



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

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

Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas
km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas –
Santiago, cantón y provincia de Loja**

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

AUTOR:

Alex Gonzalo Sarango Ordoñez

DIRECTOR:

Ing. Fermín Alexander González Sisalima Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2024



Certificación

Loja, 23 de abril de 2024

Ing. Fermín Alexander González Sisalima Mg. Sc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, de la autoría del estudiante **Alex Gonzalo Sarango Ordoñez**, con cedula de identidad Nro. **1105981946**, 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. Fermín Alexander González Sisalima Mg. Sc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Autoría

Yo, **Alex Gonzalo Sarango Ordoñez**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y 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: 1105981946

Fecha: 23 de abril del 2024

Correo electrónico: alex.g.sarango@unl.edu.ec

Teléfono: 0982784680



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, **Alex Gonzalo Sarango Ordoñez**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja**, como requisito para obtener el título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**; además 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 Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar los contenidos de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza del plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

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

Firma

Autor: Alex Gonzalo Sarango Ordoñez

Cédula de identidad: 1105981946

Dirección: Thomas Alva Edison y s/n (Esteban Godoy)

Correo electrónico: alex.g.sarango@unl.edu.ec

Teléfono: 0982784680

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del trabajo de titulación: Ing. Fermín Alexander González Sisalima, Mg. Sc.



Dedicatoria

Mi trabajo de titulación lo dedico con todo mi cariño a mi familia que son el motor de mi vida: a mi padre Francisco, a mi madre María y a mis hermanas, por todo su apoyo, motivación y esfuerzo.

A mis hermanas Sandra y Gina quienes con sus palabras de aliento no me dejaba decaer y me dieron nuevas fuerzas para continuar adelante, por creer en mis capacidades y enseñarme a ser perseverante hasta cumplir con mi meta.

A mis amigos más cercanos, quienes me motivaron a seguir adelante y a todas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome para que este sueño se haga realidad.

Alex Gonzalo Sarango Ordoñez



Agradecimiento

Mi principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado, acompañado a cada paso y me dado la fortaleza necesaria para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios universitarios.

Expreso un agradecimiento especial a mi director del Trabajo de Titulación, ingeniero Alexander González, el cual ha sido la guía más importante en este proceso de investigación, gracias por su paciencia, predisposición para revisar y corregir mis avances, así como por compartir sus conocimientos conmigo de forma desinteresada.

A mis estimados amigos, Galo López y Fabricio Ojeda, por brindarme su apoyo, ayuda, y sugerencias para mejorar mi trabajo de titulación. Y a todas las demás personas que de una u otra forma me motivaron en la realización del presente trabajo académico.

Alex Gonzalo Sarango Ordoñez



Índice de Contenido

Portada.....	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenido	vii
Índice de figuras	xi
Índice de tablas.....	xiii
Índice de anexos.....	xiv
1. Título	1
2. Resumen.....	2
Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
Objetivos:.....	5
<i>Objetivo general</i>	5
<i>Objetivos específicos</i>	5
4. Marco teórico.....	6
4.1 Geología.....	6
4.1.1 Rocas	6
4.1.1.1 Clasificación de las rocas.....	6
4.2 Geomorfología	7
4.3 Fotointerpretación	7
4.4 Estratigrafía.....	7
4.4.1 <i>Principios de la estratigrafía y sedimentología</i>	8
4.5 Geología estructural	8
4.5.1 <i>Estructuras geológicas</i>	8
4.5.1.1 Pliegues.....	8
4.5.1.2 Fallas.....	10
4.5.1.3 Diaclasas.....	11



4.5.2 Cartografía de las estructuras geológicas	12
4.5.2.1 Dirección y buzamiento	13
4.5.3 Cuerpos intrusivos o plutónicos	13
4.5.3.1 Diques	14
4.5.3.2 Sills y lacolitos	14
4.5.3.3 Batolitos	15
4.6 Proyecciones estereográficas	15
4.6.1 Diagrama de densidad de polos	15
4.6.2 Aplicación de la proyección estereográfica en geología estructural	16
4.6.2.1 Determinación de familias de diaclasas	16
4.7 Mapeo geológico	17
4.7.1 Tipos de mapas geológicos	18
4.7.2 Métodos de mapeo geológico	18
4.7.2.1 Método de mapeo de contactos	19
4.7.2.2 Método de mapeo por afloramientos	19
4.7.2.3 Mapeo por perfiles	20
5. Metodología	21
5.1 Descripción general del área de estudio	21
5.1.1 Ubicación geográfica	21
5.1.2 Acceso	22
5.2 Materiales y equipos	22
5.3 Método	23
5.4 Procedimiento	23
5.4.1 Fase de preparación	23
5.4.2 Fase de campo	24
5.4.3 Fase final de gabinete	24
5.5 Aspectos fisiográficos del área de estudio	25
5.5.1 Hidrografía	25
5.5.2 Clima	25
5.5.2.1 Bioclima	25
5.5.2.2 Temperatura (Isotermas)	26
5.5.2.3 Precipitación (Isoyetas)	26
5.5.3 Geomorfología	27



5.5.3.1 Relieve montañoso (Rm).	28
5.5.3.2 Relieve colinado muy alto (Rcma).	28
5.5.3.3 Relieve colinado alto (Rca).	29
5.5.3.4 Relieve colinado medio (Rcm).	29
5.5.3.5 Terraza media (Tm).	30
5.5.3.6 Terraza baja y cauce actual (Tb).	31
5.5.3.7 Coluvio-aluvial (Ca).	31
5.5.3.8 Masa deslizada (Md).	32
5.5.4 Cobertura y uso del suelo	33
5.5.5 Geología regional	34
5.5.5.1 Batolito de San Lucas.	34
5.5.5.2 Unidad Loma Bernabé (PcLBe).	36
5.5.5.3 Rocas intrusivas.	36
5.5.5.3.1 Granitos (GG).	36
5.5.5.3.2 Granodioritas (GGd).	36
5.6 Metodología para el primer objetivo.	37
5.6.1 Base topográfica	38
5.6.2 Levantamiento geológico-estructural	40
5.7 Metodología para el segundo objetivo.	42
5.8 Metodología para el tercer objetivo	43
6. Resultados	45
6.1 Resultados generales del área de estudio	45
6.1.1 Topografía	45
6.1.2 Pendientes	45
6.2 Resultados del primer objetivo	46
6.2.1 Geología local	46
6.2.1.1 Unidad Granito.	49
6.2.1.2 Unidad Riolita.	56
6.2.1.3 Unidad Granodiorita.	58
6.2.1.4 Unidad Diorita.	65
6.2.1.5 Depósitos coluviales.	67
6.2.1.6 Depósitos aluviales.	69
6.3 Resultados del segundo objetivo	69



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

6.3.1 Geología estructural	69
6.3.1.1 Fallas	69
6.3.1.1.1 Fallas inferidas.	70
6.3.1.1.2 Fallas fotointerpretadas.	71
6.3.1.1.3 Fallas observadas.	76
6.3.1.2 Diaclasas.	78
6.3.1.2.1 Proyecciones estereográficas de diaclasas.	83
6.4 Resultados del tercer objetivo	87
6.4.1 Mapa geológico-estructural del área de estudio	87
6.4.2 Corte de secciones geológicas locales	88
7. Discusión	90
8. Conclusiones	94
9. Recomendaciones	96
10. Bibliografía	97
11. Anexos	100



Índice de figuras

Figura 1. Partes de un pliegue.	10
Figura 2. Tipos de fallas geológicas.	11
Figura 3. Tipos de diaclasas.	12
Figura 4. a) dirección b) buzamiento.	13
Figura 5. Principales estructuras plutónicas.	14
Figura 6. Diagrama de densidad de polos: a) en proyección equiareal; b) en proyección estereográfica (equiangular).	16
Figura 7. Ubicación de la zona de estudio.	21
Figura 8. Acceso terrestre al área de estudio a) Acceso desde Quito-Loja b) Acceso Loja-Las Juntas.	22
Figura 9. Relieve montañoso, sector Las Juntas.	28
Figura 10. Relieve colinado muy alto, sector Gualán.	29
Figura 11. Relieve colinado alto.	29
Figura 12. Relieve colinado medio, sector antigua Feria ganadera, Las Juntas.	30
Figura 13. Terraza media del río San Lucas.	30
Figura 14. Terraza baja y cauce actual, unión de los ríos Santiago y San Lucas.	31
Figura 15. Coluvio aluvial, sector Gualán.	31
Figura 16. Deslizamiento 6, sector Bellavista bajo.	32
Figura 17. Clases de coberturas y uso del suelo del área de estudio.	34
Figura 18. Clases de coberturas y uso del suelo, sector Las Juntas.	34
Figura 19. Modelo esquemático geodinámico Plutón San Lucas, altitud aproximada 4°S.	36
Figura 20. Geología regional del área de estudio.	37
Figura 21. Estación total Kolida KTS 455 RC.	38
Figura 22. Levantamiento topográfico en campo.	39
Figura 23. Afloramiento 1, ingreso barrio Las Juntas.	51
Figura 24. Afloramiento 2, sector Las Juntas.	52
Figura 25. Afloramiento 10, sector Las Juntas.	53
Figura 26. Afloramiento 26, inicio vía Las Juntas-Santiago.	55
Figura 27. Afloramiento 15, sector Las Juntas.	57
Figura 28. Afloramiento 19, sector Bellavista bajo.	60
Figura 29. Afloramiento 20, sector Bellavista bajo.	61
Figura 30. Afloramiento 21, sector Bellavista bajo.	62
Figura 31. Afloramiento 34, sector Bellavista bajo.	64
Figura 32. Afloramiento 23, sector Bellavista bajo.	65
Figura 33. Unidad Diorita, afloramiento 9, sector Las Juntas.	67
Figura 34. Depósitos coluviales, afloramiento 25.	68
Figura 35. Depósitos aluviales del río San Lucas.	69
Figura 36. Falla regional inferida.	70
Figura 37. Fotointerpretación de estructuras geológicas, fallas fotointerpretadas.	71
Figura 38. Falla fotointerpretada 1, sector Las Juntas.	72
Figura 39. Falla fotointerpretada 2, vía Las Juntas-Santiago.	73
Figura 40. Falla fotointerpretada 3, vista satelital.	73
Figura 41. Falla fotointerpretada 3, sector las Juntas.	74



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Figura 42. Falla fotointerpretada 4	74
Figura 43. Falla fotointerpretada 5	75
Figura 44. Falla fotointerpretada 6, sector La Chorrera.....	75
Figura 45. Microfallas, AF-011, sector Las Juntas.....	77
Figura 46. Falla normal, AF-018, sector Saramano.....	78
Figura 47. Familia de diaclasas, afloramiento 6.....	81
Figura 48. Diaclasas inclinadas, afloramiento 15.....	82
Figura 49. Diaclasas subverticales, afloramiento 36.....	82
Figura 50. Familia de diaclasas, afloramiento 36.....	83
Figura 51. Representación estereográfica de las familias J4, J5 y J6.....	84
Figura 52. Representación estereográfica de las familias J8 y J9.....	84
Figura 53. Representación estereográfica de las familias J14 y J5.....	85
Figura 54. Representación estereográfica de las familias J17 y J18.....	85
Figura 55. Representación estereográfica de las familias J25, J26 y J27.....	86
Figura 56. Representación estereográfica del diagrama de polos y densidades de diaclasas del área de estudio.....	87
Figura 57. Representación estereográfica del diagrama de rosetas de diaclasas del área de estudio....	87
Figura 58. Perfil geológico a lo largo de la línea A-B del área de estudio.....	89



Índice de tablas

Tabla 1. Coordenadas de inicio y fin del tramo de estudio.	21
Tabla 2. Materiales requeridos para el desarrollo del trabajo de titulación.	22
Tabla 3. Características de la red hídrica de la parroquia San Lucas.	25
Tabla 4. Datos de temperaturas de estaciones meteorológicas cercanas.	26
Tabla 5. Isotermas del área de estudio.	26
Tabla 6. Datos de precipitaciones de estaciones meteorológicas cercanas.	27
Tabla 7. Isoyetas del área de estudio.	27
Tabla 8. Unidades geomorfológicas del área de estudio.	27
Tabla 9. Deslizamientos levantados en el área de estudio.	32
Tabla 10. Cobertura y uso del suelo del área de estudio.	33
Tabla 11. Anchos de fajas topográficas.	38
Tabla 12. Especificaciones técnicas de la hoja geológica Loja.	40
Tabla 13. Ficha para descripción macroscópica de rocas.	41
Tabla 14. Pendientes del área de estudio.	45
Tabla 15. Descripción litológica de afloramientos levantados en el área de estudio.	47
Tabla 16. Unidades litológicas del área de estudio.	49
Tabla 17. Análisis petrográfico macroscópico de granito.	50
Tabla 18. Elementos estructurales de discos andesíticos, afloramiento 10.	53
Tabla 19. Análisis petrográfico macroscópico de riolita.	56
Tabla 20. Análisis petrográfico macroscópico de granodiorita.	59
Tabla 21. Características estructurales de diques intrusivos, afloramiento 21.	62
Tabla 22. Características estructurales de diques intrusivos, afloramiento 21.	63
Tabla 23. Análisis petrográfico de muestra de diorita.	66
Tabla 24. Datos de yacencia de microfallas.	76
Tabla 25. Datos de yacencia de diaclasas del área de estudio.	79
Tabla 26. Datos de yacencia de diaclasas, afloramiento 6.	81
Tabla 27. Datos de yacencia de diaclasas, afloramiento 36.	83



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Índice de anexos

Anexo 1. Ficha técnica para descripción de afloramientos	100
Anexo 2. Ficha técnica para inventario de deslizamientos	101
Anexo 3. Puntos de control del levantamiento topográfico.	102
Anexo 4. Fichas técnicas de levantamiento de afloramientos del área de estudio.	107
Anexo 5. Fichas técnicas del inventario de deslizamientos del área de estudio.	128
Anexo 6. Mapa de ubicación del área de estudio.	136
Anexo 7. Mapa de geología regional del área de estudio.	137
Anexo 8. Mapa de isotermas del área de estudio.	138
Anexo 9. Mapa de isoyetas del área de estudio.	139
Anexo 10. Mapa topográfico del área de estudio.	140
Anexo 11. Mapa de pendientes del área de estudio.	141
Anexo 12. Mapa de geomorfología del área de estudio.	142
Anexo 13. Mapa de cobertura y uso del suelo.	143
Anexo 14. Mapa de fotointerpretación de estructuras del área de estudio.	144
Anexo 15. Mapa geológico-estructural del área de estudio.	145
Anexo 16. Fichas de descripción petrográfica macroscópica de muestras de rocas.	146
Anexo 17. Análisis petrográfico macroscópico de rocas en el laboratorio de petrografía.	149
Anexo 18. Certificación de traducción del Resumen.	150



1. Título

Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja.



2. Resumen

El presente trabajo de titulación comprendió realizar el levantamiento geológico-estructural de la vía antigua a Cuenca, entre las abscisas km 21+150 hasta km 26+150, considerando una franja de estudio de 250 m por lado, perteneciente a las parroquias San Lucas y Santiago, del cantón y provincia de Loja. El área de estudio posee una superficie total de 2,329 km² y presenta una topografía muy irregular con cotas desde 2015 hasta los 2325 m s.n.m. con un desnivel de 310 m, presenta relieve montañoso con pendientes predominantemente muy inclinadas (15° - 35°) y empinadas (35° - 55°).

Para el levantamiento de geología local, se empleó el método de mapeo por afloramientos, con lo cual se determinó que el área de estudio, forma parte de un extenso cuerpo intrusivo conocido como Batolito de San Lucas, conformado por cuatro unidades litológicas: Granito, Granodiorita, Diorita y Riolita; así como depósitos aluviales y coluviales. La Granodiorita es la unidad predominante, se extiende desde la zona central hasta el norte, ocupando una superficie de 1,10 km², constituida por granodiorita con biotitas. La unidad Granito es la segunda más extensa, se extiende desde el sur hasta la zona central, ocupa una superficie de 0,056 km² y se caracteriza por presentar granito. La unidad Diorita se localiza al sureste, ocupando un área de 0,056 km², constituida por diorita meteorizada, la cual está en contacto inferido con la unidad Granito; y la unidad Riolita ubicada en el centro oeste, cubre una superficie menor de 0,021 km² constituida por riolitas diaclasadas, esta unidad suprayace a la unidad Granito. Además, en el sureste y noreste, se identificaron algunos diques subverticales de andesita en las unidades Granito y Granodiorita.

Estructuralmente el área de estudio, está controlada por diez fallas: una falla regional inferida con dirección NW-SE; una falla normal observada de dirección NW-SE y dos microfallas con dirección NE-SW, así como seis fallas fotointerpretadas con dirección preferencial NE-SW. Además, existen 27 familias de diaclasas tectónicas de tipo inclinadas, subhorizontales y subverticales, la mayoría de las cuales presentan dirección de buzamiento NW-SE.

Palabras clave: *geología local, unidades litológicas, fallas, diaclasas.*



Abstract

The present research degree carried out the geological-structural survey of the old road to Cuenca, between the abscissa km 21+150 up to km 26+150, considering a study strip of 250 m per side, belonging to the San Lucas and Santiago parishes, from the Loja canton and province. The study area has a total of 2,329 km² and a very irregular topography with elevations from 2015 to 2325 m.a.s.l. with a difference in height of 310 m, it presents mountainous land relief with predominantly tilt slopes (15° - 35°) and steep (35° - 55°) slopes.

For the local geology survey, the outcrop mapping method was used to determined that the study area is part of an extensive intrusive body known as San Lucas Batholith, made up of four lithological units: Granite, Granodiorite, Diorite and Rhyolite, as well as alluvial and colluvial deposits. Granodiorite is the predominant unit, it extends from the central area to the north, occupying an area of 1,10 km², made up of granodiorite with biotite. The Granito unit is the second largest, it extends from the south to the central zone, taking up an area of 0,056 km² and is characterized by the presence of granite. The Diorite unit is located to the southeast, occupying an area of 0,056 km², made up of weathered diorite, which is in inferred contact with the Granite unit; and the Rhyolite unit located in the central west, covers an area of less than 0,021 km² made up of jointed rhyolites, this unit overlies the Granite unit. Moreover, in the southeast and northeast, some subvertical andesite dykes were identified in the Granite and Granodiorite units.

Structurally, the study area is controlled by ten faults: an inferred regional fault with NW-SE direction; one observed normal fault with NW-SE direction and two microfaults with NE-SW direction; furthermore six photointerpreted faults with NE-SW preferential direction. In addition, there are 27 families of inclined, subhorizontal and subvertical type tectonic joints, the majority have an NW-SE dip direction.

Keywords: *local geology, lithological units, faults, joints.*



3. Introducción

Un levantamiento geológico-estructural a escala detallada 1: 5 000 describe las características litológicas y estructurales de un determinado sector cumpliendo con la finalidad fundamental de plasmar dicha información en un mapa geológico-estructural. Este tipo de estudio es fundamental en la construcción de obras civiles, así como proyectos de mejoramiento de la vía de comunicación.

Actualmente en el tramo de estudio de la vía antigua a Cuenca, la única cartografía geológica-estructural disponible es la Hoja Geológica Loja a escala regional 1: 100 000 elaborada por el INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO (IIGE, 2017). La zona de interés presenta un relieve montañoso irregular con pendientes pronunciadas, así como diversos deslizamientos en la vía, ante lo cual surge la necesidad de realizar el presente Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, tramo comprendido entre las abscisas km 21+150 hasta km 26+150, con una franja de 250 m a cada lado de la vía. El presente levantamiento geológico-estructural, aporta información técnica y actualizada de las características geológicas - estructurales, composición litológica; permitiendo identificar y describir zonas que presenten fallamientos y otras estructuras con el propósito de evitar amenazas geológicas sirviendo como base para el desarrollo de futuros proyectos de mejoramiento de la vía. Además, servirá como un importante aporte técnico para la actualización de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT).

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación este fue estructurado en ocho capítulos, los mismos que se describen a continuación: en el *capítulo 1* se redacta el resumen y una breve introducción dando a conocer la problemática e importancia del levantamiento geológico -estructural realizado. En el *capítulo 2* se presenta el marco teórico la cual tiene como finalidad dar al lector conocimientos previos al tema de investigación para su mejor comprensión.

Más adelante, en el *capítulo 3* se describe la metodología de trabajo, partiendo con la descripción general del área de estudio, materiales y equipos, método y procedimiento aplicado, así como los aspectos fisiográficos: hidrografía, clima (isoyetas, isotermas), geomorfología. cobertura y uso del suelo y geología regional. Posteriormente, se describe la metodología empleada para la realización de los objetivos planteados.



En el siguiente *capítulo 4*, inicialmente se describen los resultados generales del área de estudio correspondientes a topografía y pendientes. Seguidamente se detallan los resultados obtenidos de los tres objetivos incluyendo la geología local y geología estructural. La información geológica-estructural se plasmó en el mapa geológico – estructural del área de estudio, a escala detallada 1: 5 000 con su respectivo perfil geológico; el cual representa información técnica actualizada y verídica del área de estudio.

Posteriormente, en el *capítulo 5* se efectuó la discusión de resultados, en la cual se realizó la corroboración de los resultados con estudios previamente realizados en la zona de estudio. Finalmente, en los siguientes *capítulos 6 y 7* se expusieron las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de titulación, por último, en el *apartado 8*, se presentó la respectiva bibliografía que sirvió como base de la información plasmada.

Objetivos:

Objetivo general

- Realizar el levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, entre las abscisas km 21+150 hasta km 26+150, con una franja de 250 m por lado, perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja.

Objetivos específicos

- Determinar las unidades litológicas presentes en el área de estudio.
- Describir las estructuras geológicas a detalle existentes en el área de estudio.
- Elaborar el mapa geológico – estructural a escala 1:5 000 de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150, con una franja de 250 m por lado, perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja.



4. Marco teórico

4.1 Geología

Gorshkov y Yakushova (1970) definen a la geología como la ciencia que trata acerca del estudio de la Tierra, su constitución, estructura y desarrollo así como de los procesos que se desarrollan en ella, en sus capas terrestre, hídrica y atmosférica. El principal objetivo de estudio de la Geología es la litosfera, es decir la capa externa del planeta. Estos autores señalan que para conocer la estructura de la litosfera y sus procesos, es necesario estudiarla en los diversos aspectos que presenta (p.7).

4.1.1 Rocas

Según Orozco (2002) las rocas son los componentes principales de la corteza y el manto terrestre. Una roca es un agregado natural de minerales que forma parte de la corteza terrestre, en su composición mineralógica contiene sílice, silicatos, micas, piroxenos, anfíboles y carbones. La naturaleza y propiedades de las rocas dependen de su composición mineralógica, especialmente de los minerales esenciales y de su modo de disposición, lo cual influye en la textura de la roca.

4.1.1.1 Clasificación de las rocas.

Las rocas que componen la corteza terrestre se dividen en tres grupos fundamentales, en función de su génesis u origen: rocas magmáticas (ígneas o eruptivas), sedimentarias y metamórficas.

En cuanto a la clasificación de las rocas Gorshkov y Yakushova (1970) mencionan que las rocas magmáticas son producto del enfriamiento, disociación y cristalización del magma; las rocas sedimentarias, son sedimentos mas o menos modificados, que se han depositado, en el fondo de las cuenca de aguas dulces o salinas, o como resultado de la acción de agentes geológicos externos como agua, viento, microorganismos y otros; en cambio, las rocas metamórficas surgen como producto de la alteración de las rocas tanto magmáticas como sedimentarias, dicha alteración se pudo haber producido por cambios bruscos en las temperaturas y presiones elevadas.



4.2 Geomorfología

Sala (1984) señala que esta ciencia de la tierra tiene su origen relacionado a la geología, puesto que comprende el último eslabón de los estudios estratigráficos, la fase actual de la evolución del modelado de la corteza terrestre (p. 209).

Adicionalmente Verstappen (1983), señala que la cartografía geomorfológica muestra, las formas del relieve combinando aspectos estructurales, litología, tectónica y meteorización de las rocas para dar una explicación sobre el origen del relieve terrestre y su secuencia cronológica (p. 437).

4.3 Fotointerpretación

Echeveste (2018), expresa que una de las ventajas de realizar un levantamiento geológico asistido por la fotografía aérea, es que el trabajo puede iniciarse previamente a la fase de campo, reconociendo directamente, contactos litológicos, afloramientos, líneas de estratificación, estructuras como pliegues, fallas o sistemas de diaclasas y lineamientos en general o interpretados en base a cambios de tono y textura. Además, a partir del análisis de fotografías aéreas pueden reconocerse muchos rasgos geomorfológicos como deslizamientos, terrazas aluviales, morenas, coladas de lavas, conos volcánicos y otros. Posteriormente en la fase de campo, se verifica la fotointerpretación realizada en gabinete completando así el levantamiento respectivo.

4.4 Estratigrafía

Weller (1960) definió la estratigrafía como la rama de la geología que trata del estudio e interpretación de rocas sedimentarias y estratificadas, y de la identificación, descripción, secuencia temporal, cartografía y correlación de las unidades estratigráficas de rocas. La estratigrafía permite la reconstrucción de eventos geológicos, y por tanto la historia del planeta.

Mientras que Corrales et ál (1977) la definieron como el estudio e interpretación de los procesos registrados en las sucesiones sedimentarias que permiten conocer la naturaleza y disposición de las rocas estratificadas, así como la correlación de materiales y de los sucesos, y una ordenación temporal correcta de la secuencia de materiales y sucesos para comprender su historia geológica.



4.4.1 Principios de la estratigrafía y sedimentología

- a. *Principio de la horizontalidad original y continuidad lateral de los estratos.* Steno (1669) manifiesta que los estratos al momento de su sedimentación se depositaron de forma horizontal y paralelos a la superficie de depósito, quedando delimitados por dos planos, superior e inferior que muestran continuidad lateral.
- b. *Principio de la superposición de estratos:* propuesto por Steno (1669) expresa que, en una serie estratigráfica poco o nada deformada de rocas sedimentarias, cada estrato es más antiguo que el que tiene por encima y más joven que el que tiene por debajo.
- c. *Principio del actualismo y uniformismo,* fue enunciado por Hutton (1788), este principio establece que los procesos desarrollados a lo largo de la historia de la Tierra han sido uniformes y semejantes a los actuales.
- d. *Principio de la sucesión faunística:* postulado por Smith (1799) acerca de la distribución de fósiles en el tiempo, establece que los estratos pueden identificarse por su contenido fosilífero puesto que si los estratos contienen los mismos fósiles son de la misma edad.
- e. *Principio de la simultaneidad de procesos:* postula que en la naturaleza ocurrieron procesos normales, como los actuales, pero además hubo otros procesos raros y eventuales que mayoritariamente se corresponden con las grandes catástrofes.

4.5 Geología estructural

De forma sintética, Fossen (2010), define la geología estructural como la rama de la geología que estudia la geometría, distribución y formación de las estructuras geológicas.

Billings (1954) denomina esta ciencia como el estudio de la arquitectura de la tierra definida por los movimientos terrestres. Los movimientos que afectan las rocas sólidas resultan de fuerzas internas de la tierra, los cuales originan pliegues, diaclasas, fallas y clivaje. Otro tema incluido dentro del estudio de la geología estructural es el movimiento del magma debido a que está relacionado con frecuencia con el desplazamiento de rocas.

4.5.1 Estructuras geológicas

4.5.1.1 Pliegues.

Twiss y Moores (2007), definen un pliegue como una ondulación que ocurre durante la deformación dúctil de las rocas. Otra definición dada por Billings (1954), expresa que los pliegues son ondulaciones u olas en las rocas de la tierra, los cuales alcanzan su mayor



desarrollo en formaciones estratificadas como rocas sedimentarias y volcánicas, o en sus equivalentes metamorfizados.

Según Duque (2016), los pliegues son arrugas producidas en las rocas mientras presentan estado plástico y sus dimensiones varían desde centímetros hasta cientos de kilómetros. Los pliegues se producen preferentemente en los bordes compresivos de placas tectónicas, es decir, en zonas de subducción, generalmente a importante profundidad. Muchas rocas que en superficie se comportan frágilmente, pasan en la profundidad a tener un comportamiento dúctil, plegándose frente a esfuerzos de compresión y cizalla, debido a que en el subsuelo existe presión y temperatura elevadas, lo cual favorece a la deformación plástica de las rocas.

Acercas del origen de los pliegues, Blyth y de Freitas (2000), manifiestan que en muchos casos la formación de pliegues se ha producido por la acción de fuerzas tangenciales a la superficie terrestre; en los cuales las rocas han respondido a la compresión cortical por curvamiento o replegamiento formando un sistema de pliegues cuyo patrón está relacionado a las fuerzas controlantes. El plegamiento implica una deformación quebradiza y dúctil de las rocas (p.212).

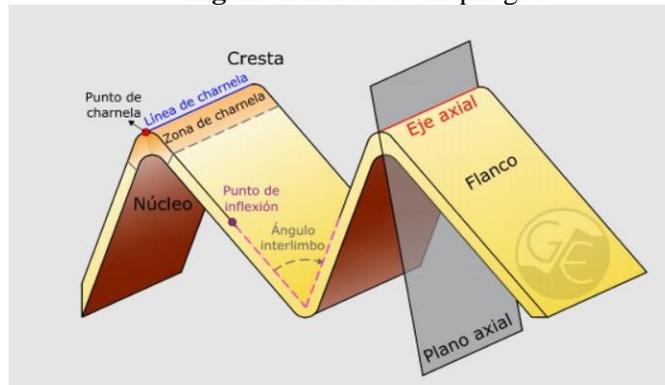
Entre las principales partes de un pliegue se mencionan las siguientes:

- *Flancos*: son los dos lados de un pliegue, es decir capas con actitud usualmente diferente que, en conjunto, forman la geometría del pliegue.
- *Charnela*: es una línea trazada a lo largo de los puntos de máxima curvatura de cada estrato, puede ser horizontal o paralela a la superficie.
- *Punto de charnela*: punto máximo de curvatura del pliegue.
- *Zona de charnela*: zona que conecta dos flancos con orientaciones diferentes (Fossen, 2010).
- *Plano axial*: es una superficie imaginaria que divide un pliegue lo más simétrico posible, este plano puede ser inclinado, vertical u horizontal.
- *Cresta*: zona externa de la superficie del plegamiento en la zona de charnela.
- *Núcleo*: zona interna de la superficie del plegamiento en la zona de charnela (Geología estructural, 2020).



- *Angulo interlimbo*: ángulo formado por dos flancos consecutivos (Fossen, 2010).
- *Eje axial*: la intersección entre la charnela y el plano axial determina el eje el cual indica la dirección del pliegue (Billings, 1954).

Figura 1. Partes de un pliegue.



Nota. Tomado de (Geología estructural, 2020).

Los dos tipos de pliegues más comunes son los *anticlinales* y *sinclinales*. El anticlinal es un pliegue convexo hacia arriba, en forma de U invertida, las rocas más antiguas se localizan hacia el centro de la curvatura. En contraste, los pliegues sinclinales se encuentran cóncavos hacia arriba en forma de U, las rocas más jóvenes se ubican hacia el centro de curvatura.

4.5.1.2 Fallas.

Billings (1954), define las fallas como rupturas a lo largo de las cuales las paredes opuestas se han movido una con relación a la otra, su extensión puede ser de pocos centímetros hasta cientos de kilómetros. El movimiento a lo largo de fallas puede ser traslacional o rotacional. El bloque ubicado encima de la falla se denomina *techo* y el que está debajo se conoce como *piso*. En algunos casos, el desplazamiento no está recluido a una fractura única, sino que se distribuye a través de una zona de falla.

Las fallas son fracturas en las cuales se ha producido el desplazamiento relativo de los dos lados de la ruptura, en cambio, las juntas o diaclasas son fracturas donde no ha ocurrido ningún desplazamiento (Blyth y de Freitas, 2000).

Tarback y Lutgen (2005), indican que los dos tipos principales de fallas con desplazamiento vertical se denominan fallas normales y fallas inversas.

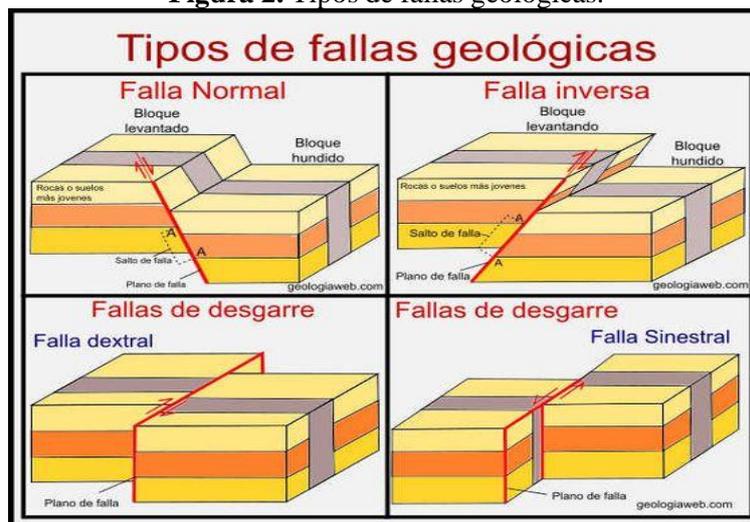
- **Falla normal:** Conocidas como fallas gravitacionales, son aquellas en las cuales el bloque superior (techo) desciende respecto al inferior (piso). Estas fallas indican un alargamiento en la corteza terrestre.
- **Falla inversa:** Conocidas como fallas de empuje, son aquellas en las cuales el techo asciende en relación con el piso. Esto implica compresión de la corteza terrestre.

Además, existen otras fallas con movimiento paralelo a la línea de rumbo:

También existen otros tipos de fallas con movimiento paralelo a la línea de rumbo:

- **Falla de desgarre o de desplazamiento de rumbo:** Conocidas también como fallas transversales, estas fallas se desarrollan a lo largo de planos verticales y el movimiento de los bloques es horizontal, son típicas de límites transformantes de placas tectónicas. Existen dos tipos de fallas de desgarre: laterales derechas o dextrales; y laterales izquierdas o sinestrales (INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA , s/a).

Figura 2. Tipos de fallas geológicas.



Nota. Tomado de (Geologiaweb, 2020)

4.5.1.3 Diaclasas.

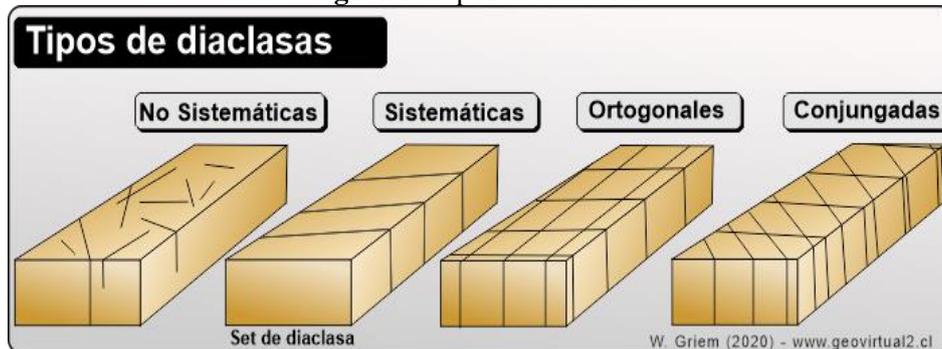
Neimeyer (2008), define las diaclasas como fracturas a lo largo de las cuales no existe desplazamiento aparente. Es decir, un plano de discontinuidad en la roca, sin desplazamiento. La principal importancia de las diaclasas radica en que determinan en gran medida las propiedades geomecánicas y la porosidad de origen tectónico de un macizo rocoso.

Por otra parte, Billings (1954) define las diaclasas como planos divisorios o superficies que dividen las rocas, a lo largo de las cuales no hubo movimiento visible paralelo al plano o superficie. Las diaclasas pueden tener cualquier posición como: horizontales, verticales e inclinadas en diferentes ángulos. Su rumbo e inclinación se miden de igual forma que en la estratificación. En cuanto a su tamaño, algunas diaclasas pueden tener pocos metros de longitud y otras llegar a alcanzar decenas o hasta centenares de metros a lo largo del rumbo. Una diaclasa nunca se encuentra sola, por lo general el intervalo de proximidad entre ellas puede ser de pocos centímetros o hasta cientos de metros (p.112-113).

Las diaclasas pueden diferenciarse en conjunto, por su apariencia en sets o grupos en:

- Diaclasas no sistemáticas*: son diaclasas sin una orientación preferente.
- Diaclasas sistemáticas*: son diaclasas que marcan una orientación preferencial.
- Diaclasas ortogonales*: son conjuntos de diaclasas con intersecciones alrededor de 90° .
- Diaclasas conjugadas*: son diaclasas que muestran una intersección generalmente cerca de 45° (Griem, 2020).

Figura 3. Tipos de diaclasas.



Nota. Adaptado por (Griem, 2020).

4.5.2 Cartografía de las estructuras geológicas

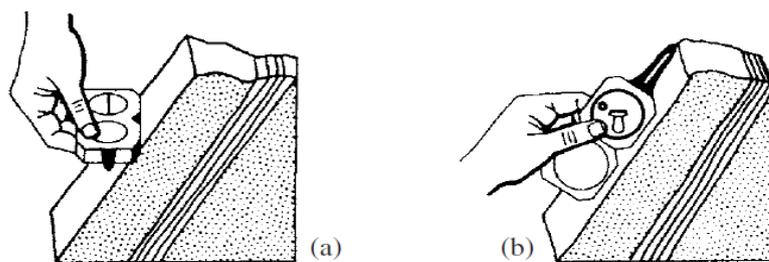
Tarbuck y Lutgen (2005) indican que la cartografía geológica se realiza con mayor facilidad cuando los estratos afloran en la superficie terrestre. Esto debido a que los sedimentos suelen depositarse en capas horizontales. Si los estratos sedimentarios siguen estando horizontales, muestra que probablemente el área no ha experimentado modificaciones estructurales. Pero so, en caso contrario, los estratos están inclinados, doblados o rotos, esto indica que ha ocurrido un periodo de deformación después de la deposición.



4.5.2.1 Dirección y buzamiento.

Para determinar la orientación de un estrato rocoso o de una estructura geológica como una superficie de falla, se utilizan dos medidas denominadas: dirección (rumbo) y buzamiento (inclinación). Dichos elementos estructurales permiten hacer una estimación de la naturaleza y la estructura de las unidades litológicas y las fallas ocultas debajo de la superficie.

Figura 4. a) dirección b) buzamiento.



Nota. Tomado de (Ragan, 2009).

Tarbutck y Lutgen (2005) manifiestan que la *dirección* es el ángulo entre el norte magnético y una línea obtenida de la intersección de un estrato inclinado o falla, con un plano horizontal imaginario. La dirección o rumbo, se expresa como el valor de un ángulo en relación con el norte. El *buzamiento*, es el ángulo de inclinación de un plano geológico, medido desde un plano horizontal, el buzamiento incluye el valor del ángulo de inclinación como la dirección hacia la cual está inclinada la roca.

Blyth y de Freitas (2000), señalan que el buzamiento, es decir la dirección de máxima pendiente, se encuentra perpendicular al rumbo. Acerca de la importancia del rumbo y buzamiento, destacan que estos son los dos aspectos fundamentales en geología estructural y es el método de la geología para definir la actitud de los estratos inclinados. La información se representa en un mapa mediante una flecha corta (flecha de buzamiento) con su extremidad en el punto de observación con un número que indica el ángulo de buzamiento verdadero (p. 210).

4.5.3 Cuerpos intrusivos o plutónicos

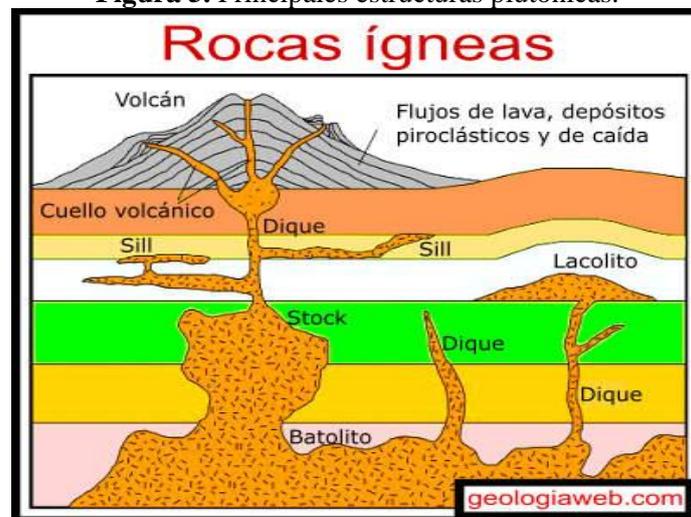
Según Llambías (2018), el término Plutón se usa para referirse a los cuerpos intrusivos y las rocas que los envuelven denominadas rocas de caja.

El tamaño y forma de los plutones es generalmente especulativo, ya que la erosión expone solo una pequeña parte del cuerpo, aunque se ha logrado obtener considerable

información de cuerpos profundamente erosionados, mediante observaciones de campo, estudios geofísicos y trabajos mineros. Estos han permitido, según su forma específica, agrupar a los cuerpos plutónicos en laminares y globosos (Llambías, 2008).

Los cuerpos intrusivos resultado de la ubicación del material ígneo en profundidad se denominan *plutones*. Generalmente se clasifican según su forma como *tabulares o masivos* y por su orientación con respecto a la roca encajante. Los plutones son **discordantes** si atraviesan las estructuras existentes y **concordantes** si se forman en paralelo a estructuras como los estratos sedimentarios (Tarbuck y Lutgen, 2005).

Figura 5. Principales estructuras plutónicas.



