



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

Facultad de Hábitat, Infraestructura y Creatividad

Trabajo de Titulación como requisito previo para la obtención del título de
Magíster en Geotecnia Aplicada

Título: “Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”.

Autora: Ing. Lilibeth Johana Bravo Fajardo

Director-Tutor: Ing. Jorge David Albuja Sánchez, PhD

Quito, 20 agosto, 2025



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Título

“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Aprobación del Director del Trabajo de Titulación



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Hoja de evidencia antiplagio



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis amados padres, quienes son mi apoyo fundamental en cada uno de mis proyectos de vida, motivándome a no rendirme y trabajar constantemente en ellos.

A mi querida hermana Wendy, quien siempre me brinda su amor y soporte incondicional, por su paciencia y palabras de fortaleza.

Lilibeth Johana Bravo Fajardo



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Agradecimientos

Agradezco a mis padres, por su amor y brindarme soporte en mi día a día.

A mi hermana, por apoyarme en cada una de mis decisiones y por su motivación a superarme.

Al Doctor Jorge Albuja por guiarme en la elaboración del presente trabajo de titulación y a todos quienes me brindaron un poquito de su conocimiento. Gracias.

Lilibeth Johana Bravo Fajardo



Índice General

Título.....	ii
Aprobación del Director del Trabajo de Titulación	iii
Hoja de evidencia antiplagio.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos	vi
Índice General.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tablas	x
Índice de Anexos.....	xvi
Resumen.....	xvii
Abstract.....	xviii
1. Introducción	1
2. Revisión de la literatura	3
2.1. Estado del Arte	3
2.2. Marco Teórico Conceptual	4
2.2.1. Talud	4
2.2.2. Movimientos de Ladera	5
2.2.3. Estudio Geotécnico	7
2.2.4. Mecánica de Suelos.....	9
2.2.5. Método de Equilibrio Limite y Factor de Seguridad	12
2.2.5.1. Métodos para el Cálculo de la Estabilidad de Taludes: Métodos de Equilibrio Límite	13



2.2.6.	Técnicas de Mitigación	19
3.	Metodología	21
3.1.	Metodología No Experimental	21
3.2.	Metodología Experimental	22
3.2.1.	Mecánica de Suelos.....	22
3.2.2.	Ensayo de Sísmica de Refracción	28
3.2.3.	Armado Geológico – Geotécnico en el Software	31
4.	Resultados	34
4.1.	Ubicación Administrativa del Área de Estudio	34
4.2.	Descripción Biofísica de Área de Estudio.....	35
4.2.1.	Información Climática	35
4.2.2.	Recursos Hídricos	35
4.2.3.	Uso y Cobertura del Suelo	36
4.2.4.	Topografía	36
4.2.5.	Geomorfología	39
4.2.6.	Pendientes	40
4.2.7.	Geología Regional	41
4.2.8.	Geología Local.....	42
4.2.9.	Datos Geotécnicos	45
4.2.10.	Análisis Geotécnicos	55
5.	Análisis de Resultados	80
6.	Conclusiones y Recomendaciones.....	81
6.1.	Conclusiones	81
6.2.	Recomendaciones.....	82



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

7. Referencias.....	83
8. Anexos	86



Índice de Figuras

Figura 1. Talud	4
Figura 2. Partes generales de un talud o ladera.....	4
Figura 3. a)Deslizamiento rotacional y b)Deslizamiento traslacional.	5
Figura 4. Colada de bloques rocosos.....	5
Figura 5. Desprendimiento de material rocoso	6
Figura 6. Avalancha rocosa en Málaga	6
Figura 7. Desplazamientos laterales por licuefacción.....	7
Figura 8. Ondas volumétricas.	8
Figura 9. Dispositivo utilizado en la prospección geo eléctrica.	9
Figura 10. Talud infinito con infiltración.....	13
Figura 11. División de la masa inestable en dovelas o rebanadas.	14
Figura 12. Fuerzas que se ven involucradas en cada dovela.	14
Figura 13. Fuerzas e interacciones de fuerzas a las que se expone una dovela según el Método de Bishop.	15
Figura 14. Método de Janbú.	16
Figura 15. Pasos secuenciales a seguir para utilizar los ábacos de Hoek and Bray.....	18
Figura 16. Condiciones del nivel freático	19
Figura 17. Medidas de drenaje y protección en taludes	20
Figura 18. Pantalla múltiple de micropilotes	20
Figura 19. Muro de gaviones a pie de talud	21
Figura 20. Perforaciones realizadas en la zona de estudio: a) SPT P1; b) SPT P2; c) SPT P3	22
Figura 21. Secado de muestras en el horno para ensayo contenido de humedad	24
Figura 22. a) Lavado de muestras; b) Tamizado de muestras	25



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 23. <i>a) Muestras de ensayo de límite líquido y límite plástico; b) Muestra de suelo en Copa de Casa Grande.....</i>	<i>26</i>
Figura 24. <i>Toma de muestra para ensayo triaxial</i>	<i>27</i>
Figura 25. <i>Ubicación del ensayo de sísmica de refracción</i>	<i>29</i>
Figura 26. <i>a) Línea sísmica-01; b) Línea sísmica-02; c) Línea sísmica-03</i>	<i>30</i>
Figura 27. <i>Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z</i>	<i>32</i>
Figura 28. <i>Ubicación de la zona de estudio.....</i>	<i>35</i>
Figura 29. <i>Topografía del tramo Nro. 1</i>	<i>37</i>
Figura 30. <i>Topografía del tramo Nro. 2</i>	<i>38</i>
Figura 31. <i>Perfil topográfico A-A'</i>	<i>38</i>
Figura 32. <i>Perfil topográfico B-B'</i>	<i>39</i>
Figura 33. <i>Mapa de geomorfología del cantón Lago Agrio</i>	<i>40</i>
Figura 34. <i>Mapa de Pendientes de la zona de estudio.....</i>	<i>41</i>
Figura 35. <i>Geología regional del área de estudio</i>	<i>42</i>
Figura 36. <i>Geología local del área de estudio.....</i>	<i>43</i>
Figura 37. <i>Corte geológico A – A'</i>	<i>44</i>
Figura 38. <i>Corte geológico B – B'</i>	<i>44</i>
Figura 39. <i>Estratigrafía – Tomografía del suelo LSism-01</i>	<i>51</i>
Figura 40. <i>Perfil de cizalla en el centro de la línea sísmica LSism-01</i>	<i>52</i>
Figura 41. <i>Estratigrafía – Tomografía del suelo LSism-02</i>	<i>52</i>
Figura 42. <i>Perfil de cizalla en el centro de la línea sísmica LSism-02.....</i>	<i>53</i>
Figura 43. <i>Estratigrafía – Tomografía del suelo LSism-03</i>	<i>54</i>
Figura 44. <i>Perfil de cizalla en el centro de la línea sísmica LSism-03.....</i>	<i>55</i>
Figura 45. <i>Área cooperante de la cimentación</i>	<i>55</i>



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 46. <i>a) Zapata sobre una pendiente; b) Zapata adyacente a una pendiente.</i>	58
Figura 47. <i>Factor de capacidad de apoyo N_{yq} de Meyerhof para un suelo granular ($c=0$)</i> ...	59
Figura 48. <i>Factor de capacidad de carga N_{cq} de Meyerhof para un suelo puramente cohesivo</i>	59
Figura 49. <i>Factor de capacidad de carga N_{cq} y N_{yq} para caso de zapata en el talud</i>	61
Figura 50. <i>Factor de seguridad estabilidad global del talud (Perfil Nro. 1)</i>	66
Figura 51. <i>Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 1</i>	67
Figura 52. <i>Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 2</i>	67
Figura 53. <i>Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 1</i>	68
Figura 54. <i>Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 2</i>	68
Figura 55. <i>Factor de seguridad estabilidad global del talud (Perfil Nro. 2)</i>	69
Figura 56. <i>Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 1</i>	70
Figura 57. <i>Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 2</i>	70
Figura 58. <i>Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 1</i>	71
Figura 59. <i>Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 2</i>	71
Figura 60. <i>Factor de seguridad estabilidad global del talud (Perfil Nro. 3)</i>	72
Figura 61. <i>Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 1</i>	73
Figura 62. <i>Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 2</i>	73
Figura 63. <i>Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 1</i>	74
Figura 64. <i>Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 2</i>	74
Figura 65. <i>Factor de seguridad considerando el pilote como medida de estabilización para el perfil Nro. 1</i>	75
Figura 66. <i>Factor de seguridad considerando el pilote como medida de estabilización para el perfil Nro. 2</i>	76



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 67. <i>Factor de seguridad considerando el pilote como medida de estabilización para el perfil Nro. 3</i>	76
---	----



Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Sistema de clasificación de suelos de la AASHTO</i>	11
Tabla 2. <i>Símbolos de identificación (SUCS)</i>	12
Tabla 3. <i>Coordenadas de ubicación de las perforaciones realizadas</i>	22
Tabla 4. <i>Coordenada de ubicación de la calicata</i>	26
Tabla 5. <i>Coordenadas de ubicación de las líneas sísmicas de refracción</i>	28
Tabla 6. <i>Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada</i>	31
Tabla 7. <i>Valor de Z de la parroquia Nueva Loja</i>	32
Tabla 8. <i>Perfil del suelo para el diseño sismo resistente</i>	33
Tabla 9. <i>Factores de sitio</i>	33
Tabla 10. <i>Ubicación de la zona de estudio</i>	34
Tabla 11. <i>Rango de pendientes en la zona de estudio</i>	40
Tabla 12. <i>Resultados de ensayo Triaxial UU</i>	45
Tabla 13. <i>Valores empíricos resistencia al corte LS1</i>	45
Tabla 14. <i>Valores empíricos resistencia al corte LS2</i>	46
Tabla 15. <i>Valores empíricos resistencia al corte LS3</i>	46
Tabla 16. <i>Ubicación de perforaciones realizadas (SPT)</i>	46
Tabla 17. <i>Parámetros físicos y mecánicos de los materiales para el pozo Nro. 1</i>	48
Tabla 18. <i>Parámetros físicos y mecánicos de los materiales para el pozo Nro. 2</i>	49
Tabla 19. <i>Parámetros físicos y mecánicos de los materiales para el pozo Nro. 3</i>	50
Tabla 20. <i>Análisis sísmica de refracción LSism-01</i>	51
Tabla 21. <i>Análisis sísmica de refracción LSism-02</i>	53
Tabla 22. <i>Análisis sísmica de refracción LSism-03</i>	54
Tabla 23. <i>Análisis de Carga Muerta</i>	56



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Tabla 24.	<i>Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 1</i>	<i>57</i>
Tabla 25.	<i>Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 2</i>	<i>57</i>
Tabla 26.	<i>Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 3</i>	<i>57</i>
Tabla 27.	<i>Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 1 (zapata sobre pendiente).....</i>	<i>60</i>
Tabla 28.	<i>Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 2 (zapata sobre pendiente).....</i>	<i>60</i>
Tabla 29.	<i>Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 3 (zapata sobre pendiente).....</i>	<i>61</i>
Tabla 30.	<i>Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 1 (zapata junto a la pendiente)</i>	<i>62</i>
Tabla 31.	<i>Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 2 (zapata junto a la pendiente)</i>	<i>62</i>
Tabla 32.	<i>Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 3 (zapata junto a la pendiente)</i>	<i>63</i>
Tabla 33.	<i>Asentamientos previsibles para el Pozo Nro. 1</i>	<i>64</i>
Tabla 34.	<i>Asentamientos previsibles para el Pozo Nro. 2</i>	<i>64</i>
Tabla 35.	<i>Asentamientos previsibles para el Pozo Nro. 3</i>	<i>64</i>
Tabla 36.	<i>Análisis de la capacidad de carga del suelo en función de los parámetros de resistencia al corte para los pilotes propuestos</i>	<i>79</i>



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Índice de Anexos

8.1.	Resultados de Ensayo de Refracción Sísmica.....	86
8.2.	Resultados de las Muestras de Suelo obtenidas del Ensayo SPT.....	101
8.3.	Resultado Ensayo Triaxial UU	120



Resumen

El presente trabajo de titulación nombrado “Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”, se encamina en la caracterización geológica - geotécnica del sitio de investigación con el propósito de establecer las propiedades físico – mecánicas del tipo de material existente. El talud tiene una extensión de 400 m y una altura de 12 m.

En primer lugar, se realizó la identificación de las zonas más relevantes de análisis a partir de la información topográfica obtenida del GAD Provincial de Sucumbíos y observación en campo, posteriormente se procedió a la realización de ensayos directos e indirectos en el talud, como, el ensayo SPT para determinar la estratigrafía y presencia de nivel freático; una calicata donde se recolectó una muestra inalterada para realizar el ensayo Triaxial UU y determinar las propiedades de corte del suelo; y se elaboraron tres líneas sísmicas de refracción para corroborar la geología existente a mayor profundidad y establecer las propiedades físicas de los geomateriales.

Una vez conocidas las características del talud, se procedió a su análisis y diseño, para lo que se utilizó el programa GeoStudio versión 2012, donde se utilizó las cargas que afectan al talud como la de la vía, los plintos que servirán como bases para el malecón y carga sísmica obteniéndose factores de seguridad muy cercanos al Estado Crítico, por lo que se propone la colocación de pilotes como medida de estabilización, demostrándose que aumenta el factor de seguridad y por ende evitará el colapso del talud.

Palabras clave: caracterización geológica – geotécnica, geomateriales, factor de seguridad, talud, estabilidad.



Abstract

The present research work, named “Geological–Geotechnical Characterization and Slope Stabilization Proposal for the Construction of the Tourist Corridor (Area 1), in Nueva Loja Parish, Lago Agrio Canton, Sucumbíos Province” is oriented at the geological–geotechnical characterization of the slope with the purpose of determining the physical and mechanical properties of the in-situ materials. The slope extends 400m in length and 12m in height.

The investigation began with the identification of key areas for analysis based on topographic data provided by the Provincial GAD of Sucumbíos. Direct and indirect field tests were subsequently conducted, including the Standard Penetration Test (SPT) to assess stratigraphy and water table conditions, the excavation of a test pit to obtain undisturbed samples for Unconsolidated–Undrained (UU) Triaxial Testing of the soil shear strength parameters, and three seismic refraction survey lines to validate subsurface geology at greater depth and determine the physical properties of the geomaterials.

Based on the characterization results, slope stability analyses and design were performed using GeoStudio software (version 2012). The applied loads considered traffic loads from the roadway, the retaining bases for the seawall, and seismic forces. The computed safety factors were found to be close to the critical threshold. Consequently, pile installation was proposed as a stabilization measure, which demonstrated an improvement in the safety factor and would thus mitigate the risk of slope failure.

Keywords: geological and geotechnical characterization, geomaterials, safety factor, slope, stability.



1. Introducción

El tema planteado en el presente Trabajo de Titulación se relaciona con la Línea de Investigación de la PUCE “Diseño, infraestructura y sistemas sociales y ambientales para un hábitat sostenible”, con respecto a las líneas de investigación del programa se vincula con “Geotecnia Vial” y la Sub-línea de investigación corresponde a “Estabilidad de Taludes”, debido a que el tema de investigación está encaminado a evaluar y caracterizar un talud donde se construirá una infraestructura de relevancia para la parroquia Nueva Loja.

El desarrollo urbano es fundamental para el crecimiento de la localidad, siendo considerado como un aspecto primordial para el desarrollo económico y social de los habitantes, quienes conforman la parroquia Nueva Loja, provincia de Sucumbíos.

En el presente proyecto se va a construir el Corredor Turístico a las orillas del río Aguarico, por lo que se vuelve fundamental estudiar las características y propiedades físico mecánicas de los materiales que componen el talud donde se va a cimentar dicha obra y con ello asegurar la calidad y duración del proyecto, evitando que a futuro se presenten daños graves, como asentamientos o colapsos, asimismo proponer medidas de estabilización que eviten el deslizamiento de los materiales.

Por otro lado, las preguntas de investigación a desarrollarse en el presente trabajo de titulación se mencionan a continuación:

- ¿Cuáles son las características geológicas y geotécnicas que componen el talud donde se construirá el Corredor Turístico de la parroquia Nueva Loja (área 1)?
- ¿Cuáles son los factores desencadenantes que pueden generar que el material se deslice en el lugar de estudio?
- ¿Cuáles son las medidas de estabilización más adecuadas para evitar el colapso del material en la zona de estudio?

Con respecto a la justificación del tema en el ámbito técnico, para la elaboración del presente proyecto se realizó la descripción de la litología presente en el talud, asimismo la caracterización geotécnica mediante métodos directos e indirectos y los respectivos ensayos de laboratorio. Posteriormente, se determinó la condición actual y crítica, su factor de seguridad para con ello establecer propuestas de estabilización. Asimismo, en el ámbito



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

social, con el desarrollo de este tipo de obras se busca fomentar el progreso sostenible en todos sus ejes mediante la coordinación institucional en procesos de planificación territorial. De igual forma, los resultados y conclusiones obtenidas de la presente investigación serán útiles como guía para futuros trabajos a realizar en la zona.

El estudio se centrará en el talud donde se construirá el Corredor Turístico, con una longitud de 400 metros, a las orillas del río Aguarico, en la parroquia Nueva Loja, provincia de Sucumbíos. Finalmente, con la presente investigación se abordará su aplicabilidad ampliamente en el campo práctico/profesional, debido a que la estabilidad de taludes es una problemática bastante importante a considerar previo a la cimentación de una obra, por ende, con este tipo de investigación se permite ahondar en cuales son las condiciones que generan dichas inestabilidades y cuáles serían las opciones más prácticas para su remediación.

Por último, para la elaboración del presente trabajo de titulación se ha propuesto los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Realizar la caracterización geológica – geotécnica donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades geotécnicas de los geo-materiales que permitan definir sus características físico – mecánicas.
- Establecer los factores de seguridad que permitan evaluar la estabilidad del talud.
- Proponer una medida de estabilización adecuada para el talud en estudio.



2. Revisión de la literatura

2.1. Estado del Arte

La geotecnia es aquella rama de la ingeniería que se encarga de estudiar la interacción del terreno con las construcciones, por ende, tiene estrecha relación con otras ramas como la geología y la minería. La ingeniería geotécnica tuvo su comienzo en el siglo XVIII con las nociones básicas que rigen el comportamiento del suelo para la construcción de obras como canales y ferrocarriles. Posteriormente, la ingeniería geotecnia moderna fue desarrollada en la segunda mitad del siglo XX, por Karl Terzaghi quien habló sobre la mecánica de suelos en 1925. Luego en Gran Bretaña, a finales de 1930s se empezó con la investigación de la Presa Chingford y en Londres en 1950s en la construcción de grandes edificaciones, en ambos casos participó Skempton. (Osorio, 2020)

Asimismo, se evidencio que no era suficiente el diseño cuidadoso de las estructuras para garantizar su seguridad, sino que también de los materiales donde se iba a edificar, por ende, la mecánica de rocas se reconoció como eje fundamental de la Ingeniería en 1960, en el primer Congreso de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas en Lisboa. Posteriormente, en octubre de 1963, se dio un deslizamiento en la presa de Vajont (Italia), por lo que Terzaghi vio la importancia de realizar una buena caracterización de los macizos rocosos y es así como en 1989, Bienawski propone el RMR (Oros Méndez, 2020). Esto lleva a revisar el desarrollo histórico que ha tenido la práctica de la Geotecnia hasta convertirse hoy en día en una disciplina fundamental para la edificación de cualquier tipo de construcción civil. (Osorio, 2020)

Además, dentro del estudio geotécnico, la estabilidad de taludes es fundamental, debido a que los deslizamientos, son uno de los principales procesos geológicos que afectan a las obras civiles y generan pérdidas humanas, debido a esto con la finalidad de tomar medidas de prevención o control, el análisis de estabilidad de taludes se realiza desde un enfoque probabilístico desde los años 70, utilizando el método de equilibrio límite y el método de elementos finitos. (Oros Méndez, 2020)

Actualmente, la estabilidad de taludes es un tema esencial en el desarrollo vial y crecimiento urbano, de modo que la pregunta principal que se desea responder aquí es: ¿Cuáles son las características geológicas-geotecnicas y condiciones actuales del talud de la zona de estudio? Con la finalidad de dar respuesta a la cuestión planteada, desde el punto de vista geológico – geotécnico se va a trabajar en los siguientes temas: i-los movimientos de ladera; ii-estudio



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”
geotécnico (métodos directos e indirectos); iii-mecánica de suelos; iv-método de equilibrio límite y factor de seguridad.

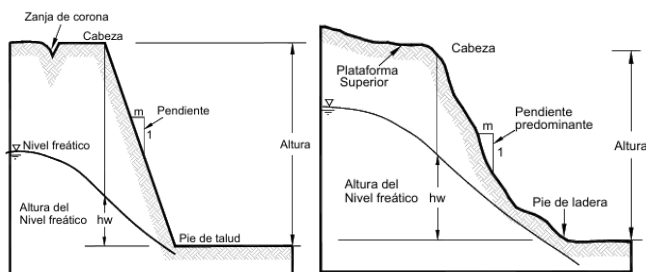
2.2. Marco Teórico Conceptual

2.2.1. Talud

Un talud o ladera se refiere a una masa de tierra que presenta una pendiente o cambios relevantes de altura. Cuando la conformación fue natural se define como “ladera” y cuando tuvo un origen antrópico se llama “talud”. Los taludes se agrupan en tres categorías: terraplenes, cortes de laderas naturales y muros de contención. (Díaz, 2009)

Figura 1

Talud

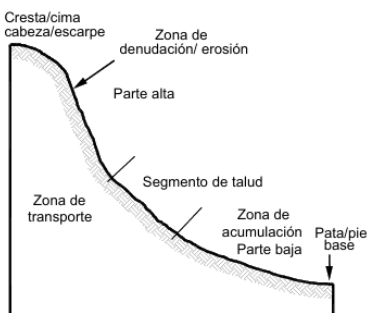


Nota.(a) Talud artificial, (b) Ladera natural. Tomado de (Díaz, 2009)

Las laderas y taludes pueden fallar por cambios sísmicos, topográficos, flujos de agua, meteorización de los materiales, entre otros, que modifiquen su estado natural de estabilidad. Por otro lado, un talud está constituido por una parte alta siendo la cabeza, lugar donde se dan procesos erosivos del material; una parte intermedia semi recta y el pie o base que es la parte baja, donde se dan procesos de depositación. (Díaz, 2009)

Figura 2

Partes generales de un talud o ladera



Nota. Tomado de (Díaz, 2009)



2.2.2. *Movimientos de Ladera*

González de Vallejo et al. (2002) menciona que los movimientos de ladera son reajustes del terreno cuando suceden cambios en sus condiciones y con ello conseguir el equilibrio nuevamente.

2.2.2.1. Tipos de Movimiento.

- **Deslizamientos.**

Se refiere a movimientos de masas de roca o suelo a lo largo de una superficie de rotura. Las velocidades y volúmenes son variables. Pueden ser deslizamientos rotacionales y traslacionales. Por un lado, los deslizamientos rotacionales, la rotura es en forma de cuchara y es más frecuente en suelos cohesivos, mientras que, los deslizamientos traslacionales el movimiento de material se da sobre una superficie plana u ondulada. (Díaz, 2009)

Figura 3

a) Deslizamiento rotacional y b) Deslizamiento traslacional



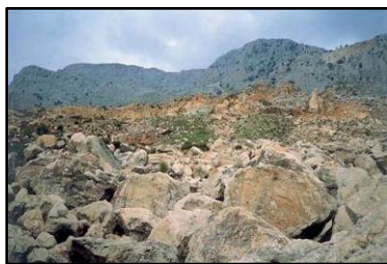
Nota. Obtenido de (González de Vallejo et al., 2002)

- **Flujos.**

Los flujos se refieren a deslizamientos de masa de suelo, derrubios o bloques rocosos donde el material al estar disgregado por la abundante presencia de agua se comporta como un fluido, sin que exista una superficie de rotura definida. Principalmente se manifiesta en tipos de suelos arcillosos. (González de Vallejo et al., 2002)

Figura 4

Colada de bloques rocosos



Nota. Obtenido de (González de Vallejo et al., 2002)



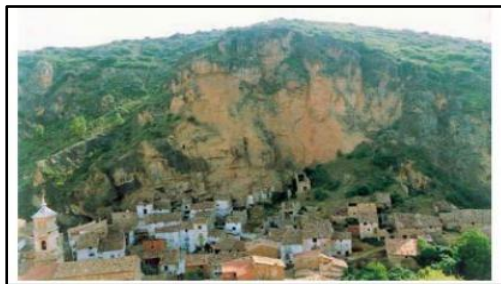
“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- **Desprendimientos.**

Son caídas de bloques muy rápidas por planos de discontinuidad previamente existentes. Este tipo de movimiento es frecuente en laderas de zonas montañosas, frecuentemente en forma de cuña y bloques formados por varias familias de discontinuidades. (González de Vallejo et al., 2002)

Figura 5

Desprendimiento de material rocoso



Nota. Obtenido de (González de Vallejo et al., 2002)

- **Avalanchas Rocosas.**

Consiste en la caída de masas de rocas o derrubios desprendiéndose de zonas escarpadas, de gran magnitud debido a la elevada pendiente y falta de cohesión entre los materiales, lo que genera que descendan a gran velocidad superando los 100 km/hora. (González de Vallejo et al., 2002)

Figura 6

Avalancha rocosa en Málaga



Nota. Obtenido de (González de Vallejo et al., 2002)

- **Desplazamientos laterales.**

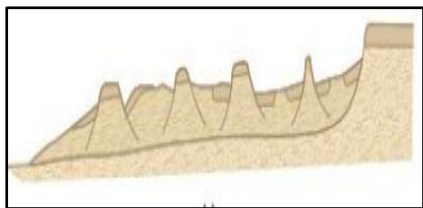
González de Vallejo et al. (2002) indica que los desplazamientos laterales, son bloques que se desplazan a favor de bajas pendientes muy lentamente, donde el movimiento se origina debido a la pérdida de resistencia de los materiales subyacentes.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 7

Desplazamientos laterales por licuefacción



Nota. Obtenido de (González de Vallejo et al., 2002)

2.2.3. Estudio Geotécnico

Consiste en una herramienta para el análisis detallado de una determinada zona de interés en el ámbito geológico y geotécnico, debido a que es imprescindible el conocimiento exacto de los materiales que componen un terreno donde se va a realizar edificaciones, puentes, torres, silos y demás obras. También con el estudio geotécnico se determina la presencia de nivel freático y mediante ensayos de laboratorio e interpretaciones llegar a las conclusiones geotécnicas más idóneas (NEC, 2015). A continuación, se describe los métodos existentes.

2.2.3.1. Métodos Directos.

Son métodos de exploración de terreno para conocer sus condiciones geotécnicas y geológicas de forma directa, se observa sus características en el lugar, toma de muestras y medición de sus parámetros.

- **Calicatas.**

Una calicata consiste en una excavación de medidas variables de usualmente de 1,50 m de largo, 1,0 m de ancho y 1,5 m de profundidad, donde se puede observar el perfil del suelo y tomar muestras para su posterior análisis en laboratorio y con ello conocer las propiedades geotécnicas del material. Para su elaboración puede utilizarse barrenos manuales o retroexcavadora. (Mendoza & Espinoza, 2018)

- **SPT.**

Hernández (2020) señala que el ensayo SPT (Standard Penetration Test) es un método de muestreo que se realiza en suelos granulares para estimar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo a través de un determinado número de golpes para hincar un toma-muestras de 60 cm.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

La normativa utilizada es la ASTM 1586-2, donde se menciona que el objetivo es introducir un penetrómetro estándar, mediante una maza de 63.5 kg que cae desde una altura de 76.2 cm, cuyas medidas son fundamentales para diferenciarlo de otro tipo de ensayos de penetración. El toma-muestras debe ser introducido en su totalidad y se contabiliza los golpes cada 15 cm. De igual forma el toma-muestras y el varillaje están estandarizados según la norma SPT UNE-EN ISO 22476-3:2006 ó ASTM D1586.

2.2.3.2. Métodos Indirectos.

Estos métodos se realizan desde la superficie, alcanzando áreas profundas con la finalidad de explorar el subsuelo del terreno. Asimismo, medir parámetros físicos de los materiales. Entre estos se tiene:

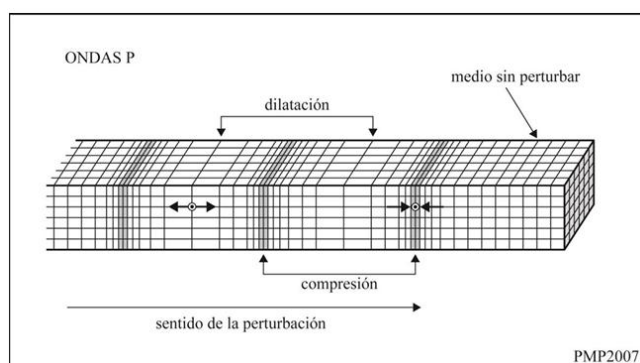
- **Métodos sísmicos.**

La prospección sísmica consiste en la generación de ondas sísmicas mediante una fuente controlada que se propagan a través del subsuelo. Estos métodos sísmicos comenzaron a emplearse a principios de los años veinte del siglo pasado y actualmente es una de las técnicas más importantes y utilizadas. (Martínez, 2014)

Las ondas sísmicas que se generan son paquetes de energía que se propagan en diferentes direcciones, los cuales son conocidos como pulsos y contienen un amplio espectro de frecuencias. Existen dos tipos de ondas sísmicas: volumétricas (body waves) y superficiales (surface waves). (Martínez, 2014)

Figura 8

Ondas volumétricas.



Nota. Perturbación típica al paso de una onda P. Tomado de (Martínez, 2014)



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

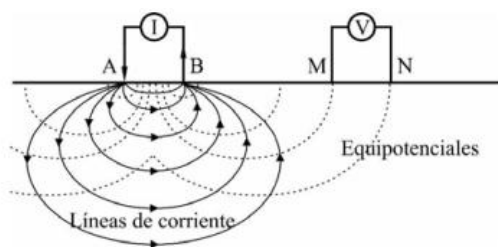
- **Métodos eléctricos.**

Consisten en aprovechar las propiedades electromagnéticas del suelo para estudiar su estructura interior. Se basa en tres propiedades físicas de los materiales: la resistividad eléctrica, la permitividad dieléctrica y la permeabilidad magnética. (Lascano, 2007)

Mediante el método geo-eléctrico se obtiene una imagen del subsuelo según su distribución de resistividades eléctricas. Las variaciones de la resistividad del material es lo que permite identificar cuerpos cuya resistividad sea diferente del medio circundante y por ende identificando anomalías. El proceso consiste en emplear una fuente artificial de corriente continua a través de la cual se inyecta una intensidad en dos electrodos A y B, midiéndose la diferencia de potencial (V) en dos sensores M y N.

Figura 9

Dispositivo utilizado en la prospección geo eléctrica.



Nota. Tomado de (Lascano, 2007)

- **Métodos gravimétricos.**

El método gravimétrico es una técnica geofísica que mide la aceleración de la gravedad en un suelo para detectar los cambios en la densidad de los materiales. Se utiliza un valor patrón según determinados modelos donde las variaciones de la densidad generan una anomalía gravimétrica, siendo valores positivos o negativos, mediante los cuales se interpreta el tipo de material y condiciones del subsuelo. (Contreras, 2023)

2.2.4. Mecánica de Suelos

Badillo & Rodriguez (2005) señalan que el suelo es todo tipo de material terroso, que se ha formado por intemperización en el lugar donde se encuentra. Existen diferentes mecanismos generadores de suelo, clasificándose en dos grupos: desintegración mecánica y descomposición química.

Por un lado, en la desintegración mecánica participan agentes físicos como la temperatura, congelación de agua, efectos de organismos, entre otros. En cambio, en la descomposición



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

química participan agentes que modifican la constitución mineralógica o química, por ejemplo, la oxidación, la hidratación y carbonatación. (Badillo & Rodriguez, 2005)

A continuación, se describe algunas propiedades geotécnicas del suelo que menciona Braja (2011):

Peso específico. - es la relación entre el peso de un material y el volumen que ocupa. Se expresa en unidades de Newtons sobre metro cúbico (N/m^3) en el Sistema Internacional.

Gravedad específica. - es la relación entre el peso de la parte sólida del suelo y la masa del mismo volumen de agua destilada a una determinada temperatura. La temperatura utilizada generalmente como referencia es de 20 °C.

Densidad. – es una propiedad física del suelo siendo su masa por unidad de volumen, es decir, la cantidad de masa de una sustancia con respecto al espacio que ocupa.

Contenido de humedad. - es la cantidad de agua que contiene un material, se expresa en porcentaje (%).

Distribución granulométrica. - se refiere al tamaño del grano de un suelo, se determina mediante un análisis granulométrico con mallas para el suelo de grano grueso, mientras que se utiliza un hidrómetro para el suelo de grano fino.

Límites de Atterberg. - El comportamiento de un material va a depender de su contenido de humedad, se tiene el límite líquido, límite plástico, límite de contracción e índice de plasticidad.

2.2.4.1. Sistemas de Clasificación del Suelo.

- **El de la Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes (AASHTO).**

Este sistema de clasificación de suelo se originó en 1929 y se desarrolla acorde a la Norma ASTM D-3282; método AASHTO M145.

De acuerdo a este sistema de clasificación, los suelos se clasifican en 8 grupos principales con base en su distribución granulométrica, límite líquido e índice de plasticidad. Los suelos listados en los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales de grano grueso, y aquellos en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 son materiales de grano fino. La turba, el fango y otros suelos altamente orgánicos se clasifican en el grupo A-8 y se identifican mediante una inspección



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

visual (Braja, 2011, pp 18). La clasificación de los suelos según la AASHTO se presenta en la Tabla 1:

Tabla 1

Sistema de clasificación de suelos de la AASHTO

Clasificación General	Materiales granulares (35% o menos de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
	A-1			A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por mallas (% que pasa)							
Malla núm. 10	50 máx						
Malla núm. 40	30 máx	50 máx	51 mín				
Malla núm. 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx
Para la fracción que pasa							
Malla núm. 40							
Límites líquido (LL)				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad (IP)	6 máx		No plástico	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipo usual de material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena Fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Clasificación de la capa	Excelente a buena						
Clasificación General	Materiales de limo y arcilla (más de 35% de la muestra total pasa la malla núm 200)						
Clasificación de grupo	A-4		A-5		A-6		A-7
							A-7-5"
							A-7-6"
Análisis por mallas (% que pasa)							
Malla núm. 10							
Malla núm. 40							
Malla núm. 200		36 mín	36 mín		36 mín		36 mín
Para la fracción que pasa							
Malla núm. 40							
Limite líquido (LL)		40 máx	41 mín		40 máx		41 mín
Índice de plasticidad (IP)		10 máx	10 máx		11 mín		11 mín
Tipo usual de material		Principalmente suelos limosos			Principalmente suelos arcillosos		
Calificación subrasante		Regular a malo					
		“Si IP < LL = 30, la clasificación es A - 7- 5					
		“Si IP > LL = 30, la clasificación es A - 7- 6					

Nota. Tomado de (Braja, 2011)

- **El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).**

Actualmente este sistema de clasificación del suelo es utilizado ampliamente en todo estudio geotécnico, fue propuesto originalmente por Casagrande en 1942 y posteriormente lo adoptó el United States Bureau of Reclamation y el US Army Corps of Engineers.

Para desarrollarlo se debe seguir lo que establece la norma ASTM D2487-17, a continuación en la Tabla 2 se muestran los símbolos que se utilizan para fines de identificación (Braja, 2011):



Tabla 2

Símbolos de identificación (SUCS)

Símbolo	Descripción
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Limos orgánicos y arcilla
Pt	Turbas y suelos altamente orgánicos
H	Alta plasticidad
L	Baja plasticidad
W	Bien graduado
P	Mal graduado

Nota. Tomado de (Braja, 2011)

2.2.5. Método de Equilibrio Límite y Factor de Seguridad

El método de Equilibrio Límite determina que la rotura del terreno se produce a través de una línea que representa la superficie de rotura, se supone un factor de seguridad constante y que puede generar resultados en el espacio de la inseguridad. Este método se basa en el método de dovelas, en el cual se divide la masa del suelo en rebanadas y se obtiene un factor de seguridad considerando los valores de la resistencia al cortante en el momento en el que ocurre la falla. Una vez obtenidas las propiedades de resistencia al cortante de los suelos y la geometría del talud, se calcula el factor de seguridad (FS). (Mesa & Tejada, 2019)

Además, existen diferentes métodos de cálculo del FS, como son Fellenius, Bishop, Janbú y Morgestern Pricen donde la diferencia radica en las simplificaciones para reducir la indeterminación de las fuerzas entre las dovelas. Existen métodos para suelos granulares y para suelos cohesivos, así como también utilizan una superficie de falla circular, el de las dovelas y fallas no circulares. (Mesa & Tejada, 2019)

Mesa Lavista et al., 2020 menciona que el factor de Seguridad permite conocer el factor de amenaza para que un talud falle en las peores condiciones de comportamiento para lo que se diseñó. El factor de seguridad viene dado por:

$$(1) FS = \frac{\sum S_r}{\sum S_m}$$



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Donde, S_r es la fuerza cortante resistente y S_m son las fuerzas cortantes movilizantes a lo largo de toda la longitud de la superficie de falla.

2.2.5.1. Métodos para el Cálculo de la Estabilidad de Taludes: Métodos de Equilibrio

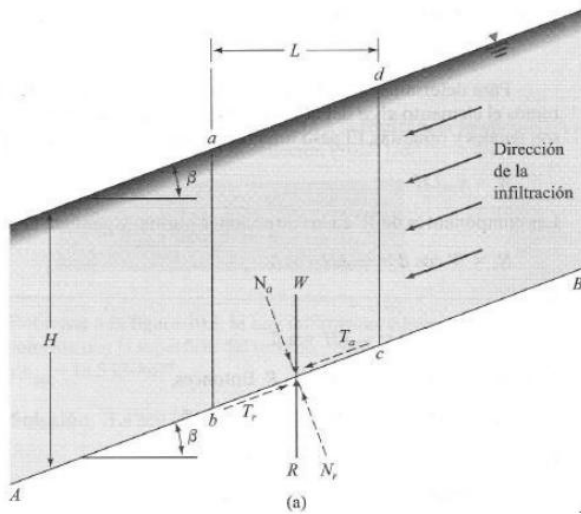
Límite

- Talud Infinito

En este método descrito por Burnano, 2017 se considera tres aspectos para el cálculo del factor de seguridad: primero, la longitud del deslizamiento y si ésta es mayor a su grosor; segundo, la presencia o ausencia de agua en el sistema teniendo en cuenta los esfuerzos ejercidos en este mismo si es que ésta está presente y tercero, asumimos que el suelo es un medio isotrópico, homogéneo, con una extensa longitud de falla y una superficie de terreno paralela a la superficie de la falla.

Figura 10

Talud infinito con infiltración



Nota. Tomado de Burnano, 2017.

