



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

Caracterización geológica-geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: la comunidad indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia de Loja

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

AUTOR:

Byron Alexander Rueda Zapata

DIRECTOR:

Ing. Oscar Adrián Estrella Lima, Mg. Sc.

Loja-Ecuador

2023



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Certificación

Loja, 27 de febrero del 2023

Ing. Oscar Adrián Estrella Lima Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Caracterización geológica geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: la comunidad indígena Gunudel-Gulagpamba ubicada en la zona este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia de Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, de la autoría del estudiante **Byron Alexander Rueda Zapata**, con **cédula de identidad N° 1105348864**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Oscar Adrián Estrella Lima Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Autoría

Yo, **Byron Alexander Rueda Zapata**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de Identidad: 1105348864

Fecha: 02/05/2023

Correo electrónico: byronruedazapata@hotmail.com

Teléfono: 0998316867



Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Byron Alexander Rueda Zapata**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Caracterización geológica - geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: la comunidad indígena Gunudel-Gulagpamba ubicada en la zona este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia de Loja**, como requisito para optar el título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**; autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y de exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los dos días del mes de mayo del dos mil veintitrés.

Firma:

Autor: Byron Alexander Rueda Zapata

C.I: 1105348864

Dirección: Manuel Zambrano y Calle John F. Kennedy

Correo electrónico: byronruedazapata@hotmail.com

Teléfono: 0998316867

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Oscar Adrián Estrella Lima, Mg. Sc



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Dedicatoria

El presente Trabajo de Titulación está dedicado infinitamente a mi madre, María que ha sido mi pilar fundamental en todo el proceso de mi formación académica y personal, que ha sabido apoyarme incondicionalmente e inculcarme con su ejemplo y dedicación los valores que en la actualidad me definen y siguen formándome como persona.

A mis padrinos Teresa y Antonio que son como mis padres, y me han aconsejado y apoyado constantemente para no desviar mi camino y ser una persona de bien.

Byron Alexander Rueda Zapata



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Agradecimiento

Primeramente, a mi madre María, por el apoyo incondicional que ha sabido darme y el ejemplo de constancia y esfuerzo. Esto es para ti.

A mis padrinos Teresa y Antonio, por sus consejos, compañía y apoyo brindado cuando lo necesite.

A mi director del Trabajo de Titulación, El Ing. Oscar Estrella, Mg. Sc, gracias por dedicar su tiempo y asesoramiento, al igual que su confianza y conocimientos durante el desarrollo de la presente investigación.

A la Universidad Nacional de Loja que me ha otorgado a través de la Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial una adecuada formación académica. A los pobladores de la comunidad Gunudel - Gulagpamba, por la autorización y facilidades permitidas durante la fase de campo del trabajo investigativo.

Y, por último, a mi grupo de amigos con quienes eh compartido momentos de risas, preocupaciones y no menos importante el apoyo brindado en todo el proceso de aprendizaje.

Byron Alexander Rueda Zapata



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

*Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector
que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la
zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja*

Índice de Contenido

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenido	vii
Índice de Tablas	x
Índice de Figuras	xii
Índice de Anexos	xv
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1. Geología.....	6
4.1.1. Roca.....	6
4.1.2. Levantamiento Geológico	7
4.2. Topografía	8
4.2.1. Levantamiento topográfico	8
4.3. Geología Estructural.....	9
4.3.1. Pliegues	9
4.3.2. Fallas	10
4.3.3. Diaclasas.....	11



4.4.	Geomorfología.....	11
4.5.	Movimientos en Masa	12
4.5.1.	Clasificación de los movimientos	12
4.6.	Hundimientos.....	16
4.6.1.	Tipos de Hundimientos	16
4.7.	Geotecnia	18
4.7.1.	Mecánica de Suelos	18
4.7.2.	Caracterización Geotécnica del Terreno	18
4.8.	Zonificación Geotécnica.....	22
4.8.1.	Etapas de la Zonificación	22
4.9.	Softwares usados para procesamiento geológico	23
4.9.1.	ArcGIS	23
4.9.2.	AutoCAD	23
4.9.3.	ForeSight	23
5.	Metodología	24
5.1.	Área de estudio	24
5.1.1.	Ubicación	24
5.1.2.	Acceso	25
5.2.	Descripción Biofísica del Área de Estudio.....	26
5.2.1.	Clima	26
5.2.2.	Hidrografía	27
5.2.3.	Vegetación.....	28
5.2.4.	Uso de Suelo.....	28
5.2.5.	Geología Regional.....	30
5.3.	Materiales	32



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

*Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector
que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la
zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja*

5.4.	Métodos	33
5.4.1.	Método de Campo.	33
5.4.2.	Método Analítico.....	33
5.4.3.	Método Descriptivo.....	33
5.5.	Procedimiento.....	33
5.5.1.	Pre-Campo.....	33
5.5.2.	Metodología para el cumplimiento del Primer Objetivo.....	34
5.5.3.	Metodología para el cumplimiento del Segundo Objetivo.....	41
5.5.4.	Metodología para el cumplimiento del Tercer Objetivo	47
6.	Resultados	50
6.1.	Descripción Biofísica del Área de Estudio.....	50
6.1.1.	Topografía.....	50
6.1.2.	Pendientes.....	52
6.1.3.	Geomorfología	53
6.1.4.	Geología Local	56
6.1.5.	Exploración Geotécnica	67
6.1.6.	Caracterización del tipo de hundimiento.....	79
6.1.7.	Mapa de microzonificación geotécnica.....	88
7.	Discusión	94
8.	Conclusiones	97
9.	Recomendaciones	99
10.	Bibliografía	100
11.	Anexos	106



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Índice de Tablas:

Tabla 1. Coordenadas de ubicación del área de estudio.....	24
Tabla 2. Información Climática Saraguro.	27
Tabla 3. Materiales utilizados para el desarrollo de la presente investigación	32
Tabla 4. Ficha para la descripción de Afloramientos.....	36
Tabla 5. Ficha para levantamiento de Calicatas	37
Tabla 6. Clasificación de Pendiente	39
Tabla 7. Clasificación Geomorfológica.....	41
Tabla 8. Ubicación geográfica de los SPT´s	42
Tabla 9. Ensayos realizados con su respectiva norma.....	44
Tabla 10. Ubicación geográfica de las calicatas geotécnicas	45
Tabla 11. Información utilizada para la zonificación geotécnica.....	49
Tabla 12. Clasificación de las Pendientes en el Área de Estudio.....	52
Tabla 13. Geomorfología del área de estudio.....	54
Tabla 14. Afloramiento encontrados en el Área de estudio	57
Tabla 15. Calicatas elaboradas en el Área de estudio	57
Tabla 16. Clasificación y Descripción SPT #1.....	67
Tabla 17. Resultados Sondeo #1	67
Tabla 18. Clasificación y Descripción SPT #2.....	69
Tabla 19. Resultados Sondeo #2	69
Tabla 20. Clasificación y Descripción SPT #3.....	71
Tabla 21. Resultados Sondeo #3	71
Tabla 22. Clasificación y Descripción SPT #4.....	73
Tabla 23. Resultados Sondeo #4	73
Tabla 24. Clasificación y Descripción SPT #5.....	74
Tabla 25. Resultados Sondeo #5	75
Tabla 26. Resultados obtenidos de los ensayos in situ y laboratorio	76
Tabla 27. Resultados del ensayo de corte directo de la Calicata 1.....	77
Tabla 28. Resultados del ensayo de corte directo de la Calicata 1	77
Tabla 29. Resultados del ensayo de corte directo de la Calicata 2.....	78
Tabla 30. Resultados del ensayo de corte directo de la Calicata 2.....	78



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Tabla 31. Resultado de los ensayos de laboratorio.	79
Tabla 32. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada	87
Tabla 33. Propiedades físico-mecánicas de los suelos ensayados con su respectiva ubicación ...	88
Tabla 34. Microzonificación por características físicas de los suelos.....	89
Tabla 35. Capacidades de carga admisibles recomendables en arcillas	91
Tabla 36. Capacidad de carga admisible en suelo granulares	91
Tabla 37. Capacidades de carga admisible en las rocas	91
Tabla 38. Resultados obtenidos de la Capacidad Admisible.....	92
Tabla 39. Microzonificación por características mecánicas de los suelos	92



Índice de Figuras:

Figura 1. Partes de un pliegue.....	9
Figura 2. Principales tipos de fallas	10
Figura 3. Diaclasas en rocas graníticas debido a la meteorización química	11
Figura 4. Ciclo de erosión o geográfico de Davis	12
Figura 5. Ejemplo de caídos de roca y residuos.....	13
Figura 6. Ejemplo de volcamiento.	13
Figura 7. Proceso de reptación.	14
Figura 8. Deslizamiento rotacional.	14
Figura 9. Deslizamiento traslacional en suelos residuales	15
Figura 10. Extensión lateral.	15
Figura 11. Flujos de diferentes velocidades	16
Figura 12. Tipos de “sagging” o hundimientos por deformación geológica.....	16
Figura 13. Hundimientos confinados	17
Figura 14. Esquemización general del SPT	19
Figura 15. Observación de suelos en calicatas.....	20
Figura 16. Esquema e interpretación de un SEV	21
Figura 17. Sísmica de refracción y ejemplo de sismograma.....	22
Figura 18. Ubicación del área de estudio	24
Figura 19. Acceso al área de estudio vía terrestre.....	25
Figura 20. Acceso al área de estudio vía terrestre.....	25
Figura 21. Acceso al área de estudio vía aérea	26
Figura 22. Mapa Hidrográfico del área de estudio.....	28
Figura 23. Mapa de Uso de Suelo del área de estudio	29
Figura 24. Geología Regional del Área de Estudio.....	31
Figura 25. Geología Regional del Área de Estudio con un mapa base	31
Figura 26. Levantamiento Topográfico (Estación Total Trimble S3).....	35
Figura 27. Descripción de Afloramientos	37
Figura 28. A) desarrollo de calicatas manualmente, B) desarrollo de calicatas con maquinaria..	38
Figura 29. Model Builder para obtener el modelo de pendientes	39
Figura 30. Ficha de descripción geomorfológica.....	40



Figura 31. Ubicación de los SPT's en el área estudio	42
Figura 32. Elaboración en campo de los Ensayos SPT's y muestra obtenida.....	43
Figura 33. Ubicación de las muestras inalteradas en el área estudio	44
Figura 34. Obtención de la muestra inalterada mediante la apertura de una calicata	45
Figura 35. A) Muestras de suelo en la caja de corte directo y B)muestras de suelo talladas.....	47
Figura 36. Formato modificado para inventario de movimientos de masa del Proyecto Multinacional Andino.....	48
Figura 37. Formato modificado para inventario de movimientos de masa del Proyecto Multinacional Andino.....	48
Figura 38. Mapa Topográfico del Área de Estudio.....	50
Figura 39. Perfil Topográfico A-A'	51
Figura 40. Perfil Topográfico B-B'	51
Figura 41. Perfil Topográfico C-C'	52
Figura 42. Mapa de Pendientes del área de estudio	53
Figura 43. Coluvio-aluvial reciente.....	54
Figura 44. Coluvión antiguo	54
Figura 45. Superficie disectada	55
Figura 46. Superficie poco disectada	55
Figura 47. Mapa de Geomorfológico del Área de Estudio	56
Figura 48. Reconocimiento del material en Laboratorio	58
Figura 49. Afloramiento #3 ubicado al oeste conformado por areniscas.....	59
Figura 50. Afloramiento #2 ubicado al noroeste conformado por arenisca.....	59
Figura 51. Arenisca	60
Figura 52. Afloramiento #1 ubicado al norte conformado por material fino y arenoso	61
Figura 53. Afloramiento #7 ubicado al este conformado por material fino y arenoso	61
Figura 54. Arena arcillosa	62
Figura 55. Calicata #13 ubicada al este conformada por material arenoso y limoso.....	63
Figura 56. Calicata #9 ubicada al sur conformada por material arenoso y limoso	63
Figura 57. Arena limosa.....	64
Figura 58. Geología Local del Área de Estudio.....	64
Figura 59. A) Perfil Geológico A-A', B) Perfil Geológico B-B'.....	65



Figura 60. Afloramiento #9 muestra el contacto entre areniscas y arenas arcillosas.....	66
Figura 61. Perfil estratigráfico SPT 1 y Gráfico de golpes de SPT	68
Figura 62. Leyenda.....	68
Figura 63. Perfil estratigráfico SPT 2 y Gráfico de golpes de SPT	70
Figura 64. Leyenda.....	70
Figura 65. Perfil estratigráfico SPT 3 y Gráfico de golpes de SPT	72
Figura 66. Leyenda.....	72
Figura 67. Perfil estratigráfico SPT 4 y Gráfico de golpes de SPT	73
Figura 68. Leyenda.....	74
Figura 69. Perfil estratigráfico SPT 5 y Gráfico de golpes de SPT	75
Figura 70. Leyenda.....	75
Figura 71. Perfil estratigráfico Calicata 1	77
Figura 72. Leyenda.....	78
Figura 73. Perfil estratigráfico Calicata 2	78
Figura 74. Leyenda.....	79
Figura 75. Ubicación de los hundimientos que afectan en la actualidad	80
Figura 76. Hundimiento #1	81
Figura 77. Hundimiento #1	81
Figura 78. Vivienda afectada por el hundimiento #1	82
Figura 79. Hundimiento #2	82
Figura 80. Hundimiento #2	83
Figura 81. Hundimiento #2	83
Figura 82. Vivienda afectada por el hundimiento #2.....	84
Figura 83. Hundimiento #3	84
Figura 84. Hundimiento #3	85
Figura 85. Mapa de Sismicidad.....	88
Figura 86. Microzonificación de las características físicas del Área de Estudio	90
Figura 87. Microzonificación de las características mecánicas del Área de Estudio.....	93



Índice de Anexos:

Anexo 1. Descripción de afloramientos mediante fichas de campo	106
Anexo 2. Descripción de calicatas mediante fichas de campo	114
Anexo 3. Descripción geomorfológica mediante ficha de campo	128
Anexo 4. Ensayo de penetración estándar (SPT's)	132
Anexo 5. Ensayo de corte directo	142
Anexo 6. Ficha de inventario de deslizamientos.....	156
Anexo 7. Mapas temáticos del área de estudio	158
Anexo 8. Certificado traducción del resumen.....	159



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

1. Título

Caracterización geológica-geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: la comunidad indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

2. Resumen

El presente trabajo de investigación corresponde a la “Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja”, con el objetivo de determinar las características geológicas – geotécnicas, condicionantes del hundimiento en estudio y finalmente delimitar zonas mediante sus características geotécnicas del sector sobre el cual está asentada la comunidad con un área de 27 Ha. Se inició con el levantamiento topográfico a detalle, el mismo que fue usado como base para la delimitación de la litología realizada por el método de mapeo por afloramientos el cual fue complementado mediante la elaboración de calicatas geológicas, determinando así tres unidades en el área de estudio compuestas de areniscas, arenas arcillosa y arenas limosas, esto permitió también establecer puntos estratégicos para ubicar los ensayos geotécnicos como las calicatas geotécnicas para muestras inalteradas y los ensayos de penetración estándar, y realizar las respectivas pruebas de laboratorio de acuerdo a las normas ASTM D 1586 como son: contenido de humedad, límite de Atterberg, clasificación de suelos, granulometría y para el ensayo de corte directo la norma ASTM D 420, con los resultados obtenidos se determinó cuatro condicionantes del hundimiento: la topografía y pendientes, la geología, el uso de suelo y la presencia de agua o filtraciones de agua. Así mismo de acuerdo a las características geotécnicas se delimito las zonas geotécnicas, por su característica física que se la realizó por la clasificación de suelos por el método de SUCS obteniendo cinco zonas y para la característica mecánica por la única propiedad mecánica que es la capacidad admisible del suelo que de igual forma se obtuvo cinco zonas, tomando en cuenta estas dos características y correlacionado con los valores estándares de capacidad admisible se ha determinado que el área en estudio actualmente no es apta para expansión urbana.

Palabras Clave: *geotécnica, clasificación S.U.C.S, capacidad admisible, zonificación geotécnica, hundimiento, condicionantes.*



2.1. Abstract

The present research corresponds to "Geological-Geotechnical Characterization that condition the subsidence in the sector comprising: The Indigenous Community Gunudel - Gulagpamba located in the East zone of the Saraguro parish, Saraguro canton, Loja province", with the objective of determining the geological-geotechnical characteristics, conditioners of the subsidence under study and finally delimiting zones by their geotechnical characteristics of the sector on which the community is settled with an area of 27 Ha. It began with the detailed topographic survey, which was used as a basis for the delimitation of the lithology carried out by the outcrop mapping method, which was complemented by the development of geological pits, determining three units in the study area composed of sandstones, clayey sands and silty sands, this allowed to establish strategic points to locate the geotechnical tests, such as geotechnical test pits for undisturbed samples and standard penetration tests, and performing the respective laboratory tests according to ASTM D 1586 standards, such as: moisture content, Atterberg limits, soil classification, granulometry and for the direct shear test the ASTM D 420 standard. With results obtained, four conditions for subsidence were determined: topography and slopes, geology, land use and the presence of water or water seepage. Likewise, according to geotechnical characteristics, geotechnical zones were delimited by their physical characteristics, which were determined by soil classification using the SUCS method, obtaining five zones, and for the mechanical characteristics by the only mechanical property, which is the admissible capacity of the soil, which also obtained five zones. Taking into account these two characteristics and correlated with the standard values of admissible capacity, it was determined that the area in study is currently unsuitable for urban expansion.

Keywords: *geotechnical, S.U.C.S. classification, admissible capacity, geotechnical zoning, subsidence, conditioning factors.*



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

3. Introducción

La mala planificación y el crecimiento rápido de la población ha generado un rápido desarrollo de la comunidad Gunudel-Gulagpamba causando el incremento de asentamientos sobre suelos incapaces de soportar infraestructuras, siendo estos propensos a impactos de eventos geológicos de origen natural o antrópico. Ante esta situación los mapas geotécnicos son un método utilizado para la representación de información o características geológicas-geotécnicas los mismos que tienen como objetivo la buena planificación y uso del territorio.

Según El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Intercultural Del Cantón Saraguro, desde el año 2000 al 2019, se ha registrado 240 ocurrencias de desastres, que afectaron a 6.641 personas y causaron una pérdida de 832 hectáreas de cultivos y vegetación nativa, en el área de estudio el material más abundante que existe es una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación, sobre el cual de forma no planificada y sin consideraciones técnicas se han construido viviendas que conforman Las Comunidades Indígena Gunudel - Gulagpamba, lo cual ha ocasionado serios problemas de asentamientos que han afectado a la infraestructura.

Así, surge la necesidad de elaborar el presente proyecto investigativo denominado “Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja”, el cual está encaminado a brindar información de los problemas que se generaran en los territorios de la comunidad para futuras obras civiles o demás usos del suelo, la mismas que presentan condiciones geológicas-geotécnicas y topográficas muy específicas, que se pueden evidenciar a través de la infraestructura actual y puede representar un problema de inestabilidad a futuras obras civiles o proyectos, al igual que las vidas humanas.

El presente trabajo de investigación fue desarrollado mediante metodologías no experimentales y con información descriptiva para obtener la información que nos permita conocer las características geológicas - geotécnicas del área de estudio, enfocado en determinar el tipo de



hundimiento y características del mismo, al igual que delimitar zonas mediante sus características geotécnicas.

Por lo tanto, la investigación abarca información bibliográfica con referencia al área de estudio. También el levantamiento topográfico con Estación Total Trimble S3 de 27 Ha de área, un levantamiento geológico por el método de mapeo por afloramientos y finalmente la ejecución de ensayos de penetración estándar y corte directo con la respectiva determinación de sus propiedades físicas y mecánicas.

Los objetivos planteados para el desarrollo del presente proyecto de investigación son:

Objetivo General

- Identificar las características geológicas-geotécnicas en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.

Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento topográfico y geológico del sector que comprende desde: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba.
- Evaluar las propiedades físico-mecánicas de los suelos existentes en el sector mediante métodos directos de exploración.
- Elaborar el mapa de Microzonificación Geotécnica de la zona de estudio considerando las propiedades físico-mecánicas de los suelos para determinar los condicionantes del hundimiento.



4. Marco Teórico

4.1. Geología

Blyth y de Freitas (2000) definen, “La Geología es la ciencia que concierne a la Tierra y las rocas de las que está constituida, los procesos que las formaron durante el tiempo geológico y el modelado de su superficie en el pasado y en el presente” (p. 11)

La geología es la ciencia que estudia la tierra, detallando el origen, la historia y las estructuras de la tierra, de acuerdo con su registro o datación en las rocas. La experiencia y los conocimientos teóricos en conjunto tienen una significativa aplicación para solucionar inconvenientes que se presentan en las grandes obras de ingeniería. (PUIG, 2005)

4.1.1. Roca

González de Vallejo et al. (2002) afirman que las rocas son un agregado sólido natural de más de una especie mineral ocupando gran extensión de la corteza terrestre, las cuales sufren transformaciones a lo largo del tiempo geológico.

4.1.1.1. Clasificación de las rocas según su origen. Según Braja D. (2001) las rocas se clasifican en tres tipos:

Rocas ígneas: Se forman por el enfriamiento y posterior solidificación del magma que es expulsado desde el manto terrestre. Aquellas rocas que se forman dentro de la corteza terrestre por el enfriamiento del magma se llaman plutónicas o intrusivas; mientras que, aquellas rocas que se forman por el enfriamiento y consolidación producto de la expulsión de lava de un volcán se denominan volcánicas o extrusivas.

Rocas sedimentarias: Son rocas formadas por procesos meteóricos y posterior erosión, transporte y consolidación a partir de rocas preexistentes.

Rocas metamórficas: Son aquellas formadas a partir de rocas preexistentes las cuales debido a grandes presiones y elevadas temperaturas (metamorfismo) modificaron su composición mineralógica, textura y estructura.



4.1.2. Levantamiento Geológico

El mapeo geológico consiste en transferir las observaciones de la geología realizadas en campo a un mapa geológico, este último se caracteriza por representar, sobre un mapa topográfico, los diferentes tipos de unidades geológicas que afloran en la superficie terrestre, así como de sus respectivos contactos. (Delgado et al., 2010; Echeveste, 2018).

Los procedimientos para obtener información de las características del suelo según Sorto (2012) se pueden dividir en dos categorías:

Métodos indirectos: Dentro de estos se incluyen fotografías aéreas, mapas topográficos, interpretación de mapas e informes de reportes geológicos o estudios de suelo previamente desarrollados.

Métodos directos: Realmente son los más importantes y los que más información suministran desde el punto de vista del estudio de suelos, son:

- Reconocimiento geológico de la zona. Incluye la inspección visual de las condiciones de los materiales en su estado natural, visitando laderas de ríos o quebradas, cortes existentes de vías, túneles o conducciones naturales.
- Realización de calicatas, perforaciones, trincheras, que permitan la recuperación de muestras alteradas o inalteradas de la zona de interés.
- Ensayos detallados in-situ, los mismos que permiten medir directamente en campo las propiedades de los suelos, tales como tamaño de grano, coloración, plasticidad, entre otros.

4.1.2.1. Calicatas para exploración geológica. Las calicatas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno. Son excavaciones de profundidad pequeña a media. Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. (Arqhys Construcción, 2012)



Es necesario registrar la ubicación y elevación de cada pozo, los que son numerados según la ubicación. Si un pozo programado no se ejecuta, es preferible mantener el número del pozo en el registro como "no realizado" en vez de volver a usar el número en otro lugar, para eliminar confusiones. La profundidad está determinada por las exigencias de la investigación, pero es dada, generalmente, por el nivel freático. (Sorto, 2012)

4.1.2.2. Mapa Geológico. Es la representación de las formaciones geológicas con su respectiva litología, contactos, estructuras (pliegues, fallas, entre otros) y aspectos hidrológicos (fuentes y redes de drenajes) existentes en una zona determinada y representadas sobre un mapa topográfico.

4.2. Topografía

De manera resumida, la topografía es la ciencia encargada de la representación de la superficie terrestre en cualquier escala en un mapa.

En un sentido más general, se puede definir como la disciplina que abarca todos los métodos para reunir información de partes físicas de la Tierra, tales como el relieve, los litorales, los cauces de corrientes hídricas, entre otros, usando para ello los métodos clásicos de medición en terreno, la fotogrametría y los Sensores Remotos. (Rincón, Vargas y González, 2018, p.1)

4.2.1. Levantamiento topográfico

Según Rincón M. et al. (2017), una definición acertada sería, que, la topografía es la ciencia, por medio de la cual se establecen las posiciones de puntos situados sobre la superficie terrestre, encima y debajo de ella; para lo cual se realizan mediciones de distancias, ángulos y elevaciones.

Además, como manifiestan Santana y Mosquera (2005), la topografía tiene como objeto de estudio la superficie terrestre, en cuanto a sus dimensiones y características, tiene por características que toma pequeñas extensiones de tierra y no tiene en cuenta la curva terrestre.

Los levantamientos convencionales suelen llevarse a cabo mediante topografía clásica o bien mediante la aplicación de la fotogrametría (Rey, 1999). Además, Rincón M. et al. (2017), afirman que estas operaciones incluyen:

- Selección del método de levantamiento
- Elección del quipo a utilizar
- Identificar y ubicar posibles vértices de apoyo
- Realización de mediciones en terreno
- Cálculo y procesamiento de datos
- Elaboración de planos

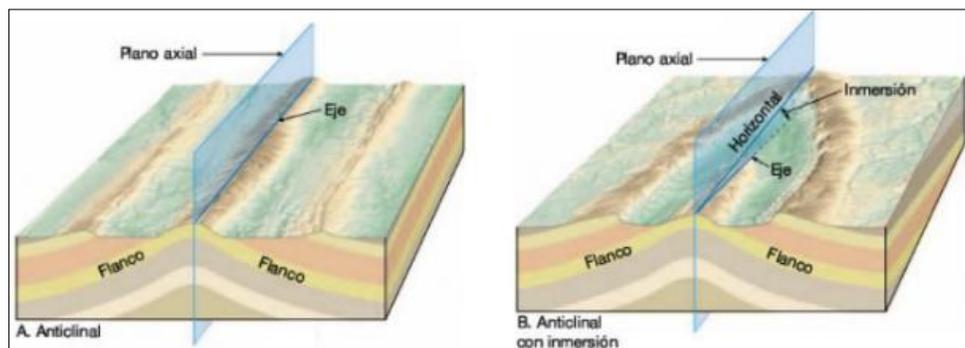
4.3. Geología Estructural

Arellano et al. (2002) menciona, “La geología estructura es la rama de la Geología que se encarga del estudio de las características estructurales de las masas rocosas que forman la corteza terrestre, de la distribución geográfica de tales características, del tiempo geológico y de las causas que las originaron; también es importante su identificación, descripción y representación gráfica en mapas y secciones geológicas” (p. 5).

4.3.1. Pliegues

Son deformaciones en las rocas mientras se encuentran en su estado plástico; sus dimensiones van de centímetros a cientos de kilómetros. Los pliegues se producen preferentemente en los bordes compresivos de las placas, es decir, en las zonas de subducción, y en general a importante profundidad. (Tarbuck y Lutgens. 2005. p. 291).

Figura 1. Partes de un pliegue.



Nota: Tomado de Tarbuck (2008)

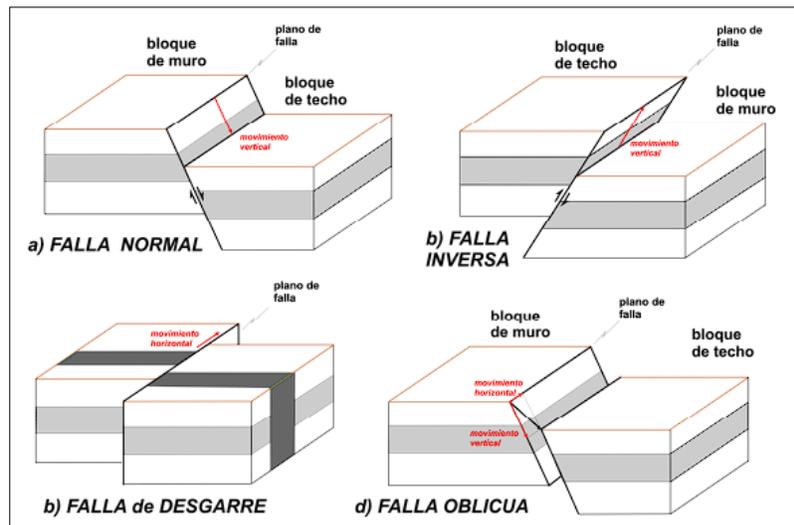
4.3.2. Fallas

Las fallas son fracturas en la corteza a lo largo de las cuales ha tenido lugar un desplazamiento apreciable. A veces, pueden reconocerse pequeñas fallas en los taludes de las carreteras, observándose estratos sedimentarios desplazados unos pocos metros. Las fallas de esta escala normalmente aparecen como pequeñas rupturas aisladas. (Tarbuck y Lutgens. 2005. p. 295).

4.3.2.1. Tipos de fallas. Según el tipo de desplazamiento que tengan los bloques uno respecto a otro, así como que se trate de movimientos en la vertical u horizontal, pueden definirse los siguientes tipos de falla (García, M. 2012. p. 16):

- **Fallas normales.** Se produce un desplazamiento vertical por esfuerzos distensivos cuando el bloque de techo se desplaza hacia abajo con respecto al bloque de muro.
- **Fallas inversas.** Se produce un desplazamiento vertical por esfuerzos compresivos cuando el bloque de muro se desplaza hacia arriba con respecto al bloque de techo.
- **Fallas en dirección.** Son planos de fractura con desplazamiento en la horizontal paralela a la dirección de la falla.

Figura 2. Principales tipos de fallas

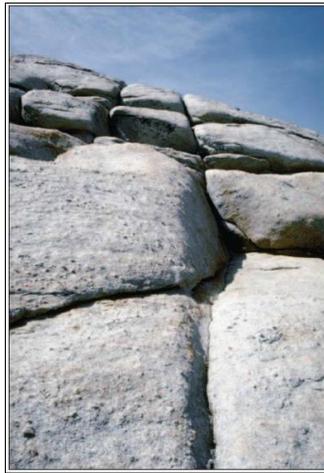


Nota: Tomado de García, M. (2012)

4.3.3. Diaclasas

Monroe, Wicander, Pozo (2008) establecen que “las diaclasas son fracturas a lo largo de las cuales no se ha producido un movimiento en paralelo con la superficie de la fractura, aunque pueden abrirse, es decir, muestran movimientos perpendiculares a la fractura” (p. 277).

Figura 3. Diaclasas en rocas graníticas debido a la meteorización química



Nota: Tomado de Tarbuck (2008)

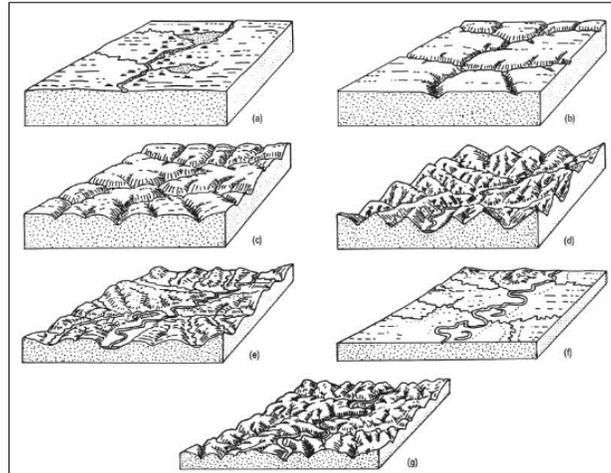
4.4. Geomorfología

Etimológicamente, esta ciencia proviene de los vocablos griegos geo (Tierra), morphos (forma) y logos (tratado). La Geomorfología es la disciplina científica que se encarga del estudio de las formas del relieve terrestre como resultado de la interacción de fuerzas endógenas y exógenas. Gutiérrez (2008) menciona que la geomorfología “el resultado se manifiesta en la creación de un conjunto de modelados erosivos y deposicionales, que suelen presentar rasgos específicos, en relación con los procesos actuantes en los diferentes ambientes morfogenéticos” (p.2).

A continuación, este ciclo describe la evolución de las diversas formas del relieve a través del tiempo como resultado de procesos constructivos y destructivos. (a) Estado inicial del relieve. (b) y (c) Etapa de juventud. (d) y (e) Etapa de madurez. (f) Etapa de senectud con la elaboración

de la penillanura y algunos monadnocks. (g) Levantamiento y comienzo de un nuevo ciclo de erosión como se puede observar en la Figura 4.

Figura 4. Ciclo de erosión o geográfico de Davis



Nota: Tomado de Gutiérrez, M. (2008)

4.5. Movimientos en Masa

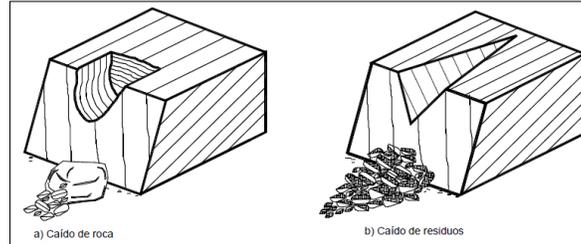
Son los movimientos de la roca y del material no consolidados, en respuesta a la atracción de la gravedad. El agua, el hielo y el viento son agentes geológicos de erosión. Los agentes de estos procesos externos están impulsados fundamentalmente por dos fuerzas: la energía del Sol y la gravedad. Estos procesos actúan en sentido inverso a procesos internos que regeneran el relieve. Son varias las causas que condicionan el modelado de las rocas y las distintas morfologías. Entre éstas podríamos destacar tres: la tectónica, la climatología y el tipo de roca. (Duque. 2016. p. 412).

4.5.1. Clasificación de los movimientos

Para la clasificación de los deslizamientos se presenta el sistema propuesto por Varnes (1978), el cual tipifica los principales tipos de movimiento.

4.5.1.1. Caída. Caída es el desprendimiento y caída de materiales del talud. En los caídos se desprende una masa de cualquier tamaño desde un talud de pendiente fuerte a lo largo de una superficie en la cual el desplazamiento de corte es mínimo o no se da. Los caídos pueden incluir desde suelo y partículas relativamente pequeñas, hasta bloques de varios metros cúbicos. (Suárez, J. 2009. p. 8)

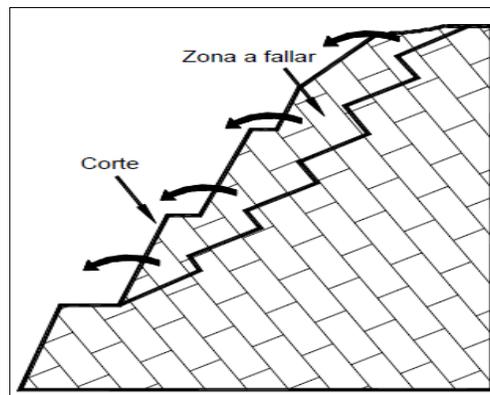
Figura 5. Ejemplo de caídos de roca y residuos.



Nota: Tomado de Suárez (2009)

4.5.1.2. Inclinación o Volcamiento. Suárez (2009) establece que “este tipo de movimiento consiste en una rotación hacia adelante de una unidad o unidades de material térreo con centro de giro por debajo del centro de gravedad de la unidad” (p. 11).

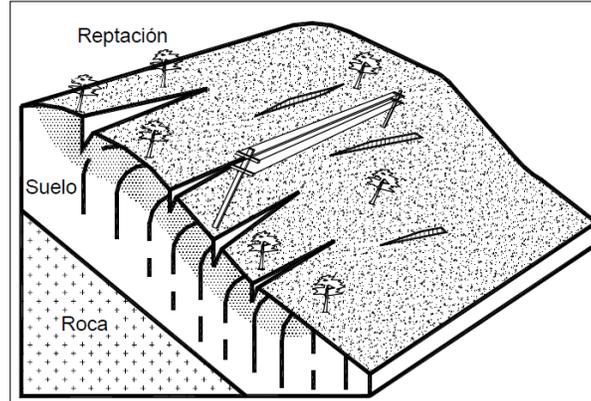
Figura 6. Ejemplo de volcamiento.



Nota: Tomado de Suárez (2009)

4.5.1.3. Reptación. La reptación o “creep” consiste en movimientos del suelo subsuperficial desde muy lentos a extremadamente lentos sin una superficie definida de falla. Se atribuye a las alteraciones climáticas relacionadas con los procesos de humedecimiento y secado en los suelos, usualmente arcillosos, muy blandos o alterados, con características expansivas. (Suárez, J. 2009. p. 12)

Figura 7. Proceso de reptación.



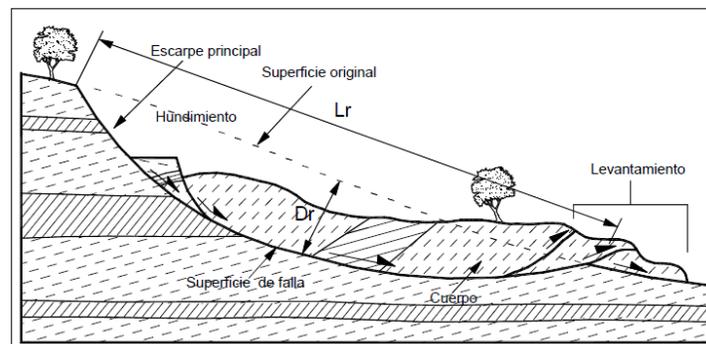
Nota: Tomado de Suárez (2009)

4.5.1.4. Deslizamientos. Consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. Los desplazamientos en masa se pueden subdividir en subtipos denominados deslizamientos rotacionales y deslizamientos transnacionales, principalmente. (Suárez, J. 2009. p. 14)

➤ **Deslizamiento Rotacional.**

Suárez (2009) cita que “en un deslizamiento rotacional, la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con respecto al eje paralelo a la superficie y transversal al deslizamiento” (p. 14).

Figura 8. Deslizamiento rotacional.

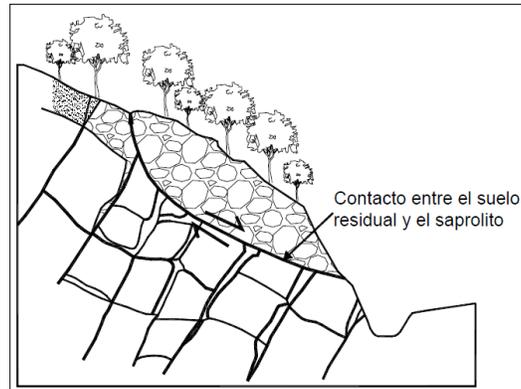


Nota: Tomado de Suárez (2009)

➤ **Deslizamiento Traslacional.**

Suárez (2009) indica que “en el desplazamiento de traslación la masa se desliza hacia afuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo” (p. 17).

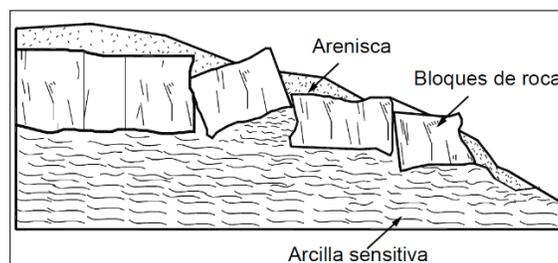
Figura 9. Deslizamiento traslacional en suelos residuales



Nota: Tomado de Suárez (2009)

4.5.1.5. Extensión Lateral. Suárez (2009) menciona que “se denomina extensión o esparcimiento lateral a los movimientos con componentes, principalmente laterales, en taludes de baja pendiente” (p. 17).

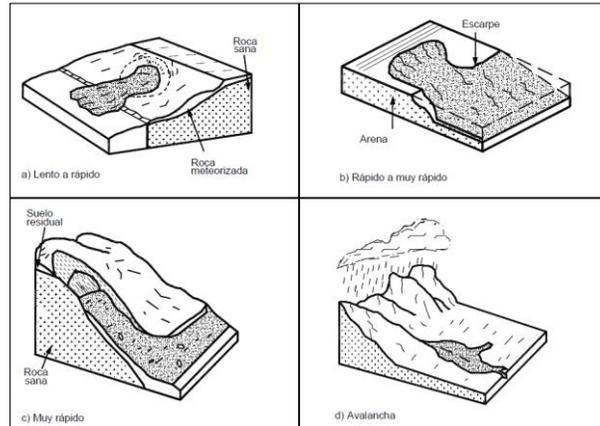
Figura 10. Extensión lateral.



Nota: Tomado de Suárez (2009)

4.5.1.6. Flujos. Suárez (2009) establece que “en los flujos ocurren movimientos relativos de las partículas, o bloques pequeños, dentro de una masa que se mueve o desliza sobre una superficie. Las deformaciones relativas internas son muy grandes y fluyen en forma similar a un líquido viscoso”. (p. 21)

Figura 11. Flujos de diferentes velocidades



Nota: Tomado de Suárez (2009)

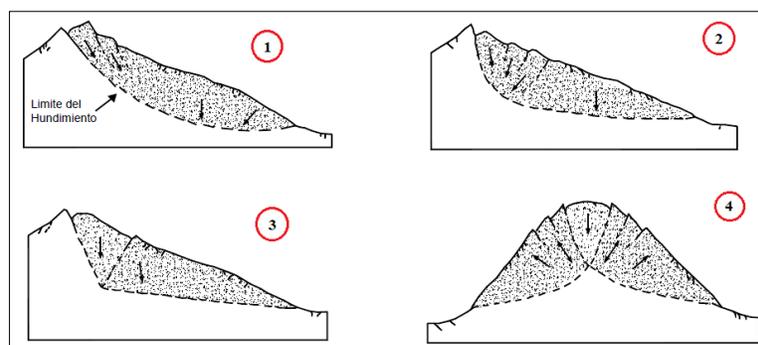
4.6. Hundimientos

Los hundimientos son movimientos generalmente verticales de masas de suelo, en las cuales ocurre una disminución del volumen general del terreno. Los procesos de hundimiento de gran magnitud se clasifican como parte de los movimientos en masa o deslizamientos. Pueden ser de gran magnitud o relativamente pequeños. (Suárez, J. 2009. p. 20)

4.6.1. Tipos de Hundimientos

4.6.1.1. Hundimientos por deformación geológica (“Sagging”). Suárez (2009) establece que “consisten en deformaciones profundas, en gran escala, bajo la influencia de la gravedad.” (p. 20).

