



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

“ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE  
PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA  
COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTORES:**

VALENCIA AGUIRRE ANTHONY EDUARDO  
SOLANO LINO CHRISTIAN JAVIER

**TUTOR:**

ING. CAMPOVERDE DANIEL ROSENDO, MSc.

**LA LIBERTAD, ECUADOR**

2024

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

“ANÁLISIS GEOLOGICO-GEOTECNICO PARA EL DISEÑO DE  
PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA  
COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

VALENCIA AGUIRRE ANTHONY EDUARDO  
SOLANO LINO CHRISTIAN JAVIER

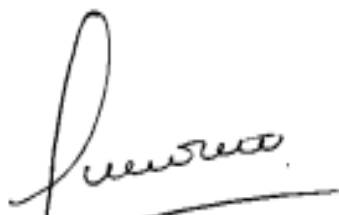
**TUTOR:**

ING. CAMPOVERDE DANIEL ROSENDO, MSc.

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

2024

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



**Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, PhD.**

**DIRECTOR DE CARRERA**



**Ing. Daniel Campoverde, MSc.**

**DOCENTE TUTOR**



**Ing. Jonny Villao Borbor, MSc.**

**DOCENTE ESPECIALISTA**



**Ing. Richard Ramírez Palma, MSc.**

**SECRETARIA DEL TRIBUNA**

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro principalmente a Dios, a mis padres Carlos y Maribel por ser siempre mi ejemplo, a mis hermanos Víctor y Karol por alegrarme con sus locuras y a mi pareja Gina por ser la motivación y resiliencia. Gracias a todos sin su apoyo este logro no sería posible, los quiero mucho.

***VALENCIA ANTHONY EDUARDO***

# **DEDICATORIA**

Le dedico este logro a mi familia, por su amor y apoyo incondicional durante todo mi camino académico sin su ayuda, esta meta no habría sido posible.

***SOLANO CHRISTIAN JAVIER***

## CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema elaborado por el estudiante Valencia Aguirre Anthony Eduardo y Solano Lino Christian Javier, egresado de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti-plagio COMPILATION, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 7% de la valoración permitida.

TUTOR

  
Ing., Campoverde Campoverde Daniel Rosendo, MSc.

C.I.: 0913176541

# CERTIFICADO DE ANTI-PLAGIO



## Estudio Geo-Geotec para el diseño del pavimento flexible de la comuna Saya (corrección ANTIPLAGIO) (2)



Nombre del documento: Estudio Geo-Geotec para el diseño del pavimento flexible de la comuna Saya (corrección ANTIPLAGIO) (2).docx  
ID del documento: 8b60116c0e634e094a57429c7ac6e46626fc  
Tamaño del documento original: 13,26 MB  
Autor(es): [ ]

Depositante: DANIEL ROGERO CAMPOVERDE CAMPOVERDE  
Fecha de depósito: 21/11/2024  
Tipo de carga: Interface  
Fecha de fin de análisis: 21/11/2024

Número de palabras: 22.041  
Número de caracteres: 148.028



### Fuentes principales detectadas

Nº	Descripción	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de este usuario - 80471 El documento pertenece de otro grupo 1 fuente similar	< 1%	[Bar chart]	1 Pelotas idénticas < 1% (31 palabras)
2	repositorio.upsp.edu.ec https://repositorio.upsp.edu.ec/bitstream/10600/10001/1/PSB-TEC-2023-0006.pdf	< 1%	[Bar chart]	1 Pelotas idénticas < 1% (71 palabras)
3	Documento de este usuario - 80471 El documento pertenece de otro grupo 3 fuentes similares	< 1%	[Bar chart]	1 Pelotas idénticas < 1% (31 palabras)
4	repositorio.upsp.edu.pe   Diseño del pavimento flexible para los centros poblados ... https://repositorio.upsp.edu.pe/bitstream/DC.N00.12758/8664	< 1%	[Bar chart]	1 Pelotas idénticas < 1% (31 palabras)
5	www.azudoca.com   RFP Culera, Torre Deñoso, DL -   UNIVERSIDAD PRIVADA ANT... https://www.azudoca.com/pdf/documento/universidad-privada-antioquiense-rfp-culera-torre-deñoso.pdf	< 1%	[Bar chart]	1 Pelotas idénticas < 1% (31 palabras)

### Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripción	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	revistaingenieria.org https://revistaingenieria.org/index.php/revistaingenieria/article/view/25	< 1%	[Bar chart]	1 Pelotas idénticas < 1% (31 palabras)
2	repositorio.unma.edu.pe   Última Proyecto de Grado por Inma "CARACTERIZACIÓN GEOT... https://repositorio.unma.edu.pe/handle/123456789/10000/1/pjermujel/Buena-CARACTERIZ...	< 1%	[Bar chart]	1 Pelotas idénticas < 1% (31 palabras)
3	alicia.concytec.gob.pe   Metadatos: Diseño del pavimento flexible para los centros ... https://alicia.concytec.gob.pe/handle/201802/13192_0303046976/1/62616096/Default	< 1%	[Bar chart]	1 Pelotas idénticas < 1% (38 palabras)
4	repositorio.unica.edu.pe https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20181/17224_7118823_1.pdf	< 1%	[Bar chart]	1 Pelotas idénticas < 1% (30 palabras)
5	alicia.concytec.gob.pe   Metadatos: Evaluación de Aditivos Químicos en la P&D... https://alicia.concytec.gob.pe/handle/201802/13192_0303046976/1/62616096/Default	< 1%	[Bar chart]	1 Pelotas idénticas < 1% (38 palabras)

### Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

 Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- 1 <http://jujwano.files.wordpress.com/2011/08/diseño-de-geométrico-de-vehículo-john-jairo-agudelo.pdf>
- 2 <http://hdl.handle.net/10664/22876>
- 3 <http://www.dspace.uca.edu.ec/bitstream/25000/78>
- 4 <http://euidedhara.uvotdethow/W-projecto-de-investigacion-fisica-3ma-edic-2014.pdf-compressed44652254>
- 5 <http://cc.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161726803001741>

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **ANTHONY EDUARDO VALENCIA AGUIRRE** y **CHRISTIAN JAVIER SOLANO LINO**, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería civil, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,



Valencia Aguirre Anthony Eduardo

C.I. 17190888005

**Autor de tesis**



Solano Lino Christian Javier

C.I. 2450351198

**Autor de tesis**



# CERTIFICACIÓN DEL TUTOR


Ing. Campoverde Campoverde Daniel Rosendo, MSc.

## TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo **“ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA** “previo a la obtención del Título de Ingeniero **CIVIL** elaborado por el Sr. **VALENCIA AGUIRRE ANTHONY EDUARDO y CHRISTIAN JAVIER SOLANO LINO**, egresado de la carrera de civil , de la Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente,



Ing. Campoverde Campoverde Daniel Rosendo, MSc.  
TUTOR

# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

## VALIDACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

### CERTIFICO

Que, he revisado el trabajo de Integración Curricular de título: **ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA**, elaborado por los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena: VALENCIA AGUIRRE ANTHONY EDUARDO Y SOLANO LINO CHRISTIAN JAVIER, previo a la obtención del título de Ingenieros.

Que, he realizado las observaciones pertinentes en los ámbitos de la gramática, ortografía y puntuación del documento, mismas que han sido acogidas proactivamente por los mencionados señores, corroborando así, que han sido introducidos los ajustes correspondientes en el trabajo en mención.

Por lo expuesto, autorizo a los peticionarios, hacer uso de este certificado como a bien convengan.

Atentamente,



PhD. MARIANA MEDINA SUÁREZ

Licenciada en Ciencias de la Educación  
Magister en Diseño y Evaluación de Modelos Educativos  
Doctora en Educación  
Registro Senescyt 1050-14-86052912  
Teléfono: 0986380800  
e-mail: marianoem1@hotmail.com

La Libertad, a los 20 días del mes de noviembre del 2024

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a mis docentes durante mi proceso formativo universitario, a mi tutor Ingeniero Daniel Campoverde y al Ingeniero Gastón Proaño por prestar su conocimiento y amistad durante el camino recorrido para la elaboración de este proyecto de titulación.

A la facultad de ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por ser el faro de luz que ilumino mi formación a lo largo de este camino de conocimiento.

También a mis padres Carlos Valencia y Maribel Aguirre por su incondicional amor y apoyo en mi vida y a mis hermanos Israel y Karol Valencia sin sus alegrías este camino recorrido hubiera sido amargo.

De igual forma a mi Familia, por ser mi motivación diaria y continua. En especial a dos personas Carlos y Elsa. Su recuerdo brillara siempre en mi corazón.

Finalmente, mi pareja Gina Maura por ser parte de este proceso llamado vida, gracias por nunca dejar que me rinda y de manera sincera mi agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible la culminación de este trabajo

***VALENCIA EDUARDO ANTHONY***

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutor de tesis, el Ingeniero Campoverde y al docente Richard Ramírez por prestar su conocimiento y despejarnos cualquier duda en el trayecto de este proyecto de titulación.

A mi familia, por su apoyo incondicional y paciencia durante todo este proceso académico.

A la Facultad de Ingeniería Civil de Universidad Estatal Península de Santa Elena, por brindarme las herramientas y oportunidades para mi formación profesional

A todos los profesores que contribuyeron a mi formación académica y crecimiento personal.

Finalmente, a todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible la culminación de este trabajo

***SOLANO CHRISTIAN JAVIER***

# CONTENIDO

**Pág.**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO .....	v
CERTIFICADO DE ANTI-PLAGIO .....	vi
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	vii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	viii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA.....	ix
AGRADECIMIENTOS.....	x
AGRADECIMIENTOS.....	xi
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.2. ANTECEDENTES.....	7
1.3. HIPÓTESIS .....	10
1.3.1. Hipótesis General.....	10
1.3.2. Hipótesis Especifica. ....	10
1.4. OBJETIVOS .....	11
1.4.1. Objetivo General.....	11

1.4.2. Objetivos Específicos.....	11
1.5. ALCANCE.....	12
1.6. VARIABLE .....	13
1.6.1. Variables Independientes. ....	13
1.6.2. Variables Dependientes.....	13
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	14
2.1. IMPORTANCIA DE LA INGENIERÍA GEOLOGÍA Y GEO TÉCNICA.....	14
2.1.1. Relación de la geología y la geotécnica con la construcción viales	15
2.2. ESTUDIOS GEOLÓGICOS PARA PROYECTOS VIALES .....	16
2.2.1. Importancia de los estudios geológicos.....	16
2.2.2. Tipos de estudios geológicos .....	17
2.2.3. Estratigrafía .....	18
2.2.4. Vulnerabilidad Sísmica. ....	18
2.3. IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.....	19
2.3.1. Tipos de Estudios Geotécnicos. ....	20
2.4. PARÁMETROS FÍSICOS- MECÁNICOS DEL SUELO .....	21
2.4.1. Granulometría.....	21
2.4.2. Clasificación del suelo por método AASTHO. ....	23
2.4.3. Límites de Atterbeg. ....	24
2.4.4. Contenido de Humedad.....	27
2.4.5. Gravedad Especifica. ....	27

2.4.6.	Ensayo C.B.R (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA)	27
2.4.7.	Compactación.....	28
2.5.	PAVIMENTO .....	28
2.5.1.	Pavimentos flexibles.....	29
2.5.2.	Estructuras de las capas del pavimento flexible.....	30
2.5.3.	Función de las capas de un pavimento flexible.....	32
2.6.	PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO.....	33
2.6.1.	Factores que inciden en la resistencia al cortante de los suelos.	33
2.6.2.	Ángulo de fricción interna.....	34
2.6.3.	Cohesión.....	34
2.6.4.	Criterio de Falla Morh-Coulumb.....	35
2.7.	DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE EN PRUEBAS DE LABORATORIO.....	36
2.7.1.	Ensayo de corte directo.....	37
2.8.	ESTABILIDAD DE TALUDES EN PROYECTOS VIALES.....	37
2.8.1.	Factor de seguridad.....	38
2.8.2.	Método de Bishop.....	39
CAPITULO III: METODOLOGÍA .....		40
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.1.1.	Tipo De investigación .....	40
3.1.2.	Nivel de investigación.....	40
3.2.	MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	41

3.2.1. Método .....	41
3.2.2. Enfoque .....	41
3.2.3. Diseño .....	42
3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	42
3.3.1. Población .....	42
3.3.2. Muestra .....	43
3.3.3. Muestreo .....	43
3.4. UBICACIÓN DE LOS SECTORES DE ESTUDIO .....	43
3.5 METODOLOGÍA DEL O.E.1: IDENTIFICAR Y ANALIZAR POSIBLES PROBLEMAS PRESENTES EN LA RUTA A PARTIR DE LA RECOPIACIÓN DE LA GEOLOGÍA LOCAL. ....	44
3.6 METODOLOGÍA DEL O.E.2: OBTENER PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES MÁS CRÍTICOS PRESENTES EN EL TRAMO DEL INGRESO A LA COMUNA SAYA.....	45
3.6.1. Factor de seguridad .....	48
3.6.2. Coeficiente sísmico horizontales .....	49
3.6.3. Coeficientes sísmicos verticales .....	50
3.7 METODOLOGÍA DEL O.E.3: DISEÑAR LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL TRAMO VIAL DE INGRESO A LA COMUNA SEGÚN LA METODOLOGÍA ASSHTO 93. ....	50
3.7.1. Determinación De Parámetros Geotécnicos .....	51
3.7.2 Diseño De Pavimento Flexible .....	52
3.7.3. Metodología AASHTO-93 .....	53



3.7.4. Variables De Diseño Método AASTHO.....	55
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	76
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1 IDENTIFICAR Y ANALIZAR POSIBLES PROBLEMAS PRESENTES EN LA RUTA A PARTIR DE LA RECOPIACIÓN DE LA GEOLOGÍA LOCAL. ....	76
4.1.1. Geología y estratigrafía regional.....	76
4.1.2. Geología Local.....	78
4.1.3. Peligrosidad sísmica de la ruta. ....	80
4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.2 OBTENER PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES MÁS CRÍTICOS PRESENTES EN EL TRAMO DEL INGRESO A LA COMUNA SAYA.....	82
4.2.1. Parámetros geotécnicos y geomecánicas del talud.....	82
4.2.2 Análisis del talud.....	84
4.2.3. Análisis sísmico para talud .....	84
4.2.4. Análisis y rediseño del talud .....	85
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.3 DISEÑAR LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL TRAMO VIAL DE INGRESO A LA COMUNA SEGÚN LA METODOLOGÍA AASHTO 93. ....	88
4.3.1 Estratigrafía del terreno .....	88
4.3.2 Diseño Del Pavimento Flexible Metodología AASHTO 93.....	93
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
5.1 CONCLUSIONES.....	96
5.2 RECOMENDACIONES .....	97

ANEXOS I.....	112
ANEXOS II.....	159

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Carta de plasticidad de la AASTHO.....	24
<b>Figura 2.</b> Dispositivo de limite liquido "cuchara de Casagrande". .....	26
<b>Figura 3</b> Perfil de capas estructurales de un pavimento flexible. ....	33
<b>Figura 4.</b> Circulo de Mhor en esfuerzo cortante. ....	36
<b>Figura 5</b> Representación gráfica del método de Bishop.....	39
<b>Figura 6</b> Foto satelital del estudio, Vía de ingreso a la comuna Saya... 44	
<b>Figura 7</b> Ubicación del talud más crítico. En la Abscisa 3+920.....	46
<b>Figura 8.</b> Ubicación de calicatas en la ruta de ingreso a la Comuna Saya. .....	52
<b>Figura 9</b> Tabla Nacional de Peso y Dimensiones.....	60
<b>Figura 10</b> CBR de diseño del material granular de Juan Montalvo. ....	71
<b>Figura 11</b> Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase a3.....	73
<b>Figura 12</b> Variación en el coeficiente estructural de la capa asfáltica a1. .....	74
<b>Figura 13</b> Mapa Geológico de Baños de San Vicente.....	79

<b>Figura 14</b> Zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z.....	81
<b>Figura 15</b> Análisis de estabilidad mediante superficies de falla para el talud rediseñado en la abscisa 3+920. ....	86
<b>Figura 16</b> Resultados del análisis de estabilidad por el método de Bishop para el talud rediseñado - abscisa 3+920. ....	87
<b>Figura 17</b> Resumen de Ensayos Geotécnicos y Calicatas para el Diseño de Pavimento Flexible del Camino Rural de Acceso a la Comuna Saya. 92	
<b>Figura 18</b> Sección transversal típica del pavimento flexible - Comuna Saya.....	¡Error! Marcador no definido.

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Tamices en milímetros y pulgadas. ....	22
<b>Tabla 2</b> Combinaciones y esfuerzos aplicados a los ensayos.....	47
<b>Tabla 3</b> Factores de seguridad por corte mínimos. ....	48
<b>Tabla 4</b> Resumen de composición de tráfico.....	53
<b>Tabla 5</b> Períodos de diseño recomendados por AASHTO 93. ....	55
<b>Tabla 6</b> Resumen del factor camión para cada tipo de vehículo. ....	57
<b>Tabla 7</b> Tasas de crecimiento TPDA.....	58
<b>Tabla 8</b> Tasas y factores de crecimiento por tipo de vehículo para el diseño del pavimento.....	59
<b>Tabla 9</b> Cálculo de ESAL's de bruto por tipo de vehículo.....	61

<b>Tabla 10</b>	Factor de distribución por dirección.....	62
<b>Tabla 11</b>	Factor de distribución por dirección.....	63
<b>Tabla 12</b>	Valores de confiabilidad.....	64
<b>Tabla 13</b>	Valores de Desviación Estándar.....	65
<b>Tabla 14</b>	Índice de Serviciabilidad para Pavimentos Flexibles. ....	66
<b>Tabla 15</b>	Valores recomendados de Índice de Serviciabilidad. ....	67
<b>Tabla 16</b>	Parámetros de Serviciabilidad de diseño para el pavimento flexible de la comuna Saya. ....	68
<b>Tabla 17</b>	Desviaciones Estándar de los Pavimentos.....	69
<b>Tabla 18</b>	Desviaciones Estándar de los Pavimentos.....	70
<b>Tabla 19</b>	Coefficientes de drenajes. ....	75
<b>Tabla 20</b>	Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada..	82
<b>Tabla 21</b>	Parámetros de resistencia al corte obtenidos mediante el ensayo de corte directo para el talud crítico en la abscisa 3+920. ....	83
<b>Tabla 22</b>	Propiedades físicas del suelo en talud crítico – abscisa 3+920. ....	83
<b>Tabla 23</b>	Coefficientes sísmicos para el talud crítico abscisa 3+920.....	84
<b>Tabla 24</b>	Parámetros de diseño del pavimento flexible - Comuna Saya.	94

## LISTA DE ECUACIONES

## **Pág.**

<b>Ecuación 1.</b> Índice de Plasticidad .....	26
<b>Ecuación 2</b> Criterio de Falla de Mohr Coulumb. ....	35
<b>Ecuación 3</b> Ecuación de coeficiente sísmico horizontal.....	49
<b>Ecuación 4.</b> Ecuación de coeficiente sísmico vertical.....	50
<b>Ecuación 5.</b> Número estructural.....	54
<b>Ecuación 6</b> Factor de crecimiento.....	58
<b>Ecuación 7</b> ESAL de diseño. ....	63
<b>Ecuación 8</b> Pérdida de PSI.....	67
<b>Ecuación 9.</b> Módulo de resiliencia de la subrasante.....	70
<b>Ecuación 10</b> Numero estructural.....	72

# **“ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**Autor:** Valencia Aguirre Anthony Eduardo y Solano Lino Christian Javier

**Tutor:** Ing. Campoverde Campoverde Daniel Rosendo, MSc.

## **RESUMEN**

El estudio geológico y geotécnico para el diseño del pavimento flexible constituye en la base fundamental para el desarrollo y comunicación entre el cruce de la vía a Baños Termales y la comuna Suya. Al ser un pilar principal de desarrollo, su ausencia genera retrasos en el progreso socioeconómico afectando a la economía de los comuneros. Estas condiciones justifican la necesidad de implementar un diseño de pavimento flexible. La investigación, de tipo aplicada y nivel descriptivo, empleó un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental donde se realizaron estudios de la subrasante, el análisis de los taludes más críticos y el diseño de los espesores del pavimento mediante la metodología AASTHO 93. Los resultados del estudio determinaron el rediseño del talud a 1:1.05(H:V) y un factor de seguridad de 1.19, utilizando parámetros geotécnicos de cohesión de 4.926kPa y un ángulo de fricción de 15.3°, también identificándose suelos tipo A-2-6 Y A2-7. El diseño de los espesores del pavimento se determinó una carpeta de rodadura de 5.1cm y subbase de 15 cm, con una capacidad de soporte promedio de la subrasante de 16.4%, garantizando la estructura del pavimento flexible.

**PALABRAS CLAVE:** *Metodología AASTHO 93, Pavimento flexible, estabilidad de taludes, geotecnia, infraestructura vial.*

# **“GEOLOGICAL-GEOTECHNICAL ANALYSIS FOR FLEXIBLE PAVEMENT DESIGN OF THE RURAL ACCESS ROAD TO COMUNA SAYA, SANTA ELENA PROVINCE”**

**Autor:** Valencia Aguirre Anthony Eduardo y Solano Lino Christian Javier

**Tutor:** Ing. Campoverde Campoverde Daniel Rosendo, MSc.

## **ABSTRACT**

The geological and geotechnical study for the design of the flexible pavement serves as the fundamental basis for the development and connectivity between the road intersection to Baños Termales and the Saya commune. As a main pillar of development, its absence causes delays in socioeconomic progress, affecting the community's economy. These conditions justify the need to implement a flexible pavement design. This applied research, with a descriptive level, employed a quantitative approach with a non-experimental design where subgrade studies, critical slope analysis, and pavement thickness design were conducted using the AASHTO 93 methodology. The study results led to a slope redesign of 1:1.05 (H:V) with a safety factor of 1.19, using geotechnical parameters of 4.926 kPa cohesion and a friction angle of 15.3°, also identifying A-2-6 and A-2-7 soil types. The pavement thickness design determined a wearing course of 5.1 cm and a subbase of 15 cm, with an average subgrade support capacity of 16.4%, ensuring the flexible pavement structure.

**KEYWORDS:** *AASHTO 93 Methodology, Flexible pavement, Slope stability, Geotechnics, Road infrastructure*

# CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

La construcción de vías en el mundo y de manera particular en Ecuador, ha constituido en los últimos años un pilar fundamental para el desarrollo, crecimiento y comunicación entre zonas rurales y urbanas.(Guevara, 2009). A nivel nacional la red vial además de ser el instrumento de conectividad primordiales de actividades productivas del país, son los conductores del progreso de principales funciones tales como; servicio de transportación pública o privada, salud y educación. (Cordero, 2011).

En la provincia de Santa Elena, gran parte de sus comunas se evidencia la falta de construcción de carreteras, a pesar de presentar áreas turísticas y áreas ricas en recursos agropecuarios, los cuales resultan fundamentales para el crecimiento de la economía local. No obstante, la ausencia de dicha infraestructura provoca el retraso del desarrollo socio económico y la limitación de vías de acceso a dichas comunas(Benavides, 2015). Además, Erazo (2023) investigador y periodista menciona que “para hacer posible el desarrollo socioeconómico del Ecuador es necesario construir caminos” resaltando su importancia, pero a su vez dando una connotación sobre la negligencia gubernamental, donde la planeación a la circulación vehicular y dinámica de la red urbana de vías del país es un instrumento esencial, pero es ineficiente y no por falta de recursos económicos, sino citado por el mismo autor como la “ausencia de propósitos gubernamentales” dando a entender la falta de voluntad y disposición por parte de las carteras de estado competentes.

Por tal motivo, la presente investigación abordará el estudio geológico-geotécnico para el diseño del pavimento flexible del camino rural en el ingreso a la comuna Saya perteneciente a la provincia de Santa Elena, dichos estudios técnicos de geología y geotécnica son de vital importancia al momento de construir una vía debido a que los mismos detallan



características únicas que presenta el suelo y los movimientos en masa que existe en el área de estudio(Deudor,2021).

Taype, (1980) en su investigación enuncia, las vías de comunicación que se proyectan o se construyen se ven frecuentemente afectadas por deslizamientos, derrumbes, inundaciones, entre otras manifestaciones destructoras, por lo cual gran parte de la carretera para su éxito o fracaso depende de varios factores geológicos, de gran incidencia como pueden ser fallas geológicas o su inestabilidad, como de mínima incidencia ya sea en la estabilidad de taludes o conformaciones de estratos subterráneos (Rivera et al., 2019). Dichos factores muy pocas veces son tomadas en consideración o con la debida importancia tanto en el reconocimiento preliminar del eje de la vía como en su construcción.

No obstante, la investigación geotécnica de una vía antes de su ejecución ayudará a conocer las “necesidades y los problemas de infraestructura vial relacionados con el suelo y las rocas como medio de soporte de las obras viales tales como puentes y pavimentos” (Vargas, 2010) Además, dicho estudio permitirá determinar la naturaleza y propiedades del terreno, los cuales resultan necesarios para definir el tipo y condiciones de cimentación (Rodríguez Ortiz et al., 1984). Según Guardo, (1999), señala que “la calidad de una cimentación no depende de la bondad del concreto, sino de la adecuada y proporcionada relación entre la resistencia del subsuelo y el sistema elegido para transmitir las cargas del sistema ingenieril” (p.118).

Actualmente a nivel nacional los problemas en la infraestructura vial se encuentran asociados a la deficiente, inadecuada o a la escasa existencia de estudios técnicos de geología y geotecnia, al uso inapropiado de criterios de diseño vial ya sea por factores de tiempo, restricciones económicas o una mala gestión de proyectos (Cordero, 2011). Estas consecuencias se ven reflejados en el deterioro del pavimento, con el pasar

del tiempo, presenta diversos deterioros perceptibles visualmente para los usuarios como fisuras y grietas superficiales o también desgastes o ahuellamientos del pavimento provocando desconformidad con los usuarios y daños en los vehículos.

Como objetivo primordial del estudio es proporcionar una base técnica y científica que permita la selección de los materiales adecuados para el diseño de un pavimento flexible que tenga las condiciones óptimas que se ajusten a la geología del terreno, para poder cumplir el objetivo se llevará a cabo un análisis de la geotécnica y geología local, con respaldo de diferentes tipos de ensayos de laboratorio para poder formular las recomendaciones de diseño.

Unos de las dificultades más importantes en el estudio geotécnicos es la combinación de elementos como estudios incompletos, debido principalmente a la falta de presupuesto, pendientes inadecuadas y el mal uso del suelo sobre los taludes (Maigua & Merchán, 2022), de esta manera podemos resaltar la relevancia e importancia de dichos estudios donde la negligencia de los mismos puede causar afectaciones a largo plazo en la ejecución de proyectos viales dando como resultado un diseño ineficaz que puede afectar a la vialidad de la Comuna.

Dichos ensayos nos proporciona información geológica y geotécnica importante, como el ensayo de granulometría que nos suministra información sobre las características de suelos o para evitar problemas de asentamiento y control de compactación del suelo se utiliza el ensayo de contenido de humedad, además los ensayos de CBR y Proctor proporciona un prevención de asentamientos y deformaciones como también con los resultados de dichos pruebas, se puede determinar los espesores óptimos y materiales adecuados para las distintas capas de pavimento flexible consolidado una base duradera y resistente.

A través de este estudio, se espera contribuir al fortalecimiento de la infraestructura vial en la Comuna Saya citando a la periodista Reyes (2015) mediante la revista digital el telégrafo, redacta que la dicha comuna cuenta con una población aproximada de 200 habitantes, con un total de 26 familias, que tiene la imperante necesidad de poder comunicarse y trasladarse de esta manera el proyecto impulsa el desarrollo económico local sirviendo como referencia para los futuros proyectos de Ingeniería con referencias geológicas y geotécnicas similares.

## **1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Un camino es el medio de conexión entre dos lugares específicos, mismo que facilitan el tránsito de vehículos. Con el tiempo y la demanda de crecimiento poblacional, llevan a un incremento progresivo de la adquisición de vehículos, este factor promovido por la demanda genera la necesidad de edificar y expandir las infraestructuras viales para optimizar y expandir las infraestructuras de las carreteras. De esta manera se asegura la fluidez y la seguridad vial.

La construcción de infraestructuras viales en Ecuador, incluida la provincia de Santa Elena desempeña un papel crucial en el desarrollo económico y social, especialmente en zonas donde la falta de vías adecuadas o carreteras sin pavimentar ha sido una limitación para su progreso, esto debido a la falta de acceso a mercados, servicios públicos y oportunidades de desarrollo para los habitantes de la zona. (Choque Sanchez,2012), en su investigación titulada “Evaluación de aditivos químicos en la eficiencia de la conservación de superficies de rodadura en carreteras sin pavimentar” menciona que las carreteras no pavimentadas se deterioran más rápido con respecto a una vía pavimentada, destaca que esto, se da a que en condiciones secas la abrasión constante de los neumáticos sobre la superficie puede provocar la formación de baches y la erosión rápida del material compactado que compone la superficie de la carretera, además de que este tipo de carreteras representan un riesgo vial

principalmente en temporada de lluvias donde se puede ocasionar deslizamientos de tierra y condiciones resbaladizas.

Mientras que Martínez (2022), en su tesis titulada “Diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía pacto - el paraíso, perteneciente a la parroquia rural pacto, distrito metropolitano de Quito” mencionan que el objetivo primordial de una estructura vial en las zonas aisladas es generar una rehabilitación total del sector, la implementación de dicha estructura permitiría una conexión fluida con otras áreas urbanas y rurales. En esta investigación sugieren involucrar activamente a la comunidad en el proceso de construcción y mantenimiento de una infraestructura vial además de utilizar métodos y técnicas modernas con el fin de garantizar que la construcción y el mantenimiento de esta sean eficientes, duraderos y sostenibles.

Por otro lado, es bien sabido, que los estudios geológicos y geotécnicos resultan fundamentales en la planificación y ejecución de proyectos viales, ya que estos proporcionan información crucial sobre las características del suelo de la zona y la geología adyacente. Dichos estudios proporcionan datos relevantes que se elaboran en base a ensayos realizados tanto campo como en laboratorio, que tiene como resultado proporcionar información relevante para el correcto diseño estructural y la elaboración de los proyectos viales, además resultan necesarios para entender el comportamiento adecuado del suelo con el fin de proteger la integridad del diseño estructural, de cualquier fenómeno externo.

Patillo (2006) en su investigación titulada como “Diseño estructural de pavimento flexible” hace referencia que los diseños de pavimentos están proyectados para una duración específica llamada horizonte o vida de diseño, no obstante, destaca que esta duración no se cumplirá si el diseño no satisface los requisitos necesarios ni considera las condiciones geológicas del área específica. Asimismo, menciona que para el desarrollo

de una metodología de diseño se debe tomar en cuenta dos aspectos fundamentales, la primera el estudio geológico de la zona como la valoración de todos los elementos existentes disponibles y el segundo la selección del método más apropiado que debe verse reflejado, tanto en sus aspectos económicos como estructurales.

La escasa información de estudios geológicos y geotécnicos al emprender la construcción de vías en la región costa es particularmente evidente en zonas alejadas, la ausencia de análisis detallados del suelo donde se llevará a cabo el proyecto vial y la falta de información geológica local da lugar a una serie de desafíos como son la localización de taludes críticos y la presencia de un terreno abrupto entre otros. Estos problemas son el resultado directo de la falta de previsión geológica y geotécnica en las etapas de diseño y construcción de una carretera.

Gaona (2013) en su tesis denominada “Estudio geológico geotécnico de la vía El Limón – La Bocana – La Victoria en el Cantón Macará provincia de Loja” menciona que los últimos años, la gestión de la vialidad en Ecuador ha sido marcada por un proceso lento de cambio tecnológico, precedidos por la falta de oportunidades de inversión en la construcción como la ampliación y mejora física de sus corredores. Lo que nos lleva a escaso nivel de desarrollo social que pueda tener repercusiones económicas en los sectores donde estos corredores conectan.

Actualmente, el ingreso a la comuna Saya no cuenta con una vía pavimentada. En su lugar cuenta con una vía de pésimo estado, esto dificulta la accesibilidad vehicular tanto para los habitantes del lugar como para visitantes que hacen uso diariamente de esta arteria vial.

Por otra parte, esta comuna Saya cuenta con un estudio de diseño geométrico vial, no obstante, carece de un diseño de pavimento que facilite

la movilidad vehicular diaria de los comuneros. Esto se ve reflejado en la ausencia de desplazamientos de productos ganaderos y agrícolas, así como el ingreso de insumos de primera necesidad, afectando el desarrollo económico de los comuneros y su calidad de vida. La carretera no pavimentada de la comuna no ofrece condiciones favorables para el tránsito diario de vehículos siendo transitado solo en periodos de tiempo seco ocasionado la dispersión de polvo, además unos de los principales inconvenientes se ven reflejado durante la época invernal. En estos periodos, el acceso a sus destinos se dificulta, lo que limita la realización de las actividades diarias de los comuneros.

De igual manera, la comuna Saya carece de infraestructuras vitales como centros de salud, instituciones educativas, instalaciones deportivas y espacios recreativos dando como resultado el desplazamiento de los comuneros hacia distintos puntos de la provincia en busca de mejores oportunidades económicas. Por tal motivo, se pretende en nuestra investigación realizar el diseño de la estructura del pavimento flexible y su estudio estratigráfico de la comuna Saya con el fin de mejorar la calidad de vida de los comuneros.

## **1.2. ANTECEDENTES**

La falta de la implementación de un diseño de pavimento flexible para la comuna Saya, Ubicada en la provincia de Santa Elena, refleja la carencia de un revestimiento asfáltico. La implementación de este mejorará la accesibilidad a la comuna como también la seguridad de los habitantes locales, garantizando el crecimiento socioeconómico.

Varios estudios académicos locales e internacionales resaltan esta problemática. En el ámbito local podemos obtener información sobre el tipo de suelo que encontraremos en la zona dándole paso a la tesis de Guzmán y Pareja (2013) que realizó una caracterización de suelo para el presente proyecto “Estrategia de producción y comercialización del cultivo de Stevia,

como edulcorante natural alternativo, en la comuna Saya del cantón Santa Elena de la provincia de Santa Elena”, Con el objetivo de verificar la calidad del suelo en el sector es óptima para el sembradío , se realizaron calicatas para la extracción de muestras a una profundidad de 1 metro. Estas muestras fueron analizadas siguiendo las normas técnicas vigentes en ese momento, lo cual permitió identificar que los tipos de suelo predominantes en la zona corresponden a limos y arcillas.

En el ámbito nacional, Zambrano y Zavala (2019), en su investigación titulada " Estudio de suelo y estabilización del material granular existente con emulsión asfáltica para el diseño de pavimento flexible, en la vía libertador bolívar-sitio nuevo de longitud 5 km, del cantón santa elena, provincia de Santa Elena", tuvieron como objetivo principal evaluar las características físicas y mecánicas del material granular además del diseño estructural del pavimento flexible para la zona de estudio, esto mediante ensayos de laboratorio y la comparación con los requerimientos establecidos en las normas técnicas del Ministerio de transporte y obra pública (MTO). En esta investigación se concluyó que en base a los resultados obtenidos sobre las propiedades físicas-mecánicas del material granular obtenidos en los ensayos Proctor y CBR permitieron seleccionar el material adecuado y realizar un adecuado diseño de la estructura del pavimento flexible. Dichos factores resultan fundamentales para garantizar la estabilidad y durabilidad de la obra vial bajo la carga de tráfico prevista en la zona de estudio.

De igual manera, (Sangalli, 2022), en su estudio denominado “diseño pavimento flexible según el método AASTHO - 93 tramo “Tihuanacu – Catavi “se planearon como meta fundamental el diseño de una estructura de pavimento asfáltico empleando el método American Association of State Highway and Transportation Officials (AASTHO), a través de los valores de resistencia del suelo, los cuales se correlacionan con el CBR de la subrasante, junto con el índice de Serviciabilidad, el tránsito proyectado,

la desviación estándar y utilizando el ábaco proporcionado por la norma AASHTO-93, se obtiene el número estructural total requerido para el diseño de la estructura del pavimento,. La investigación permite focalizar los soportes técnicos y el desarrollo del diseño vial, que están sustentados en las diferentes normativas y directrices mismos que están sustentados en el Manual AASHTO-93.