Con todo esto podemos definir el factor de seguridad con la siguiente fórmula:

$$(2) FS = \frac{c}{\gamma_{sat} H \cos^2 \beta \tan \beta} + \frac{\gamma' \tan \phi}{\gamma_{sat} \tan \beta}$$

Dónde:

γ' = peso efectivo del suelo

γ_{sat} = peso específico saturado

c = cohesión

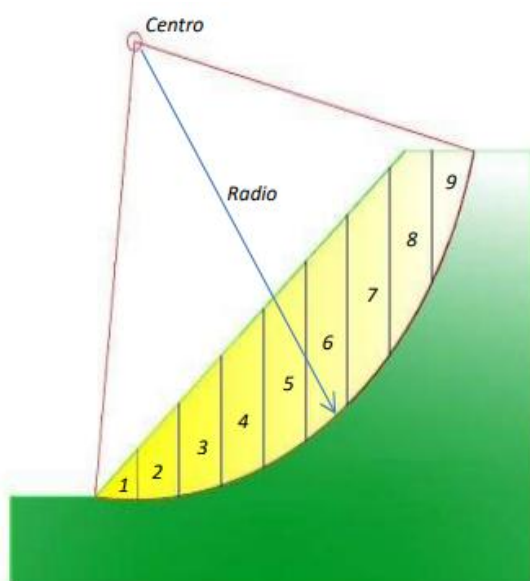


- **Método de Fellenius**

Acorde a Santos Jara, 2020 este método se basa en dividir un número concreto de rebanadas o dovelas para posteriormente calcular la intervención de fuerzas que actúan en cada una de ellas. Sin embargo, este método es efectivo para la obtención de un sistema de ecuaciones para el cálculo del equilibrio de momentos mas no para el de las fuerzas, por lo que se lo recomienda utilizar como método de corroboración de información y no como el método de elección predilecto para el diseño. (Burnano, 2017)

Figura 11

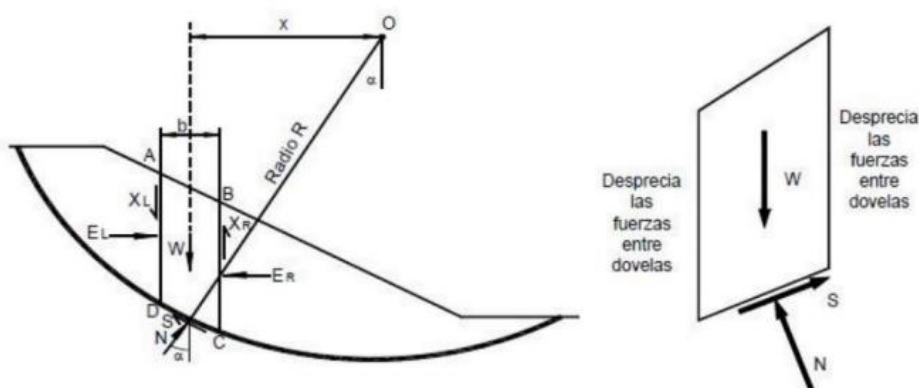
División de la masa inestable en dovelas o rebanadas.



Nota. Tomado de Jara, 2020.

Figura 12

Fuerzas que se ven involucradas en cada dovela.



Nota. Análisis del equilibrio de fuerzas de cada dovela. Tomado de Burnano, 2017.



Se puede calcular el factor de seguridad siguiendo la fórmula:

$$(3) FS = \frac{\sum (c' \cdot \Delta L + (W \cdot \cos \alpha - u \cdot \Delta L \cdot \cos^2 \alpha) \cdot \tan \varphi')}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

c' = Cohesión en términos de tensiones efectivas; (kN/m^2).

α = Ángulo entre el radio y la vertical de cada dovela con respecto a la horizontal; ($^\circ$).

φ = Ángulo de Fricción Interna; ($^\circ$).

W = Peso de cada tajada o dovela; (kN/m).

u = Presión de poro; (kN/m^2).

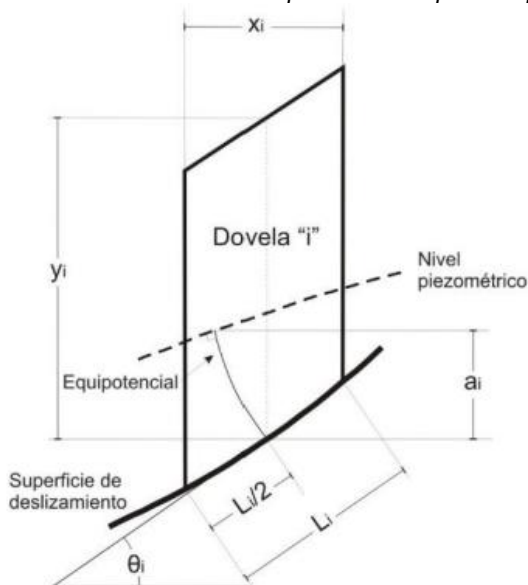
ΔL = Longitud de la base de la dovela, paralela a la superficie de falla; (m).

• Método de Bishop Simplificado

Con este método, aunque parecido al de Fellenius, se calcula el factor de seguridad tomando en consideración las fuerzas horizontales y cargas externas creadas entre cada dovela sin incluir las fuerzas cortantes y tensiones tangenciales ya que supone que éstas son iguales por lo que se las puede simplificar (Burnano, 2017). Este es un método relativamente confiable ya que sus resultados tienen una variabilidad mínima (alrededor de 5%) en comparación de otros métodos más precisos. (Delgado, 2018)

Figura 13

Fuerzas e interacciones de fuerzas a las que se expone una dovela según el Método de Bishop.



Nota. Fuerzas empleadas en una dovela. Tomado de (Montesdeoca, 2021)



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

El cálculo del factor de seguridad puede ser hecho aplicando la fórmula enunciada por (Delgado, 2018) en dónde se busca determinar el equilibrio de momentos con la siguiente expresión:

$$(4) FS = \frac{\sum [c' * b + (W' - u * b) * \tan \phi' / ma]}{\sum W * \sin \alpha}$$

$$ma = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi}{FS} \right)$$

b = Ancho de cada una de las dovelas (m)

γ = Peso específico del terreno; (kN/m^3)

W = Peso de cada dovela; (kN/m)

c' = Cohesión en términos de tensiones efectivas; (kN/m^2)

ϕ = Ángulo de Fricción Interna; ($^\circ$)

α = Ángulo entre el radio y la vertical de cada dovela; ($^\circ$)

u = Presión de poros = $w * \gamma * hw$; (kN/m^2)

h = Altura total de la dovela en la parte central; (m)

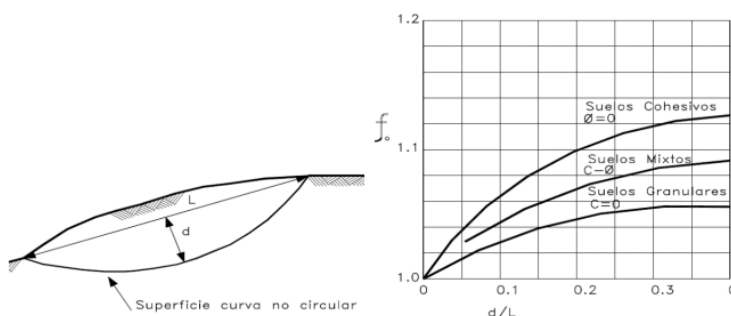
hw = Altura del nivel del agua; (m)

• Método de Janbú

Este método busca acomodar el método de Bishop a deslizamientos curvos no circulares, aquí el brazo de fuerzas cambia acorde a la superficie curva de deslizamiento contrario al otro método, donde en las superficies circulares el brazo de fuerzas es constante e igual a su radio. (López, 2019)

Figura 14

Método de Janbú.



Nota. Principios del método de Janbú y diagrama para el cálculo del factor (f_o). Tomado de (Suarez Díaz, 1998)



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Para determinar el factor de seguridad se puede emplear la fórmula planteada por Delgado, 2018:

$$(5) \frac{\sum \left(c * b + (W - u * b + \Delta x) * \frac{\sec^2 \alpha}{1 + \frac{\tan x_i * \tan \omega_i}{FS}} \right)}{\sum (W * \tan \alpha)}$$

Según Díaz, 1998 asumiendo que no hay variación en x ($\Delta x = 0$) se puede introducir el factor fo que va a depender de la curvatura de la superficie del deslizamiento.

Sin embargo, recientemente esta ecuación ha sido modificada y Peláez et al., 2020 han propuesto una fórmula más precisa:

$$(6) FS = \frac{fo * \sum [c' * b + (W - u * b) * \tan \phi] * \frac{1}{\cos \alpha * ma}}{\sum (W * \tan \alpha)}$$

$$ma = \cos \left(1 + \frac{\tan \alpha * \tan \phi}{FS} \right)$$

γ = Peso específico del terreno; (kN/m^3)

b = Ancho de la Dovela; (m)

h = Altura de la dovela en la parte central; (m)

hw = Altura del nivel del agua; (m)

W = Peso de la Dovela; (kN/m)

c' = Cohesión en términos de tensiones efectivas; (kN/m^2)

ϕ = Angulo de Fricción Interna; ($^\circ$)

u = Presión de poros de la base de cada dovela = $w * \gamma h * hw$; (kN/m^2)

α = Ángulo entre el radio y la vertical de cada dovela; ($^\circ$)

fo = Factor de corrección Janbú

$$(7) fo = 1 + k \left(\frac{d}{T} - 1.4 \left(\frac{d}{T} \right)^2 \right)$$

$$\text{Para } c' = 0; \rightarrow k = 0.31$$

$$\text{Para } c' > 0, \quad \theta' > 0 \rightarrow k = 0.50$$

fo = Factor de corrección de Janbú

k = Coeficiente

T = Distancia inclinada medida desde el pie del talud hasta donde termina la posible superficie de falla



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

d = Distancia de la mayor profundidad de la superficie de falla, es perpendicular (90°) con respecto a T

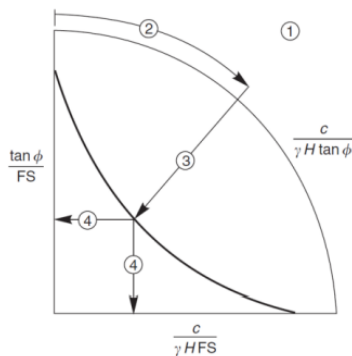
- **Método de Hoek and Bray**

Este método acorde a Peláez et al., 2020 toma en consideración las condiciones hidrológicas existentes en el talud que está siendo estudiado usando cinco diferentes situaciones donde el nivel freático tenga una variación desde la altura total del talud hasta cero. Para poder utilizar adecuadamente los ábacos de Hoek and Bray se debe seguir una serie de pasos descritos y citados a continuación:

1. Elegir las condiciones del agua en el suelo utilizando las cinco posibilidades presentadas en la tabla y siempre por el lado de la seguridad eligiendo entre dos de ellas. (Peláez et al., 2020)
2. Calcular un valor adimensional $c/\gamma * H * \tan \phi$ y se ubica en los ábacos, en la parte exterior de los círculos. (Peláez et al., 2020)
3. Seguir el radio desde el valor encontrado en el literal anterior hasta intersectar con la curva que corresponde al ángulo del talud. (Peláez et al., 2020)
4. Encontrar el valor correspondiente a $\tan \phi/F$ o $c/(\gamma * H * F)$,
5. Calcular el factor de seguridad dependiendo del valor más conveniente (Peláez et al., 2020)

Figura 15

Pasos secuenciales a seguir para utilizar los ábacos de Hoek and Bray

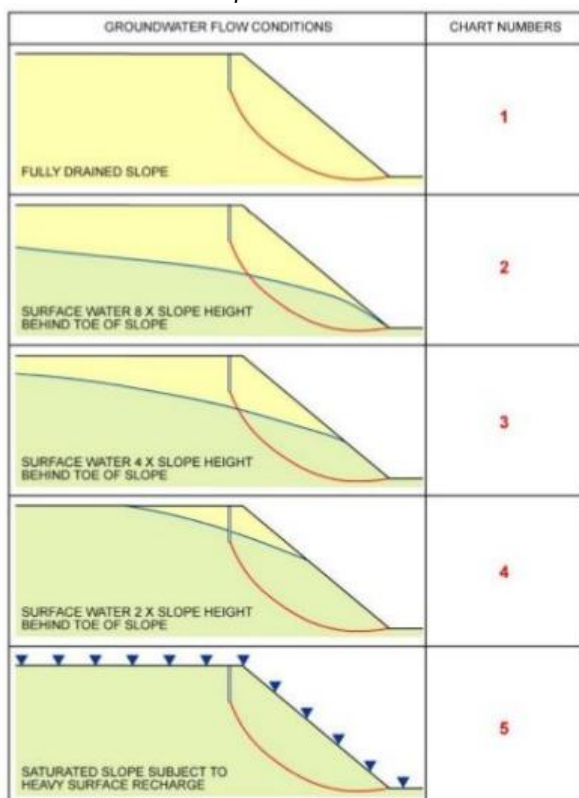


Nota. Secuencia de pasos necesarios para usar los ábacos de Hoek and Bray. Tomado de (Wyllie & Mah, 2016)



Figura 16

Condiciones del nivel freático



Nota. Condiciones del agua subterránea presente en el talud para la utilización de los ábacos de Hoek and Bray. Tomado de (Wyllie & Mah, 2016)

2.2.6. Técnicas de Mitigación

2.2.6.1. Modificación Geométrica.

El tratamiento de una superficie es necesario si el talud es inestable, para lo cual se puede modificar la geometría y obtener una nueva configuración que sea estable y no implique riesgos, ya que se disminuyen las fuerzas que tienden a la inestabilidad y se aumenta la resistencia al corte a través del incremento de tensiones. Las estrategias para actuar sobre la geometría de un talud y mejorar su estabilidad son las siguientes: (Escobar & Duque, 2017)

- Eliminar la masa potencialmente inestable, donde se retira toda la masa incorporada en la inestabilidad.
- El perfilado de taludes, para adaptarlo a las pendientes y alturas que los hacen estables.
- Construcciones de tacones de tierra o escolleras, para aumentar las tensiones normales en la parte baja y aumentar la resistencia.
- Secuencia de bermas y taludes.



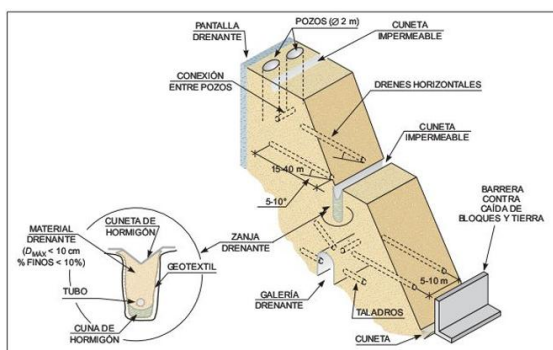
“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

2.2.6.2. Medidas de Drenaje.

El objetivo principal es eliminar o disminuir el agua presente en el talud y las presiones intersticiales que afectan a su estabilidad. Esta medida es una de las más efectivas, debido a que el agua es uno de los principales factores de inestabilidad. Puede ser de dos tipos, por un lado, superficiales mediante zanjas de drenaje y canalizaciones y por otro lado, profundos mediante drenes horizontales, drenes verticales, galerías de drenaje y pantallas drenantes. (González de Vallejo et al., 2002)

Figura 17

Medidas de drenaje y protección en taludes



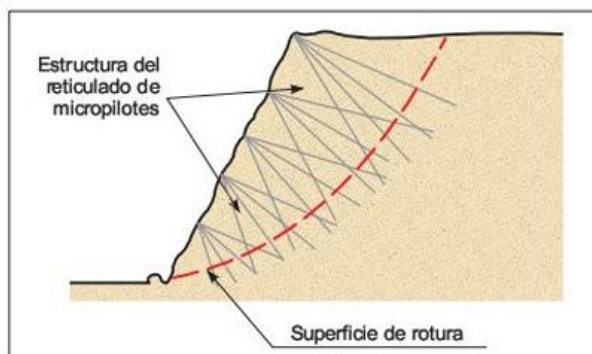
Nota. Tomado de (González de Vallejo et al., 2002)

2.2.6.3. Elementos Estructurales Resistentes.

González de Vallejo et al., (2002) menciona que los elementos estructurales resistentes aumentan la resistencia al corte, utilizando elementos que mejoran la resistencia del terreno (pilotes o micropilotes) y elementos que aumentan las fuerzas tangenciales de rozamiento (anclajes y bulones).

Figura 18

Pantalla múltiple de micropilotes



Nota. Tomado de (González de Vallejo et al., 2002)



2.2.6.4. Estructuras de contención.

Existen diversas estructuras para reforzar la estabilidad del talud, como los muros de hormigón, los cuales presentan diferentes características cuya construcción va a depender del caso de estabilización. Por ejemplo, los muros de gaviones son muros flexibles que utilizan fragmentos rocosos para rellenar una malla de acero y trabajan por gravedad. También existen los muros de pantalla, que son elaborados de hormigón armado, en zanjas excavadas por debajo de la superficie del terreno. (González de Vallejo et al., 2002)

Figura 19

Muro de gaviones a pie de talud



Nota. Tomado de (González de Vallejo et al., 2002)

3. Metodología

3.1. Metodología No Experimental

A partir de la información topográfica brindada por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Sucumbíos se realizará la recopilación de información necesaria para desarrollar la presente investigación, tales como: informes técnico-científico, Plan de Ordenamiento Territorial, fotografías áreas obtenidas de SIGTIERRAS, y demás bibliografía referente al tema.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

3.2. Metodología Experimental

3.2.1. Mecánica de Suelos

3.2.1.1. Ensayo de Penetración Estándar (SPT).

- Trabajo de campo

Partiendo de la información geológica y topográfica de la zona de estudio se realizó tres sondeos SPT con la finalidad de obtener muestras alteradas del suelo y posteriormente analizarlas en laboratorio para determinar las condiciones estratigráficas de la zona de estudio y sus propiedades geo mecánicas, asimismo en campo con las perforaciones se estableció la profundidad de la nafta freática. La ubicación de las perforaciones realizadas se muestra en la Tabla 3 y Figura 20:

Tabla 3

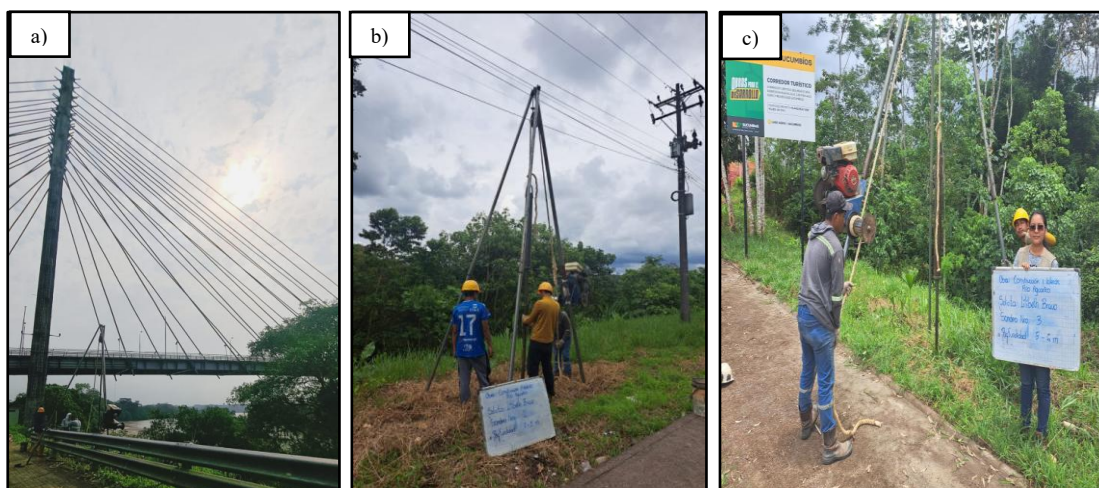
Coordenadas de ubicación de las perforaciones realizadas

SPT	DATUM UTM/WGS 84	
	ESTE	NORTE
P1	290512	6747
P2	290387	6631
P3	290229	6454

Nota. Realizado por: La Autora, 2025

Figura 20

Perforaciones realizadas en la zona de estudio: a) SPT P1; b) SPT P2; c) SPT P3



Nota. Realizado por: La Autora, 2025



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- **Trabajo de laboratorio**

Una vez obtenidas las respectivas muestras de naturaleza alterada, consideradas representativas del perfil natural del suelo, se realizó los ensayos en el Laboratorio de suelos y hormigón GEOTECHS S.A.S. para determinar las propiedades físicas del material, siendo: humedad, granulometría, límites de Atterberg y peso específico. Asimismo, clasificarlas según el Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO y SUCS. La ejecución de los ensayos está sujeta a las siguientes normativas y procedimientos:

➤ *Contenido de humedad: Norma AASHTO T-265*

Esta metodología se utiliza para determinar el total contenido de humedad de un suelo y se debe utilizar una exactitud de 0.1 g ó 0.1%.

1. Primeramente, se debe anotar el peso del recipiente, que debe estar limpio y seco.
2. Se coloca la muestra humedad en dicho recipiente y se pesa nuevamente utilizando una balanza con exactitud de 0.1 g.
3. Se deja secar la muestra en un horno a temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un periodo de tiempo de 16 horas.
4. Una vez seca la muestra, se retira del horno y se deja secar a temperatura ambiente, posteriormente se procede a pesar la muestra seca y el recipiente.
5. Se procede a calcular la humedad porcentual con la siguiente expresión:

$$(8) A = \frac{B - C}{C - D} * 100$$

Donde:

A = humedad porcentual

B = masa de la muestra húmeda y recipiente

C = masa de la muestra seca y recipiente

D = masa del recipiente



Figura 21

Secado de muestras en el horno para ensayo contenido de humedad



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

➤ *Análisis granulométrico: Norma AASHTO T-88*

Mediante esta metodología por tamizado se determina la distribución de una muestra de suelo, cuyas partículas son mayores a 0.075 mm.

1. Se homogeniza cuidadosamente la muestra, para seleccionar la cantidad mínima de muestra según el tamaño máximo absoluto del suelo. Se pesa y se registra.
2. Tamice el material por el tamiz correspondiente al tamaño máximo absoluto, y registre el material retenido y el material pasante como B y Z, respectivamente.
3. Se tamiza el material de Z hasta el tamiz Nro. 4 (4.75 mm), se registra el material que está retenido en Z y el que pasó como C y D respectivamente.
4. Luego el material retenido en 5 mm se procede a lavar, en los tamices Nro. 4 (4.75mm) y Nro. 200 (0.075mm) de forma decreciente, el material sobrante del lavado se seca en el horno a temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ y se pesa una vez seco.
5. De la misma forma el material bajo 5 mm se lava y se seca hasta masa constante a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, este material se registra como C.
6. Se tamiza el material registrado como D en los tamices 150 mm (6”), 100 mm (4”), 75 mm (3”), 50 mm (2”), 37.5 mm (1 ½”), 25 mm (1”), 19 (3/4”), 9.5mm (3/8”) y 4.75 mm (Nro. 4).
7. Se determina la masa final del material retenido en cada tamiz y del material que pasa por el tamiz 0.0075 mm (Nro. 200), registrándose como Mi.



Figura 22

a) Lavado de muestras; b) Tamizado de muestras



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

➤ *Límites de Atterberg: Norma AASHTO T89 y T90*

En base a la Norma AASHTO T89 se describe el procedimiento para la determinar el límite líquido de los suelos:

1. Se coloca la muestra en un recipiente y se mezcla con agua destilada en las cantidades necesarias, el agua debe agregarse hasta formar una masa uniforme de consistencia dura.
2. Se coloca el material en la copa de Casa Grande, se lo extiende con una espátula, teniendo cuidado de que queden burbujas en la muestra.
3. Luego con un ranurador se divide la muestra por la mitad. Se levanta y se suelta la copa girando con una manivela hasta que las dos mitades de la muestra se unan en una distancia aproximada de 13 mm, registrando el número de golpes que fue necesario. Con una espátula se toma la muestra de suelo donde se unió el material y se procede a pesar y secar para determinar el contenido de humedad.
4. Se repite los pasos hasta obtener tres rangos de choque que son 25-35, 20-30 y 15-25.

Por otro lado, la Norma AASHTO T90 describe el procedimiento para determinar el límite plástico de los suelos:

1. Se toma una muestra de suelo de cualquiera de los 3 contenidos de humedad para límite plástico, debido a que es lo suficientemente plástica para este ensayo.
2. Se enrolla el suelo manualmente hasta formar un rodillo con diámetro de 3.18 mm donde se observe fisuras.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

3. Se coloca los rollitos en recipientes y se seca en el horno, después de seca se registra este nuevo peso y con ello se calcula la humedad porcentual para lo más cercano 0.1%.

Figura 23

a) Muestras de ensayo de limite líquido y limite plástico; b) Muestra de suelo en Copa de Casa Grande



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

3.2.1.2. Ensayo de Triaxial UU

- **Trabajo de Campo**

Se realizó una calicata en la cara del talud con la finalidad de tomar una muestra cúbica inalterada (Figura 24), para posteriormente de éstas obtener las respectivas muestras cilíndricas para el ensayo Triaxial UU, y con eso obtener la cohesión y ángulo de fricción del material. La ubicación de la calicata realizada se presenta en la Tabla 4:

Tabla 4

Coordenada de ubicación de la calicata

Elaboración de calicatas		
Coordenadas UTM/WGS 84		
	Este	Norte
Calicata Nro. 1	290398	6649

Nota. Realizado por: La Autora, 2025



Figura 24

Toma de muestra para ensayo triaxial



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

- **Trabajo de Laboratorio**

Para este ensayo se lo realiza bajo la Norma ASTM D 2850:

Los especímenes deben ser cilíndricos y tener un diámetro mínimo de 3.3 cm, la relación de altura/diámetro estará entre 2 y 2.5. Se prepara los especímenes inalterados de la gran muestra inalterada, el ambiente debe ser controlado en un cuarto de alta humedad, donde el cambio de contenido de humedad sea minúsculo. Se determina la masa y dimensiones de los especímenes a trabajar. El procedimiento de ensayo es el siguiente:

1. Colocar la muestra sobre la base e instalar la membrana de caucho cubriéndola completamente; asegurar el sellado entre el espécimen, el molde y la base. Es recomendable aplicar una fina película de grasa de sílica para garantizar un cierre hermético.
2. Una vez preparado, ubicar el conjunto dentro de la cámara y posicionar el pistón de carga axial, estableciendo contacto con la parte superior del espécimen en varias ocasiones. Cuando se logre el contacto definitivo, registrar la lectura del



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

deformímetro. Se debe evitar aplicar una presión axial superior al 0.5% de la resistencia a compresión estimada del material.

3. Colocar la cámara en el equipo de carga axial, conectar el sistema de medición y llenar con el fluido de confinamiento. Permitir un tiempo de reposo de aproximadamente 10 minutos antes de aplicar la carga axial, asegurando que la muestra haya alcanzado el equilibrio.
4. Registrar la lectura inicial del deformímetro al momento de contacto entre el pistón y la superficie superior del espécimen. Aplicar la carga axial hasta alcanzar una deformación de alrededor del 15%, o bien detener la prueba cuando el esfuerzo desviador llegue a su valor máximo y disminuya cerca del 20%.
5. Realizar registros de carga y deformación a intervalos aproximados de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 y 0.5% de deformación; posteriormente, continuar con incrementos de entre 0.5% y 3%, y luego cada 1%. Al concluir el ensayo, recuperar la muestra fallada y determinar su contenido de humedad conforme al método D2216.

3.2.2. Ensayo de Sísmica de Refracción

• Trabajo de Campo

Fueron elaboradas tres líneas sísmicas de refracción en el lugar de estudio, cuya localización se muestra en la Tabla 5 y Figura 25:

Tabla 5

Coordenadas de ubicación del ensayo de sísmica de refracción

Línea sísmica	Coordenadas UTM WGS 84			Amplitud (m)
	GEÓFONO	ESTE	NORTE	
LSism-01	G1	290232	6552	55
	G12	290486	6531	
LSism-02	G1	290394	6642	55
	G12	290437	6684	
LSism-03	G1	290486	6827	55
	G12	290515	6771	

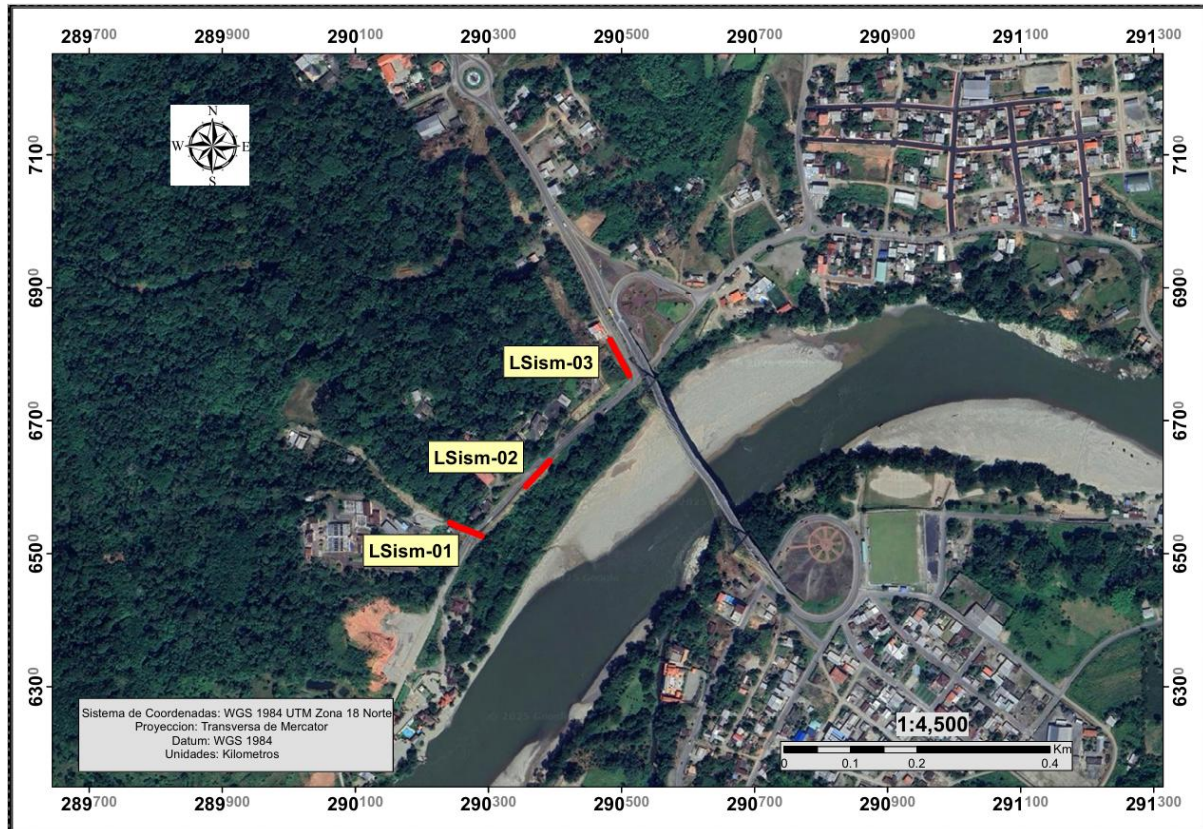
Nota. Realizado por: La Autora, 2025



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 25

Ubicación del ensayo de sísmica de refracción



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

Se realizaron tres líneas de sísmica de refracción de 55 m de longitud a través de la metodología Z-Z, es decir, disparos en sentido vertical mediante geófonos. Se efectuó un disparo (golpe sobre una base de aluminio) con el martillo y su respectivo sensor junto a cada uno de los geófonos colocados, cuya separación fue de 5 m, siendo un total 12 geófonos. El equipo utilizado para el trabajo en campo fue el siguiente:

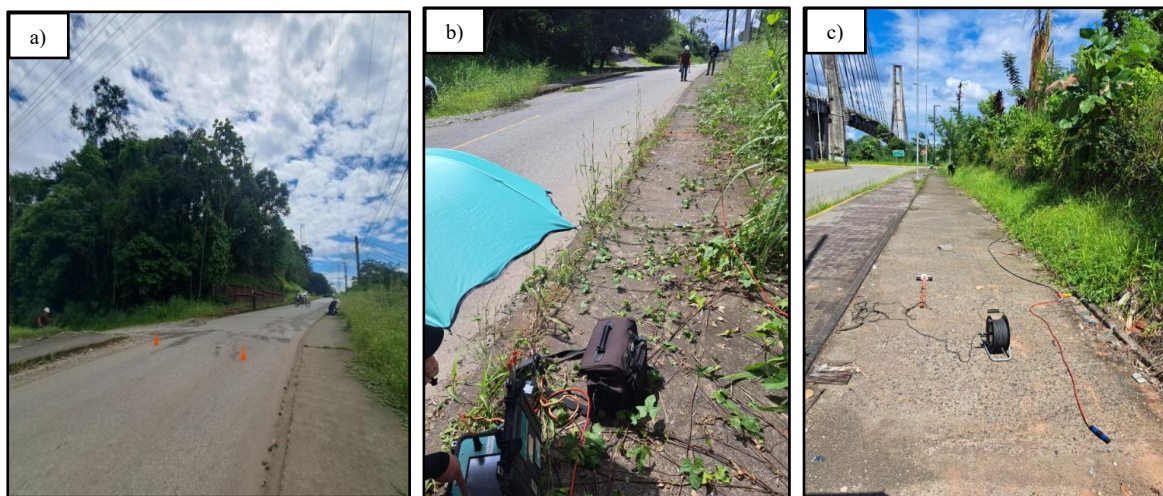
- Sismógrafo de 16 canales marca PASI
- Cable con conexiones para geófonos
- Geófonos verticales de 4.5 Hz.
- Martillo detonador



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 26

a) Línea sísmica-01; b) Línea sísmica-02; c) Línea sísmica-03



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

• Trabajo de Gabinete

La rapidez a la que se propagan las ondas sísmicas en el suelo varía de acuerdo con la clase de material, debido a que este tipo de ensayo posibilita establecer cuán profundas e inclinadas son las distintas capas superpuestas. Los sismógrafos, calculan la velocidad a la que las ondas se propagan en el terreno, por lo que se puede determinar propiedades como el módulo de elasticidad de deformación, el grado de compactación o asentamiento del mismo.

Las primeras llegadas y las DROMOCRONAS para cada línea sísmica analizada se lograron utilizando los datos adquiridos en campo y con el software PICK WIN. La tomografía estratigráfica del lugar en estudio se logro gracias a la aplicación del método Tiempo-Inversión con el software PLOTREFA, analizando las correspondientes DROMOCRONAS y considerando las velocidades de onda V_p y los parámetros elásticos del subsuelo.

El MASW, es un método sísmico no destructivo, es utilizado para evaluar y extraer información de la velocidad de onda de corte (V_s) a partir de ondas superficiales, vinculado al módulo de corte G , asimismo permite obtener un modelo unidimensional de la propagación de ondas de corte a 20-30 m de profundidad. Además, brinda mejores resultados tanto en medios dispersos como no dispersos, siendo una técnica confiable y económica para el cálculo de los modelos de velocidad de onda de corte.

Finalmente, para el análisis de los registros de campo se emplea un sistema informático que está basado en métodos finitos. Este sistema es proporcionado por la empresa proveedora del



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

equipo sísmico, llamada SEISIMAGER, módulo SURFACE WAVE ANALYSIS, y sirve para invertir los registros sísmicos y crear los perfiles de cizalla y velocidad Vs.

3.2.3. Armado Geológico – Geotécnico en el Software

3.2.3.1. Análisis de Estabilidad Global.

Mediante el software GeoStudio versión 2012 se determinó el factor de seguridad del talud para diferentes perfiles, luego los resultados obtenidos se compararon con los señalados por la NEC-SE-GC (Geotecnia y Cimentaciones) 2015 para determinar si el talud se encuentra estable o no.

3.2.3.2. Análisis Pseudo Estático de Estabilidad Global.

Es importante realizar el análisis pseudo-estático de la estabilidad del talud en estudio, con el objetivo de estudiar su comportamiento en condiciones sísmicas y tomar las debidas precauciones.

El coeficiente sísmico pseudo-estático se relaciona con la aceleración horizontal y vertical del terreno. En Ecuador las zonas sísmicas existentes son seis, caracterizadas por el valor del factor de zona Z, cuyo rango va desde I (peligro sísmico Intermedio) hasta VI (peligro sísmico Muy Alto).

Tabla 6

Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

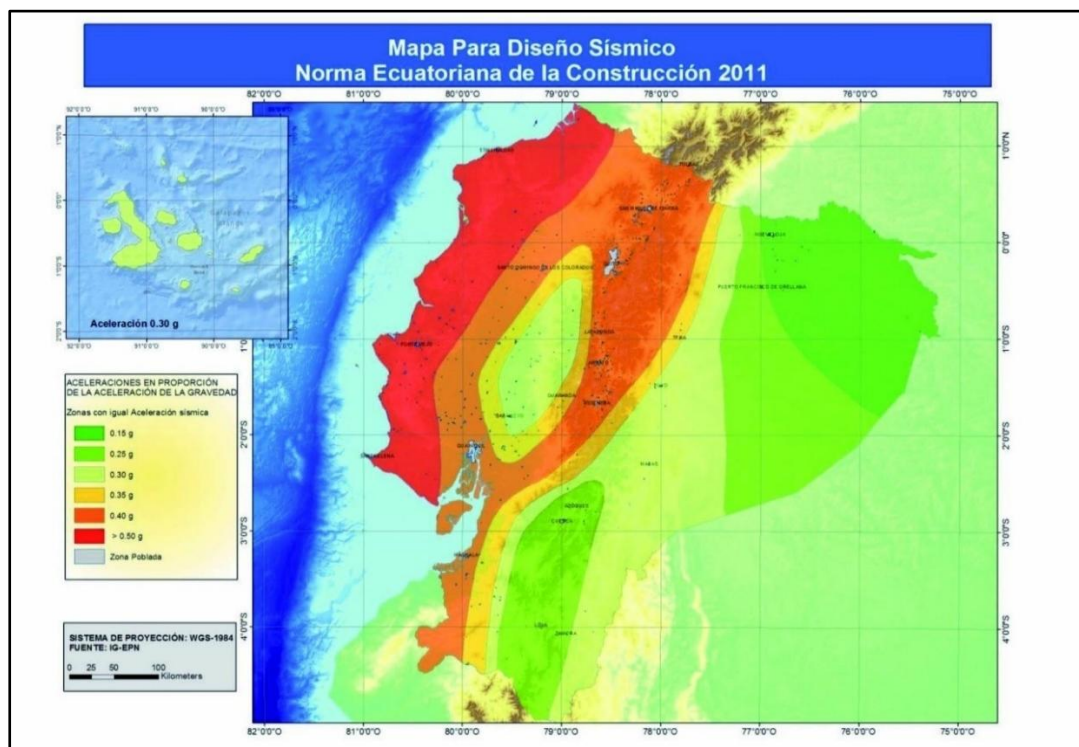
Nota. Obtenido de (NEC-SE-DS, 2015)



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 27

Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z



Nota. Obtenido de (NEC-SE-DS, 2015)

Posteriormente, se procedió a determinar el valor Z del lugar de proyecto, observando la Figura 27 y el valor asignado para la población de la parroquia Nueva Loja, en la tabla de “Poblaciones ecuatorianas y valor del factor Z” de la NEC-SE-DS, donde se tiene un valor Z de 0.15 correspondiente a una zona sísmica I, siendo una caracterización de peligro sísmico Intermedio:

Tabla 7

Valor de Z de la parroquia Nueva Loja

Población	Parroquia	Cantón	Provincia	Zona Sísmica	Z
Nueva Loja	Nueva Loja	Lago Agrio	Sucumbíos	I	0.15

Nota. Obtenido de (NEC-SE-DS, 2015)

Por otro lado, según la norma NEC SE DS “Peligro Sísmico” 10.5.2 inciso “d”, la velocidad media de onda de corte V_{s30} define el perfil del suelo para el diseño sismo resistente mediante la Tabla 8:



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Tabla 8

Perfil del suelo para el diseño sismo resistente

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$V_s > 1500 \text{ m/s} \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda que cumplen con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ KPa}$

Nota. Obtenido de (NEC-SE-DS, 2015)

Seguidamente, se muestran los valores de V_{s30} conseguidos en el sitio de estudio:

- LS1: 310,10 m/s
- LS2: 265,10 m/s
- LS3: 286,40 m/s

Por lo que, para el diseño sismo resistente, el suelo de estudio pertenece a un **perfil de suelo tipo D**, ($360 \text{ m/s} > V_s > 180 \text{ m/s}$).