Figura 12. Tipos de “sagging” o hundimientos por deformación geológica

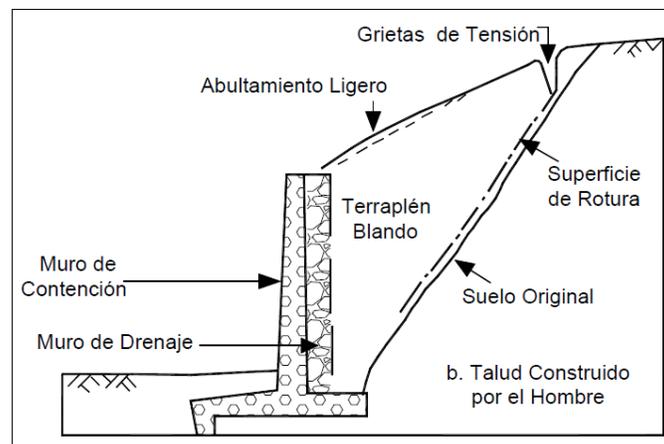


Nota: Tomado de Suárez (2009)

4.6.1.2. Depresión por Subsistencia (Formación de cavernas y “sinkholes”). La subsidencia consiste en el hundimiento generalizado del terreno. Los movimientos masivos de subsidencia se dan desde muy lentos a rápidos y pueden estar relacionados con diversas causas naturales entre las cuales se encuentran las formaciones solubles o kársticas y la explotación de aguas subterráneas. (Suárez, J. 2009. p. 20)

4.6.1.3. Hundimientos y desplazamientos confinados por cambio de presiones de poros. Con relativa frecuencia ocurren hundimientos y desplazamientos dentro del terreno, en condiciones confinadas o semi-confinadas, sin que se presenten superficies de falla completas. Estos desplazamientos obedecen a deformaciones o reacomodo interno de las partículas al aumentar la presión de poros o disminuir las tensiones negativas. En este tipo de movimiento del terreno se presentan agrietamientos, hundimientos y levantamientos del terreno. (Suárez, J. 2009. p. 20 - 21)

Figura 13. Hundimientos confinados



Nota: Tomado de Suárez (2009)

4.6.1.4. Hundimiento de terraplenes. Existe una tendencia de los terraplenes a experimentar cambios de volumen y asentamiento o hundimiento (Ilustración 14a). Generalmente, estos movimientos del talud están relacionados con deficiencias en el proceso de compactación, la falta de confinamiento lateral, o el asentamiento co-sísmico. El hundimiento puede ser un asentamiento general del suelo de cimentación por debajo del terraplén (Ilustración 15b) (Suárez, J. 2009. p. 21).



4.7. Geotecnia

Es la rama de la ingeniería en la que la mecánica de suelos, la mecánica de rocas y la geología se encuentran íntimamente relacionadas para desarrollo de la ingeniería civil. Se dirige a la caracterización de suelos y rocas en el subsuelo para definir el tipo de cimentación de estructuras. (Masabanda, et al. 2018. p. 4)

4.7.1. Mecánica de Suelos

Badillo, Rodriguez (2005) establece que "La Mecánica de Suelos es la aplicación de las leyes de la Mecánica y la Hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no contenido de materia orgánica."

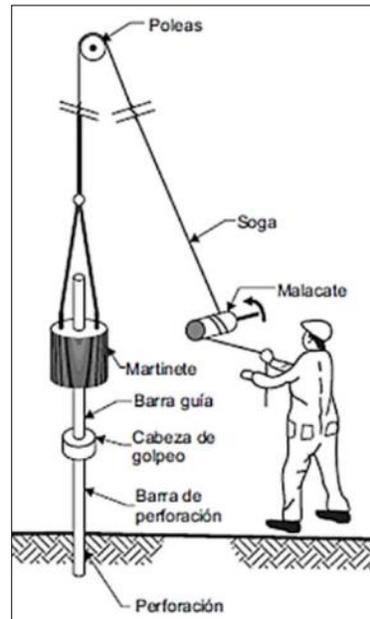
4.7.2. Caracterización Geotécnica del Terreno

4.7.2.1. Métodos directos.

➤ *Ensayo de penetración estándar SPT (Standard Penetration Test).*

El ensayo de penetración estándar, es un tipo de prueba de penetración dinámica, que es empleado para realizar ensayos en terrenos que se requiere realizar un reconocimiento geotécnico.

El ensayo de penetración estándar determina la Compacidad y la Capacidad de Soporte del suelo no cohesivo, tomando muestras se pueden hallar múltiples correlaciones como por ejemplo la relación entre el número de golpes N_{medido} y la compacidad o el ángulo de fricción del suelo y la resistencia a la compresión simple por medio de tablas o ábacos ya existentes. (Carmona. 2014)

Figura 14. Esquematación general del SPT

Nota: Tomado de Sísmica de suelos (2017)

➤ **Ensayo de Corte Directo.**

El ensayo de corte directo consiste en hacer deslizar una porción de suelo, respecto a otra a lo largo de un plano de falla predeterminado mediante la acción de una fuerza de corte horizontal incrementada, mientras se aplica una carga normal al plano del movimiento.

Prueba de Corte Directo

Según Braja D. (2011), esta es la forma más antigua y simple. El equipo de prueba consiste en una caja de corte de metal en la que se coloca la muestra de suelo. Las muestras de suelo pueden ser cuadradas o circulares. El tamaño de las muestras utilizadas generalmente es alrededor de 20 a 25 cm² de sección transversal y de 25 a 30 mm de altura. La caja se divide horizontalmente en dos mitades. La fuerza normal sobre la muestra se aplica desde la parte superior de la caja de corte. El esfuerzo normal sobre las muestras puede ser tan grande como 1000 kN/m². La fuerza cortante se aplica moviendo una mitad de la caja con respecto a la otra para provocar una falla en la muestra de suelo.

➤ **Calicatas para exploración geotécnica.**

Según Gonzáles de Vallejo (2002) las calicatas, zanjas, rozas, pozos, etc., consisten en excavaciones realizadas mediante medios mecánicos convencionales, que permiten la observación directa del terreno a cierta profundidad, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ. Tienen la ventaja de que permiten acceder directamente al terreno, pudiéndose observar las variaciones litológicas, estructura, discontinuidades, etc., así como tomar muestras de gran tamaño para la realización de ensayos y análisis.

Las calicatas son uno de los métodos más empleados en el reconocimiento superficial del terreno, y dado su bajo coste y rapidez de realización, constituyen un elemento habitual en cualquier tipo de investigación in situ.

Sin embargo, cuentan con las siguientes limitaciones:

- La profundidad no suele exceder de 4 m.
- La presencia de agua limita su utilidad.
- El terreno debe poderse excavar con medios mecánicos.
- Para su ejecución es imprescindible cumplir las normas de seguridad frente a derrumbes de las paredes, así como cerciorarse de la ausencia de instalaciones, conducciones, cables, etc. (Gonzales de Vallejo, et al. 2004. p. 321)

Figura 15. Observación de suelos en calicatas



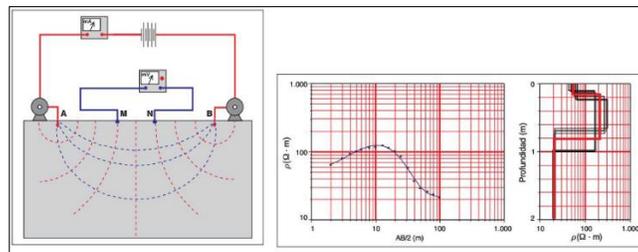
Nota: Tomado de Gonzales de Vallejo, et al, (2004)

4.7.2.2. Métodos Indirectos.

➤ *Sondeos Eléctricos Verticales (SEV).*

Esta técnica consiste en separar sucesivamente los electrodos de corriente A y B del punto central, siguiendo una línea recta, y medir la resistividad en cada disposición. La resistividad aparente calculada será, por tanto, la correspondiente a mayores espesores según se van separando los electrodos. Se emplea generalmente la configuración Schlumberger. El resultado que se obtiene del SEV es la variación de la resistividad ρ con la profundidad en el punto central del perfil investigado. Las profundidades más habituales de investigación están entre 0 y 200 m. (Gonzales de Vallejo, et al. 2004. p. 330)

Figura 16. Esquema e interpretación de un SEV



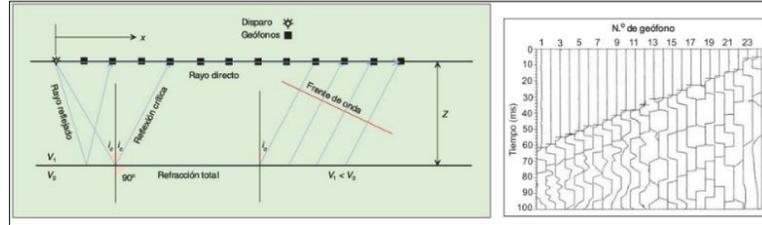
Nota: Tomado de Gonzales de Vallejo, et al, (2004)

➤ *Sísmica de Refracción.*

Dentro de los métodos sísmicos es el más empleado. Consiste en la realización de perfiles longitudinales instrumentados con sensores (geófonos), espaciados entre sí una distancia conocida y generalmente regular. La energía que libera el disparo, habitualmente mediante golpeo con un martillo de 8 kg, llega a los sensores provocando una perturbación que se registra en un sismógrafo.

La longitud de los perfiles suele situarse habitualmente entre 25 y 100 m, con separación entre geófonos que no suele exceder los 5 m, con objeto de garantizar el detalle de la investigación. La medida de los tiempos de llegada de las ondas elásticas a los geófonos proporciona el valor de la velocidad de propagación y espesor de los distintos materiales atravesados. Se mide el tiempo transcurrido entre el momento del disparo y la llegada de la primera perturbación a cada geófono. (Gonzales de Vallejo, et al. 2004. p. 332)

Figura 17. Sísmica de refracción y ejemplo de sismograma



Nota: Tomado de Gonzales de Vallejo, et al, (2004)

4.8. Zonificación Geotécnica

Según Forero y Dueñas (1994), el termino zonificación se puede entender como la subdivisión de un área bajo un criterio establecido, produciéndose una sectorización de acuerdo con los niveles o valores de ese criterio, es decir que la zonificación geotécnica consiste en determinar zonas relativamente homogéneas, con características físicas y mecánicas similares, donde podemos identificar parámetros fundamentales para prevenir algún problema, además permite conocer la amplitud del terreno para los diferentes usos que se le puede dar posteriormente.

Gonzales de Vallejo (2004) nos dice que, la zonificación geotécnica se basa en la homogeneidad de las unidades geotécnicas, que pueden comprender diferentes edades geológicas y estas pueden dividirse en subunidades. El detalle y grado de homogeneidad dependerán de la escala, objetivo del mapa y datos disponibles. Las unidades geotécnicas y su distribución espacial generalmente se establecen a partir de la litología, origen y características geológicas de los materiales, determinadas a partir de la información y mapas geológicos existentes, fotointerpretación, observaciones y medidas de campo. Según la escala del mapa y los datos disponibles, las unidades se definen con distinto grado de homogeneidad.

4.8.1. Etapas de la Zonificación

Según Forero Dueñas (1994), una zonificación geotécnica comprende cinco etapas básicas que son:

- Recopilación y Análisis de la información existente
- Investigación de campo
- Ensayos de Laboratorio



➤ Procesamiento, Análisis de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones

4.9. Softwares usados para procesamiento geológico

4.9.1. ArcGIS

El software ArcGIS es un medio que nos permite compilar, organizar, gestionar, analizar, y distribuir información geográfica. La misma que nos permite también crear y utilizar sistemas de información geográfica (SIG).

ArcGIS es una herramienta que nos permite elaborar mapas, los mismos que constituyen una forma muy efectiva de organizar, comprender y proporcionar grandes cantidades de información de un modo comprensible universalmente. ArcGIS nos permite crear una amplia variedad de mapas, entre ellos, mapas geológicos, mapas topográficos, mapas de susceptibilidad, etc. Siendo estos capaces de mostrar de manera íntegra y sintetizada capas de información geográfica, geológica, topográficas y demás bases de datos. (Esri, s.f., párr.1-4)

4.9.2. AutoCAD

Es un software de diseño asistido que nos permite el uso en diferentes ámbitos, como la arquitectura, ingeniería, diseño industrial, diseño gráfico entre otros, es un programa diseñado específicamente para la creación de planos, diseñar modelos tanto en 2D y 3D realistas, esto mediante herramientas de modelado de sólidos, mallas y superficies.

AutoCAD es un programa de diseño de infraestructuras y piezas de todo tipo, que permite trabajar con planos en dos y tres dimensiones, y realizar renderizados fotorrealistas. (Marchante, 2022, párr.1-2)

4.9.3. ForeSight

Es un software asistido que nos permite la generación de curvas de nivel haciendo uso de datos en formato txt. Los mismos que son levantados en campo mediante el uso de una estación total, para posterior procesamiento de un mapa topográfico a detalle.

5. Metodología

5.1. Área de estudio

5.1.1. Ubicación

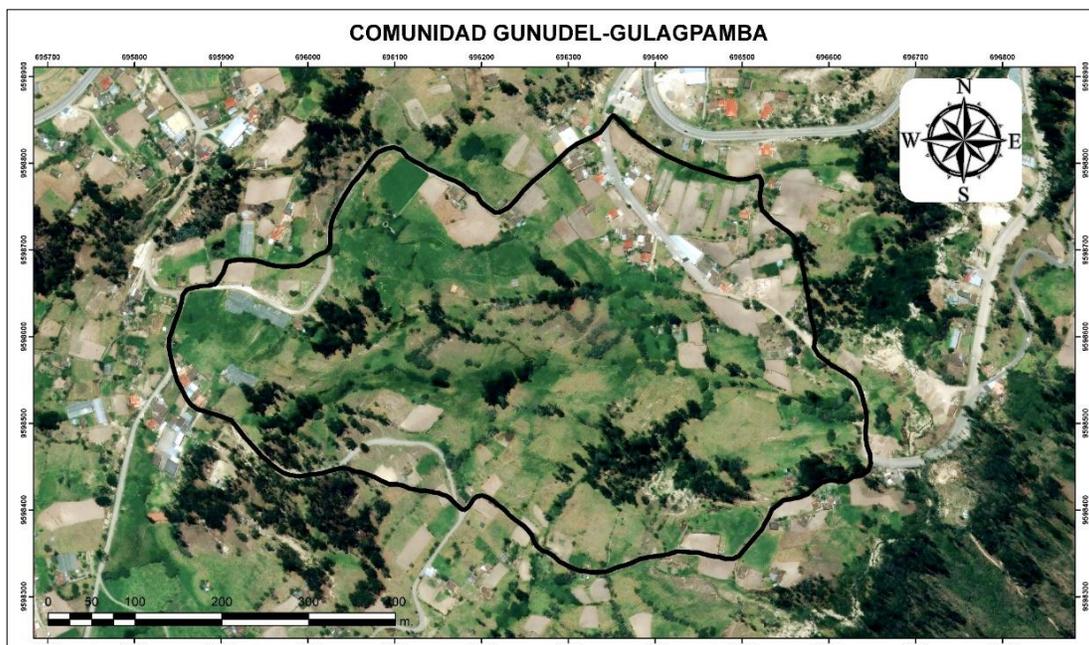
La zona de estudio se encuentra al sur de la región interandina del Ecuador, al este de la Parroquia Saraguro, del Cantón Saraguro, Provincia de Loja, específicamente en la comunidad Gunudel-Gulagpamba. Limita geográficamente al norte con el Barrio Puente Chico, al este con la Comunidad Ñamarin, al oeste con la zona central de la parroquia Saraguro y al sur con la Comunidad Las Lagunas. (Ver Anexo 7.1)

El área de estudio comprende un total de 27 Ha. y está delimitada por las siguientes coordenadas.

Tabla 1. *Coordenadas de ubicación del área de estudio*

Ubicación del punto	X	Y	Z
Norte	696351	9598855	2470
Sur	696326	9598327	2501
Este	696645	9598445	2459
Oeste	695842	9598575	2519

Figura 18. *Ubicación del área de estudio*

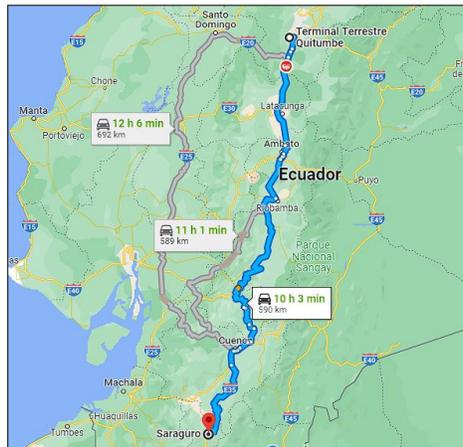


5.1.2. Acceso

5.1.2.1. Vía Terrestre

El acceso al área de estudio se lo puede realizar desde la ciudad de Quito vía terrestre, a través de la carretera Panamericana en un recorrido de 590 km hasta la parroquia Saraguro como se representa en la Figura 19.

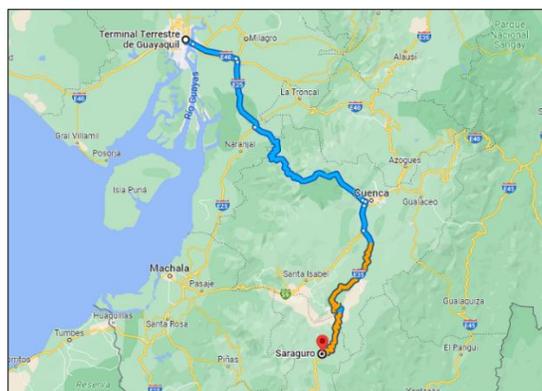
Figura 19. Acceso al área de estudio vía terrestre



Nota: Tomado de Google Maps (2023)

De igual manera el acceso también se lo puede realizar desde la ciudad de Guayaquil vía terrestre, a través de la Av. Benjamín Rosales hacia Puente de la Unidad Nacional, luego sigue por la Troncal de la Costa y continúa por la Carr. Panamericana Troncal de la Sierra en un recorrido de 328 km hasta la parroquia Saraguro como se representa en la Figura 20.

Figura 20. Acceso al área de estudio vía terrestre.



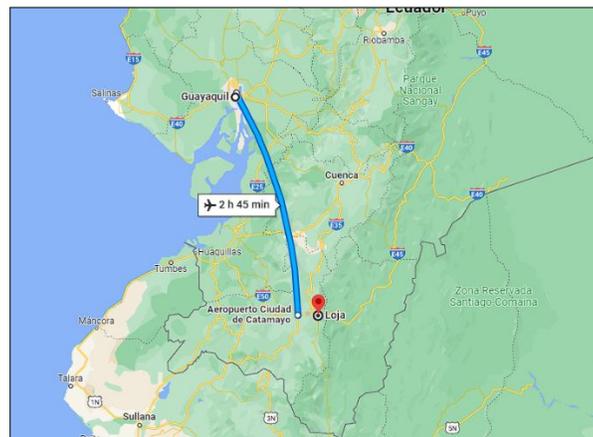
Nota: Tomado de Google Maps (2023)

5.1.2.2. Vía Aérea

Por vía aérea se puede realizar desde la ciudad de Quito, hacia Loja hasta el aeropuerto “Ciudad de Catamayo”, ubicado en el cantón Catamayo, el acceso al sector de estudio es posible realizarlo a través de la carretera Panamericana Transversal Sur/E50 hacia Av. 8 de diciembre en Loja, luego se toma la Av. Cuxibamba hacia Cristóbal Colón con un recorrido de 37.8 km. Dentro de la zona de estudio se encuentran vías lastradas de segundo orden, existen senderos y pequeños caminos, marcados por la gente del sector que se dedican especialmente a la agricultura.

De Igual manera el acceso se lo puede realizar desde la ciudad de Guayaquil desde el aeropuerto “Internacional Jose Joaquín de Olmedo”, hasta llegar al aeropuerto “Ciudad de Catamayo” ubicado en el cantón Catamayo, y finalmente se puede llegar por medio de las vías terrestres antes mencionadas.

Figura 21. Acceso al área de estudio vía aérea



Nota: Tomado de Google Maps (2023)

5.2. Descripción Biofísica del Área de Estudio

5.2.1. Clima

Según el PDOT (2015), Saraguro tiene valores de pluviosidad entre 758 - 1250mm, determinan la época de lluvia entre los meses de noviembre y mayo. La época de fuertes vientos está entre los meses de junio a septiembre, y la época de helada en los meses de diciembre a enero. La humedad relativa oscila de 80 a 88%, la temperatura entre los 8 y 27 grados centígrados.



Saraguro tiene un clima temperado - subhúmedo, con una precipitación que oscila entre los valores de 400 a 800 mm.

Tabla 2. Información Climática Saraguro.

Variable	Descripción
Precipitación	758 a 1250 mm – promedio anual
Temperatura	Oscila entre los 8 y los 27°C
Pisos Climático	Se ubica entre 1.000 – 3.800 m.s.n.m

Nota: Tomado de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Saraguro (2015).

El clima de la parroquia es temperado a sub-húmedo; la pluviosidad del cantón está oscilando en valores que van desde 758-1250 mm, la época de lluvia va desde noviembre a mayo, los vientos fuertes están entre los meses de junio a septiembre y heladas en los meses de diciembre hasta enero, presenta una humedad relativa de 80 a 88%, y las temperaturas entre los 8 y 27°C. (Plan de Ordenamiento Territorial Saraguro 2014-2019).

5.2.2. Hidrografía

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2014-2019); el cantón Saraguro pertenece a la cuenca hidrográfica del río Jubones que se encuentra al Norte de Loja, formando parte de las provincias de Azuay, El Oro y Loja, a la cual le queda la margen izquierda de la cuenca superior, que en ese tramo se denomina río Oña, el mismo que también constituye el límite geográfico entre las dos provincias Azuay y Loja, para aguas abajo unirse con el río León y formar el río Jubones.

Dada la irregularidad topográfica el sistema de drenaje es dendrítico, en el que los afluentes siguen una dirección Sur Norte para llegar al río León y luego al río Jubones. El río inicial es el San Antonio, que se origina en los páramos de la cordillera oriental de Saraguro, que es afluente del cantón Oña, que aguas abajo se denomina río Oña y finalmente Jubones. El río San Antonio y el Oña, tiene una longitud de 25Km.

A continuación, se presenta la hidrografía del sector. (Ver Anexo 7.2)

Figura 22. Mapa Hidrográfico del área de estudio



5.2.3. Vegetación

La vegetación que predominante en Saraguro son pastizales, la misma que cubre la tercera parte de la superficie cantonal, con 38136.34 ha, que representa el 35.22%,

También hay extensas zonas con bosques naturales y matorrales, ubicadas en los diferentes pisos altitudinales, en áreas de variadas condiciones fisiográficas y de relieve, cuya aptitud del suelo es forestal y de protección, y que han sido eliminadas de su cubierta protectora, para dar paso a otro patrón de uso, como es el caso de la actividad ganadera, con la práctica de un pastoreo extensivo, dado por la sobrecarga de animales. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Saraguro 2014-2019).

5.2.4. Uso de Suelo

En el cantón Saraguro existen 14 tipos de uso del suelo: 1) Forestal, con los subtipos: bosque húmedo denso, bosque húmedo intervenido, matorral húmedo alto, Matorral seco alto, Matorral seco bajo, plantación forestal; 2) Agricultura con los subtipos: cultivos asociados andinos, cultivos asociados subtropicales; 3) Pecuario, con los subtipos: pastizal, pasto natural; y 4) Páramo.

A esta información de uso actual del suelo se suman las 5) Suelo erosionado, 6) Cuerpos de agua, 7) Áreas urbanas, para conformar globalmente el mapa de uso actual del suelo del cantón Saraguro. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Saraguro 2014-2019).

En cuanto al área de estudio, mediante fotointerpretación y la corroboración en campo actualmente el suelo se distribuye en tres clases de acuerdo a la clasificación de nivel 1 de uso de suelo propuesta por el MAE-MAGAP (2015), los cuales son: tierra Agropecuaria, vegetación arbustiva y herbácea y zonas antrópicas y en la clasificación de nivel 2 para el uso de suelo tenemos los cultivos anuales que corresponden a un 25,80 % con 6,90 ha, la vegetación arbustiva-herbácea que comprenden un 21,15 % con 5,66 ha, zonas para pastizal-agropecuario que abarca un 45,90 % con 12,28 ha y finalmente la infraestructura-área poblada que tiene un 7,16 % con 1,91 ha. Las zonas de mayor beneficio son las de cultivo anual y pastizal-agropecuario, las cuales generan un beneficio a los moradores del sector y las zonas más afectadas son las áreas de cultivo anual e infraestructura-área poblada. (Ver Anexo 7.3)

Figura 23. Mapa de Uso de Suelo del área de estudio





5.2.5. Geología Regional

Kennerly (1973), representa la geología de Saraguro en la carta geológica a escala 1:50.000, dos unidades, la Unidad Río Sinincapa y la Unidad Quebrada Tarqui, y depósitos Coluviales.

5.2.5.1.Unidad Quebrada Tarqui (MQt).

Se conserva a lo largo del sudeste de la cuenca, consiste de rocas volcánicas líticas, masivas algo arenosas y poco consolidadas. Los líticos son de tipo dacíticos, ignimbríticos y púmicos con tonalidades crema y amarillento. Además, presentan paredes verticales de 80m de potencia aproximadamente. La unidad se encuentra subyaciendo la Unidad Carboncillo y sobreyaciendo la Unidad Río Sinincapa. Se atribuye a la edad Miocénica con base a las relaciones estratigráficas (Dunkley y Gaibor. 1997)

5.2.5.2.Unidad Río Sinincapa.

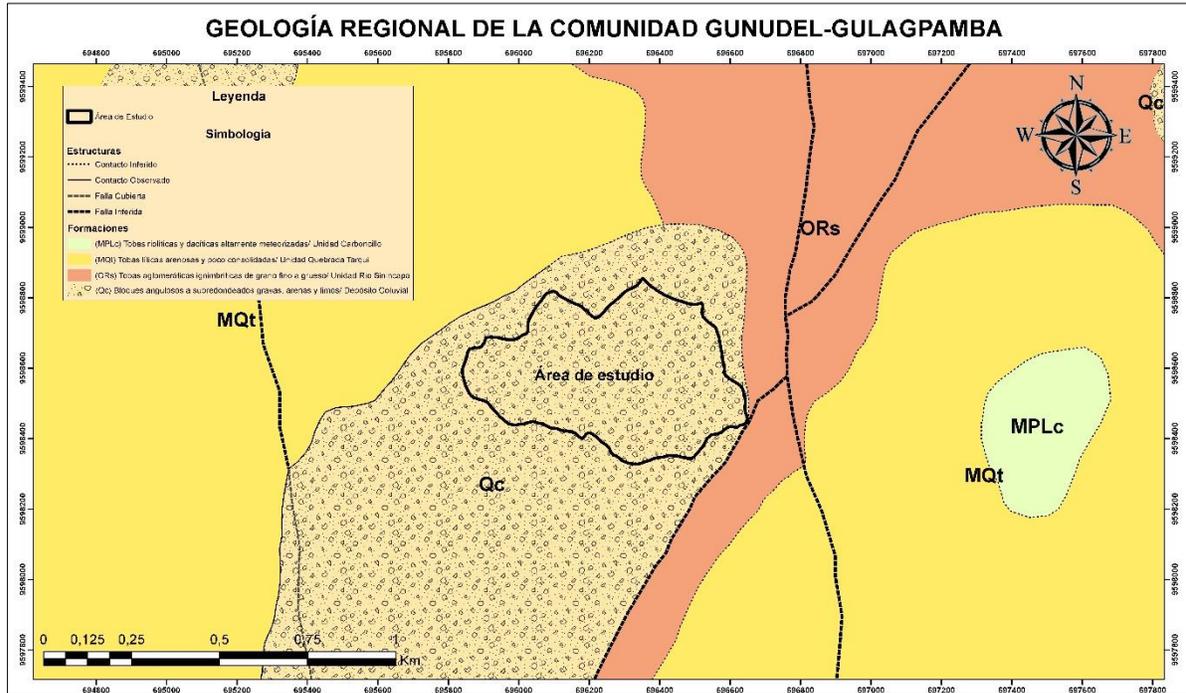
definido por Dunkley y Gaibor (1997), ocupando una gran extensión; este grupo está definido por rocas ignimbríticas y tobas de cristales ignimbríticas masivas medianamente diaclasadas de tonalidades gris oscuros, verdoso, purpura y algo rojizo dispuestas en flujos, forman paredes verticales de hasta 80m de potencia. Adicionalmente incluyen aglomerados con variaciones de grano fino a grueso y una leve estratificación en sitios puntuales, también se encuentran brechas piroclásticas con lícitos de tobas de composición intermedia a acida.

5.2.5.3.Depósito Coluvial.

Se refieren a una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño, material no consolidado compuesto por bloques angulosos a sub redondeados gravas, arenas y limos., cubriendo estas un área total de 3.920,33 Ha. Representando el 3,60 % del área total de las formaciones geológicas del cantón Saraguro.

A continuación, se presenta el mapa de la geología regional del área de estudio. (Ver Anexo 7.4 y 7.5)

Figura 24. Geología Regional del Área de Estudio



Nota: Tomado de la Carta geológica regional de Saraguá 1:50000. Modificado por: El Autor, (2023)

Figura 25. Geología Regional del Área de Estudio con un mapa base



Nota: Tomado de la Carta geológica regional de Saraguá 1:50000. Modificado por: El Autor, (2023)



5.3. Materiales

Tabla 3. Materiales utilizados para el desarrollo de la presente investigación

Levantamiento Geológico	
GPS	
Brújula Brunton	
Martillo geológico	
Cinta métrica (50m)	
Libreta de campo, colores y esferos	
Fundas plásticas ziploc y etiquetas	
Ácido clorhídrico al 10%	
Carta geológica de a escala 1:50000	
Información topográfica del cantón Saraguro escala 1:50000	
Cámara fotográfica	
Calicatas	Pala cavadora y barreta
	Fundas herméticas
Levantamiento Topográfico	
Estación Total Trimble S3	
Trípode	
Prismas	
Flexómetro	
Estacas	
Machete	
Combo	
Análisis Geotécnico	
Ensayos de Penetración Estándar (S.P.T.)	Barras, polea, brazos de perforación y pesa de 63.5 Kg
	Motor (equipo de perforación a percusión)
	Trípode de carga
	Llaves inglesas
Ensayo de corte directo	Aparato de corte
	Caja de corte
	Aditamentos de carga
	Tazón para la caja de corte
	Indicador de desplazamiento horizontal
	Equipo para compactación de especímenes
	Anillo
	Capsulas
	Balanza analítica
Gabinete	
Software ArcGIS 10.5	
Software Civil 3D 2022	
Software ForeSight	
Computadora portátil	
Programas Office	



5.4. Métodos

Para desarrollar el presente trabajo investigativo “Caracterización geológica-geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja” se utilizó los siguientes métodos y técnicas: método de campo, método analítico, método descriptivo, técnicas de observación, mismas que se emplearon para realizar cada uno de los objetivos planteados del trabajo investigativo.

5.4.1. Método de Campo.

Graterol (2011), define que el investigador se traslada hasta el sitio en estudio, para observar de forma directa y recolectar información que le sea de utilidad, así como el levantamiento mediante fichas de afloramientos y la toma de muestra de mano, así como la toma de muestras mediante la exploración geotécnica.

5.4.2. Método Analítico.

Consiste en una forma o camino para llegar a un resultado mediante la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos. Va desde las aplicaciones más empíricas y concretas hasta las más abstractas y simbólicas. (Lopera et al., 2010)

5.4.3. Método Descriptivo.

Yanez (2019) menciona que este método consiste en buscar describir el estado o comportamiento de una serie de variables. Describir es observar sistemáticamente el objeto de interés y recopilar información para luego ser utilizada.

5.5. Procedimiento

5.5.1. Pre-Campo.

En esta etapa se recopiló y analizó toda la información necesaria sobre el área de estudio, con el objetivo de tener una idea general de cómo se encuentra en la realidad, para su posterior comprobación en campo. Se realizó la recopilación del material bibliográfico y la revisión de las normas geotécnicas.



5.5.2. Metodología para el cumplimiento del Primer Objetivo

“Realizar el levantamiento topográfico y geológico del sector que comprende desde: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba.”

5.5.2.1. Levantamiento Topográfico.

Se inició con un trabajo de campo para delimitar el área con mayor afectación de manera directa por el hundimiento, se determinó la zona más crítica mediante la observación en campo, siendo esta el área de viviendas de la comunidad y la zona de cultivos de la misma, igualmente se identificó las partes más evidentes del hundimiento identificando el material desplazado y escarpes presentes en toda la zona norte y este del área, para posteriormente ubicar mojones en toda el área dando paso a la presente investigación, para lo cual se realizó el levantamiento topográfico del área de estudio ubicada en el sector este de la parroquia Saraguro. Se procedió a utilizar las Estación Total Trimble S3, la cual recolecta los puntos tomados de coordenadas UTM, según el sistema geodésico mundial 1984 (WGS84) en la zona 17 Sur.

Se empezó ubicando un punto de partida que permita la visualización de la mayor parte del área de estudio, asignándolo como Punto A. (Punto de Partida) con coordenadas X: 696033; Y: 9598527; seguidamente se ubicó la estación total en el punto antes mencionado, luego se ubicó otro punto como Punto B con coordenadas X: 696226; Y: 9598518 , el mismo que nos sirvió para referenciarse con la estación total y proceder a encerrarla y geo-referenciarla corrigiendo el error que existe con respecto al GPS.

Corregido el error, se procedió a la toma de los puntos, con los prismas a una altura de 1.6 m. en toda el área de estudio. Una vez registrados los datos necesarios, se desplazó la estación al segundo punto de partida designado como PB repitiendo el proceso detallado con anterioridad, cubriendo así la totalidad del terreno dándonos un área total levantada de 27 Ha., correspondientes a toda la zona de estudio afectada ubicada en la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia de Loja.

Figura 26. Levantamiento Topográfico (Estación Total Trimble S3)



Acabado el trabajo de campo de recolección de puntos mediante el uso de la Estación Total Trimble S3, se generó un archivo de datos en formato texto (txt), y en oficina se procesó dicha información obtenida en 3 dimensiones (X, Y, Z) por medio del programa Excel, posterior a esto se procesaron mediante el programa ForeSight para generar las curvas de nivel a cada metro, finalmente exportando estas curvas al programa ArcGIS 10.5, donde se procedió a editar y dibujar todas las referencias necesarias que contengan la información del levantamiento topográfico a escala 1:5.000.

5.5.2.2. Levantamiento Geológico – Estructural.

El levantamiento geológico – estructural se realizó mediante trabajo de campo, sobre la base de topografía realizada mediante la Estación Total Trimble S3 a escala 1:5000 y el mapa geológico regional, para lo cual se siguió el método de Mapeo por Afloramientos que consiste en realizar un mapa geológico mediante el levantamiento de afloramientos y la correlación de estos con las curvas de nivel (Eduardo Llambias y Horacio Echeveste, 2017, p. 172). Se elaboró el inventario de afloramientos “in situ” a través de una observación directa, tanto en afloramientos de origen natural como antrópicos identificados en vías, caminos y senderos que nos permita



visualizar y determinar la litología, así como las estructuras para finalmente elaborar el mapa geológico.

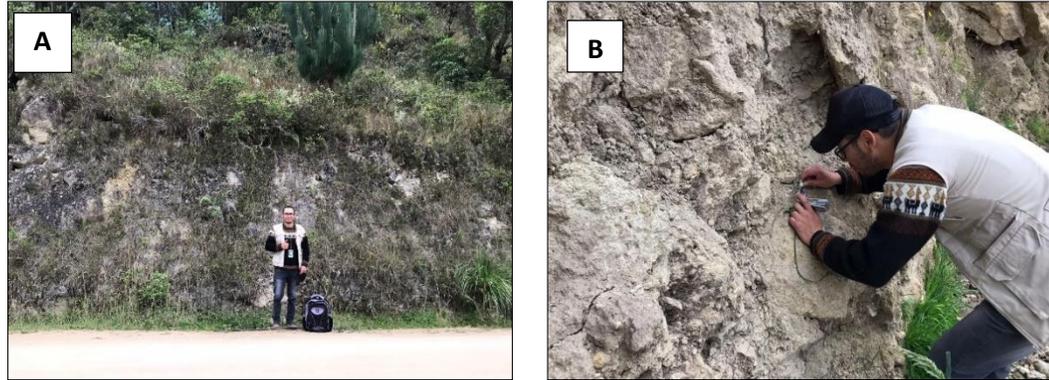
La descripción de los afloramientos se la realizó mediante el uso de la ficha de afloramientos elaborada por el autor (ver tabla a). Que sirve para conocer la litología del sector. De igual manera se recolectó muestras de mano representativas de cada litología identificada con la finalidad de realizar el análisis macroscópico de estas en el laboratorio de la Universidad Nacional de Loja de la FEIRNNR.

Tabla 4. Ficha para la descripción de Afloramientos

Ficha de Afloramiento				
Nombre del Proyecto				Fotografías
N° de Afloramiento				
Fecha	Datum			
Coordenadas	X	Y	Z	
Tipo de Afloramiento				
Unidad				
Dimensiones	Longitud			
	Altura			
Medidas Estructurales	AZ	DB	BZ	
Descripción del Material				
Material				
Color				
Alteración				
Observaciones				
Descripción				

A continuación, se muestra la descripción de afloramientos, en la Figura A la escala del afloramiento y en la Figura B la toma de datos estructurales.

Figura 27. Descripción de Afloramientos



La geología del área de estudio descrita in situ, también fue corroborada conjuntamente con el mapa geológico regional del sector (escala 1:50000). Cabe debe destacar que el polígono de interés correspondiente a la comunidad Gunudel-Gulagpamba al no poseer un gran número de afloramientos, se optó por la construcción de 1 calicata por cada zona carente de información, cada una con dimensiones de 1 x 1 x 1.5m, las mismas que se realizaron de forma manual o con maquinaria y fueron ubicadas considerando la topografía del sector, y para su detalle se empleó la ficha que se muestra a continuación. (ver tabla 5)

Tabla 5. Ficha para levantamiento de Calicatas

Universidad Nacional De Loja		
Ingeniería En Geología Ambiental Y Ordenamiento Territorial		
Datos	Proyecto:	
	Ubicación:	
	Fecha:	
	Nombre Del Estudiante:	
Coordenadas		Fotografía:
X:		
Y:		
Z:		
Descripción:		
N° Calicata:		
Profundidad:		
Tierra Vegetal:		
Nivel Freático:		
Material		
Descripción		

En la Figura 28 se muestra el desarrollo de las calicatas (Figura A) de forma manual y (Figura B) mediante el uso de maquinaria.

Figura 28. A) desarrollo de calicatas manualmente, B) desarrollo de calicatas con maquinaria



Una vez realizadas las calicatas se procedió al reconocimiento de forma visual del estado actual del suelo, litología, coloración, potencia de los estratos y datos estructurales.

Culminando la etapa de campo se inició el trabajo de oficina, para el cual en base al mapa topográfico con Datum UTM WGS 84 zona 17 Sur e igualmente con los datos de afloramientos se procedió al trazado del mapa litológico superficial a detalle, donde se especificó cada litología levantada con sus respectivos datos estructurales.

Por último, mediante el uso del Software ArcGIS 10.5 se digitalizó la geología en formato vectorial generando los respectivos shapefiles, lo que incluye los trabajos de dibujo, los puntos de afloramientos que ayudaran a definir contactos litológicos y también la ubicación de datos estructurales tomados “in situ” los que sirvieron para la obtención del mapa geológico local a escala 1:5000.

Finalmente, la simbología utilizada para la representación de la litología fue del Instituto de Investigación Geológico y Energético de su publicación denominada “Estándares de nomenclatura estratigráfica, simbolización y abreviaturas para la cartografía geológica”.

5.5.2.3. Mapa de Pendientes.

Para elaborar el mapa de Pendientes de la zona de estudio a escala 1:5000 se utilizó el software ArcGIS, haciendo uso de las curvas de nivel ya obtenidas, para lo cual primero se procedió a la creación de un Modelo TIN (Red de Triangulación Regular), seguidamente se obtuvo un modelo raster o un MDT (Modelo Digital del Terreno) el mismo que tuvo un número de pixeles de 250, luego con la herramienta de análisis espacial se procedió a crear el modelo de pendientes (Slope). Finalmente se obtuvo una clasificación de las pendientes basada en la metodología propuesta por Demek. (1972), ver Tabla 6.

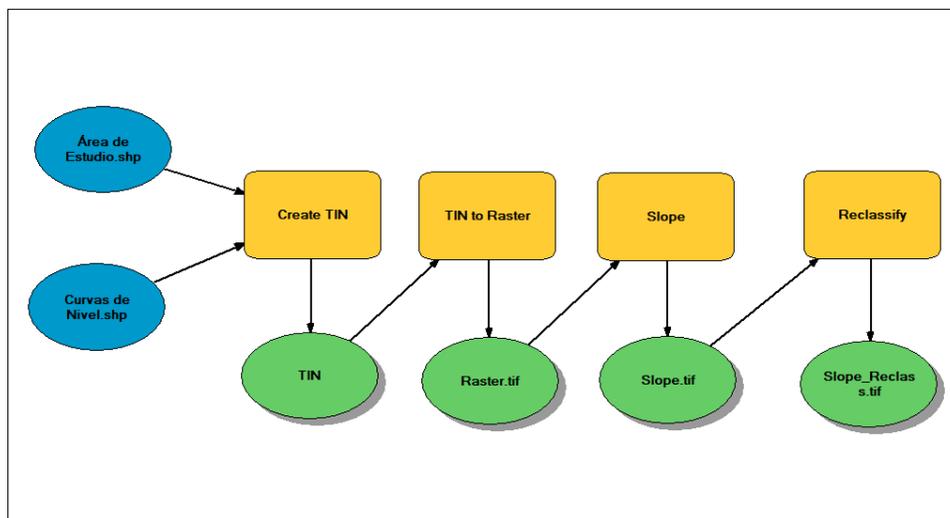
Tabla 6. Clasificación de Pendiente

Rango (°)	Descripción
0-5	Muy Baja
5-15	Baja
15-35	Media
35-55	Alta
>55	Muy Alta

Nota: Tomado de Demek (1972)

A continuación, se presenta un Model Builder, el cual nos indica los pasos a seguir para obtener el modelo de pendientes.