La implementación de nuevas tecnologías, metodologías de los ensayos y estrategias de diseño, provocan la innovación constante en el área de la ingeniería civil, en especial énfasis en el área del diseño de pavimentos flexibles. En este contexto, resulta imprescindible explorar los antecedentes internacionales más destacados, los cuales sientan las bases para el avance y la innovación en esta rama. Algunos ejemplos relevantes son:

El estudio investigativo de Torres (2022), sobre “diseño del pavimento flexible para los centros poblados de Conache, campiña de Conache, pampas de San Juan y la rinconada en el distrito de Iaredo, Trujillo, la Libertad” Teniendo como objetivo principal determinar los espesores estructurales que conforman las capas del pavimento flexible, aplicando la metodología de diseño establecida en la norma AASHTO-93 para pavimentos flexibles. Para ello, se siguieron las bases y lineamientos establecidos en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, así como en el Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE 0.10 Pavimentos Urbanos se realizaron estudios de mecánica de suelos con fines de pavimentación, determinando el CBR crítico y clasificando el suelo predominante según la normativa AASHTO. Después de aplicar una estabilización por reemplazo de suelos en ambos tramos, se llegó a la conclusión de los espesores necesarios para cada capa del pavimento flexible incluyendo la carpeta asfáltica, la base y la subbase, así como el costo directo del proyecto.



## **1.3. HIPÓTESIS**

### **1.3.1. Hipótesis General.**

El diseño geométrico de la Vía está determinado en un estudio anterior complementado con el estudio geológico- geotécnico local de la ruta permitirá evaluar si la subrasante proyectada no genera taludes inestables, la capa en la que se apoya la estructura del pavimento flexible pasa por suelos expansivos y la capacidad de carga de este para maximizar la durabilidad de la vía y generar beneficios económicos y sociales significativos para los habitantes de la Comuna Saya.

### **1.3.2. Hipótesis Especifica.**

**H.E.1.:** La identificación de los principales factores geológicos locales como la calidad del suelo, características de la subrasante, condiciones climáticas y la topografía del terreno pueden impactar en el diseño del pavimento afectando su comportamiento estructural, la resistencia, el tráfico y la degradación de este.

**H.E.2.:** La determinación de parámetros geotécnicos nos permite evaluar la resistencia al corte, la cohesión y el comportamiento, presentes en los suelos de los taludes más críticos, lo que impacta en la durabilidad del pavimento flexible, permitiendo definir medidas de protección para garantizar la durabilidad de este.

**H.E.3.:** El diseño del pavimento flexible utilizando la metodología AASTHO 93 se basa en la obtención de parámetros conocidos de entrada de tráfico, Serviciabilidad, módulos de capas entre otros, así como la

caracterización de los materiales de subrasante, subbase y base del pavimento mediante la clasificación de suelos, datos obtenidos de ensayo CBR y Proctor y sus módulos residentes. Conocer estas propiedades nos ayuda en la selección adecuada y espesores óptimos para la durabilidad de las estructuras del pavimento.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General.**

Evaluar la información geológica disponibles, utilizar el aforo de tráfico disponible comprendidas en el proyecto geométrico vial, así como el estudio geotécnico del material de subrasante para un diseño de pavimento flexible y verificación de la estabilidad de taludes en secciones de corte-relleno más críticas del tramo del ingreso a la comuna Saya de 7Km de longitud con el fin de mejorar la vialidad de acceso a la comuna.

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

**O.E.1:** Identificar y analizar posibles problemas presentes en la ruta a partir de la recopilación de la geología local.

**O.E.2:** Obtener parámetros geotécnicos para la estabilidad de taludes más críticos presentes en el tramo del ingreso a la Comuna Saya.

**O.E.3:** Diseñar la estructura de un pavimento flexible para el tramo vial de ingreso a la Comuna según la metodología ASSTHO 93.

## 1.5. ALCANCE

El proyecto de Titulación tiene como alcance el análisis geológico-geotécnico de la vía de ingreso a la comuna Saya con una longitud de 7Km, ubicado en la Zona Sur del Cantón Santa Elena, el mismo que cuenta con un diseño geométrico ya establecido en anteriores estudios dando como resultado un diseño viable para continuar con los estudios adyacentes como lo son:

Obtener parámetros geotécnicos destinados al estudio de los taludes más críticos para comprender y evaluar la estabilidad del terreno. Los taludes pueden influir en la carga y distribución de fuerzas sobre el pavimento. A tener información de estos, se pueden tomar soluciones adecuadas para la construcción del pavimento, dando como resultado un diseño que asegura su durabilidad a largo plazo.

La detención de fallas geológicas es importante para mitigar los desplazamientos o deformaciones en las capas rocosas aledañas que puedan afectar a la estabilidad del pavimento flexible. Además, es necesario analizar posibles zonas inestables donde la durabilidad del pavimento se puede ver comprometida.

El diseño del pavimento flexible basándonos en el método AASTHO-93 para la obtención de los espesores de la estructura del pavimento, donde los valores de esfuerzo y deformación causadas por el tránsito estén dentro de los límites de tolerancia para la durabilidad del pavimento.

En la tesis de Laínez y Liriano (2023), realizaron el “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA BAÑOS DE SAN VICENTE- SAYÁ DEL CANTÓN SANTA ELENA” como resultado se obtuvo el diseño geométrico

de la vía y características de tráfico, misma información que se utilizará en la presente investigación.

## **1.6. VARIABLE**

### **1.6.1. Variables Independientes.**

Características geológicas - geotécnicas en el tramo de ingreso a la comuna Saya de 7 km de longitud en la provincia de Santa Elena.

### **1.6.2. Variables Dependientes.**

Parámetros geotécnicos para la solución de estabilidad de taludes, cimentaciones y del suelo a lo largo del trazado a nivel de subrasante.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. IMPORTANCIA DE LA INGENIERÍA GEOLOGÍA Y GEOTÉCNICA.**

De acuerdo con Gonzales de Vallejo (2002) la Ingeniería geológica se define como la ciencia aplicada, que tiene como objetivo el análisis y la solución de problemas de ingenierías y medio ambiente derivados de la interacción entre las actividades antrópicas y el entorno geológico, el autor señala la importancia de interpretar adecuadamente cómo estos factores afectan las construcciones y cómo los factores geológicos influyen en las obras de Ingeniería, lo cual es crucial en el papel de la ingeniería geológica.

La geotecnia se puede definir como el conjunto de conocimientos que permite abordar los problemas derivados de la modificación al entorno geológico. Su objeto de estudio se centra en el terreno y sus propiedades, si bien la actividad humana representa la causa más frecuente de alteración del medio geológico, también responde a numerosos desafíos en la Ingeniería geotécnica, que tiene causas naturales, que son asociadas o no a intervenciones antrópicas (Solé, 2005). Si bien la geotécnica es una rama de la Ingeniería civil, se enfoca en el análisis de las propiedades físicas y Geomecánicas del suelo. Utilizando principios de la mecánica de suelos, esta rama esencial para entender la conducta física de los suelos, bajo diversas condiciones como cargas, deformaciones y esfuerzos.

De acuerdo con las investigaciones de Pasapera Chacalizan (2016), es fundamental para los ingenieros civiles tener un sólido conocimiento de los procesos geológicos relacionados con las aguas superficiales, incluyendo erosión, transporte y sedimentación, siendo esencial para el

diseño y ejecución de obras civiles de gran envergadura, además es imprescindible contar con una sólida capacidad que le permita al profesional del área, identificar y reconocer los diversos problemas geológicos que puede presentarse en las distintas fases de un proyecto. No obstante, es indispensable conocer de los distintos problemas geológicos y geotécnicos como base para el desarrollo de obras y proyectos de infraestructura civil, obras hidráulicas, viales, marítimas entre otros, donde el terreno constituye el soporte de estas y los estudios técnicos son obligatorios.

### **2.1.1. Relación de la geología y la geotécnica con la construcción viales**

Cordero (2011) enuncia que, para poder disminuir el impacto en las restricciones geológicas-geotécnicas es de vital importancia realizar investigaciones geológicas-geotécnicas de alta calidad dadas en las etapas iniciales del proyecto de construcción vial. Estas investigaciones permiten identificar y caracterizar las posibles amenazas que podría afectar al proyecto. Dentro de este mismo contexto, contar con investigaciones geológica y geotécnica confiable y completa nos ayuda a optimizar los diseños técnicos y presupuestos en las etapas de diseño, construcción y su posterior operación de la vía. La falta de estos estudios puede derivar en la deficiencia del proyecto llevando a un sobre costo importante en cualquiera de las etapas antes mencionadas.

Es importante integrar la información geológica y geotécnica en los proyectos viales, tanto en los procesos de diseño como en los de construcción, lo cual nos permite optimizar en varias etapas para poder contemplar las amenazas geológicas y climáticas que afecta a la construcción de la vía.

## **2.2. ESTUDIOS GEOLÓGICOS PARA PROYECTOS VIALES**

En la rama de la Ingeniería civil, el análisis geológico tiene un papel fundamental para cualquier proyecto. Estas investigaciones son importantes para identificar y comprender los factores geológicos que tienen una influencia directa en las obras, lo que resulta vital para una planificación, diseño y construcción eficiente y adecuada. (Curse Cáceres et al., 2019).

### **2.2.1. Importancia de los estudios geológicos**

Los estudios geológicos en proyectos viales desempeñan un papel fundamental al proporcionar información sobre posibles riesgos en el área. Dichos estudios permiten la selección del trazado, el diseño del pavimento, la evaluación del impacto ambiental, entre otros (Hearn y Massey, 2009). Esto se debe a que nos posibilita identificar y evaluar la estabilidad del suelo, susceptibilidad a deslizamientos, inundaciones, entre otros riesgos geológicos condicionantes de cualquier obra vial (Herrera y Castilla, 2012). La ejecución efectiva y rápida de estos estudios en proyectos viales va a depender de la interpretación adecuada, la disponibilidad y calidad de la información existente enunciado por Hutchinson (1992). Como resultado, la disponibilidad de estos estudios ayuda a la rápida identificación de problemas geológicos a partir de su interpretación y análisis de manera adecuada.

Asimismo, la geología nos ofrece el desarrollo del modelo del sitio, el cual puede utilizarse para anticipar la imagen tridimensional del subsuelo y los efectos de los procesos geológicos y geomorfológicos pasados y actuales dentro del área (Fookes, 1997). De esta manera podemos

entender el entorno geológico y derivar en soluciones ingenieriles que están subyugadas al proyecto.

## **2.2.2. Tipos de estudios geológicos**

### **2.2.2.1. Estudios geológicos a nivel regional**

Estos estudios se centran en comprender la geología de una amplia área geográfica, como de un continente, país o una región en específica y sus implicaciones, combinando disciplinas como la geología estructural, geoquímica, petrología, bioestratigrafía, estratigrafía, geomorfología, entre otros. Dicho estudio puede incluir el levantamiento geológico a diferentes escalas según la complejidad geológica de la región de interés, además de la identificación de estructuras geológicas, la cartografía geológica y la evaluación de los recursos naturales (Plan nacional de Geología, 2020).

### **2.2.2.2. Estudios geológicos a nivel local.**

Los estudios geológicos a nivel local, a diferencia de los estudios geológicos a nivel regional, se centran en proporcionar información geológica de un área más pequeña o de un sitio en particular (Esquivel Chañi & Ruiz Peralta, 2023). Dentro de estos estudios se incluyen distintas actividades y análisis como son la cartografía geológica (mapeo de las formaciones geológicas), análisis de riesgos geológicos (riesgos sísmicos o deslizamientos de tierra) y la caracterización del suelo y subsuelo. La información proporcionada por dichos análisis y actividades sirven para crear un modelo geológico completo que incluye la litología, aspectos geomorfológicos e hidrológicos superficiales, además de ser la base para planificar y ubicar estudios complementarios tales como geoquímicos, geofísicos, estructuras tectónicas, petrográficos, estratigrafía, entre otros. Esto con el fin de delimitar y comprender las manifestaciones geológicas de interés dentro del área de estudio (Exploración, 2020).



### **2.2.3. Estratigrafía**

La estratigrafía dentro del estudio geológico a nivel local es fundamental para comprender la historia geológica de la zona. Según Vera (2003), en su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, físicas y naturales menciona que la estratigrafía es la "ciencia geológica que tiene como objetivo principal el estudio de las rocas estratificadas y a partir del mismo obtener la información necesaria para elaborar la historia de nuestro planeta con la máxima fiabilidad y con el mayor grado de precisión posible " (p. 26).

Del mismo modo, el estudio de la estratigrafía se centra en la descripción y clasificación de las capas de roca como estratos, el conocimiento del orden y las condiciones de formación de los estratos, la correlación entre las unidades establecidas en distintas áreas de una cuenca y el conocimiento detallado de la naturaleza de las rocas como su litología, composiciones geoquímicas y propiedades geofísicas (Vera, 1994).

Entre los principales objetivos de cualquier investigación estratigráfica según Vera (1994), se encuentran la limitación de unidades litoestratigráficas, la identificación de los materiales, la ordenación relativa de las unidades (secciones estratigráficas), la Interpretación genética de las unidades, el levantamiento de secciones estratigráficas, el análisis de cuencas y los estudios geotécnicos para proyectos viales.

### **2.2.4. Vulnerabilidad Sísmica.**

La vulnerabilidad sísmica es considerada como una propiedad intrínseca de las estructuras, mismas que es característica propia de su comportamiento ante la acción de un evento sísmico descrito a través de

una ley causa-efecto, al referirse a los daños sufridos como consecuencia de un evento sísmico, lo cual dependerá de los factores como el diseño y la calidad de los materiales con los que está construido (Malavé, 2022). La vulnerabilidad sísmica no solo se puede aplicar a sistemas estructurales enfocados a las edificaciones, también es un factor crítico en el diseño de taludes, donde se puede focalizar la interacción entre la geología del terreno y las características que tiene este elemento estructural, puede experimentar deformaciones por efectos de los sismos.

### **2.3. IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.**

Los estudios geotécnicos constituyen el pilar esencial para el adecuado desarrollo de cualquier proyecto de infraestructura, en cada una de sus fases, desde el inicio hasta su puesta en marcha. Su relevancia se asocia no solo a que determine de manera importante el sistema de cimentación y las obras de estabilización, sino además porque están vinculados de manera directa con el correcto funcionamiento y la seguridad de la obra civil a ejecutarse (González & Niño, 2022).

Los estudios geotécnicos para el diseño de pavimentos implican establecer el grosor y las características de las diferentes capas del pavimento y son inherentes a factores como tránsito, condiciones del suelo y de la subrasante. Estos se consiguen mediante estudios de campo y diversos cálculos. En este contexto debemos entender el rol fundamental de los estudios geotécnicos donde se requiere caracterizar la subrasante y realizar un análisis de la demanda del tránsito como los espectros de cargas y volúmenes vehiculares además determinar los espesores requeridos y las especificaciones de los diferentes estratos que conformara la estructura del pavimento (Agudelo Ospina, 2002).

### **2.3.1. Tipos de Estudios Geotécnicos.**

Rico y Del Castillo (1974) resalta que el grupo encargado de la obra deberá poner a disposición toda la información relevante de los estudios geotécnicos, dando a conocer el terreno de cimentación, los tipos de materiales y, además indicando el comportamiento del terreno y sus características a futuro incluyendo, de ser necesario los tratamientos y procedimientos constructivos idóneos que se requieren en el suelo y roca a usarse.

#### **2.3.1.1. Estudio de suelo**

El estudio de suelos es un conjunto de actividades que tiene como objetivo recopilar información sobre las características de un terreno en particular. Esta información es determinante para poder planificar, diseñar y llevar a cabo cualquier proyecto de construcción de manera adecuada (Ramos Aquino ,2019). La exploración de suelo es la identificación de las diferentes capas de materiales que se encuentra debajo de la superficie donde se planea construir una estructura.

#### **2.3.1.2. Muestreo del terreno**

El programa de exploración del terreno consiste en realizar actividades como la planificación, hacer barrenos, calicatas y la recolección de muestras del suelo a profundidades deseadas. Estas muestras posteriormente se observan y ensayan en el laboratorio (Braja, 2013).

Maigua y Merchán (2022) señalan que, para obtener información sobre el subsuelo, se deben realizar diferentes estudios como la exploración del terreno, tomar muestras y pruebas in situ. Por lo tanto, estos análisis en campo son esenciales para un correcto muestreo del suelo, los

cuales se realizan a través de extracción de ejemplares de cada una de las capas del subsuelo o del estrato.

### **2.3.1.3. Excavación de Calicatas.**

Quinto (2022), define a la excavación de calicatas como “Exploración que se hace en cimentaciones de edificios, muros, firmes de carretera etc., para determinar los materiales empleados” (p.16).

Las excavaciones de calicatas se llevan a cabo utilizando maquinaria mecánica convencional, lo que permite la inspección directa del terreno a distintas profundidades, así como la extracción de muestras de suelos y su posterior realización de pruebas in situ. Asimismo, es de gran relevancia resaltar los beneficios de permitir acceder de manera directa al terreno, para observar las distintas variaciones que presenta el suelo como su litología, discontinuidades, entre otros. Además, mediante sondeos se extraen muestras de gran tamaño para ensayar en un laboratorio (Obando, 2009).

La selección de los ensayos de laboratorio y el estudio de estos depende del enfoque de la investigación que se va a realizar. Dentro de este enfoque podemos enunciar algunos, como contenido de humedad y límites de Atterbeg. Según Braja (2013), “el contenido de humedad también se conoce como contenido de agua y se define como la razón del peso de agua de los sólidos en un volumen dado de suelo” (p.51). además, el autor define límites de Atterbeg como “un método para describir la consistencia del suelo de grano fino con diferentes contenidos de humedad” (p.64).

## **2.4. PARÁMETROS FÍSICOS- MECÁNICOS DEL SUELO**

### **2.4.1. Granulometría.**

Según Maigua y Merchán (2022), “Este estudio se basa en remover la muestra de suelo por medio de un grupo de tamices que poseen hendiduras más pequeñas de manera paulatina” (p.43).

El análisis granulométrico es un procedimiento que permite caracterizar las capas del material sobre el cual se asentará una estructura vial, para este caso un pavimento flexible. Este método como se menciona en el párrafo anterior consiste en la clasificación de las partículas de suelo según su tamaño, utilizando una serie de mallas con diámetros decrecientes, también llamados tamices.

Como resultado de dicho análisis tenemos una curva granulométrica, esencial para describir la composición del suelo, de este modo se vuelve de consideración al momento del diseño de un pavimento. En la tabla 1 se especifica la abertura de los tamices en milímetros y pulgadas con su respectivo número del tamiz.

**Tabla 1**

*Tamices en milímetros y pulgadas.*

Número del tamiz	Tamaño del tamiz	
	mm	in
1	25,4	1
¾	19,1	0,75
3/8	9,53	0,375
Nº4	4,76	0,187
Nº10	2	0,0787
Nº20	0,84	0,0331
Nº40	0,42	0,0165
Nº60	0,25	0,098
Nº100	0,149	0,0059
Nº200	0,074	0,0029

*Nota:* Elaborado por el autor

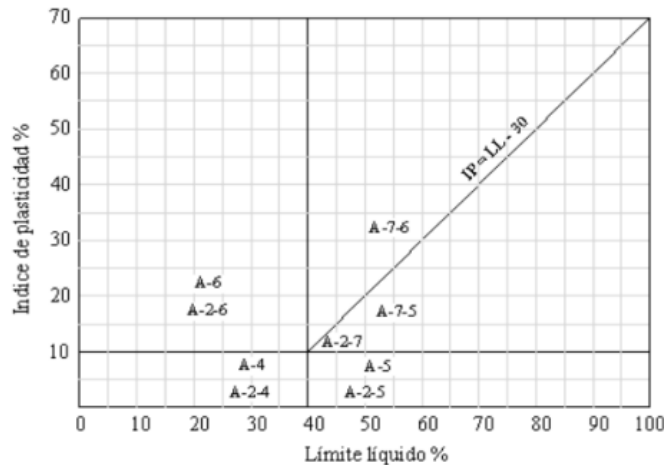
## **2.4.2. Clasificación del suelo por método AASTHO.**

Los suelos que poseen propiedades iguales se pueden agrupar en grupos y subgrupos según sus características mecánicas y su comportamiento en aplicaciones de ingeniería. Estos sistemas de clasificación ofrecen un lenguaje estandarizado que permite expresar de manera resumida sus características generales del suelo (Braja, 2013). Del mismo modo, Gaona (2013), conceptualiza a la clasificación del suelo por el método AASTHO, como el proceso que regula y describe el procedimiento para clasificar suelos, destinado a la construcción de proyectos viales, la misma que establece una clasificación de 7 grupos principales de suelos y agregados, basándose en los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio como granulometría, límite líquido y límite plástico, además este sistema contempla un grupo separado para suelos orgánicos.

La clasificación de Suelos se categoriza en grupos e índices de grupos. La categoría A1, A2 y A3 representan a materiales granulares, a diferencia de los limos y arcillas que están representadas en la categoría A4, A5, A6 y A7. Los materiales granulares presentes en el grupo A1, A2 y A3 contiene partículas de suelo donde el 35% o menos de materiales que pasan por el tamiz N°200, de este modo, estos suelos son ideales para la base y subbase de un pavimento flexible, a diferencia de los grupos A4, A5, A6 y A7 donde las partículas de suelo que pasan por el tamiz N°200 es mayor al 35%, este suelo requiere mayor atención, ya que puede afectar a la estabilidad y el comportamiento de la estructura del pavimento.

**Figura 1.**

*Carta de plasticidad de la AASTHO.*



*Nota:* Obtenido de (Urdanivia, 2019)

### 2.4.3. Límites de Atterbeg.

Los límites de Atterbeg representa un método económicamente eficiente para la evaluación del comportamiento de los suelos finos como limos y arcillas. Estos ensayos cuantifican los contenidos de humedad críticos en su transición de sólido a líquido (Palacios & Reyes, 2023). Además, los autores Vinuesa & Zurita (2022) coinciden en que los parámetros definen el rango de humedad en el suelo manteniendo su comportamiento plástico a través de un proceso estandarizado, este proceso se obtiene mediante la compresión de cómo el contenido de agua afecta las propiedades mecánicas del suelo.

Esta propiedad del suelo es importante en la caracterización de suelos, ya que los mismos definen su comportamiento. Braja (2013), los caracteriza de la siguiente manera “El contenido de agua en el punto de transición de estado semisólidos a plástico es el límite plástico, y de estado

plástico a líquido es el límite líquido. Estos límites se conocen también como límites de Atterberg” (p.65).

#### **2.4.3.3. Límite plástico.**

Esta propiedad, como se menciona en el ítem anterior, nos ayuda a la caracterización de los suelos y de esta manera definir su comportamiento. Braja (2013) define que el límite plástico es “El contenido de agua en el punto de transición de estado semisólidos a plástico es el límite plástico” (p.65).

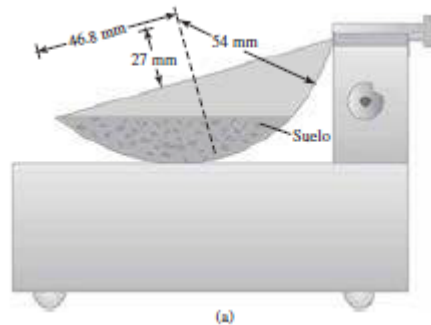
#### **2.4.3.4. Límite líquido**

El límite líquido es un parámetro crucial para la geotecnia que se determina mediante el ensayo de Copa de Casagrande. Es fundamental crucial para la caracterización de suelos como arcillas y limos. Este límite no es más que el porcentaje requerido para cerrar una distancia de 12.7mm a lo largo de la cuchara de Casagrande como se ilustra en la figura 2, después de 25 golpes, buscando que se cierre una ranura hecha por acanalador en la muestra al número de golpes mencionados. Debido a la dificultad de llegar a este punto exacto, el procedimiento se realiza múltiples pruebas a diferentes humedades, lo que permite obtener distintos resultados entre 15 y 35 golpes.



**Figura 2**

Dispositivo de limite líquido "cuchara de Casagrande".



Nota: tomado de (Braja, 2013)

#### **2.4.3.5. Índice de Plasticidad.**

El índice de plasticidad es un indicador que cuantifica el intervalo de humedades en el cual un suelo posee propiedades plásticas. Un índice de plasticidad alto es característico de los suelos con un elevado contenido de arcilla; en contraste, un índice de plasticidad baja denota un suelo con menor proporción de arcillas (Escobar & Huincho, 2017). De esta manera, se puede sugerir que los suelos con un elevado contenido de arcilla pueden tener mayores variaciones mecánicas en referencia a su contenido de humedad, a diferencia de los suelos con pocas cantidades de arcilla, que resulta tener menores variaciones de humedades.

El índice de plasticidad se obtiene, a partir de la ecuación 1

#### **Ecuación 1.**

*Índice de Plasticidad*

$$IP = LL - LP$$

Donde:

*IP*= Índice de plasticidad.

*LL*= Limite líquido.

*LP*= Limite Plástico.

#### **2.4.4. Contenido de Humedad.**

El contenido de humedad de un suelo es la relación entre el peso del agua y el peso de las partículas sólidas, expresado en porcentaje. Para tener cálculos más confiables, se propone analizar un gran número de muestras y repetir los ensayos. Este proceso está estandarizado por la normativa ASTM D2216 (Palacios & Reyes, 2023). De esta manera se garantiza un resultado más preciso del porcentaje del contenido de humedad del suelo.

#### **2.4.5. Gravedad Específica.**

La gravedad específica del suelo se determina como la relación que existen entre el peso unitario por unidad de volumen en correspondencia al volumen del agua, determinada por una temperatura promedio de 23°C (Palacios & Reyes, 2023).

#### **2.4.6. Ensayo C.B.R (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA)**

CBR, por sus siglas en inglés California Bearing Ratio, traducido al español significa Relación de Soporte California, se define como los valores obtenidos a través de muestras que tengan el mismo peso unitario y contenido de humedad que se anticipa encontrar in situ. Se utiliza para evaluar la calidad relativa del suelo destinado a servir como base, subbase y subrasante (Cadena, 2003).

Anrango y Perugachi (2018) refieren que dicho ensayo " mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas" (p117). De esta manera podemos obtener un parámetro necesario para la investigación a realizarse, conocido como porcentaje (%) de la relación de soporte o porcentaje CBR.

#### **2.4.7. Compactación**

El proceso de compactación de suelos es fundamental en la ingeniería civil, buscar de manera artificial optimizar las propiedades de un terreno. A través de estos procesos se busca incrementar la resistencia del suelo o, a su vez, disminuir su compresibilidad y de esta manera mejorar a los esfuerzos y deformaciones a las que pueda verse sometido (Rosetti & Begliardo, 2005).

Además, la compactación de suelos es esencial para optimizar el comportamiento del suelo bajo cargas estructurales. Como menciona Rivera Ramírez y Rodríguez Choque (2019), la importancia de la compactación de suelos "radica en tener un suelo apto para la construcción, compacta mente homogéneo, firme y resistente y que cumplan con los parámetros de resistencia" (p.42). Ambos autores destacan la importancia de lograr una óptima compactación donde se cumpla los valores adecuados establecidos por normas regulatorias, para garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras realizadas sobre el mismo.

### **2.5. PAVIMENTO**

Un pavimento se contextualiza como la superestructura de una obra vial, que tiene como objetivo principal facilitar el tránsito de manera eficiente de vehículos, proporcionando una superficie de rodadura que puede estar constituido por materiales pétreos compactos, una capa asfáltico o una losa

de concreto. Es esencial que esta capa tenga características como uniformidad, color y textura adecuada y que se capaz de resistir las cargas vehiculares (Rico & Del Castillo, 1984).

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, diseñan y construidas con materiales capaces de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tráfico le transmiten (Montejo Fonseca, 1998).

Los pavimentos se pueden clasificar en diferentes categorías, como pavimentos flexibles, pavimentos semirrígidos o semiflexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados. No obstante, en este estudio se hará énfasis en pavimentos flexibles.

### **2.5.1. Pavimentos flexibles.**

Este tipo de pavimentos consiste en un revestimiento asfáltico sobre dos capas no rígidas: la base y la subbase. Estructuralmente, estos pavimentos están diseñados para absorber las tensiones verticales de comprensión del suelo generadas por las cargas de rueda de tráfico. Es decir, la distribución de tensiones y deformaciones que actúan en la estructura. Las capas de revestimiento y base absorben dichas tensiones por medio de la absorción de tensiones de cizallamiento (Universidad Mayor de San Simón, 2019).

En otras palabras, las tensiones de carga de las ruedas se transmitirán a las capas inferiores mediante transferencia de grano a grano a través de los puntos de contacto en la estructura granular. Con dicha transferencia, la carga que actúa sobre el pavimento se distribuirá en un área más amplia y la tensión disminuirá con la profundidad. Esta es una de las características principales de los pavimentos flexibles (Mohod & Kadam, 2016).

Por otra parte, la vida útil de estos pavimentos es de 10 a 20 años, según Espinoza (2018), mientras que Miranda Rebolledo (2010) menciona que puede extenderse de 15 a 20 años. Estos pavimentos flexibles se utilizan normalmente en carreteras de volumen bajo a medio, además de su uso en autopistas interestatales de gran volumen y en pistas de aeródromos, calles de rodaje, entre otros (Kim et al., 2009). A continuación, se presentarán las principales características de los pavimentos flexibles según Mohod y Kadam (2016):

- Presentan una vida útil corta con un alto costo de mantenimiento.
- Tienen una baja resistencia a la flexión.
- La deformación en la subrasante se transfiere a las capas superiores.
- Su diseño se fundamenta en las características de distribución de carga de las diferentes capas componentes.
- Presentan una baja resistencia a la flexión y una menor fuerza de fricción.
- No se inducen tensiones térmicas, ya que el pavimento tiene la capacidad de contraerse y expandirse libremente.
- No requieren juntas de expansión.
- La resistencia del camino depende en gran medida de la resistencia de la subrasante.
- La deformación en la subrasante no se transfiere a las capas superiores.

### **2.5.2. Estructuras de las capas del pavimento flexible.**

Un pavimento flexible es una estructura vial, creada con la finalidad de dar soporte y distribuir las cargas de tráfico sometidas a lo largo de su vida útil. Está compuesta de tres secciones típicas como lo son una

subrasante, una sub base granular, una base granular y una capa de concreto asfáltico(Rodríguez, 2019).

#### **2.5.2.3. Subrasante.**

La subrasante se refiere a la superficie de terreno natural que ha sido acondicionada y modificada para el inicio de la construcción de la estructura del pavimento. El diseño de la subrasante se fundamenta en un trazado vial establecido previamente, mismo que busca un equilibrio entre los cortes y los rellenos para mayor eficiencia del proyecto (Becerra, 2019).

#### **2.5.2.4. Subbase granular.**

Su objetivo principal de la subbase granular es la optimizar el diseño del pavimento, lo que a su vez reduce el espesor de la capa de base. Esta capa está formada por materiales pétreos seleccionados por sus propiedades geotécnicas y se ubica debajo de la capa de base, actuando como un elemento de transición estructural. Dichos materiales deben cumplir con los indicadores señalados en la normativa correspondiente (Salazar, 1997).

#### **2.5.2.5. Base granular.**

Según Rodríguez (2019), la base “se encuentra bajo la superficie de rodamiento y sobre la subbase” (p.12) y Salazar (1997) concuerda al afirmar que la base” constituye la capa entre la capa de rodadura y la subbase” (p.6). Además, ambos autores coinciden en que la funcionalidad y el desempeño estructural de la base se basa en la distribución de cargas del tráfico, así como en la selección adecuada de materiales pétreos de alta calidad en la base, con valores superiores a los de la subbase. Adicionalmente, la base cumple funciones de drenantes, facilitando la evacuación del agua que pudiera entrara al pavimento (Salazar, 1997).

#### **2.5.2.6. Concreto Asfáltico.**

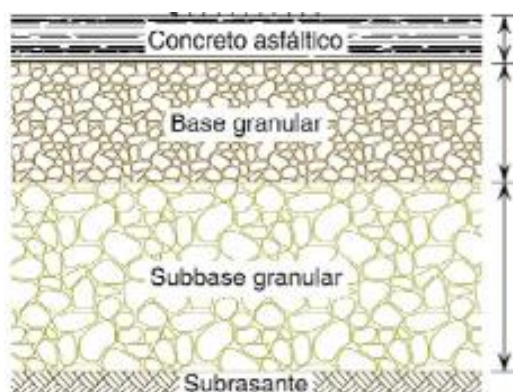
La capa de rodadura, también conocida como concreto asfáltico, es la capa principal de la superficie del pavimento flexible. Tiene como función la transitabilidad, ofreciendo una plataforma libre de circulación para vehículos y peatones. Asimismo, la capa de rodadura tiene la peculiaridad que sirve como una barrera protectora contra las impericias ambientales y el desgaste, que son provocadas por las alteraciones del tráfico diario. Su función principal es proporcionar resistencia a los esfuerzos provocadas por las cargas vehiculares, también tiene una función de impermeabilizado, evitando la filtración de agua hacia las capas inferiores (Gómez, 2023).

#### **2.5.3. Función de las capas de un pavimento flexible.**

Los pavimentos flexibles se componen principalmente de tres capas: una capa superior de concreto asfáltico, que está apoyada gradualmente por dos capas inferiores no rígidas, conocidas como base y subbase, ambas de naturaleza granular, como se observa en la Figura 3. Según Monsalve Escobar et al. (2012), las capas de un pavimento flexible cumplen diversas funciones. La subbase granular actúa como una capa de transición, funcionando también como un filtro para la base y disminuyendo las deformaciones; además, soporta los esfuerzos transmitidos principalmente por las cargas de los vehículos. La base granular tiene como principal objetivo proporcionar resistencia, distribuyendo los esfuerzos de manera adecuada. Finalmente, la carpeta asfáltica o concreto asfáltico provee una superficie de rodadura estable y uniforme, ofrece resistencia a la tensión, complementa la capacidad estructural e impermeabiliza la estructura del pavimento flexible, impidiendo el paso del agua al interior.

**Figura 3**

*Perfil de capas estructurales de un pavimento flexible.*



Nota. Tomada de Higuera-Sandoval (2012)

## **2.6. PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO.**

### **2.6.1. Factores que inciden en la resistencia al cortante de los suelos.**

La resistencia al corte se define como la máxima resistencia interna que el suelo puede ofrecer frente a la acción de esfuerzos cortantes desencadenados por cargas externas. Otros autores, como Giwangkara et al. (2020), también exponen “que esta propiedad se refiere a la capacidad máxima de un material para resistir fuerzas cortantes aplicadas” (p.59). Además, ambos autores identifican el ángulo de fricción y la cohesión como componentes de la resistencia al corte, basándose en el criterio de falla de Mohr-Coulomb. Aunque Flores Berenguer et al. (2021) coincide con las definiciones de la resistencia máxima al corte, el autor sostiene que los parámetros de cohesión y ángulo de fricción no son constantes ya que pueden variar de manera significativa a causa de las condiciones en que se realizan los ensayos y las condiciones morfológicas del suelo. Se



menciona que otros factores son relevantes para el comportamiento de la resistencia al corte como lo son: la velocidad de corte, donde en suelos cohesivos aumenta la velocidad de la deformación por un incremento de la cohesión, mientras que el ángulo de fricción se mantiene constante. También menciona que la variabilidad de los parámetros como la cohesión y ángulo de fricción interna no pueden ser estimados como características fijas del suelo, en gran medida esto se debe a los métodos y ensayos utilizados.

### **2.6.2. Ángulo de fricción interna.**

El ángulo de fricción interna se define como un parámetro que mide la resistencia al deslizamiento entre partículas, fundamental en la mecánica de suelos y crucial para el análisis de estabilidad de taludes y obras civiles (Flores Berenguer et al., 2021). De igual manera, el autor destaca las siguientes características:

La resistencia al deslizamiento en el ángulo de fricción está representando como la capacidad de un suelo para resistir a los deslizamientos bajo cargas, además el ángulo de fricción interna puede tender a variar dependiendo del grado de saturación del suelo, también los valores del ángulo de fricción interna de los suelos arcillosos y arenosos varía, de esta manera son menores para suelos cohesivos en comparación a suelos granulares.