Nota: Adaptado de (Geologiaweb, 2021)

4.5.3.1 Diques.

Son cuerpos tabulares discordantes formados cuando el magma intruye en fracturas. Una vez cristalizadas, estas estructuras laminares tienen grosores que oscilan desde < 1 cm hasta > 1 km. Los mayores tienen longitudes de varios centenares de kilómetros.

4.5.3.2 Sills y lacolitos.

Los *sills* comúnmente presentan disposición horizontal. Poseen grosores relativamente uniformes y gran extensión lateral, estos son probablemente el producto de lavas muy fluidas. Los magmas con bajo contenido de sílice son los más fluidos, por lo que la mayoría de sills está compuesta por basaltos.

Los *lacolitos* son similares a los sillis. Sin embargo, el magma que da origen a los lacolitos es más viscoso. Este magma menos fluido se acumula y forma una masa lenticular que



deforma los estratos suprayacentes. Por lo tanto, un lacolito se presenta en forma de domo que crea en la superficie.

4.5.3.3 Batolitos.

Los cuerpos ígneos intrusivos mayores son los *batolitos*. La mayoría de veces, los batolitos aparecen en grupos que forman estructuras lineales de varios centenares de kilómetros de longitud y de hasta 100 kilómetros de ancho.

Un cuerpo plutónico debe tener una extensión de afloramientos mayor de 100 kilómetros cuadrados para ser considerado como un batolito; por lo que, plutones más pequeños de este tipo se denominan *stocks*. Muchos stocks parecen ser porciones de batolitos que todavía no afloran en superficie (Tarbuck y Lutgen, 2005).

4.6 Proyecciones estereográficas

Jover et ál (2002), define la proyección estereográfica como un tipo de proyección azimutal muy usado en geología estructural para establecer la relación angular existente entre las caras de los cristales o entre las estructuras geológicas.

En la proyección estereográfica ecuatorial el plano de proyección pasa por el ecuador y el centro de proyección esta sobre la superficie de la esfera en una recta perpendicular a él. Este tipo de proyección define una inversión en el espacio que transforma los puntos de la esfera en puntos del plano. Para trabajar con la proyección estereográfica es necesario conocer, una serie de términos geométricos (inclinación o buzamiento; rumbo o dirección) que permitan definir de forma unívoca cada elemento, estos términos determinan su orientación (Jover et al, 2002).

4.6.1 Diagrama de densidad de polos

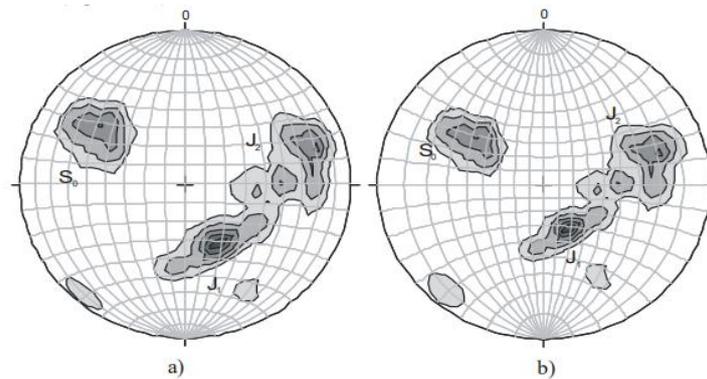
La proyección estereográfica de un determinado elemento de la naturaleza, nunca es tan exacta como la de las líneas y planos teóricos, ya que presentan irregularidades puntuales, falta de ajuste con la geometría ideal, en muchos casos y posibles errores de precisión. Esto hace que se produzcan dispersiones que, dependiendo de su magnitud, pueden o no facilitar la interpretación de un polo o un círculo máximo (Jover et al, 2002).

Este análisis estadístico no se puede realizar mediante la proyección estereográfica ya que se producirá una gran concentración de puntos en la parte central del diagrama (ver Figura 6 b). Para realizar este análisis se recurre a la proyección equiareal, empelando la falsilla de



Schmidt, que permitirá el recuento directo de los polos, calcular su valor estadístico por unidad de superficie y determinar las direcciones y buzamiento predominantes (ver Figura 6 a) (Jover et al, 2002).

Figura 6. Diagrama de densidad de polos: a) en proyección equiareal; b) en proyección estereográfica (equiangular).



Nota. Tomado de (Jover, et al., 2002).

4.6.2 Aplicación de la proyección estereográfica en geología estructural

Según Jover et al (2002), la proyección estereográfica permite la representación en elementos de geología estructural. Los datos empleados se toman en campo, de forma directa mediante la brújula de geólogo. Generalmente el desarrollo de los elementos no es perfecto como ocurre por ejemplo con las diaclasas. Cuando el elemento a medir es un plano, el ángulo de inclinación se denomina buzamiento (dip), mientras que cuando se trata de una recta la inclinación recibe el nombre de inmersión (plunge).

4.6.2.1 Determinación de familias de diaclasas.

Para la determinación de los juegos o familias de diaclasas que afectan a un macizo rocoso suelen elaborarse diagramas pi de los planos de discontinuidad. Cuando la dispersión es muy pequeña, se puede determinar fácilmente las familias que afectan al macizo situándose sobre la zona de máxima densidad de puntos. Sin embargo, eso no siempre es así, ya que generalmente la dispersión es grande, por lo cual sería necesario recurrir a métodos estadísticos que permitan establecer la zona de máxima concentración de polos.

Una vez preparado el diagrama de polos se procede a contar su densidad, para lo cual suele ser conveniente la representación equiareal. Luego del recuento se deberá trazar las curvas de distribución que mostraran los lugares geométricos donde el número de polos es el mismo,



obteniendo así el diagrama de densidad de polo, y estableciendo el polo de las familias de diaclasas en los puntos de máxima concentración de polos (Jover et al, 2002).

4.7 Mapeo geológico

Martínez (1981), define el mapeo geológico como el más generalizado instrumento de representación de la información geológica referida a la zona superficial de la corteza terrestre, en general, y de alguna parte de la misma, en particular. Delgado et al (2010) añade que, en un mapa geológico se reflejan también las estructuras tectónicas (pliegue, fallas, diaclasas), los fósiles, aspectos hidrogeológicos (red de drenaje, etc) y recursos minerales.

Según Echeveste (2018), el mapeo geológico es el proceso de transferir las observaciones de la geología realizadas en campo a un mapa geológico, el cual se caracteriza por contener información objetiva y las relaciones geológicas/temporales entre unidades, estructuras, etc. Deben ser consistentes en todo el mapa, además los datos se deben mostrar en un nivel de detalle que corresponda a la escala del mapa. El mapa base puede ser un mapa topográfico, una imagen satelital georreferenciada o un mosaico de fotografías aéreas.

Los mapas geológicos muestran patrones de color, cada uno correspondiente a una unidad geológica o formación diferente. Una formación se compone de un conjunto de rocas que poseen rasgos característicos que hace que el conjunto sea reconocible en toda la región que se está cartografiando y distinguible de otras formaciones. No existe una forma única de subdividir las rocas de una región en formaciones; depende del juicio del geólogo y también de la escala del mapeo (Lisle et al, 2011).

Blyth y de Freitas (2000) manifiestan que los mapas geológicos registran la distribución de los rasgos geológicos sobre el terreno como si hubiesen sido observados desde arriba. Los mapas geológicos varían en escala, los muy detallados tienen escala alrededor de 1:10 000, estos son los mapas base que más se usan para una cartografía detallada de campo. Los mapas base, normalmente se emplean para cartografiar un área pequeña con gran detalle, como el caso de una cimentación o un corte. La siguiente escala más pequeña es de 1:50 000 y sirve para evaluar la geología general de una región, estos mapas pueden ser de gran ayuda para la localización de reservas minerales. Existen tres escalas más pequeñas comúnmente empleadas en los mapas geológicos y son las escalas 1:200 000; 1:500 000 y 1:1 000 000 las cuales muestran patrones tectónicos regionales.



4.7.1 Tipos de mapas geológicos

Según Lisle (2004), los mapas geológicos se dividen en cuatro grupos principales: mapas de reconocimiento; mapas regionales; mapas a gran escala de zona limitadas y mapas para fines especiales, los cuales se detallan a continuación:

- Los *mapas geológicos de reconocimiento* se realizan para cubrir grandes áreas levantando la mayor información geológica posible en el menor tiempo. Son generalmente realizados a escala 1: 250 000 o más pequeños. Se pueden elaborar a partir de fotointerpretación o del análisis de imágenes satelitales, con un mínimo de control de campo, solo para identificar tipos de litologías y las principales características estructurales.
- Los *mapas geológicos regionales* son resultados de trabajo de mayor detalle, con un riguroso control de campo. Generalmente el levantamiento geológico se realiza mediante fotointerpretación a través de control de campo.
- Los *mapas geológicos de detalle* normalmente son de escala 1:20 000 y más grandes. Comúnmente se realizan en áreas para prospección minera, zonas de interés petrolero o en áreas donde se desarrollarán proyectos ingenieriles de gran dimensión como represas.
- Los *mapas geológicos especializados* pueden ser de distintos tipos según el atributo geológico mapeado. En general suelen ser mapas de escala grande, en la mayoría de casos son realizados con fines económicos. Algunos ejemplos son los mapas de alteración hidrotermal, de muestreo superficial o de atributos geofísicos realizados durante las tareas de exploración en zonas de interés minero. Otros mapas especializados son los mapas estructurales, geomorfológicos, de suelos, entre otros.

4.7.2 Métodos de mapeo geológico

Según Echeveste (2018), tradicionalmente se han clasificado los métodos de mapeo geológico en tres tipos: método de contactos, mapeo de afloramientos y mapeo por perfiles. Los dos primeros están condicionados por la escala de edición del mapa, el método de contactos se usa mapas regionales de escala pequeña y mapeo de afloramientos para mapas de detalle de



gran escala. El método de los perfiles, se puede emplear tanto en mapas regionales como de detalle, en zonas bien expuestas como en regiones con escasos afloramientos (Echeveste, 2018).

4.7.2.1 Método de mapeo de contactos.

En este método el principal objetivo del levantamiento geológico es la ubicación de contactos entre unidades litológicas o formaciones. El mapeo de contactos es el método empleado en los mapeos regionales, de escala pequeña a intermedia 1: 20 000 y más pequeña; consiste en plasmar en el mapa la traza de los contactos entre las distintas unidades de mapeo en su intersección con la superficie topográfica. Su característica principal es que no toma en cuenta la cobertura superficial, es decir se representa en el mapa la litología que subyace a los depósitos superficiales. En zonas mínimamente expuestas, las rocas pueden estar ocultas por la vegetación o cubiertas por depósitos superficiales no consolidados. En este caso, las distintas litologías que subyacen a estos depósitos superficiales pueden inferirse analizando rasgos distintivos (Echeveste, 2018).

El mapa base está constituido por fotos aéreas y/o imágenes satelitales, si las condiciones fisiográficas son adecuadas con escasa cobertura vegetal, en general los contactos litológicos se pueden seguir en la foto de manera más segura que en el terreno. En las fotografías se pueden detectar pequeños cambios en el relieve o en la cobertura vegetal que pueden indicar la posición de un contacto y que pasan desapercibidos en el terreno. Por tanto, el trabajo de campo consiste en revisar la fotointerpretación que se realizó previamente en gabinete revisando en el terreno un número adecuado de afloramientos. En algunas regiones el mapeo de contactos es sencillo, en otras puede resultar muy difícil debido a que están pobremente expuestos, cubiertos por depósitos superficiales (Echeveste, 2018)

4.7.2.2 Método de mapeo por afloramientos.

El mapeo de afloramientos es la base de la mayor parte de la cartografía geológica detallada a escalas 1: 10 000 y más grandes. Muchos terrenos están compuestos de exposiciones de rocas más o menos dispersas separadas por zonas cubiertas por depósitos superficiales, vegetación, hielo, agua y otros. En este método, el geólogo debe examinar tantas exposiciones de roca como sea posible.



En la mayoría de áreas, el mapeo de afloramientos puede realizarse con mayor rapidez y precisión que hace algunos años atrás gracias al uso de tecnología GPS y la disponibilidad de imágenes satelitales de alta resolución. Por lo general, los contactos litológicos en los afloramientos se marcan con trazos llenos mientras que los contactos inferidos en zonas cubiertas se marcarán con trazos discontinuos. El mapeo por afloramientos es particularmente indicado en terrenos metamórficos, donde las rocas pueden presentar una fuerte variabilidad en distancias pequeñas (Echeveste, 2018).

4.7.2.3 Mapeo por perfiles.

Este método se suele aplicar para el mapeo de reconocimiento de grandes regiones, a escalas relativamente pequeñas (1:25 000 a 1:5 000). Es el único método posible donde las exposiciones de las rocas están restringidas a cortes de carreteras, arroyos o filos. Es un método apropiado en zona donde la estructura no es muy compleja y adecuado para llevar un buen control de las observaciones. El mapeo por perfiles implica levantar la geología mientras se camina a lo largo de una ruta predeterminada a intervalos espaciados según el detalle requerido. Los contactos y otros rasgos geológicos serán extrapolados entre las observaciones realizadas en perfiles contiguos (Echeveste, 2018).

Los itinerarios deben planificarse con la finalidad de cortar lo más perpendicularmente posible a la estructura geológica regional. Es un método que da muy buenos resultados en el levantamiento de zonas plegadas y corridas. Las observaciones geológicas se vuelcan en el mapa base topográfico o imagen satelital georreferenciada a medida que progresa el perfil. Los trayectos deben realizarse necesariamente sobre arroyos o filos, que suelen ser los únicos sectores con afloramientos buenos y continuos (Echeveste, 2018).



5. Metodología

5.1 Descripción general del área de estudio

5.1.1 Ubicación geográfica

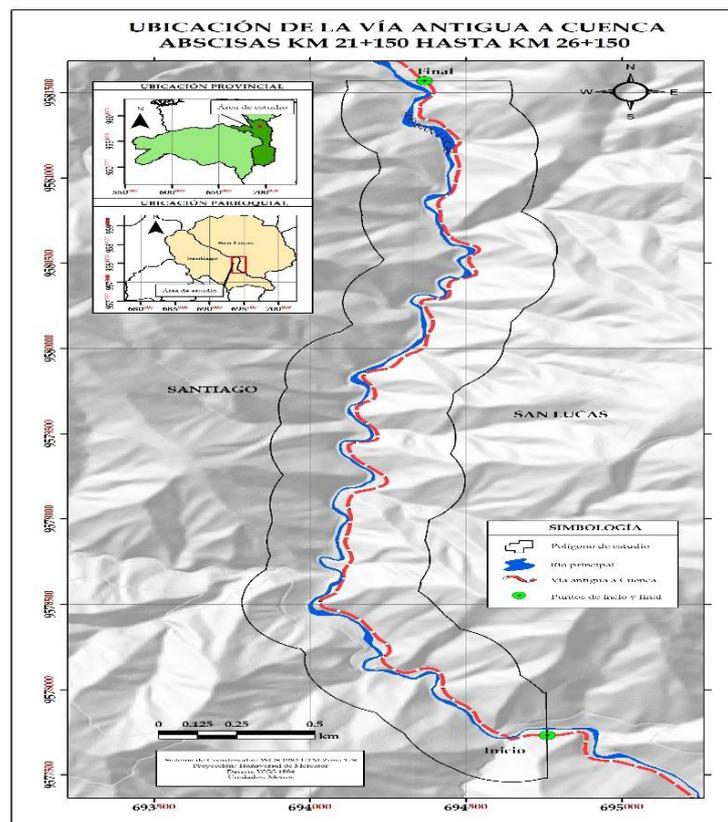
El área de estudio se localiza a lo largo de la vía antigua Loja-Cuenca, comprende el tramo entre las abscisas km 21+150 hasta km 26+150, con una franja de 250 m por lado, se localiza en las parroquias San Lucas – Santiago, perteneciente al cantón y provincia de Loja. Este segmento de vía de interés, cuenta con una longitud de 5 km y forma parte del tramo Las Juntas-San Lucas, el polígono de estudio posee una superficie total de 2,329 km². A continuación, en la Tabla 1, se detallan las coordenadas geográficas del tramo de vía, del punto de inicio, en el sector Las Juntas y punto final cerca del sector Gualán.

Tabla 1. Coordenadas de inicio y fin del tramo de estudio.

Punto	Abscisas	X (m)	Y (m)	Z (m s.n.m.)
Inicio	21+150	694760	9577731	2223
Final	26+150	694366	9581569	2130

Nota: Elaborado por Autor (2024).

Figura 7. Ubicación de la zona de estudio.



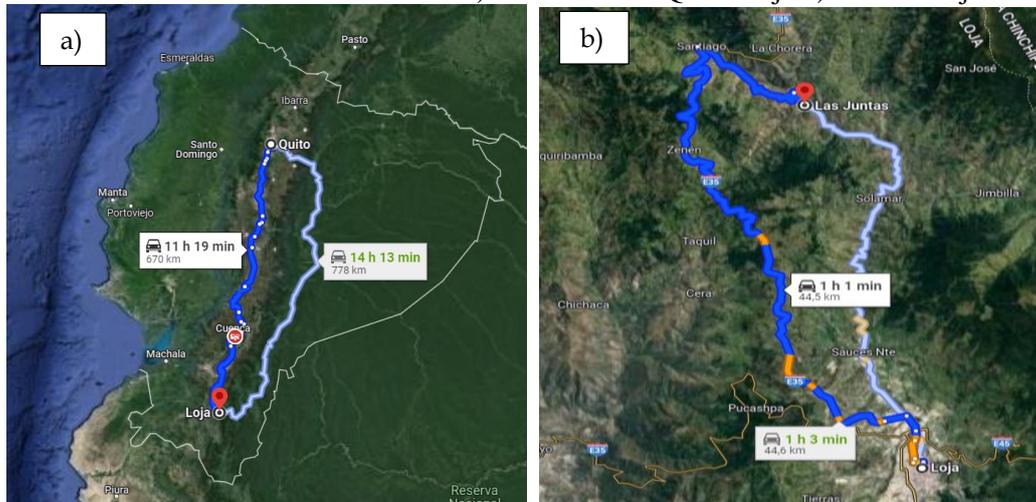
Nota: Elaborado por Autor (2024).



5.1.2 Acceso

Para el acceso mediante vía terrestre se parte en la ciudad de Quito desde el terminal terrestre Quitumbe hacia la ciudad de Loja durante un recorrido de 686 km mediante la vía de primer orden Troncal de la Sierra hasta llegar al terminal terrestre Reina del Cisne en un tiempo aproximado de 11 h 49 minutos (ver Figura 8a). Para llegar al área de estudio, tomando como referencia el terminal terrestre de la ciudad de Loja, se parte por la avenida 8 de Diciembre hasta la ciudadela Saucos Norte llegando a la vía antigua Loja - Cuenca, que comprende una vía lastrada angosta, hasta llegar al barrio las Juntas ubicado en el km 21 de dicha vía en un tiempo aproximado de 1 hora (Ver figura 8b).

Figura 8. Acceso terrestre al área de estudio a) Acceso desde Quito-Loja b) Acceso Loja-Las Juntas.



Nota: Obtenido de Google Maps (2023).

5.2 Materiales y equipos

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación, los materiales requeridos fueron los que se muestran a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Materiales requeridos para el desarrollo del trabajo de titulación.

Materiales de campo		Materiales de Gabinete
• GPS	• Carta topográfica Santiago, escala 1:50 000	• Computadora
• Martillo geológico (piqueta)	• Carta topográfica Las Juntas, escala 1:50 000	• Ortofotos resolución 30 cm del año 2015 Datum WGS84 UTM Zona 17S
• Brújula Brunton	• Libreta de campo	• Imagen satelital con tamaño de pixel de 60 cm descargada de SASPlanet del satélite Google Maps año 2022



Materiales de campo		Materiales de Gabinete
• Lupa geológica 10X - 20X	• Carta geológica Loja escala: 1: 100 000 (2017)	• ArcMap 10.5 (SIG)
• Lápiz magnético rayador	• Fichas técnicas de campo	• Google Earth Pro
• Ácido clorhídrico (10%)	• Marcadores, esferográficos, pinturas	• SASPlanet
• Estación total Kolida KTS 455 RC	• Equipo personal	• DIPS 5.0
• Cámara fotográfica	• Etiquetas	• Softwares de Microsoft Office
	• Fundas herméticas	

Nota: Elaborado por el Autor (2024).

5.3 Método

Para desarrollar el levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, entre las abscisas km 21+150 hasta km 26+150, con franja de estudio de 250 m a cada lado de la vía, se empleó el método de mapeo por afloramientos, el cual describe y caracteriza a detalle la mayor cantidad de afloramientos, representaciones litológicas y estructurales posibles del área de estudio (Echeveste, 2018). Además, se emplearon otras técnicas de estudio como la fotointerpretación de imágenes satelitales de la zona.

5.4 Procedimiento

El procedimiento general que se aplicó para efectuar el Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, entre las abscisas km 21+150 hasta km 26+150, con franja de estudio de 250 m a cada lado de la vía perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja comprendió las siguientes fases secuenciales:

5.4.1 Fase de preparación

En oficina se clasificó y organizó la información bibliográfica obtenida mediante la revisión de los Planes de Ordenamiento Territorial de las parroquias Santiago y San Lucas; memorias técnicas de levantamientos cartográficos, artículos, informes de investigaciones y otros, como cartográfica del área de estudio para su respectivo análisis y geoprocesamiento en ArcGis 10.5 En esta fase, se realizó la elaboración de los mapas preliminares o mapas base correspondiente a la topografía, geología regional y pendientes.

Para la generación de la topografía del área de estudio, en campo se realizó un levantamiento topográfico con ayuda de la estación total Kolida mediante el cual se obtuvieron datos precisos acerca de los puntos dentro del polígono de trabajo de que fueron procesados en



el SIG para la obtención de las curvas de nivel, además se realizó la digitalización de elementos naturales y antrópicos visibles en ortofotos e imágenes satelitales del área de estudio. Para la obtención de la geología regional, inicialmente en el SIG se realizó la georreferenciación de la carta geológica Loja a escala 1: 100 000 la cual abarca el territorio de interés. La siguiente actividad consistió en la digitalización de las formaciones y estructuras geológicas presentes en el polígono de estudio, así como de su zona circundante.

Así también, se realizó la obtención de las pendientes del área de estudio, mediante el geoprocesamiento de las curvas de nivel obtenidas previamente, a través de herramientas especializadas del software ArcGis 10.5 considerando la clasificación de pendientes propuesta por Demek en 1972.

5.4.2 Fase de campo

La fase práctica de campo se desarrolló mediante diversas visitas técnicas a lo largo de la franja de estudio. En campo se realizó el levantamiento geológico - estructural mediante el método de mapeo por afloramientos realizando su descripción y caracterización litológica través de la observación directa, medición de elementos estructurales (rumbo, buzamiento); así como la respectiva identificación y descripción de las estructuras geológicas portando los respectivos materiales de campo. La finalidad de dicho levantamiento fue obtener la mayor cantidad posible de información geológica-estructural del área de estudio.

Las actividades mencionadas se llevaron a cabo mediante la descripción de afloramientos localizados en el tramo de vía, así como en la franja de 250 m por lado, caminos y senderos accesibles para lo cual se utilizaron las respectivas fichas técnicas para descripción de afloramientos (ver Anexo 1). Además, en campo, se recolectaron muestras representativas de rocas para su posterior análisis macroscópico e identificación litológica en el laboratorio de Petrografía de la carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial.

5.4.3 Fase final de gabinete

En esta última fase, una vez corroborada la información del levantamiento geológico-estructural, se realizó nuevamente un análisis e interpretación de la información, con la finalidad de tener mayor seguridad de la información encontrada en campo y la representada en la cartografía del área de estudio para así generar la cartografía geológica-estructural final a escala detallada 1: 5 000.



5.5 Aspectos fisiográficos del área de estudio

5.5.1 Hidrografía

Los ríos principales de la parroquia San Lucas son el río Pichic, que más al sur toma el nombre de San Lucas, para finalmente formar el río Las Juntas, con sus principales afluentes: Acacana, Cañi, Raric, Vonyacu y Censo, cuyo cauce se dirige al sur-este hacia el océano atlántico (GAD PARROQUIAL SAN LUCAS, 2015).

Tabla 3. Características de la red hídrica de la parroquia San Lucas.

Cuenca	Subcuenca	Microcuencas	Área (ha)	Descripción
Río Jubones	Río León	Río Oñacapac	18,87	Área que drena directamente al cauce principal de la cuenca hidrográfica.
		Río Sinincapa		
		Río Llaro		
Río Santiago	Río Zamora	Río Santiago	15667,00	
		Río San Lucas		
		Río de la Merced		
		Río Tambo Blanco		
		Drenajes menores		

Nota. Tomado de (GAD PARROQUIAL SAN LUCAS, 2015).

El principal cuerpo hídrico presente en el área de estudio, es el río San Lucas, el cual la atraviesa de norte a sur, la vía de interés se localiza en el costado derecho de dicho río. Los afluentes del río San Lucas, en la zona de estudio son los ríos Santiago y Cenen; así como las quebradas La Chorrera, San José, Nader y la Hacienda.

5.5.2 Clima

El tipo de clima de la parroquia San Lucas es clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo, tiene dos estaciones lluviosas que oscilan entre febrero-mayo y octubre-noviembre. Es el clima que más se encuentra en los valles de la Sierra, exceptuando los valles calientes como Guayllabamba (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL SAN LUCAS, 2015).

5.5.2.1 Bioclima.

La parroquia San Lucas cuenta con un *Bioclima pluvial* caracterizado por la inexistencia de una época del año con falta notoria de agua disponible en el suelo para la vegetación. Durante 2-3 meses disminuyen las precipitaciones o cantidad de lluvia, pero no llega a producirse una escasez significativa de agua (GAD PARROQUIAL SAN LUCAS, 2015).



5.5.2.2 Temperatura (Isotermas).

Los datos de temperaturas del área de estudio se tomaron de los registros de los anuarios meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) correspondiente a un periodo de 22 años (1990-2012). Para lo cual se emplearon las siete estaciones meteorológicas más cercanas a la zona de estudio, como se detallan a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Datos de temperaturas de estaciones meteorológicas cercanas.

Código	Estación	Este (m)	Norte (m)	Altura (m.s.n.m)	Temperatura (°C)
M033	La Argelia-Loja	699459	9553503	2173	17
M060	La Toma-Catamayo	681066	9558073	1216	20
M142	Saraguro	696266	9600542	2375	16
M432	San Lucas Inamhi	692843	9586648	2380	15
M542	El Cisne	674671	9574046	2320	17
M584	Las Juntas Pucala	694682	9577823	2050	17
M767	San Lucas Predesur	693086	9587311	2520	15

Nota. Tomado de INAMHI.

El polígono de estudio presenta dos clases de temperaturas: la mayoría del área presenta *Temperaturas altas* con rangos de temperatura que van desde los 16,3 °C hasta los 17 °C, cubriendo una superficie de 2,029 km², lo que representa un 87,11 % del total de superficie; en la zona norte del área de estudio a la altura del barrio Bellavista bajo, existen temperaturas más bajas denominadas *Temperaturas medias* con rangos de temperatura que van desde los 15,7 °C hasta los 16,3 °C, ocupando un área de 0,300 km² lo que representa un 12,89 % del área total (ver mapa de isotermas: Anexo 8).

Tabla 5. Isotermas del área de estudio.

Clase	Simbología	Rango (°C)	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Temperatura media		15,7 ° - 16,3°	0,300	12,89
Temperatura alta		16,3° - 17°	2,029	87,11
		Total	2,329	100,00

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

5.5.2.3 Precipitación (Isoyetas).

Para obtener las precipitaciones del área de estudio se tomaron registros de datos de los anuarios meteorológicos del INAMHI correspondiente a un periodo de 22 años (1990-2012).



Para lo cual se emplearon siete estaciones meteorológicas cercanas a las parroquias Santiago y San Lucas, mismas que se detallan a continuación (ver Tabla 6).

Tabla 6. Datos de precipitaciones de estaciones meteorológicas cercanas.

Código	Estación	Este (m)	Norte (m)	Altura (m.s.n.m)	Precipitación (mm/año)
M033	La Argelia-Loja	699459	9553503	2173	956,4
M060	La Toma-Catamayo	681066	9558073	1216	400
M142	Saraguro	696266	9600542	2375	799,2
M432	San Lucas Inamhi	692843	9586648	2380	1330,5
M542	El Cisne	674671	9574046	2320	1145,5
M584	Las Juntas Pucala	694682	9577823	2050	979,2
M767	San Lucas Predesur	693086	9587311	2520	1030

Nota. Tomado de INHAMI.

En la mayor parte de la franja de estudio se presentan *Precipitaciones muy bajas* con rangos que van desde los 979 mm/año hasta los 1029 mm/año cubriendo una superficie de 1,805 km², lo que representa un 77,48 % del total de superficie; seguido de *Precipitaciones bajas* en la zona norte, con rangos que van desde los 1029 mm/año hasta los 1079 mm/año ocupando un área de 0,524 km², es decir 22,52 % del total de superficie (ver mapa de isoyetas: Anexo 9).

Tabla 7. Isoyetas del área de estudio.

Clase	Simbología	Rango (mm/año)	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Precipitación muy baja		979 – 1029	1,805	77,48
Precipitación baja		1029 – 1079	0,524	22,52
		Total	2,329	100,00

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

5.5.3 Geomorfología

La geomorfología a escala 1: 5 000 del área de estudio se elaboró a partir de la digitalización de unidades geomorfológicas analizando rasgos u objetos que se reflejan por la superficie terrestre como morfología, morfometría y morfodinámica, para lo cual se emplearon las ortofotos e imágenes satelitales del área de estudio. Por tanto, se determinó que en la zona de estudio existe la presencia de ocho unidades geomorfológicas, siendo el relieve montañoso el tipo de geofoma predominante, los resultados obtenidos se muestran a continuación en la Tabla 8 (ver mapa geomorfológico: Anexo 12).

Tabla 8. Unidades geomorfológicas del área de estudio.

Unidad geomorfológica	Código	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Coluvio-aluvial	Ca	0,026	1,13



Masa deslizada	Md	0,007	0,29
Relieve colinado alto	Rca	0,014	0,59
Relieve colinado medio	Rcm	0,007	0,31
Relieve colinado muy alto	Rcma	0,238	10,22
Relieve montañoso	Rm	1,894	81,32
Terraza media	Tm	0,074	3,18
Terraza baja y cauce actual	Tb	0,069	2,94
Total		2,329	100,00

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

5.5.3.1 Relieve montañoso (Rm).

De origen tectónico-erosivo con un desnivel relativo mayor a 300 m, la vertiente es de forma mixta con longitud larga (>250 a 500 m), la forma de drenaje es subdendrítico, en su mayoría presente pendientes empinadas (35° - 55°) a muy inclinadas (15° - 35°) con cimas agudas y valles en forma de V. Este tipo de relieve está presente a lo largo de toda la zona de estudio, son las geofomas de mayor presencia cubriendo un área de $1,894 \text{ km}^2$, lo que representa $81,32 \%$ del total de superficie de la franja de estudio.

Figura 9. Relieve montañoso, sector Las Juntas.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

5.5.3.2 Relieve colinado muy alto (Rcma).

De origen tectónico-erosivo, presenta un desnivel relativo de 200 a 300 m con pendientes muy inclinadas (15° - 35°) y empinadas (35° - 55°), las vertientes son cóncavas y largas (>250 a 500 m), cimas de forma aguda y redondeadas con valles en V. Esta geofoma está presente en la zona norte, en el margen izquierdo del río San Lucas y en el centro de la franja de estudio, ocupa una extensión de $0,238 \text{ km}^2$, lo que representa un $10,22 \%$ del total de superficie.



Figura 10. Relieve colinado muy alto, sector Gualán.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

5.5.3.3 Relieve colinado alto (Rca).

De origen tectónico-erosivo, presenta desnivel relativo de 100 a 200 m, con pendientes empinadas (35° - 55°), vertientes de forma mixta moderadamente largas (> 50 a 250 m) con drenaje subdendrítico, cimas agudas y valles en V. Se localiza en la zona Este de la vía antigua a Cuenca, correspondiente a la parroquia San Lucas, ocupan una extensión de $0,014 \text{ km}^2$, lo que representa un 0,59 % del total de superficie en la zona de estudio.

Figura 11. Relieve colinado alto.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

5.5.3.4 Relieve colinado medio (Rcm).

De origen tectónico-erosivo, presenta desnivel relativo de 25 a 100 m, pendientes muy inclinadas (15° - 35°) con vertientes mixtas moderadamente largas (>50 a 250 m) cimas



redondeadas y valles en V. Esta geoforma se localiza en la zona suroeste de la franja de estudio correspondiente a la parroquia Santiago, ocupa una extensión menor de $0,007 \text{ km}^2$, es decir un 0,31 % de superficie total.

Figura 12. Relieve colinado medio, sector antigua Feria ganadera, Las Juntas.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

5.5.3.5 Terraza media (Tm).

De origen fluvial, presenta pendientes ligeramente (0° - 5°) a fuertemente inclinadas (5° - 15°). Originadas por la deposición de materiales aluviales por la dinámica del río San Lucas, Santiago y Cenén. Localizadas a los márgenes de los principales cuerpos hídricos. Ocupan una extensión de $0,074 \text{ km}^2$, lo que representa un 3,18 % del total de la superficie en la zona de estudio.

Figura 13. Terraza media del río San Lucas.



Nota. Tomada por Autor, (2024).



5.5.3.6 Terraza baja y cauce actual (Tb).

De origen fluvial, presenta pendientes ligeramente (0° - 5°) a fuertemente inclinadas (5° - 15°). Representada esta geofoma por el río San Lucas. Ocupan una extensión de $0,069 \text{ km}^2$, lo que representa un 2,94 % de la superficie total en la zona de estudio.

Figura 14. Terraza baja y cauce actual, unión de los ríos Santiago y San Lucas.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

5.5.3.7 Coluvio-aluvial (Ca).

De origen poligénico, es decir formadas por dinámica fluvial y gravitacional (dinámica de las laderas). Se depositan en las orillas de las principales quebradas que alimentan el río San Lucas. Se localizan a lo largo de todo el tramo de estudio, ocupando una extensión de $0,026 \text{ km}^2$, lo que representa un 1,13 % del total de superficie.

Figura 15. Coluvio aluvial, sector Gualán.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

5.5.3.8 Masa deslizada (Md).

Originadas por la dinámica de las laderas estas geoformas se presentan a lo largo de la franja de estudio, principalmente en la zona norte y centro ocupan una extensión de 0,007 km², lo que representa un 0,29 % del total de superficie.

En campo, se levantaron un total de ocho deslizamientos localizados a lo largo de la vía antigua a Cuenca, así como en la vía Santiago-Las Juntas, como se muestra en la siguiente tabla. La mayoría de los deslizamientos son antiguos y no presentan evidencia de movimientos recientes (ver Fichas de deslizamientos en Anexo 5).

Tabla 9. Deslizamientos levantados en el área de estudio.

CÓDIGO	UBICACIÓN			TIPOLOGÍA
	X	Y	Z	
Dz-001	694549	9577799	2027	Deslizamiento traslacional
Dz-002	694435	9577997	2027	Deslizamiento traslacional
Dz-003	693796	9578592	2116	Deslizamiento rotacional
Dz-004	694045	9578561	2067	Deslizamiento rotacional
Dz-005	694081	9578844	2039	Deslizamiento traslacional
Dz-006	694518	9580600	2085	Deslizamiento traslacional
Dz-007	694461	9581147	2104	Deslizamiento traslacional
Dz-008	694383	9581547	2114	Deslizamiento traslacional

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

Figura 16. Deslizamiento 6, sector Bellavista bajo.



Nota. Tomada por Autor, (2024).



5.5.4 Cobertura y uso del suelo

A partir de la información cartográfica del Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTierras) en el año 2015 a escala 1: 25 000 se procedió a identificar y digitalizar las diversas coberturas y uso de tierra a escala detallada 1: 5 000, obteniendo como resultado un total de 7 clases de cobertura y uso de tierra (ver mapa de coberturas y uso del suelo: Anexo 13).

Tabla 10. Cobertura y uso del suelo del área de estudio.

Clases	Código	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Área poblada	Ap	0,01	0,41
Cuerpo de agua natural	Ca	0,069	2,96
Erial	Er	0,007	0,29
Pastizal	Pz	0,946	40,63
Plantación forestal	Pf	0,556	23,86
Vegetación arbustiva	Va	0,073	3,11
Vegetación herbácea	Vh	0,669	28,73
Total		2,329	100,00

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

Las clases de cobertura y uso del suelo predominantes en la zona de estudio son las denominadas *Pastizal* son la cobertura que predomina en la zona de estudio, se localizan principalmente en el suroeste y noreste, ocupan una superficie de 0,946 km², representando un 40,63 % del total de la superficie en la franja de estudio; seguido por las clases *Vegetación herbácea*, localizada hacia el sureste y noroeste cubriendo una superficie de 0,669 km², es decir el 28,73 % del área y *Plantación forestal*, los principales conjuntos se forman por plantaciones de eucalipto y pino localizados principalmente en la zona centro oeste y noroeste del área, ocupando un área de 0,556 km² representando el 23,86 % del área de estudio. Otras clases corresponden a *Vegetación arbustiva* ubicada en el área centro oeste cubriendo una superficie de 0,073 km², la cual representa 3,11 % del área de estudio y *Cuerpo de agua natural*, representado por el río San Lucas, mismo que atraviesa la zona de estudio de norte a sur, mismo que cubre una superficie de 0,069 km², es decir 2,96 % de la superficie total de estudio.

Por otro lado, las clases de coberturas y uso del suelo de menor predominio en la franja de estudio son las *Áreas pobladas*, siendo el principal poblado Las Juntas y *Eriales* localizados principalmente en los márgenes del río San Lucas, con extensiones iguales a 0,010 km² y 0,007 km² respectivamente.



Figura 17. Clases de coberturas y uso del suelo del área de estudio.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

Figura 18. Clases de coberturas y uso del suelo, sector Las Juntas.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

5.5.5 Geología regional

5.5.5.1 Batolito de San Lucas.

Sauer y Putzer (1971) describen al intrusivo como un granito que se encontraba en contacto con diferentes rocas metamórficas a lo largo de la vía antigua de San Lucas-Loja y lo figuran como un granito descompuesto. Kennerly (1980) describe a mayor detalle la mineralogía del Plutón y encuentra diferentes asociaciones de minerales que van desde granodiorita hornbléndica, granodiorita biotítica a granito, además, describe la evolución de la



zona sur del Ecuador con una fase plutónica tardía dando como resultado el Plutón de San Lucas.

Herbet y Pichler (1983) presentan edades K-Ar en biotita con un resultado de 52 ± 2 Ma. Bristow y Hoffstetter (1977) señala edades K-Ar en hornblendas y biotitas con un rango de edades entre 60 y 68 Ma. Además, señala que en afloramientos frescos se observa un granito de grano grueso cortado por una serie de filones aplíticos, pegmatíticos y en menor cantidad lamprófidos. Por último, la misión británica realiza edades K-Ar en biotita obteniendo rangos de edades entre 51 y 61 Ma. para el Plutón de San Lucas que entra en parte del estudio de los plutones no deformados de la Cordillera Real, por otra parte, es identificado en contacto con la Formación Chigüinda y el Granito Tres Lagunas a lo largo de la vía antigua Saraguro - Loja (Litherland et al., 1994). Una edad de trazas de Fisión en Zircones (ZFT) (Steinmann, 1997) indica una edad de 39 Ma. Probablemente causada por un evento tectónico-térmico de menor escala.

El batolito se encuentra en contacto con diversas litologías al ser de un gran tamaño. Al ser un batolito, posee variaciones mineralógicas en toda su extensión, mostrándose en zonas como una granodiorita y en otras zonas como un granito. Este batolito abarca una importante extensión en el sur del Ecuador, sus composiciones varían desde granodioritas hornbléndicas, granodioritas biotíticas hasta series más acidas como granitos y diques aplíticos a lo largo de todo el batolito. Su composición es calcoalcalina, peraluminoso, es un granito tipo I y sus características geoquímicas indican un intrusivo formado por subducción (Guerrero, 2020).

Estos magmas resultan ser poco atractivos para un potencial exploratorio debido a que no son tipo adakítico lo cual reduce la relación en asociar a depósitos tipo pórfido a gran escala (Guerrero, 2020).

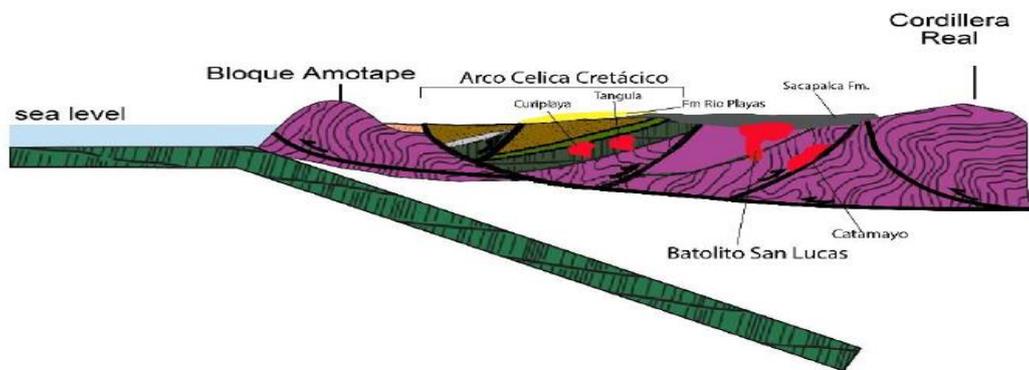
El Plutón de San Lucas ha cristalizado a inicios del Eoceno entre rocas Paleozoicas y el Granitos tipo S de la Unidad Tres Lagunas, en una corteza continental de 20 a 30 km de espesor (Aproximadamente), ha ascendido mediante fracturas y/o contactos de estas rocas, este intrusivo es producto de la convergencia entre la placa Farallón y Sudamericana, con una alta tasa de convergencia ($>100\text{mm/año}$) (Pardo-Casas, 1987).