Figura 29. Model Builder para obtener el modelo de pendientes



5.5.2.4. Mapa Geomorfológico.

Para la elaboración del mapa geomorfológico a escala 1:5000 del área de estudio se analizó la información expuesta en el mapa Geomorfológico Nacional, a escala 1:25.000 del año 2016, igualmente se utilizó información como la topografía, geología, foto satelital obtenida del programa SASPlanet y el modelo digital de elevación (DEM), complementando con la identificación e interpretación en campo haciendo uso de la ficha estandarizada expuesta a continuación. (Ver Anexo 3)

Figura 30. Ficha de descripción geomorfológica

1. UBICACIÓN División Político Administrativa: _____ Provincia: _____ Cantón: _____ Parroquia: _____ Sector: _____ Localización (UTM, WGS 84 Zona 17S) Coord. X: _____ m Coord. Y: _____ m Altitud: _____ m.s.n.m		2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN Código: _____ Grupo: _____ Fecha de descripción: _____ Posición del Observador: _____ (cima, ladera, etc)					
3. GEOMORFOLOGÍA <table border="0"> <tr> <td> GÉNESIS _____ MORFOLOGÍA 1. Forma de Cima <input type="checkbox"/> Apoda <input type="checkbox"/> Redondeada <input type="checkbox"/> Plano 2. Forma de Vertiente <input type="checkbox"/> Cóncava <input type="checkbox"/> Convexa <input type="checkbox"/> Rectilínea <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Mixta 3. Forma de Valle <input type="checkbox"/> En U <input type="checkbox"/> En V <input type="checkbox"/> Plano </td> <td> MORFOMETRÍA a) Pendiente <input type="checkbox"/> Plana de 0 a 2 % <input type="checkbox"/> Muy suave de 2 a 5 % <input type="checkbox"/> Suave de 5 a 12 % <input type="checkbox"/> Media de 12 a 25 % <input type="checkbox"/> Media a fuerte 24 a 40 % <input type="checkbox"/> Fuerte 40 a 70 % <input type="checkbox"/> Muy fuerte 70 a 100 % <input type="checkbox"/> Escarpada 100 a 150 % <input type="checkbox"/> Muy escarpada 150 a 200 % <input type="checkbox"/> Abrupta > a 200 % </td> <td> b) Desnivel Relativo <input type="checkbox"/> 0 a 5 m <input type="checkbox"/> 5 a 15 m <input type="checkbox"/> 15 a 25 m <input type="checkbox"/> 25 a 50 m <input type="checkbox"/> 50 a 100 m <input type="checkbox"/> 100 a 200 m <input type="checkbox"/> 200 a 300 m <input type="checkbox"/> > a 300 m </td> <td> c) Longitud de la Vertiente <input type="checkbox"/> Muy corta < a 15 m <input type="checkbox"/> Corta 15 a 50 m <input type="checkbox"/> Mod. Larga, 50 a 250 m <input type="checkbox"/> Larga 250 a 500 m <input type="checkbox"/> Muy larga > a 500 m </td> </tr> </table>			GÉNESIS _____ MORFOLOGÍA 1. Forma de Cima <input type="checkbox"/> Apoda <input type="checkbox"/> Redondeada <input type="checkbox"/> Plano 2. Forma de Vertiente <input type="checkbox"/> Cóncava <input type="checkbox"/> Convexa <input type="checkbox"/> Rectilínea <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Mixta 3. Forma de Valle <input type="checkbox"/> En U <input type="checkbox"/> En V <input type="checkbox"/> Plano	MORFOMETRÍA a) Pendiente <input type="checkbox"/> Plana de 0 a 2 % <input type="checkbox"/> Muy suave de 2 a 5 % <input type="checkbox"/> Suave de 5 a 12 % <input type="checkbox"/> Media de 12 a 25 % <input type="checkbox"/> Media a fuerte 24 a 40 % <input type="checkbox"/> Fuerte 40 a 70 % <input type="checkbox"/> Muy fuerte 70 a 100 % <input type="checkbox"/> Escarpada 100 a 150 % <input type="checkbox"/> Muy escarpada 150 a 200 % <input type="checkbox"/> Abrupta > a 200 %	b) Desnivel Relativo <input type="checkbox"/> 0 a 5 m <input type="checkbox"/> 5 a 15 m <input type="checkbox"/> 15 a 25 m <input type="checkbox"/> 25 a 50 m <input type="checkbox"/> 50 a 100 m <input type="checkbox"/> 100 a 200 m <input type="checkbox"/> 200 a 300 m <input type="checkbox"/> > a 300 m	c) Longitud de la Vertiente <input type="checkbox"/> Muy corta < a 15 m <input type="checkbox"/> Corta 15 a 50 m <input type="checkbox"/> Mod. Larga, 50 a 250 m <input type="checkbox"/> Larga 250 a 500 m <input type="checkbox"/> Muy larga > a 500 m	4. COBERTURA VEGETAL 1. Arbórea <input type="checkbox"/> 5. Cultivo semipermanente <input type="checkbox"/> 2. Arbustiva <input type="checkbox"/> 6. Cultivo permanente <input type="checkbox"/> 3. Herbácea <input type="checkbox"/> 7. Eriales <input type="checkbox"/> 4. Cultivo anual <input type="checkbox"/> Descripción: _____ _____ _____ FICHA DE DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA "Levantamiento geomorfológico a escala 1:10.000 con una base SIG de la parroquia rural Santiago, cantón y provincia de Loja"
GÉNESIS _____ MORFOLOGÍA 1. Forma de Cima <input type="checkbox"/> Apoda <input type="checkbox"/> Redondeada <input type="checkbox"/> Plano 2. Forma de Vertiente <input type="checkbox"/> Cóncava <input type="checkbox"/> Convexa <input type="checkbox"/> Rectilínea <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Mixta 3. Forma de Valle <input type="checkbox"/> En U <input type="checkbox"/> En V <input type="checkbox"/> Plano	MORFOMETRÍA a) Pendiente <input type="checkbox"/> Plana de 0 a 2 % <input type="checkbox"/> Muy suave de 2 a 5 % <input type="checkbox"/> Suave de 5 a 12 % <input type="checkbox"/> Media de 12 a 25 % <input type="checkbox"/> Media a fuerte 24 a 40 % <input type="checkbox"/> Fuerte 40 a 70 % <input type="checkbox"/> Muy fuerte 70 a 100 % <input type="checkbox"/> Escarpada 100 a 150 % <input type="checkbox"/> Muy escarpada 150 a 200 % <input type="checkbox"/> Abrupta > a 200 %	b) Desnivel Relativo <input type="checkbox"/> 0 a 5 m <input type="checkbox"/> 5 a 15 m <input type="checkbox"/> 15 a 25 m <input type="checkbox"/> 25 a 50 m <input type="checkbox"/> 50 a 100 m <input type="checkbox"/> 100 a 200 m <input type="checkbox"/> 200 a 300 m <input type="checkbox"/> > a 300 m	c) Longitud de la Vertiente <input type="checkbox"/> Muy corta < a 15 m <input type="checkbox"/> Corta 15 a 50 m <input type="checkbox"/> Mod. Larga, 50 a 250 m <input type="checkbox"/> Larga 250 a 500 m <input type="checkbox"/> Muy larga > a 500 m				
5. OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.) _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____		6. FOTO - ESQUEMA _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____					

Nota: Tomado de Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) y MAGAP (SINAGAP)

La metodología aplicada para el desarrollo y asignación de las unidades morfológicas es la propuesta por CLIRSEN (2012) en el proyecto "Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, escala 1:25.000" como se describe en la tabla 7, la misma que incluye información sobre contexto morfológico, génesis, unidades morfológicas y pendiente, que son aspectos importantes al momento de definir la unidad geomorfológica.



Tabla 7. Clasificación Geomorfológica

Coluvión antiguo	Un coluvión es un depósito superficial constituido por materiales heterogéneos de suelo y fragmentos de roca, en diferente proporción. Se considera como “antiguos” a los que presentan un cierto grado de disección (medio a alto) y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.
Superficie disectada	Superficie con un grado de disección intermedio, de origen fluvial, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.
Superficie poco disectada	Superficie de origen fluvial, escasamente disectada, de plana a ondulada, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.
Coluvio-aluvial reciente	Depósito superficial, cuyos materiales proceden tanto de las laderas que atraviesan como del transporte ligado a una dinámica fluvial restringida, en éstos el grado de disección es bajo y no cuentan con una vegetación pionera bien desarrollada.

Nota: Tomado de Clirsen (2012). Elaborado por: El Autor (2023)

Con trabajo de gabinete, mediante el software ArcGIS 10.5 se procesó la información obtenida en campo y registrada en las fichas, posterior a esto se las relacionó con la topografía, pendientes y geología previamente obtenidas.

5.5.3. Metodología para el cumplimiento del Segundo Objetivo

“Evaluar las propiedades físico-mecánicas de los suelos existentes en el sector mediante métodos directos de exploración.”

5.5.3.1.Exploración Geotécnica.

➤ Ensayo de Penetración Estándar.

En base a la descripción previa y la geología del terreno se realizó 5 Ensayos de Penetración Estándar (S.P.T), los mismos que fueron realizados uno por cada unidad lito-estructural existente en la zona de estudio. (Ver Anexo 7.6)

Figura 31. Ubicación de los SPT's en el área estudio

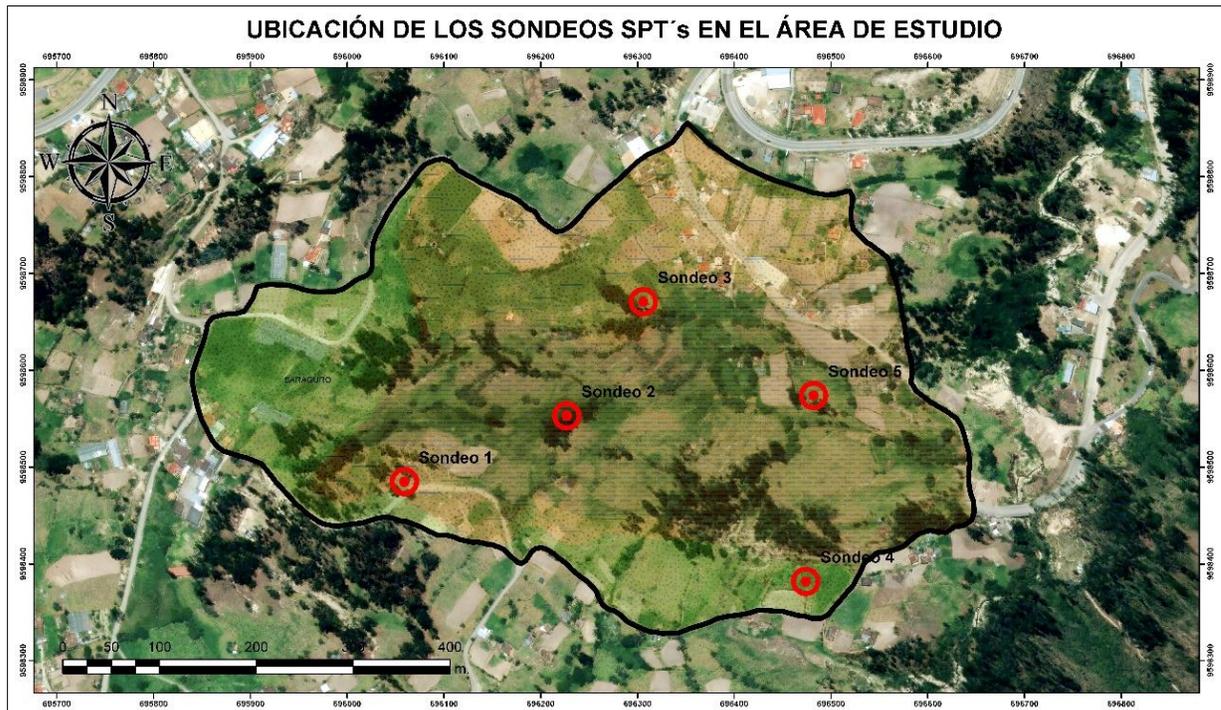


Tabla 8. Ubicación geográfica de los SPT's

N° de Sondeo	Coordenadas			Observaciones	
	X	Y	Z	Profundidad	Nivel freático
1	696012	9598490	2495	6 m.	2 m.
2	696244	9598541	2469	6 m.	4 m.
3	696313	9598666	2458	4 m.	---
4	696502	9598382	2485	2 m.	---
5	696482	9598574	2453	m.	

La elaboración de los ensayos inició con un trabajo de campo el mismo que se describe a continuación:

- Cada uno de los SPT's se los realizó con una profundidad de 6 m., con su respectiva recuperación de muestras por cada 1 m. explorado, las mismas que se obtuvieron mediante la herramienta secas muestras partido según la Norma - ASTM D 1586, mismos que serán necesarios para determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo.
- El equipo utilizado para realizar los ensayos SPT's es del laboratorio "DICONS", donde de igual manera se realizó el análisis de las muestras tomadas en campo.

- c) Para la ejecución en campo de los ensayos SPT's. Se procedió primero con la limpieza de la cobertura vegetal de la zona que se va perforar, dejando, así como mínimo 1 m². Luego se procedió a colocar el trípode y la polea que sirvió para levantar la pesa, de igual forma el muestreador se enroscó al extremo de la tubería de perforación, bajándola hasta la profundidad deseada de la prueba. Posteriormente se procedió a la colocación del martillo en la posición guiado por la tubería de perforación, el cual se elevó por un cable mecánico o manual, el mismo que se encuentra suspendido del trípode con una polea.
- d) Una vez realizado todo esto, se dejó caer el martillo sobre el cabezote de la tubería de perforación y se contabiliza el número de golpes aplicado con la altura de caída específica por cada uno de los segmentos, cabe recalcar que no se deben tomar en cuenta los golpes del primer segmento ya que es la penetración inicial del terreno, así se suman los golpes aplicados para que penetre el tubo en los siguientes segmentos obteniendo así el valor de N.
- e) Finalmente se extrajo el muestreador a la superficie, luego se abrió obteniendo la muestra alterada por cada 1 m. de perforación a percusión, seguido se procedió a registrar la longitud de la muestra obtenida, peso, para así finalmente se describir las características in situ de la misma.

Figura 32: Elaboración en campo de los Ensayos SPT's y muestra obtenida



- f) Una vez obtenidas las muestras de los ensayos SPT's y mediante las normas estandarizadas se realizó los ensayos de laboratorio, los cuales se detallan en la Tabla 9 con su respectiva norma.

Tabla 9. Ensayos realizados con su respectiva norma

Ensayos de Laboratorio	Normas
Contenido de Humedad	ASTM D 2216
Límite de Atterberg	ASTM D 4318
Clasificación de suelos	ASTM D 2487
Granulometría	ASTM D 422

- g) Con los resultados de los ensayos obtenidos en laboratorio, se procedió a la correlación de datos de los SPT's y se determinó la capacidad admisible del suelo de cada una de las muestras en base a los parámetros como cohesión y ángulo de fricción, así como también el número de golpes del ensayo de penetración estándar.

➤ **Ensayo de Corte Directo.**

Para la obtención de la muestra inalterada se lo hizo mediante trabajo de campo, para lo cual se realizaron 2 calicatas, la primera ubicada en una zona afectada de manera crítica por el hundimiento y la segunda en una zona inalterada por el mismo. (Ver Anexo 7.7)

Figura 33. Ubicación de las muestras inalteradas en el área estudio

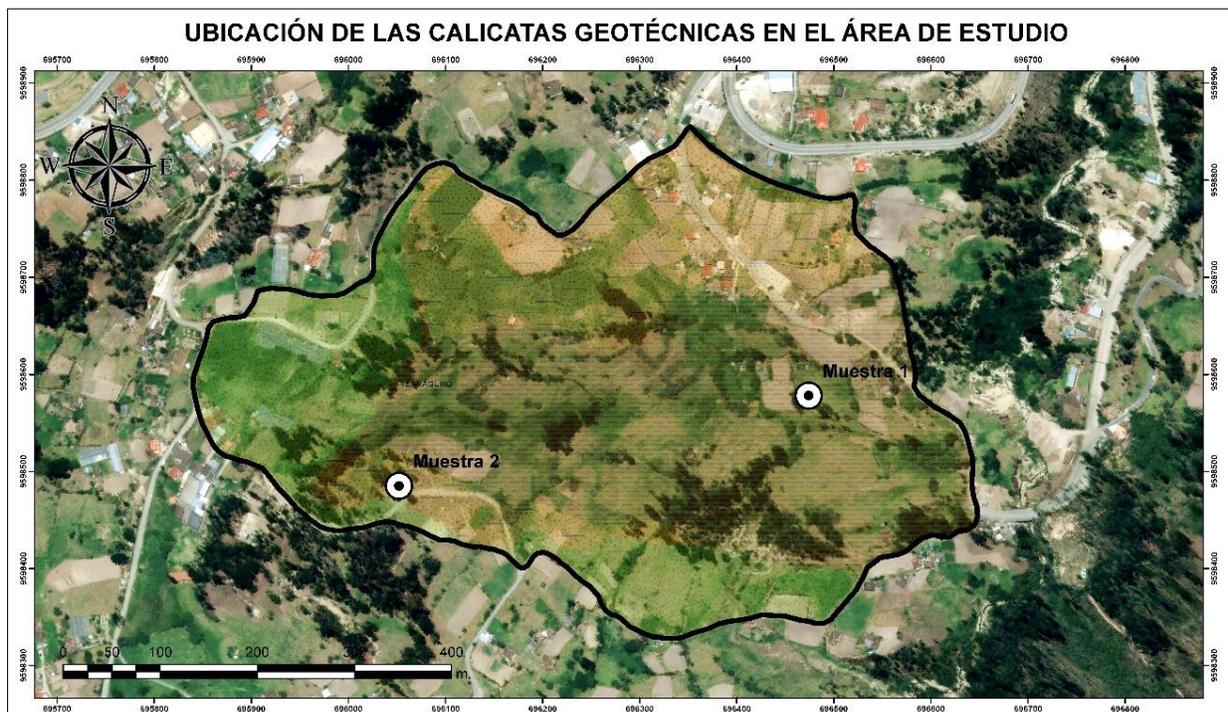
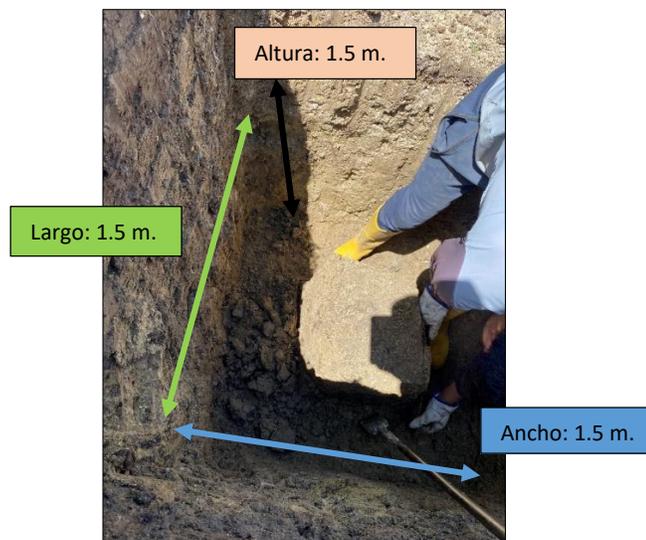


Tabla 10. Ubicación geográfica de las calicatas geotécnicas

N° de Calicata	Coordenadas			Dimensiones		
	X	Y	Z	Ancho	Longitud	Profundidad
1	696052	9598485	2495	1.5 m	1.5 m	1.5 m
2	696510	9598556	2452	1.5 m	1.5 m	1.5 m

La metodología que se utilizó fue la propuesta por la Norma - ASTM D 420, misma que nos indica los procedimientos y especificaciones al momento de la toma de muestra de suelo en superficie. Para obtener la muestra inalterada en bloque, se realizó una calicata de 1.5 x 1.5 m. con el fin de tener el espacio suficiente para tallar el bloque de suelo y poder extraer la muestra de 30 x 30 cm. a una profundidad de 1.5 m. para que esté completamente fresca y no haya pérdida de humedad, así mismo se marcó la orientación de la cara superior de la muestra.

El tallado de la muestra se la realizó con las herramientas adecuadas dependiendo de la naturaleza de la misma que en este caso fue mediante la barreta y machete, realizando el tallado cuidadosamente, posterior a esto se le aplicó una capa de plástico evitando así la disgregación o agrietamiento, y finalmente aplicar una segunda capa de parafina. Con esto se logró conservar la estructura y humedad natural de las muestras tomadas para luego ser llevadas a laboratorio y realizar los respectivos ensayos.

Figura 34. Obtención de la muestra inalterada mediante la apertura de una calicata



Para realizar los ensayos de laboratorio con muestras inalteradas se procedió a cumplir lo establecido en la norma ASTM D 3080. Estos ensayos se realizaron en el laboratorio “DICONS”. El procedimiento para los ensayos de corte directo se lo describe a continuación:

Sobre la muestra inalterada compactada se introdujo un anillo de corte, con el fin de tallarla, seguido a esto se procedió a pesar la muestra para determinar los pesos específicos y humedad del material probado. El diámetro mínimo de la muestra fue de 50 mm. y de igual manera el espesor inicial del espécimen fue de 12 mm.

Seguido a esto se ubicó la muestra en la caja del aparato saturándola hasta llenar el dispositivo de agua para llevarla luego a la cámara de humedad en un lapso de 24 horas como mínimo. Luego se colocó la caja de corte en el equipo para sobre ella ubicar el mecanismo transmisor de presión normal y se aplicó la cara normal deseada.

Posteriormente se ubicaron los extensómetros los mismos que miden las deformaciones tanto normal como tangencial, tomando nota de las lecturas iniciales. Cabe destacar que se debe verificar que no haya contacto entre los marcos fijo y móvil de la caja que contiene el suelo.

Finalmente, el proceso de aplicación de la carga tangencial se inició a una velocidad de corte de 0.001 mm/min creando lecturas de la carga aplicada y también de las deformaciones normal y tangencial.

Entonces, con el ensayo de corte directo se busca determinar la resistencia de la muestra de suelo a deformaciones que simulan las cargas existentes o que existirán en el terreno. A partir de la ecuación de Coulomb, para suelos tipo arenosos, siendo estos materiales friccionales, se considera que la cohesión c es igual 0 kg/cm² salvo el caso que se trate de arenas cementadas in situ (Braja M, 1999). Por lo tanto, la ecuación que define la envolvente de rotura viene definida por:

$$\tau = \sigma_n * \tan(\varphi)$$

Así, el ángulo de fricción es:

$$\varnothing = \tan^{-1} * \frac{\tau}{\sigma_n}$$

Donde:

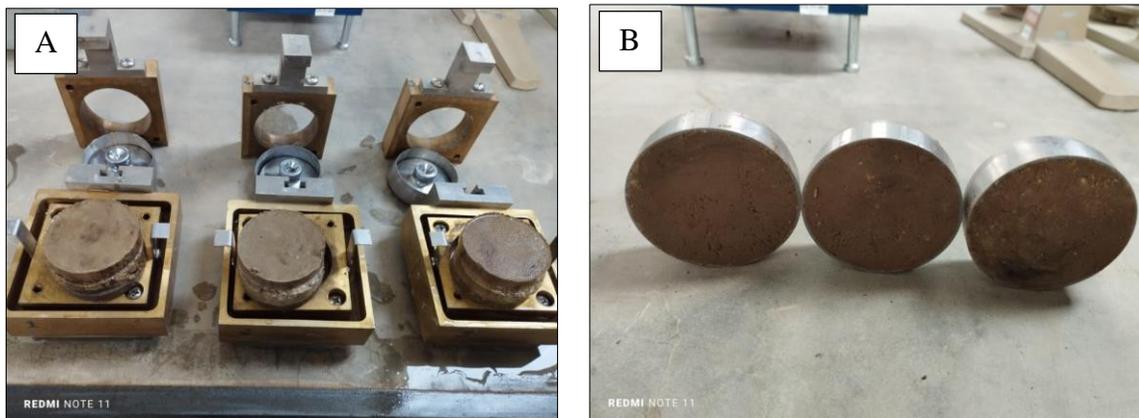
τ = Esfuerzo de resistencia al corte

c = Cohesión

σ_n = Esfuerzo normal efectivo en el plano de corte

φ = Ángulo de fricción

Figura 35. A) Muestras de suelo en la caja de corte directo y B) muestras de suelo talladas



5.5.4. Metodología para el cumplimiento del Tercer Objetivo

“Elaborar el mapa de Microzonificación Geotécnica de la zona de estudio considerando las propiedades físico-mecánicas de los suelos para determinar los condicionantes del hundimiento.”

5.5.4.1. Identificación del tipo de Hundimiento.

La identificación del tipo de hundimiento y sus características se lo realizó haciendo uso de los resultados obtenidos en la exploración geotécnica, de igual manera analizando las propiedades del suelo, la geología del sector conjuntamente con reconocimiento de características en campo para su posterior registro de datos en el formato modificado para inventario de movimientos de masa del proyecto multinacional andino. Ver Anexo 6.



Figura 36. Formato modificado para inventario de movimientos de masa del Proyecto Multinacional Andino

FORMATO MODIFICADO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA Vs 2012									
Proyecto Multinacional Andino. Geociencias para las Comunidades Andinas									
ENCUESTADOR*					DATOS DE REGISTRO				
FECHA EVENTO*		FECHA BENEFICIO*		INSTITUCIÓN*		COD. GRUPO		COD. SIMMA	
DD	MM	AA	DD	MM	AA				
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA					DOCUMENTACIÓN				
POR DIVISIÓN POLITICA					FOTOGRAFÍAS AERIAS				
COORDENADAS GEOGRÁFICAS					REFERENTES GEOGRÁFICOS				
Departamento*					PLANCHAS		ESCALA		EDITOR
Municipio*					AÑO		No Vuoto		No Foto
Vereda*					EDITOR		Año		Escala
Situ*									
Lat (GMS)*									
Long (GMS)*									
Altura*									
Proyección: Magna *									
ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO					LITOLOGÍA Y ESTRUCTURA				
ESTADIO					ESTRUTURA				
ESTILO					ORIENTACIÓN				
DESCRIPCIÓN					ESPACIAMIENTO (m)				
EJEMPLO					DR				
Retrocesivo					RZ				
Avanzado					2				
Finchado					2-0.6				
Confinedo					0.6-0.2				
Creciente					0.2-0.06				
Decreciente					+0.06				
Móvil									
Nota: Incluir mínimo origen de la roca (JM ó S) Edad, Fm, Litología y estratigrafía, suelos					Nota: DR: Dirección de buzamiento, RZ: Buzamiento				
TIPO MOVIMIENTO					CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO				
Cálida					Desliz. por flujo				
Volcaniario					Desliz. en culla				
Deslizamiento					Desliz. traslacional				
Flujo					Desliz. traslacional en culla				
Proyección Lateral					Desliz. traslacional planar				
Rotación					Desliz. traslacional				
Deform. Gravít. Profunda					Desliz. traslacional				
Residual					Desliz. traslacional				
Sedimentario					Desliz. traslacional				
Cálida					Desliz. traslacional				
Volcánico					Desliz. traslacional				
Lacustre					Desliz. traslacional				
Eólico					Desliz. traslacional				
Glacial					Desliz. traslacional				
Marino					Desliz. traslacional				
Extr. rápido (≥5 m/año)					Moderado (1-3 m/año)				
Extr. lento (1-3 m/año)					Lento (0.2 m/año)				
Rápido (3-8 m/año)					Muy lento (0-15 mm/año)				
					Muy lento (0-15 mm/año)				
Hutchinson, 1988					Cruken y Varnes, 1996				
Varnes, 1978					Hunai et al., 2002				
GENERAL					DIMENSIONES DEL TERRENO				
Diferencia de altura corona a punta (m)					Ancho de la masa desplazada W (m)				
Longitud horizontal corona a punta (m)					Volumen desplazado (m ³)				
Faltaboscage (grados)					Volumen desplazado (m ³)				
Pendiente de ladera en Post-falla (grados)					Área inicial (Km ²)				
Pendiente de ladera en Pre-falla (grados)					Área total afectada (Km ²)				
Dirección del movimiento (grados)					Run up (m)				
Altimet del talud (grados)					Profundidad de superficie de ruptura Dr (m)				
					Distancia de viaje (Km)				
INHERENTES					CAUSAS DEL MOVIMIENTO				
Material plástico débil					Movimiento tectónico				
Material sensible					Sismo M _s = f De = P				
Material cohesionado					Fricción volcánica				
Material meteo. físicamente					Lluvias (mm) 24h = 48h = 72h = Mes				
Material meteo. químicamente					Viento				
Material fallado por corte					Deshielo				
					Avance/Retroceso de glaciar				
					Rompecimiento de lacer en crestas				
					Rompecimiento de presas				
					Desembalse y rizado de presas				
					Erosión cata del talud por alcázar				
					Socavación cata del talud por corriente anua				
					Socavación cata del talud por oleaje				
					Socavación de muelles de rios				
					Erosión Pluvial				
					Caja en la corona del talud				
					Erosión subteranea (dilatación, tubificación)				
					Irrigación				
					Mantenimiento deficiente sistema de drenaje				
					Fugas de agua de tuberías				
					Deforestación o ausencia de vegetación				
					Minería				
					Disposición deficiente de estribos/excomuros				
					Vibración artificial (ráfico, explosiones, lanzamiento pilotes)				
					Erosión Pluvial				
					NOTAS: C: Condicionante, D: Detonante, I: Inherente				
					24h (mm); Lluvia acumulada antes del movimiento: M				

Nota: Tomado del Proyecto Multinacional Andino (2012)

Figura 37. Formato modificado para inventario de movimientos de masa del Proyecto Multinacional Andino

TIPO DE EROSIÓN									
SUPERFICIAL		SUBSUPERFICIAL		EDAD		ESTADO		LUGAR	
Tierras malas	Sarcos	Laminar	Cavernas	Antigua	Baja	Severa	Socav. frontal	Socav. lateral	Si
Caricavas	Horizontadas	Tubificación	Tubificación	Reciente	Moderada		Socav. lateral		No
COBERTURA Y USO DEL SUELO					REFERENCIAS				
USO DEL SUELO					AUTOR				
VEG. Herbácea %					AÑO				
Cultivos %					TÍTULO				
Ganadería %					EDITOR				
Construcciones %					CIUDAD				
Bosque/Selva %					PÁGINAS				
Ríos %									
Pantanos %									
Cuerpo de agua %									
Sin cobertura %									
Minería %									
Sin uso %									
EFECTOS SECUNDARIOS									
MONITOREO DE LA PRESA			REPERCUSSIONES DEL TERRENO			CONDICIONES DE LA PRESA			OTROS
TIPO (Costo de Selva)		Longitud (m)		Longitud (m)		Obstrucción parcial		Moderadamente socavada	
I	IV	Área (m ²)	Área (m ²)	Área (m ²)	Área (m ²)	Erosión de la zanja	Fuertemente socavada	Escudame (0)	Inundación
II	V	Altura (m)	Talud abalio (°)	Caudal salida	Caudal salida	Estabilización artificial	Parcialmente fallada	Empalmeado	Sedimentación
III	VI	Área (m ²)	Talud abalio (°)	Tasa de llenado	Tasa de llenado	Ligeramente socavada	Fallada	Empalmeado	Sedimentación
Nivel agua bajo corona (m)									
POBLACION AFECTADA									
DAÑOS									
TIPO									
CANTIDAD									
UNIDAD									
TIPO DAÑO									
VALOR (US\$)									
TIPO DE DAÑO: Infraestructura, edificios, carreteras, inst. educativas, puentes, servicios públicos, vía ferrea, torre conducción eléctrica, obras lineales, planta eléctrica, torre de energía, capa asfáltica, galpones, tanque almacenamiento, espolones, distrito riego, puentes peatonales, puentes veredales, acueducto. Económico: agricultura, ganadería, cultivos, serenos, transporte pasajero y carga. Ambientales: parques, bosques, planta tratamiento de agua.									
NOTA: I: Infraestructura, E: Económico, A: Ambientales, DE: Daño leve, DM: Daño moderado, DS: Daño severo, DT: Daño total, NC: No cuantificable									
NOTAS									
APRECIACION DEL RIESGO									
FECHA									
FOTOGRAFIA									
ANEXO FOTOGRAFICO									
AUTOR/EFECTOS									
OBSERVACIONES									
ESQUEMA DEL MOVIMIENTO									
PLANTA									
PERFIL									
FECHA									
OBSERVACIONES									
FECHA									
OBSERVACIONES									

Nota: Tomado del Proyecto Multinacional Andino (2012)



5.5.4.2. Mapa de Microzonificación Geotécnica.

La caracterización geológico-geotécnica implica la descripción geotécnica del terreno integrado con la interpretación de ensayos de mecánica de Suelos “in situ” como Ensayos de Penetración Estándar (SPT); y ensayos de Corte Directo. Para ello es necesario previamente la investigación y análisis de información obtenida de la zona de estudio, que fue considerada para previamente delimitar el mapa de microzonificación geotécnica descrita en la Tabla 11.

Tabla 11. Información utilizada para la microzonificación geotécnica

Investigación	Alcance
Revisión de Información	Topografía Hidrología Mapas geológico
Topografía	Levantamiento topográfico
Reconocimientos geológicos	Litología Fallas y estructuras geológicas Geomorfología. Pendientes

Para la microzonificación geotécnica se usó la metodología propuesta por Córdova Y. y Montalvan C. (2017) y según esto se desarrolló de la siguiente manera.

La microzonificación se la obtuvo en base a las características Físicas y Mecánicas.

La elaboración de las zonas por características Físicas se las hizo mediante una de las más representativas que es el tipo de suelo, para lo cual se usó la clasificación de suelos por el método de SUCS, siendo este el más adecuado para el uso de suelo que requiere la comunidad.

De igual manera las zonas por características Mecánicas se elaboraron tomando en consideración la única propiedad mecánica que es la capacidad admisible del suelo. La capacidad admisible se calculó a partir de la fórmula polinómica descrita en (Das, 1985) a partir de los parámetros obtenidos en los ensayos realizados in situ y laboratorio.

Finalmente, para la delimitación de las zonas de acuerdo a las propiedades físicas y mecánicas se la realizó tomando como referencia la topografía y geología local, para posteriormente mediante la elaboración de shapefiles donde se procedió a editar y dibujar las referencias que contengan los datos de la microzonificación geotécnica del área.

6. Resultados

6.1. Descripción Biofísica del Área de Estudio

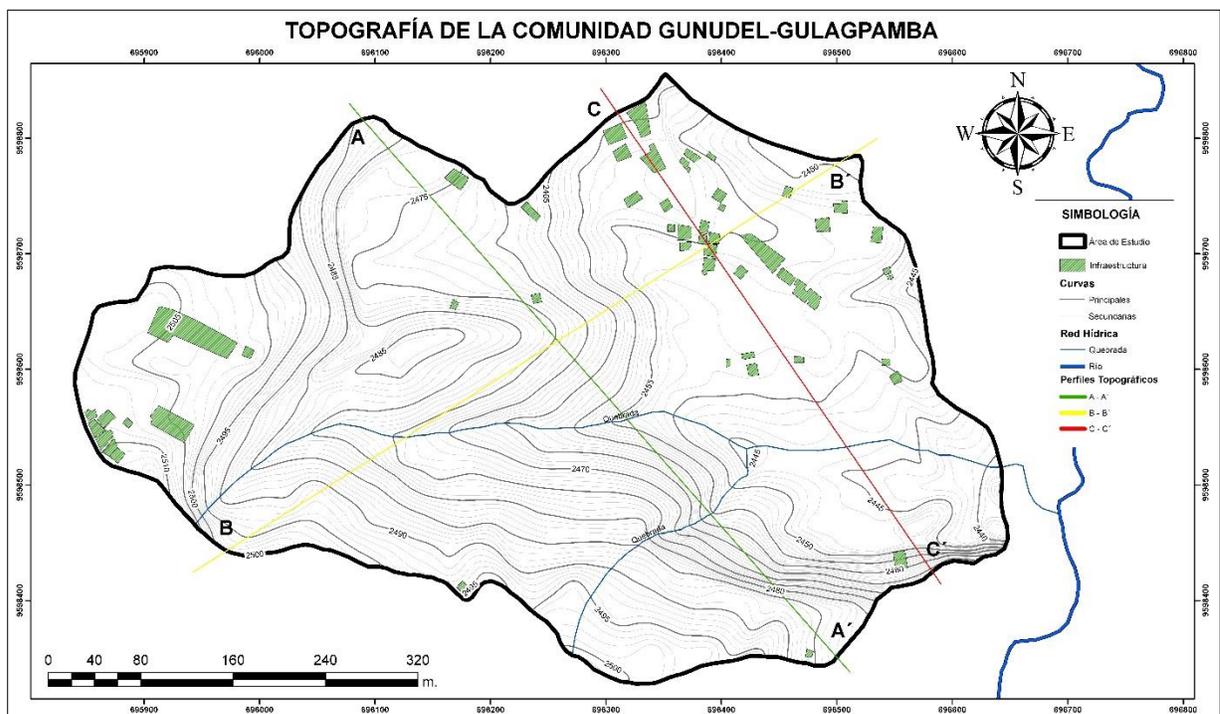
6.1.1. Topografía

La zona de estudio presenta una disposición de terreno tipo valle, con una topografía poco irregular, la misma que comprende alturas que oscilan desde 2435 m.s.n.m. siendo esta la cota mínima a 2514 m.s.n.m. como cota máxima. Se obtuvo las curvas de nivel principales cada 5 m. y las secundarias cada 1 m.

En el mapa topográfico se incorporó las infraestructuras presentes en mayor proporción en la zona Noreste y pocas infraestructuras en la zona Este. El perfil obtenido mediante el levantamiento abarca un área de 27 Ha. Con toda esta información levantada se elaboró el mapa topográfico a escala 1:5000 con sus respectivos perfiles, y esta georreferenciado con un sistema de coordenadas UTM WGS 84, Zona 17 Sur.

A continuación, se presenta la topografía del área. (Ver Anexo 7.8)

Figura 38. Mapa Topográfico del Área de Estudio

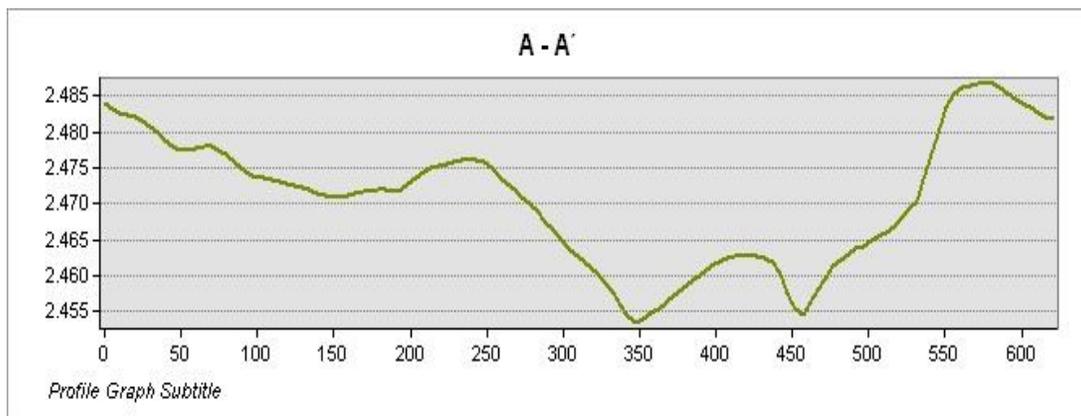


A continuación, se da a conocer los tres cortes topográficos realizados en toda el área de estudio con su respectiva descripción, longitud y cotas máximas y mínimas:

6.1.1.1. Perfil Topográfico A-A´.

En la Figura 39 se representa el perfil topográfico A – A´, con una dirección de NW-SE y una longitud topográfica de 620,65 m. Además, su cota mayor es de 2486 m.s.n.m y la cota menor es inferior a 2454m.s.n.m, por ende, existe una diferencia de 32 m.

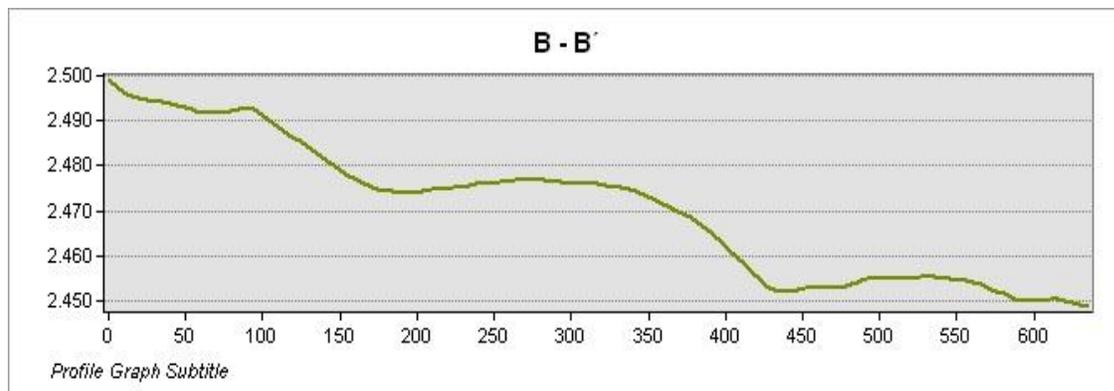
Figura 39. Perfil Topográfico A-A´



6.1.1.2. Perfil Topográfico B-B´.

En la Figura 40 se representa el perfil topográfico B – B´, con una dirección de SW-NE y una longitud topográfica de 635,02 m. Además, su cota mayor es de 2499 m.s.n.m y la cota menor es inferior a 2449 m.s.n.m, por ende, existe una diferencia de 50 m.

