIMITE PLASTICO:										<b>20,58</b>			
INDICE PLASTICO:										<b>8,74</b>			
INDICE DE GRUPO:										<b>-4,11</b>			

**Tabla No. 21:** Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-004  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny





**Tabla No. 22:** Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-005  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny



**Tabla No. 23:** Resultados de análisis de ensayos mecánicos de la muestra GEG-006  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

### **3.6.4. Ensayos de Gravedad Específica.**

Este ensayo permite saber el porcentaje de absorción de la muestra que se está analizando para saber la cantidad de agua absorbida por el material.

#### **Equipos y materiales utilizados para este ensayo**

- Cono metálico.
- Probeta.
- Mortero martillo.
- Inyección.

#### **Procedimiento del ensayo.**

- a) Machacamos la muestra que pase el tamiz #40 y dejamos secar a temperatura ambiente por 24 horas.
- b) Pesamos 500 gr. de muestra.
- c) Sobre una hoja colocamos el cono y metemos la muestra en el cono desde el agujero de arriba.
- d) Luego de colocar la tercera parte damos 9 golpes con el martillo, colocamos la segunda tercera parte y ajustamos con el martillo y cuando esté lleno el cono realizamos 9 golpes más para que la muestra este homogénea dentro del cono
- e) Una vez lleno el cono procedemos a alzar el cono y observamos que la muestra este en forma de pirámide y si esta homogénea la muestra está lista para ser introducida a la probeta.
- f) Colocamos la muestra en la probeta lentamente para que esta se vaya colocando en orden progresivamente.
- g) Una vez colocada la muestra, vamos inyectando agua hasta introducir toda la muestra y procedemos a pesar la probeta llena más el agua.
- h) Recolectamos los datos, calculamos y analizamos los cálculos.



**Figura No. 21:** Procedimiento del ensayo de gravedad específica.

**Formula que se utiliza en este ensayo**

$$\% \text{Absorción} = \left( \frac{A-B}{A} \right) \times 100$$

**Donde:**

**A:** Peso en el aire de la muestra.


**B:** Volumen de la probeta.

## 3.6.5. Fichas de gravedad especifica

<b>LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES</b>									
<b>PROYECTO</b>	ESTUDIO GEODINAMICO								
<b>SECTOR:</b>	TUMBES-GUALAQUIZA	<b>YACIMIENTO:</b>	1						
<b>KM:</b>	1	<b>ORIGEN:</b>	DESLIZAMIENTO						
<b>MUESTRA No.</b>	GEG-001	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 09/08/2018							
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.5M								
<b>USO PROPUESTO:</b>									
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>									
<b>AGREGADO FINO</b>									
Material que pasa el tamiz N°	4	y pasa el tamiz n°	200						
"A" peso en el aire de la muestra secada al horno			483,4					gr	
"B" volumen de probeta			500,0					gr	
"C" peso en gramos de agua añidida			274,4					gr	
Gravedad Específica de la masa	$\frac{A}{B-C}$		=	$\frac{483,4}{500 - 274,4}$		=	<b>2,14</b>		
Gravedad Específica s.s.s	$\frac{B}{B-C}$		=	$\frac{500}{500 - 274,4}$		=	<b>2,22</b>		
Gravedad Específica aparente	$\frac{A}{(B-C) - (500-A)}$		=	$\frac{483,4}{225,6 - 16,6}$		=	<b>2,31</b>		
% de absorción	$\frac{B-A}{A} \times 100$		=	$\frac{500 - 483,4}{483,4}$		=	<b>3,43</b>		
<b>LABORATORISTA</b>						<b>ELABORADO POR</b>			
Tc. Carlos Sarmiento						Rhonny Rivadeneira O			

Figura No. 22: Resultado de la gravedad especifica de la muestra GEG- 001

Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

		<b>LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PROYECTO</b>	ESTUDIO GEODINAMICO				
<b>SECTOR:</b>	TUMBES-GUALAQUIZA	<b>YACIMIENTO:</b>	2		
<b>KM</b>	2	<b>ORIGEN:</b>	HUNDIMIENTO		
<b>MUESTRA No.</b>	GEG - 002	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 09/08/2018			
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.5 M				
<b>USO PROPUESTO:</b>					
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>					
<b>AGREGADO FINO</b>					
Material que pasa el tamíz N°	4	y pasa el tamiz n°	200		
"A" peso en el aire de la muestra secada al horno			463,4		gr
"B" volumen de probeta			500,0		gr
"C" peso en gramos de agua añadida			271,6		gr
Gravedad Específica de la masa	$\frac{A}{B-C}$	=	$\frac{463,4}{500 - 271,6}$	=	<b>2,03</b>
Gravedad Específica s.s.s	$\frac{B}{B-C}$	=	$\frac{500}{500 - 271,6}$	=	<b>2,19</b>
Gravedad Específica aparente	$\frac{A}{(B-C) - (500-A)}$	=	$\frac{463,4}{228,4 - 36,6}$	=	<b>2,42</b>
% de absorción	$\frac{B-A}{A} \times 100$	=	$\frac{500 - 463,4}{463,4} \times 100$	=	<b>7,90</b>
<b>LABORATORISTA</b>		<b>ELABORADO POR</b>			
Tc. Carlos Sarmiento		Rhonny Rivadeneira O			

**Figura No. 23:** Resultado de la gravedad especifica de la muestra GEG- 002  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny




		LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES			
<b>PROYECTO</b>	ESTUDIO GEODINAMICO				
<b>SECTOR:</b>	TUMBES - GUALAQUIZA	<b>YACIMIENTO:</b>	4		
<b>KM</b>	4	<b>ORIGEN:</b>	HUNDIMIENTO		
<b>MUESTRA No.</b>	GEG - 004	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 09/08/2018			
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.5 M				
<b>USO PROPUESTO:</b>					
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>					
<b>AGREGADO FINO</b>					
Material que pasa el tamíz N°	3/8	y pasa el tamiz n°	200		
"A" peso en el aire de la muestra secada al horno			470,4		gr
"B" volumen de probeta			500,0		gr
"C" peso en gramos de agua añadida			285,6		gr
Gravedad Específica de la masa	$\frac{A}{B-C}$	=	$\frac{470,4}{500 - 285,6}$	=	<b>2,19</b>
Gravedad Específica s.s.s	$\frac{B}{B-C}$	=	$\frac{500}{500 - 285,6}$	=	<b>2,33</b>
Gravedad Específica aparente	$\frac{A}{(B-C) - (500-A)}$	=	$\frac{470,4}{214,4 - 29,6}$	=	<b>2,55</b>
% de absorción	$\frac{B-A}{A} \times 100$	=	$\frac{500 - 470,4}{470,4}$	=	<b>6,29</b>
<b>LABORATORISTA</b>		<b>ELABORADO POR</b>			
Tc: Carlos Sarmiento		Rhonny Rivadeneira O			

**Figura No. 25:** Resultado de la gravedad especifica de la muestra GEG- 004  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny



		LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES					
<b>PROYECTO</b>	ESTUDIO GEODINAMICO						
<b>SECTOR:</b>	TUMBES- GUALAQUIZA	<b>YACIMIENTO:</b>	5				
<b>KM</b>	5	<b>ORIGEN:</b>	HUNDIMIENTO				
<b>MUESTRA No.</b>	GEG - 005	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 09/08/2018					
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.5 M						
<b>USO PROPUESTO:</b>							
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>							
<b>AGREGADO FINO</b>							
Material que pasa el tamíz N°	3/8	y pasa el tamiz n°	200				
"A" peso en el aire de la muestra secada al horno			478,8			gr	
"B" volumen de probeta			500,0			gr	
"C" peso en gramos de agua añadida			301,8			gr	
Gravedad Específica de la masa	$\frac{A}{B-C}$	=	$\frac{478,8}{500 - 301,8}$			= <b>2,42</b>	
Gravedad Específica s.s.s	$\frac{B}{B-C}$	=	$\frac{500}{500 - 301,8}$			= <b>2,52</b>	
Gravedad Específica aparente	$\frac{A}{(B-C) - (500-A)}$	=	$\frac{478,8}{198,2 - 21,2}$			= <b>2,71</b>	
% de absorción	$\frac{B-A}{A} \times 100$	=	$\frac{500 - 478,8}{478,8} \times 100$			= <b>4,43</b>	
<b>LABORATORISTA</b>					<b>ELABORADO POR</b>		
Tc: Carlos Sarmiento					Rhonny Rivadeneira O		

**Figura No. 26:** Resultado de la gravedad especifica de la muestra GEG- 005  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

		LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES					
<b>PROYECTO</b>	ESTUDIO GEODINAMICO						
<b>SECTOR:</b>	TUMBES - GUALAQUIZA	<b>YACIMIENTO:</b>	6				
<b>KM</b>	6	<b>ORIGEN:</b>	DESlizAMIENTO				
<b>MUESTRA No.</b>	GEG - 006	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 09/08/2018					
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.5 M						
<b>USO PROPUESTO:</b>							
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>							
<b>AGREGADO FINO</b>							
Material que pasa el tamíz N°	3/8	y pasa el tamiz n°	200				
"A" peso en el aire de la muestra secada al horno			458			gr	
"B" volumen de probeta			500,0			gr	
"C" peso en gramos de agua añadida			286			gr	
Gravedad Específica de la masa	$\frac{A}{B-C}$	=	$\frac{458}{500 - 286}$	=		<b>2,14</b>	
Gravedad Específica s.s.s	$\frac{B}{B-C}$	=	$\frac{500}{500 - 286}$	=		<b>2,34</b>	
Gravedad Específica aparente	$\frac{A}{(B-C) - (500-A)}$	=	$\frac{458}{214 - 42}$	=		<b>2,66</b>	
% de absorción	$\frac{B-A}{A}$	X 100	=	$\frac{500 - 458}{458}$	=	<b>9,17</b>	
<b>LABORATORISTA</b>					<b>ELABORADO POR</b>		
Tc: Carlos Sarmiento					Rhonny Rivadeneira O		

**Figura No. 27:** Resultado de la gravedad especifica de la muestra GEG- 006  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny




### **3.7. Pluviometría**

Los datos de las precipitaciones durante el tiempo en que se realizó el estudio, se obtuvo del pluviografo más cercano, el cual se encuentra en el puente del rio Zamora, sector Bomboiza que lo monitorea el Departamento de Gestión Ambiental del GAD Provincial de Morona Santiago.

### **3.8. Caracterización del macizo rocoso**

En el área de estudio encontramos solo un afloramiento de macizo rocoso que contiene tres unidades las cuales son: calizas, lutitas y una intercalación de lutitas calcáreas con impregnaciones de fósiles de la formación Napo, que se observa en la parte inferior de tres zonas de monitoreo. Constituye un factor detonante para el movimiento de los mencionados puntos de control.

Para eso utilizamos la medición de la calidad del macizo rocoso del sistema de clasificación geomecánica RMR de Bienansky que en su acrónimo en inglés significa: Rock Mass Rating que se utiliza como índice de calidad rocoso efectuado in-situ desde el campo de trabajo.

		<b>VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO</b> <b>Clasificación RMR de Bieniawski (1989)</b>											
AUTOR: Rivadeneira Ortiz Rhonny Santiago ZONA : Tumbes-Gualaquiza LABOR : Estudio Geodinámico FECHA : 7 de Agosto del 2018		 MARTILLO SCHMIDT (Campo)					GRADO	INDICE DE RESISTENCIAS IDENTIFICACIÓN DEL CAMPO	RANGO RESIST. COMP. Mpa	Martillo SCHMIDT			
		$RQD=100e^{(-0.1L)}(0.1L+1)$					R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de Geologo se desconcha con una cuchilla	1-5	< 15			
		RQD (%)					R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de Punta)	5-25	15-30			
		LONGITUD (m)					R3	No se raya ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme de martillo	25-50	30-40			
		# FRACTURAS					R4	La muestra se rompe con mas de un golpe del martillo.	50-100	40-50			
		A (FRACTURAS/METRO)					R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100-250	50-60			
							R6	solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	>250				
Parámetro	SC	Resistencia a la Compresión	RQD	Espaciamento entre Discontinuidades	CONDICIONES DE DISCONTINUIDADES					Agua Subterránea	Orientación Discontin.	VALOR TOTAL RMR	OBSERVACIONES
					Persistencia	Apertura	Rugosidad	Relleno	Alteración				
Val.	15 12 7 4 2	20 15 10 10 8 5	20 15 10 10 8 5	6 4 2 1 0	6 5 4 1 0	6 5 3 1 0	6 4 2 1 0	6 5 3 1 0	4 5 4 4	0 -2 -5 -10 -12	60 66 56 0 0		
ESTACIÓN	1.- > 250 Mpa 2.- 100-250 Mpa 3.- 50-100 Mpa 4.- 25-50 Mpa 5.- < 25 Mpa	1.- 90-100% 2.- 75-90% 3.- 50-75% 4.- 25-50% 5.- < 25%	1.- >2 m 2.- 0.6-2 m 3.- 200-600 mm 4.- 60-200 mm 5.- < 60 mm	1.- < 1m 2.- 1-3 m 3.- 3-10 m 4.- 10-20 m 5.- > 20 m	1.- Cerrada 0 2.- Muy Angosta < 0.1 mm 3.- Angosta 0.1 - 1.0 mm 4.- Abierta 1.0 - 5.0 mm 5.- Muy abierta > 5.0 mm	1.- Muy rugoso 2.- Rugoso 3.- Ligeramente rugosa 4.- Lisa 5.- Muy lisa	1.- Ninguna 2.- Relleno duro > 5mm 3.- Relleno duro > 5mm 4.- Relleno blanco < 5mm 5.- Relleno blanco > 5mm	1.- No alterada 2.- Ligeramente 3.- Moderadamente 4.- Aumentada alterada 5.- Descompuesta	1.- Completamente seco 2.- Húmedo 3.- Mojado 4.- Gotas 5.- Fluyendo	1.- Muy favorable 2.- Favorable 3.- Regular 4.- Desfavorable 5.- Muy desfavorable			
1	15	10	15	4	4	3	2	5	4	-2	60		
2	15	15	15	4	5	3	2	5	4	-2	66		
3	15	10	10	2	5	5	2	5	4	-2	56		
4											0		
5											0		