### **2.6.3. Cohesión.**

Esta propiedad se caracteriza por facilitar la adhesión entre las partículas de suelo, primordial en los análisis de taludes y la resistencia a los esfuerzos. El autor resalta que esta propiedad puede variar

dependiendo de la granulometría y morfología del suelo. Además, se establece que existe una relación entre el ángulo de fricción interna y la cohesión, inéditos indicadores de resistencia al suelo dispuestos por la aplicación de esfuerzos (Paola et al., 2008).

#### **2.6.4. Criterio de Falla Morh-Coulumb.**

Este criterio se expresa en términos de la relación entre el esfuerzo cortante y el esfuerzo normal que actúan sobre un determinado plano. En el campo de la mecánica de suelos y la geotecnia, es un criterio muy utilizado debido a su simplicidad en la formulación, la facilidad para obtener los parámetros y su amplio desarrollo en el estudio de la estabilidad de los suelos (Palacios & Reyes, 2023).

Su formulación matemática establece la correlación directa entre los esfuerzos de corte con los parámetros de resistencia y se obtiene a partir de la ecuación 2.

#### **Ecuación 2**

*Criterio de Falla de Mohr Coulumb.*

$$\tau = c + \sigma \tan \varphi$$

Donde:

$\tau$  = resistencia al corte

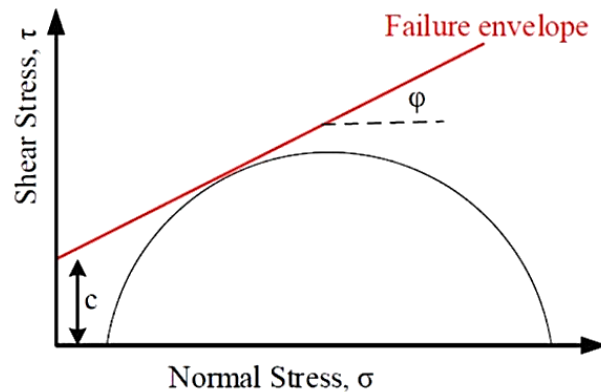
$c$  = cohesión

$\sigma$  = Esfuerzo del suelo

$\varphi$  = Ángulo de fricción interna

**Figura 4.**

*Circulo de Mohr en esfuerzo cortante.*



Nota: tomado de (Palacios & Reyes, 2023).

## **2.7. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE EN PRUEBAS DE LABORATORIO.**

Para la determinación de estos valores existen dos procedimientos que según Braja, (2013) nos dice que “Los parámetros de resistencia cortante de un suelo se determina en el laboratorio principalmente con dos tipos de pruebas: la prueba de corte directo y la prueba triaxial” (p.232). Ambos ensayos nos permiten evaluar la resistencia al cortante de un suelo y los principales parámetros obtenidos son la cohesión y el ángulo de fricción, a contrario el ensayo triaxial también nos arroja la presión de poro y el módulo de elasticidad y Poisson. Rincón y Suárez, (2012) también nos explica en su investigación comparativa de ambos ensayos en arenas limosas la utilización del ensayo de corte directo es más factible económicamente y utilizado de manera regular en el ámbito ingenieril por su subestimación del suelo, pero también resalta la importancia del uso del ensayo triaxial por simular las condiciones en in situ. Mismo autor

concluye que el uso del ensayo de corte directo en arenas limosas se vuelve factible ya que los parámetros de ángulo de fricción interna son bajos, mismos que son parámetros congénitos a una arena limosa. De igual manera los valores de cohesión son 2.1 veces más elevados en el ensayo de corte directo.

### **2.7.1. Ensayo de corte directo.**

El ensayo de corte directo, su metodología se usa para estandarizar la resistencia al corte de muestras de suelos bajo condiciones controladas de laboratorio. Su principal objetivo es ensayar la muestra de corte sometiéndola a diferentes cargas, lo que determina parámetros críticos como la cohesión y ángulo de fricción interna(Ravines, 2017).

En Norma ecuatoriana vial NEVI-12 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013)sugiere en ensayo de corte directo como uno de los métodos para la caracterización geotécnica del suelo, diseño de taludes, cimentaciones. Además, la Norma sugiere la normativa **ASTM D3080 y AASHTO T236** como guía para el procedimiento específicas del ensayo.

## **2.8. ESTABILIDAD DE TALUDES EN PROYECTOS VIALES**

La estabilidad de taludes en proyectos de infraestructura vial es un aspecto fundamental que debe ser considerado desde las etapas iniciales de planeación y diseño. El autor Bonilla (2018) define al talud como “superficie inclinada de la roca que se extiende de la base de la cumbre de un cerro acumulada de fragmentos rocosos” (p.6). tal como Gonzales de Vallejo (2002) menciona, la construcción de taludes debe ser diseñada

a largo plazo, considerando una serie de medidas de estabilización complementarias para poder garantizar la seguridad e integridad de la estructura, siendo este un aspecto muy importante dentro de la rama ingenieril para su posterior análisis y estabilización. Para garantizar la seguridad de los taludes en los proyectos viales, se debe realizar un análisis de estabilidad (p.430).

El estudio geológico – geotécnico proporciona parámetros físicos y mecánicos necesarios para el análisis de estabilidad, diseño y tratamiento de taludes. Este estudio tiene como objetivo principal prevenir y controlar los desastres producidos por deslizamientos y colapsos de taludes que puede estar presentes en proyectos de obras viales. (Oros Méndez, 2018).

### **2.8.1. Factor de seguridad.**

De acuerdo con Gaona (2013), “el factor de seguridad es utilizado por los ingenieros como un indicador para determinar el factor de amenaza que un talud colapse o falle bajo condiciones más desfavorables consideradas en el diseño” (p.33). Valiente et al. (2016) plantea que el factor de seguridad es “la relación entre fuerzas/momentos resistentes y fuerzas/momentos desequilibrantes.” (p.52) aquí el autor nos plantea la división entre fuerzas/momentos resistentes que son las encargadas de mantener el talud estable, y las fuerzas/momentos desequilibrantes que son aquellas que causan la falla del talud.

La estabilidad de taludes se evalúa mediante diversos enfoques y métodos de equilibrio, estos mismos son de principal interés para la investigación, que tiene la característica fundamental de segmentación de masa del suelo crítico en unidades más pequeñas, denominadas dovelas. Estos métodos fueron desarrollados y fundamentados por investigadores

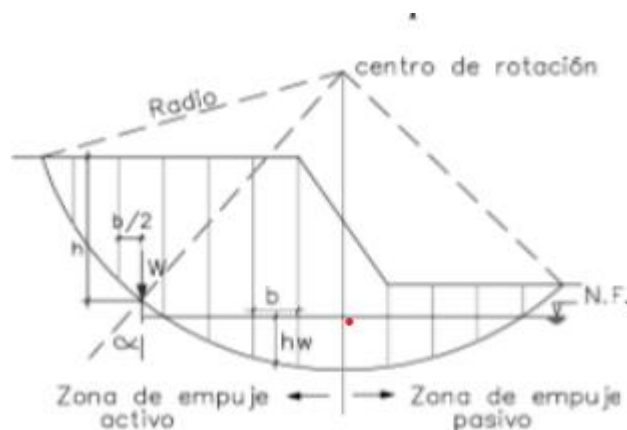
como Fellenius, Bishop, Janbu, Mongenstern y Spencer entre los años de 1930 y 1990 (Valiente et al., 2016).

### 2.8.2. Método de Bishop.

Su metodología se basa en la segmentación de la masa de suelo prevista a deslizarse, comúnmente conocido como tajadas o rebanadas, introducido en 1960 por el ingeniero británico Alan W. Bishop. Este método plantea un equilibrio de momentos generado por el peso propio de cada tajada respecto al centro de rotación que se equilibra con el momento producido por la resistencia al corte de la misma tajada, esta representación se puede visualizar en la figura 5. (Poveda et al., 2020).

**Figura 5**

*Representación gráfica del método de Bishop.*



Nota: tomado de (Poveda et al., 2020)

La versatilidad de este método lo hace plausible para la evaluación de taludes tanto a corto como a largo plazo, lo cual se vuelve crucial para este estudio donde se plantea el análisis de los taludes más críticos y la obtención de parámetros geotécnicos presentes en la ruta a analizar.

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Conocer e identificar el tipo y el nivel de investigación proporcionara una guía sobre el enfoque metodológico y las técnicas que se llevaron a cabo para abordar el problema de investigación. La selección adecuada de este permitirá mejorar la comprensión del tema de estudio, al aplicar los métodos de recolección de datos más apropiados y efectivos (Suárez, 2023).

#### **3.1.1. Tipo De investigación**

El presente trabajo es del tipo de investigación aplicada, ya que se enfoca en la aplicación de conocimientos y teorías existentes para resolver un problema específico; en nuestro caso el diseño de pavimento flexible para un camino rural del ingreso a la comuna Saya. Según Lara (2013), la investigación aplicada se “caracteriza por su interés en la implementación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos, este tipo de investigación busca el conocer para hacer, para actuar, para construir y para modificar” (p.104). Además, cabe mencionar, que este constituye un enlace importante entre la ciencia y la sociedad. A través de ella, los conocimientos se reintegran a las áreas de demanda, intervención, mejora o cambio (Barros, 2018).

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

Según Arias (2016) el “nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con el que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (p.23). Por esta razón, nuestro estudio se clasifica como de nivel descriptivo, ya

que se enfoca en analizar las condiciones geológicas y parámetros geotécnicos de la carretera de la comuna Saya a lo largo de 7 km de longitud, además de la caracterización de la subrasante mediante pruebas de CBR y Proctor. (Mar et al., 2020) menciona que este nivel de investigación se caracteriza por ser cuantitativa y por su enfoque en obtener y recolectar información sobre un fenómeno en específico con el fin de poder cuantificarlos y posteriormente analizarlos de manera más cuidadosa.

## **3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Determinar el método, enfoque y diseño de esta investigación facilito los procedimientos y técnicas específicas para la recolección y análisis de datos con el propósito de alcanzar los objetivos de manera efectiva y garantizar que la investigación este bien estructurado.

### **3.2.1. Método**

Se aplico el método deductivo, que según Ibáñez y Egoscozábal (2008) consiste en partir de premisas generales para llegar a inferir enunciados particulares, es decir de la teoría o ley construida hacia los datos para obtener conclusiones particulares (SEMAR, 2018). En este sentido, en este estudio partimos de la norma AASTHO-93 para el diseño de pavimento flexible, la identificación y delimitación de taludes críticos tanto de corte y de relleno previstos en la vía.

### **3.2.2. Enfoque**



El enfoque de la investigación es cuantitativo, por la obtención de datos cuantificables como lo son los ensayos de laboratorio que se usan en el estudio de las propiedades del suelo. Además, estos datos nos permiten obtener características específicas para el diseño de la estructura del pavimento flexible regidas por normativas establecidas, como la AASHTO 93. Esto concuerda con lo señalado por Vizcaíno et al. (2023), quienes mencionan que el enfoque cuantitativo se fundamenta en la medición y análisis numérico de datos. Orientado a la generación de resultados que permiten establecer relaciones causales y patrones de comportamiento.

### **3.2.3. Diseño**

El diseño para esta investigación es no experimental, tipo transversal debido a que el fenómeno de estudio es evaluado en una sola instancia y tal como se da en su contexto natural sin modificar ninguna circunstancia, de igual manera las variables de la investigación no son manipuladas (J. L. Arias & Covinos, 2021). Bajo estas circunstancias, para el estudio geológico – geotécnico se realizaron pruebas y ensayos de laboratorio para caracterizar las condiciones existentes de la carretera de la comuna Saya, sin introducir cambios intencionales.

## **3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO**

### **3.3.1. Población**

Según Neftalí (2016) la población es el “conjunto total de objetos, organismos o elementos que participan del fenómeno que fue definido y delimitado en el análisis del problema de investigación” (p.4). En esta investigación la población es la totalidad del tramo de 7 km de la carretera,

incluyendo todas las diferentes capas de suelo presentes a lo largo de esa longitud.

### **3.3.2. Muestra**

Según Velasco et al. (2003) la muestra es el subconjunto de la población que se selecciona para ser estudiada, esta debe ser representativa, así como también de contar con todas las características importantes de la población de la que se obtuvo, con el fin que los resultados obtenidos puedan generalizarse a toda la población. En nuestro caso, la muestra corresponde a los puntos específicos donde se obtuvo las muestras del suelo para realizar los diferentes ensayos de laboratorio (ensayo de granulometría, contenido de humedad, CBR y Proctor).

### **3.3.3. Muestreo**

Según Mata (1997) este “consiste en el conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante los cuales se elige un conjunto de elementos de una población que representa lo que sucede en toda esa población” (p.19). Para esta investigación se seleccionaron

## **3.4. UBICACIÓN DE LOS SECTORES DE ESTUDIO**

La ubicación de la vía de ingreso a la comuna Saya se localiza al norte de la Vía a la Costa, al Oeste con la comuna Baños de San Vicente y al Este con la Comuna el Azúcar, la Longitud de la carretera es de 7km, que comienza en el desvío en “y” del ingreso a la comuna Baños de San Vicente y termina en ruta principal de ingreso a la comuna Saya como observa figura 6 donde se especifica las abscisas del proyecto.

**Figura 6**

*Foto satelital del estudio, Vía de ingreso a la comuna Saya.*



*Nota:* Tomado de Google Earth

### **3.5 METODOLOGÍA DEL O.E.1: IDENTIFICAR Y ANALIZAR POSIBLES PROBLEMAS PRESENTES EN LA RUTA A PARTIR DE LA RECOPIACIÓN DE LA GEOLOGÍA LOCAL.**

En respuesta a la metodología usada en el primer objetivo son: **Revisión completa de la bibliografía.** – La caracterización de la zona de ingreso a la comuna Saya se basa en una recopilación detallada de la información a partir de mapas oficiales, los mismos que ofrecen una visión general de la distribución espacial y la litológica. Además, se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica de estudios y artículos científicos previos realizados en la zona de investigación y sectores adyacentes, proporcionando una información sobre la estratigrafía, geomorfología, peligrosidad sísmica y geología local

**Trabajo de Campo.** – la delimitación del área de estudio es una etapa primaria para poder definir la ruta proyectada por un diseño geométrico ya

establecido, así como la revisión geológica local antes ya mencionada, basada en estudios anteriores y mapas oficiales. Todos estos factores son fundamentales para el análisis e identificación de problemas presentes en la ruta a partir de la geología local.

### **3.6 METODOLOGÍA DEL O.E.2: OBTENER PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES MÁS CRÍTICOS PRESENTES EN EL TRAMO DEL INGRESO A LA COMUNA SAYA.**

La consecución del segundo objetivo requiere determinar parámetros geotécnicos, relevantes para evaluar y garantizar la estabilización del talud de corte, a lo largo del trazado vial. Mismo que implementó el ensayo de corte directo bajo condiciones no consolidadas y no drenadas (UU), siguiendo los procedimientos establecidos en la norma ASTM D3080. A demás el equipo utilizado en los ensayos fue la máquina de corte directo modelo HM-5750.

La funcionalidad de la maquina se centra en la realización de ensayo de corte directo de diferentes materiales de construcción y suelos, la clave de su funcionamiento está en la aplicación de cargas verticales, utilizando cargas neumáticas o pesos inertes. Ayudándonos en la medición exacta de los desplazamientos durante el ensayo (Humboldt, n.d.).

## Figura 7

*Ubicación del talud más crítico. En la Abscisa 3+920.*



*Nota:* Extraída de Google Earth.

Tras la preparación de la muestra extraída del talud crítico ubicado en la abscisa correspondiente 3+920, como se muestra en la figura 7 que se ubica entre las abscisas 3+000 y 4+000. A continuación, se preparó la máquina de corte directo del laboratorio de suelos y pavimentos de la UPSE, se ingresa los parámetros de cada espécimen al software Direct Shear, cumpliendo con la norma se establece una velocidad de corte en 1.27 mm/min.

Mismo que se implementó un sistema de cargas graduales, donde el esfuerzo normal se dobla, aplicando de manera subsecuente a cada muestra. Este método nos permite la caracterización del comportamiento del suelo bajo condiciones de cargas de manera gradual, de esta manera podemos conocer de manera experimental la respuesta de los taludes ante la aplicación del esfuerzo normal esencial para el diseño de los taludes.

**Tabla 2**

*Combinaciones y esfuerzos aplicados a los ensayos.*

Área ( $cm^2$ )			
3,142			
Combinaciones (Kg)			
1	2	3	4
0,775	1,549	3,094	6,194
Esfuerzos ( $Kg/cm^2$ )			
1	2	3	4
0,247	0,493	0,985	1,972

*Nota:* Elaborado por el Autor

Para la ejecución del ensayo de corte directo se empleó un conjunto calibrado de pesas numeradas del 1 al 4 tal como muestra en la tabla 2. Mismo que se llevó a cabo siguiente el protocolo establecido en el Manual de operaciones del equipo y en concordancia con la Norma ASTM D3080. A continuación, se detalla el procedimiento sistemático empleado.

Se prepara la muestra que se va a ensayar, seguido se coloca el suelo en el anillo de corte circular de la máquina y finalmente se procede a verificar que este correctamente alineado y sujetado a la máquina.

A continuación, se enciende la máquina y el control del software (Direct Shear), de igual manera se configura los parámetros del ensayo como velocidad de carga y el tipo de carga a aplicar, una vez dada la orden para iniciar el ensayo, el programa nos indicará que retiremos los tornillos de color rojo.

Una vez retirados los pines de color rojo se procede a retirar el seguro que sujeta a las cargas y en ese momento la máquina empieza a registrar los datos de carga y deformación.

Se inicia el ensayo utilizando la pantalla táctil para el control en tiempo real, como la resistencia al corte y deformación, al finalizar el desplazamiento máximo de 10,2 mm, automáticamente se detiene el ensayo. Culminando, el proceso de corte directo se descarga los datos obtenidos por el software GEO 5 para su posterior análisis

### 3.6.1. Factor de seguridad

El diseño debe garantizar que los esfuerzos aplicados por la estructuras o edificaciones sobre el subsuelo no exceden los esfuerzos admisibles del terreno durante las cargas de servicios. En el diseño de taludes, se utiliza el término “factor de seguridad”, que considera todas las incertidumbres asociadas al proceso de diseño. Este factor busca asegurar que los esfuerzos sobre el suelo se mantengan por debajo de los valores admisibles (Ministerio de Transporte y Obras públicas ,2015).

**Tabla 3**

*Factores de seguridad por corte mínimos.*

Condición	Fs Corte Mínimo	
	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Nominal	1.5	1.25
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.1
Carga Muerta + Carga Viva Nominal + Sismo de diseño Pseudo estático	1.1	1.00

Taludes - condición estática y Agua Subterránea Normal	1.5	1.25
Taludes - condición pseudo estática con agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de diseño	1.05	1.00

*Nota:* extraída de Norma Ecuatoriana de La Construcción NEC-15: Geotecnia y Cimentación (Ministerio de transporte y Obras Publicas ,2015)

Para el cumplimiento de esta metodología los factores de seguridad mínimo se tomarán de la tabla 3 en la condición de taludes- condición pseudo estática con agua subterránea normal y coeficientes sísmicos de diseño con Fs corte mínimo de 1.00.

De acuerdo con lo establecido por el Ministerio de transporte y Obras Públicas (2015) en la Norma Ecuatoriana de la construcción en su capítulo de peligro sísmico define a los coeficientes sísmicos horizontales y verticales como:

### **3.6.2. Coeficiente sísmico horizontales**

Este parámetro representa la aceleración horizontal esperada durante un sismo, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad y se obtiene de la ecuación 3, este coeficiente se determina en función de la zona sísmica, el tipo de suelo y el periodo fundamental de vibración de la estructura.

#### **Ecuación 3**

*Ecuación de coeficiente sísmico horizontal.*

$$K_h = 0,6(a_{max})/g$$



Donde

$K_h$  = Coeficiente sísmico horizontales

$a_{max}$  = ZFa

Fa = Fuerzas actuantes

### **3.6.3. Coeficientes sísmicos verticales**

El coeficiente sísmico verticales representa la aceleración esperada durante un sismo, expresado como una 2/3 de fracción del coeficiente sísmico horizontal.

#### **Ecuación 4.**

*Ecuación de coeficiente sísmico vertical.*

$$K_v = \frac{2}{3} K_h$$

Donde:

$K_v$  = coeficientes sísmicos verticales

$K_h$  = coeficientes sísmicos horizontales

## **3.7 METODOLOGÍA DEL O.E.3: DISEÑAR LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL TRAMO VIAL DE INGRESO A LA COMUNA SEGÚN LA METODOLOGÍA ASSHTO 93.**

Para el cumplimiento del último objetivo, se llevó a cabo una propuesta de diseño de pavimento, basada en la metodología AASHTO 93, este proceso implica la evaluación crítica de las soluciones propuestas, mismas que buscan los requisitos y ajustes específicos identificados en el estudio. A continuación, se especifica la metodología de diseño para un pavimento.

### **3.7.1. Determinación De Parámetros Geotécnicos**

#### **3.7.1.1. Toma de muestra**

Como se aprecia en la Figura 8, la vía de ingreso a la comuna Saya tiene una longitud total de 7 kilómetros. Se llevó a cabo la apertura de calicatas utilizando maquinaria de excavación, con el fin de extraer muestras representativas de cada estrato, mismas muestras que fueron identificados, posteriormente se analizaron en el laboratorio de suelos, Hormigones y Asfalto de la UPSE. De esta manera se podrá determinar las propiedades geotécnicas del subsuelo.

Se determinó realizar un sondeo cada kilómetro, obteniendo un total de 7 calicatas a lo largo de los trazados ubicados en las abscisas 0+000, 1+000, 2+000, 3+000, 4+000, 5+000, 6+000. Adicionalmente se extrajeron muestras en las abscisas 3+920 donde se ubican el talud más crítico.

Las calicatas fueron excavadas con las dimensiones de 1.50 metros de profundidad por 1 metro de ancho y largo, permitiendo la inspección visual de los diferentes estratos del subsuelo. Las

muestras de cada estrato fueron debidamente identificadas, almacenadas en sacos y trasladados al Laboratorio de Suelos, Hormigones y Asfaltos de la UPSE para su posterior caracterización y análisis.

**Figura 8.**

*Ubicación de calicatas en la ruta de ingreso a la Comuna Saya.*



*Nota:* Extraída de Google Earth

**3.7.1.2. Caracterización geotécnica de la subrasante.**

Tomando como base el trazado geométrico previamente definido, se estableció que para la exploración y posterior estudio de la subrasante las muestras extraídas de las calicatas serán sometidas a ensayos de laboratorios para su posterior determinación de las propiedades físicos-mecánicas del suelo y determinar el comportamiento geotécnico de la subrasante. Para cada calicata se elaboró ensayos análisis granulométrico, determinación de contenido de humedad, límites de Atterberg, determinación de humedad óptima, densidad seca máxima y ensayo de soporte California CBR.

**3.7.2 Diseño De Pavimento Flexible**

El diseño de pavimento flexible implica un proceso metodológico que inicia con el estudio de tránsito, a fin de determinar el número de ejes equivalentes acumulados durante el periodo de diseño. En este caso, se tomará como referencia la composición del tráfico establecido en una investigación anterior como indica la tabla 4.

**Tabla 4**

*Resumen de composición de tráfico.*

COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO		
LIVIANO	95,26%	247
AUTOBUSES	1,36%	4
CAMIONES	3,37%	9
TPDA	100%	259

*Nota:* Elaborado por los autores

El objetivo principal del diseño del pavimento flexible es determinar los espesores óptimos de cada capa que conformará la estructura del pavimento como carpeta asfáltica, base y subbase, para tal efecto en este diseño se aplicará la metodología AASTHO-93.

### **3.7.3. Metodología AASHTO-93**

El dimensionamiento de los espesores del pavimento flexible para el proyecto vial de acceso a la comuna Saya se realizará mediante la metodología AASHTO-93 (Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carretera y Transporte). Esta Metodología está contemplada en las Normas Ecuatorianas Vial NEVI-12 mismo método es el más utilizado ampliamente y aprobado a nivel nacional, al ser un procedimiento que

considera los efectos de las cargas de tránsito vehicular y las condiciones ambientales adversas prevalecientes en las distintas regiones del Ecuador. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013).

El diseño de la estructura del pavimento flexible implica determinar el número estructural (SN) requerido para que la sección pueda soportar las cargas de tránsito prevista durante el periodo de diseño establecido, además para la obtención de los ESAL's de diseño se requiere el uso del factor camión para cada clasificación vehicular estipulada en la normativa vigente MTOP 2003. La metodología AASHTO-93, proporciona una ecuación empírica que permite calcular el valor del número estructural en función de distintos factores expresados en la siguiente ecuación 5.

**Ecuación 5.**

*Número estructural*

$$\log W_{18} = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log M_R - 8.07$$

En donde:

$W_{18}$  = Numero de cargas de 18Kips (80KN)

$Z_R$  = Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad (R) en la curva de distribución normalizada

$S_0$  = Desviación estándar de todas variables.

$SN$  = Número estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo condiciones de diseño.

$\Delta PSI$  = Perdida de Serviciabilidad

$M_R$  = Modulo Resiliente de la subrasante

### 3.7.4. Variables De Diseño Método AASTHO

En la metodología AASTHO para establecer los espesores donde depende del número de repeticiones de carga, donde es indispensable establecer las cargas equivalentes a 80 kilo newtons o 8,2 toneladas durante un periodo de diseño establecido. Para esto se debe hacer un estudio de tránsito detallado que incluya, el transito promedio anual, factor camión, el transito acumulado en el número de ejes, también el ESAL de diseño que es un parámetro para cualquier diseño del pavimento flexible que se debe a la conversión de sus factores equivalentes de carga. (Guerrero, 2020).

#### 3.7.4.1. Periodo de diseño seleccionado

La guía AASTHO 93 proporciona recomendaciones sobre los periodos de diseño recomendados adecuados según las condiciones de las carreteras como se puede ver en la tabla 5. Para vías de bajo volumen de tráfico, esta guía sugiere un periodo de diseño de 10-20 años.

**Tabla 5**

*Períodos de diseño recomendados por AASHTO 93.*

Condiciones de la Carretera	Período de Análisis (años)
Alto volumen urbano	30-50
Alto volumen rural	20-50
Bajo volumen pavimentado	15-25

*Nota:* tomado de la Guía AASHTO 93

Es necesario mencionar que para este proyecto se tomara un periodo de diseño comprendido 10 años. Se toma el valor mínimo por las afectaciones que presenta el betún ecuatoriano debido al envejecimiento de este.

#### **3.7.4.2. Factor Camión**

La obtención de los ESAL´s de diseño se obtiene mediante un método riguroso, donde se requieren como el uso de factor camión que el autor Ulloa et al (2008) lo define como “El daño relativo de la pasada de un tipo de eje y carga cualquiera, en relación con el daño que produce un eje simple estándar de 8200 kilogramos” (p.32). La tabla 6 muestra factores equivalentes de carga de cada tipo de vehículo analizado en el conteo vehicular, junto con su peso en toneladas fuerza, ilustrado en la figura 9. Esta información se convierte a libras fuerzas (Kips) y permite calcular el daño causado al pavimento por cada tipo de vehículo.

**Tabla 6***Resumen del factor camión para cada tipo de vehículo.*

TIPO DE VEHICULO	PESOS (Kips)			FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA			FACTOR CAMION
	DELANTERO	INTERMEDIO	TRASERO	DELANTERO	INTERMEDIO	TRASERO	
AUTOMOVILES	4,4		6,6	0,0064		0,0262	0,033
CAMIONETAS	6,6		8,8	0,0262		0,0671	0,093
2D	6,6		8,8	0,0262		0,0671	0,093
2DA	6,6		15,4	0,0262		0,5341	0,560
2DB	15,4		24,3	0,5341		3,7371	4,271
3 <sup>a</sup>	15,4		44,1	0,5341		3,3198	3,854
V3A	15,4		44,1	0,5341		3,3198	3,854
2S1	15,4	24,3	24,3	0,5341	3,7371	3,7371	8,008
3S2	15,4	24,3	44,1	0,5341	3,7371	3,3198	7,591
RETROESCABADORA	15,4		24,3	0,5341		3,7371	4,271
3S3	15,4	44,1	52,9	0,5341	3,3198	1,522	5,376

*Nota:* Elaborado por los Autores



### 3.7.4.3. Factor de crecimiento.

El factor de crecimiento se establece en función de la clasificación vehicular y su correspondiente tasa de incremento. Esta proyección se efectuó aplicando cada tasa de crecimiento específicas para cada categoría de vehículo. La tabla 7 nos proporciona una vista detallada del periodo de proyección.

**Tabla 7**

*Tasas de crecimiento TPDA.*

PERÍODO	TASA DE CRECIMIENTO		
	LIVIANO	BUS	CAMIÓN
2015-2020	5,56	3,00	3,44
2020-2025	4,95	2,67	2,96
2025-2030	4,45	2,4	2,67
2030-2035	4,04	2,18	2,43

*Nota:* Fuente de MTOP 2022

Para el análisis de factor de crecimiento se determinó un periodo comprendido entre 2020-2025. También el factor de crecimiento está determinado por la siguiente ecuación 6:

#### **Ecuación 6**

*Factor de crecimiento.*

$$\text{Factor de crecimiento} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

$r$  = tasa de crecimiento anual %

$n$ = periodo de diseño en años

**Tabla 8**

*Tasas y factores de crecimiento por tipo de vehículo para el diseño del pavimento.*

TIPO DE VEHICULO	TASA DE CRECIMIENTO	FACTOR DE CRECIMIENTO
AUTOMOVILES	0,0495	12,55
CAMIONETAS	0,0495	12,55
2D	0,0296	11,44
2DA	0,0296	11,44
BUS	0,0267	11,29
3 A	0,0296	11,44
V3A	0,0296	11,44
2-S1	0,0296	11,44
3-S2	0,0296	11,44
RETROESCABADORA	0,0296	11,44
3S3	0,0296	11,44

*Nota:* Elaborado por los autores




























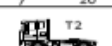





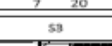


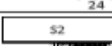


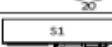


La tabla 8 nos indica los factores de crecimiento con los cálculos realizados por la ecuación de factor de crecimiento, donde de esta manera permite estimar la demanda del tráfico, misma tabla consta de los valores de la tasa de crecimiento comprendidas entre los años 2020 a 2025 de cada tipo de vehículo presentes en el aforo de tráfico.

#### **3.7.4.4. Factores equivalentes de carga y conversión de tránsito en ESALS.**

Figuroa (2017) conceptualiza a los factores equivalentes de carga como “el valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de Serviciabilidad causada por la carga de un tipo de eje de 80 KN y la producida por un eje estándar en el mismo eje” (p.47). Los vehículos transmiten cargas al pavimento mediante las ruedas. El servicio nacional de aduanas del Ecuador mediante la tabla nacional de pesos y dimensiones detalla la distribución máxima de carga por cada eje junto con su descripción y otras características como muestra en la figura 9.

**Figura 9**

*Tabla Nacional de Peso y Dimensiones.*

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D		 	7	5,00	2,60	3,00
2DA		 	10	7,50	2,60	3,50
2DB		 	18	12,20	2,60	4,10
3-A		 	27	12,20	2,60	4,10
4-C		 	31	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTUPLO		 	32	12,20	2,60	4,10
V2DB		 	18	12,20	2,60	4,10
V3A		 	27	12,20	2,60	4,10
VZS		 	27	12,20	2,60	4,10
T2		 	18	8,50	2,60	4,10
T3		 	27	8,50	2,60	4,10
S3		 	24	13,00	2,60	4,10
S2		 	20	13,00	2,60	4,10
S1		 	11	13,00	2,60	4,10

*Nota:* Tomado del Boletín informativo de la aduana del Ecuador

Amaya (2019) menciona que la conversión de tránsito a ejes equivalentes tiene como objetivo “producir el mismo daño que toda la composición del tránsito a una carga tipo la cual es de 80 kilo

newton u 8,2 toneladas” (p.15). además, menciona que esta conversión se realiza con los factores equivalentes de carga.

Para el cumplimiento del diseño del pavimento flexible, la transformación de la cantidad de vehículos a los ejes equivalentes de cargas conocido como ESAL's es fundamental, como se ilustra en la tabla 9. Este proceso de transformación permite a detalle la frecuencia de paso de los ejes de los carros a un valor único, donde se vinculan diferentes parámetros como el factor de crecimiento como se muestra en la tabla 8, días del año y el factor camión información mostrada en la tabla 6. Dando como resultado el efecto acumulado de 111050 pasadas de un eje estándar de 8,2 toneladas durante la vida útil del pavimento.

**Tabla 9**

*Cálculo de ESAL's de bruto por tipo de vehículo.*

TIPO DE VEHICULO	CANTIDADES DE VEHICULOS	FACTOR DE CRECIMIENTO	DIAS DEL AÑO	FACTOR CAMION	ESAL'S DE DISEÑO
AUTOMOVILES	147	12,549	365	0,033	22012
CAMIONETAS	99	12,549	365	0,0933	42354
2D	6	11,443	365	0,0933	2421
2DA	0	11,443	365	0,5603	0
2DB	3	11,291	365	4,2712	44263
3 -A	0	11,443	365	3,8539	0
V3A	0	11,443	365	3,8539	0
2-S1	0	11,443	365	8,0083	0
3-S2	0	11,443	365	7,591	0
RETROESCABADORA	0	11,443	365	4,2712	0
3-S3	0	11,443	365	5,3759	0
<b>SUMATORIA ESAL'S BRUTO</b>					<b>111050</b>

*Nota:* Elaborado por los autores.

### 3.7.4.5. Factor de distribución por carril y coeficiente de reparto por sentido.

Determinar la distribución de tráfico entre la dirección de la vía y el número de carriles en ambas direcciones se obtiene mediante la elección factores inherentes al diseño geométrico. En este caso para la selección del parámetro de distribución por carril se obtiene de tabla 10, la vía consta de 2 carriles, uno en cada dirección. Esta dirección resulta en un factor de distribución de tráfico 1,00.

**Tabla 10**

*Factor de distribución por dirección.*

Número de carriles en una sola dirección.	LC %
1	1,00
2	0,80-1,00
3	0,60-0,80
4	0,50-0,75

*Nota:* Tomado de la Guía para el diseño de estructuras de pavimento (AASTHO 93)

Además, se asume un factor de distribución por dirección del 50% como se muestra en la tabla 11, lo que implica una distribución equivalente del tráfico en ambas direcciones.

**Tabla 11**

*Factor de distribución por dirección.*

<b>Número de carriles en ambas direcciones</b>	<b>LD %</b>
2	50
4	45
6 o más	40

Nota: Tomado de la Guía para el diseño de estructuras de pavimento (AASTHO 93)

Una vez obtenido el ESAL bruto y determinado los valores de carril y dirección. Para este proyecto se considera un factor carril de 100% y un factor dirección 50%. Para la obtención del ESAL de diseño se ajusta con la siguiente formula:

***Ecuación 7***

*ESAL de diseño.*

$$ESAL \text{ de diseño} = ESAL \text{ bruto} \times FC \times FD$$

Donde:

*ESAL bruto* = Sumatoria de ESAL's brutos.

*FC* = Factor camión.

*FD* =Factor dirección

**3.7.4.6. Confiabilidad De Diseño (R)**

La variable de diseño de confiabilidad (R), desempeña un papel fundamental en la determinación de los espesores de capas que conforman la estructura de un pavimento flexible, misma que garantiza con exactitud la capacidad de soportar cargas durante el periodo de diseño establecido durante su vida útil. Mismo rango que puede oscilar dentro de los parámetros de 50% al 99.99%, esto dependerá de la clasificación que se otorgue a la vía dependiendo de su aforo vehicular, dicho parámetro ayuda a considerar posibles variables o incertidumbres vinculadas al tráfico en ejes equivalentes acumulados y el comportamiento de la estructura del pavimento. De acuerdo con Rodríguez, (2014) menciona que en el caso de caminos con una carga de volumen de tráfico baja, de la mano con las recomendaciones de la AASTHO-93, el usar rangos de valores de confiabilidad bajos pueden afectar a la prolongación de la vida útil y confiabilidad del diseño. de esta manera el autor enfatiza una selección adecuada en los rangos de confiabilidad, además una selección incorrecta del mismo llevaría un deterioro progresivo de la vida útil de la estructura del pavimento.