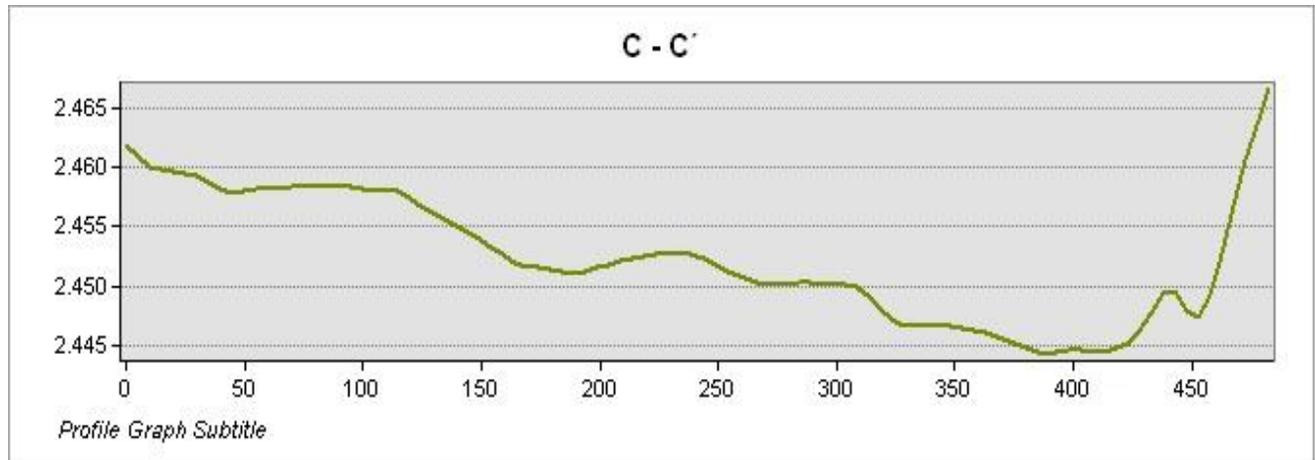
Figura 40. Perfil Topográfico B-B´



6.1.1.3. Perfil Topográfico C-C´.

En la Figura 41 se representa el perfil topográfico C – C´, con una dirección de NW-SE y una longitud topográfica de 482,35 m. Además, su cota mayor es de 2466 m.s.n.m y la cota menor es inferior a 2445 m.s.n.m, por ende, existe una diferencia de 21 m.

Figura 41. Perfil Topográfico C-C´



6.1.2. Pendientes

En el mapa de pendientes se representa la inclinación del área de estudio, en el mismo que se han determinado cinco rangos de pendientes, los cuales se presentan en la Tabla 12.

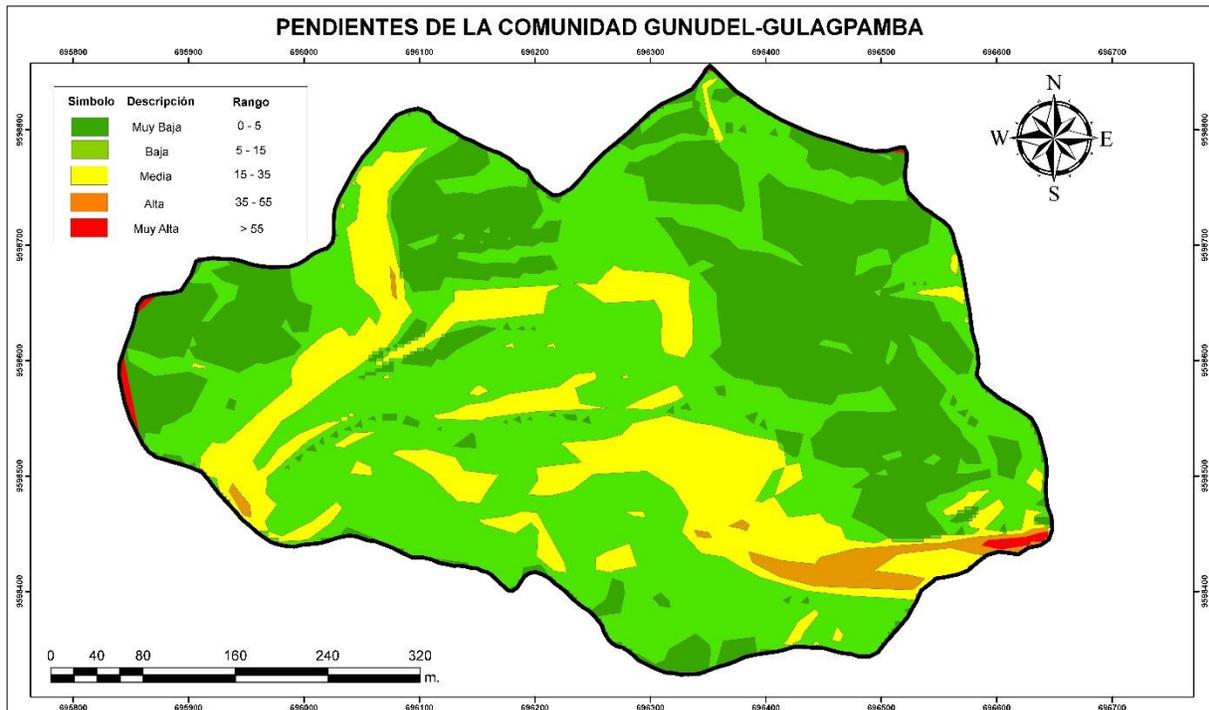
Tabla 12. Clasificación de las Pendientes en el Área de Estudio

Rango (°)	Descripción	Área (Ha.)	Porcentaje (%)
0-5	Muy Baja	8,01	30,02
5-15	Baja	13,31	49,90
15-35	Media	4,84	18,15
35-55	Alta	0,47	1,76
>55	Muy Alta	0,04	0,16

En el área de estudio predomina la clase de Pendiente Baja ubicada mayormente en toda la zona norte, central y sur con un área de 13,31 Ha, con un porcentaje de 49,90 %, el 30.02 % corresponde a Pendiente Muy Baja con 8,01 Ha, ubicándose en la parte norte del área, luego con el 18,15 % que corresponde a Pendiente Media con un área de 4,84 Ha, ubicándose en la parte Este-Centro del área, luego Pendiente Alta con un 1,76 % que corresponde a 0.47 Ha, que se ubica

al Sur, Este y Oeste, finalmente tenemos Pendiente Muy Alta que abarca 0,04 Ha con un 0,16 %. Se analizó 27 Ha de terreno correspondiendo al 100% de tramo de estudio. A continuación, se presenta las pendientes obtenidas. (Ver Anexo 7.9)

Figura 42. Mapa de Pendientes del área de estudio



6.1.3. Geomorfología

La unidad geomorfológica predominante es de tipo superficie poco disectada, ya que se presenta en el 29% del territorio y corresponde a 7,68 ha; la siguiente unidad geomorfológica de importancia es la superficie disectada que se presentan en el 28 % representando 7,59 ha, también se tiene coluvión antiguo con un porcentaje de 28 % que representa 7,58 ha del área total de estudio, y finalmente coluvio-aluvial reciente con un 15% que representa 3,90 ha del territorio. Los resultados de geomorfología se representan en la siguiente tabla:

Tabla 13. Geomorfología del área de estudio

Símbolo	Génesis	Unidad Morfológica	Pendiente (%)	Área (Ha)	Porcentaje (%)
	Denudativo	Coluvio-aluvial reciente	2 - 5	3,90	15
	Denudativo	Coluvión antiguo	24 - 40	8,03	30
	Deposicional	Superficie disectada	12 - 25	7,14	27
	Deposicional	Superficie poco disectada	2 - 5	7,68	29

6.1.3.1. Coluvio-aluvial reciente.

Figura 43. Coluvio-aluvial reciente



Esta unidad geomorfológica de origen Denudativo abarca 3,90 ha. Se encuentra a 2469 m.s.n.m. atravesando la zona central del área de estudio, desde el oeste y sur hasta el este, el mismo se encuentra cubierto en parte por cobertura arbórea, arbustiva y herbácea. La pendiente que esta unidad posee es de 2 a 5% y desniveles relativos entre 5 a 15 m.

6.1.3.2. Coluvión antiguo.

Figura 44. Coluvión antiguo



De igual manera el área total de esta unidad geomorfológica es de 8,03 ha. Se encuentra ubicado a 2500 m.s.n.m. identificada de sur a oeste, presentando material sedimentario como areniscas, arenas y arcillas el mismo que está cubierto por coberturas arbórea, arbustiva, cultivo anual y herbácea. La pendiente que esta unidad posee es de 24 a 40% y desniveles relativos entre 25 a 50 m.

6.1.3.3. Superficie disectada.

Figura 45. Superficie disectada



La unidad geomorfológica de origen deposicional se encuentra en la parte central, norte y sureste del área a una altura 2479 m.s.n.m. este tipo de geoforma presenta un tipo de drenaje poco profundo, presenta litología como arenas arcillosas y limosas. Cuenta con una pendiente de 5 a 12% con un desnivel relativo de 15 a 25m. esta geoforma tienen 7,14 ha de superficie.

6.1.3.4. Superficie poco disectada

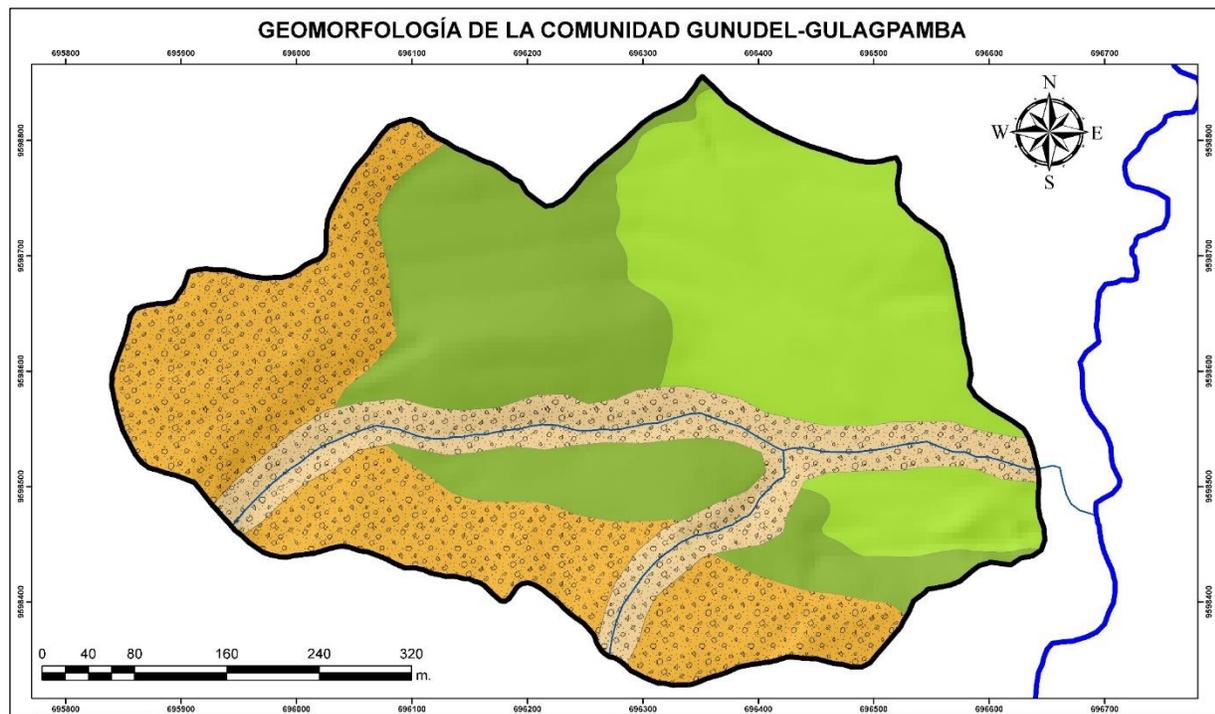
Figura 46. Superficie poco disectada



Geoforma de origen deposicional se encuentra en la parte noreste y este del área de estudio a una altura de 2457 m.s.n.m, zona de escasa disectación. Constituida por arenas limosas y arcillosas. Hay presencia de cultivos anuales, cobertura herbácea e infraestructura, tiene una pendiente de 2 a 5% y el desnivel de 0 a 5 m. esta unidad tiene una superficie de 7,68 ha.

A continuación, se presenta la geomorfología del área de estudio. (Ver Anexo 7.10)

Figura 47. Mapa de Geomorfológico del Área de Estudio



6.1.4. Geología Local

Tras el análisis de la información y el mapa de geología regional a escala 1:50000 de Saraguro; se puede argumentar y exponer la descripción de la litología del sector de estudio. Se realizó la descripción un total de 8 afloramientos descritos en el Anexo 1. Así mismo, un total de 13 calicatas de 1x1x1.5 m. de dimensión, inventariadas en el Anexo 2.

En la tabla 14 se muestra los afloramientos considerados para la descripción geológica y en la tabla 15 se muestra las calicatas realizadas.



Tabla 14. Afloramientos encontrados en el Área de estudio

Nro. Afloramiento	Coordenadas UTM/WGS84			Tipo de Afloramiento	Tipo de material
	X	Y	Z		
1	696283	9598794	2461	Antrópico	Arena Arcillosa
2	696067	9598801	2486	Antrópico	Arenisca
3	696038	9598676	2501	Antrópico	Arenisca
4	695924	9598493	2509	Antrópico	Arenisca
5	696426	9598355	2496	Antrópico	Arenisca
6	696578	9598571	2448	Antrópico	Arenisca
7	696620	9598458	2441	Antrópico	Arena Limosa
8	695862	9598649	2506	Antrópico	Arena Limosa

Tabla 15. Calicatas elaboradas en el Área de estudio

Nro. Calicata	Coordenadas UTM/WGS84			Tipo de material
	X	Y	Z	
1	696208	9598740	2471	Arena Arcillosa
2	696428	9598666	2452	Arena Limosa
3	696336	9598699	2454	Arena Arcillosa
4	696374	9598613	2451	Arena Limosa
5	696515	9598463	2447	Arena Limosa
6	696469	9598545	2448	Arena Limosa
7	696286	9598375	2497	Arenisca
8	695970	9598592	2502	Arenisca
9	696122	9598666	2475	Arena Arcillosa
10	696517	9598718	2453	Arena Arcillosa
11	696361	9598357	2497	Arenisca
12	696110	9598601	2486	Arena Limosa
13	696146	9598529	2465	Arena Limosa
14	696307	9598492	2475	Arena Limosa

En el área de estudio se evidencian 3 tipos de litologías: areniscas ubicadas en toda la zona sur, arenas arcillosas ubicadas principalmente al oeste, y en gran parte arenas limosas que se acumulan en las partes bajas ubicadas en la zona central y este, que han sido transportados principalmente por la acción del agua y por gravedad.

De igual manera mediante el análisis de muestras ejecutadas en el laboratorio de la Universidad Nacional de Loja de la FEIRNNR se determinó el material o tipo de roca encontrado en la zona de estudio.

Figura 48. Reconocimiento del material en Laboratorio

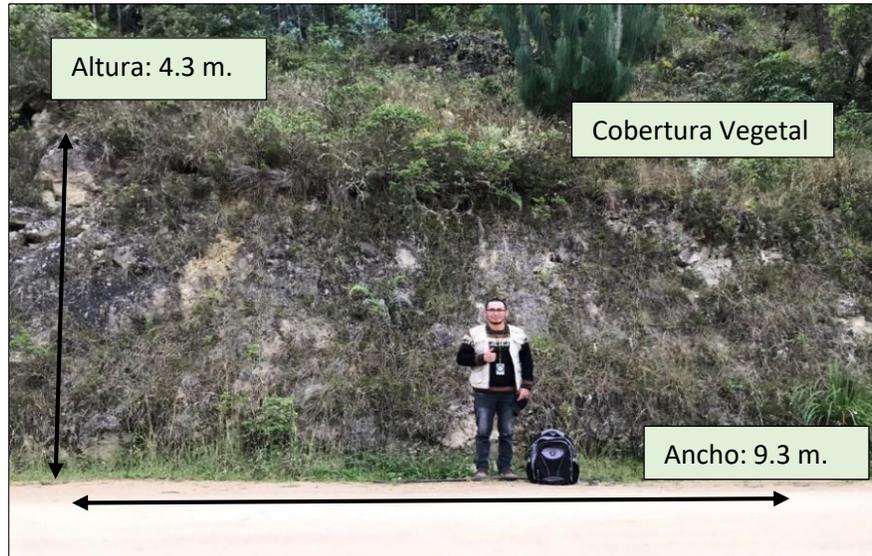
Con el análisis de las muestras de mano de roca recolectadas se determinaron tres tipos de litología, los mismos que fueron descritos anteriormente mediante y que se mencionan más a detalle a continuación:

6.1.4.1. Depósito de Areniscas.

Depósitos formados por material sedimentario, areniscas muy consolidadas, ubicados al oeste del área de estudio margen izquierdo, se caracterizan por su forma angular, con coloración amarilla grisácea con un índice de humedad bastante bajo, con tamaños variables de cm. a m., manteniéndose el mismo tipo de material hasta el sur y sureste del área de estudio.

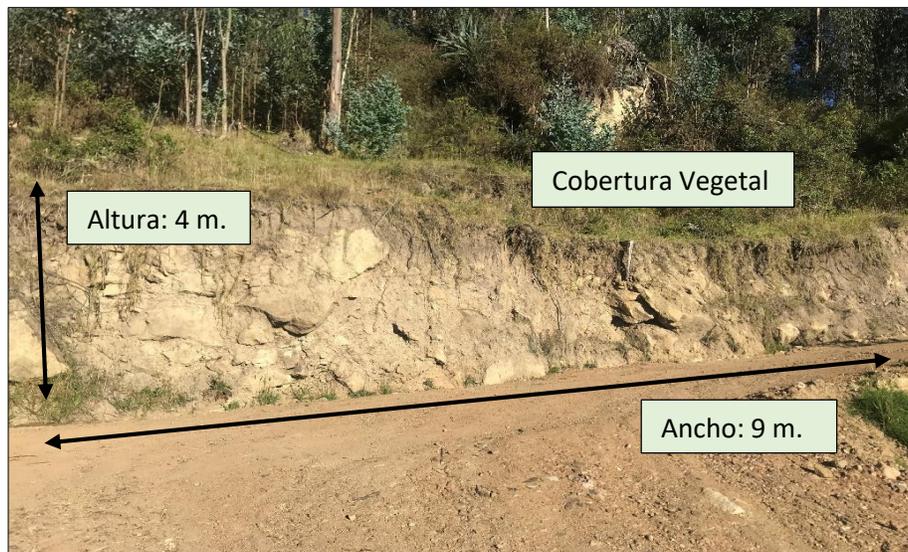
El afloramiento de la Figura 49 con dimensiones de 4.3 m. de altura y un largo de 9.3 m. aproximadamente, está conformado por depósitos coluviales, material sedimentario en forma de bloques con tamaños variables de cm. a m., es de origen antrópico, formado por la apertura de vía y existe la presencia de cobertura vegetal, matorrales, pasto y materia orgánica con una potencia de 0.4 m.

Figura 49. Afloramiento #3 ubicado al oeste conformado por areniscas



El afloramiento de la Figura 50 presenta dimensiones de 4 m. de altura y un largo de 9 m. aproximadamente y está conformado por depósitos coluviales, material sedimentario en forma de bloques de cm. a m., con coloración amarilla grisácea con un índice de humedad bastante bajo y con matriz arcillosa, es de origen antrópico, formado por la apertura de vía y presenta cobertura vegetal, matorrales, pasto y materia orgánica con una potencia de 0.5m.

Figura 50. Afloramiento #2 ubicado al noroeste conformado por arenisca



En la Figura 51 se presenta la muestra de mano recogida en campo en la zona este del área de estudio tomada de un afloramiento, misma que presenta un nivel de consolidación de medio a alto con tamaño de granos de 2 mm. a 1 mm., con una coloración amarillenta grisácea, con un contenido de humedad de bajo a casi nulo, la forma de la arenisca es totalmente angulosa, con una textura detrítica.

Figura 51. Arenisca



6.1.4.2. Depósitos de Arenas Arcillosas.

Formados por material fino y clastos angulares rocosos con dimensiones que varían entre mm. a cm., ubicados en una parte del suroeste del área de estudio. Se observó la presencia de material sedimentario arcillo arenoso con una compactación de media a baja, coloración amarilla grisácea y de igual manera con coloración café oscuro, de tamaños variables, medianamente meteorizado, con índice de humedad de medio a bajo y manteniéndose el mismo tipo de material en la zona norte del área.

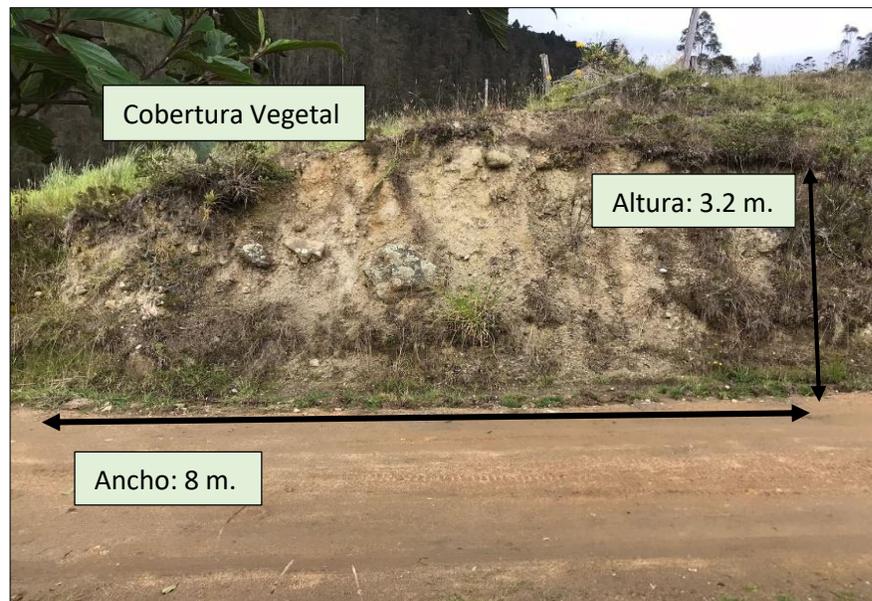
El afloramiento de la Figura 52 con dimensiones de 5.5 m. de altura y un largo de 12 m. aproximadamente, está conformado por depósitos coluviales, formados por material fino y fragmentos angulares rocosos, es de origen antrópico, de origen antrópico por la apertura de vía y presenta cobertura vegetal, matorrales, pasto y materia orgánica con una potencia de 0.3 m.

Figura 52. Afloramiento #1 ubicado al norte conformado por material fino y arenoso



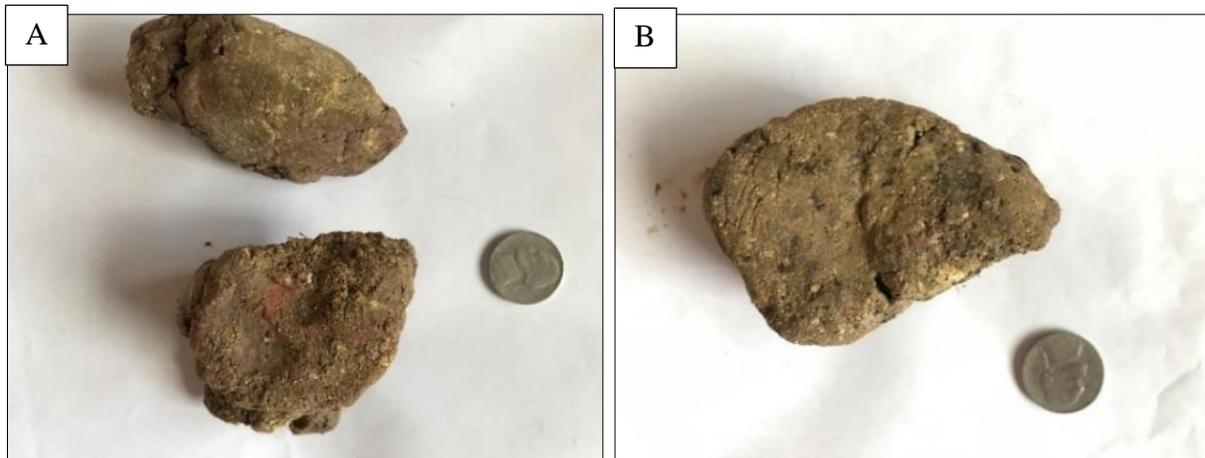
El afloramiento de la Figura 53 con dimensiones de 3.2 m. de altura y un largo de 8 m. aproximadamente, está conformado por las mismas características del afloramiento antes descrito y presenta cobertura vegetal, matorrales, pasto y materia orgánica con una potencia de 0.2m.

Figura 53. Afloramiento #7 ubicado al este conformado por material fino y arenoso



La Figura 54 presenta la muestra tomada en campo ubicada en la zona norte del área de estudio, misma que fue obtenida mediante la apertura de una calicata, posee una coloración grisácea oscura, con un contenido de humedad alto y un índice de plasticidad entre 20 – 40 que según Burmister (1949) es alta plasticidad corroborado con los datos obtenidos en la exploración geotécnica.

Figura 54. Arena arcillosa

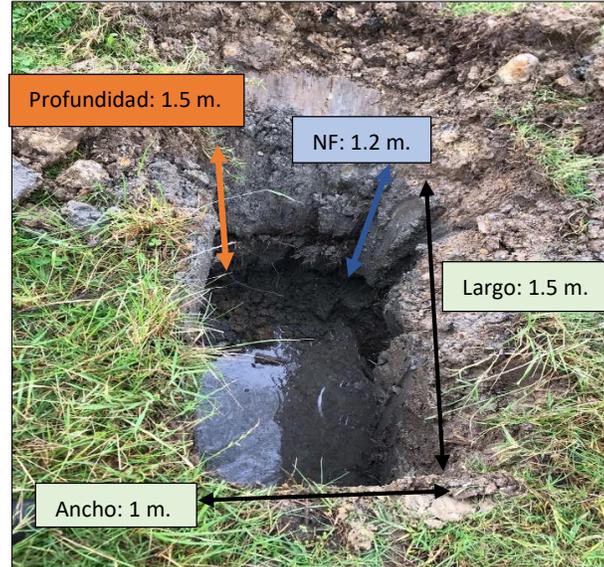


6.1.4.3. Depósitos de Arenas Limosas.

Mediante la elaboración de calicatas se encontró depósitos formados por material fino como limos, arcillas y arenas, ubicados al este, y en la mayor parte de la zona central del área de estudio. Se observó la presencia de material sedimentario limo arenoso, con coloración grisácea, con tamaños en mm. y la presencia de agua.

La calicata de la Figura 55 con dimensiones de 1 metro de ancho, 1.5 m. de largo y 1.5 m. de profundidad aproximadamente, está conformada por material fino como limos y arenas, es de origen antrópico y formada para la descripción litológica del sector, el nivel freático se lo encontró a 1.2 m. de profundidad y una cobertura vegetal de 0.2m.

Figura 55. Calicata #13 ubicada al este conformada por material arenoso y limoso



Finalmente, la calicata de la Figura 56 con dimensiones de 1 metro de ancho, 1.5 m. de largo y 1.5 m. de profundidad aproximadamente está conformado por material fino como limos y arenas, es de origen antrópico, formada para la descripción litológica del sector y presenta una cobertura vegetal de 0.2 m. y pasto, así como materia orgánica, con coloración amarilla grisácea y con poca presencia de agua.

Figura 56. Calicata #9 ubicada al sur conformada por material arenoso y limoso



En la Figura 57 se observa una porción de la muestra tomada en campo, siendo esta una mezcla entre arena y limos, el material granular no sobrepasa el 35% aproximadamente con presencia de clastos de arena, de coloración amarillenta grisácea y de color café oscuro con un contenido de humedad de bajo a medio y un nivel de consolidación bajo.

Figura 57. Arena limosa



A continuación, se presenta la geología del área con sus respectivos perfiles geológicos (Ver Anexo 7.11)

Figura 58. Geología Local del Área de Estudio

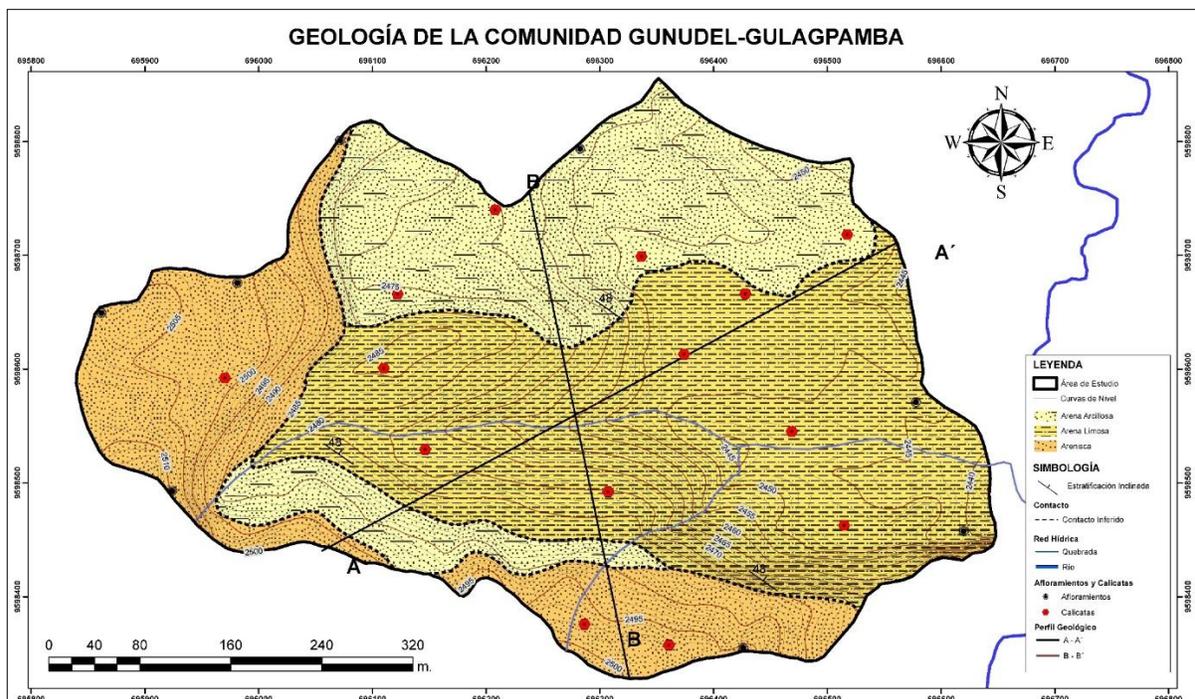
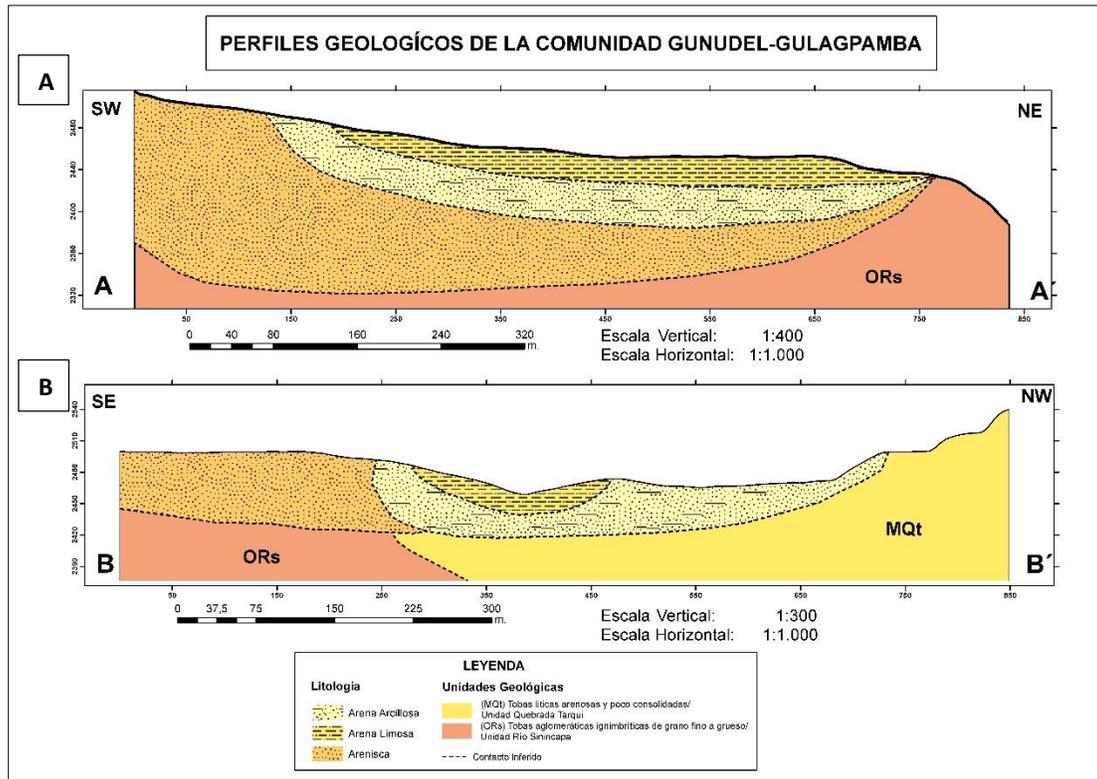


Figura 59. A) Perfil Geológico A-A', B) Perfil Geológico B-B'



Es importante mencionar que para establecer y graficar los buzamientos se realizó un reconocimiento fuera del polígono de estudio logrando así determinar el contacto entre las areniscas y las arenas arcillosas con un ángulo de buzamiento de 48° y una dirección de buzamiento de 086° como se muestra en la Figura 60. El afloramiento #9 con coordenadas X: 696505 y Y: 9598168 fue considerado al momento de graficar los perfiles geológicos porque en el área de estudio no se logró determinar datos estructurales debido a la ausencia de estratos, ayudando a definir los contactos dentro de la zona de estudio como inferidos.

Figura 60. Afloramiento #9 muestra el contacto entre areniscas y arenas arcillosas



6.1.4.4. Perfil Geológico A-A´.

En la figura 59 A se representa el perfil geológico A – A´, con una dirección SW-NE y una longitud topográfica 663,84 m. El corte geológico atraviesa un contacto inferido entre la arenisca y la arena arcillosa, con un ángulo de buzamiento de 48° y una dirección de buzamiento de 086°, de igual manera el corte geológico atraviesa un contacto inferido entre la arena arcillosa y la arena limosa. (Ver Anexo 7.12)

6.1.4.5. Perfil Geológico B-B´.

En la figura 59 B se representa el perfil geológico B – B´, con una dirección SE-NW y una longitud topográfica 425,66 m. El corte geológico atraviesa un contacto inferido entre la arenisca y la arena arcillosa, con un ángulo de buzamiento de 48° y una dirección de buzamiento de 086°, de igual manera el corte geológico atraviesa un contacto inferido entre la arena arcillosa y la arena limosa. (Ver Anexo 7.12)



6.1.5. Exploración Geotécnica

6.1.5.1. Ensayo de Penetración Estándar (S.P.T).

Se realizó un total de 5 ensayos SPT's, 2 en el material que corresponde a arenas arcillosas, 2 en las arenas limosas debido al cambio de humedad existente y 1 SPT en las areniscas.

A continuación, se presenta los resultados de los ensayos realizados en forma resumida y en el Anexo 4, se presentan de forma amplia.

SPT #1

Tabla 16. Clasificación y Descripción SPT #1

Prof. [m]	Descripción del suelo	Clasificación S.U.C.S						SUCS	W(%)
		Límites de Atterberg			Granulometría				
		L.L.	L.P.	I.P.	G.	A.	F.		
0.00									
1.00	Arena arcillosa de color café oscuro	41.35%	20.23%	21.12%	2%	23%	75%	CL	30
2.00	Arcilla de media plasticidad arenosa de color café claro	45.14%	20.16%	24.98%	7%	32%	61%	CL	41
3.00	Arena arcillosa con grava de color café claro	47.8%	18.42%	29.38%	17%	39%	44%	SC	40
4.00	Arena arcillosa con grava de color café claro	47.57%	19.61%	27.96%	15%	41%	44%	SC	48
5.00	Arena limosa con grava de color café claro	43.32%	28.63%	14.69%	41%	47%	39%	SM	42
6.00	Arena arcillosa de color café claro	49.2%	22.33%	26.87%	44%	43%	39%	SC	43

Tabla 17. Resultados Sondeo #1

Prof. [m]	γ húmedo [kN/m ³]	N_{SPT} [# golpes]	N_{60}	c [kN/m ²]	ϕ [°]
1.00	17.22	5.00	3.00	18.75	0.00
2.00	17.22	5.00	3.00	18.75	0.00
3.00	18.66	22.00	12.00	75.00	0.00
4.00	17.73	11.00	6.00	37.50	0.00
5.00	18.14	14.00	9.00	56.25	0.00
6.00	18.71	20.00	13.00	81.25	0.00

Figura 61. Perfil estratigráfico SPT 1 y Gráfico de golpes de SPT

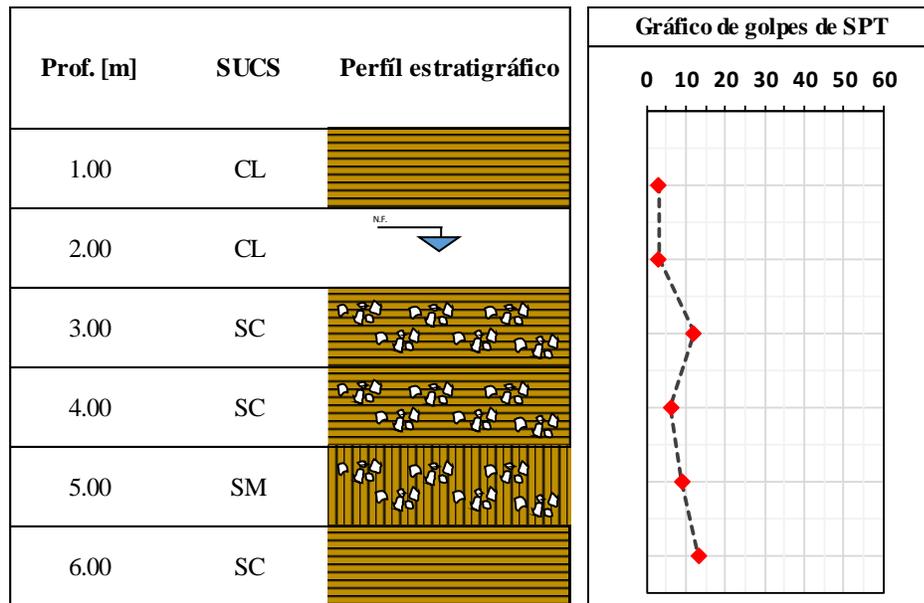
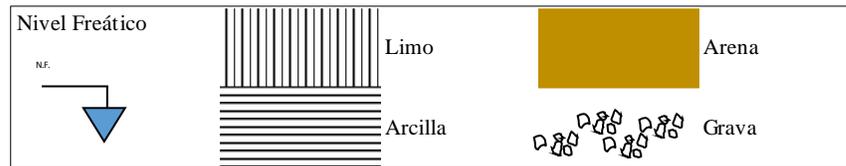


Figura 62. Leyenda



El ensayo se realizó hasta una profundidad de 6m, encontrando el nivel freático a una profundidad de 2m y se determinó el tipo de suelo como cohesivo, de igual manera mediante cálculos se logró calcular una presión de hundimiento la misma que nos dio un resultado de 192.8 kPa o 1.97 Kg/cm² y también se determinó la capacidad admisible del suelo obteniendo un resultado de 64.25 kPa o 0.66 Kg/cm².

En la primera capa se tiene arena arcillosa de color café oscuro del tipo “CL”, con un NSPT de 5 golpes, con un contenido de humedad de 30%, y con una cohesión de 18.75 KN/m².

En la segunda capa se tiene arcilla de media plasticidad arenosa de color café claro del tipo “CL”, con un NSPT de 5 golpes, con un contenido de humedad de 41%, y con una cohesión de 18.75 KN/m².



La tercera capa tiene arena arcillosa con grava de color café claro del tipo “SC”, con un NSPT de 22 golpes, con un contenido de humedad de 40%, y con una cohesión de 75 KN/m².

En cuanto a la cuarta capa se tiene arena arcillosa con grava de color café claro del tipo “SC”, con un NSPT de 11 golpes, con un contenido de humedad de 48%, y con una cohesión de 37.50 KN/m².

La quinta capa corresponde a arena limosa con grava de color café claro del tipo “SM”, con un NSPT de 14 golpes, con un contenido de humedad de 42%, y con una cohesión de 56.25 KN/m².

Y finalmente en la sexta capa se tiene arena arcillosa de color café claro del tipo “SC”, con un NSPT de 20 golpes, con un contenido de humedad de 43%, y con una cohesión de 81.25 KN/m².

