



Universidad  
Nacional  
de Loja

## **Universidad Nacional de Loja**

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

#### **Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**

#### **Estudio geológico estructural a escala 1:25000 de la parroquia Cruzpamba, cantón Celica, provincia de Loja**

**Trabajo de Titulación, previo a la  
obtención del título de Ingeniera en  
Geología Ambiental y Ordenamiento  
territorial.**

#### **AUTORA:**

Josselyn Nicole Rodríguez Chamba

#### **DIRECTOR:**

Ing. Walter Simón Tambo Encalada Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2024

## Certificación

Loja, 04 de septiembre de 2023

Ing. Walter Simón Tambo Encalada Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Estudio geológico estructural a escala 1:25000 de la parroquia Cruzpamba, cantón Celica, provincia de Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, de la autoría de la estudiante **Josselyn Nicole Rodríguez Chamba** con **cedula de identidad Nro. 1150061057**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:  
**WALTER SIMON TAMBO  
ENCALADA**

Ing. Walter Simón Tambo Encalada Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **Autoría**

Yo, **Josselyn Nicole Rodríguez Chamba**, declaro ser autora 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:** 1150061057

**Fecha:** 03 de enero de 2024

**Correo electrónico:** josselyn.rodriguez@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0982707193

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

Yo, **Josselyn Nicole Rodríguez Chamba**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Estudio geológico estructural a escala 1:25000 de la parroquia Cruzpamba, cantón Celica, provincia de Loja**, como requisito para obtener el título de **Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, autorizó al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el repositorio institucional, en las redes de información del país y del exterior de las cuales tengan convenio La Universidad.

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

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

**Firma:**



**Autora:** Josselyn Nicole Rodríguez Chamba

**Cédula de identidad:** 1150061057

**Dirección:** Loja (Cdla Los Cipres)

**Correo electrónico:** josselyn.rodriguez@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0982707193

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Titulación:** Ing. Walter Simón Tambo Encalada, Mg. Sc

## **Dedicatoria**

El presente Trabajo de Titulación está dedicado a Dios, quien con su inmensa bondad y misericordia me ha dado la fuerza y dedicación para culminar una meta más en mi vida.

A mis padres y hermanas por ser el refugio y motor que me ha impulsado a conseguir mis sueños, por ser ese ejemplo de superación y fortaleza. Quienes han sembrado en mi valores y principios que me han permitido ser perseverante con mis sueños

A mis amigos y compañeros que en el andar de la vida nos hemos conocido y construido una amistad llena de vivencias y experiencias. Gracias por los aprendizajes y momentos que juntos hemos compartido, tienen un lugar en mi corazón.

*J. Nicole Rodríguez Chamba*

## **Agradecimiento**

A la Universidad Nacional de Loja, por ser la institución que me abrió las puertas para formarme académicamente.

A mi Director de Trabajo de Titulación Ing. Walter Tambo, Mg. Sc., por la guía y tiempo brindado para culminar con éxito el presente trabajo

Gracias a mis padres Vicente y Clara por su apoyo incondicional y ser mi mayor inspiración para conseguir lo que me proponga

A mis hermanas Yumabel y Anahy, por ser la mejor compañía en los buenos y malos momentos.

A Dennis, por ser esa persona que me brindo su apoyando incondicional.

Finalmente agradezco a todos quienes estuvieron directa e indirectamente involucrados en mi crecimiento y formación tanto académica como personal.

*J. Nicole Rodríguez Chamba*

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenido</b> .....	<b>vii</b>
Índice de figuras.....	x
Índice de tablas.....	xi
Índice de anexos.....	xii
<b>1. Título.</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen.</b> .....	<b>2</b>
<b>Abstract.</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Introducción.</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico.</b> .....	<b>6</b>
<b>4.1. Geología</b> .....	<b>6</b>
4.1.1. Ciclo geológico .....	6
4.1.2. Rocas .....	7
4.1.2.1. Rocas ígneas. ....	7
4.1.2.2. Rocas metamórficas. ....	9
4.1.2.3. Rocas Sedimentarias. ....	10
<b>4.2. Estratigrafía</b> .....	<b>11</b>
4.2.1. Fundamentos de la estratigrafía .....	12
4.2.2. Columnas estratigráficas .....	12
4.2.3. Geometría de los estratos .....	13

<b>4.3. Mineralogía</b> -----	<b>13</b>
4.3.1. Mineral -----	14
<b>4.4. Petrografía</b> -----	<b>14</b>
4.4.1. Estudio microscópico-----	15
<b>4.5. Geología estructural</b> -----	<b>15</b>
4.5.1. Tipos de esfuerzos -----	15
4.5.2. Estructuras primarias -----	16
4.5.3. Estructuras secundarias -----	16
4.5.3.1. Pliegues. -----	17
4.5.3.2. Fallas. -----	18
4.5.3.3. Diaclasas.-----	19
4.5.3.4. Discordancias.-----	20
<b>4.6. Mapeo geológico</b> -----	<b>20</b>
4.6.1. Tipos de mapeo geológico-----	20
4.6.2. Cortes geológicos -----	21
<b>5. Metodología</b> -----	<b>22</b>
<b>5.1. Descripción general del área de estudio</b> -----	<b>22</b>
5.1.1. Ubicación-----	22
5.1.2. Acceso -----	23
<b>5.2. Descripción física del sector</b> -----	<b>24</b>
5.2.1. Hidrografía-----	24
5.2.2 Geomorfología -----	25
5.2.3. Pendientes -----	26
5.2.4. Clima y vegetación -----	27
5.2.5. Geología regional -----	28
<b>5.3. Materiales</b> -----	<b>30</b>
<b>5.4. Procesamiento</b> -----	<b>30</b>
5.4.1. Metodología para el primer objetivo-----	31
5.4.2. Metodología para el segundo objetivo -----	33



5.4.3. Metodología para el tercer objetivo .....	33
<b>6. Resultados. ....</b>	<b>35</b>
<b>6.1. Resultados del primer objetivo .....</b>	<b>35</b>
6.1.1. Geología local. ....	35
6.1.1.1. Depósitos Cuaternarios.....	44
6.1.2. Estratigrafía.....	46
<b>6.2. Resultados del segundo objetivo.....</b>	<b>47</b>
6.2.1. Estructuras. ....	47
<b>6.3. Resultados del tercer objetivo.....</b>	<b>51</b>
<b>7. Discusión. ....</b>	<b>54</b>
<b>8. Conclusiones. ....</b>	<b>56</b>
<b>9. Recomendaciones. ....</b>	<b>57</b>
<b>10. Bibliografía. ....</b>	<b>58</b>
<b>11. Anexos. ....</b>	<b>62</b>

**Índice de tablas:**

<b>Tabla 1.</b> Mecanismos en el enfriamiento de la roca .....	9
<b>Tabla 2.</b> Coordenadas de ubicación de la parroquia en estudio.....	23
<b>Tabla 3.</b> Clases de pendientes encontradas en la zona de estudio .....	27
<b>Tabla 4.</b> Materiales empleados para el desarrollo del trabajo .....	30

## Índice de Figuras:

<b>Figura 1.</b> El ciclo de las rocas.....	7
<b>Figura 2.</b> Clasificación de las rocas ígneas.....	8
<b>Figura 3.</b> Clasificación de las rocas metamórficas comunes.....	10
<b>Figura 4.</b> Clasificación de rocas sedimentarias .....	11
<b>Figura 5.</b> Tipos de esfuerzos.....	16
<b>Figura 6.</b> Partes de un pliegue .....	18
<b>Figura 7.</b> Ubicación de la parroquia Cruzpamba, cantón Celica.....	22
<b>Figura 8.</b> Acceso vía terrestre del área de estudio desde la ciudad de Quito .....	24
<b>Figura 9.</b> Acceso vía terrestre del área de estudio desde la ciudad de Loja .....	24
<b>Figura 10.</b> Hidrografía de la parroquia Cruzpamba.....	25
<b>Figura 11.</b> Geomorfología regional de la parroquia Cruzpamba.....	26
<b>Figura 12.</b> Pendientes de la parroquia Cruzpamba.....	27
<b>Figura 13.</b> Geología regional de la parroquia Cruzpamba .....	28
<b>Figura 14.</b> Afloramiento de Andesita .....	35
<b>Figura 15.</b> Afloramiento de Andesita .....	36
<b>Figura 16.</b> Afloramiento de Andesita basáltica .....	37
<b>Figura 17.</b> Afloramiento de Tobas volcánicas.....	38
<b>Figura 18.</b> Afloramiento de Tobas.....	39
<b>Figura 19.</b> Afloramiento de Tobas con bombas de andesita .....	40
<b>Figura 20.</b> Bombas de andesita.....	40
<b>Figura 21.</b> Afloramiento de Tobas con hematitas .....	41
<b>Figura 22.</b> Afloramiento de Areniscas litificadas.....	42
<b>Figura 23.</b> Afloramiento de Limolitas .....	43
<b>Figura 24.</b> Afloramiento de depósito coluvial.....	44
<b>Figura 25.</b> Depósito aluvial en el puente La merced.....	45
<b>Figura 26.</b> Columna estratigráfica del área de estudio .....	46
<b>Figura 27.</b> Afloramiento de diaclasas en limolitas .....	47
<b>Figura 28.</b> Afloramiento de diaclasas en limolitas .....	48
<b>Figura 29.</b> Afloramiento de diaclasas en roca andesita .....	49
<b>Figura 30.</b> Vetilla de cuarzo .....	50

<b>Figura 31.</b> Mapa geológico-estructural de la parroquia Cruzpamba .....	52
<b>Figura 32.</b> Corte geológico (A-A´) en sentido SW - NE de la parroquia Cruzpamba. ....	53

## **Índice de Anexos:**

<b>Anexos 1.</b>	Análisis fotointerpretivo geológico.....	62
<b>Anexos 2.</b>	Fichas descriptivas de afloramientos. ....	66
<b>Anexos 3.</b>	Fichas de muestras macroscópicas.....	67
<b>Anexos 4.</b>	Descripción de afloramientos` .....	68
<b>Anexos 5.</b>	Descripción petrográfica macroscópica .....	79
<b>Anexos 6.</b>	Puntos de muestreo .....	91
<b>Anexos 7.</b>	Puntos de control levantados en campo .....	93
<b>Anexos 8.</b>	Mapa topográfico de la parroquia Cruzpamba a escala 1:25 000 .....	94
<b>Anexos 9.</b>	Mapa hidrográfico de la parroquia Cruzpamba a escala 1:25000.....	95
<b>Anexos 10.</b>	Mapa de pendientes de la parroquia Cruzpamba a escala 1:25000.....	96
<b>Anexos 11.</b>	Mapa geomorfológico de la parroquia Cruzpamba a escala 1:25000 .....	97
<b>Anexos 12.</b>	Mapa geológico - estructural a escala 1:25 000 de la parroquia Cruzpamba....	98
<b>Anexos 13.</b>	Corte geológico .....	99
<b>Anexos 14.</b>	Certificado traducción.....	100

**1. Título.**

**Estudio geológico estructural a escala 1:25000 de la parroquia rural Cruzpamba,  
cantón Celica, provincia de Loja**

## 2. Resumen.

La parroquia Cruzpamba se localiza al Sur del Ecuador, provincia de Loja, cantón Celica, abarca una superficie de 26.79km<sup>2</sup>. Delimitada al norte por las parroquias San Juan de Pózul y Celica; al sur por las parroquias Teniente Maximiliano Rodríguez y Celica; al este por la parroquia Celica y al oeste por las parroquias San Juan de Pózul y Teniente Maximiliano Rodríguez.

El trabajo investigativo se desarrolló en tres fases: fase precampo en donde se realizó la recolección de información bibliográfica del área; fase de campo en la cual se levantó y corroboró información in situ como topografía, geología y geología estructural; fase de oficina que consistió en el procesamiento e interpretación de la información y la realización de mapas. Se realizó el levantamiento geológico – estructural de la parroquia Cruzpamba a escala 1:25.000, para la caracterización geológica se empleó análisis fotointerpretativo, el método de mapeo por contactos y se complementó con mapeo por afloramientos en un total de 64 afloramientos para una mejor corroboración de la geología presente, es así como se pudo identificar la presencia de 4 formaciones litológicas cada una de ellas con características propias de cada litología: la Formación Celica (Cretácico Inferior) constituida como el basamento de la zona de estudio abarcando la mayor cantidad de superficie con 25.51 km<sup>2</sup> conformada por tobas volcánicas, tobas con hematita, andesitas y andesitas basálticas; la Formación Ciano (Cretácico Superior) presenta una superficie de 0.45km<sup>2</sup> constituida por rocas vulcano sedimentarias de areniscas litificadas y limolitas; Depósito Aluvial (Cuaternario) con una superficie de 0.39 km<sup>2</sup> constituida por una matriz limo-arenosa con fragmentos de roca andesita; Depósito Coluvial (Cuaternario) que ocupa una superficie de 0.46 km<sup>2</sup> compuesto por materiales andesíticos angulosos.

En cuanto a las estructuras de la zona de estudio no se identificó alguna mediante análisis fotointerpretativo, sin embargo, en campo se evidenció la presencia de estructuras de deformación como son diaclasas presentes en rocas de limolita y andesita basáltica así como una vetilla de cuarzo evidenciada en roca de andesita.

***Palabras claves:** Mapeo por contactos, levantamiento geológico, geología estructural, análisis fotointerpretativo.*

## **Abstract.**

The Cruzpamba parish is located in the South of Ecuador, province of Loja, canton Celica, and covers an area of 26.79km<sup>2</sup>. Delimited to the north by the San Juan de Pózul and Celica parishes; to the south by the Teniente Maximiliano Rodríguez and Celica parishes; to the east by the Celica parish and to the west by the San Juan de Pózul and Teniente Maximiliano Rodríguez parishes.

The investigative work was developed in three phases: prefield phase where bibliographic information on the area was collected; field phase in which in situ information such as topography, geology and structural geology was collected and corroborated; office phase that consisted of the processing and interpretation of information and the creation of maps. The geological-structural survey of the Cruzpamba parish was carried out at a scale of 1:25,000. For the geological characterization, photointerpretative analysis was used, the contact mapping method was used and it was complemented with outcrop mapping in a total of 64 outcrops for better corroboration of the present geology, this is how it was possible to identify the presence of 4 lithological formations, each with characteristics specific to each lithology: the Celica Formation (Lower Cretaceous) constituted as the basement of the study area to share the largest amount of surface with 25.51 km<sup>2</sup> made up of volcanic tuffs, tuffs with hematite, andesites and basaltic andesites; The Ciano Formation (Upper Cretaceous) has an area of 0.45km<sup>2</sup> made up of sedimentary volcanic rocks of lithified sandstones and siltstones; Alluvial deposit (Quaternary) with an area of 0.39 km<sup>2</sup> consisting of a silt-sandy matrix with fragments of andesite rock; Colluvial deposit (Quaternary) that occupies an area of 0.46 km<sup>2</sup> composed of angular andesitic materials.

Regarding the structures in the study area, none were identified through photointerpretative analysis; however, in the field the presence of deformation structures is evident, such as joints present in siltstone and basaltic andesite rocks, as well as a quartz vein evident in andesite rock.

**Keywords:** *Contact mapping, geological survey, structural geology, photointerpretative analysis*



### **3. Introducción.**

Para Arellano et al. (2002), la geología estructural es la rama de la Geología que se encarga del estudio de las características estructurales de las masas rocosas que forman la corteza terrestre, de la distribución geográfica de tales características, del tiempo geológico y de las causas que las originaron.

En la Región Sur del Ecuador es escasa la información proporcionada referente a geología estructural lo que limita el conocimiento tanto litológico como estructural de un lugar en específico. La parroquia Cruzpamba, cantón Celica, provincia de Loja no presenta trabajos específicos a detalle de ninguna índole pues la única información existente es la proporcionada por el Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE) en la actualización de las cartas geológicas a escala 1:100.000 del año 2017 y la información que presenta el PDOT sobre geología estructural es básica y sencilla. Esta falta de información genera un vacío

Para llevar a cabo el presente trabajo investigativo se inició de una investigación y trabajo previo en el que se elaboró la base cartográfica y la fotointerpretación de la zona de estudio, la cual una vez en campo permitió corroborar las formaciones geológicas existentes, así como mapear y cartografiar aquellas que no se encuentran plasmadas en el mapa regional de la zona de estudio, también se pudo identificar estructuras presentes dentro del área de estudio. Se empleó el método denominado mapeo por contacto esto debido a la escala de trabajo, el cual consiste en la identificación y corroboración de contactos litológicos cabe mencionar que esta metodología empleada se complementó con mapeo de afloramientos y caracterización macroscópica de muestras de roca. A su vez la información geológica - estructural recopilada y corroborada en campo se plasmó en el mapa geológico-estructural de la parroquia Cruzpamba a escala 1:25.000 así como el corte geológico que permitió tener una mejor perspectiva de las estructuras dispuestas y las estructuras identificadas.

## **Objetivos:**

### **Objetivo general**

- Realizar el mapa geológico estructural a escala 1:25000 de la parroquia rural Cruzpamba, cantón Celica, provincia de Loja.

### **Objetivos específicos**

- Determinar las litologías y relaciones estratigráficas existentes en la zona de estudio.
- Caracterizar las estructuras geológicas presentes en la parroquia en estudio
- Elaborar el mapa geológico estructural a escala 1:25000 de la parroquia Cruzpamba, cantón Celica.

## **4. Marco teórico.**

### **4.1. Geología**

La Geología se percibe como una ciencia que se realiza en el exterior, lo cual es correcto. Una gran parte de la Geología se basa en observaciones y experimentos llevados a cabo en el campo. Pero la Geología también se realiza en el laboratorio donde, por ejemplo, el estudio de varios materiales terrestres permite comprender muchos procesos básicos (Tarbuck y Lutgens, 2005)

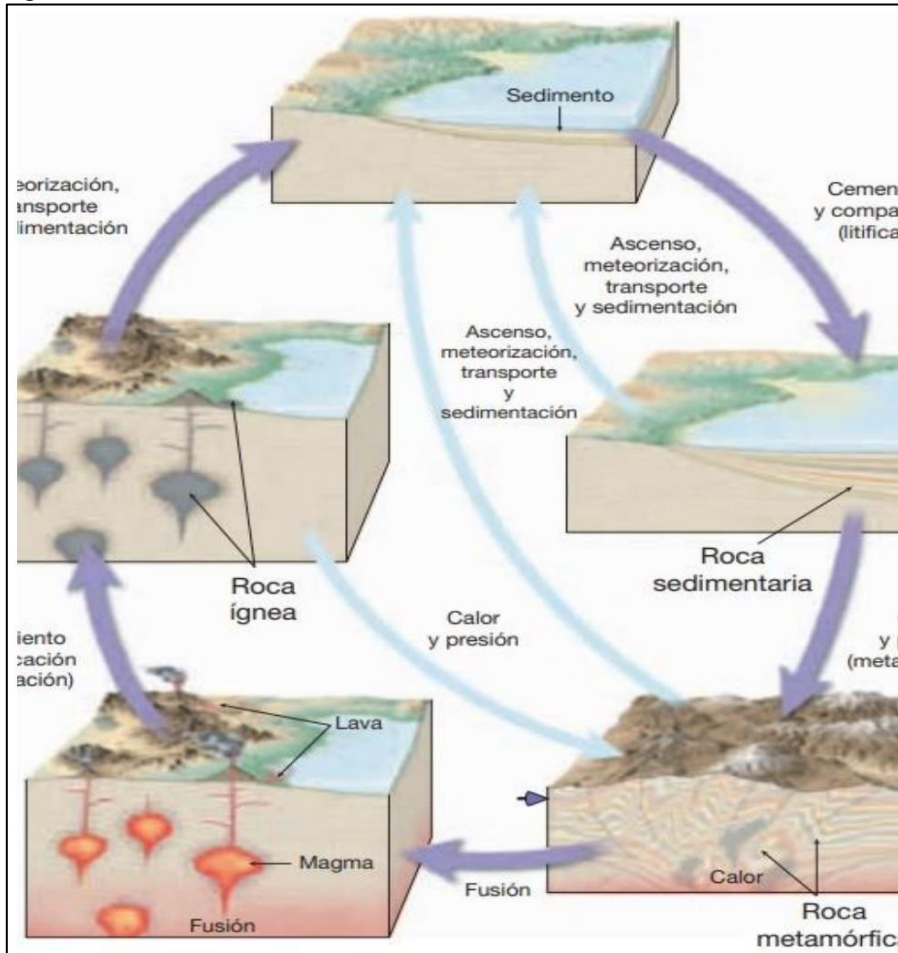
La geología término formado a partir de las palabras griegas geo y logos se define como el estudio de la tierra generalmente; se divide en dos grandes áreas geología física y geología histórica: la geología física estudia los materiales de la tierra como los minerales de las rocas, así como los procesos que se producen dentro de la tierra y en su superficie la geología histórica examina el origen de la evolución de la tierra sus continentes océanos atmósfera y la vida. (Monroe et ál, 2008)

#### ***4.1.1. Ciclo geológico***

La superficie de la Tierra está sometida a un proceso continuo cíclico de modificación permanente del relieve, que implica la transferencia de material de los continentes a los océanos. Este proceso se conoce con el nombre de ciclo geológico externo, el cual unido con el ciclo geológico interno (modificaciones en el interior de la corteza terrestre), forman el ciclo geológico. En el contexto del ciclo geológico tiene lugar la formación de los sedimentos y las rocas sedimentarias ( Tucker, 2011 )

El magma da origen a las rocas ígneas y éstas (u otras) dan origen a los sedimentos; por su parte los sedimentos consolidados dan origen a las rocas sedimentarias. Pero las rocas sedimentarias (y las ígneas) dan origen a las rocas metamórficas y éstas a su vez pueden fundirse para producir magma. El ciclo también puede interrumpirse. (Elizalde, 2010)

Figura 1. El ciclo de las rocas



Nota. Obtenido de Tarbuck y Lutgens, 2005

#### 4.1.2. Rocas

De acuerdo a Castro Dorado (2015), “partir de la geología, se derivan dos ramas esenciales, “La Petrología (del latín Petrus = roca; y del griego λόγος (logos) = estudio) es la ciencia que estudia el origen de las rocas y la Petrografía es la disciplina geológica dedicada a la descripción y clasificación de las rocas”

##### 4.1.2.1. Rocas ígneas.

Se forman cuando la roca fundida, denominada magma, se enfría y se solidifica. El magma es roca fundida que se puede formar a varios niveles de profundidad en el interior de la corteza de la Tierra. A medida que se enfría el magma, se van formando y creciendo los cristales de varios minerales. (Tarbuck y Lutgens, 2005)