Finalmente, a partir de conocer el tipo de perfil del suelo correspondiente al lugar de estudio y conociendo su ubicación, se establece los siguientes factores de sitio:

Tabla 9

Factores de sitio

Zona sísmica	Valor del factor z	Caracterización del peligro sísmico	Factores de sitio tomados NEC 2015		
			F_a	F_d	F_s
I	0,15	INTERMEDIA	1,60	1,62	1,02

Nota. Obtenido de (NEC-SE-DS, 2015)

Según lo establece la NEC-15, documento NEC-SE-CM, se evalúa la estabilidad sísmica de taludes considerando un factor de seguridad por corte mínimo de 1.05, en condición de diseño (tabla 4), aplicando una fuerza horizontal que viene dada por:

$$(9) k_h = 0.60(ZF_a)W$$



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Donde:

Z : aceleración en roca para el sismo de diseño

F_a : factor de amplificación sísmica de sitio

W : peso del elemento o talud

Por otro lado, el componente vertical del sismo de diseño se puede definir con el escalamiento de la componente horizontal de la aceleración por un factor mínimo de $2/3$ siendo:

$$(10) k_v = 2/3(k_h)$$

Donde:

k_v : componente vertical del sismo

k_h : componente horizontal del sismo

Finalmente, empleando las fórmulas 3 y 4 se obtuvo los respectivos componentes horizontal y vertical del sismo:

$$k_h = 0.144 \text{ y } k_v = 0.096$$

4. Resultados

4.1. Ubicación Administrativa del Área de Estudio

El presente proyecto de investigación se encuentra ubicado en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos, a las orillas del río Aguarico, cerca al puente Aguarico. En la Figura 28, se muestra geográfica y políticamente su ubicación, asimismo en la Tabla 10, se presenta las coordenadas geográficas de inicio y fin del proyecto.

Tabla 10

Ubicación de la zona de estudio

DATUM WGS/84, 18 NORTE		
Coord. Inicio	E: 290534.93	N: 6749.65
Coord. Fin	E: 290239.92	N: 6428.70

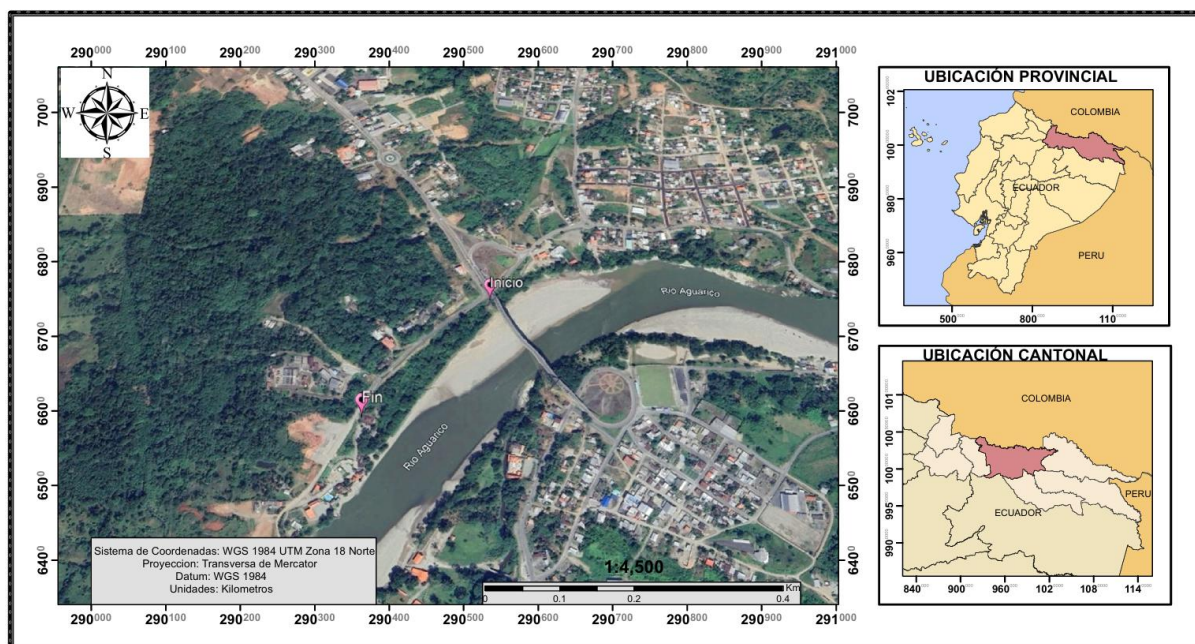
Nota. Realizado por: La Autora, 2025



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 28

Ubicación de la zona de estudio



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

4.2. Descripción Biofísica de Área de Estudio

4.2.1. Información Climática

El clima del cantón Lago Agrio es Megatérmico lluvioso, siendo un clima de transición entre los de la zona andina y la oriental. Las temperaturas medias anuales varían entre 18 y 22 °C y la humedad relativa es del 90% con una alta nubosidad (7/8). Las precipitaciones anuales son mayores a los 4500 mm. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Lago Agrio, 2021)

Es importante mencionar que las principales amenazas climáticas son los vendavales, los cuales son causados por los vientos fuertes, además la susceptibilidad a inundaciones y movimientos en masa, debido a las fuertes y contrastantes lluvias presentes en la zona, a la actividad sísmica y el tipo de suelo existente. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Lago Agrio, 2021)

4.2.2. Recursos Hídricos

El cantón Lago Agrio tiene dos grandes cuencas hidrográficas, la del río Aguarico y la de San Miguel, los cuales hacen parte de la Demarcación Hidrográfica de río Napo. El río Aguarico es de mayor longitud con 427 km, atravesando la mayor parte de la provincia de Sucumbíos.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Por un lado, en la cuenca del río San Miguel están los siguientes afluentes: río Aguas Blancas Chico, Aguas Blancas Grande, río Conejo, río Charapa, río Betano, río Chanang, río Hacha, río Sinhue, río Taruca, río Ucano y río Zancudo. Por otro lado, en la cuenca del río Aguarico se tiene río Aucayacu, río Cuyabeno, río Teteyé, río Dureno, río Eno, río Jandiayacu. Río Pacayacu y río Pisuri.

Además, en el cantón Lago Agrio, existe un sistema lacustre formado por 38 lagunas perennes aproximadamente y 2 lagunas intermitentes. La principal es la conocida como Lago Agrio, que se localiza a 3 km de la ciudad de Nueva Loja con una extensión aproximada de 2000 m de largo por 300 m de amplitud. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Lago Agrio, 2021)

4.2.3. Uso y Cobertura del Suelo

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Lago Agrio (2019-2023) en el cantón se ha dado un intenso proceso expansivo a lo largo de los años de las actividades antrópicas en el uso del suelo y la destrucción de bosques, donde en el siglo XXI se mantiene esto sin ningún tipo de concientización ambiental. Asimismo, han aumentado las zonas destinadas a diferentes actividades, como agrícolas y de urbanización en la ciudad de Nueva Loja.

El cantón Lago Agrio está mayormente cubierto por bosques nativos siendo un 52% del territorio, mientras que el 45% está ocupado por actividades agropecuarias, las cuales se encuentran alrededor de la ciudad Nueva Loja y a lo largo del río Aguarico. De las tierras agropecuarias la mitad están ocupadas por pastizales y la otra mitad por cultivos perennes y cultivos permanentes.

4.2.4. Topografía

La información topográfica se trabajó a escala 1: 1000, brindada por el GADP de Sucumbíos, el mismo que realizó el levantamiento topográfico con la finalidad de desarrollar el proyecto de la construcción del Corredor Turístico a orillas del río Aguarico de la parroquia Nueva Loja.

El levantamiento topográfico para el presente trabajo de investigación tiene su punto de partida en las coordenadas UTM/WGS84: 290534.93 E; 6749.65 N y su punto de llegada en las coordenadas UTM/WGS84: 290239.92 E; 6428.70 N. Por otro lado, el ancho de la faja



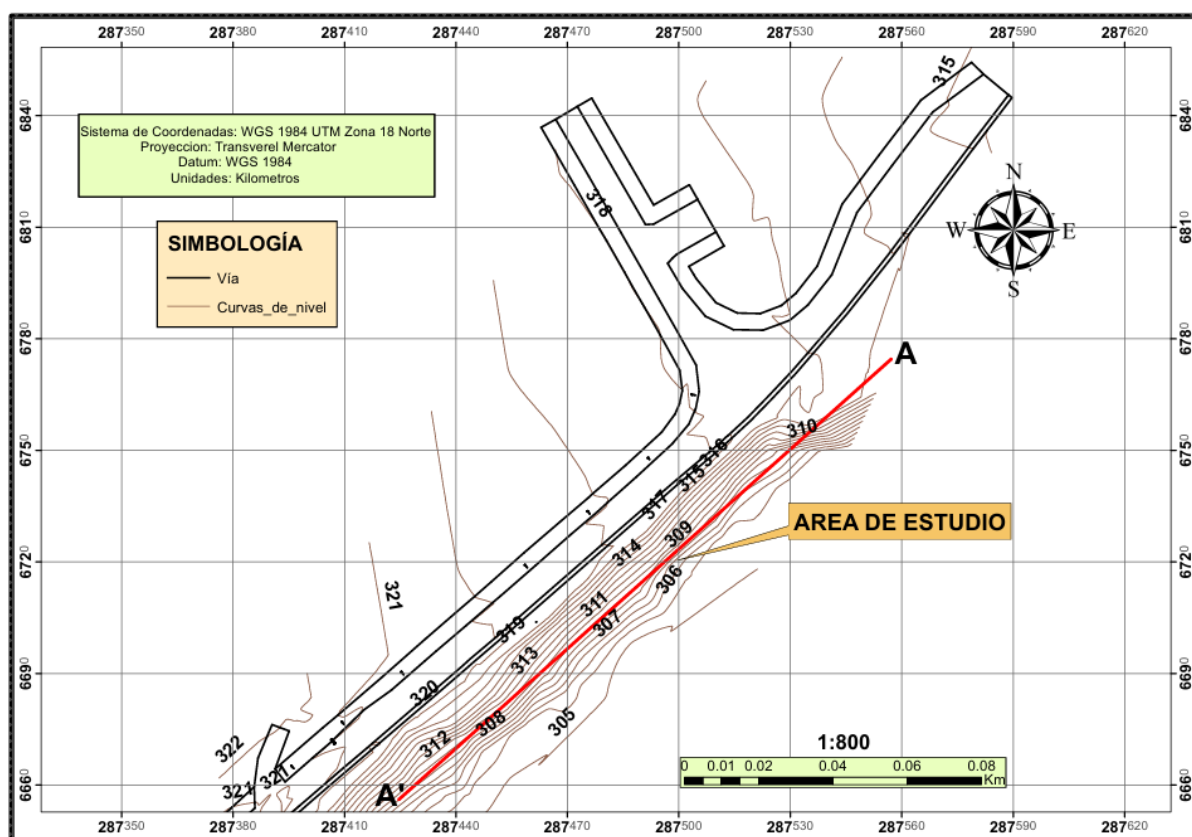
“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

topográfica va de los 27 a los 38 metros abarcando el talud lo suficiente para el diseño de estabilidad de taludes.

Con respecto a las curvas de nivel, las principales se representan cada 5.00 metros y las curvas secundarias cada metro, por lo que es una escala topográfica detallada, siendo un terreno irregular con cotas de elevación que van desde 305 m.s.n.m (cota más baja) hasta los 322 m.s.n.m (cota más alta), abarcando un área total de estudio de 1.32 ha. A continuación, en la Figura 29 y Figura 30 se muestra el mapa topográfico de la zona de estudio:

Figura 29

Topografía del tramo Nro. 1



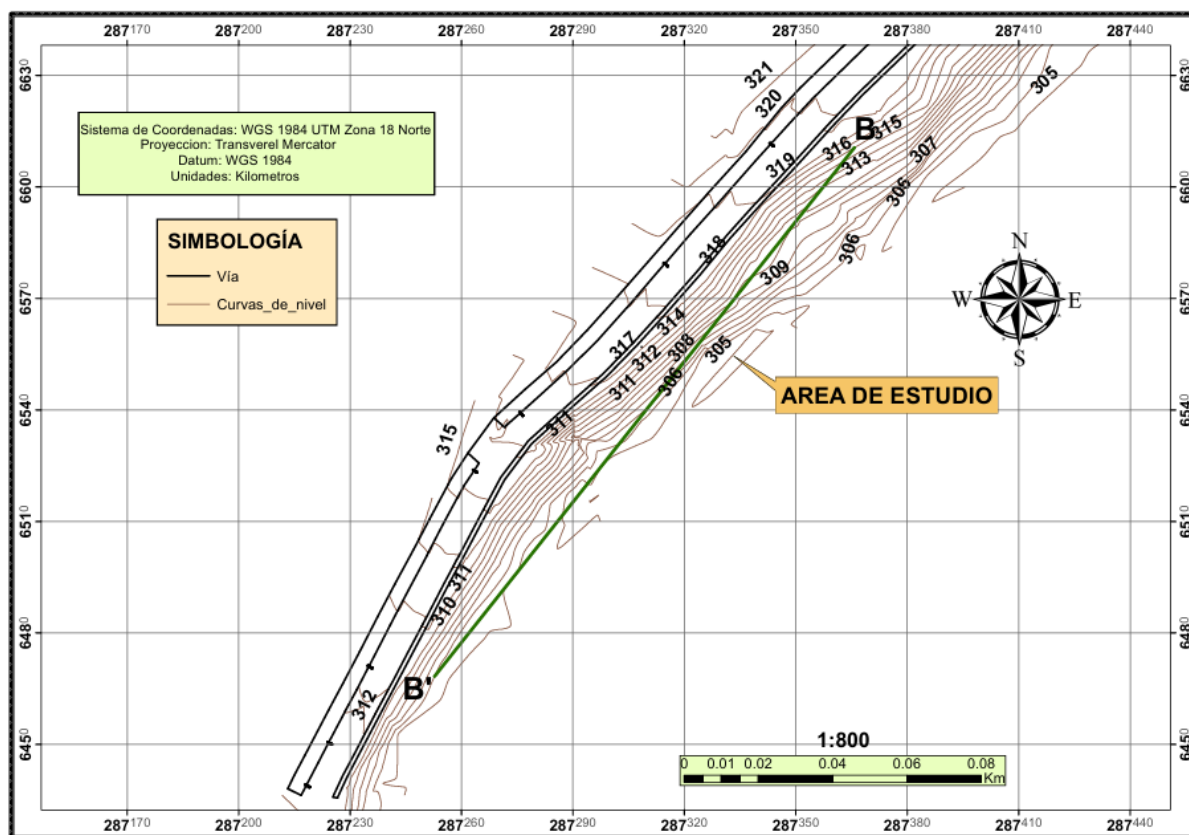
Nota. Obtenido del GADP Sucumbíos. Modificado por: La Autora, 2025



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 30

Topografía del tramo Nro. 2



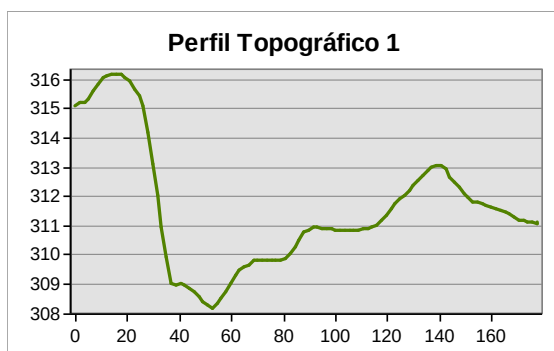
Nota. Obtenido del GADP Sucumbíos. Modificado por: La Autora, 2025

4.2.4.1. Perfil Topográfico A – A’.

En la Figura 31 se representa el perfil topográfico del tramo Nro. 1 del área en estudio, cuya dirección es NW – SE y una longitud topográfica de 178 metros. Asimismo, su altitud menor es 308 y su altitud mayor es 316.

Figura 31

Perfil topográfico A-A’



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

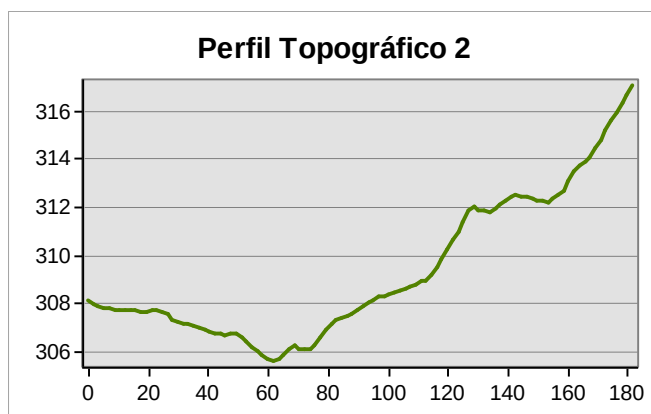


4.2.4.2. Perfil Topográfico B – B’.

En la Figura 32 se representa el perfil topográfico del tramo Nro. 2 del área en estudio, cuya dirección es NW – SE y una longitud topográfica de 182 metros. Asimismo, su altitud menor es 306 y su altitud mayor es 316.

Figura 32

Perfil topográfico B-B’



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

4.2.5. Geomorfología

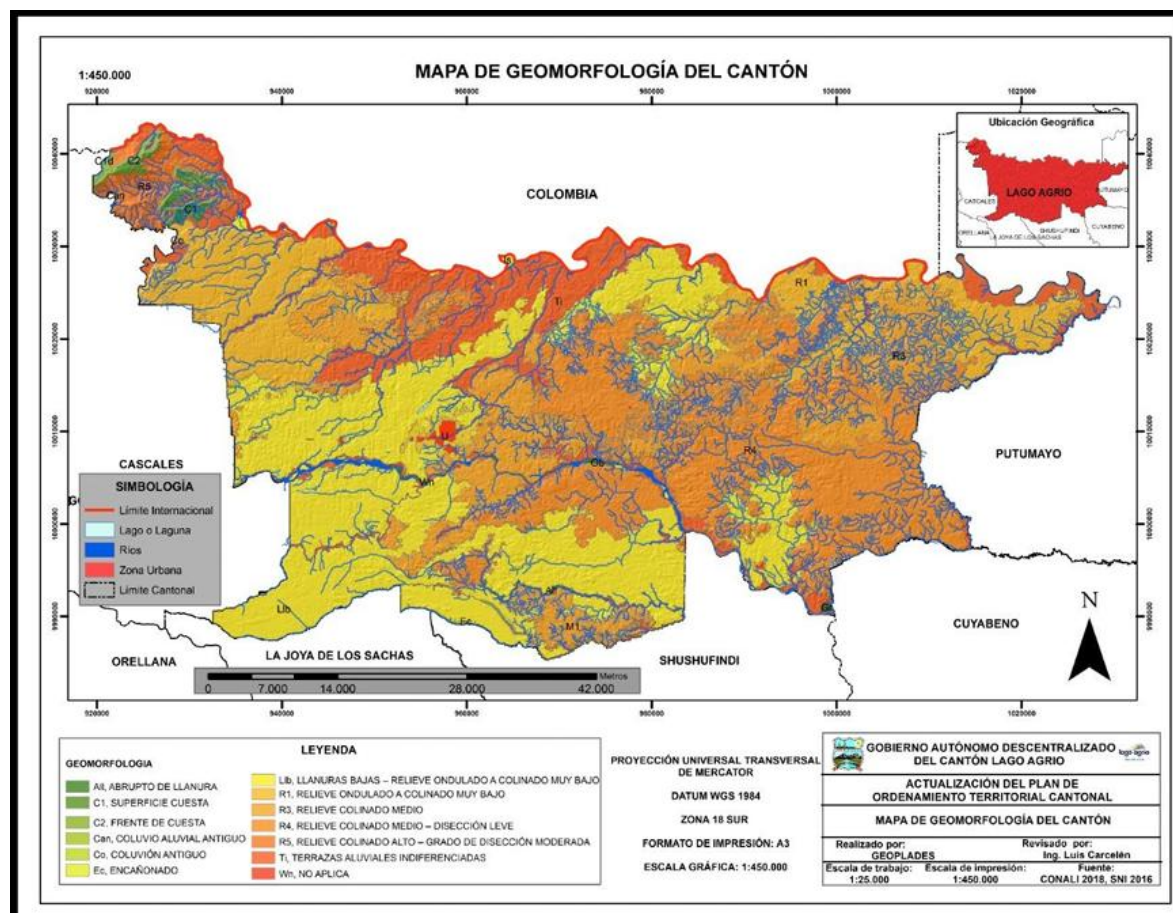
De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Lago Agrio (2019-2023) en el relieve del cantón Lago Agrio predomina el colinado medio y llanuras bajas, donde el primero ocupa 45875.90 ha y el segundo 90815.65 ha. Asimismo, se tiene la presencia de otros tipos de relieve, tales como: relieve ondulado a colinado muy bajo, terrazas aluviales indiferenciadas, relieve colinado alto, frente de cuesta, superficie de cuesta, abrupto de llanura, encañodado, coluvio aluvial antiguo y coluvión antiguo. Es importante mencionar que, la Unidad Genética en el área de estudio es de origen Tectónico-Erosivo, debido a que es una geoforma modelada por procesos erosivos sin rasgos característicos.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 33

Mapa de geomorfología del cantón Lago Agrio



Nota. Obtenido del PDOT del cantón Lago Agrio (2019-2023)

4.2.6. Pendientes

El mapa de pendientes es la representación gráfica que muestra la inclinación del terreno en el área de estudio y con ello analizar la variación del relieve. Se ha determinado cuatro rangos de pendientes en la zona de trabajo.

Tabla 11

Rango de pendientes en la zona de estudio

Símbolo	Rango (°)	Detalle	Área (m ²)	Porcentaje (%)
	0 – 5	Pendiente ligeramente inclinada	20407.85	58.02
	5 – 15	Pendiente fuertemente inclinada	5573.71	15.85
	15 – 35	Pendiente muy inclinada	6575.23	18.69
	35 – 55	Pendiente empinada	2614.81	7.43

Nota. Realizado por: La Autora, 2025



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Primeramente, la Pendiente ligeramente inclinada ocupa un área de 20407.85 m² del área de estudio, representando un porcentaje de 58.02 %. Este tipo de pendiente se encuentra en la parte derecha de la vía.

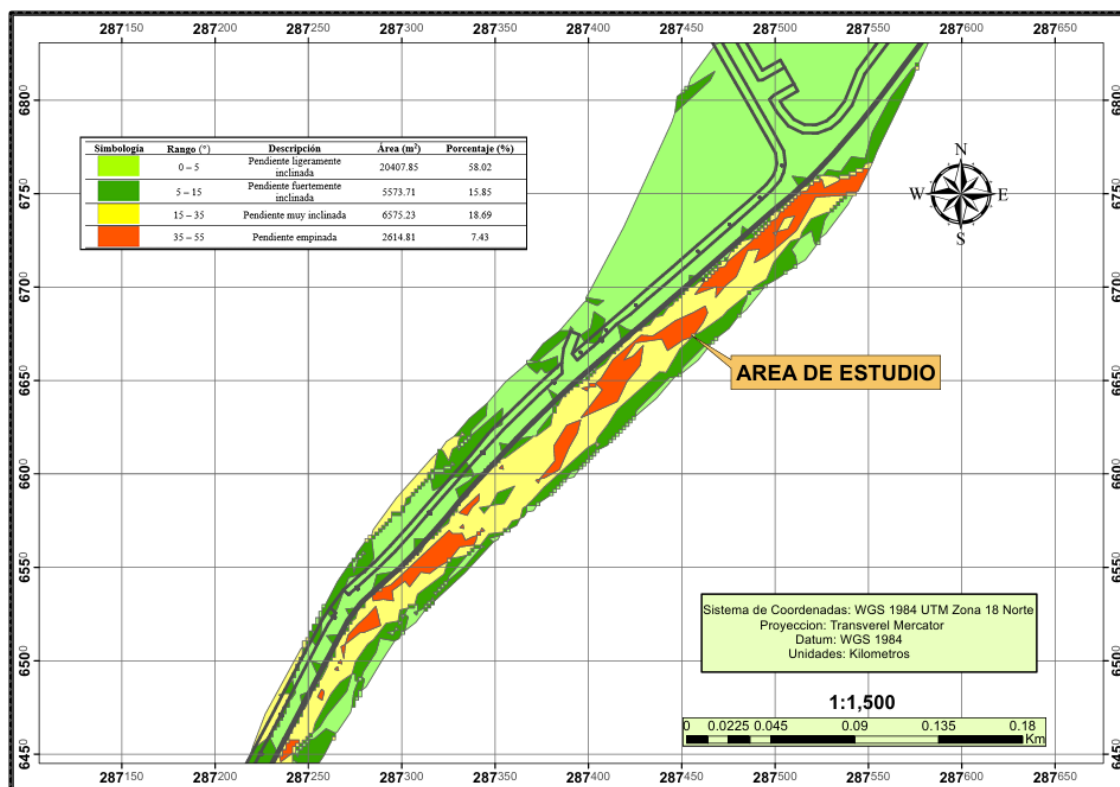
Seguidamente, la Pendiente fuertemente inclinada ocupa un área de 5573.71 m² del área de trabajo, siendo un 15.85 %, encontrándose principalmente en la parte baja del talud.

A continuación, se tiene la pendiente muy inclinada, representando un área de 6575.23m² equivalente al 18.69 % y la pendiente empinada ocupando un área de 2614.81 m², siendo el 7.43%, ambos tipos de pendiente se encuentran en la parte alta del talud.

Finalmente, en la Figura 34, se presenta el mapa de Pendientes de la zona de estudio.

Figura 34

Mapa de Pendientes de la zona de estudio



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

4.2.7. Geología Regional

El cantón Lago Agrio se encuentra conformado geológicamente por conglomerados, arenas y lutitas principalmente, así como areniscas, lutitas, tobas y depósitos aluviales, acorde al Mapa



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”
geológico de la República del Ecuador, año 2017, escala 1: 1000000, obtenida del Catálogo de Publicaciones Geológicas del Instituto de Investigación Geológico y Energético.

4.2.7.1. Litoestratigrafía

Formación Mera (PLQ_M). – Terrazas: Conglomerados, arenas y lutitas.

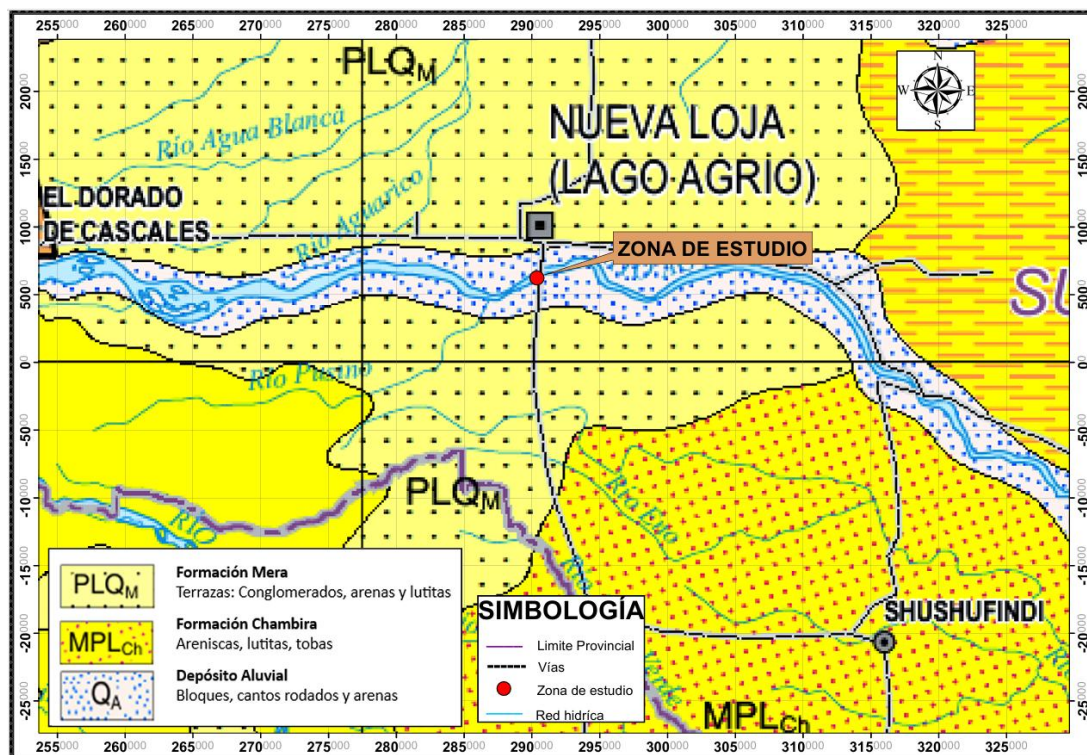
Formación Chambira (MPL_{Ch}). – Areniscas, lutitas y tobas.

4.2.7.2. Depósitos Superficiales

Deposito Aluvial (Q_A). – Bloques, cantos rodados y arenas.

Figura 35

Geología regional del área de estudio



Nota. Mapa geológico de la República del Ecuador, año 2017, escala 1: 1000000.

4.2.8. Geología Local

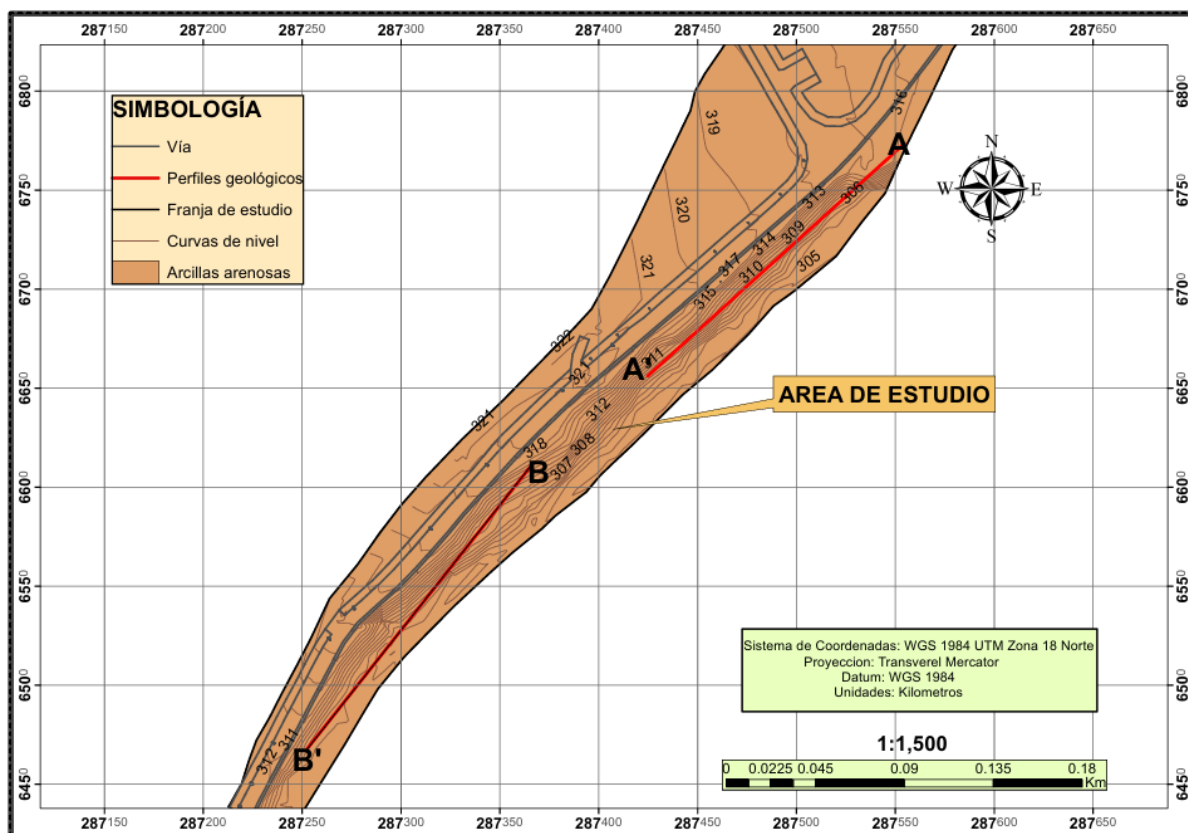
Para la descripción de la geología local, es decir, de los materiales encontrados en la zona de estudio se lo hizo en base a las muestras de suelo obtenidas del ensayo SPT y corroboradas con las líneas de refracción sísmica, donde se observa en la Figura 36 que el tipo de material se mantiene en toda el área de trabajo, siendo arcillas con arena, que son materiales propios de la zona.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 36

Geología local del proyecto



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

4.2.8.1. Corte Geológico A – A’.

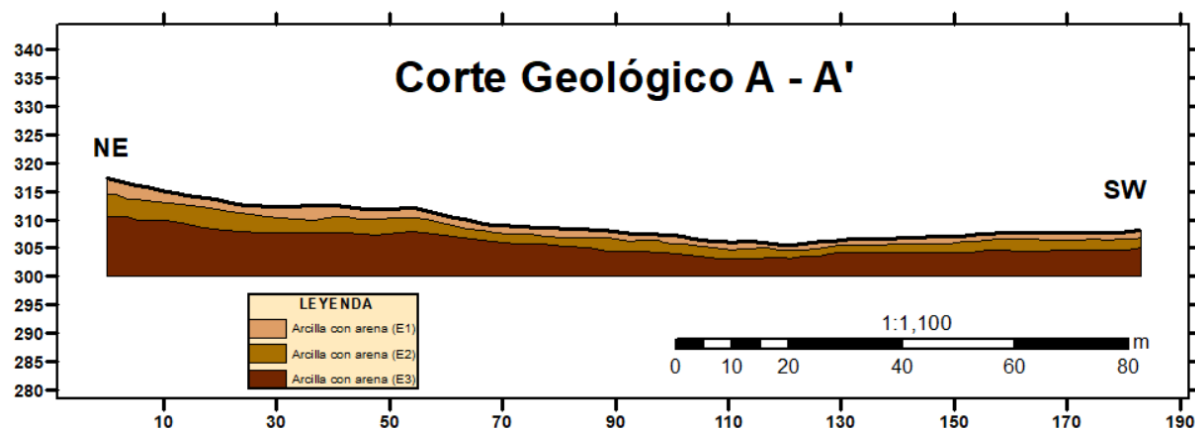
En la Figura 37 se presenta el corte geológico A – A’, cuya longitud topográfica es de 178.00 m y una orientación NE – SW. La potencia inferida es de 15.00 m donde se observa que la litología se mantiene a lo largo del perfil, asimismo el material es arcilloso con arena, presentándose el mismo tipo de material en profundidad.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 37

Corte geológico A – A'



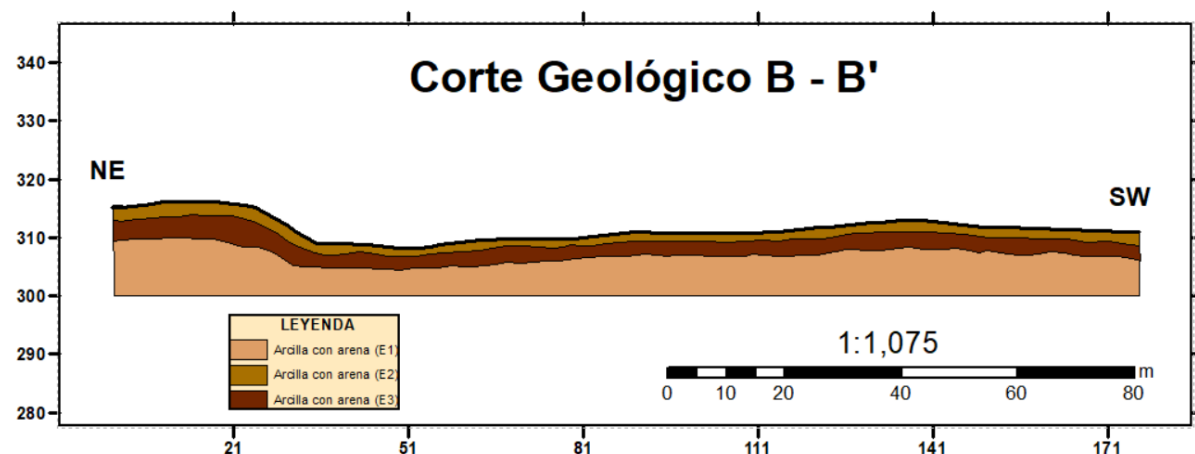
Nota. Realizado por: La Autora, 2025

4.2.8.2. Corte Geológico B – B'.

En la Figura 38 se presenta el corte geológico B – B', cuya longitud topográfica es de 178.00 m y una orientación NE – SW. La potencia inferida es de 15.00 m y de la misma forma que en el perfil A – A' la litología se mantiene.

Figura 38

Corte geológico B – B'



Nota. Realizado por: La Autora, 2025



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

4.2.9. Datos Geotécnicos

4.2.9.1. Ensayo de Resistencia al Corte

Para determinar los parámetros de resistencia al corte de los suelos se realizó el ensayo Triaxial UU con la muestra inalterada. En la Tabla 12, se presenta un resumen de dichos resultados:

Tabla 12

Resultados de ensayo Triaxial UU

Muestra	γ	Ángulo de fricción interna	Cohesión
	(g/cm3)	(°)	(kg/cm2)
M1	1,360	12,35	0,19

Nota. Laboratorio de materiales EPN, 2025. Modificado por: La Autora, 2025

Se utilizará las siguientes correlaciones empíricas para determinar los valores de ángulo de fricción interna y cohesión a partir de los ensayos geofísicos y los valores de Vp y Vs en cada estrato. Estos valores serán corregidos con los valores obtenidos en laboratorio y se determinarán las características de resistencia al corte del resto de los estratos, los resultados se presentan en las Tabla 13, Tabla 14 y Tabla 15.