SPT #2

Tabla 18. Clasificación y Descripción SPT #2

Prof. [m]	Descripción del suelo	Clasificación S.U.C.S						SUCS	W(%)
		Límites de Atterberg			Granulometría				
		L.L.	L.P.	I.P.	G.	A.	F.		
0.00									
1.00	Arena limosa con grava de color café claro	45.56%	28.11%	17.45%	39%	40%	21%	SM	26
2.00	Arena limosa con grava de color café claro	45.08%	29.61%	15.47%	24%	51%	25%	SM	24
3.00	Grava arcillosa de color café claro	41.57%	25.7%	15.87%	52%	34%	14%	GC	21
4.00	Grava limosa de color café claro	0%	0%	0%	48%	37%	15%	GM	28
5.00	Grava bien graduada con limo de color café claro	0%	0%	0%	55%	39%	6%	GM GW	30
6.00	Arena bien graduada de color café claro	0%	0%	0%	43%	57%	0%	SW	25

Tabla 19. Resultados Sondeo #2

Prof. [m]	γ húmedo [kN/m ³]	N spt [# golpes]	N ₆₀	c [kN/m ²]	Ø [°]
1.00	16.79	14.00	12.59	0.00	29.00
2.00	17.35	24.00	18.38	0.00	31.00
3.00	17.91	34.00	23.34	0.00	33.00
4.00	17.41	25.00	15.80	0.00	31.00
5.00	17.66	26.00	17.37	0.00	32.00
6.00	18.30	36.00	22.59	0.00	34.00

Figura 63. Perfil estratigráfico SPT y Gráfico de golpes de SPT

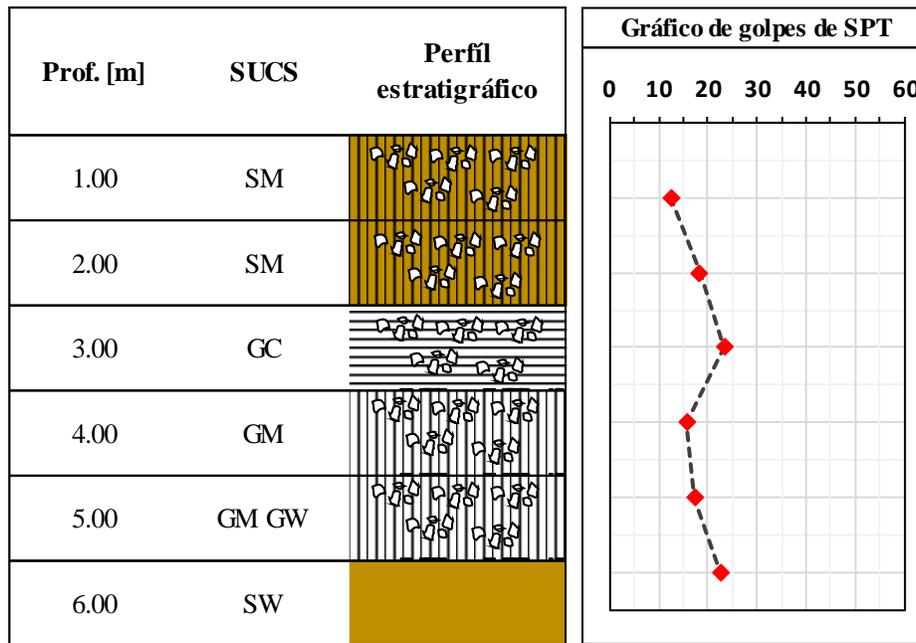
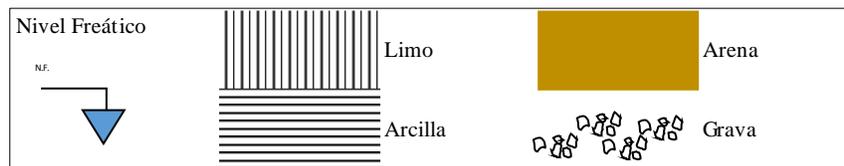


Figura 64. Leyenda



El ensayo se realizó hasta una profundidad de 6m encontrando el nivel freático a una profundidad de 4m y se determinó el tipo de suelo como no cohesivo, y en el trabajo de laboratorio mediante cálculos se logró calcular una presión de hundimiento la misma que nos dio un resultado de 287.9 kPa o 2.94 Kg/cm² y también se determinó la capacidad admisible del suelo obteniendo un resultado de 95.96 kPa o 0.98 Kg/cm².

En la primera capa se tiene arena limosa con grava de color café claro del tipo “SM”, con un NSPT de 14 golpes, con un contenido de humedad de 26%, y con una cohesión de 0 KN/m².

En la segunda capa se arena limosa con grava de color café claro del tipo “SM”, con un NSPT de 24 golpes, con un contenido de humedad de 24%, y con una cohesión de 0 KN/m².



La tercera capa tiene grava arcillosa de color café claro del tipo “GC”, con un NSPT de 34 golpes, con un contenido de humedad de 21%, y con una cohesión de 75 KN/m².

En cuanto a la cuarta capa se tiene grava limosa de color café claro del tipo “GM”, con un NSPT de 25 golpes, con un contenido de humedad de 28%, y con una cohesión de 0 KN/m².

La quinta capa corresponde a grava bien graduada con limo de color café claro del tipo “GM - GW”, con un NSPT de 26 golpes, con un contenido de humedad de 30%, y con una cohesión de 0 KN/m².

Y finalmente en la sexta capa se tiene arena bien graduada de color café claro del tipo “SW”, con un NSPT de 36 golpes, con un contenido de humedad de 25%, y con una cohesión de 0 KN/m².

SPT #3

Tabla 20. Clasificación y Descripción SPT #3

Prof. [m]	Descripción del suelo	Clasificación S.U.C.S						SUCS	W (%)
		Límites de Atterberg			Granulometría				
		L.L.	L.P.	I.P.	G.	A.	F.		
0.00									
1.00	Grava mal graduada con arcilla de color café claro	48.51%	25.51%	23%	65%	24%	11%	GP GC	24
2.00	Grava arcillosa de color café claro	45.65%	26.62%	19.03%	52%	33%	15%	GC	24
3.00	Grava arcillosa de color café claro	44.02%	24.86%	19.16%	40%	38%	22%	GC	24
4.00	Arcilla media plasticidad de color café claro	43.45%	24.27%	19.18%	4%	25%	71%	CL	24

Tabla 21. Resultados Sondeo #3

Prof. [m]	γ húmedo [kN/m ³]	N SPT [# golpes]	N ₆₀	c [kN/m ²]	Ø [°]
1.00	16.96	17.00	15.25	0.00	30.00
2.00	16.90	16.00	12.28	0.00	30.00
3.00	17.07	19.00	13.12	0.00	30.00
4.00	21.63	100.00	62.39	0.00	42.00

Figura 65. Perfil estratigráfico SPT 3 y Gráfico de golpes de SPT

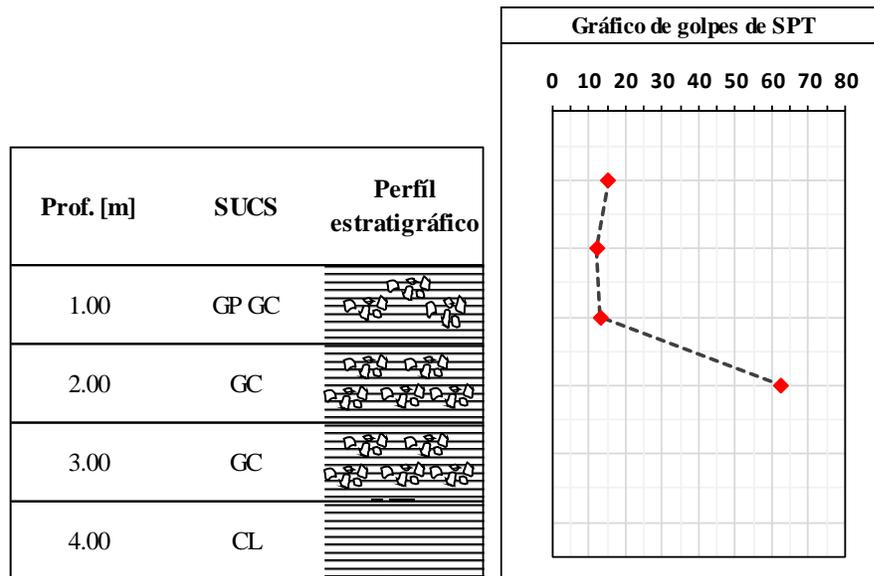
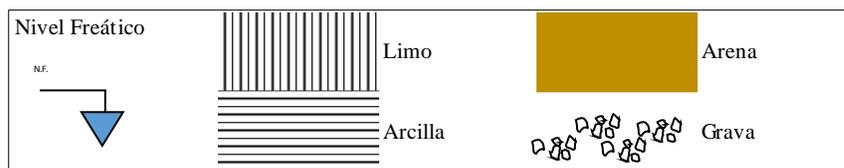


Figura 66. Leyenda



El ensayo se realizó hasta una profundidad de 4m, no se encontró nivel freático y el tipo de suelo es no cohesivo, y mediante el trabajo de laboratorio y cálculos se logró calcular una presión de hundimiento la misma que nos dio un resultado de 314.54 kPa o 3.21 Kg/cm² y también se determinó la capacidad admisible del suelo obteniendo un resultado de 104.85 kPa o 1.07 Kg/cm².

En la primera capa se tiene grava mal graduada con arcilla de color café claro del tipo “GP - GC”, con un NSPT de 17 golpes, con un contenido de humedad de 24%, y con una cohesión de 0 KN/m².

En la segunda capa se grava arcillosa de color café claro del tipo “GC”, con un NSPT de 16 golpes, con un contenido de humedad de 24%, y con una cohesión de 0 KN/m².

La tercera capa tiene grava arcillosa de color café claro del tipo “GC”, con un NSPT de 19 golpes, con un contenido de humedad de 24%, y con una cohesión de 75 KN/m².

Y finalmente en la cuarta capa se tiene arcilla media plasticidad de color café claro del tipo “CL”, siendo la capa donde se da el rechazo, con un contenido de humedad de 24%, y con una cohesión de 0 KN/m².

SPT #4

Tabla 22. Clasificación y Descripción SPT #4

Prof. [m]	Descripción del suelo	Clasificación S.U.C.S						SUCS	W (%)
		Límites de Atterberg			Granulometría				
		L.L.	L.P.	I.P.	G.	A.	F.		
0.00									
1.00	Arcilla alta plasticidad con grava	62.76%	25.14%	37.62%	0%	19%	81%	CH	35
2.00	Grava limosa de color gris	0%	0%	0%	37%	23%	40%	GM	22

Tabla 23. Resultados Sondeo #4

Prof. [m]	γ húmedo [kN/m ³]	N SPT [# golpes]	N ₆₀	c [kN/m ²]	Ø [°]
1.00	18.57	21.00	12.00	75.00	0.00
2.00	21.63	100.00	73.49	0.00	42.00

Figura 67. Perfil estratigráfico SPT 4 y Gráfico de golpes de SPT

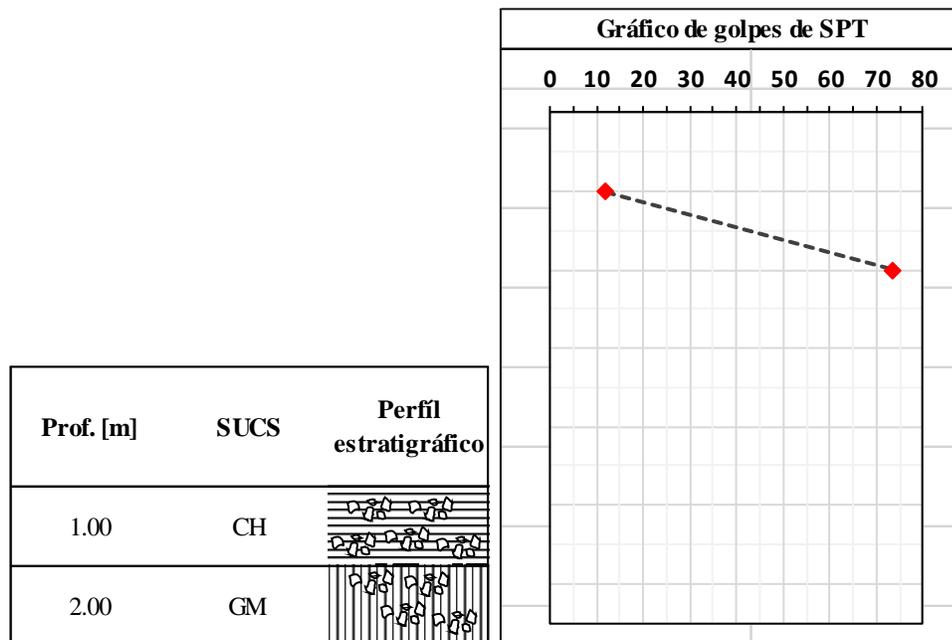
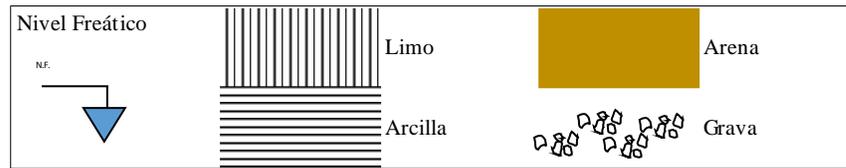


Figura 68. Leyenda



El ensayo se realizó hasta una profundidad de 4m, no se encontró nivel freático teniendo un tipo de suelo no cohesivo, y mediante el trabajo de laboratorio y cálculos se logró calcular una presión de hundimiento la misma que nos dio un resultado de 1282.17 kPa o 13.07 Kg/cm² y también se determinó la capacidad admisible del suelo obteniendo un resultado de 427.39 kPa o 4.36 Kg/cm².

En la primera capa se tiene arcilla alta plasticidad con grava del tipo “CH”, con un NSPT de 21 golpes, con un contenido de humedad de 35%, y con una cohesión de 75 KN/m².

Y finalmente en la segunda capa se tiene grava limosa de color gris del tipo “GM”, siendo la capa donde se da el rechazo, con un contenido de humedad de 22%, y con una cohesión de 0 KN/m².

SPT #5

Tabla 24. Clasificación y Descripción SPT #5

Prof. [m]	Descripción del suelo	Clasificación S.U.C.S							SUCS	W(%)
		Límites de Atterberg			Granulometría					
		L.L.	L.P.	I.P.	G.	A.	F.			
0.00										
1.00	Arena limosa con grava de color café oscuro	43.42%	28.56%	14.86%	15%	58%	27%	SM	24	
2.00	Arena limosa con grava de color café claro	50.7%	33.09%	17.91%	31%	40%	29%	SM	30	
3.00	Arena limosa con grava de color café claro	49.89%	31.3%	18.59%	25%	54%	21%	SM	30	
4.00	Grava mal graduada de color negro	0%	0%	0%	54%	43%	3%	GP	28	
5.00	Arena limosa de color negro	0%	0%	0%	3%	48%	49%	SM	24	
6.00	Arena limosa de color negro	0%	0%	0%	2%	55%	43%	SM	33	

Tabla 25. Resultados Sondeo #5

Prof. [m]	γ húmedo [kN/m^3]	N_{SPT} [# golpes]	N_{60}	c [kN/m^2]	ϕ [°]
1.00	16.45	8.00	7.22	0.00	28.00
2.00	16.45	8.00	6.18	0.00	28.00
3.00	16.79	14.00	9.73	0.00	29.00
4.00	17.13	20.00	12.79	0.00	30.00
5.00	17.66	26.00	17.54	0.00	32.00
6.00	18.10	33.00	20.90	0.00	33.00

Figura 69. Perfil estratigráfico SPT 5 y Gráfico de golpes de SPT

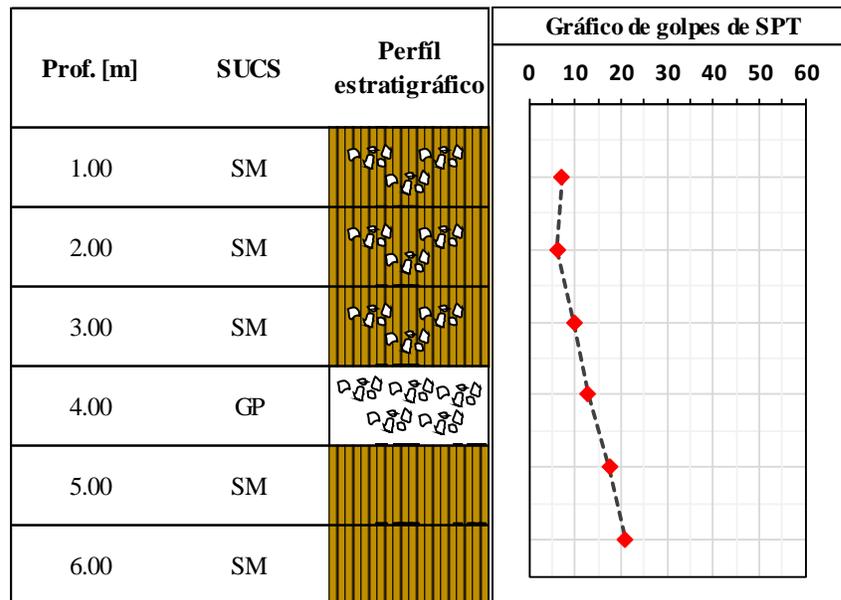
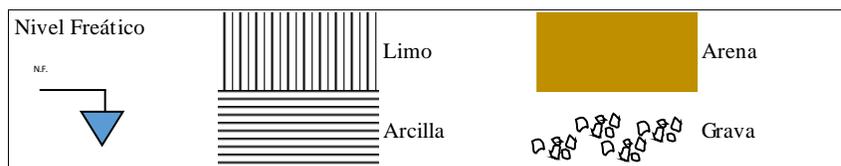


Figura 70. Leyenda



El ensayo se realizó hasta una profundidad de 6m, no se encontró el nivel freático y el tipo de suelo se determinó como no cohesivo, de igual manera mediante cálculos se determinó una presión de hundimiento la misma que nos dio un valor de 228.42 kPa o 2.33 Kg/cm² y también se determinó la capacidad admisible del suelo obteniendo un resultado de 76.14 kPa o 0.78 Kg/cm².

En la primera capa se tiene arena limosa con grava de color café oscuro “SM”, con un NSPT de 8 golpes, con un contenido de humedad de 24%, y con una cohesión de 0 KN/m².



En la segunda capa se tiene arena limosa con grava de color café claro del tipo “SM” con un NSPT de 8 golpes, con un contenido de humedad de 30%, y con una cohesión de 0 KN/m².

La tercera capa tiene arena limosa con grava de color café claro del tipo “SM”, con un NSPT de 14 golpes, con un contenido de humedad de 30%, y con una cohesión de 0 KN/m².

En cuanto a la cuarta capa se tiene grava mal graduada de color negro del tipo “GP”, con un NSPT de 20 golpes, con un contenido de humedad de 28%, y con una cohesión de 0 KN/m².

La quinta capa corresponde a arena limosa de color negro del tipo “SM”, con un NSPT de 26 golpes, con un contenido de humedad de 24%, y con una cohesión de 0 KN/m².

Y finalmente en la sexta capa se tiene arena limosa de color negro del tipo “SM”, con un NSPT de 33 golpes, con un contenido de humedad de 33%, y con una cohesión de 0 KN/m².

Finalmente, de manera general en la profundidad de 0.50 m se determina afloramiento de agua según el ensayo SPT 1 y SPT2. En el resto de ensayos SPT no se evidencia la presencia de agua en la profundidad de 6 m.

La presión de hundimiento se calculó a partir de la fórmula polinómica descrita en (Das, 1985) a partir de los parámetros obtenidos en los ensayos realizados in situ y laboratorio. En la siguiente tabla se presenta el valor de la capacidad admisible del suelo $Q_{admisible}$ considerando un factor de seguridad (FS=3) y un valor $Q_{admisible}$ de 150.00 kN/m² impuesto. Este parámetro de capacidad portante es considerado por ingeniería estructural o civil en sus modelos numéricos de cálculo. El cálculo realizado se presenta en el Anexo 4 y los resultados se presentan a continuación.

Tabla 26. Resultados obtenidos de los ensayos in situ y laboratorio

		Resultados					
		SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	Unidades
Presión del hundimiento	q_u	192.8	287.9	314.54	1282.17	228.42	kPa
Factor de Seguridad	FS			3.00			
Capacidad admisible	Q_{adm}	64.25	95.96	104.85	427.39	76.14	kPa

6.1.5.2. Ensayo de Corte Directo.

De igual manera para los ensayos de corte directo se procedió a la realizar dos calicatas. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Muestra inalterada 1

Esta muestra inalterada se la obtuvo en las coordenadas 9598485mN/696052mE, la misma que se recolectó a una profundidad de 1,50 m, litológicamente se encuentra en un depósito de arena limosa. Los resultados obtenidos se indican en la Tabla 27 y 28.

Tabla 27. Resultados del ensayo de corte directo de la Calicata 1

Nro. Ensayo	Esfuerzos (KPa)	
	X Normal	Y Cortante
1	50.03	33.603
2	100.06	46.904
3	200.12	76.658

Tabla 28. Resultados del ensayo de corte directo de la Calicata 1

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Angulo de fricción	ϕ	16.09	°
Cohesión	c	18.73	kPa

El material presente en la primera calicata un suelo tipo Arena Arcillosa con grava SC, con 34% de Grava (G), 41% Arena (A) y 26 % de Finos (F) con LL de 48.11 %, LP de 22.46 % y un IP de 25.65 %.

Figura 71. Perfil estratigráfico Calicata 1

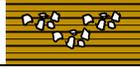
Prof. [m]	SUCS	Perfil estratigráfico
0.50	SC	
1.00	SC	
1.50	SC	

Figura 72. Leyenda



Muestra inalterada 2

La muestra inalterada se la obtuvo en las coordenadas 9598556mN/696510mE, la misma que se recolectó a una profundidad de 1,50 m, esta muestra litológicamente se encuentra en un depósito de arenas arcillosas. Los resultados obtenidos se indican en la Tabla 29 y 30.

Tabla 29. Resultados del ensayo de corte directo de la Calicata 2

Nro. Ensayo	Esfuerzos (KPa)	
	X Normal	Y Cortante
1	50.03	8.925
2	100.06	24.502
3	200.12	75.609

Tabla 30. Resultados del ensayo de corte directo de la Calicata 2

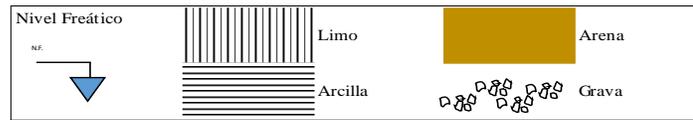
Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Angulo de fricción	ϕ	19	$^{\circ}$
Cohesión	c	0.00	kPa

En el caso de calicata 2 el tipo de material que se encontró fue con 7% (G), 41%(A) y 52%(F) con LL de 47.61 %, LP de 25.15 % y un IP de 22.46 %, se obtuvo un suelo tipo Arcilla media plasticidad arenosa, CL, además de la clasificación del suelo se realizaron ensayos de corte directo a partir de la recuperación de muestras inalteradas.

Figura 73. Perfil estratigráfico Calicata 2

Prof. [m]	SUCS	Perfil estratigráfico
0.50	SC	
1.00	SC	
1.50	SC	

Figura 74. Leyenda



La resistencia al esfuerzo cortante se determinó mediante el ensayo de corte directo, aplicando un esfuerzo normal diferente con un valor de 50.03 kPa, 100.1 kPa y 200.1 kPa, para los dos casos en análisis con la finalidad de determinar el efecto sobre la resistencia del material, al dejar desplazar un marco horizontalmente respecto al otro a una velocidad constante de deformación.

Finalmente se tomó en cuenta que para suelos tipo arenosos, siendo estos materiales friccionales, se considera que la cohesión c es igual 0 kg/cm^2 salvo el caso que se trate de arenas cementadas in situ (Braja M, 1999).

Tabla 31. Resultado de los ensayos de laboratorio.

Descripción.	Símbolo	Calicata 1	Calicata 2	Unidad
Peso específico	γ	19.26	18.18	kN/m^3
Ángulo de fricción de pico	Φ_{pico}	16.09	19.00	$^\circ$
Ángulo de fricción final	Φ_{final}	17.15	19.00	$^\circ$
Cohesión	c	18.73	0.00	kPa

6.1.6. Caracterización del tipo de hundimiento

Los suelos arcillas, especialmente los de alta plasticidad, se deforman en forma continua cuando están expuestas a cargas, en este caso la infraestructura. Considerando que en el área de estudio las principales litologías encontradas son: arenas limosas y arcillosas las mismas que muestran las características de un suelo altamente meteorizado, definidos en la sección de geología local, y un tipo de suelo poco cohesivo y no cohesivo con capacidades admisible de 0.78 kg/cm^2 a 0.98 kg/cm^2 para arenas limosas y 1.07 kg/cm^2 a 0.66 kg/cm^2 para arenas arcillosas. Siendo estas un material fino y con capacidad de retención de agua, las convierte en un elemento favorecedor de inestabilidad. En cuanto a la litología de la zona sur del área de estudio está compuesta de arenisca; en ésta, el suelo muestra meteorización muy baja, observándose que la roca presenta una fuerte compactación, con una capacidad admisible de 4.36 kg/cm^2 .

Por lo general los procesos de hundimiento se clasifican como parte de los movimientos en masa o deslizamientos, estos pueden ser de gran magnitud o relativamente pequeños. Así, finalmente, se asume que el movimiento es un hundimiento por cambio de presión de poros el cual se da porque las partículas de suelo se acomodan debido al aumento de presión de poros o la disminución de tensiones negativas (diferencia de presión de agua y aire en los poros). El área más afectada por los hundimientos es el noreste, este y oeste del área de estudio.

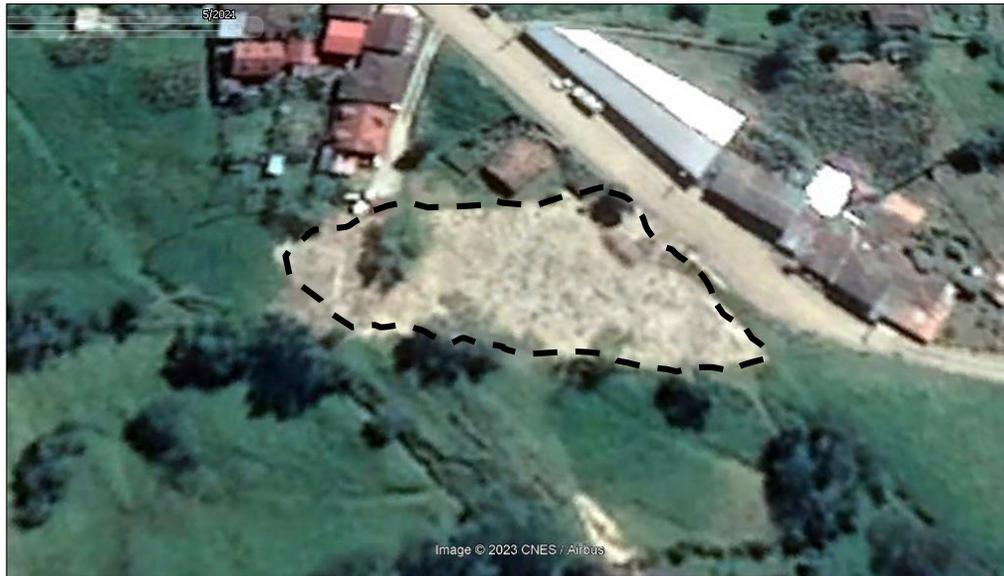
Figura 75. Ubicación de los hundimientos que afectan en la actualidad



Nota: Tomado de Google Earth

En la figura 76 se muestra uno de los hundimientos ubicado en las coordenadas X: 696422 y Y: 9598667, con una superficie total aproximada de 0.25 ha y un desnivel de 2m, existe una vivienda afectada por el mismo como se muestra en la figura 78 que actualmente se encuentra deshabitada.

Figura 76. Hundimiento #1



Nota: Tomado de Google Earth

Figura 77. Hundimiento #1



Figura 78. Vivienda afectada por el hundimiento #1



En la figura 79 se muestra un hundimiento ubicado en las coordenadas X: 696582 y Y: 9598562, con una superficie total aproximada de 0.18 ha y un desnivel de 3.6m la más alta y con 1.6m la más baja, existe una vivienda afectada por el mismo como se muestra en la figura 82 que actualmente se encuentra habitada, pero con presencia de agrietamientos.

Figura 79. Hundimiento #2



Nota: Tomado de Google Earth

Figura 80. Hundimiento #2



Figura 81. Hundimiento #2



Figura 82. Vivienda afectada por el hundimiento #2



Y en la figura 83, como un tercer hundimiento ubicado en X: 695942 y Y: 9598669 que actualmente está en proceso de relleno como se puede observar en la figura 84 con una superficie de 0.29 ha.

Figura 83. Hundimiento #3



Nota: Tomado de Google Earth

Figura 84. Hundimiento #3

6.1.6.1. Factores condicionantes.

El área de estudio según la carta geológica regional de Saraguro escala 1:50.000 se encuentra ubicada sobre una zona de depósitos coluviales, así mismo, es considerada como una zona de material de derrumbe, según de la carta geológica regional de Saraguro escala 1:100.000.

Los Factores condicionantes considerados y que afectan directamente a la zona de estudio influyendo en los hundimientos son:

- Topografía
- Pendientes
- Geomorfología
- Geología
- Uso de suelo
- Presencia y filtraciones de agua



De acuerdo a la topografía y pendientes realizadas y que presenta el área se determinó donde la zona céntrica y sureste presenta un desnivel de entre 20 y 30 m en este caso al aumentar la pendiente, generalmente se aumentan las fuerzas que tratan de desestabilizar los taludes. De igual manera los taludes de alta pendiente son muy susceptibles a la ocurrencia de estos fenómenos, ya que dicha inclinación favorece la dirección del desplazamiento y hundimiento de ciertas zonas del área, considerando estos aspectos se puede decir que estos suelos son más propensos a desplazarse.

Las condiciones geomorfológicas presentes son esenciales en el análisis de la ocurrencia de deslizamientos y hundimientos, debido a que la geomorfología refleja los procesos que están actuando sobre un área en específico, así como su relación con la litología. En este caso, zonas afectadas por procesos denudativos que tienen una morfología con escarpes poco empinados y también afectada por procesos deposicionales con una morfología suave u ondulada.

La geología de acuerdo al levantamiento realizado en el área de estudio es uno de los factores condicionantes más importantes a considerar ya que en su mayoría al ser suelos sedimentarios compuestos por arenas, limos y arcillas poco compactadas y con un contenido de humedad de medio a alto es mucho más propenso su desplazamiento o hundimiento, teniendo en cuenta que los suelos que contienen arcillas y limos, especialmente aquellas de alta plasticidad, se deforman o pueden fallar eventualmente en forma continua cuando están sujetas a un carga.

En cuanto al uso de suelo, ya que las actividades humanas tienen una gran influencia sobre el comportamiento y especialmente, sobre la activación de los deslizamientos y hundimientos, las prácticas de agricultura y ganadería, la construcción de carreteras e infraestructuras, son factores determinantes en la ocurrencia de estos fenómenos, entonces considerando el mapa de uso de suelo realizado en el presente proyecto de titulación, en el área de estudio al ser destinado en su mayoría a pastizales-ganadería y agricultura el suelo es constantemente expuesto a cambios, sistemas de riego y sobrecarga constantes, que afectan directamente considerando la litología del área, por otro lado, los asentamientos de infraestructura ubicadas principalmente en la zona noreste y pocos asentamientos al oeste, sin ninguna planificación o estudios previos provocan una sobrecarga al terreno que de cierta manera no es apto para soportar cargas estructurales.



Y finalmente el factor de mayor importancia a considerar es el agua que juega un papel muy importante, ya que en la mayoría de los procesos reducen la resistencia del suelo, y puede actuar como un elemento condicionante debido al aumento de peso. Los sedimentos tienen porosidades altas y cuando los vacíos se llenan de agua provocan que las rocas recepten agua en su estructura causando que el peso aumente considerablemente, de igual manera el agua al fluir a través de los poros, disminuyendo la resistencia y haciendo más fácil el colapso. Además, existe gran cantidad de agua que drena desde las partes altas de la comunidad provocando hundimientos y deslizamientos misma que recorre por la quebrada que atraviesa la comunidad, información evidenciada en campo y obtenida como resultado en el SPT1 y SPT2 donde se encontró el nivel freático a una profundidad de 0.50 m.

6.1.6.2. Factor desencadenante.

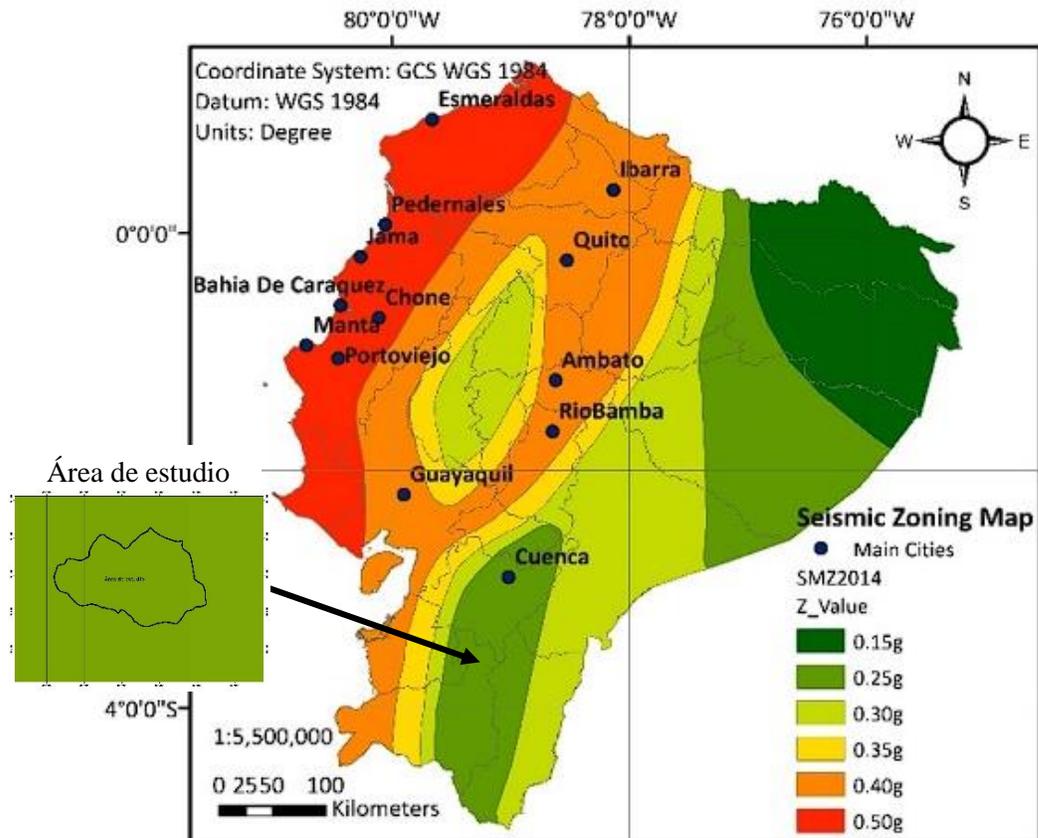
Los movimientos sísmicos a su vez, pueden activar los deslizamientos y hundimientos. En el caso de un sismo, disminución de la resistencia por aumento de la presión de poros y la deformación, asociados con la onda sísmica, por lo que se lo considero como el principal factor desencadenante de los hundimientos, para lo cual se debe tomar en cuenta la zonificación sísmica y factor de zona Z, que de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS, 2015a), la población del cantón Loja, parroquia Saraguro se encuentra en una zona sísmica de caracterización ALTA cuyo valor es igual a $Z=0.25g$

Tabla 32. 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 de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Nota: Tomado de NEC-SE-DS, 2015^a

Figura 85. Mapa de Sismicidad



Nota: Tomado de NEC-SE-DS, 2015^a

6.1.7. Mapa de microzonificación geotécnica

A continuación, se resume la microzonificación por las características físicas y mecánicas tal y como fue planteado en la metodología considerando el tipo de suelo según la clasificación SUCS y la capacidad admisible del suelo. Ver tabla 33.

Tabla 33. Propiedades físico-mecánicas de los suelos ensayados con su respectiva ubicación

Spt/Calicata	Coordenadas			Ubicación	S.U.C.S.	Angulo de fricción (°)	Cohesión (kN/m ²)	Capacidad Admisible (kPa)
	X	Y	Z					
Spt 1	696012	9598490	2495	Sur	CL SC	0	18.75	64.25
Spt 2	696244	9598541	2469	Centro	SM GC	29	0	95.96
Spt 3	696313	9598666	2458	Noroeste	GP GC	30	0	104.85
Spt 4	696502	9598382	2485	Sureste	CH GM	0	75	427.39
Spt 5	696482	9598574	2453	Noreste	SM	28	0	76.14
Calicata 1	696052	9598485	2495	Sur	SC	16.09	18.73	-----
Calicata 2	696510	9598556	2452	Noreste	CL	19	0	-----



6.1.7.1. Microzonificación por características físicas de los suelos.

Se realizó una microzonificación por la propiedad física más representativa que es el tipo de suelo que se lo realizó por el método de S.U.C.S., para lo cual se tomó en cuenta los resultados de los ensayos realizados en la exploración geotécnica. Tomando esto en consideración, el área de estudio se han determinado cinco zonas distribuidas de la siguiente manera:

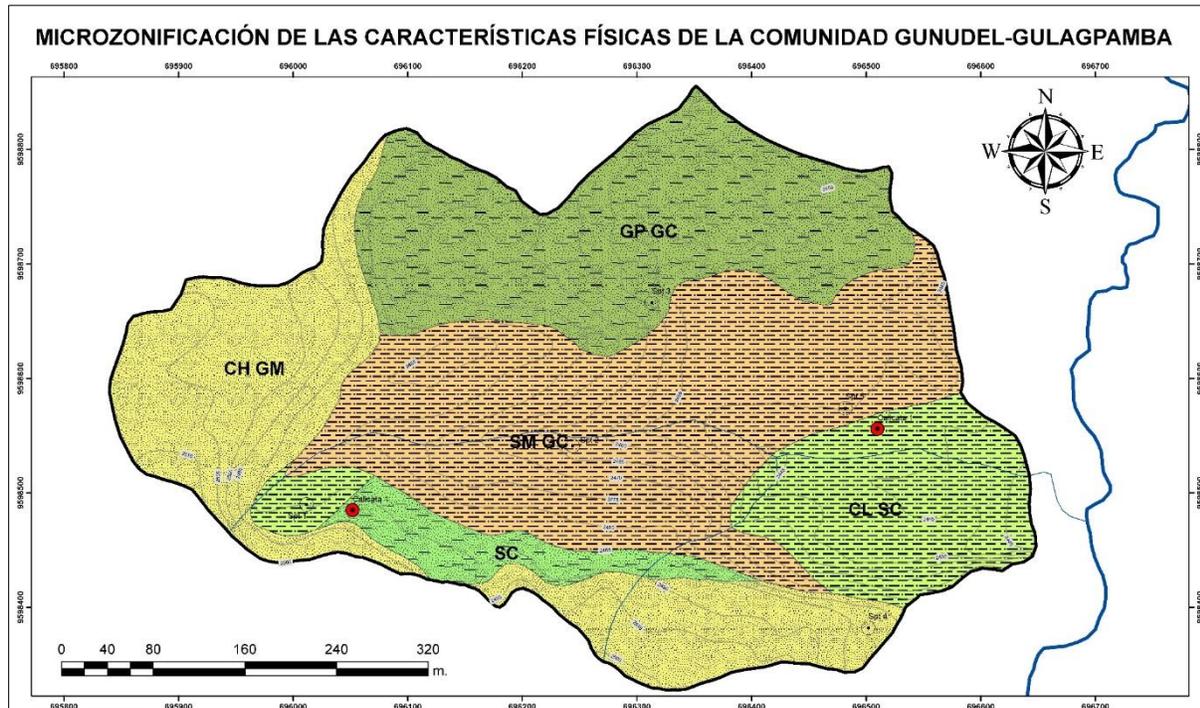
- **Zona SM GC** (2 SPT's y 7 calicatas geológica) la misma que representa un material tipo arena limosa con grava de color café claro y grava arcillosa de color café claro, siendo la zona más extensa del área de estudio.
- **Zona CL SC** (1 SPT's, 1 calicata geotécnica y 2 calicatas geológicas), ésta representa un material tipo arena arcillosa de color café oscuro y arena arcillosa con grava de color café.
- **Zona CH GM** (1 SPT's y 2 calicatas geológicas) con un material de tipo arcilla alta plasticidad con grava y grava limosa de color gris.
- **Zona GP - GC** (1 SPT's y 1 calicata geológica) de material tipo grava mal graduada con arcilla de color café claro.
- **Zona SC** (1 calicata geotécnica) con un material de arena arcillosa con grava. Ver Tabla 35.

Tabla 34. Microzonificación por características físicas de los suelos

Zonas	S.U.C.S	Descripción
Zona I	SM - GC	arena limosa con grava de color café claro y grava arcillosa de color café claro
Zona II	CL - SC	arena arcillosa de color café oscuro y arena arcillosa con grava de color café
Zona III	CH - GM	arcilla alta plasticidad con grava y grava limosa de color gris
Zona IV	GP - GC	grava mal graduada con arcilla de color café claro
Zona V	SC	arena arcillosa con grava

A continuación, se presenta la microzonificación geotécnica por características físicas de los suelos. (Ver Anexo 7.13)

Figura 86. Microzonificación de las características físicas del Área de Estudio



6.1.7.2. Microzonificación por características mecánicas de los suelos.

Finalmente, de acuerdo a la correlación de la geología local y ensayos de campo y laboratorio en función de sus propiedades físico mecánicas de los suelos, se logró la delimitación de cinco zonas, para lo cual se consideró los valores estándares de presiones admisibles recomendadas en arenas, rocas y arcillas determinados en la tabla 35, 36 y 37 para la microzonificación de suelos en base al número de golpes del ensayo de penetración estándar y su capacidad portante del terreno.

Tabla 35. Capacidades de carga admisibles recomendables en arcillas

Descripción de la arcilla	N	Qadm (kg/cm ²)
Muy Blanda	Menos de 2	Menos de 0,30
Blanda	2 a 4	0,30 a 0,60
Mediana	4 a 8	0,60 a 1,20
Compacta	8 a 15	1,20 a 2,40
Muy Compacta	15 a 30	2,40 a 4,80
Dura	Más de 30	Más de 4,80

Nota: Tomado de Crespo Villalaz, (2004)

Tabla 36. Capacidad de carga admisible en suelo granulares

Capacidad de carga admisible de suelos granulares	
Suelos Granulares	Qadm (kg/cm ²)
Grava o grava y arena compactadas	Más de 0,40
Grava o grava y arena de densidad media	0,30
Grava o grava y arena suelta	0,20
Arena densa	0,20 a 0,30
Arena media	0,15 a 0,30
Arena suelta	0,7 a 0,15

Nota: Tomado de Crespo Villalaz, (2004)

Tabla 37. Capacidades de carga admisible en las rocas

Capacidad de carga admisible de las rocas	
	Qadm (kg/cm ²)
Roca suave	8
Roca medianamente dura	40
Roca dura y sana	60
Roca Sedimentaria	Qadm (kg/cm²)
Lutita y pizarra	8 a 10
Caliza	10 a 20

Nota: Tomado de Crespo Villalaz, (2004)

A continuación, se presenta los valores de la capacidad admisible del suelo para los cuales se consideró un factor de seguridad (FS=3) y un valor Qadmisible de 150.00 kN/m² impuesto.