CORRECCION POR ORIENTACION DE LAS ESTRUCTURAS						CLASES DE MACIZOS ROCOSOS DETERMINADOS A PARTIR DE LA PUNTUACION TOTAL							
Dirección perpendicular al eje del túnel				Dirección paralelo al eje del túnel		Buzamiento 0-20° - Cualquier Dirección	RMR	61-80	51-60	41-50	31-40	21-30	<20
EXCAVACION CON BUZAMIENTO		EXCAVACION CONTRA EL BUZAMIENTO					DESCRIPCION	II-BUENA	III-A REGULAR A	III-B REGULAR B	IV-A MALA A	IV-A MALA B	V MUY MALA
Buz. 45-90°	Buz. 20-45°	Buz. 45-90°	Buz. 20-45°	Buzamiento 45-90°	Buzamiento 20-45°	Desfavorable	1 año para tramo de 10 m	1 mes para un tramo de 10 m	15 días para tramo de 7m	5 días para tramo de 5 m	1 día. para tramo de 2.5 m	Inmediato	
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular								

**Tabla No. 24:** Esquema de valoración de la clasificación de RMR de Bieniawsky.  
**Modificado de:** Bieniawsky **Por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

**CAPÍTULO IV**  
**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### 4.1. Análisis de Resultados

A continuación se presenta los resultados obtenidos de toda la información requerida para este trabajo de investigación, teniendo en cuenta que estos resultados son auténticos obtenidos durante el trabajo de campo y conjuntamente con las instituciones públicas como son: GAD Cantonal de Gualaquiza y GAD Provincial de Morona Santiago.

#### 4.2. Resultados de Ensayos Físicos

##### *Ensayos de Granulometría (Norma AASHTO T 265, ASTM D2216)*

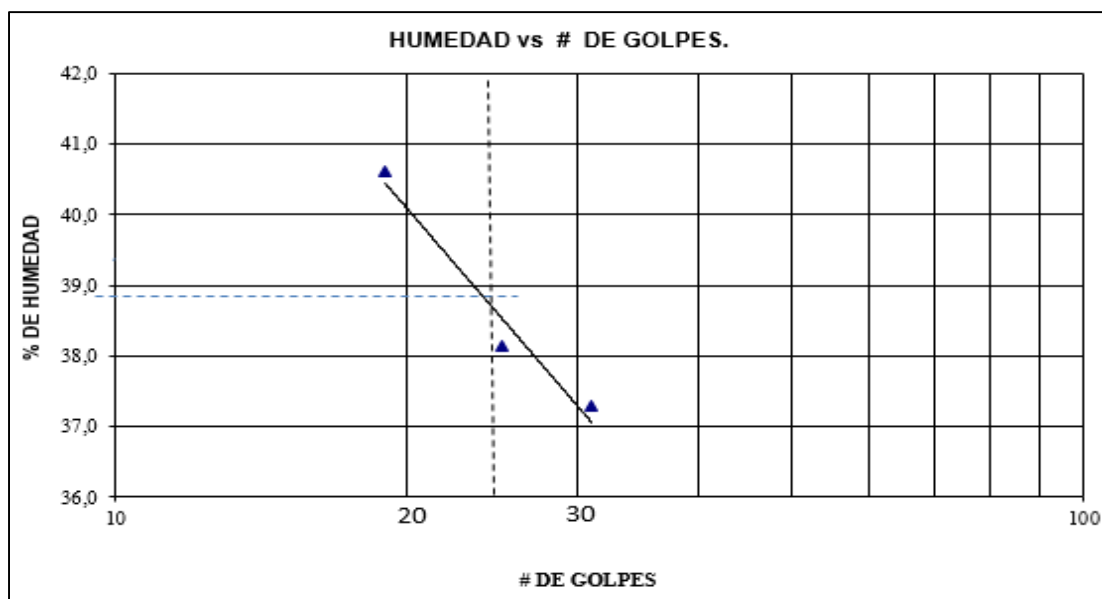
La granulometría de los suelos en donde se está desarrollando el estudio del movimiento del terreno se obtuvo de 6 sitios de las zonas más críticas del área de estudio y se detallan en la tabla No. 25.

##### *Ensayos de Humedad Natural (Norma AASHTO T 265, ASTM D2216)*

Los resultados de los ensayos naturales de las 6 muestras se detallan en la tabla No. 25 el cual la muestra del punto de monitoreo GEG- 002 es la mayor con 48.31% de humedad natural.

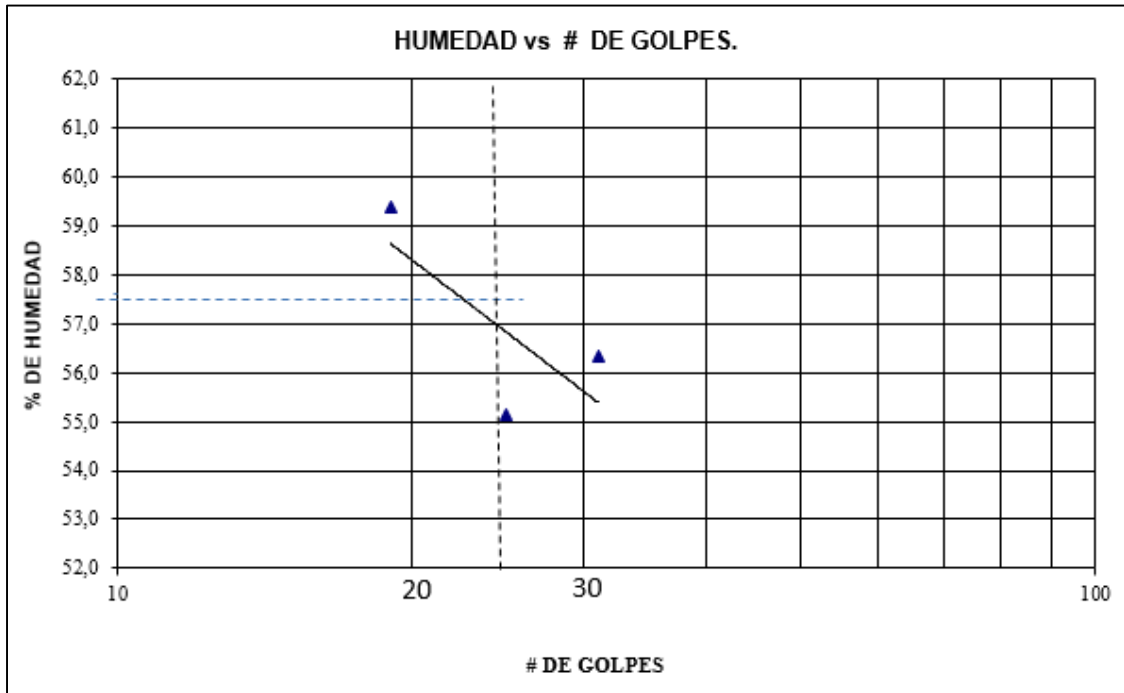
##### *Ensayos de límite líquido (Norma AASHTO T 265, ASTM D2216)*

Los valores obtenidos del ensayo de límite líquido se reflejan en la tabla No. 25 obteniendo el límite líquido con mayor porcentaje a la muestra GEG – 002 con un valor de 56.95%.