Figura 19. Modelo esquemático geodinámico Plutón San Lucas, altitud aproximada 4°S.

Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano

W

E



Nota. Tomado de (Guerrero, 2020).

En base a la carta geológica regional Loja a escala 1: 100 000 elaborada por (IIGE, 2017) en el área de estudio y sus proximidades existen las siguientes formaciones geológicas:

5.5.5.2 Unidad Loma Bernabé (PcLBe).

Se expone en la loma Bernabé y en la quebrada del mismo nombre (UT M: 681064E; 9587 220N) y en la vía Cuenca -Loja, (Tramo Bucashi-Santiago). Comprende andesitas negras a grises púrpuras, porfiríticas a microporfiríticas y brechas volcánicas andesíticas gris verdosas. Considerando las relaciones estratigráficas con las unidades adyacentes se infiere una edad paleocénica.

5.5.5.3 Rocas intrusivas.

5.5.5.3.1 Granitos (GG).

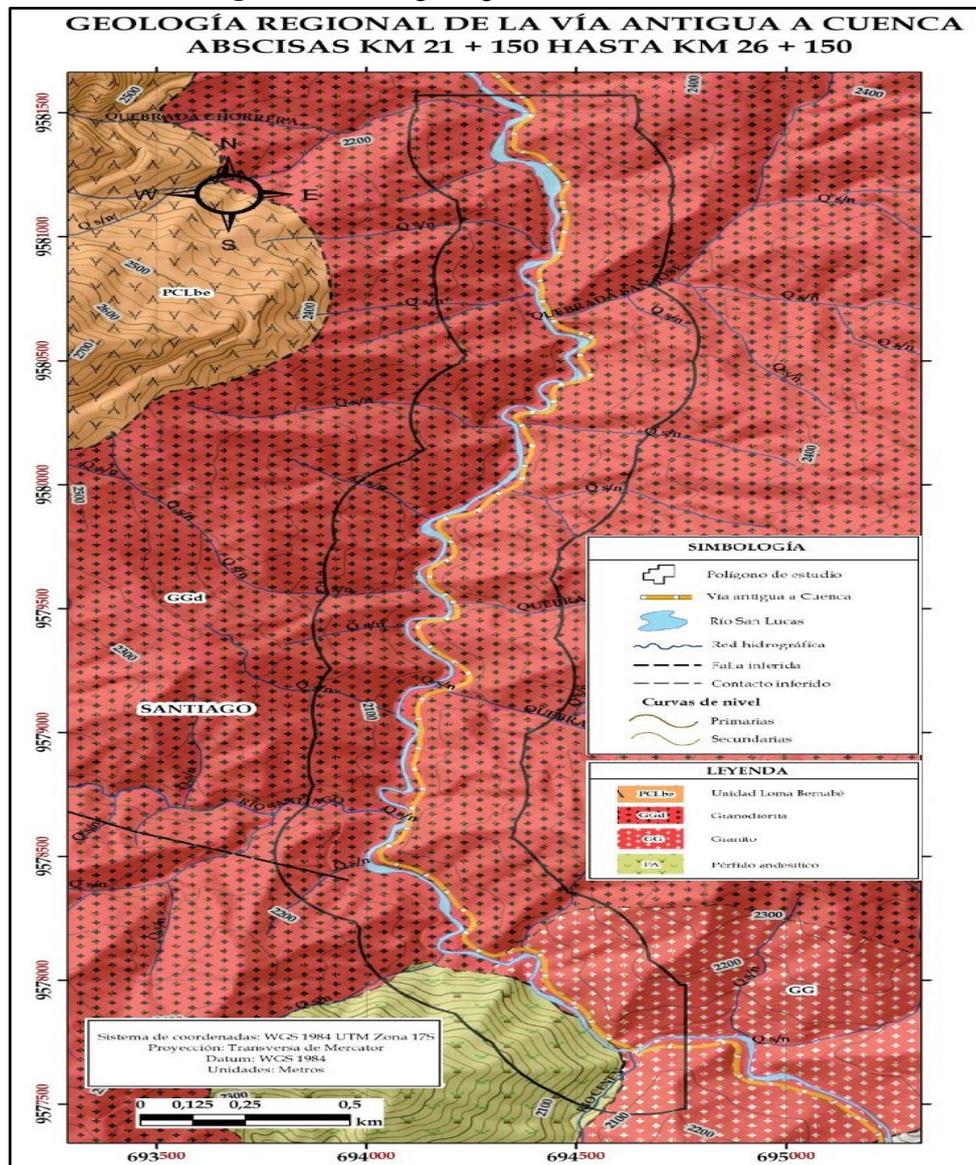
Afloran en el sector de Las Juntas (UT M: 695 252E; 9 577 254N) y al oeste de la ciudad de Loja, en los sectores de Duraznillo y cerro Villonaco. En estudios anteriores se reporta una edad de $58,0 \pm 2,0$ Ma para el cuerpo granítico aledaño al cerro Villonaco (Litherland y otros, 1994).

5.5.5.3.2 Granodioritas (GGd).

El cuerpo de mayor extensión es el batolito de San Lucas cuya edad va ría entre 66 y 51 Ma (Litherland y otros, 1994). Se expone en la parte centro norte del área y los mejores afloramientos se presentan en la vía Cuenca -Loja entre los poblados San Lucas y Santiago.

Este cuerpo granodiorítico muestra variaciones a granito, con textura fanerítica de grano medio a grueso, compuesto por plagioclasa, feldespato alcalino, cuarzo, biotita y menor hornblenda. Es frecuente la presencia de colgajos del basamento metamórfico.

Figura 20. Geología regional del área de estudio.



Nota. Elaborado por Autor, (2024).

5.6 Metodología para el primer objetivo

- *Determinar las unidades litológicas del área de estudio.*

Inicialmente se delimitó el polígono de estudio, para lo cual en el SIG se procedió a dibujar el tramo de estudio localizado en la vía antigua a Cuenca tramo Las Juntas – San Lucas,



el cual cuenta con una longitud de 5 km. Una vez definido el tramo de interés, se delimitó la faja de trabajo, según la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

Tabla 11. Anchos de fajas topográficas.

Pendiente transversal del terreno	Longitud mínima a cada lado del polígono
80% o más	100 metros
40 a 80%	60 metros
0 a 40%	40 metros

Nota. Tomada de (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

En el presente trabajo de titulación se tomó en consideración 250 metros por cada lado de la vía de estudio con la finalidad de obtener una mejor visualización de las características geológicas y estructurales del área. Mediante las herramientas: Analysis tools → Proximity → buffer se obtuvo el polígono de estudio el cual posee un área total de 2,329 km².

5.6.1 Base topográfica

La base de todo mapa cartográfico es la topografía, puesto que permite representar gráficamente la superficie terrestre con la finalidad de conocer las condiciones naturales del terreno y sus características físicas, así como las diferencias de altura que existen entre los distintos relieves de la tierra. La elaboración de la base topográfica del polígono de la franja de vía, fue de fundamental importancia para la elaboración y confección de los respectivos mapas. La topografía del área de estudio fue llevada a cabo mediante una fase de campo, mediante el método taquimétrico a través del levantamiento por poligonal cerrada, empleando la estación total Kolida (Figura 21) y una posterior fase de oficina.

Figura 21. Estación total *Kolida KTS 455 RC*.



Nota. Tomada por Autor, (2024).



Para realizar el levantamiento topográfico en campo, se consideró una poligonal cerrada que abarque el polígono de estudio, para lo cual inicialmente se procedió a instalar, nivelar y calibrar la estación total, así como configurarla en Datum WGS 1984, para posteriormente tomar puntos de control con su respectiva ubicación. Para la medición en terreno, se ubicaron prismas estándares debidamente nivelados, en puntos estratégicos que permitan cubrir el área de trabajo; desde la estación total se apuntó hacia los prismas obteniendo datos de distancia, ubicación (sistema de coordenadas UTM) y azimut de dichos puntos. Cabe indicar que, debido a la irregularidad del relieve y la pendiente muy pronunciada del terreno, en algunas zonas no fue posible ubicar los prismas por lo cual se optó por medir los puntos apuntando directamente con el láser de la estación total. En el área de estudio se tomaron un total de 190 puntos de control topográfico con sus respectivas coordenadas geográficas (ver Anexo 3).

Figura 22. Levantamiento topográfico en campo.



Nota. Tomado por Autor, (2024).

Posteriormente, en oficina se procedió a extraer los datos del levantamiento topográfico almacenados en la memoria interna de la estación, dichos puntos registrados son de formato txt aptos para su análisis y organización mediante Microsoft Excel, luego se procedió a exportar los datos topográficos en un formato compatible con ArcGis 10.5 para su geoprocesamiento. A continuación, en el SIG se obtuvieron las respectivas curvas de nivel mediante herramientas especializadas. Posteriormente se procedió a añadir las ortofotos e imágenes satelitales del polígono de estudio para la respectiva digitalización de la red vial, red hídrica, poblados e infraestructuras obteniendo así el mapa topográfico preliminar del área de estudio.



5.6.2 Levantamiento geológico-estructural

A continuación, se describe el procedimiento que se llevó a cabo para realizar el levantamiento geológico-estructural de la vía antigua a Cuenca, entre las abscisas km 21+150 hasta km 26+150, con una franja de 250 m por cada lado de la vía:

- a) Recolección y selección de información cartográfica, geológica y fotografías satelitales del área de estudio, en trabajos o investigaciones existentes, con la finalidad de tener una idea anticipada sobre del contexto geológico.
- b) La siguiente actividad fue la elaboración del mapa de geología regional, mediante el software ArcGis 10.5, en el cual, se realizó la georreferenciación de la carta geológica Loja a escala 1: 100 000 (ver Tabla 12) la cual abarca el territorio de interés. En el SIG se realizó la digitalización de las formaciones y estructuras geológicas del polígono de estudio, así como de la zona circundante, el mapa de geología regional sirvió como referencia para desarrollar la posterior fase de campo, dicha información fue validada en los afloramientos existentes en el área de estudio.

Tabla 12. Especificaciones técnicas de la hoja geológica Loja

Tipo de documento	Carta geológica
Nombre	Loja
Escala	1: 100 000
Proyección	Universal Transversa de Mercator WGS 1984
Datum horizontal	Sistema Geodésico Mundial (WGS) 1984
Elipsoide	Internacional de Hayford
Datum Vertical	Nivel medio del mar. Estación mareográfica La Libertad-Santa Elena
Zona	17 S
Formato	PDF
Serie	J62 – G

Nota. Tomado de (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO, 2017).

- c) Mediante el SIG se realizó la fotointerpretación previa del área de estudio, donde se identificaron rasgos geológicos significativos como litologías, contactos y estructuras geológicas, a partir de las ortofotos e imágenes satelitales del área de estudio, con tamaño de pixel 60 cm, obtenidas del software SASPlanet mediante



el satélite Google Maps correspondientes al año 2022. Para la fotointerpretación geológica se aplicaron los fundamentos establecidos en el Manual de Fotogeología de (López Vergara, 1988) y en Fotogeología Práctica de (Naranjo Henao, 2015) los cuales consideran los siguientes criterios generales: red de drenaje; morfología; topografía; tono y vegetación. Elaborando de esta forma un mapa borrador que contendrá la información geológica preliminar para su posterior corroboración en campo.

d) La siguiente actividad fue la fase práctica de campo, realizada mediante el método de mapeo por afloramientos, para lo cual se desarrollaron diversas visitas técnicas a la zona de estudio portando los respectivos materiales y equipos de campo. Se procedió a realizar un levantamiento geológico-estructural detallado del área de estudio, mediante la identificación, descripción y caracterización de la mayor cantidad posible de afloramientos, localizados a lo largo del tramo de la vía y de la franja de influencia directa de 250 m por cada lado de la misma, así como en caminos y senderos accesibles, para su registro se emplearon las fichas de descripción de afloramientos (*ver Anexo 1*). Cabe destacar que se prestó atención especial a sectores críticos como contactos litológicos y zonas de falla o fracturamiento.

e) De forma complementaria, en los afloramientos de estudio, se tomaron muestras representativas de roca, para su posterior análisis macroscópico e identificación petrográfica en el laboratorio de Petrografía con la finalidad de conocer su mineralogía a detalle haciendo uso de la respectiva Ficha de descripción petrográfica macroscópica, la cual se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Ficha para descripción macroscópica de rocas.

FICHA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA			
<i>Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja</i>			
<i>Nº Ficha</i>		<i>Cantón</i>	
<i>Nº Afloramiento</i>		<i>Parroquia</i>	
<i>Código muestra</i>		<i>Sector</i>	
<i>COORDENADAS UTM (Datum WGS1984)</i>	X:	Y:	Z:
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		FOTOGRAFÍA	
<i>Color</i>			
<i>Textura</i>			
<i>Estructura</i>			
<i>Tamaño de grano</i>			



<i>Forma de granos</i>	
<i>Fenocristales (%)</i>	
<i>Matriz (%)</i>	
<i>Grado de meteorización</i>	
COMPOSICIÓN MINERAL	
<i>Minerales principales (%)</i>	
<i>Minerales accesorios (%)</i>	
<i>Nombre de la Roca</i>	
<i>Observaciones</i>	

Nota. Modificado de (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO, 2019).

5.7 Metodología para el segundo objetivo

- *Describir las estructuras geológicas a detalle existentes en el área de estudio.*

Para la identificación inicial de las estructuras geológicas existentes en la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150, con una franja de 250 m por lado de la vía; se aplicó la técnica de la fotointerpretación mediante las ortofotos e imágenes satelitales, basándose en la metodología propuesta por López Vergara, (1988) en su Manual de Fotogeología, en el cual establece los siguientes parámetros: alineación de drenaje, vegetación o humedad y rasgos morfológicos (facetas triangulares, ensilladuras tectónicas, movimientos o cambios bruscos del relieve).

La fotointerpretación geológica-estructural consistió en la definición de contactos y estructuras geológicas, mediante un análisis minucioso de los siguientes aspectos:

- ❖ **Análisis topográfico:** se realizó en base al levantamiento topográfico a escala 1: 5 000 generado mediante el método de poligonal cerrada con la estación total, así como el posterior geoprocesamiento de los datos en el software ArcGis 10.5 obteniendo así las respectivas curvas de nivel. Este análisis comprende considerar la diferencia en las elevaciones topográficas y otros rasgos que podrían ser indicios de las estructuras geológicas.
- ❖ **Análisis de unidades geomorfológicas:** se analizó a partir de la cartografía geomorfológica del área estudio a escala 1: 5 000 elaborada mediante la digitalización de unidades geomorfológicas considerando aspectos de morfología, morfometría y morfodinámica.



- ❖ **Análisis de red drenaje:** en este análisis se consideraron los patrones, densidad y uniformidad de la red de drenaje, tomando en cuenta que la litología, estructuras y topografía producen cambios e influyen directamente en la red de drenaje.
- ❖ **Análisis del tono y vegetación:** se analizó los tonos y texturas de las ortofotos e imágenes satelitales, además se consideró el tipo de cobertura vegetal y uso del suelo y la presencia de humedad en la zona de estudio.
- ❖ **Análisis de control litológico:** se desarrolló mediante la digitalización de contactos litológicos en base al análisis de los criterios antes mencionados, dichos contactos fueron posteriormente corroborados en la fase de campo.
- ❖ **Análisis de control estructural:** este análisis consistió en el análisis de rasgos morfológicos de la superficie terrestre, la disposición de la vegetación, escarpes de falla, red de drenaje y demás parámetros que indican la presencia de estructuras como pliegues, fallas y diaclasas.

La siguiente actividad consistió en realizar el levantamiento y validación, in situ, de las estructuras geológicas (fallas, pliegues y diaclasas) obtenidas mediante la fotointerpretación; a través de su identificación y descripción, así como la medición de sus elementos estructurales, dimensiones y otros datos técnicos.

La información de las estructuras geológicas existentes en el área de estudio se registró en las fichas técnicas para descripción de afloramientos, ya que en estos últimos generalmente son visibles. Dicho levantamiento estructural permitirá corroborar la información obtenida en la fase inicial de fotointerpretación con la obtenida en la fase de campo. El resultado fue la descripción técnica de las estructuras geológicas existentes, para su posterior representación en el mapa geológico-estructural del área de estudio.

5.8 Metodología para el tercer objetivo

- *Elaborar el mapa geológico – estructural a escala 1:5 000 de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150, con una franja de 250 m por lado, perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja.*

Para la representación cartográfica del mapa geológico - estructural del área de estudio se empleó la Guía para la Interpretación y Elaboración de Mapas Geológicos de (Camargo, 2004) así como los Estándares de Nomenclatura Estratigráfica, Simbolización y Abreviaturas



para la Cartografía Geológica elaborada por el Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE, 2019).

Una vez recolectada toda la información geológica-estructural de la vía antigua a Cuenca, entre las abscisas km 21+150 hasta km 26+150, con una franja de 250 m por cada lado de la vía; se procedió al trabajo de oficina mediante el software ArcGis 10.5 empleando como base el mapa topográfico generado a escala 1: 5 000.

Posteriormente a las fases descritas anteriormente, se organizó la información obtenida, mediante una hoja de cálculo de Excel (xml) en la que constan los afloramientos levantados en campo, con su respectiva: ubicación, litología, unidades litológicas, puntos de muestreo, contactos litológicos, estructuras geológicas y datos estructurales. A continuación, se exportaron los afloramientos para su posterior geoprocesamiento en el SIG, los datos fueron analizados y correlacionados para establecer las unidades litológicas existentes en el área de estudio.

Para la generación del mapa geológico-estructural a escala 1: 5 000 del polígono de la franja de vía, se realizó la representación cartográfica de toda la información geológica-estructural, para lo cual en el software ArcGis 10.5 se procedió a crear polígonos para representar las unidades litológicas con sus respectivos contactos (observados y/o inferidos), así como las estructuras geológicas con sus elementos de yacencia, asignando la simbología y tramado pertinentes.

En campo se procedió a corroborar el mapa preliminar y reajustar el mapa geológico – estructural a escala 1: 5 000, a continuación, se realizó el respectivo perfil geológico con la finalidad de conocer la disposición de las unidades litológicas a profundidad y así obtener una mayor correlación de toda la información geológica-estructural del área de estudio. Finalmente se obtuvo el mapa geológico-estructural a escala 1: 5 000 de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 con una franja de 250 m por lado de la vía, perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago en Datum WGS1984, Zona 17 Sur.



6. Resultados

6.1 Resultados generales del área de estudio

6.1.1 Topografía

El área de estudio, comprende un tramo de la vía antigua a Cuenca que presenta longitud de 5 km con una faja de estudio de 250 m por cada lado del eje vial, comprendiendo un área total de 2,329 km². La topografía del área de estudio se obtuvo a partir de un levantamiento topográfico realizado con la estación total Kolida. A partir de los puntos obtenidos del levantamiento topográfico, se procedió a exportarlos para su geoprocésamiento en el SIG, mediante el uso de herramientas especializadas así se obtuvieron las curvas de nivel del área de estudio, con un intervalo de 5 m para las curvas secundarias y de 25 m para las primarias en base a la escala de trabajo 1: 5 000.

La topografía del área de estudio se caracteriza por presentar un relieve montañoso muy irregular con pendientes pronunciadas, presenta un rango importante de elevación de 310 m que parte desde la cota 2015 m s.n.m. alcanzando los 2325 m s.n.m. en la cota mayor. La red vial está conformada por la vía antigua a Cuenca, así como la vía secundaria Las Juntas-Santiago y algunos caminos de herradura que conectan con otros poblados cercanos y senderos. La red hídrica está integrada por el río San Lucas, el cual es el cuerpo hídrico principal, en su margen derecho, se localiza la vía antigua a Cuenca. Los afluentes del río principal son el río Santiago y río Cenen, así como algunas quebradas. El principal poblado es Las Juntas localizado al sur de la zona de estudio (ver mapa topográfico en el Anexo 7).

6.1.2 Pendientes

Las pendientes del área de estudio se obtuvieron a partir del geoprocésamiento de las curvas de nivel obtenidas del levantamiento topográfico empleando la clasificación de pendientes establecido por Demek (1972). Las pendientes obtenidas en el área de estudio se muestran en la siguiente Tabla 14 (ver mapa de pendientes: Anexo 11).

Tabla 14. Pendientes del área de estudio.

Clase	Simbología	Rango	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Ligeramente inclinado		0° - 5°	0,05	2,36
Fuertemente inclinado		5° - 15°	0,09	3,91



Clase	Simbología	Rango	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Muy inclinado		15° - 35°	0,55	23,57
Empinado		35° - 55°	1,61	69,08
Vertical		55° - 90°	0,03	1,08
Total			2,33	100,00

Nota. Elaborado por Autor, (2023).

En el área de estudio se obtuvieron cinco clases de pendientes, de las cuales, las pendientes empinadas (35°-55°) son las que predominan en el área de estudio indicando un relieve pronunciado, se localizan de forma uniforme en los alrededores del tramo de la vía de estudio ocupando una superficie de 1,61 km², es decir el 69,08 % del área de estudio. En segundo lugar, existen pendientes muy inclinadas (15°-35°), las cuales se distribuyen en toda la zona, de forma preferencial hacia el noroeste y suroeste del área, en las proximidades del río San Lucas, llegando a ocupar una superficie de 0,55 km² es decir el 23,57 %.

Las pendientes fuertemente inclinadas (5°-15°) y ligeramente inclinadas (0°-5°) se relacionan con las zonas bajas del cauce y terrazas del río San Lucas, así como de sus principales afluentes como ríos y quebradas, estas pendientes cubren una superficie de 0,09 km² y 0,05 km² lo cual representa el 3,91 y 2,36 % del área respectivamente. Finalmente, las pendientes verticales (55°-90°), se localizan principalmente a lo largo del tramo de la vía antigua a Cuenca, así como en zonas proximales de los ríos San Lucas, Santiago y Cenen, estas ocupan la menor área con 0,03 km² es decir el 1,08 % de la zona de estudio.

6.2 Resultados del primer objetivo

6.2.1 Geología local

Según la carta geológica Loja a escala 1: 100 000 elaborada por el IIGE, (2017) el área de estudio, está litológicamente conformada casi en su totalidad por Granodiorita, en la zona sureste existe la presencia de Granito y Pórfido andesítico en el suroeste.

El levantamiento de geología local, se efectuó mediante el método de mapeo por afloramientos, en campo, se levantaron y describieron un total de 37 afloramientos, a los cuales se accedió mediante la vía antigua a Cuenca tramo Las Juntas-San Lucas, vía Las Juntas-Santiago, caminos de herradura y senderos transitables realizando de forma sucesiva el respectivo análisis petrográfico macroscópico de las muestras de rocas. A continuación, en la



Tabla 15, se detallan los afloramientos levantados, con su respectiva ubicación, litología y unidad litológica.

Tabla 15. Descripción litológica de afloramientos levantados en el área de estudio.

N°	Ubicación			Litología	Unidad litológica
	X	Y	Z		
AF-001	694657	9577706	2072	Granito de grano medio de coloración grisácea con una veta de cuarzo mineralizado	Granito
AF-002	694582	9577723	2055	Metagranito blanco de grano medio a grueso	Granito
AF-003	694589	9577624	2043	Granito alterado de coloración oscura	Granito
AF-004	694677	9577798	2048	Granito alterado de coloración clara grisácea	Granito
AF-005	694549	9577799	2027	Granito semialterado de coloración clara grisácea	Granito
AF-006	694517	9577878	2032	Granito de coloración grisácea a amarillenta	Granito
AF-007	694452	9577942	2043	Granito meteorizado con veta de andesita porfídica de grano fino	Granito
AF-008	694420	9578054	2039	Diorita alterada de grano medio a grueso con predominantes minerales oscuros	Diorita
AF-009	694410	9578111	2043	Diorita de grano medio a grueso con predominantes minerales oscuros	Diorita
AF-010	694291	9578112	2040	Contacto litológico entre granito y diques de andesita de grano fino	Granito
AF-011	694236	9578183	2047	Granito de coloración rosada a grisácea clara	Granito
AF-012	694157	9578408	2048	Granito rosado meteorizado	Granito
AF-013	694053	9578555	2062	Granito rosado de grano medio	Granito
AF-014	694103	9578895	2045	Granodiorita rosada meteorizada (saproilito)	Granodiorita
AF-015	694108	9579050	2068	Contacto litológico entre granito y riolita gris clara de grano fino	Riolita
AF-016	694127	9579116	2069	Granito rosado alterado con alto contenido de cuarzo	Granito
AF-017	694225	9579205	2066	Granito de coloración rosada a grisácea de grano medio a grueso	Granito
AF-018	694173	9579535	2081	Granito de coloración grisácea	Granito
AF-019	694175	9579872	2044	Granodiorita de coloración grisácea	Granodiorita
AF-020	694353	9580249	2092	Granodiorita de coloración gris oscuro	Granodiorita
AF-021	694461	9580670	2072	Contacto litológico: granodiorita y diques de andesita gris de grano fino	Granodiorita
AF-022	694409	9580777	2082	Granodiorita de coloración grisácea	Granodiorita



N°	Ubicación			Litología	Unidad litológica
	X	Y	Z		
AF-023	694461	9581099	2108	Granodiorita grisácea y un dique de andesita de tonalidad verdosa- grisácea de grano fino	Granodiorita
AF-024	694388	9581523	2128	Granodiorita de tonalidad grisácea	Granodiorita
AF-025	694218	9578111	2040	Clastos de granitoides incrustados en arena granítica	Depósito aluvial
AF-026	694153	9578120	2047	Granito rosado de grano medio a grueso con alto contenido de cuarzo y dique de andesita	Granito
AF-027	694162	9578273	2060	Granito rosado de grano grueso medianamente meteorizado	Granito
AF-028	694125	9578303	2066	Granito rosado de grano grueso con alto contenido de cuarzo	Granito
AF-029	694055	9578376	2072	Granodiorita de grano grueso alterada de coloración rojiza con presencia de óxidos	Granodiorita
AF-030	693940	9578426	2083	Granodiorita alterada (saproilito) de coloración rojiza con óxidos y depósito cuaternario en la cima	Granodiorita
AF-031	693906	9578484	2080	Granodiorita alterada (saproilito) de coloración rojiza con óxidos	Granodiorita
AF-032	693931	9578634	2096	Granodiorita muy alterada (saproilito) de coloración rojiza con presencia de óxidos	Granodiorita
AF-033	693810	9578592	2120	Granodiorita alterada con presencia de óxidos	Granodiorita
AF-034	694486	9580656	2130	Contacto litológico: granodiorita y diques de andesita gris de grano fino	Granodiorita
AF-035	694524	9580571	2094	Granodiorita alterada con vetillas subverticales de cuarzo	Granodiorita
AF-036	694428	9580319	2091	Granodiorita de grano medio	Granodiorita
AF-037	694207	9578300	2050	Clastos graníticos incrustados en matriz limo-arenosa	Depósito coluvial

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

En general, el área de estudio, ha sido formada en un ambiente ígneo intrusivo de un volcanismo antiguo, correspondiente a un extenso cuerpo plutónico conocido como el Batolito de San Lucas, el cual abarca toda la zona de estudio, y está constituido por diversas litologías de similar naturaleza magmática. Mediante el presente levantamiento geológico-estructural se determinó en el área de estudio la existencia de cuatro unidades litológicas, tales como: Granito, Granodiorita, Diorita y Riolita; así como depósitos aluviales y coluviales (ver Tabla 16), mismas que se representan en el respectivo mapa geológico-estructural del área de estudio a escala 1: 5 000 (ver Anexo 15).

**Tabla 16.** Unidades litológicas del área de estudio.

Litología	Área (km²)	Porcentaje (%)
Diorita	0,056	2,419
Granito	0,909	39,036
Granodiorita	1,100	47,207
Riolita	0,021	0,913
Depósito aluvial	0,237	10,169
Depósito coluvial	0,006	0,256
Total	2,329	100,00

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

A continuación, se describen cada una de las unidades litológicas del área de estudio:

6.2.1.1 Unidad Granito.

La unidad litológica Granito aflora desde el centro del área de estudio, extendiéndose hasta el sur, en el barrio Las Juntas. Esta unidad es la segunda de mayor superficie ocupando 0,909 km², lo cual representa el 39,036 % de la zona de estudio. Se caracteriza por presentar granito, roca ígnea intrusiva, de coloración blanca a rosada, con granos minerales oscuros, de estructura masiva, según el tamaño de minerales tiene textura fanerítica granular (minerales visibles a simple vista) con grano medio a grueso (1-30 mm), según el grado de cristalización del magma presenta una textura holocristalina debido a que sus minerales están bien cristalizados, con granos euhedrales, es decir con cristales con sus bordes bien desarrollados, en general estas rocas son altamente resistentes al golpe del martillo geológico presentan un grado de meteorización bajo a medio.

Mineralógicamente el granito está constituido principalmente por los siguientes minerales: cuarzo (30%), feldespatos (40 %) y plagioclasas (5 %); y como minerales accesorios presenta anfíboles (10 %); biotita (10%) y moscovita (5 %). La variedad de granito rosado presenta una mayor cantidad de ortoclasa (feldespatos) con 45 % lo cual le otorga ese color característico (ver Anexo 16: Fichas petrográficas). En algunos taludes rocosos el granito presenta ambas tonalidades de forma alternada.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Tabla 17. Análisis petrográfico macroscópico de granito.

Registro fotográfico	CAMPO	NOMBRE
	2	granito de feldespato alcalino; con bajo índice de color: alaskita

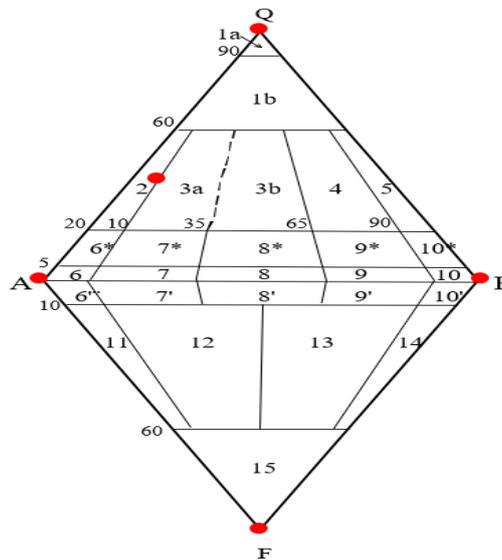


Diagrama de Streckeisen

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

En algunos taludes graníticos del sureste del área, se evidenció que posteriormente a su formación, el granito ha sido afectado por la intrusión de diques subverticales de andesita, de coloración gris oscuro a verdosa, textura porfídica de grano fino, cuyas potencias varían desde 32 cm hasta 1,58 m. Se presume que estos cuerpos hipabisales proceden de la Unidad Loma Bernabé localizada hacia el noroeste del área de estudio. Además, en la zona centro oeste del área de estudio, en las coordenadas UTM WGS84 (694115; 9579051) existe un importante dique subvertical de riolita meteorizada de coloración gris clara, con espesor de 42 cm, el cual muestra un contacto intrusivo concordante entre las unidades Riolita y Granito.

Una representación de las características previamente descritas de la unidad Granito, se visualizan en el afloramiento AF-001 localizado al suroeste del área de estudio, en el barrio Las Juntas junto al puente principal, en las coordenadas UTM WGS1984 (694657; 9577706). Consiste en un macizo rocoso con ancho de 19,88 m y altura de 10,50 m de estructura masiva. Constituido por granito de grano medio a grueso de coloración grisácea clara, textura fanerítica con alto contenido de cuarzo cubierto superficialmente por materia orgánica que le otorga una



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

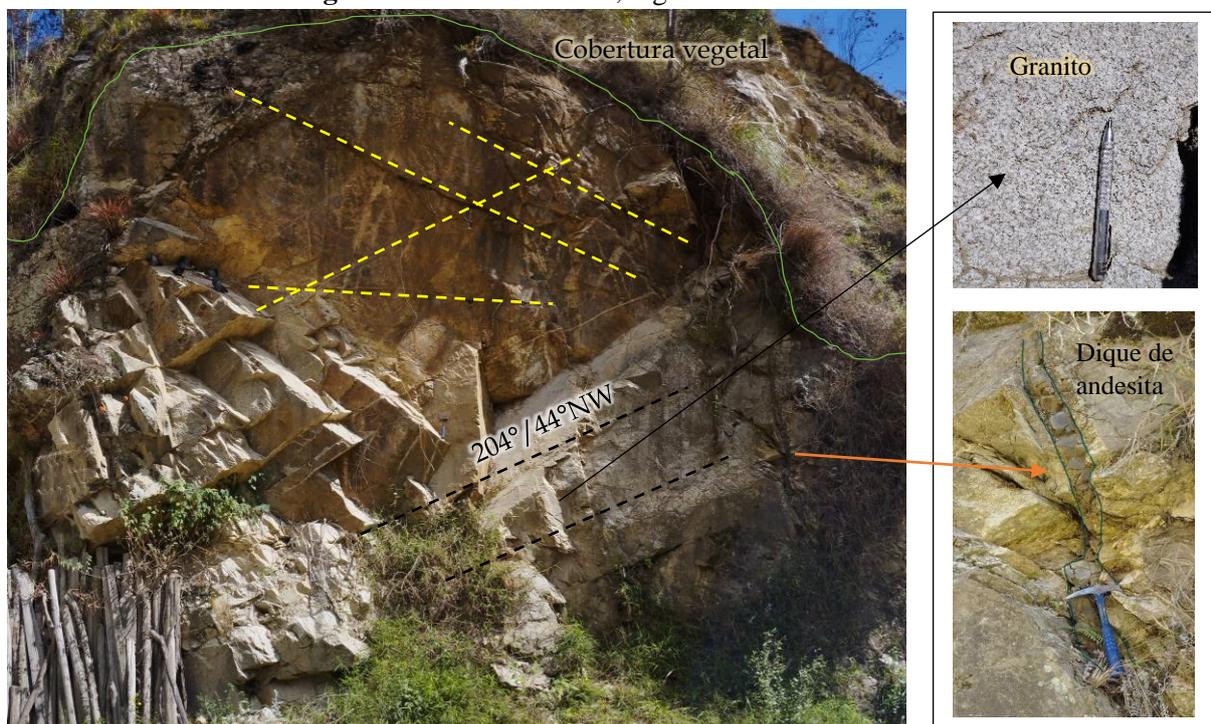
TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

coloración amarillenta. Presenta roca sana resistente al golpe del martillo geológico, con fracturamiento parcial y diaclasas inclinadas en dirección preferencial NW ($204^{\circ}/44^{\circ}$ NW), algunas de estas fracturas han sido posteriormente rellenadas por cuarzo.

En el costado izquierdo (S) existe una veta mineralizada de cuarzo conformada por feldspatos, fosfatos y abundantes micas moscovitas, en dirección subhorizontal de coloración blanca mediadamente alterada, con espesor de 22 a 24 cm; la cual posee un azimut de 317° , buzamiento de 19° en dirección 67° NE. Además, en el extremo derecho (N) del talud existe un pequeño dique subvertical alterado de andesita el cual presenta deformación parcial relacionada a procesos de meteorización externa.

Figura 23. Afloramiento 1, ingreso barrio Las Juntas.





Nota. Tomada por Autor, (2024).

En el barrio Las Juntas, en las proximidades del margen izquierdo del río San Lucas se localiza el afloramiento AF-002 en las coordenadas UTM WGS1984 (694582; 9577723). Comprende un depósito masivo de bloques graníticos con ancho de 4,25 m y altura de 3,25 m altamente resistente al golpe del martillo geológico. Constituido por metagranito blanco de grano medio a grueso de textura fanerítica en tonalidades claras, con predominancia de cuarzo y biotita con oxidación superficial. Los bloques graníticos están fracturados principalmente mediante diaclasas horizontales en dirección SW ($103^{\circ}/4^{\circ}$ SW). Además, este depósito se encuentra expuesto a la meteorización biológica por parte de las raíces de un árbol ubicado sobre el mismo.

Figura 24. Afloramiento 2, sector Las Juntas.

Nota. Tomada por Autor, (2024).



Más adelante, en la vía antigua a Cuenca, llegando a la antigua Plaza de ganado de Las Juntas, se encuentra el afloramiento AF-010 en las coordenadas UTM WGS1984 (694291; 9578112), el cual exhibe importantes cuerpos hipabisales, que corresponden a dos diques andesíticos subverticales. El talud rocoso tiene un ancho de 10,43 m y altura de 7,36 m, de estructura masiva, medianamente resistente al golpe del martillo geológico, está constituido por granito de coloración clara, textura fanerítica de grano medio a grueso con alto contenido de cuarzo. Cabe señalar que el talud se encuentra alterado superficialmente y fracturado mediante dos familias de diaclasas subhorizontales ($85^{\circ}/11^{\circ}\text{SE}$) y subverticales con dirección preferencial NW ($220^{\circ}/84^{\circ}\text{NW}$). Además, presenta meteorización externa debido a la acción mecánica de maquinaria pesada durante los procesos de adecuación de la vía.

El cuerpo granítico ha sido intruído discordantemente por un importante dique subvertical de andesita de color gris oscuro con textura porfídica equigranular de grano fino; el dique es irregular aflora en el flanco izquierdo (N) en una franja importante con espesor de 1,58 m, además en el flanco derecho (S) del talud, existe otro dique menor del mismo material con 32 cm (ver Tabla 18). Es así que el granito se conforma como la roca encajante que ha sido atravesada por dos diques de andesita de edad relativamente más joven, conformando un contacto litológico neto y rectilíneo. En la salbanda del dique (zona de contacto), el granito presenta granos más finos producto de la fusión de dicha intrusión.

Tabla 18. Elementos estructurales de diques andesíticos, afloramiento 10.

Diques de andesita	Azimut	Buzamiento	Dirección de buzamiento
Dique 1	66°	79°	151°SE
Dique 2	94°	67°	147°SE

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

Figura 25. Afloramiento 10, sector Las Juntas.



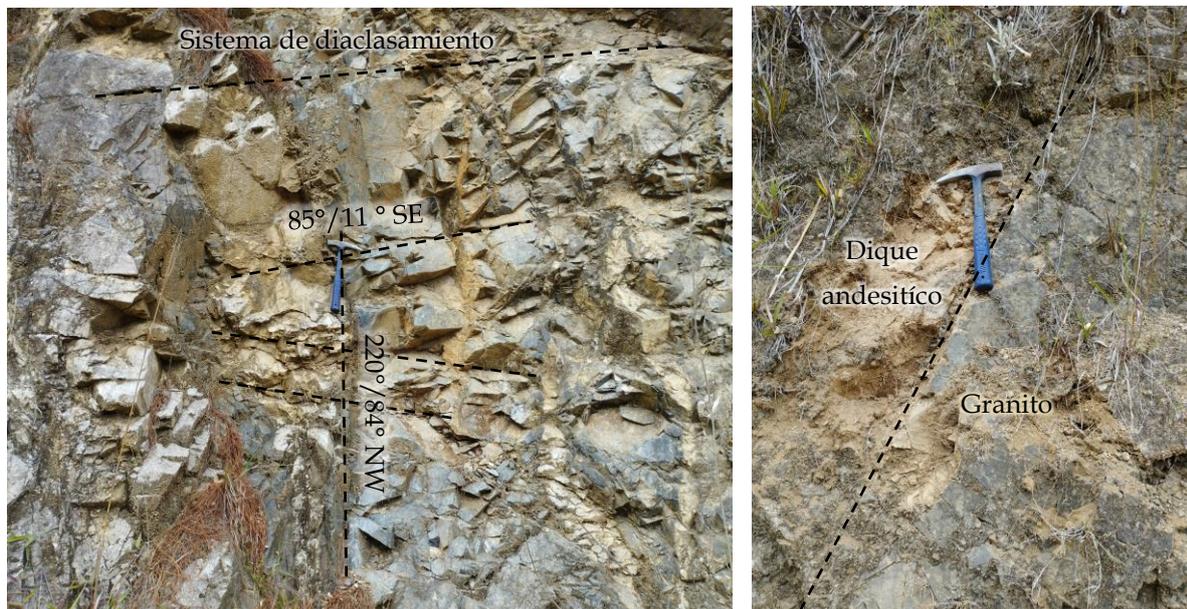
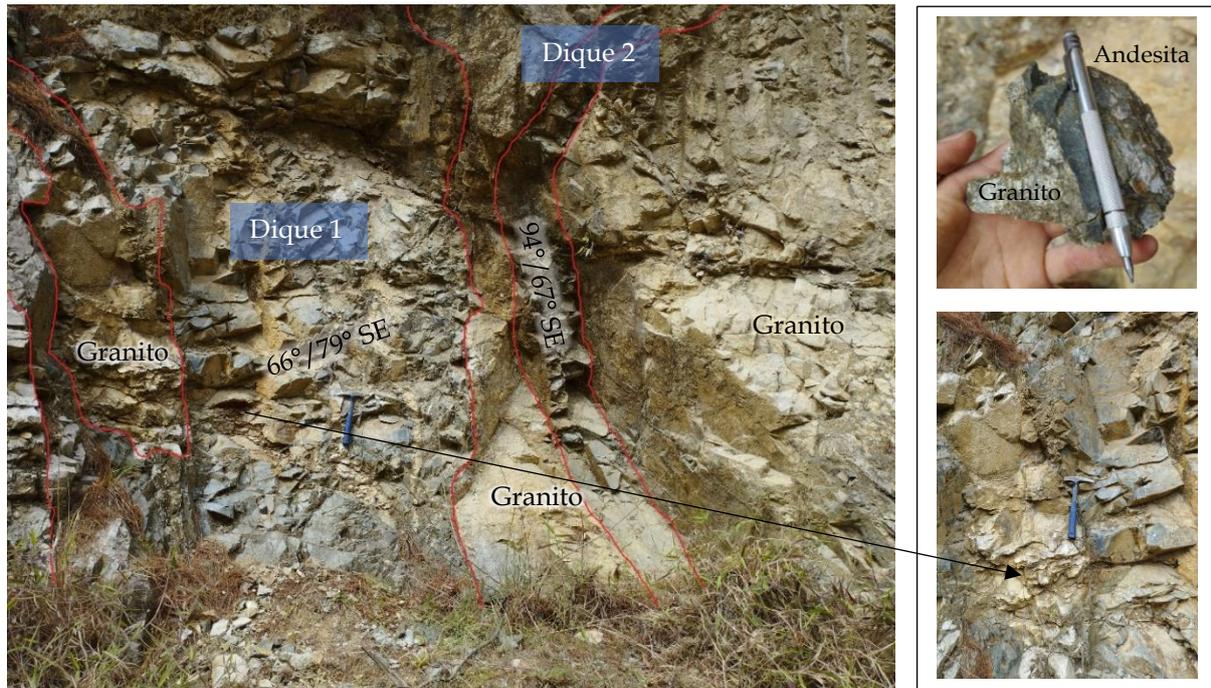


UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL



Nota. Tomada por Autor, (2024).