En el caso del proyecto vial de ingreso a la Comuna Saya, después de un análisis de factores como el volumen de tránsito promedio diario anual (TPDA), la vía es categorizada como clase 4 y su clasificación de acuerdo con su función es de calles locales, por lo tanto, el rango se encuentra 50%-80% ubicados en la tabla 12. Para fines de nuestro proyecto se determinó una confiabilidad del 60% misma elección permitirá optimizar diversos factores como económicos, seguridad y desempeño de la vida útil de la vía.

**Tabla 12**

*Valores de confiabilidad.*

Clasificación Funcional	Niveles de confianza recomendados	
	Urbano	Rural

Interestatal y Autopista	85-99,9	80-99,9
Arterias principales	80-99	75-95
Calles colectoras	80-95	75-95
Calles locales	50-80	50-80

*Nota:* Tomado de la Guía para el Diseño de Estructura de Pavimento (AASHTO-93)

Con el nivel de confianza del 60% establecido para el diseño, se obtiene de la tabla 13 que el valor de  $Z_r$  es igual a -0,253

**Tabla 13**

*Valores de Desviación Estándar.*

<b>Valor de desviación normal estándar (ZR)</b>	
<b>Confiabilidad</b>	<b>Zr</b>
50	-0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841

*Nota:* Tomado de la Guía para el Diseño de Estructura de Pavimento (AASHTO-93).

**3.7.4.7. Índice de Servicio (PSI)**

El índice de Serviciabilidad presente (PSI por sus siglas en inglés Present Serviceability Index) es un parámetro que representa la capacidad del pavimento para brindar un nivel de servicio de



acuerdo con el tráfico de diseño. Este índice puede tomar valores en un rango de 0 a 5, donde 0 son condiciones inadmisibles o de falla total, mientras que 5 se considera condiciones perfectas. El PSI considera dos condiciones, índice de Serviciabilidad inicial y el índice de Serviciabilidad final, mismas que representan las condiciones mínimas aceptables, mismo que influyen de manera directa en los factores de equivalencia de carga y por consecuencia en la vida útil del pavimento. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013)

Para el diseño del pavimento flexible del camino que conecta a la comuna Saya, se debe elegir la Serviciabilidad inicial (Po) y final (Pt). en función de la clasificación del camino y que se adapte al criterio del diseño y del proyectista.

**Tabla 14**

*Índice de Serviciabilidad para Pavimentos Flexibles.*

<b>Índice de Serviciabilidad para pavimento flexible</b>	
Índice de Serviciabilidad inicial (Po)	Po=4,2
Índice de Serviciabilidad final (Pt)	Pt=2,5

*Nota:* Elaborados por los autores

Como se puede se observa en la tabla 14, para un pavimento recién construido se considera lo siguientes valores de índice de Serviciabilidad inicial de 4,2 y el valor del índice de Serviciabilidad final de 2.5 mismo que se optó por ser carretera de menor importancia. Los valores recomendados para el índice se encuentran en la tabla 15.

**Tabla 15**

*Valores recomendados de Índice de Serviciabilidad.*

<b>Valores recomendados de Índice de Servicio</b>			
Función de carretera	PSI <sub>o</sub>	PSI <sub>t</sub>	ΔPSI
<i>Corredores Arteriales (Malla Esencial)</i>	4,5	2,5	2,0
<i>Colectores (Autopista RI-RII, Clase I-II)</i>	4,5	2,0	2,5
<i>Otros</i>	4,2	2,5	2,2

**Nota:** Tomado de la Guía para el Diseño de Estructura de Pavimento (AASHTO-93)

Y con la ecuación 8 se calcula la pérdida del índice de servicio con los valores obtenidos en las tablas de valores anteriores.

**Ecuación 8**

*Pérdida de PSI.*

$$\Delta PSI = PSI_o - PSI_t$$

En donde:

ΔPSI= Pérdida de PSI

PSI<sub>o</sub>= Índice de Serviciabilidad inicial

PSI<sub>t</sub> = Índice de Serviciabilidad final

Efectuados los cálculos correspondientes de la ecuación 8 nos da los valores de Serviciabilidad para el diseño del pavimento flexible como muestra la tabla 16.

**Tabla 16**

*Parámetros de Serviciabilidad de diseño para el pavimento flexible de la comuna Saya.*

---

PSlo =	4,2
PSIt =	2,5
$\Delta$ PSI =	1,7

---

Nota: Elaborados por los autores

#### **3.7.4.8. Desviación Estándar (So)**

Según (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013) lo define como una mediada de la variable de la rugosidad, la cual tiene influencia de la calidad y durabilidad de la estructura del pavimento flexible de esta manera se mantiene adecuados los niveles de regularidad superficial, la misma manera que cumple el índice de Serviciabilidad contribuye con la vida útil del pavimento flexible. Para asumir el valor de confiabilidad se opta por un valor representando por el error estándar combinado con el valor del tráfico futuro.

El valor recomendado por la AASTHO-93 para este diseño se ubica dentro de los rangos observados en la tabla 17, en el apartado de pavimentos flexible, están en los intervalos de 0,4 y 0,5. Para fines de los cálculos de la estructura del pavimento que comprende el tramo de ingreso a la comuna Saya es de 0,45 para una construcción nueva de pavimentos flexible.

**Tabla 17**

*Desviaciones Estándar de los Pavimentos.*

<i>Desviación Estándar</i>	<i>So</i>	
<i>Pavimento Rígido</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>
<i>Pavimento Flexible</i>	<i>0,4</i>	<i>0,5</i>

*Nota:* tomado de la guía para el diseño de estructura de pavimento (AASHTO 93)

#### **3.7.4.9. Módulo de Resiliencia Efectiva (MR).**

El módulo de resiliencia (Mr.) es un parámetro el cual se obtiene mediante correlaciones empíricas de las propiedades del suelo como el contenido de arcilla, el límite líquido, el índice plástico, la humedad natural y la densidad seca. Dentro de la metodología ASSHTO-93 para pavimentos flexibles, se recomienda convertir los datos del módulo de residencia un valor efectivo de la subrasante (Mr.), donde este parámetro representa el daño acumulado equivalente de manera anual, ocasionadas por el factores externo climáticos, mismo que tiene como objetivo principal que la capacidad de carga del pavimento no se vea afectada en los periodos más críticos debido a la humedad o las mismas condiciones climáticas(Valentín & Valladares, 2021).

El parámetro del módulo de la resiliencia se determina por formulación de diferentes ecuaciones determinado por el valor del CBR (%) y por consiguiente se escoge la ecuación de la tabla 18.

**Tabla 18**

*Desviaciones Estándar de los Pavimentos.*

Para suelos finos	
Si C.B.R <7,2%	Mr. (psi)=1500×CBR
Si C.B.R 7,2% - 20%	Mr. (psi)=3000×CBR <sup>0,65</sup>
Para suelos Granulares	
Si C.B.R >20%	Mr. (psi)= 4326×ln (CBR)+241

*Nota:* Tomado de la guía para el diseño de estructura de pavimento.  
(AASHTO-93)

**a) Módulo de Resiliencia de la subrasante.**

Este valor se obtiene en función del tipo de suelo y el cálculo de los parámetros del ensayo de soporte California (CBR), de los datos obtenidos del ensayo usando en la metodología es de un valor de 16.4%, por lo tanto, se obtiene la siguiente ecuación 9, correlacionada en la tabla 18. Mr para suelos finos si el CBR está entre los valores de 7,2% a 20%.

**Ecuación 9.**

*Módulo de resiliencia de la subrasante.*

$$Mr. (psi)=3000 \times CBR^{0,65}$$

En donde:

$Mr(p. s. i)$ = módulo de resiliencia

$CBR\%$ = valor del promedio del ensayo de soporte california

Por lo tanto y de acuerdo con la ecuación el módulo de resiliencia de la subrasante nos da un valor de 18482.88 psi.

### **b) Módulo de Resiliencia de la Subbase**

Para la selección del material de la capa de subbase del pavimento flexible, se ha optado por la mina ubicada en la comuna Juan Montalvo, mismo que fue seleccionado por ser la cantera más cercana al tramo vial en estudio, mismo que representa una ventaja tanto económica como de transporte, para su posterior suministración de materiales pétreos durante la construcción.

De acuerdo con Pezo y Burgos, (2023) , dentro de su investigación se determinó los valores de Soporte California (CBR) tal como se muestra en su la figura 10, de igual manera se ocupará dicho parámetro para el cálculo del módulo de resiliencia de la subbase.

### **Figura 10**

*CBR de diseño del material granular de Juan Montalvo.*

<b>A 0,1 de penetración</b>		
Densidad Max	1173,81	CBR Diseño.
95%	1115,117	36,54

*Nota:* Tomado de (Pezo & Burgos, 2023)

El CBR de diseño es de 36,54% mismo que después de realizar lo cálculos nos da un módulo de resiliencia igual a 16000 psi

### **3.7.4.10. Ecuación del Número Estructural (SN).**

El número estructural es un parámetro que representa la resistencia del pavimento, dependientes de distintos factores como

el soporte del suelo, el tránsito total, la Serviciabilidad y factores ambientales. De esta manera establece una relación empírica en las capas que componen el pavimento (Campoverde & Chamorro, 2015). Por otro lado, la NEVI-12-MTOP encabezada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, (2013) nos enuncia que el número estructural, es una representación ficticia de los espesores del pavimento, donde está relacionado con las propiedades y características de las capas, además en el caso específico del pavimento flexible, sigue siendo una dimensión ficticia que refleja los espesores óptimos de las capas del pavimento. Ambos autores tienen una comprensión paramétrica y normada del comportamiento y funcionalidad de este parámetro, que está dado por la siguiente ecuación.

De igual manera el análisis del número estructural requerido en un grupo de espesores es fundamental para avalar una correcta numeración estructural. El conocimiento principal de criterios de factores estructural y conocer el peralte que certifique que estos parámetros que se ajustan a las especificaciones establecidas donde el diseño supere o no los límites requeridos. De esta manera se asegura que la estructura pueda soportar las cargas vehiculares detalladas para la fase de diseño (Castro Ortiz, 2021).

Para la obtención de la numeración estructural requerida se obtiene mediante la siguiente ecuación 10.

### ***Ecuación 10***

*Numero estructural.*

$$SN = a_1 h_1 + a_2 m_2 h_2 + a_3 m_3 h_3$$

Donde:

$SN$  = número estructural del pavimento.

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficiente estructural de carpeta asfáltica, base y subbase.

$h_1, h_2, h_3$  = Espesores de la carpeta asfáltica, base y subbase.

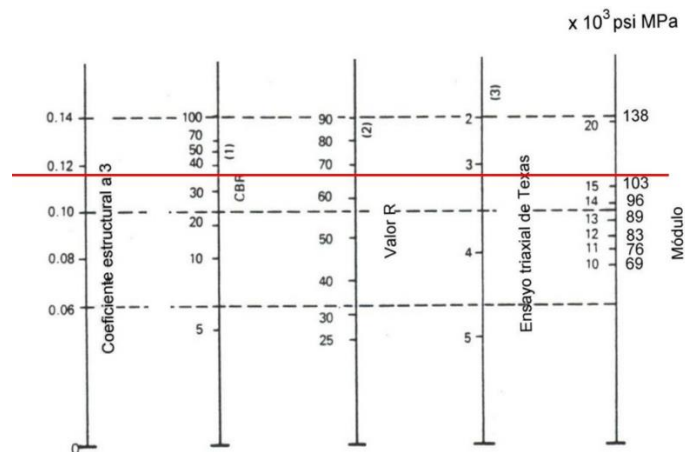
$m_2, m_3$  = coeficiente de drenaje de base y subbase.

### a) Coeficientes estructurales de la Sub-Base

Para la subbase, se extraerá material de la mina ubicada en la comuna Juan Montalvo, que tiene un CBR de diseño es de 36,54%, correlacionando con la Figura 11 tenemos un coeficiente estructural para la subbase de  $a_3=0,115$ .

**Figura 11**

*Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase  $a_3$ .*



*Nota:* Tomado de la guía para el diseño de Estructura de pavimento (AASHTO-93)

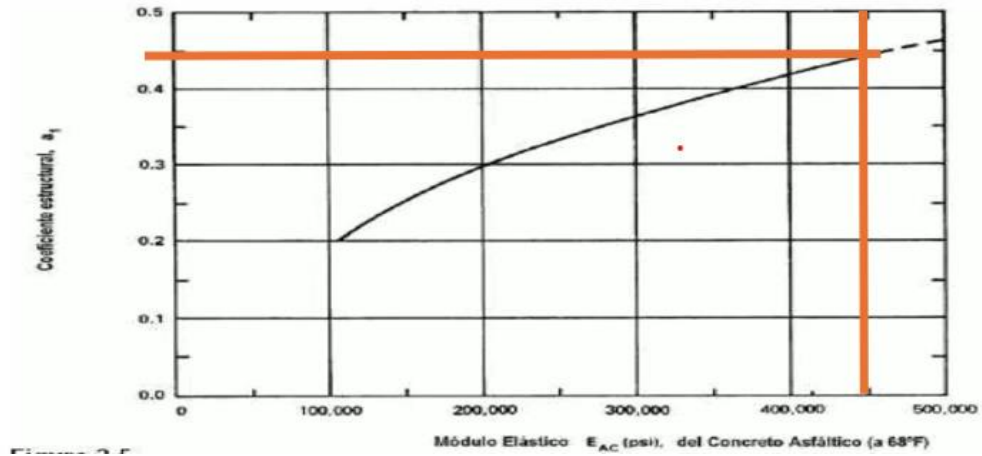
### b) Coeficiente Estructural De La Carpeta Asfáltica.

El coeficiente estructural de la carpeta se escoge de la figura 12, siguiendo el valor del módulo elástico del concreto Asfáltico que tiene un valor de 450000y se obtiene un coeficiente  $a_1=0,44$ .



**Figura 12**

*Variación en el coeficiente estructural de la capa asfáltica a1.*



*Nota:* Tomado de la guía para el diseño de Estructura de pavimento (AASTHO-93)

### c) Coeficiente De Drenaje.

el coeficiente de drenaje de una estructura de pavimento se toma a través de una factora denominado, factor de ajuste mismo que se obtiene de la tabla 13. Este parámetro tiene como función principal el drenaje de los suelos y del tiempo que la capa de la subrasante estará bajo condiciones de saturación(Corredor, 2010).

En este estudio, la evaluación del coeficiente de drenaje está directamente relacionado con las propiedades geotécnicas de la capa de subbase. Nuestros cálculos indican que el tiempo necesario para drenar el agua de esta capa es del 40% del tiempo total. Considerando las características de la subbase, se asume un periodo de drenaje de 1 día, esto nos permite calificar la calidad del drenaje como buena. Para finalizar utilizamos la tabla 19 que nos ayuda a estimar el porcentaje de tiempo durante el cual la estructura del pavimento estará expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación.

**Tabla 19***Coeficientes de drenajes.*

<b>Valores de coeficiente de drenaje</b>					
<b>Cálida del drenaje</b>	<b>Termino remoción de agua</b>	<b>% de tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximo a la saturación.</b>			
		<b>&lt;1%</b>	<b>1-5%</b>	<b>5-25%</b>	<b>&gt;25%</b>
Excelente	2 horas	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,20
Buena	1 día	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,00
Regular	1 semana	1,35-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,80
Pobre	1 mes	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Muy pobre	El agua no drena	1,05-0,95	0,95-0,76	0,75-0,40	0,40

*Nota:* Tomado de la guía para el diseño de estructura de pavimento (AASHTO93).

Al tratarse de una carretera nueva y por sus características del suelo que tiene un porcentaje de tiempo de saturación 14,43% el factor de drenaje es bueno, se definió que el coeficiente de drenaje de la subbase  $m_3=1,05$ .

# **CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## **4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1 IDENTIFICAR Y ANALIZAR POSIBLES PROBLEMAS PRESENTES EN LA RUTA A PARTIR DE LA RECOPIACIÓN DE LA GEOLOGÍA LOCAL.**

### **4.1.1. Geología y estratigrafía regional.**

Caicho (2014) en su estudio de impacto ambiental describe que: Santa Elena es una península que se sitúa en la parte del extremo sur de la zona costera, divisiones geológicas principales del país. Al ser una zona costera se caracteriza por el predominio de materiales sedimentarios de edad terciario y orientados norte-sur. La península está dispuesta de manera paralela tanto a la costa del pacifico como la cordillera de los Andes, de las que se hallan divididas por la llanura aluvial de la cuenca del rio Guayas. (p.30)

Además, también nos nombra las principales formaciones litoestratigráficas como Piñón, Cayo, Azúcar, San Eduardo, Ancón, Zapotal, Progreso y Tablazo esta última de suma importancia por ubicarse en las cercanías de la vía.

También Núñez del Arco (1985) en su proyecto de investigación sobre la geología y cartografía en zonas preestablecidas en las provincias del guayas y Manabí nos enuncia lo siguiente:

En la región de Santa Elena en las inmediaciones de San Vicente, se observa una secuencia estratigráfica que forma desde el Terciario inferior hasta el reciente. Las unidades más antiguas corresponden al paleoceno inferior, mismo que están cubiertos por los sedimentos más reciente provenientes del tablazo. La secuencia estratigráfica está compuesta por el Grupo Azúcar como basamento, sobre él se depositaron los sedimentos tipo flysch de la formación Socorro, ambos parcialmente por los tablazos cuaternarios. Es común encontrar en la zona la presencia de bloques exóticos del Grupo Azúcar incrustados en una matriz arcillosa provenientes a la formación Socorro, formando una estructura denominada como wild flysch de la península de Santa Elena (p145).

Asimismo, el investigador presenta las estratigrafías referentes a las formaciones mencionadas anteriormente, que aflora principalmente en la zona de San Vicente sector donde se ubica la comuna Saya mismo que tiene influencia al eje de la vía

#### **Secuencias estratigráficas principal:**

- Basamento: grupo Azúcar.
- Capa intermedia: sedimentos tipo flysch de la Formación Socorro.
- Capa superior: Tablazos cuaternarios.

#### **Formaciones geológicas principales**

##### **Grupo Azúcar:**

- Edad: Paleoceno inferior.
- Composición: Areniscas y Conglomerados.
- Características: Incluye materiales arcillosos y cantos de tamaño visibles.

##### **Grupo Ancón:**

- Edad: Eoceno medio superior.
- Identificación por: Smith y Williams en el año 1947.
- Localización: Quebradas Socorro y Seca en las inmediaciones de Ancón.

**Formación Socorro:**

- Composición: Capas delgadas de areniscas finas alternadas con lutitas gris verdoso.
- Espesor: Aproximadamente 1200 metros.

**Tablazos (Terrazas Marinas)**

- Cuatro niveles diferentes QT1, QT2, QT3, QT4.
- QT1: Formadas por mesetas erosionadas con una altitud de 60 a 120 metros, compuesta por lumaquelas duras y conglomerados basal.
- QT2: Depósitos arenosos extensos con una textura de fina a media que contiene conchas y lentes glomeráticos.

**Wild Flysch:**

- Característica: Estructura caóticas caracterizada por ser una mezcla desordenadas de rocas.
- Compuesta por: bloques exóticos del Grupo Azúcar con una Matriz arcillosa conformado por lutitas solidificadas brechoides, basaltos y areniscas cuarcíticas.

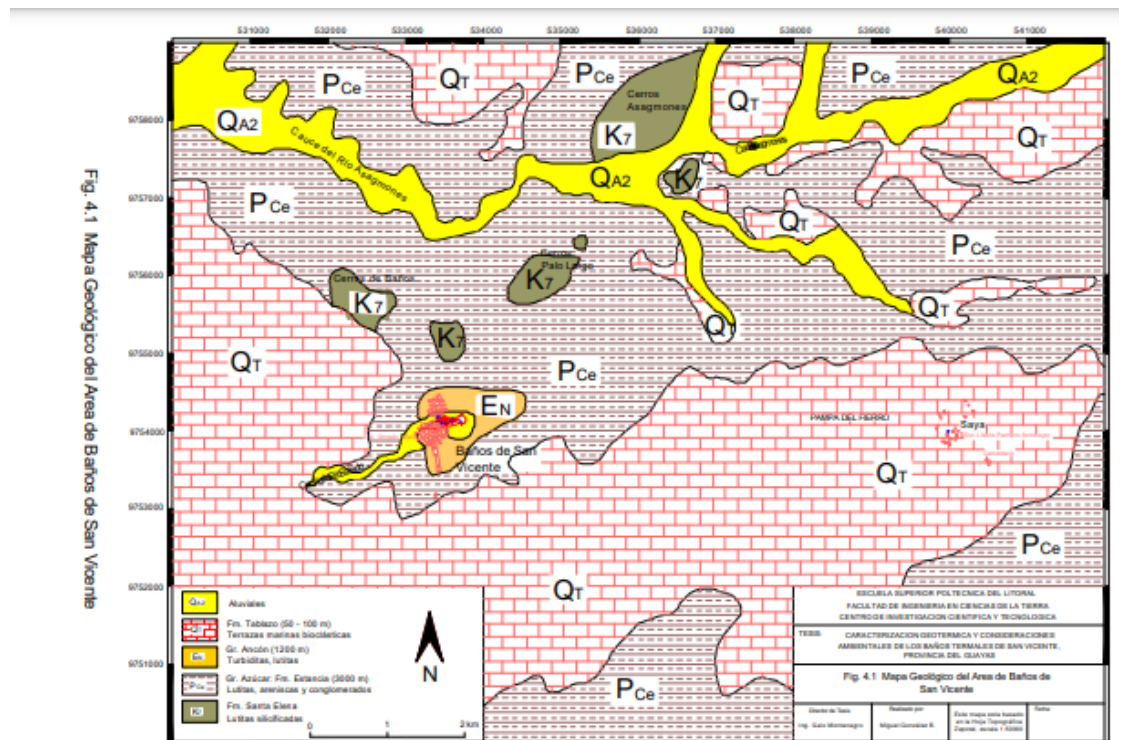
Las principales formaciones geológicas pueden afectar el control estructural debido en gran medida al contacto entre diferentes unidades geológicas, lo que influye tanto en la dirección de las fallas como en las estructuras presentes en la formación Tablazo. Esta situación resalta la importancia de llevar a cabo un estudio geológico detallado en proyectos viales para proporcionar información sobre los posibles riesgos en el área como señala Hearn y Massey (2009). Además, es fundamental considerar estos factores al momento del diseño del pavimento, incluyendo el monitoreo de deformaciones, la estabilización del suelo y el diseño de taludes tal como sugieren Herrera y Castilla (2012).

**4.1.2. Geología Local**

La zona de Baños de San Vicente presenta una estructura geológica compuesta por elementos del grupo Azúcar en el área central en dirección norte y este. La composición incluye areniscas, areniscas arcillosas, la exposición a agentes atmosféricos presentan una baja consolidación y una variada gama de tonalidades, desde café hasta amarillo pálidos en las zonas arcillosas. Las regiones sur y oeste hay predominancia de los materiales arenosos, de mayor porosidad y menor consolidación que pertenecen a la formación Tablazo. En la zona norte los depósitos aluviales recientes del río Asagamones atraviesan el Grupo Azúcar presentando una estratigrafía defina de arenas y clastos de diversos tamaños, provenientes de las formaciones del grupo Azúcar, Santa Elena y Tablazo como se muestra en la siguiente figura 13 que representan el Mapa geológico del área de Baños de San Vicente (González, 2003).

**Figura 13**

*Mapa Geológico de Baños de San Vicente.*



*Nota: extraído de (González, 2003)*

La geología local ejemplifica lo mencionado por Esquivel Chañi y Ruiz Peralta (2023), donde se evidencia los detalles de formaciones como el grupo el Azúcar en el área central, así como la descripción de la formación Tablazo. Además, se incluye el mapeo de los depósitos del río Asagamones. De igual manera, se concuerda con lo indicado por el autor en la relación con la caracterización litológica detallada de la zona, que incluye la presencia de areniscas y areniscas arcillosas, así como la identificación de niveles de consolidación.

### **4.1.3. Peligrosidad sísmica de la ruta.**

La recopilación de la información geológica local en las áreas adyacentes a la ruta, específicamente en el sector de Baños de San Vicente, se considera fundamental debido a su influencia directa en la ruta de ingreso a la comuna Saya. En este contexto, se identificaron varios problemas que afectan la estabilidad y seguridad de la vía, tales como las características litológicas, las condiciones estructurales mencionadas en los ítems anteriores y por último la peligrosidad sísmica, misma que se detalla a continuación mediante bibliografía, que más adelante nos ayudara a evaluar el criterio de estabilidad del talud crítico presente en la ruta.

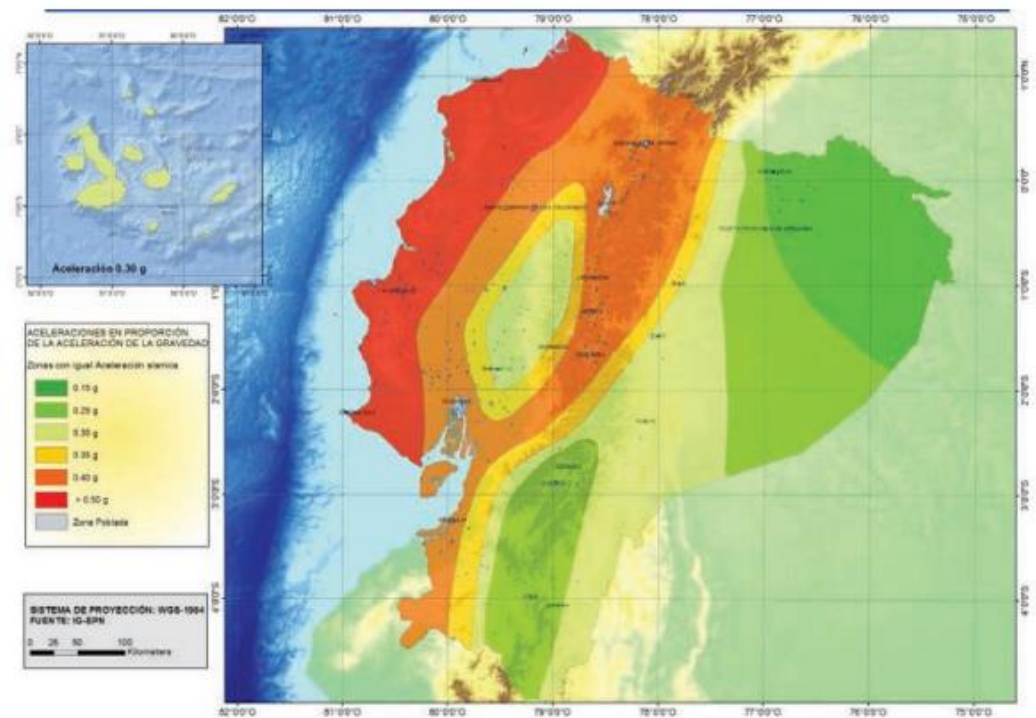
El estudio de vulnerabilidades del cantón Santa Elena, realizado por el Centro del Agua y Desarrollo Sustentable CADS - ESPOL, (2013) expone varias amenazas una de ellas es la exposición de la población a amenaza de sismo donde nos dice que los niveles de afectación son “calificado como “muy alto, donde el total del área urbana y rural está expuesta a un nivel muy alto de amenaza sísmica” (p39).

Como le mencionado anteriormente se puede corroborar con lo dicho por Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, 2015) en el capítulo de Peligro Sísmico y Diseño Sismo Resistente establece los lineamientos para la zonificación sísmica y factor de zona Z mismo que representan la aceleración máxima en roca dimensionada para un determinado sismo de diseño que se expresa como la fracción de la

aceleración. Donde se determina seis zonas sísmicas del Ecuador como se muestra en la figura 14.

**Figura 14**

*Zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z.*



*Nota:* extraída de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, 2015).

La zonificación sísmica consta de seis zonas con valores desde 0,15 a valores mayores a 0,50, mismos resultados que provienen del resultado de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años como nos indica la norma.



**Tabla 20**

*Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.*

<b>Zonas sísmicas</b>	I	II	III	IV	V	VI
<b>Valor factor Z</b>	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	≥0,50
<b>Caracterización del peligro sísmico</b>	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

*Nota:* extraído de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, 2015).

Como lo indicad la norma en la tabla 20 nos da como resultado Santa Elena una zona sísmica VI, dando como resultado un valor factor Z igual o mayor a 0,50. De esta manera se puede coincidir con el estudio de vulnerabilidad para Santa Elena hecha por Centro del Agua y Desarrollo Sustentable CADS – ESPOL (2013) donde se caracteriza a la península como un peligro sísmico muy alto.

## **4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.2 OBTENER**

### **PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES MÁS CRÍTICOS PRESENTES EN EL TRAMO DEL INGRESO A LA COMUNA SAYA.**

#### **4.2.1. Parámetros geotécnicos y geomecánicas del talud**

Los ensayos de corte directo realizados en condiciones no consolidadas y no drenadas (UU) permiten determinar los parámetros geotécnicos fundamentales para la evaluación de talud más crítico en el tramo de ingreso a la comuna Saya. La muestra analizada fue extraída del talud ubicada en la abscisa 3+920, como se ilustra en la figura 7.

Una vez implementado el ensayo de corte directo, aplico un sistema de cargas progresivas que permito caracterizar completamente el comportamiento del suelo bajo estas condiciones. El análisis de la envolvente de falla de Mohr-Coulomb revela parámetros de resistencia del suelo del talud, los cuales se presentan en la tabla 21.

**Tabla 21**

*Parámetros de resistencia al corte obtenidos mediante el ensayo de corte directo para el talud crítico en la abscisa 3+920.*

Parámetros de resistencia del suelo del ensayo de corte directo	
Cohesión (Kpa)	4,926
Angulo de fricción interna (°)	15,3

*Nota:* elaborado por los autores

Los parámetros mostrados servirán como insumo fundamental para los análisis posteriores de estabilidad y el diseño además también se analizó las propiedades físicas del suelo del talud como se muestra en la tabla 22.

**Tabla 22**

*Propiedades físicas del suelo en talud crítico – abscisa 3+920.*

Parámetros físicos del talud	
Peso Unitario ( $\gamma$ ) $kN/m^3$	17,26
Contenido de humedad %	1,317

*Nota:* elaborado por los autores

## 4.2.2 Análisis del talud

El análisis de talud se deriva del estudio “Diseño Geométrico de la vía baños de San Vicente-Saya del caton Santa Elena ”, realizado por Laínez y Liriano (2023). Inicialmente, el diseño contempla taludes basados en recomendaciones estándar del diseño geométrico vial, considerando el estudio de tráfico realizado a la vía con una geometría de 1:2 (H:V).

Mediante el software GEO5 se realizó la verificación de estabilidad del talud, donde se utilizaron parámetros geotécnicos obtenidos en los ensayos de laboratorio descritos en la tabla 15 y 16. Los resultados del análisis no cumplían con los factores de seguridad mínima requerida por la normativa. Esto llevo a la necesidad de realizar un rediseño del talud.

## 4.2.3. Análisis sísmico para talud

Mediante el software GEO5, se incorpora las influencias sísmicas en la estabilidad de taludes, conocidos como coeficientes sísmicos correspondientes a la zona de estudio los valores Z igual 0,5g y se efectuaron los cálculos para los coeficientes sísmicos horizontales y verticales como se muestran a continuación en la tabla 23.

**Tabla 23**

*Coefficientes sísmicos para el talud crítico abscisa 3+920.*

Coeficientes sísmicos	
Coeficiente sísmico horizontal	0,3
Coeficiente sísmico vertical	0,4

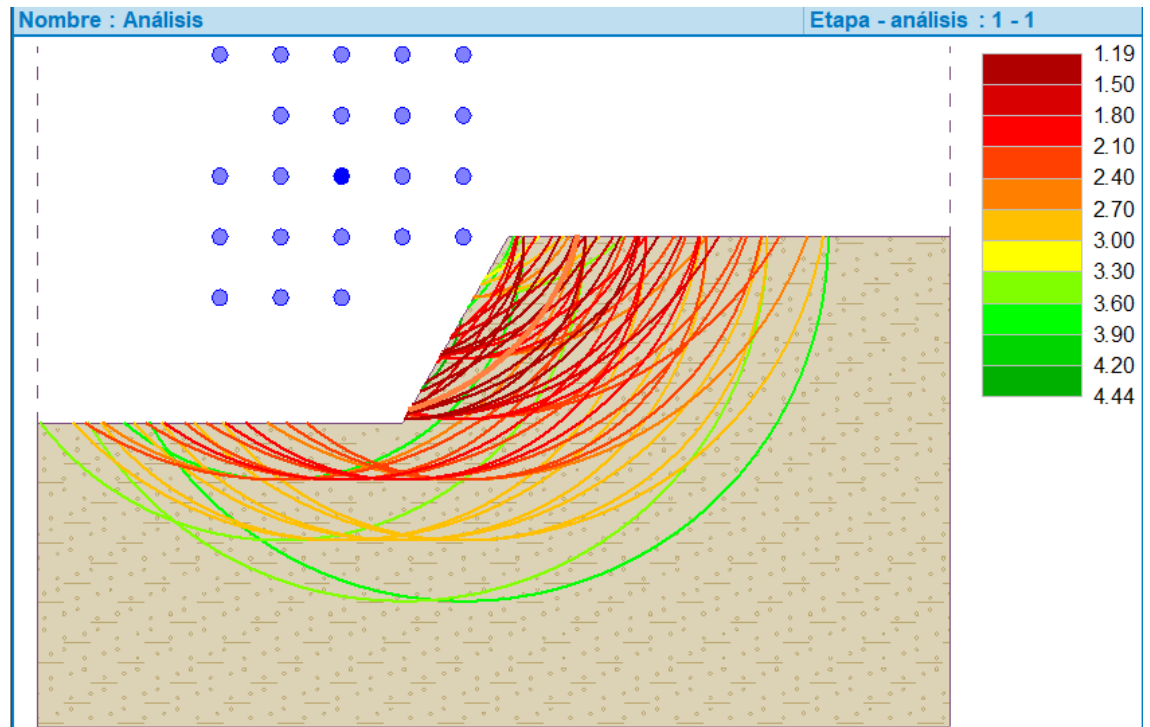
*Nota:* elaborado por los autores.

#### **4.2.4. Análisis y rediseño del talud**

La geometría seleccionada para el rediseño del talud tiene una relación de 1:1.05 (H:V) en la dirección horizontal-vertical, respectivamente. Los resultados del análisis realizado mediante el software GEO 5 para esta geometría del talud muestran una mejora en los factores de seguridad, lo que se traduce en una distribución más favorable de la superficie de falla. El modelo computacional, evidenciado a continuación en la figura 15, destaca las zonas potenciales de deslizamientos. En el lado derecho de la figura se muestra los factores de seguridad definidos por colores, como el rojo intenso que representa un valor de seguridad de 1.19, mismo que señala la falla del talud. En la escala más baja representada por el color verde, está el factor de seguridad 4.44 donde se concentra la zona más profunda señalando un factor de seguridad más elevado.

**Figura 15**

*Análisis de estabilidad mediante superficies de falla para el talud rediseñado en la abscisa 3+920.*

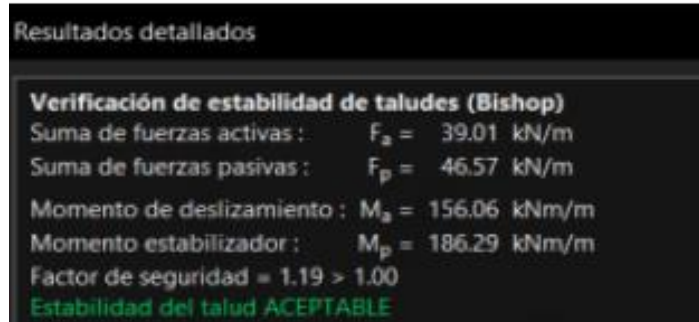


*Nota:* extraída de software GEO 5

Como se puede evidenciar, el rediseño del talud, en combinación con los parámetros geotécnicos obtenidos y considerando los coeficientes sísmicos, ha permitido establecer una configuración de estabilidad que cumple con la normativa vigente garantizando la seguridad y durabilidad de la estructura del pavimento flexible en la ruta de ingreso a la comuna Saya.