**Figura 2. Clasificación de las rocas ígneas**

Composición química		Granítica (félsica)	Andesítica (intermedia)	Basáltica (máfica)	Ultramáfica
Minerales dominantes		Cuarzo Feldespato potásico Plagioclasa rica en sodio y calcio	Anfibol Plagioclasa rica en sodio y calcio	Piroxeno Plagioclasa rica en calcio	Olivino Piroxeno
Minerales accesorios		Anfibol Moscovita Biotita	Piroxeno Biotita	Anfibol Olivino	Plagioclasa rica en calcio
TEXTURA	Fanerítica (grano grueso)	Granito	Diorita	Gabro	Peridotita
	Afanítica (grano fino)	Riolita	Andesita	Basalto	Komatita (poco común)
	Porfídica	«Porfídico» precede cualquiera de los nombres anteriores siempre que haya fenocristales apreciables			
	Vítrea	Obsidiana (vidrio compacto) Pumita (vidrio vacuolar)			
	Piroclástica (fragmentaria)	Toba (fragmentos de menos de 2 mm) Brecha volcánica (fragmentos de más de 2 mm)			
Color de la roca (basado en el % de minerales oscuro)		0% a 25%	25% a 45%	45% a 85%	85% a 100%

*Nota. Obtenido de Tarbuck y Lutgens, 2005*

No hay variedad de rocas ígneas que hayan sido formadas por un único acto de creación. Cada una de estas variedades representa el producto final de largos y complicados procesos petrogenéticos que tienen lugar en la corteza de la tierra y que llevan al congelamiento de un magma (o lava) en una roca sólida. Este enfriamiento puede producirse por dos caminos, que dan lugar a dos grupos de rocas ígneas claramente diferentes: un enfriamiento rápido origina las rocas con características volcánicas y subvolcánica y un enfriamiento más lento produce las rocas con características plutónicas, en las que se desarrolla constantemente el proceso de diferenciación magmática. La roca sólida, resultado de dicho enfriamiento, generalmente es el producto final, en cuya formación intervinieron varios mecanismos tales como: (Lopez & Bellos, 2006, p.8)

**Tabla 1. Mecanismos en el enfriamiento de la roca**

Mecanismos en el enfriamiento de a roca				
Cristalización, precipitación y sublimación	La solidificación no cristalina	La disolución	La diferenciación mecánica	La fragmentación mecánica
<p>La cristalización es un proceso que ocurre a partir de fundidos, soluciones acuosas y gases. La cristalización de magmas (soluciones fundidas) genera cristales, constituyentes esenciales de las rocas plutónicas. La cristalización de soluciones acuosas es la precipitación (que dan lugar a las evaporitas como salgema, yeso, etc.) y la formación de cristales directamente a partir de gases es un tipo de sublimación (como el azufre, formado a partir de emanaciones gaseosas de origen volcánico).</p>	<p>Es el proceso por el que un fundido se transforma en vidrio en respuesta a un rápido sobre enfriamiento. Otros tipos de vidrios son los originados en fracturas frágiles (pseudotaquilitas), en rocas impactadas por meteoritos (vidrios de shock) o alcanzadas por rayos (fulguritas). La solidificación también incluye transformaciones de geles a sólidos amorfos, tales como el gel de sílice que se transforma en ópalo.</p>	<p>Es la conversión de sólidos en fundidos, soluciones o gases. En el caso particular de un proceso formador de rocas, cuando la disolución es incompleta, se modifica química y físicamente los sólidos preexistentes, que son eventualmente preservados en la roca final, así como también ocurre la modificación del magma en la cual estos cristales están inmersos</p>	<p>Como proceso formador de rocas está principalmente relacionada a la reubicación de minerales de la roca como resultado de flujo de los cristales con respecto al fundido, fase acuosa supercrítica o gases. Un ejemplo es la acumulación y gravitacional y convectiva de cristales en cámaras magmáticas. Típicamente este es el caso de minerales livianos que ascienden hacia la parte superior de una cámara magmática y minerales pesados que constituyen acumulados en el fondo de la cámara.</p>	<p>Incluye la formación de autobrechas en lavas ácidos en movimiento, Fracturamiento hidráulico de rocas preexistentes, erupciones explosivas de sólidos y magmas como resultado de una rápida disminución de fluidos o por deformación tectónica. Si bien no es un proceso que produce diferenciación magmática, es importante en el desarrollo de fábricas particulares de las rocas</p>

*Nota: Obtenido de Lopez y Bellos, 2006; Modificado por: Autora, 2023*

#### **4.1.2.2. Rocas metamórficas.**

Las rocas metamórficas se producen a partir de rocas ígneas y sedimentarias, o incluso de otras rocas metamórficas, es así como cada roca metamórfica tiene una roca madre. Las rocas metamórficas pueden clasificarse en líneas generales según el tipo de foliación que estas exhiben, así se tiene las más comunes: las rocas foliadas y no foliadas (Tarbuck y Lutgens, 2005)

**Figura 3.** Clasificación de las rocas metamórficas comunes

Nombre de la roca	Textura	Tamaño de grano	Observaciones	Protolito
Pizarra	Foliada	Muy fino	Pizarrosidad excelente, superficies lisas sin brillo	Lutitas, pelitas
Filita		Fino	Se rompe a lo largo de superficies onduladas, brillo satinado	Pizarra
Esquisto		Medio a grueso	Predominan los minerales micáceos, foliación escamosa	Filita
Gneis		Medio a grueso	Bandeado composicional debido a la segregación de los minerales	Esquisto, granito o rocas volcánicas
Migmatita		Medio a grueso	Roca bandeada con zonas de minerales cristalinos claros	Gneis, esquisto
Milonita	Poco foliada	Fino	Cuando el grano es muy fino, parece sílex, suele romperse en láminas	Cualquier tipo de roca
Metaconglomerato		De grano grueso	Cantos alargados con orientación preferente	Conglomerado rico en cuarzo
Mármol	No foliada	Medio a grueso	Granos de calcita o dolomita entrelazados	Caliza, dolomía
Cuarcita		Medio a grueso	Granos de cuarzo fundidos, masiva, muy dura	Cuarzoarenita
Corneana		Fino	Normalmente, roca masiva oscura con brillo mate	Cualquier tipo de roca
Antracita		Fino	Roca negra brillante que puede mostrar fractura concoide	Carbón bituminoso
Brecha de falla		Medio a muy grueso	Fragmentos rotos con una disposición aleatoria	Cualquier tipo de roca

Nota. Obtenido de Tarbuck y Lutgens, 2005

#### 4.1.2.3. Rocas Sedimentarias.






Las rocas sedimentarias se forman por la litificación de sedimentos sueltos mediante presiones de compactación. Los sedimentos se originan en la meteorización de las antiguas rocas de la superficie, las que luego son transportadas y depositadas en fondos acuáticos. En condiciones especiales de estabilidad los sedimentos se depositan según su tamaño y dan lugar a un arreglo que forma estratos cada uno de los cuales formará una roca diferente. Cubren cerca de dos tercios de la superficie terrestre y son las que señalan los principales registros de las condiciones ambientales en los últimos 600 millones de años en efecto cada estrato es el remanente de lo que alguna vez fue la superficie terrestre. (Córdova Aguilar, 2002, p. 46)

#### - Clasificación de rocas sedimentarias

Basado en la información detallada por Tarbuck & Lutgens, (2005), el sedimento tiene dos orígenes principales: el sedimento puede ser una acumulación de material que se

origina y es transportado en forma de clastos sólidos derivados de la meteorización mecánica y química. Los depósitos de este tipo se denominan detríticos y las rocas sedimentarias que los forman son rocas sedimentarias detríticas; y la segunda fuente principal de sedimento es el material soluble producido en gran medida mediante meteorización química. Cuando estas sustancias disueltas son precipitadas mediante procesos orgánicos o inorgánicos, el material se conoce como sedimento químico y las rocas formadas a partir de él se denominan rocas sedimentarias químicas.

**Figura 4.** Clasificación de rocas sedimentarias

Rocas sedimentarias detríticas				Rocas sedimentarias químicas			
Textura clástica Tamaño del clasto		Nombre del sedimento	Nombre de la roca	Composición	Textura	Nombre de la roca	
Grueso (más de 2 mm)		Grava (clastos redondeados)	Conglomerado	Calcita, CaCO <sub>3</sub>	No clástica: cristalino de fino a grueso	Caliza cristalina	
		Grava (clastos angulosos)	Brecha			Travertino	
Medio (de 1/16 a 2 mm)		Arena	Arenisca		Clástica: caparazones y fragmentos de caparazón visibles, cementados débilmente	Coquina	b i o q u i z a c i m i c a
		(Si el feldespato es abundante la roca se denomina arcosa)			Clástica: caparazones y fragmentos de caparazón de diversos tamaños cementados con cemento de calcita	Caliza fósilífera	
Fino (de 1/16 a 1/256 mm)		Limo	Limolita		Clástica: caparazones y arcilla microscópicos	Creta	
Muy fino (menos de 1/256 mm)		Arcilla	Lutita		Cuarzo, SiO <sub>2</sub>	No clástica: cristalino muy fino	
					Yeso, CaSO <sub>4</sub> •2H <sub>2</sub> O	No clástica: cristalino de fino a grueso	Yeso
					Halita, NaCl	No clástica: cristalino de fino a grueso	Salgema
					Fragmentos vegetales alterados	No clástica: materia orgánica de grano fino	Hulla

*Nota.* Obtenido de Tarbuck y Lutgens, 2005

## 4.2. Estratigrafía

Estratigrafía es una ciencia geológica que trata de estudiar los diferentes estratos, sus interrelaciones espaciales-temporales y la interpretación genética de los materiales que componen dichos estratos. Su etimología viene del latín stratum y del griego grafía (γραφία) cuyo significado literal es «la ciencia que trata de la descripción de las rocas estratificadas». Se basa en conocer en detalle las propiedades de las rocas, como su litología, su geometría y su disposición tridimensional, y, a partir de ello, comprender su génesis para fines científicos o aplicados (Vera Torres, 1994)



#### **4.2.1. Fundamentos de la estratigrafía**

- **Principio de la horizontalidad y continuidad lateral:** Este principio establece que a priori un estrato tiene la misma edad a lo largo de toda su extensión horizontal y que considera como isócronas a las superficies de estratificación. (Vera Torres, 1994)
- **Principio de la horizontalidad original;** La geometría de los estratos se dispone paralela a las superficies de deposición de forma horizontal o subhorizontal. (Benito Calvo y Campaña Lozano, 2014)
- **Principio de la superposición de estratos.** Dada una sucesión de estratos, los estratos superiores serán más recientes que los inferiores. Existen casos donde no se cumple este criterio, por procesos post deposicionales (erosión, deformación por disolución y colapsos) o por tectónica (Vera Torres, 1994)
- **Principio del uniformismo o actualismo.** Este principio establece que, a lo largo de la historia de la Tierra, los procesos han sido uniformes (uniformismo) y parecidos a los actuales (actualismo), es decir, que las leyes que rigen los procesos geológicos han sido las mismas y producen los mismos efectos durante toda la historia de la Tierra. (Vera Torres, 1994)
- **Principio de la sucesión faunística o de la correlación.** Consiste en aceptar que cada intervalo cronológico registrado en la Tierra y representado por distintos estratos contiene diferentes fósiles de diferentes épocas geológicas. Esto permite establecer correlaciones entre sedimentos y rocas de distinta composición y de diferentes contextos geográficos. (Hernández Pérez, 1978)
- **Principio de la sucesión de eventos.** Consiste en reconocer estratos que contienen evidencias de eventos y sucesos geológicos de gran magnitud y que delimitan grandes divisiones geológicas (cambios climáticos, cambios del nivel del mar, explosiones de volcanes, terremotos, cambios de campo magnético terrestre, meteoritos, desaparición de especies, etc.). (Benito Calvo y Campaña Lozano, 2014)

#### **4.2.2. Columnas estratigráficas**

Es un sistema de representación gráfica de nexos cronológico y sentido reconstructivo sedimentogénicos. Dispone los materiales y ciertos fenómenos geológicos en orden cronológico geo-histórico. Para tal fin considera especialmente las circunstancias deposicionales o del ambiente histórico de la disposición. (Martínez Álvarez, 1981)

#### 4.2.3. Geometría de los estratos

Basado en Vera Torres, (1994). “si se consideran los estratos individualmente se puede establecer una clasificación de tipos geométricos a partir de la geometría del techo y del muro”

Según (Vera Torres, 1994) la geometría de los estratos puede ser:

**Estratos tabulares:** Cuando las dos superficies de estratificación (techo y muro) son planas y paralelas entre sí.

**Estratos irregulares,** con muro erosivo: Son estratos con gran extensión lateral, con un muro irregular y un techo plano, por lo que su espesor varío.

**Estratos acanalados:** Con escasa extensión lateral y espesor muy variable, con una geometría interna semejante a la de la sección de un canal.

**Estratos en forma de cuña:** Se trata de estratos limitados por superficies planas no paralelas entre sí, que terminan lateralmente por pérdida progresiva de espesor.

**Estratos lenticulares:** Son discontinuos con el muro plano y el techo convexo. Una variante de estos son los estratos con forma biconvexa.

**Estratos ondulados:** Se caracterizan por ser continuos con muro plano y techo ondulado, con estructuras de ondulaciones de corrientes o de olas.

#### 4.3. Mineralogía

La Mineralogía es una ciencia de la Geología dedicada al estudio de la estructura cristalina y las propiedades intrínsecas de los minerales, aborda el conocimiento específico de la morfología geométrica y relación con las propiedades ópticas, que conducen al conocimiento de minerales petrogenéticos y de mena. (Ovejero, 2015)

- a) **Mineralogía química:** Estudia las propiedades químicas de los minerales (Ovejero, 2015)
- b) **Mineralogía física:** Estudia de las propiedades físicas de los minerales como las propiedades mecánicas, ópticas, eléctricas, magnéticas, etc. (Edward Salisbury, 1981)
- c) **Mineralogía determinativa:** Se ocupa de describir las técnicas de identificación y determinación de minerales ( Gomez Enrique y Diaz Huaina , 2017)

- d) **Mineralogía descriptiva:** Se describen las propiedades cristalográficas, químicas y físicas, así como las asociaciones y yacimientos de los minerales. (Martinez Strong y Perez Mateos, 1973)
- e) **Mineralogénesis:** Se ocupa del estudio de la génesis de los minerales y permite obtener datos de sumo interés para la prospección y valoración de los yacimientos minerales. (Gómez de Salazar , 1982)
- f) **Mineralogía aplicada:** Se ocupa de describir las aplicaciones de los minerales en la industria, prospección y exploración

#### **4.3.1. Mineral**

Las definiciones varían frecuentemente de un manual a otro, sin resultar alguna decisiva, por ello se presentan a continuación algunas definiciones que fueron consideradas:

Brush y Penfield (1898) expresa a cerca de especie mineral “como compuestos químicos diferentes que ocurren en la naturaleza inorgánica, que presentan una estructura molecular o sistema de cristalización y propiedades físicas bien definidas”

Sinkankas (1966), establece que “presentan una distinción unos de otros por las características individuales que surgen directamente de los tipos de átomos que contienen y las disposiciones que estos átomos dentro de ellos”

Cornelis y Cornelius (2006), define “un mineral como aquel sólido homogéneo, por naturaleza, el cual presenta una composición química definida, generalmente no fija, con disposición atómica ordenada y normalmente formada mediante un proceso inorgánico. Una expresión muy completa, y se desglosa su significado para su comprensión.”

#### **4.4. Petrografía**

La petrología busca determinar la naturaleza, la magnitud de las variables que han determinado su evolución (presión, temperatura, energía, cinética, etc.) y, finalmente, interpretar el proceso, o procesos geológicos implicados (Algarra et ál, 1997)

El estudio de las rocas se realiza desde la escala cartográfica y regional hasta cristalina y molecular, y es generalmente abordado en tres vías diferentes, pero íntimamente relacionadas entre sí. (Castro Dorado A. , 2015)

Según el Libro Petrografía: Tectónica (1998), la petrografía se puede dar en:

**Relaciones de campo**, consideradas a cualquier escala desde cartográfica y mesoscópica. Mediante el estudio de las relaciones de campo se pretende conocer la

geometría de los cuerpos rocoso, relaciones espacio- temporales entre diferentes cuerpos, meso estructuras, fábrica, etc.

**Estudios petrográficos**, que permite conocer las relaciones mutuas entre cristales o granos (textura y microestructuras), composición modal, clasificación petrográfica, etc. - Estudio geoquímico, que permite conocer, además de la composición química de la roca o de alguna fase mineral en particular, la edad absoluta mediante el análisis de relaciones isotópicas, las condiciones de presión y temperatura. Y, en muchos casos, la situación y naturaleza del área fuente (Oceano Difusion Editorial, S. A., 1998)

#### ***4.4.1. Estudio microscópico***

Castroviejo (1989), lo define “como el estudio petrográfico que una roca implica una serie de observaciones rigurosas, cuyo resultado debe exponerse ordenadamente, comprendiendo habitualmente cuatro aspectos fundamentales”, que se expresan como:

- Composición mineralógica,
- Textura,
- Clasificación
- Observaciones.

#### **4.5. Geología estructural**

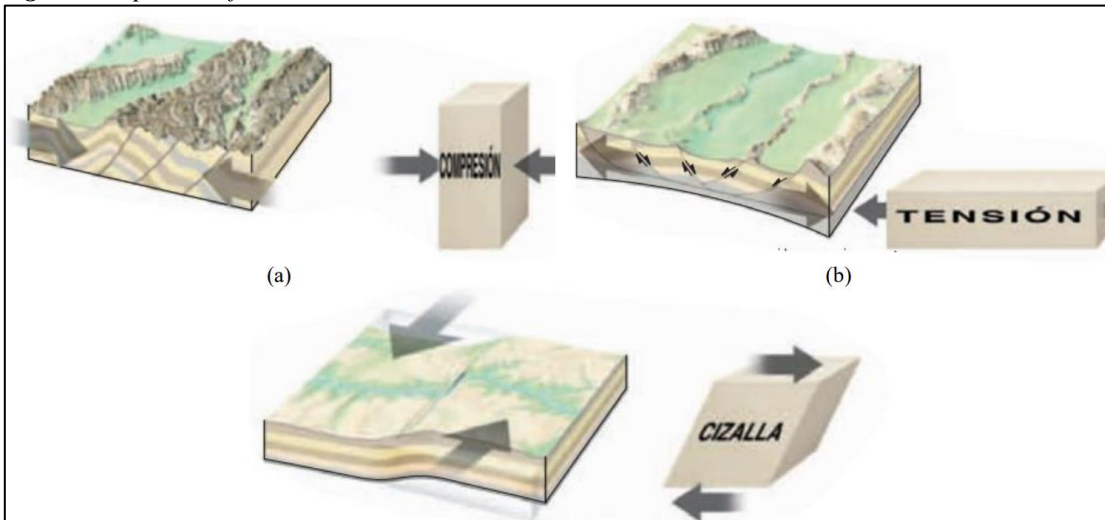
La geología estructural es aquella que se encarga del estudio de las estructuras de la corteza terrestre. De esta manera, analiza la relación entre las diversas rocas que la conforman. Estudia la geometría de las rocas y la posición en que aparecen en superficie. Interpreta y entiende la disposición de la corteza terrestre y su relación espacial, determinando las deformaciones que presenta y la geometría subsuperficial de las estructuras rocosas. (Donoso Cortés, 2000)

En cambio, Arellano et al. (2002) mencionan, “La geología estructura es la rama de la Geología que se encarga del estudio de las características estructurales de las masas rocosas que forman la corteza terrestre, de la distribución geográfica de tales características, del tiempo geológico y de las causas que las originaron; también es importante su identificación.

#### ***4.5.1. Tipos de esfuerzos***

De acuerdo con Tarbuck y Lutgens (2005), “El esfuerzo es la cantidad de fuerza aplicada sobre un área determinada y se puede presentar de tres formas diferentes”

**Figura 5. Tipos de esfuerzos**



Nota. Obtenido de Tarbuck y Lutgens, 2005

Basada en la información de Billings (1974) encontramos distintos tipos de esfuerzos como son:

**Compresión:** Un cuerpo está bajo compresión, cuando se encuentre sujeto a fuerzas externas que tienden a comprimirlo. Se representa por dos flechas (representan la fuerza) que están sobre la misma recta y que apuntan la una a la otra

**Tensión:** Un cuerpo está bajo tensión cuando está sujeto a fuerzas externas que tienen a dividirlo. Se representa por dos flechas (representan la fuerza) que están sobre la misma recta y apuntan en dirección opuestas

**Cizalla:** Consiste en dos fuerzas iguales que actúan en direcciones opuestas sobre el mismo plano, pero no a lo largo de la misma recta (p.15)

#### **4.5.2. Estructuras primarias**

Las estructuras primarias son aquellas que se originan paralelamente a la formación de las rocas producto de su depósito o su emplazamiento. Sus características se encuentran presentes antes de la deformación. Pueden ocurrir en rocas ígneas y sedimentarias. (Arellano et ál, 2002)

#### **4.5.3. Estructuras secundarias**

Las estructuras secundarias son aquellas que adquieren las rocas, posteriormente a su litificación debido a un estado de esfuerzo y por cambios en la temperatura. Se pueden desarrollar tanto en rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas; sus características finales

dependen de diversos factores, entre otros, la propia naturaleza de las rocas sujetas al proceso de deformación. (Arellano et ál, 2002)

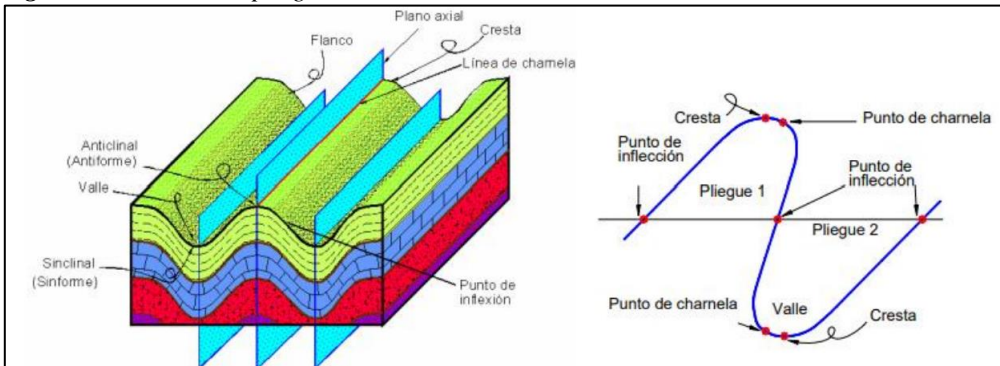
**4.5.3.1. Pliegues.** Se definen a un pliegue como una estructura secundaria producida cuando una superficie originalmente plana es inclinada o curvada como resultado de deformación dúctil heterogénea, la cual se manifiesta como una o varias ondulaciones de sus elementos originales. (Arellano et ál, 2002, p.90.)