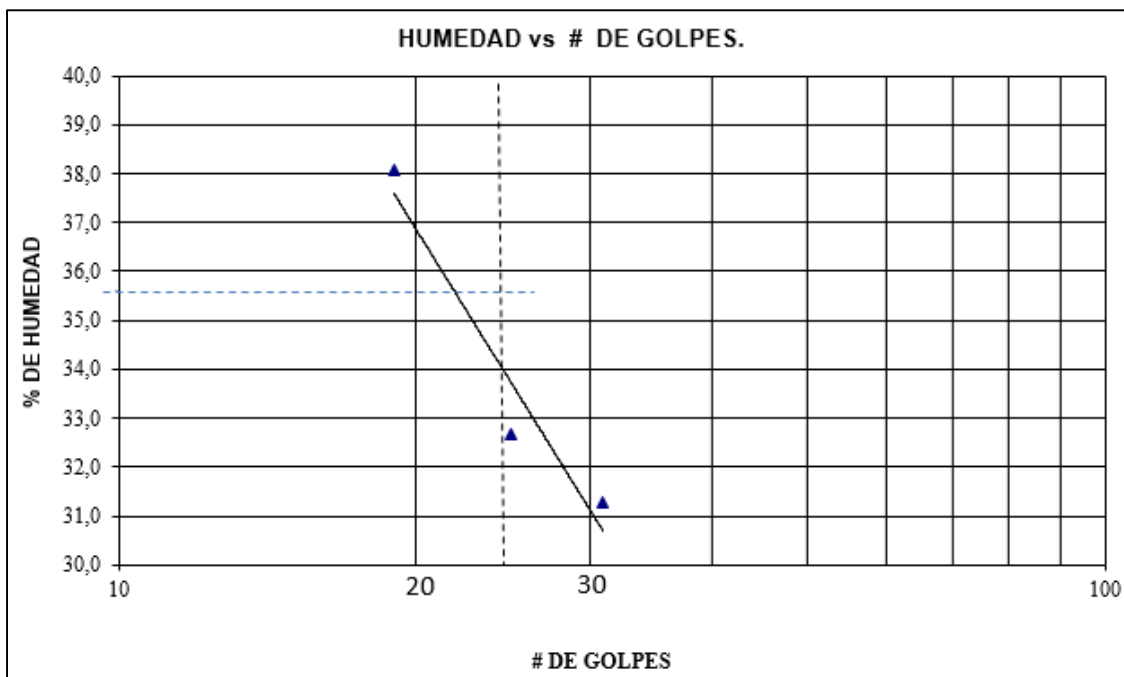


**Gráfico No. 1:** Análisis de límite líquido de la muestra GEG-001

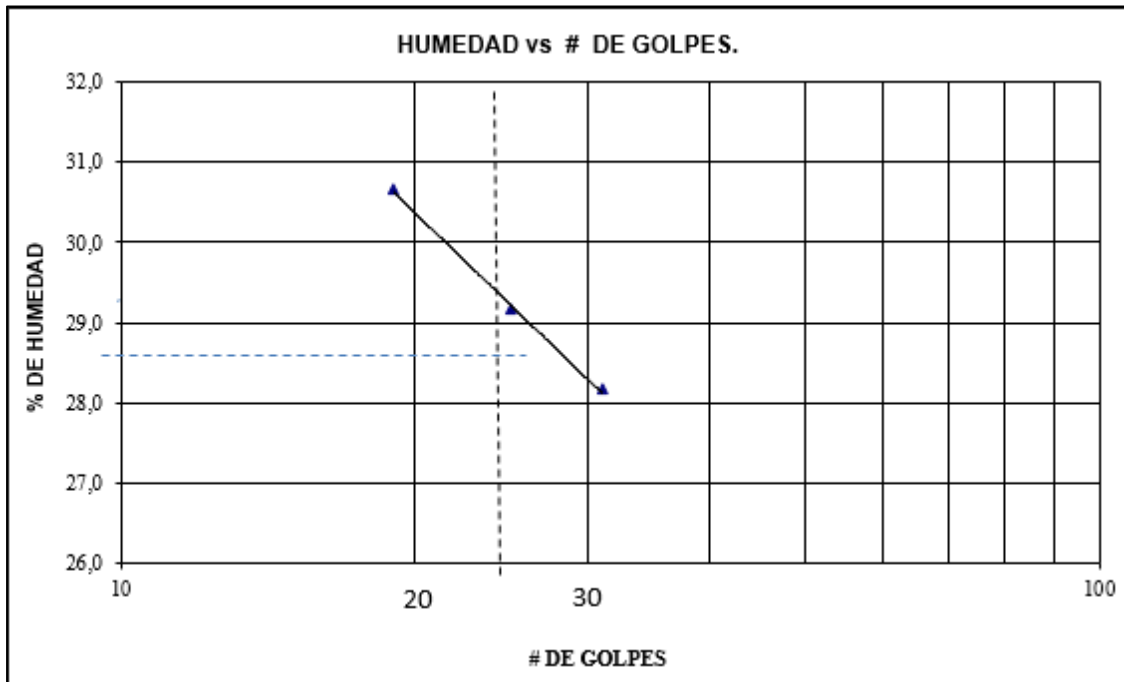
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny



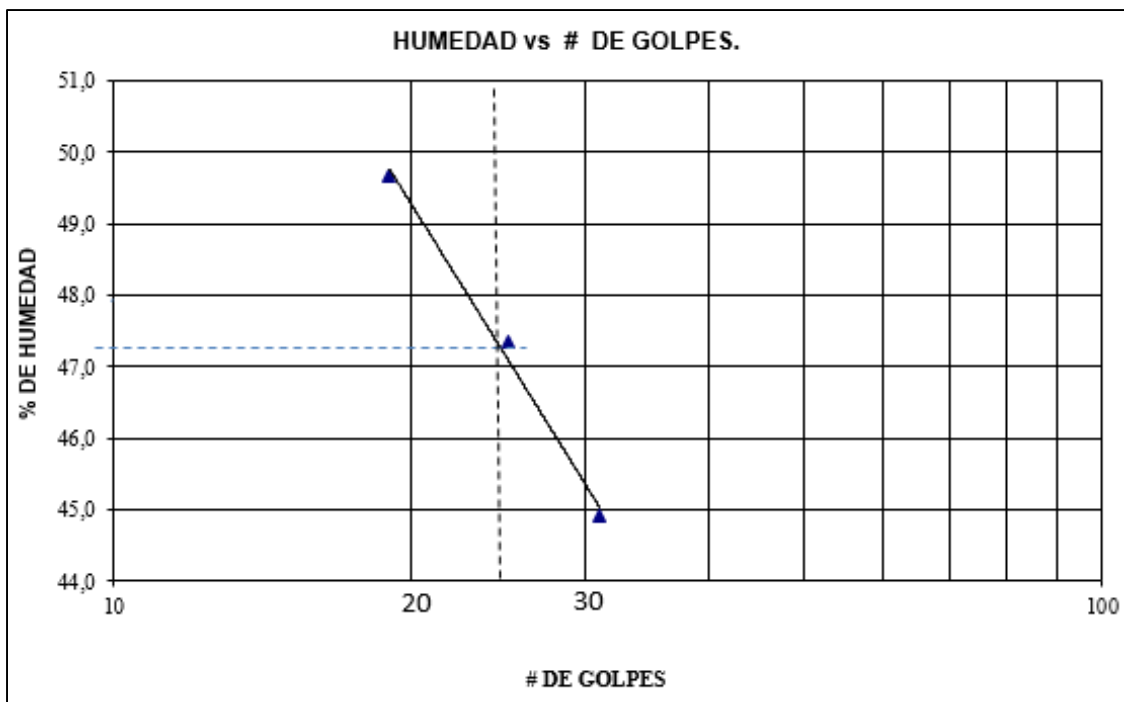
**Gráfico No. 2:** Análisis de límite líquido de la muestra GEG-002  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny



**Gráfico No. 3:** Análisis de límite líquido de la muestra GEG-003  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

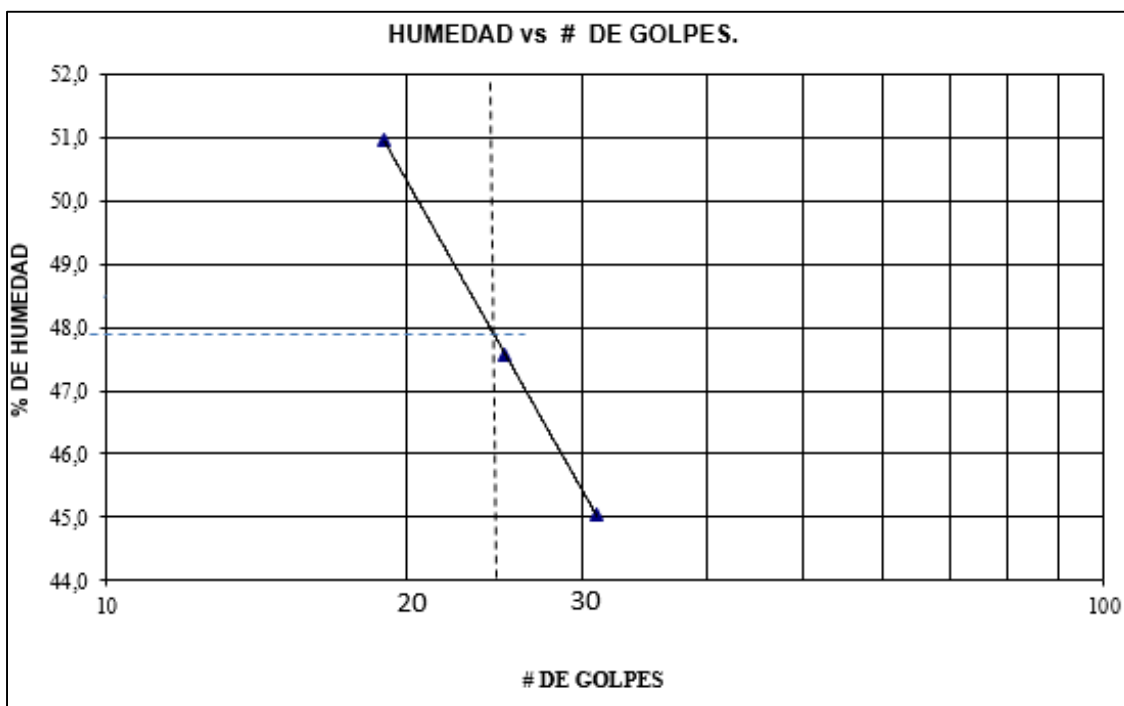


**Gráfico No. 4:** Análisis de límite líquido de la muestra GEG-004  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny



**Gráfico No. 5:** Análisis de límite líquido de la muestra GEG-005  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny





**Gráfico No. 6: Análisis de límite líquido de la muestra GEG-006**  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

#### *Ensayos de límite plástico (Norma AASHTO T 265, ASTM D2216)*

El resultado obtenido luego de haber realizado el ensayo del límite plástico se detalla en la tabla No 25 de resultados siendo el punto de control GEG – 005 en punto con mayor índice de límite plástico con un valor de 37,73%.

RESULTADO DE LA CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN SUCS Y AASTHO						
Nro.	Muestra	Código	SUCS	Descripción	AASTHO	Descripción
1	1	GEG-001	CL	arcilla de alta plasticidad	A-5	suelo arcilloso
2	2	GEG-002	CL	arcilla de alta plasticidad	A-4	suelo limo arcilloso
3	3	GEG-003	CL	arcilla de alta plasticidad	A-2-5	suelo arcilloso
4	4	GEG-004	ML	limo de alta plasticidad	A-2-5	suelo limoso
5	5	GEG-005	ML	limo de alta plasticidad	A-6	Suelo limo arcilloso
6	6	GEG-006	CL	arcilla de alta plasticidad	A-6	suelo limo arcilloso

**Tabla No. 25:** Resultado de la clasificación de suelos según SUCS Y AASTHO.  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

### Gravedad específica

Los resultados del porcentaje total de cuanto cantidad de agua absorbe el material son recogidos en la tabla No. 25 teniendo en cuenta que el punto de control GEG-006 tiene el porcentaje de absorción más alto de todos los puntos con 9,17%.

RESULTADO DEL ANALISIS DE ENSAYOS MECANICOS						
Según SUCS y AASTHO	GEG-001	GEG-002	GEG-003	GEG-004	GEG-005	GEG-006
<b>SUCS</b>	CL	CL	CL	ML	ML	CL
<b>AASTHO</b>	A-5	A-4	A-2-5	A-2-5	A-6	A-6
<b>Humedad natural</b>	40,51	48,31	23,13	10,2	44,25	35,13
<b>Limite liquido</b>	38,68	56,95	34	29,32	47,31	47,86
<b>Limite plástico</b>	27,06	29,54	17,97	20,58	37,73	34,97
<b>Índice plástico</b>	10,72	27,41	16,03	8,74	9,57	12,89
<b>Índice de grupo</b>	17,09	14,08	2,12	53,47	92,23	8,25
<b>% De absorción</b>	3,43	7,9	6,38	6,29	4,43	9,17
<b>GRANULOMETRIA</b>						
<b>GRAVA</b>	3,62	2,92	13,29	64,28	1,42	37,04
<b>ARENAS</b>	25,2	40,89	52,17	25,38	14,74	21,3
<b>FINOS</b>	71,18	56,19	34,54	10,34	83,84	41,67

**Tabla No. 26:** Resultados de análisis de ensayos mecánicos  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

### 4.3. Pluviosidad

Es el resultado de la cantidad de precipitación registrada mensualmente durante el tiempo que duro la investigación.

PLUVIOMETRIA	
MES	PLUVIOSIDAD
MARZO	99,99 mm.
ABRIL	200,89 mm.
MAYO	204,89 mm.
JUNIO	123,51 mm.
JULIO	129,91 mm.
AGOSTO	163,06 mm.
SEPTIEMBRE	131,64 mm.
TOTAL	1053,89 mm.