**Figura 16**

*Resultados del análisis de estabilidad por el método de Bishop para el talud rediseñado - abscisa 3+920.*



*Nota:* Extraído de software GEO 5

Los resultados derivados del análisis mediante el método Bishop como se muestra en la figura 16, la efectividad del rediseño del talud, probando su viabilidad. La comparación entre las fuerzas actuantes y las fuerzas pasivas resistentes proporcionando un margen de seguridad adecuado debido a que las fuerzas estabilizadoras superan a las desestabilizadoras. Además la evaluación de la relación entre el momento de deslizante y el momento estabilizador confirma que la nueva configuración geométrica dada al talud, además contribuye al factor de seguridad de 1.19 validando los parámetros geotécnicos que da como resultado una configuración estable.

También el análisis de Bishop evalúa múltiples superficies potenciales de falla, examinando los centros de rotación y radios para la identificación de la condición más crítica. En el apartado de anexos se muestra la tabla con valores indicados.

### **4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.3 DISEÑAR LA ESTRUCTURA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL TRAMO VIAL DE INGRESO A LA COMUNA SEGÚN LA METODOLOGÍA AASHTO 93.**

#### **4.3.1 Estratigrafía del terreno**

El estudio geotécnico se realizó un análisis de los estratos de suelo en la vía de acceso a la comuna Saya. Para ellos, se llevó a cabo 7 calicatas a cielo abierto tal como se especifica en la metodología, donde se recolectaron muestras de los diferentes estratos y se ensayaron obteniendo resultados sobre las propiedades plásticas, la granulometría, la clasificación según el sistema AASTHO y el índice CBR. Estos resultados son fundamentales para evaluar la capacidad de soporte de suelo y para la selección de los materiales más adecuadas en el diseño del pavimento flexible. A continuación, se detalla cada calicata ubicada a lo largo del recorrido vial.

##### **4.3.1.1. Calicata N°1**

La calicata ubicada en la abscisa 0+000 muestra las características del suelo en dos estratos diferentes. En el primer estrato, a una profundidad de 0.15 a 0.50 metros, se tiene una clasificación de suelo según la metodología AASHTO es de A-2-7, con una humedad natural de 9.13%, un límite líquido (LL) de 42,26% y un límite plástico (LP) de 29,94% con un valor de 12,32% del índice de plasticidad. El segundo estrato, a una profundidad de 0.50 a 1.50 metros, el suelo se clasifica como A-2-6, con una humedad natural de 3.77%, un LL de 35.81% y un LP de 24,39% dando como resultado un índice de plasticidad (IP) de 11.42%. Además, el valor de 1783.24 kg/cm<sup>3</sup> representada por la densidad seca del suelo

( $\gamma$ ), con una humedad óptima de 14.95% y un valor del 17.8% que representa el índice de CBR.

#### **4.3.1.2. Calicata N°2**

La calicata situada en la abscisa 1+000 revela las características del suelo en un solo estrato con una profundidad de 0.20 a 1.50 metro, el suelo se clasifica según la AASTHO como un A-2-6. Presenta una humedad natural de 8.94%, un límite líquido de (LL) de 40.28%, un límite líquido (LP) de 21,39% y un índice de plasticidad de 18,89%. Adicionalmente, la densidad seca del suelo es de 1896.36 kg/cm<sup>3</sup>, con una humedad óptima del 15.02% y un índice de CBR del 26.5%

#### **4.3.1.3. Calicata N°3**

La calicata ubicada en la abscisa 2+000 presenta las características del suelo en dos estratos diferentes. En el primer estrato, a una profundidad de 0.12 a 0.60 metros, el suelo se clasifica según la metodología AASHTO como A-2-6, con una humedad natural de 3.8%, un límite líquido (LL) de 37.31% y un límite plástico (LP) de 18.48%, resultando en un índice de plasticidad (IP) de 18.83%. En el segundo estrato, a una profundidad de 0.60 a 1.50 metros, el suelo se clasifica como A-3, con una humedad natural de 1.19%, no presenta plasticidad al ser una arena. Adicionalmente, se registró una densidad seca del suelo ( $\gamma$ ) de 1834.26 kg/cm<sup>3</sup>, con una humedad óptima de 13.22% y un índice CBR de 21.4%.

#### **4.3.1.4. Calicata N°4**

La calicata ubicada en la abscisa 3+000 muestra las características del suelo en dos estratos diferentes. En el primer estrato, a una profundidad de 0.10 a 0.60 metros, se tiene una clasificación de



suelo según la metodología AASHTO de A-2-7, con una humedad natural de 9.25%, un límite líquido (LL) de 50.51% y un límite plástico (LP) de 18.7%, con un índice de plasticidad de 31.81%. El segundo estrato, a una profundidad de 0.60 a 1.50 metros, el suelo se clasifica como A-2-6, con una humedad natural de 1.32%, un LL de 31.97% y un LP de 19.16%, dando como resultado un índice de plasticidad (IP) de 12.81%. Además, se registró una densidad seca del suelo ( $\gamma$ ) de 1980.72 kg/cm<sup>3</sup>, con una humedad óptima de 15.09% y un índice CBR de 16.1%.

#### **4.3.1.5. Calicata N°5**

La calicata ubicada en la abscisa 4+000 presenta particularidades del suelo en dos estratos distintos. En el primer estrato, a una profundidad de 0.13 a 1.00 metros, el suelo se clasifica como A-2-7 según la metodología AASTHO, con un a humedad natural de 5.48%, un límite líquido (LL) de 46.35% y un límite plástico de (LP) de 15.72%, resultado en un índice de plasticidad (IP) de 30.73%. En el segundo estrato, a una profundidad de 0.60 a 1.50 metros, el suelo se clasifica A-3, con una humedad natural de 2.55%, no presenta plasticidad al ser una arena Adicionalmente, se registró una densidad seca del suelo ( $\gamma$ ) de 1814.07kg/cm<sup>3</sup>, con una humedad óptima de 14.86% y un índice CBR de 13%.

#### **4.3.1.6. Calicata N°6**

La calicata ubicada en la abscisa 5+000 muestra las características del suelo en un único estrato, que se extiende desde 0.05 hasta 1.50 metros de profundidad. Según la clasificación AASHTO, este suelo corresponde a un tipo A-2-7. Posee una humedad natural de 3.02%, un límite líquido (LL) de 51.56%, un límite plástico (LP) de 19.06% y un índice de plasticidad de 32.5%. Además, su densidad seca es de 1720.71kg/cm<sup>3</sup>, con una humedad óptima del 8.8% y un valor de CBR del 16.6%.





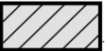





#### **4.3.1.7. Calicata N°7**

La calicata ubicada en la abscisa 6+000 muestra las características del suelo en dos estratos diferentes. En el primer estrato, a una profundidad de 0.15 a 0.60 metros, se tiene una clasificación de suelo según la metodología AASHTO es de A-2-6, con una humedad natural de 1.39%, un límite líquido (LL) de 63.38% y un límite plástico (LP) de 19.78% con un valor de 43.6% del índice de plasticidad. El segundo estrato, a una profundidad de 0.60 a 1.50 metros, el suelo se clasifica como A-2-7, con una humedad natural de 1.12%, un LL de 63.38% y un LP de 19.78% dando como resultado un índice de plasticidad (IP) de 43.6%. Además, el valor de 1878.25 kg/cm<sup>3</sup> representada por la densidad seca del suelo ( $\gamma$ ), con una humedad óptima de 10.39% y un valor del 22.1% que representa el índice de CBR.

Todas las descripciones del suelo detalladas es la representación de la estratigrafía presente a lo largo de la ruta como se muestra en la figura 15

**Figura 17**

*Resumen de Ensayos Geotécnicos y Calicatas para el Diseño de Pavimento Flexible del Camino Rural de Acceso a la Comuna Saya.*

Calicata Abscisa		PUNTOS DE PARTIDA	Muestra No.	Prof. m.	W <sub>nat.</sub> %	LL %	LP %	Ip %	NF	I.G	AASTHO	Estratigrafía	Granulometría Pasante el Tamiz No.			γ kg/cm <sup>3</sup>	W <sub>opt.</sub> %	CBR %
													No.4	No.40	No.200			
1	0+000	1	0.15-0.50	9,13	42,26	29,94	12,32	S. N. F	1	A-2-7	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS		98,67	90,82	39,17	1783,24	14,95	17,8
		2	0.50-1.50	3,77	35,81	24,39	11,42		1	A-2-6	GRAVA Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS		100	97,09	27,22			
2	1+000	1	0.20-1.50	8,94	40,28	21,39	18,89		0	A-2-6	GRAVA Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS		100	96,22	14,74	1896,36	15,02	26,5
3	2+000	1	0.12-0.60	3,8	37,31	18,48	18,83		0	A-2-6	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS		100	96,82	10,24	1834,26	13,22	21,4
		2	0.60-1.50	1,19	NO TIENE PLASTICIDAD AL SER ARENA				0	A-3	ARENA FINA		77,19	62,61	16,1			
4	3+000	2	0.10-0.60	9,25	50,51	18,7	31,81		3	A-2-7	GRAVA Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS		99,11	93,24	27,68	1980,72	15,09	16,1
		3	0.60-1.50	1,32	31,97	19,16	12,81		0	A-2-6	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS		84,43	67,32	22,45			
5	4+000	1	0.13-1.00	5,48	46,45	15,72	30,73		1	A-2-7	GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS		98,77	94,01	20,79	1814,07	14,86	13
		2	1.00-1.50	2,55	NO TIENE PLASTICIDAD AL SER ARENA				0	A-3	ARENA FINA		99,64	97,8	8,67			
6	5+000	1	0.05-1.50	3,02	51,56	19,06	32,5		4	A-2-7	GRAVA Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS		99,9	97,1	35,31	1720,71	8,8	16,6
7	6+000	1	0.15-0.60	1,39	63,38	19,78	43,6		1	A-7-6	SUELO ARCILLOSO		100	95,66	35,83	1878,25	10,39	22,1
		2	0.60-1.50	1,12	50,13	16,64	33,49		0	A-2-7	GRAVA Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS		99,86	97,45	16,81			

Nota: Elaborado por los autores

### 4.3.2 Diseño Del Pavimento Flexible Metodología

#### AASHTO 93.

La estructura del pavimento flexible se compone de 5.1 cm de capa asfáltica, 15cm de subbase granular, cabe mencionar que la evaluación estructural del pavimento revelo la necesidad de eliminar la capa de base del pavimento determinado por dos factores críticos, el limitado periodo de diseño y el bajo volumen de tránsito proyectado en la vía. Adicionalmente la ausencia del material granular idóneo en la provincia de Santa Elena implica una logística de abastecimiento, lo cual incrementa los costos de construcción, debido que sería indispensable el transporte del material de las provincias más cercanas. De esta manera se cumplió con los espesores mínimos sugeridos por la metodología AASTHO, que resulta en un espesor total de la estructura del pavimento flexible de 20,1cm como muestra en la figura 18.

**Figura 18**

*Estructura del Pavimento Flexible para la comuna Saya.*



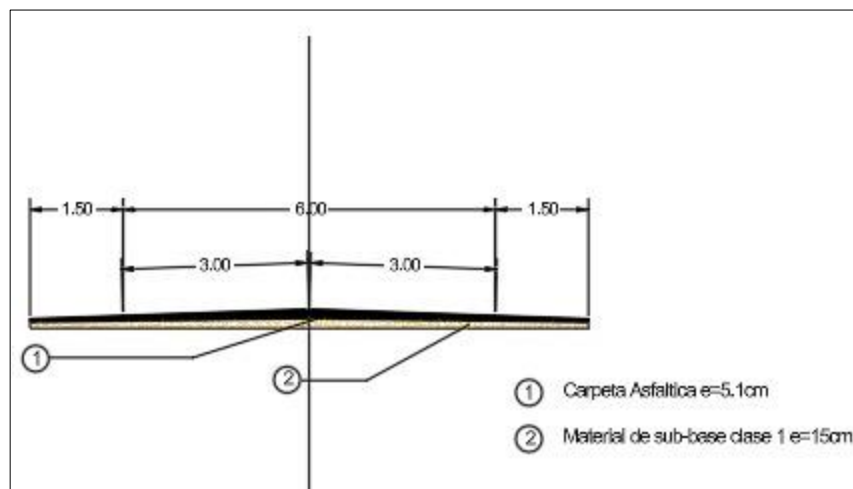
*Nota: Elaborado por los autores*

Estos espesores fueron determinados con base en las condiciones generales del proyecto, donde se identificó un CBR de la subrasante de 16.4 %, un número equivalente de ejes de 48451 ESAL y un nivel de confiabilidad de 60%. El estudio de las variables de diseño revela valores del módulo resiliente 18482.88 psi, un valor de perdida de índice de Serviciabilidad en 1.7, un valor de desviación estándar

0.45 Además, la estructura propuesta asegura un número estructural (SN) de 1.36, que es superior al SN mínimo requerido de 1.20, garantizando así que el pavimento podrá soportar adecuadamente las cargas de tráfico previstas a lo largo de su vida útil de diseño.

**Figura 19**

*Sección transversal típica del pavimento flexible - Comuna Saya.*



*Nota:* Elaborado por los autores

Los parámetros establecidos para el diseño del pavimento flexible de ingreso a la comuna Saya han sido representando en la figura 19 y recopilado en la siguiente tabla 24 donde se presenta un resumen comprensivo de estos datos.

**Tabla 24**

*Parámetros de diseño del pavimento flexible - Comuna Saya.*

Diseño del pavimento flexible para la comuna Saya	
W18	48451
R	0,6
Zr	-0,253

So	0,45
$\Delta$ PSI	1,7
Mr (Subrasante)	18482,88
SN	1,36
a1	0,44
a3	0,115
m3	1,05

---

*Nota:* Elaborado por los autores.

# **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1 CONCLUSIONES**

Para la conclusión del objetivo general, que consiste "Evaluar la información geológica disponible, utilizar el aforo de tráfico disponible comprendidas en el proyecto geométrico vial, así como el estudio geotécnico del material de subrasante para un diseño de pavimento flexible y verificación de la estabilidad de taludes en secciones de corte-relleno más críticas del tramo del ingreso a la comuna Saya de 7Km de longitud con el fin de mejorar la vialidad de acceso a la comuna." Se puede inferir que para el cumplimiento de estos lineamientos serán abordados de manera más detallada en las conclusiones de cada objetivo específico presentados a continuación.

Del primer objetivo específico planteado "Identificar y analizar posibles problemas presentes en la ruta a partir de la recopilación de la geología local." Se concluye que la geología del área de estudio tiene una compleja estratigrafía con presencia de alto riesgo sísmico, además la existencia del grupo Azúcar y las formaciones Socorro y Tablazos tiene una incidencia directa en el comportamiento del suelo a lo largo de la ruta.

El segundo objetivo específico establecido "Obtener parámetros geotécnicos para la estabilidad de taludes más críticos presentes en el tramo del ingreso a la Comuna Saya." Se deduce que se requirió un rediseño de la geometría del talud con una relación 1:1.05 (H: V), donde el factor de seguridad cumple con un valor de 1.19, cumpliendo

de esta manera con los requerimientos mínimos bajo parámetros sísmicos. Los resultados geotécnicos de la cohesión 4.926 kPa y un ángulo de fricción 15.3° obtenidos en la máquina de corte directo, permitieron optimizar la geometría del talud para mejorar la sismicidad y la durabilidad de la estructura del pavimento.

Del tercer objetivo específico “Diseñar la estructura de un pavimento flexible para el tramo vial de ingreso a la Comuna según la metodología ASSTHO 93.” Se concluye que los espesores del pavimento flexible se establecieron con una carpeta asfáltica de 5.1 cm de espesor y una subbase de 15 cm de espesor. De igual manera el estudio geotécnico de la subrasante denota dos características relevantes, una de ellas es la presencia de suelos tipo A-2-6 y A-2-7, ambos suelos granulares que tiene predominancia de arcillas y limos. Finalmente se observó, un CBR promedio de diseño de 16.4% asegurando un buen soporte de los diferentes espesores del pavimento flexible

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar un estudio especializado e integral del sistema de drenaje vial, donde se contemple un análisis hidrológico detallado, con el fin de mitigar los riesgos de degradación del pavimento diseñado, mediante un sistema de drenaje que controle eficientemente los flujos hídricos, protegiendo y optimizando el comportamiento estructural en condiciones hídricas adversas.

Entregar los diseños de pavimento flexible a la Comuna Saya mediante estrategias de comunicación participativa donde se detalle el proyecto, adoptando un lenguaje sencillo donde se expongan las características del pavimento proyectado en el presente trabajo de



titulación, además se busca una transparencia, mismo que puede contemplar una jornada comunicativa donde participen la ciudadanía y autoridades pertinentes con el objetivo de generar una vía directa de comunicación entre los comuneros y las autoridades de la cabecera cantonal.

Elaborar un modelo de gestión integral de señalización adecuada, orientado a crear una infraestructura vial segura, informativa y adaptable a las condiciones geológicas y geotécnicas argumentadas en este proyecto de titulación, establecido a lo largo del trazado vial.

Para garantizar la durabilidad del diseño establecido en el presente trabajo se recomienda implementar un programa de monitoreo y mantenimiento continuó de la vía y la estructura del pavimento mediante el análisis de deflexiones y asentamientos empleando métodos no destructivos.

Se recomienda implementar una conservación vial, desarrollando protocolos de mantenimientos preventivos, mismas acciones que fortalecerán la sostenibilidad de la infraestructura del pavimento presentando en el estudio mismo que minimizara el costo de reparación a largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, J. (2002). *Diseño geométrico de vías [Universidad Nacional De Colombia-Sede Medellín]*.  
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>
- Amaya, O. (2019). Diseño de la estructura de un Pavimento Flexible Aplicando el Método AASHTO-93, para el corredor Vial comprendido entre la Diagonal 65 – Cai Boston – Cruce vía Yuma en Barrancabermeja, Santander.  
<http://hdl.handle.net/10654/32870>
- Anrango, A., & Perugachi, R. (2018). *Rehabilitación de la vía Carabuela -Guanansi - Cotama (5km de longitud), ubicado en el cantón Otavalo, provincia de Imbabura*. <https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/78>
- Arias, F. G. (2016). El proyecto de investigación (7th ed.). Episteme.  
<https://es.slideshare.net/slideshow/el-proyectedeinvestigacionfidiasarias7maedic2016pdf-compress/244852354>
- Arias, J. L., & Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación (1st ed.). Enfoques Consulting EIRL.  
[https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias\\_S2.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf).
- Balkema, Rotterdam. <https://search.worldcat.org/es/title/889194325>
- Barros, G. G. (2018). Investigación científica e investigación aplicada en el Instituto de Salud Pública de Chile. Revista Del Instituto de Salud Pública de Chile, 2(1). <https://revista.ispch.gob.cl/index.php/RISP/article/view/54>
- Becerra, I. (2019). *Aplicación del caucho granular para modificar las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de un pavimento flexible-Ancón 2019*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65616>
- Benavides, C. (2015). *Plan de desarrollo económico para la comuna Bambil Collao, Parroquia Colonche, Cantón Santa Elena, Provincia Santa Elena* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]  
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2616>

- Bonilla, R. (2018). *Estudio geológico y geotécnico en el mejoramiento de la carretera dv. alcas, acobamba, huayruro – región huánuco*.  
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/466>
- Braja, M. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica 1(4)*. Thomson y Learning.  
<https://www.geologiaviva.info/wp-content/uploads/2022/01/fundamentos-de-ingenieria-geotecnica-BMD.pdf>
- Cadena, C. (2003). *Estudio de la rehabilitación y ampliación de la vía Las Gilces – La Sequita ubicada en la provincia de Manabí*.  
<https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/12234>
- Carrión, C. (2019). *Análisis Y Diseño De La Estabilidad De Talud En El Sector Sausacocha – Pallar Km. 8+000 Al 9+000 Provincia De Sánchez Carrión, Departamento De La Libertad*. [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo] <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1788>
- Castro Ortiz, F. (2021). “Propuesta de diseño de pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Av. Los diamantes, Provincia Piura 2021. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo] <https://hdl.handle.net/20.500.12692/76146>
- Centro del Agua y Desarrollo Sustentable CADS - ESPOL. (2013). ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL CANTÓN SANTA ELENA, PERFIL TERRITORIAL 2013. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56776.pdf>
- Chañi, E., & Ruiz, Y. (2023). *Estudio geológico y geotécnico para la construcción de la presa Collini, distrito de Pitumarca, provincia Canchis, departamento del Cusco*.  
[https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8264/253T20230757\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8264/253T20230757_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Choque, H. (2012). *Evaluación de Aditivos Químicos en la eficiencia de la conservación de superficies de rodadura en Carreteras No Pavimentadas* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería] <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3496510>

- Cordero, D. (2011). Importancia de la Geotécnica Vial. *Programa de Ingeniería e Infraestructuras Del Transporte*, 2da Edición.
- Curse, Y., Pillco, H., & Rodrigo, I. (2019). *Estudio geológico-geotécnico para la factibilidad del asfaltado de la carretera San Salvador – Occoruro - progresivas 0+000 al 18+4140 distrito de Calca – departamento del Cusco*. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4401>
- Deudor, A. (2021). *Estudio geológico y geotécnico para diseñar la trocha carrozable tramo Puente Primavera - Huaylasjirca en Yanahuanca* [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carriño] [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/3619/1/T026\\_74148823\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/3619/1/T026_74148823_T.pdf)
- Erazo, J. (2023, 6 de abril). *Qué pasa con la red vial en Ecuador, por qué está fragmentada*. Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/firmas/vias-ecuador-desarrollo-economia-infraestructura/>
- Espinoza, L. E. (2018). *Análisis de alternativas en el diseño de pavimentos flexibles y rígidos por el método AASHTO 93*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30348>
- Exploración. (2020). *Estudios Geológicos. Universidad Nacional de San Juan*. [https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8264/253\\_T20230757\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8264/253_T20230757_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Figuroa, J. (2017). *Diseño Estructural de la vía Pavón de las Astas hacia la Escuela Rumiñahui, del Cantón Jipijapa, Provincia de Manabí* [Tesis de grado, Universidad del Sur de Manabí] <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1206/1/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2018-12.pdf>
- Flores Berenguer, I., García Tristán, J., & González Haramboure, Y. (2021). Stability of slopes during a rapid drawdown in earth dams with partially saturated soils. *Ingeniería y Desarrollo*, 38(1), 13–31. <https://doi.org/10.14482/inde.38.1.624.15>

- Flores Berenguer, I., González Haramboure, Y., & García Tristá, J. (2022). Estabilidad de taludes en presas de tierra considerando el ángulo de succión del suelo no saturado. *Ingeniería y Desarrollo*, 40(01). <https://doi.org/10.14482/inde.40.01.620.123>
- Fookes, P. (1997). *Geology for engineers: the geological model, prediction and performance*. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 30(4). <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1144/GSL.QJEG.1997.030.P4.02>
- Gaona, J. (2013). *Estudio Geológico-Geotécnico de la Vía El Limón-La Bocana-La Victoria en el cantón Macará Provincia de Loja* [Tesis de grado, Universidad Nacional De Loja] <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/14718>
- Giwangkara, G., Mohamed, A., Md.Nor, H., Khalid, N., & Mudiyono, R. (2020). Analysis of Internal Friction Angle and Cohesion Value for Road Base Materials in a Specified Gradation. *Journal of Advanced Civil and Environmental Engineering*, 3(2), 58–59. <https://doi.org/10.30659/jacee.3.2.58-65>
- Gómez, J. (2023). *Análisis De Las Correlaciones Entre El Cbr, Dcp, Las Propiedades Índices Y Mecánicas En Los Suelos De La Parroquia Angamarca, Cantón Pujilí, Provincia De Cotopaxi*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato] <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37997>
- González, A., & Niño, L. (2022). *Recolección de lecciones aprendidas para una adecuada gestión de recursos técnicos y económicos en proyectos de estabilización de taludes con base en la obra del sitio inestable PR54+600 UF4 corredor vial transversal del Sisga*. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/a75bffa4-5d7c-4676-a1ed-2c81160b102b/content>.
- Guardo, P. (1999). Estudios geotécnicos Una necesidad en obras civiles. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 6, 177–126.

<https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/2228/1445>

Guerrero, C. (2020). ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR MEDIO DEL MÉTODO DE LA AASHTO-93. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomas] <http://hdl.handle.net/11634/30367>

Guevara, L. (2009). *Modelo de Mantenimiento Vial que Permita Desarrollar Planes de Conservación en la Capa de Rodadura para vías Inter Parroquiales de la provincia de Tungurahua* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato] <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2198>

Guzmán, S., & Pareja, M. (2013). *Estrategia De Producción Y Comercialización Del Cultivo De Stevia, Como Edulcorante Natural Alternativo, En La Comuna Saya Del Cantón Santa Elena de La Provincia De Santa Elena* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/1814>

Hearn, G., & Massey, C. (2009). Engineering geology *in the management of roadside slope failures: contributions to best practice from Bhutan and Ethiopia*. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 42, 511–528. <http://doi.org/10.1144/1470-9236/08-004>

Herrera, H., & Castilla, G. (2012). *Utilización de técnicas de sondeos en estudios geotécnicos*. Madrid. <https://oa.upm.es/10517/>

Higuera, C. (2012). *Comportamiento estructural de un pavimento flexible, esfuerzos-deformaciones y deflexiones*. *Ingenio Ocaña*, 5, 8–15. <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2000/3894>

Hutchinson, J. N. (1992). Keynote Paper: landslide hazard assessment. In Bell (Ed.), *Proceedings of the 6th International Symposium on Landslides* (pp. 10–14). Christchurch.

Ibáñez, C. L., & Egoscóabal, A. M. (2008). Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 64, 5–18.

- Kim, M., Tutumluer, E., & Kwon, J. (2009). *Nonlinear Pavement Foundation Modeling for Three-Dimensional Finite-Element Analysis of Flexible Pavements*. *International Journal of Geomechanics*, 9(5), 195–208.
- Lara, E. M. (2013). *Fundamentos de Investigación. Un enfoque por competencias* (2nd ed.). Alfaomega. [https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9786077077848\\_A43645936/preview-9786077077848\\_A43645936.pdf](https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9786077077848_A43645936/preview-9786077077848_A43645936.pdf)
- Maigua, M., & Merchán, R. (2022). *Estudio Geológico Y Geotécnico Para La Rehabilitación Del Camino Vecinal Chaune Vaca De Monte De 11 Km De Longitud, En El Cantón Palenque De La Provincia De Los Ríos* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8437>
- Mar, C. E., Barbosa, A., & Molar, J. F. (2020). *Metodología de la investigación: Métodos y técnicas* (1st ed.). PATRIA educación. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=e5otEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigacion.+metodos+y+tecnicas+mar,+barbosa&ots=a\\_1nEefBcT&sig=YBDAoleIEKVIOWi3Vi36U6bM3Wk](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=e5otEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigacion.+metodos+y+tecnicas+mar,+barbosa&ots=a_1nEefBcT&sig=YBDAoleIEKVIOWi3Vi36U6bM3Wk)
- Martínez, E. I. (2022). *Diseño de la estructura del pavimento flexible de la vía pacto - el paraíso, perteneciente a la parroquia rural pacto, distrito metropolitano de Quito* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34701>
- Mata, S. (1997). *Como elaborar muestras para los sondeos de audiencia*. Aler. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/URACCAN.5196#description>
- Megapiedra S.A. (2014). *Estudio de impacto ambiental: Construcción, operación y mantenimiento del Centro de Faenamiento Megapiedra, Cantón La Libertad, Provincia del Santa Elena*. MSC. Luis Caicho Chacha. <https://maesantaelena.files.wordpress.com/2014/03/estudio-de-impacto-ambiental-megapiedra.pdf>

- Mesa, M., Álvarez, J., & Chávez, J. (2020). Evaluación del factor de seguridad en taludes de terraplenes carreteros altos ante carga sísmica. *Revista Ingeniería Sísmica*, 103, 1–17. <https://doi.org/10.18867/ris.103.489>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción: Peligro sísmico y diseño sismo resistente*.
- Miranda Rebolledo, R. J. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
- Mohod, M. & Kadam, K. (2016). A comparative study on rigid and flexible pavement: A review. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, 13(3), 84–88.
- Monsalve, L., Giraldo, L., & Maya, J. (2012). *Diseño de pavimento flexible y rígido*. [https://www.academia.edu/download/54427266/DISENO\\_DE\\_PAVIMENTO\\_FLEXIBLE\\_Y\\_RIGIDO.pdf](https://www.academia.edu/download/54427266/DISENO_DE_PAVIMENTO_FLEXIBLE_Y_RIGIDO.pdf)
- Montejo, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos* 1(2). Universidad Católica de Colombia. [https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria\\_de\\_pavimentos\\_Alfonso\\_Montejo\\_Fonseca](https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca)
- Neftali, D. de L. (2016). Población y muestra. Universidad Autónoma Del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/63099/secme26877.pdf?sequence=1>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15: Geotecnia y Cimentación, Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2015). <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/7.-NEC-SE-GC-Geotecnia-y-Cimentaciones.pdf>
- Obando, T. (2009). *Sondeos geotécnicos y calicatas*. Universidad Internacional, Huelva de Andalucía UNÍA. <https://www.academia.edu/download/32077265/Sondeos-geotecnicos-calicatas.pdf>



- Ordaz, A., Chuy, T., Hernández, J., & García, J. A. (2012). *División geológico-geotécnica aplicada a la zonación sísmica urbana: San Cristóbal, Cuba occidental. Cuaternario y Geomorfología*, 26(1–2), 89–104. [http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2012-CyG\\_26\\_1y2\\_Ordaz.pdf](http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2012-CyG_26_1y2_Ordaz.pdf)
- Oros Méndez, L. (2018). *Estudio Geológico-geotécnico para la estabilidad de taludes en el departamento de Potosí-Bolivia. Ingeniería A Sus Alcances*. <https://revistaingenieria.org/index.php/revistaingenieria/article/view/25>
- Palacios, E., & Reyes, C. (2023). Análisis Comparativo De Los Parámetros De Resistencia Al Corte De Muestras Alteradas E Inalteradas En Suelos De La Zona Norte Del Cantón Santa Elena Para Establecer Rangos De Variación De Los Resultados” [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9208>
- Paola, D., Guzmán, S., & Lizcano, A. (2008). Ángulo de fricción crítico y ángulo de reposo de la arena del Guamo. *Revista Épsilon*, 11(julio), 7–19.
- Pasapera, M. (2016). *Influencia de los problemas geotectónicos sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016*. [https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/6906/Tesis\\_Influencia\\_Problemas\\_Geotectonicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/6906/Tesis_Influencia_Problemas_Geotectonicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Patillo, J. (2006). Diseño estructural de pavimento flexible. *Revista Ingeniería de Construcción*, 21(2). [www.ing.puc.cl/ric](http://www.ing.puc.cl/ric)
- Plan nacional de Geología. (2020). *Geología regional. Servicio Nacional de Geología y Minería*. <https://plannacionalgeologia.sernageomin.cl/geologia-regional/#:~:text=Consiste%20en%20el%20levantamiento%20geol%C3%B3gico,y%20el%20uso%20del%20territorio>
- Poveda, R., Rodríguez, O., & Rosas, M. (2020). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS Métodos Utilizados Para El Cálculo Del Factor De Seguridad Del Talud Ubicado En El Sector Portal De La Martinica De La Ciudad De Ibagué. [Tesis de grado, Universidad Cooperativa De Colombia]. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/33518>.