Según Rivera (2005), se” define a los pliegues como aquella flexión u ondulación en las rocas que se encuentran en la corteza, que alcanzan su mayor desarrollo en formaciones estratificadas tales como las rocas sedimentarias.”

Basado en Arellano et ál, (2002, p.90.) las partes de un pliegue son:

- **Flanco:** Superficie de uno de los lados del pliegue. Cada pliegue tiene dos flancos.
- **Cresta:** Punto más alto en la superficie plegada.
- **Valle:** Punto más bajo en la superficie plegada.
- **Punto de charnela:** Es punto de máxima curvatura del pliegue, visto en sección transversal.
- **Plano axial:** Es el plano que divide de forma simétrica el pliegue.
- **Amplitud de onda:** Distancia entre el punto de inflexión y la cresta de un antifforme o el punto de inflexión y el valle de un sinforme.
- **Longitud de onda:** Distancia horizontal entre cresta y cresta en un antifforme o entre valle y valle en un sinforme, considerando siempre pliegues continuos. Es una medida del tamaño del pliegue.
- **Punto de inflexión:** Punto donde una superficie plegada pasa de un pliegue a otro o visto de otra manera de cóncava a convexa.

**Figura 6. Partes de un pliegue**



Nota. Obtenido de Arellano et ál, (2002)

**4.5.3.2. Fallas.** Las fallas son superficies de discontinuidad que separan bloques de roca donde ha ocurrido desplazamiento de bloques con movimiento paralelo al plano de discontinuidad. (Arellano Gil et ál, 2002)

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

- **Tipos de fallas**

Según Arellano Gil et ál, (2002); dependiendo a las características que presenta se clasifican en:

**Falla normal.** Si el movimiento ocurre conforme a la línea de máxima pendiente, la falla es normal; el desplazamiento es tal que el bloque de techo se desliza hacia abajo con relación al bloque de piso.

**Falla inversa.** cuando el movimiento ocurre en dirección de la línea de máxima pendiente y el bloque de techo se desliza hacia arriba con relación al bloque de piso.

**Falla transcurrentes.** Si el movimiento de los bloques se da en dirección del rumbo del plano de falla, corresponde a una falla de transurrencia o falla lateral, pudiendo ser lateral izquierda o lateral derecha. La falla es derecha cuando el observador identifica que el bloque de enfrente se desplaza en forma dextral, y es izquierda cuando dicho bloque se desplaza de manera sinestral

**Falla rotacional o de tijera.** Si el movimiento entre los bloques es rotacional, se dice que es una falla rotacional, cilíndrica o de tijera.

**Falla de crecimiento.** Tienen una componente de desplazamiento similar a una falla normal, a través de cuya superficie de falla existe un incremento del espesor de unidades litoestratigráficas. En este caso la gravedad, el agua, la composición, la cantidad (volumen) y tipo de sedimento influyen para que se formen.

- **Partes de una falla**

Según García (2012, p. 14), los elementos que definen una falla son:

**Plano de falla:** Es la superficie de rotura sobre la que se produce el movimiento de un bloque sobre el otro.

**Labio levantado:** Porción del terreno o bloque con un movimiento de ascenso con respecto al labio hundido.

**Labio hundido:** Bloque del terreno con un movimiento descendente con respecto al labio levantado.

**Dirección de la falla:** Ángulo que forma con el norte geográfico la línea que resulta de la intersección de un plano imaginario horizontal con el plano de falla.

**Buzamiento de la falla:** Ángulo que forma el plano de falla con un plano horizontal imaginario, medido en la línea de máxima pendiente.

**Espejo de falla:** Superficie pulida que se visualiza sobre el plano de falla como consecuencia de la fricción entre los dos bloques.

**Estrías de falla:** Estrías o hendiduras sobre el plano de falla por presión y fricción entre los dos bloques.

**Brecha de falla:** Material de aspecto caótico que se encuentra en el plano de falla debido al desplazamiento y presión de los dos bloques.

**Techo de falla:** Superficie rocosa que está inmediatamente por encima de la falla.

**Muro de falla:** Superficie rocosa que está inmediatamente por debajo de la falla.

**Salto de falla:** Desplazamiento de un bloque o labio con respecto al otro, medido en las componentes vertical y horizontal

**4.5.3.3. Diaclasas.** Las diaclasas son una de las estructuras más comunes, Tarbuck y Lutgens (2005), manifiestan que “las diaclasas con aquellas fracturas a lo largo de las cuales no se ha producido desplazamiento apreciable, algunas de ellas tienen orientaciones aleatorias y se puede presentar en grupos más o menos paralelos. La mayoría de las diaclasas presentes en



un lugar se producen cuando se deforman las rocas de la corteza más extensa, en donde los esfuerzos de tensión y cizalla hacen que la roca se rompa de manera más frágil”

**4.5.3.4. Discordancias.** Una discordancia es una relación geométrica entre capas de sedimentos que representa un cambio en las condiciones en que se produjo su proceso de deposición. En ausencia de cambios ambientales o de movimientos tectónicos, los sedimentos se depositan en estratos (capas) paralelas. Una discordancia es una discontinuidad estratigráfica en la que no hay paralelismo entre los materiales infra y suprayacentes. El concepto de discordancia es fundamental para la estratigrafía y para la interpretación de la secuencia de eventos tectónicos o geológicos en general que tuvo lugar durante el proceso de deposición de las capas en los sedimentos discordantes (Hiriondo, 2006)

#### **4.6. Mapeo geológico**

Un mapa geológico muestra la naturaleza, distribución y estructura de los materiales de la Tierra en un área. Es una representación bidimensional de la geometría tridimensional de rocas y sedimentos presentes en o debajo de la superficie terrestre. Un mapa geológico de propósito general muestra relaciones geológicas, espaciales y temporales de roca y sedimento y proporciona un marco interpretativo (Douglas Walter y Harvey Cohen, 2009)

##### **4.6.1. Tipos de mapeo geológico**

Los mapas geológicos se dividen en cuatro grupos principales estos son: mapas de reconocimiento, mapas regionales, mapas a gran escala de áreas limitadas y mapas para propósitos especiales. (Robador Moreno, 2017)

**Mapas geológicos de reconocimiento** Se realizan para cubrir grandes áreas obteniendo la mayor información geológica posible en menor tiempo. Son generalmente hechos a una escala de 1:250.000 o menores. Se pueden elaborar a partir de fotointerpretación o del análisis de imágenes satelitales con un mínimo de control de campo, solo para identificar tipos litológicos y las principales características estructurales. (Barnes y Lesle, 2004)

**Mapas geológicos regionales** Son el resultado de trabajos a mayor detalle comúnmente a una escala de 1:50.000 o 1:25.000 aunque cualquier mapa resultante probablemente se publique en 1:100.000. (Echeveste, 2017)

**Mapas geológicos a detalle** Pueden ir desde escalas como 1:10.000 y más. Dichos mapas están hechos para investigar problemas específicos que han surgido durante el

mapeo a menos escala, o de descubrimientos hechos durante la exploración minera, o quizá para la investigación preliminar de un sitio para ingeniería

**Mapas especializados** Son muchos y variados. Incluyen mapas a gran escala de áreas pequeñas hechas para registrar características geológicas específicas con gran detalle. Algunos son para investigación, otros para fines económicos, como los planes a cielo abierto a escala de 1:1000 a 1:250, planes de minería geológica subterráneos de 1500 o más. (Barnes y Lesle, 2004)

#### ***4.6.2. Cortes geológicos***

Los cortes geológicos son secciones verticales ideales del terreno que muestran la distribución de las unidades geológicas en el subsuelo. Representan un elemento fundamental para ilustrar la estructura geológica y ayudar a la comprensión de la disposición tridimensional de los cuerpos rocosos. (Robador Moreno, 2017)

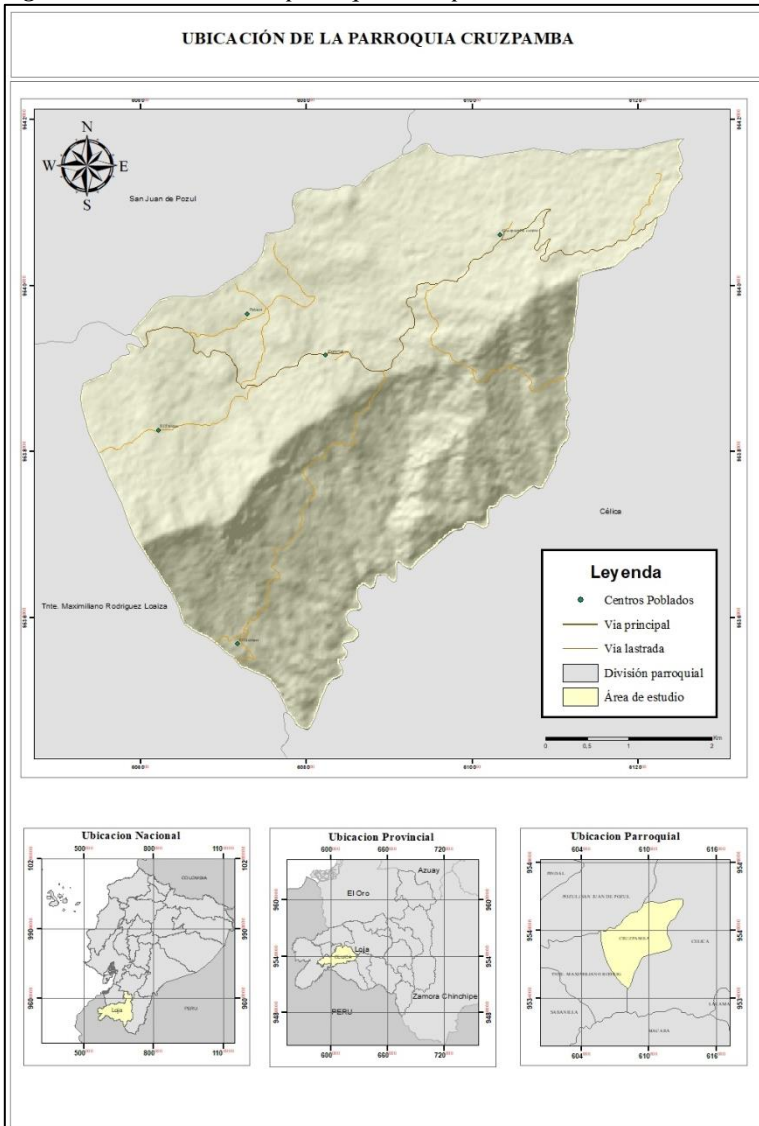
## 5. Metodología

### 5.1. Descripción general del área de estudio

#### 5.1.1. Ubicación

La parroquia rural Cruzpamba se encuentra ubicada al Sur del Ecuador, específicamente al Este de la provincia de Loja, en el cantón Celica, cuenta con una extensión de territorio de 26.79km<sup>2</sup>.

*Figura 7. Ubicación de la parroquia Cruzpamba, cantón Celica*



*Nota: Obtenido de INIGEMM, 2017*

La parroquia en estudio se encuentra limitada al norte con la parroquia Celica y San Juan de Pózul; al sur con las parroquias Celica y teniente Maximiliano Rodríguez; al este con

la parroquia Celica; y al oeste con las parroquias San Juan de Pózul y Teniente Maximiliano Rodríguez.

**Tabla 2.** *Coordenadas de ubicación de la parroquia en estudio*

Área de estudio	DATUM WGS84 (Metros)	
	Latitud	Longitud
PP	612537	9541768
P1	609424	9541718
P2	605290	9538773
P3	606536	9535916
P4	607994	9534660
P5	609263	9536607
P6	611157	9538189
P7	611299	9540117

*Nota: Google Earth, 2023*

### **5.1.2. Acceso**

El acceso al área de estudio por vía terrestre considerando como referencia la ciudad de Quito, movilizándose 837km por un lapso de 12h 54 min hasta llegar a la ciudad de Loja, Catamayo, San Pedro de la bendita, Veracruz, Catacocha, Celica. Posterior a ello tomar la vía de segundo orden “Celica – Cruzpamba – Y del muerto” y recorrer una distancia aproximada de 12.1km hasta llegar a la cabecera parroquial “Cruzpamba”. (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural Cruzpamba, 2014)

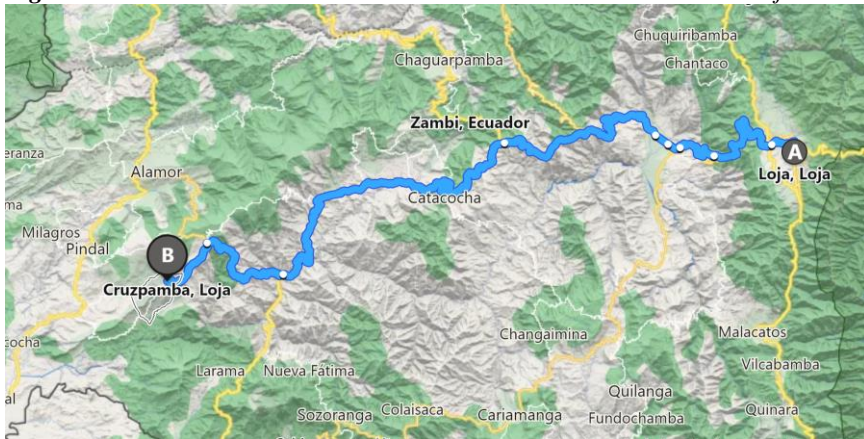
Vía aérea se la puede realizar desde la ciudad de Quito del aeropuerto Internacional Mariscal sucre hacia el aeropuerto de la ciudad de Catamayo. Posterior a ello el traslado es vía terrestre hacia la parroquia Cruzpamba

**Figura 8.** Acceso vía terrestre del área de estudio desde la ciudad de Quito



Nota: Obtenido de (BigMaps, 2023).

**Figura 9:** Acceso vía terrestre del área de estudio desde la ciudad de Loja



Nota: Obtenido de (BigMaps, 2023).

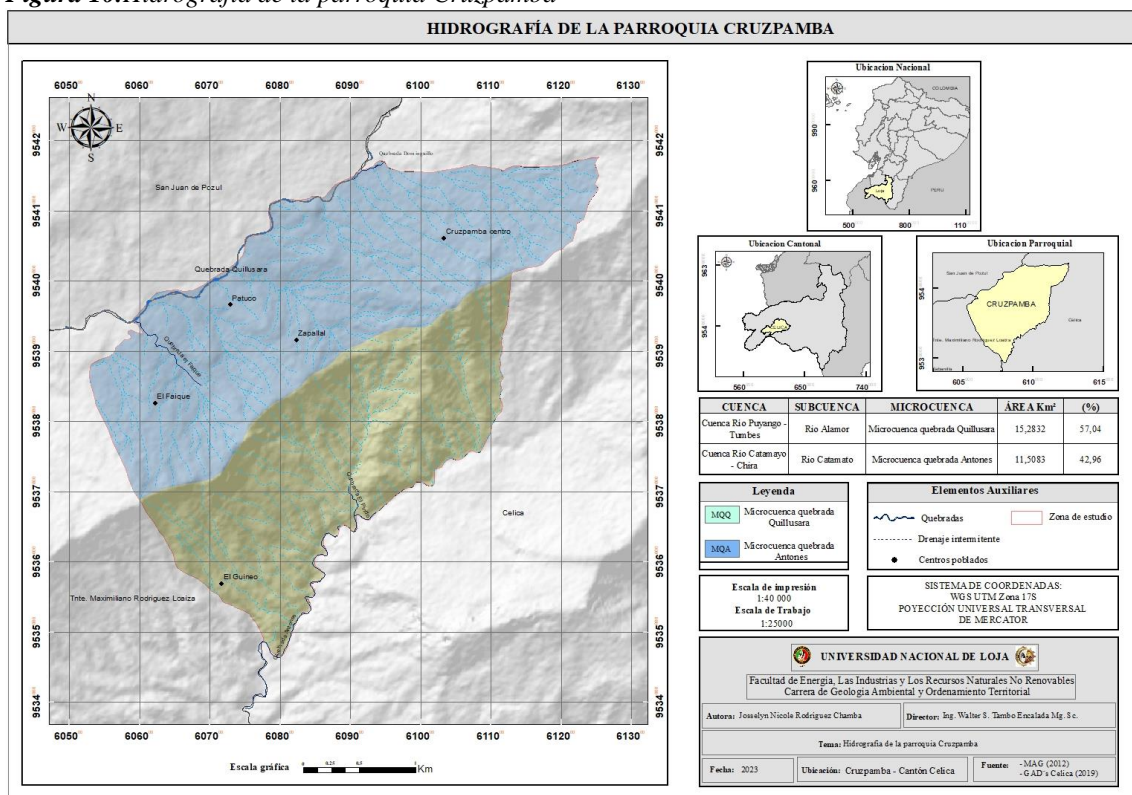
## 5.2. Descripción física del sector

### 5.2.1. Hidrografía

En zona de estudio se encuentra presente entre dos microcuencas las cuales se denominan: Quebrada Quillusara y Quebrada Antonés. La microcuenca que abarca mayor territorio es la de la Quebrada Quillusara que se ubica al Norte de la zona de estudio y que se

complementa de las quebradas: Q. El Faique y la Q. Domingullo; mientras que la microcuenca Antones se ubica al Sur de la zona de estudio comprendida por las quebradas: Q. Antones y la Q. El Pindo. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Cruzpamba, 2019)

**Figura 10.** Hidrografía de la parroquia Cruzpamba

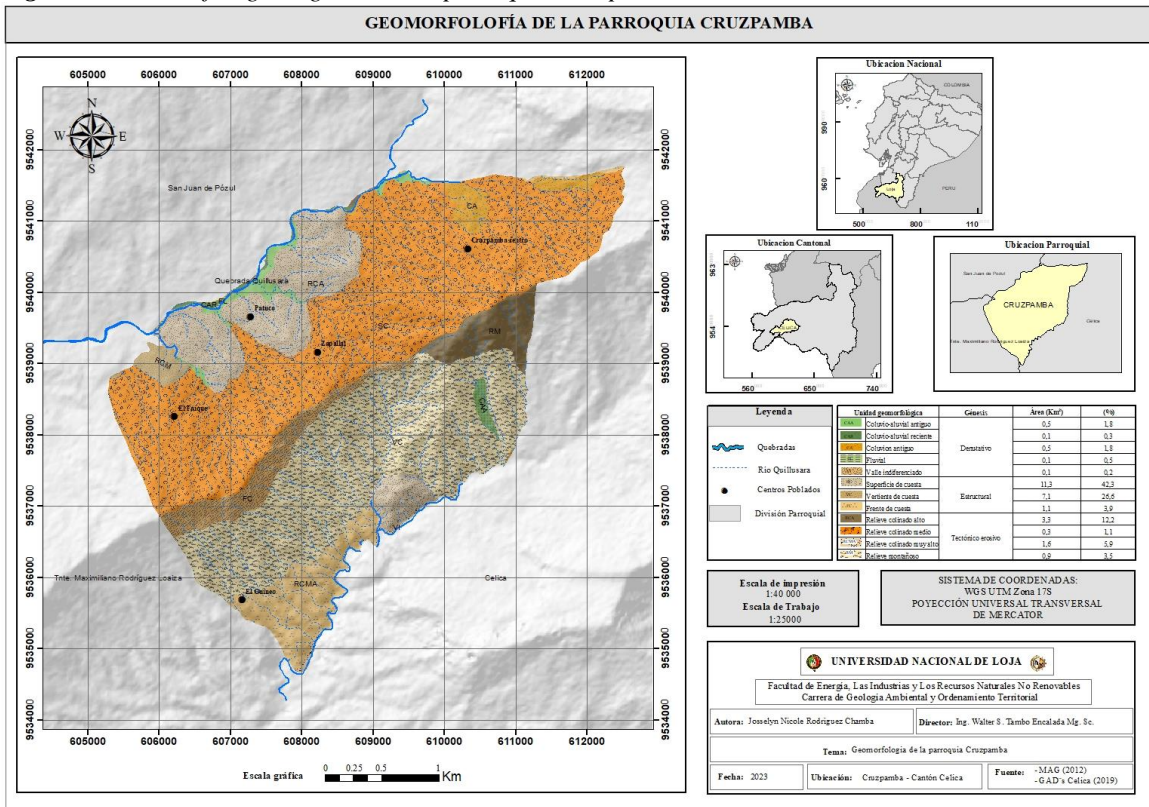


Nota: Obtenido de INIGEMM, 2017

### 5.2.2 Geomorfología

Según la geomorfología de la parroquia su paisaje muestra superficies en cuenta del 42,3 %, superficie de cuesta, 26,6 % vertiente de cuesta, 12%, relieves colinado alto y 5,9% relieve colinado muy alto dentro de los más característicos y con mayor porcentaje característicos de la zona de estudio. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Cruzpamba, 2019)

Figura 11. Geomorfología regional de la parroquia Cruzpamba



Nota: Obtenido de INIGEMM, 2017

### 5.2.3. Pendientes

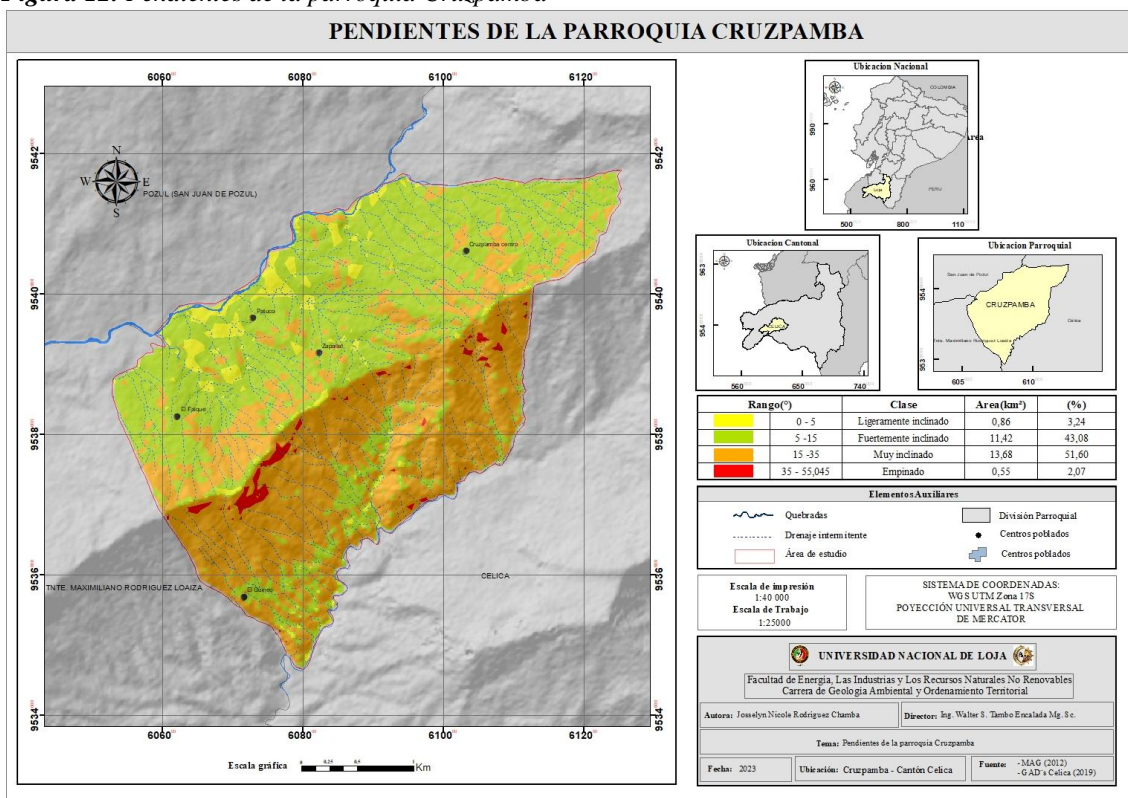
Para elaborar las pendientes comprendidas en la zona de estudio se partió de un Modelo Digital de terreno (ALOSPALSAR), con una resolución de 12,5, apto para la escala de trabajo. Procesada la información y obteniendo el mapa de pendientes, se obtuvo como resultado final 4 clases de pendientes las cuales se distribuyen en un 51,60% de pendientes muy inclinadas la cual abarca el 13,68km<sup>2</sup>; seguido de pendientes fuertemente inclinado con un 43,08% correspondiente a 11,24km<sup>2</sup> del territorio; y finalmente y no menos importante encontramos pendientes inclinadas con un porcentaje de 3,24 que comprende el 0,86km<sup>2</sup> del territorio y un 2,07% de pendientes inclinadas que representan el 0,55km<sup>2</sup>.