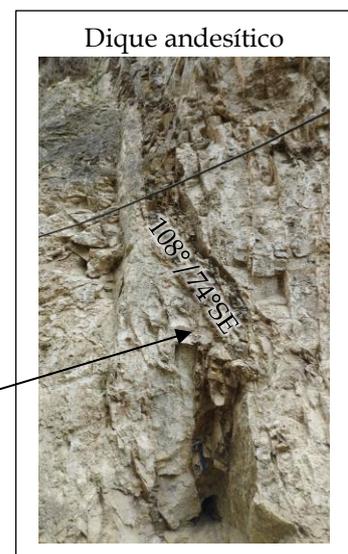
En el inicio de la vía secundaria Las Juntas-Santiago se localiza el afloramiento AF-026 en las coordenadas UTM WGS1984 (694153; 9578120) el cual comprende un talud rocoso con ancho de 22,30 m y altura de 12,10 m, de estructura masiva, medianamente resistente al golpe del martillo geológico. Litológicamente constituido de granito rosado con coloraciones claras, textura fanerítica de grano medio a grueso con elevado contenido de cristales de cuarzo, superficialmente meteorizado. El talud se muestra fracturado mediante diaclasas inclinadas



($332^{\circ}/67^{\circ}$ NE) y subhorizontales ($119^{\circ}/38^{\circ}$ SW). Cabe señalar que el macizo rocoso ha sido intervenido por maquinaria pesada en labores de adecuación de la vía.

En la zona central el talud granítico, ha sido intruido por un dique subvertical de andesita, de textura porfídica con granos finos, con espesor de 30 a 33 cm y una longitud de 13,6 m; el material del mismo se encuentra muy fracturado. El dique presenta un contacto neto rectilíneo con una ligera curvatura en su zona central por donde ascendió la intrusión. Los elementos de yacencia del dique son azimut de 108° , buzamiento de 74° en dirección SE ($108^{\circ}/74^{\circ}$ SE).

Figura 26. Afloramiento 26, inicio vía Las Juntas-Santiago.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

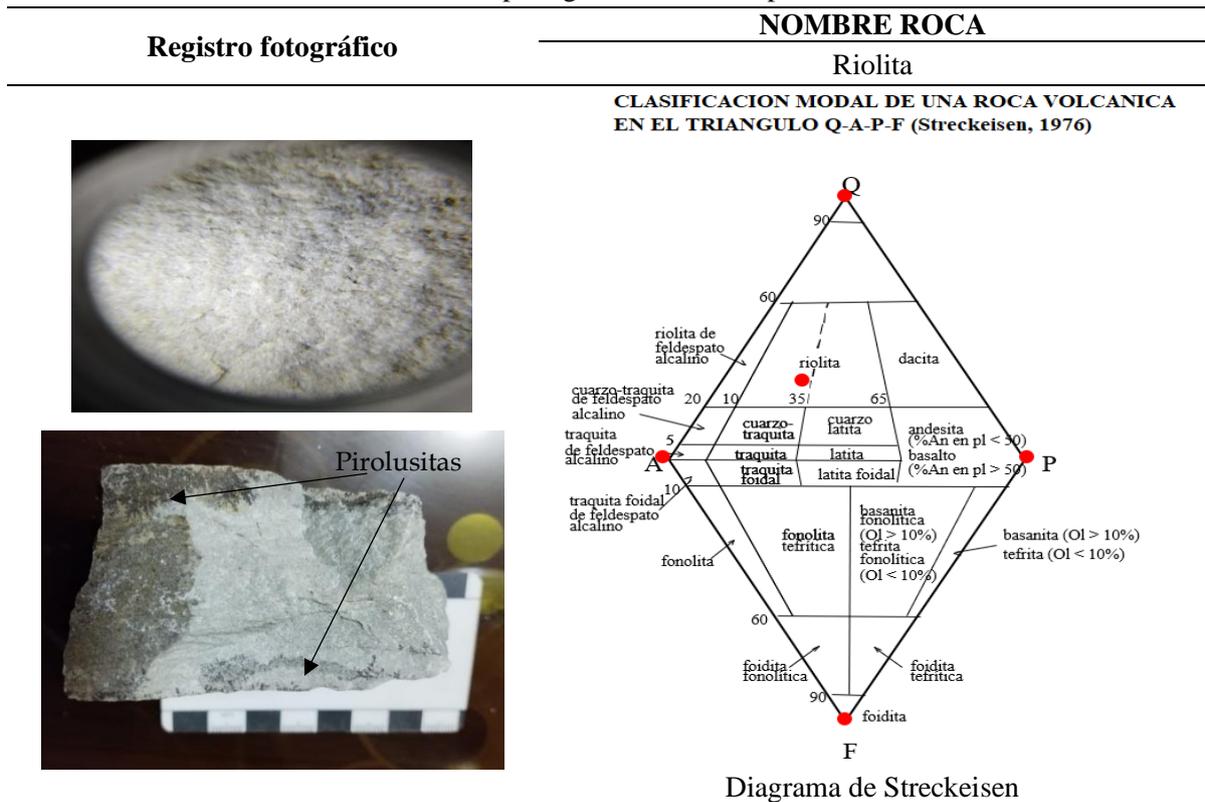


6.2.1.2 Unidad Riolita.

La unidad litológica Riolita, se localiza de forma puntual, en la zona centro oeste del área de estudio, es la de menor extensión ocupando una superficie mínima de 0,021 km² equivalente al 0,913 % de la zona de estudio, es importante mencionar que no fue posible determinar la profundidad de esta unidad. La riolita de esta unidad se caracteriza por ser una roca ígnea extrusiva, de estructura masiva, de textura afanítica hipocristalina según el grado de cristalización del magma, de grano fino (< 1 mm), con cristales subhedrales, es decir que sus bordes no alcanzaron su desarrollo completo, presenta coloración gris claro a amarillento, de forma superficial presenta pirolusitas dendríticas, en forma de pequeñas ramificaciones.

Mineralógicamente está constituida por los siguientes minerales principales: feldespatos potásicos (40 %), cuarzo (25 %), y plagioclasas (20 %); como minerales accesorios posee anfíboles (10 %) y biotita (5 %). La riolita es medianamente resistente al golpe del martillo geológico, sin embargo, se encuentran fuertemente fracturada mediante diaclasas inclinadas (ver Anexo 16: Fichas petrográficas).

Tabla 19. Análisis petrográfico macroscópico de riolita.



Nota. Elaborado por Autor, (2024).



Esta unidad litológica, aflora en superficie de forma concordante suprayaciendo a la unidad Granito, únicamente existe un afloramiento rocoso importante de riolitas AF-015 localizado en la zona centro oeste, en la vía antigua a Cuenca, en las coordenadas UTM WGS1984 (694108; 9579050) el cual exhibe un importante dique subvertical y un contacto litológico entre las unidades Granito y Riolita.

Consiste en un talud rocoso con ancho de 30,90 m y altura de 12,70 m, de estructura masiva se encuentra fuertemente fracturado, está constituido en el lateral izquierdo (N) por granito de textura fanerítica con grano medio a grueso de coloración grisácea, superficialmente alterado y en su mayoría por riolita. Cerca de la zona central del talud, se levanta un dique subvertical de riolita meteorizada de coloración gris clara, con espesor de 42 cm, el cual muestra un contacto intrusivo rectilíneo concordante entre la riolita y el granito, fácilmente reconocible por la disposición vertical de las riolitas y el cambio del tamaño de los granos y por la coloración de las litologías. El dique de riolita presenta un azimut de 187° , buzamiento de 77° en dirección NW ($187^\circ/77^\circ$ NW).

El resto del talud, localizado hacia la derecha (S) del dique se caracteriza por presentar un levantamiento topográfico notable en forma de cono, constituido por riolita de textura afanítica con granos finos subhedrales, de coloración gris clara a amarillenta, con grado de meteorización medio, de forma superficial presenta pirolusitas de color gris oscuro a parduzco como producto de la meteorización externa. Las riolitas se encuentran fuertemente diaclasadas de forma inclinada en dirección SE ($76^\circ/26^\circ$ SE). Cabe indicar que algunas fracturas de estas rocas han sido superficialmente rellenadas por carbonatos.

Figura 27. Afloramiento 15, sector Las Juntas.



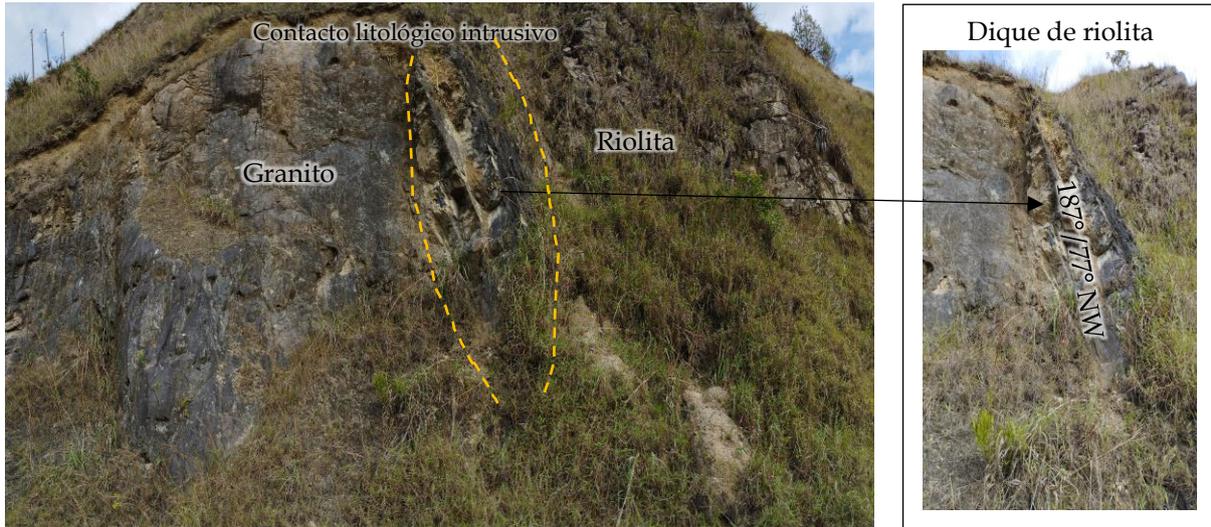


UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL



Nota. Tomada por Autor, (2024).

6.2.1.3 Unidad Granodiorita.

La unidad litológica Granodiorita, se localiza a partir de la zona central extendiéndose hasta el norte del área de estudio, esta unidad es la predominante cubriendo la mayor superficie de 1,10 km² equivalente al 47,21 % de la superficie total. Está constituida por granodiorita, roca ígnea intrusiva que presenta estructura masiva, textura fanerítica equigranular de grano medio (1-5 mm) con granos subhedrales, de coloración gris con tonalidades de color blanco y negro, en general esta roca es medianamente resistente al golpe del martillo geológico y afloran en taludes rocosos con grado de meteorización medio a alto. Mineralógicamente la granodiorita

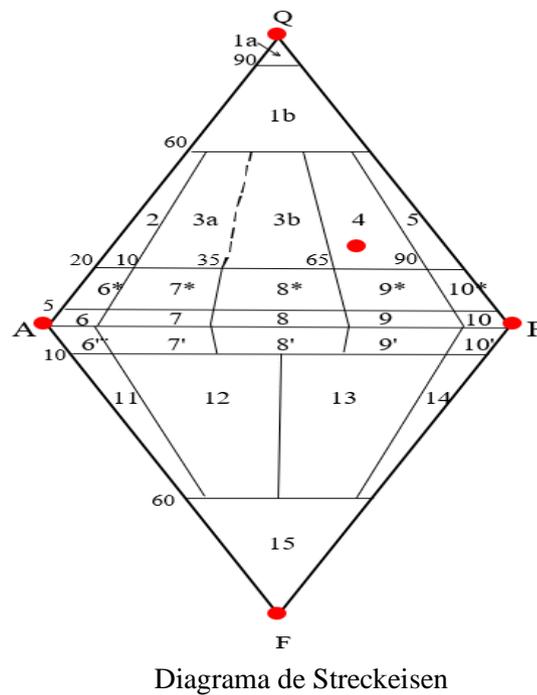


está compuesta principalmente por plagioclasa ricas en sodio (40 %), cuarzo (20 %) y feldspatos potásicos (15 %); como minerales accesorios presenta anfíboles (10 %) y una proporción considerable de biotita (15 %) que le otorgan un aspecto brillante y tonalidad oscura.

En algunos taludes rocosos, existe la presencia de varias familias de diaclasas principalmente inclinadas sin una dirección preferencial, las cuales son evidencia de los esfuerzos tectónicos significativos a los que está sometida la roca. Además, se pudo identificar vetillas subverticales y multidireccionales de cuarzo las cuales rellenan algunas fracturas preexistentes en los macizos rocosos (ver Anexo 16: Fichas petrográficas).

Tabla 20. Análisis petrográfico macroscópico de granodiorita.

Registro fotográfico	CAMPO	NOMBRE
	4	Granodiorita
		



Nota. Elaborado por Autor, (2024).

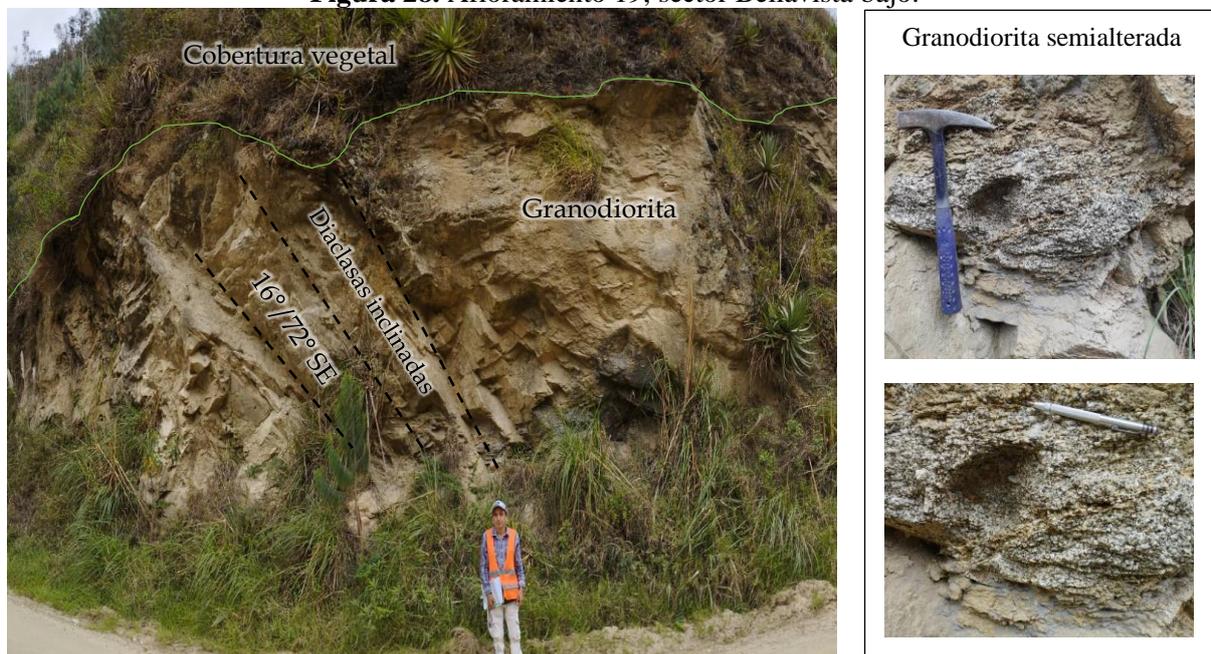
Además, en taludes rocosos frescos localizados en la zona noreste del área de estudio, sector Bellavista bajo, se pudo evidenciar que posteriormente a la formación de la granodiorita, esta ha sido intruida de forma discordante por cuerpos hipabisales que consisten en diques subverticales de andesita porfídica, de edad relativamente más joven, de textura afanítica, de tonalidad grisácea oscura, de espesor variable desde 11 cm hasta 2,30 m presentan un material



altamente fracturado y meteorizado. Debido a sus características litológicas y por su proximidad, el origen de estos cuerpos intrusivos se atribuye a la Unidad Loma Bernabé.

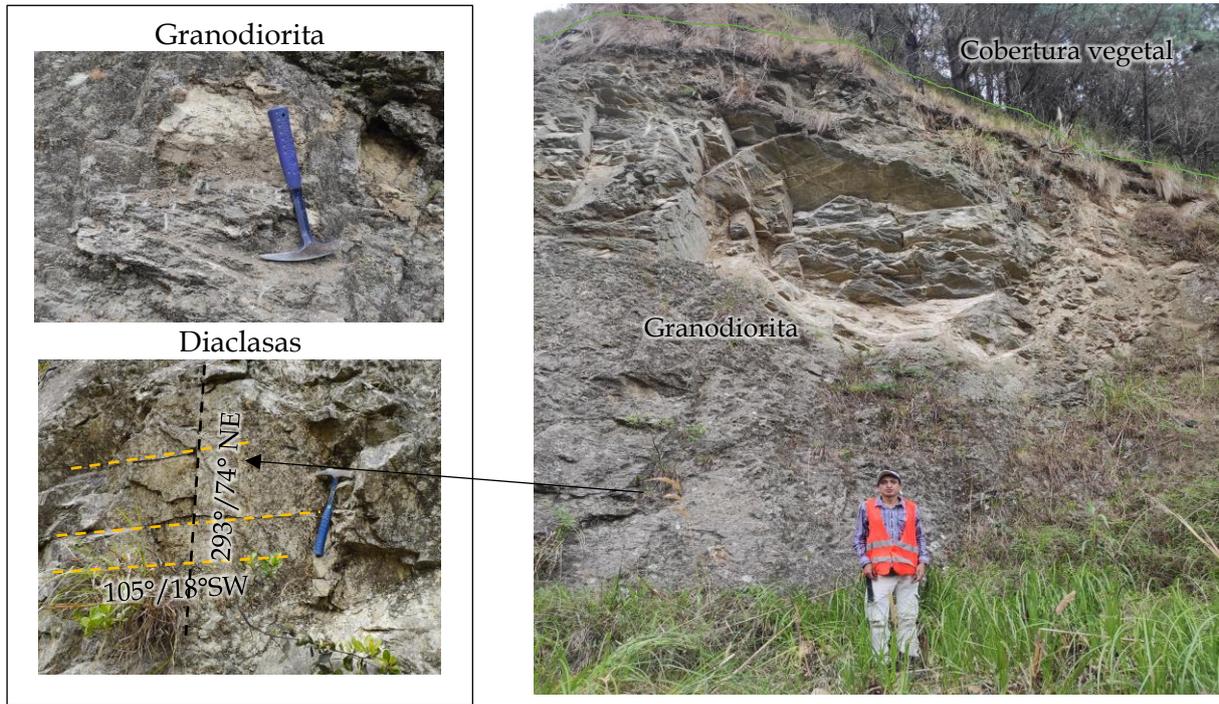
A la altura del sector Bellavista bajo, se localiza el afloramiento AF-019 en las coordenadas UTM WGS1984 (694175; 9579872) consiste en un talud rocoso con ancho de 9,6 m y altura de 7 m, de estructura masiva intervenido antrópicamente. Constituido por granodiorita de coloración grisácea a amarillenta, textura fanerítica de grano medio a grueso con predominancia de minerales ferromagnesianos, micas y alto contenido de cuarzo con alteración superficial. El material litológico es medianamente resistente al golpe del martillo geológico, además presenta fracturas debido a esfuerzos tectónicos evidenciados mediante una familia de diaclasas sistemáticas inclinadas en dirección SE ($16^{\circ}/72^{\circ}$ SE).

Figura 28. Afloramiento 19, sector Bellavista bajo.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

Más adelante se encuentra el afloramiento AF-020 en las coordenadas UTM WGS1984 (694353; 9580249) que consiste en un macizo rocoso, con ancho de 11,80 m y altura de 8,2 m, de estructura masiva altamente resistente al golpe del martillo geológico con bajo nivel de meteorización. Constituido por granodiorita de tonalidad gris oscura de textura fanerítica de grano medio donde predominan minerales ferromagnesianos y micas, el material se encuentra superficialmente alterado por intervención antrópica. El macizo rocoso esta fracturado mediante dos familias de diaclasas subhorizontales ($105^{\circ}/18^{\circ}$ SW) y verticales ($293^{\circ}/74^{\circ}$ NE).

Figura 29. Afloramiento 20, sector Bellavista bajo.

Nota. Tomada por Autor, (2024).

En un camino de herradura, en el barrio Bellavista bajo, se localiza el afloramiento AF-021 en las coordenadas UTM WGS1984 (694461; 9580670) con ancho de 6,10 m y altura de 4,30 m el cual ha sido recientemente intervenido por maquinaria pesada para adecuación del camino. Consiste en un talud fresco de roca constituido por granodiorita altamente meteorizada, de grano medio de coloración grisácea clara con diaclasas multidireccionales, algunas fracturas han sido posteriormente rellenadas por cuarzo y carbonatos, formando vetillas subverticales de cuarzo (SiO_2) blanco con espesor de 1,5 a 4 cm.

Posteriormente a su formación, este cuerpo granodiorítico ha sido intruído discordantemente por un enjambre de tres diques subverticales de andesita de coloración gris oscura, textura afanítica con grano fino, notablemente fracturado (ver Tabla 21). Los diques andesíticos presentan contactos netos y rectilíneos con la granodiorita fácilmente visibles. El espesor de los diques es variable desde 10 cm hasta 2,30 m; siendo el dique 1 el de mayor espesor localizado en el extremo izquierdo. Cabe indicar que el dique 3 localizado en el extremo derecho (W) presenta un proceso de bifurcación, es decir la unión de dos diques menores.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

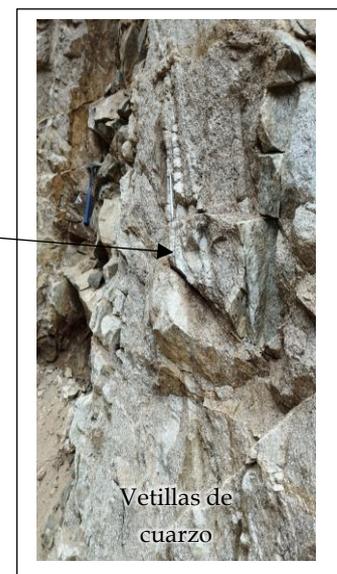
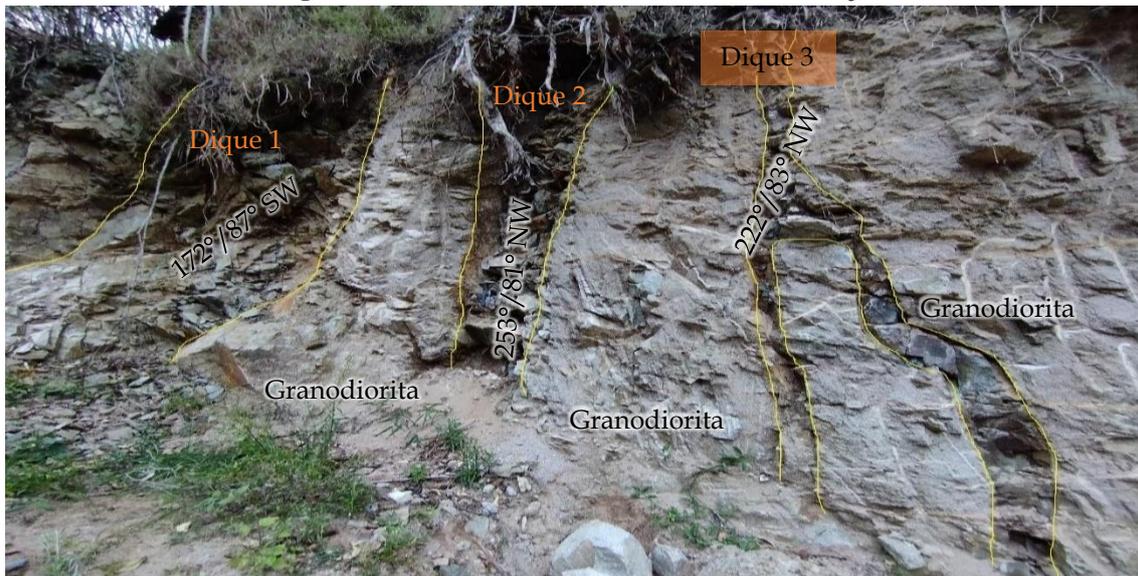
TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Tabla 21. Características estructurales de diques intrusivos, afloramiento 21.

Diques de andesita	Espesor	Azimet	Buzamiento	Dirección de buzamiento
Dique 1	1,90 - 2,30 m	172°	87°	SW
Dique 2	72 - 78 cm	253°	81°	NW
Dique 3	11 - 18 cm	223°	79°	NW
(bifurcación)	10-14 cm	222°	83°	NW

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

Figura 30. Afloramiento 21, sector Bellavista bajo.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

Continuando por el camino de herradura, que conduce hacia el barrio Bellavista alto, aproximadamente a 14 m de distancia del afloramiento anterior, se localiza el afloramiento AF-



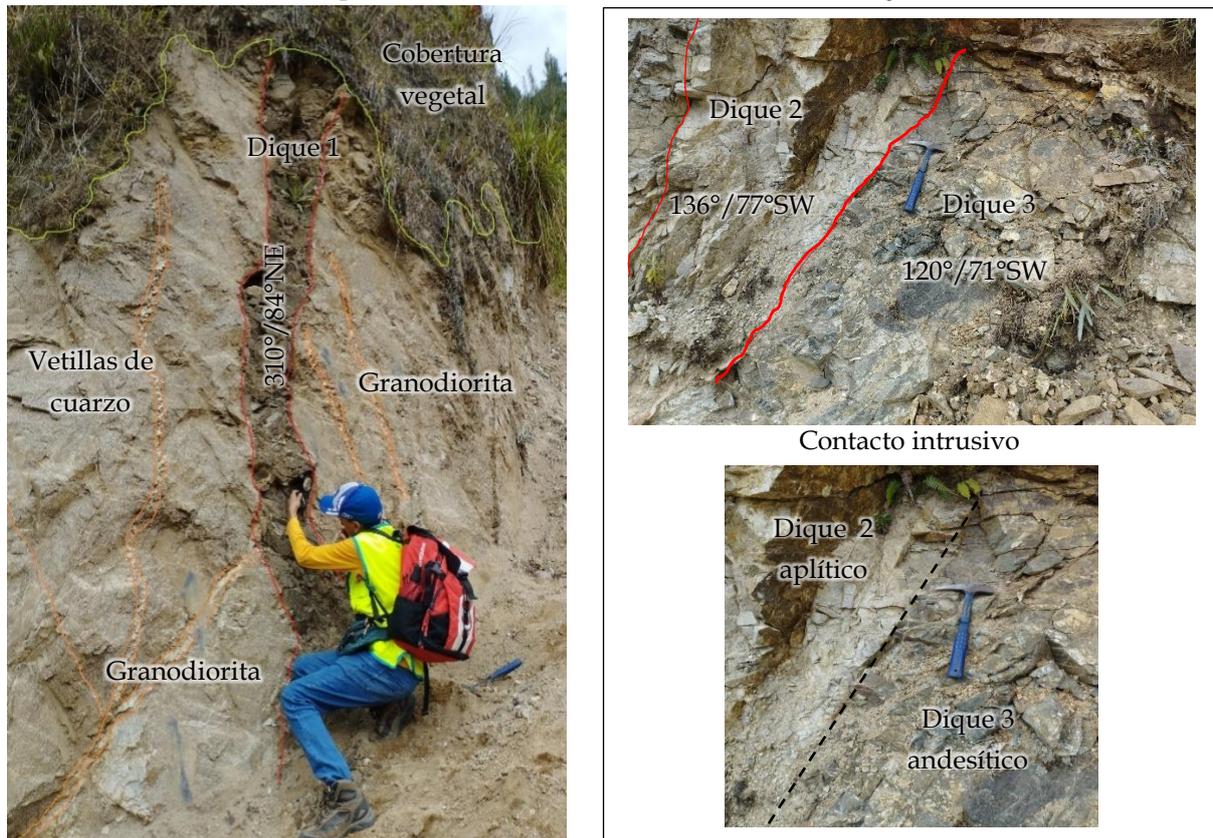
034 en las coordenadas UTM WGS1984 (694457; 9580655) con ancho de 8,84 m y altura de 5,4 m. Consiste en un talud masivo rocoso constituido por granodiorita fuertemente meteorizada, de textura fanerítica con grano medio, de coloración grisácea clara, el material se encuentra fuertemente fracturado, algunas han sido posteriormente rellenadas por cuarzo formando pequeñas vetillas subverticales de hasta 4 cm de espesor. Se encontraron dos diques subverticales de composición andesítica, melanocráticos puesto que presentan coloración gris oscura a parduzca, estos cuerpos hipabiasales han intruido en la granodiorita dejando contactos intrusivos netos, con espesores desde 32 cm hasta 2,34 m, presentan alto grado de meteorización evidenciado por una elevada oxidación y fracturamiento del material.

Además, en el costado izquierdo (NE) del talud granodiorítico, se observó la presencia de un importante dique subvertical aplitico o félsico (dique 2), es decir de apariencia blanca-clara de coloración blanquecina, constituido predominantemente por cuarzo y plagioclasas, de textura afanítica de grano fino (>1 mm), este material litológico esta medianamente fracturado. Este dique aplitico, está en contacto intrusivo concordante con un importante dique andesítico (dique 3) de 2,34 m de espesor. Se asume, que ambos diques intruyeron en la granodiorita, de forma simultánea, puesto que están perfectamente encajados y presentan la misma dirección de buzamiento (ver Tabla 22).

Tabla 22. Características estructurales de diques intrusivos, afloramiento 21.

Diques	Denominación	Espesor	Azimut	Buzamiento	Dirección de bz
Dique 1	Melanocrático	32 - 35 cm	310°	84°	NE
Dique 2	Aplitico	0,96 – 1,05 m	136°	77°	SW
Dique 3	Melanocrático	2,34 m	120°	71°	SW

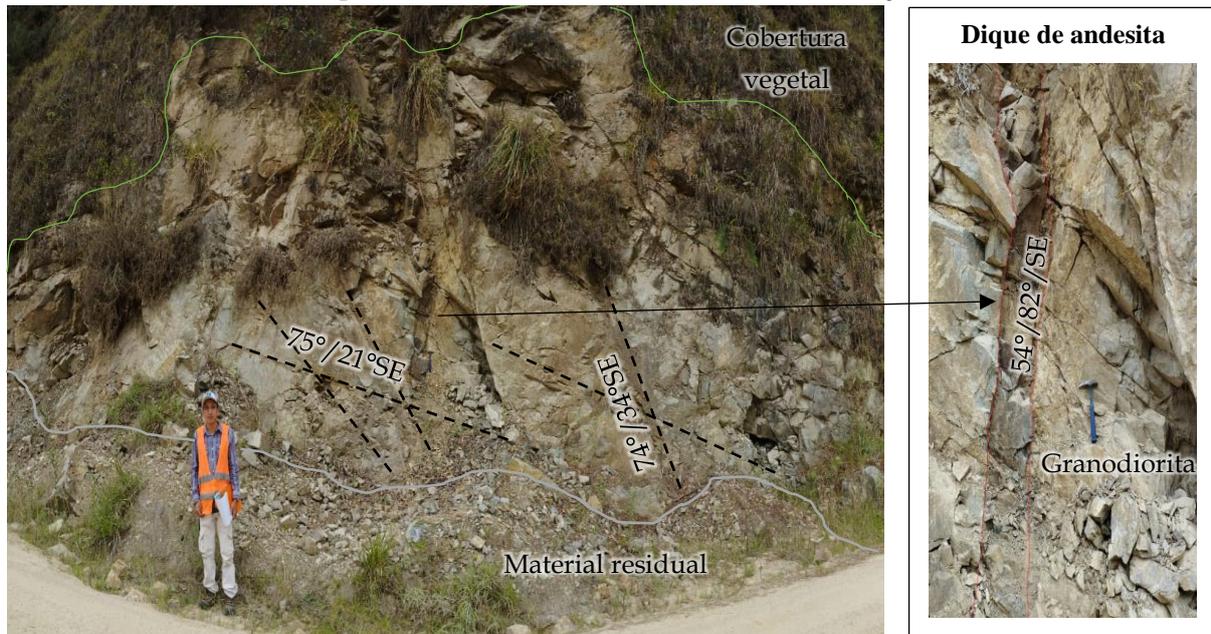
Nota. Elaborado por Autor, (2024).

Figura 31. Afloramiento 34, sector Bellavista bajo.

Nota. Tomada por Autor, (2024).

Más adelante, en la vía antigua a Cuenca, se localiza el afloramiento AF-023 en las coordenadas UTM WGS1984 (694461; 9581099) consiste en un talud medianamente alterado con ancho de 8,3 m y altura de 5,45 m constituido por granodiorita con alto contenido de biotita, textura fanerítica de grano medio de coloración grisácea altamente resiste al golpe del martillo geológico. El macizo rocoso se encuentra fracturado mediante diversas diaclasas principalmente inclinadas ($74^{\circ}/34^{\circ}\text{SE}$) y subhorizontales en dirección SE ($75^{\circ}/21^{\circ}\text{SE}$); superficialmente alterado por factores externos, lo cual se evidencia con el material residual en el pie del talud.

En la zona central del talud, existe un contacto intrusivo de un dique subvertical de andesita de textura fanerítica de grano fino, coloración grisácea oscura a verdosa con 30 a 33 cm de espesor, el material del dique se encuentra muy fracturado y meteorizado. Dicho dique intruyó en la granodiorita dejando un contacto neto discordante de tipo rectilíneo, los elementos de yacencia del mismo son azimuth de 54° , buzamiento de 82° y con una dirección de buzamiento de 149°SE ($54^{\circ}/82^{\circ}\text{SE}$).

Figura 32. Afloramiento 23, sector Bellavista bajo.

Nota. Tomada por Autor, (2024).

6.2.1.4 Unidad Diorita.

Esta unidad litológica está localizada al suroeste de la zona de estudio, en el sector Las Juntas, ocupando una superficie menor de 0,056 km², es decir 2,419 % del área de estudio. La unidad, se conforma por diorita, roca ígnea plutónica, que presenta las siguientes características: estructura masiva, textura fanerítica holocristalina con cristales subhedrales, de granulometría media (1- 5 mm) a gruesa (5-30 mm), de coloración grisáceo oscuro con tonalidades blancas y negras. Se compone mineralógicamente de los siguientes minerales principales: plagioclasas ricas en sodio (55 %), feldespato potásico (15 %) y hornblenda (anfíboles) con 15 %; con cantidades menores de cuarzo (5 %), biotita (5 %), piroxeno (5 %) como accesorios (ver Anexo 14: Fichas petrográficas).

La roca es medianamente resistente al golpe del martillo geológico, fuertemente diaclasado de forma subverticales y subhorizontales, en general los taludes dioríticos presentan un nivel de meteorización medio a alto (ver Anexo 16: Fichas petrográficas).



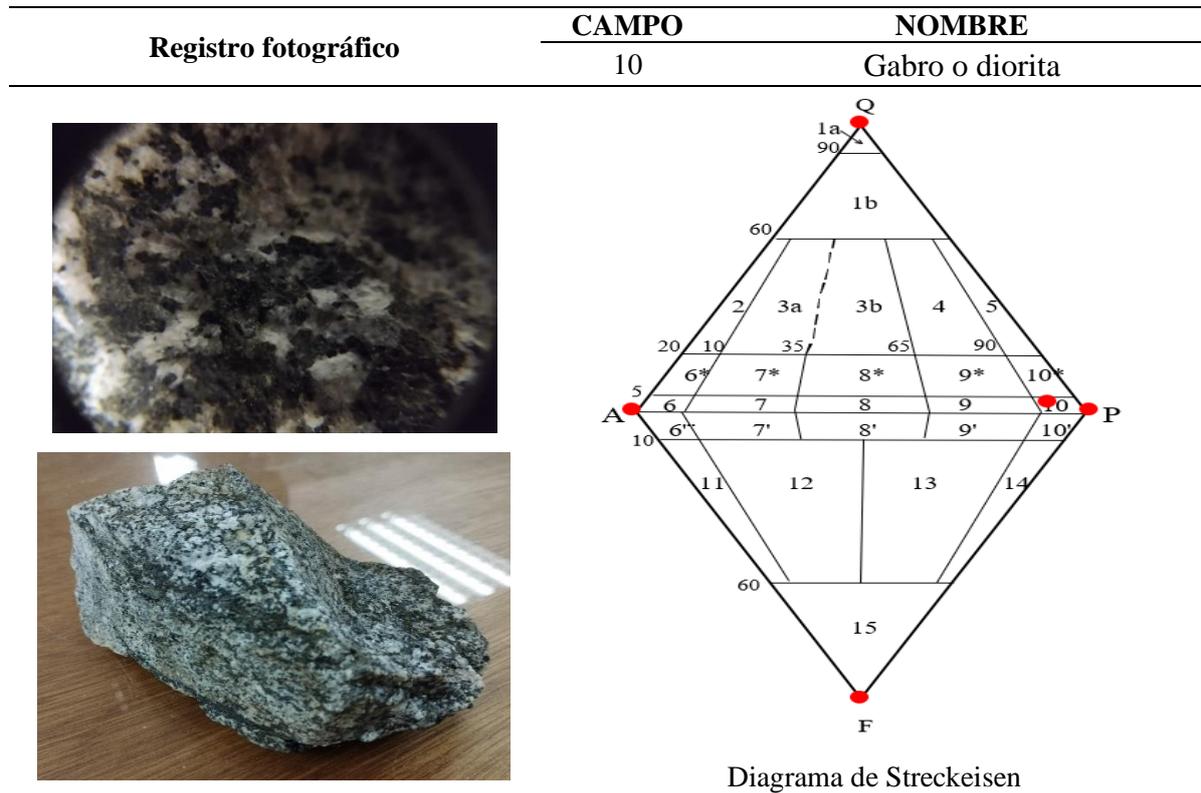
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Tabla 23. Análisis petrográfico de muestra de diorita.



Nota. Elaborado por Autor, (2024).

El afloramiento más representativo de la unidad Diorita, es el AF-009 ubicado en las coordenadas UTM WGS1984 (694410; 9578111) con altura de 9,5 m y ancho de 25,62 m consiste en un talud rocoso superficialmente alterado de estructura masiva constituido por diorita de textura fanerítica de grano medio a grueso de coloración grisácea con tonalidades oscuras predominantes, medianamente resistente al golpe del martillo geológico. Los bloques dioríticos están fracturados principalmente mediante diaclasas sistemáticas subverticales y subhorizontales, algunas de estas fracturas han sido posteriormente rellenadas por cuarzo formando vetillas principalmente subverticales.

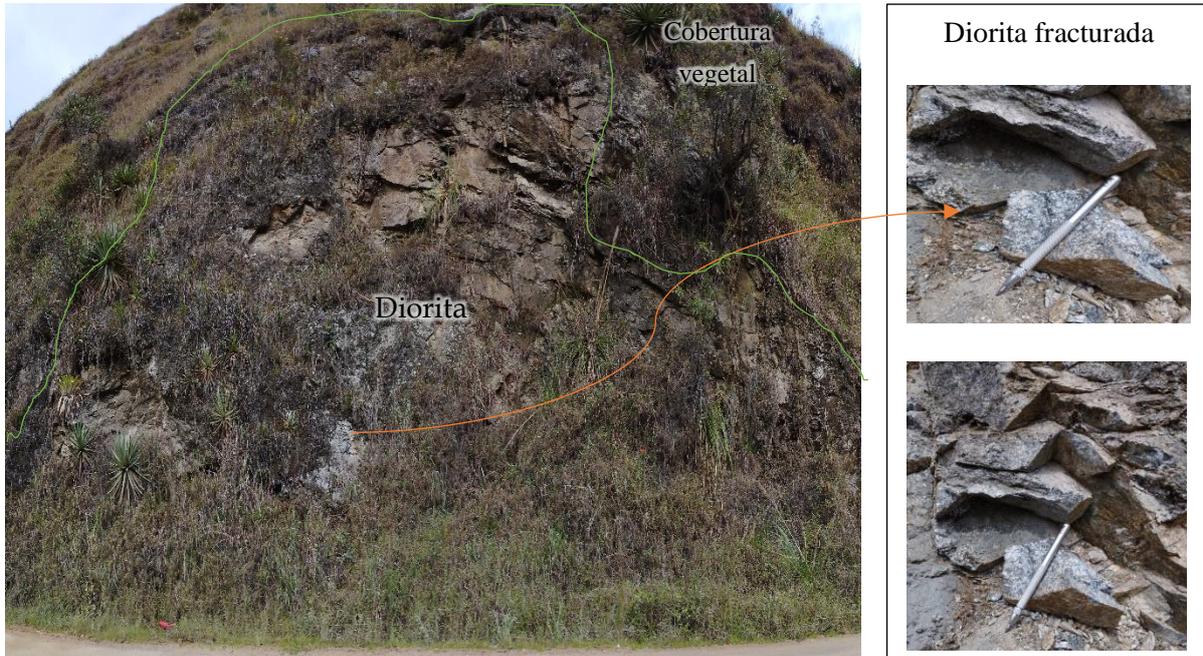


UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Figura 33. Unidad Diorita, afloramiento 9, sector Las Juntas.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

6.2.1.5 Depósitos coluviales.

Los depósitos coluviales son materiales procedentes de la meteorización de laderas y generalmente se localizan en la base de geoformas, están constituidos por cantos y gujarros subangulosos de rocas intrusivas como granitoides los cuales aparecen incrustados en una matriz arenosa. Estos depósitos se localizan en el sureste de la zona de estudio, en los



alrededores del sector conocido como ex Feria ganadera de Las Juntas, ocupan la menor superficie del área con 0,006 km² representando 0,256 % de la superficie total.