- Quinto, C. (2022). *Evaluación geotécnica para la construcción de la Presa Ucuscancha I, Huancayo-Junín*.  
[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2615/1/T026\\_44068282\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2615/1/T026_44068282_T.pdf)
- Ramos, J. (2019). *Mecánica de suelos aplicada al diseño de estructura de pavimento para el mejoramiento de la transpirabilidad en vías urbanas*.  
[https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/3207/UNFV\\_RAMOS\\_AQUINO\\_JERSON\\_LIVILIER\\_TITULO\\_PROFESIONAL\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/3207/UNFV_RAMOS_AQUINO_JERSON_LIVILIER_TITULO_PROFESIONAL_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ravines, J. (2017). *Capacidad portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y corte directo para la ciudad de José Gálvez-Celendí-Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional De Cajamarca]  
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/1155>
- Reyes, Ú. (2015). *La esperanza de los comuneros de Sayá está en un canal de agua*. *El Telégrafo*. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/zoo/1/la-esperanza-de-los-comuneros-de-saya-esta-en-un-canal-de-agua-galeria>
- Rico, A., & Castillo, H. (1974). *La ingeniería de suelos en las vías terrestres*. Limusa.SA.  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=d042vJAKVK8C&oi=fnd&pg=PA7&dq=ingenier%C3%ADa+de+suelos+v%C3%ADas+terrestres&ots=HCMPnFf1fR&sig=DnXnZMOzVx5dNIOTV-zDTsibsmw>
- Rico, A., & Castillo, H. (1984). *Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas* 1(2). LIMUSA.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=d042vJAKVK8C&oi=fnd&pg=PA7&dq=Ingenier%C3%ADa+de+Suelos+en+las+V%C3%ADas+Terrestres+Carreteras,+Ferrocarriles+y+Aeropistas+Volumen+2.&ots=HCMUmJh2eP&sig=Xaelchp12990xaEtZn-U\\_O4nm-Y#v=onepage&q=Ingenier%C3%ADa%20de%20Suelos%20en%20las%20V%C3%ADas%20Terrestres%20Carreteras%2C%20Ferrocarriles%20y%20Aeropistas%20Volumen%202.&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=d042vJAKVK8C&oi=fnd&pg=PA7&dq=Ingenier%C3%ADa+de+Suelos+en+las+V%C3%ADas+Terrestres+Carreteras,+Ferrocarriles+y+Aeropistas+Volumen+2.&ots=HCMUmJh2eP&sig=Xaelchp12990xaEtZn-U_O4nm-Y#v=onepage&q=Ingenier%C3%ADa%20de%20Suelos%20en%20las%20V%C3%ADas%20Terrestres%20Carreteras%2C%20Ferrocarriles%20y%20Aeropistas%20Volumen%202.&f=false)

- Rincón, B., & Suárez, L. (2012). *Comparación de parámetros de resistencia al esfuerzo cortante en el aparato de corte directo y triaxial para arenas limosas*. [Tesis de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]<http://hdl.handle.net/20.500.11912/2192>
- Rivera, M., & Rodríguez, J. (2019). *Evaluación geotécnica, caracterización geotécnica y diseño del pavimento articulado para la urbanización "Chijini Chico iii" distrito 12 de la ciudad de el alto*. [https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/32809VjFAxoQFnoECBAQAQ&usg=AOvVaw2Q\\_f1GY\\_-vFLkMojkfbD3I](https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/32809VjFAxoQFnoECBAQAQ&usg=AOvVaw2Q_f1GY_-vFLkMojkfbD3I)
- Rivera, M., Rodríguez, J., & Evia, E. (2019). *Evaluación geotécnica, caracterización geotécnica y diseño del pavimento articulado para la urbanización* [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/32809>
- Rodríguez, A. (2019). *Evaluación De Pavimentos Flexibles Por El Método Paver En La Avenida J. Leopoldo Carrera Calvo Del Cantón La Libertad* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena] <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5036>
- Rodríguez, J., Serra, J., & Oteo, C. (1989). *Curso aplicado de cimentaciones* (cuarta). Servicio de Publicaciones del COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE MADRID.
- Rosetti, R., & Begliardo, H. (2005). *Generalidades sobre la compactación de suelos*. [https://www.researchgate.net/profile/HugoBegliardo/publication/264847957\\_GENERALIDADES\\_SOBRE\\_COMPACTACION\\_DE\\_SUELOS/links/5502dc770cf231de076fb5c3/GENERALIDADES-SOBRE-COMPACTACION-DE-SUELOS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/HugoBegliardo/publication/264847957_GENERALIDADES_SOBRE_COMPACTACION_DE_SUELOS/links/5502dc770cf231de076fb5c3/GENERALIDADES-SOBRE-COMPACTACION-DE-SUELOS.pdf)
- Salazar, A. (1997). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. IMCYC. <https://books.google.com/books?id=ONlCxcgEACAAJ&dq=Pavimentos:+Diseño,+construcción+y+mantenimiento+Luis+Rodríguez+Ortiz&hl=es->

419&newbks=1&newbks\_redir=1&sa=X&ved=2ahUKEwill-  
u5oNqlAxXkSTABHaj9KCQQ6AF6BAgHEAE

Sangalli, R. (2022). *Diseño Pavimento Flexible Según El Método AASTHO - 93 Tramo "Tihuanacu – Catavi* [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/30653>

Secretaría de Marina [SEMAR]. (2018). Metodología de la investigación. Gobierno de México - Armada. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133491/METODOLOGIA\\_DE\\_INVESTIGACION.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/133491/METODOLOGIA_DE_INVESTIGACION.pdf)

Solé, A. (2005). *Geotecnia: Una Ciencia para el Comportamiento del Terreno*. Europea de Doctores. <https://raed.academy/wp-content/uploads/2015/06/Discurs-ingres-A-Gens.pdf>

Suárez, E. (2023). Tipos de investigación y su clasificación: guía completa. Experto Universitario. <https://expertouniversitario.es/blog/tipos-de-investigacion/>

Taype, V. (1980). Estabilidad de taludes en obras de ingeniería civil. *El Ingeniero Geólogo*, 17, 82–92. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/ing\\_geologo/n17\\_1980/a07.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/ing_geologo/n17_1980/a07.pdf)

Torres, X. (2022). *Diseño Del Pavimento Flexible Para Los Centros Poblados De Conache, Campiña De Conache, Pampas De San Juan Y La Rinconada En El Distrito De Laredo, Trujillo, La Libertad* [Tesis de grado, Universidad Proveda Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/9844>

Ulloa, A., Badilla, G., Allen, J., & Sibaja Obando, D. (2008). Determinación de factores camión en pavimentos de Costa Rica. *Infraestructura Vial*, 10(19), 28–37. [Tesis de Maestría, Universidad Militar Nueva Granada] <https://www.redalyc.org/pdf/4782/478276557004.pdf>

Universidad Mayor de San Simón [UMSS]. (2019). *Manual completo Diseño de pavimentos* (1st ed.). [https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/09/DISENO-DE-PAVIMENTOS-UMSS\\_41.pdf](https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/09/DISENO-DE-PAVIMENTOS-UMSS_41.pdf)

- Urdanivia, H. (2019). *Relación entre el tipo de suelo (SUCS y AASHTO) y el asentamiento de suelos para determinar asentamientos diferenciales en cimientos de concreto armado*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides] <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2072>
- Valiente, R., Sobrecases, S., & Díaz, A. (2016). Estabilidad Taludes, Conceptos Básicos, Parámetros De Diseño Y Métodos De Cálculo. *Revista Civilizate*, 7, 50–54. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/76781/taludes.pdf?sequence=1&isAllowed=n>
- Vargas, W. (2010). *Notas del curso Geotecnia Vial 1*. Capacitación Interna LanammeUCR.
- Velasco, V., Martínez, V., Roiz, J., Huazano, F., & Nieves, A. (2003). Muestreo y tamaño de muestra: Una guía práctica para personal de salud que realiza investigación (1st ed.). e-libro.net. [https://www.academia.edu/download/56033877/muestreo\\_y\\_tama\\_o\\_de\\_muestra.pdf](https://www.academia.edu/download/56033877/muestreo_y_tama_o_de_muestra.pdf)
- Vera, A. (1994). *Estratigrafía: Principios y Métodos*. [https://www.academia.edu/download/39134671/Estratigrafia\\_Principios\\_y\\_Metodos\\_-\\_Vera\\_Torres.pdf](https://www.academia.edu/download/39134671/Estratigrafia_Principios_y_Metodos_-_Vera_Torres.pdf)
- Vera, J. (2003). *Temas de actualidad en la interpretación del registro estratigráfico*. Discurso de Ingreso Como Académico Numerario de La Real Academia de Ciencias Exactas.
- Vizcaíno, P. I., Cedeño, R. J. C., & Maldonado, I. A. M. (2023). Metodología de la investigación científica: Guía práctica. *Guía Práctica. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723–9762. <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658/11619>.
- Zambrano, C., & Zavala, D. (2019). *Estudio de suelo y estabilización del material granular existente con emulsión asfáltica para el diseño de pavimento flexible, en la vía Libertador Bolívar-Sitio Nuevo de longitud 5 km, del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena* [Tesis de grado, Universidad Estatal

Península de Santa Elena]  
<http://repositorio.upse.edu.ec:8080/jspui/handle/46000/4768>

# **ANEXOS I**

## **EVALUACIÓN DE LA SUBRASANTE (ENSAYOS DE LABORATORIO)**

## Anexo 1

Ensayo de contenido de humedad (Abscisa 0+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	1	PROFUNDIDAD:	0,15-0,50

Recipiente N°	U19
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	149,29
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	147,09
Masa de Agua (P3=P1-P2)	2,2
Masa del Recipiente (P4)	123
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	24,09
% de Humedad (W=P3X100/P5)	9,132

## Anexo 2

Ensayo de contenido de límites de Atterberg (Abscisas 0+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL

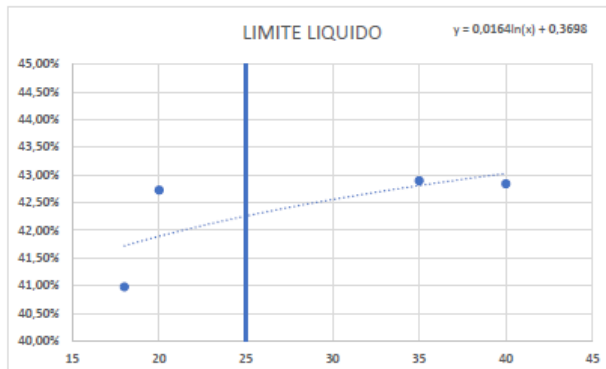


TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	1	PROFUNDIDAD:	0,15-0,50

DATOS	LIMITE LIQUIDO LL				LIMITE PLASTICO PL		
	C1	M2	K1	g6	P6	P1	W3
Recipiente N°							
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	39,51	41,07	41,08	41,47	12,6	12,54	10,97
Recipiente + Muestra seca (P2)	32,97	33,96	33,83	34,02	12,01	11,98	10,69
Masa del Recipiente (P4)	17,01	17,32	16,93	16,63	9,19	9,3	9,14
Masa de Agua (P3=P1-P2)	6,54	7,11	7,25	7,45	0,59	0,56	0,28
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	15,96	16,64	16,9	17,39	2,82	2,68	1,55
% de Humedad (W=P3X100/P5)	40,98%	42,73%	42,90%	42,84%	20,92	20,90	18,06
Numero de golpes	18	20	35	40			





### Anexo 3

#### Ensayo de distribución granulométrica (Abscisa 0+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

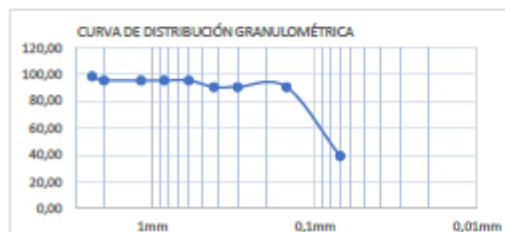
#### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	1	PROFUNDIDAD:	0,15-0,50

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD		SERIE
Recipiente N°		M10
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)		177,51
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)		175,53
Masa de Agua (P3=P1-P2)		1,98
Masa del Recipiente (P4)		51,56
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)		123,97
% de Humedad (W=P3X100/P5)		1,597

SERIE GRUESA			
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	% PASANTE
600mm	24"		
300mm	12"		
150mm	3 1/2"		
75mm	3		
63mm	2 1/2"		
50mm	2"		
38,1mm	1 1/2"		
25mm	1"		100,00
19mm	3/4"		100,00
12,5mm	1/2"		100,00
9,5mm	3/8"		100,00
4,8mm	N°4	0,79	0,79
PASAN N°4		123,97	59,48

SERIE FINA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	% PASANTE	% PASANTE
2,36mm	N°8			98,67
2,00mm	N°10	1,75	2,54	95,7297
1,18mm	N°16			95,7297
0,85mm	N°20			95,7297
0,60mm	N°30			95,7297
0,42mm	N°40	2,92	5,46	90,8204
0,30mm	N°50			90,8204
0,15mm	N°100			90,8204
0,07mm	N°200	30,72	36,18	39,1728
PASAN N°200		23,3		39,1728
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO				125,95
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS				123,97
ASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES				59,48



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS			
PEDRON RODADO (>12)		0,00	
CANTO RODADO (12"-3")		0,00	
GRAVA (3"-N°4)	GRUESA (3"-3/4")	0,000	1,33
	FINA (3/4"-N°4)	1,328	
ARENA (N°4-N°200)	GRUESA (N°4-N°10)	2,942	59,50
	MEDIA (N°10-N°40)	4,909	
	FINA (N°40-N°200)	51,648	
FINA (>N°200)		39,17	

CLASIFICACION AASHTO		INDICE DE GRUPO (IG)
A-2-6	GRAVA Y ARENA LIMOSA O ARCILLOSA	2,2849
CLASIFICACION SUCS		
ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD	

LP	36%
LL	20%
IP	16%

LL-30	-10%
-------	------

## Anexo 4

### Ensayo de contenido de humedad (Abscisa 0+000)



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

#### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	1	PROFUNDIDAD:	0,50-1,50

Recipiente N°	M10
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	177,51
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	175,53
Masa de Agua (P3=P1-P2)	1,98
Masa del Recipiente (P4)	123
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	52,53
% de Humedad (W=P3X100/P5)	3,769

## Anexo 5

### Ensayo de contenido de límites de Atterberg (Abscisa 0+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL

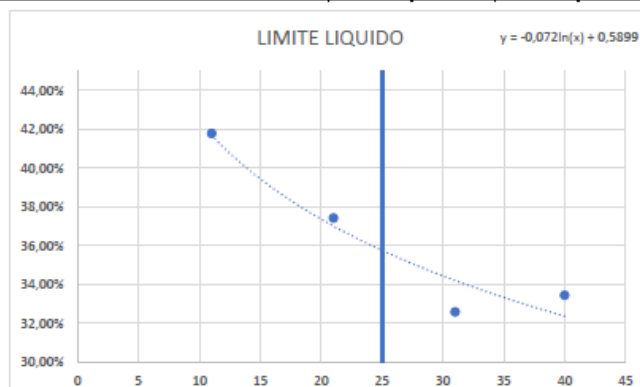


TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

#### ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	1	PROFUNDIDAD:	0,50-1,50

DATOS	LIMITE LIQUIDO LL				LIMITE PLASTICO PL		
	A	2A	2	KM	P5	6	X1
Recipiente N°							
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	32	36,43	36,61	54,69	14,33	13,28	14,5
Recipiente + Muestra seca (P2)	27,39	31,08	31,77	45,38	13,23	12,56	13,46
Masa del Recipiente (P4)	16,36	16,79	16,92	17,55	8,98	9,38	9,24
Masa de Agua (P3=P1-P2)	4,61	5,35	4,84	9,31	1,1	0,72	1,04
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	11,03	14,29	14,85	27,83	4,25	3,18	4,22
% de Humedad (W=P3X100/P5)	41,80%	37,44%	32,59%	33,45%	25,88	22,64	24,64
Numero de golpes	11	21	31	40			



LIMITE LIQUIDO (LL)	35,81%
LIMITE PLASTICO (LP)	24,39%
INDICE PLATICO (IP) (LL-LP)	11,42%

## Anexo 6

### Ensayo de distribución granulométrica (Abscisa 0+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"		
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.		
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier		

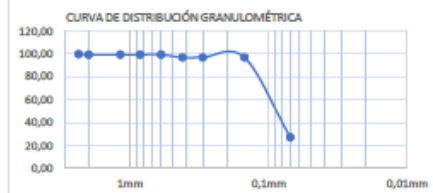
#### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	1	PROFUNDIDAD:	0.50-1.50

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD		SERIE
Recipiente N°		M10
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)		177.51
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)		175.53
Masa de Agua (P3-P1-P2)		1.98
Masa del Recipiente (P4)		51.56
Masa de muestra seca (P5-P2-P4)		123.97
% de Humedad (W=P3X100/P5)		1.597

SERIE GRUESA			
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	% PASANTE
600mm	24"		
300mm	12"		
150mm	3 1/2"		
75mm	3		
63mm	2 1/2"		
50mm	2"		
38,1mm	1 1/2"		
25mm	1"		100,00
19mm	3/4"		100,00
12,5mm	1/2"		100,00
9,5mm	3/8"		100,00
4,8mm	N°4	0,00	100,00
PASAN N°4		123,97	85,61

SERIE FINA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	% PASANTE	% PASANTE
2,36mm	N°8			100,00
2,00mm	N°10	0,40	0,40	99,5328
1,18mm	N°16			99,5328
0,85mm	N°20			99,5328
0,60mm	N°30			99,5328
0,42mm	N°40	2,09	2,49	97,0915
0,30mm	N°50			97,0915
0,15mm	N°100			97,0915
0,07mm	N°200	59,82	62,31	27,2164
PASAN N°200		23,3		27,2164
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO				125,95
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS				123,97
MASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES				85,61



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS			
PEDRON RODADO (>12)			0,00
CANTO RODADO (12"-3")			0,00
GRAVA (3"-N°4)	GRUESA (3"-3/4")		0,000
	FINA (3/4"-N°4)		0,000
ARENA (N°4-N°10)	GRUESA (N°4-N°10)		0,467
	MEDIA (N°10-N°40)		2,441
	FINA (N°40-N°200)		69,875
	FINA (>N°200)		27,22

CLASIFICACION AASHTO	INDICE DE GRUPO (IG)
A-2-6	0
CLASIFICACION SUJOS	
ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD

LP	36%	LL-30	-6%
LL	24%		
IP	11%		

## Anexo 7

### Ensayo de gravedad especifica.



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"		
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.		
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier		

#### ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	1	PROFUNDIDAD:	0.50-1.50

DATOS DEL ENSAYO		
RECIPIENTE N°		1
TEMPERATURA °C		31,8
PESO RECIPIENTE		157,7
RECIPIENTE + W <sub>s</sub>		357,7
FRASCO + AGUA	w <sub>bw</sub>	654,6
FRASCO + AGUA + SUELO	w <sub>bws</sub>	757,2

CALCULOS	
w <sub>s</sub>	200
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub>	854,6
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>bws</sub>	97,4
factor correcion k	0,9954
w <sub>s</sub> *k/(w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>bws</sub> )	2,043942505

## Anexo 8

### Ensayo de compactación - Proctor. (Abscisa 0+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



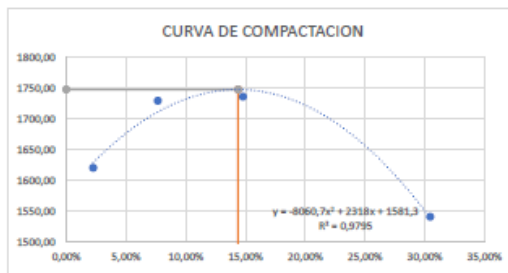
TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

#### ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALCATA:	1	PROFUNDIDAD:	0,50-1,50

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO	
MASA DE CILINDRO (P7)	3718,00
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	947,87
MASA DEL MARTILLO (kg)	4,54
ALTURA DE CAIDA DE MARTILLO (cm)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	MODIFICADO
# DE CAPAS	5,00
# DE GOLPES POR CAPA	25,00

PUNTO #	DATOS DEL ENSAYO							
	1		2		3		4	
Material para ensayo	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO
RECIPIENTE #	O		PJ		ZM		K	
RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)	69,14		57,38		72,86		88,35	
RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	68,00		54,52		65,69		71,71	
MASA DE AGUA (P3=P1-P2)	1,14		2,86		7,17		16,64	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17,33		17,15		17,17		17,04	
MASA DE MUESTRA SECA (P5=P2-P4)	50,67		37,37		48,52		54,67	
% DE HUMEDAD (W= P3X100/ P5)	2,25%		7,65%		14,78%		30,44%	
% DE HUMEDAD PROMEDIO	2,25%		7,65%		14,78%		30,44%	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		150		300		450	
MASA CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)	5289,00		5483,00		5607,00		5624,00	
SUELO HUMEDO ( P8= P6 - P7)	1571,00		1765,00		1889,00		1906,00	
DENSIDAD HUMEDA ( Dh=PB/v)	1657,40		1862,07		1992,89		2010,82	
DENSIDAD SECA (Ds=Dh/(1+w)/100)	1620,93		1729,69		1736,31		1541,60	



DATOS	
a	-8061,3
b	2318,3
c	1581,3

RESULTADOS	
DENSIDAD SECA MAXIMA	1747,95
% de Humedad optima	14,38%

## Anexo 9

### Ensayo C.B.R – Densidades (Abscisa 0+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

#### INFORME DE RESULTADOS: C.B.R - DENSIDADES NORMA ASTM-1887

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	1	PROFUNDIDAD:	0,50-1,50

HINCHAMIENTO			
Lectura inicial	0,15	0,13	0,18
24 horas	0,18	0,14	0,18
48 horas	0,18	0,14	0,19
72 horas	0,19	0,16	0,19
HINCHAMIENTO %	0,80	0,60	0,20

NUMERO DE ENSAYO	1			2			3		
	CARGA DE PENETRACION EN LB			CARGA DE PENETRACION EN Kg					
1,27mm (0,05")	615,40	719,32	897,22	279,092	326,222	406,905			
2,54mm (0,10")	673,13	739,85	953,68	305,275	335,531	432,506			
3,81mm (0,15")	715,47	766,79	1015,69	324,476	347,750	460,628			
5,08mm (0,20")	742,41	786,89	1061,44	336,695	356,866	481,381			
7,62mm (0,30")	780,05	827,52	1117,90	353,763	375,291	506,982			
10,16mm (0,40")	852,32	886,96	1178,62	386,540	402,250	534,523			
12,70mm (0,50")	935,29	948,54	1229,51	424,166	430,178	557,603			

NUMERO DE ENSAYO	1			2			3		
	CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg			CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm					
Tamiz ASTM Abertura /Nº									
1,27 mm (0,05")	204,24	238,74	297,78	14,390	16,820	20,980			
2,54 mm (0,10")	223,41	245,55	316,52	15,740	17,300	22,300			
3,81 mm (0,15")	237,46	254,49	337,10	16,730	17,930	23,750			
5,06 mm (0,20")	246,40	261,16	352,28	17,360	18,400	24,820			
7,62 mm (0,30")	258,89	274,64	371,02	18,240	19,350	26,140			
10,16 mm (0,40")	282,88	294,37	391,17	19,930	20,740	27,560			
12,87 mm (0,50")	310,41	314,81	408,06	21,870	22,180	28,750			

C.B.R	0,1" %	22,34	24,55	31,65
	0,2" %	24,64	26,12	35,23
Densidad seca	γ <sub>s</sub>	1656,29	1719,21	1791,38

Y Max=	1747,95
Y 90%=	1573,151131

C.B.R	
0,1"	0,2"
5,0%	17,80%



## Anexo 10

Ensayo de contenido de humedad (Abcisa 1+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	2	PROFUNDIDAD:	0,20-1,50

Recipiente N°	A10
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	483,92
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	454,32
Masa de Agua (P3=P1-P2)	29,6
Masa del Recipiente (P4)	123,25
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	331,07
% de Humedad (W=P3X100/P5)	8,941

## Anexo 11

Ensayo de contenido de límites de Atterberg (Abcisa 1+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL

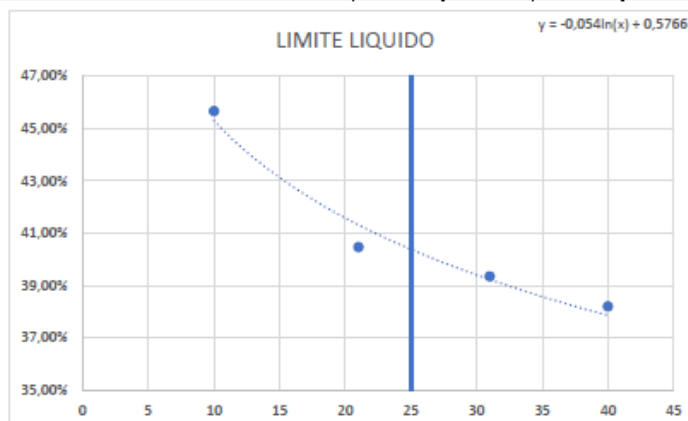


TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	2	PROFUNDIDAD:	0,20-1,50

DATOS	LIMITE LIQUIDO LL				LIMITE PLASTICO PL		
Recipiente N°	Cl	D	DK	S	2	P2	3S
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	32,78	33,35	43,78	55,85	13,93	13,84	13,61
Recipiente + Muestra seca (P2)	27,61	28,59	36,38	45,03	13,05	13,06	12,87
Masa del Recipiente (P4)	16,29	16,83	17,58	16,71	9,32	9,21	9,23
Masa de Agua (P3=P1-P2)	5,17	4,76	7,4	10,82	0,88	0,78	0,74
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	11,32	11,76	18,8	28,32	3,73	3,85	3,64
% de Humedad (W=P3X100/P5)	45,67%	40,48%	39,36%	38,21%	23,59	20,26	20,33
Numero de golpes	10	21	31	40			



LIMITE LIQUIDO (LL)	40,28%
LIMITE PLASTICO (LP)	21,39%
INDICE PLATICO (IP) (LL-LP)	18,88%

## Anexo 12

### Ensayo de distribución granulométrico (Abscisa 1+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

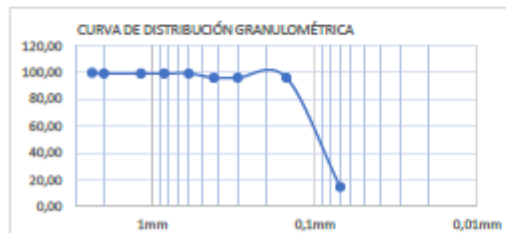
#### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	2	PROFUNDIDAD:	0,20-1,50

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	SERIE
Recipiente N°	A10
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	483,92
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	454,32
Masa de Agua (P3-P1-P2)	29,6
Masa del Recipiente (P4)	123,25
Masa de muestra seca (P5-P2-P4)	331,07
% de Humedad (W=P3X100/P5)	8,941

SERIE GRUESA			
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA		% PASANTE
	PARCIAL	ACOMULA	
600mm 24"			
300mm 12"			
150mm 3 1/2"			
75mm 3			
63mm 2 1/2"			
50mm 2"			
38,1mm 1 1/2"			
25mm 1"			100,00
19mm 3/4"			100,00
12,5mm 1/2"			100,00
9,5mm 3/8"			100,00
4,8mm N°4	0,00	0,00	100,00
PASAN N°4	331,07	158,12	100,00

SERIE FINA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA		% PASANTE	% PASANTE
	PARCIAL	ACOMULA		
2,36mm N°8				100,00
2,00mm N°10	0,89	0,89	99,4371	99,4371
1,18mm N°16				99,4371
0,85mm N°20				99,4371
0,60mm N°30				99,4371
0,42mm N°40	5,09	5,98	96,2181	96,2181
0,30mm N°50				96,2181
0,15mm N°100				96,2181
0,075mm N°200	128,84	134,82	14,7356	14,7356
PASAN N°200	23,3			14,7356
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO				360,67
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS				331,07
MASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES				158,12



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS		
PEDRON RODADO (>12)		0,00
CANTO RODADO (12"-3")		0,00
GRAVA (3"-N°4)	GRUESA (3"-3/4")	0,000
	FINA (3/4"-N°4)	0,000
ARENA (N°4-N°200)	GRUESA (N°4-N°10)	0,563
	MEDIA (N°10-N°40)	3,219
	FINA (N°40-N°200)	81,482
FINA (>N°200)		14,74

CLASIFICACION AASHTO		INDICE DE GRUPO (IG)
A-2-6	GRAVA Y ARENA LIMOSA O ARCILLOSA	0
CLASIFICACION SUCS		
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	

LP	40%
LL	21%
IP	19%

LL-30	-9%
-------	-----

## Anexo 13

*Ensayo de gravedad especifica (Abscisa 1+000).*



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	2	PROFUNDIDAD:	0,20-1,50

### DATOS DEL ENSAYO

RECIPIENTE N°	1
TEMPERATURA °C	31,8
PESO RECIPIENTE	157,7
RECIPIENTE + W <sub>s</sub>	357,7
FRASCO + AGUA	wbw 654,6
FRASCO + AGUA + SUELO	wbws 757,6



### CALCULOS

w <sub>s</sub>	200
w <sub>s</sub> +wbw	654,6
w <sub>s</sub> +wbw-wbws	97
factor correccion k	0,9954
w <sub>s</sub> *k/(w <sub>s</sub> +wbw-wbws)	2,052371134



## Anexo 14

Ensayo de compactación - Proctor (Abscisa 1+000).

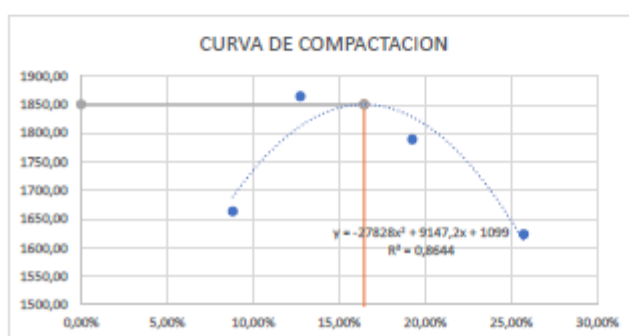
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA INGENIERIA CIVIL	
<b>TEMA:</b>	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"	
<b>TUTOR:</b>	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.	
<b>TESISTA:</b>	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier	

### ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR

<b>UBICACIÓN:</b>	Comuna Saya	<b>ESTRATO:</b>	1
<b>CALICATA:</b>	2	<b>PROFUNDIDAD:</b>	0,20-1,50

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO	
MASA DE CILINDRO (P7)	3718,00
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	958,01
MASA DEL MARTILLO (kg)	4,54
ALTURA DE CAIDA DE MARTILLO (cm)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	MODIFICADO
# DE CAPAS	5,00
# DE GOLPES POR CAPA	25,00

DATOS DEL ENSAYO								
PUNTO #	1		2		3		4	
Material para ensayo	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO
RECIPIENTE #	Co		K1		LM		JL	
RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)	57,60		42,52		68,94		59,35	
RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	54,29		39,63		58,41		52,45	
MASA DE AGUA (P3-P1-P2)	3,31		2,89		10,53		6,90	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	16,69		16,93		17,46		16,57	
MASA DE MUESTRA SECA (P5=P2-P4)	37,60		22,70		40,95		35,88	
% DE HUMEDAD (W= P3x100/ P5)	8,80%		12,73%		25,71%		19,23%	
% DE HUMEDAD PROMEDIO	8,80%		12,73%		25,71%		19,23%	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		150		300		450	
MASA CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)	5452,00		5732,00		5673,00		5762,00	
SUELO HUMEDO ( P8= P6 - P7)	1734,00		2014,00		1955,00		2044,00	
DENSIDAD HUMEDA ( Dh=P8/v)	1810,00		2102,27		2040,69		2133,59	
DENSIDAD SECA (Ds=Dh/((1+w)/100))	1663,56		1864,85		1623,27		1789,46	



DATOS	
a	-27828x <sup>2</sup>
b	9147,2x
c	1099

RESULTADOS	
<b>DENSIDAD SECA MAXIMA</b>	1850,68
<b>% de Humedad optima</b>	16,44%

## Anexo 15

### Ensayo de C.B.R - Densidades (Abscisa 1+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

#### INFORME DE RESULTADOS: C.B.R - DENSIDADES NORMA ASTM-1887

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	2	PROFUNDIDAD:	0,20-1,50

HINCHAMIENTO			
Lectura inicial	0,05	0,06	0,08
24 horas	0,09	0,13	0,15
48 horas	0,16	0,19	0,21
72 horas	0,20	0,22	0,25
HINCHAMIENTO %	3,00	3,20	3,40

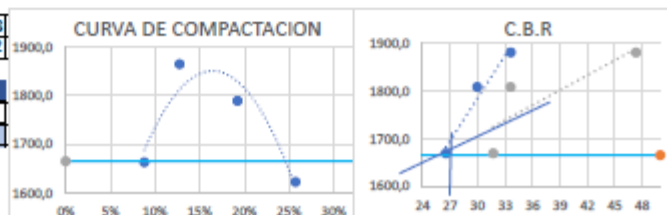
NUMERO DE ENSAYO	PENETRACION					
	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACION EN LB			CARGA DE PENETRACION EN Kg		
1,27mm (0,05")	777,91	887,82	972,92	352,793	402,638	441,234
2,54mm (0,10")	799,72	902,36	1013,12	362,684	409,232	459,465
3,81mm (0,15")	928,44	948,12	1316,35	421,063	429,984	596,974
5,08mm (0,20")	955,44	1012,99	1425,81	433,306	459,406	646,625
7,62mm (0,30")	1025,52	1120,03	1476,70	465,089	507,952	669,705
10,16mm (0,40")	1074,70	1203,00	1513,48	487,393	545,578	686,385
12,70mm (0,50")	1181,62	1246,62	1547,26	535,881	565,361	701,707

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Tamiz ASTM Abertura /Nº	CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg			CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm²		
1,27 mm (0,05")	258,18	294,66	322,90	18,190	20,760	22,750
2,54 mm (0,10")	265,42	299,48	336,24	18,700	21,100	23,690
3,81 mm (0,15")	308,14	314,67	436,88	21,710	22,170	30,780
5,06 mm (0,20")	317,10	336,20	473,21	22,341	23,687	33,340
7,62 mm (0,30")	340,36	371,73	490,10	23,980	26,190	34,530
10,16 mm (0,40")	356,68	399,26	502,31	25,130	28,130	35,390
12,87 mm (0,50")	392,17	413,74	513,52	27,630	29,150	36,180

C.B.R	0,1" %	26,54	29,95	33,62
	0,2" %	31,71	33,62	47,32
Densidad seca	γ <sub>s</sub>	1669,64	1808,52	1880,81

Y Max=	1850,68
Y 90%=	1665,614132

CBR	
0,1"	0,2"
5,0%	26,50%



## Anexo 16

Ensayo de contenido de humedad (Abscisa 2+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	3	PROFUNDIDAD:	0,12-0,60

Recipiente N°	R3
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	614,12
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	596,15
Masa de Agua (P3=P1-P2)	17,97
Masa del Recipiente (P4)	123,22
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	472,93
% de Humedad (W=P3X100/P5)	3,800

## Anexo 17

Ensayo de contenido de límites de Atterberg (Abscisa 2+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL

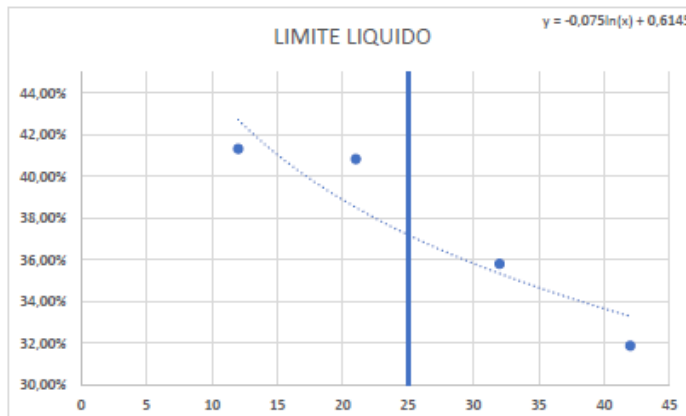


TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	3	PROFUNDIDAD:	0,12-0,60

DATOS	LIMITE LIQUIDO LL				LIMITE PLASTICO PL		
	2	A	2A	B	X1	LM	P2
Recipiente N°							
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	41,81	33,96	35,85	48,05	12,37	14,13	12,31
Recipiente + Muestra seca (P2)	34,53	28,98	30,71	40,49	11,9	13,44	11,83
Masa del Recipiente (P4)	16,92	16,79	16,36	16,78	9,24	9,89	9,21
Masa de Agua (P3=P1-P2)	7,28	4,98	5,14	7,56	0,47	0,69	0,48
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	17,61	12,19	14,35	23,71	2,66	3,55	2,62
% de Humedad (W=P3X100/P5)	41,34%	40,85%	35,82%	31,89%	17,67	19,44	18,32
Numero de golpes	12	21	32	42			



LIMITE LIQUIDO (LL)	37,31%
LIMITE PLASTICO (LP)	18,48%
INDICE PLASTICO (IP) (LL-LP)	18,83%

## Anexo 18

### Ensayo de distribución granulométrica (Abscisa 2+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

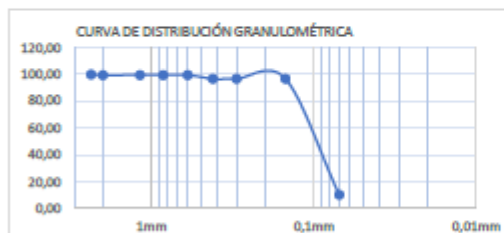
#### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	3	PROFUNDIDAD:	0,12-0,60

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	SERIE
Recipiente N°	R3
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	614,12
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	596,15
Masa de Agua (P3=P1-P2)	17,97
Masa del Recipiente (P4)	123,22
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	472,93
% de Humedad (W=P3X100/P5)	3,800

SERIE GRUESA			
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	% PASANTE
600mm 24"			
300mm 12"			
150mm 3 1/2"			
75mm 3			
63mm 2 1/2"			
50mm 2"			
38,1mm 1 1/2"			
25mm 1"			100,00
19mm 3/4"			100,00
12,5mm 1/2"			100,00
9,5mm 3/8"			100,00
4,8mm N°4	0,00	0,00	100,00
PASAN N°4	472,93	227,44	100,00

SERIE FINA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMUL	% PASANTE	% PASANTE
2,36mm N°8				100,00
2,00mm N°10	0,82	0,82	99,6395	99,6395
1,18mm N°16				99,6395
0,85mm N°20				99,6395
0,60mm N°30				99,6395
0,42mm N°40	6,41	7,23	96,8211	96,8211
0,30mm N°50				96,8211
0,15mm N°100				96,8211
0,07mm N°200	196,91	204,14	10,2445	10,2445
PASAN N°200	23,3			10,2445
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO				490,90
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS				472,93
ASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES				227,44



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS		
PEDRON RODADO (>12)		0,00
CANTO RODADO (12"-3")		0,00
GRAVA (3"-N°4)	GRUESA (3"-3/4")	0,000
	FINA (3/4"-N°4)	0,000
ARENA (N°4-N°10)	GRUESA (N°4-N°10)	0,361
	MEDIA (N°10-N°40)	2,818
	FINA (N°40-N°200)	86,577
	FINA (>N°200)	10,24

CLASIFICACION AASHTO		INDICE DE GRUPO (IG)
A-2-6	GRAVA Y ARENA LIMSA O ARCILLOSA	0
CLASIFICACION SUCS		
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	

LP	37%	
LL	18%	LL-30
IP	19%	-12%

## Anexo 19

Ensayo de contenido de humedad (Abscisa 2+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	3	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

Recipiente N°	CR7
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	191,25
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	189,57
Masa de Agua (P3=P1-P2)	1,68
Masa del Recipiente (P4)	49,36
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	140,21
% de Humedad (W=P3X100/P5)	1,198

## Anexo 20

Ensayo de contenido de límites de Atterberg (Abscisa 2+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL

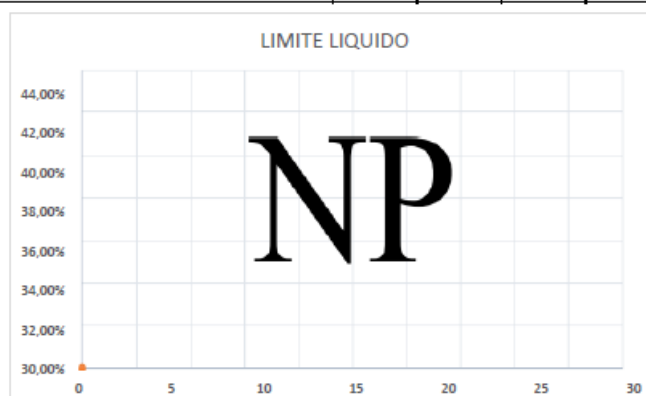


TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	3	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