**Tabla 3.** Clases de pendientes encontradas en la zona de estudio

Rango (°)	Clase	Área (km <sup>2</sup> )	(%)
0 - 5	Ligeramente inclinado	0,86	3,24
5 -15	Fuertemente inclinado	11,42	43,08
15 -35	Muy inclinado	13,68	51,60
35 - 55,045	Empinado	0,55	2,07

Nota: Obtenido de Demek, 1972. Elaborado por la autora (2023)

**Figura 12.** Pendientes de la parroquia Cruzpamba



Nota: Obtenido de INIGEMM, 2017

### 5.2.4. Clima y vegetación

La parroquia Cruzpamba, se encuentra dentro del régimen térmico denominado subtropical, considerando que las temperaturas promedio superan los 18° C. Por estar ubicada en una zona media a baja con respecto a la Cabecera cantonal, se registra temperaturas de 18 a 24°. Presenta precipitaciones promedio de 600 a 1000 mm por año, su humedad relativa porcentual es de seco a semi- húmedo y altitudinalmente se ubica en un rango altitudinal de 600 m.s.n.m., en la parte baja y 1200 en la parte alta. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Cruzpamba, 2019)

Se estima que el tipo de suelo identificado en la Parroquia Cruzpamba posee una fertilidad buena ya que se ha presentado resultados favorables con la producción agrícola ya

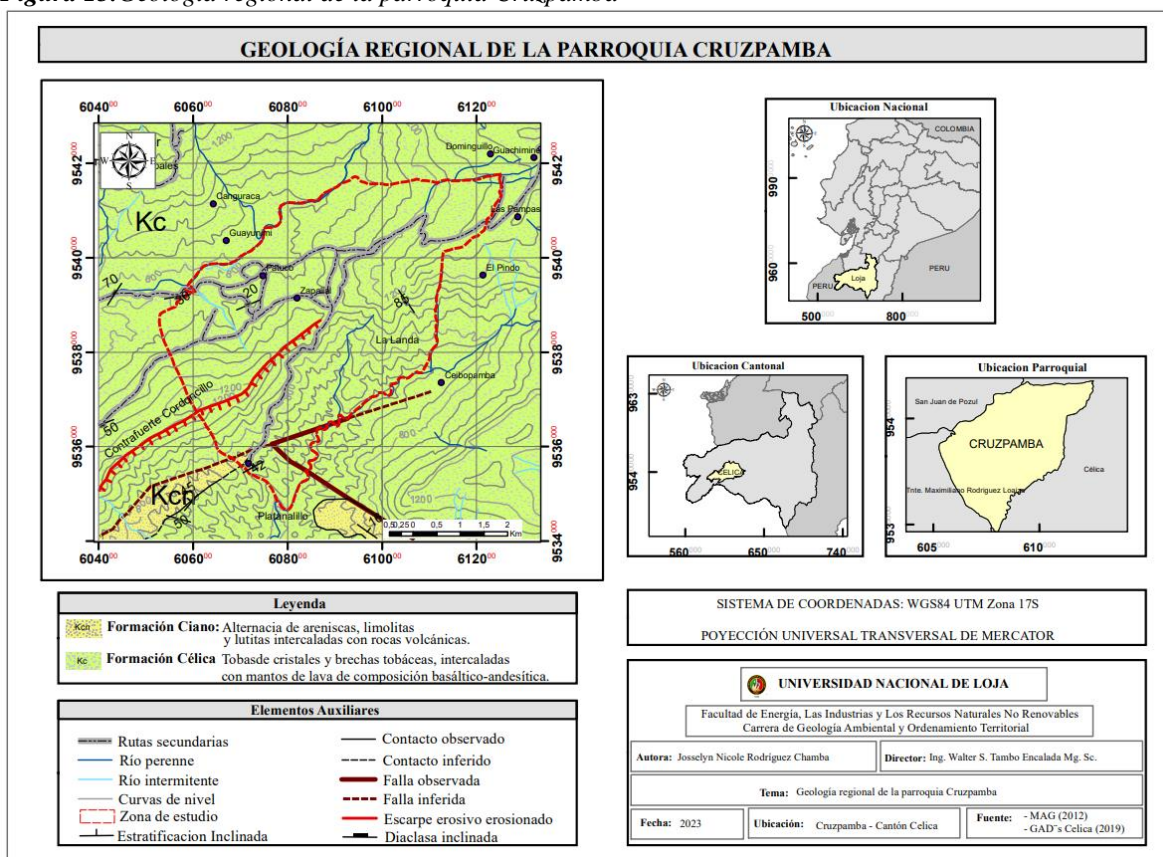


que se estima que el 70% de todo el territorio de la parroquia está destinado al monocultivo de maíz, a esto se puede sumar pequeñas parcelas de hortalizas, fréjol, poroto, yuca, guineo, café, entre otros. Mientras que en la actualidad se presentan áreas donde se cultivan pastizales como la Chilena y gramalote para el alimento del ganado vacuno ya que el cuidado de estas especies se ha constituido en una de las fuentes de subsistencia de las familias de la parroquia. (Gobierno Autónomo Descentralizado de Celica, 2019)

### 5.2.5. Geología regional

En el ámbito geológico a detalle respecto a la zona de estudio no se han desarrollado trabajos previos, sino que existen investigaciones generales en estudios geológicos de Ecuador.

Figura 13. Geología regional de la parroquia Cruzpamba



Nota. Obtenido de (INIGEMM, 2017).

Basado en la información proporcionada por el (INIGEMM, 2017) en las hojas geológicas de Alamor y Carimanga a escala 1.100 000 respecto a la parroquia Cruzpamba se detallan 2 formaciones las cuales se detallan a continuación:

- **Formación Celica:** secuencia volcanoclástica, intercalada con mantos de lava de composición basáltico-andesítica, que generalmente están silicificados, cloritizados y epidotizados en menor grado. Litológicamente son tobas de cristales de composición andesítica con fenocristales subhedrales de piroxeno y hornblenda; brechas tobáceas de composición andesítica, verdosas, con clastos andesíticos; matriz tobácea, con minerales de plagioclasa, piroxenos y vidrio volcánico. Puntualmente intercaladas con mantos de lava basalto-andesíticos. La relación litoestratigráfica con otras unidades, es evidenciada a lo largo de la carretera Alamor– Pindal– Quillusara, encontrándose sobre yaciendo discordantemente por rocas sedimentarias de la Fm. Ciano. El contacto con la Fm. Ciano es fallado con dirección E-O.A. (INIGEMM, 2017)
- **Formación Ciano:** Comprende rocas sedimentarias finamente laminadas, intercaladas con volcánicos. Litológicamente, las rocas sedimentarias contienen intercalaciones de espesores centimétricos a decimétricos de areniscas, limonitas y lutitas de color gris oscuro y en ocasiones gris verdoso. Las areniscas tienen textura psamítica, con clastos de grano fino a medio en estratos de color gris oscuro-crema por el contenido de sílice. Las limonitas son de grano fino, gris oscuro y textura aleurítica. Las lutitas son muy finas y centimétricas. Estas rocas se encuentran silicificadas y en ocasiones contienen carbonatos en la matriz y sulfuros diseminados. Los volcánicos se encuentran intercalados y en ocasiones intruyen en forma de sills y comprenden tobas, tobas de cristales, brechas volcánicas de matriz tobácea con clastos andesíticos y basálticos de tamaño menor a 40cm, la matriz es tobácea con cristales de plagioclasa, piroxeno y vidrio volcánico. De acuerdo a su posición estratigráfica se le atribuye una edad Albiense Cenomaniense, la cual fue asumida por la existencia de microfósiles del Cretácico Inferior en límite con el Cretácico Superior. Esta formación tiene un aporte proximal del arco volcánico oceánico del Cretácico y adicionalmente, debido al cuarzo encontrado en las láminas delgadas, también tendría un aporte continental del basamento metamórfico existente en la parte noroccidental de la cuenca, razón por la cual su formación debió ser una cuenca de trasarco. (INIGEMM, 2017)

### 5.3. Materiales

Tabla 4. Materiales empleados para el desarrollo del trabajo

Trabajo de campo	Trabajo de gabinete En oficina
<ul style="list-style-type: none"> <li>- GPS</li> <li>- Brújula</li> <li>- Martillo geológico</li> <li>- Lupa Geológica</li> <li>- Dron</li> <li>- Lápiz magnético/Rayador</li> <li>- Cinta métrica</li> <li>- Distanciómetro</li> <li>- Fundas Ziploc</li> <li>- Etiquetas</li> <li>- Ácido Clorhídrico (10%)</li> <li>- escalímetro</li> <li>- Equipo de protección personal</li> <li>- Cámara fotográfica</li> <li>- Libreta de campo</li> <li>- Fichas campo de registro macroscópico</li> <li>- Fichas campo de registro de afloramientos</li> <li>- Esferos</li> <li>- Lápices de colores</li> <li>- Marcadores permanentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SIG (ArcGIS 10.5)</li> <li>- AutoCAD 2019</li> <li>- Google Earth Pro</li> <li>- BigMaps</li> <li>- Microsoft Word</li> <li>- Microsoft Excel</li> <li>- ALOSPALSAR</li> <li>- Memorias extraíbles</li> <li>- Carta geológica de Alamor 1:100000 (2017)</li> <li>- Carta geológica Cariamanga 1:100000 (2017)</li> <li>- Fotografías Aéreas con resolución 0,4m</li> <li>- Impresora</li> <li>- Esferos, lápices de colores, marcadores permanentes</li> </ul>

### 5.4. Procesamiento

#### - Fase pre-campo

Con la finalidad de realizar el estudio geológico estructural de la parroquia Cruzpamba, y dar cumplimiento a los objetivos propuesto, la fase inicial comprendió de una recopilación bibliográfica de libros, informes, revistas, mapas, etc. los cuales permitieron complementar la información de cada uno de los objetivos

- *Fase de campo*

En una segunda instancia se desarrolló la fase de campo la cual comprendía en un recorrido de la zona de estudio el cual permitió reconocer la geología, zonas de contacto y estructuras que pudieran estar presentes en afloramientos en vías y quebradas presentes. Para poder levantar información se empleó fichas técnicas, las cuales abarcan información relevante de cada punto levantado en campo.

- *Fase de oficina*

Siendo esta la etapa final del trabajo de investigación se emplea metodología de trabajo en este caso analítico el cual permitió interpretar y analizar los datos obtenidos previamente en campo, con el objetivo de establecer resultados acordes al trabajo desarrollado.

**5.4.1. Metodología para el primer objetivo**

“Determinar las litologías y relaciones estratigráficas existentes en la zona de estudio”

- Para iniciar este objetivo se partió por la recopilación de información bibliográfica y cartográfica, que permitiera reconocer la zona de estudio, así como su geología mediante el uso de la carta geológica de Alamor y Cariamanga año 2017 a escala 1:100.000. Así como el uso de un mosaico de ortofotos, proporcionado por La Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA) con una resolución de 0,4m referenciados correctamente empleando DATUM WGS84 UTM zona 17 Sur, las mismas que permitieron identificar las zonas de contacto y estructuras geológicas
- Se procedió a generar el mapa topográfico el cual se lo obtuvo mediante MDT AlosPalsar generando las curvas de nivel a escala 1:25 000; sirviendo como base para planificación del trabajo de campo y para agregar información geológica preliminar.
- En lo que refiere a datos auxiliares como vías, poblados, ríos y quebradas; se digitalizaron a partir de las ortofotos previamente obtenidas desarrollando una interpretación preliminar de las mismas.
- Mediante análisis fotointerpretativo el cual permitió realizar un análisis geológico - estructural, realizado en base a la metodología propuesta por (Lopez Vergara, 1988), en su Manual de fotogeología. Ya en el desarrollo, se trabajó con el software ArcGIS 10.8, iniciando con la creación de un mosaico a partir de las ortofotos obtenidas

mediante SENAGUA. La fotointerpretación consistió básicamente en la definición de contactos y la identificación de estructuras mediante análisis de parámetros como:(*Ver anexo I*):

**Análisis del tono y vegetación:** se analizó los tonos y texturas de las ortofotos relacionándolos a las litologías existentes en la zona, además de considerar el tipo de vegetación, uso de suelo, presencia de agua y humedad de la zona de estudio, puesto que son factores determinantes al momento de definir un tipo de litología.

**Análisis topográfico:** se realizó en base al levantamiento topográfico a escala 1:25000 generada en la fase de preparación a partir modelos digitales del terreno (MDT) que cuentan con una resolución espacial de 12.5 m

**Análisis de unidades geomorfológicas:** se analizó a partir de la información expuesta por el Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS) en el Mapa Geomorfológico Nacional, a escala 1:25000 del año 2018

**Análisis de red de drenaje:** en esta fase se consideró principalmente el análisis de los patrones, densidad y uniformidad de la red de drenaje, considerando que la litología, estructuras y topografía producen cambios e influyen directamente en la red de drenaje.

**Análisis de control litológico:** se llevó a cabo mediante la digitalización de contactos litológicos en base el análisis en conjunto de los criterios anteriormente mencionados, los cuales posteriormente, mediante el levantamiento de información en campo serán corroborados

**Análisis de control estructural:** esta fase consistió en el análisis de los rasgos morfológicos de la superficie terrestre, la disposición de la vegetación, escarpes de falla, red de drenaje y demás parámetros que dan lugar a estructuras plegadas, fallas, fracturas, diaclasas, etc.

- Seguidamente, se planificó salidas de campo siguiendo las rutas antes analizadas, para el levantamiento de información en la zona se empleó el mapeo por contacto el mismo que según Echevest (2018) se lo emplea en escalas de trabajo intermedio, la misma que consiste en la localización de zonas de contacto entre las unidades o formaciones para complementar el estudio se realizó el levantamiento de afloramientos fuera de la

zona de contacto por kilómetro cuadrado. Una vez establecidos puntos de contacto se procedieron a recorrer campo para levantar la información relevante como son la ubicación, dimensión, meteorización, datos estructurales, observaciones, etc. mediante el uso de fichas técnicas tanto para afloramientos (*ver anexo 2*) como para muestras de rocas (*ver anexo 3*)

- Se levantó un total de 64 afloramientos en la zona de estudio los mismos que sirvieron como base para el levantamiento de información geológica
- Al mismo tiempo se recolectó muestras de rocas dependiendo de la litología presente, teniendo en cuenta el debido protocolo para levantar muestras en campo.
- Finalmente se realizó una columna estratigráfica

#### **5.4.2. Metodología para el segundo objetivo**

“Caracterizar las estructuras geológicas que presentes en la parroquia en estudio”

- Para el cumplimiento de este objetivo se inició con el análisis fotointerpretativo de estructuras que se realizó junto con el análisis de la geología de la zona de estudio desarrollado en el objetivo anterior, se analizó parámetros que permitieron identificar de mejor manera cada una de las estructuras como lo son: alineaciones de drenaje, vegetación o humedad y rasgos morfológicos (facetas triangulares, ensilladuras tectónicas, movimientos o cambios bruscos del relieve). Para su ejecución se utilizó las ortofotos proporcionado por La Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), a su vez se elaboró un Hillshade con el MDT, esto con la finalidad de transponerlo en las ortofotos con una transparencia del 65% mejorando la visualización del relieve.
- Una vez en campo se identificó y detalló las estructuras geológicas que se pudieron evidenciar
- Finalmente se obtuvo información de las estructuras geológicas presentes, las mismas que en complemento con la información plasmada del primero objetivo, sirvió de base para la elaboración del mapa geológico – estructural de la parroquia a escala 1: 25 000 necesario para el desarrollo del tercer objetivo.

#### **5.4.3. Metodología para el tercer objetivo**

“Elaborar el mapa geológico estructural de la parroquia Cruzpamba a escala 1:25000”

- Con la información de campo y procesada en gabinete, siendo esta: topográfica, geológica y estructural, se procede a la elaboración del primer borrador del mapa

geológico - estructural a escala 1:25 000 mediante el software ArcGIS 10.8, en el cual se desarrollaron trabajos interpretativos mediante geología general y ortofotos del área de estudio. También se implementó como referencia la *Guía para la interpretación y elaboración de mapas geológicos* de (Camargo, 2004).

- Se corroboró en campo la información presente en el mapa de tal manera que la información geológica estructural levantada sea la correcta, teniendo presente que para realizar este trabajo se recolectó puntos de control de afloramientos en los límites de contacto y complementándolos con afloramientos en las distintas vías y quebradas de acceso, de tal manera que dicha información concuerde con la de campo.
- Se elaboró los respectivos cortes geológicos que nos permitieron conocer la disposición de las formaciones presentes bajo el criterio de (Martinez Alvarez, 1981) en su libro denominado *Mapas geológicos explicación e interpretación*.
- Finalmente se obtuvo el mapa geológico – estructural de la parroquia Cruzpamba a escala 1:25 000 en el que se plasma litología, estructuras y corte geológicos presente.

## 6. Resultados.

### 6.1. Resultados del primer objetivo

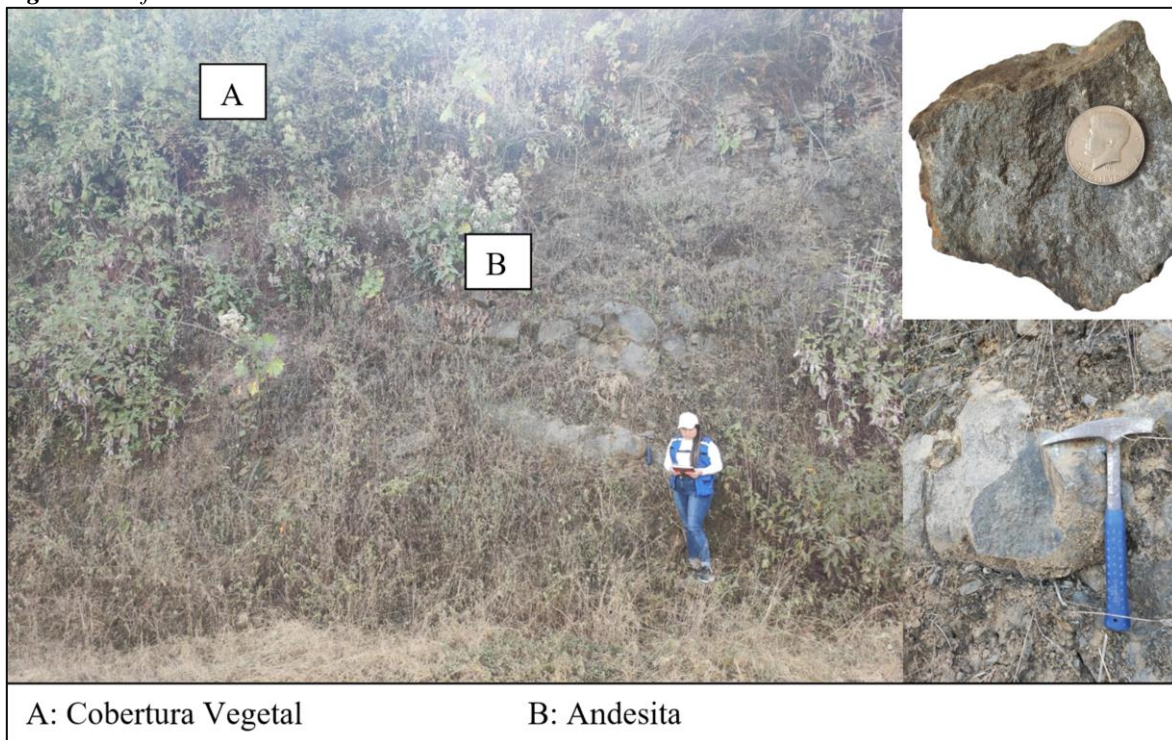
#### 6.1.1. Geología local.

El área de estudio se encuentra dentro de la formación Celica la cual representa el basamento de la parroquia la cual está constituida por tobas volcánicas, tobas con hematitas, andesita y andesita basáltica; la formación Ciano en la que predominan rocas sedimentarias como areniscas litificadas, limolitas; y finalmente por depósitos cuaternarios de aluvial y coluviales.

A continuación, se describen los afloramientos presentes en la zona de estudio

#### - *Andesita*

*Figura 14. Afloramiento de Andesita*



La andesita es una roca ígnea extrusiva la cual se caracteriza por presentar una textura afanítica de grano fino, presenta una coloración gris verdoso. En la Figura 14 se puede evidenciar la presencia de andesitas (UTM 607619.72E; 9536826.16N) de carácter antrópico, este afloramiento presenta 6.8 m de alto y 8,2m de largo.