Al inicio de la vía secundaria que une el barrio Las Juntas con la parroquia Santiago, se localiza el afloramiento AF-025 en las coordenadas UTM WGS1984 (694218; 9578111) a 7 m de distancia del margen izquierdo del río San Lucas, el cual consiste en un talud con ancho de 8,5 m y altura de 5,75 m el material está muy alterado de depósitos coluviales, constituido por clastos y guijarros subangulosos de granito meteorizados y altamente oxidados con un tamaño de 5 a 15 cm y algunos bloques de gran tamaño hasta 30 cm de diámetro, dichos clastos están incrustados en una matriz areno-limosa procedente de la meteorización de rocas graníticas de las laderas.

Figura 34. Depósitos coluviales, afloramiento 25.



Clastos subangulosos de granitoides



Nota. Tomada por Autor, (2024).



6.2.1.6 Depósitos aluviales.

Los principales depósitos aluviales se ubican a lo largo de todo el tramo de la vía antigua a Cuenca en los márgenes del río San Lucas, Santiago y Cenén, ocupan un área importante de 0,237 km² representando 10,169 % de la superficie total. Los depósitos aluviales cuaternarios están conformados por arenas, gravas, cantos y bloques de granitoides (granito, diorita, granodiorita) de origen plutónico, con clastos subredondeados a redondeados, de tamaños centimétricos. Estos depósitos se distribuyen en las terrazas aluviales bajas y medias, así como en el lecho actual de los ríos San Lucas, Santiago y Cenén, en algunos sitios forman bancos de arena con clastos y bloques los cuales son arrastrados por el cauce de los cuerpos hídricos.

Figura 35. Depósitos aluviales del río San Lucas.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

6.3 Resultados del segundo objetivo

6.3.1 Geología estructural

Mediante el presente levantamiento-estructural se evidenció que estructuralmente el área de estudio ha sido sometida a varios esfuerzos tectónicos que han originado diversas fallas y diaclasas debido a esfuerzos de compresión y tracción dejando una deformación frágil.

6.3.1.1 Fallas.

En el área de estudio, se determinó la existencia de diez fallas de diversa tipología: una falla regional inferida, una falla normal, dos microfallas y seis fallas fotointerpretadas, las cuales se describen a continuación.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

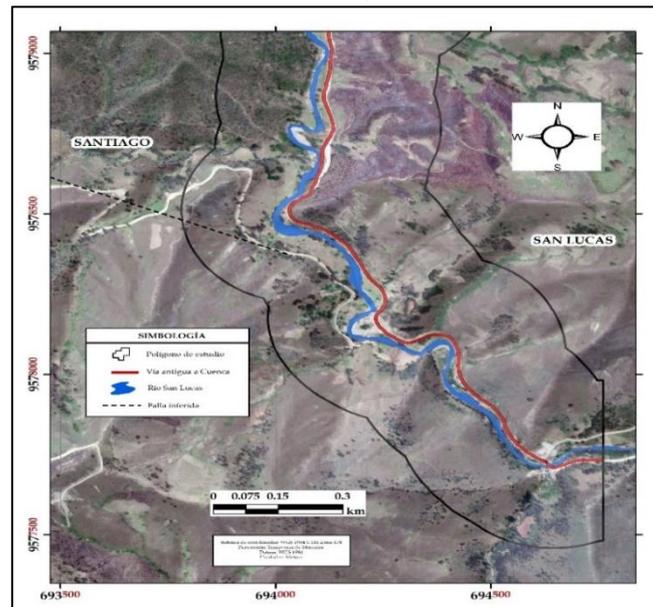
FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

6.3.1.1.1 Fallas inferidas.

En campo, se logró evidenciar algunos indicios de una falla inferida a nivel regional de longitud kilométrica identificada en la carta geológica Loja a escala 1: 100 000. La falla sigue una dirección NW-SE y se localiza en el extremo suroeste del área de estudio, en la vía Las Juntas-Santiago. El movimiento de la falla se evidenció por un cambio topográfico mediante un amplio espaciamiento y hundimiento en las laderas de las colinas, producto del movimiento de esta gran estructura regional.

Figura 36. Falla regional inferida.

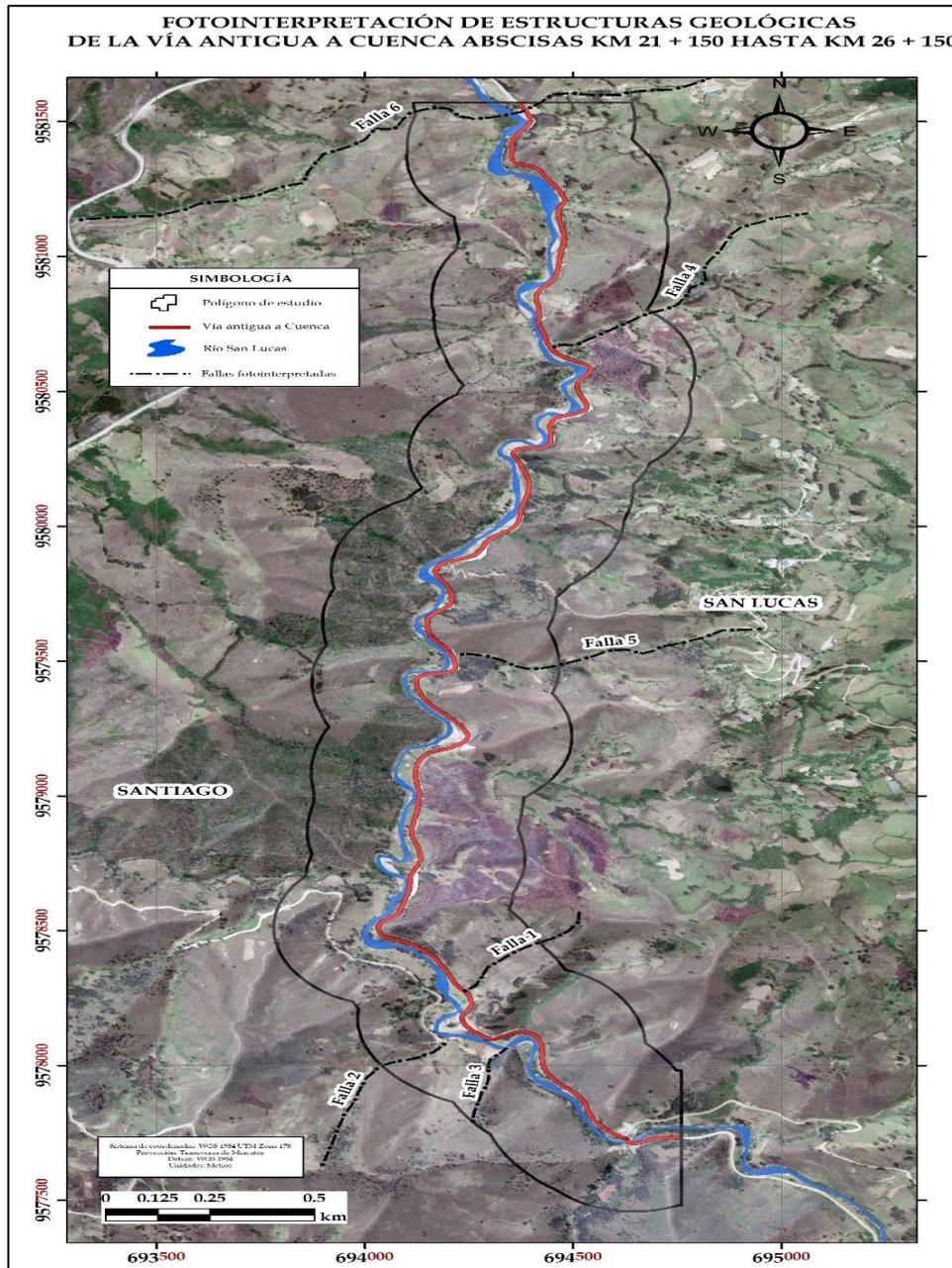


Nota. Tomada por Autor, (2024).

6.3.1.1.2 Fallas fotointerpretadas.

Además, se realizó la fotointerpretación de fallas geológicas a partir de imágenes satelitales del área de estudio, obteniendo así un total de seis fallas fotointerpretadas (ver Figura 37).

Figura 37. Fotointerpretación de estructuras geológicas, fallas fotointerpretadas.



La falla 1, se localiza en el sureste de la zona de estudio, tiene una longitud de 0,426 km con dirección NE-SW la posible presencia de esta falla se debe a la diferencia topográfica en



ambos lados de la falla, además de su alineación y hundimiento considerable en el terreno. Esta falla podría estar relacionada con cursos hídricos de una quebrada menor, como se evidenció en campo. Además, hacia el noreste de la traza, existe una bifurcación de la traza principal donde se pudo evidenciar la exposición de la posible falla.

Figura 38. Falla fotointerpretada 1, sector Las Juntas.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

La falla 2, se localiza en el suroeste del área de estudio, en el inicio de la vía que une Las Juntas con Santiago, posee una longitud importante de 0,58 km en dirección NE-SW. Su interpretación se basó en la alineación topográfica, y sobretodo por la presencia de facetas triangulares en el costado derecho (N), las cuales son una estructura característica de fallas y que forma parte de la exposición de la superficie o escarpe de falla. Además, se observa una notable diferencia topográfica en ambos lados del plano de falla, así como hundimientos en la zona alrededor de la falla, que evidencian su movimiento, por lo tanto, su cinemática puede corresponder a una falla de transurrencia o a una falla normal.

Figura 39. Falla fotointerpretada 2, vía Las Juntas-Santiago.

Nota. Tomada por Autor, (2024).

La falla 3, se localiza en una zona cercana a la falla anterior, en el suroeste del área de estudio, posee una longitud de 0,29 km en dirección NE-SW. Su evidencia se interpretó por la alineación topográfica en el terreno, así como de la vegetación y un ligero levantamiento topográfico en el plano de falla notable a simple vista en campo (ver Figura 40).

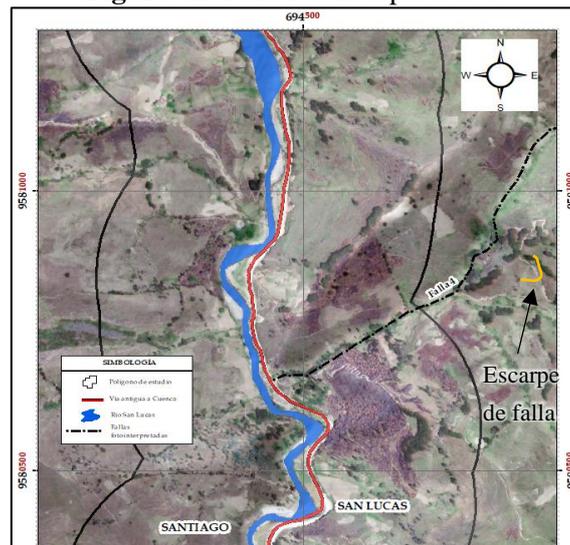
Figura 40. Falla fotointerpretada 3, vista satelital.

Nota. Tomada de Google Earth, (2023).

Figura 41. Falla fotointerpretada 3, sector las Juntas.

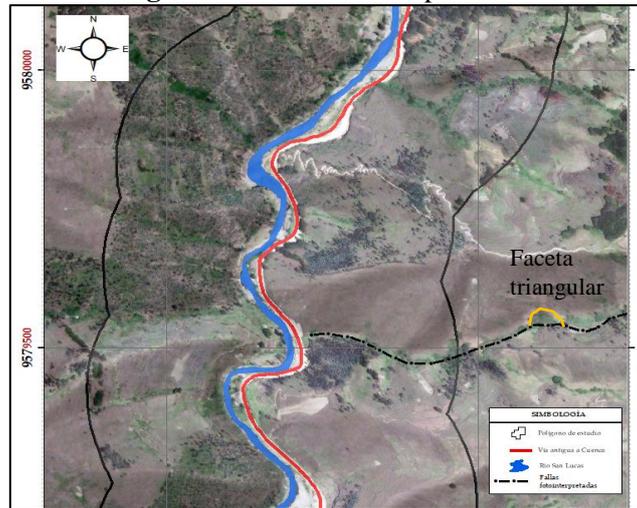
Nota. Tomada por Autor, (2024).

La falla 4 se localiza hacia el noreste, en el sector Bellavista bajo, tiene una longitud de 0,86 km en dirección NE-SW. Se interpreta por la alineación topográfica que presenta el terreno, pero además presenta desgarramiento por exposición de la superficie o escarpe de la falla ubicada en la zona elíptica de la traza de la falla, esta estructura controla el curso hídrico de la Quebrada San José, donde se traza la ubicación de la falla.

Figura 42. Falla fotointerpretada 4.

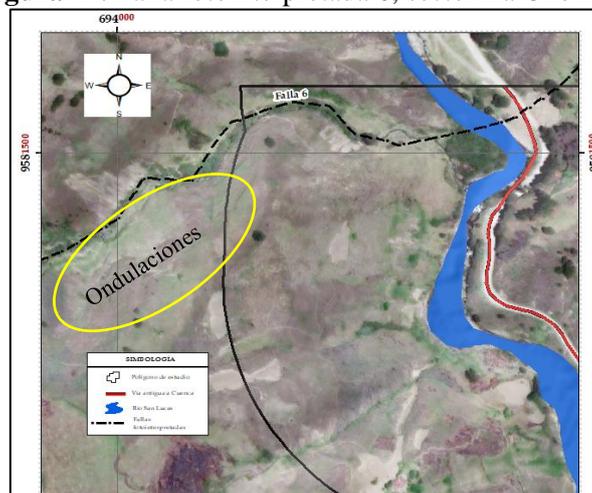
Nota. Elaborado por Autor, (2024).

La falla 5 se localiza en la zona centro este con una longitud de 0,68 km en dirección NE-SW. Su evidencia se basa en la alineación del terreno y adicionalmente se localiza una faceta triangular que es parte de la superficie o escarpe de falla, es probable que esta faceta se haya convertido en un deslizamiento cubierto por vegetación. Esta falla controla el curso hídrico de la Quebrada Nader.

Figura 43. Falla fotointerpretada 5.

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

La falla 6 se localiza en el extremo noroeste del área de estudio, con una longitud de 1,53 km en dirección NE-SW. Esta estructura, tiene una particularidad de que su posible existencia es por lo dentado o irregular su traza en la superficie del terreno además de una diferencia en la elevación de los lados de la falla. Esta falla controla el curso hídrico de la quebrada La Chorrera, alrededor del plano de falla existe alineación de la vegetación. Además, existe otra evidencia que se ubica al sureste de su traza y la presencia de algunas ondulaciones en el terreno que posiblemente indican que el terreno se está levantando. Regionalmente la unidad morfológica indica que se podría tratar de una falla inversa.

Figura 44. Falla fotointerpretada 6, sector La Chorrera.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

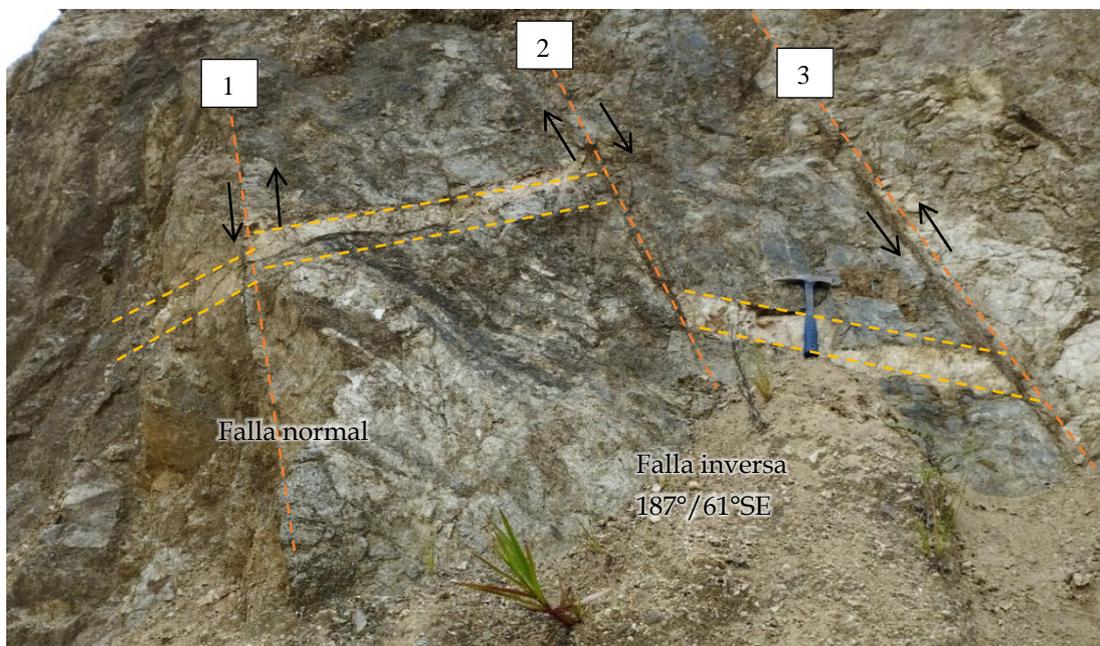
6.3.1.1.3 Fallas observadas.

En el afloramiento AF-011, localizado en el barrio Las Juntas, en las coordenadas UTM WGS1984 (694238; 9578181) se identificaron dos microfallas de tipo normal e inversa con 3 planos de falla paralelos entre sí (ver datos estructurales en la Tabla 24) observadas en una veta fallada de cuarzo, con potencia de 9 a 13 cm, la cual presenta cambio en su orientación y continuidad. El macizo rocoso tiene estructura masiva, constituido por granito semialterado de grano grueso, de coloración grisácea clara. El talud ha sido intervenido para la adecuación de la vía, dejando algunos bancos y material residual desprendido.

Tabla 24. Datos de yacencia de microfallas.

Plano de falla	Azimut	Buzamiento	Dirección de Bz
1	203°	48°	108° SE
2	191°	59°	117° SE
3	187°	61°	133° SE

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

Figura 45. Microfallas, AF-011, sector Las Juntas.

Nota. Tomada por Autor, (2024).

Más adelante, en el afloramiento AF-018, localizado en el sector Saramano en las coordenadas UTM WGS1984 (694173; 9579535) se observó la presencia de una falla normal evidenciada por el movimiento de los bloques y mediante una vetilla de cuarzo localizada sobre el plano de falla. La falla presenta un azimut de 168° y buzamiento de 54° con dirección de buzamiento 76°NE ($168^\circ/54^\circ\text{NE}$). El plano de falla, presenta cierta deformación cerca de la base producto de la meteorización externa. El bloque caído localizado en el extremo derecho (S) presenta un mayor grado de meteorización y fracturamiento.



El talud rocoso es de tipo masivo, está constituido por granito de grano medio de coloración grisácea con textura fanerítica, medianamente alterado, el cual ha sido intervenido recientemente por maquinaria pesada para adecuación de la vía.

Figura 46. Falla normal, AF-018, sector Saramano.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

6.3.1.2 Diaclasas.

Las diaclasas son fracturas de las rocas que no presentan un desplazamiento de bloques, originadas por esfuerzos internos de compresión y tracción a los que fueron sometidas las rocas, son comúnmente denominadas como diaclasas tectónicas.

En la zona de estudio, existe la presencia de múltiples familias de diaclasas en su mayoría inclinadas, así como subhorizontales, subverticales y multidireccionales visibles en la mayoría de los taludes localizados a lo largo del tramo de la vía antigua a Cuenca, así como en la vía Las Juntas – Santiago. Cabe indicar, que en algunas diaclasas no fue posible medir sus elementos estructurales debido a que estas se localizaban en una zona demasiada alta y de pendiente pronunciada.

Se encontraron un total de 27 familias de diaclasas tectónicas, en 16 afloramientos rocosos en los cuales se procedió a tomar los respectivos datos de ubicación, tipología y medidas estructurales, como se detalla a continuación, en la Tabla 25:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Tabla 25. Datos de yacencia de diaclasas del área de estudio.

N°	Afloramiento	COORDENADAS			Familia	Tipología	DATOS DE YACENCIA		
		X	Y	Z			Azímüt	Buzamiento	Dirección bz
1	AF-001	694657	9577706	2072	J1	Diaclasas inclinadas	204°	44°	354° NW
2	AF-002	694582	9577723	2055	J2	Diaclasas horizontales	103°	4°	198° SW
					J3	Diaclasas subverticales	274°	74°	54° NE
3	AF-006	694517	9577878	2032	J4	Diaclasas inclinadas	248°	51°	318° NW
					J5	Diaclasas subverticales	292°	78°	63° NE
4	AF-007	694452	9577942	2043	J6	Diaclasas subhorizontales	203°	8°	337° NW
					J7	Diaclasa inclinada	226°	33°	326° NW
5	AF-010	694291	9578112	2040	J8	Diaclasa subhorizontal	85°	11°	138° SE
					J9	Diaclasas subverticales	220°	84°	324° NW
6	AF-011	694236	9578183	2047	J10	Diaclasas inclinadas	304°	23°	25° NE
					J11	Diaclasas horizontales	302°	16°	30° NE
7	AF-015	694108	9579050	2068	J12	Diaclasas inclinadas	76°	26°	128° SE
8	AF-019	694175	9579872	2044	J13	Diaclasas inclinadas	16°	72°	115° SE
					J14	Diaclasas subhorizontales	105°	18°	224° SW
9	AF-020	694353	9580249	2092	J15	Diaclasas subverticales	293°	74°	56° NE
					J16	Diaclasas inclinadas	186°	80°	286° NW
10	AF-022	694409	9580777	2082	J17	Diaclasas inclinadas	74°	34°	172° SE
					J18	Diaclasas subhorizontales	75°	21°	174° SE
11	AF-023	694461	9581099	2108	J18	Diaclasas subhorizontales	75°	21°	174° SE
12	AF-024	694388	9581523	2128	J19	Diaclasas subverticales	290°	68°	10° NE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

N°	Afloramiento	COORDENADAS			Familia	Tipología	DATOS DE YACENCIA		
		X	Y	Z			Azimut	Buzamiento	Dirección bz
13	AF-026	694153	9578120	2047	J20	Diaclasas inclinadas	332°	67°	31° NE
					J21	Diaclasas subhorizontal	119°	38°	224° SW
14	AF-027	694162	9578273	2060	J22	Diaclasas inclinadas	132°	63°	233° SW
15	AF-035	694524	9580571	2094	J23	Diaclasas inclinadas	153°	82°	238° SW
					J24	Diaclasas horizontales	216°	8°	298° NW
16	AF-036	694428	9580319	2091	J25	Diaclasas verticales	80°	77°	136° SE
					J26	Diaclasas horizontales	234°	10°	310° NW
					J27	Diaclasas subverticales	203°	82°	318° NW

Nota. Elaborado por Autor, (2024)



En el afloramiento AF-006, localizado en el barrio Las Juntas en las coordenadas UTM WGS1984 (694517; 9577878) existe la presencia de tres familias de diaclasas; comprende un talud rocoso de estructura masiva constituido por granito grisáceo de textura fanerítica, los bloques graníticos se encuentran semialterados y afectados por tres familias de diaclasas tectónicas sistemáticas de tipo inclinadas y subverticales, así como subhorizontales. A continuación, en la Tabla 26, se muestran los elementos de yacencia de las diaclasas:

Tabla 26. Datos de yacencia de diaclasas, afloramiento 6.

Familia de diaclasas	Azimut	Buzamiento	Dirección de bz
Inclinadas (J4)	248°	51°	318° NW
Subverticales (J5)	292°	78°	63° NE
Subhorizontales (J6)	203°	8°	337° NW

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

Figura 47. Familia de diaclasas, afloramiento 6.



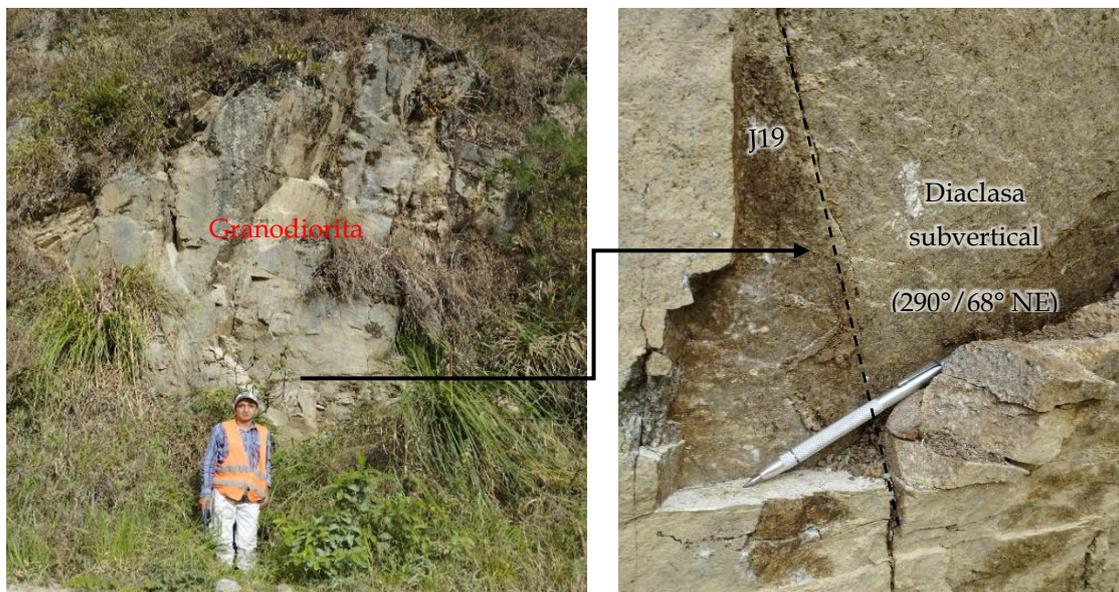
Nota. Tomada por Autor, (2024).

Más adelante, en el afloramiento AF-015 localizado en las coordenadas UTM WGS1984 (694108; 9579050) existe la presencia de riolitas meteorizadas y una familia de diaclasas sistemáticas inclinadas con azimut de 76° y buzamiento de 26° en dirección SE (76°/26° SE). Estas diaclasas se localizan al costado derecho (S) de un dique subvertical del mismo material.

Figura 48. Diaclasas inclinadas, afloramiento 15.

Nota. Tomada por Autor, (2024).

Hacia el norte del área de estudio, cerca del sector Gualán se localiza el afloramiento AF-024 en las coordenadas UTM WGS1984 (694388; 9581523) el cual comprende un macizo rocoso constituido por bloques verticales de granodiorita medianamente alterados lo cual están diaclasados principalmente en su mayoría por una familia de diaclasas sistemáticas subverticales con azimut de 290° , buzamiento de 68° con dirección de buzamiento de 10° NE ($290^\circ/68^\circ$ NE).

Figura 49. Diaclasas subverticales, afloramiento 36.

Nota. Tomada por Autor, (2024).



Una importante visualización de diaclasas se encontró en el sector Bellavista bajo, en el afloramiento AF-036 localizado en las coordenadas UTM WGS1984 (694428; 9580319) consiste en un talud rocoso constituido por granodiorita, altamente resistente al golpe del martillo geológico, el cual está fuertemente diaclasado por tres familias de diaclasas verticales, horizontales e inclinadas. A continuación, se muestran los elementos de yacencia de las diaclasas (Tabla 27):

Tabla 27. Datos de yacencia de diaclasas, afloramiento 36.

Familia de diaclasas	Azimut	Buzamiento	Dirección de bz
Verticales (J25)	80°	77°	136° SE
Horizontales (J26)	234°	10°	310° NW
Inclinadas (J27)	203°	82°	318° NW

Nota. Elaborado por Autor, (2024).

Figura 50. Familia de diaclasas, afloramiento 36.



Nota. Tomada por Autor, (2024).

6.3.1.2.1 Proyecciones estereográficas de diaclasas.

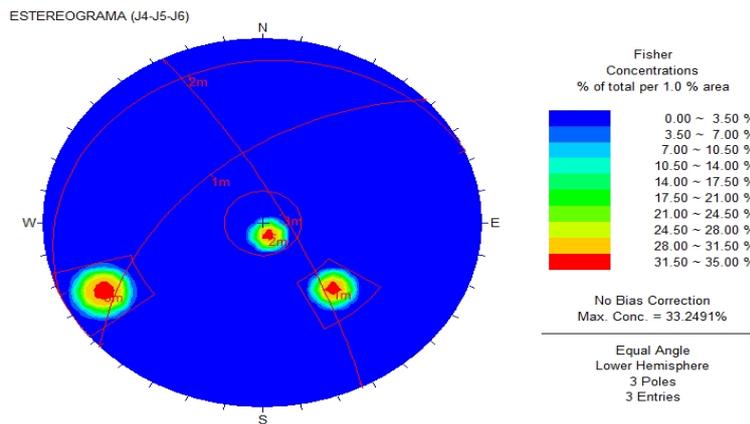
Para la representación estereográfica de las diaclasas existentes en el área de estudio, se utilizó el software DIPS versión 5.0, para lo cual se seleccionaron los taludes rocosos más representativos del área, con la mayor cantidad existente de familias de diaclasas, empleando



los respectivos datos de buzamiento (dip) y dirección de buzamiento (dip direction) (ver datos de yacencia en la Tabla 25). Los estereogramas obtenidos se describen a continuación:

En el talud AF-006 existe la presencia tres familias de diaclasas (J4 – J5 – J6) inclinadas, subverticales y subhorizontales respectivamente. El estereograma muestra una dirección preferencial de buzamiento SE de las 3 familias. La línea polar de la familia J4 se interseca perpendicularmente con la línea de las familias J5 y J6.

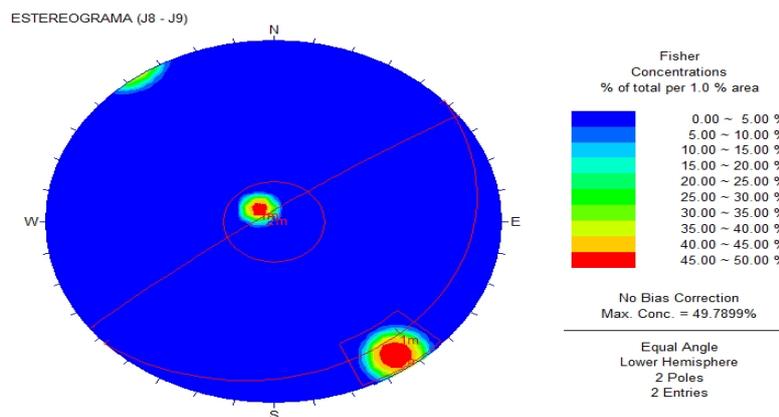
Figura 51. Representación estereográfica de las familias J4, J5 y J6.



Nota. Elaborado por Autor, (2024).

En el talud rocoso AF-010 existen dos familias de diaclasas (J8 y J9) de tipo subhorizontales y subverticales respectivamente. En el estereograma se puede visualizar una dirección alineada de las familias con dirección de buzamiento NW-SE. En este caso, las líneas polares se intersectan solo en el extremo NE y la línea 1m sigue la dirección SE.

Figura 52. Representación estereográfica de las familias J8 y J9.



Nota. Elaborado por Autor, (2024).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

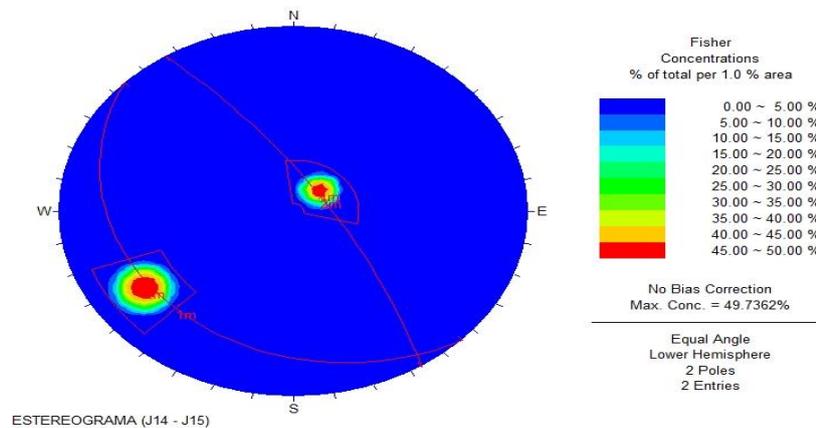
FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

En el talud rocoso AF-020 existen dos familias de diaclasas (J14 y J15) subhorizontales y subverticales respectivamente. El estereograma muestra una dirección preferencial de las dos familias en dirección de buzamiento NE-SW. Las líneas polares se intersectan en el extremo SE y la línea 1m se proyecta hacia el SW.

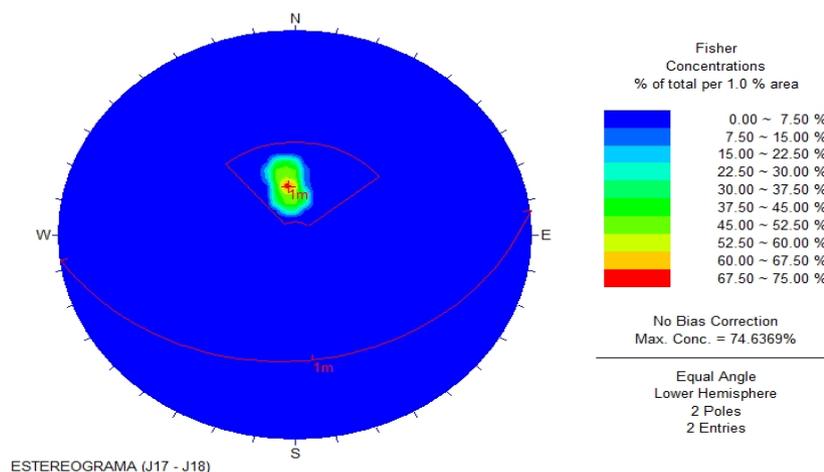
Figura 53. Representación estereográfica de las familias J14 y J5.



Nota. Elaborado por Autor, (2024).

En el talud rocoso AF-023 existen dos familias de diaclasas (J17 y J18) inclinadas y subhorizontales respectivamente. El estereograma muestra una concentración puntual de las dos familias con dirección de buzamiento NW. La línea polar resulta se dirige en sentido SW-NE.

Figura 54. Representación estereográfica de las familias J17 y J18.



Nota. Elaborado por Autor, (2024).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

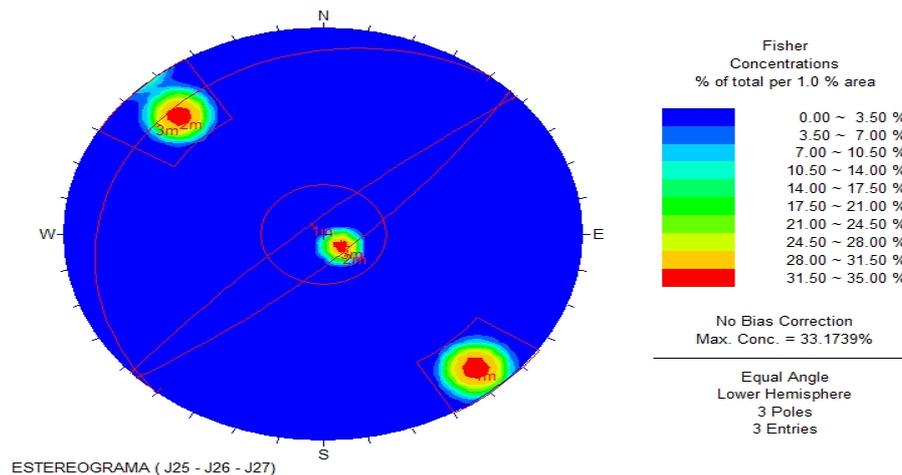
FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

En el talud rocoso AF-036 existe la presencia de tres familias de diaclasas (J25, J26 y J27) veticales, horizontales y subverticales respectivamente. El estereograma muestra una distribución alienada de las tres familias con dirección de buzamiento NW-SE. Las líneas polares se concentran en la zona central y se intersectan en el extremo NE y la línea polar 3m se intersecta con la 1 m y 2 m en el SW.

Figura 55. Representación estereográfica de las familias J25, J26 y J27.



Nota. Elaborado por Autor, (2024).

Finalmente se realizó la representación estereográfica de todas las diaclasas en conjunto, del área de estudio, el estereograma muestra que la mayor concentración de familias sigue una dirección de buzamiento preferencial SW-NE. Es importante señalar que, al comprender la zona de estudio, el Batolito de San Lucas, el cual es un cuerpo intrusivo de grandes dimensiones, no existe como tal un buzamiento preferencial de las estructuras geológicas (diaclasas), debido a que este cuerpo emerge a la superficie con varios buzamientos, por lo cual no es posible definir si las diaclasas están a favor o en contra de un buzamiento general del talud, como en el caso de rocas sedimentarias o metamórficas.



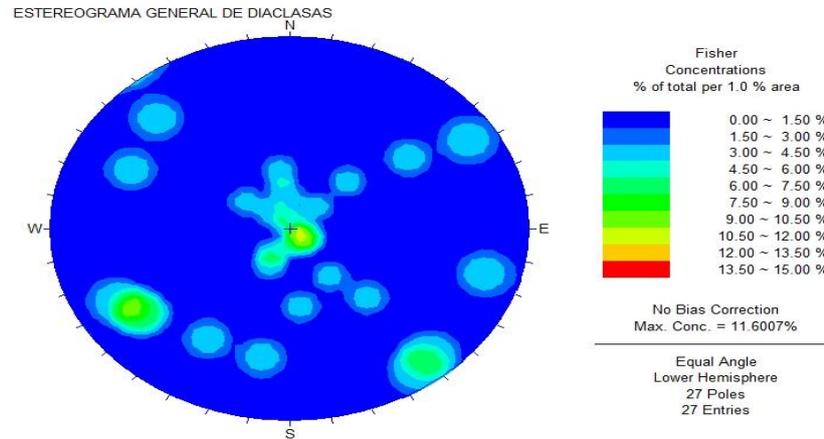
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

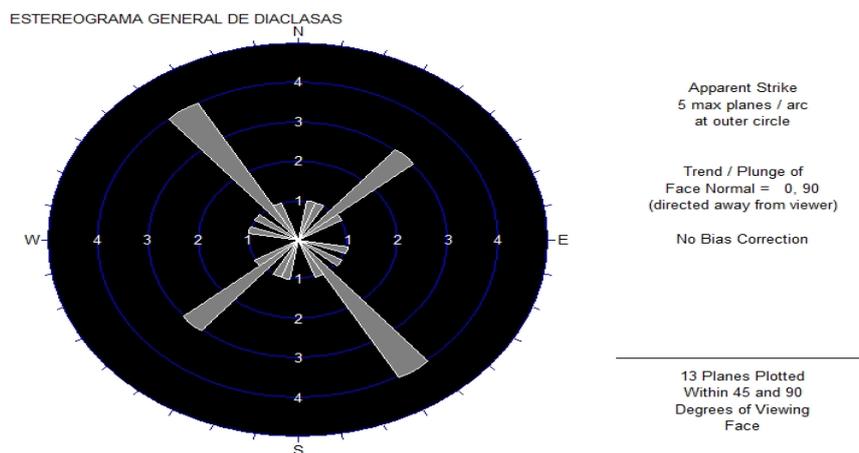
Figura 56. Representación estereográfica del diagrama de polos y densidades de diaclasas del área de estudio.



Nota. Elaborado por Autor, (2024).

Además, se representó las diaclasas del área de estudio en un diagrama de rosetas, en el cual se pudo determinar que la mayoría de esfuerzos, y la dirección preferencial del buzamiento de las diaclasas se dirigen en sentido NW-SE y además existe otra confluencia de esfuerzos en sentido NE-SW (ver figura 57).

Figura 57. Representación estereográfica del diagrama de rosetas de diaclasas del área de estudio.



Nota. Elaborado por Autor, (2024).

6.4 Resultados del tercer objetivo

6.4.1 Mapa geológico-estructural del área de estudio

La elaboración del mapa geológico-estructural se basó en los fundamentos teóricos de Martínez - Álvarez (1981) establecidos en su obra denominada Mapas Geológicos Explicación e Interpretación.