Tabla 13

Valores empíricos resistencia al corte LSI

Estrato	Ensayo de Laboratorio			Según Pazmiño et al (2017)			
	γ	Ángulo de fricción	Cohesión	Vp	Vs	$c'=0,0508-0,0167 Vp/Vs$	$\phi = 26,549+0,7792 Vp/vs$
	(g/cm3)	(°)	(kg/cm2)				
EST01	1,360	12,35	0,19	348	158	0,01	28,27
FACTOR DE CORRECCIÓN Vp/Vs						13,55	0,44
EST02				418	214	0,25	12,27
EST03				487	415	0,42	12,00

Nota. Realizado por: La Autora, 2025



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Tabla 14

Valores empíricos resistencia al corte LS2

Ensayo de Laboratorio				Según Pazmiño et al (2017)			
Estrato	γ	Ángulo de fricción	Cohesión	Vp	Vs	$c'=0,0508-0,0167 Vp/Vs$	$\phi = 26,549+0,7792 Vp/vs$
	(g/cm3)	(°)	(kg/cm2)				
EST01	1,360	12,35	0,19	387	170	0,01	28,32
				FACTOR DE CORRECCIÓN Vp/Vs			
				14,86			
EST02				481	206	0,18	12,37
EST03				522	435	0,46	11,98

Nota. Realizado por: La Autora, 2025

Tabla 15

Valores empíricos resistencia al corte LS3

Ensayo de Laboratorio				Según Pazmiño et al (2017)			
Estrato	γ	Ángulo de fricción	Cohesión	Vp	Vs	$c'=0,0508-0,0167 Vp/Vs$	$\phi = 26,549+0,7792 Vp/vs$
	(g/cm3)	(°)	(kg/cm2)				
EST01	1,360	12,35	0,19	344	153	0,01	28,30
				FACTOR DE CORRECCIÓN Vp/Vs			
				14,34			
EST02				426	216	0,26	12,26
EST03				527	512	0,48	11,94

Nota. Realizado por: La Autora, 2025

4.2.9.2. Ensayo de Penetración Estándar.

El ensayo (S.P.T.) de Penetración Estándar se realizó con la finalidad de determinar la resistencia al esfuerzo de corte del suelo, al conocer la cantidad de golpes necesarios (N) para hincar el toma muestras, a partir de esto obtener muestras alteradas para identificar la litología presente en la zona de estudio. Se realizaron tres perforaciones, ubicadas en las coordenadas que se muestran en la Tabla 16:

Tabla 16

Ubicación de perforaciones realizadas (SPT)

Ubicación DATUM WGS 84/ 18 N				
Nro.	Profundidad (m)	Este (m)	Norte (m)	Cota (msnm)
Pozo 1	6	290512	6747	319
Pozo 2	6	290387	6631	318
Pozo 3	6	290229	6454	312

Nota. Realizado por: La Autora, 2025



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

A continuación, se describe los resultados de campo y laboratorio obtenidos para cada una de las perforaciones realizadas:

- **Pozo Nro. 1**

De 0.5 a 1.00 m.- se tiene arcilla de alta plasticidad con una humedad natural de 45%, un límite líquido de 77%, un límite plástico de 35% y un índice de plasticidad de 42%, el número de golpes corregido es 2.

De 1.00 m a 2.00 m.- se encontró limo de alta plasticidad con una humedad natural de 40%, un límite líquido de 63%, un límite plástico de 43% y un índice de plasticidad de 20%, el número de golpes corregido es 5.

De 2.00 m a 3.00 m.- se encontró limo de alta plasticidad con arena con una humedad natural de 46%, un límite líquido de 56%, un límite plástico de 34% y un índice de plasticidad de 23%, el número de golpes corregido es 9.

De 3.00 m a 4.00 m.- se encontró limo de alta plasticidad con arena con una humedad natural de 54%, un límite líquido de 66%, un límite plástico de 34% y un índice de plasticidad de 32%, el número de golpes corregido es 4.

De 4.00 m a 5.00 m.- se encontró arcilla de alta plasticidad con arena con una humedad natural de 48%, un límite líquido de 67%, un límite plástico de 32% y un índice de plasticidad de 35%, el número de golpes corregido es 48.

De 5.00 m a 6.00 m.- se encontró limo de baja plasticidad con una humedad natural de 30%, un límite líquido de 41%, un límite plástico de 29% y un índice de plasticidad de 12%, el número de golpes es 55 en el primer estrato por ende fue Rebote.

Entonces, se tiene los siguientes parámetros físicos y mecánicos de los geo materiales para el Pozo Nro. 1:



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Tabla 17

Parámetros físicos y mecánicos de los materiales para el pozo Nro. 1

Perforación 1									
Profundidad (m)	Ncampo	y (kN/m3)	N60 sin NF	O (kN/m2)	LL (%)	Cc	E'sec	E'sec prom	v'
1.00	2	13.65	2	13.65	77	0.603	630	6804	0.35
2.00	4	13.72	3	27.44	63	0.477	1260		
3.00	8	13.90	6	41.7	56	0.414	2520		
4.00	3	13.74	3	54.96	66	0.504	1071		
5.00	44	13.92	39	69.6	67	0.513	15708		
6.00	55	13.82	49	82.92	41	0.279	19635		

Nota. Realizado por: La Autora, 2025

- **Pozo Nro. 2**

De 0.5 a 1.00 m.- se tiene arcilla de alta plasticidad con arena cuya humedad natural es 38%, un límite líquido de 64%, un límite plástico de 23% y un índice de plasticidad de 41%, el número de golpes corregido es 3.

De 1.00 m a 2.00 m.- se encontró arcilla de alta plasticidad arenosa con una humedad natural de 52%, un límite líquido de 68%, un límite plástico de 27% y un índice de plasticidad de 41%, el número de golpes corregido es 6.

De 2.00 m a 3.00 m.- se encontró arcilla de alta plasticidad con una humedad natural de 48%, un límite líquido de 73%, un límite plástico de 30% y un índice de plasticidad de 43%, el número de golpes corregido es 8.

De 3.00 m a 4.00 m.- se encontró arcilla de alta plasticidad con una humedad natural de 55%, un límite líquido de 71%, un límite plástico de 29% y un índice de plasticidad de 41%, el número de golpes corregido es 5.

De 4.00 m a 5.00 m.- se encontró arcilla de alta plasticidad con una humedad natural de 51%, un límite líquido de 70%, un límite plástico de 31% y un índice de plasticidad de 39%, el número de golpes corregido es 4.

De 5.00 m a 6.00 m.- se encontró limo de alta plasticidad con una humedad natural de 59%, un límite líquido de 77%, un límite plástico de 40% y un índice de plasticidad de 37%, el número de golpes corregido es 17.

Entonces, se tiene los siguientes parámetros físicos y mecánicos de los geo materiales para el Pozo Nro. 2:



Tabla 18

Parámetros físicos y mecánicos de los materiales para el pozo Nro. 2

Perforación 2									
Profundidad (m)	Ncampo	y (kN/m ³)	N60 sin NF	O (kN/m ²)	LL (%)	Cc	E'sec	E'sec prom	v'
1.00	2	13.94	2	13.94	64	0.486	630	2355.7	0.35
2.00	5	13.70	4	27.40	68	0.522	1575		
3.00	7	13.68	6	41.04	73	0.567	2205		
4.00	4	13.91	4	55.64	71	0.549	1496		
5.00	3	14.00	3	70.00	70	0.540	1122		
6.00	19	13.85	18	83.10	77	0.603	7106		

Nota. Realizado por: La Autora, 2025

- **Pozo Nro. 3**

De 0.5 a 1.00 m.- se tiene arcilla de media plasticidad arenosa con humedad natural de 21%, un límite líquido de 41%, un límite plástico de 24% y un índice de plasticidad de 18%, el número de golpes corregido es 2.

De 1.00 m a 2.00 m.- se encontró limo de baja plasticidad arenoso con una humedad natural de 15%, un límite líquido de 46%, un límite plástico de 35% y un índice de plasticidad de 12%, el número de golpes corregido es 4.

De 2.00 m a 3.00 m.- se encontró limo de baja plasticidad con una humedad natural de 46%, un límite líquido de 49%, un límite plástico de 32% y un índice de plasticidad de 17%, el número de golpes corregido es 8.

De 3.00 m a 4.00 m.- se encontró limo de baja plasticidad con una humedad natural de 54%, un límite líquido de 44%, un límite plástico de 30% y un índice de plasticidad de 14%, el número de golpes corregido es 6.

De 4.00 m a 5.00 m.- se encontró limo de baja plasticidad con una humedad natural de 46%, un límite líquido de 49%, un límite plástico de 28% y un índice de plasticidad de 21%, el número de golpes corregido es 15.

De 5.00 m a 6.00 m.- se encontró arena limosa con una humedad natural de 39%, un límite líquido de 42%, un límite plástico de 27% y un índice de plasticidad de 14%, el número de golpes corregido es 6.

Entonces, se tiene los siguientes parámetros físicos y mecánicos de los geo materiales para el Pozo Nro. 3:



Tabla 19

Parámetros físicos y mecánicos de los materiales para el pozo Nro. 3

Perforación 3									
Profundidad (m)	Ncampo	y (kN/m ³)	N60 sin NF	O (kN/m ²)	LL (%)	Cc	E' sec	E' sec prom	v'
1.00	2	14.02	2	14.02	41	0.279	630	2117.5	0.35
2.00	3	13.77	2	27.54	46	0.324	945		
3.00	7	13.71	6	41.13	49	0.351	2205		
4.00	5	13.80	4	55.20	44	0.306	1785		
5.00	14	13.69	12	68.45	49	0.351	4998		
6.00	6	12.35	5	74.10	42	0.288	2142		

Nota. Realizado por: La Autora, 2025

4.2.9.3. Ensayo de Sísmica de Refracción.

El sondeo de sísmica de refracción se realizó mediante tres perfiles de 55 m de extensión y una profundidad de 30 m, ubicado a lo largo del talud en estudio en la zona central para obtener información suficiente para el respectivo análisis a partir de receptor las ondas de velocidad primaria. Los resultados del ensayo se presentan en el Anexo 8.1.

Posteriormente, se obtuvo la Dromocrona las cuales permiten identificar la respectiva estratigrafía del subsuelo. Asimismo, mediante la tomografía eléctrica es una técnica geofísica utilizada para investigar las propiedades y estructura del subsuelo, se basa en medir la resistividad eléctrica.

- **Ensayos sísmica de refracción y métodos MAM y MASM LSism-01**

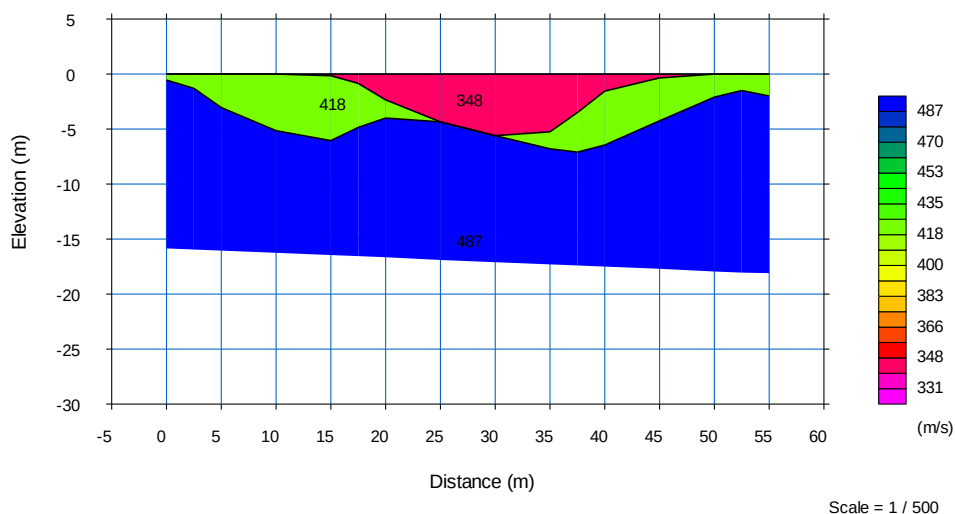
En la Figura 39 se presenta la estructura estratigráfica resultante del análisis de la LSism-01:



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 39

Estratigrafía – Tomografía del suelo LSism-01



Nota. Obtenido de Laboratorio de materiales: Luis Pazmiño

Los resultados obtenidos del perfil estratigráfico para línea LSism-01 se muestran a continuación, en la Tabla 20:

Tabla 20

Análisis sísmica de refracción LSism-01

Estratos	Potencia máxima del estrato (m)	Vp m/s	Ripabilidad	Correspondencia geotécnica
1	6,0	348	RIPADO FÁCIL	Limos y arcillas cuya consistencia aumenta con la profundidad
2	6,0	418	RIPADO FÁCIL	
3	>10,0	487	RIPADO FÁCIL	

Nota. Obtenido de Laboratorio de materiales: Luis Pazmiño

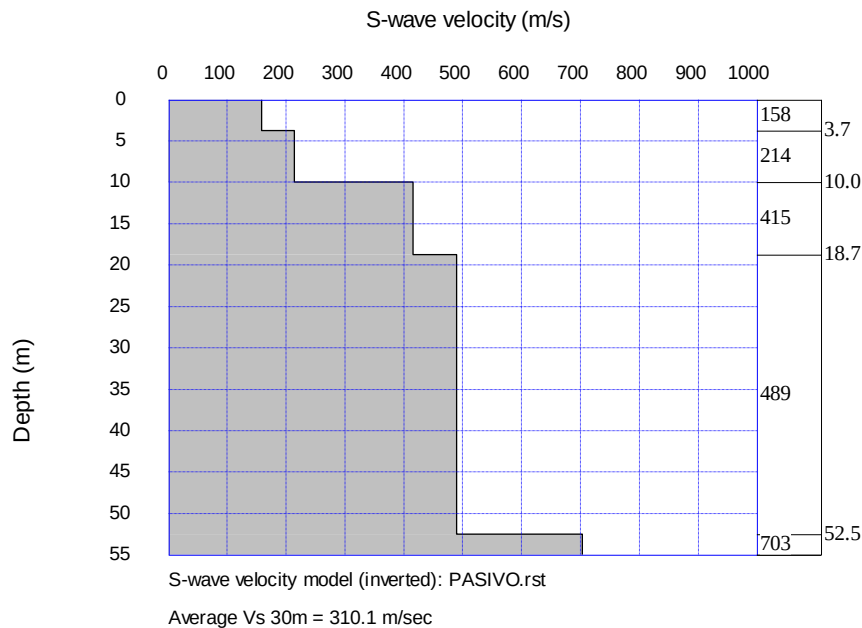
En el proyecto se realizaron dos sondeos tipo REMI (MAM) y MASW cuyos resultados se presentan a continuación:



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 40

Perfil de cizalla en el centro de la línea sísmica LSism-01



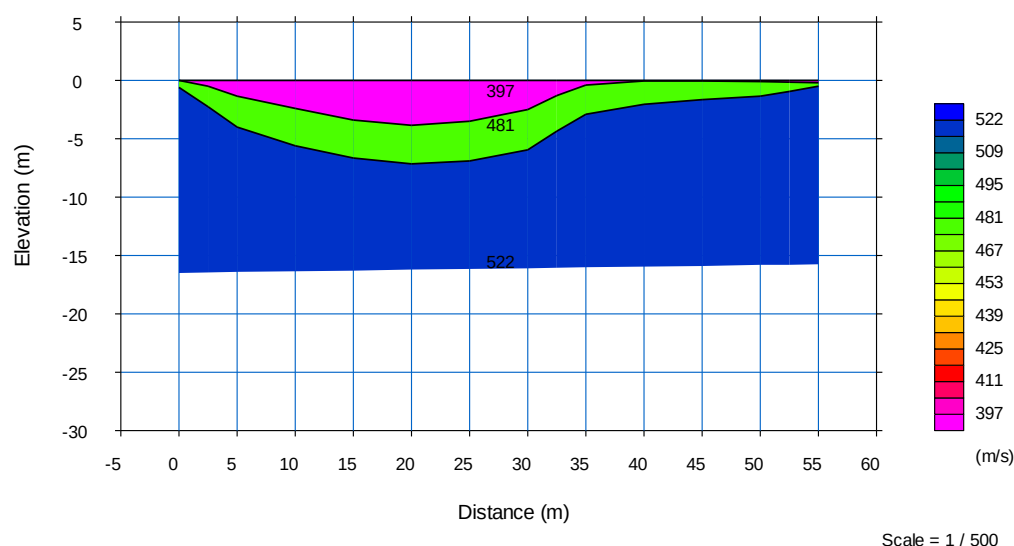
Nota. Obtenido de Laboratorio de materiales: Luis Pazmiño

- **Ensayos sísmica de refracción y métodos MAM y MASM LSism-02**

En la Figura 41 se presenta la estructura estratigráfica resultante del análisis de la LSism-02:

Figura 41

Estratigrafía – Tomografía del suelo LSism-02



Nota. Obtenido de Laboratorio de materiales: Luis Pazmiño

Los resultados obtenidos del perfil estratigráfico para línea LSism-02 se presentan a continuación:



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Tabla 21

Análisis sísmica de refracción LSism-02

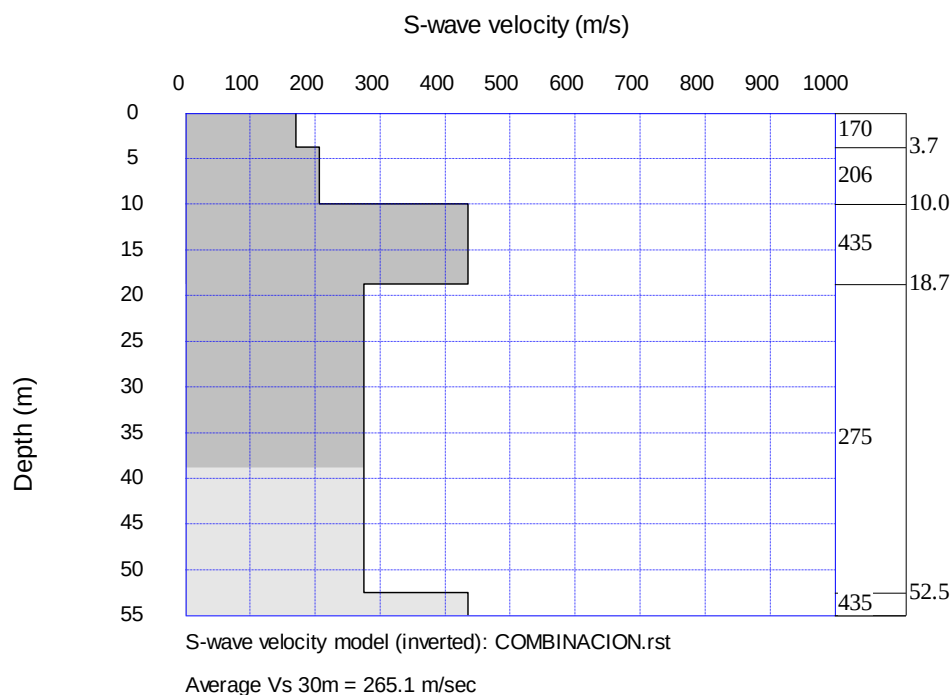
Estratos	Potencia máxima del estrato (m)	Vp m/s	Ripabilidad	Correspondencia geotécnica
1	3,0	387	RIPADO FÁCIL	Limos y arcillas cuya consistencia aumenta con la profundidad
2	4,0	481	RIPADO FÁCIL	
3	>10,0	522	RIPADO FÁCIL	

Nota. Obtenido de Laboratorio de materiales: Luis Pazmiño

En el proyecto se realizaron dos sondeos tipo REMI (MAM) y MASW cuyos resultados se presentan a continuación:

Figura 42

Perfil de cizalla en el centro de la línea sísmica LSism-02



Nota. Obtenido de Laboratorio de materiales: Luis Pazmiño

- **Ensayos sísmica de refracción y métodos MAM y MASM LSism-03**

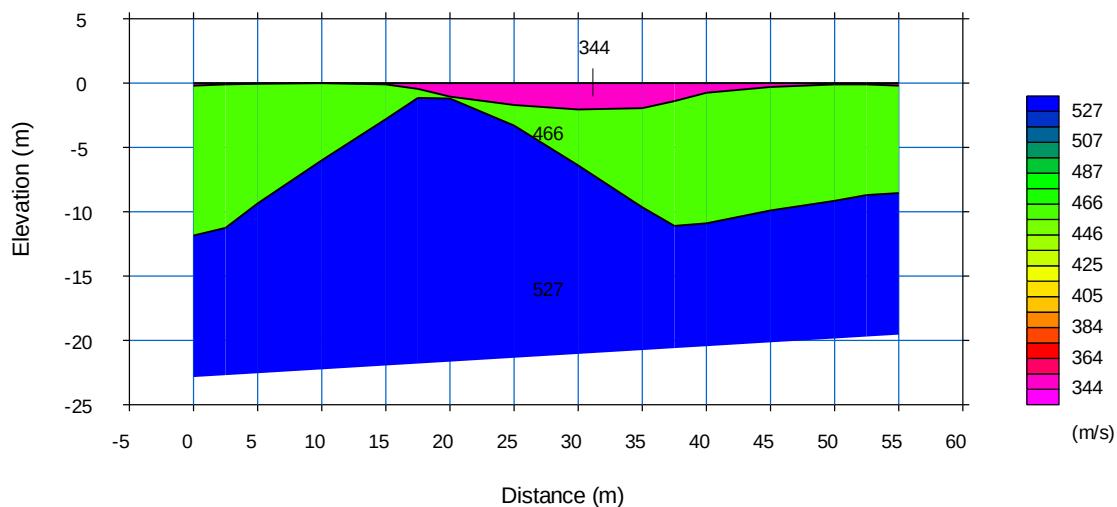
En la Figura 43 se presenta la estructura estratigráfica resultante del análisis de la LSism-03:



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 43

Estratigrafía – Tomografía del suelo LSism-03



Nota. Obtenido de Laboratorio de materiales: Luis Pazmiño

Los resultados obtenidos del perfil estratigráfico para línea LSism-03 se muestran a continuación, en la Tabla 22:

Tabla 22

Análisis sísmica de refracción LSism-03

Estratos	Potencia máxima del estrato (m)	Vp m/s	Ripabilidad	Correspondencia geotécnica
1	1,0	344	RIPADO FÁCIL	Limos y arcillas cuya consistencia aumenta con la profundidad
2	10,0	466	RIPADO FÁCIL	
3	>10,0	527	RIPADO FÁCIL	

Nota. Obtenido de Laboratorio de materiales: Luis Pazmiño

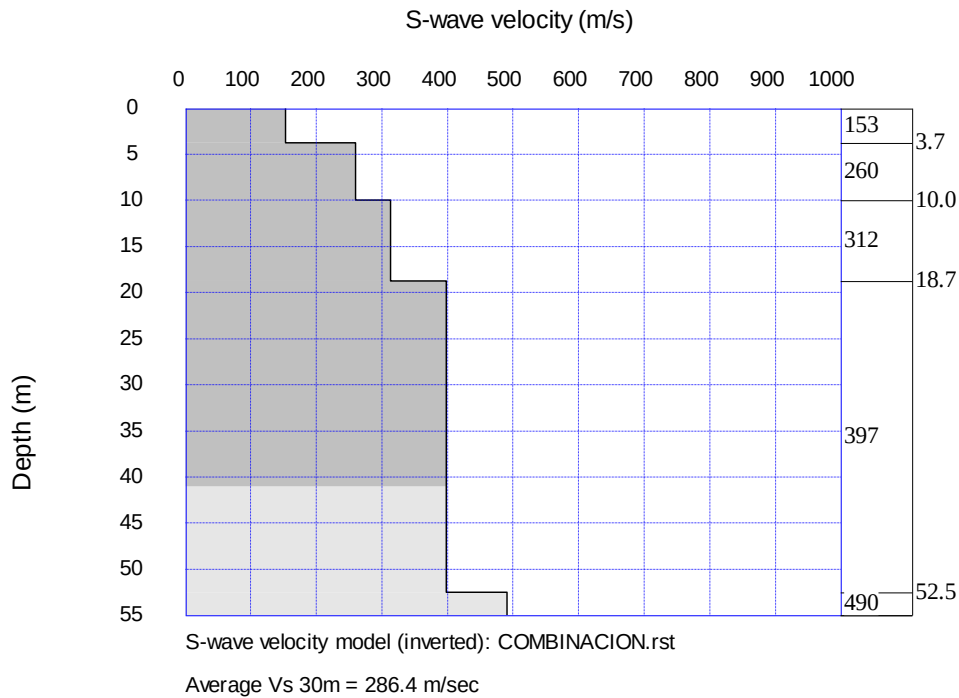
En el proyecto se realizaron dos sondeos tipo REMI (MAM) y MASW cuyos resultados se presentan a continuación:



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Figura 44

Perfil de cizalla en el centro de la línea sísmica LSism-03



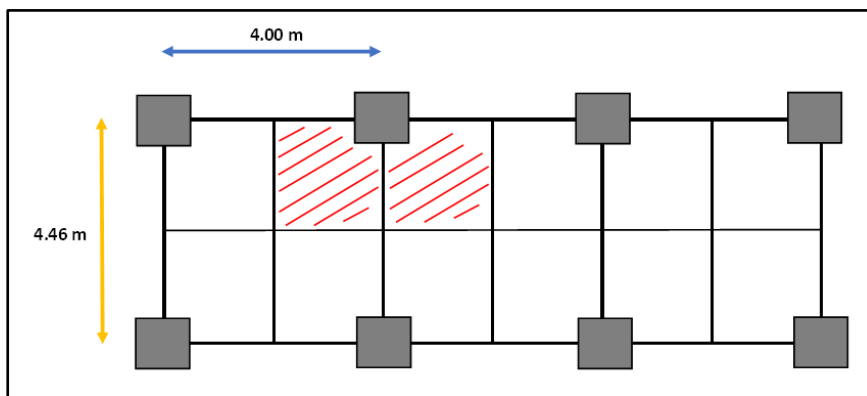
Nota. Obtenido de Laboratorio de materiales: Luis Pazmiño

4.2.10. Análisis Geotécnicos

4.2.10.1. Estado límite de falla.

Figura 45

Área cooperante de la cimentación



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

Primeramente, con la finalidad de determinar la capacidad de carga del suelo, se estimará el área cooperante de la cimentación, la cual es de 8.92 m², donde para determinar el valor de la carga que soportará la cimentación, se considerarán los siguientes parámetros:



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- Carga Muerta (CM):

Tabla 23

Análisis de Carga Muerta

Concepto	Peso Vol (ton por m ² de losa)
Peso del hormigón	0.249
Peso del bloque	0.072
Peso porcelanato	0.02
Peso balcón	0.196
Peso Total	0.538

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

$$CM = 0.538 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 8.92 \text{ m}^2 = 4.80 \text{ ton}$$

- Carga Viva (CV):

La Carga Viva se establece de acuerdo con la ocupación o los usos según la NEC-SE-CG (Cargas No Sísmicas), acorde a la Tabla 9, la estructura del presente proyecto de investigación se encasilla en: Patio y terrazas peatonales, que corresponde a 4.80 kN/m² equivalente a 0.489 ton/m².

$$CV = 0.489 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 8.92 \text{ m}^2 = 4.28 \text{ ton}$$

- Carga total que llega a la cimentación:

$$CT = CM + CV = 4.80 \text{ ton} + 4.28 \text{ ton} = 9.07 \text{ ton}$$

- **Análisis de capacidad de carga**

Una vez determinadas las propiedades físicas y mecánicas de los geomateriales se procedió a calcular la capacidad de carga admisible del suelo de fundación, de forma que, las cimentaciones superficiales desempeñen su función satisfactoriamente y brinden seguridad ante falla general por corte, sin experimentar desplazamientos o asentamientos excesivos que produzcan daños a la estructura. Se analizó y calculó la capacidad de carga última propuesta por Bowles, quien propuso utilizar el número de golpes del ensayo SPT y cuando B es mayor a 1.20 m, se tiene la Ecuación Nro. 11.

$$(11) q_{adm} = \frac{N_{prom} * k_d}{0.08} * \frac{(B+0.3)^2}{B^2} \text{ si } B > 1.2 \text{ m}$$

Donde:

N_{prom}: número de golpes promedio



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

B: ancho de la cimentación

$$k_d: 1 + 0.33 \frac{D_f}{B} \leq 1.33 \text{ (propuesto por Meyerhof (1965))}$$

- Primeo se realizó el análisis considerando la cimentación con una zapata aislada cuadrada con un ancho de B=1.80 m y una longitud de L=1.80 m.

Tabla 24

Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 1

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA PARA EL POZO NRO. 1									
Profundidad (m)	N CAMPO	N 60	N Prom	Df (m)	B (m)	kd	kd utilizado	qadm (kPa)	qadm (ton/m ²)
1.00	2	2	3	1.0	1.80	1.18	1.18	57.97	5.82
2.00	4	3	4	2.0	1.80	1.37	1.33	93.26	9.36
3.00	8	6	11	3.0	1.80	1.55	1.33	239.58	24.04
4.00	3	3	3	4.0	1.80	1.73	1.33	67.89	6.81
5.00	44	39	36	5.0	1.80	1.92	1.33	814.57	81.75
6.00	55	49	25	6.0	1.80	2.10	1.33	555.39	55.74

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Tabla 25

Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 2

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA PARA EL POZO NRO. 2									
PROFUNDIDAD (m)	N CAMPO	N 60	N Prom	Df (m)	B (m)	kd	kd utilizado	qadm (kPa)	qadm (ton/m ²)
1.00	2	2	3	1.0	1.80	1.18	1.18	60.61	6.08
2.00	5	4	4	2.0	1.80	1.37	1.33	99.59	10.00
3.00	7	6	4	3.0	1.80	1.55	1.33	99.40	9.98
4.00	4	4	6	4.0	1.80	1.73	1.33	124.54	12.50
5.00	3	3	7	5.0	1.80	1.92	1.33	158.20	15.88
6.00	19	17	8	6.0	1.80	2.10	1.33	191.86	19.26

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Tabla 26

Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 3

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA PARA EL POZO NRO. 3									
PROFUNDIDAD (m)	N CAMPO	N 60	N Prom	Df (m)	B (m)	kd	kd utilizado	qadm (kPa)	qadm (ton/m ²)
1.00	2	2	2	1.0	1.80	1.18	1.18	50.07	5.02
2.00	3	2	4	2.0	1.80	1.37	1.33	85.14	8.54
3.00	7	6	6	3.0	1.80	1.55	1.33	143.15	14.37
4.00	5	4	7	4.0	1.80	1.73	1.33	164.93	16.55
5.00	14	12	8	5.0	1.80	1.92	1.33	181.76	18.24
6.00	6	5	3	6.0	1.80	2.10	1.33	60.59	6.08

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

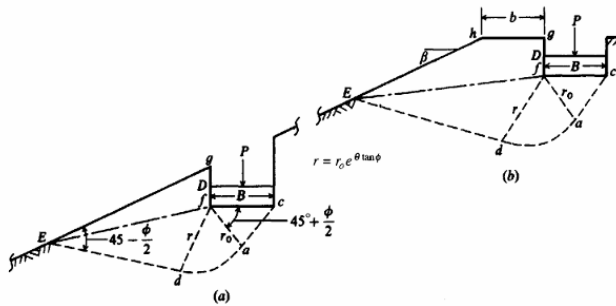


“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- Seguidamente se realizó el análisis considerando la zapata aislada cuadrada a borde de talud, donde las cimentaciones que están cerca de un talud, se analizan su capacidad de carga según los esquemas de la Figura 46, donde el plano de falla por corte influye según el grado de inclinación en el talud.

Figura 46

a) Zapata sobre una pendiente; b) Zapata adyacente a una pendiente.



Nota. Obtenido de: (Bowles, 1997)

Donde:

β : Ángulo de inclinación del talud

b: distancia desde el borde de la cimentación al borde superior del talud

B: ancho de la cimentación

Df: profundidad de desplante

El talud trabajado en la presente investigación presenta una geometría similar, y los datos se obtuvieron del levantamiento topográfico. Para el cálculo de la capacidad ultima se utilizó la Ecuación 12:

$$(12) q_u = cN_{cq} + \frac{1}{2}\gamma BN_{\gamma q}$$

Donde:

q_u : capacidad última del suelo

c: cohesión

N_{cq} : factor de capacidad de carga de Meyerhof para un suelo puramente cohesivo

$N_{\gamma q}$: factor de capacidad de apoyo de Meyerhof para un suelo granular

γ : peso unitario del suelo



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

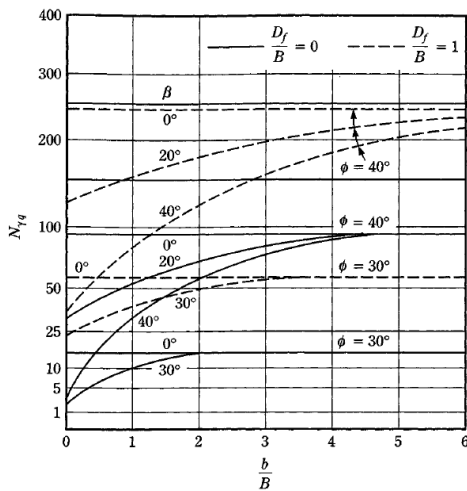
B: ancho de la cimentación

Por el tipo de material encontrado en la zona de estudio se considera que el suelo se comporta de una forma cohesiva y granular, por ende, se tiene que:

- Si $B < H$, se utiliza las curvas para $N_s = 0$
- Si $B \geq H$, se utiliza las curvas con el número N_s de estabilidad calculado

Figura 47

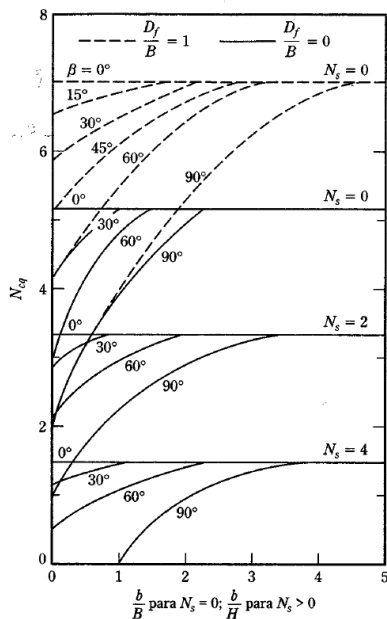
Factor de capacidad de apoyo N_{yq} de Meyerhof para un suelo granular ($c=0$)



Nota. Obtenido de: (Teng, 1962)

Figura 48

Factor de capacidad de carga N_{cq} de Meyerhof para un suelo puramente cohesivo



Nota. Obtenido de: (Teng, 1962)



El factor de seguridad con el que se trabajó corresponde a 4, este valor se escogió por ser una cimentación que está conformada en un talud, por lo tanto, es más rígida en cuanto a su seguridad. Entonces, se obtuvo lo siguientes resultados:

- Para el SPT Nro. 1:

Tabla 27

Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 1 (zapata sobre pendiente)

PARA ZAPATA INICIAL		PARA ZAPATA DE MURO	
DATOS		DATOS	
H	6 m	H	6 m
β	42 °	β	42 °
b	2.4 m	b	6.86 m
B	1.8 m	B	1.8 m
Df	2 m	Df	5 m
γ	14.02 kN/m ³	γ	14.02 kN/m ³
FS	4	FS	4
Df/B	1.11	Df/B	2.78
b/B	1.33	b/B	3.81
Nyq	45	Nyq	52
Ncq	6.8	Ncq	6.8
cohesión	18.63 kN/m ²	cohesión	25.5 kN/m ²
ϕ	12.35 °	ϕ	12.26 °
qult	223.056 kN/m ²	qult	258.78 kN/m ²
qadm	5.69 ton/m ²	qadm	6.60 ton/m ²

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

- Para el SPT Nro. 2:

Tabla 28

Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 2 (zapata sobre pendiente)

PARA ZAPATA INICIAL		PARA ZAPATA DE MURO	
DATOS		DATOS	
H	10 m	H	10 m
β	31 °	β	31 °
b	2.4 m	b	6.86 m
B	1.8 m	B	1.8 m
Df	2 m	Df	5 m
γ	14.02 kN/m ³	γ	14.02 kN/m ³
FS	4	FS	4
Df/B	1.11	Df/B	2.78
b/B	1.33	b/B	3.81
Nyq	47	Nyq	52
Ncq	6.4	Ncq	7
cohesión	18.63 kN/m ²	cohesión	17.65 kN/m ²
ϕ	12.35 °	ϕ	12.37 °
qult	178.07 kN/m ²	qult	194.92 kN/m ²
qadm	18.16 ton/m ²	qadm	19.88 ton/m ²

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- Para el SPT Nro. 3:

Tabla 29

Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 3 (zapata sobre pendiente)

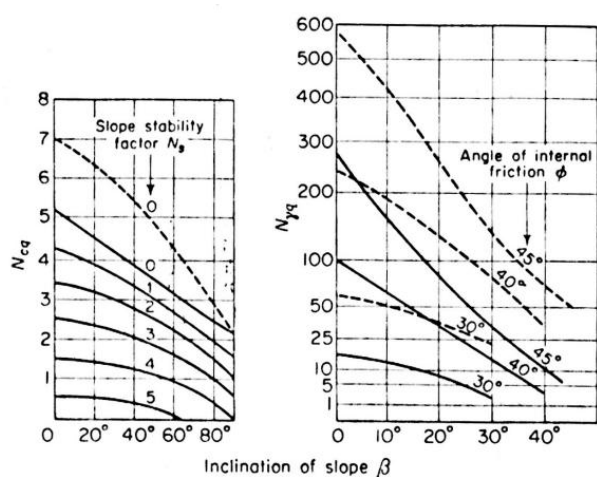
PARA ZAPATA INICIAL			PARA ZAPATA DE MURO		
DATOS			DATOS		
H	10	m	H	10	m
β	37	°	β	37	°
b	2.4	m	b	6.86	m
B	1.8	m	B	1.8	m
Df	2	m	Df	5	m
γ	14.02	kN/m ³	γ	14.02	kN/m ³
FS	4		FS	4	
Df/B			Df/B		
1.11			2.78		
b/B			b/B		
1.33			3.81		
N_{yq}			N_{yq}		
47			52		
N_{cq}			N_{cq}		
6.5			6.8		
cohesión			cohesión		
18.63 kN/m ²			24.52 kN/m ²		
ϕ			ϕ		
12.35 °			12.27 °		
qult			qult		
178.53 kN/m ²			205.72 kN/m ²		
qadm			qadm		
18.21 ton/m ²			20.98 ton/m ²		

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

- Asimismo, se realizó el análisis considerando la zapata aislada cuadrada en el talud, donde las cimentaciones que están cerca de un talud, se analizan su capacidad de carga según los esquemas de la Figura 49, donde el plano de falla por corte influye según el grado de inclinación en el talud.