**Tabla No. 27:** pluviometría de la zona de estudio.  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

#### 4.4. Calidad del macizo rocoso

Luego de realizado la caracterización del macizo rocoso tenemos como resultado:

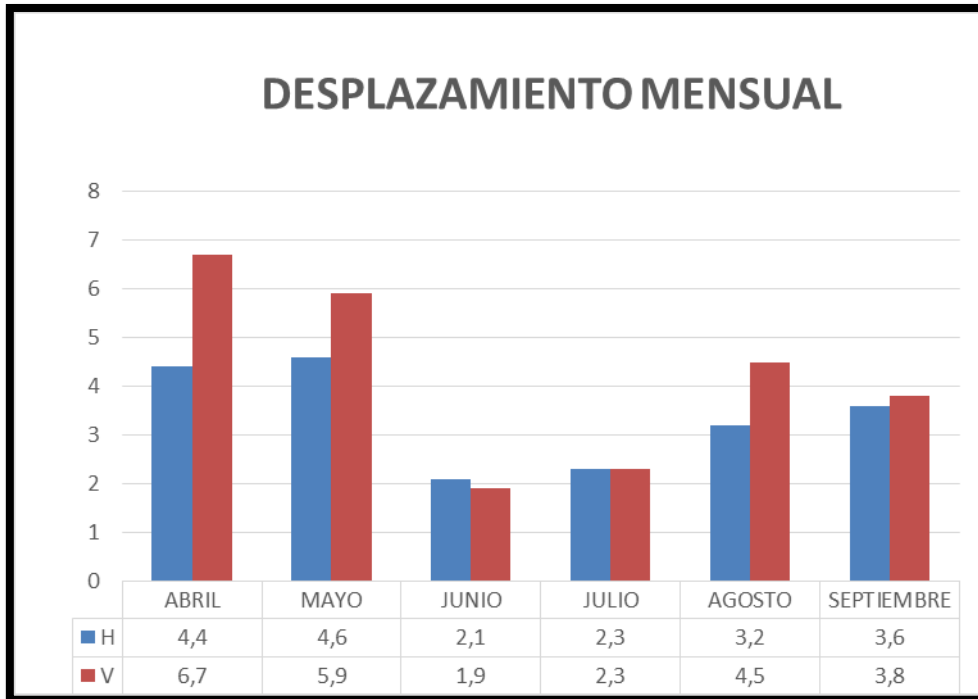
CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO		
CALIZA	60	BUENA
LUTITA	66	BUENA
LUTITA CALCAREA	56	REGULAR

**Tabla No. 28:** Resultado de la calidad del macizo rocoso  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

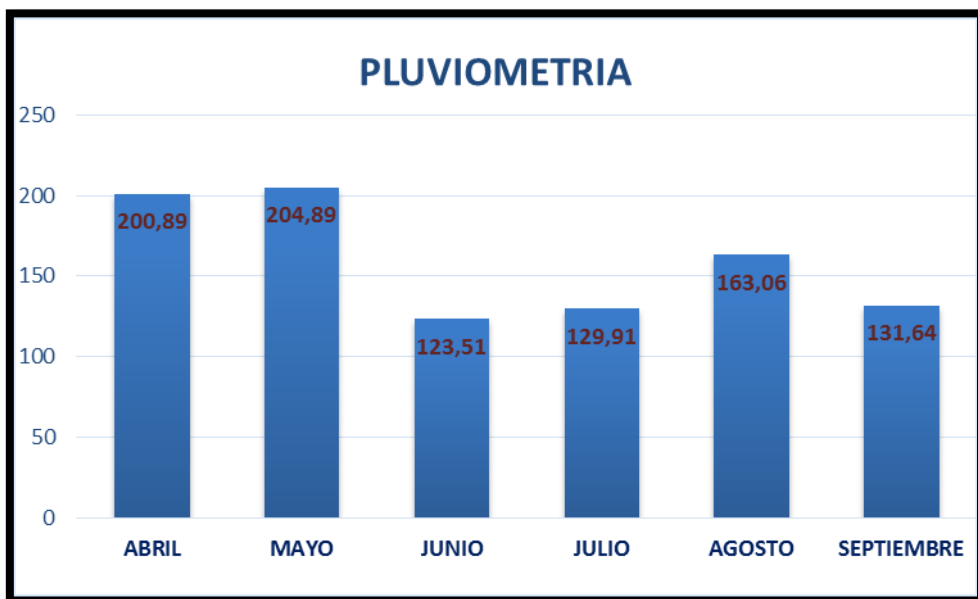
#### 4.5. Relación de la pluviometría, tipo de suelo y la calidad del macizo rocoso con el desplazamiento del terreno de la zona.

MES	DESPLAZAMIENTO DEL TERRENO (mm.)													
	GEG-001		GEG-002		GEG-003		GEG-004		GEG-005		GEG-006		TOTAL	
	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V
Abril	0,9	1,3	0,8	1,5	0,5	1,3	0,6	0,6	0,4	0,7	1,2	1,3	4,4	6,7
Mayo	1,5	1,5	0,7	0,7	0,4	1,3	0,4	0,6	0,2	0,3	1,4	1,5	4,6	5,9
Junio	0,6	0,3	0,5	0,4	0,2	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	0,3	2,1	1,9
Julio	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	2,3	2,3
Agosto	0,5	0,8	0,7	1,2	0,5	0,7	0,4	0,5	0,3	0,5	0,8	0,8	3,2	4,5
Septiembre	0,8	1	0,4	0,4	0,4	1,1	0,2	0,1	0,2	0,1	1,6	1,1	3,6	3,8
Total	<b>4,8</b>	<b>5,4</b>	<b>3,6</b>	<b>4,5</b>	<b>2,4</b>	<b>5,3</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>1,4</b>	<b>2,2</b>	<b>5,8</b>	<b>5,5</b>	<b>20,2</b>	<b>25,1</b>

**Tabla No. 29:** Desplazamiento total de los puntos de control  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny



**Gráfico No. 7:** Desplazamiento total en vertical y horizontal.  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny



**Gráfico No. 8:** Pluviometría mensual de la zona de estudio.  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

#### 4.5.1. Punto de Control 1

Este punto de control se ubica en la abscisa 66+110, según el tipo de suelo es CL, Arcilla de alta plasticidad, analizados los datos obtenidos en este punto:

Se registra el mayor desplazamiento, verticalmente como horizontalmente los meses de Abril y Mayo.

Se registra mayor pluviosidad los meses de Mayo, Abril y Agosto.

En consecuencia el mayor desplazamiento es directamente proporcional a la mayor pluviosidad.

MES	GEG-001	
	H	V
<b>Abril</b>	0,9	1,3
<b>Mayo</b>	1,5	1,5
<b>Junio</b>	0,6	0,3
<b>Julio</b>	0,5	0,5
<b>Agosto</b>	0,5	0,8
<b>Septiembre</b>	0,8	1
<b>Total</b>	<b>4,8</b>	<b>5,4</b>

**Tabla No. 30:** Desplazamiento total del punto de control GEG-001

**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

#### 4.5.2. Punto de Control 2

Este punto de control está ubicado en la abscisa 67+980, el tipo de suelo es ML, limos de alta plasticidad, analizados los datos en este punto:

Se registra el mayor desplazamiento, verticalmente como horizontalmente los meses de Abril y Agosto.