El mapa geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, segmento comprendido desde las abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, con una franja de estudio de 250 m por cada lado de la vía, contiene las cuatro unidades litológicas y depósitos cuaternarios, diques intrusivos, contactos litológicos, estructuras geológicas (fallas y diaclasas) con sus elementos estructurales, así como el respectivo perfil geológico del área de estudio (ver Mapa geológico-estructural en el Anexo 15).

6.4.2 Corte de secciones geológicas locales

De forma complementaria a la elaboración del mapa geológico-estructural a escala 1: 5 000 del área de estudio, se procedió a realizar un perfil geológico a lo largo de la línea A – B, considerando la mayor cantidad posible de unidades litológicas y estructuras geológicas del sector de estudio. Dicho perfil geológico fue realizado con la finalidad de conocer la disposición de las unidades litológicas a profundidad para conocer y comprender la historia geológica del área de estudio.

Geológicamente el área de estudio, forma parte de un amplio cuerpo plutónico conocido como Batolito de San Lucas, el cual está constituido por rocas intrusivas de las unidades Granito, Granodiorita y Diorita. El perfil geológico A-B fue realizado en dirección NE–SW, partiendo desde el punto A localizado en la zona noreste del área de estudio, existe la presencia de la unidad Granodiorita, la cual más adelante entra en contacto inferido con la unidad Granito, ambas unidades constituyen el basamento del área de estudio. Es importante señalar que cerca de la zona de contacto litológico, en la unidad Granito, existe una falla normal con dirección NW-SE.

La unidad Riolita, localizada en la zona centro oeste del área, se encuentra suprayaciendo a la unidad Granito y aflora en un importante talud rocoso AF-015, su ascenso a superficie se asocia a un dique riolítico subvertical con dirección de buzamiento 294° NW localizado en el extremo izquierdo (N), en el cual existe un contacto litológico intrusivo con la unidad Granito. Las rocas riolíticas se encuentran alteradas y diaclasadas. Más adelante, en el suroeste del área, se presenta nuevamente la unidad Granodiorita, en contacto inferido con la unidad Granito. En la zona central, de forma superficial, existen depósitos cuaternarios tipo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

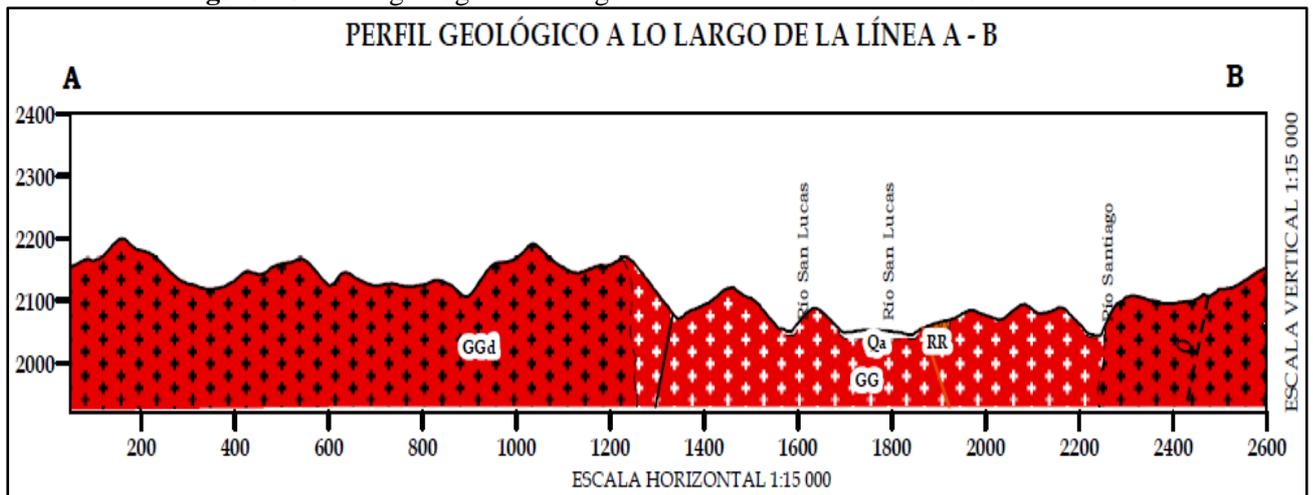
TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

aluviales del río San Lucas y río Santiago hacia el suroeste, constituidos por arenas, gravas, cantos y bloques de origen plutónico, procedentes del Batolito de San Lucas.

Finalmente, cerca del punto B, en la zona suroeste, en las proximidades de la vía Las Juntas-Santiago, existe la presencia de una importante falla regional inferida, de longitud kilométrica, con dirección NW-SE la cual controla estructuralmente la unidad granodiorita de esta zona. Sin embargo, dicha estructura regional no ha ocasionado un daño significativo en la misma.

Figura 58. Perfil geológico a lo largo de la línea A-B del área de estudio.



Nota. Elaborado por Autor, (2024).



7. Discusión

El presente trabajo de titulación se desarrolló en la vía antigua a Cuenca, desde las abscisas km 21+150 hasta km 26 +150, considerando una franja de estudio de 250 m por cada lado del eje vial, cubriendo una superficie total de 2,329 km². La finalidad del mismo fue realizar un levantamiento geológico-estructural a escala 1: 5 000, esto debido a que hasta la actualidad no existe una investigación detallada del área de estudio.

Según información de la Carta geológica Loja a escala 1: 100 000 elaborada por el IIGE (2017), en el área de estudio predomina el Batolito de San Lucas, constituido por Granodiorita y hacia el sureste existe la presencia de rocas ígneas Granito. Además, en el suroeste, existe la presencia de pórfidos andesíticos. Mediante el presente levantamiento geológico-estructural, a escala 1: 5 000, se determinó que el área de estudio, forma parte del Batolito de San Lucas, está constituido por rocas intrusivas de granito, granodiorita y en menor magnitud por diorita.

En el área de estudio se determinó la existencia de 4 unidades litológicas: Granito, Diorita, Granodiorita y Riolita. La unidad Granito se caracteriza por presentar granito, se extiende desde el sur hasta la zona central del área de estudio, ocupando una superficie de 0,056 km² (39,036 %); hacia el sureste del área, se encontraron algunos diques subverticales de andesita porfídica, los cuales intruyeron en el granito dejando contactos netos intrusivos, se presume que estos cuerpos hipabisales proceden de la unidad Loma Bernabé, localizada hacia el NW del área de estudio. La unidad Granodiorita es la más dominante del área, se extiende desde la zona central hasta el norte del área de estudio, ocupando una superficie de 1,10 km², está constituida por granodiorita con predominancia de biotitas, posteriormente a su formación, la granodiorita ha sido intruida por diques andesíticos subverticales principalmente en el noreste del área de estudio procedentes posiblemente de la unidad Loma Bernabé. Además de las descritas en la carta geológica Loja, se encontraron la unidad Diorita localizada en el sureste ocupando un área de 0,056 km², constituida por diorita, la cual se encuentra en contacto inferido con la unidad Granito; y la unidad Riolita en la zona centro oeste que cubre una superficie menor de 0,021 km², caracterizada por presentar riolitas fuertemente diaclasadas en dirección SE, además, en el costado izquierdo del talud rocoso, existe un importante dique riolítico subvertical, el cual muestra un contacto intrusivo entre las unidades Riolita y Granito.



Por otra parte, existen depósitos cuaternarios superficiales, los cuales están conformados por depósitos aluviales localizados a lo largo del río San Lucas, cubren una superficie importante de 0,237 km²; así como depósitos coluviales en el suroeste del área de estudio, los cuales ocupan una menor superficie de 0,006 km².

Sauer y Putzer (1971) en su investigación “Geologie von Ecuador”, describen al intrusivo como un granito que se encontraba en contacto con diferentes rocas metamórficas a lo largo de la vía antigua de San Lucas-Loja y lo figuran como un granito descompuesto. En contraste, mediante el presente trabajo de titulación, se logró identificar que el Batolito de San Lucas está constituido por granito, granodiorita y en menor proporción por diorita, este cuerpo intrusivo se presenta en forma de taludes rocosos masivos de dureza considerable medianamente meteorizados. Cabe indicar que, al comprender la zona de estudio, un área reducida, no se evidenciaron contactos con rocas metamórficas de las formaciones aledañas a la misma.

Kennerly (1980) en su investigación denominada “Overseas Geology and Mineral Resources No. 55”, describe a mayor detalle la mineralogía del Plutón y encuentra diferentes asociaciones de minerales que van desde granodiorita hornbléndica, granodiorita biotítica a granito, además, describe la evolución de la zona sur del Ecuador con una fase plutónica tardía dando como resultado el Plutón de San Lucas. Con respecto al presente levantamiento geológico-estructural, los resultados obtenidos coinciden con los presentados por el autor mencionado, ya que mediante el análisis petrográfico a nivel macroscópico se determinó que, en la zona de estudio, el Batolito de San Lucas, está constituido por granodiorita con minerales principales de cuarzo (20 %), feldespatos (15 %), plagioclasa (40 %) así como anfíboles (10 %) y biotita (15 %) como minerales accesorios. Además, se identificó que este importante cuerpo intrusivo está constituido por granito y diorita en menor proporción.

Herbet y Pichler (1983) en su investigación denominada “K-Ar ages of rocks from the eastern Cordillera of Ecuador. Zeitschrift der Deutsche geologische Gesellschaft” señala que, el Batolito de San Lucas presenta afloramientos frescos en el que se observa un granito de grano grueso cortado por una serie de filones aplíticos, pegmatíticos y en menor cantidad lamprófidos. Dentro del presente trabajo de titulación, se identificaron diques melanocráticos subverticales de andesita porfídica los cuales intruyeron a los taludes rocosos de granito en el sureste y a la



granodiorita hacia el Noreste. Además, en la zona centro oeste, se encontró un dique subvertical de riolita, el cual muestra un contacto intrusivo con la unidad Granito. Otro hallazgo relevante fue un dique aplitico subvertical de apariencia blanca-clara; constituido predominante por cuarzo y plagioclasa, encontrado al noreste del área, en un camino de herradura, en un talud fresco el dique aplitico está en contacto neto intrusivo con un dique subvertical andesítico.

Guerrero (2020), en su investigación denominada “GEOCRONOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE LOS INTRUSIVOS DE PUNGALÁ, AMALUZA, SAN LUCAS E INTRUSIÓN PORFIRÍTICA VÍA ALAO”, señala, que el batolito de San Lucas, posee variaciones mineralógicas en toda su extensión, mostrándose en zonas como una granodiorita y en otras zonas como un granito. Este batolito abarca una importante extensión en el sur del Ecuador, sus composiciones varían desde granodioritas hornbléndicas, granodioritas biotíticas hasta series más ácidas como granitos y diques apliticos a lo largo de todo el batolito. Su composición es calcoalcalina, peraluminoso, es un granito tipo I y sus características geoquímicas indican un intrusivo formado por subducción. Como se expuso anteriormente, los resultados obtenidos en el presente proyecto de titulación, concuerdan con los descritos por Guerrero (2020). Exceptuando en que, la mayoría de los diques encontrados en el Plutón de San Lucas, corresponden a diques melanocráticos subverticales, constituidos por andesita porfídica de coloración grisácea oscura; puesto que solo se encontró un dique aplitico en un talud fresco localizado en el noreste del área de estudio.

En cuanto a geología estructural, en la carta geológica Loja a escala 1: 100 000, existe la presencia de una sola falla regional inferida, en el suroeste del área de estudio, con dirección NW-SE, la cual fue corroborada en campo, mediante la presencia de facetas triangulares a lo largo del plano de falla. En el sureste, se observaron microfallas de tipo normal e inversa con dirección NE-SW, con tres planos de fallas paralelos entre sí y en la zona centro este se identificó una falla normal con dirección NW-SE ($168^{\circ}/54^{\circ}$ NE). Además, mediante el análisis fotointerpretativo de la imagen satelital, se logró identificar 6 fallas importantes, en dirección NE-SW, las cuales coinciden con la dirección de las estructuras regionales descritas en la carta geológica Loja. Algunas de estas fallas, controlan los cursos hídricos de quebradas; en campo, se logró verificar la mayoría de estas estructuras a través de facetas triangulares, alienación de la vegetación, así como diferencias en la elevación topográfica.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Otras estructuras geológicas importantes fueron las diaclasas tectónicas, encontradas en taludes rocosos, obteniendo un total de 27 familias de tipo inclinadas, subhorizontales y subverticales. Mediante el diagrama de polos y densidades, así como del diagrama de roseta se pudo conocer que la mayoría de esfuerzos tectónicos y el buzamiento de las diaclasas sigue una dirección preferencial NW-SE y además existe otra confluencia de esfuerzos en sentido NE-SW. Sin embargo, es importante mencionar, que la zona de estudio, al formar parte del Batolito de San Lucas, constituido por rocas intrusivas, no existe un buzamiento preferencial de las estructuras geológicas, ya que este cuerpo intrusivo aflora en superficie como una mezcla magmática con varios buzamientos proyectados en diferentes direcciones.



8. Conclusiones

- El levantamiento geológico-estructural a escala 1: 5 000 se desarrolló en la vía antigua a Cuenca, desde las abscisas km 21+150 hasta km 26 +150, con una longitud de 5 km, considerando una franja de estudio de 250 m por lado del eje vial, cubriendo una superficie total de 2,329 km². La topografía de la zona de estudio es muy irregular con cotas que parten desde 2015 m s.n.m. hasta los 2325 m s.n.m. con un importante desnivel de 310 m, se caracteriza por presentar un relieve montañoso con pendientes predominante empinadas (35° - 55°) y muy inclinadas (15° - 35°).
- Se determinó que en el área de estudio existen cuatro unidades litológicas, tales como: Granito, Granodiorita, Diorita y Riolita, las cuales forman parte de un extenso cuerpo plutónico conocido como Batolito de San Lucas. La unidad Granito, se localiza al sur extendiéndose hasta la zona central, es la segunda de mayor extensión con un área de 0,056 km² (39,036 %). La unidad predominante es la Granodiorita, la cual se extiende desde la zona central hasta el norte, ocupando una superficie de 1,10 km² (47,207 %), está constituida por granodiorita con abundancia de biotitas. La unidad Diorita se localiza en el sureste, ocupando un área de 0,056 km² (2,419 %); finalmente la unidad Riolita, localizada en el centro oeste, la cual sobreyace a la unidad Granito, cubre una superficie menor de 0,021 km² (0,913 %) caracterizada por presentar riolitas fuertemente diaclasadas. Además, existen depósitos cuaternarios superficiales, conformados por depósitos aluviales del río San Lucas, los cuales cubren una superficie de 0,237 km² (10,169 %); así como depósitos coluviales, en el suroeste con una superficie de 0,006 km² (0,256 %).
- El análisis estructural de la zona de estudio fue realizado mediante la fotointerpretación inicial de estructuras geológicas, seguido por su corroboración e identificación in situ, para la respectiva descripción técnica de las mismas. El área de estudio esta estructuralmente controlada por diez fallas de la siguiente tipología: una falla regional inferida con dirección NW-SE; dos microfallas de tipo normal e inversa con dirección NE-SW y una falla normal observada con dirección NW-SE; así como seis fallas fotointerpretadas, las cuales presentan dirección preferencial NE-SW.
- Además, se identificaron 27 familias de diaclasas tectónicas, originadas por causa del esfuerzo que ha sido sometido la roca, las cuales corresponden a diaclasas inclinadas,



subhorizontales y subverticales. A través de los diagramas de polos y densidades y del diagrama de roseta se pudo determinar que la mayoría de esfuerzos tectónicos y el buzamiento de las diaclasas sigue una dirección preferencial NW-SE y además existe otra confluencia de esfuerzos en sentido NE-SW.

- En base a la información obtenida del levantamiento geológico-estructural, producto del levantamiento de información en campo, fotointerpretación y la descripción macroscópica de muestras de roca tomadas de los principales afloramientos, se culminó con la elaboración del mapa geológico - estructural a escala 1: 5 000 del área de estudio, en el cual se representaron las unidades litológicas y estructuras geológicas existentes.
- De forma complementaria, se elaboró el perfil geológico A-B en dirección NE-SW, el cual abarca la mayor cantidad de unidades litológicas posible, así como algunas estructuras geológicas como fallas, lo cual permitió conocer la disposición litológica a profundidad.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

9. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos del levantamiento geológico-estructural de la vía antigua Loja-Cuenca, tramo entre las abscisas km 21+150 hasta km 26+150, se recomienda lo siguiente:

- Utilizar la información cartográfica obtenida en la presente investigación, como base para el desarrollo de futuros proyectos que se vayan a realizar en este tramo de la vía antigua Loja-Cuenca.
- Realizar la caracterización geotécnica y geomecánica de los principales taludes rocosos del área de estudio, con la finalidad de conocer las propiedades físico - mecánicas de los materiales litológicos.
- Efectuar un análisis mineralógico detallado, de los diques andesíticos y apliticos de la zona de estudio, a través de láminas delgadas para conocer su composición mineralógica.



10. Bibliografía

- Aceves, F., Legorreta, G., y Álvarez, Y. (2014). *Cartografía geomorfológica para el inventario de procesos gravitacionales en la cuenca endorreica del arroyo La Ciénega*. México, D.F.: SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA.
- Billings, M. (1954). *Structural Geology*. New York: Prentice-Hall.
- Blyth, F. G., y de Freitas, M. H. (2000). *Geología para ingenieros, edición en español*. México, D.F.: Compañía Editorial Continental.
- Bristow, C.R., y Hoffstetter, R. (1977). *Lexique Stratigraphique International (2nd Ed)*. Paris, France: Centre national de la Recherche Scientifique.
- Camargo, J. (2004). *Manual de Geología Estructural. Guía para la interpretación y elaboración de Mapas Geológicos (1.a ed.)*. Editorial Universidad Surcolombiana.
- Corrales, I., Rosell, J., Sanchez, L., Vera, J., & Villas, L. (1977). *Estratigrafía*. Madrid: Rueda.
- Delgado, J., Padilla, F., Barrientos, V., y Universidad Da Coruña. (2010). *Prácticas de GEOLOGÍA. Mapas Geológicos y Problemas*
- Demek, J., Embleton, C., y Gellert, J. (1972). *Manual of Detailed Geomorphological Mapping*. Prague: International Geographical Union Commission on Geomorphological Survey and Mapping.
- Duque, G. (2016). *MANUAL DE GEOLOGIA PARA INGENIEROS*. Manizales: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- Echeveste, H. (2018). *Manual de levantamiento geológico*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata..
- Explorock. (2019). *Geología Estructural*. Cajamarca.
- Fossen, H. (2010). *Structural Geology*. New York: Cambridge University Press.
- Geología estructural. (2020). *Análisis estructural - Pliegues*. Obtenido de <https://www.geologiaestructural.com/analisis-estructural-pliegues/>
- Geologiaweb. (2020). *Fallas geológicas*. Obtenido de <https://geologiaweb.com/geologia-general/fallas-geologicas/>
- Geologiaweb. (2021). *Rocas plutónicas*. Obtenido de <https://geologiaweb.com/rocas/rocas-plutonicas/>



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL SAN LUCAS. (2015). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2015-2019*. Loja: GAD PARROQUIAL SAN LUCAS.

Google Eart (2023). Imágenes satelitales del área de estudio.

Google Maps. (2023). Acceso terrestre al área de estudio.

Gorshkov, G., y Yakushova, A. (1970). *GEOLOGÍA GENERAL*. Moscú: MIR.

Griem, W. (2020). *Geología Estructural Virtual*. Obtenido de <https://www.geovirtual2.cl/Geoestructural/02-diaclasas.htm>

Guerrero, E. (2020). *GEOCRONOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE LOS INTRUSIVOS DE PUNGALÁ, AMALUZA, SAN LUCAS E INTRUSIÓN PORFIRÍTICA VÍA ALAO*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Herbet, H. J., y Pichler, H. (1983). K-Ar ages of rocks from the eastern Cordillera of Ecuador. *Zeitschrift der Deutsche geologische Gesellschaft* 134, 483-493.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO. (2017). Carta geológica Loja escala 1: 100.000. Quito: IIGE.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO. (2019). *Estandares de Nomenclaturas Estratigráficas, simbolización y Abreviaturas para la Cartografía Geológica, version 2.0*. San Francisco de Quito.

INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA . (s/a). *Fallas geológicas*. San Juan: INPRES.

Jover, R., Prieto, I., Semtana, I., & Díaz, C. (2002). *APLICACIONES DE LA PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA EN INGENIERÍA GEOLÓGICA*. Santander, España: INGREGRAF.

Kennerly, J.B. (1980). *Overseas Geology and Mineral Resources* No. 55. London: British Geological Survey.

Lisle, R.F., (2004). *Geological Structures and Maps A practical guide*. Elsevier Butterworth-Heinemann. Linacre House, Jordan Hill, Oxford

Lisle, R., Brabham, P., & Barnes, J. (2011). *Basic Geological Mapping* (Fifth ed.). Chennai, India.: WILEY-BLACKWELL.

Litherland, M., Aspden, J.A. y Jemielita, R.A. (1994). The metamorphic belts of Ecuador. Nottingham.: *Overseas Geology and Mineral Resources*, 11. British Geological Survey 147 pp.



- Llambías, E. (2008). *Geología de los cuerpos ígneos*. La Plata: Asociación Geológica Argentina.
- López Vergara, M. L. (1988). *Manual de Fotogeología*. Madrid: CIEMAT.
- Martinez, J. (1981). *Mapas Geológicos*. Madrid: PARANINFO.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP. Procedimientos para proyectos viales*. Quito.
- Naranjo Henao, J. (2015). *Fotogeología práctica*. Fotogeología descriptiva e interpretativa con ejemplos de Colombia: Universidad de Caldas.
- Neimeyer, H. (2008). *Geología Estructural*. Ril Editores.
- Orozco, M. (2002). *Geología Física*. España: Thomson Learning.
- Pardo-Casas, F. y Molnar, P. (1987). Relative motion of the Nazca (Farallon) Plate and South American Plate since late Cretaceous time. *Tectonics*, 6, 233–248.
- Ragan, D. M. (2009). *Structural Geology. An introduction to Geometrical Techniques* (Cuarta ed.). Arizona: Cambridge University Press.
- Sala, M. (1984). *Geomorfología actual. Guía conceptual, temática y bibliográfica*. Barcelona: Revista de geografía.
- Sauer W. y Putzer H. (1971). *Geologie von Ecuador*. Berlin (G. Borntraeger).
- Steinmann, M. (1997). The Cuenca basin of southern Ecuador: tectono-sedimentary history and the Tertiary Andean evolution. PhD Thesis, Institute of Geology ETH Zu`rich, Switzerland, 176 pp.
- Tarbut, E., & Lutgen, F. (2005). *Ciencias de la Tierra. Una Introducción a la geología física*. Madrid: Pearson.
- Verstappen, H. T. (1983). *Applied geomorphology; geomorphological surveys for environmental development*. Amsterdam: Elsevier.
- Weller, J. (1960). *Stratigraphic principles and practice*. Nueva York: Harper & Brothers.



11. Anexos

Anexo I. Ficha técnica para descripción de afloramientos

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja.				
LOCALIZACIÓN		<i>N° de Afloramiento</i>		
<i>Provincia</i>		COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
<i>Cantón</i>		X	Y	Z (m.s.n.m.)
<i>Parroquia</i>				
<i>Barrio/Sector</i>				
CARACTERÍSTICAS	<i>Tipo de afloramiento</i>		DIMENSIONES	
	<i>Estado de alteración</i>		<i>Ancho (m)</i>	
	<i>Tipo de roca o material</i>		<i>Altura (m)</i>	
	<i>Presencia de estratos</i>		DATOS ESTRUCTURALES	
	<i>Formación geológica</i>		<i>Rumbo</i>	
	<i>Humedad apreciable</i>		<i>Buzamiento (°)</i>	
	<i>Ángulo de talud (°)</i>		<i>Direc. Buzamiento</i>	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
N°	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
DESCRIPCIÓN				
Observaciones:				

Nota. Elaborado por el Autor, 2023.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 2. Ficha técnica para inventario de deslizamientos

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE DESLIZAMIENTOS							
PROYECTO		DATOS GENERALES		COORDENADAS			CÓDIGO
Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja.		Cantón		X	Y	Z	
		Parroquia					
		Sector		DATUM: UTM (WGS 1984)			
TIPOLOGÍA DE DESLIZAMIENTO		ESTADO		HUMEDAD		ESTILO	
		Activo		Seco		Único	
Deslizamiento rotacional		Reactivado		Húmedo		Sucesivo	
Deslizamiento traslacional		Latente		Muy húmedo		Múltiple	
Deslizamiento compuesto		Estabilizado		Mojado			
		Relicto		Datos estructurales			
		Antiguo					
DISTRIBUCIÓN		DEFORMACIONES DEL TERRENO			COBERTURA VEGETAL		
Retrogresivo		Modo		Severidad		Pastizales	
Progresivo				Leve		Bosque/Selva	
Ensanchandose		Ondulación		Media		Vegetación arbustiva	
Confinado		Escalonamiento		Pronunciada		Construcciones	
Enjambre		Otro		Severa		Cultivos	
						Sin cobertura	
MATERIAL		MORFOMETRÍA					
Roca		GENERAL			DIMENSIONES		
Suelo		Diferencia de altura Corona a punta (m)			Ancho de masa desplazada Wd (m)		
Detritos		Longitud horizontal Corona a punta (m)			Longitud de masa desplazada Ld (m)		
ORIGEN DE LA PENDIENTE		Pendiente de ladera (°)			Longitud de línea central Lcl (m)		
Natural		Azimut del talud			Longitud total L (m)		
Artificial		Área total (m ²)					
ORIGEN DEL SUELO		GEOLOGÍA					
Residual		Litología			Formación Geológica		
Sedimentario							
Coluvial		Observaciones:					
Volcánico							
REGISTRO FOTOGRÁFICO							



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Nota. Modificado del Proyecto Multinacional Andino (2007).

Anexo 3. Puntos de control del levantamiento topográfico.

Puntos de control	X	Y	Z
0	694644.77	9577702.11	2025.64
1	694699.74	9577729.11	2026.47
2	694754.30	9577730.40	2023.39
3	694624.06	9577732.08	2024.00
4	694563.60	9577775.85	2024.00
5	694529.62	9577859.35	2026.75
6	694495.23	9577909.76	2024.97
7	694433.76	9577978.18	2029.04
8	694425.51	9578076.41	2040.01
9	694408.69	9578112.00	2035.87
10	694360.83	9578123.36	2028.79
11	694301.63	9578093.21	2028.84
12	694239.07	9578140.16	2031.49
13	694225.76	9578175.39	2036.00
14	694260.74	9578238.68	2051.32
15	694217.55	9578292.98	2038.06
16	694174.10	9578392.69	2044.33
17	694112.62	9578451.25	2043.93
18	694026.80	9578491.56	2050.84
19	694055.79	9578549.23	2057.27
20	694124.28	9578648.36	2100.29
21	694118.78	9578711.74	2065.43
22	694139.31	9578768.37	2069.15
23	694110.28	9578862.07	2054.26
24	694135.58	9579011.28	2063.65
25	694107.56	9579081.74	2051.00
26	694147.14	9579156.30	2054.80
27	694247.56	9579201.15	2082.16
28	694224.46	9579269.14	2057.08
29	694141.21	9579355.91	2055.00
30	694120.24	9579431.29	2058.81
31	694143.86	9579449.90	2058.48



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

32	694194.91	9579450.85	2089.30
33	694219.29	9579496.21	2066.96
34	694155.42	9579594.20	2062.87
35	694150.27	9579657.58	2062.03
36	694210.55	9579699.70	2074.48
37	694204.35	9579766.60	2074.26
38	694169.97	9579829.33	2067.42
39	694193.28	9579864.84	2068.66
40	694280.98	9579884.38	2098.80
41	694299.07	9579952.63	2069.11
42	694358.99	9579988.07	2079.59
43	694378.15	9580066.89	2078.33
44	694398.05	9580158.02	2073.64
45	694373.57	9580236.58	2073.45
46	694350.06	9580276.75	2074.10
47	694410.29	9580288.60	2088.96
48	694449.74	9580302.25	2113.64
49	694444.60	9580370.56	2081.50
50	694460.86	9580401.85	2083.10
51	694547.17	9580432.31	2114.45
52	694509.65	9580505.61	2082.52
53	694519.23	9580544.66	2093.14
54	694547.82	9580580.51	2112.31
55	694464.14	9580633.49	2083.14
56	694436.81	9580696.21	2090.21
57	694415.47	9580761.02	2094.60
58	694408.97	9580854.68	2094.91
59	694465.78	9580923.91	2115.92
60	694481.20	9581060.47	2112.10
61	694464.88	9581174.21	2102.12
62	694476.96	9581225.94	2109.37
63	694411.69	9581329.57	2113.08
64	694352.95	9581354.33	2116.00
65	694358.04	9581436.35	2121.23
66	694409.56	9581499.26	2148.62
67	694373.09	9581565.51	2122.27
68	694218.62	9578127.17	2028.81
69	694213.64	9578100.78	2031.97
70	694187.92	9578087.10	2036.14
71	694165.45	9578116.37	2030.23
72	694141.22	9578148.45	2030.29
73	694143.78	9578192.80	2034.44
74	694168.13	9578224.79	2037.92



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

75	694184.37	9578247.28	2039.45
76	694136.94	9578291.38	2046.00
77	694086.04	9578365.76	2053.00
78	693986.47	9578391.66	2064.00
79	693932.35	9578434.02	2070.40
80	693911.68	9578484.40	2076.81
81	693924.49	9578551.26	2084.32
82	693943.66	9578633.59	2096.00
83	693904.24	9578635.08	2099.00
84	693866.60	9578646.77	2103.00
85	693829.17	9578592.64	2115.75
86	693797.81	9578576.16	2119.02
87	694649.05	9577776.78	2025.00
88	694678.67	9577796.78	2027.03
89	694708.49	9577792.23	2029.51
90	694753.41	9577811.42	2036.91
91	694470.67	9580989.74	2101.57
92	694440.49	9580992.62	2089.14
93	694395.86	9580990.60	2119.42
94	694363.60	9581053.33	2150.71
95	694304.59	9581116.81	2190.84
96	694229.28	9581129.29	2224.03
97	694488.78	9580459.54	2075.00
98	694423.28	9580488.28	2121.74
99	694271.47	9580494.30	2208.75
100	694542.71	9580362.62	2144.77
101	694622.32	9580344.42	2197.91
102	694716.49	9580341.15	2261.78
103	694456.18	9580005.04	2164.66
104	694520.03	9580028.68	2202.95
105	694577.72	9580048.80	2233.41
106	694356.44	9580079.17	2063.45
107	694354.34	9580128.90	2064.00
108	694339.51	9580195.38	2075.20
109	694207.89	9580169.68	2158.08
110	694321.68	9580080.12	2069.00
111	694212.16	9580104.55	2156.48
112	694201.92	9579829.54	2093.88
113	694243.24	9579807.90	2124.43
114	694289.46	9579814.40	2153.81
115	694333.91	9579819.59	2182.58
116	694392.78	9579770.19	2209.04
117	694422.19	9579732.73	2221.30



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

118	694381.95	9580071.20	2081.68
119	694137.79	9579450.36	2057.00
120	694147.10	9579484.66	2054.65
121	694129.55	9579512.86	2075.42
122	694068.83	9579513.86	2108.85
123	694023.50	9579510.87	2133.68
124	693968.03	9579496.90	2164.55
125	694119.37	9578829.94	2057.85
126	694064.77	9578809.81	2044.78
127	694032.63	9578801.95	2053.66
128	694011.91	9578784.40	2053.10
129	694002.56	9578732.93	2067.55
130	693961.27	9578769.10	2101.68
131	693927.92	9578812.29	2133.06
132	693898.98	9578863.39	2163.60
133	694022.49	9578578.88	2037.00
134	694144.97	9578478.92	2089.34
135	694170.56	9578508.79	2117.52
136	694208.85	9578516.19	2138.91
137	694186.07	9578565.96	2159.64
138	694260.85	9578550.41	2171.71
139	694267.13	9578610.68	2215.89
140	694299.24	9578605.77	2227.19
141	694330.53	9578628.15	2237.51
142	694153.27	9578752.07	2082.06
143	694182.95	9578806.93	2110.85
144	694211.58	9578864.96	2133.15
145	694262.32	9578886.50	2154.93
146	694289.33	9578927.64	2162.94
147	694614.90	9577687.49	2023.20
148	694619.05	9577648.05	2022.01
149	694606.30	9577610.76	2032.71
150	694569.61	9577570.71	2028.33
151	694545.61	9577540.48	2033.39
152	694538.48	9577500.36	2035.87
153	694127.80	9578081.34	2065.54
154	694064.39	9578058.94	2094.22
155	694336.11	9578037.26	2048.17
156	694321.89	9577971.82	2094.33
157	694297.87	9577932.44	2114.13
158	694278.03	9577869.11	2157.04
159	694175.17	9579396.07	2094.19
160	694182.27	9579425.62	2104.43



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

161	694249.84	9579413.17	2141.66
162	694273.46	9579430.02	2157.69
163	694325.51	9579408.08	2174.62
164	694351.14	9579373.53	2202.07
165	694385.63	9579369.24	2214.82
166	694423.26	9579349.10	2233.64
167	694144.64	9581536.15	2148.44
168	694166.46	9581530.47	2150.11
169	694196.30	9581492.74	2157.90
170	694248.42	9581499.68	2130.23
171	694278.36	9581509.12	2119.58
172	694308.96	9581495.33	2114.33
173	694437.00	9581467.83	2182.40
174	694518.99	9581449.00	2239.26
175	694547.46	9581428.88	2244.61
176	694574.15	9581394.68	2246.35
177	694608.27	9581380.18	2254.06
178	694431.19	9580942.60	2089.40
179	694374.88	9580951.86	2113.81
180	694312.22	9580951.29	2157.59
181	694255.90	9580958.09	2199.13
182	694225.92	9580929.64	2209.43
183	694218.46	9580894.45	2200.68
184	694502.62	9580665.75	2107.82
185	694536.10	9580682.58	2123.72
186	694575.54	9580690.60	2151.88
187	694608.92	9580660.26	2184.70
188	694655.66	9580620.73	2211.38
189	694710.89	9580597.74	2232.92
190	694754.19	9580596.95	2259.21



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 4. Fichas técnicas de levantamiento de afloramientos del área de estudio.

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
<i>Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.</i>				
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-001
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694657	9577706	2072
Barrio/Sector	Las Juntas			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	19.88
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	10.5
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granito	Rumbo	
	Humedad apreciable	Seca	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	90°	Direc. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
DESCRIPCIÓN				
<p>Macizo rocoso estable, grandes bloques. Constituido por granito de grano fino a grueso de coloración grisácea claro. Roca sana con agrietamiento.</p> <p>Diaclasas multidireccionales. Dique andesítico pequeño en el costado derecho.</p> <p>Veta semihorizontal de cuarzo mineralizado.</p> <p>Diaclasas inclinadas con misma dirección de la veta superior.</p> <p>Az= 204°; Bz = 44°; Dirección preferencial = 354° NW</p>				
<p>Observaciones: Bloque masivo (costado derecho).</p> <p>Capa vegetal de vegetación herbácea y árboles en la cima. Cerca al puente.</p>				



FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
<i>Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.</i>				
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-002
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694582	9577723	2055
Barrio/Sector	Las Juntas			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Ladera	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	4.25
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	3.25
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granito	Rumbo	
	Humedad apreciable	Baja	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	90°	Direc. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
DESCRIPCIÓN				
<p>Macizo rocoso formado por bloques graníticos de dureza considerable, estructura masiva. Constituido por metgranito blanco de grano medio, abundante mica (biotita), con oxidación superficial. Textura fanerítica. Roca con fracturas. Diaclasas subhorizontales y semiiverticales en el centro</p>				
<p>Observaciones: Material meteorización biológica (raíces de árbol de la cima) Escasa cobertura vegetal, árbol en la cima.</p>				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
<i>Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.</i>				
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-003
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694589	9577624	2043
Barrio/Sector	Las Juntas			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Ladera	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Medio	Ancho (m)	6
	Tipo de roca o material	Ígneo	Altura (m)	4.3
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granito	Rumbo	
	Humedad apreciable	Baja	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	86°	Direc. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
DESCRIPCIÓN				
<p>Ladera localizada en un camino de herradura angosto junto al río Cenén. Cuerpo masivo de bloques graníticos. Constituido por granito de grano medio de coloración oscuro predominancia de minerales oscuros Veta semivertical en el centro de cuarzo blanco. Granito muy fracturado con oxidación superficial. Material alterado en los costados fracturados</p>				
<p>Observaciones: Cubierto por abundante vegetación herbácea y arbustiva. Veta color blanco, posible cuarzo subvertical. Veta con potencia de 0,5 m; Datos estructurales: Bz = 70°; Dir. Buz = 89° NE</p>				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

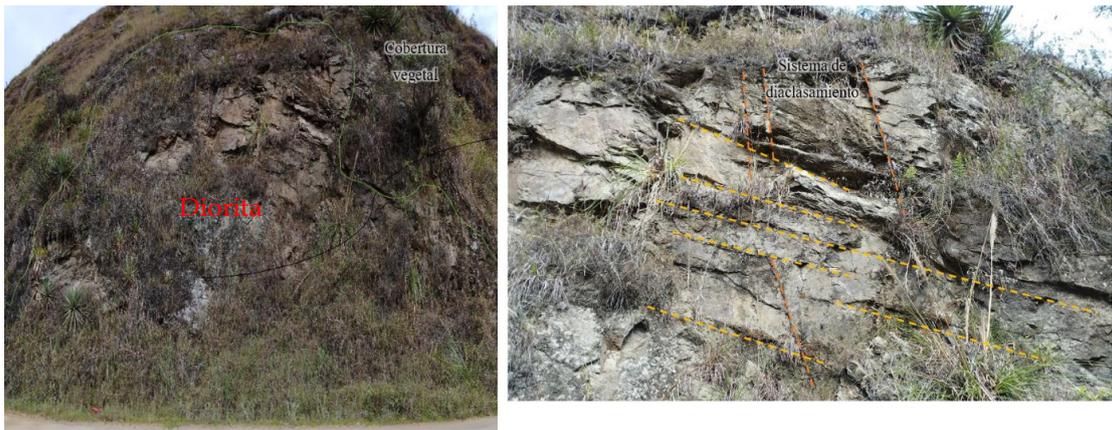
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
<i>Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.</i>				
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-006
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694504	9577878	2032
Barrio/Sector	Las Juntas			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	11
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	6.33
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granito	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	86°	Direc. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
DESCRIPCIÓN				
<p>Macizo rocoso formado por grandes bloques graníticos. Constituido de granito de grano medio de coloración grisácea a amarillenta. Material resistente (roca sana) Rocas con diaclasamiento en diferente dirección preferencial inclinada. 3 familias de diaclasas: subverticales, inclinadas y subhorizontales Subverticales: 292°/78° NE Inclinadas: 248°/51° NW Subhorizontales: 203°/8° NW</p>				
Observaciones: Cubierto por vegetación herbácea y arbustiva. Roca competente.				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
<i>Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.</i>				
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-009
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694410	9578111	2043
Barrio/Sector	Las Juntas			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	9.5
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	5.62
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granito	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	86°	Direc. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
				
DESCRIPCIÓN				
<p>Macizo de bloques dioríticos localizado en la vía principal. Material fracturado por diaclasas principalmente subverticales y subhorizontales. Veta semivertical de cuarzo en el costado que se corta en el macizo. Constituido por diorita de grano medio a grueso de coloración oscura con predominancia de minerales oscuros y coloración clara. No fue posible medir diaclasas en la parte superior. Bloques de roca muy fracturadas.</p>				
<p>Observaciones: Cubierto por abundante vegetación arbustiva y herbácea. Talud estable cubierto por vegetación.</p>				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
<i>Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.</i>				
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-010
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694290	9578112	2028
Barrio/Sector	Las Juntas			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	10.43
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	7.36
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granito	Rumbo	
	Humedad apreciable	Seco	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	86°	Dir. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
DESCRIPCIÓN				
<p>Macizo rocoso importante que presenta el contacto de dos cuerpos intrusivos: granito y diques suvverticales andesítico.</p> <p>Constituido de granito de grano medio a grueso de color blanco y por roca de grano fino.</p> <p>Contactos litológicos visibles en forma de dique y material relleno en grietas.</p> <p>Dique andesíticos de edad más joven intruyen en el granito, dejando contactos netos rectilíneos.</p> <p>Diaclasa subhorizontal: $Bz = 11^\circ$ Diaclasa subvertical: $Bz = 84^\circ$</p> <p>Dir. $Bz = 334^\circ$ NW $Az = 220^\circ$</p> <p>$Rb = 85^\circ$ NE Dir. $Bz = 329^\circ$ NW</p>				
<p>Observaciones: Cubierto por sedimentos en la cima. Roca con múltiples fracturas.</p> <p>Diques subvverticales andesíticos: $(66^\circ/79^\circ$ SE) $(94^\circ/67^\circ$ SE)</p>				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
<i>Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.</i>				
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-011
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694238	9578181	2047
Barrio/Sector	Las Juntas			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Medio	Ancho (m)	36
	Tipo de roca o material	Ígneo	Altura (m)	17
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	89°	Direc. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
DESCRIPCIÓN				
<p>Macizo rocoso con presencia de discontinuidades como varias juntas de diaclasas, microfallas, presencia de vetilla.</p> <p>Constituido por granito blanco de grano grueso.</p> <p>Caída de material por meteorización. Formación de diaclasas por erosión debido a factores externos.</p> <p>Cobertura herbácea. Capa orgánica con 25 cm. Material altamente oxidado.</p> <p>Sistema de diaclasas en el costado izquierdo. 2 familias de diaclasas.</p> <p>Datos estructurales: $Bz = 44^\circ$ Dir. Bz = 11° Rb = 94°</p> <p>Datos estructurales microfallas: $Bz = 61^\circ$ Dir. falla = 133° SE Rb = 187°</p> <p>Observaciones: Presencia de microfallas y un posible dique aplítico en el costado derecho</p>				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-013
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694053	9578555	2062
Barrio/Sector	Las Juntas			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Medio	Ancho (m)	11.1
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	7.4
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	85°	Direc. Buzamiento	

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS

Numero	Potencia	Litología	Observación
1			
2			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Estructura masiva, macizo rocoso.
Constituido por granito de grano medio de coloración rosáceo, minerales de cuarzo, feldespatos y ferromagnesians, micas.
Bloque masivo fracturado de coloración clara.
Macizo rocoso cubierto superficialmente por suelo arcillo-limoso amarillento.