Tabla 38. Resultados obtenidos de la Capacidad Admisible

		SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	Unidades
Presión de hundimiento	q_u	192.8	287.9	314.54	1282.17	228.42	kPa
Factor de seguridad	FS				3.00		
Capacidad admisible	Q_{adm}	64.25	95.96	104.85	427.39	76.14	kPa

La microzonificación por características mecánicas se realizó por su capacidad admisible, delimitadas y distribuidas de la siguiente manera:

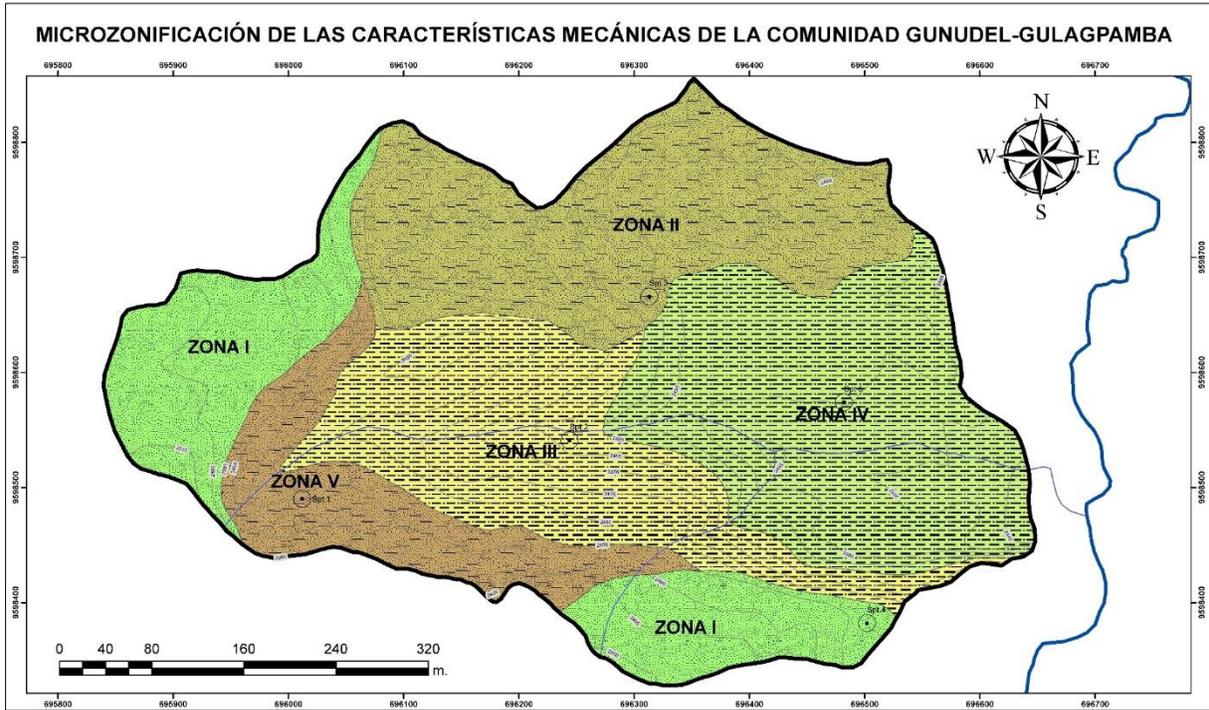
- **Zona I** (q_{adm} de 427.39 KPa o 4.36 kg/cm²).
- **Zona II** (q_{adm} de 104.85 KPa o 1.07 kg/cm²).
- **Zona III** (q_{adm} de 95.96 KPa o 0.98 kg/cm²).
- **Zona IV** (q_{adm} de 76.14 KPa o 0.78 kg/cm²).
- **Zona V** (q_{adm} de 64.25 KPa o 0.66 kg/cm²).

Tabla 39. Microzonificación por características mecánicas de los suelos

Zonas	Capacidad Admisible	Valores
Zona I	Q_{adm}	4.36 kg/cm ²
Zona II	Q_{adm}	1.07 kg/cm ²
Zona III	Q_{adm}	0.98 kg/cm ²
Zona IV	Q_{adm}	0.78 kg/cm ²
Zona V	Q_{adm}	0.66 kg/cm ²

A continuación, se presenta la microzonificación geotécnica por características mecánicas de los suelos. (Ver Anexo 7.13)

Figura 87. Microzonificación de las características mecánicas del Área de Estudio





7. Discusión

Según El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Intercultural Del Cantón Saraguro, desde el año 2000 al 2019, registró 240 ocurrencias de desastres, que afectaron a 6.641 personas y causaron una pérdida de 832 hectáreas de cultivos y vegetación nativa, dicha información sirve como punto de partida y de referencia sobre la afectación que generan estos fenómenos a la comunidad. Para ello se realizó el presente trabajo de investigación con el fin de conocer los principales condicionantes de los hundimientos mediante la evaluación de las propiedades físico – mecánicas de los suelos en las comunidades Gunudel - Gulagpamba de la Parroquia Saraguro, Cantón Saraguro y Provincia de Loja, para identificar el estado actual del suelo, y así plantear mapas de microzonificación geotécnica en base a las propiedades físico – mecánicas del suelo para establecer zonas de riesgo y evitar una mala planificación de los asentamientos de la población.

Como un punto inicial en el desarrollo de la presente investigación fue el levantamiento topográfico, que fue realizado a una escala más detallada, para un mejor enfoque de estudio en el área en específico, determinando la infraestructura y red hídrica que presenta la comunidad actualmente. En cuanto a las pendientes en la zona de estudio obtenidas mediante la metodología planteada por Demek (1972) obteniendo una clasificación en el área que posee coherencia al referenciar con las pendientes planteadas en el PDOT del cantón Saraguro.

Según el PDOT la geomorfología del cantón Saraguro que abarca la comunidad Gunudel-Gulagpamba está determinada como vertientes irregulares y como colinas medianas ambas con una pendiente que va de 4 a 15 %, y correlacionando con la geomorfología levantada a detalle, el área de estudio presenta similitud en cuanto a pendiente de unidades morfológicas, la clasificación usada varía debido a la metodología aplicada que en este caso para mayor detalle se usó la planteada por Clirsen (2012). De igual manera el uso de suelo fue realizado mediante fotointerpretación y corroboración en campo, empleando el método planteado por el MAE-MAGAP (2015), con la cual se distribuye en tres clases de acuerdo a la clasificación de nivel 1: tierra agropecuaria, vegetación arbustiva y herbácea y zonas antrópicas y la clasificación de nivel 2 para el área de estudio se distribuye 4 clases: cultivos anuales, vegetación arbustiva-herbácea, zonas para pastizal-agropecuaria y finalmente la infraestructura-área poblada.



La geología a detalle levantada en la comunidad Gunudel-Gulagpamba constituye a depósitos coluviales conformados por areniscas, arenas arcillosas y limosas, generando que el terreno sea más inestable, produciendo deslizamientos y hundimientos, lo cual produce daños tanto en infraestructura como en cultivos, generando pérdidas económicas a los habitantes, lo cual contrasta con la información obtenida de la carta geológico regional de Saraguro a escala 1:50000 pero misma información que no posee el PDOT del cantón y solo determina que el cantón Saraguro en cuanto a geología regional se encuentra sobre volcánicos saraguro y que el grupo Saraguro descansa disconformemente sobre o fallado contra los basaltos oceánicos deformados de la Unidad Pallatanga.

Según Jorge Sarango (2016) en su estudio realizado en la misma comunidad, el cual abarca un área mayor y se enfoca en los deslizamientos de mayor escala, existe cierta similitud en cuanto a las zonas de susceptibilidad, sin embargo, el año de realización de dicho estudio presenta variación, ya que años posterior(2018-2019) a este estudio se produjeron procesos de hundimiento en las áreas estudiadas actualmente en este trabajo de investigación, mismo que se ha trabajado a detalle en estas zonas en específico. Siendo así, para identificar los condicionantes que producen hundimientos en la zona de interés se han considerado necesario los aspectos topográficos ya que, al aumentar la pendiente, generalmente se aumentan las fuerzas que tratan de desestabilizar el talud, hidrológicos debido a la presencia o ausencia de agua y temperatura, definen las condiciones para los procesos de meteorización física y química, geológicos ya que cada litología o formación geológica posee un determinado patrón de comportamiento, y geotécnicos que nos da una caracterización del estado actual del suelo en cuanto a sus características físicas y mecánicas según Jaime Suarez(2009). Es importante mencionar que la zona de estudio está expuesta a hundimientos, una de las razones principales es la presencia de rocas de baja cohesión afectadas por la acción antrópica principalmente por la sobrecarga del terreno, erosión, infiltración y escorrentía, y de igual manera en muchos sitios no se realizan valoraciones de calidad y resistencia de los materiales sobre los que se ubican asentamientos y estructuras, de la misma manera se sigue realizando actividades agrícolas y ganaderas, alterando la topografía del terreno lo cual aporta a la inestabilidad del terreno, al ser una zona constantemente intervenida por el hombre aporta al aumento de la velocidad en que se dan estos fenómenos, es importante recalcar que en las comunidades Gunudel –



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Gulagpamba se realizan actividades sin una adecuada planificación, lo cual vuelve vulnerable al terreno.

Finalmente, mediante los resultados obtenidos se realizó un análisis de acuerdo a la litología existente en el sector y de acuerdo a la exploración geotécnica (SPT, y corte directo), con lo cual se determinó que el área de estudio actualmente no es apta para colocar cargas estructurales tomando como referencia los valores estándares de capacidad admisible para arenas y arcillas establecidos por Crespo Villalaz (2004) en el libro de Mecánica de Suelos y Cimentaciones, que de igual manera correlacionando mediante la norma NEC-SE-GC del Ecuador de Geotécnica y cimentaciones, la misma que establece que se deberá verificar la capacidad portante última calculada de cimentaciones profundas por medio de pruebas de carga debidamente ejecutadas de acuerdo con ASTM D 1143, donde establece una capacidad admisible mínima de 1.5 Kg/cm^2 .



8. Conclusiones

- La topografía del área de estudio comprende altitudes que van desde los 2435 m.s.n.m a 2514 m.s.n.m., abarca una superficie de 27 ha. Las pendientes predominantes pertenecen a la clase de Pendiente Baja 49.90% % ubicándose en la mayor parte de la zona central, y la clase con menor proporción es finalmente tenemos Pendiente Muy Alta que abarca 0,04 Ha con un 0,16 %. Asi mismo complementando con la geomorfología, se determinó que la unidad geomorfológica predominante Coluvión antiguo, con 8.03 ha presenta pendientes de 24 a 40 % de inclinacion y la de menor inclinacion que poseen una pendiente de 2 a 5% son las superficies poco disectada con 7,14 ha del área total de estudio.
- Regionalmente el área se encuentra ubicado sobre un Depósito Coluvial compuesta por bloques angulosos a subredondeados, gravas, arenas y limos, sin estructuras geológicas dentro de la zona de estudio. Localmente la geología corresponde a areniscas, y en su mayoría se han depositado materiales tipo coluvio-aluviales producto de la meteorización, erosión y transporte de materiales originando depósitos de suelos areno-limosos y areno-arcillosos con presencia de fragmentos de roca tipo areniscas.
- Se realizaron cinco ensayos de penetración estándar (SPT) con recuperación de muestras que permitieron clasificar y determinar el tipo de suelo mediante la clasificación SUCS, lo cual determino que los suelos están caracterizados principalmente por arenas limosas de baja plasticidad, arenas arcillosas con alta plasticidad y areniscas, mismos que de acuerdo a la capacidad portante por cada SPT realizado en cada unidad litoestratigráfica y correlacionando a los valores estándares establecidos donde menciona un mínimo de 1.5 Kg/cm² de capacidad admisible apta para cimentaciones, el área del proyecto "Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba" en la actualidad no es apta para colocar cargas estructurales.
- En el ensayo de corte directo, se analizó 2 muestras las cuales fueron tomadas considerando el nivel de afectación, con las muestras obtenidos se determinó ángulo de fricción y cohesión obteniendo los siguientes datos: en la primera muestra, tienen un ángulo de fricción de 16.09° y una cohesión de 0.191 Kg/cm², la segunda muestra tiene un ángulo de fricción de 19° y la cohesión de 0 Kg/cm², por ende, la cohesión en las dos muestras es



cercano a cero considerando que los suelos son arenas-limosas y arenas-arcillosas, de tipo arenosos o arenas poco consolidadas.

- El tipo de hundimientos caracterizado es de cambio de presión de poros mismo que se produce cuando las partículas de suelo se acomodan debido al aumento de presión de poros, siendo típico de suelos arcillosos-limosos o con presencia de estos. Igualmente, los factores condicionantes considerados son: la topografía, pendientes, geomorfología, geología, uso de suelo y la presencia y filtraciones de agua

- Con los datos y la evaluación de los mismos se ha permitido definir para las características físicas cinco zonas geotecnicas distribuidas de la siguiente manera:

Zona SM GC constituida por un material tipo arena limosa con grava y grava arcillosa.

Zona CL SC representa un material tipo arena arcillosa y arena arcillosa con grava.

Zona CH GM con un material de tipo arcilla alta plasticidad con grava y grava limosa.

Zona GP - GC posee un material tipo grava mal graduada con arcilla.

Zona SC con un material de arena arcillosa con grava.

- Se define cinco zonas para las características mecánicas de la siguiente manera:

Zona I con una capacidad admisible de 4.36 kg/cm^2 . La más alta

Zona II con una capacidad admisible de 1.07 kg/cm^2 .

Zona III con una capacidad admisible de 0.98 kg/cm^2 , con presencias de infraestructura

Zona IV con una capacidad admisible de 0.78 kg/cm^2 , con presencias de infraestructura.

Zona V con una capacidad admisible de 0.66 kg/cm^2 . la más baja.



9. Recomendaciones

- Debido a la susceptibilidad de los materiales de la zona a procesos erosivos, saturación y principalmente a cambios de humedad en la zona centro de la comunidad, se recomienda realizar acciones complementarias como obras de drenaje superficial, para impedir la acumulación de las aguas provenientes de escorrentías superficiales.
- Con el objetivo de obtener mayor información y verificar los límites de las zonas trazadas, es recomendable incrementar el muestreo geotécnico aumentando el número de ensayos y la profundidad de la exploración geotécnica con el objetivo de obtener la variación de las propiedades de los suelos.
- Para determinar la velocidad y la profundidad del hundimiento se recomienda hacer un monitoreo constante del mismo y el implemento métodos directos e indirectos del suelo como los métodos de prospección geofísica resultan muy exactos a la hora de determinar profundidades de los estratos.
- Tomando en cuenta la clasificación y sus características físicas y mecánicas de los suelos en la comunidad Gunudel-Gulagpamba, se recomienda considerar La Zona I, III, IV y V poco aptas para la expansión urbana por su bajo nivel de carga admisible, a excepción de la Zona II que es la de mayor capacidad admisible, sin embargo, al considerarse toda el área como zona de hundimiento tampoco es recomendable la sobresaturación de peso en el suelo.
- La información y los resultados obtenidos podrían servir como base para futuros estudios de investigación, ordenamiento territorial y planificación del uso del suelo, lo cual permitirá determinar zonas de interés para el desarrollo de la comunidad.



10. Bibliografía

- Arellano, J., de la Llata, R., Carreón, M., Morales, W., y Villareal Juan. (2002). *Ejercicios de Geología Estructural* (1.a ed.). Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.dict.unam.mx/>
- ASTM-D-421. (2007). *Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants.*
- ASTM-D-422. (2007a). *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.*
- ASTM-D-422. (2007b). *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.*
- ASTM-D1586. (1999a). *Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT)*
- ASTM-D1586. (1999b). *Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT)*
- ASTM-D-2487. (2006a). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*
- ASTM-D-2487. (2006b). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*
- ASTM-D-4318. (2000a). *Standard test methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*
- ASTM-D-4318. (2000b). *Standard test methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*
- ASTM D-2487. (2011). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).* ASTM International, 1–12. <https://doi.org/10.1520/D2487-11>
- Badillo J., Rodriguez R. (2005). *Mecánica de Suelos.* Limusa, S.A
- Blyth, F. G. ., y de Freitas, M. H. (2000). *Geología para Ingenieros* (J. López, Trad.) (7.a ed.). Compañía Editorial Continental.
- Braja M, Das. (2011). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.* Séptima edición. ISBN: 987-607-481-823-9.



- Cañas, J. S. (2007). *Análisis De Tamaño De Partículas Por Tamizado En Agregado Fino Y Grueso Y Determinación De Material Más Fino Que El Tamiz No. 200 (75 Um) En Agregado Mineral Por Lavado*. Universidad Centroamericana, El Salvador. Obtenido de <https://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/GRANULOMETRIA.pdf>
- Carmona, July. (2014). *Estudio de resultados ensayo de Penetración Estándar (Spt) para el Factor De Corrección (Cn) y el Ángulo de Fricción (ϕ) del Suelo usando diferentes tipos de correlaciones*. Universidad Católica de Colombia. Bogotá
- Carvajal Perico, J. H. (Ed.). (2012). *Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia*. Libros del Servicio Geológico Colombiano. Recuperado a partir de <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/52>
- Córdova, Y. y Montalvan, C. (2017). *Zonificación geotécnica del barrio centro del distrito de picota, provincia picota - región san Martín* [Tesis para el título profesional de ingeniero civil, universidad nacional de san martín-tarapoto]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2724>
- Crespo C. V. (2004). "Mecánica de Suelos y Cimentaciones". México. Limusa.
- Das, B. (1985). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. In Brooks/Cole Publishing (Cole Publi). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Delgado, J., Padilla, F., Barrientos, V., y Universidad Da Coruña. (2010). *Prácticas de GEOLOGÍA. Mapas Geológicos y Problemas*
- Demek, J. (1972). *Manual of detailed geomorphological mapping*. Praga: Academia, Publishing House of the Czechoslovak Academy of Science
- Duque, Gonzalo. (2016). *Manual de Geología para Ingenieros*. Universidad Nacional de Colombia. Manizales.
- Duque Pablo. (2000). *Breve Léxico Estratigráfico del Ecuador*. Quito: UCP PRODEMİNCA.



- Esri. (s.f.). ArcGIS Resources. <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Echeveste, H. (2018). *Manual de levantamiento geológico*. Una introducción a la geología de campo (1.a ed.). Editorial de la Universidad de La Plata.
- Forero Dueñas, Carlos Antonio. (1994). En: *Conceptos y Metodología Básica de Zonificación Geotécnica*. V Congreso Colombiano de Geotecnia. Medellín. <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Septiembre-Octubre2005/CD-2/pdf/spa/doc5090/doc5090-contenido.pdf>
- GADMIS. (2016). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Saraguro*. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Saraguro.
- García, Manuel. (2012). *Geología estructural. Esfuerzos y deformaciones de las rocas. Deformación dúctil: los pliegues y sus tipos. Mecanismos de plegamiento. Deformaciones frágiles: diaclasas y fallas. Características y tipos. Asociaciones de pliegues y fallas*. National Distance Education University. ISBN: 978-84-92767-65-6
- Geósfera. (14 de octubre de 2018). *Minerales, Definición, Clasificación y Propiedades*. Obtenido de: <https://proyectogeosfera.es/minerales-definicion-clasificacion-propiedades/>
- Gómez, J. H. (2012). *Utilización de Técnicas de Sondeos en estudios Geotécnicos*. E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid, Madrid. Obtenido de https://oa.upm.es/10517/1/20120316_Utilizacion-tecnicas-sondeos-geotecnicos.pdf
- González de Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., y Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. Pearson Educación.
- Gonzales de Vallejo, *et al.* (2004). *Ingeniería geológica*. Pearson Education, S. A. ISBN: 84-205-3104-9. Madrid
- Guamán, G. (2012). *Aplicación de SIG para el Manejo de Riesgos Naturales en el Área Urbano de la ciudad de Loja*. Tesis de maestría. Universidad San Francisco de Quito.
- Gutiérrez, Mateo. (2008). *Geomorfología*. Pearson Education, S. A. ISBN: 978-84-8322-389-5. Madrid.



- Graterol, R. (2011). *Pasos a seguir en la Investigación de Campo Importancia de la recolección de datos.* Universidad de Los Andes.
<https://jofilop.files.wordpress.com/2011/03/metodos-de-investigacion.pdf>
- Gruista. (9 de julio de 2019). Cranes and Machinery. Obtenido de
<https://www.gruasyaparejos.com/topografia/estacion-total-topografia/>
- INIGEMM. (2016). *Estandarización de abreviación, simbolización y formato de base de datos para cartografiado geológico.* Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico base de datos para cartografiado geológico.
- Kennerley J. B. (1974). *Geología de la Provincia de Loja en la República Del Ecuador.* Quito: D.G.G.M.
- Lopera, J., Ramírez, C., Zuluaga, M., & Ortiz, J. (2010). *El Método Analítico.* *Nómadas Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, 1.
<https://www.redalyc.org/pdf/181/18112179017.pdf>
- MAE-MAGAP. (2015). *Protocolo Metodológico para la Elaboración del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental 2013-2014, escala 1:100.000.* Obtenido de
https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/USO%20DE%20LA%20TIERRA/01-METODOLOGIA_MAPA_COBERTURA_USO.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Modelo de Unidades Geomorfológicas para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador continental.* Quito: MAE. Obtenido de
<http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Geoformas.pdf>
- Masabanda, M; Morales, B & Bonifaz, H. (2018). *Geotecnia para Ingeniería Civil.* Primera edición. ISBN: 978-9942-765-29-1. Sangolquí.
- Meza, P. L. (9 de 4 de 2012). *Calicata. Perfil del suelo. Agricultura.* Obtenido de
<https://www.engormix.com/agricultura/articulos/perfil-de-suelo-t29352.htm>



- Monroe, J; Wicander, R & Pozo, M. (2008). *Geología. Dinámica y Evolución de la Tierra*. Traducciones Vox Populli, S. L. ISBN: 978-84-9732-459-5. Madrid
- NEC-SE-DS. (2015a). *Cargas sísmicas Diseño Sismoresistente*
- NEC-SE-DS. (2015b). *Cargas sísmicas Diseño Sismoresistente*
- Olivera C., Carvajal A., Banegas G. y Gonzales J., (2005). *Mecánica de suelos 1*, La Resistencia Al Corte De Suelos. WordPress. <https://mecanicadesuelos1unitec.wordpress.com/>
- Paladines Paladines, A. y Soto Luzuriaga, J. (2010). *Geología y yacimientos minerales del Ecuador. Loja, Ecuador*: Universidad Técnica Particular de Loja – UTPL
- Plaza, Óscar. (2008). *Geología Aplicada a La Ingeniería*. Primera edición. Universidad Politécnica de Madrid.
- Portal de arquitectura Arqhys.com. Equipo de redacción profesional. (2012, 12). *Calicatas*. Escrito por: Arqhys Construcción. Obtenido en fecha 01, 2022, desde el sitio web: <https://www.arqhys.com/construccion/calicatas.html>.
- PUIG, J. (2005). *Geología Aplicada a la ingeniería civil y fotointerpretación*. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Río Santana, O., Gómez Córdova, F. d., López Carrillo, N. V., Saenz Esqueda, J. A., & Espinoza Fraire, A. T. (2020). *Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Arquitectura e Ingeniería*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1939/193963490001/193963490001.pdf>
- Romero, d. M., & Goyeneche, L. A. (2014). *Estado Del Arte Del Uso Del Ensayo Spt-T Y Las Correlaciones Obtenidas Para Los Parámetros Del Modelo Mohr-Coulomb*. (Título de Ingeniero Civil). Universidad Católica De Colombia, Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1600/1/Uso_ensayo%20SPT-T_correlaciones_par%C3%A1metros_modelo_Mohr-Coulomb.pdf
- Saraguro, M. d. (2015). *Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Saraguro*. Loja.
- Saraguro. (2014-2019). *Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Saraguro*. Loja.



Servicio Geológico de Colombia. (2016). *Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa*. ISBN: 978-958-99528-5-6. Bogotá.

Suárez, Jaime. (2009). *Deslizamientos*. Volumen 1. Colombia

Tarback, Eduard & Lutgens, Frederick. (2005). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física*. Octava edición. ISBN: 978-84-832-2690-2. Pearson Education, S. A, Madrid.

Valdez, K. M. (2016). *Levantamiento geológico-estructural de la zona sur de la parroquia Saraguro, del cantón Saraguro provincia de Loja escala 1:50000*. (Título de Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial). Universidad Nacional De Loja, Loja.

Yanez, D. (2019). Método descriptivo: características, etapas y ejemplos.
<https://www.lifeder.com/metodo-descriptivo/>

3D Natives. (2022). Qué es AutoCAD y cuáles son sus características principales.
<https://www.3dnatives.com/es/autocad-cuales-caracteristicas-del-software-020420202/#!>

11. Anexos

Anexo 1. Descripción de afloramientos mediante fichas de campo

Ficha de Afloramiento			
Nombre del Proyecto	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja		
N° de Afloramiento	1		
Fecha		Datum	
Coordenadas	X	Y	Z
	696283	9598794	2461
Tipo de Afloramiento	Antrópico		
Unidad	Depósitos Coluviales		
Dimensiones	Longitud		12 m.
	Altura		5,5 m.
Medidas Estructurales	AZ	DB	BZ
Descripción del Material			
Material	Arena Arcillosa		
Color	Gris y café oscuro		
Alteración	Meteorización media		
Observaciones	Poco consolidada		
Descripción	Afloramiento #1 ubicado al norte del área de estudio, posee una altura de 5,5 m con una cobertura vegetal de 0,2 m y con un largo de 12 m aproximadamente, posee una sola capa de material misma que esta compuesta por arena arcillosa con coloración gris y café oscura, posee una meteorización media y esta poco consolidada, el nivel de agua que posee es muy bajo, cubierta por matorrales, pasto y materia orgánica.		

Fotografías



Ficha de Afloramiento				
Nombre del Proyecto	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja			Fotografías 
N° de Afloramiento	2			
Fecha	Datum			
Coordenadas	X	Y	Z	
	696067	9598801	2486	
Tipo de Afloramiento	Antrópico			
Unidad	Depósitos Coluviales			
Dimensiones	Longitud		9 m.	
	Altura		4 m.	
Medidas Estructurales	AZ	DB	BZ	
Descripcion del Material				
Material	Arenisca			
Color	Amarillo Grisáceo			
Alteración	Meteorizacion media			
Observaciones	Fragmentos de material de centimétricas a métricas			
Descripción	Afloramiento #2 ubicado al noroeste del area de estudio, posee una altura de 4 m con una cobertura vegetal de 0,5 m y con un largo de 9 m aproximadamente, posee una sola capa de material sedimentaro misma que esta compuesta por arenisca con una coloracion amarila girsácea con una matriz arcillosa, posee una meteorizacion media y esta altamente consolidada, el nivel de agua que posee es muy bajo, cubierta por matorrales, pasto y materia orgánica.			

Ficha de Afloramiento				
Nombre del Proyecto	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja			<p style="text-align: center;">Fotografías</p> 
N° de Afloramiento	3			
Fecha	Datum			
Coordenadas	X	Y	Z	
	696038	9598676	2501	
Tipo de Afloramiento	Antrópico			
Unidad	Depósitos Coluviales			
Dimensiones	Longitud		9,3 m.	
	Altura		4,3 m.	
Medidas Estructurales	AZ	DB	BZ	
Descripcion del Material				
Material	Arenisca			
Color	Amarillo Grisáceo			
Alteración	Meteorizacion baja			
Observaciones	Fragmentos de material de centimétricas a métricas con cobertura de MO			
Descripción	Afloramiento #3 ubicado al oeste del area de estudio, posee una altura de 4,3 m con una cobertura vegetal de 0,4 m y con un largo de 9,3 m aproximadamente, posee una sola capa de material sedimentaro misma que esta compuesta por arenisca con una coloracion amarila girsácea, posee una meteorizacion baja y esta altamente consolidada, cubierta por pasto y materia orgánica.			

Ficha de Afloramiento				
Nombre del Proyecto	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja			<p style="text-align: center;">Fotografías</p> 
N° de Afloramiento	4			
Fecha	Datum			
Coordenadas	X	Y	Z	
	695924	9598493	2509	
Tipo de Afloramiento	Antrópico			
Unidad	Depósitos Coluviales			
Dimensiones	Longitud		6,5 m.	
	Altura		4,5 m.	
Medidas Estructurales	AZ	DB	BZ	
Descripcion del Material				
Material	Arenisca			
Color	Amarillo Grisáceo			
Alteración	Meteorizacion media			
Observaciones	Fragmentos de material de centimétricas a métricas			
Descripción	Afloramiento #4 ubicado al suroeste del area de estudio, posee una altura de 4,5 m con una cobertura vegetal de 0,4 m y con un largo de 6,5 m aproximadamente, tiene una sola capa de material sedimentaro compuesta por arenisca de coloracion amarila girsácea, posee una meteorizacion media y esta altamente consolidada, cubierta por pasto y matorrales.			

Ficha de Afloramiento				
Nombre del Proyecto	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja			<p style="text-align: center;">Fotografías</p> 
N° de Afloramiento	5			
Fecha	Datum			
Coordenadas	X	Y	Z	
	696426	9598355	2496	
Tipo de Afloramiento	Antrópico			
Unidad	Depósitos Coluviales			
Dimensiones	Longitud		9 m.	
	Altura		6,2 m.	
Medidas Estructurales	AZ	DB	BZ	
Descripción del Material				
Material	Arenisca			
Color	Amarillo Grisáceo			
Alteración	Meteorización baja			
Observaciones	Fragmentos de material de centimétricas a métricas con cobertura de MO			
Descripción	Afloramiento #5 ubicado al sureste del area de estudio, posee una altura de 6,2 m con una cobertura vegetal de 0,2 m y con un largo de 6,2 m aproximadamente, tiene una sola capa de material sedimentario compuesta por arenisca de coloración amarilla grisácea, posee una meteorización baja y está altamente consolidada, cubierta por matorrales y materia orgánica.			

Ficha de Afloramiento				
Nombre del Proyecto	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja			<p style="text-align: center;">Fotografías</p> 
N° de Afloramiento	6			
Fecha	Datum			
Coordenadas	X	Y	Z	
	696578	9598571	2448	
Tipo de Afloramiento	Antrópico			
Unidad	Depósitos Coluviales			
Dimensiones	Longitud		6,8 m.	
	Altura		7,2 m.	
Medidas Estructurales	AZ	DB	BZ	
Descripción del Material				
Material	Arenisca			
Color	Amarillo Grisáceo			
Alteración	Meteorización baja			
Observaciones	Consolidación alta			
Descripción	Afloramiento #6 ubicado al oeste del área de estudio, posee una altura de 7,2 m con una cobertura vegetal de 0,5 m y con un largo de 6,8 m aproximadamente, tiene una sola capa de material sedimentario compuesta por arenisca de coloración amarilla grisácea, posee una meteorización baja y está altamente consolidada, cubierta por matorrales y pasto.			

Ficha de Afloramiento				
Nombre del Proyecto	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja			<p style="text-align: center;">Fotografías</p> 
N° de Afloramiento	7			
Fecha	Datum			
Coordenadas	X	Y	Z	
	696620	9598458	2441	
Tipo de Afloramiento	Antrópico			
Unidad	Depósitos Coluviales			
Dimensiones	Longitud		8 m.	
	Altura		3,2 m.	
Medidas Estructurales	AZ	DB	BZ	
Descripción del Material				
Material	Arena Limosa			
Color	Amarilla grisácea y café oscuro			
Alteración	Meteorización media			
Observaciones	Poco consolidada con fragmentos de arenisca			
Descripción	Afloramiento #7 ubicado al sureste del área de estudio, posee una altura de 3,2 m con una cobertura vegetal de 0,5 m y con un largo de 8 m aproximadamente, tiene una sola capa de material sedimentario compuesto por arena limosa de coloración amarilla grisácea y café oscuro, posee una meteorización media y está poco consolidada con pequeños fragmentos de arenisca, cubierta por materia orgánica y pasto.			

Ficha de Afloramiento				
Nombre del Proyecto	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja			<p style="text-align: center;">Fotografías</p> 
N° de Afloramiento	8			
Fecha	Datum			
Coordenadas	X	Y	Z	
	695862	9598649	2506	
Tipo de Afloramiento	Antrópico			
Unidad	Depósitos Coluviales			
Dimensiones	Longitud		6,4 m.	
	Altura		3,4 m.	
Medidas Estructurales	AZ	DB	BZ	
Descripción del Material				
Material	Arena Limosa			
Color	Amarilla grisácea y café oscuro			
Alteración	Meteorización media			
Observaciones	Poco consolidada			
Descripción	Afloramiento #8 ubicado al este del area de estudio, posee una altura de 3,4 m con una cobertura vegetal de 0,7 m y con un largo de 6,4 m aproximadamente, tiene una sola capa de material sedimentaro compuesta por arena limosa de coloracion amarila girsácea, posee una meteorizacion media y esta poco consolidada, cubierta por materia organica, matorrales y pasto.			

Anexo 2. Descripción de calicatas mediante fichas de campo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Norte
	FECHA:	2/7/2022
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA:
X:	696208	
Y:	9598740	
Z:	2471	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	1	
PROFUNDIDAD:	1,5 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,4 m	
NIVEL FREÁTICO:		
MATERIAL	Arena Arcillosa	
DESCRPCIÓN:	Calicata #1 ubicada al norte del area de estudio, con 1 m de ancho por 1 de largo y una profundidad de 1,5 m, compuesta de una sola capa de material areno-arcilloso sin nivel freaticio encontrado y con una cobertura vegetal de 0,4 m con una coloracion grisácea.	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Noreste
	FECHA:	7/7/2022
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA:
X:	696428	
Y:	9598666	
Z:	2452	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	2	
PROFUNDIDAD:	1,5 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,3	
NIVEL FREÁTICO:	1,2 m	
MATERIAL	Arena Limosa	
DESCRPCIÓN:	Calicata #2 ubicada al noreste del area de estudio, con 1 m de ancho por 1 de largo y una profundidad de 1,5 m, compuesta de una sola capa de material está conformado por material fino como limos y arenas, sin nivel freaticio encontrado pero con un contenido de humedad medio y con una cobertura vegetal de 0,3 m con una coloracion grisácea.	



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Norte
	FECHA:	7/7/2022
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA:
X:	696336	
Y:	9598699	
Z:	2454	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	3	
PROFUNDIDAD:	1,5 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,2 m	
NIVEL FREATICO:		
MATERIAL	Arena Arcillosa	
DESCRIPCION:	Calicata #3 ubicada al noreste del area de estudio, con 1 m de ancho por 1 de largo y una profundidad de 1,5 m, compuesta de una sola capa de material areno-arcilloso con nivel freatico encontrado a 0,8 m de profundidad y con una cobertura vegetal de 0,2 m con una coloracion amarilla grisácea.	



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Central
	FECHA:
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA:
X:	696374	
Y:	9598613	
Z:	2451	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	4	
PROFUNDIDAD:	2 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,2 m.	
NIVEL FREATICO:	1,78 m.	
MATERIAL	Arena Limosa	
DESCRPCIÓN:	Calicata #4 ubicada en la zona central del area de estudio, con 2 m de ancho por 4 de largo y una profundidad de 2 m, compuesta de una sola capa de material areno-limoso con nivel freaticio encontrado a 1,78 m de profundidad y con una cobertura vegetal de 0,2 m con una coloracion grisácea.	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Sureste
	FECHA:
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA:
X:	696515	
Y:	9598463	
Z:	2447	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	5	
PROFUNDIDAD:	2 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,2 m.	
NIVEL FREATICO:	1,65 m.	
MATERIAL	Arena Limosa	
DESCRIPCION:	Calicata #5 ubicada al sureste del area de estudio, con 2 m de ancho por 4 de largo y una profundidad de 2 m, compuesta de una sola capa de material areno-limoso con nivel freatico encontrado a 1,65 m de profundidad y con una cobertura vegetal de 0,2 m con una coloracion grisácea.	



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Este
	FECHA:
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA:
X:	696469	
Y:	9598545	
Z:	2448	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	6	
PROFUNDIDAD:	2 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,2 m.	
NIVEL FREATICO:	1,70 m.	
MATERIAL	Arena Limosa	
DESCRPCIÓN:	Calicata #6 ubicada al este del area de estudio, con 2 m de ancho por 2 de largo y una profundidad de 2 m, compuesta de una sola capa de material areno-limoso con nivel freaticio encontrado a 1,70 m de profundidad y con una cobertura vegetal de 0,2 m con una coloracion grisácea.	



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Sur
	FECHA:	2/7/2022
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA:
X:	696286	
Y:	9598375	
Z:	2497	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	7	
PROFUNDIDAD:	1,5 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,6 m.	
NIVEL FREATICO:		
MATERIAL	Arenisca	
DESCRPCIÓN:	Calicata #7 ubicada al sur del area de estudio, con 1 m de ancho por 1 de largo y una profundidad de 1,5 m, compuesta de una sola capa de arenisca con nivel freaticio no encontrado y con una cobertura vegetal de 0,6 m con una coloracion grisácea.	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Oeste
	FECHA:	7/7/2022
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA: 
X:	695970	
Y:	9598592	
Z:	2502	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	8	
PROFUNDIDAD:	1,5 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,2 m.	
NIVEL FREÁTICO:		
MATERIAL	Arenisca	
DESCRIPCION:	Calicata #8 ubicada al oeste del area de estudio, con 1 m de ancho por 1 de largo y una profundidad de 1,5 m, compuesta de una sola capa de arenisca con nivel freático no encontrado y con una cobertura vegetal de 0,6 m con una coloración grisácea.	



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Norte
	FECHA:	7/7/2022
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA:
X:	696122	
Y:	9598666	
Z:	2475	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	9	
PROFUNDIDAD:	1,5 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,2 m.	
NIVEL FREATICO:		
MATERIAL	Arena Arcillosa	
DESCRIPCION:	Calicata #9 ubicada al noroeste del area de estudio, con 1 m de ancho por 1 de largo y una profundidad de 1,5 m, compuesta de una sola capa de material areno-arcilloso con nivel freatico no encontrado y con una cobertura vegetal de 0,2 m con una coloracion amarilla grisácea.	



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Noreste
	FECHA:	8/7/2022
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA: 
X:	696517	
Y:	9598718	
Z:	2453	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	10	
PROFUNDIDAD:	1,5 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,3 m.	
NIVEL FREATICO:		
MATERIAL	Arena Arcillosa	
DESCRPCIÓN:	Calicata #10 ubicada al noreste del area de estudio, con 1 m de ancho por 1 de largo y una profundidad de 1,5 m, compuesta de una sola capa de material areno-arcilloso con nivel freaticio no encontrado y con una cobertura vegetal de 0,2 m con una coloracion amarilla grisácea.	



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Sur
	FECHA:	8/7/2022
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA: 
X:	696361	
Y:	9598357	
Z:	2497	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	11	
PROFUNDIDAD:	1,5 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,4 m	
NIVEL FREÁTICO:		
MATERIAL	Arenisca	
DESCRPCIÓN:	Calicata #11 ubicada al sur del area de estudio, con 1 m de ancho por 1 de largo y una profundidad de 1,5 m, compuesta de una sola capa de arenisca con nivel freaticio no encontrado y con una cobertura vegetal de 0,4 m con una coloracion grisácea.	



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Central
	FECHA:	8/7/2022
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA:
X:	696110	
Y:	9598601	
Z:	2486	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	12	
PROFUNDIDAD:	1,5 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,4 m.	
NIVEL FREATICO:	1,4m	
MATERIAL	Arena Limosa	
DESCRPCIÓN:	Calicata #12 ubicada al oeste del area de estudio, con 1 m de ancho por 1 de largo y una profundidad de 1,5 m, compuesta de una sola capa de material areno-limoso con nivel freaticio encontrado a 1,4 m de profundidad y con una cobertura vegetal de 0,4 m con una coloracion grisácea.	



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Central
	FECHA:	8/7/2022
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA:
X:	696146	
Y:	9598529	
Z:	2465	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	13	
PROFUNDIDAD:	1,5 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,2 m.	
NIVEL FREÁTICO:	1,2 m.	
MATERIAL	Arena Limosa	
DESCRPCIÓN:	Calicata #13 ubicada al oeste del area de estudio, con 1 m de ancho por 1 de largo y una profundidad de 1,5 m, compuesta de una sola capa de material areno-limoso con nivel freaticio encontrado a 1,4 m de profundidad y con una cobertura vegetal de 0,2 m con una coloracion grisácea.	



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
DATOS	PROYECTO:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
	UBICACIÓN:	Zona Central
	FECHA:	8/7/2022
	NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	Byron Alexander Rueda Zapata
COORDENADAS		FOTOGRAFÍA: 
X:	696307	
Y:	9598492	
Z:	2475	
DESCRIPCION:		
N° CALICATA:	14	
PROFUNDIDAD:	1,5 m	
COBERTURA VEGETAL:	0,2 m.	
NIVEL FREÁTICO:		
MATERIAL	Arena Limosa	
DESCRPCIÓN:	Calicata #14 ubicada al oeste del area de estudio, con 1 m de ancho por 1 de largo y una profundidad de 1,5 m, compuesta de una sola capa de material conformado por material fino como limos y arenas con nivel freático no encontrado y presenta poca humedad y con una cobertura vegetal de 0,2 m con una coloración amarilla grisácea.	