Se registra mayor pluviosidad los meses de Mayo, Abril y Agosto.

Correlacionando el mayor desplazamiento se da en los meses de Abril y Agosto donde se registró la mayor pluviosidad.

MES	GEG-002	
	H	V
<b>Abril</b>	0,8	1,5
<b>Mayo</b>	0,7	0,7
<b>Junio</b>	0,5	0,4
<b>Julio</b>	0,5	0,3
<b>Agosto</b>	0,7	1,2
<b>Septiembre</b>	0,4	0,4
<b>Total</b>	<b>3,6</b>	<b>4,5</b>

**Tabla No. 31:** Desplazamiento total del punto de control GEG-002

**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

### 4.5.3. Punto de Control 3

Está ubicado en la abscisa 68+240, el tipo de suelo de este sitio es A-2-5, suelos arcillosos, en este punto de control encontramos un macizo rocoso, luego del análisis geotécnico con el método de RMR dio como resultado un valor de 60 que corresponde a BUENO. El punto de control tiene una variación en el desplazamiento vertical ascendente por efecto de la presencia de arcilla montmorillonita permitiendo que el suelo absorba agua, sufriendo el fenómeno de esponjamiento.

Se registra el desplazamiento de 5,3 cm verticalmente y 2,4 cm horizontalmente.

Se registra mayor desplazamiento en los meses de Mayo y Abril.

MES	GEG-003	
	H	V
<b>Abril</b>	0,5	1,3
<b>Mayo</b>	0,4	1,3
<b>Junio</b>	0,2	0,5
<b>Julio</b>	0,4	0,4
<b>Agosto</b>	0,5	0,7
<b>Septiembre</b>	0,4	1,1
<b>Total</b>	<b>2,4</b>	<b>5,3</b>

**Tabla No. 32:** Desplazamiento total del punto de control GEG-003  
**Elaborado por:** Rivadeneira Ortiz Rhonny

### 4.5.4. Punto de Control 4

Este punto de control está ubicado en la abscisa 68+680, el tipo de suelo es A-4, Suelos limo arcilloso, luego del análisis geotécnico con el método de RMR dio como resultado un valor de 60 que corresponde a BUENO.

El desplazamiento es directamente proporcional a la pluviometría, pues en los meses de Abril y Mayo se verifico el mayor desplazamiento.

MES	GEG-004	
	H	V
Abril	0,6	0,6
Mayo	0,4	0,6
Junio	0,3	0,1
Julio	0,3	0,3
Agosto	0,4	0,5
Septiembre	0,2	0,1
<b>Total</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>

**Tabla No. 33:** Desplazamiento total del punto de control GEG-004  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

#### 4.5.5. Punto de Control 5

Este punto de control está ubicado en la abscisa 70+540, el tipo de suelo corresponde a: A-5, suelos arcillosos, no contiene ningún macizo rocoso. El mayor movimiento del terreno se da en los meses de mayor pluviometría.

MES	GEG-005	
	H	V
Abril	0,4	0,7
Mayo	0,2	0,3
Junio	0,1	0,3
Julio	0,2	0,3
Agosto	0,3	0,5
Septiembre	0,2	0,1
<b>Total</b>	<b>1,4</b>	<b>2,2</b>

**Tabla No. 34:** Desplazamiento total del punto de control GEG-005  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

#### 4.5.6. Punto de Control 6

Este punto de control está ubicado en la abscisa 72+120, el tipo de suelo es A-6 equivalente a Suelo limo arcilloso, no hay evidencia de un macizo rocoso

En este punto de control se registra los mayores desplazamientos los meses de Abril y Agosto coincidiendo con los meses de mayor pluviosidad.

MES	GEG-006	
	H	V
Abril	1,2	1,3
Mayo	1,4	1,5
Junio	0,4	0,3
Julio	0,4	0,5
Agosto	0,8	0,8
Septiembre	1,6	1,1
<b>Total</b>	<b>5,8</b>	<b>5,5</b>

Tabla No. 35: Desplazamiento total del punto de control GEG-006  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny

RESULTADOS FINALES												
PUNTO DE CONTROL	Resultado de analisis de ensayos mecanicos (tipo Suelo)									Calidad del macizo rocoso	Desplazamiento	
	SUCS	AASHTO	HN	IP	LL	% de Abs.	Grava	Arena	limo		H	V
GEG-001	CL	A-5	40,51	10,72	38,68	3,47	3,62	25,2	71,18	NO HAY	4,8	5,4
GEG-002	CL	A-4	48,31	27,41	56,95	7,9	2,92	40,89	56,19	NO HAY	3,6	4,5
GEG-003	CL	A-2-5	23,13	16,03	34	6,38	13,29	52,17	34,54	BUENO	2,4	5,3
GEG-004	ML	A-2-5	10,2	8,774	29,32	6,29	64,28	25,38	10,34	BUENO	2,2	2,2
GEG-005	ML	A-6	44,25	9,57	47,31	4,43	1,42	14,74	83,84	NO HAY	1,4	2,2
GEG-006	CL	A-6	35,13	12,89	47,86	9,17	37,04	21,3	41,67	NO HAY	5,8	5,5
CL	Arcilla de alta plasticidad					HN	humedad natural					
ML	limos de alta plasticidad					IP	indice plastico					
A-2-5	suelos arcillosos					LL	limite liquido					
A-4	suelo limo arcilloso					% de Abs.	porcentaje de absorcion					
A-5	suelos arcillosos					H	desplazamiento horizontal					
A-6	suelo limo arcilloso					V	desplazamiento vertical					

Tabla No. 36: Resultados finales de los ensayos de laboratorio.  
Elaborado por: Rivadeneira Ortiz Rhonny



**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. CONCLUSIONES

- Luego de realizado el levantamiento geológico se identificó las siguientes litologías: Formación Napo, con alternancia de estratos con lutitas, limos y bloques de cuarcitas; lutitas y bloques de calizas; lutitas, calizas y fósiles y Formación Hollín con areniscas, limos y cuarcitas.
- El monitoreo se realizó con la utilización de la estación total durante 6 meses de 7 puntos de control y el GPS diferencial se utilizó para la verificación de datos.
- De los datos analizados de pluviometría, se concluye que los meses de mayor precipitación corresponden a: Abril, Mayo y Agosto. Y que los meses en que hubo mayor desplazamiento son los mismos, evidenciando que a mayor precipitación mayor desplazamiento.
- Realizados los estudios de laboratorio para determinar el tipo de suelo de cada zona de monitoreo, se concluye que son arcillas y limos de alta plasticidad lo que genera una carga de agua por saturación produciendo mayor desplazamiento en el terreno.
- En la sección de vía estudiada se evidencio que las cunetas y desagües están mal diseñadas, originando la saturación de agua, importante factor detonante para el desplazamiento, también evidenciamos la falta de colocación de geomembrana, permitiendo que el agua filtre hacia la base de la vía, erosionándola.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un análisis geotectónico para analizar cómo está la distribución y el comportamiento de las estructuras ya que se encuentra entre dos cordilleras y esto puede ser uno de los factores detonantes importantes del desplazamiento de la vía.
- La construcción de muros de contención, cunetas y desagües deben estar relacionadas para cada tipo de movimiento y deslizamiento, actualmente estas construcciones no brindan la utilidad que se requiere, puesto que la saturación del agua es el factor más importante y detonante del desplazamiento de la vía.
- Se recomienda a la institución que está a cargo del mantenimiento de la vía que tome medidas de mitigación inmediatas, para evitar su cierre temporal o permanente.
- Se recomienda utilizar la relación entre los tres factores: Tipo de suelo, Calidad del macizo rocoso y la pluviometría con el desplazamiento del terreno en otros estudios y realizar una correlación del modelo geodinámico con otros modelos de obras civiles tales como zonas de construcción de edificios y viviendas.
- Realizar ensayos de laboratorio más exactos como son de compresión simple, corte directo y compresión triaxial puesto que este suelo es la base sobre la que se construyen vías en esta zona de estudio.