DATOS	LIMITE LIQUIDO LL				LIMITE PLASTICO PL		
Recipiente N°	-	-	-	-	-	-	-
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	-	-	-	-	-	-	-
Recipiente + Muestra seca (P2)	-	-	-	-	-	-	-
Masa del Recipiente (P4)	-	-	-	-	-	-	-
Masa de Agua (P3=P1-P2)	-	-	-	-	-	-	-
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	-	-	-	-	-	-	-
% de Humedad (W=P3X100/P5)	-	-	-	-	-	-	-
Numero de golpes	-	-	-	-	-	-	-



LIMITE LIQUIDO (LL)	-
LIMITE PLASTICO (LP)	-
INDICE PLASTICO (IP) (LL-LP)	-

## Anexo 21

Ensayo de distribución granulométrica (Abscisa 2+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

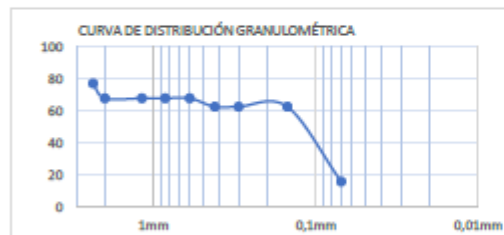
### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	3	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	SERIE
Recipiente N°	CR7
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	191,25
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	189,57
Masa de Agua (P3-P1-P2)	1,68
Masa del Recipiente (P4)	49,36
Masa de muestra seca (P5-P2-P4)	140,21
% de Humedad (W=P3X100/P5)	1,198

SERIE GRUESA			
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA		% PASANTE
	PARCIAL	ACOMULA	
600mm	24"		
300mm	12"		
150mm	3 1/2"		
75mm	3"		
63mm	2 1/2"		
50mm	2"		
38,1mm	1 1/2"		
25mm	1"		100,00
19mm	3/4"		100,00
12,5mm	1/2"		100,00
9,5mm	3/8"		100,00
4,8mm	N°4	33,01	33,01
PASAN N°4		140,21	144,72
			77,19

SERIE FINA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA		% PASANTE	% PASANTE
	PARCIAL	ACOMULA		
2,36mm	N°8			77,1904
2,00mm	N°10	13,43	46,44	67,9104
1,18mm	N°16			67,9104
0,85mm	N°20			67,9104
0,60mm	N°30			67,9104
0,42mm	N°40	7,67	54,11	62,6106
0,30mm	N°50			62,6106
0,15mm	N°100			62,6106
0,07mm	N°200	67,31	121,42	16,1001
PASAN N°200		23,3		16,100
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO				141,89
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS				140,21
MASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES				144,72



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS			
PEDRON RODADO (>12)		0,00	
CANTO RODADO (12"-3")		0,00	
GRAVA (3"-N°4)	GRUESA (3"-3/4")	0,000	22,81
	FINA (3/4"-N°4)	22,810	
ARENA (N°4- N°200)	GRUESA (N°4-N°10)	9,280	
	MEDIA (N°10-N°40)	5,300	61,09
	FINA (N°40-N°200)	46,511	
FINA (>N°200)		16,10	

CLASIFICACION AASHTO		INDICE DE GRUPO (IG)
A-3	ARENA FINA	0
CLASIFICACION SUICS		
ARENA		

LP	-
LL	-
IP	-

LL-30	-
-------	---

## Anexo 22

*Ensayo de gravedad especifica (Abscisa 2+000).*



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	3	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

### DATOS DEL ENSAYO

RECIPIENTE N°	2
TEMPERATURA °C	32,7
PESO RECIPIENTE	167,3
RECIPIENTE + W <sub>s</sub>	367,3
FRASCO + AGUA	wbw 662,3
FRASCO + AGUA + SUELO	wbws 787,6

### CALCULOS

w <sub>s</sub>	200
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub>	862,3
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>bw<sub>s</sub></sub>	74,7
factor correccion k	0,9951
w <sub>s</sub> *k/(w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>bw<sub>s</sub></sub> )	2,664257028

## Anexo 23

Ensayo de compactación - Proctor (Abscisa 2+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"		
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.		
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier		

### ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR

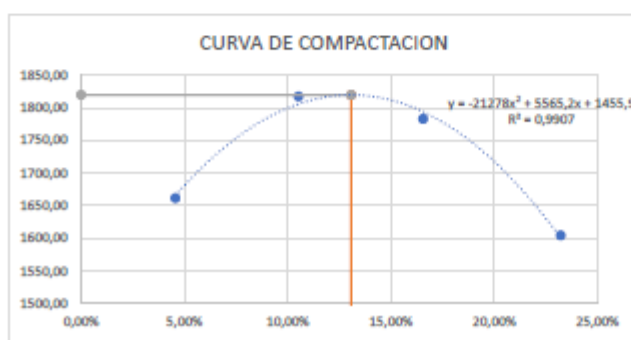
UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	3	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

MASA DE CILINDRO (P7)	3718,00
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	947,87
MASA DEL MARTILLO (kg)	4,54
ALTURA DE CAIDA DE MARTILLO (cm)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	MODIFICADO
# DE CAPAS	5,00
# DE GOLPES POR CAPA	25,00

### DATOS DEL ENSAYO

PUNTO #	1		2		3		4	
Material para ensayo	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO
RECIPIENTE #	C		4		P		JL	
RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)	63,41		47,33		58,17		76,18	
RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	61,37		44,45		52,35		64,95	
MASA DE AGUA (P3=P1-P2)	2,04		2,88		5,82		11,23	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	16,69		17,08		17,19		16,57	
MASA DE MUESTRA SECA (P5=P2-P4)	44,68		27,37		35,16		48,38	
% DE HUMEDAD (W= P3x100/ P5)	4,57%		10,52%		16,55%		23,21%	
% DE HUMEDAD PROMEDIO	4,57%		10,52%		16,55%		23,21%	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		150		300		450	
MASA CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)	5365,00		5622,00		5688,00		5592,00	
SUELO HUMEDO ( P8= P6 - P7)	1647,00		1904,00		1970,00		1874,00	
DENSIDAD HUMEDA ( Dh=P8/v)	1737,58		2008,71		2078,34		1977,06	
DENSIDAD SECA (Ds=Dh/((1+w)/100))	1661,71		1817,47		1783,18		1604,60	



DATOS	
a	-21278x <sup>2</sup>
b	5565,2x
c	1455,9

RESULTADOS	
DENSIDAD SECA MÁXIMA	1819,79
% de Humedad óptima	13,08%



## Anexo 24

### Ensayo de C.B.R - Densidades (Abscisa 2+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

#### INFORME DE RESULTADOS: C.B.R - DENSIDADES NORMA ASTM-1887

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	3	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

HINCHAMIENTO			
Lectura inicial	0,14	0,12	0,17
24 horas	0,17	0,14	0,17
48 horas	0,18	0,14	0,17
72 horas	0,19	0,15	0,18
HINCHAMIENTO %	1,00	0,60	0,20

PENETRACION						
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACION EN LB			CARGA DE PENETRACION EN Kg		
1,27mm (0,05")	649,61	929,30	1400,15	294,608	421,451	634,988
2,54mm (0,10")	721,89	1020,82	1488,67	327,386	462,956	675,136
3,81mm (0,15")	757,38	1030,23	1579,34	343,483	467,223	716,253
5,08mm (0,20")	775,34	1052,04	1590,03	351,629	477,114	721,102
7,62mm (0,30")	852,32	1120,03	1690,53	386,540	507,952	766,680
10,16mm (0,40")	860,87	1203,00	1727,31	390,419	545,578	783,359
12,70mm (0,50")	904,49	1280,41	1794,45	410,202	580,683	813,809

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg			CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm <sup>2</sup>		
Tamiz ASTM Abertura /N°						
1,27 mm (0,05")	215,60	308,43	464,70	15,190	21,730	32,740
2,54 mm (0,10")	239,59	338,80	494,08	16,880	23,870	34,810
3,81 mm (0,15")	251,37	341,92	524,17	17,710	24,090	36,930
5,06 mm (0,20")	257,33	349,16	527,72	18,130	24,600	37,180
7,62 mm (0,30")	282,88	371,73	561,07	19,930	26,190	39,530
10,16 mm (0,40")	285,72	399,26	573,28	20,130	28,130	40,390
12,87 mm (0,50")	300,19	424,95	595,56	21,150	29,940	41,960

C.B.R	0,1% %	23,96	33,88	49,41
	0,2% %	25,73	34,92	52,77
Densidad seca	γ <sub>s</sub>	1653,50	1742,04	1815,84



Y Max=	1819,79
Y 90%=	1637,81148

CBR	
0,1"	0,2"
5,0%	21,40%





## Anexo 25

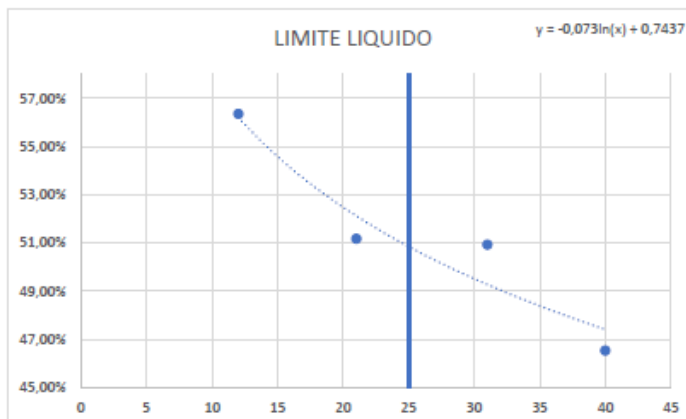
Ensayo de contenido de humedad (Abscisa 3+000).

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA INGENIERIA CIVIL 	
<b>TEMA:</b>	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
<b>TUTOR:</b>	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
<b>TESISTA:</b>	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Comuna Saya
<b>ESTRATO:</b>	1
<b>CALICATA:</b>	4
<b>PROFUNDIDAD:</b>	0,10-0,60
<b>Recipiente N°</b>	P2
<b>Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)</b>	337,87
<b>Masa de recipiente + Muestra seca (P2)</b>	319,73
<b>Masa de Agua (P3=P1-P2)</b>	18,14
<b>Masa del Recipiente (P4)</b>	123,62
<b>Masa de muestra seca (P5=P2-P4)</b>	196,11
<b>% de Humedad (W=P3X100/P5)</b>	9,250

## Anexo 26

Ensayo de contenido de límites de Atterberg (Abscisa 3+000).

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA INGENIERIA CIVIL 							
<b>TEMA:</b>	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"						
<b>TUTOR:</b>	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.						
<b>TESISTA:</b>	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier						
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG</b>							
<b>UBICACIÓN:</b>	Comuna Saya						
<b>ESTRATO:</b>	1						
<b>CALICATA:</b>	4						
<b>PROFUNDIDAD:</b>	0,10-0,60						
<b>DATOS</b>	<b>LIMITE LIQUIDO LL</b>	<b>LIMITE PLASTICO PL</b>					
<b>Recipiente N°</b>	<b>T</b>	<b>CL</b>	<b>KL</b>	<b>KM</b>	<b>H4</b>	<b>L</b>	<b>W2</b>
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	37,92	41,38	48,7	49,07	10,8	14,16	14,12
Recipiente + Muestra seca (P2)	30,3	33,13	38,03	39,06	10,07	13,41	13,3
Masa del Recipiente (P4)	16,78	17,01	17,08	17,55	6,13	9,33	9,03
Masa de Agua (P3=P1-P2)	7,62	8,25	10,67	10,01	0,73	0,75	0,82
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	13,52	16,12	20,95	21,51	3,94	4,08	4,27
<b>% de Humedad (W=P3X100/P5)</b>	<b>56,36%</b>	<b>51,18%</b>	<b>50,93%</b>	<b>46,54%</b>	<b>18,53</b>	<b>18,38</b>	<b>19,20</b>
<b>Numero de golpes</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>31</b>	<b>40</b>			



<b>LIMITE LIQUIDO (LL)</b>	50,87%
<b>LIMITE PLASTICO (LP)</b>	18,70%
<b>INDICE PLASTICO (IP) (LL-LP)</b>	32,17%

## Anexo 27

### Ensayo de distribución granulométrico (Abscisa 3+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

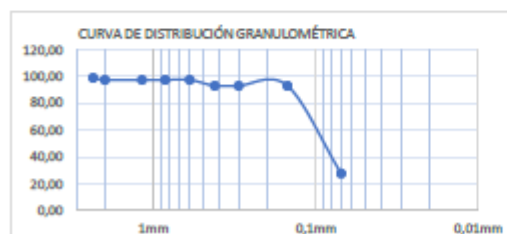
#### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	4	PROFUNDIDAD:	0,10-0,60

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD		SERIE
Recipiente N°		P2
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)		337,87
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)		319,73
Masa de Agua (P3=P1-P2)		18,14
Masa del Recipiente (P4)		123,62
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)		196,11
% de Humedad (W=P3X100/P5)		9,250

SERIE GRUESA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA		%	
	PARCIAL	ACOMULA	PASANTE	
600mm	24"			
300mm	12"			
150mm	3 1/2"			
75mm	3"			
63mm	2 1/2"			
50mm	2"			
38,1mm	1 1/2"			
25mm	1"			100,00
19mm	3/4"			100,00
12,5mm	1/2"			100,00
9,5mm	3/8"			100,00
4,8mm	N°4	0,75	0,75	99,11
PASAN N°4		196,11	84,18	99,11

SERIE FINA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA		%	
	PARCIAL	ACOMULA	PASANTE	PASANTE
2,36mm	N°8			99,11
2,00mm	N°10	1,23	1,98	97,6479
1,18mm	N°16			97,6479
0,85mm	N°20			97,6479
0,60mm	N°30			97,6479
0,42mm	N°40	3,71	5,69	93,2407
0,30mm	N°50			93,2407
0,15mm	N°100			93,2407
0,07mm	N°200	55,19	60,88	27,6788
PASAN N°200		23,3		27,6788
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO				214,25
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS				196,11
MASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES				84,18



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS			
PEDRON RODADO (>12)			0,00
CANTO RODADO (12"-3")			0,00
GRAVA (3"-N°4)	GRUESA (3"-3/4")	0,000	0,89
	FINA (3/4"-N°4)	0,891	
ARENA (N°4-N°200)	GRUESA (N°4-N°10)	1,461	71,43
	MEDIA (N°10-N°40)	4,407	
	FINA (N°40-N°200)	65,562	
FINA (>N°200)			27,68



CLASIFICACION AASHTO		INDICE DE GRUPO (IG)
A-2-7	GRAVA Y ARENA LIMOSA O ARCILLOSA	2,789
CLASIFICACION SUCS		
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	

LP	51%
LL	19%
IP	32%

LI-30	-11%
-------	------



## Anexo 28

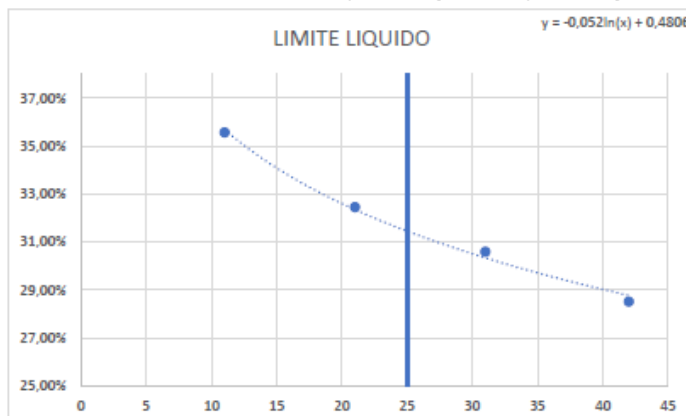
Ensayo de contenido de humedad (Abscisa 3+000).

		UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA INGENIERIA CIVIL			
TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"				
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.				
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier				
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
UBICACIÓN:	Comuna Saya		ESTRATO:	2	
CALICATA:	4		PROFUNDIDAD:	0,60-1,50	
Recipiente N°			K15		
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)			192,49		
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)			190,63		
Masa de Agua (P3=P1-P2)			1,86		
Masa del Recipiente (P4)			49,43		
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)			141,2		
% de Humedad (W=P3X100/P5)			1,317		

## Anexo 29

Ensayo de contenido de límites de Atterberg (Abscisa 3+000).

		UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA INGENIERIA CIVIL					
TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"						
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.						
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier						
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG</b>							
UBICACIÓN:	Comuna Saya		ESTRATO:	2			
CALICATA:	4		PROFUNDIDAD:	0,60-1,50			
DATOS		LIMITE LIQUIDO LL			LIMITE PLASTICO PL		
Recipiente N°	K1	Z	M2	J	XY	4	V2
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	36,33	39,72	48,31	56,29	16,22	14,71	15,32
Recipiente + Muestra seca (P2)	31,24	34,01	41,05	47,6	15,16	13,81	14,42
Masa del Recipiente (P4)	16,93	16,42	17,32	17,13	10,08	9,2	9,15
Masa de Agua (P3=P1-P2)	5,09	5,71	7,26	8,69	1,06	0,9	0,9
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	14,31	17,59	23,73	30,47	5,08	4,61	5,27
% de Humedad (W=P3X100/P5)	35,57%	32,46%	30,59%	28,52%	20,87	19,52	17,08
Numero de golpes	11	21	31	42			



LIMITE LIQUIDO (LL)	35,81%
LIMITE PLASTICO (LP)	19,16%
INDICE PLASTICO (IP) (LL-LP)	16,66%

## Anexo 30

### Ensayo de distribución granulométrico (Abscisa 3+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

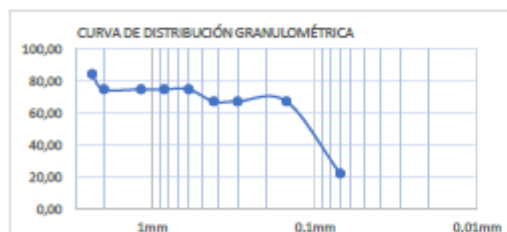
#### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	4	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	SERIE
Recipiente N°	K15
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	192,49
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	190,63
Masa de Agua (P3=P1-P2)	1,86
Masa del Recipiente (P4)	49,43
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	141,2
% de Humedad (W=P3X100/P5)	1,317

SERIE GRUESA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	%	
			PASANTE	
600mm	24"			
300mm	12"			
150mm	3 1/2"			
75mm	3			
63mm	2 1/2"			
50mm	2"			
38,1mm	1 1/2"			
25mm	1"			100,00
19mm	3/4"			100,00
12,5mm	1/2"			100,00
9,5mm	3/8"			100,00
4,8mm	N°4	16,16	16,16	84,43
PASAN N°4		141,20	103,78	84,43

SERIE FINA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	%	
			PASANTE	PASANTE
2,36mm	N°8			84,43
2,00mm	N°10	9,91	26,07	74,8796
1,18mm	N°16			74,8796
0,85mm	N°20			74,8796
0,60mm	N°30			74,8796
0,42mm	N°40	7,85	33,92	67,3155
0,30mm	N°50			67,3155
0,15mm	N°100			67,3155
0,07mm	N°200	46,56	80,48	22,4513
PASAN N°200		23,3		22,4513
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO				143,06
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS				141,2
ASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES				103,78



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS		
PEDRON RODADO (>12)		0,00
CANTO RODADO (12"-3")		0,00
GRAVA (3"-N°4)	GRUESA (3"-3/4")	0,000
	FINA (3/4"-N°4)	15,571
ARENA (N°4-N°200)	GRUESA (N°4-N°10)	9,549
	MEDIA (N°10-N°40)	7,564
	FINA (N°40-N°200)	44,864
FINA (>N°200)		22,45

CLASIFICACION AASHTO		INDICE DE GRUPO (IG)
A-2-6	GRAVA Y ARENA LIMSA O ARCILLOSA	1
CLASIFICACION SUCS		
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	

LP	36%
LL	19%
IP	17%

LL-30	-11%
-------	------

## Anexo 31

Ensayo de gravedad especifica (Abscisa 3+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE GRAVEDAD ESPEFIFICA

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	4	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

### DATOS DEL ENSAYO

RECIPIENTE N°	1
TEMPERATURA °C	31,5
PESO RECIPIENTE	157,7
RECIPIENTE + W <sub>s</sub>	357,7
FRASCO + AGUA	wbw 654,6
FRASCO + AGUA + SUELO	wbws 779,5

### CALCULOS

w <sub>s</sub>	200
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub>	854,6
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>bw<sub>s</sub></sub>	75,1
factor correccion k	0,9954
w <sub>s</sub> *k/(w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>bw<sub>s</sub></sub> )	2,650865513

## Anexo 32

### Ensayo de compactación - Proctor (Abscisa 3+000).



UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



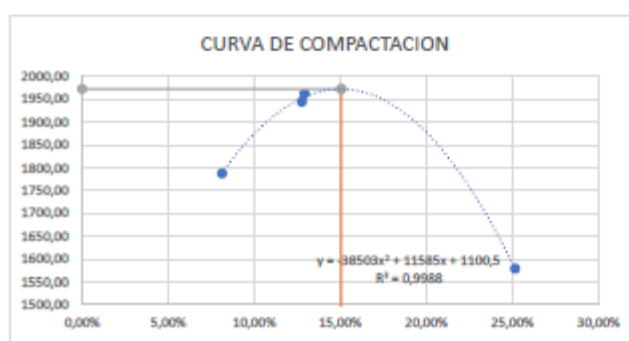
TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

#### ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	4	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO	
MASA DE CILINDRO (P7)	3718,00
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	947,87
MASA DEL MARTILLO (kg)	4,54
ALTURA DE CAIDA DE MARTILLO (cm)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	MODIFICADO
# DE CAPAS	5,00
# DE GOLPES POR CAPA	25,00

DATOS DEL ENSAYO								
PUNTO #	1		2		3		4	
Material para ensayo	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO
RECIPIENTE #	T3		X		LM		K1	
RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)	61,93		62,53		66,87		89,39	
RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	58,59		57,34		61,28		74,83	
MASA DE AGUA (P3-P1-P2)	3,34		5,19		5,59		14,56	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17,46		17,17		17,46		16,93	
MASA DE MUESTRA SECA (P5=P2-P4)	41,13		40,17		43,82		57,90	
% DE HUMEDAD (W= P3x100/ P5)	8,12%		12,92%		12,76%		25,15%	
% DE HUMEDAD PROMEDIO	8,12%		12,92%		12,76%		25,15%	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		150		300		450	
MASA CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)	5550,00		5818,00		5796,00		5591,00	
SUELO HUMEDO ( P8= P6 - P7)	1832,00		2100,00		2078,00		1873,00	
DENSIDAD HUMEDA ( Dh=P8/v)	1932,75		2215,49		2192,28		1976,01	
DENSIDAD SECA (Ds=Dh/((1+w)/100)	1787,59		1962,00		1944,26		1578,95	



DATOS	
a	-38503x <sup>2</sup>
b	11585x
c	1100,5

RESULTADOS	
DENSIDAD SECA MAXIMA	1971,94
% de Humedad optima	15,04%

## Anexo 33

Ensayo de C.B.R - Densidades (Abscisa 3+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### INFORME DE RESULTADOS: C.B.R - DENSIDADES NORMA ASTM-1887

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	4	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

HINCHAMIENTO			
Lectura inicial	0,07	0,08	0,11
24 horas	0,12	0,15	0,18
48 horas	0,18	0,21	0,22
72 horas	0,25	0,26	0,28
HINCHAMIENTO %	3,60	3,60	3,40

NUMERO DE ENSAYO	PENETRACION			PENETRACION		
	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACION EN LB			CARGA DE PENETRACION EN Kg		
1,27mm (0,05")	296,37	350,25	392,16	134,407	158,844	177,851
2,54mm (0,10")	328,87	407,06	504,99	149,147	184,610	229,020
3,81mm (0,15")	361,37	426,37	528,58	163,887	193,367	239,721
5,08mm (0,20")	398,58	427,66	545,69	180,760	193,949	247,479
7,62mm (0,30")	446,05	637,64	735,14	202,289	289,178	333,398
10,16mm (0,40")	510,19	714,62	831,79	231,381	324,088	377,230
12,70mm (0,50")	589,31	788,17	931,86	267,261	357,448	422,614

NUMERO DE ENSAYO	PENETRACION			PENETRACION		
	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg			CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm		
1,27 mm (0,05")	98,36	116,24	130,15	6,930	8,190	9,170
2,54 mm (0,10")	109,15	135,10	167,60	7,690	9,518	11,808
3,81 mm (0,15")	119,94	141,51	175,43	8,450	9,970	12,360
5,06 mm (0,20")	132,28	141,94	181,11	9,320	10,000	12,760
7,62 mm (0,30")	148,04	211,63	243,99	10,430	14,910	17,190
10,16 mm (0,40")	169,33	237,17	276,06	11,930	16,710	19,450
12,87 mm (0,50")	195,59	261,59	309,28	13,780	18,430	21,790

C.B.R	0,1"	10,91	13,51	16,76
	0,2"	13,23	14,19	18,11
Densidad seca	γ <sub>5</sub>	1693,48	1768,12	1809,66

Y Max=	1971,94
Y 90%=	1774,746045



CBR	
0,1"	0,2"
5,0%	16,10%







## Anexo 34

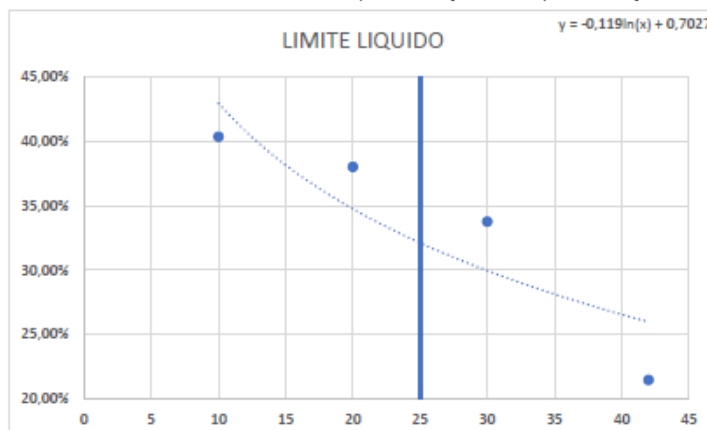
Ensayo de contenido de humedad (Abscisa 4+000).

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA INGENIERIA CIVIL 	
TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	
UBICACIÓN:	Comuna Saya
ESTRATO:	1
CALICATA:	5
PROFUNDIDAD:	0,13-1,00
Recipiente N°	B4
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	346,25
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	334,56
Masa de Agua (P3=P1-P2)	11,69
Masa del Recipiente (P4)	121,35
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	213,21
% de Humedad (W=P3X100/P5)	5,483

## Anexo 35

Ensayo de distribución granulométrico (Abscisa 4+000).

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA INGENIERIA CIVIL 							
TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"						
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.						
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier						
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG</b>							
UBICACIÓN:	Comuna Saya						
ESTRATO:	1						
CALICATA:	5						
PROFUNDIDAD:	0,13-1,00						
<b>DATOS</b>							
	<b>LI LIMITE LIQUIDO LL</b>	<b>LIMITE PLASTICO PL</b>					
Recipiente N°	AQ	LM	MP	2W	N1	N4	V7
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	32,31	39,1	53,28	35,53	16,92	15,26	14,23
Recipiente + Muestra seca (P2)	27,54	32,97	44	32,23	15,82	14,46	13,56
Masa del Recipiente (P4)	15,73	16,85	16,53	16,85	9,21	9,32	9,08
Masa de Agua (P3=P1-P2)	4,77	6,13	9,28	3,3	1,1	0,8	0,67
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	11,81	16,12	27,47	15,38	6,61	5,14	4,48
% de Humedad (W=P3X100/P5)	40,39%	38,03%	33,78%	21,46%	16,64	15,56	14,96
Numero de golpes	10	20	30	42			



## Anexo 36

*Ensayo de contenido de humedad (Abscisa 4+000).*



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



<b>TEMA:</b>	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
<b>TUTOR:</b>	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
<b>TESISTA:</b>	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

<b>UBICACIÓN:</b>	Comuna Saya	<b>ESTRATO:</b>	2
<b>CALICATA:</b>	5	<b>PROFUNDIDAD:</b>	1,00-1,50

Recipiente N°	N1
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	385,98
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	379,45
Masa de Agua (P3=P1-P2)	6,53
Masa del Recipiente (P4)	123,92
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	255,53
<b>% de Humedad (W=P3X100/P5)</b>	<b>2,555</b>

## Anexo 37

Ensayo de contenido de límites de Atterberg (Abscisa 4+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL

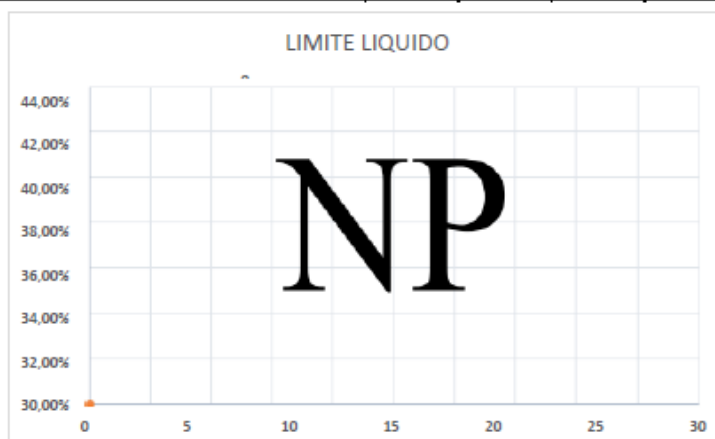


<b>TEMA:</b>	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
<b>TUTOR:</b>	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
<b>TESISTA:</b>	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG

<b>UBICACIÓN:</b>	Comuna Saya	<b>ESTRATO:</b>	2
<b>CALICATA:</b>	5	<b>PROFUNDIDAD:</b>	1,00-1,50

DATOS	LIMITE LIQUIDO LL				LIMITE PLASTICO PL			
Recipiente Nº	-	-	-	-	-	-	-	-
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	-	-	-	-	-	-	-	-
Recipiente + Muestra seca (P2)	-	-	-	-	-	-	-	-
Masa del Recipiente (P4)	-	-	-	-	-	-	-	-
Masa de Agua (P3=P1-P2)	-	-	-	-	-	-	-	-
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	-	-	-	-	-	-	-	-
% de Humedad (W=P3X100/P5)	-	-	-	-	-	-	-	-
Numero de golpes	-	-	-	-	-	-	-	-



LIMITE LIQUIDO (LL)	-
LIMITE PLASTICO (LP)	-
INDICE PLASTICO (IP) (LL-LP)	-

## Anexo 38

### Ensayo de distribución granulométrico (Abscisa 4+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

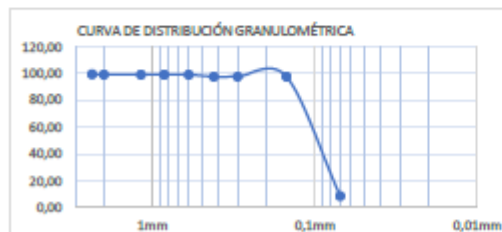
#### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CAUCATA:	5	PROFUNDIDAD:	1,00-1,50

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	SERIE
Recipiente N°	N1
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	385,98
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	379,45
Masa de Agua (P3=P1-P2)	6,53
Masa del Recipiente (P4)	123,92
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	255,53
% de Humedad (W=P3X100/P5)	2,555

SERIE GRUESA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	%	
			PASANTE	
600mm	24"			
300mm	12"			
150mm	3 1/2"			
75mm	3"			
63mm	2 1/2"			
50mm	2"			
38,1mm	1 1/2"			
25mm	1"			100,00
19mm	3/4"			100,00
12,5mm	1/2"			100,00
9,5mm	3/8"			100,00
4,8mm	N°4	0,96	0,96	99,64
PASAN N°4		255,53	268,73	99,64

SERIE FINA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	%	
			PASANTE	
2,36mm	N°8			99,64
2,00mm	N°10	0,86	1,82	99,3227
1,18mm	N°16			99,3227
0,85mm	N°20			99,3227
0,60mm	N°30			99,3227
0,42mm	N°40	4,1	5,92	97,797
0,30mm	N°50			97,797
0,15mm	N°100			97,797
0,07mm	N°200	239,51	245,43	8,67041
PASAN N°200		23,3		8,67041
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO				262,06
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS				255,53
MASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES				268,73



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS			
PEDRON RODADO (>12)		0,00	
CANTO RODADO (12"-3")		0,00	
GRAVA (3"-N°4)	GRUESA (3"-3/4")	0,000	0,36
	FINA (3/4"-N°4)	0,357	
ARENA (N°4-N°200)	GRUESA (N°4-N°10)	0,320	
	MEDIA (N°10-N°40)	1,526	90,97
	FINA (N°40-N°200)	89,127	
FINA (>N°200)		8,67	

CLASIFICACION AASHTO		INDICE DE GRUPO (IG)
A-3	ARENA FINA	0
CLASIFICACION SUCS		
ARENA FINA		

LP	-
LL	-
IP	-

LL-30	-
-------	---

## Anexo 39

*Ensayo de gravedad especifica (Abscisa 4+000).*



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	5	PROFUNDIDAD:	1,00-1,50

### DATOS DEL ENSAYO

RECIPIENTE N°	2
TEMPERATURA °C	31,7
PESO RECIPIENTE	167,3
RECIPIENTE + W <sub>s</sub>	367,3
FRASCO + AGUA	wbw 662,8
FRASCO + AGUA + SUELO	wbws 788,7

### CALCULOS

w <sub>s</sub>	200
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub>	862,8
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>bw<sub>s</sub></sub>	74,1
factor correccion k	0,9951
$w_s \cdot k / (w_s + w_{bw} - w_{bw_s})$	2,68582996

## Anexo 40

Ensayo de distribución granulométrico (Abscisa 4+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR

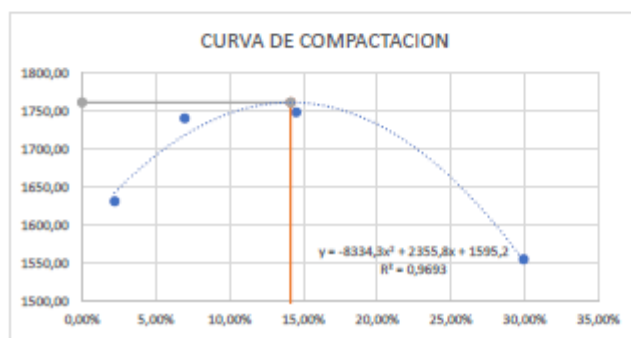
UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	5	PROFUNDIDAD:	1,00-1,50

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

MASA DE CILINDRO (P7)	3718,00
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	947,87
MASA DEL MARTILLO (kg)	4,54
ALTURA DE CAIDA DE MARTILLO (cm)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	MODIFICADO
# DE CAPAS	5,00
# DE GOLPES POR CAPA	25,00

### DATOS DEL ENSAYO

PUNTO #	1		2		3		4	
	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO
Material para ensayo								
RECIPIENTE #	NJ1		ZM		L		K	
RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)	70,14		58,38		73,86		89,35	
RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	69,00		55,52		66,69		72,71	
MASA DE AGUA (P3=P1-P2)	1,14		2,86		7,17		16,64	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17,42		14,40		17,25		17,09	
MASA DE MUESTRA SECA (P5=P2-P4)	51,58		41,12		49,44		55,62	
% DE HUMEDAD (W= P3X100/ P5)	2,21%		6,96%		14,50%		29,92%	
% DE HUMEDAD PROMEDIO	2,21%		6,96%		14,50%		29,92%	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		150		300		450	
MASA CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)	5299,00		5483,00		5616,00		5634,00	
SUELO HUMEDO ( P8= P6 - P7)	1581,00		1765,00		1898,00		1916,00	
DENSIDAD HUMEDA ( Dh=P8/v)	1667,95		1862,07		2002,38		2021,37	
DENSIDAD SECA ( Ds=Dh/((1+w)/100)	1631,88		1740,98		1748,77		1555,89	

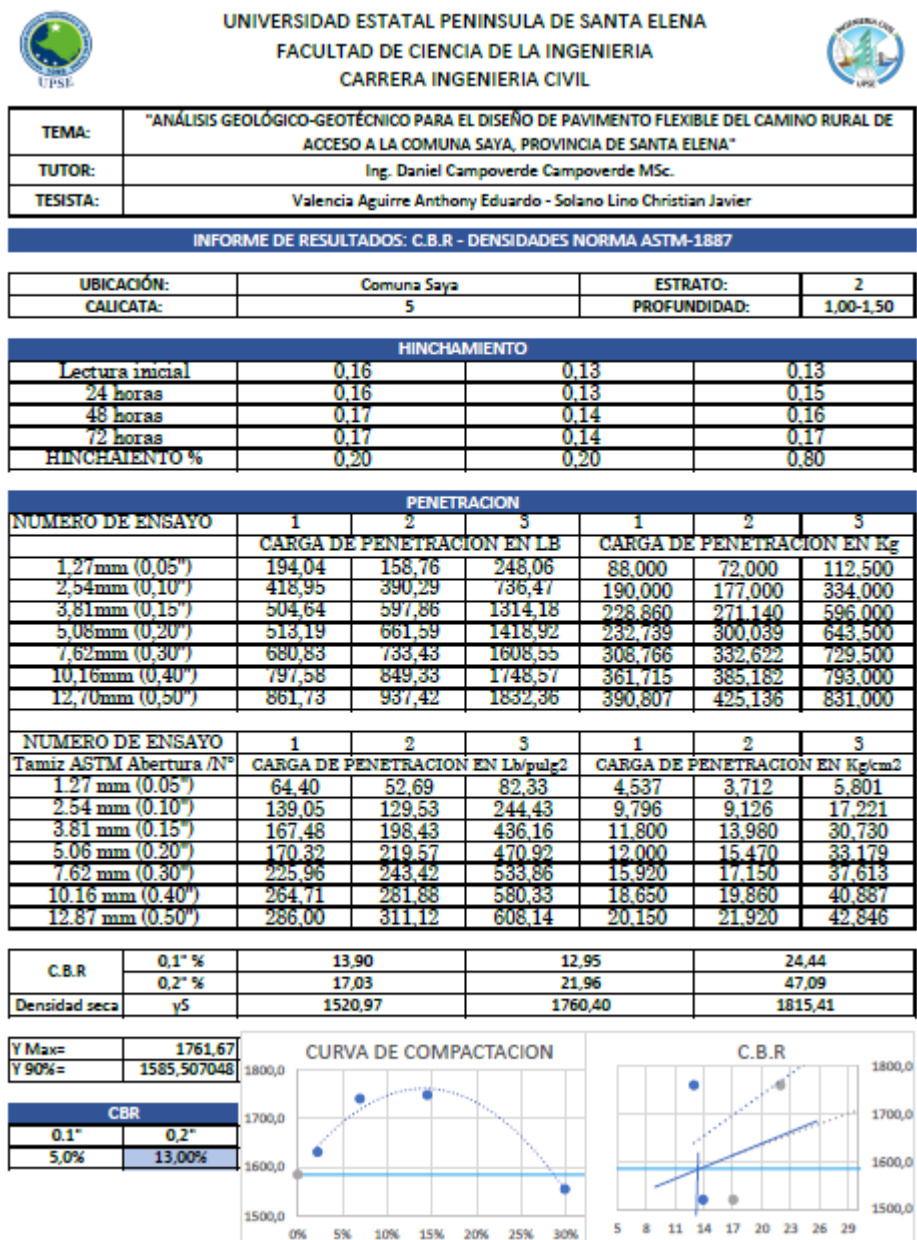


DATOS	
a	-8334,3
b	2355,8
c	1595,2

RESULTADOS	
DENSIDAD SECA MAXIMA	1761,67
% de Humedad optima	14,13%


## Anexo 41

### Ensayo de C.B.R - Densidades (Abscisa 4+000).





## Anexo 42

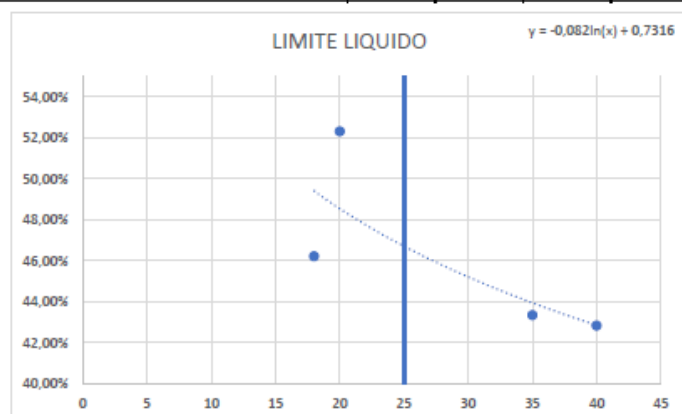
Ensayo de contenido de humedad (Abscisa 5+000).