La roca en estudio presenta una estructura masiva de coloración gris, grado de meteorización medio y es altamente competente al golpeo con el martillo geológico. Al

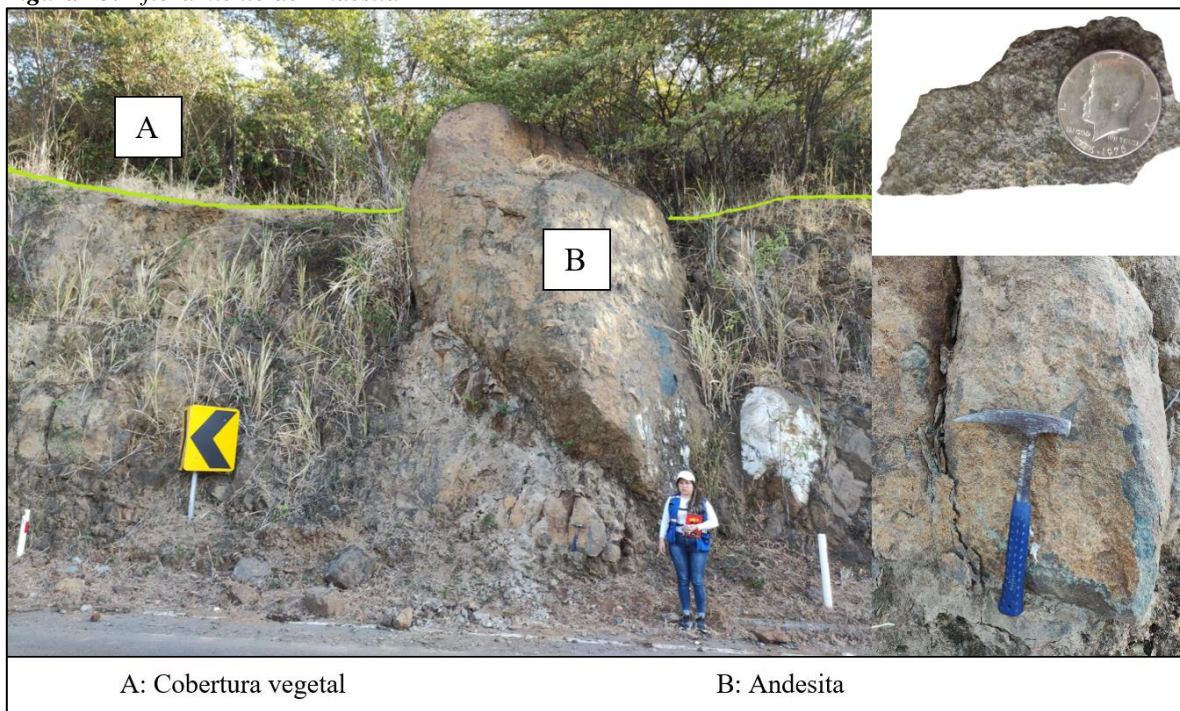


analizar la muestra de mano se evidencia una coloración gris verdosa con textura afanítica de grano fino, se puede evidenciar la presencia de minerales como plagioclasas y feldespatos.

El afloramiento que se visualiza en la figura 15 se encuentra ubicado en las coordenadas UTM (9539278.49; 606009.09) corresponde a roca andesita el cual presenta dimensiones de 5.3 metros de alto y 7.5 metros de ancho y en su parte superior se visualiza una vegetación arbustiva abundante.

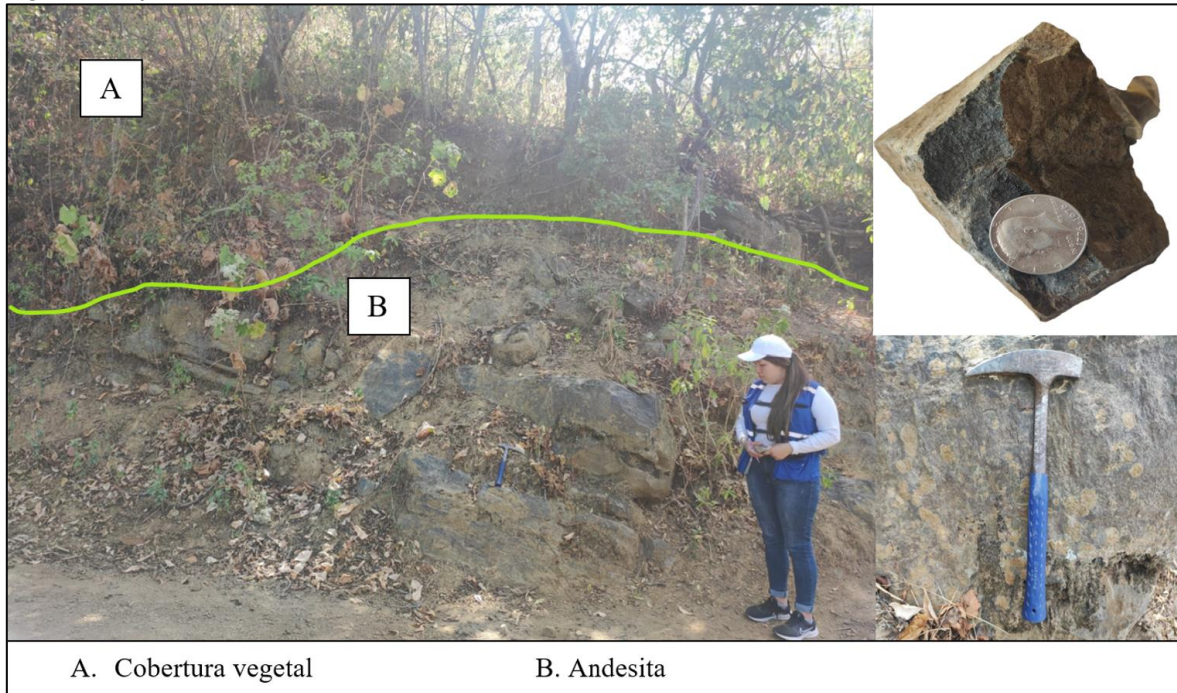
La roca andesita se caracteriza por presentar una textura afanítica de grano fino, coloración gris y dureza bastante competente al golpe del martillo geológico, grado de meteorización medio.

**Figura 15.** Afloramiento de Andesita



- *Andesita basáltica*

**Figura 16.** Afloramiento de *Andesita basáltica*

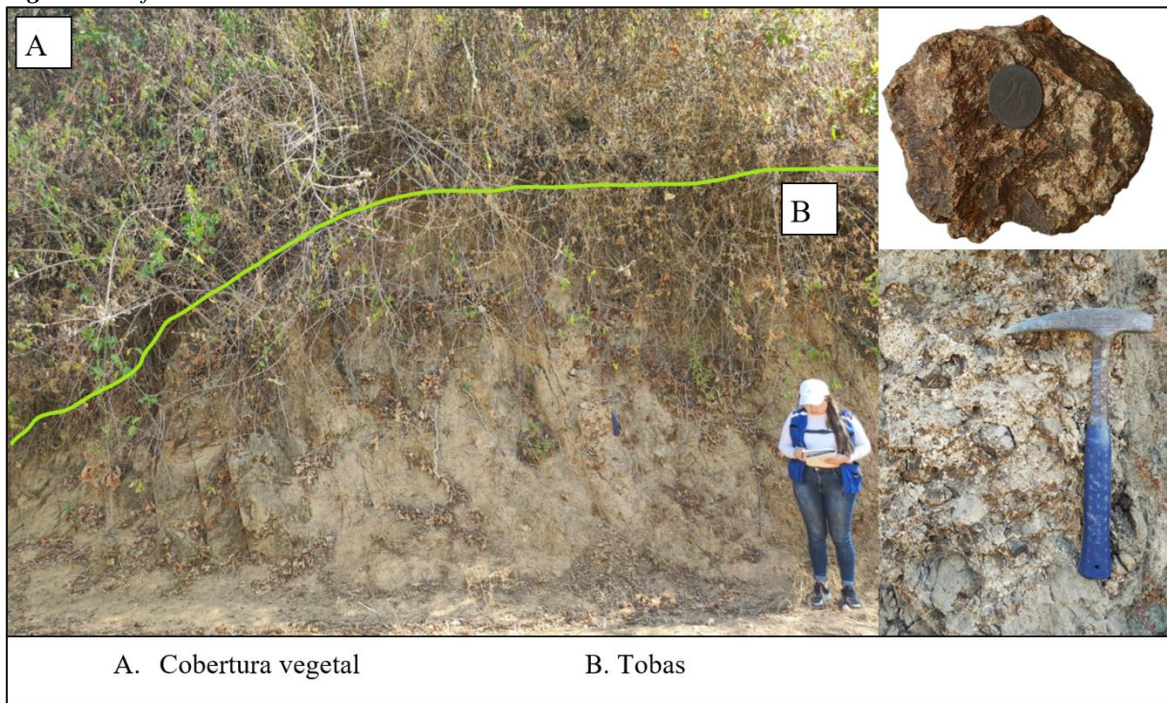


Las andesitas basálticas presentes en la formación Celica se encuentran asociadas a cuellos volcánicos, que se forman cuando un volcán cesa de hacer erupción, ya que se erosiona al entrar en contacto con el agua, gases y ácidos, la montaña se gasta con el tiempo, pero el magma que se solidificó.

En la figura 16 (UTM 606721.25E; 9535665.84N), se ubica el afloramiento de andesitas basálticas el cual presenta 2,45m de altura y 4,3 m de ancho. La roca en estudio presenta una estructura masiva presenta una coloración bastante oscura, grado de meteorización medio y es altamente competente al golpeo con el martillo geológico. Al analizar la muestra de mano se determina que el material tiene textura afanítica, tamaño de grano fino, el contenido porcentual aproximado de fenocristales es de 15% y matriz 85%. Los minerales primarios son plagioclasa, hornblenda y piroxeno, con olivino, biotita, cuarzo como minerales accesorios. En la quebrada Quillusara se evidencia de manera más específica y continua la existencia de andesitas en bloques amplios

- **Tobas volcánicas**

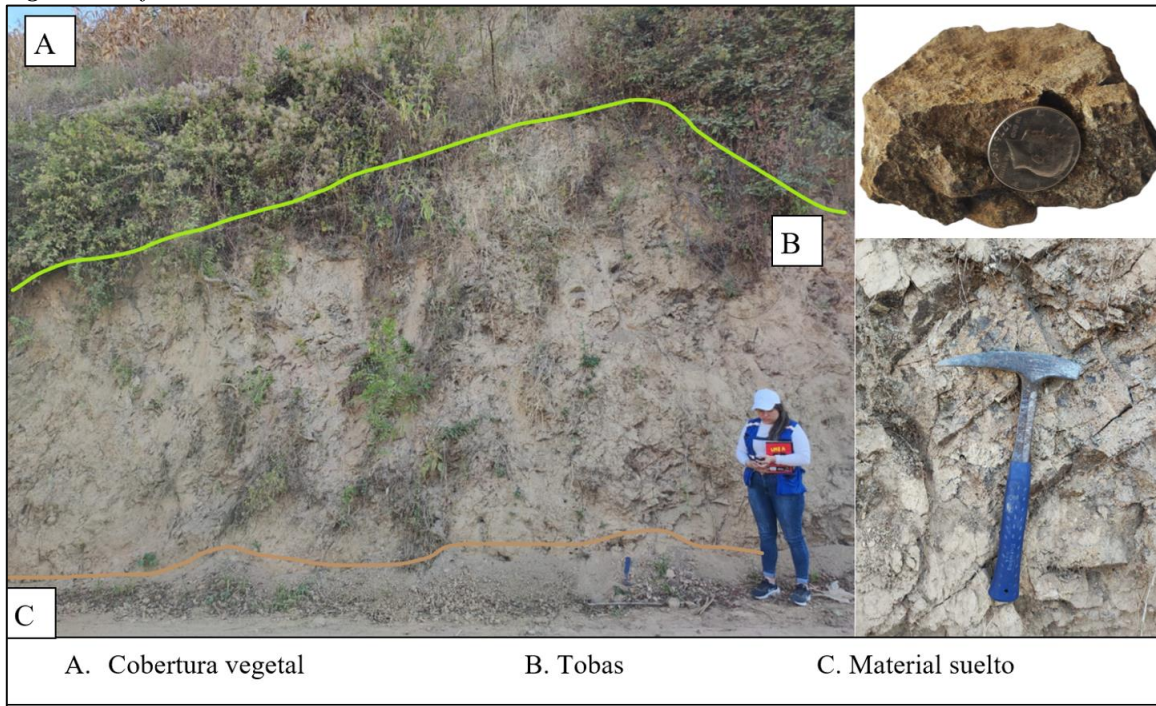
**Figura 17.** Afloramiento de Tobas volcánicas



En la figura 17 se puede evidenciar un afloramiento antrópico de tobas ubicado en las coordenadas (UTM 607160.12E; 9535314.82N). La toba volcánica es una roca ígnea extrusiva, ligera, de consistencia porosa, estas rocas se presentan poco consolidadas con una meteorización alta, coloración gris – marrón de estructura masiva y se caracteriza por ser poco competente al golpe del martillo geológico. En la muestra específica de roca se evidencia una textura piroclástica, clastos irregulares, granos de tamaño medio de (1 – 5) mm, con una matriz limo arenosa en un 95% y 5% constituida de fenocristales. Los minerales que se encuentran presente son feldespatos, piroxenos y plagioclasas como minerales principales y en pocas cantidades de cuarzo.

Las medidas que presenta el afloramiento son de 4 metros de alto y 7 metros de ancho, en la parte superior se puede evidenciar la vegetación abundante.

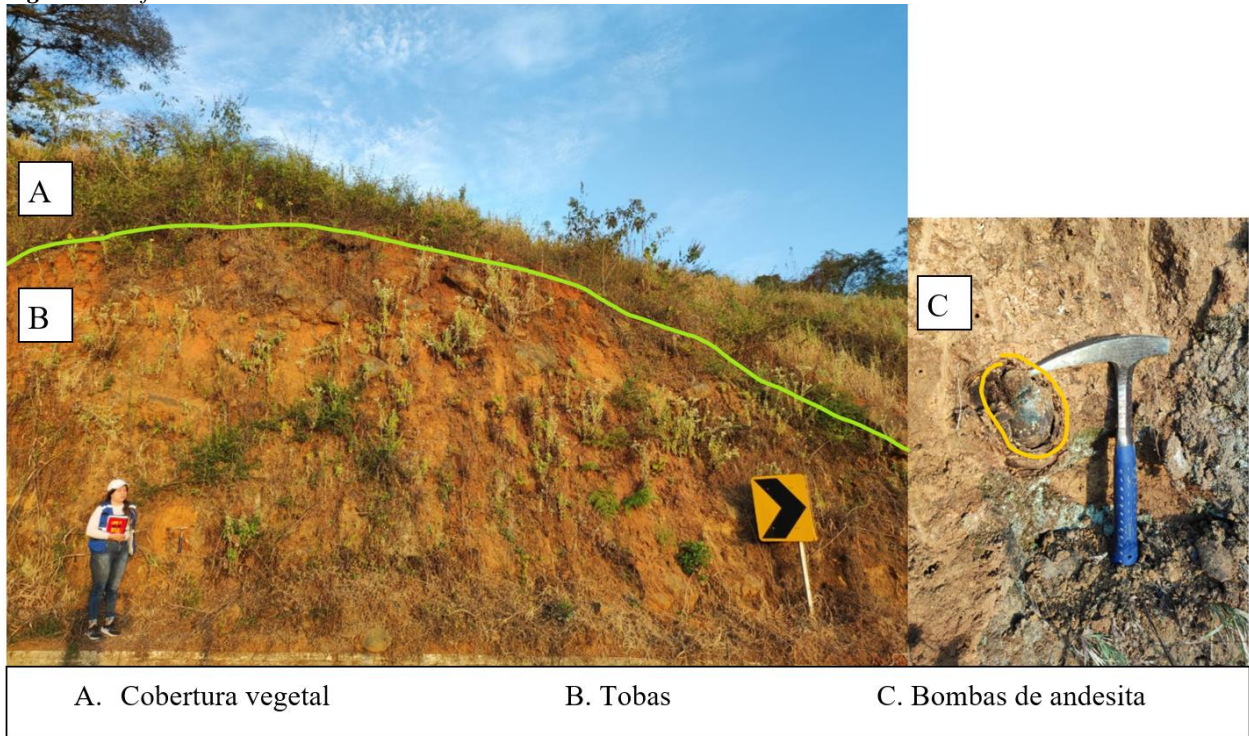
**Figura 18.** Afloramiento de Tobas



En la figura 18 se observa otro afloramiento de tobas ubicado en las coordenadas (UTM 605478.06E; 9537945.44N) específicamente vía al barrio El Faique en la vía de. Esta roca presenta un grano grueso, constituido por líticos de composición básica a intermedia, coloración marrón anaranjada, poco competente al golpe del martillo geológico, con una matriz limo-arenosa con características similares a la anterior muestra detallada. Presenta plagioclasa y clinopiroxeno como minerales principales.

El afloramiento representativo presenta en la parte superior cobertura vegetal bastante notoria, así como material suelto en la parte inferior, sus dimensiones son de 4.3 metros de alto y 8 metros de ancho

**Figura 19.** Afloramiento de Tobas con bombas de andesita



En la figura 19 se observa un afloramiento antrópico de tobas con una variante de bombas de andesita ubicado vía principal a la cabecera parroquial (UTM 611948.99E; 9538003.72N), el cual tiene una altura de 6,30m y 10,6m de ancho, el cual se diferencia de las demás tobas por dos características principales que son la coloración roja-anaranjosa y la presencia de bombas volcánicas, las bombas halladas tienen estructura masiva tamaño de 8 a 10 cm, coloración gris verdosa, grado de meteorización medio y es altamente competente al golpeo con el martillo geológico.

**Figura 20.** Bombas de andesita

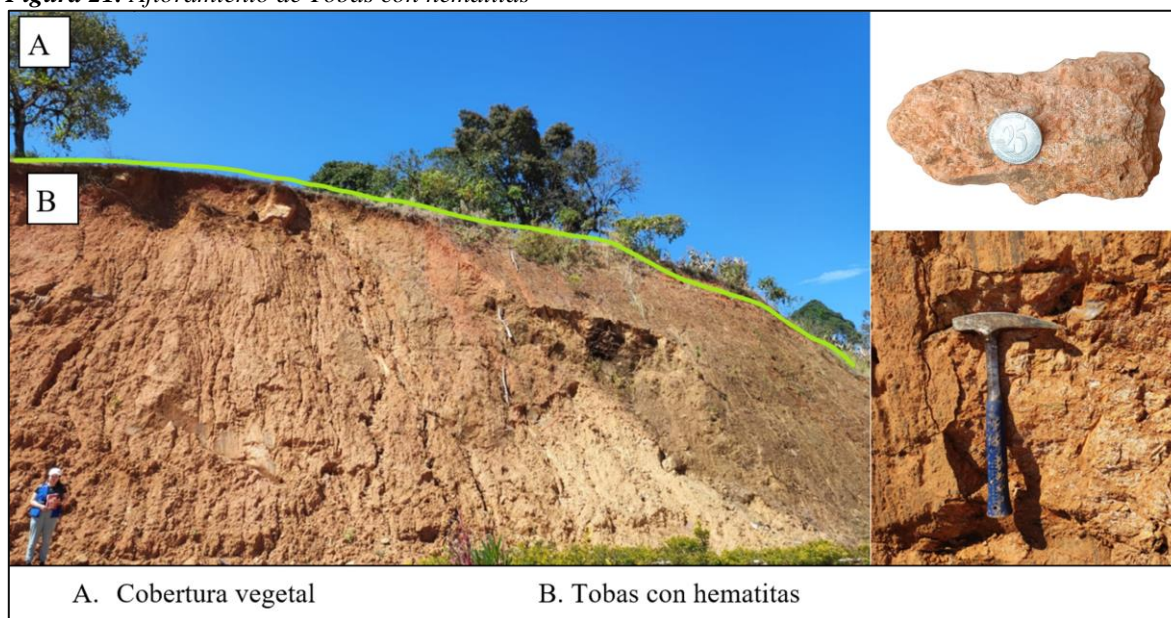


En la vía de segundo orden hacia el sector Cunchinimi se evidencia aún más la presencia de bombas de andesita sobre una matriz de tobas como se visualiza en la figura 20 ubicadas en las coordenadas (UTM 612337.46E; 9540882.37N) y (UTM 612521.56E; 9541324.59N) se evidencia la presencia de bombas y bloques de arenisca volcanoclástica.

Las bombas y bloques de andesita presentes se pueden apreciar de mejor manera en las laderas de la zona, presentan características de estructura masiva, coloración gris verdosa, grado de meteorización medio y es altamente competente al golpeo con el martillo geológico

- ***Tobas con hematitas***

**Figura 21.** Afloramiento de Tobas con hematitas



En la figura 21 se evidencia el afloramiento de hematitas ubicado en las coordenadas (UTM 612290.93E; 9540817.16N), que se ubica en la vía de primer orden hacia la cabecera parroquial Cruzpamba. Se pudo evidenciar las tobas con presencia de hematitas las mismas que le otorgan una coloración roja – anaranjosa, presentan un grado de meteorización alto el mismo que impide tener una competencia alta frente al golpe del martillo geológico por lo que se disgrega fácilmente, estructura masiva y presencia de humedad. Al analizar detenidamente una muestra de mano se establece textura piroclástica, tamaño de grano fino con forma de los clastos irregular, 20 % en fenocristales y el 80% de matriz limo-arenosa con fragmentos líticos de composición intermedia meteorizados de tamaño variable (5-10mm), sin dejar de lado la porosidad y ligereza característica de la roca. Presentando plagioclasa y

clinopiroxeno como minerales principales. Presenta 6.35m de altura y 28m de ancho así como también una vegetación arbustiva en la parte superior del afloramiento

- **Areniscas Litificadas**

*Figura 22. Afloramiento de Areniscas litificadas*



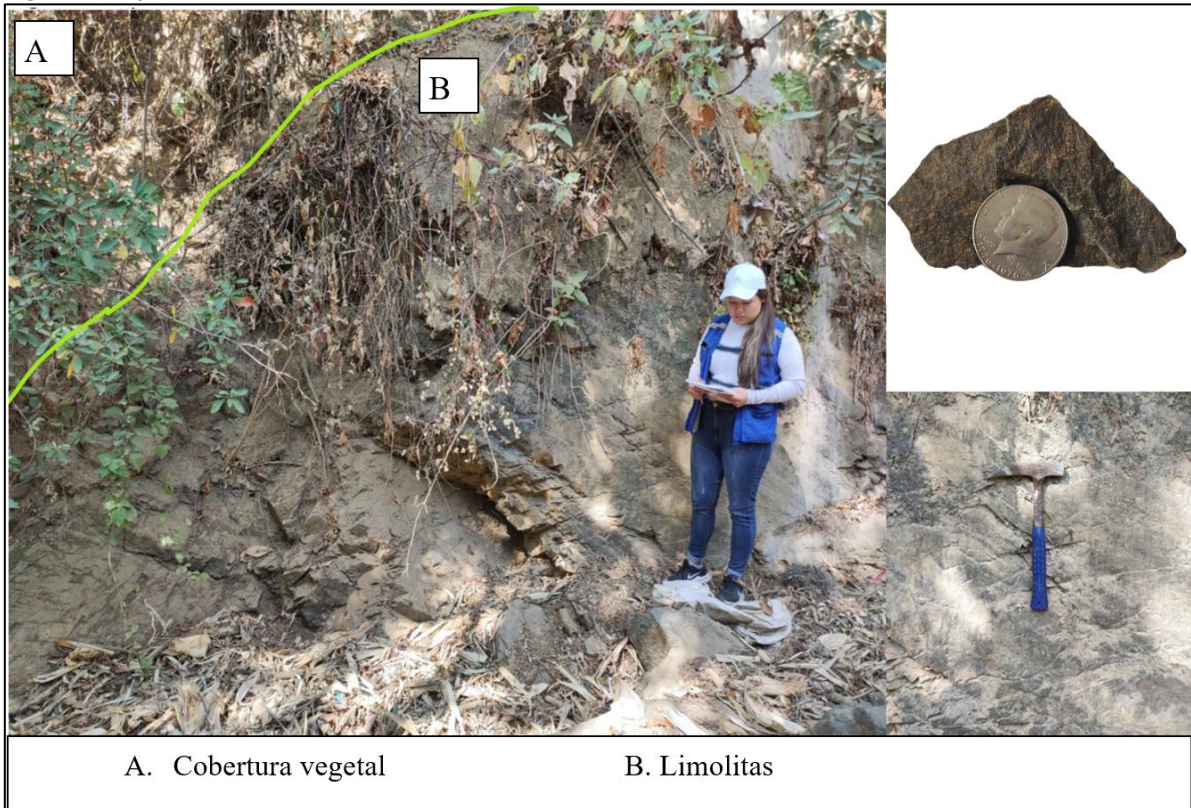
Esta litología sedimentaria se localiza en la parte sur de la parroquia, es visible en caminos de herradura y en la quebrada intermitente de la zona. En el cual se puede visualizar un afloramiento en el cual se presentó areniscas litificadas características por la granulometría de esta, así como de la dureza que presenta, presenta una coloración grisácea con granos finos.