### 5.3. BIBLIOGRAFÍA

- Asanza. (2012). *Geotécnica del proyecto Hidroeléctrico San Bartolo*. Méndez: Hidro San Bartolo.
- Baldock. (1982). *Geología del Ecuador*. Quito: Dirección General de Geología y Minas.
- Barragan. (1999). *La cuenca del oriente: geología y petróleo*. Quito: Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Barragan & Rivadeneira (2003). *La cuenca oriente: geología y Petróleo*. Quito: Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Benitez. (1996). Informe Estratigráfico del Bloque 18 de la Cuenca Oriente. *Informe Técnico Petroproducción*, 2-9.
- Faucher & Savoyet. (1975). *Esquema geológico de los Andes Ecuatorianos*. Quito: Federación de Estudiantes de Geología, Minas y Petróleos del Ecuador.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Gualaquiza. (2006). Gualaquiza, Destino perfecto. *Revista GAD GUALAQUIZA*, 1 (6-7).
- Gamez. (2013). *Texto básico autoformativo de topografía general*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Guevara. (2010). *Geodinámica externa*. Lima: Universidad Continental.
- Highland. (2008). *Manual de derrumbes: una guía para entender todo sobre los derrumbes*. Virginia: Servicio Geológico de los Estados Unidos.
- Huacho. (1990). *Geological and Structural of landset and radar data of the sub-andean zone and western part of the Orient basin, Ecuador*. Quito: Petro Ecuador.
- Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero y Metalúrgico. (2012). *Breve descripción Geológica de la Provincia de Zamora*. Quito: INIGEMM.
- Litherland. (1994). *The geology and Mesozoic collisional history of the Cordillera Real, Ecuador*. Quito: British Geological Survey.
- Muñoz, J. (1995). *Geomorfología general*. Madrid: Síntesis.
- Renom. (2011). *Precipitaciones*. Mendoza: Universidad Nacional del Cuyo.
- Rivadeneira & Baby. (1999). *La cuenca oriente: geología y petróleo*. Quito: Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Rivadeneira. (1986). *La cuenca oriente: geología y petróleo*. Quito: Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Segerev. (2006). *Hidrología*. Mendoza: Universidad Nacional del Cuyo.

## 5.4. ANEXOS

### Anexos de trabajo de campo

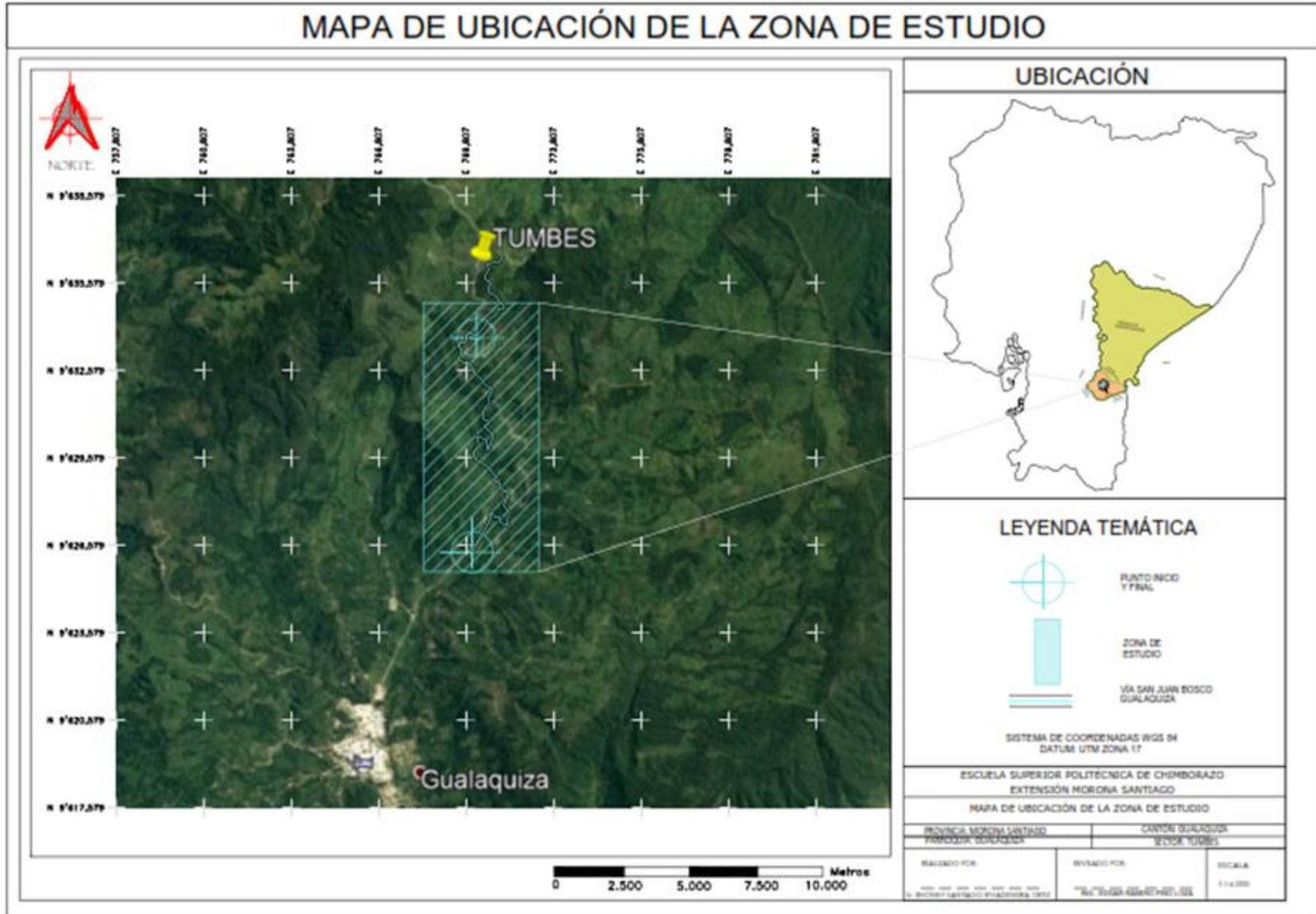








**Anexos de mapas de la zona de estudio.**





## MAPA HIDROGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