Figura 49

Factor de capacidad de carga N_{cq} y N_{yq} para caso de zapata en el talud



Nota. Obtenido de (Teng, 1962)

De la misma forma se trabajará con un factor de seguridad de 4, obteniéndose los siguientes resultados:



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- Para el SPT Nro. 1:

Tabla 30

Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 1 (zapata junto a la pendiente)

PARA ZAPATA INICIAL			PARA ZAPATA DE MURO		
DATOS			DATOS		
H	6	m	H	6	m
β	42	°	β	42	°
b	2.4	m	b	6.86	m
B	1.8	m	B	1.8	m
Df	2	m	Df	5	m
γ	14.02	kN/m ³	γ	14.02	kN/m ³
FS	4		FS	4	
Df/B	1.11		Df/B	2.78	
b/B	1.33		b/B	3.81	
Nyq	10		Nyq	10	
Ncq	5.2		Ncq	5.2	
cohesión	18.63	kN/m ²	cohesión	25.5	kN/m ²
ϕ	12.35	°	ϕ	12.26	°
qult	223.06	kN/m ²	qult	258.78	kN/m ²
qadm	5.69	ton/m ²	qadm	6.60	ton/m ²

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

- Para el SPT Nro. 2:

Tabla 31

Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 2 (zapata junto a la pendiente)

PARA ZAPATA INICIAL			PARA ZAPATA DE MURO		
DATOS			DATOS		
H	10	m	H	10	m
β	31	°	β	31	°
b	2.4	m	b	6.86	m
B	1.8	m	B	1.8	m
Df	2	m	Df	5	m
γ	14.02	kN/m ³	γ	14.02	kN/m ³
FS	4		FS	4	
Df/B	1.11		Df/B	2.78	
b/B	1.33		b/B	3.81	
Nyq	10		Nyq	10	
Ncq	5.2		Ncq	5.2	
cohesión	18.63	kN/m ²	cohesión	17.65	kN/m ²
ϕ	12.35	°	ϕ	12.37	°
qult	223.06	kN/m ²	qult	217.96	kN/m ²
qadm	5.69	ton/m ²	qadm	5.56	ton/m ²

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- Para el SPT Nro. 3:

Tabla 32

Capacidad admisible de carga para Pozo Nro. 3 (zapata junto a la pendiente)

PARA ZAPATA INICIAL			PARA ZAPATA DE MURO		
DATOS			DATOS		
H	10	m	H	10	m
β	37	°	β	37	°
b	2.4	m	b	6.86	m
B	1.8	m	B	1.8	m
Df	2	m	Df	5	m
γ	14.02	kN/m3	γ	14.02	kN/m3
FS	4		FS	4	
Df/B	1.11		Df/B	2.78	
b/B	1.33		b/B	3.81	
Nyq	10		Nyq	10	
Ncq	5.2		Ncq	5.2	
cohesión	18.63	kN/m2	cohesión	24.52	kN/m2
Ø	12.35	°	Ø	12.27	°
qult	223.06	kN/m2	qult	253.68	kN/m2
qadm	5.69	ton/m2	qadm	6.47	ton/m2

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

4.2.10.2. Estado límite de servicio.

- **Análisis de Asentamientos**

Para el análisis de asentamientos previsibles de las cimentaciones sobre el suelo en estudio, se evaluó el asentamiento inmediato para suelos cohesivos y friccionantes mediante la Ecuación 13 propuesta por Terzaghi, Peck y Mercí (1996):

$$(13) S = (B^{0.75}) * \left(\frac{1.7}{N_{60}^{1.4}} \right) q$$

Donde:

S: asentamiento (mm)

B: ancho de la cimentación (m)

N₆₀: número de golpes corregidos

q: carga de contacto (kPa)

Se obtuvo los siguientes resultados de asentamientos previsibles para los tres pozos realizados en el área de estudio:



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Tabla 33

Asentamientos previsibles para el Pozo Nro. 1

Profundidad (m)	N campo	N60	L (m)	B (m)	Área de la cimentación (m ²)	Carga contacto (ton)	Esfuerzo de contacto (ton/m ²)	Esfuerzo de contacto (KPa)	Sc (mm)
1.00	2	2	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	39.02
2.00	4	3	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	14.79
3.00	8	6	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	5.60
4.00	3	3	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	18.56
5.00	44	39	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	0.43
6.00	55	49	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	0.32

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Tabla 34

Asentamientos previsibles para el Pozo Nro. 2

Profundidad (m)	N campo	N60	L (m)	B (m)	Área de la cimentación (m ²)	Carga contacto (ton)	Esfuerzo de contacto (ton/m ²)	Esfuerzo de contacto (KPa)	Sc (mm)
1.00	2	2	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	39.02
2.00	5	4	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	10.82
3.00	7	6	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	6.75
4.00	4	4	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	12.41
5.00	3	3	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	18.56
6.00	19	17	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	1.40

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Tabla 35

Asentamientos previsibles para el Pozo Nro. 3

Profundidad (m)	N campo	N60	L (m)	B (m)	Área de la cimentación (m ²)	Carga contacto (ton)	Esfuerzo de contacto (ton/m ²)	Esfuerzo de contacto (KPa)	Sc (mm)
1.00	2	2	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	39.02
2.00	3	2	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	22.12
3.00	7	6	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	6.75
4.00	5	4	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	9.08
5.00	14	12	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	2.15
6.00	6	5	1.80	1.80	3.24	9.07	2.80	27.90	7.03

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.



4.2.10.3. Análisis de Estabilidad Global de Diseño

El análisis de estabilidad global se ha realizado para el talud en estudio, en tres sectores a lo largo del mismo, considerados como los de mayor importancia para análisis y sectores estratégicos para tener la información necesaria del comportamiento del talud en condiciones críticas que podrían generar su colapso.

La información utilizada para el modelado consiste en los perfiles topográficos, la estratigrafía determinada en base al ensayo SPT, asimismo las características establecidas mediante la sísmica de refracción, las propiedades de resistencia cortante obtenidas con el ensayo triaxial, etc, con la finalidad de proponer medidas de mitigación.

Posteriormente, se determina la superficie potencial de falla que está asociada al FS mínimo, mediante la búsqueda de esta superficie crítica se establece los contornos del mismo FS, por ende, el objetivo principal es evaluar la posibilidad de colapso del talud.

Para el análisis, se realiza mediante comparación con un factor de seguridad definido, que para este caso es 1.05 (Fscorte mínimo de Diseño) que se establece en la NEC-SE-GC, donde si el resultado es mayor el talud es Estable, de lo contrario ocurre la falla del mismo.

Por otro lado, para el análisis y determinación del factor de seguridad del talud en estudio se utilizó el software de análisis de estabilidad de taludes GeoStudio versión 2012 (particularmente en el módulo Slope/W), el análisis se basa en el método de equilibrio límite, que es un procedimiento clásico para evaluar el factor de seguridad contra el desplazamiento de una masa de suelo.

Seguidamente, se detalla el análisis correspondiente a cada perfil analizado:

- **Factor de seguridad en el Perfil Nro. 1:**

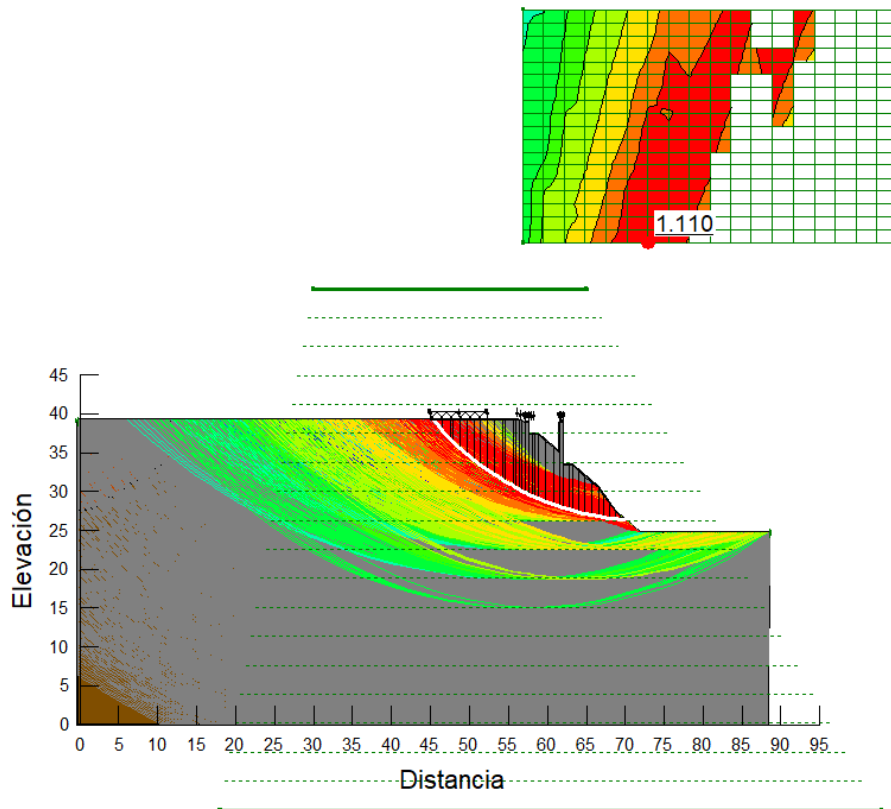
En el talud se utilizaron sus características geotecnicas para la evaluación, donde según los resultados de los ensayos se determina la presencia de arcillas de media plasticidad arenosa y limos de baja plasticidad, y no se observó la presencia de nivel freático, hasta la profundidad de perforación realizada (6.00 m). Asimismo, en la modelación del talud, se consideró las zapatas que son la base de la estructura a construir y el material de relleno, con la finalidad de analizar todos los elementos que van a formar parte en el momento del diseño del talud.

A continuación, se determina los factores de seguridad obtenidos mediante el método de Morgenstern y Price y Janbu, considerando una condición dinámica.



Figura 50

Factor de seguridad estabilidad global del talud (Perfil Nro. 1)



Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Se obtiene un FS de 1.11, por lo tanto, se encuentra por encima del FS establecido de 1.05, sin embargo, es muy cerca por lo que se debe tener cuidado al momento del diseño.

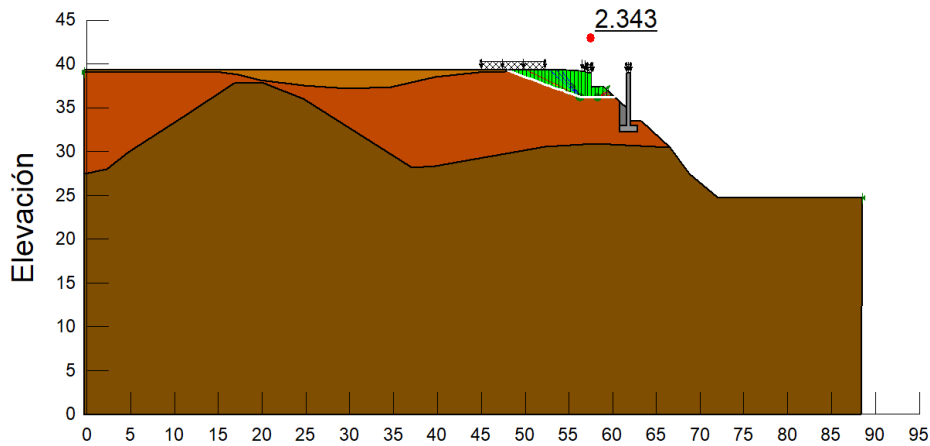
Posteriormente, se procedió a analizar si los plintos a construir van a sufrir traslación o volcamiento. Esto se refiere a modos posibles de falla del elemento de cimentación, no del talud, pero que están estrechamente relacionados con la estabilidad global.

- Análisis traslación del Plinto 1



Figura 51

Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 1

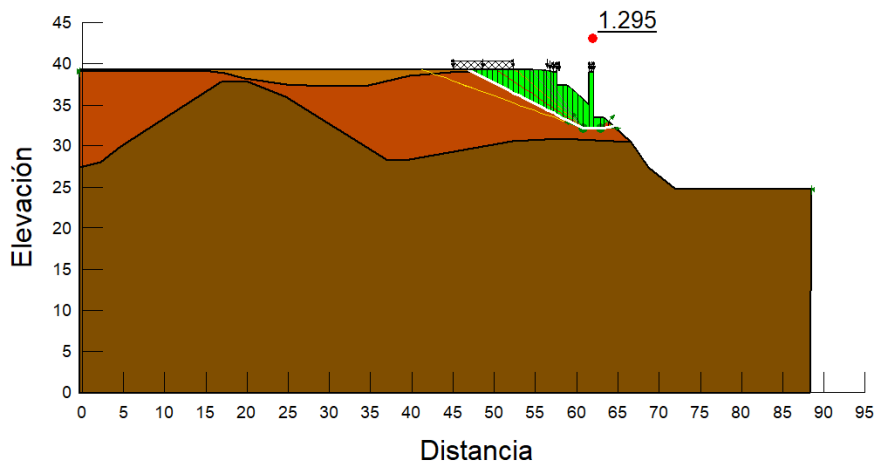


Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

- Análisis traslación del Plinto 2

Figura 52

Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 2



Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Entonces, para el Plinto 1 y Plinto 2 en el perfil número 1, sus factores de seguridad son superior a 1.05, por ende, estructuralmente son confiables y no existirá traslación, es decir, desplazamiento horizontal como cuerpo rígido, ocasionado por fuerzas que son mayores a la resistencia ofrecida por el suelo que las rodea.

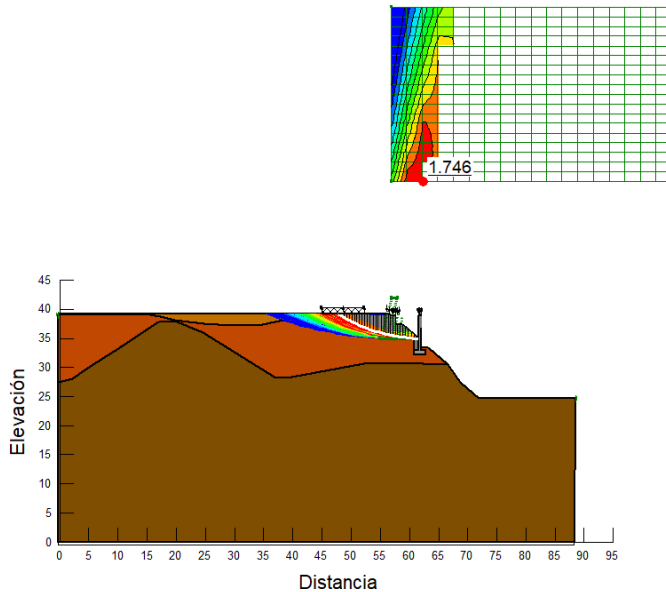


“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- Análisis volcamiento del Plinto 1

Figura 53

Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 1

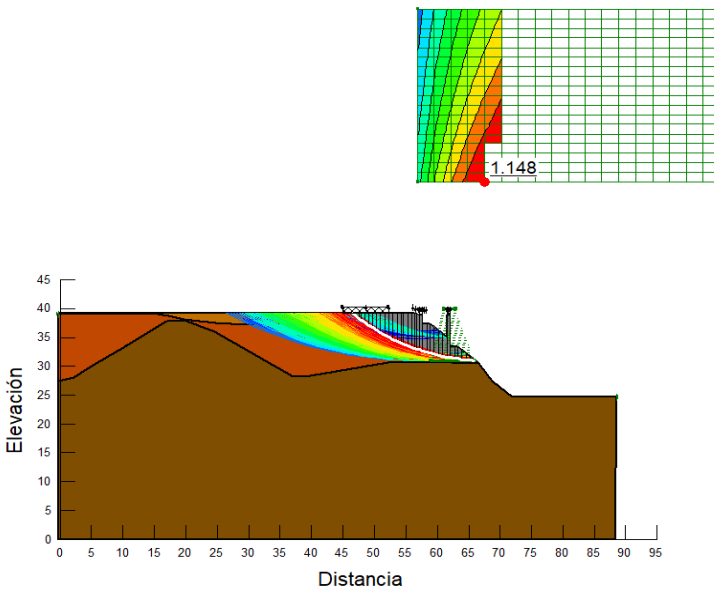


Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

- Análisis volcamiento del Plinto 2

Figura 54

Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 2



Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Entonces, para el Plinto 1 y Plinto 2 en el perfil número 1 para el análisis de volcamiento, sus factores de seguridad son superior a 1.05, por ende, estructuralmente son confiables y no



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

existirá volcamiento, es decir, rotación del plinto, ocasionado por fuerzas horizontales que tienden a levantar uno de los lados del plinto, donde si el momento de vuelco supera el momento de estabilización, el plinto gira y pierde su función.

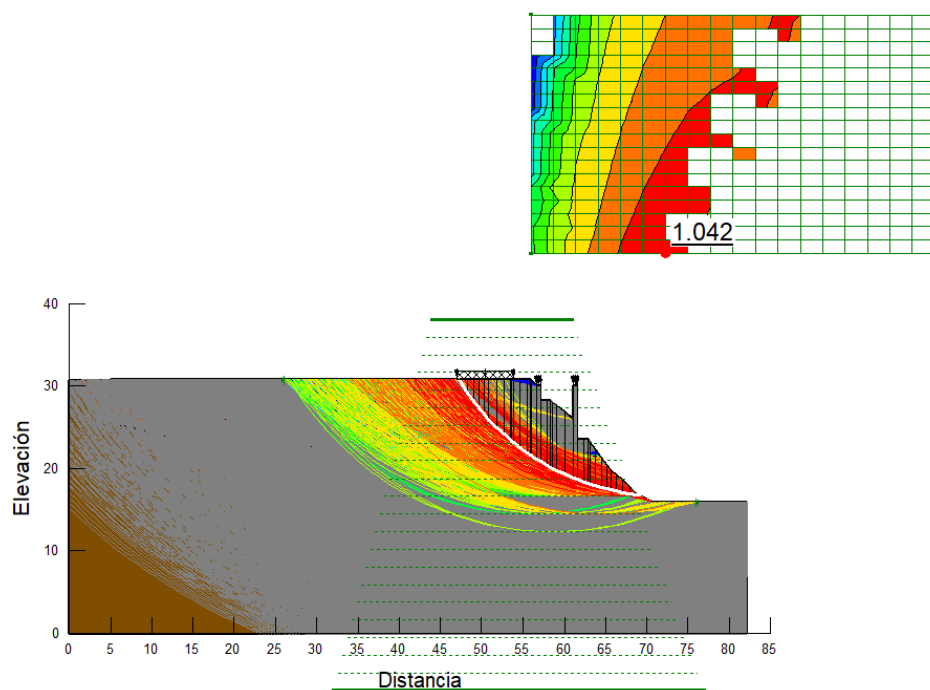
- **Factor de seguridad en el Perfil Nro. 2:**

Acorde a los resultados de los ensayos se determina la presencia de arcillas de alta plasticidad con arena y limos de alta plasticidad, y no existen aguas freáticas hasta la profundidad de perforación realizada (6.00 m). Asimismo, en la modelación del talud, se consideró las zapatas que son la base de la estructura a construir y el material de relleno, con la finalidad de analizar todos los elementos que van a formar parte en el momento del diseño del talud.

A continuación, se determina los factores de seguridad obtenidos mediante el método de Morgenstern y Price y Janbu, considerando una condición dinámica.

Figura 55

Factor de seguridad estabilidad global del talud (Perfil Nro. 2)



Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Se obtiene un factor de seguridad de 1.04, por ende, está por debajo del FS establecido de 1.05, por lo que indica inestabilidad del talud y se debe tomar medidas de mitigación adecuadas.



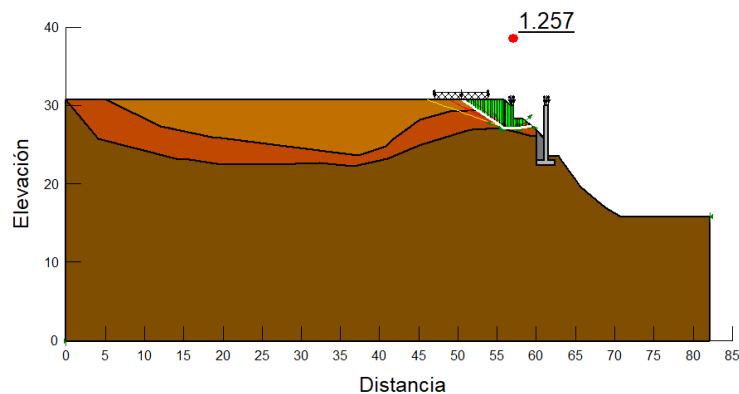
“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Posteriormente de la misma forma, se procedió a analizar si los plintos a construir van a sufrir traslación o volcamiento. Esto se refiere a modos posibles de falla del elemento de cimentación, no del talud, pero que está estrechamente relacionados con la estabilidad global.

- Análisis traslación del Plinto 1

Figura 56

Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 1

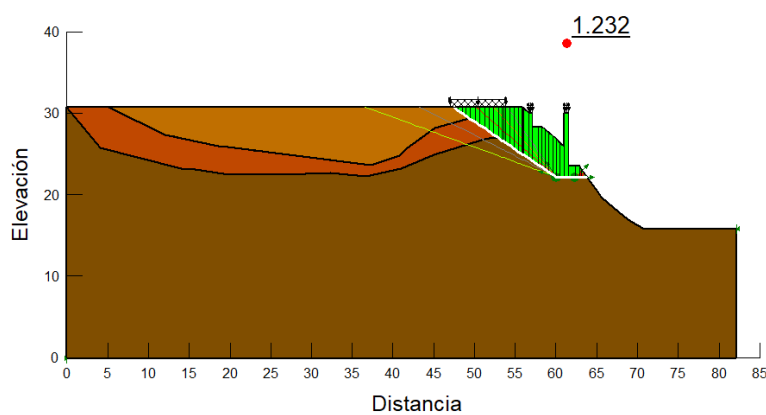


Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

- Análisis traslación del Plinto 2

Figura 57

Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 2



Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Entonces, para el Plinto 1 y Plinto 2 del perfil Nro. 2, sus factores de seguridad son 1.257 y 1.232 respectivamente siendo superiores a 1.05, por ende, estructuralmente son confiables y no existirá traslación.

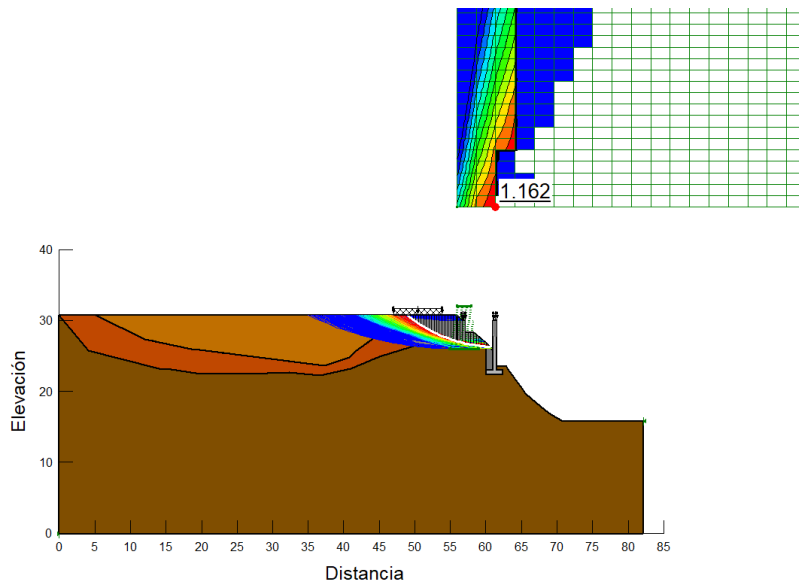


“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- Análisis volcamiento del Plinto 1

Figura 58

Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 1

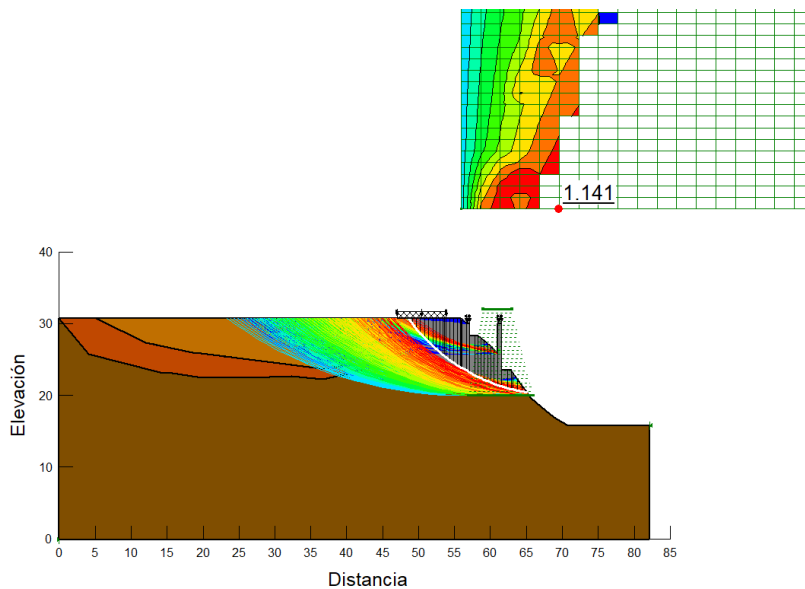


Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

- Análisis volcamiento del Plinto 2

Figura 59

Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 2



Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Entonces, para el Plinto 1 y Plinto 2 en el perfil número 2 para el análisis de volcamiento, sus factores de seguridad son 1.162 y 1.141 respectivamente, superiores a 1.05, por ende, estructuralmente son confiables y no existirá volcamiento.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

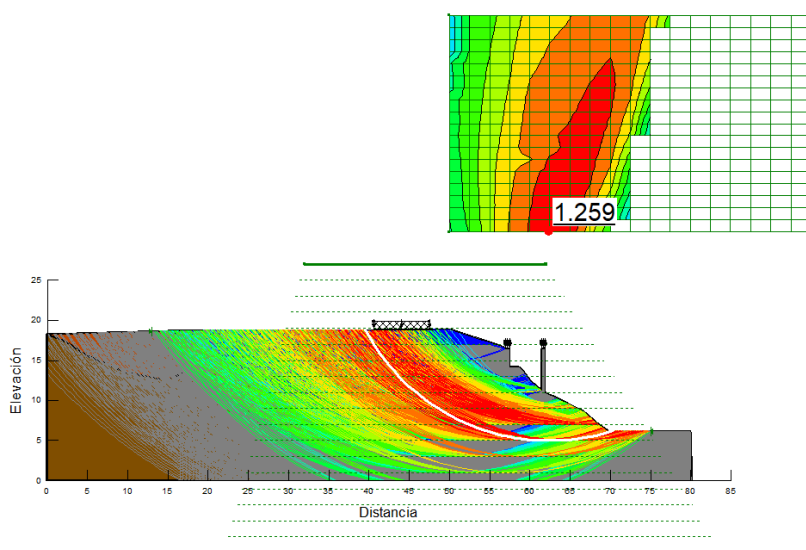
- **Factor de seguridad en el Perfil Nro. 3:**

Para el perfil Nro. 3 se tiene arcillas de alta plasticidad y limos de alta plasticidad, asimismo no existe la presencia de nivel freático. Además, en la modelación del talud, se consideró las zapatas que son la base de la estructura a construir y el material de relleno, con la finalidad de analizar todos los elementos que van a formar parte en el momento del diseño del talud.

A continuación, se determina los factores de seguridad obtenidos mediante el método de Morgenstern y Price y Janbu, considerando una condición dinámica.

Figura 60

Factor de seguridad estabilidad global del talud (Perfil Nro. 3)



Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Se obtiene un factor de seguridad de 1.25, por ende, es superior, pero bordea el FS establecido de 1.05 para el diseño, por lo que debe caracterizarse adecuadamente y considerar medidas de mitigación que incrementen su factor de seguridad y reduzcan el riesgo de colapso en el futuro. Posteriormente de la misma forma, se procedió a analizar si los plintos a construir van a sufrir traslación o volcamiento.

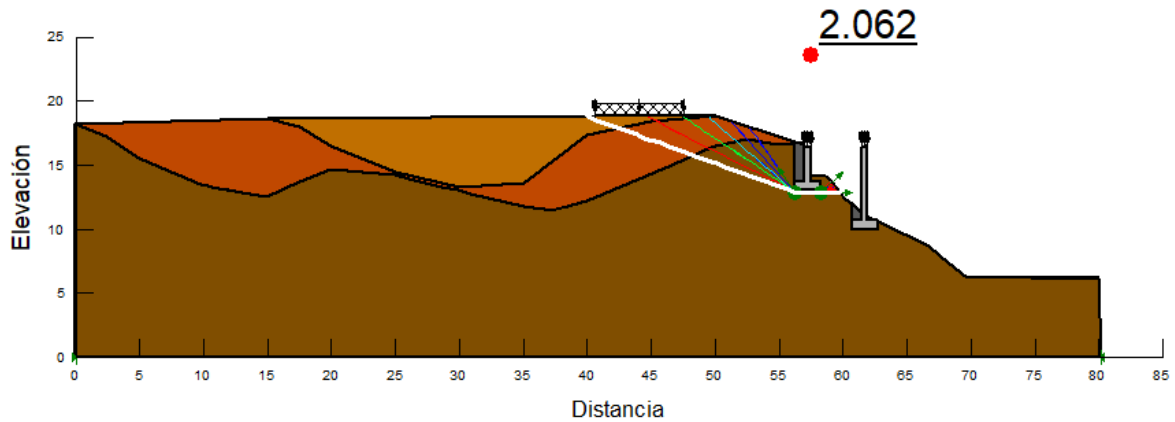


“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- Análisis traslación del Plinto 1

Figura 61

Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 1

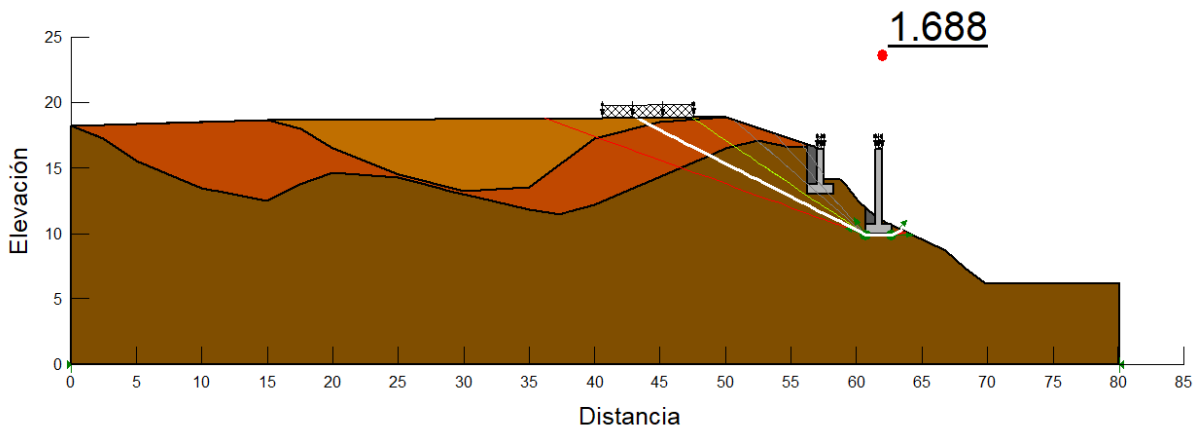


Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

- Análisis traslación del Plinto 2

Figura 62

Factor de seguridad – análisis traslación del plinto 2



Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Entonces, para el Plinto 1 y Plinto 2 del perfil Nro. 3, sus factores de seguridad son 2.062 y 1.688 respectivamente siendo superiores a 1.05, por ende, estructuralmente son confiables y no existirá traslación.

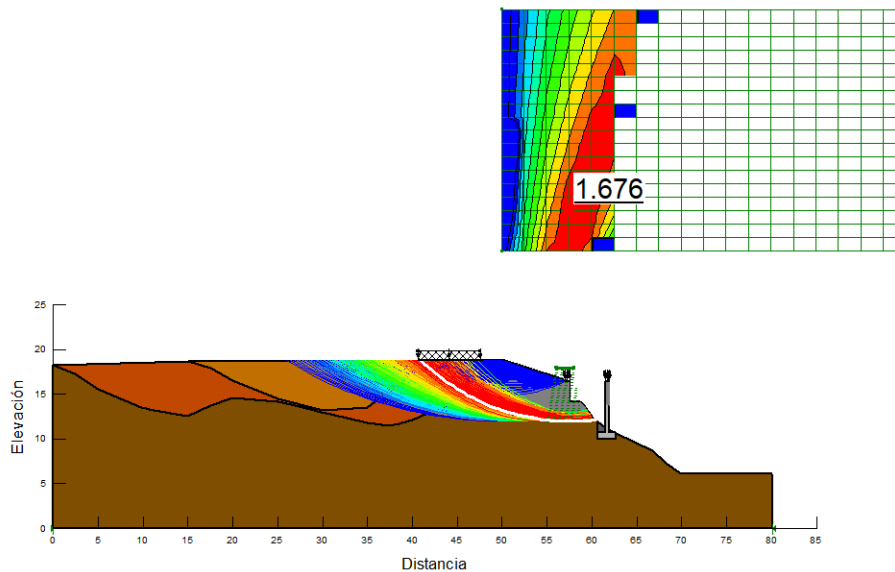


“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- Análisis volcamiento del Plinto 1

Figura 63

Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 1

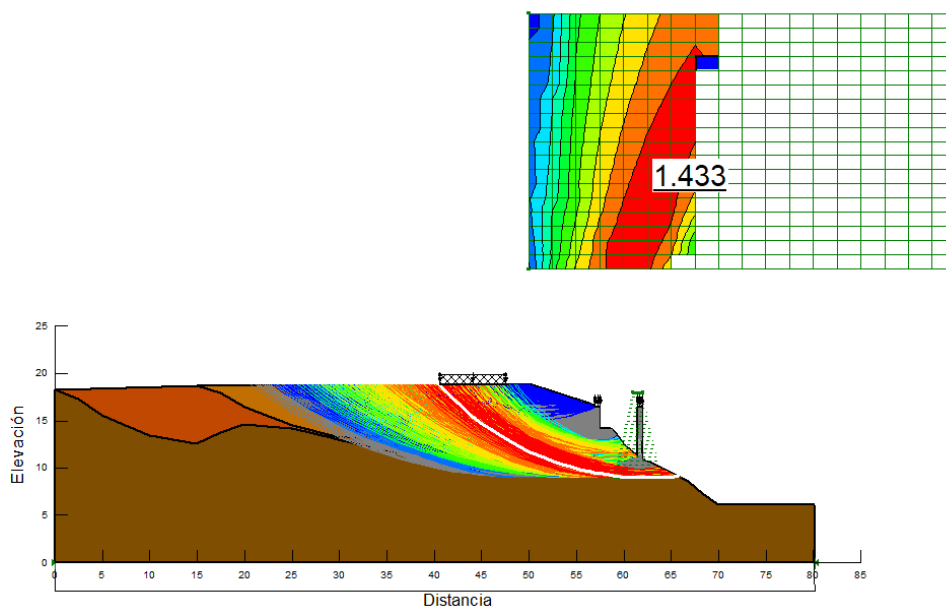


Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

- Análisis volcamiento del Plinto 2

Figura 64

Factor de seguridad – análisis volcamiento del plinto 2



Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Entonces, para el Plinto 1 y Plinto 2 en el perfil número 3 para el análisis de volcamiento, sus factores de seguridad son 1.676 y 1.433 respectivamente, superiores a 1.05, por ende, estructuralmente son confiables y no existirá volcamiento.



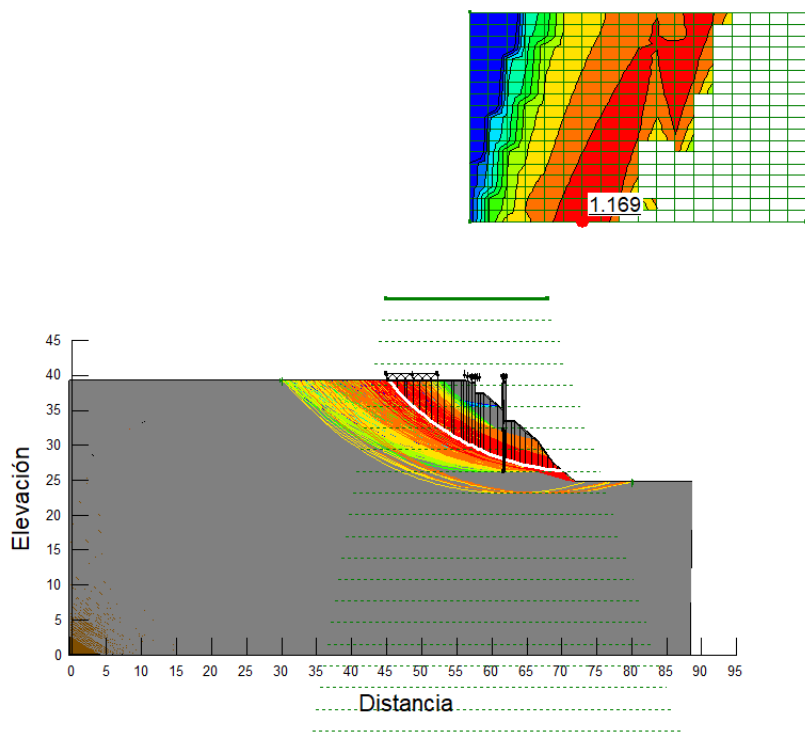
4.2.10.4. Propuesta de Estabilización del Talud

Una vez analizadas las condiciones del talud de estudio se determinó que podría existir colapsos al momento de la construcción del malecón, debido a que los factores de seguridad son mínimos o muy cercanos al factor de seguridad de diseño, por lo que se propone realizar su estabilización, mediante la utilización de pilotes, con un diámetro 50 cm, resistencia de hormigón de 350 kg/cm^2 y 6 m de profundidad, debido a que dicha profundidad se encuentra la superficie de falla principal a estabilizar; los mismos irán colocados cada 10 metros a lo largo del talud, donde algunos de ellos por conveniencia de diseño irán debajo de las zapatas más altas, por lo que también contribuirán a aumentar la capacidad de soporte de estas estructuras en dichas zonas.

A continuación, en la Figura 58, Figura 59 y Figura 60, se presenta el factor de seguridad obtenido para los 3 perfiles de trabajo, utilizando la medida de estabilización con pilotes, demostrando que aumenta el FS y por ende evitará cualquier falla.

Figura 65

Factor de seguridad considerando el pilote como medida de estabilización para el perfil Nro. 1

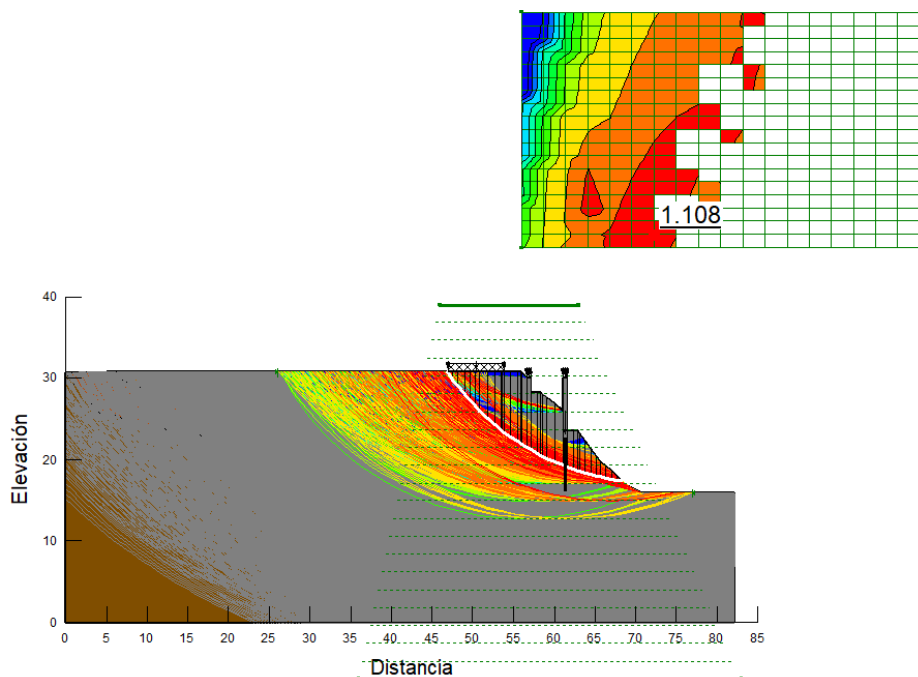


Nota. Realizado por: La Autora, 2025



Figura 66

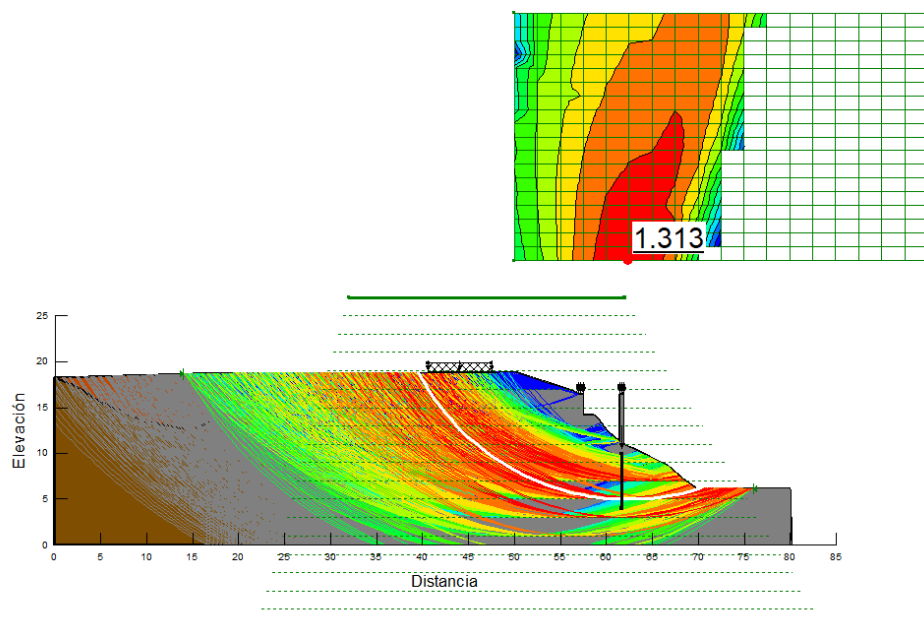
Factor de seguridad considerando el pilote como medida de estabilización para el perfil Nro. 2



Nota. Realizado por: La Autora, 2025.