Las areniscas son todas las rocas sedimentarias detríticas que contienen al menos el 50% de granos del tamaño de arena (0.063mm a 2mm), su textura es variable desde bien sorteada a con sorteo pobre, mineralógicamente se compone de cuarzo y feldespatos en conjunto con fragmentos de cualquier tipo de roca.

En la figura 22 se puede apreciar un afloramiento natural, ubicado en el sector “El Guineo” UTM (607237.13E; 9535876.39N). Presenta 2.2 m de altura y 5.34m de ancho. Se evidencia arenisca con una litificación alta, de color gris oscuro, competencia media al golpe del martillo geológico, presenta clastos de grano fino y una gran capa de capa vegetal.

- **Limolitas**

**Figura 23.** Afloramiento de Limolitas



Las limolitas presentes en la formación Ciano se encuentra suprayaciendo a las areniscas, se visualiza en la quebrada intermitente y vía de segundo orden del sector El Guineo.

En la figura 23 se observa un afloramiento natural en la quebrada intermitente del sector antes mencionado (UTM 607199.60E; 9535876.56N), presenta 2.8m de altura y 13.6m de ancho, además se evidencia que la roca presenta una estructura consolidada, humedad casi ausente, competencia media al golpe del martillo geológico con una meteorización alta, posee una coloración café – grisácea, textura clásica con un tamaño del grano fino <1mm, con estratificaciones inclinadas. Mineralógicamente las limolitas se encuentran compuestas de arcillas, feldespatos, cuarzos y micas.



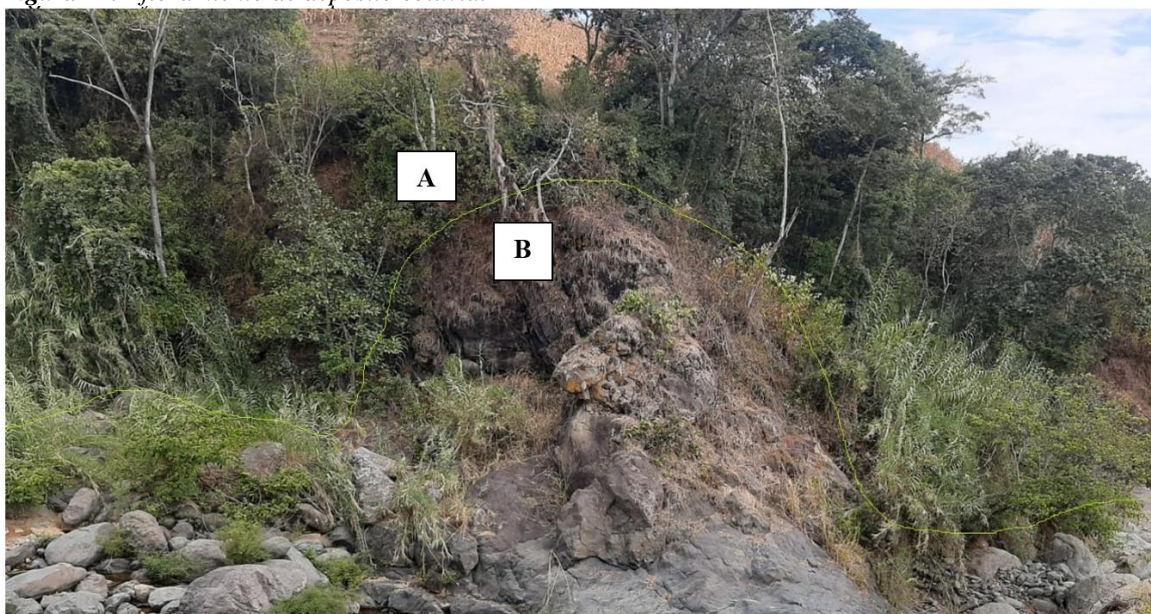
### 6.1.1.1. Depósitos Cuaternarios

#### - Depósito Coluvial

Los depósitos coluviales son aquellos que se forman de la alteración y desprendimiento local de macizos rocosos a lo largo de una ladera, son considerados comunes en regiones montañosas que presenten pendientes pronunciadas, su principal característica es el desplazamiento vertical considerable con relación a la horizontal, en el cual el transporte de material es poco. Se constituyen principalmente de fragmentos angulares las cuales se diferencian las unas de otras por el tamaño que presentan como: guijarros (4 – 64mm), cantos (64 – 256mm) y bloques(>256mm) que son desprendidos y transportados por la gravedad y agua.

En la zona noreste de la parroquia se pudo identificar la presencia de dos coluviales (Cuaternario). Los cuales se ubican ubicado en las coordenadas (UTM 610520E; 9541423N y 611220E; 9541544N) constituyen el 1,73% de la parroquia, se los puede visualizar ingresando por caminos de herradura presentes en la zona. En la figura 24 podemos observar un afloramiento de depósito coluvial de 19.5m de largo y 4.5m de alto en el cual podemos apreciar que se encuentra formado por acumulaciones de guijarros, cantos y bloques de roca andesítica subredondeados de tamaño variado los cuales se presentan en distribuidos de forma variada, se considera que la matriz de este coluvial son tobas bastante meteorizadas.

*Figura 24. Afloramiento de depósito coluvial*



**A:** Cobertura Vegetal

**B:** Depósito coluvial, de matriz tobáceo compuesto por fragmentos angulosos de andesita

## - Depósito Aluvial

Los depósitos aluviales son aquellos que se caracterizan por estar representados por niveles bien estratificados de roca o suelo, a su vez la extensión de territorio que abarca es bastante considerable a diferencia de un depósito coluvial. Compuestos por detritos mejor clasificados cuya granulometría varía desde arenas de grano grueso hasta bloques. En la zona de estudio se identificó un depósito aluvial al nor-oeste de la parroquia el cual se extiende 1,36km antes de llegar al puente La Merced hasta el puente de acceso al barrio Guayunimí. Este depósito constituye el 1.45% del área de estudio.

En la figura 25, se puede apreciar el depósito aluvial ubicado en el puente La Merced en las coordenadas UTM (607115E; 9540002N), el cual presenta una potencia de 1,76m y 11.56m de largo se puede apreciar una capa vegetal (A), una capa orgánica (B), su matriz limo-arenosa con guijarros (C) y finalmente fragmentos de roca en el cual se visualiza cantos y bloques (D) redondeados que han sido transportados por la corriente de la quebrada Quillusara.

*Figura 25. Depósito aluvial en el puente La merced*



### 6.1.2. Estratigrafía.

Figura 26. Columna estratigráfica del área de estudio

Columna Estratigráfica							LITOSTRATIGRAFÍA	Observaciones	
Era	Periodo	Edad	Época	Potencia	Formación	Escala (m)			
						Litología			
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	-	-	Depósito Coluvial Aluvial		mud wacke pack grain rud & bound	MUD SAND GRAVEL clay silt vf m vc gran pebb cobb boul	Aluvial de matriz limo-arenosa con guijarros, fragmentos de roca, capa vegetal y capa orgánica
Mesozoico	Cretácico	Cretácico Inferior	Cretácico	300m – 400m	Formación Ciano				Limolitas de coloración café oscura a gris, con una meteorización media y textura clásica con un tamaño del grano fino <1mm
				500m – 5000m	Formación Célica				Arenisca con una litificación alta, de color gris oscuro, competencia media al golpe del martillo geológico, presenta clastos de grano fino
							Tobas con presencia de hematita, la misma que le otorga una coloración roja-anaranjada de textura piroclástica.		
							Tobas volcánicas de textura piroclástica, clastos irregulares, granos de tamaño medio matriz limo arenosa en un 95% y 5% constituida de		
								Andesita basáltica de coloración mas oscura que la andesita por la presencia de gran cantidad de minerales oscuros, de textura afanítica	
								Andesita de coloración gris, textura afanítica de grano fino, se puede evidenciar la presencia de minerales como plagioclasas y feldespatos	

Elaborado por (Autora, 2023)

Para la sucesión estratigráfica de las formaciones presentes en el área de estudio se consideró aspectos como: la época y edad de las formaciones basado en: *Hoja geológica de Alamor y Cariamanga a escala 1:100 000 de* (INIGEMM, 2017) y *Tabla cronoestratigráfica internacional de* (Cohen et al., 2018) para las potencias de las formaciones estudiadas se utilizó datos desarrollados en el trabajo de (Dávila Robles, 2017) titulado *Estudio gravimétrico transversal meridional de la Cordillera de los Andes, con fines de evaluación tectónica y profundidad cortical del basamento. Tramo río Puyango – Loja.*

## 6.2. Resultados del segundo objetivo

### 6.2.1. Estructuras.

Las diaclasas o juntas son fracturas muy comunes que se forman en las rocas sin la necesidad de significativos desplazamientos entre ellas ocasionadas por distintos procesos como la erosión o presión.

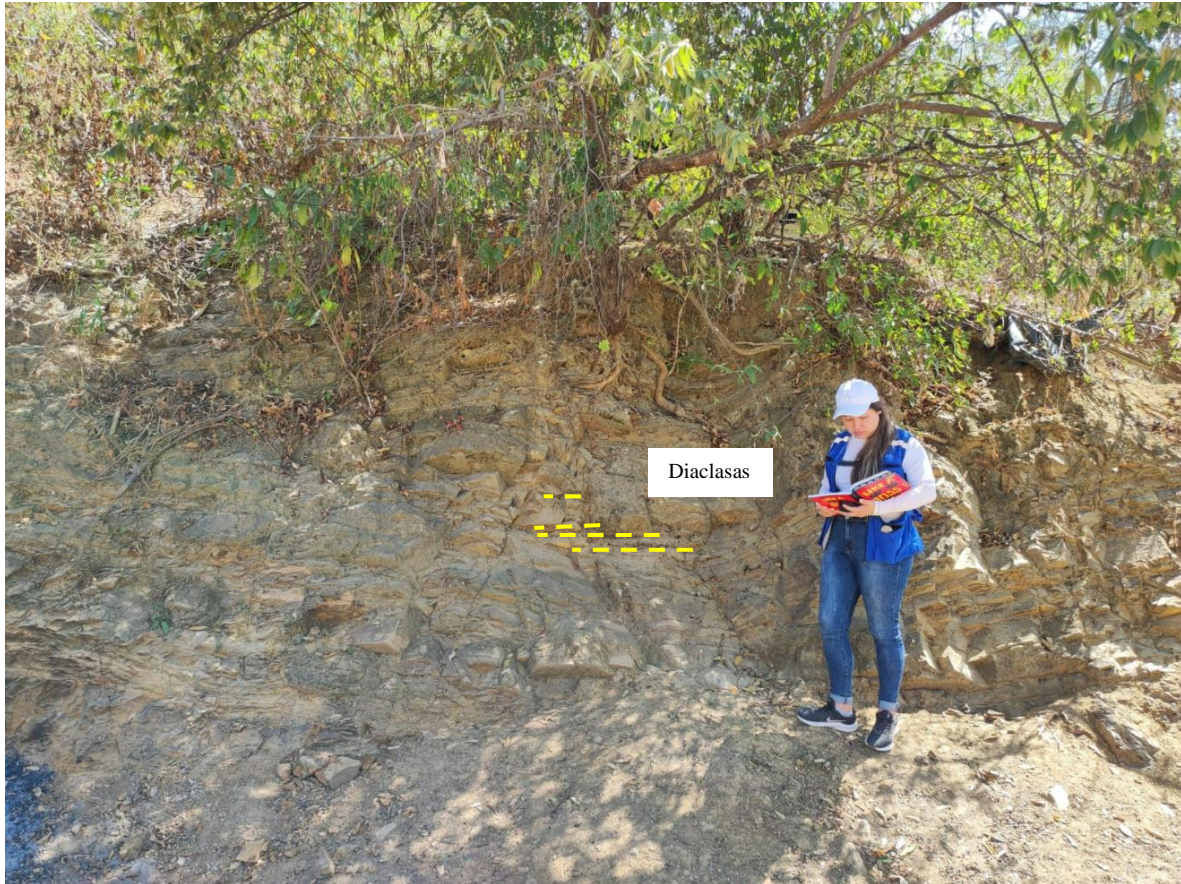
En la zona sur del área de estudio se observa la presencia de diaclasas en dos afloramientos compuestos por limolitas, el primero se ubica en las coordenadas UTM (607166.60; 9535876.56) que corresponden a la Figura 27 y las cuales presentan un azimut de  $111^\circ$ ; buzamiento de  $46^\circ$  y una dirección de buzamiento de  $81^\circ$  SW; entre diaclasas existe una distancia aproximada de 100mm

*Figura 27. Afloramiento de diaclasas en limolitas*



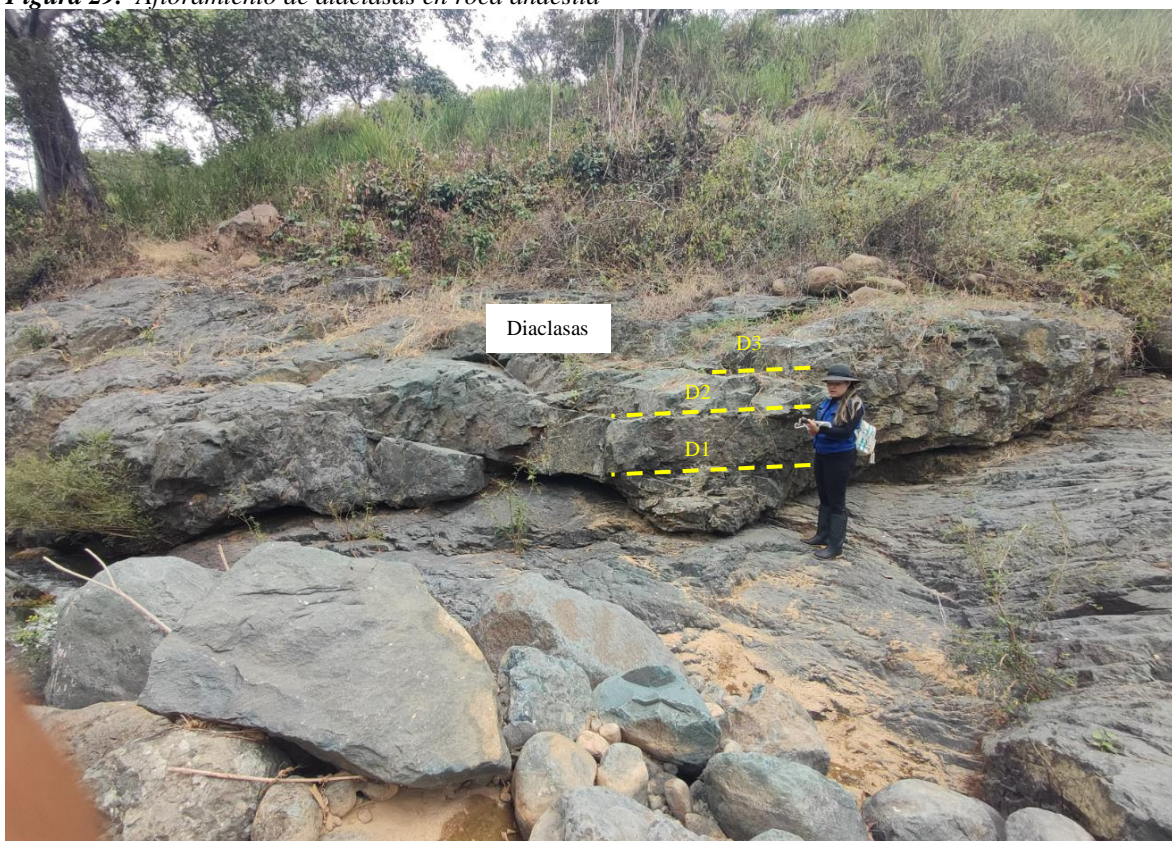
En el segundo afloramiento de limolitas que presenta diaclasa se ubica en las coordenadas UTM (607199.60; 9535876.56) correspondiente a la Figura 28 en la cual las diaclasas evidentes presentan datos estructurales de azimuth  $121^\circ$ ; buzamiento de  $49^\circ$  y dirección de buzamiento de  $320^\circ\text{NW}$ , la distancia entre diaclasas es de 80mm

**Figura 28.** Afloramiento de diaclasas en limolitas



En la quebrada Quillusara se visualiza un afloramiento de andesitas basálticas ubicado en las coordenadas UTM (608124; 9541181), presenta una altura de 7.8m y 12m de ancho; correspondiente a la Figura 29, estas estructuras presentan datos estructurales de: Azimut  $315^\circ$  y buzamiento de  $50^\circ$  con respecto al norte de la parroquia. A su vez es importante mencionar que posiblemente en este afloramiento se desarrolló una doble depositación de material y que por factores externos como la erosión por presencia de la creciente de la quebrada Quillusara se evidencia una fisura marcada entre las rocas. Existe un distanciamiento entre la diaclasa 1 y la diaclasa 2 de 700mm y entre la diaclasa 2 y la diaclasa 3 la distancia es de 500mm

**Figura 29.** Afloramiento de diaclasas en roca andesita



Las vetillas de cuarzo son cuerpos mineralizados que presentan un espesor menor a 2cm para considerarse como vetilla, si presentan un mayor espesor se considera con el nombre de veta.

En la figura 30 se observa la presencia de una vetilla de cuarzo presente en una roca de andesita basáltica, ubicada en las coordenadas UTM (608317;9541137) la cual presenta datos estructurales en azimuth de  $328^{\circ}$  y de buzamiento  $70^{\circ}$ .

*Figura 30. Vetilla de cuarzo*



### **6.3. Resultados del tercer objetivo**

Basado en la recopilación de información en campo en cuanto a la geología y estructuras se estableció el mapa geológico estructural representando en la figura 31, para su elaboración se tomó como base la información levantada en 64 puntos de control los cuales fueron la guía para ubicar en campo los distintos tipos de litologías presentes, se digitalizó las capas litológicas encontradas dentro de la zona de estudio tomando como base la topografía además de las estructuras que se pudieron evidenciar. El área de estudio se encuentra constituido por dos formaciones:

La formación Celica conformada por rocas volcano-sedimentarias y por la formación Ciano constituida por rocas sedimentarias.

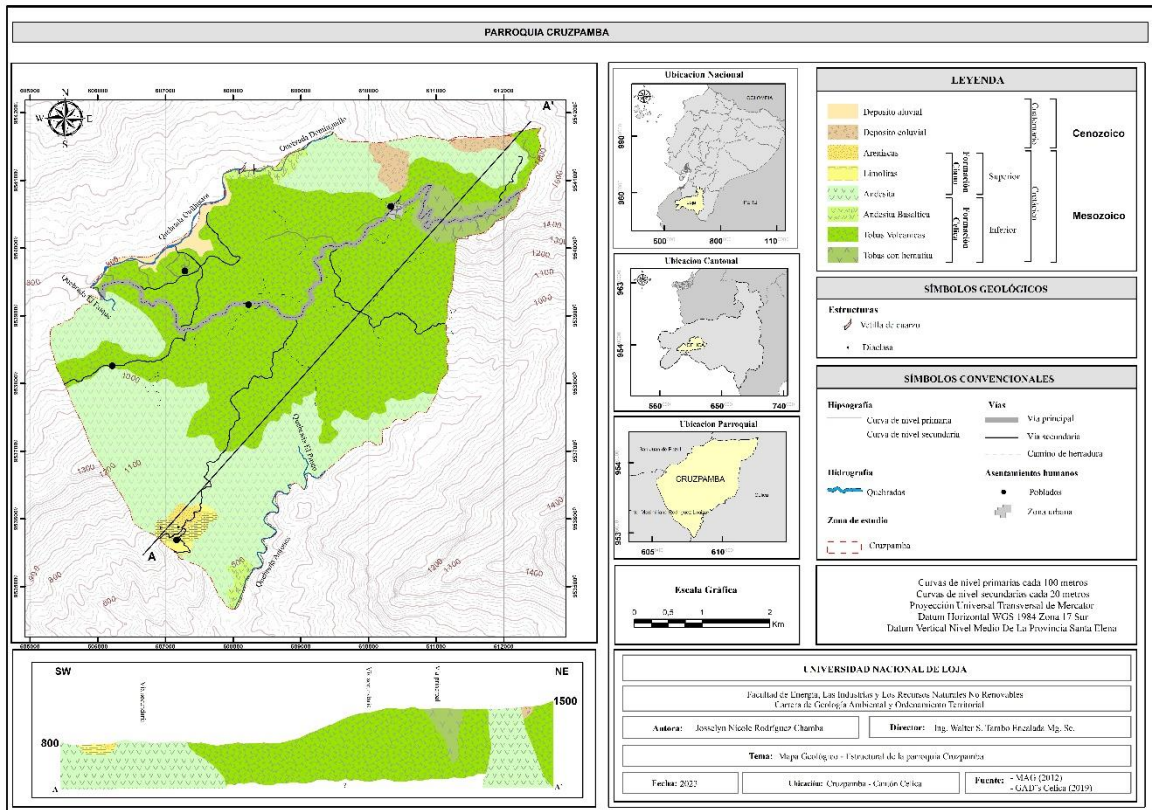
En el mapa geológico se encuentran plasmadas las litologías que conforman la zona de estudio las mismas que se componen de rocas ígneas extrusivas como la andesita y andesita basáltica consideradas como el basamento de la zona de estudio las cuales presentan texturas afaníticas. Tobas volcánicas y tobas con presencia de hematita, son rocas volcano-sedimentarias las cuales se resultan de la deposición de ceniza y fragmentos de flujos piroclásticos producto de una erupción volcánica. Por su alto contenido de minerales este tipo de rocas es utilizado para la agricultura. Las areniscas y limolitas, rocas sedimentarias detríticas pertenecientes a la formación Ciano, se forman por la meteorización física que genera partículas de cualquier tipo de roca.