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA INGENIERIA CIVIL		
<b>TEMA:</b>	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"		
<b>TUTOR:</b>	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.		
<b>TESISTA:</b>	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier		
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>UBICACIÓN:</b>	Comuna Saya	<b>ESTRATO:</b>	1
<b>CALICATA:</b>	6	<b>PROFUNDIDAD:</b>	0,05-1,50
<b>Recipiente N°</b>		V19	
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)		172,98	
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)		169,34	
Masa de Agua (P3=P1-P2)		3,64	
Masa del Recipiente (P4)		48,93	
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)		120,41	
<b>% de Humedad (W=P3X100/P5)</b>		<b>3,023</b>	

## Anexo 43

Ensayo de contenido de límites de Atterberg (Abscisa 4+000).

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA INGENIERIA CIVIL						
<b>TEMA:</b>	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"						
<b>TUTOR:</b>	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.						
<b>TESISTA:</b>	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier						
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG</b>							
<b>UBICACIÓN:</b>	Comuna Saya	<b>ESTRATO:</b>	1				
<b>CALICATA:</b>	6	<b>PROFUNDIDAD:</b>	0,05-1,50				
<b>DATOS</b>		<b>LIMITE LIQUIDO LL</b>		<b>LIMITE PLASTICO PL</b>			
<b>Recipiente N°</b>	<b>ML</b>	<b>JL</b>	<b>N</b>	<b>Y</b>	<b>U1</b>	<b>V2</b>	<b>6</b>
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	38,42	40,05	40,85	41,47	12,5	12,44	10,96
Recipiente + Muestra seca (P2)	31,75	32,19	33,64	34,02	12,01	11,98	10,69
Masa del Recipiente (P4)	17,32	17,17	17,01	16,63	9,19	9,3	9,14
Masa de Agua (P3=P1-P2)	6,67	7,86	7,21	7,45	0,49	0,46	0,27
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	14,43	15,02	16,63	17,39	2,82	2,68	1,55
<b>% de Humedad (W=P3X100/P5)</b>	<b>46,22%</b>	<b>52,33%</b>	<b>43,36%</b>	<b>42,84%</b>	<b>17,38</b>	<b>17,16</b>	<b>17,42</b>
<b>Numero de golpes</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>40</b>			



<b>LIMITE LIQUIDO (LL)</b>	46,77%
<b>LIMITE PLASTICO (LP)</b>	17,32%
<b>INDICE PLASTICO (IP) (LL-LP)</b>	29,45%



## Anexo 44

Ensayo de distribución granulométrica (Abscisa 5+000).



UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

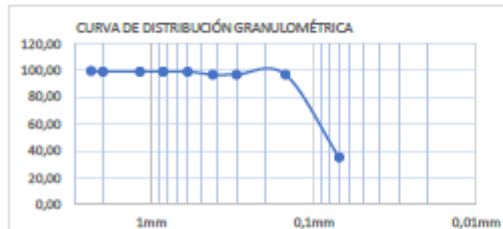
### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	6	PROFUNDIDAD:	0,05-1,50

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	SERIE
Recipiente N°	v19
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	172,98
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	169,34
Masa de Agua (P3-P1-P2)	3,64
Masa del Recipiente (P4)	48,93
Masa de muestra seca (P5-P2-P4)	120,41
% de Humedad (W=P3X100/P5)	3,023

SERIE GRUESA				
TAMIZ ASTM	APERTURA/N	MASA RETENIDA		% PASANTE
		PARCIAL	ACOMULA	
600mm	24"			
300mm	12"			
150mm	3 1/2"			
75mm	3"			
63mm	2 1/2"			
50mm	2"			
38,1mm	1 1/2"			
25mm	1"			100,00
19mm	3/4"			100,00
12,5mm	1/2"			100,00
9,5mm	3/8"			100,00
4,8mm	N°4	0,17	0,17	99,90
PASAN N°4		120,41	166,82	99,90

SERIE FINA				
TAMIZ ASTM	APERTURA/N	MASA RETENIDA		% PASANTE
		PARCIAL	ACOMULA	
2,36mm	N°8			99,90
2,00mm	N°10	0,89	1,06	99,3646
1,18mm	N°16			99,3646
0,85mm	N°20			99,3646
0,60mm	N°30			99,3646
0,42mm	N°40	3,78	4,84	97,0987
0,30mm	N°50			97,0987
0,15mm	N°100			97,0987
0,07mm	N°200	103,08	107,92	35,3075
PASAN N°200		58,9		35,3075
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO				124,05
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS				120,41
MASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES				166,82



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS			
PEDRON RODADO (>12)			0,00
CANTO RODADO (12"-3")			0,00
GRAVA	GRUESA (3"-3/4")		0,000
(3"-N°4)	FINA (3/4"-N°4)		0,102
ARENA	GRUESA (N°4-N°10)		0,534
N°4-	MEDIA (N°10-N°40)		2,266
N°200)	FINA (N°40-N°200)		61,791
	FINA (>N°200)		35,31

CLASIFICACION AASHTO		INDICE DE GRUPO (IG)
A-2-6	GRAVA Y ARENA LIMOSA O ARCILLOSA	4
CLASIFICACION SUCS		
ML	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD	

LP	47%
LL	17%
IP	29%

LL-30	-13%
-------	------

## Anexo 45

Ensayo de gravedad especifica (Abscisa 5+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	6	PROFUNDIDAD:	0,05-1,50

DATOS DEL ENSAYO	
RECIPIENTE N°	2
TEMPERATURA °C	31,7
PESO RECIPIENTE	167,3
RECIPIENTE + W <sub>s</sub>	367,3
FRASCO + AGUA	w <sub>bw</sub> 663
FRASCO + AGUA + SUELO	w <sub>bws</sub> 788,6

CALCULOS	
w <sub>s</sub>	200
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub>	863
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>bws</sub>	74,4
factor correccion k	0,9951
w <sub>s</sub> *k/(w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>bws</sub> )	2,675

## Anexo 46

Ensayo de compactación - Proctor (Abscisa 5+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR

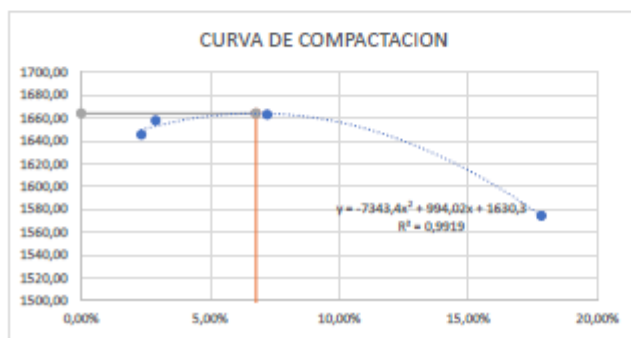
UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	6	PROFUNDIDAD:	0,05-1,50

### ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

MASA DE CILINDRO (P7)	3718,00
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	958,01
MASA DEL MARTILLO (kg)	4,54
ALTURA DE CAIDA DE MARTILLO (cm)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	MODIFICADO
# DE CAPAS	5,00
# DE GOLPES POR CAPA	25,00

### DATOS DEL ENSAYO

PUNTO #	1		2		3		4	
	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO
Material para ensayo	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO
RECIPIENTE #	KM		R		K		CB	
RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)	73,76		53,94		59,43		50,81	
RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	72,48		52,91		56,59		45,77	
MASA DE AGUA (P3=P1-P2)	1,28		1,03		2,84		5,04	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	17,55		17,23		17,17		17,49	
MASA DE MUESTRA SECA (P5=P2-P4)	54,93		35,68		39,42		28,28	
% DE HUMEDAD (W= P3X100/ P5)	2,33%		2,89%		7,20%		17,82%	
% DE HUMEDAD PROMEDIO	2,33%		2,89%		7,20%		17,82%	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		200		350	
MASA CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)	5331,00		5352,00		5426,00		5495,00	
SUELO HUMEDO ( P8= P6 - P7)	1613,00		1634,00		1708,00		1777,00	
DENSIDAD HUMEDA ( Dh=P8/v)	1683,70		1705,62		1782,86		1854,89	
DENSIDAD SECA (Ds=Dh/(1+w)/100)	1645,36		1657,76		1663,05		1574,32	



DATOS	
a	-7343x <sup>2</sup>
b	994,02x
c	1630,3

RESULTADOS	
DENSIDAD SECA MAXIMA	1663,94
% de Humedad optima	6,77%

## Anexo 47

### Ensayo de C.B.R - Densidades (Abscisa 5+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

#### INFORME DE RESULTADOS: C.B.R - DENSIDADES NORMA ASTM-1887

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	6	PROFUNDIDAD:	0,05-1,50

HINCHAMIENTO			
Lectura inicial	0,08	0,04	0,03
24 horas	0,09	0,05	0,05
48 horas	0,1	0,06	0,05
72 horas	0,1	0,07	0,06
HINCHAMIENTO %	0,40	0,60	0,60

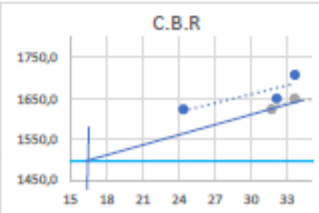
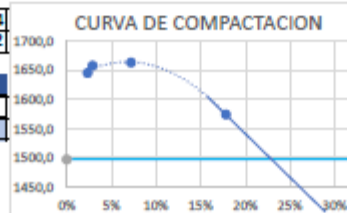
NUMERO DE ENSAYO	PENETRACION					
	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACION EN LB			CARGA DE PENETRACION EN Kg		
1,27mm (0,05")	674,84	929,30	948,54	306,051	421,451	430,178
2,54mm (0,10")	734,28	967,79	1013,29	333,008	438,909	459,543
3,81mm (0,15")	848,90	984,04	1196,58	384,988	446,276	542,669
5,08mm (0,20")	955,44	1012,99	1425,78	433,306	459,406	646,612
7,62mm (0,30")	1002,86	1110,63	1572,92	454,810	503,685	713,344
10,16mm (0,40")	1102,50	1162,80	1702,50	500,000	527,347	772,110
12,70mm (0,50")	1128,59	1237,64	1787,61	511,831	561,288	810,706

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	Tamiz ASTM Abertura /Nº	CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg2			CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm2	
1,27 mm (0,05")	223,97	308,43	314,81	15,780	21,730	22,180
2,54 mm (0,10")	243,70	321,20	336,30	17,170	22,630	23,694
3,81 mm (0,15")	281,74	326,59	397,13	19,850	23,010	27,980
5,06 mm (0,20")	317,10	336,20	473,20	22,341	23,687	33,339
7,62 mm (0,30")	332,84	368,61	522,04	23,450	25,970	36,780
10,16 mm (0,40")	365,91	385,92	565,04	25,780	27,190	39,810
12,87 mm (0,50")	374,57	410,76	593,29	26,390	28,940	41,800

C.B.R	0,1" %	24,37	32,12	33,63
	0,2" %	31,71	33,62	47,32
Densidad seca	γ <sub>s</sub>	1624,14	1650,84	1708,08

Y Max=	1663,94
Y 90%=	1497,544402

CBR	
0,1"	0,2"
5,0%	16,60%



## Anexo 48

Ensayo de contenido de humedad (Abscisa 6+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	7	PROFUNDIDAD:	0,15-0,60

Recipiente N°	12
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	167,9
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	166,27
Masa de Agua (P3=P1-P2)	1,63
Masa del Recipiente (P4)	49,13
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	117,14
% de Humedad (W=P3X100/P5)	1,391

## Anexo 49

Ensayo de contenido de límites de Atterberg (Abscisa 6+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL

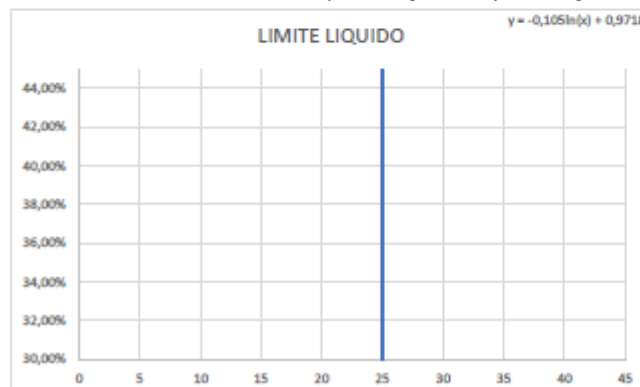


TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	7	PROFUNDIDAD:	0,15-0,60

DATOS	LIMITE LIQUIDO LL				LIMITE PLASTICO PL		
	Q	CI	JG	D	W	P8	X1
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	35,27	32,31	30,03	31,43	13,58	14,31	13,17
Recipiente + Muestra seca (P2)	27,86	26,15	25,05	26,18	12,56	13,05	12,19
Masa del Recipiente (P4)	17,05	17,01	16,88	16,83	9,17	9,07	9,22
Masa de Agua (P3=P1-P2)	7,41	6,16	4,98	5,25	1,02	1,26	0,98
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	10,81	9,14	8,17	9,35	3,39	3,98	2,97
% de Humedad (W=P3X100/P5)	68,55%	67,40%	60,95%	56,15%	30,09	31,66	33,00
Numero de golpes	13	22	33	42			



LIMITE LIQUIDO (LL)	63,38%
LIMITE PLASTICO (LP)	31,58%
INDICE PLASTICO (IP) (LL-LP)	31,80%

## Anexo 50

Ensayo de distribución granulométrica (Abscisa 6+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

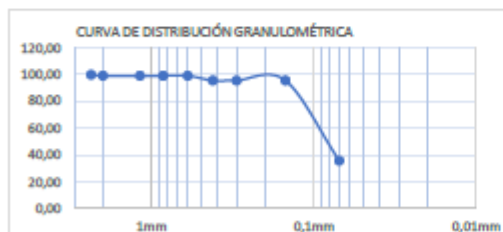
### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	1
CALICATA:	7	PROFUNDIDAD:	0,15-0,60

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD		SERIE
Recipiente N°		12
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)		167,9
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)		166,27
Masa de Agua (P3=P1-P2)		1,63
Masa del Recipiente (P4)		49,13
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)		117,14
% de Humedad (W=P3X100/P5)		1,391

SERIE GRUESA			
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	% PASANTE
600mm	24"		
300mm	12"		
150mm	3 1/2"		
75mm	3		
63mm	2 1/2"		
50mm	2"		
38,1mm	1 1/2"		
25mm	1"		100,00
19mm	3/4"		100,00
12,5mm	1/2"		100,00
9,5mm	3/8"		100,00
4,8mm	N°4	0,00	100,00
PASAN N°4		117,14	65,01

SERIE FINA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	% PASANTE	% PASANTE
2,36mm	N°8			100,00
2,00mm	N°10	0,50	0,50	99,2309
1,18mm	N°16			99,2309
0,85mm	N°20			99,2309
0,60mm	N°30			99,2309
0,42mm	N°40	2,3	2,8	95,693
0,30mm	N°50			95,693
0,15mm	N°100			95,693
0,07mm	N°200	38,91	41,71	35,8406
PASAN N°200		23,3		35,8406
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO				118,77
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS				117,14
ASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES				65,01



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS			
PEDRON RODADO (>12)			0,00
CANTO RODADO (12"-3")			0,00
GRAVA (3"-N°4)	GRUESA (3"-3/4")	0,000	0,00
	FINA (3/4"-N°4)	0,000	
ARENA (N°4-N°100)	GRUESA (N°4-N°10)	0,769	
	MEDIA (N°10-N°40)	3,538	64,16
	FINA (N°40-N°200)	59,852	
	FINA (>N°200)		35,84

CLASIFICACION AASHTO		INDICE DE GRUPO (IG)
A-7-6	SUELO ARCILLOSO	5
CLASIFICACION SUCS		
CH	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	

LP	63%
LL	32%
IP	32%

LL-30	2%
-------	----

## Anexo 51

Ensayo de contenido de humedad (Abscisa 6+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



<b>TEMA:</b>	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
<b>TUTOR:</b>	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
<b>TESISTA:</b>	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

<b>UBICACIÓN:</b>	Comuna Saya	<b>ESTRATO:</b>	2
<b>CALICATA:</b>	7	<b>PROFUNDIDAD:</b>	0,60-1,50

<b>Recipiente N°</b>	C69
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	177,62
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	176,19
Masa de Agua (P3=P1-P2)	1,43
Masa del Recipiente (P4)	48,95
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	127,24
% de Humedad (W=P3X100/P5)	1,124

## Anexo 52

Ensayo de contenido de límites de Atterberg (Abscisa 6+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL

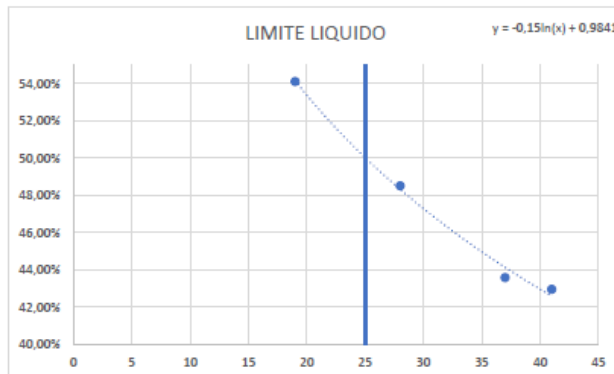


<b>TEMA:</b>	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
<b>TUTOR:</b>	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
<b>TESISTA:</b>	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE CONTENIDO DE LIMITES DE ATTERBERG

<b>UBICACIÓN:</b>	Comuna Saya	<b>ESTRATO:</b>	2
<b>CALICATA:</b>	7	<b>PROFUNDIDAD:</b>	0,60-1,50

DATOS	LILIMITE LIQUIDO LL				LIMITE PLASTICO PL		
	LM	JL	N	Y	U1	V2	6
Recipiente + Muestra húmeda (P1)	34,25	32,04	33,23	36,55	13,23	15,49	14,23
Recipiente + Muestra seca (P2)	28,28	27,09	28,98	30,72	13,06	14,03	13,56
Masa del Recipiente (P4)	17,25	16,89	19,23	17,15	9,22	9,15	9,26
Masa de Agua (P3=P1-P2)	5,97	4,95	4,25	5,83	0,17	1,46	0,67
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)	11,03	10,2	9,75	13,57	3,84	4,88	4,3
% de Humedad (W=P3X100/P5)	54,13%	48,53%	43,59%	42,96%	4,43	29,92	15,58
Numero de golpes	19	28	37	41			



## Anexo 53

### Ensayo de distribución granulométrica (Abscisa 6+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

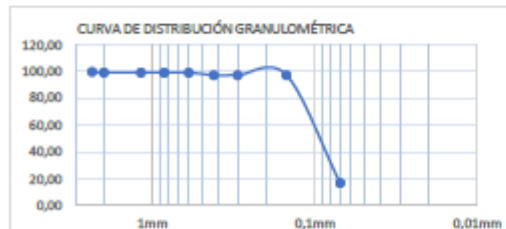
#### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	7	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	SERIE
Recipiente N°	C69
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)	177,62
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)	176,19
Masa de Agua (P3-P1-P2)	1,43
Masa del Recipiente (P4)	48,95
Masa de muestra seca (P5-P2-P4)	127,24
% de Humedad (W=P3X100/P5)	1,124

SERIE GRUESA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA		%	
	PARCIAL	ACOMULA	PASANTE	
600mm 24"				
300mm 12"				
150mm 3 1/2"				
75mm 3				
63mm 2 1/2"				
50mm 2"				
38,1mm 1 1/2"				
25mm 1"				100,00
19mm 3/4"				100,00
12,5mm 1/2"				100,00
9,5mm 3/8"				100,00
4,8mm N°4	0,19	0,19	99,86	
PASAN N°4	127,24	138,59	99,86	

SERIE FINA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA		%	
	PARCIAL	ACOMULA	PASANTE	PASANTE
2,36mm N°8				99,86
2,00mm N°10	0,69	0,88	99,365	99,365
1,18mm N°16				99,365
0,85mm N°20				99,365
0,60mm N°30				99,365
0,42mm N°40	2,66	3,54	97,4457	97,4457
0,30mm N°50				97,4457
0,15mm N°100				97,4457
0,07mm N°200	111,75	115,29	16,8122	16,8122
PASAN N°200	23,3			16,8122
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO				128,67
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS				127,24
MASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES				138,59



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS		
PEDRON RODADO (>12)		0,00
CANTO RODADO (12"-3")		0,00
GRAVA (3"-N°4)	GRUESA (3"-3/4")	0,000
	FINA (3/4"-N°4)	0,137
ARENA (N°4-N°200)	GRUESA (N°4-N°10)	0,498
	MEDIA (N°10-N°40)	1,919
	FINA (N°40-N°200)	80,634
	FINA (>N°200)	16,81

CLASIFICACION AASHTO		INDICE DE GRUPO (IG)
A-7-6	SUELO ARCILLOSO	0
CLASIFICACION SUCS		
CH	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	

LP	50%
LL	17%
IP	33%

LL-30	-13%
-------	------



## Anexo 54

### Ensayo de gravedad específica.



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

#### ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CAUCATA:	7	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

DATOS DEL ENSAYO	
RECIPIENTE N°	1
TEMPERATURA °C	31,8
PESO RECIPIENTE	157,7
RECIPIENTE + W <sub>s</sub>	357,7
FRASCO + AGUA	wbw 654,6
FRASCO + AGUA + SUELO	wbws 779,9

CALCULOS	
w <sub>s</sub>	200
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub>	854,6
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>wbs</sub>	74,7
factor correccion k	0,9951
w <sub>s</sub> *k/(w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>wbs</sub> )	2,664257028

## Anexo 55

Ensayo de distribución granulométrica (Abscisa 6+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

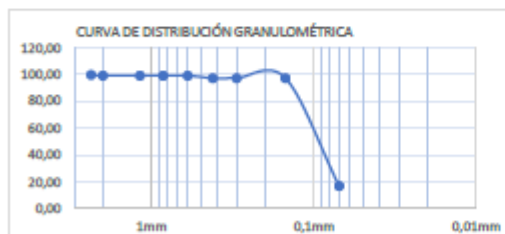
### DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE SUELOS NORMA ASTM D-422

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	7	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD		SERIE
Recipiente N°		C69
Masa de recipiente + Muestra húmeda (P1)		177,62
Masa de recipiente + Muestra seca (P2)		176,19
Masa de Agua (P3=P1-P2)		1,43
Masa del Recipiente (P4)		48,95
Masa de muestra seca (P5=P2-P4)		127,24
% de Humedad (W=P3X100/P5)		1,124

SERIE GRUESA				
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	% PASANTE	
600mm	24"			
300mm	12"			
150mm	3 1/2"			
75mm	3"			
63mm	2 1/2"			
50mm	2"			
38,1mm	1 1/2"			
25mm	1"			100,00
19mm	3/4"			100,00
12,5mm	1/2"			100,00
9,5mm	3/8"			100,00
4,8mm	N°4	0,19	0,19	99,86
PASAN N°4		127,24	138,59	99,86

SERIE FINA					
TAMIZ ASTM APERTURA/N	MASA RETENIDA PARCIAL	ACOMULA	% PASANTE	% PASANTE	
2,36mm	N°8				99,86
2,00mm	N°10	0,69	0,88	99,365	99,365
1,18mm	N°16				99,365
0,85mm	N°20				99,365
0,60mm	N°30				99,365
0,42mm	N°40	2,66	3,54	97,4457	97,4457
0,30mm	N°50				97,4457
0,15mm	N°100				97,4457
0,07mm	N°200	111,75	115,29	16,8122	16,8122
PASAN N°200		23,3			16,8122
MASA INICIAL DEL MATERIAL PARA EL LAVADO					128,67
MASA FINA CORREGIDA POR HUMEDAD DE LOS FINOS					127,24
MASA SECA TOTAL DEL MATERIAL UTILIZADO PARA GRUES					138,59



DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS			
PEDRON RODADO (>12)			0,00
CANTO RODADO (12"-3")			0,00
GRAVA (3"-N°4)	GRUESA (3"-3/4")	0,000	0,14
	FINA (3/4"-N°4)	0,137	
ARENA (N°4-N°200)	GRUESA (N°4-N°10)	0,498	
	MEDIA (N°10-N°40)	1,919	83,05
	FINA (N°40-N°200)	80,634	
FINA (>N°200)			16,81

CLASIFICACION AASHTO		INDICE DE GRUPO (IG)
A-7-6	SUELO ARCILLOSO	0
CLASIFICACION SUCS		
CH	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	

LP	50%
LL	17%
IP	33%

LL-30	-13%
-------	------

## Anexo 56

Ensayo de gravedad especifica (6+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

### ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	7	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

### DATOS DEL ENSAYO

RECIPIENTE N°	1
TEMPERATURA °C	31,8
PESO RECIPIENTE	157,7
RECIPIENTE + W <sub>s</sub>	357,7
FRASCO + AGUA	wbw 654,6
FRASCO + AGUA + SUELO	wbws 779,9

### CALCULOS

w <sub>s</sub>	200
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub>	854,6
w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>bw<sub>s</sub></sub>	74,7
factor correccion k	0,9951
w <sub>s</sub> *k/(w <sub>s</sub> +w <sub>bw</sub> -w <sub>bw<sub>s</sub></sub> )	2,664257028

## Anexo 57

### Ensayo de compactación - Proctor (Abscisa 6+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



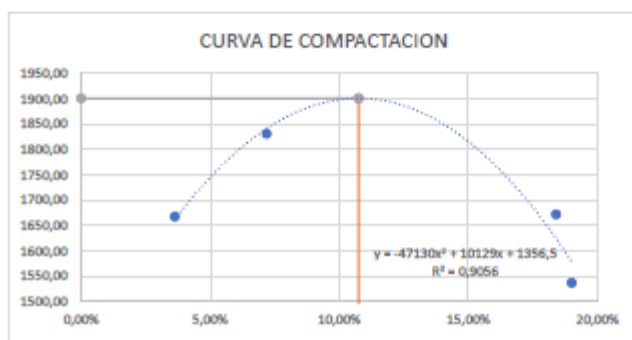
TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

#### ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	7	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO	
MASA DE CILINDRO (P7)	3718,00
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	947,87
MASA DEL MARTILLO (kg)	4,54
ALTURA DE CAÍDA DE MARTILLO (cm)	45,72
TIPO DEL ENSAYO	MODIFICADO
# DE CAPAS	5,00
# DE GOLPES POR CAPA	25,00

DATOS DEL ENSAYO								
PUNTO #	1		2		3		4	
Material para ensayo	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	GRUESO
RECIPIENTE #	CI		N		T		B	
RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA (P1)	61,37		57,83		67,49		67,49	
RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	59,81		55,10		59,45		59,45	
MASA DE AGUA (P3=P1-P2)	1,56		2,73		8,04		8,04	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	16,79		17,08		15,73		17,13	
MASA DE MUESTRA SECA (P5=P2-P4)	43,02		38,02		43,72		42,32	
% DE HUMEDAD (W= P3x100/ P5)	3,63%		7,18%		18,39%		19,00%	
% DE HUMEDAD PROMEDIO	3,63%		7,18%		18,39%		19,00%	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		150		200		350	
MASA CILINDRO + SUELO HUMEDO (P6)	5356,00		5578,00		5594,00		5452,00	
SUELO HUMEDO ( P8= P6 - P7)	1638,00		1860,00		1876,00		1734,00	
DENSIDAD HUMEDA ( Dh=P8/v)	1728,09		1962,29		1979,17		1829,36	
DENSIDAD SECA (Ds=Dh/((1+w)/100))	1667,61		1830,83		1671,74		1537,31	



DATOS	
a	-47130x²
b	10129x
c	1356,5

RESULTADOS	
DENSIDAD SECA MAXIMA	1900,72
% de Humedad optima	10,75%

## Anexo 58

### Ensayo de C.B.R - Densidades (Abscisa 6+000).



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA  
CARRERA INGENIERIA CIVIL



TEMA:	"ANÁLISIS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO RURAL DE ACCESO A LA COMUNA SAYA, PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	Ing. Daniel Campoverde Campoverde MSc.
TESISTA:	Valencia Aguirre Anthony Eduardo - Solano Lino Christian Javier

#### INFORME DE RESULTADOS: C.B.R - DENSIDADES NORMA ASTM-1887

UBICACIÓN:	Comuna Saya	ESTRATO:	2
CALICATA:	7	PROFUNDIDAD:	0,60-1,50

HINCHAMIENTO			
Lectura inicial	0,05	0,03	0,06
24 horas	0,07	0,04	0,07
48 horas	0,09	0,05	0,07
72 horas	0,1	0,06	0,07
HINCHAMIENTO %	1,00	0,60	0,20

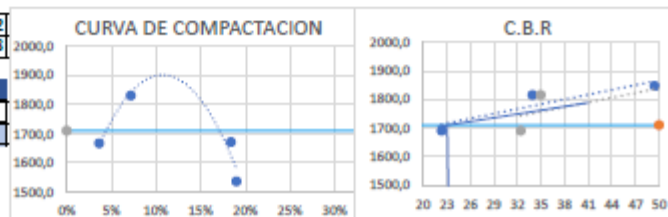
PENETRACION						
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACION EN LB			CARGA DE PENETRACION EN Kg		
1,27mm (0,05")	635,93	916,47	1367,65	288,402	415,632	620,248
2,54mm (0,10")	673,12	1021,13	1489,05	305,269	463,095	675,308
3,81mm (0,15")	827,94	1032,79	1530,58	375,485	468,386	694,143
5,08mm (0,20")	976,53	1052,46	1590,29	442,872	477,307	721,221
7,62mm (0,30")	1076,41	1145,27	1658,88	488,169	519,395	752,327
10,16mm (0,40")	1203,85	1246,62	1705,07	545,966	565,361	773,274
12,70mm (0,50")	1311,62	1363,80	1759,81	594,841	618,503	798,099

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACION EN Lb/pulg <sup>2</sup>			CARGA DE PENETRACION EN Kg/cm <sup>2</sup>		
1,27 mm (0,05")	211,06	304,17	453,91	14,870	21,430	31,980
2,54 mm (0,10")	223,40	338,90	494,20	15,740	23,877	34,819
3,81 mm (0,15")	274,79	342,77	507,99	19,360	24,150	35,790
5,08 mm (0,20")	324,10	349,30	527,80	22,834	24,610	37,186
7,62 mm (0,30")	357,25	380,10	550,57	25,170	26,780	38,790
10,16 mm (0,40")	399,55	413,74	565,90	28,150	29,150	39,870
12,87 mm (0,50")	435,32	452,63	584,06	30,670	31,890	41,150

C.B.R	0,1" %	22,34	33,89	49,42
	0,2" %	32,41	34,93	52,78
Densidad seca	$\gamma_5$	1691,71	1816,42	1847,37

Y Max=	1900,72
Y 90%=	1710,649368

CBR	
0,1"	0,2"
5,0%	22,10%



**ANEXOS II**

**REGISTRO FOTOGRÁFICO  
DE EXTRACCIÓN DE  
CALICATAS**

## Anexo 59

*Excavación de la calicata 1 abscisa 0+000*



## Anexo 60

*Excavación de la calicata 2 abscisa 1+000*



## Anexo 61

*Excavación de la calicata 3 abscisa 2+000*



## Anexo 62

*Excavación de la calicata 4 abscisa 3+000*





**Anexo 63**

*Excavación de la calicata 5 abscisa 4+000*



**Anexo 64**

*Excavación de la calicata 6 abscisa 5+000.*