Figura 67

Factor de seguridad considerando el pilote como medida de estabilización para el perfil Nro. 3



Nota. Realizado por: La Autora, 2025

Se realizó el análisis de la capacidad de carga del suelo en función de los parámetros de resistencia al corte para los pilotes propuestos, y adicional a estabilizar el talud conocer su



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

contribución a la capacidad de carga del suelo, en aquellas zonas donde por conveniencia del proyecto coincidan debajo de las zapatas inferiores.

La capacidad de carga última Q_U de un pilote está dada por la ecuación:

$$(14) Q_U = Q_S + Q_P$$

Dónde:

Q_P = Capacidad de carga de la punta del pilote

Q_S = Resistencia por fricción (fricción superficial) generada en la interfaz suelo pilote.

Numerosos estudios publicados tratan de la determinación de los valores de Q_P y Q_S , todos resumidos y adaptados a los diferentes ensayos realizados in situ y los tipos de suelos encontrados. Debido a que los suelos encontrados en el presente estudio son de características cohesivas y friccionantes se aplicarán las siguientes ecuaciones:

Resistencia a la punta

Según Meyerhof, 1976:

$$(15) Q_p = q_p \times A_p$$

$$(16) q_p = q' N_q^* \leq q_l$$

Dónde:

q' = Esfuerzo vertical efectivo a nivel de la punta del pilote

q_l = Resistencia de punta límite = $0,5 p_a N_q^* \tan \varphi'$

p_a = Presión atmosférica $100 \text{ kN/m}^2 = 10,97 \text{ T/m}^2$

φ' = Ángulo de fricción interna del suelo del estrato de apoyo

A_p = Área del pilote

Resistencia a la fricción

Según Randolph y Murphy (1985):

$$(17) Q_S = \sum \alpha c_u p \Delta L$$

Dónde:

p = Perímetro del pilote.

ΔL = Longitud del pilote en el estrato analizado.

α = factor empírico de adhesión.

c_u = cohesión del suelo.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Capacidad de carga admisible del pilote

$$(18) Q_{ADM} = \frac{\Sigma Q_s + Q_p}{FS}$$

Dónde:

FS = Factor de Seguridad = 3

Aplicando las respectivas consideraciones y ecuaciones se tiene la siguiente tabla de resultados:



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Tabla 36

Análisis de la capacidad de carga del suelo en función de los parámetros de resistencia al corte para los pilotes propuestos

Prof. "Df" (m)	Long pilote (m)	Estrato	γ (T/m ³)	N*q	Tan ϕ	α	Carga a la punta			Carga al fuste		Capacidad de carga	
							ql (T/m ²)	qp (T/m ²)	Qp (T)	qs (T/m ²)	SUM Qs (T)	Qu (T)	Q adm (T)
0.00													
1.00	1.00	CH	1.36	4.00	0.22	1	4.47	4.47	0.88	2.98	4.69	5.56	1.85
2.00	1.00	CH	1.36	4.00	0.22	1	4.47	4.47	0.88	2.98	9.38	14.94	4.98
3.00	1.00	CH	1.36	4.00	0.22	1	4.47	4.47	0.88	2.98	14.06	29.01	9.67
4.00	1.00	CH	1.36	4.00	0.22	1	4.47	4.47	0.88	2.98	18.75	47.76	15.92
5.00	1.00	CH	1.36	4.00	0.22	1	4.47	4.47	0.88	2.98	23.44	71.20	23.73
6.00	1.00	CH	1.36	4.00	0.22	1	4.47	4.47	0.88	2.98	28.13	99.33	33.11

Nota. Realizado por: La Autora, 2025.



5. Análisis de Resultados

En primer lugar, la topografía fue información base para conocer el relieve y perfiles del talud de trabajo, la misma que fue brindada por el GAD Provincial de Sucumbíos, a escala 1:1000, de los 400 metros de longitud del talud.

Con respecto a la litología de la zona se tiene arcillas arenosas y limos arenosos en su mayoría, lo cual fue determinado en base a la clasificación de suelos SUCS de las muestras alteradas obtenidas mediante el ensayo SPT a 6.00 metros de profundidad. Se determinó, el contenido de humedad, límites de Atterberg y granulometría, metro a metro de las muestras. Asimismo, con el ensayo de refracción sísmica se corroboró la estratigrafía del material, donde se tiene limos y arcillas cuya consistencia aumenta con la profundidad y la velocidad de corte son bastantes cercanas, lo que se interpreta que el tipo de material se mantiene hasta la profundidad de análisis. Además, con los valores de V_{s30} se permitió clasificar el suelo y poder establecer que pertenece a un perfil de suelo tipo D para el diseño sismo resistente.

Por otro lado, para determinar los parámetros de resistencia al corte de los suelos se realizó el ensayo Triaxial UU con la muestra inalterada, obteniéndose como resultados, una cohesión de 18.63 kPa y un ángulo de fricción de 12.35° , esto se debe a que la muestra recolectada tenía una cantidad importante de arena, es decir, era una arcilla arenosa. Se utilizó la correlación propuesta por Pazmiño et. al (2017) para determinar los valores de ángulo de fricción interna y cohesión a partir del ensayo geofísico y los valores V_p y V_s de cada estrato, dichos valores se corrigieron con los valores obtenidos de laboratorio, siendo los resultados bastantes similares a los obtenidos en el laboratorio en los 3 perfiles del talud analizados.

Posteriormente, se diseñó el talud considerando las cargas de la vía que se ejercen sobre el mismo, y los plintos que van a servir como base del malecón. Se propone zapatas cuadradas de ancho $B = 1.80$ m, cuya capacidad portante es adecuada para las cargas que va a soportar la estructura, lo cual se observa en las tablas de cálculos de capacidades portantes del apartado 4.2.10.1. Estado límite de falla. Por otra parte, con el programa GeoStudio se modeló estas zapatas en el talud para analizar si pueden presentar fallas por traslación y/o volcamiento, donde para todos los perfiles y plintos analizados se determina que el factor de seguridad es superior a 1.05 según lo establece la NEC-SE-GC, por lo que no va a existir colapsos de estas estructuras. Es importante mencionar, que luego de realizar la excavación para la construcción de los plintos, se debe rellenar con material granular para lo que se



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

propone hacerlo con Sub base clase 3, para el cual se consideró las siguientes propiedades en el modelado siendo, peso específico de 18.64 kN/m^3 , cohesión de 19.614 kPa y 39° de ángulo de fricción.

Seguidamente, para el análisis de estabilidad del talud se obtuvo los siguientes factores de seguridad: 1.11 para el perfil Nro. 1; 1.04 para el perfil Nro. 2 y 1.25 para el perfil Nro. 3, por ende, especialmente en el perfil Nro. 2 se observa que el talud es inestable, considerando una condición pseudo-estática al ser inferior al FS de diseño (1.05), por lo tanto, se debe tomar medidas de mitigación para estabilizar el talud. Se propone realizar dicha estabilización con pilotes de 6 m de profundidad, resistencia de hormigón de 350 kg/cm^2 , diámetro de 50 cm y colocarlos cada 10 m a lo largo de la construcción del muelle, debido a que como se observó en el apartado 4.2.10.4. Propuesta de Estabilización del Talud los factores de seguridad aumentan al mínimo establecido para diseño, y llegan a la superficie principal de falla, lo que genera su estabilización.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

- La topografía de la zona en estudio es irregular con cotas de elevación que van desde 306 m.s.n.m (cota más baja) hasta los 322 m.s.n.m (cota más alta), de la cual se obtuvo los perfiles del talud para el respectivo modelado. Con respecto a la geología local se constató la presencia de arcilla arenosa y limo arenoso en su mayoría, con plasticidad alta.
- Las propiedades físico – mecánicas de los geomateriales se obtuvo a partir de la realización de diversos ensayos, como fueron: la apertura de una calicata para obtener una muestra inalterada y realizar el ensayo Triaxial UU que permite determinar el ángulo de fricción y cohesión del suelo; el ensayo SPT para conocer la capacidad portante del suelo y de las muestras de material realizar la clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), finalmente se realizaron tres líneas sísmicas de refracción para corroborar la litología existente a mayor profundidad y poder correlacionar parámetros del suelo.
- A partir de la información obtenida del ensayo de sísmica, se tiene los siguientes valores de V_{s30} : 310.10 m/s para la línea sísmica Nro. 1, 265.10 m/s para la línea sísmica Nro. 2 y 286.40 m/s para la línea sísmica Nro. 3, por lo que para el diseño sísmo resistente, de acuerdo a la norma NEC-SE-DS, el suelo en estudio presenta un



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

perfil estratigráfico caracterizado por suelos rígidos, perfil de suelo tipo D, ($360 \text{ m/s} > V_s > 180 \text{ m/s}$).

- Luego de analizar y diseñar el talud en tres perfiles, considerando las cargas dinámicas, las cargas de la vía y de las estructuras que se implantaran para la construcción del malecón, se determinó las superficies de falla y los factores de seguridad, siendo 1.11 para el Perfil Nro. 1; 1.04 para el Perfil Nro. 2 y 1.25 para el Perfil Nro. 3, por ende el talud en estudio presenta inestabilidad al inicio y en la parte centro del tramo en estudio, por lo que se debe tomar medidas de estabilización para aumentar el factor de seguridad y garantizar la estabilidad de la obra.
- Para la estabilización del talud se plantean pilotes de 6 m de profundidad, debido a que a dicha profundidad alcanzan la superficie de falla principal y por ende aumenta el factor de seguridad del talud y evita posibles colapsos del material y se deben ubicar cada 10 m a lo largo del talud, donde algunas de ellos por conveniencia del proyecto irán debajo de las zapatas, lo cual será un aporte a la capacidad de carga de dichas estructuras.

6.2. Recomendaciones

- Por ser un estudio puntual, las características y recomendaciones del presente trabajo deberán ser reconfirmadas una vez se realicen los trabajos de implantación del proyecto.
- Considerar como puntos de monitoreo la parte inicial y central del talud debido a que son las zonas más críticas y propensas a inestabilidad.
- Para el material de relleno (sub base clase 3) se recomienda realizar ensayos de granulometrías para corroborar que las propiedades índices no varíen en función del valor adecuado.
- Se recomienda validar las propiedades de corte del suelo con un ensayo triaxial CD para un diseño definitivo, debido a que mediante este ensayo se simula condiciones de drenaje completo, por ende, es un análisis a largo plazo.
- Se puede realizar el ensayo CPTu, debido a que brinda más información que el SPT y permite estimar parámetros de resistencia, rigidez y consolidación.
- Se recomienda colocar drenaje pluvial para evitar que el agua pase al talud, de manera que se gestione el agua lluvia y otras precipitaciones, impidiendo daños a la infraestructura, dirigiendo el agua hacia la cuneta de la vía.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

7. Referencias

- Badillo, J., & Rodriguez, R. (2005). Mecánica de suelos/Fundamentos de la mecánica de suelos. In *Limusa: Vol. I*.
- Bowles, J. E. (1997). Foundation Analysis and Design International. In *Civil Engineering Materials* (Quinta).
- Braja, M. Das. (2011). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (S. A. de C. V. Cengage Learning Editores (ed.); Séptima). <http://latinoamerica.cengage.com>
- Burnano, D. (2017). *Proceso de Estabilización del Deslizamiento de LLacao*. 86. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6494/1/131221.pdf>
- Contreras, G. (2023). *Análisis de la sensibilidad del método gravimétrico aplicado a almacenes de hidrógeno en la cuenca Vasco-Cantábrica*. [Tesis de Maestría, Universidad Complutense de Madrid]. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/87841>
- Delgado, M. (2018). *Estudio De Estabilización De Taludes En El Barrio La Merced Baja-Cantón Guaranda* [Tesis de Maestría, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16287>.
- Díaz, J. S. (2009). *Deslizamientos - Análisis geotécnico* (Primera). División de Publicaciones UIS.
- Escobar, C., & Duque, G. (2017). Análisis De Estabilidad De Taludes. In U. N. de Colombia (Ed.), *Geotecnia para el trópico andino* (Vol. 2017). <http://www.bdigital.unal.edu.co/53560/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Lago Agrio. (2021). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Lago Agrio. In *GADM -Lago Agrio* (Vol. 2). http://lagoagrio.gob.ec/alcaldia/files/descargas/PDOT/PDOT_LAGO_AGRIO_FINAL_24-02-2021.pdf
- González de Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica* (Pearson Educación (ed.)).



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

- Hernández, R. (2020). *Aplicación del método de penetración estándar para determinar el potencial de licuación y estimación de deformaciones para un sitio ubicado en la costa de Veracruz.*
- Lascano, E. (2007). *Métodos eléctricos y electromagnéticos aplicados a geofísica ambiental.* Universidad de Buenos Aires.
- López, L. (2019). *Estudio del comportamiento de hormigón lanzado en la estabilización de taludes, para suelos limosos con pendientes mayores a los 60 grados en el km 2+240 en el Paso Lateral del cantón Ambato provincia de Tungurahua.*
- Martínez, P. (2014). *Prospección Geofísica -2 Métodos Sísmicos (Primera).*
- Mendoza, R., & Espinoza, A. (2018). Guía para muestreo de suelos. *Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services*, 38. http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf
- Mesa Lavista, M., Álvarez Pérez, J., & Chávez Gómez, J. H. (2020). Evaluación Del Factor De Seguridad En Taludes De Terraplenes Carreteros Altos Ante Carga Sísmica. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 103, 1–17. <https://doi.org/10.18867/ris.103.489>
- Mesa, M., & Tejada, E. (2019). Análisis de la estabilidad de taludes en terraplenes mediante los métodos de equilibrio límite y el método de elementos finitos. *Revista Cubana De Ingeniería*, 9(1), 49–56. <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/519>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015a). Norma Ecuatoriana de la Construcción - Geotécnia y Cimentaciones. In *Design and Optimization of Metal Structures.*
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015b). *Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS).*
- Montesdeoca, J. (2021). *Estudio para la estabilización del talud en el km 19+400 de la vía Guanujo – Echeandía, en la provincia de Bolívar.* [Tesis de Maestría, Universidad Técnica Particular de Loja]. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/29218>
- Oros Méndez, L. (2020). Estudio geológico-geotécnico para la estabilidad de taludes en el Departamento de Potosí-Bolivia. *Revista Ingeniería*, 2(3), 85–96.



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

<https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v2i3.18>

Osorio, S. (2020). Apuntes de Geotecnia con Énfasis en Laderas. In Geotecnia-SOR (Ed.), *Universidad Nacional de Colombia*. [http://geotecnia-](http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_2498.html)

[sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_2498.html](http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_2498.html)

Peláez, 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* [Universidad Cooperativa de Colombia].

<https://www.golder.com/insights/block-caving-a-viable-alternative/>

Santos Jara, D. A. (2020). *Estabilización de un talud por métodos comparativos del equilibrio límite*. [Tesis de Maestría, Universidad Central del Ecuador].

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21268>

Suarez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*.

Teng, W. C. (1962). *Foundation Desing*.

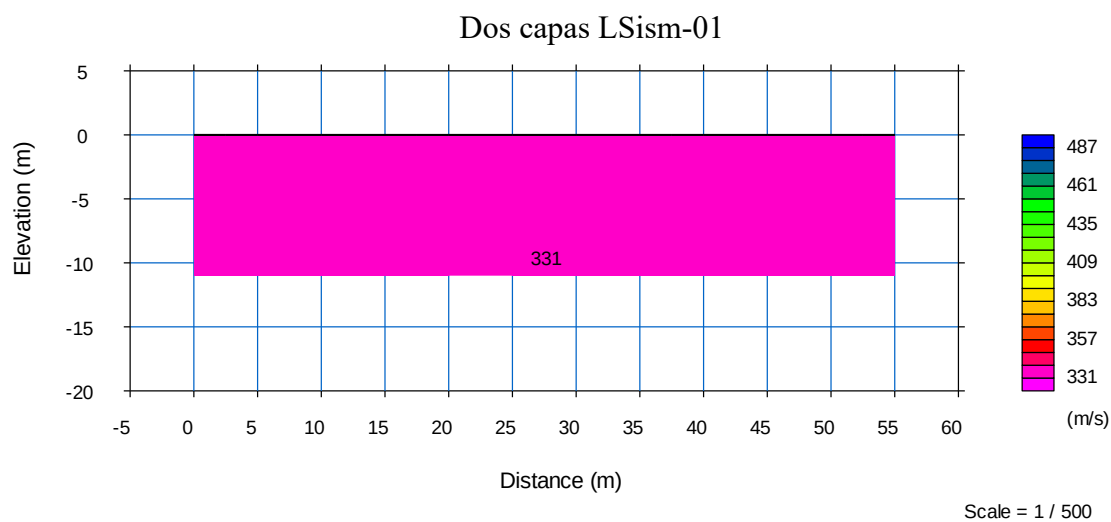
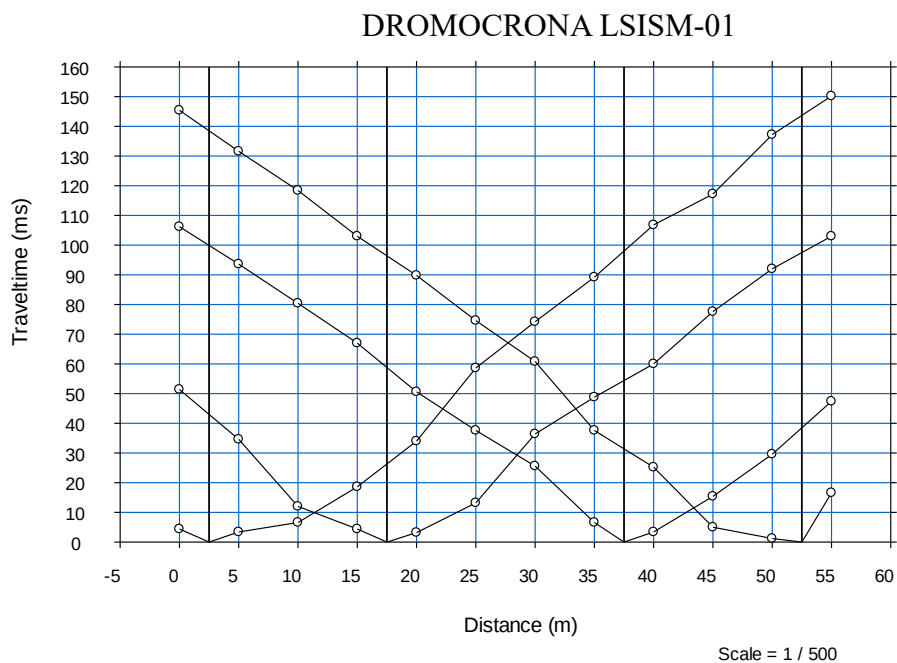
Wyllie & Mah. (2016). *Rock slope engineering* (Cuarta). Spon Press.



8. Anexos

8.1. Resultados de Ensayo de Refracción Sísmica

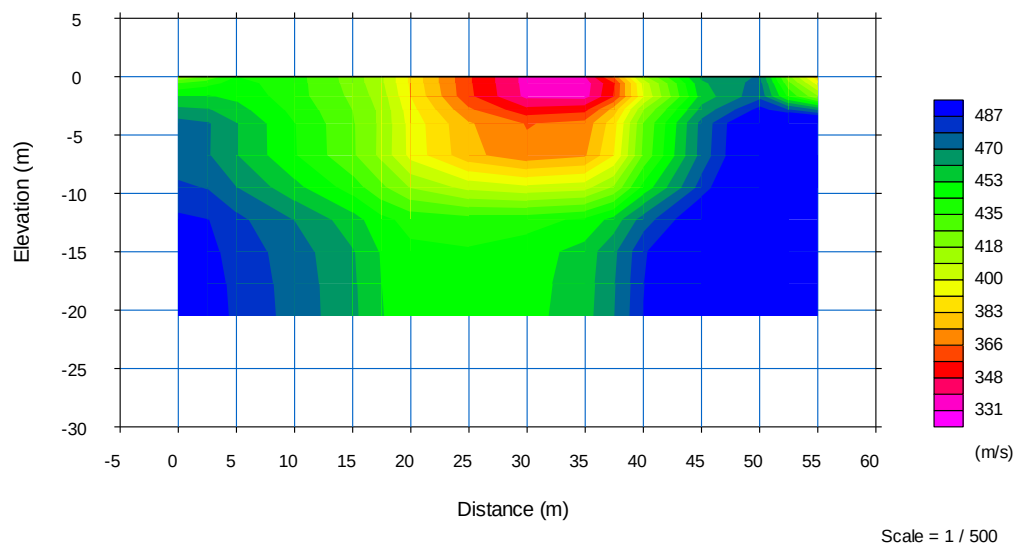
Análisis Sísmica de Refracción de la LSism-01



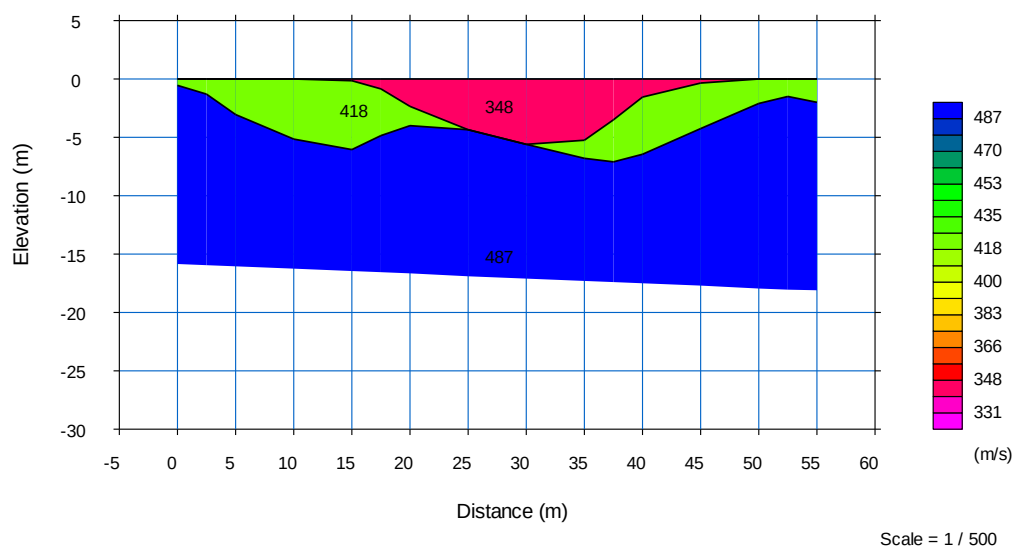


“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Modelo de velocidades LSism-01



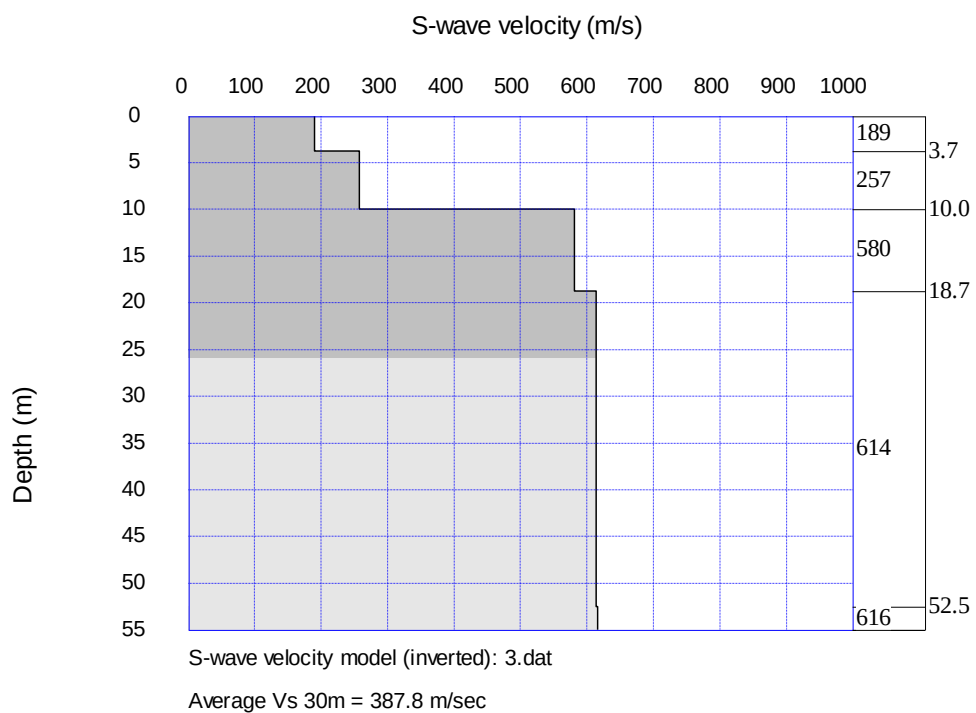
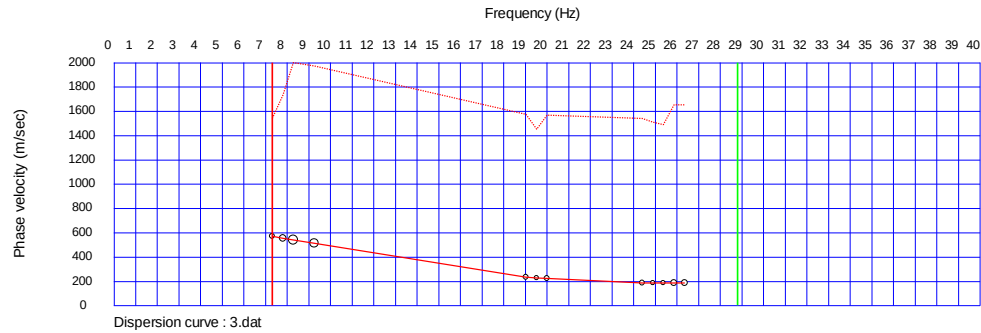
Tomografía LSism-01





“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

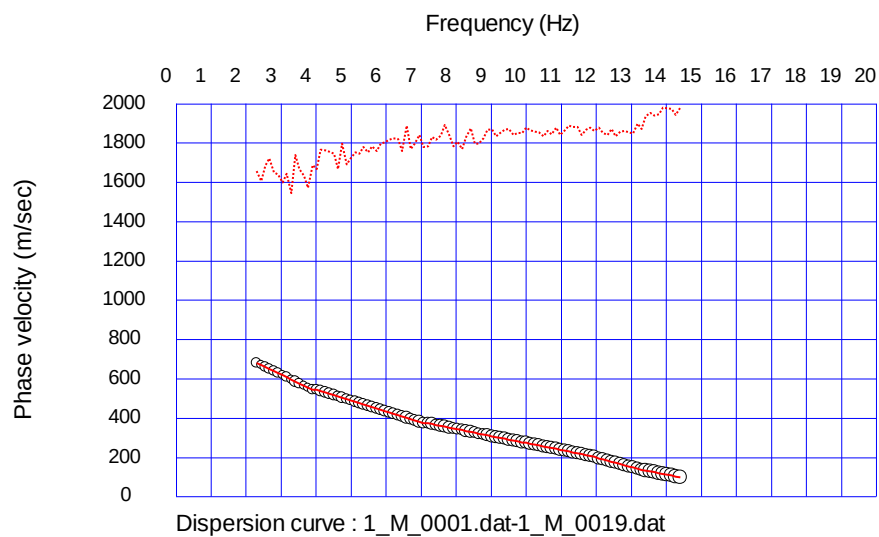
MÉTODOS MAM Y MASW LSISM-01 VS ACTIVO





“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

VS PASIVO

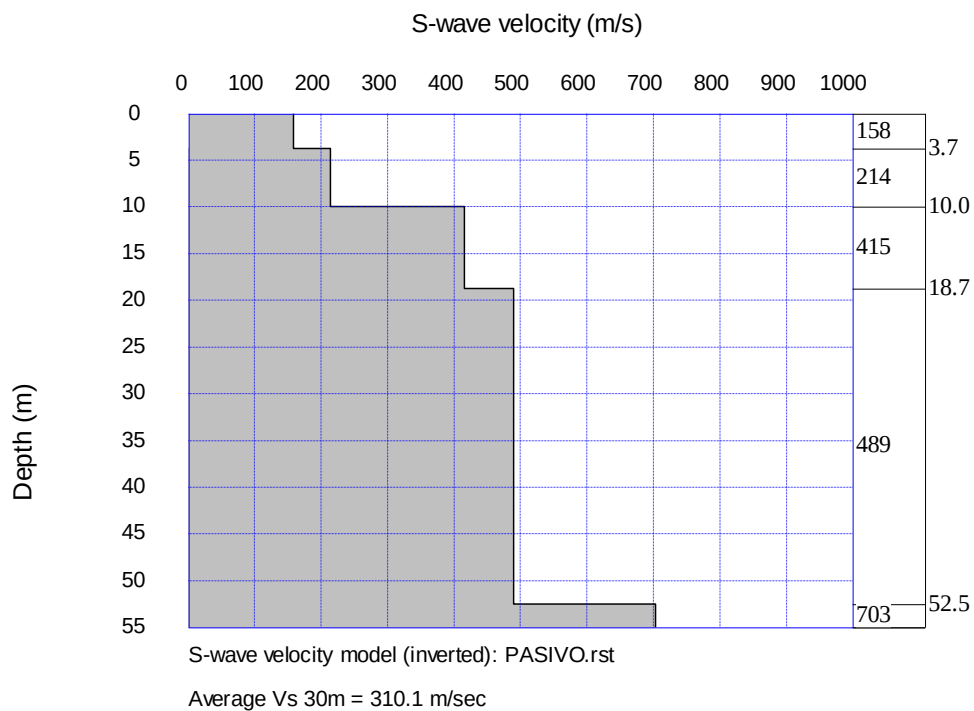
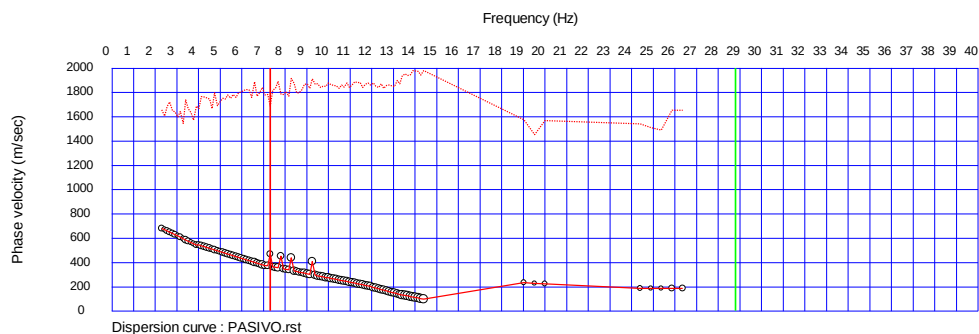




“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

VS COMBINACIÓN ACTIVO PASIVO

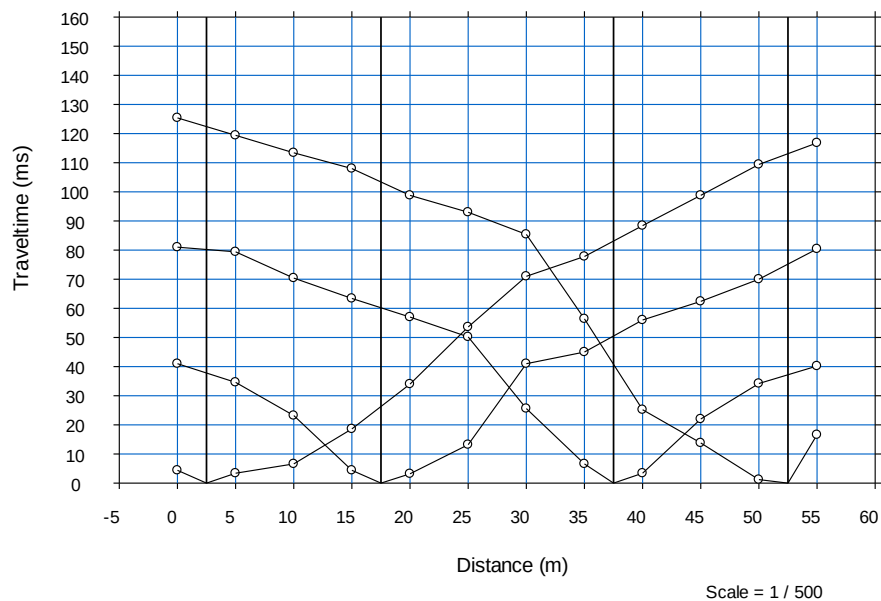
Use arrow keys to set gates. Press Enter to move from first to next gate.