Observaciones: Cubierto por abundante vegetación arbustiva. Posible deslizamiento. Zona húmeda.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.

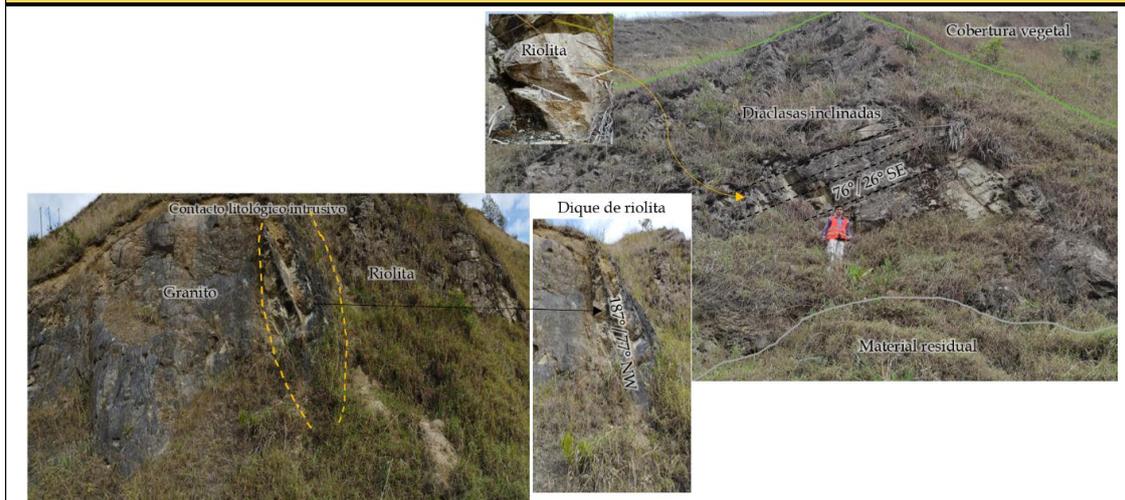
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-015
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694108	9579050	2068
Barrio/Sector	Las Juntas			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	30.9
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	12.7
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	86°	Direc. Buzamiento	

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS

Numero	Potencia	Litología	Observación
1			
2			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Macizo rocoso de estructura masiva constituido por granito de grano grueso en el costado izquierdo (N).
Presencia de un dique subvertical de riolitas cerca del centro del talud.
Constituido en el costado derecho del talud, por riolitas diaclasadas de resistencia considerable de grano fino y coloración gris clara.
Roca intermedia de coloración grisácea con predominancia de minerales oscuros.
Fracturación por meteorización, minerales verdosos.
Datos estructurales familia de diaclasas:

Observaciones: Zona de contacto litológico entre granito y riolitas de grano fino, coloración gris clara.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-018
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694173	9579535	2081
Barrio/Sector	Saramano			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	14.4
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	8.5
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	86°	Direc. Buzamiento	

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS

Numero	Potencia	Litología	Observación
1			
2			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Macizo rocoso de tipo masivo.
Constituido por granito de grano medio, coloración grisácea.
Alteración baja. Incrustación de clastos andesíticos.
Ligera coloración rojiza externa.
Presencia de una falla normal importante Az: 168° Bz: 54° Dirección bz: 76° NE
Vetilla de cuarzo sobre el plano de falla.

Observaciones: Intervenido por maquinaria superficialmente. Movimiento visible de los bloques.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-019
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694175	9579872	2044
Barrio/Sector	Bellavista			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	9.6
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	7
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	86°	Direc. Buzamiento	

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS

Numero	Potencia	Litología	Observación
1			
2			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Granodiorita semialterada



DESCRIPCIÓN

Macizo rocoso de tipo masivo.
Constituido por granodiorita de coloración grisácea de grano medio a grueso.
Minerales amarillentos, alto contenido en cuarzo.
Presencia de diaclasa sistemática con dirección perpendicular.
Diaclasas --> Azimut:16° Buzamiento:72° Dirección de buzamiento: 115° SE

Observaciones: Material superficialmente alterado.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-020
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694353	9580249	2092
Barrio/Sector	Bellavista			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	11.8
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	8.2
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	84°	Direc. Buzamiento	

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS

Numero	Potencia	Litología	Observación
1			
2			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Macizo rocoso de dureza considerable.
Constituido por granodiorita de grano medio, tonalidad gris oscura.
Diaclasas preferenciales inclinadas.
Micas oscuras de biotita, minerales blancos amarillentos pequeños.
Diaclasa semihorizontal:
Rb = 105° Bz = 18° Dir. Bz = 198° SW
Diaclasa semihorizontal:
Rb = 293° Bz = 74° Dir. Bz = 198° SW

Observaciones: Posibles incrustaciones de rocas andesíticas cerca de la cima del talud.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

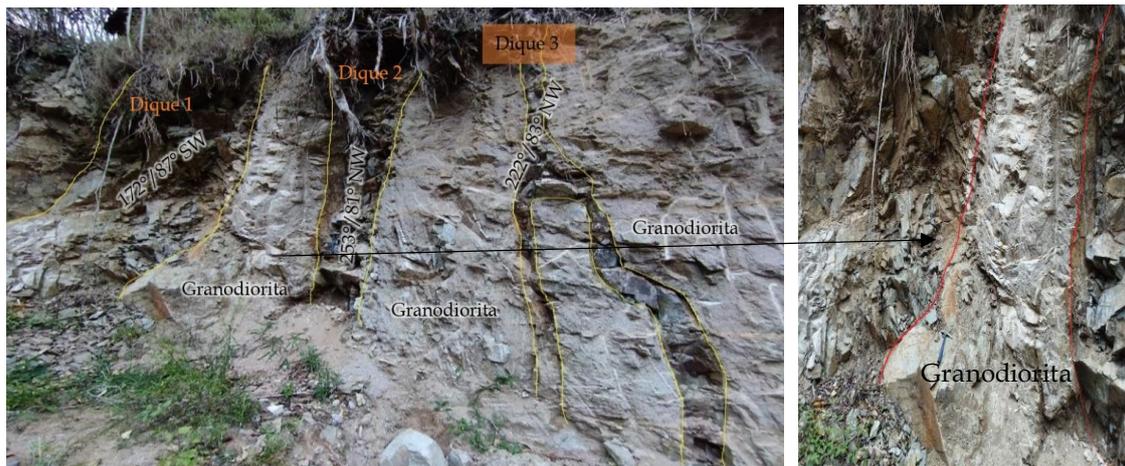
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-021
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694461	9580670	2072
Barrio/Sector	Bellavista bajo			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	6.1
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	4.3
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	86°	Direc. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Talu rocoso constituido por granodiorita de grano medio semialterada.
Sistema de tres diques andesíticos concordantes subverticales de grano fino y coloración gris oscura muy fracturado.
Vetillas multidireccionales inclinadas de cuarzo blanco, espesor de 1,5 cm - 4 cm.
Diaclasa multidireccional.

Observaciones: Localizado en camino de tercer orden.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
<i>Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.</i>				
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-023
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694461	9581099	2108
Barrio/Sector	Bellavista bajo			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Medio	Ancho (m)	8.3
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	5.45
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	84°	Dir. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
DESCRIPCIÓN				
<p>Macizo rocoso de bloques fracturados con diaclasamiento. Constituido de granodiorita de grano medio. Dique subvertical de andesita coloración verdosa-grisácea en el centro. Dique: Bz = 54°; Rb = 82°; Dir. Bz = 149° SE; espesor = 30 - 33 cm Diaclasa inclinada: Bz = 74°; Rb = 34°; Dir. Bz = 172° SE Diaclasa subhorizontal: Bz = 75°; Rb = 21°; Dir. Bz = 174° SE</p>				
Observaciones: Granodiorita semialterada con material residual en la base.				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.

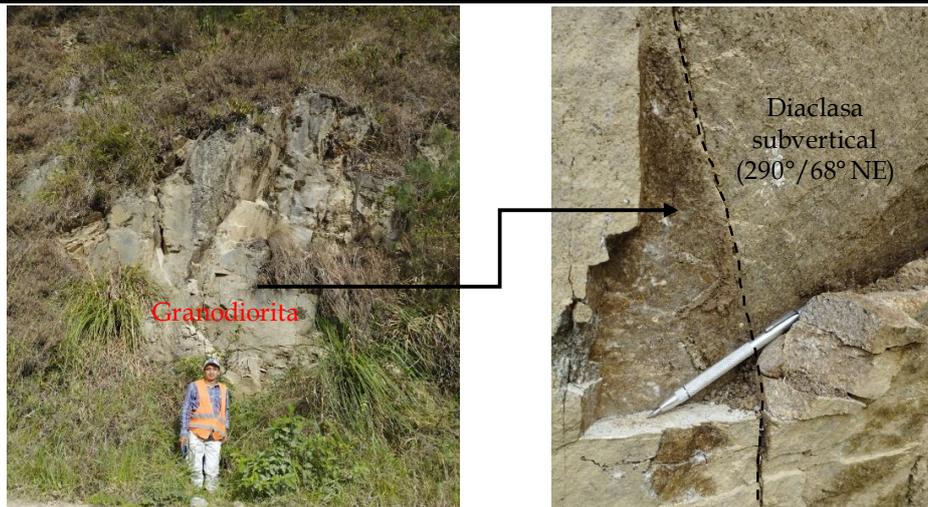
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-024
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694388	9581523	2128
Barrio/Sector	Gualán			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud		DIMENSIONES
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	5.4
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	6.4
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	86°	Direc. Buzamiento	

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS

Numero	Potencia	Litología	Observación
1			
2			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Macizo rocoso diaclasado en bloques.
Granodiorita de grano medio, tonalidades claras semialterada.
Diaclasas subverticales en su mayoría.
Diaclasa subvertical:
Bz = 68°; Rb = 290°; Dir. Bz = 10° NE

Observaciones: Cubierto por vegetación arbustiva.



FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-025
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694218	9578111	2040
Barrio/Sector	Santiago			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Bajo	Ancho (m)	8.5
	Tipo de roca o material	Intrusivo	Altura (m)	5.75
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	87°	Direc. Buzamiento	

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS

Numero	Potencia	Litología	Observación
1			
2			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Talud muy alterado. Depósito coluvial.
Constituido por arena granítica con clastos incrustados de diferente tamaño de 5 a 15 cm hasta bloques graníticos de gran tamaño (>40cm).
Muy oxidados de coloración rojiza en una matriz areno-limosa.

Observaciones: Ubicado en el inicio de la vía Las Juntas-Santiago.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
<i>Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.</i>				
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-026
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694153	9578120	2047
Barrio/Sector	Santiago			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Medio	Ancho (m)	22.3
	Tipo de roca o material	Ígneo	Altura (m)	12.1
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Baja/Seco	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	88°	Direc. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
DESCRIPCIÓN				
<p>Macizo rocoso superficialmente meteorizado. Constituido por granito de grano grueso rosado. Brillo opaco, coloración clara rosada. De estructura masiva con presencia de dique subvertical andesítico de potencia de 30 - 33 cm. Presencia de diaclasas con dirección inclinada.</p>				
<p>Observaciones: Talud estable localizado en la vía. Diaclasas principales (costado izquierdo): Bz = 67°; Rb = 332°; Dir. Bz = 31° NE Diaclasa subhorizontal: Bz = 38°; Rb = 119°; Dir. Bz = 17° NE</p>				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.

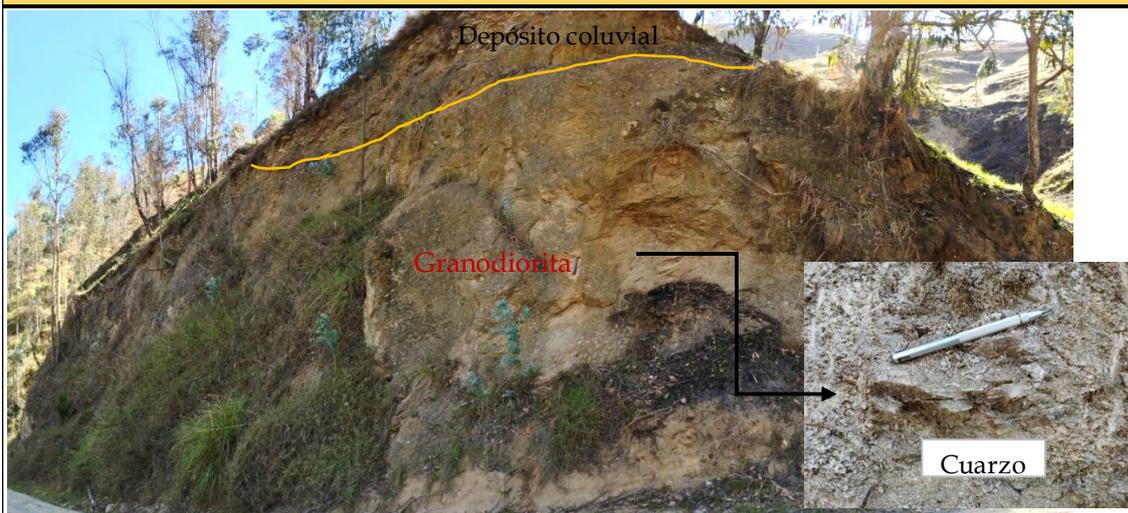
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-030
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	Santiago	693940	9578426	2083
Barrio/Sector	Santiago			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Alto	Ancho (m)	19.5
	Tipo de roca o material	Saprolito	Altura (m)	10.9
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Bajo	Buzamiento (°)	
Ángulo de talud (°)	81°	Direc. Buzamiento		

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS

Numero	Potencia	Litología	Observación
1			
2			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Talud altamente meteorizado/Material acumulado en el centro cubierto por vegetación herbácea. Constituido por granodiorita alterada (saprolito) altamente oxidado con coloraciones rojiza-rosado. Presencia de depósito cuaternario tipo coluvial en la parte superior (cima) con espesor de 1,8 m aproximadamente con grandes bloques de roca . Granodiorita con abundante cuarzo, cristales de cuarzo blanco.

Observaciones: Talud estable con antiguo movimiento/ Meteorización biológica de las raíces. Árboles de eucalipto en la cima.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
<i>Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.</i>				
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-034
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694457	9580655	2107
Barrio/Sector	Bellavista bajo			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Medio	Ancho (m)	
	Tipo de roca o material	Ígneo	Altura (m)	
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Baja	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	78°	Dir. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
DESCRIPCIÓN				
<p>Roca ígnea fracturada/Macizo rocoso de tipo masivo. Cubierto por vegetación herbácea-arbustiva. Constituido por granodiorita alterada de grano medio. Presencia de vetillas de carmonato. Vetillas de cuarzo inclinadas de espesor de 3 a 8 cm.</p> <p>Dique 1: Bz = 71°; Rb = 120°; Dir. Bz = 222° SO</p> <p>Dique 2: Bz = 64°; Rb = 228°; Dir. Bz = NO</p> <p>Dique 3: Bz = 84°; Rb = 310°; Dir. Bz = NE</p>				
Observaciones:				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
<i>Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.</i>				
FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS				
LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-036
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)		
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Parroquia	San Lucas	694428	9580319	2091
Barrio/Sector	Bellavista bajo			
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES	
	Estado de alteración	Medio	Ancho (m)	
	Tipo de roca o material	Ígneo	Altura (m)	
	Presencia de estratos	No	DATOS ESTRUCTURALES	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo	
	Humedad apreciable	Baja	Buzamiento (°)	
	Ángulo de talud (°)	85°	Direc. Buzamiento	
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS				
Numero	Potencia	Litología		Observación
1				
2				
REGISTRO FOTOGRÁFICO				
DESCRIPCIÓN				
<p>Constituido por granodiorita alterada.</p> <p>Diaclasas subverticales y subhorizontales.</p> <p>Diaclasa vertical: Bz = 77°; Rb = 80°; Dir. Bz = SE</p> <p>Diaclasa horizontal: Bz = 10°; Rb = 234°; Dir. Bz = 28° NO</p> <p>Diaclasa subvertical: Bz = 82°; Rb = 203°; Dir. Bz = 313° NO</p> <p>Observaciones: Cubierto por vegetación arbustiva.</p>				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.

FICHA PARA DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

LOCALIZACIÓN		N° de Afloramiento		A-037	
Provincia	Loja	COORDENADAS (Datum WGS 1984)			
Cantón	Loja	X	Y	Z (m.s.n.m.)	
Parroquia	San Lucas	694207	9578300	2050	
Barrio/Sector	Las Juntas				
CARACTERÍSTICAS	Tipo de afloramiento	Talud	DIMENSIONES		
	Estado de alteración	Medio	Ancho (m)		
	Tipo de roca o material	Coluvio	Altura (m)		
	DATOS ESTRUCTURALES		Presencia de estratos	No	
	Formación geológica	Granodiorita	Rumbo		
	Humedad apreciable	Baja	Buzamiento (°)		
	Ángulo de talud (°)	80°	Direc. Buzamiento		

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE ESTRATOS

Numero	Potencia	Litología	Observación
1			
2			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



DESCRIPCIÓN

Depósito coluvial constituido por clastos graníticos incrustados en una matriz limo-arenosa procedente de la meteorización.

Observaciones: Localizado en la vía antigua a Cuenca.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 5. Fichas técnicas del inventario de deslizamientos del área de estudio.

FICHA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS								
PROYECTO	DATOS GENERALES		COORDENADAS			CÓDIGO		
Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.	Cantón	Loja	X	Y	Z	Dz-001		
	Parroquia	San Lucas	694549	9577799	2027			
	Sector	Las Juntas	DATUM: UTM (WGS 1984)					
IPOLOGÍA DE DESLIZAMIENT	ESTADO		HUMEDAD		ESTILO			
		Activo	X	Seco	X	Único		
	Deslizamiento rotacional	Reactivado		Húmedo		Sucesivo		
X	Deslizamiento traslacional	Latente		Muy húmedo		Múltiple		
	Deslizamiento compuesto	Estabilizado		Mojado				
		Relicto	Datos estructurales					
	X	Antiguo						
DISTRIBUCIÓN	DEFORMACIONES DEL TERRENO			COBERTURA VEGETAL				
	Retrogresivo	Modo		Severidad		Pastizales		
	Progresivo				Leve	Bosque/Selva		
X	Ensanchandose	X	Ondulación	X	Media	X	Vegetación arbustiva	
	Confinado		Escalonamiento		Pronunciada		Construcciones	
	Enjambre		Otro		Severa		Cultivos	
							Sin cobertura	
MATERIAL	MORFOMETRÍA							
	Roca	GENERAL			DIMENSIONES			
X	Suelo	30.96	Diferencia de altura Corona a punta (m)		23.79	Ancho de masa desplazada Wd (m)		
X	Detritos	39.148	Longitud horizontal Corona a punta (m)		22.8	Longitud de masa desplazada Ld (m)		
ORIGEN DE LA PENDIENTE	78°	Pendiente de ladera (°)		23.966	Longitud de línea central Lcl (m)			
	Natural	518.44	Área total (m ²)		39.148	Longitud total L (m)		
X	Artificial							
ORIGEN DEL SUELO	GEOLOGÍA							
	Residual	Litología	Granito grano medio grisáceo		Formación Geológica	Granito		
	Sedimentario							
	Coluvial	Observaciones: Talud estable. Poca masa deslizada en la base.						
X	Volcánico							
REGISTRO FOTOGRÁFICO								



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS

PROYECTO		DATOS GENERALES		COORDENADAS			CÓDIGO
Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.		Cantón	Loja	X	Y	Z	Dz-002
		Parroquia	San Lucas	694435	9577997	2027	
		Sector	Las Juntas	DATUM: UTM (WGS 1984)			
IPOLOGÍA DE DESLIZAMIENT		ESTADO		HUMEDAD		ESTILO	
			Activo		Seco	X	Único
	Deslizamiento rotacional		Reactivado	X	Húmedo		Sucesivo
X	Deslizamiento traslacional		Latente		Muy húmedo		Múltiple
	Deslizamiento compuesto		Estabilizado		Mojado		
			Relicto	Datos estructurales			
		X	Antiguo				
DISTRIBUCIÓN		DEFORMACIONES DEL TERRENO			COBERTURA VEGETAL		
	Retrogresivo	Modo		Severidad			Pastizales
	Progresivo				Leve		Bosque/Selva
X	Ensanchandose	X	Ondulación	X	Media	X	Vegetación arbustiva
	Confinado		Escalonamiento		Pronunciada		Construcciones
	Enjambre		Otro		Severa		Cultivos
							Sin cobertura
MATERIAL		MORFOMETRÍA					
	Roca	GENERAL			DIMENSIONES		
X	Suelo	8.531	Diferencia de altura Corona a punta (m)		10.96	Ancho de masa desplazada Wd (m)	
X	Detritos	12.84	Longitud horizontal Corona a punta (m)		11.2	Longitud de masa desplazada Ld (m)	
ORIGEN DE LA PENDIENTE		72°	Pendiente de ladera (°)		9.596	Longitud de línea central Lcl (m)	
	Natural	81.98	Área total (m²)		12.84	Longitud total L (m)	
X	Artificial						
ORIGEN DEL SUELO		GEOLOGÍA					
	Residual	Litología	Granodiorita meteorizada		Formación Geológica	Granito	
	Sedimentario						
	Coluvial						
X	Volcánico	Observaciones: Talud estable cubierto por abundante vegetación.					

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Granodiorita alterada





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

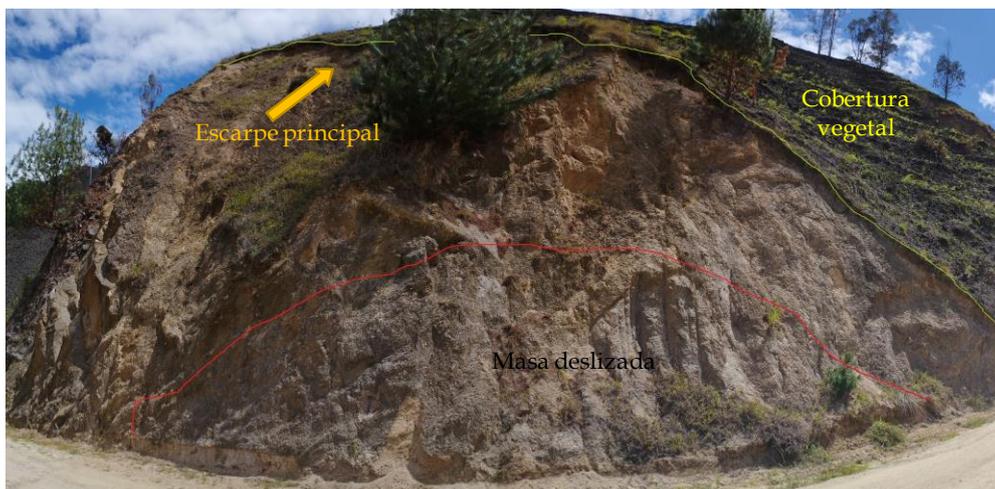
TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS

PROYECTO		DATOS GENERALES		COORDENADAS			CÓDIGO
Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.		Cantón	Loja	X	Y	Z	Dz-003
		Parroquia	Santiago	693796	9578592	2116	
		Sector	Vía Santiago - Las Juntas	DATUM: UTM (WGS 1984)			
IPOLOGÍA DE DESLIZAMIENTO		ESTADO		HUMEDAD		ESTILO	
			Activo	X	Seco	X	Único
X	Deslizamiento rotacional		Reactivado		Húmedo		Sucesivo
	Deslizamiento traslacional	X	Latente		Muy húmedo		Múltiple
	Deslizamiento compuesto		Estabilizado		Mojado		
			Relicto	Datos estructurales			
			Antiguo				
DISTRIBUCIÓN		DEFORMACIONES DEL TERRENO			COBERTURA VEGETAL		
	Retrogresivo		Modo	Severidad		X	Pastizales
X	Progresivo				Leve		Bosque/Selva
	Ensanchandose	X	Ondulación	X	Media	X	Vegetación arbustiva
	Confinado		Escalonamiento		Pronunciada		Construcciones
	Enjambre		Otro		Severa		Cultivos
							Sin cobertura
MATERIAL		MORFOMETRÍA					
	Roca	GENERAL			DIMENSIONES		
X	Suelo	12.511	Diferencia de altura Corona a punta (m)		28.6	Ancho de masa desplazada Wd (m)	
X	Detritos	15.767	Longitud horizontal Corona a punta (m)		15.5	Longitud de masa desplazada Ld (m)	
ORIGEN DE LA PENDIENTE		77°	Pendiente de ladera (°)		9.596	Longitud de línea central Lcl (m)	
	Natural	280.56	Área total (m²)		15.767	Longitud total L (m)	
X	Artificial						
ORIGEN DEL SUELO		GEOLOGÍA					
	Residual	Litología	Granodiorita de grano grueso. Altamente oxidados.		Formación Geológica	Granodiorita	
	Sedimentario						
	Coluvial						
X	Volcánico	Observaciones: Deslizamiento en la vía Santiago - Las Juntas. Masa acumulada en el centro					

REGISTRO FOTOGRÁFICO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS

PROYECTO		DATOS GENERALES		COORDENADAS			CÓDIGO
Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.		Cantón	Loja	X	Y	Z	Dz-004
		Parroquia	San Lucas	694045	9578561	2067	
		Sector	Las Juntas	DATUM: UTM (WGS 1984)			
IPOLOGÍA DE DESLIZAMIENT		ESTADO		HUMEDAD		ESTILO	
			Activo		Seco	X	Único
X	Deslizamiento rotacional		Reactivado	X	Húmedo		Sucesivo
	Deslizamiento traslacional		Latente		Muy húmedo		Múltiple
	Deslizamiento compuesto		Estabilizado		Mojado		
			Relicto	Datos estructurales			
		X	Antiguo				
DISTRIBUCIÓN		DEFORMACIONES DEL TERRENO			COBERTURA VEGETAL		
	Retrogresivo		Modo	Severidad			Pastizales
X	Progresivo				Leve		Bosque/Selva
X	Ensanchandose		Ondulación		Media	X	Vegetación arbustiva
	Confinado	X	Escalonamiento	X	Pronunciada		Construcciones
	Enjambre		Otro		Severa		Cultivos
							Sin cobertura
MATERIAL		MORFOMETRÍA					
X	Roca	GENERAL			DIMENSIONES		
	Suelo	25.189	Diferencia de altura Corona a punta (m)		31.14	Ancho de masa desplazada Wd (m)	
	Detritos	32.179	Longitud horizontal Corona a punta (m)		30.8	Longitud de masa desplazada Ld (m)	
ORIGEN DE LA PENDIENTE		72°	Pendiente de ladera (°)		20,025	Longitud de línea central Lcl (m)	
	Natural	390.54	Área total (m²)		32.179	Longitud total L (m)	
X	Artificial						
ORIGEN DEL SUELO		GEOLOGÍA					
	Residual	Litología	Granito de alteración media, grano medio rosado		Formación Geológica	Granodiorita.	
	Sedimentario						
	Coluvial	Observaciones: Talud estable					
X	Volcánico						

REGISTRO FOTOGRÁFICO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS

PROYECTO		DATOS GENERALES		COORDENADAS			CÓDIGO
Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.		Cantón	Loja	X	Y	Z	Dz-005
		Parroquia	San Lucas	694081	9578844	2039	
		Sector	Las Juntas	DATUM: UTM (WGS 1984)			
IPOLOGÍA DE DESLIZAMIENTOS		ESTADO		HUMEDAD		ESTILO	
		X	Activo		Seco	X	Único
	Deslizamiento rotacional		Reactivado		Húmedo		Sucesivo
X	Deslizamiento traslacional		Latente	X	Muy húmedo		Múltiple
	Deslizamiento compuesto		Estabilizado		Mojado		
			Relicto	Datos estructurales			
			Antiguo				
DISTRIBUCIÓN		DEFORMACIONES DEL TERRENO			COBERTURA VEGETAL		
	Retrogresivo		Modo	Severidad			Pastizales
X	Progresivo				Leve	X	Bosque/Selva
	Ensanchandose	X	Ondulación	X	Media		Vegetación arbustiva
	Confinado		Escalonamiento		Pronunciada		Construcciones
	Enjambre		Otro		Severa		Cultivos
							Sin cobertura
MATERIAL		MORFOMETRÍA					
X	Roca	GENERAL			DIMENSIONES		
X	Suelo	35.098	Diferencia de altura Corona a punta (m)		35.29	Ancho de masa desplazada Wd (m)	
	Detritos	40.409	Longitud horizontal Corona a punta (m)		40.26	Longitud de masa desplazada Ld (m)	
ORIGEN DE LA PENDIENTE		60°	Pendiente de ladera (°)		20.025	Longitud de línea central Lcl (m)	
X	Natural	860.79	Área total (m²)		40.409	Longitud total L (m)	
	Artificial						
ORIGEN DEL SUELO		GEOLOGÍA					
	Residual	Litología	Granodiorita		Formación Geológica	Granodiorita.	
	Sedimentario						
	Coluvial	Observaciones: Ubicado al otro lado del río San Lucas, cerca de una vivienda.					
X	Volcánico						
REGISTRO FOTOGRÁFICO							





FICHA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS

PROYECTO		DATOS GENERALES		COORDENADAS			CÓDIGO
Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.		Cantón	Loja	X	Y	Z	Dz-006
		Parroquia	San Lucas	694518	9580600	2085	
		Sector	Bellavista bajo	DATUM: UTM (WGS 1984)			
IPOLOGÍA DE DESLIZAMIENT		ESTADO		HUMEDAD		ESTILO	
		X	Activo		Seco		Único
	Deslizamiento rotacional		Reactivado	X	Húmedo		Sucesivo
X	Deslizamiento traslacional		Latente		Muy húmedo		Múltiple
	Deslizamiento compuesto		Estabilizado		Mojado		
			Relicto	Datos estructurales			
			Antiguo				
DISTRIBUCIÓN		DEFORMACIONES DEL TERRENO			COBERTURA VEGETAL		
	Retrogresivo	Modo		Severidad			Pastizales
	Progresivo				Leve		Bosque/Selva
	Ensanchandose		Ondulación		Media		Vegetación arbustiva
	Confinado		Escalonamiento		Pronunciada		Construcciones
	Enjambre		Otro		Severa		Cultivos
							Sin cobertura
MATERIAL		MORFOMETRÍA					
X	Roca	GENERAL			DIMENSIONES		
X	Suelo	23.246	Diferencia de altura Corona a punta (m)		20.53	Ancho de masa desplazada Wd (m)	
	Detritos	34.929	Longitud horizontal Corona a punta (m)		33.7	Longitud de masa desplazada Ld (m)	
ORIGEN DE LA PENDIENTE		42°	Pendiente de ladera (°)		26.07	Longitud de línea central Lcl (m)	
	Natural	382.54	Área total (m²)		34.929	Longitud total L (m)	
	Artificial						
ORIGEN DEL SUELO		GEOLOGÍA					
	Residual	Litología	Granodiorita meteorizada		Formación Geológica	Granodiorita.	
	Sedimentario						
	Coluvial	Observaciones: Masa desplazada acumulada en la base.					
	Volcánico						

REGISTRO FOTOGRÁFICO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS

PROYECTO		DATOS GENERALES		COORDENADAS			CÓDIGO
Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.		Cantón	Loja	X	Y	Z	Dz-007
		Parroquia	San Lucas	694461	9581147	2104	
		Sector	Bellavista bajo	DATUM: UTM (WGS 1984)			
IPOLOGÍA DE DESLIZAMIENT		ESTADO		HUMEDAD		ESTILO	
			Activo		Seco	X	Único
	Deslizamiento rotacional		Reactivado	X	Húmedo		Sucesivo
X	Deslizamiento traslacional		Latente		Muy húmedo		Múltiple
	Deslizamiento compuesto		Estabilizado		Mojado		
		X	Relicto	Datos estructurales			
			Antiguo				
DISTRIBUCIÓN		DEFORMACIONES DEL TERRENO			COBERTURA VEGETAL		
	Retrogresivo	Modo		Severidad		X	Pastizales
X	Progresivo				Leve		Bosque/Selva
	Ensanchandose	X	Ondulación		Media	X	Vegetación arbustiva
	Confinado		Escalonamiento		Pronunciada		Construcciones
	Enjambre		Otro		Severa		Cultivos
							Sin cobertura
MATERIAL		MORFOMETRÍA					
	Roca	GENERAL			DIMENSIONES		
	Suelo	8.8	Diferencia de altura Corona a punta (m)		19.39	Ancho de masa desplazada Wd (m)	
	Detritos	10.269	Longitud horizontal Corona a punta (m)		10.05	Longitud de masa desplazada Ld (m)	
ORIGEN DE LA PENDIENTE		59°	Pendiente de ladera (°)		5.292	Longitud de línea central Lcl (m)	
	Natural	69.02	Área total (m²)		10.269	Longitud total L (m)	
	Artificial						
ORIGEN DEL SUELO		GEOLOGÍA					
	Residual	Litología	Granodiorita alterada		Formación Geológica	Granodiorita.	
	Sedimentario						
	Coluvial	Observaciones: Árbol inclinado en masa acumulada					
	Volcánico						

REGISTRO FOTOGRÁFICO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS

PROYECTO		DATOS GENERALES		COORDENADAS			CÓDIGO
Levantamiento geológico - estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas - Santiago, cantón y provincia de Loja.		Cantón	Loja	X	Y	Z	Dz-008
		Parroquia	San Lucas	694383	9581547	2114	
		Sector	Gualán	DATUM: UTM (WGS 1984)			
IPOLOGÍA DE DESLIZAMIENTO		ESTADO		HUMEDAD		ESTILO	
			Activo		Seco	X	Único
	Deslizamiento rotacional		Reactivado	X	Húmedo		Sucesivo
X	Deslizamiento traslacional		Latente		Muy húmedo		Múltiple
	Deslizamiento compuesto		Estabilizado		Mojado		
			Relicto	Datos estructurales			
		X	Antiguo				
DISTRIBUCIÓN		DEFORMACIONES DEL TERRENO			COBERTURA VEGETAL		
	Retrogresivo	Modo		Severidad			Pastizales
X	Progresivo				Leve	X	Bosque/Selva
X	Ensanchandose	X	Ondulación		Media	X	Vegetación arbustiva
	Confinado		Escalonamiento	X	Pronunciada		Construcciones
	Enjambre		Otro		Severa		Cultivos
							Sin cobertura
MATERIAL		MORFOMETRÍA					
X	Roca	GENERAL			DIMENSIONES		
	Suelo	25.394	Diferencia de altura Corona a punta (m)		28.5	Ancho de masa desplazada Wd (m)	
	Detritos	33.411	Longitud horizontal Corona a punta (m)		33.2	Longitud de masa desplazada Ld (m)	
ORIGEN DE LA PENDIENTE		83°	Pendiente de ladera (°)		21.712	Longitud de línea central Lcl (m)	
	Natural	539.73	Área total (m²)		33.411	Longitud total L (m)	
	Artificial						
ORIGEN DEL SUELO		GEOLOGÍA					
	Residual	Litología	Granodiorita		Formación Geológica	Granodiorita.	
	Sedimentario						
	Coluvial	Observaciones: Estable. Masa deslizada en la base.					
X	Volcánico						

REGISTRO FOTOGRÁFICO





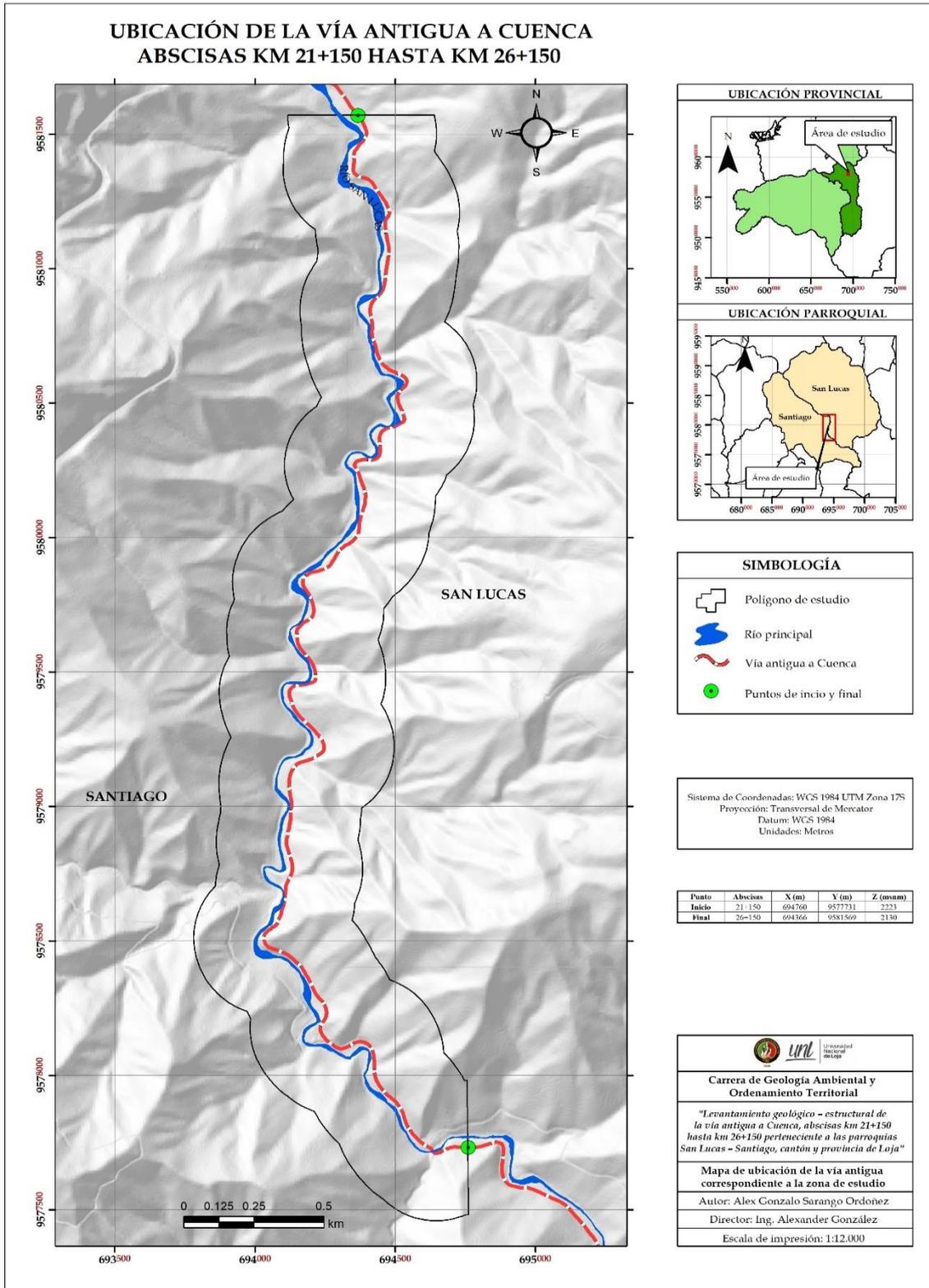
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 6. Mapa de ubicación del área de estudio.





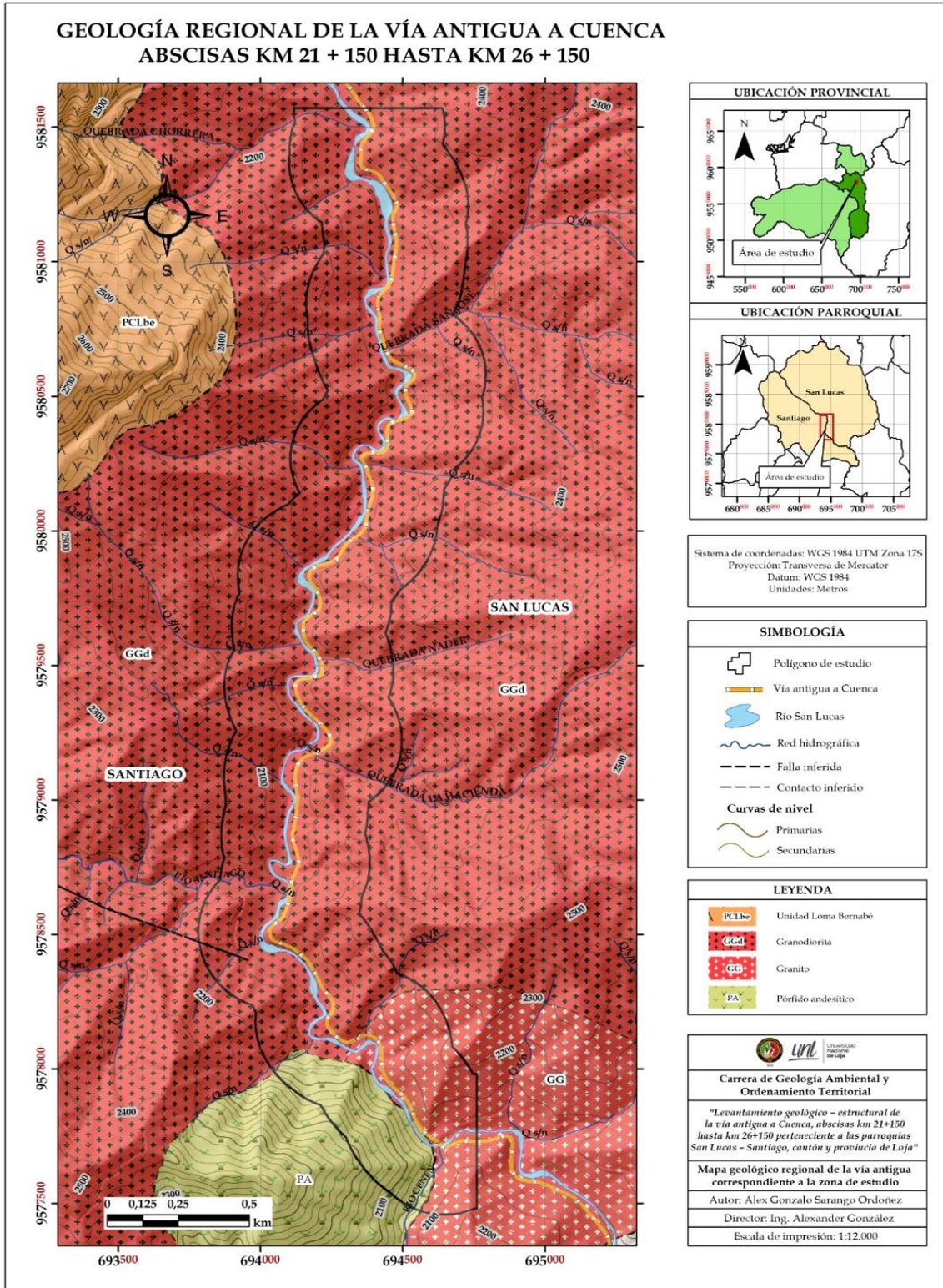
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 7. Mapa de geología regional del área de estudio.