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Anexo 3. Descripción geomorfológica mediante ficha de campo

1. UBICACIÓN División Política Administrativa Provincia: <input type="text" value="Loja"/> Cantón: <input type="text" value="Saraguro"/> Parroquia: <input type="text" value="Saraguro"/> Sector: <input type="text" value="Gunudel-Gulagpamba"/>		Localización (UTM, WGS 84 Zona 17S) Coord. X: <input type="text" value="696379"/> m Coord. Y: <input type="text" value="9598634"/> m Altitud: <input type="text" value="2457"/> m.s.n.m		2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN Código: <input type="text" value="Spd"/> Grupo: <input type="text"/> Fecha de descripción: <input type="text" value="6/4/2023"/> Posición del Observador: <input type="text" value="PIE"/> (cima, ladera, etc)																																			
3. GEOMORFOLOGÍA <table border="1"> <tr> <td colspan="2">GÉNESIS</td> <td colspan="2">UNIDAD GEOMORFOLÓGICA</td> <td colspan="2">MORFOMETRÍA</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><input type="text" value="DEPOSICIONAL"/></td> <td colspan="2"><input type="text" value="SUPERFICIE POCO DISECTADA"/></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="6">MORFOLOGÍA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1. Forma de Cima</td> <td colspan="2">2. Forma de Vertiente</td> <td colspan="2">3. Forma de Valle</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <input type="checkbox"/> Aguda <input type="checkbox"/> Redondeada <input checked="" type="checkbox"/> Plana </td> <td colspan="2"> <input type="checkbox"/> Cóncava <input type="checkbox"/> Convexa <input checked="" type="checkbox"/> Rectilínea <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Mixta </td> <td colspan="2"> <input type="checkbox"/> En U <input type="checkbox"/> En V <input checked="" type="checkbox"/> Plano </td> </tr> </table>				GÉNESIS		UNIDAD GEOMORFOLÓGICA		MORFOMETRÍA		<input type="text" value="DEPOSICIONAL"/>		<input type="text" value="SUPERFICIE POCO DISECTADA"/>				MORFOLOGÍA						1. Forma de Cima		2. Forma de Vertiente		3. Forma de Valle		<input type="checkbox"/> Aguda <input type="checkbox"/> Redondeada <input checked="" type="checkbox"/> Plana		<input type="checkbox"/> Cóncava <input type="checkbox"/> Convexa <input checked="" type="checkbox"/> Rectilínea <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Mixta		<input type="checkbox"/> En U <input type="checkbox"/> En V <input checked="" type="checkbox"/> Plano		a) Pendiente <input type="checkbox"/> Plana de 0 a 2 % <input checked="" type="checkbox"/> Muy suave de 2 a 5 % <input type="checkbox"/> Suave de 5 a 12 % <input type="checkbox"/> Media de 12 a 25 % <input type="checkbox"/> Media a fuerte 24 a 40 % <input type="checkbox"/> Fuerte 40 a 70 % <input type="checkbox"/> Muy fuerte 70 a 100 % <input type="checkbox"/> Escarpada 100 a 150 % <input type="checkbox"/> Muy escarpada 150 a 200 % <input type="checkbox"/> Abrupta > a 200 %		b) Desnivel Relativo <input checked="" type="checkbox"/> 0 a 5 m <input type="checkbox"/> 5 a 15 m <input type="checkbox"/> 15 a 25 m <input type="checkbox"/> 25 a 50 m <input type="checkbox"/> 50 a 100 m <input type="checkbox"/> 100 a 200 m <input type="checkbox"/> 200 a 300 m <input type="checkbox"/> > a 300 m		c) Longitud de la Vertiente <input type="checkbox"/> Muy corta < a 15 m <input checked="" type="checkbox"/> Corta 15 a 50 m <input type="checkbox"/> Mod. Larga, 50 a 250 m <input type="checkbox"/> Larga 250 a 500 m <input type="checkbox"/> Muy larga > a 500 m	
GÉNESIS		UNIDAD GEOMORFOLÓGICA		MORFOMETRÍA																																			
<input type="text" value="DEPOSICIONAL"/>		<input type="text" value="SUPERFICIE POCO DISECTADA"/>																																					
MORFOLOGÍA																																							
1. Forma de Cima		2. Forma de Vertiente		3. Forma de Valle																																			
<input type="checkbox"/> Aguda <input type="checkbox"/> Redondeada <input checked="" type="checkbox"/> Plana		<input type="checkbox"/> Cóncava <input type="checkbox"/> Convexa <input checked="" type="checkbox"/> Rectilínea <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Mixta		<input type="checkbox"/> En U <input type="checkbox"/> En V <input checked="" type="checkbox"/> Plano																																			
4. COBERTURA VEGETAL 1. Arbórea <input type="checkbox"/> 5. Cultivo semipermanente <input type="checkbox"/> 2. Arbustiva <input type="checkbox"/> 6. Cultivo permanente <input type="checkbox"/> 3. Herbácea <input checked="" type="checkbox"/> 7. Eriales <input type="checkbox"/> 4. Cultivo anual <input checked="" type="checkbox"/>						Descripción: <input type="text" value="PRESENTA ZONAS DE PASTIZALES CON"/> <input type="text" value="POCA CANTIDAD DE MATORRALES, DE IGUAL MANERA LA"/> <input type="text" value="PRESENCIA DE CULTIVOS ANUALES DE MAIZ"/>																																	
FICHA DE DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA																																							
"Levantamiento geomorfológico a escala 1:5.000 de la comunidad Gunudel-Gulagpamba"																																							
5. OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.) UBICADA EN LA ZONA NORTE MAYORMENTE Y EN LA ZONA CENTRAL DEL ÁREA DE ESTUDIO, DENTRO DE LA UNIDAD SE TIENE UNA CAPA LITOLÓGICA DE ARENA LIMOSA, BUZAN CON UNA DIRECCION AL NORESTE, LA UNIDAD TIENE UNA PENDIENTE DE 2 A 5 % Y UN DESNIVEL DE 0 A 5m																																							
6. FOTO - ESQUEMA 																																							



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

1. UBICACIÓN

División Político Administrativa

Provincia: Loja
Cantón: Saraguro
Parroquia: Saraguro
Sector: Gumudel-Gulagamba

Localización (UTM, WGS 84 Zona 17S)

Coord. X: 696190 m
Coord. Y: 9598545 m
Altitud: 2479 m.s.n.m

2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN

Código: Sd
Fecha de descripción: 6/4/2023

Grupo:
Posición del Observador: PIE

3. GEOMORFOLOGÍA

GÉNESIS

DEPOSICIONAL
SUPERFICIE DISECTADA

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA

MORFOMETRÍA

MORFOLOGÍA

1. Forma de Cima

Aguda
Redondeada
Plana

2. Forma de Vertiente

Cóncava
Convexa
Rectilínea
Irregular
Mixta

3. Forma de Valle

En U
En V
Plano

a) Pendiente

Plana de 0 a 2 %
Muy suave de 2 a 5 %
Suave de 5 a 12 %
Media de 12 a 25 %
Media a fuerte 24 a 40 %
Fuerte 40 a 70 %
Muy fuerte 70 a 100 %
Escarpada 100 a 150 %
Muy escarpada 150 a 200 %
Abrupta > a 200 %

b) Desnivel Relativo

0 a 5 m
5 a 15 m
15 a 25 m
25 a 50 m
50 a 100 m
100 a 200 m
200 a 300 m
> a 300 m

c) Longitud de la Vertiente

Muy corta < a 15 m
Corta 15 a 50 m
Mod. Larga, 50 a 250 m
Larga 250 a 500 m
Muy larga > a 500 m

4. COBERTURA VEGETAL

1. Arbórea
2. Arbustiva
3. Herbácea
4. Cultivo anual
5. Cultivo semipermanente
6. Cultivo permanente
7. Eriales

Descripción: PRESENTA POCA PRESENCIA DE COBERTURA
ARBÓREA AL IGUAL QUE CULTIVOS ANUALES Y ARBUSTIVA
LA DE MAYOR PROPORCION ES LA HERBÁCEA

FICHA DE DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA

"Levantamiento geomorfológico a escala 1:5.000 de la comunidad Gunudel-Gulagamba"

5. OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)

UBICADA EN LA ZONA ESTE, OESTE Y CENTRAL DEL ÁREA DE ESTUDIO, DENTRO DE LA UNIDAD MORFOLOGICA SE TIENE UNA CAPA LITOLÓGICA DE ARENA ARCILLOSA Y LIMOSA, BUZAN CON UNA DIRECCION AL NORESTE, LA UNIDAD TIENE UNA PENDIENTE DE 12 A 25 % Y UN DESNIVEL DE 15 A 25m

6. FOTO - ESQUEMA





UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

1. UBICACIÓN

División Política Administrativa

Provincia: Loja
Cantón: Saraguro
Parroquia: Saraguro
Sector: Gunudel-Gulagpamba

Localización (UTM, WGS 84 Zona 17S)

Coord. X: 696287 m
Coord. Y: 9598558 m.s.n.m
Altitud: 2469 m.s.n.m

2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN

Código: Cv
Fecha de descripción: 6/4/2023

Grupo:
Posición del Observador: (cima, ladera, etc) PIE

3. GEOMORFOLOGÍA

GÉNESIS

DENUDATIVO
COLUVIO-ALUVIAL RECIENTE

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA

MORFOMETRÍA

MORFOLOGÍA

1. Forma de Cima

Aguda
Redondeada
Plana

2. Forma de Vertiente

Cóncava
Convexa
Rectilínea
Irregular
Míxta

3. Forma de Valle

En U
En V
Plano

a) Pendiente

Plana de 0 a 2 %
Muy suave de 2 a 5 %
Suave de 5 a 12 %
Media de 12 a 25 %
Media a fuerte 24 a 40 %
Fuerte 40 a 70 %
Muy fuerte 70 a 100 %
Escarpada 100 a 150 %
Muy escarpada 150 a 200 %
Abrupta > a 200 %

b) Desnivel Relativo

0 a 5 m
5 a 15 m
15 a 25 m
25 a 50 m
50 a 100 m
100 a 200 m
200 a 300 m
> a 300 m

c) Longitud de la Vertiente

Muy corta < a 15 m
Corta 15 a 50 m
Mod. Larga, 50 a 250 m
Larga 250 a 500 m
Muy larga > a 500 m

4. COBERTURA VEGETAL

1. Arbórea
2. Arbustiva
3. Herbácea
4. Cultivo anual
5. Cultivo semipermanente
6. Cultivo permanente
7. Eriales

Descripción: PRESENTA ZONAS DE PASTIZALES CON POCA CANTIDAD DE MATORRALES, DE IGUAL MANERA LA PRESENCIA DE POCA COBERTURA ARBÓREA

FICHA DE DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA

"Levantamiento geomorfológico a escala 1:5.000 de la comunidad Gunudel-Gulagpamba"

5. OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)

UBICADA EN LA ZONA CENTRAL DEL ÁREA DE ESTUDIO, ESTA UNIDAD MORFOLÓGICA ES ATRAVESADA POR DOS QUEBRADAS QUE SE UNEN EN LA ZONA CENTRAL DEL ÁREA RECORRIENDO HASTA CONECTARSE CON EL RÍO SININCAPA, LA UNIDAD TIENE UNA PENDIENTE DE 2 A 5 % Y UN DESNIVEL DE 5 A 10m

6. FOTO - ESQUEMA





UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

1. UBICACIÓN

División Político Administrativa

Provincia:	Loja
Cantón:	Saraguro
Parroquia:	Saraguro
Sector:	Gunudel-Gulagpamba

Localización (UTM, WGS 84 Zona 17S)

Coord. X:	696294	m
Coord. Y:	9598376	m
Altitud:	2500	m.s.n.m

2. REGISTRO DE LA OBSERVACIÓN

Código: Grupo:

Fecha de descripción: Posición del Observador: (cima, ladera, etc)

3. GEOMORFOLOGÍA

GÉNESIS

DENUDATIVO COLUVIO ANTIGUO

MORFOLOGÍA

1. Forma de Cima

Aguda Redondeada Plana

2. Forma de Vertiente

Cóncava Convexa Rectilínea Irregular Mixta

3. Forma de Valle

En U En V Plano

MORFOMETRÍA

a) Pendiente

Plana de 0 a 2 %
 Muy suave de 2 a 5 %
 Suave de 5 a 12 %
 Media de 12 a 25 %
 Media a fuerte 24 a 40 %
 Fuerte 40 a 70 %
 Muy fuerte 70 a 100 %
 Escarpada 100 a 150 %
 Muy escarpada 150 a 200 %
 Abrupta > a 200 %

b) Desnivel Relativo

0 a 5 m
 5 a 15 m
 15 a 25 m
 25 a 50 m
 50 a 100 m
 100 a 200 m
 200 a 300 m
 > a 300 m

c) Longitud de la Vertiente

Muy corta < a 15 m
 Corta 15 a 50 m
 Mod. Larga, 50 a 250 m
 Larga 250 a 500 m
 Muy larga > a 500 m

4. COBERTURA VEGETAL

1. Arbórea 5. Cultivo semipermanente
 2. Arbustiva 6. Cultivo permanente
 3. Herbácea 7. Eriales
 4. Cultivo anual

Descripción: PRESENTA POCA PRESENCIA DE COBERTURA
ARBÓREA, DE IGUAL MANERA LA COBERTURA HERBÁCEA, CULTIVOS
ANUALES Y ARBUSTIVA.

FICHA DE DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA

"Levantamiento geomorfológico a escala 1:5.000 de la comunidad Gunudel-Gulagpamba"

5. OTROS ASPECTOS (Situación hídrica, posibilidades agrícolas, déficit vial, etc.)

UBICADA EN LA ZONA SUR DEL ÁREA DE ESTUDIO, ESTA UNIDAD MORFOLÓGICA ES ATRAVESADA POR DOS QUEBRADAS QUE SE UNEN _____

LEN LA ZONA CENTRAL DEL ÁREA RECORRIENDO HASTA CONECTARSE CON EL RIO SININCAPA, POSEE UNA CAPA LITOLÓGICA DE ARENISCA Y ARENA ARCILLOSA LAS MISMAS QUE BI _____

CON UNA DIRECCION AL NORESTE, LA UNIDAD TIENE UNA PENDIENTE DE 24 A 40 % Y UN DESNIVEL DE 25 A 50m _____



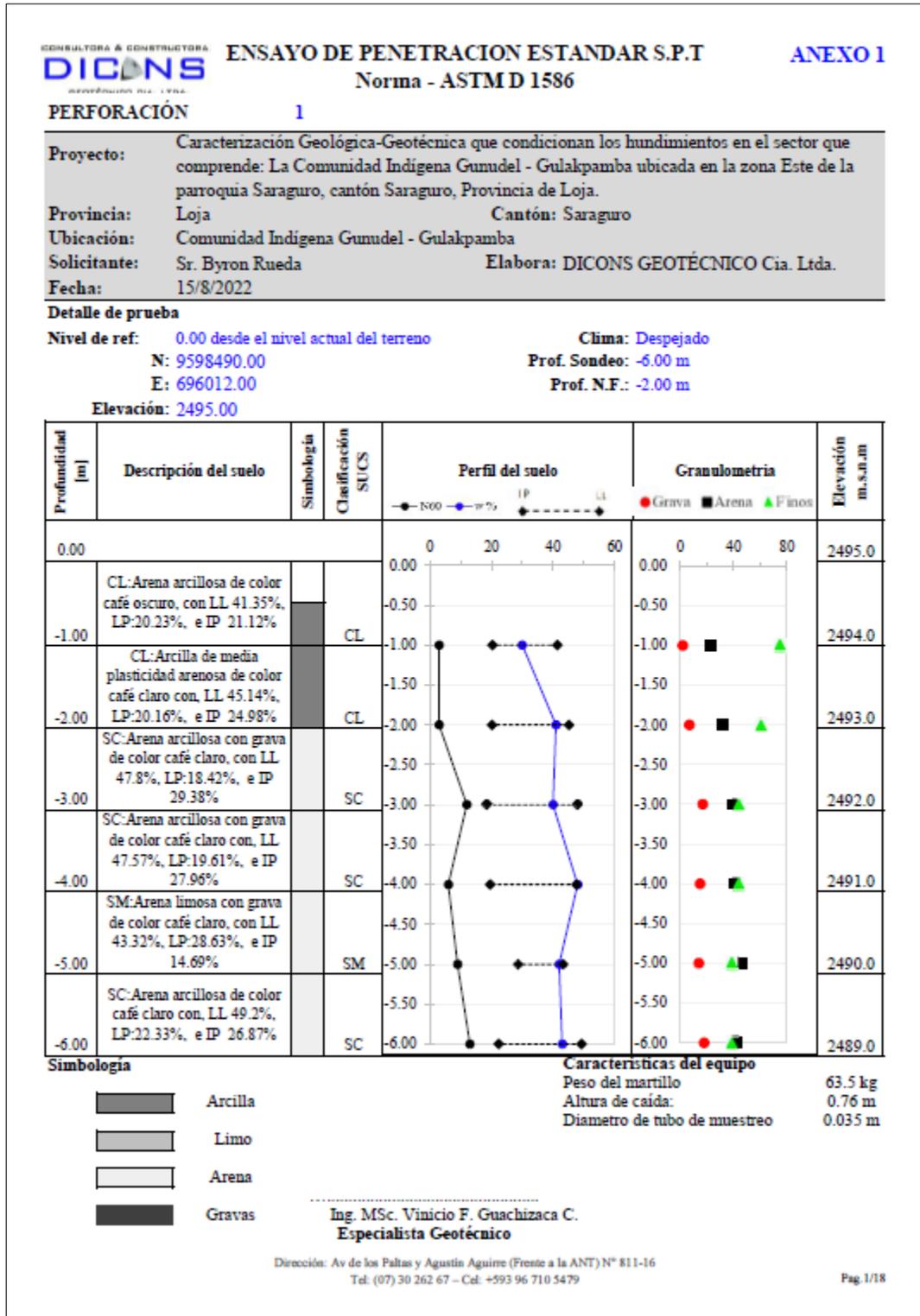


UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Anexo 4. Ensayo de penetración estándar (SPT's)





UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS
REESTRUCTURADA S.A.S.

DISEÑO DE CIMENTACIÓN

ANEXO 6

Proyecto: Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DICONS GEOTÉCNICO Cia. Ltda.
Fecha: 15/8/2022

SONDEO # 1	
Tipo de suelo:	Cohesivo
Teoría de capacidad de carga:	Fórmula polinómica Ph
Nivel freático:	Si

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad	Esquema - Zapata
Altura de desplante	D_f	1.50	m	
Prof. de nivel freático	D_l	0.50	m	
Ancho de zapata	B	1.50	m	
Longitud de zapata	L	1.50	m	
Alt. agua desde el fondo de la zapata	d	0.00	m	
Angulo de fricción	ϕ'	0.00	°	
Angulo de fricción corregido	ϕ	0.00	°	
Cohesión	c'	37.50	kPa	
Peso específico del agua	γ_w	9.81	kN/m ³	
Peso específico del terreno	γ	17.7	kN/m ³	
Peso específico del terreno saturado	γ_{sat}	18.1	kN/m ³	

Descripción	Símbolo	c	g	f
Factores de capacidad de carga	N	5.14	0.00	0.00
Cof. Forma de la cimentación	s	1.00	1.00	0.60
Cof. Profundidad de apoyo	d	1.00	1.00	1.00
Cof. Inclinación de cargas	i	1.00	1.00	1.00
Cof. Taludes cercanos	g	1.00	1.00	1.00

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Profundidad de ponderación	$2B + D_f$	4.50	m
N ⁶⁰ ponderado	$N_{distrib}$	6.00	
Sobrecarga efectiva	q	17.14	kN/m ²
	γ'	8.29	kN/m ³
	-		kN/m ³

Resultados			
Presión de hundimiento	q'_a	192.8	kPa
Factor de seguridad	FS	3.00	
Capacidad admisible	Q_{adm}	64.25	kPa

Dirección: Av de los Palmas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 611-16
Tel: (07) 30 262 67 - Cel: +593 96 710 5479

Pag. 15/18



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS
INTEGRADOS CIA. LTDA.

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR S.P.T
Norma - ASTM D 1586

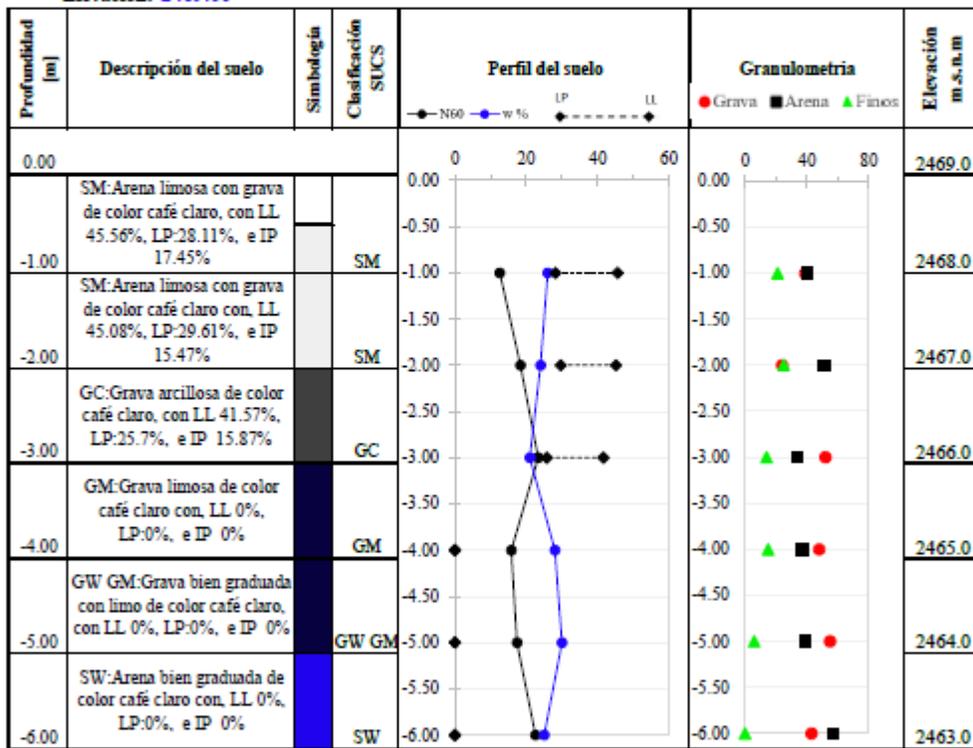
ANEXO 1

PERFORACIÓN 2

Proyecto:	Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.		
Provincia:	Loja	Cantón: Saraguro	
Ubicación:	Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba		
Solicitante:	Sr. Byron Rueda	Elabora: DICONS GEOTÉCNICO Cia. Ltda.	
Fecha:	15-08-22		

Detalle de prueba

Nivel de ref:	0.00 desde el nivel actual del terreno	Clima:	Despejado
	N: 9598541.00	Prof. Sondeo:	-6.00 m
	E: 696244.00	Prof. N.F.:	-4.00 m
Elevación:	2469.00		



Simbología

- Arcilla
- Limo
- Arena
- Gravas

Características del equipo

Peso del martillo	63.5 kg
Altura de caída:	0.76 m
Diametro de tubo de muestreo	0.035 m

Ing. MSc. Vinicio F. Guachizaca C.
Especialista Geotécnico

Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
Tel: (07) 30 262 67 – Cel: +593 96 710 5479

Pag. 1/16



Proyecto: Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DICONS GEOTÉCNICO Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

SONDEO # 2
Tipo de suelo: **No cohesivo**
Teoría de capacidad de carga: **Fórmula polinómica Ph**
Nivel freático: **Si**

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad	Esquema - Zapata
Altura de desplante	D_f	1.50	m	
Prof. de nivel freático	D_l	0.50	m	
Ancho de zapata	B	1.50	m	
Longitud de zapata	L	1.50	m	
Alt. agua desde el fondo de la zapata	d	0.00	m	
Angulo de fricción	φ'	31.00	°	
Angulo de fricción corregido	ϕ	21.00	°	
Cohesión	c'	0.00	kPa	
Peso específico del agua	γ_w	9.81	kN/m ³	
Peso específico del terreno	γ	17.35	kN/m ³	
Peso específico del terreno saturado	γ_{sat}	19.86	kN/m ³	

Descripción	Símbolo	c	q	γ
Factores de capacidad de carga	N	15.81	7.07	4.66
Cof. Forma de la cimentación	s	1.45	1.45	0.60
Cof. Profundidad de apoyo	d	1.00	1.00	1.00
Cof. Inclinación de cargas	i	1.00	1.00	1.00
Cof. Taludes cercanos	g	1.00	1.00	1.00

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Profundidad de ponderación	$2B + D_f$	4.50	m
Nº0 ponderado	$N_{diseño}$	10.00	
Sobrecarga efectiva	q	18.73	kN/m ²
	γ'	10.05	kN/m ³
	γ		kN/m ³

Resultados			
Presión de hundimiento	q'_u	287.9	kPa
Factor de seguridad	FS	3.00	
Capacidad admisible	Q_{adm}	95.96	kPa



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS
INSTRUMENTOS P.I.A. LTDA.

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR S.P.T
Norma - ASTM D 1586

ANEXO 1

PERFORACIÓN

3

Proyecto: comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DICONS GEOTÉCNICO Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

Detalle de prueba

Nivel de ref: 0.00 desde el nivel actual del terreno

Clima: Despejado

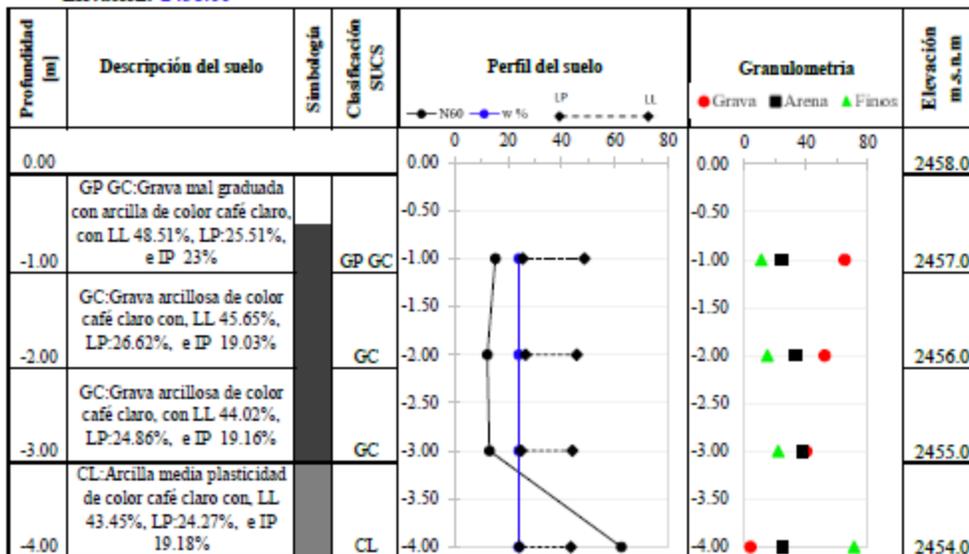
N: 9598666.00

Prof. Sondeo: -4.00 m

E: 696313.00

Prof. N.F.: nd

Elevación: 2458.00



Simbología

- Arcilla
- Limo
- Arena
- Gravas

Características del equipo

Peso del martillo: 63.5 kg
Altura de caída: 0.76 m
Diámetro de tubo de muestreo: 0.035 m

Ing. MSc. Vinicio F. Guachizaca C.
Especialista Geotécnico

Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
Tel: (07) 30 262 67 - Cel: +593 96 710 5479

Pag.1/14

Proyecto: Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DICONS GEOTÉCNICO Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

SONDEO # 3

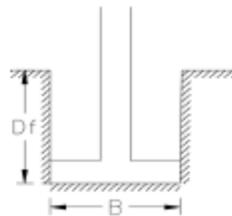
Tipo de suelo: **No cohesivo**
Teoría de capacidad de carga : **Fórmula polinómica Ph**
Nivel freático: **ND**

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Altura de desplante	Df	1.50	m
Ancho de zapata	B	1.50	m
Longitud de zapata	L	1.50	m
Profundidad de ponderación	$2B + Df$	4.50	m
Angulo de fricción	φ'	30.00	$^\circ$
Angulo de fricción	ϕ	21.00	$^\circ$
Cohesion	c'	0.00	kPa
Peso específico del terreno	γ	18.00	kN/m^3
	$N_{diseño}$	13.00	

Descripción	Símbolo	c	q	γ
Factores de capacidad de carga	N	15.81	7.07	4.66
Cof. Forma de la cimentación	s	1.45	1.45	0.60
Cof. Profundidad de apoyo	d	1.00	1.00	1.00
Cof. Inclinación de cargas	i	1.00	1.00	1.00
Cof. Taludes cercanos	g	1.00	1.00	1.00

Resultados

Presión de hundimiento	q_u	314.54	kPa
Factor de seguridad	FS	3.00	
Capacidad admisible	Q_{adm}	104.85	kPa



Tipo de zapata aislada $B= 1.50 m$



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS
INSTRUMENTOS CIA. LTDA.

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR S.P.T
Norma - ASTM D 1586

ANEXO 1

PERFORACIÓN 4

Proyecto: comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DICONS GEOTÉCNICO Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

Detalle de prueba

Nivel de ref: 0.00 desde el nivel actual del terreno

Clima: Despejado

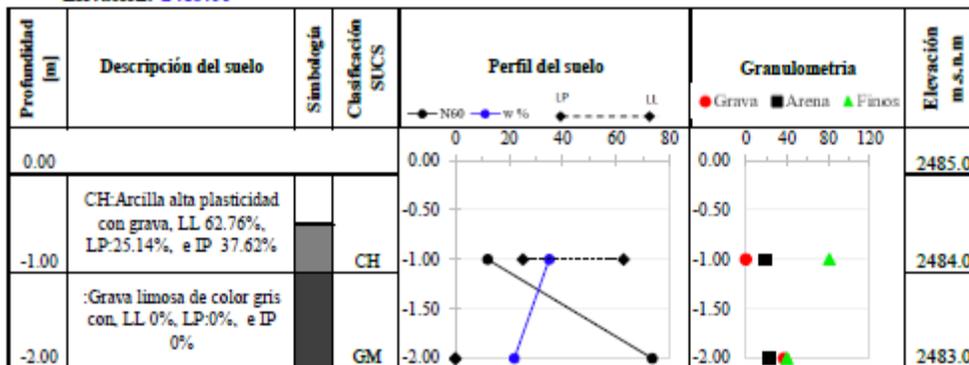
N: 9598382.00

Prof. Sondeo: -2.00 m

E: 696502.00

Prof. N.F.: nd

Elevación: 2485.00



Simbología

- Arcilla
- Limo
- Arena
- Gravas

Características del equipo

Peso del martillo: 63.5 kg
Altura de caída: 0.76 m
Diámetro de tubo de muestreo: 0.035 m

Ing. MSc. Vinicio F. Guachizaca C.
Especialista Geotécnico

Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
Tel: (07) 30 262 67 - Cel: +593 96 710 5479

Proyecto: Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DICONS GEOTÉCNICO Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

SONDEO # 4

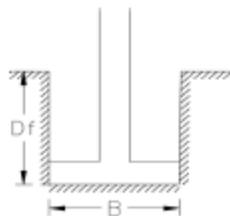
Tipo de suelo: **No cohesivo**
Teoría de capacidad de carga: **Fórmula polinómica Ph**
Nivel freático: **ND**

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Altura de desplante	D_f	1.50	m
Ancho de zapata	B	1.50	m
Longitud de zapata	L	1.50	m
Profundidad de ponderación	$2B + D_f$	4.50	m
Angulo de fricción	ϕ'	42.00	°
Angulo de fricción	ϕ	31.00	°
Cohesión	c'	0.00	kPa
Peso específico del terreno	γ	21.00	kN/m^3
	N_{dinfa}	73.00	

Descripción	Símbolo	c	q	γ
Factores de capacidad de carga	N	32.67	20.63	23.59
Cof. Forma de la cimentación	s	1.63	1.63	0.60
Cof. Profundidad de apoyo	d	1.00	1.00	1.00
Cof. Inclinación de cargas	i	1.00	1.00	1.00
Cof. Taludes cercanos	g	1.00	1.00	1.00

Resultados

Presión de hundimiento	q_u	1282.17	kPa
Factor de seguridad	FS	3.00	
Capacidad admisible	Q_{adm}	427.39	kPa



Tipo de zapata aislada $B=1.50$ m



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS
INTEGRACIÓN PARA CONSTRUIR

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR S.P.T
Norma - ASTM D 1586

ANEXO 1

PERFORACIÓN 5

Proyecto: comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DICONS GEOTÉCNICO Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

Detalle de prueba

Nivel de ref: 0.00 desde el nivel actual del terreno

Clima: Despejado

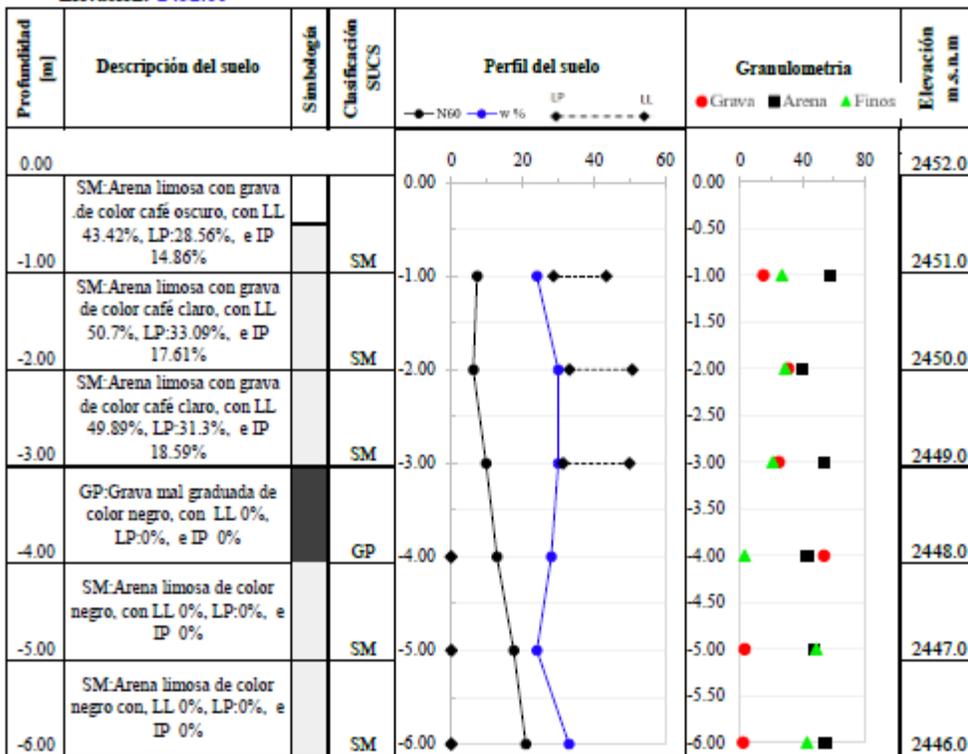
N: 9598566.00

Prof. Sondeo: -6.00 m

E: 696465.00

Prof. N.F.: nd

Elevación: 2452.00



Simbología

- Arcilla
- Limo
- Arena
- Gravass

Características del equipo

Peso del martillo: 63.5 kg
Altura de caída: 0.76 m
Diámetro de tubo de muestreo: 0.035 m

Ing. MSc. Vinicio F. Guachizaca C.
Especialista Geotécnico

Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
Tel: (07) 30 262 67 - Cel: +593 96 710 5479

Pag. 1/17

Proyecto: Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia De Loja
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DICONS GEOTÉCNICO Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

SONDEO # 5

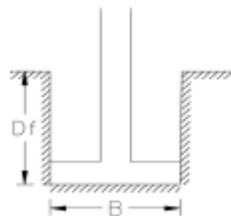
Tipo de suelo: **No cohesivo**
Teoría de capacidad de carga : **Fórmula polinómica Ph**
Nivel freático: **ND**

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Altura de desplante	D_f	1.50	m
Ancho de zapata	B	1.50	m
Longitud de zapata	L	1.50	m
Profundidad de ponderación	$2B + D_f$	4.50	m
Angulo de fricción	φ'	28.00	°
Angulo de fricción	ϕ	19.00	°
Cohesión	c'	0.00	kPa
Peso específico del terreno	γ	16.50	kN/m ³
	N_{desf}	7.00	

Descripción	Símbolo	c	g	y
Factores de capacidad de carga	N	13.94	5.80	3.31
Cof. Forma de la cimentación	s	1.42	1.42	0.60
Cof. Profundidad de apoyo	d	1.00	1.00	1.00
Cof. Inclinación de cargas	i	1.00	1.00	1.00
Cof. Taludes cercanos	g	1.00	1.00	1.00

Resultados

Presión de hundimiento	q_u	228.42	kPa
Factor de seguridad	FS	3.00	
Capacidad admisible	Q_{adm}	76.14	kPa



Tipo de zapata aislada $B= 1.50$ m



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gumudel - Gulagamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Anexo 5. Ensayo de corte directo

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D 3080

ANEXO 8.0

Proyecto: Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gumudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.

Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro

Ubicación: Comunidad Indígena Gumudel - Gulakpamba **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.

Solicitante: Sr. Byron Rueda

Fecha: 15-08-22

Detalle de prueba	
Muestra:	Calicata 1
Ensayo:	1
Norma:	ASTM D 3080
Humedad [%]:	26.5%
Carga [kg]:	15.3
Profundidad [m]:	1
Esfuerzo normal aplicado [kPa]:	50.03
Constante de anillo [Kg]:	1.9048
Descripción del suelo: Arena Arcillosa con grava	

Datos del ensayo						
Peso anillo:	g	42.88	Altura muestra inicial:	cm	2	Humedad W _{cap} W _{cap+5H} W _{cap+15H} w% 33.45 153.2 126.09 29.26
Peso anillo+muestra:	g	160.78	Altura muestra final:	cm	1.939	
Peso muestra inicial:	g	117.90	Díametro:	cm	6.18	Area: cm ² 30.00
Peso muestra final:	g	91.21	Densidad:	g/cm ³	1.965	

Consolidación		Tiemp min.	Lect. Anillo carga	Lect. Deform. Horizontal x 0.01mm	Lect. Deform. Vertical x 0.01mm	Deformación unitaria		Deformación [%]		Carga aplicada	Cortante kPa
Tiempo	Deformación					Hor.	Vert.	Hor.	Vert.		
0.0"		0.060	2.000	0.000	0.200	0.0000	0.000	0.000	0.010	1.070	3.499
4"		0.120	4.000	10.000	0.200	0.0016	0.000	0.162	0.010	2.141	7.002
15"		0.240	6.000	20.000	0.200	0.0032	0.000	0.324	0.010	3.211	10.501
34"		0.360	7.500	40.000	-0.500	0.0065	0.000	0.647	-0.026	4.014	13.127
1 min.		0.450	9.000	60.000	-1.800	0.0097	-0.001	0.971	-0.093	4.816	15.750
2 min. 1/4"		1.000	10.000	100.000	-2.900	0.0162	-0.001	1.618	-0.150	5.352	17.503
4 min.		1.300	11.800	150.000	-6.800	0.0243	-0.004	2.427	-0.351	6.315	20.653
6 min. 1/4"		1.450	12.800	175.000	-9.000	0.0283	-0.005	2.832	-0.464	6.850	22.402
9"		2.000	13.500	200.000	-11.000	0.0324	-0.006	3.236	-0.567	7.225	23.629
12 min. 1/4"		2.300	14.800	300.000	-15.800	0.0485	-0.008	4.854	-0.815	7.920	25.902
16 min.		3.000	15.800	350.000	-20.800	0.0566	-0.011	5.663	-1.073	8.455	27.651
20 min. 1/4"		3.300	16.500	400.000	-26.000	0.0647	-0.013	6.472	-1.341	8.830	28.878
25 mi.		4.000	17.000	450.000	-31.000	0.0728	-0.016	7.282	-1.599	9.098	29.754
36 min.		4.300	18.000	500.000	-36.700	0.0809	-0.019	8.091	-1.893	9.633	31.504
49 min.		5.000	18.000	550.000	-42.000	0.0890	-0.022	8.900	-2.166	9.633	31.504
60 min.		5.300	18.200	600.000	-47.000	0.0971	-0.024	9.709	-2.424	9.740	31.854
80 min.		6.000	18.500	650.000	-53.300	0.1052	-0.027	10.518	-2.749	9.900	32.377
100 min.		6.300	18.800	700.000	-58.800	0.1133	-0.030	11.327	-3.032	10.061	32.904
120 min.		7.000	19.000	750.000	-64.000	0.1214	-0.033	12.136	-3.301	10.168	33.254
180 min.		7.300	19.000	800.000	-69.000	0.1294	-0.036	12.945	-3.559	10.168	33.254

Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
Tel: (07) 30 262 67 – Cel: +593 96 710 5479

1/14



Proyecto: Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.

Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro

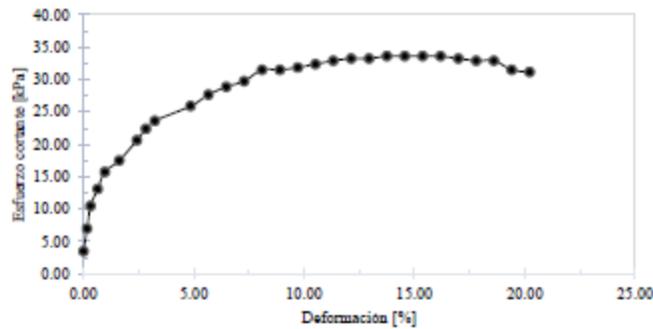
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba

Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.

Fecha: 15-08-22

240 min.		8.000	19.200	850.000	-73.800	0.1375	-0.038	13.754	-3.806	10.275	33.603
300 min.		8.300	19.200	900.000	-86.100	0.1456	-0.044	14.563	-4.440	10.275	33.603
360 min.		9.000	19.200	950.000	-90.000	0.1537	-0.046	15.372	-4.642	10.275	33.603
420 min.		9.300	19.200	1000.000	-96.000	0.1618	-0.050	16.181	-4.951	10.275	33.603
480 min.		10.000	19.000	1050.000	-99.500	0.1699	-0.051	16.990	-5.132	10.168	33.254
540 min.		10.300	18.800	1100.000	-104.400	0.1780	-0.054	17.799	-5.384	10.061	32.904
600 min.		11.000	18.800	1150.000	-112.300	0.1861	-0.058	18.608	-5.792	10.061	32.904
660 min.		11.300	18.000	1200.000	-115.800	0.1942	-0.060	19.417	-5.972	9.633	31.504
720 min.		12.000	17.800	1250.000	-118.500	0.2023	-0.061	20.227	-6.111	9.526	31.154
		12.300	17.500	1300.000	-121.100	0.2104	-0.062	21.036	-6.245	9.365	30.627

Esfuerzo normal 50.03 kPa





UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D 3080**

ANEXO 8.0

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende:
Proyecto: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

Detalle de prueba
Muestra: Calicata 1
Ensayo: 2
Norma: ASTM D 3080
Humedad [%]: 0.26
Carga [kg]: 30.6
Profundidad [m]: 1
Esfuerzo normal aplicado [kPa]: 100.1
Constante de anillo [Kg]: 1.9048
Descripción del suelo: Arena Arcillosa con grava

Datos del ensayo						
Peso anillo:	g	41.89	Altura muestra inicial:	cm	2	Humedad W _{cap} W _{cap+50} W _{cap+95} w% 28.04
Peso anillo+muestra:	g	158.58	Altura muestra final:	cm	2.009	
Peso muestra inicial:	g	116.69	Dímetro:	cm	6.18	Area: cm ² 30.00
Peso muestra final:	g	91.14	Densidad:	g/cm ³	1.95	

Consolidación		Tiemp min.	Lect. Anillo carga	Lect. Deform. Horizontal x 0.01mm	Lect. Deform. Vertical x 0.01mm	Deformación unitaria		Deformación [%]		Carga aplicada	Cortante kPa
Tiempo	Deformación					Hor.	Vert.	Hor.	Vert.		
0.0"		0.060	1.000	0.00	-0.100	0.000	0.000	0.000	-0.005	0.535	1.750
4"		0.120	3.000	10.00	-0.100	0.002	0.000	0.162	-0.005	1.605	5.249
15"		0.240	5.100	20.00	-0.100	0.003	0.000	0.324	-0.005	2.729	8.923
34"		0.360	6.800	40.00	-0.100	0.006	0.000	0.647	-0.005	3.639	11.901
1 min.		0.450	8.000	60.00	-0.100	0.010	0.000	0.971	-0.005	4.281	14.001
2 min. 1/4"		1.000	9.500	100.00	-0.100	0.016	0.000	1.618	-0.005	5.084	16.627
4 min.		1.300	12.000	150.00	-0.100	0.024	0.000	2.427	-0.005	6.422	21.003
6 min. 1/4"		1.450	13.200	175.00	-0.100	0.028	0.000	2.832	-0.005	7.064	23.102
9"		2.000	14.500	200.00	-0.100	0.032	0.000	3.236	-0.005	7.760	25.378
12 min. 1/4"		2.300	16.800	300.00	-0.100	0.049	0.000	4.854	-0.005	8.991	29.404
16 min.		3.000	18.500	350.00	-0.100	0.057	0.000	5.663	-0.005	9.900	32.377
20 min. 1/4"		3.300	20.200	400.00	-0.100	0.065	0.000	6.472	-0.005	10.810	35.353
25 mi.		4.000	21.200	450.00	-0.100	0.073	0.000	7.282	-0.005	11.345	37.103
36 min.		4.300	22.200	500.00	1.500	0.081	0.001	8.091	0.077	11.880	38.852
49 min.		5.000	23.200	550.00	2.800	0.089	0.001	8.900	0.144	12.416	40.605
60 min.		5.300	23.800	600.00	4.800	0.097	0.002	9.709	0.248	12.737	41.655
80 min.		6.000	24.500	650.00	6.000	0.105	0.003	10.518	0.309	13.111	42.878
100 min.		6.300	25.200	700.00	7.400	0.113	0.004	11.327	0.382	13.486	44.105
120 min.		7.000	25.800	750.00	8.500	0.121	0.004	12.136	0.438	14.021	45.854
180 min.		7.300	26.200	800.00	9.700	0.129	0.005	12.945	0.500	14.182	46.381

Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 611-16
Tel: (07) 30 262 67 – Cel: +593 96 710 5479

3/14



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D 3080

ANEXO 8.0

Proyecto: Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.

Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro

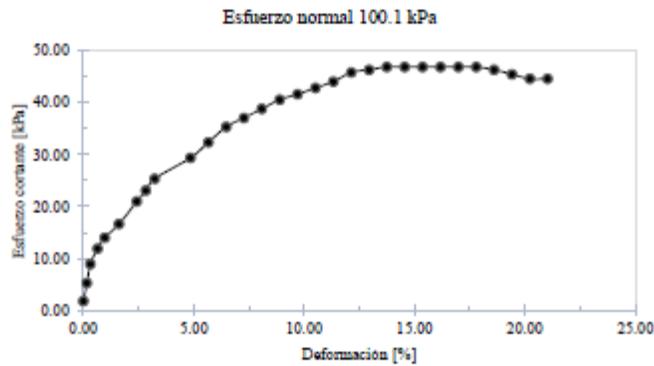
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba

Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.

Fecha: 15-08-22

240 min.	8.000	26.500	850.00	11.000	0.138	0.006	13.754	0.567	14.342	46.904
300 min.	8.300	26.800	900.00	11.000	0.146	0.006	14.563	0.567	14.342	46.904
360 min.	9.000	26.800	950.00	12.500	0.154	0.006	15.372	0.645	14.342	46.904
420 min.	9.300	26.800	1000.00	13.300	0.162	0.007	16.181	0.686	14.342	46.904
480 min.	10.000	26.800	1050.00	13.500	0.170	0.007	16.990	0.696	14.342	46.904
540 min.	10.300	26.800	1100.00	15.200	0.178	0.008	17.799	0.784	14.342	46.904
600 min.	11.000	26.800	1150.00	15.800	0.186	0.008	18.608	0.815	14.182	46.381
660 min.	11.300	26.500	1200.00	16.800	0.194	0.009	19.417	0.866	13.914	45.504
720 min.	12.000	26.000	1250.00	17.300	0.202	0.009	20.227	0.892	13.647	44.631
	12.300	25.500	1300.00	18.000	0.210	0.009	21.036	0.928	13.647	44.631

0 0



Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
Tel: (07) 30 262 67 – Cel: +593 96 710 5479

4/14



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D 3080**

ANEXO 8.0

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende:
Proyecto: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

Detalle de prueba	
Muestra:	Calicata 1
Ensayo:	3
Norma:	ASTM D 3080
Humedad [%]:	0.26
Carga [kg]:	61.2
Profundidad [m]:	1
Esfuerzo normal aplicado [kPa]:	200.1
Constante de anillo [Kg]:	1.9048
Descripción del suelo:	Arena Arcillosa con grava

Datos del ensayo								
Peso anillo:	g	42.45	Altura muestra inicial: cm	2	Humedad			
Peso anillo+muestra:	g	158.47	Altura muestra final: cm	1.995	W_{cap}	W_{cap+50}	$W_{cap+100}$	
Peso muestra inicial:	g	116.02	Diámetro: cm	6.18	Area: cm ²	30.00	33.81	151.81
Peso muestra final:	g	91.9	Densidad: g/cm ³	1.930			w%	26.24

Consolidación		Tiempo min.	Lect. Anillo carga	Lect. Deform. Horizontal x 0.01mm	Lect. Deform. Vertical x 0.01mm	Deformación unitaria		Deformación [%]		Carga aplicada	Cortante kPa
Tiempo	Deformación					Hor.	Vert.	Hor.	Vert.		
0.0"		0.060	3.000	0.000	0.100	0.000	0.000	0.005	1.605	5.249	
4"		0.120	5.800	10.000	0.100	0.002	0.000	0.162	0.005	3.104	10.151
15"		0.240	9.000	20.000	-0.200	0.003	0.000	0.324	-0.010	4.816	15.750
34"		0.360	12.000	40.000	-1.100	0.006	-0.001	0.647	-0.057	6.422	21.003
1 min.		0.450	14.000	60.000	-1.800	0.010	-0.001	0.971	-0.093	7.492	24.502
2 min. 1/4"		1.000	17.000	100.000	-2.800	0.016	-0.001	1.618	-0.144	9.098	29.754
4 min.		1.300	21.200	150.000	-4.300	0.024	-0.002	2.427	-0.222	11.345	37.103
6 min. 1/4"		1.450	23.000	175.000	-5.100	0.028	-0.003	2.832	-0.263	12.309	40.255
9"		2.000	25.000	200.000	-5.700	0.032	-0.003	3.236	-0.294	13.379	43.755
12 min. 1/4"		2.300	28.000	300.000	-6.100	0.049	-0.003	4.854	-0.315	14.984	49.004
16 min.		3.000	30.100	350.000	-7.100	0.057	-0.004	5.663	-0.366	16.108	52.680
20 min. 1/4"		3.300	32.000	400.000	-7.800	0.065	-0.004	6.472	-0.402	17.125	56.006
25 min.		4.000	33.800	450.000	-8.800	0.073	-0.005	7.282	-0.454	18.088	59.155
36 min.		4.300	35.200	500.000	-8.800	0.081	-0.005	8.091	-0.454	18.838	61.608
49 min.		5.000	36.200	550.000	-8.800	0.089	-0.005	8.900	-0.454	19.373	63.338
60 min.		5.300	37.200	600.000	-9.700	0.097	-0.005	9.709	-0.500	19.908	65.107
80 min.		6.000	38.200	650.000	-8.900	0.105	-0.005	10.518	-0.459	20.443	66.837
100 min.		6.300	39.200	700.000	-9.100	0.113	-0.005	11.327	-0.469	20.978	68.607
120 min.		7.000	40.000	750.000	-9.100	0.121	-0.005	12.136	-0.469	21.406	70.006

Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
Tel: (07) 30 262 67 – Cel: +593 96 710 5479

5/14



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS

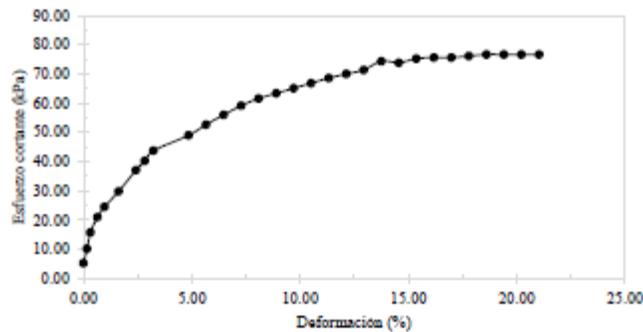
ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D 3080

ANEXO 8.0

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende:
Proyecto: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

180 min.	7.300	40.800	800.000	-9.100	0.129	-0.005	12.945	-0.469	21.834	71.406
240 min.	8.000	42.500	850.000	-9.100	0.138	-0.005	13.754	-0.469	22.744	74.382
300 min.	8.300	42.200	900.000	-9.100	0.146	-0.005	14.563	-0.469	22.584	73.859
360 min.	9.000	43.000	950.000	-9.100	0.154	-0.005	15.372	-0.469	23.012	75.259
420 min.	9.300	43.200	1000.000	-9.100	0.162	-0.005	16.181	-0.469	23.119	75.609
480 min.	10.000	43.200	1050.000	-9.100	0.170	-0.005	16.990	-0.469	23.119	75.609
540 min.	10.300	45.500	1100.000	-9.100	0.178	-0.005	17.799	-0.469	23.279	76.132
600 min.	11.000	43.800	1150.000	-9.100	0.186	-0.005	18.608	-0.469	23.440	76.658
660 min.	11.300	43.800	1200.000	-9.200	0.194	-0.005	19.417	-0.474	23.440	76.658
720 min.	12.000	43.800	1250.000	-9.200	0.202	-0.005	20.227	-0.474	23.440	76.658
	12.300	43.800	1300.000	-9.200	0.210	-0.005	21.036	-0.474	23.440	76.658

Esfuerzo normal 200.1 kPa



Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANTI) N° 811-16
Tel: (07) 30 262 67 – Cel: +593 96 710 5479

6/14



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D 3080**

ANEXO 8.1

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende:
Proyecto: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

Detalle de prueba	
Muestra:	Calicata 2
Ensayo:	1
Norma:	ASTM D 3080
Humedad [%]:	34.6%
Carga [kg]:	15.3
Profundidad [m]:	1.00
Esfuerzo normal aplicado [kPa]:	50.03
Constante de anillo [Kg]:	1.9048
Descripción del suelo: Arcilla media plasticidad arenosa	

Datos del ensayo						
Peso anillo:	g	42.88	Altura muestra inicial:	cm	2	Humedad
Peso anillo+muestra:	g	154.09	Altura muestra final:	cm	2.028	W_{cap} W_{cap+SI} W_{cap+SS}
Peso muestra inicial:	g	111.21	Dímetro:	cm	6.18	Area: cm ² 30.00
Peso muestra final:	g	82.38	Densidad:	g/cm ³	1.854	w% 35.00

Consolidación		Tiempo min.	Lect. Anillo carga	Lect. Deform. Horizontal \pm 0.01mm	Lect. Deform. Vertical \times 0.01mm	Deformación unitaria		Deformación [%]		Carga aplicada	Cortante kPa
Tiempo	Deformación					Hor.	Vert.	Hor.	Vert.		
0.0"		0.060	0.500	0.000	-0.300	0.0000	0.000	0.000	-0.015	0.268	0.876
4"		0.120	1.200	10.000	-0.300	0.0016	0.000	0.162	-0.015	0.642	2.100
15"		0.240	1.200	20.000	-0.300	0.0032	0.000	0.324	-0.015	0.642	2.100
34"		0.360	1.500	40.000	-0.300	0.0065	0.000	0.647	-0.015	0.803	2.626
1 min.		0.450	1.800	60.000	-0.300	0.0097	0.000	0.971	-0.015	0.963	3.149
2 min. 1/4"		1.000	1.800	100.000	-0.300	0.0162	0.000	1.618	-0.015	0.963	3.149
4 min.		1.300	2.100	150.000	-0.300	0.0243	0.000	2.427	-0.015	1.124	3.676
6 min. 1/4"		1.450	2.500	175.000	-0.300	0.0283	0.000	2.832	-0.015	1.338	4.376
9"		2.000	2.800	200.000	-0.300	0.0324	0.000	3.236	-0.015	1.498	4.899
12 min. 1/4"		2.300	3.000	300.000	-0.300	0.0485	0.000	4.854	-0.015	1.605	5.249
16 min.		3.000	3.100	350.000	-0.300	0.0566	0.000	5.663	-0.015	1.659	5.426
20 min. 1/4"		3.300	3.100	400.000	-0.300	0.0647	0.000	6.472	-0.015	1.659	5.426
25 min.		4.000	3.500	450.000	-0.300	0.0728	0.000	7.282	-0.015	1.873	6.125
36 min.		4.300	3.800	500.000	-0.300	0.0809	0.000	8.091	-0.015	2.034	6.652
49 min.		5.000	4.100	550.000	-0.300	0.0890	0.000	8.900	-0.015	2.194	7.175
60 min.		5.300	4.100	600.000	-0.400	0.0971	0.000	9.709	-0.020	2.194	7.175
80 min.		6.000	4.300	650.000	-0.400	0.1052	0.000	10.518	-0.020	2.301	7.525
100 min.		6.300	4.500	700.000	-0.300	0.1133	0.000	11.327	-0.015	2.408	7.875
120 min.		7.000	4.800	750.000	-0.100	0.1214	0.000	12.136	-0.005	2.569	8.402
180 min.		7.300	4.800	800.000	0.100	0.1294	0.000	12.945	0.005	2.569	8.402

Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
 Tel: (07) 30 262 67 – Cel: +593 96 710 5479

8/14



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS

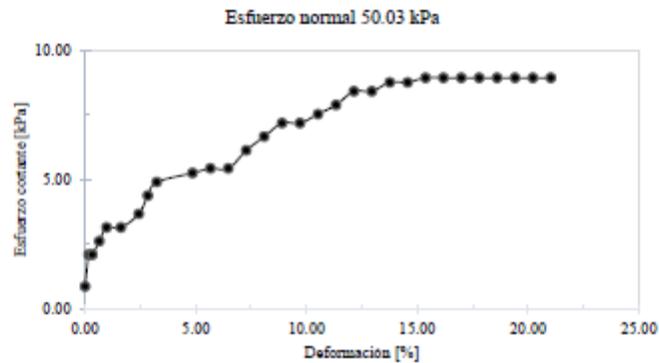
ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D 3080

ANEXO 8.1

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende:
Proyecto: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.

Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

240 min.		8.000	5.000	850.000	0.900	0.1375	0.000	13.754	0.044	2.676	8.752
300 min.		8.300	5.000	900.000	1.000	0.1456	0.000	14.563	0.049	2.676	8.752
360 min.		9.000	5.100	950.000	1.700	0.1537	0.001	15.372	0.084	2.729	8.925
420 min.		9.300	5.100	1000.000	2.500	0.1618	0.001	16.181	0.123	2.729	8.925
480 min.		10.000	5.100	1050.000	3.000	0.1699	0.001	16.990	0.148	2.729	8.925
540 min.		10.300	5.100	1100.000	3.500	0.1780	0.002	17.799	0.173	2.729	8.925
600 min.		11.000	5.100	1150.000	4.000	0.1861	0.002	18.608	0.197	2.729	8.925
660 min.		11.300	5.100	1200.000	4.200	0.1942	0.002	19.417	0.207	2.729	8.925
720 min.		12.000	5.100	1250.000	4.500	0.2023	0.002	20.227	0.222	2.729	8.925
		12.300	5.100	1300.000	5.000	0.2104	0.002	21.036	0.247	2.729	8.925



Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
Tel: (07) 30 262 67 – Cel: +593 96 710 5479

9/14



Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende:
Proyecto: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.
Solicitante: Sr. Byron Rueda
Fecha: 15-08-22

Detalle de prueba	
Muestra:	Calicata 2
Ensayo:	2
Norma:	ASTM D 3080
Humedad [%]:	0.35
Carga [kg]:	30.6
Profundidad [m]:	1.00
Esfuerzo normal aplicado [kPa]:	100.1
Constante de anillo [Kg]:	1.9048
Descripción del suelo: Arcilla media plasticidad arenosa	

Datos del ensayo						
Peso anillo:	g	41.89	Altura muestra inicial:	cm	2	Humedad W _{cap} W _{cap+50} W _{cap+100} w% 29.85
Peso anillo+muestra:	g	154.79	Altura muestra final:	cm	1.99	
Peso muestra inicial:	g	112.90	Díametro:	cm	6.18	Area: cm ² 30.00
Peso muestra final:	g	86.94	Densidad:	g/cm ³	1.88	

Consolidación		Tiemp min.	Lect. Anillo carga	Lect. Deform. Horizontal x 0.01mm	Lect. Deform. Vertical x 0.01mm	Deformación unitaria		Deformación [%]		Carga aplicada	Cortante kPa
Tiempo	Deformación					Hor.	Vert.	Hor.	Vert.		
0.0"		0.06	1.200	0.000	-0.900	0.000	0.000	0.000	-0.044	0.642	2.100
4"		0.12	1.800	10.000	-1.000	0.002	0.000	0.162	-0.049	0.963	3.149
15"		0.24	2.200	20.000	-2.100	0.003	-0.001	0.324	-0.104	1.177	3.849
34"		0.36	2.800	40.000	-3.100	0.006	-0.002	0.647	-0.153	1.498	4.899
1 min.		0.45	3.100	60.000	-3.900	0.010	-0.002	0.971	-0.192	1.659	5.426
2 min. 1/4"		1.00	3.500	100.000	-4.700	0.016	-0.002	1.618	-0.232	1.873	6.125
4 min.		1.30	4.200	150.000	-6.000	0.024	-0.003	2.427	-0.296	2.248	7.352
6 min. 1/4"		1.45	5.000	175.000	-6.900	0.028	-0.003	2.832	-0.340	2.676	8.752
9"		2.00	5.100	200.000	-7.200	0.032	-0.004	3.236	-0.355	2.729	8.925
12 min. 1/4"		2.30	5.800	300.000	-8.500	0.049	-0.004	4.854	-0.419	3.104	10.151
16 min.		3.00	6.500	350.000	-9.800	0.057	-0.005	5.663	-0.483	3.479	11.378
20 min. 1/4"		3.30	7.100	400.000	-10.700	0.065	-0.005	6.472	-0.528	3.800	12.428
25 min.		4.00	7.800	450.000	-12.000	0.073	-0.006	7.282	-0.592	4.174	13.651
36 min.		4.30	8.500	500.000	-13.000	0.081	-0.006	8.091	-0.641	4.549	14.877
49 min.		5.00	9.000	550.000	-13.500	0.089	-0.007	8.900	-0.666	4.816	15.750
60 min.		5.30	9.500	600.000	-14.200	0.097	-0.007	9.709	-0.700	5.084	16.627
80 min.		6.00	10.000	650.000	-15.000	0.105	-0.007	10.518	-0.740	5.352	17.503
100 min.		6.30	10.800	700.000	-15.500	0.113	-0.008	11.327	-0.764	5.780	18.903
120 min.		7.00	11.000	750.000	-16.000	0.121	-0.008	12.136	-0.789	6.154	20.126
180 min.		7.30	11.500	800.000	-16.800	0.129	-0.008	12.945	-0.828	6.315	20.653



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS

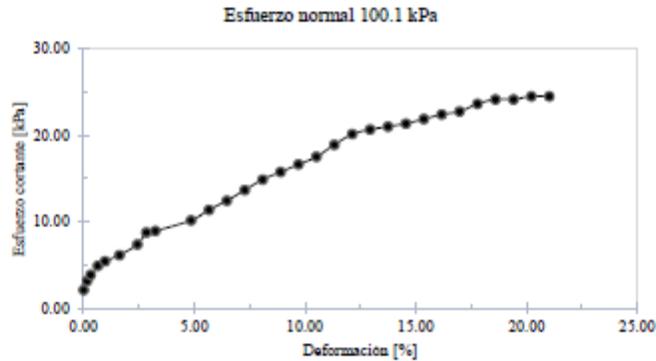
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D 3080**

ANEXO 8.1

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende:
Proyecto: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.

Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

240 min.	8.00	11.800	850.000	-17.000	0.138	-0.008	13.754	-0.838	6.422	21.003
300 min.	8.30	12.000	900.000	-17.400	0.146	-0.009	14.563	-0.858	6.529	21.353
360 min.	9.00	12.200	950.000	-17.800	0.154	-0.009	15.372	-0.878	6.689	21.876
420 min.	9.30	12.500	1000.000	-18.300	0.162	-0.009	16.181	-0.902	6.850	22.402
480 min.	10.00	12.800	1050.000	-18.900	0.170	-0.009	16.990	-0.932	6.957	22.752
540 min.	10.3	13.000	1100.000	-19.200	0.178	-0.009	17.799	-0.947	7.225	23.629
600 min.	11	13.500	1150.000	-20.000	0.186	-0.010	18.608	-0.986	7.385	24.152
660 min.	11.3	13.800	1200.000	-20.000	0.194	-0.010	19.417	-0.986	7.385	24.152
720 min.	12	13.800	1250.000	-20.900	0.202	-0.010	20.227	-1.031	7.492	24.502
	12.3	14.000	1300.000	-21.000	0.210	-0.010	21.036	-1.036	7.492	24.502



Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
Tel: (07) 30 262 67 – Cel: +593 96 710 5479

11/14



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gumudel - Gulakpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D 3080**

ANEXO 8.1

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende:
Proyecto: La Comunidad Indígena Gumudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gumudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

Detalle de prueba	
Muestra:	Calicata 2
Ensayo:	3
Norma:	ASTM D 3080
Humedad [%]:	0.35
Carga [kg]:	61.2
Profundidad [m]:	1.00
Esfuerzo normal aplicado [kPa]:	200.12
Constante de anillo [Kg]:	1.9048
Descripción del suelo: Arcilla media plasticidad arenosa	

Datos del ensayo						
Peso anillo:	g	42.45	Altura muestra inicial:	cm	2	Humedad
Peso anillo+muestra:	g	157.8	Altura muestra final:	cm	2	W_{cap} $W_{cap+SI1}$ $W_{cap+SI2}$
Peso muestra inicial:	g	115.35	Diametro:	cm	6.18	Area: cm ² 30.00
Peso muestra final:	g	86.75	Densidad:	g/cm ³	1.920	w% 32.97

Consolidación		Tiempo min.	Lect. Anillo carga	Lect. Deform. Horizontal x 0.01mm	Lect. Deform. Vertical x 0.01mm	Deformación unitaria		Deformación [%]		Carga aplicada	Cortante kPa
Tiempo	Deformación					Hor.	Vert.	Hor.	Vert.		
0.0"		0.060	1.000	0.000	-0.300	0.000	0.000	0.000	-0.015	0.535	1.750
4"		0.120	1.800	10.000	-0.500	0.002	0.000	0.162	-0.025	0.963	3.149
15"		0.240	4.000	20.000	-1.700	0.003	-0.001	0.324	-0.084	2.141	7.002
34"		0.360	4.500	40.000	-2.500	0.006	-0.001	0.647	-0.123	2.408	7.875
1 min.		0.450	5.000	60.000	-3.800	0.010	-0.002	0.971	-0.187	2.676	8.752
2 min. 1/4"		1.000	6.200	100.000	-4.500	0.016	-0.002	1.618	-0.222	3.318	10.851
4 min.		1.300	4.800	150.000	-6.000	0.024	-0.003	2.427	-0.296	2.569	8.402
6 min. 1/4"		1.450	7.800	175.000	-7.300	0.028	-0.004	2.832	-0.360	4.174	13.651
9"		2.000	9.500	200.000	-8.800	0.032	-0.004	3.236	-0.434	5.084	16.627
12 min. 1/4"		2.300	11.200	300.000	-10.400	0.049	-0.005	4.854	-0.513	5.994	19.603
16 min.		3.000	13.800	350.000	-11.800	0.057	-0.006	5.663	-0.582	7.385	24.152
20 min. 1/4"		3.300	15.200	400.000	-12.700	0.065	-0.006	6.472	-0.626	8.134	26.602
25 min.		4.000	17.200	450.000	-13.200	0.073	-0.007	7.282	-0.651	9.205	30.104
36 min.		4.300	19.500	500.000	-13.700	0.081	-0.007	8.091	-0.676	10.436	34.130
49 min.		5.000	21.200	550.000	-13.900	0.089	-0.007	8.900	-0.685	11.345	37.103
60 min.		5.300	23.500	600.000	-14.000	0.097	-0.007	9.709	-0.690	12.576	41.129
80 min.		6.000	26.200	650.000	-14.100	0.105	-0.007	10.518	-0.695	14.021	45.854
100 min.		6.300	28.000	700.000	-14.100	0.113	-0.007	11.327	-0.695	14.984	49.004
120 min.		7.000	29.800	750.000	-14.100	0.121	-0.007	12.136	-0.695	15.948	52.156
180 min.		7.300	31.500	800.000	-14.100	0.129	-0.007	12.945	-0.695	16.857	55.129

Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
Tel: (07) 30 262 67 - Cel: +593 96 710 5479

12/14



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gumudel - Gulakpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CONSULTORA & CONSTRUCTORA
DICONS

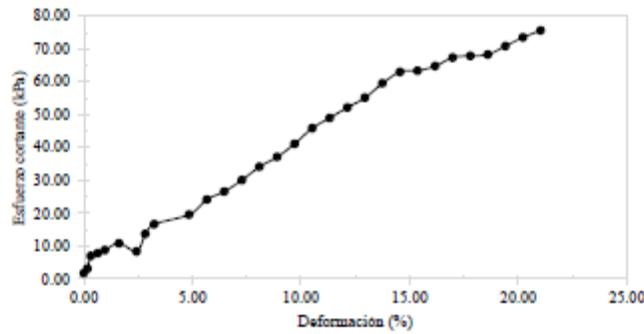
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
NORMA ASTM D 3080**

ANEXO 8.1

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende:
Proyecto: La Comunidad Indígena Gumudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.
Provincia: Loja **Cantón:** Saraguro
Ubicación: Comunidad Indígena Gumudel - Gulakpamba
Solicitante: Sr. Byron Rueda **Elabora:** DiconsGeotecnico Cia. Ltda.
Fecha: 15-08-22

240 min.		8.000	34.000	850.000	-14.100	0.138	-0.007	13.754	-0.695	18.195	59.505
300 min.		8.300	36.000	900.000	-13.800	0.146	-0.007	14.563	-0.680	19.266	63.008
360 min.		9.000	36.200	950.000	-12.800	0.154	-0.006	15.372	-0.631	19.373	63.358
420 min.		9.300	37.000	1000.000	-11.700	0.162	-0.006	16.181	-0.577	19.801	64.757
480 min.		10.000	38.500	1050.000	-10.000	0.170	-0.005	16.990	-0.493	20.604	67.384
540 min.		10.300	38.800	1100.000	-8.200	0.178	-0.004	17.799	-0.404	20.764	67.907
600 min.		11.000	39.000	1150.000	-6.000	0.186	-0.003	18.608	-0.296	20.871	68.257
660 min.		11.300	40.500	1200.000	-4.300	0.194	-0.002	19.417	-0.212	21.674	70.883
720 min.		12.000	42.000	1250.000	-2.500	0.202	-0.001	20.227	-0.123	22.477	73.509
		12.300	43.200	1300.000	-1.100	0.210	-0.001	21.036	-0.054	23.119	75.609

Esfuerzo normal 200.1 kPa



Dirección: Av de los Paltas y Agustín Aguirre (Frente a la ANT) N° 811-16
 Tel: (07) 30 262 67 - Cel: +593 96 710 5479

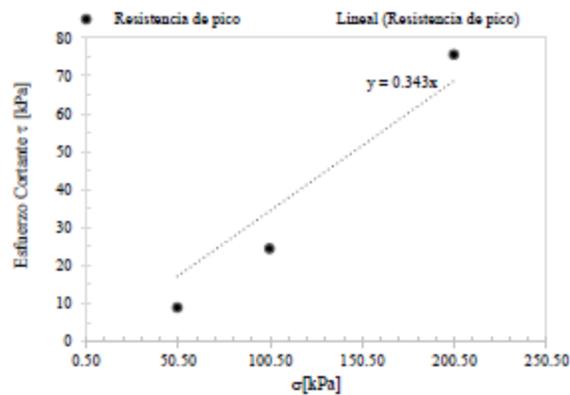
13/14

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende:

Proyecto:	La Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja.		
Provincia:	Loja	Cantón:	Saraguro
Ubicación:	Comunidad Indígena Gunudel - Gulakpamba		
Solicitante:	Sr. Byron Rueda	Elabora:	DiconsGeotecnico Cia. Ltda.
Fecha:	15-08-22		

Resultados Calicata 2

Nro. Ensayo	Esfuerzos [kPa]	
	X	Y
	Normal	Cortante
1	50.03	8.925
2	100.06	24.502
3	200.12	75.609



Descripción	Símbolo	Valor	Und.
Angulo de fricción	ϕ	19	°
Cohesión	c	0.00	kPa

Ing. MSc. Vinicio F. Guachizaca C.
Especialista Geotécnico



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Anexo 6. Ficha de inventario de deslizamientos

FORMATO PARA INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA

NOMBRE DEL ENCUESTADOR Byron Alexander Rueda Zapata FECHA Día: _____ Mes: _____ Año: _____ INSTITUCION Universidad Nacional de Loja Código del Evento _____

LOCALIZACION GEOGRAFICA Y DOCUMENTAL DEL EVENTO														
POR DIVISION POLITICA		COORDENADAS			REFERENTES GEOGRAFICOS			DOCUMENTACION						
PAIS	<u>Ecuador</u>	Sitio	<u>Gunudel-Gulagamba</u>			Mapa/Plancha No.	Año	Escala	Editor	Foto No.	Año	Escala	Editor	
Dpto./Prov./Edo.	<u>Loja</u>	Norte/Lat.	<u>9598855</u>											
Municipio/Ciudad	<u>Saraguro</u>	Este/Long.	<u>696351</u>											
Localidad	<u>Gunudel-Gulagamba</u>	Proyección	<u>UTM, WGS84 Zona 17 Sur</u>											
		Altura sitio (m.s.n.m.)	<u>2470</u>											
ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO					LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA									
FECHAS DE OCURRENCIA		ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCION	DESCRIPCION	ESTRUCTURA	ORIENTACION		ESPACIAMIENTO (m)					
Ultimo Movimiento: DD / MM / AA		<input checked="" type="checkbox"/> Activo	<input type="checkbox"/> Unico	<input type="checkbox"/> Retrogresivo		Arenisca	DB	BZ	>2	2 - 0,6	0,6-0,2	0,2-0,06	<0,06	
Anteriores: / /		<input type="checkbox"/> Reactivado	<input type="checkbox"/> Sucesivo	<input checked="" type="checkbox"/> Progresivo			NE	48	X					
Edad (años): / /		<input type="checkbox"/> Latente	<input checked="" type="checkbox"/> Multiple	<input type="checkbox"/> Ensanchandose			X					
		<input type="checkbox"/> Estabilizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Confinado			X					
		<input type="checkbox"/> Relicto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Enjambre								
DB: Dirección de buzamiento BZ: Buzamiento														
CLASIFICACION DEL MOVIMIENTO														
TIPO DE MOVIMIENTO		MATERIAL			OTRAS CARACTERISTICAS			VELOCIDAD						
1 2		1 2 1% 2%			Humedad del suelo			Extr. Rápido (>5 m/s)						
<input checked="" type="checkbox"/> Deslizamiento traslacional		<input type="checkbox"/> Roca			<input type="checkbox"/> Residual			Muy rápido (>3 m/min)						
<input type="checkbox"/> Propagación lateral		<input type="checkbox"/> Detritos			<input checked="" type="checkbox"/> Sedimentario (*)			Rápido (>1,8 m/hr)						
<input type="checkbox"/> Reptación		<input type="checkbox"/> Tierra			<input checked="" type="checkbox"/> Coluvial			Moderado (> 13 m/mes)						
<input type="checkbox"/> Colapso		<input type="checkbox"/> Suelos ingeniería			<input type="checkbox"/> Volcánico			X Lento (> 1,6 m/año)						
<input checked="" type="checkbox"/> Flujo		<input type="checkbox"/> Bloques			* Tipo suelo sedimentario:			Muy lento (> 16 mm/año)						
		<input type="checkbox"/> Cantos			Areniscas y Arenas			Ext. Lento (< 16 mm/año)						
		<input type="checkbox"/> Grava			Arcillosas y Limosas			M: Medida						
		<input type="checkbox"/> Arena			Plasticidad			C: Calculada						
		<input checked="" type="checkbox"/> Finos			Alta			E: Estimada						
		<input checked="" type="checkbox"/> M.O.			Media			CLASIFICACION DEL MOVIMIENTO						
		<input type="checkbox"/>			Baja			Sistema de Clasificación: <u>Deslizamiento Rotacional</u>						
		<input type="checkbox"/>			No plástico			NOMBRE DEL MOVIMIENTO:						
NOTA		M.O: Materia orgánica, turba			Clasificación USCS			Hundimiento por cambio de presión de poros						
1 = Primer movimiento														
2 = Segundo movimiento														
MORFOMETRIA														
GENERAL			DIMENSIONES			DEFORMACION DEL TERRENO			GEOFORMA					
Diferencia de altura corona a punta (m)			Profundidad de superficie de falla, Dr (m)			Modo			Severidad					
Longitud horizontal corona a punta (m)			Ancho de la superficie de falla Wr (m)			Escalonamiento			Leve					
Fahrböschung (°)			Longitud de superficie de falla Lr (m)			<input checked="" type="checkbox"/>			Media					
Pendiente de ladera en post-falla (°)			Espesor de masa desplazada Dd (m)			<input type="checkbox"/>			Pronunciada					
Pendiente ladera en pre-falla (°)			Ancho de la masa desplazada Wd (m)			<input type="checkbox"/>			Severa					
Dirección del movimiento (°)			Longitud de masa desplazada Ld (m)			<input type="checkbox"/>			Muy severa					
Azimut del talud (°)			Longitud total, L (m)											
						Volúmen inicial (m3)								
						Volúmen desplazado (m3)								
						Area inicial (Km2)								
						Area total afectada (km2)								
						Distancia de viaje (km)								
						Run up (m)								



UNL

Universidad Nacional de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

CAUSAS DEL MOVIMIENTO				COBERTURA Y USO DEL SUELO										
<input checked="" type="checkbox"/>	Material plástico débil	<input checked="" type="checkbox"/>	Movimiento tectónico	<input type="checkbox"/>	Socavación de pata del talud por oleaje	<input checked="" type="checkbox"/>	Tipo cobertura	<input checked="" type="checkbox"/>	Tipo uso	<input type="checkbox"/>	%	<input type="checkbox"/>	%	
<input checked="" type="checkbox"/>	Material sensible	<input type="checkbox"/>	Sismo: M ___ E ___ De ___ P ___	<input type="checkbox"/>	Socavación de márgenes de ríos	<input type="checkbox"/>	Veg. Herbacea	<input type="checkbox"/>	Ganadería	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	35	
<input checked="" type="checkbox"/>	Material colapsible	<input type="checkbox"/>	Erupción volcánica	<input type="checkbox"/>	Excavación de la pata del talud	<input checked="" type="checkbox"/>	Bosque/Selva	<input type="checkbox"/>	Area protegida	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Material meteorizado	<input checked="" type="checkbox"/>	Lluvias : mm24h= ___ mm48h= ___ mm72h= ___	<input checked="" type="checkbox"/>	Carga en la corona del talud	<input type="checkbox"/>	Matorrales	<input checked="" type="checkbox"/>	Agrícola	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	50	
<input type="checkbox"/>	Material fallado por corte	<input checked="" type="checkbox"/>	Viento	<input checked="" type="checkbox"/>	Erosion subterránea (disolución, tubificación)	<input checked="" type="checkbox"/>	Cuerpo agua	<input type="checkbox"/>	Recreación	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Material fisurado o agrietado	<input type="checkbox"/>	Deshielo	<input checked="" type="checkbox"/>	Irrigación	<input checked="" type="checkbox"/>	Cultivos	<input type="checkbox"/>	Zona arqueológica	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
<input checked="" type="checkbox"/>	Orientación desfavorable de discontinuidades	<input type="checkbox"/>	Avance/retroceso de glaciares	<input checked="" type="checkbox"/>	Mantenimiento deficiente sistema de drenaje	<input type="checkbox"/>	Construcciones	<input type="checkbox"/>	Zona industrial	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	Contraste en permeabilidad de materiales	<input type="checkbox"/>	Rompimiento de lagos en cráteres	<input type="checkbox"/>	Escapes de agua de tuberías	<input type="checkbox"/>	Sin cobertura	<input checked="" type="checkbox"/>	Vivienda	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	10	
<input type="checkbox"/>	Contraste de rigidez de materiales	<input type="checkbox"/>	Rompimiento de presas	<input type="checkbox"/>	Minería	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Vías	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	5	
<input type="checkbox"/>	Meteorización por congelamiento/deshielo	<input type="checkbox"/>	Desembalse rápido de presas	<input type="checkbox"/>	Disposición deficiente de estériles/escombros	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Mnería	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	Meteorización por expansión/contracción	<input type="checkbox"/>	Erosión de pata de talud por glaciares	<input checked="" type="checkbox"/>	Vibración artificial (tráfico, explosiones, hincado de pilotes)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	Deforestación o ausencia de vegetación	<input type="checkbox"/>	Socavación de pata del talud por corriente agua	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
NOTAS: C: Condicionante, D: Detonante mm24h: lluvia acumulada en las 24 horas antes del movimiento M: magnitud del sismo, E: Escala del sismo (ML, Ms, mb, Mw), De: Distancia al epicentro (Km), P: Profundidad (Km)														
DOCUMENTOS DE REFERENCIA														
Autores	Año	Titulo	Revista/libro/Informe	Editor/Institución	Ciudad	Volumen:Páginas								
EFECTOS SECUNDARIOS														
Represamiento				Otros		IMPORTANCIA DEL EVENTO								
Tipo (Costa & Schuster, 1988)	Morfometría de la presa	Condición de la presa	Morfometría del embalse	Altura (m)										
<input type="checkbox"/>	I Longitud (m) _____	<input type="checkbox"/>	Obstrucción parcial _____	<input checked="" type="checkbox"/>	Ola de desplazamiento _____	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta							
<input type="checkbox"/>	II Altura (m) _____	<input type="checkbox"/>	Erosión de la pata _____	<input type="checkbox"/>	Tsunami _____	<input type="checkbox"/>	Media							
<input type="checkbox"/>	III Ancho (m) _____	<input type="checkbox"/>	Estabilización artificial _____	<input type="checkbox"/>	Empalizada _____	<input type="checkbox"/>	Baja							
<input type="checkbox"/>	IV Talud aguas arriba (°) _____	<input type="checkbox"/>	Ligeramente socavada _____	<input type="checkbox"/>	Sedimentación _____									
<input type="checkbox"/>	V Talud aguas abajo (°) _____	<input type="checkbox"/>	Moderadamente socavada _____	<input type="checkbox"/>	Sismo _____									
<input type="checkbox"/>	VI Volúmen presa (m3) _____	<input type="checkbox"/>	Fuertemente socavada _____											
		<input type="checkbox"/>	Parcialmente fallada _____											
		<input type="checkbox"/>	Fallada _____											
DAÑOS														
Población		Infraestructura			Actividades económicas		Daños ambientales							
Número de muertos _____	Tipo	Unidad de medida	Intensidad y cantidad				Valor US\$	Tipo	Unidad de medida	Intensidad y cantidad				Valor US\$
Número de heridos _____			DL	DM	DS	DT				DL	DM	DS	DT	
Número damnificados _____				X							X			
Convención para intensidad de daño														
DL: Daño leve														
DM: Daño moderado														
DS: Daño severo														
DT: Destrucción total														
NC: No cuantificable														
NOTAS Y APRECIACION DEL RIESGO														
La mayor cantidad de terrenos con cultivos se vieron afectadas, e igualmente varias viviendas sufrieron agrietamientos y algunas otras la destrucción total														



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los Hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel - Gulagpamba ubicada en la zona este de la Parroquia Saraguro, cantón Saraguro, provincia De Loja

Anexo 7. Mapas temáticos del área de estudio

Anexo 7.1: Mapa de Ubicación

Anexo 7.2: Mapa de Hidrografía

Anexo 7.3: Mapa del Uso de Suelo

Anexo 7.4: Mapa de Geología Regional

Anexo 7.5: Mapa de Geología Regional con Mapa Base

Anexo 7.6: Mapa de Ubicación de sondeos SPT's

Anexo 7.7: Mapa de Ubicación de Muestras Inalteradas

Anexo 7.8: Mapa Topográfico

Anexo 7.9: Mapa de Pendientes

Anexo 7.10: Mapa de Geomorfológico

Anexo 7.11: Mapa de Geología Local

Anexo 7.12: Perfiles Litológicos

Anexo 7.13: Mapa microzonificación geotécnica por características físicas

Anexo 7.14: Mapa microzonificación geotécnica por características mecánicas

(Ubicados en el CD-R N°1)



Anexo 8. Certificado traducción del resumen

Loja, 26 de abril del 2023

Yo, Lilibeth Johana Bravo Fajardo, con documento de identidad Nro. **2100510854**, poseedora del certificado **NIVEL INTERMEDIO AVANZADO B2-INGLÉS**, avalado por Cambridge Assessment English, Número de Verificación: C0018683.

CERTIFICO:

Que el documento aquí compuesto es fiel a la traducción del idioma español al idioma inglés de un resumen del Trabajo de Titulación el cual se realizó en base a los documentos originales entregados por el autor de la misma el Señor **BYRON ALEXANDER RUEDA ZAPATA**, con cedula identidad Nro. **1105348864**, con el tema denominado “Caracterización Geológica-Geotécnica que condicionan los hundimientos en el sector que comprende: La Comunidad Indígena Gunudel – Gulagpamba ubicada en la zona Este de la parroquia Saraguro, cantón Saraguro, Provincia de Loja”, traducción que servirán para fines personales de uso del cliente.

Lo certifico en honor a la verdad, y, a su vez autorizo al interesado a hacer uso del presente para los fines que considere pertinentes.



Firmado electrónicamente por:

**LILIBETH
JOHANA BRAVO
FAJARDO**

Lilibeth Johana Bravo Fajardo

C.I: 2100510854