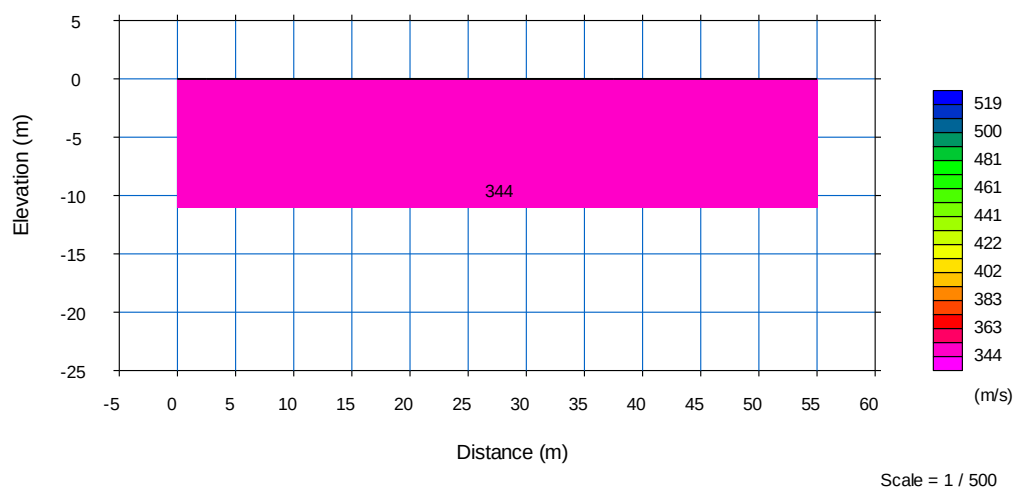


Análisis Sísmica de Refracción de la LSism-02

DROMOCRONA LSISM-02



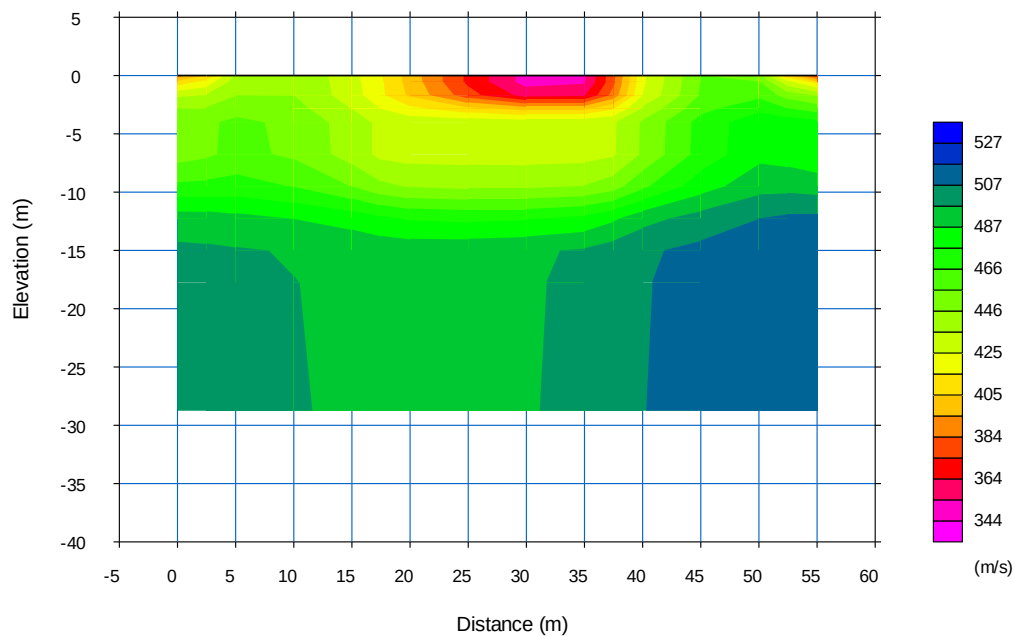
Dos capas LSism-02



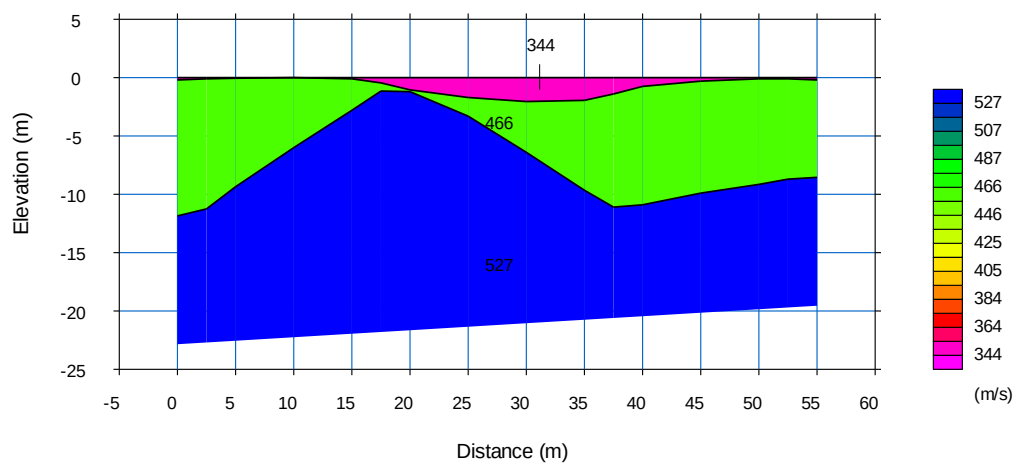


“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

Modelo de velocidades LSism-02



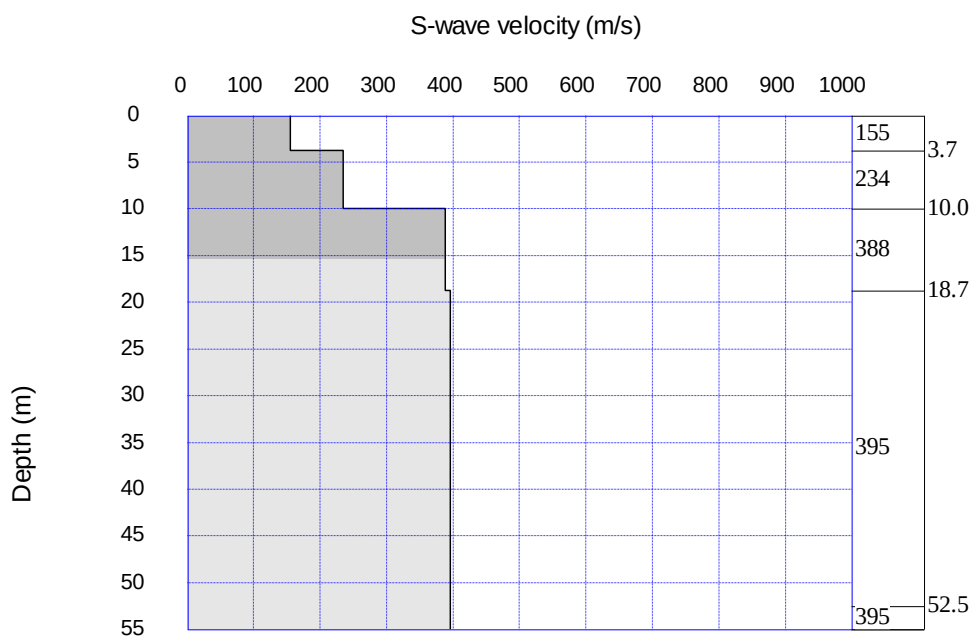
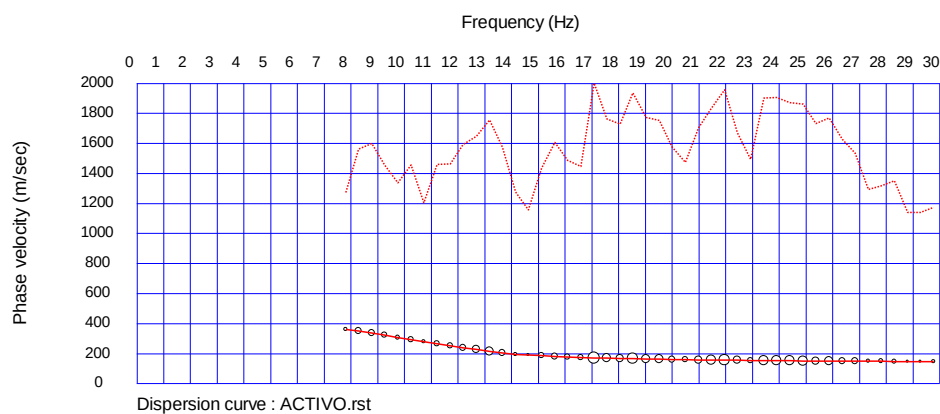
Tomografía LSism-02





“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

MÉTODOS MAM Y MASW LSISM-02 VS ACTIVO



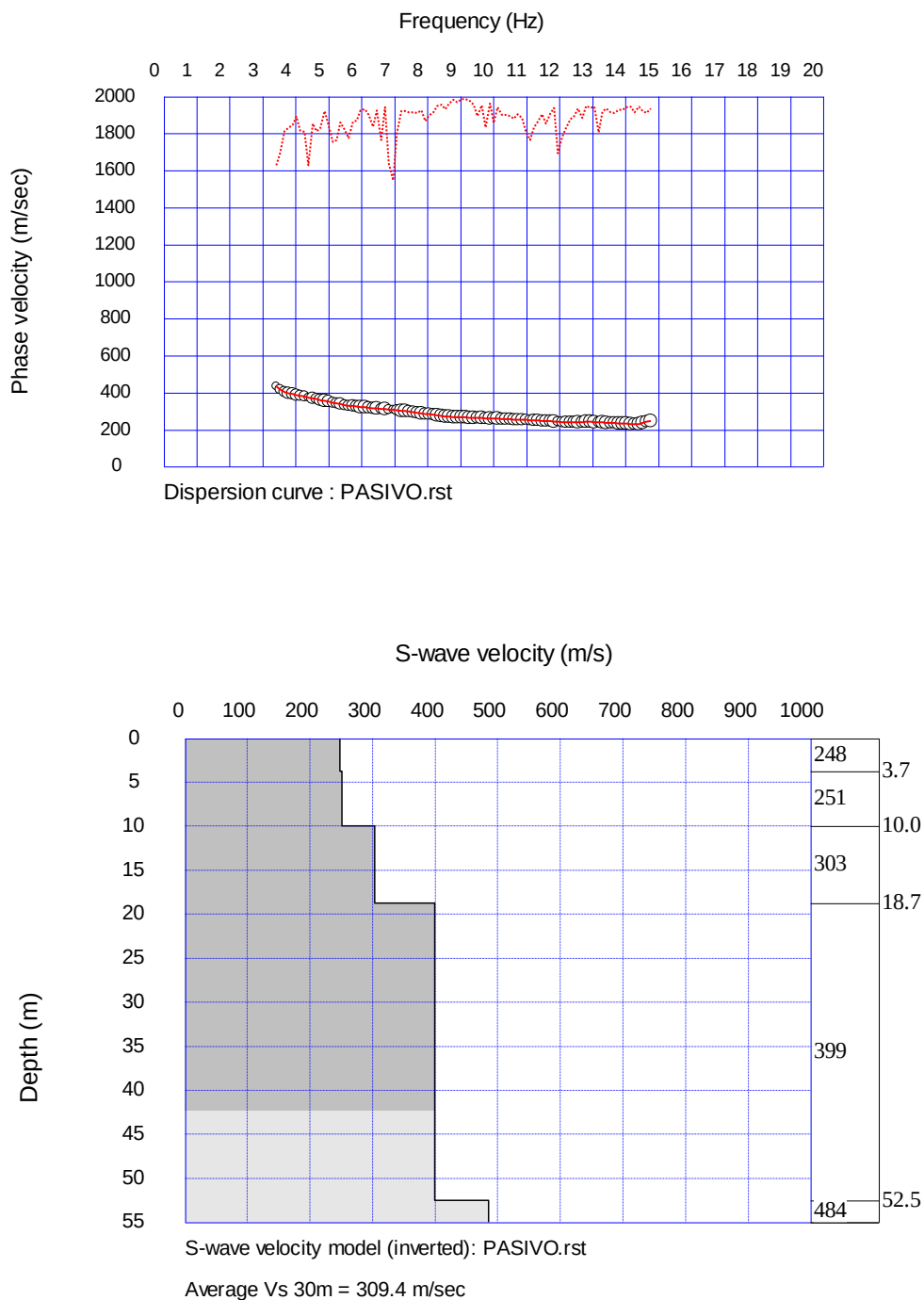
S-wave velocity model (inverted): ACTIVO.rst

Average Vs 30m = 294.7 m/sec



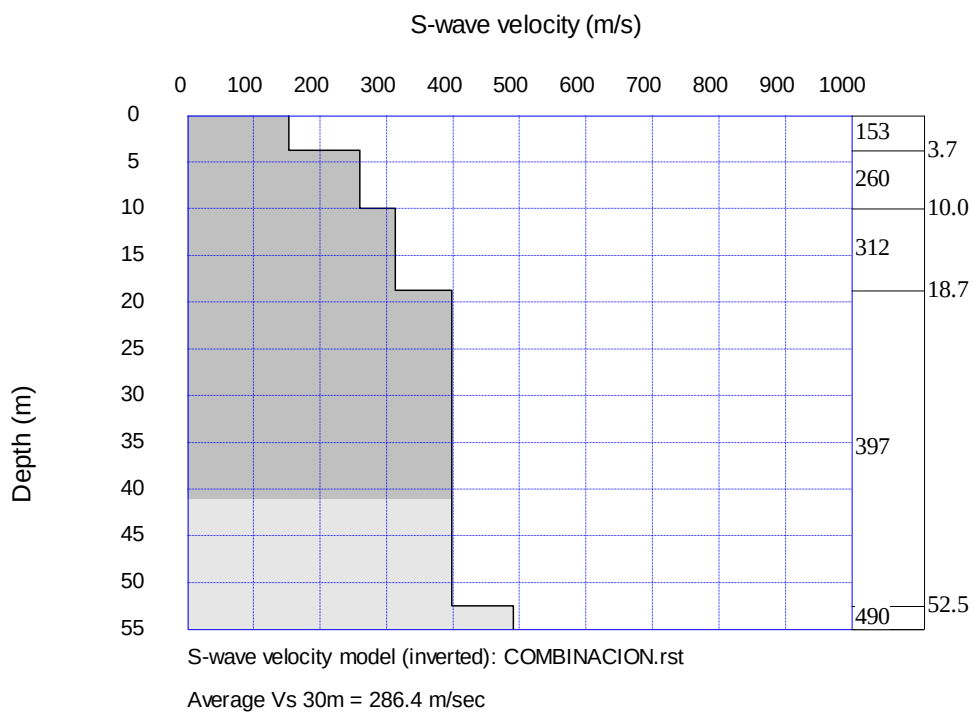
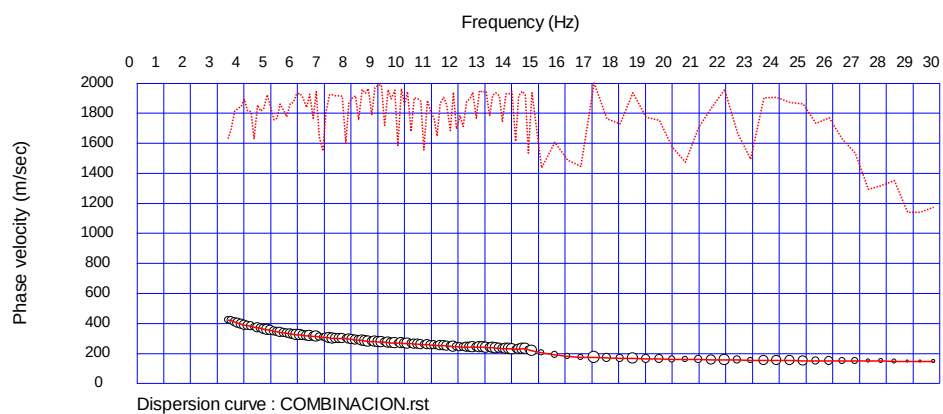
“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

VS PASIVO





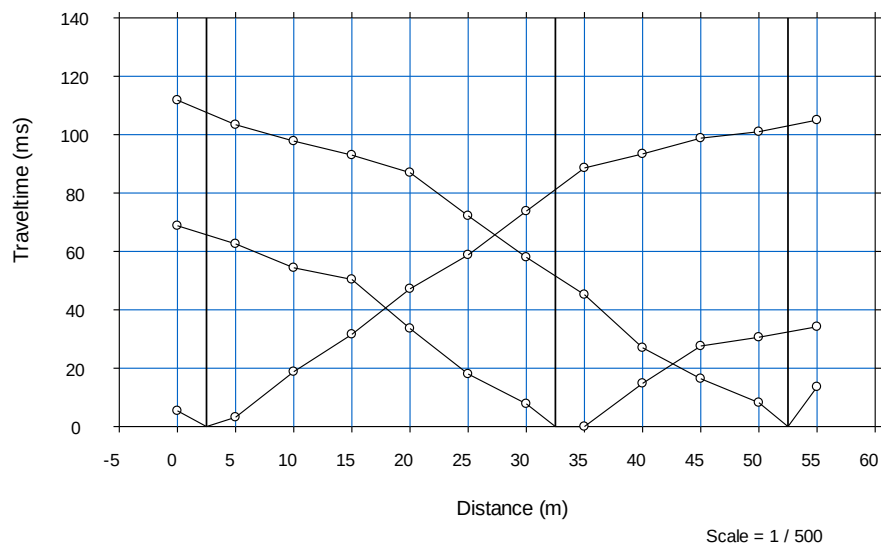
VS COMBINACIÓN ACTIVO PASIVO



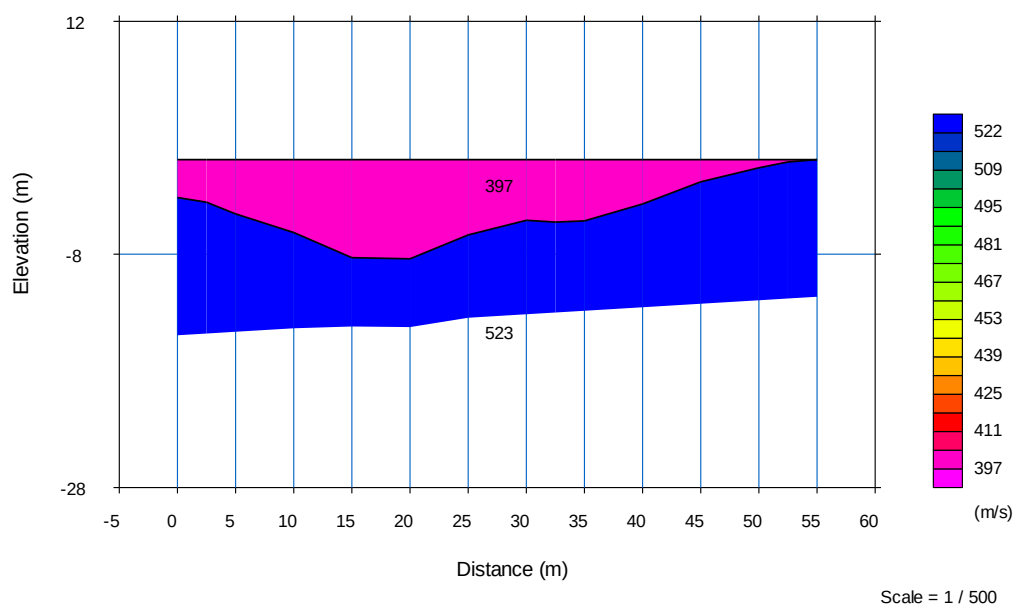


Análisis Sísmica de Refracción de la LSism-03

DROMOCRONA LSISM-03

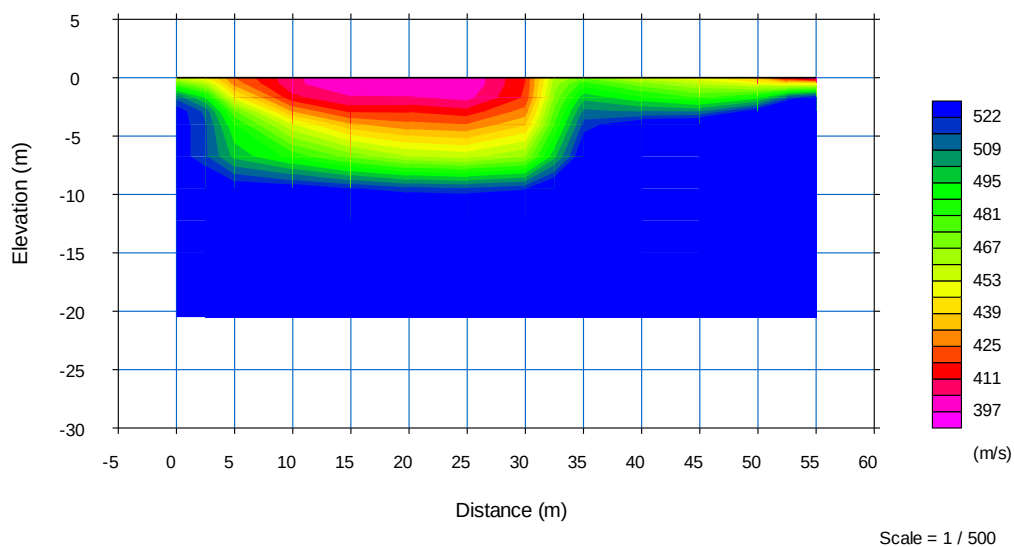


Dos capas LSism-03

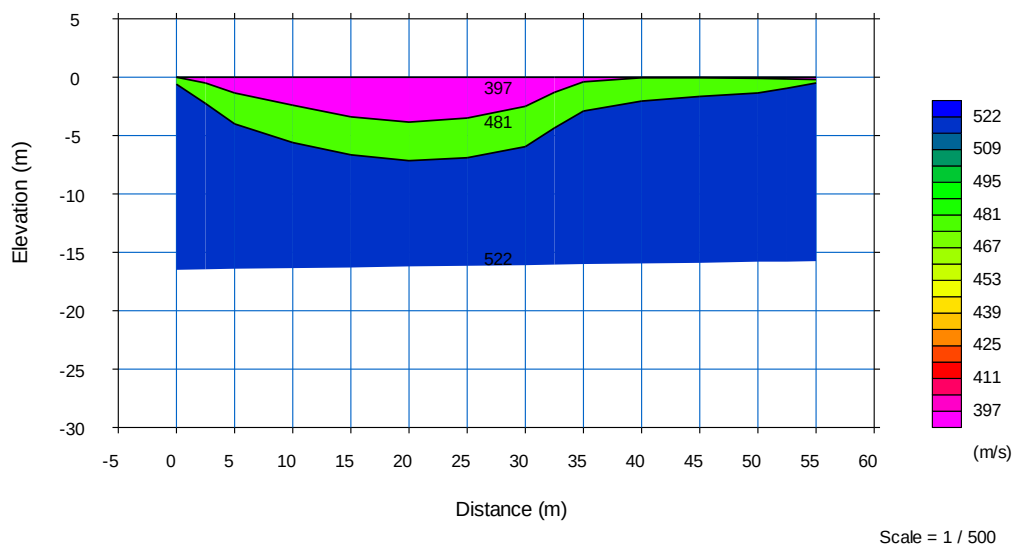




Modelo de velocidades LSism-03

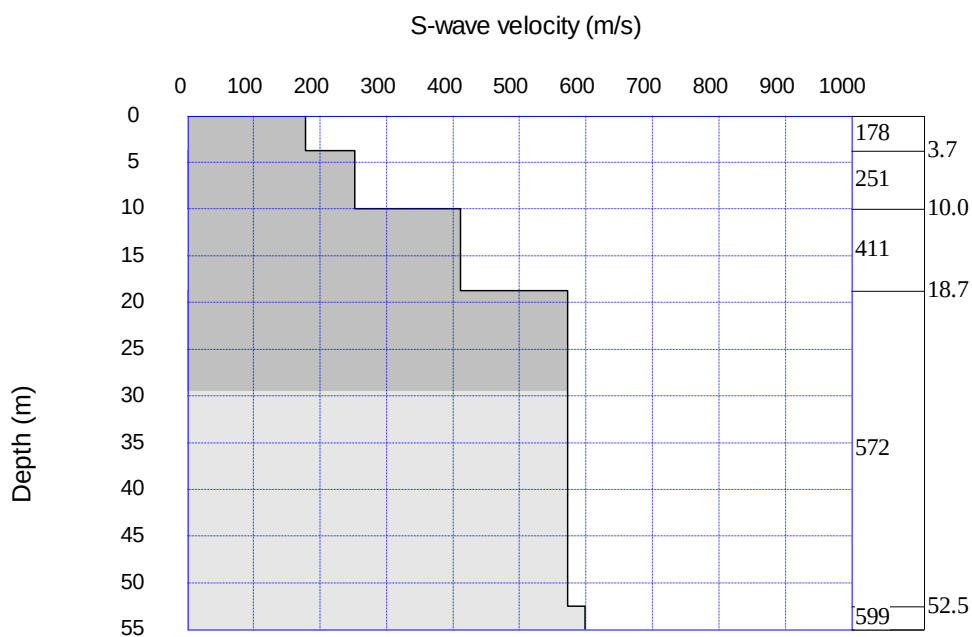
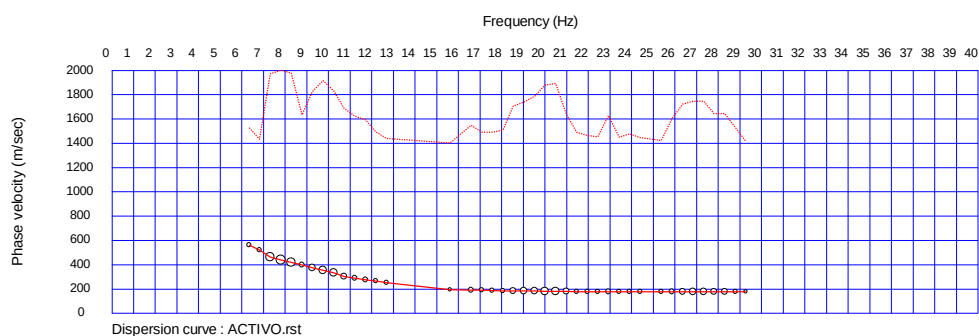


Tomografía LSism-03





MÉTODOS MAM Y MASW LSISM-03 VS ACTIVO



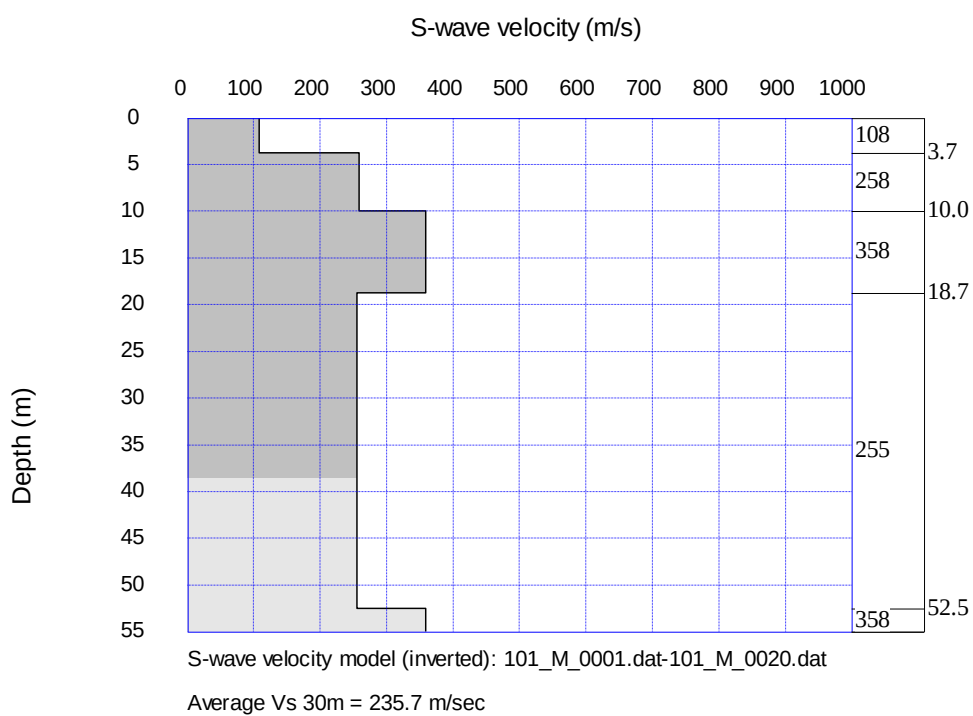
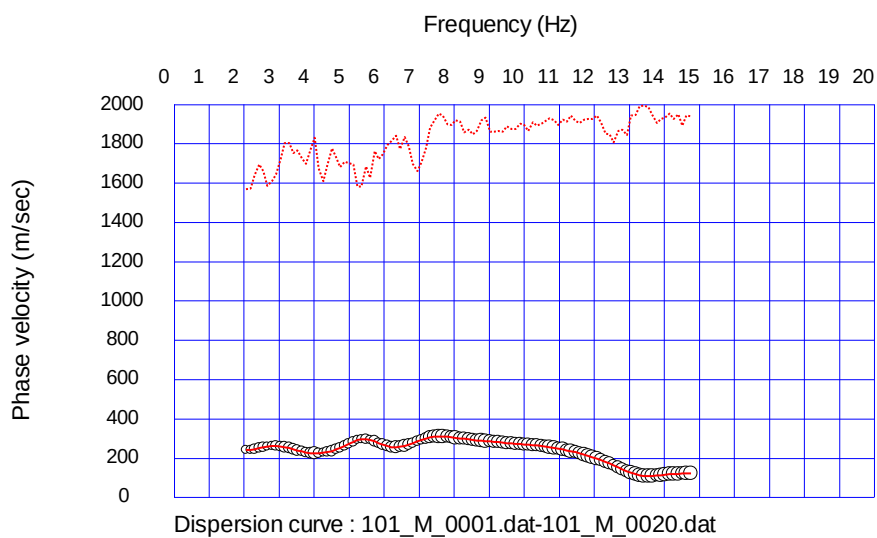
S-wave velocity model (inverted): ACTIVO.rst

Average Vs 30m = 345.8 m/sec

VS PASIVO



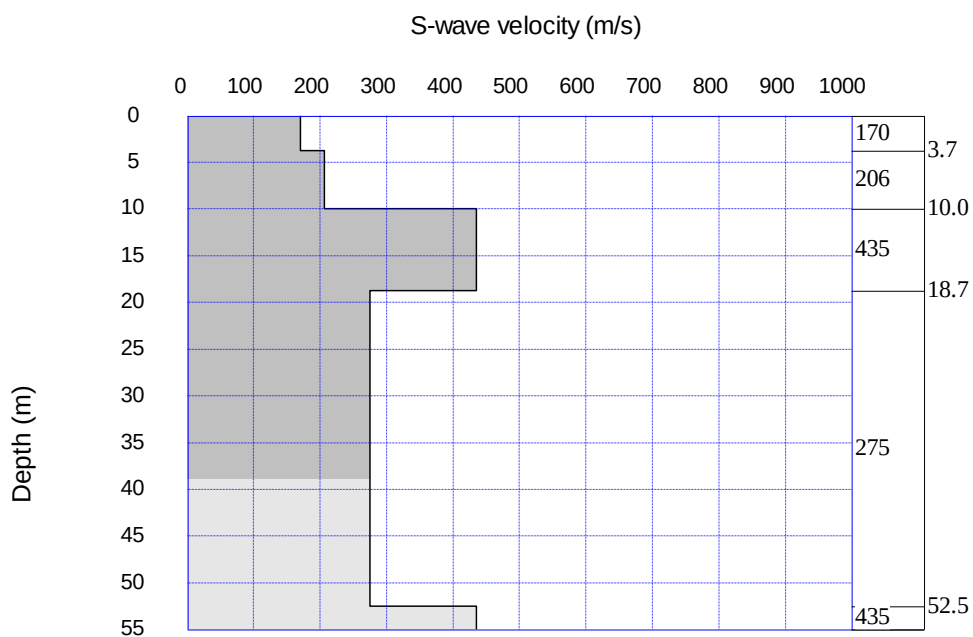
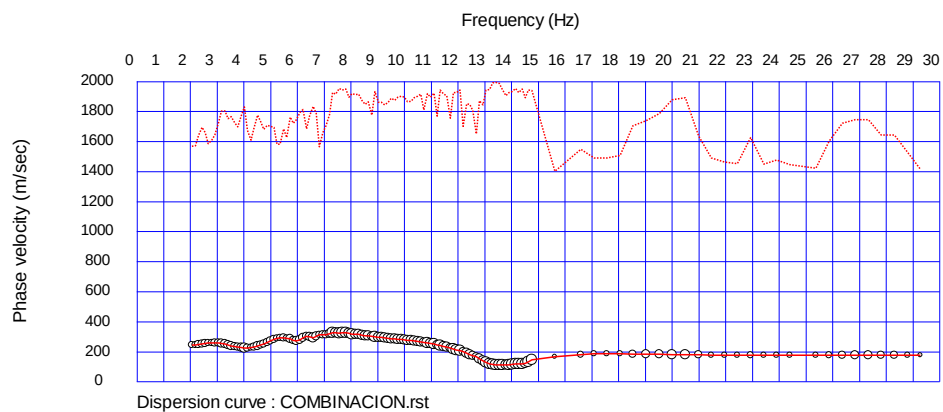
“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”





“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

VS COMBINACIÓN ACTIVO PASIVO



S-wave velocity model (inverted): COMBINACION.rst

Average Vs 30m = 265.1 m/sec



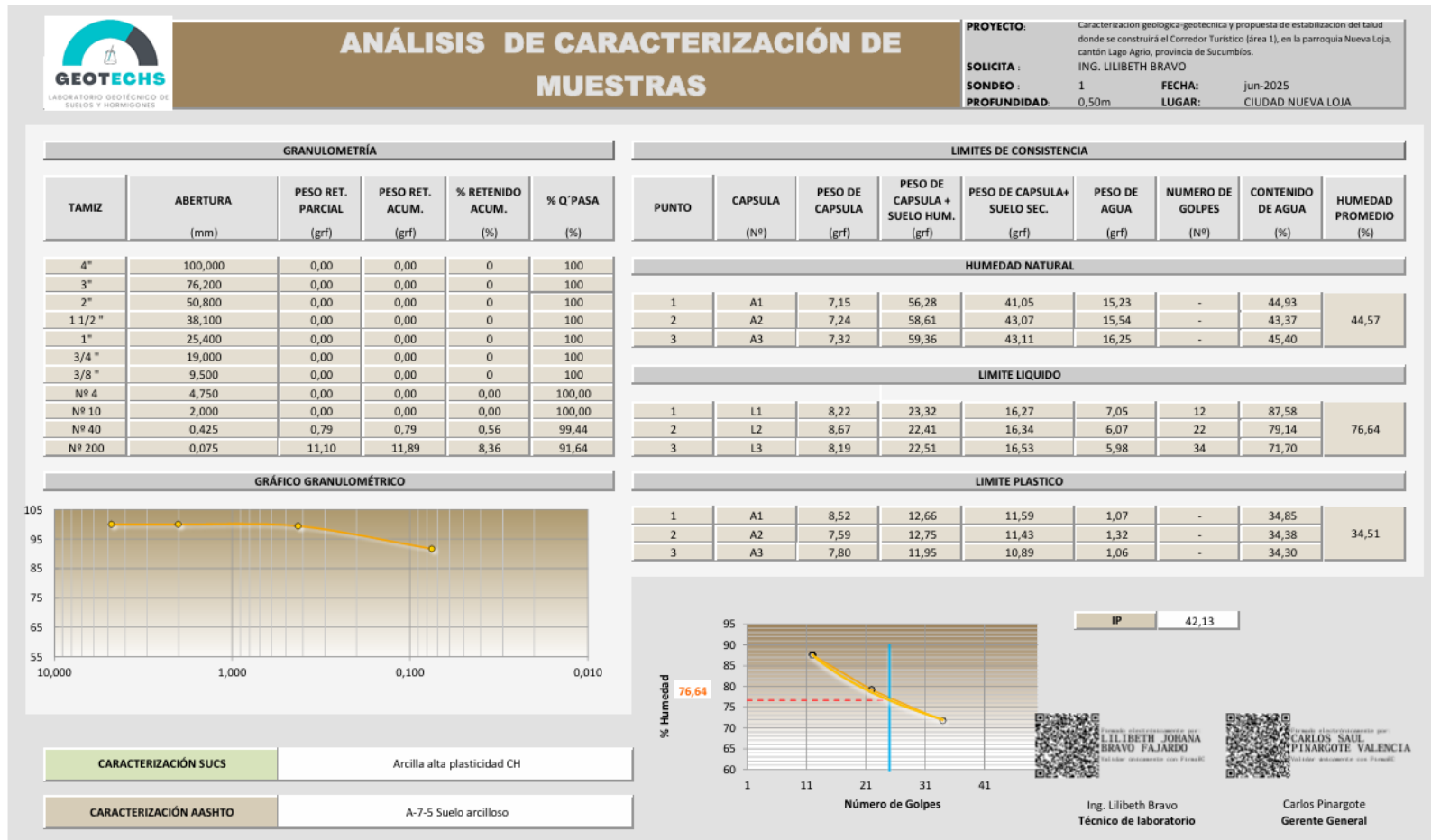
“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

8.2. Resultados de las Muestras de Suelo obtenidas del Ensayo SPT



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

RESULTADOS DE PERFORACIÓN NRO. 1





“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO

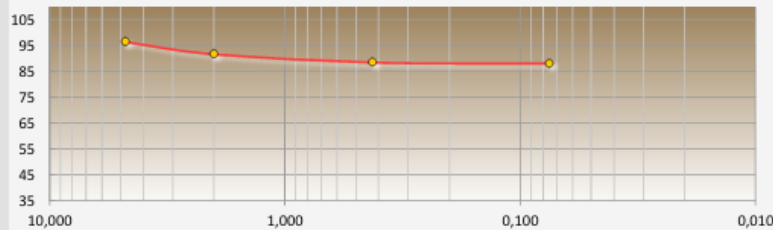
SONDEO: 1 **FECHA:** jun-2025

PROFUNDIDAD: 1,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q' PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	5,40	5,40	4	96
Nº 10	2,000	7,25	12,65	8	92
Nº 40	0,425	4,75	17,40	12	88
Nº 200	0,075	0,61	18,01	12	88

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Limo alta plasticidad MH

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-5 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	--------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------

HUMEDAD NATURAL

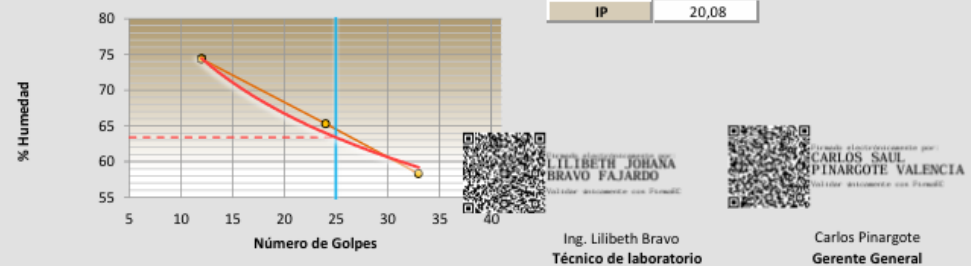
1	A1	6,39	56,55	42,03	14,52	-	40,74	40,47
2	A2	6,61	76,22	56,24	19,98	-	40,26	
3	A3	6,38	79,25	58,28	20,97	-	40,40	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	8,56	20,80	15,58	5,22	12	74,36	63,38
2	L2	8,69	21,55	16,47	5,08	24	65,30	
3	L3	9,74	21,09	16,91	4,18	33	58,30	

LIMITE PLASTICO

1	A1	8,15	12,23	11,00	1,23	-	43,16	43,30
2	A2	8,11	13,13	11,61	1,52	-	43,43	
3	A3	8,14	13,50	11,88	1,62	-	43,32	





“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO

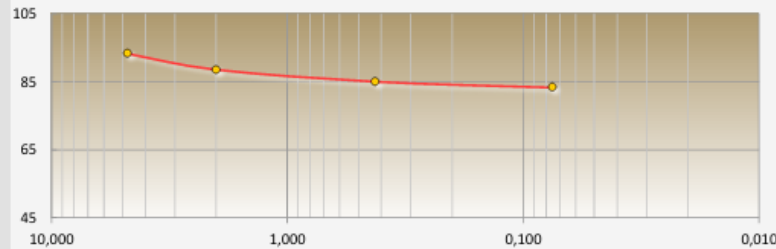
SONDEO: 1 **FECHA:** jun-2025

PROFUNDIDAD: 2,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	9,15	9,15	7	93
Nº 10	2,000	6,42	15,57	11	89
Nº 40	0,425	4,80	20,37	15	85
Nº 200	0,075	2,35	22,72	17	83

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Limo alta plasticidad con arena MH

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-5 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	-----------------------------	---	---	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------

HUMEDAD NATURAL

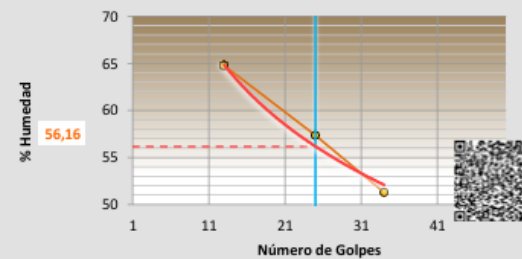
1	A1	7,67	74,55	53,36	21,19	-	46,38	45,76
2	A2	7,59	78,32	56,36	21,96	-	45,03	
3	A3	8,11	81,52	58,43	23,09	-	45,89	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	6,87	20,48	15,13	5,35	13	64,77	56,16
2	L2	6,48	19,76	14,92	4,84	25	57,35	
3	L3	6,54	18,96	14,75	4,21	34	51,28	

LIMITE PLASTICO

1	P1	7,20	12,18	10,94	1,24	-	33,16	33,53
2	P2	7,13	12,46	11,12	1,34	-	33,58	
3	P3	7,30	11,61	10,52	1,09	-	33,85	



IP 22,63



LILIBETH JOHANA
BRAVO FAJARDO

Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio



CARLOS SAUL
PINARGOTE VALENCIA

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbios”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbios.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO

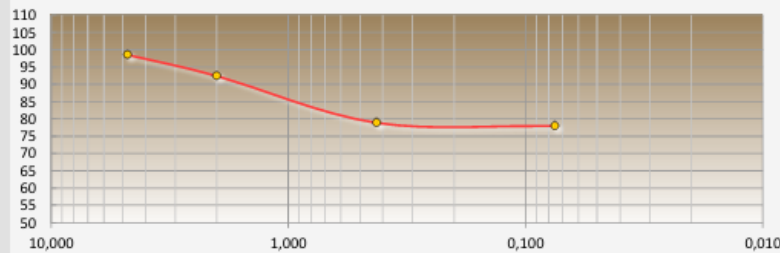
SONDEO: 1 **FECHA:** jun-2025

PROFUNDIDAD: 3,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	1,95	1,95	2	98
Nº 10	2,000	7,85	9,80	8	92
Nº 40	0,425	17,50	27,30	21	79
Nº 200	0,075	1,18	28,48	22	78

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Limo alta plasticidad con arena MH

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-5 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	--------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------

HUMEDAD NATURAL

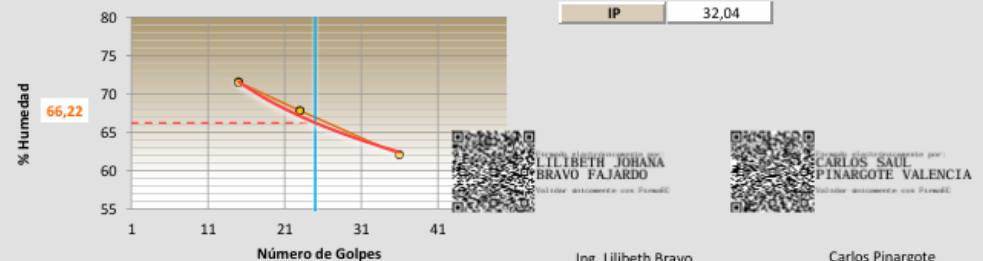
1	A1	7,63	76,57	52,23	24,34	-	54,57	54,06
2	A2	7,55	68,49	47,23	21,26	-	53,58	
3	A3	7,38	65,32	45,00	20,32	-	54,01	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	7,11	21,62	15,57	6,05	15	71,51	66,22
2	L2	7,15	21,85	15,91	5,94	23	67,81	
3	L3	7,52	22,12	16,53	5,59	36	62,04	