Y finalmente los depósitos cuaternarios presentes en la zona de estudio, como los aluviales los cuales son suelos sedimentarios que se forman a partir de materiales que son transportados por corrientes de agua formados por el arrastre de materiales; y coluviales los cuales se conforman por materiales jóvenes acumulados al pie de laderas resultado de procesos gravitatorios.

A su vez se plasma en el las estructuras que se visualizaron en campo como diaclasamiento presentes en limolitas y en andesita basáltica, así como vetilla de cuarzo presente en andesita basáltica



Figura 31. Mapa geológico-estructural de la parroquia Cruzpamba

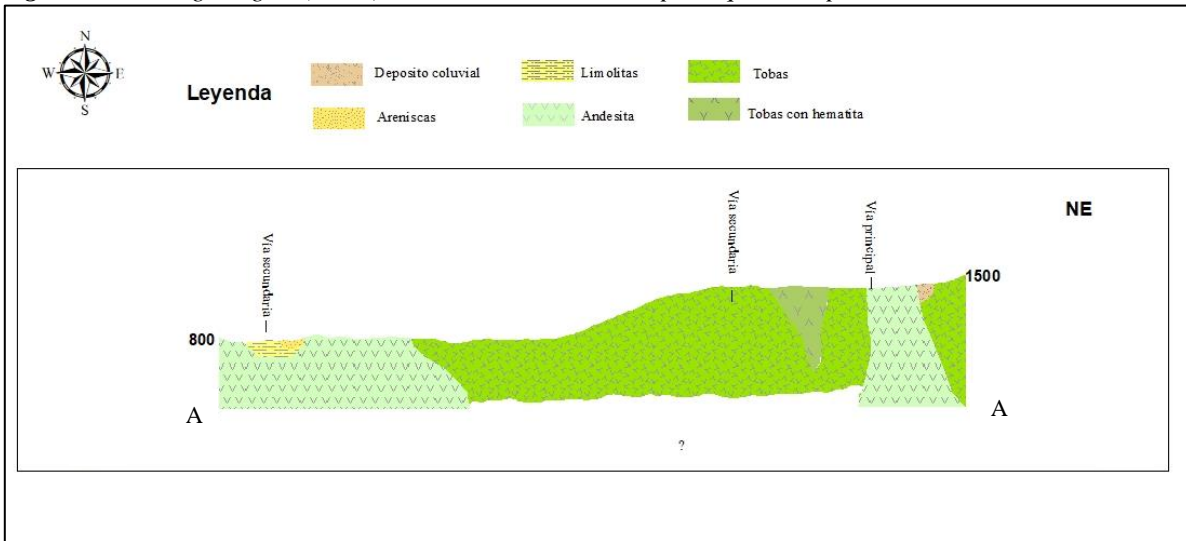


El corte geológico es una representación gráfica el cual ilustra las características geológicas de una zona en específico.

En este caso en la figura 32 se representa el corte geológico A - A' de dirección SW–NE, el cual proporciona una valiosa comprensión y análisis de la disposición de las litologías del área en estudio.

En el flanco izquierdo (A) ubicado al SW del mapa afloran andesitas que se consideran como el basamento de la parroquia, sobre este material se sitúa una capa de limolitas y areniscas las cuales tienen un origen sedimentario, se puede inferir la existencia de contacto discordante de las tobas con respecto a las andesitas del lado izquierdo del corte con las tobas con hematitas y andesitas del lado derecho del corte; así mismo se podría inferir el contacto existente en el flanco derecho (B') de las andesitas respecto al depósito coluvial y las tobas.

**Figura 32.** Corte geológico (A-A´) en sentido SW - NE de la parroquia Cruzpamba.



## 7. Discusión.

La zona de estudio se encuentra determinada mayoritariamente en un 51,60% por pendientes muy inclinadas, seguido de pendientes fuertemente inclinado con un 43,08% en el que litológicamente se aprecia más rocas de tobas volcánicas las cuales podrían ser mas expuestas a procesos de meteorización que alterarían su comportamiento en las zonas de inclinación provocando mayor inestabilidad.

La cuenca Cretácica Alamor – Lancones se ubica al sur del Ecuador y norte del Perú el cual comprende una cuenca marginal con series volcánicas y volcanoclástica desarrolladas en un ambiente de arco volcánico según investigaciones de Jaillard et all, 1996. Se la interpreta como una cuenca oceánica marginal desarrollada desde el Neocomaniano gracias a la desmembración del bloque Amotape-Tahuín de la Cordillera Real en un proceso de traslación/rotación a lo largo de la falla Las Aradas (Eguez & Poma, 2001)

La metodología de trabajo empleada por el Instituto Nacional Geológico Minero Metalúrgico INIGEMM (2017) es mediante mapeo por contactos la misma que se basa en la recolección de información en los puntos de contacto de las formaciones o unidades litológicas en escalas superiores a 1:20000, del mismo modo la metodología empleada en el presente estudio geológico fue de mapeo por contactos, lo cual permitió obtener resultados similares descritos a continuación:

El (INIGEMM) en las hojas geológicas de Alamor (2017) y Cariamanga (2017) a escala 1:100000 determina la presencia de la formación Celica (Kc), como una secuencia volcanoclástica, intercalada con mantos de lava de composición basáltico-andesítica, que generalmente están silicificados. Litológicamente son tobas de cristales de composición andesítica con fenocristales de piroxeno y hornblenda; brechas tobáceas de composición andesítica, verdosas, con clastos andesíticos, matriz tobácea, con minerales de plagioclasa, piroxenos y vidrio volcánico. Del mismo modo en el estudio investigativo se evidencio la formación Celica la cual se constituyen de materiales volcánicos y volcanoclástica como: andesita, andesita basáltica que se visualiza en distintos afloramientos de la parroquia, así como en la quebrada Quillusara, rocas de tobas volcánicas con fenocristales poco consolidadas sobre en el resto de los barrios las cuales sobresalen de las rocas andesitas, y bombas de andesita sobre laderas que presentan una matriz tobácea. Se destaca que en el INIGEMM (2017) menciona que dentro de esta formación se encuentran brechas tobáceas

de composición andesítico la misma que no se logró corroborar dentro de los límites del área de estudio.

La formación Ciano (KCn), definida inicialmente por Kennerley, (1973) y corroborada por el INIGEMM, (2017). La misma que comprende rocas sedimentarias finamente laminadas, intercaladas con volcánicos. Litológicamente, las rocas sedimentarias contienen intercalaciones de espesores centimétricos a decimétricos de areniscas, limonitas y lutitas de color gris oscuro y en ocasiones gris verdoso. Las areniscas presentan clastos de grano fino a medio en estratos de color gris oscuro. Las limolitas son de grano fino, gris oscuro. Las lutitas son muy finas y centimétricas. Estas rocas se encuentran silicificadas y en ocasiones contienen carbonatos en la matriz y sulfuros diseminados. Así mismo la formación Ciano en la zona de estudio la cual pertenece al cretácico superior y que se visualiza al S-W de la parroquia Cruzpamba se constituye por una secuencia de materiales sedimentarios como areniscas litificadas con presencia de granos fino, minerales de feldespatos y micas, presentan una estructura definida y limolitas la cual presenta una coloración gris oscura de grano fino y que presenta feldespatos, micas y cuarzos. Pero cabe mencionar que las lutitas identificadas por el INIGEMM (2017) no fueron identificadas en el trabajo de campo realizado.

A nivel más superficial se encuentran depósitos del Cuaternario como son un depósito aluvial constituido por una matriz limo arenosa y dos depósitos coluviales de matriz tobácea guijarros y bloques de rocas andesíticas.

En lo que refiere a estructuras en el estudio realizado por el INIGEMM (2017) se detalla solamente la existencia de contacto y fallamiento inferido, mientras que en el estudio investigativo no corroboro dicha información, pero se evidenció la presencia de diaclasa y de vetillas de cuarzo con potencias menores a las 5mm

## 8. Conclusiones.

- Basado en el levantamiento de la geología local, la zona de estudio se encuentra conformada al norte y gran parte del sur por andesitas abarcando un total de 9.82km<sup>2</sup>; una pequeña extensión al noroeste y sureste que abarca el 0.36 km<sup>2</sup> corresponde a andesita basáltica; al noreste, una pequeña extensión de 0.80km<sup>2</sup> conformada por tobas con hematita; en la zona central de la parroquia se localizan tobas volcánicas que abarcan gran extensión de territorio con un 15.17 km<sup>2</sup>, todas estas litologías corresponden a la formación Celica. Mientras que por otro lado al suroeste de la parroquia se localizan limolitas que abarcan el 0.30 km<sup>2</sup> y por areniscas las cuales ocupan un 0.12 km<sup>2</sup>, estas litologías al contrario pertenecen a la formación Ciano. Y finalmente depósitos del Cuaternarios, al noroeste se evidencia un depósito aluvial ocupando el 0.35 km<sup>2</sup>, al noreste dos depósitos coluviales que conforman 0.46km<sup>2</sup> del territorio.
- En el ámbito estructural, de identifíco un total de 4 estructuras secundarias presentes en la zona de estudio, como son diaclasas las cuales se evidencian afloramientos de areniscas y limolitas, pero también en roca de andesita basáltica, en la cual se azume se formó debido a una doble depositación de material en el cual por la presencia del caudal de la quebrada Quillusara lo erosiono y por presión de la misma causa el diaclasamiento en este tipo de roca. Finalmente, una estructura de vetilla de cuarzo de coloración clara de potencia menor a 5mm.
- La fotointerpretación desarrollada permitió una mayor identificación en cuanto a la geología, sin embargo, en el ámbito estructural no se pudo identificar ningún indicio de que en la zona de estudio pudiera existir algún tipo de fallamiento o estructuras primarias que se puedan pasmar y corroborar en campo.
- Basado en la información levantada en campo se concluye en la elaboración del mapa geológico estructural a escala 1:25000 de la parroquia Cruzpamba en el cual se plasmó la litología y estructuras secundarias que se pudieron evidenciar y mapear. Así mismo se elaboró el corte geológico en sentido SW-NE en el que se abarcan la mayor cantidad de litologías presenten el cual permitió tener una visualización tridimensional de la disposición litológica

## **9. Recomendaciones.**

- Se recomienda realizar estudios geofísicos en puntos estratégicos de la parroquia permitiendo detallar de mejor manera la cronogeología de depositación de los materiales, espesores y profundidades, especialmente realizarlos en la zona de contacto entre la formación Celica y la Formación Ciano de tal forma que se pueda identificar y detallar el fallamiento de contacto entre estas dos formaciones.
- Realizar estudios geológicos a mayor escala, que permitan caracterizar e identificar las unidades litológicas a mayor detalle especialmente de las nuevas litologías presentes que se determinaron en el trabajo realizado.
- Realizar láminas delgadas de las muestras de roca de tal manera que se pueda analizar la composición mineralógica de cada una de ellas logrando así obtener descripciones petrográficas más específicas.

## 10. Bibliografía.

- Gomez Enrique, G., & Diaz Huaina, G. N. (2017). *Mineralogía Y Petrología-GM02-201901*. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Tucker, M. (2011). *“Sedimentary Rocks in the Field: A Practical Guide (4ª edición)”*. USA: John Wiley. .
- Alania, Y. (2016). *Importancia de la geología en los planes de ordenamiento territorial*. Obtenido de Universidad Nacional del Antiplano.
- Algarra, M., Aguado, A., Gursky, R., & O’Doherty, L. (1997). *Estratigrafía, petrografía y significado paleogeográfico de las radiolaritas jurásicas de tipo austroalpino de la unidad de las Nieves (Formación Parauta, Rondaides, Cordillera Bética Occidental)*. Barcelona: Sociedad Geológica de España.
- Arellano Gil, J., Carreón Méndez, M. A., Villarreal Morán, J. C., Morales Barrera, W. V., & de la Lata Romero, R. (2002). *EJERCICIOS DE GEOLOGÍA ESTRUCTURAL*. México,: UNAM, Facultad de Ingeniería. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- Barnes, J. W., & Lesle, R. J. (2004). *Basic Geological Mapping (Vol. 4)*. Chichester, England.
- Benito Calvo, A., & Campaña Lozano, I. (25 de 10 de 2014). *Conceptos básicos y métodos en geoarqueología: geomorfología, estratigrafía y sedimentología*.
- Billings, M. P. (1974). *Structural Geology (A. Herrera, Trad.) (4.a)*. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Camargo, J. (2004). *Manual de Geología Estructural. Guía para la interpretación y elaboración de Mapas Geológicos (1.a)*. Editorial Universidad Surcolombiana.
- Castro Dorado, A. (2015). *Petrografía de rocas ígneas y metamórficas*. Madrid: Paraninfo S.A.
- Castro Dorado, A. (2015). *Petrografía de Rocas Ígneas y Metamórficas (1.a)*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Castroviejo, R. (1989). *Fundamentos de Petrografía*. Madrid: : Universidad Politécnica de Madrid.
- Cohen, K., Harper, D., Gibbard, P., & Fan, J. (2018). *International Commission on Stratigraphy*.

- Córdova Aguilar, H. (2002). *Naturaleza y sociedad: Una introducción a la geografía*. Perú: Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Cornelis, K., & Cornelius, S. (2006). *Manual de Mineralogía basado en la obra de J.D. Dana (4ª edición)*. Barcelona: Reverté S.A.
- Dávila Robles, B. S. (2017). *Estudio gravimétrico transversal meridional de la Cordillera de los Andes, con fines de evaluación tectónica y profundidad cortical del basamento tramo río Puyango-Loja*.
- Donoso Cortés. (2000). *Ciencias de la Tierra*. Madrid: Complutense S.A.
- Douglas Walter, J., & Harvey Cohen, A. (2009). *The Geoscience Handbook. AGI Data Sheets, 4th (revised) Edition*. USA: American Geological Institute.
- Echeveste, H. (2017). *Manual de levantamiento geológico*. La Plata: Edulp.
- Edward Salisbury, D. (1981). *Tratado de mineralogía : con un tratado extenso sobre cristalografía y mineralogía física*. Continental.
- Eguez, A., & Poma, O. (2001). *La cuenca Alamor - Lancones en el contexto Geodinámico de los Andes de Huancabamba, SW Ecuador*.
- Elizalde, G. (2010). *El suelo en la fase superficial del ciclo geológico*. San Cristobal, Venezuela: Geoenseñanzas.
- Feininger, T., & Bristow, C. R. (1980). *Cretaceous and Paleogene geologic history of coastal Ecuador*. Geologische Rundschau.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Celica. (2019). *Plan de ordenamiento territorial Celica*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural Cruzpamba. (9 de 2014). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural de Cruzpamba*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Cruzpamba. (2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquial de Cruzpamba, cantón Celica, provincia de Loja*.
- Gómez de Salazar, J. M. (1982). *Estructura y mineralogénesis de minerales sulfurados de interés metalúrgico: Mena de Chovar (Castellón)*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Químicas.
- Henderson, W. G. (1979). *Cretaceous to eocene volcanic arc activity in the Andes of northern Ecuador*. Journal of the Geological Society.



- Hernández Pérez, E. (1978). *Fundamentos de estratigrafía*. La Habana: Pueblo y educación.
- Hiriondo, M. (2006). *Introducción a la geología (3era edición)*. Argentina: Brujas.
- INIGEMM. (2013). *PRIMERA PARTE: Síntesis Litoestratigráfica, Estructural, Geoquímica y Evolución de Cuenca Alamor-Punta de Piedra, Sector Zaruma-Cariamanga*.
- INIGEMM. (2017). *Hoja Geológica de Alamor*.
- INIGEMM. (2017). *Proyecto de investigación geológica y disponibilidad de ocurrencias de recursos minerales en el territorio ecuatoriano*. Obtenido de INIGEMM.
- Jaillard, E., Ordoñez, M., Barrones, G., Bengtson, P., Bonhomme, M., Jimenez, N., & Zambrano, I. (1996). *Sedimentary and tectonic evolution of the arc zone of Southwestern Ecuador during Late Cretaceous and Early Tertiary times*.
- Kennerley, J. B. (1973). *Geology of Loja Province, Southern Ecuador*. Institute of Geological Sciences, Overseas Division, Report 23.
- Lavandaio, E., & Fusari, C. (2006). *Importancia de la geología en el ordenamiento territorial*. Argentina: Ediciones los andes.
- Lopez Vergara, M. L. (1988). *Manual de Fotogeología*. Madrid: CIEMAT.
- Lopez, J. P., & Bellos, L. I. (2006). *Texturas y estructuras de las rocas ígneas, significado petrológico e implicancias en las condiciones de formación de las rocas*. San Miguel de Tucumán: Ediciones Magna.
- Martinez Alvarez, J. (1981). *Mapas geológicos, explicación e interpretación (2da edición)*. Paraminfo S.A.
- Martinez Strong, P., & Perez Mateos, J. (1973). *MINERALOGIA DESCRIPTIVA. I. ELEMENTOS Y SULFUROS, HALOGENUROS, OXIDOS E HIDROXIDOS, NITRATOS, CARBONATOS Y BORATOS*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto "José Acosta".
- Monroe, J. S., Wicander, R., & Pozo, M. (2008). *Geología: Dinámica y evolución de la Tierra*. Madrid, España: Paraninfo.
- Oceano Difusion Editorial, S. A. (1998). *Petrografía: Tectónica*. Oceano Difusion Editorial, S. A.
- Ovejero, A. (2015). *MINERALOGIA I: CRISTALOGRAFIA Y OPTICA MINERAL*. Catamarca: Científica Universitaria.

- Paute Calle , F. (2013). *Ordenación Territorial y Urbanística: Un camino para su aplicación en el Ecuador*. Cuenca: Monsalve Moreno.
- Rivera, H. (2005). *Geología General* (2. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. .
- Robador Moreno, A. (2017). Los mapas geológicos; Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, España. Obtenido de Instituto Geológico y Minero de España.
- Schumm, S. A. (1991). *To Interpret the Earth: Ten Ways to be Wrong*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Secretaria técnica de planificación . (08 de 2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT)*. Obtenido de <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/08/Folletos-autoridades-provinciales.pdf>
- Tarbuck, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología física*. Madrid: Pearson Educación S. A.
- Vera Torres, J. A. (1994). *Estratigrafía Principios y Metodos*. Madrid: Editorial Rueda.

## 11. Anexos.

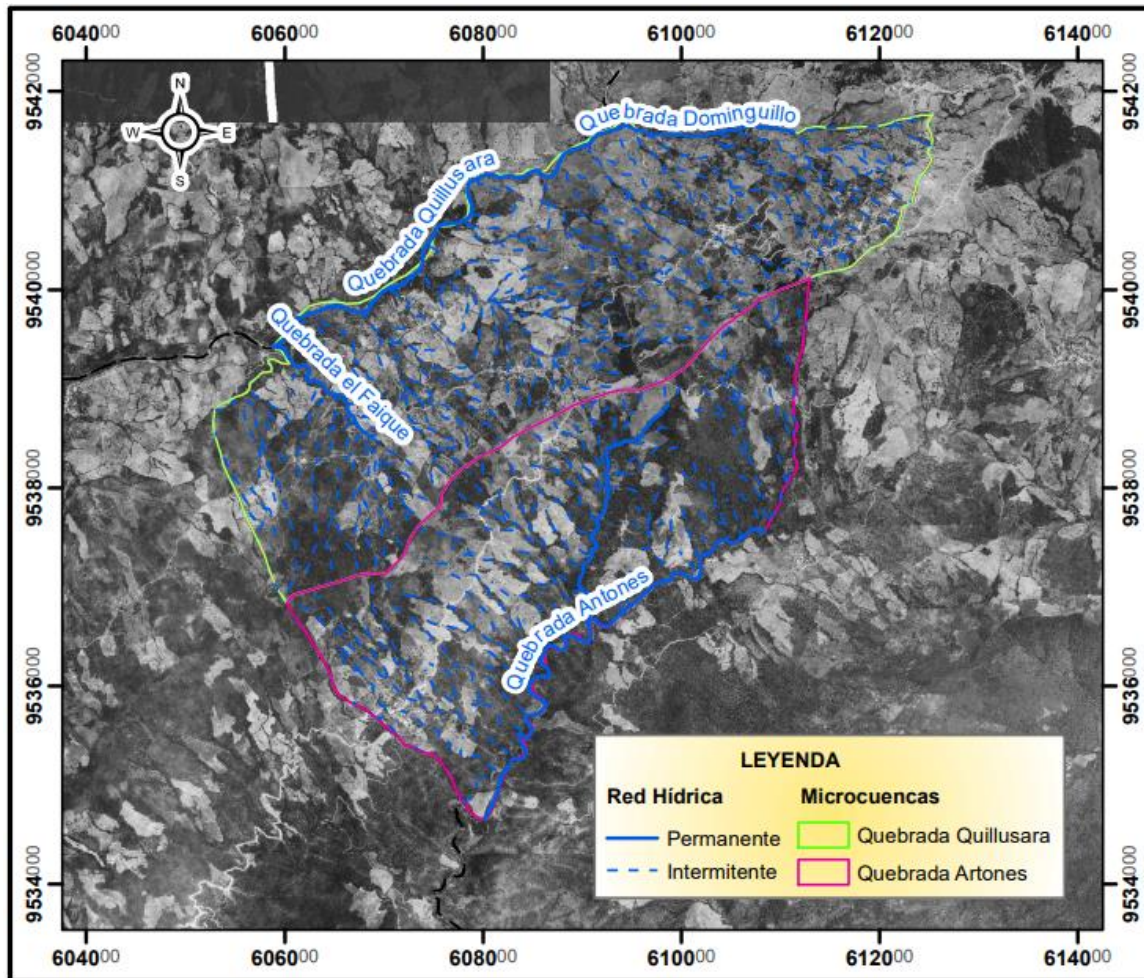
Anexos I. Análisis fotointerpretivo geológico

### ANÁLISIS GEOLÓGICO

La Fotointerpretación geológica de la parroquia Cruzpamba se realizó a partir de la división del área de estudio en base a las microcuencas hidrográficas existentes en la parroquia, con la finalidad de realizar el análisis de manera ordenada y detallada.