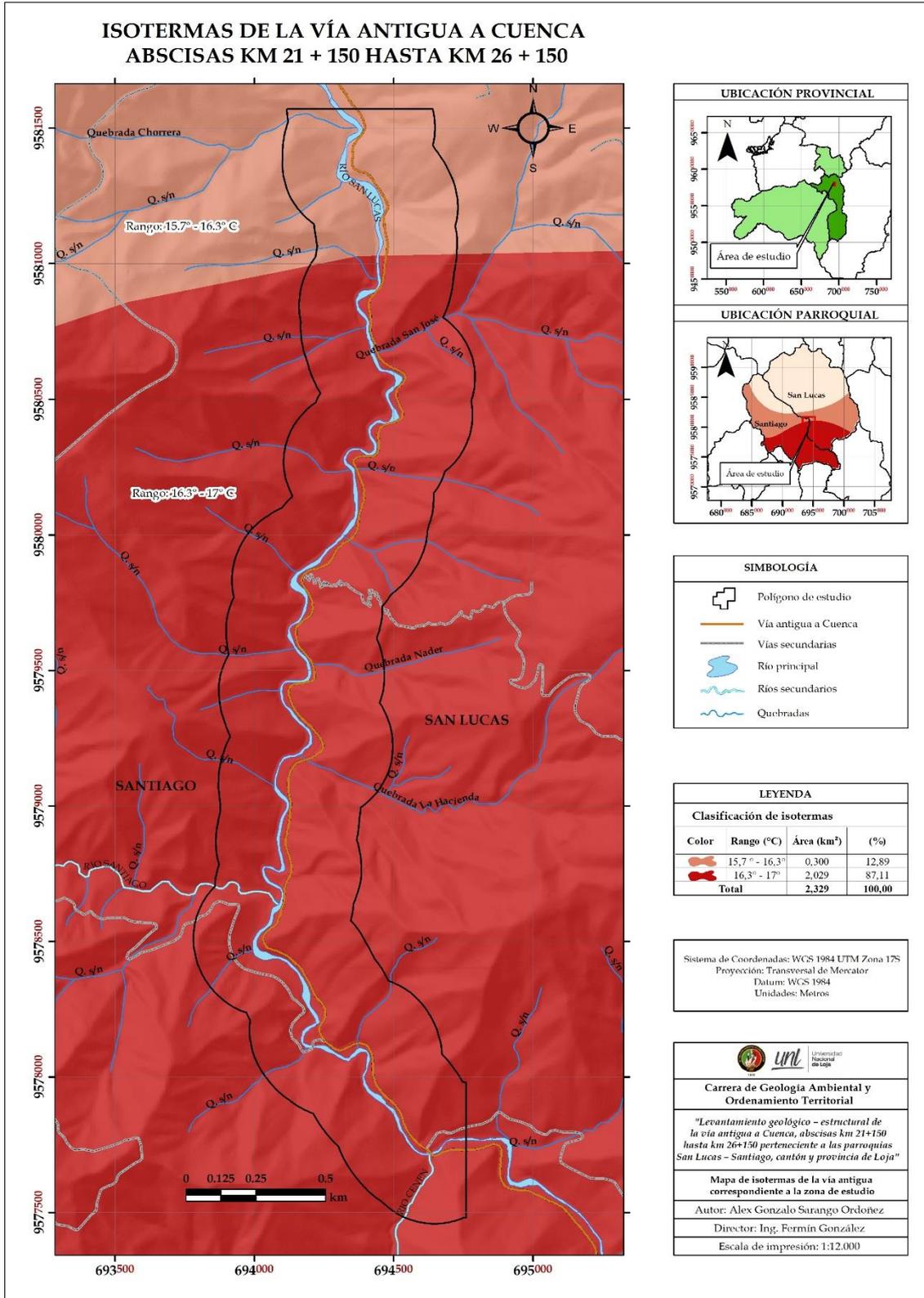
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 8. Mapa de isotermas del área de estudio.





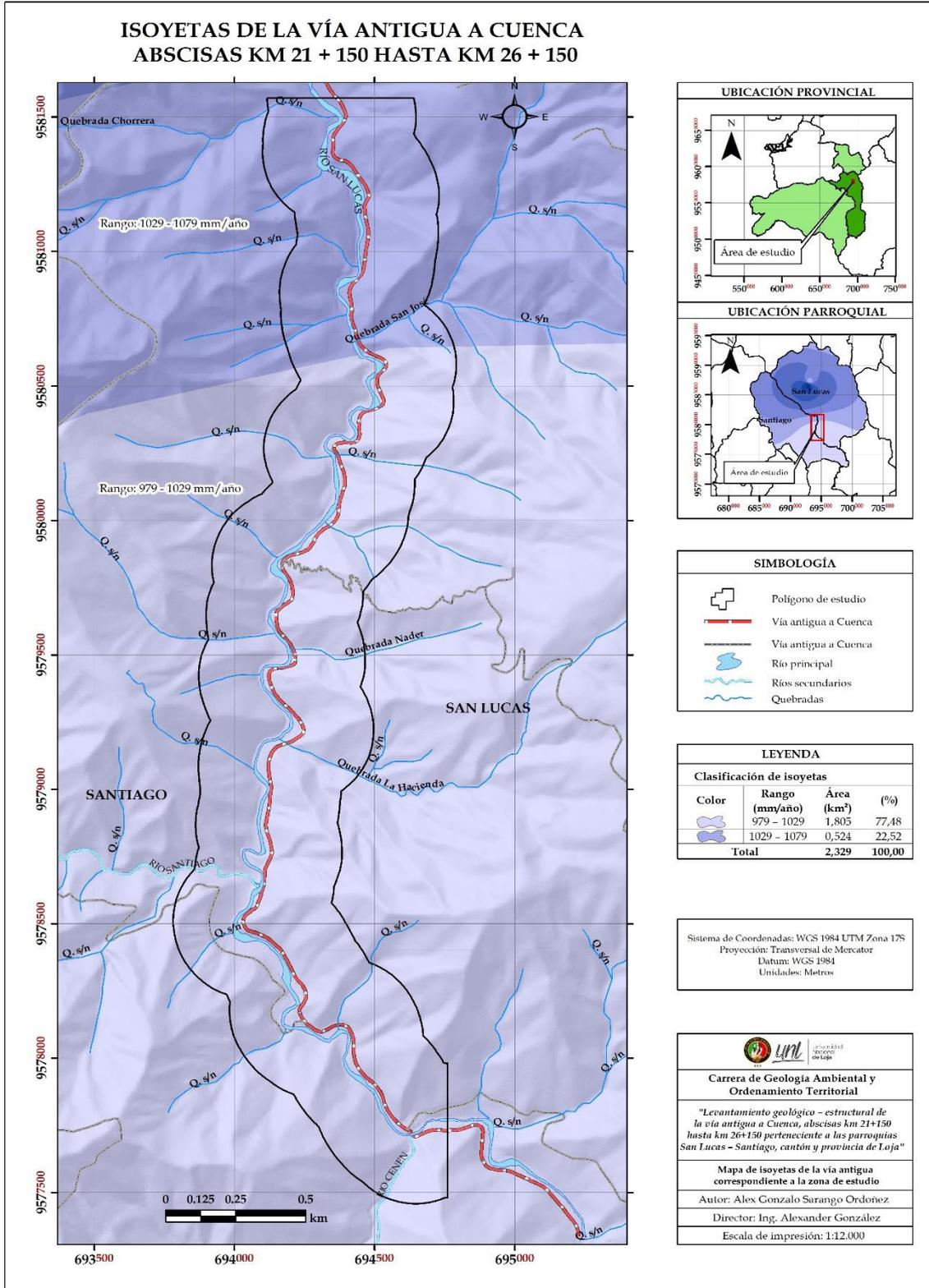
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 9. Mapa de isoyetas del área de estudio.





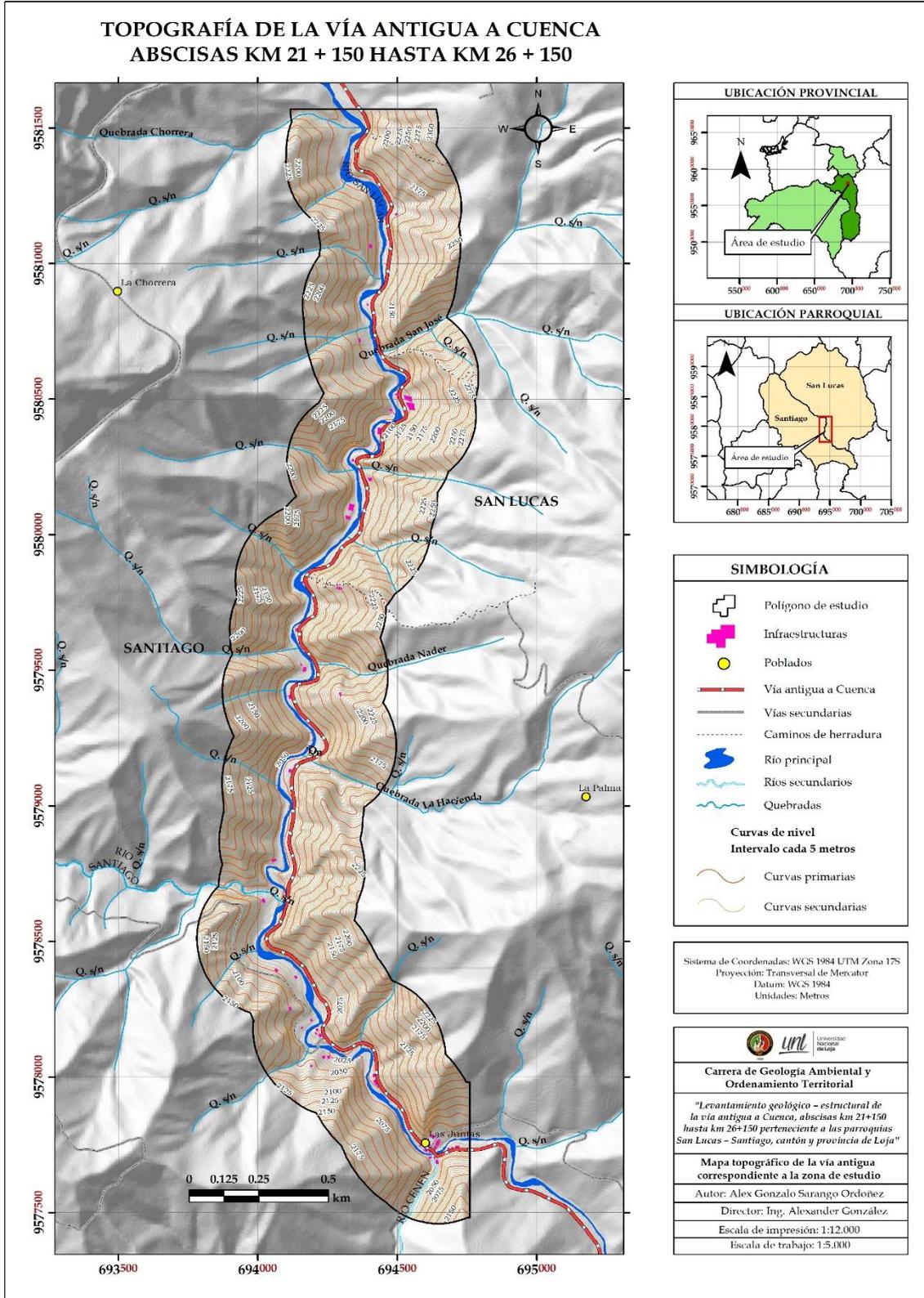
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 10. Mapa topográfico del área de estudio.





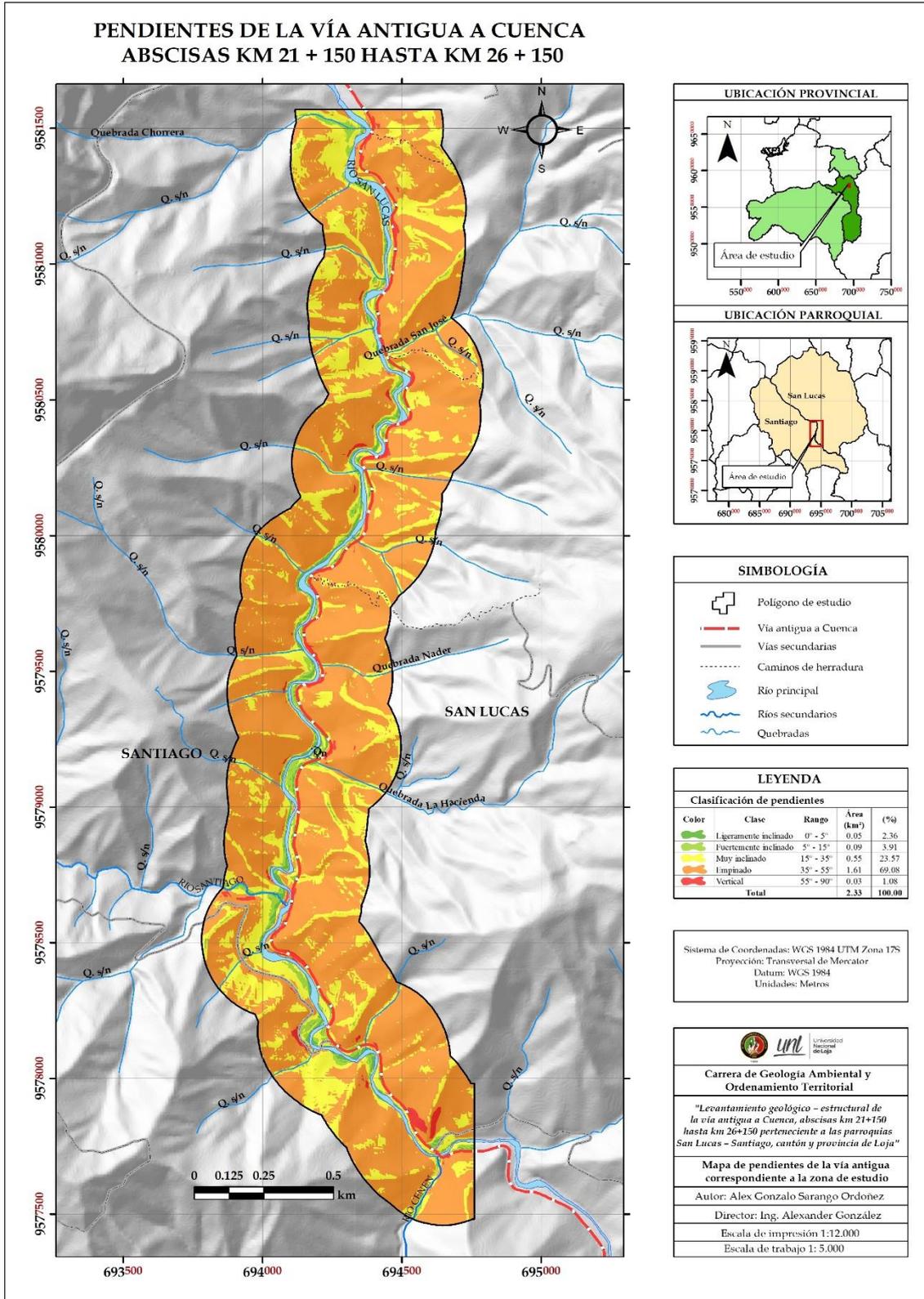
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 11. Mapa de pendientes del área de estudio.





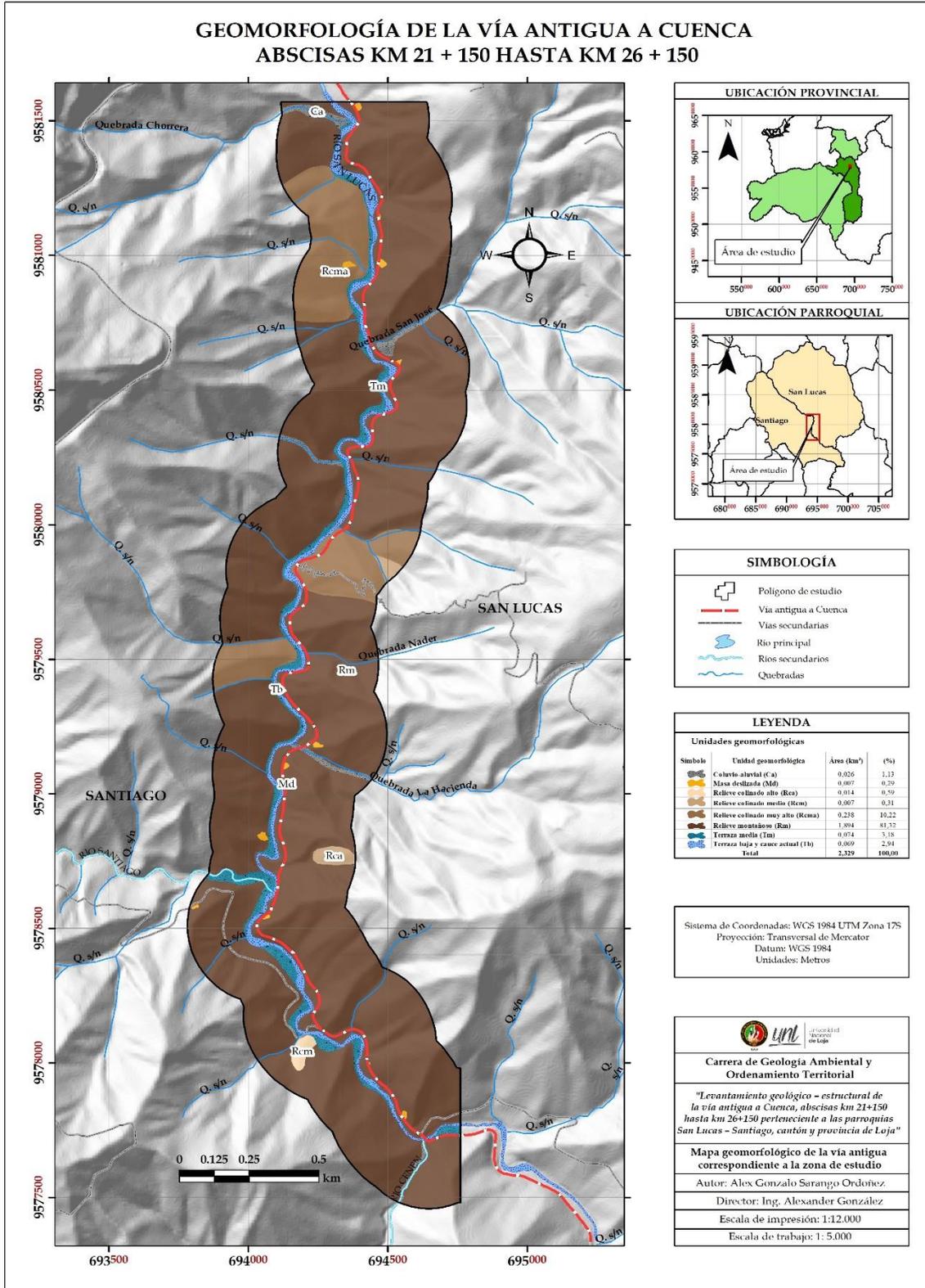
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 12. Mapa de geomorfología del área de estudio.





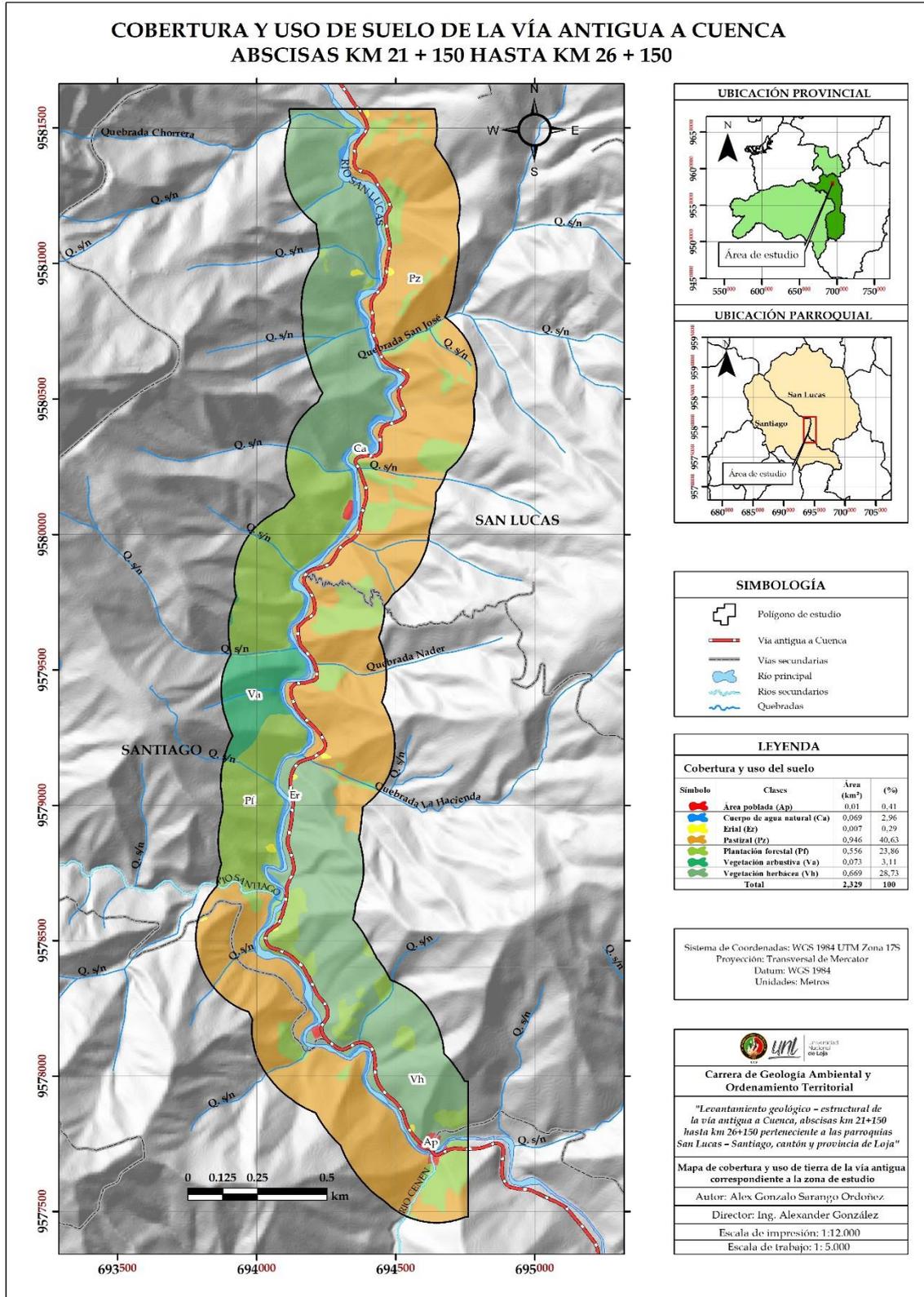
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 13. Mapa de cobertura y uso del suelo.





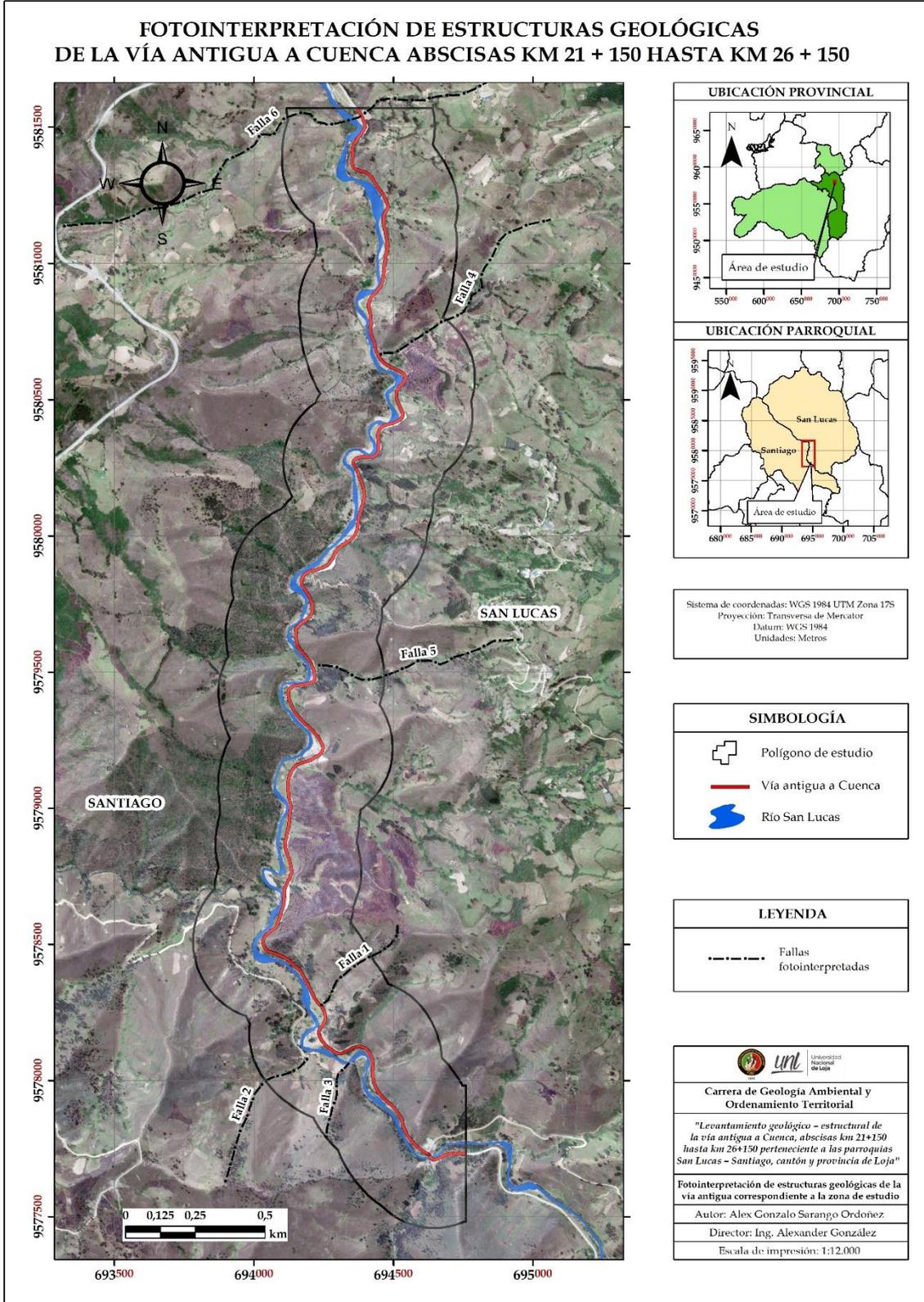
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 14. Mapa de fotointerpretación de estructuras del área de estudio.





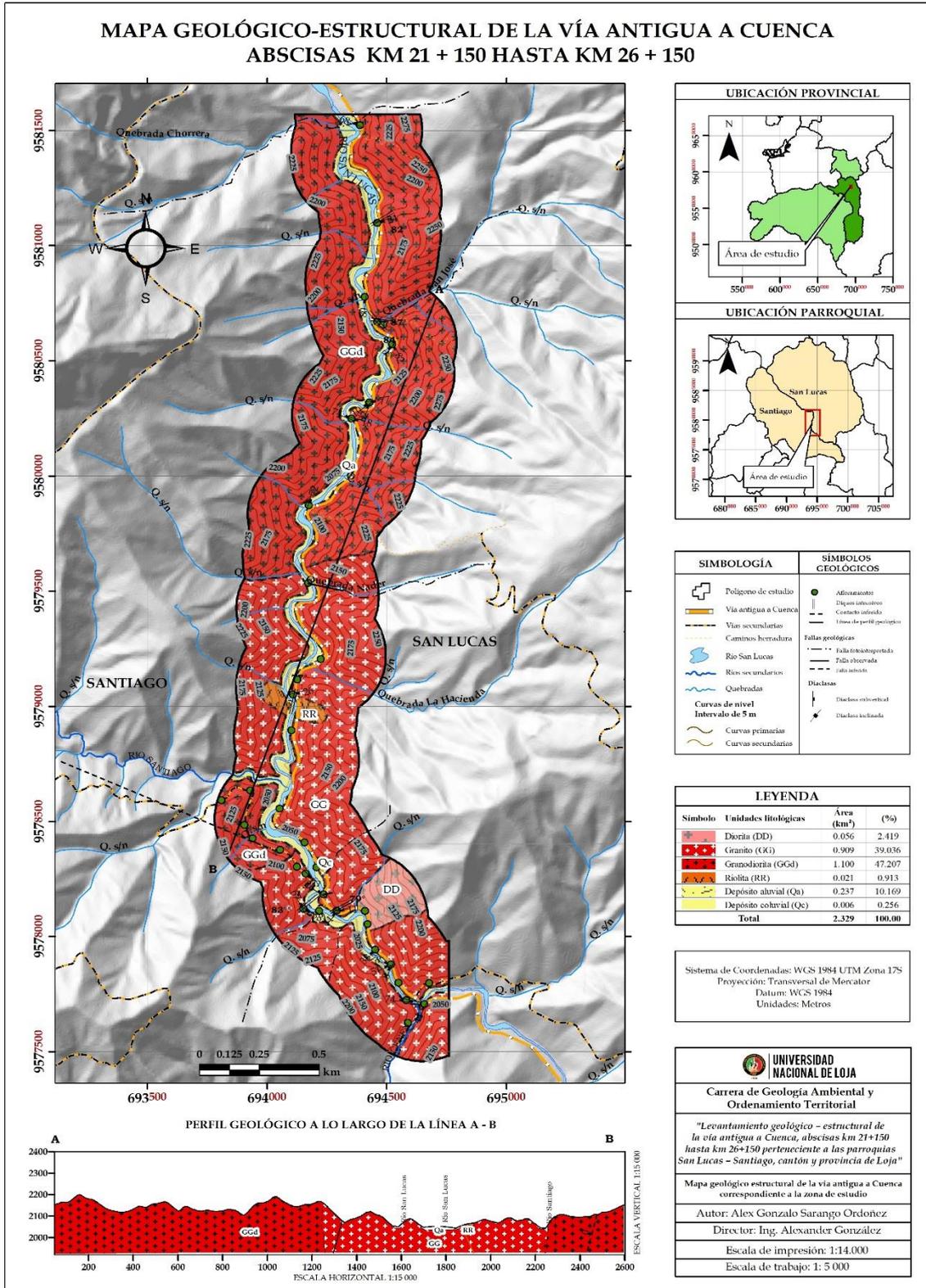
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 15. Mapa geológico-estructural del área de estudio.





Anexo 16. Fichas de descripción petrográfica macroscópica de muestras de rocas.

FICHA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA			
Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja			
<i>Nº Ficha</i>	1	<i>Cantón</i>	Loja
<i>Nº Afloramiento</i>	AF-017	<i>Parroquia</i>	San Lucas
<i>Código muestra</i>	MR-005	<i>Sector</i>	Las Juntas
<i>COORDENADAS UTM (Datum WGS1984)</i>	X: 694225	Y: 9579205	Z: 2066
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		FOTOGRAFÍA	
<i>Color</i>	Grisáceo claro		
<i>Textura</i>	Fanerítica		
<i>Estructura</i>	Masiva		
<i>Tamaño de grano</i>	Medio a grueso		
<i>Forma de granos</i>	Euhedrales		
<i>Fenocristales (%)</i>	Ninguno		
<i>Matriz(%)</i>	Ninguno		
<i>Grado de meteorización</i>	Bajo		
COMPOSICIÓN MINERAL			
<i>Minerales principales (%)</i>	Cuarzo (30%)	Feldespatos (40%)	Plagioclasas (5%)
<i>Minerales accesorios (%)</i>	Anfiboles (10%)	Biotita (10%)	Moscovita (5%)
<i>Nombre de la Roca</i>	Granito blanco a grisáceo		
<i>Observaciones</i>	Roca sana		

FICHA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA			
Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja			
<i>Nº Ficha</i>	2	<i>Cantón</i>	Loja
<i>Nº Afloramiento</i>	AF-026	<i>Parroquia</i>	San Lucas
<i>Código muestra</i>	MR-011	<i>Sector</i>	Las Juntas
<i>COORDENADAS UTM (Datum WGS1984)</i>	X: 694153	Y: 9578120	Z: 2047
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		FOTOGRAFÍA	
<i>Color</i>	Rosado		
<i>Textura</i>	Fanerítica		
<i>Estructura</i>	Masiva		
<i>Tamaño de grano</i>	Medio a grueso		
<i>Forma de granos</i>	Euhedrales		
<i>Fenocristales (%)</i>	Ninguno		
<i>Matriz(%)</i>	Ninguno		
<i>Grado de meteorización</i>	Medio		
COMPOSICIÓN MINERAL			
<i>Minerales principales (%)</i>	Cuarzo (30%)	Ortoclasa (45%)	Plagioclasas (5%)
<i>Minerales accesorios (%)</i>	Anfiboles (5%)	Moscovita (10%)	Biotita (5%)
<i>Nombre de la Roca</i>	Granito rosado		
<i>Observaciones</i>	Roca semialterada con oxidación superficial		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA			
Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja			
<i>Nº Ficha</i>	3	<i>Cantón</i>	Loja
<i>Nº Afloramiento</i>	AF-024	<i>Parroquia</i>	San Lucas
<i>Código muestra</i>	MR-022	<i>Sector</i>	Gualán
<i>COORDENADAS UTM (Datum WGS1984)</i>	X: 694388	Y: 9581523	Z: 2128
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		FOTOGRAFÍA	
<i>Color</i>	Grisáceo claro		
<i>Textura</i>	Fanerítica		
<i>Estructura</i>	Masiva		
<i>Tamaño de grano</i>	Medio a grueso		
<i>Forma de granos</i>	Euhedrales		
<i>Fenocristales (%)</i>	Ninguno		
<i>Matriz(%)</i>	Ninguno		
<i>Grado de meteorización</i>	Medio		
COMPOSICIÓN MINERAL			
<i>Minerales principales (%)</i>	Cuarzo (20%)	Feldespatos (15%)	Plagioclasa (40%)
<i>Minerales accesorios (%)</i>	Anfíboles (10%)	Biotita (15%)	
<i>Nombre de la Roca</i>	Granodiorita		
<i>Observaciones</i>	Presencia notable de micas biotíticas		

FICHA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA			
Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja			
<i>Nº Ficha</i>	4	<i>Cantón</i>	Loja
<i>Nº Afloramiento</i>	AF-009	<i>Parroquia</i>	San Lucas
<i>Código muestra</i>	MR-017	<i>Sector</i>	Las Juntas
<i>COORDENADAS UTM (Datum WGS1984)</i>	X: 694410	Y: 9578111	Z: 2043
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		FOTOGRAFÍA	
<i>Color</i>	Grisáceo		
<i>Textura</i>	Fanerítica		
<i>Estructura</i>	Masiva		
<i>Tamaño de grano</i>	Grueso		
<i>Forma de granos</i>	Euhedrales		
<i>Fenocristales (%)</i>	Ninguno		
<i>Matriz(%)</i>	Ninguno		
<i>Grado de meteorización</i>	Bajo		
COMPOSICIÓN MINERAL			
<i>Minerales principales (%)</i>	Anfíboles (15%)	Feldespatos (15%)	Plagioclasa (55%)
<i>Minerales accesorios (%)</i>	Biotita (5%)	Piroxeno (5%)	Cuarzo (5%)
<i>Nombre de la Roca</i>	Diorita		
<i>Observaciones</i>	Roca sana tomada en un talud rocoso		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

FICHA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA			
Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja			
<i>Nº Ficha</i>	5	<i>Cantón</i>	Loja
<i>Nº Afloramiento</i>	AF-10	<i>Parroquia</i>	San Lucas
<i>Código muestra</i>	MR-018	<i>Sector</i>	Las Juntas
<i>COORDENADAS UTM (Datum WGS1984)</i>	X: 694291	Y: 9578112	Z: 2040
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		FOTOGRAFÍA	
<i>Color</i>	Gris oscuro		
<i>Textura</i>	Afanítica		
<i>Estructura</i>	Masiva		
<i>Tamaño de grano</i>	Fino		
<i>Forma de granos</i>	Subhedrales		
<i>Fenocristales (%)</i>	Ninguno		
<i>Matriz(%)</i>	Ninguno		
<i>Grado de meteorización</i>	Medio		
COMPOSICIÓN MINERAL			
<i>Minerales principales (%)</i>	Anfíboles (15%)	Feldespatos (15%)	Plagioclasa (55%)
<i>Minerales accesorios (%)</i>	Biotita (10%)	Cuarzo (5 %)	
<i>Nombre de la Roca</i>	Andesita		
<i>Observaciones</i>	Muestra de roca tomada en un dique subvertical		

FICHA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA			
Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja			
<i>Nº Ficha</i>	6	<i>Cantón</i>	Loja
<i>Nº Afloramiento</i>	AF-015	<i>Parroquia</i>	San Lucas
<i>Código muestra</i>	MR-020	<i>Sector</i>	Las Juntas
<i>COORDENADAS UTM (Datum WGS1984)</i>	X: 694108	Y: 9579050	Z: 2068
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		FOTOGRAFÍA	
<i>Color</i>	Gris claro		
<i>Textura</i>	Afanítica		
<i>Estructura</i>	Masiva		
<i>Tamaño de grano</i>	Fino		
<i>Forma de granos</i>	Subhedrales		
<i>Fenocristales (%)</i>	Ninguno		
<i>Matriz(%)</i>	Ninguno		
<i>Grado de meteorización</i>	Medio		
COMPOSICIÓN MINERAL			
<i>Minerales principales (%)</i>	Cuarzo (25%)	Feldespatos (40%)	Plagioclasas (20%)
<i>Minerales accesorios (%)</i>	Anfíboles (10%)	Biotita (5%)	
<i>Nombre de la Roca</i>	Riolita		
<i>Observaciones</i>	Muestra semialterada con presencia de pirolusitas superficiales		

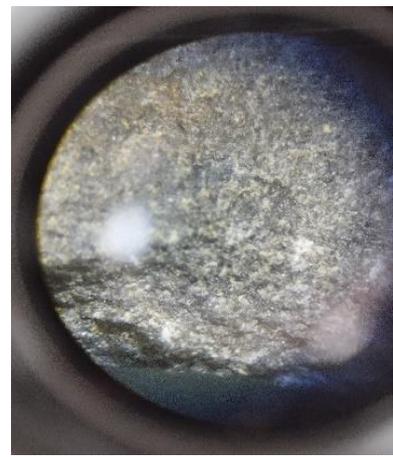
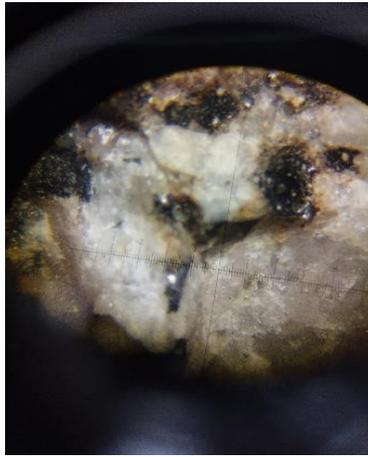


UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO - RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

Anexo 17. Análisis petrográfico macroscópico de rocas en el laboratorio de petrografía.





Anexo 18. Certificación de traducción del Resumen.

CERTIFICADO

Loja, 20 de marzo del 2024

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, la misma que se realizó en base a los documentos originales entregados por el autor, el Señor **ALEX GONZALO SARANGO ORDOÑEZ**, con cédula de identidad Nro. **1105981946**, con el tema denominado "Levantamiento geológico – estructural de la vía antigua a Cuenca, abscisas km 21+150 hasta km 26+150 perteneciente a las parroquias San Lucas – Santiago, cantón y provincia de Loja".

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

Atentamente,



LILIBETH JOHANA
BRAVO FAJARDO

Ing. Lilibeth Bravo Fajardo

C.I: 2100510854



lilibeth.fajardo@gmail.com
Cell: 098 806 3108