LIMITE PLASTICO

1	P1	7,23	11,68	10,55	1,13	-	34,04	34,18
2	P2	7,52	11,74	10,68	1,06	-	33,54	
3	P3	7,32	11,18	10,18	1,00	-	34,97	



Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO

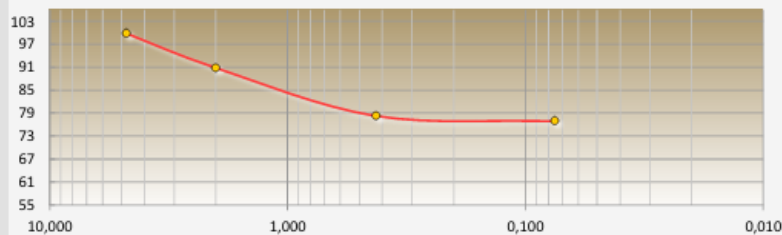
SONDEO: 1 **FECHA:** jun-2025

PROFUNDIDAD: 4,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q' PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	0,25	0,25	0	100
Nº 10	2,000	12,35	12,60	9	91
Nº 40	0,425	17,25	29,85	22	78
Nº 200	0,075	1,85	31,70	23	77

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Arcilla alta plasticidad con arena CH

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-5 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	--------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------

HUMEDAD NATURAL

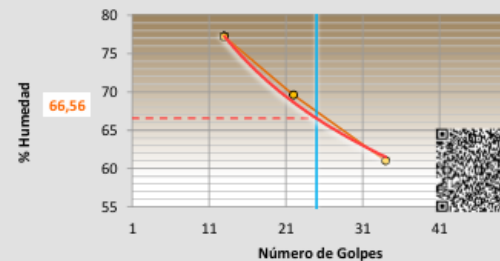
1	A1	6,35	75,52	52,92	22,60	-	48,53	48,38
2	A2	6,51	80,41	56,27	24,14	-	48,51	
3	A3	6,37	74,12	52,12	22,00	-	48,09	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	6,98	20,73	14,74	5,99	13	77,19	66,56
2	L2	7,44	21,48	15,72	5,76	22	69,57	
3	L3	7,28	21,24	15,95	5,29	34	61,01	

LIMITE PLASTICO

1	P1	8,46	11,69	10,91	0,78	-	31,84	31,50
2	P2	8,16	12,21	11,24	0,97	-	31,49	
3	P3	8,52	11,97	11,15	0,82	-	31,18	



IP

35,06

Firmado electrónicamente por:
LILIBETH JOHANA BRAVO FAJARDO



Firmado electrónicamente por:
CARLOS SAUL PINARGOTE VALENCIA

Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO

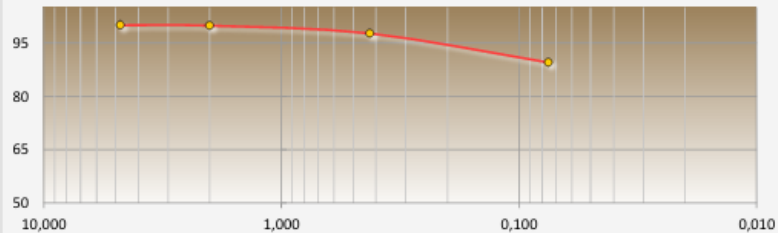
SONDEO: 1 **FECHA:** jun-2025

PROFUNDIDAD: 5,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	0,00	0,00	0	100
Nº 10	2,000	0,18	0,18	0	100
Nº 40	0,425	3,59	3,77	2	98
Nº 200	0,075	13,58	17,35	10	90

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Limo baja plasticidad ML

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-6 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
1	A1	7,36	68,10	53,80	14,30	-	30,79	30,31
2	A2	7,84	73,04	58,04	15,00	-	29,88	
3	A3	7,25	88,56	69,67	18,89	-	30,26	

HUMEDAD NATURAL

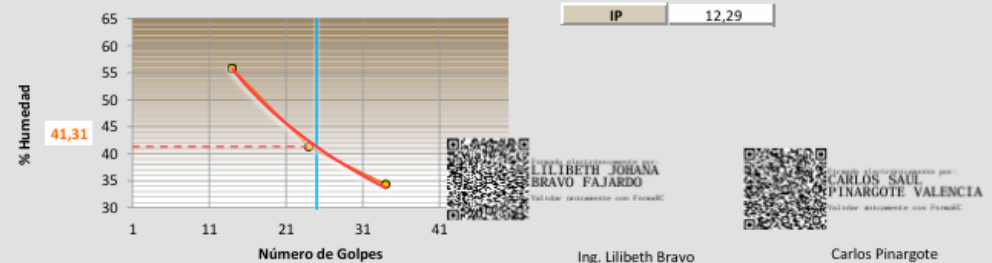
1	A1	7,36	68,10	53,80	14,30	-	30,79	30,31
2	A2	7,84	73,04	58,04	15,00	-	29,88	
3	A3	7,25	88,56	69,67	18,89	-	30,26	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	6,10	20,34	15,24	5,10	14	55,80	41,31
2	L2	6,14	18,64	14,99	3,65	24	41,24	
3	L3	6,21	19,16	15,85	3,31	34	34,34	

LIMITE PLASTICO

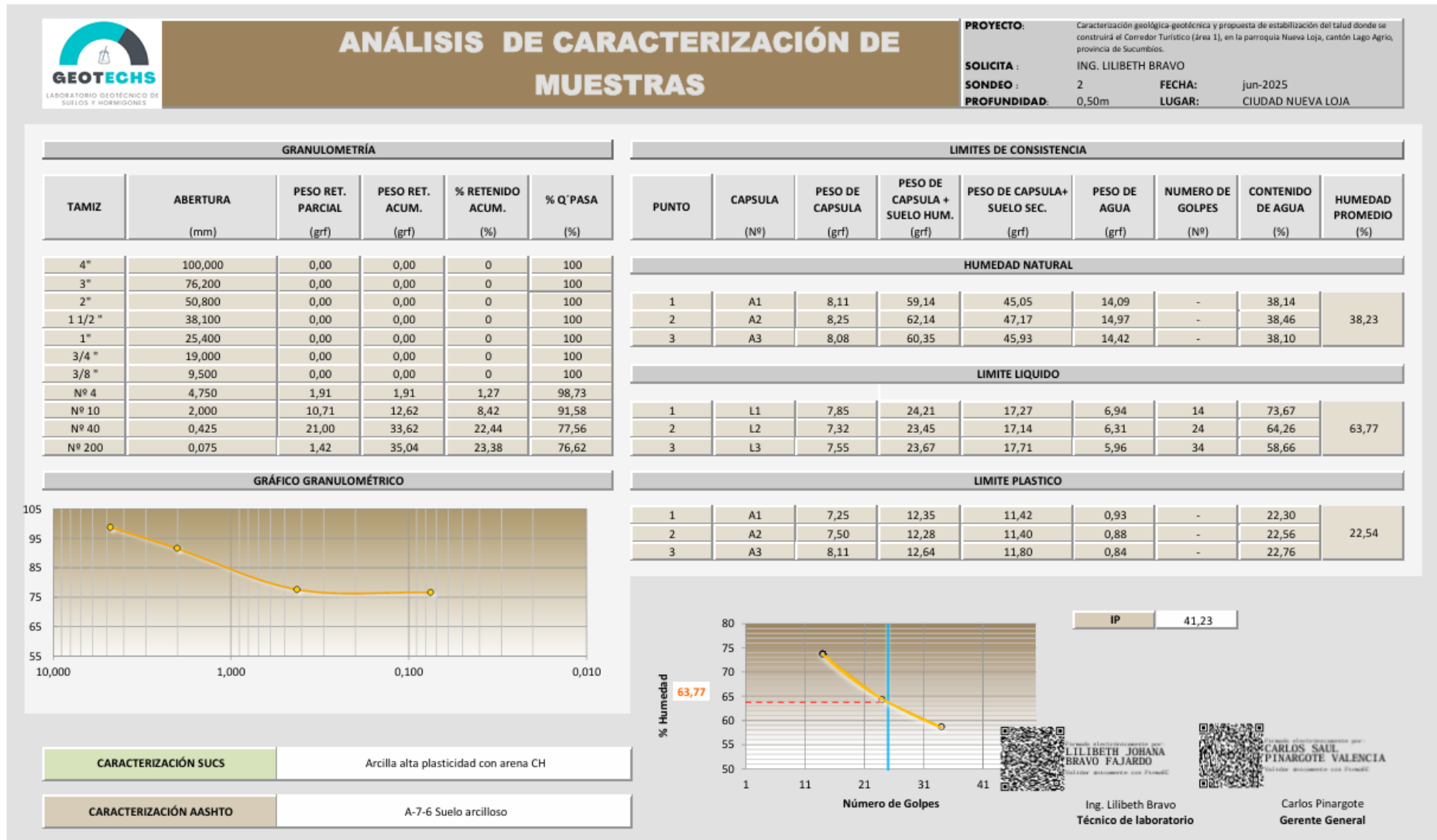
1	P1	6,33	12,52	11,13	1,39	-	28,96	29,02
2	P2	6,26	13,12	11,61	1,51	-	28,22	
3	P3	6,28	11,28	10,13	1,15	-	29,87	





“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbios”

RESULTADOS DE PERFORACIÓN NRO. 2





“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO

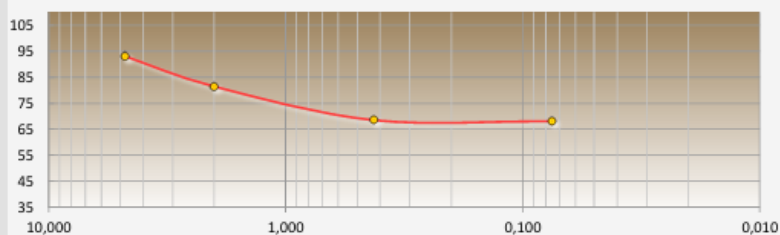
SONDEO: 2 **FECHA:** jun-2025

PROFUNDIDAD: 1,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	9,08	9,08	7	93
Nº 10	2,000	15,30	24,38	19	81
Nº 40	0,425	17,01	41,39	32	68
Nº 200	0,075	0,50	41,89	32	68

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Arcilla alta plasticidad arenosa CH

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-6 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	--------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------

HUMEDAD NATURAL

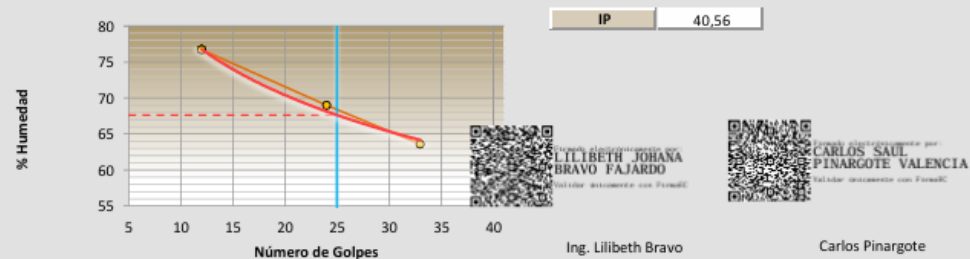
1	A1	7,15	84,12	58,04	26,08	-	51,25	51,72
2	A2	7,32	69,32	48,12	21,20	-	51,96	
3	A3	7,21	74,18	51,28	22,90	-	51,96	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	7,24	21,52	15,32	6,20	12	76,73	67,64
2	L2	8,35	22,14	16,51	5,63	24	69,00	
3	L3	7,58	22,68	16,81	5,87	33	63,60	

LIMITE PLASTICO

1	A1	7,14	12,36	11,25	1,11	-	27,01	27,08
2	A2	8,35	12,58	11,68	0,90	-	27,03	
3	A3	8,31	12,47	11,58	0,89	-	27,22	



Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA : ING. LILIBETH BRAVO

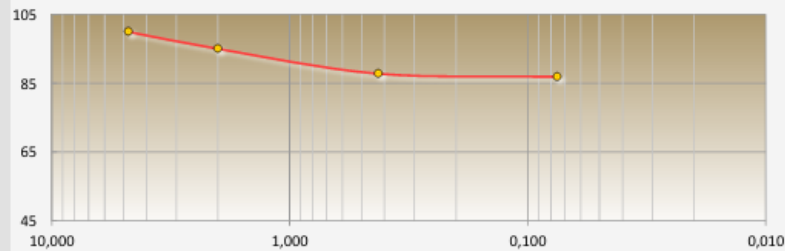
SONDEO : 2 **FECHA:** jun-2025

PROFUNDIDAD: 2,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	0,02	0,02	0	100
Nº 10	2,000	6,67	6,69	5	95
Nº 40	0,425	9,85	16,54	12	88
Nº 200	0,075	1,19	17,73	13	87

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Arcilla alta plasticidad CH

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-5 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	--------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------

HUMEDAD NATURAL

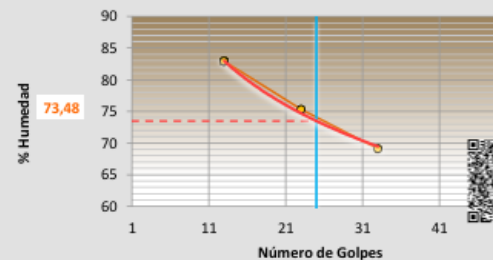
1	A1	7,14	68,25	48,47	19,78	-	47,86	48,47
2	A2	7,85	71,10	50,31	20,79	-	48,96	
3	A3	7,24	75,24	53,00	22,24	-	48,60	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	7,12	22,54	15,55	6,99	13	82,92	73,48
2	L2	8,52	23,14	16,86	6,28	23	75,30	
3	L3	7,69	22,67	16,55	6,12	33	69,07	

LIMITE PLASTICO

1	P1	8,52	11,69	10,95	0,74	-	30,45	30,35
2	P2	8,14	12,14	11,20	0,94	-	30,72	
3	P3	7,94	12,59	11,52	1,07	-	29,89	



IP 43,13



Controlado electrónicamente por:
LILIBETH JOHANA BRAVO FAJARDO
Validar documento con FirmacE



Controlado electrónicamente por:
CARLOS SAUL PINARGOTE VALENCIA
Validar documento con FirmacE

Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO

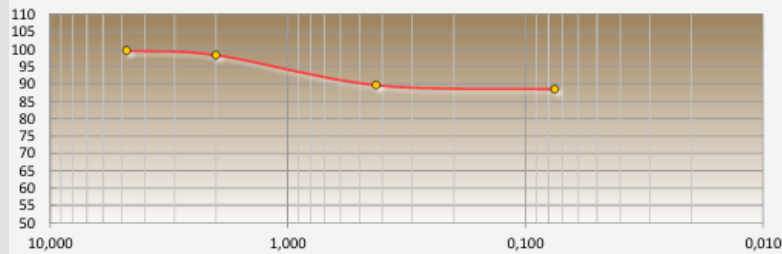
SONDEO: 2 **FECHA:** jun-2025

PROFUNDIDAD: 3,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	0,50	0,50	0	100
Nº 10	2,000	1,75	2,25	2	98
Nº 40	0,425	12,10	14,35	10	90
Nº 200	0,075	1,60	15,95	11	89

GRÁFICO GRANULOMETRICO



CARACTERIZACION SUCS

Arcilla alta plasticidad CH

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-5 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	-----------------------------	---	---	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------

HUMEDAD NATURAL

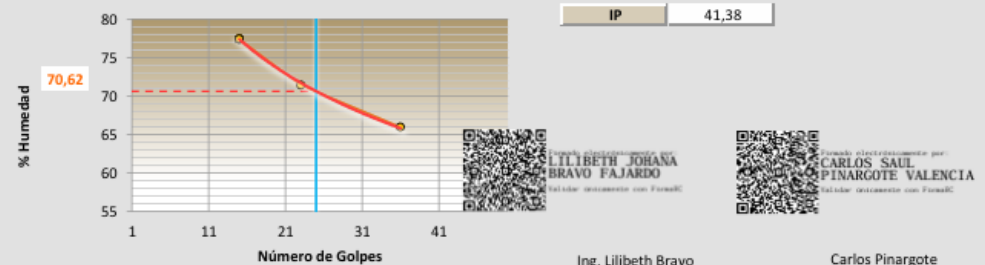
1	A1	7,36	82,15	55,32	26,83	-	55,94	55,46
2	A2	7,25	78,14	52,91	25,23	-	55,26	
3	A3	7,48	71,68	48,85	22,83	-	55,18	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	7,24	22,16	15,65	6,51	15	77,41	70,62
2	L2	7,63	21,84	15,92	5,92	23	71,41	
3	L3	7,45	21,92	16,17	5,75	36	65,94	

LIMITE PLASTICO

1	P1	7,13	12,14	11,01	1,13	-	29,12	29,24
2	P2	7,41	11,89	10,86	1,03	-	29,86	
3	P3	7,64	11,94	10,98	0,96	-	28,74	



Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO

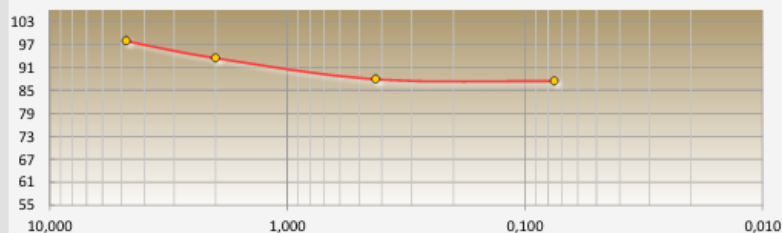
SONDEO: 2 **FECHA:** jun-2025

PROFUNDIDAD: 4,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	2,79	2,79	2	98
Nº 10	2,000	5,80	8,59	7	93
Nº 40	0,425	7,22	15,81	12	88
Nº 200	0,075	0,62	16,43	13	87

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Arcilla alta plasticidad CH

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-5 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	--------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------

HUMEDAD NATURAL

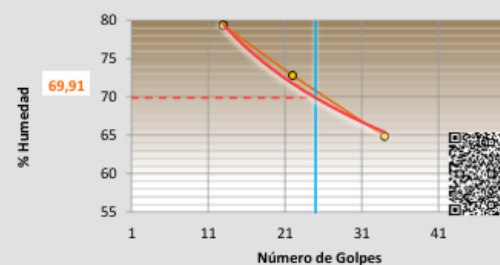
1	A1	8,22	69,32	48,65	20,67	-	51,13	51,47
2	A2	8,09	72,18	50,32	21,86	-	51,76	
3	A3	7,41	70,85	49,28	21,57	-	51,52	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	8,32	21,45	15,64	5,81	13	79,37	69,91
2	L2	9,10	22,37	16,78	5,59	22	72,79	
3	L3	8,14	21,28	16,11	5,17	34	64,87	

LIMITE PLASTICO

1	P1	7,36	13,24	11,88	1,36	-	30,09	30,55
2	P2	6,89	13,41	11,88	1,53	-	30,66	
3	P3	8,10	12,97	11,82	1,15	-	30,91	



IP 39,36



Formado electrónicamente por:
LILIBETH JOHANA
BRAVO FAJARDO
Validar electrónicamente con FonoQ



Formado electrónicamente por:
CARLOS SAUL
PINARGOTE VALENCIA
Validar electrónicamente con FonoQ

Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO

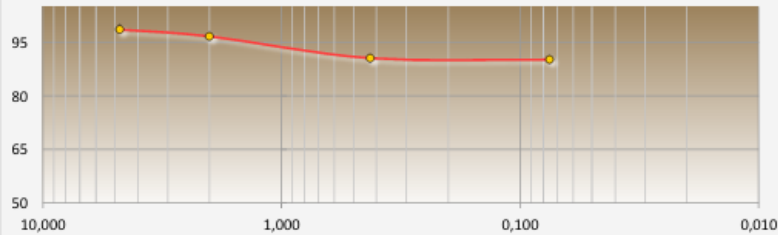
SONDEO: 2 **FECHA:** jun-2025

PROFUNDIDAD: 5,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	1,85	1,85	1	99
Nº 10	2,000	2,49	4,34	3	97
Nº 40	0,425	8,10	12,44	9	91
Nº 200	0,075	0,55	12,99	10	90

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS Limo alta plasticidad MH

CARACTERIZACION AASHTO A-7-5 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	--------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------

HUMEDAD NATURAL

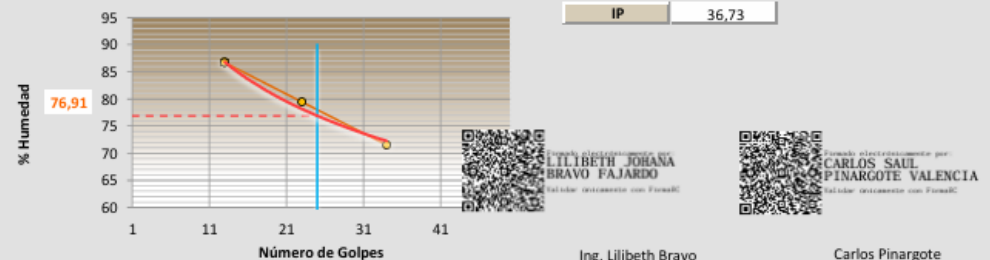
1	A1	7,85	72,21	48,35	23,86	-	58,91	58,69
2	A2	7,41	76,92	51,14	25,78	-	58,95	
3	A3	7,22	84,11	55,82	28,29	-	58,21	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	7,29	20,64	14,44	6,20	13	86,71	76,91
2	L2	7,55	21,42	15,28	6,14	23	79,43	
3	L3	8,32	20,84	15,62	5,22	34	71,51	

LIMITE PLASTICO

1	P1	6,39	13,17	11,23	1,94	-	40,08	40,18
2	P2	6,57	12,35	10,69	1,66	-	40,29	
3	P3	7,12	12,18	10,73	1,45	-	40,17	



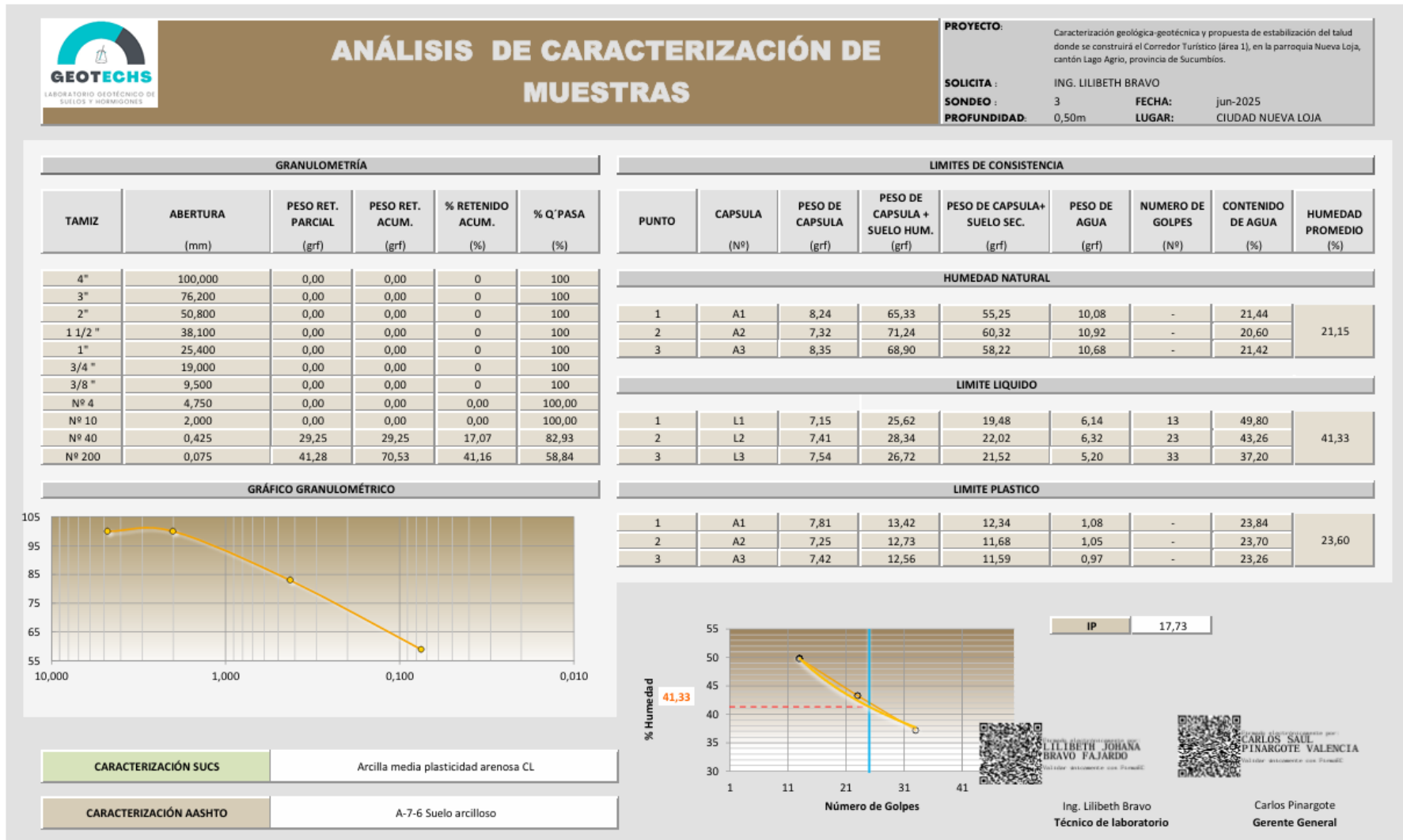
Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

RESULTADOS DE PERFORACIÓN NRO. 3





“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

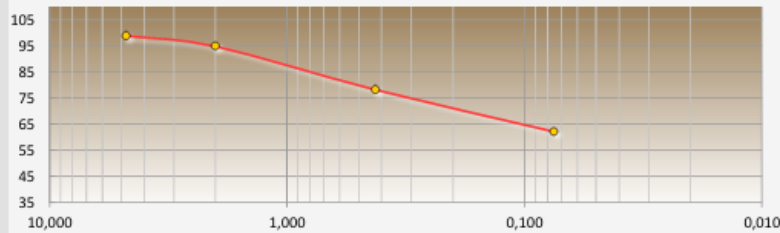
PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA : ING. LILIBETH BRAVO
SONDEO : 3
PROFUNDIDAD: 1,50m
FECHA: jun-2025
LUGAR: CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	2,33	2,33	1	99
Nº 10	2,000	8,14	10,47	5	95
Nº 40	0,425	33,41	43,88	22	78
Nº 200	0,075	32,34	76,22	38	62

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS Limo baja plasticidad arenoso ML

CARACTERIZACION AASHTO A-7-5 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	-----------------------------	---	---	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------

HUMEDAD NATURAL

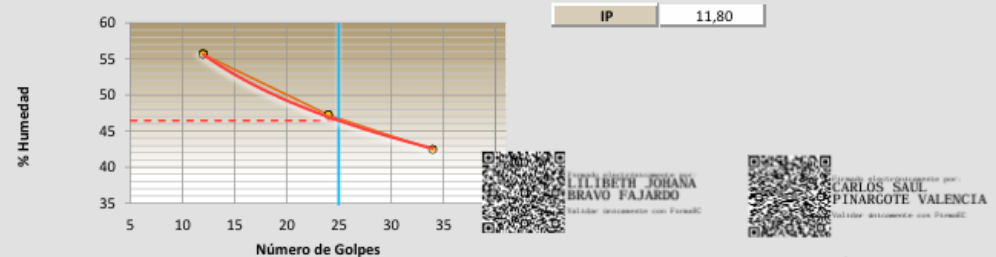
1	A1	7,22	74,32	65,74	8,58	-	14,66	15,06
2	A2	7,34	88,41	78,00	10,41	-	14,73	
3	A3	6,95	78,74	68,96	9,78	-	15,77	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	7,35	22,54	17,11	5,43	12	55,64	46,45
2	L2	7,81	21,65	17,21	4,44	24	47,23	
3	L3	8,15	21,38	17,44	3,94	34	42,41	

LIMITE PLASTICO

1	A1	8,10	11,22	10,42	0,80	-	34,48	34,65
2	A2	7,45	14,18	12,43	1,75	-	35,14	
3	A3	7,14	13,95	12,21	1,74	-	34,32	



Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

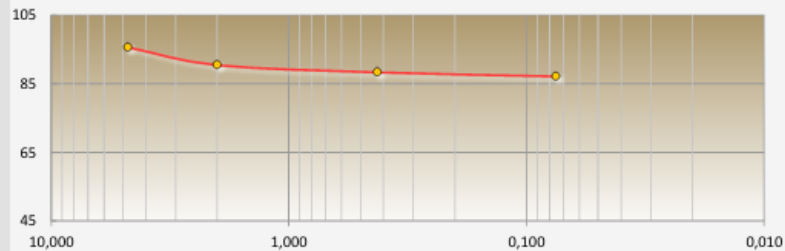
PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO
SONDEO: 3 **FECHA:** jun-2025
PROFUNDIDAD: 2,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	6,14	6,14	4	96
Nº 10	2,000	7,35	13,49	10	90
Nº 40	0,425	2,97	16,46	12	88
Nº 200	0,075	1,69	18,15	13	87

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Limo baja plasticidad ML

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-5 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	-----------------------------	---	---	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------

HUMEDAD NATURAL

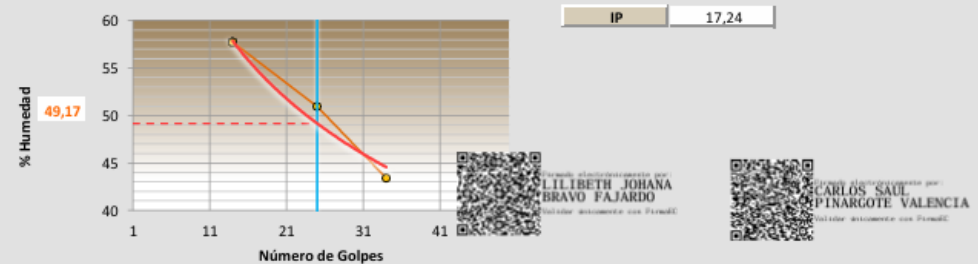
1	A1	8,21	84,12	60,22	23,90	-	45,95	45,69
2	A2	7,36	77,32	55,34	21,98	-	45,81	
3	A3	7,42	80,44	57,67	22,77	-	45,31	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	7,11	23,42	17,45	5,97	14	57,74	49,17
2	L2	6,98	22,18	17,05	5,13	25	50,94	
3	L3	6,35	22,64	17,71	4,93	34	43,40	

LIMITE PLASTICO

1	P1	7,32	13,19	11,77	1,42	-	31,91	31,93
2	P2	7,18	12,47	11,18	1,29	-	32,25	
3	P3	7,24	12,36	11,13	1,23	-	31,62	



Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

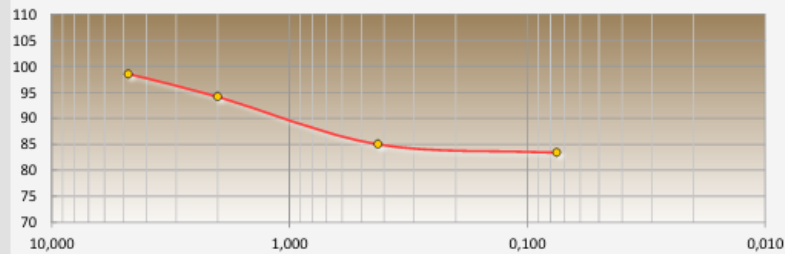
PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO
SONDEO: 3 **FECHA:** jun-2025
PROFUNDIDAD: 3,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	2,14	2,14	1	99
Nº 10	2,000	6,41	8,55	6	94
Nº 40	0,425	13,36	21,91	15	85
Nº 200	0,075	2,33	24,24	17	83

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Limo baja plasticidad con arena ML

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-5 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	-----------------------------	---	---	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------

HUMEDAD NATURAL

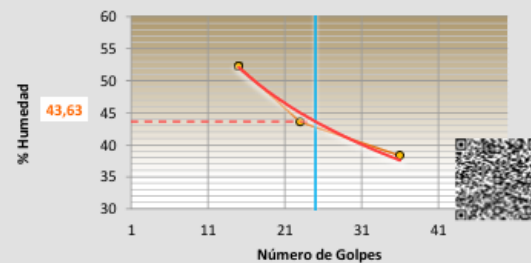
1	A1	7,82	85,66	58,41	27,25	-	53,86	53,68
2	A2	7,51	87,14	59,23	27,91	-	53,96	
3	A3	7,36	91,08	62,00	29,08	-	53,22	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	7,16	20,33	15,81	4,52	15	52,25	43,63
2	L2	7,15	19,51	15,76	3,75	23	43,55	
3	L3	7,51	21,09	17,33	3,76	36	38,29	

LIMITE PLASTICO

1	P1	7,39	13,39	12,01	1,38	-	29,87	29,84
2	P2	6,27	15,31	13,23	2,08	-	29,89	
3	P3	8,31	14,24	12,88	1,36	-	29,76	



IP 13,79

Firma digitalizada por:
LILIBETH JOHANA
BRAVO FAJARDO
Validar documento con FirmadE

Firma digitalizada por:
CARLOS SAUL
PINARGOTE VALENCIA
Validar documento con FirmadE

Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO

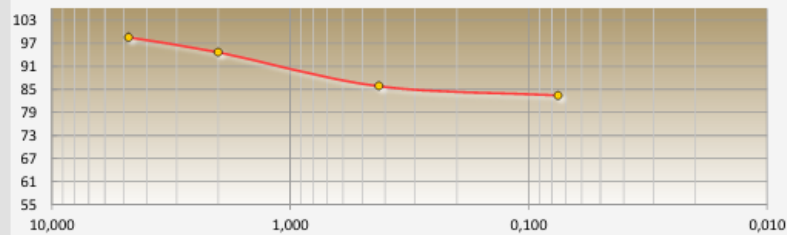
SONDEO: 3 **FECHA:** jun-2025

PROFUNDIDAD: 4,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	2,00	2,00	1	99
Nº 10	2,000	5,32	7,32	5	95
Nº 40	0,425	12,15	19,47	14	86
Nº 200	0,075	3,26	22,73	17	83

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Limo baja plasticidad con arena ML

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-6 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	-----------------------------	---	--	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------

HUMEDAD NATURAL

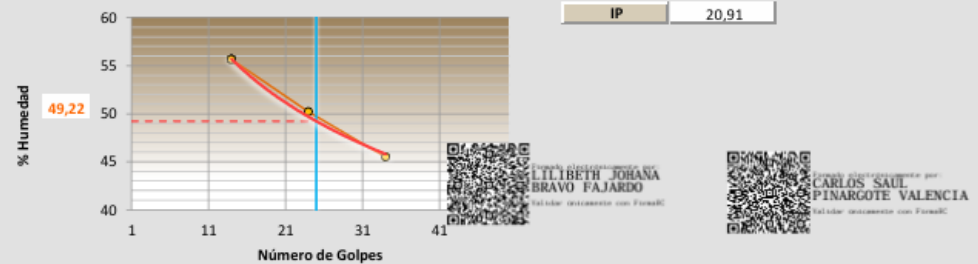
1	A1	6,74	68,41	49,11	19,30	-	45,55	45,77
2	A2	7,14	65,32	47,02	18,30	-	45,89	
3	A3	6,31	70,51	50,32	20,19	-	45,88	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	7,22	21,74	16,55	5,19	14	55,63	49,22
2	L2	7,31	22,18	17,21	4,97	24	50,20	
3	L3	7,18	21,64	17,12	4,52	34	45,47	

LIMITE PLASTICO

1	P1	7,42	12,14	11,10	1,04	-	28,26	28,31
2	P2	7,63	11,84	10,92	0,92	-	27,96	
3	P3	7,28	11,36	10,45	0,91	-	28,71	



Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

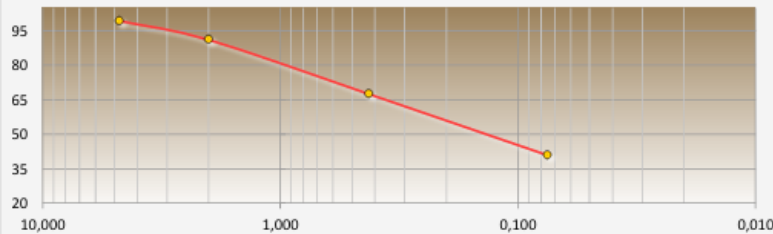
PROYECTO: Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos.

SOLICITA: ING. LILIBETH BRAVO
SONDEO: 3 **FECHA:** jun-2025
PROFUNDIDAD: 5,50m **LUGAR:** CIUDAD NUEVA LOJA

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL (grf)	PESO RET. ACUM. (grf)	% RETENIDO ACUM. (%)	% Q'PASA (%)
4"	100,000	0,00	0,00	0	100
3"	76,200	0,00	0,00	0	100
2"	50,800	0,00	0,00	0	100
1 1/2 "	38,100	0,00	0,00	0	100
1"	25,400	0,00	0,00	0	100
3/4 "	19,000	0,00	0,00	0	100
3/8 "	9,500	0,00	0,00	0	100
Nº 4	4,750	1,12	1,12	1	99
Nº 10	2,000	12,35	13,47	9	91
Nº 40	0,425	35,52	48,99	32	68
Nº 200	0,075	40,24	89,23	59	41

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO



CARACTERIZACION SUCS

Arena limosa SM

CARACTERIZACION AASHTO

A-7-6 Suelo arcilloso

LIMITES DE CONSISTENCIA

PUNTO	CAPSULA (Nº)	PESO DE CAPSULA (grf)	PESO DE CAPSULA + SUELO HUM. (grf)	PESO DE CAPSULA+ SUELO SEC. (grf)	PESO DE AGUA (grf)	NUMERO DE GOLPES (Nº)	CONTENIDO DE AGUA (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
-------	-----------------	-----------------------------	---	---	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------

HUMEDAD NATURAL

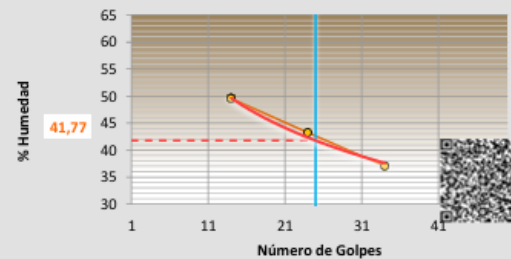
1	A1	7,42	72,12	53,82	18,30	-	39,44	39,28
2	A2	7,58	81,52	60,64	20,88	-	39,35	
3	A3	7,36	85,36	63,45	21,91	-	39,06	

LIMITE LIQUIDO

1	L1	7,21	22,36	17,34	5,02	14	49,56	41,77
2	L2	7,34	21,58	17,28	4,30	24	43,26	
3	L3	7,28	21,71	17,81	3,90	34	37,04	

LIMITE PLASTICO

1	P1	7,14	13,15	11,87	1,28	-	27,06	27,47
2	P2	6,95	12,95	11,66	1,29	-	27,39	
3	P3	7,18	12,17	11,08	1,09	-	27,95	



IP 14,30

Firmado electrónicamente por:
LILIBETH JOHANA
BRAVO FAJARDO
Validar documento con FirmadC

Firmado electrónicamente por:
CARLOS SAUL
PINARGOTE VALENCIA
Validar documento con FirmadC

Ing. Lilibeth Bravo
Técnico de laboratorio

Carlos Pinargote
Gerente General



“Caracterización geológica-geotécnica y propuesta de estabilización del talud donde se construirá el Corredor Turístico (área 1), en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos”

8.3. Resultado Ensayo Triaxial UU