Como base para este análisis se trabajó con las ortofotos proporcionadas por la Secretaria Nacional del Agua, con una resolución espacial de 0.4m, las hojas geológicas de Alamor y Cariamanga a escala 1:100 000.

La interpretación e identificación de las litologías del área de estudio se hicieron tomando como referencia los parámetros del Manual de fotogeología de López Vergara (1988), que son: tono, textura, red de drenaje, vegetación y forma de relieve. Complementándolos con el libro de Fotogeología práctica de Naranjo Henao (2015).



## FOTOINTERPRETACIÓN DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA QUILLUSARA

**Morfología:** superficie de cuesta, relieve colinado alto y coluvio-aluvial antiguo

**Red drenaje:** dendrítico subparalelo

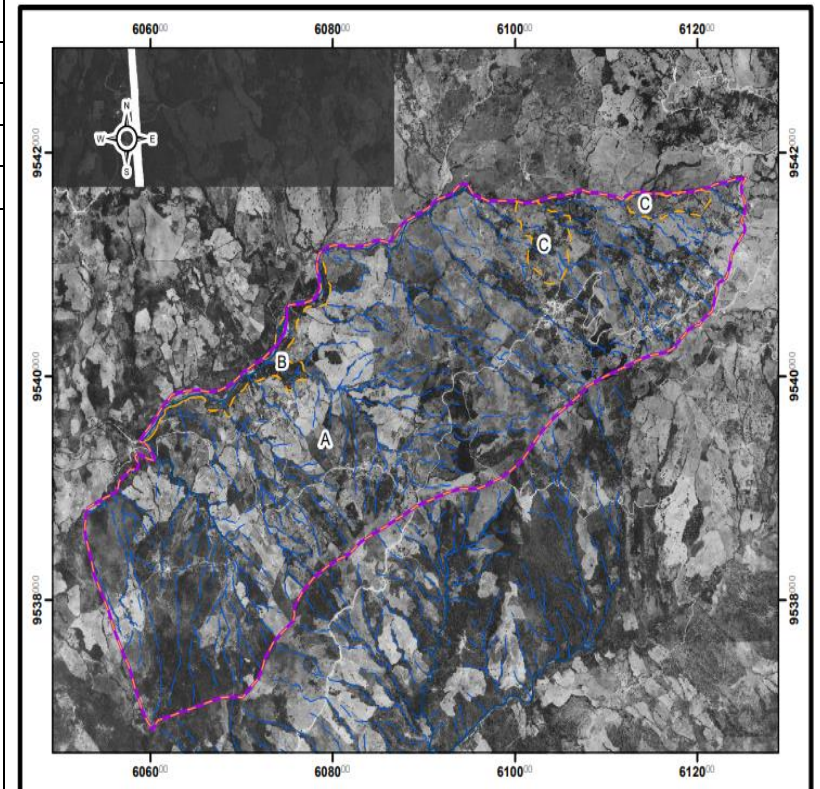
**Tono:** gris claro a gris medio

**Vegetación:** mediana a densa

### ANÁLISIS

La **zona A**, se ubica al NW Y NE de la parroquia; está asociada a rocas volcanoclásticas y volcánicas ya que presenta tonalidades que van de gris claro a gris medio, la textura es moteada poco uniforme, característico de este tipo de rocas. Se observa un patrón de drenaje subparalelo integrado, medianamente denso, de textura moderada, homogéneo de uniformidad alta, donde los cauces de la red hídrica tienen orientación preferencial de escurrimiento, características que permiten tener una noción de la permeabilidad. En cuanto a la vegetación, este parámetro es variable debido a las actividades antrópicas, ya que las rocas volcanoclásticas suelen ser frecuentemente utilizadas para actividades agrícolas, sin embargo, de forma general se podría hablar de una vegetación medianamente densa. Geomorfológicamente está compuesta por una superficie de cuesta y relieve colinado alto.

La **zona B** ubicada al NW de la parroquia; está asociada a un depósito aluvial, ya que presenta tonalidad gris media, característica que en este caso se debe a la humedad y vegetación existente, la textura es moteada uniforme. En cuanto a la red hídrica se configura un patrón de drenaje subparalelo integrado, medianamente denso de textura moderada, homogéneo y uniforme. La vegetación es densa por las condiciones de humedad que presta, geomorfológicamente está constituido por un coluvio-aluvial antiguo.



La **Zona C**, ubicada al norte de la parroquia; está asociada a un depósito coluvial, ya que de acuerdo a los parámetros analizados presenta un tono gris medio, la textura es moteada poco uniforme. En cuanto a la red de hídrica presenta un patrón de drenaje subparalelo integrado, medianamente denso de textura moderada, homogéneo de alta uniformidad cuyos cauces tienen orientación preferencial de escurrimiento. La vegetación es medianamente densa, geomorfológicamente está constituido por un coluvión antiguo que forma un área de topografía ondulada, mucho más suave que la de las rocas adyacentes que produjeron los materiales del coluvión.

## FOTOINTERPRETACIÓN DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA ANTONES

**Morfología:** Vertiente de cuesta y relieve colinado alto y muy alto, y frente de cuesta.

**Red drenaje:** Dendrítico subparalelo

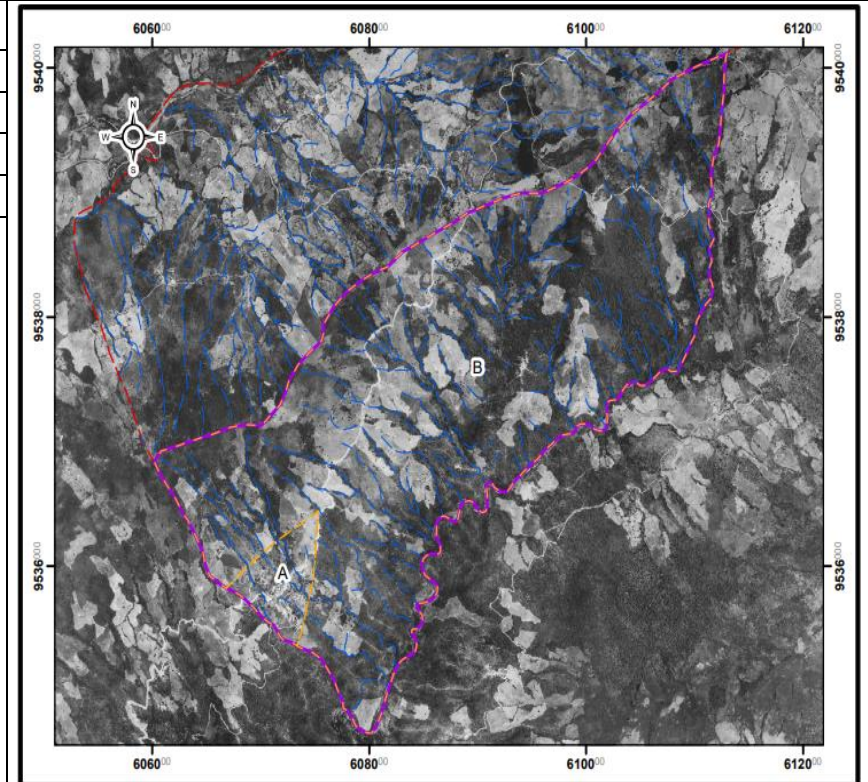
**Tono:** Gris claro a gris oscuro

**Vegetación:** Medianamente densa


### ANÁLISIS

La **zona A**, ubicada al SW de la parroquia; se asocia a una composición sedimentaria (limolitas) definida así, por su tono gris claro, textura lisa y fina, en este sentido es importante hacer notar que el tono y la textura en las fotografías depende esencialmente del tipo de vegetación, y es independiente del color de la roca cuando está no tiene cubierta vegetal. En cuanto a la red hídrica está definida por un patrón de drenaje subparalelo integrado, de densidad alta y textura fina, homogéneo, con orientación de corrientes preferencial, cabe señalar que este drenaje se evidencia que es externo, de cárcavas largas, característico de rocas sedimentarias, especialmente las limolitas, diferenciándose así de las rocas que la rodean, ya que ellas presentan cárcavas más profundas. La vegetación es medianamente densa. Geomorfológicamente se emplaza sobre una vertiente de cuesta.

La **zona B**, ubicada al SW de la parroquia; está asociada a rocas volcanoclásticas y volcánicas, ya que presenta tono gris claro y en menor proporción gris oscuro, la textura es moteada poco uniforme. El patrón de drenaje es dendrítico subparalelo integrado, medianamente denso, textura moderada, heterogéneo de uniformidad baja, donde los cauces de la red hídrica tienen orientación preferencial de escurrimiento. En cuanto a la vegetación, este parámetro es variable debido a las actividades antrópicas, sin embargo, de forma general se podría hablar de una vegetación medianamente densa. Geomorfológicamente está compuesta por vertiente de cuesta y relieve colinado alto y muy alto, y frente de cuesta.



Anexos 2. Fichas descriptivas de afloramientos.



 Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial					
<b>FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS</b>							
<b>Responsable</b>		<b>Registro Fotográfico</b>					
<b>Nombre muestra</b>							
<b>N° Muestra:</b>							
<b>N° Afloramiento</b>							
<b>Ubicación</b>	Provincia:						
	Cantón:						
	Parroquia:						
<b>Coordenadas</b>	Datum: WGS84						
	X						
	Y						
<b>Dimensiones</b>		<b>Datos Estructurales</b>		<b>Tipo de afloramiento</b>			
Alto	m	Azimut	--	Natural			
Ancho	m	Buzamiento	--	Antrópico			
<b>Situación geológica</b>							
Ígneo							
Metamórfico		Formación					
Sedimentario		Meteorización					
<b>Observaciones</b>							

Anexos 3. Fichas de muestras macroscópicas


 Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial		
<b>FICHA DESCRIPCION DE ROCAS</b>				
<b>Responsable:</b>		<i>Registro Fotográfico</i>		
<b>Tipo de la muestra</b>				
<b>N° Ficha:</b>				
<b>Cod. Muestra</b>				
<i>Datos de ubicación</i>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>			
	<b>Y</b>			
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>			
	<b>Cantón</b>			
	<b>Parroquia</b>			
<i>Descripción petrográfica</i>				
<b>Nombre de la roca</b>				
<b>Color</b>				
<b>Tamaño del grano</b>				
<b>Textura</b>		<i>Datos estructurales</i>		
<b>Forma de los clastos</b>		<b>Buzamiento</b>		
<i>Contenido Mineralógico</i>		<b>Dir. Buzamiento</b>		
<b>Minerales principales</b>		<b>Rumbo</b>		
<b>Minerales secundarios</b>		<b>Análisis de laboratorio</b>		
<b>Grado de meteorización</b>		<b>Lámina delgada</b>		



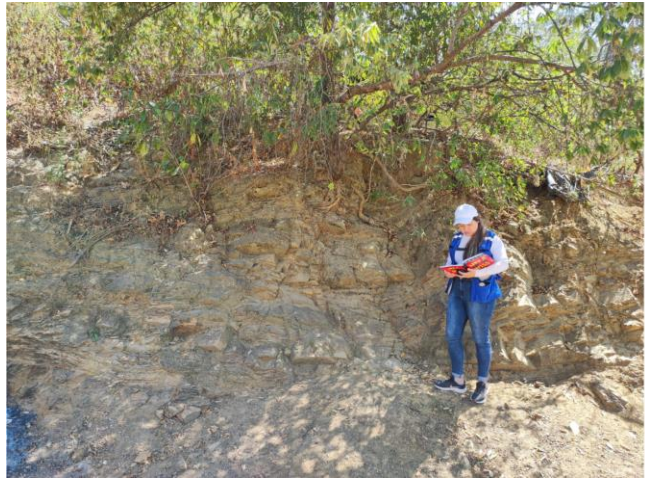
Anexos 4. Descripción de afloramientos`

 Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b> Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial			
FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS					
Responsable	J. Nicole Rodríguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>		
Nombre muestra	Arenisca Litificada				
Nº Muestra:	PC-NR-001				
Nº Afloramiento	1				
Ubicación	Provincia:	Loja			
	Cantón:	Celica			
	Parroquia:	Cruzpamba			
Coordenadas	Datum: WGS84				
	X	607237,13			
	Y	9535876,39			
Dimensiones		Datos Estructurales		Tipo de afloramiento	
Alto	6.3m	Rumbo	--	Natural	X
Ancho	3.45m	Buzamiento	--	Antrópico	
Situación geológica					
Ígneo		Formación		Fm. Ciano	
Metamórfico					
Sedimentario	X	Meteorización		Baja	
Observaciones					
<p>El afloramiento se ubica al sur de la parroquia, el material que lo constituye presenta una coloración gris verdosa, con una meteorización baja, la roca presente es arenisca con una litificación alta, de color gris oscuro, competencia media al golpe del martillo geológico, presenta clastos de grano fino y una gran capa de capa vegetal.</p>					


**FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS**

<b>Responsable</b>	J. Nicole Rodríguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>				
<b>Nombre muestra</b>	Limolitas						
<b>N° Muestra:</b>	PC-NR-002						
<b>N° Afloramiento</b>	2						
<b>Ubicación</b>	Provincia:	Loja					
	Cantón:	Celica					
	Parroquia:	Cruzpamba					
<b>Coordenadas</b>	Datum: WGS84						
	X	607199,60					
	Y	9535876,56					
<b>Dimensiones</b>		<b>Datos Estructurales</b>			<b>Tipo de afloramiento</b>		
Alto	2,8m	Azimut	111°		Natural		
Ancho	4,34m	Buzamiento	46°	Dir. Buz	81°SW	Antrópico	X
<b>Situación geológica</b>							
Ígneo		Formación			Fm. Ciano		
Metamórfico							
Sedimentario	X	Meteorización			Media		
<b>Observaciones</b>							
<p>El afloramiento se ubica al sur de la parroquia, el material que lo constituye presenta una coloración café obscura a gris, con una meteorización media, la roca presente son limolitas que presentan estratificaciones, además presenta cobertura vegetal.</p>							


**FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS**

<b>Responsable</b>	J. Nicole Rodríguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>				
<b>Nombre muestra</b>	Limolitas						
<b>N° Muestra:</b>	PC-NR-003						
<b>N° Afloramiento</b>	3						
<b>Ubicación</b>	Provincia:	Loja					
	Cantón:	Celica					
	Parroquia:	Cruzpamba					
<b>Coordenadas</b>	Datum: WGS84						
	X	606937.14					
	Y	9535867.15					
<b>Dimensiones</b>		<b>Datos Estructurales</b>			<b>Tipo de afloramiento</b>		
Alto	2.1m	Azimut	230°		Natural		
Ancho	4.2m	Buzamiento	49°	Dir. Buz	320°NW	Antrópico	X
<b>Situación geológica</b>							
Ígneo		Formación				Fm Ciano	
Metamórfico							
Sedimentario	X	Meteorización				Media	
<b>Observaciones</b>							
<p>El afloramiento presenta capa vegetal, el material que presenta tiene una coloración café oscuro a gris con estratificaciones bastante marcadas, la roca presente son las limolitas las cuales presentan una meteorización media con una competencia media al golpe del martillo</p>							


**FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS**

<b>Responsable</b>	J. Nicole Rodríguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>		
<b>Nombre muestra</b>	Andesita basáltica				
<b>N° Muestra:</b>	PC-NR-005				
<b>N° Afloramiento</b>	4				
<b>Ubicación</b>	Provincia:	Loja			
	Cantón:	Celica			
	Parroquia:	Cruzpamba			
<b>Coordenadas</b>	Datum: WGS84				
	X	606721.25			
	Y	9535665.84			
<b>Dimensiones</b>		<b>Datos Estructurales</b>		<b>Tipo de afloramiento</b>	
Alto	3.35m	Azimut	--	Natural	
Ancho	4.5m	Buzamiento	--	Antrópico	X
<b>Situación geológica</b>					
Ígneo	X	Formación		Fm Celica	
Metamórfico		Meteorización		Media-Baja	
Sedimentario					
<b>Observaciones</b>					
<p>El afloramiento analizado presenta un color gris oscuro en el material presente con una meteorización media-baja. La roca que lo constituye es la andesita basáltica la cual es bastante competente al golpe del martillo</p>					


**FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS**

<b>Responsable</b>	J. Nicole Rodríguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>		
<b>Nombre muestra</b>	Andesita				
<b>N° Muestra:</b>	PC-NR-011				
<b>N° Afloramiento</b>	11				
<b>Ubicación</b>	Provincia:	Loja			
	Cantón:	Celica			
	Parroquia:	Cruzpamba			
<b>Coordenadas</b>	Datum: WGS84				
	X	607619.72			
	Y	9536826.16			
<b>Dimensiones</b>		<b>Datos Estructurales</b>		<b>Tipo de afloramiento</b>	
Alto	5.15m	Azimut	--	Natural	
Ancho	7.45m	Buzamiento	--	Antrópico	X
<b>Situación geológica</b>					
Ígneo	X	Formación		Fm. Celica	
Metamórfico		Meteorización		Media	
Sedimentario					
<b>Observaciones</b>					
<p>El afloramiento presente se caracteriza por material de coloración gris, la cual se constituye por roca andesita con una competencia bastante buena al golpe del martillo, a su vez en el afloramiento se evidencia vegetación abundante.</p>					


**FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS**

<b>Responsable</b>	J. Nicole Rodríguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>		
<b>Nombre muestra</b>	Tobas				
<b>N° Muestra:</b>	PC-NR-010				
<b>N° Afloramiento</b>	10				
<b>Ubicación</b>	Provincia:	Loja			
	Cantón:	Celica			
	Parroquia:	Cruzpamba			
<b>Coordenadas</b>	Datum: WGS84				
	X	607160.12			
	Y	9535314.82			
<b>Dimensiones</b>		<b>Datos Estructurales</b>		<b>Tipo de afloramiento</b>	
Alto	3.1m	Azimut	--	Natural	
Ancho	7.3m	Buzamiento	--	Antrópico	X
<b>Situación geológica</b>					
Ígneo	X	Formación		Fm. Celica	
Metamórfico		Meteorización		Media - alta	
Sedimentario					
<b>Observaciones</b>					
<p>El afloramiento presenta un material de coloración café – amarilla, además presenta una meteorización media-alta. La roca que constituye este afloramiento son tobas volcánicas.</p> <p>Se evidencia en la parte superior</p>					

**FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS**


<b>Responsable</b>	J. Nicole Rodríguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>		
<b>Nombre muestra</b>	Andesita				
<b>N° Muestra:</b>	PC-NR-017				
<b>N° Afloramiento</b>	17				
<b>Ubicación</b>	Provincia:	Loja			
	Cantón:	Celica			
	Parroquia:	Cruzpamba			
<b>Coordenadas</b>	Datum: WGS84				
	X	606009.09			
	Y	9539278.49			
<b>Dimensiones</b>		<b>Datos Estructurales</b>		<b>Tipo de afloramiento</b>	
Alto	4.2 m	Azimut	--	Natural	
Ancho	7.4m	Buzamiento	--	Antrópico	X
<b>Situación geológica</b>					
Ígneo	X	Formación		Fm. Celica	
Metamórfico					
Sedimentario		Meteorización		Media	
<b>Observaciones</b>					
<p>El afloramiento presenta material de coloración café-grisácea con una meteorización media, se puede evidenciar que la roca corresponde a andesita las misma que es competente al golpe del martillo.</p> <p>Se puede apreciar una cobertura vegetal abundante, así como residuos de material disgregado en la base del afloramiento</p>					

**FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS**


<b>Responsable</b>	J. Nicole Rodríguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>		
<b>Nombre muestra</b>	Tobas volcánicas				
<b>N° Muestra:</b>	PC-NR-024				
<b>N° Afloramiento</b>	24				
<b>Ubicación</b>	Provincia:	Loja			
	Cantón:	Celica			
	Parroquia:	Cruzpamba			
<b>Coordenadas</b>	Datum: WGS84				
	X	611824.23			
	Y	9538289.21			
<b>Dimensiones</b>		<b>Datos Estructurales</b>		<b>Tipo de afloramiento</b>	
Alto	5.23m	Azimut	--	Natural	
Ancho	8.4m	Buzamiento	--	Antrópico	X
<b>Situación geológica</b>					
Ígneo	X	Formación		Fm. Celica	
Metamórfico		Meteorización		Media - alta	
Sedimentario					
<b>Observaciones</b>					
<p>El presente afloramiento está constituido por material de coloración café-grisácea con una meteorización media-alta.</p> <p>La roca que se denota es la toba volcánica la cual presenta líticos visibles. A su vez se puede evidenciar la presencia de vegetación.</p>					




**FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS**

<b>Responsable</b>	J. Nicole Rodríguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>		
<b>Nombre muestra</b>	Tobas volcánicas con hematitas				
<b>N° Muestra:</b>	PC-NR-030				
<b>N° Afloramiento</b>	9				
<b>Ubicación</b>	Provincia:	Loja			
	Cantón:	Celica			
	Parroquia:	Cruzpamba			
<b>Coordenadas</b>	Datum: WGS84				
	X	612290.93			
	Y	9540817.16			
<b>Dimensiones</b>		<b>Datos Estructurales</b>		<b>Tipo de afloramiento</b>	
Alto	M	Azimut	--	Natural	
Ancho	M	Buzamiento	--	Antrópico	X
<b>Situación geológica</b>					
Ígneo	X		Formación	Fm. Celica	
Metamórfico				Meteorización	Media
Sedimentario					
<b>Observaciones</b>					
<p>En el afloramiento se evidencia material de roca toba volcánica con una coloración marrón–amarilla por la presencia de hematitas que le otorgan esa coloración, se evidencian cárcavas producto de las precipitaciones, así como también la presencia de vegetación</p>					

**FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS**

<b>Responsable</b>	J. Nicole Rodríguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>		
<b>Nombre muestra</b>	Aluvial				
<b>N° Muestra:</b>	PC-NR-051				
<b>N° Afloramiento</b>	51				
<b>Ubicación</b>	Provincia:	Loja			
	Cantón:	Celica			
	Parroquia:	Cruzpamba			
<b>Coordenadas</b>	Datum: WGS84				
	X	608124			
	Y	9541181			
<b>Dimensiones</b>		<b>Datos Estructurales</b>		<b>Tipo de afloramiento</b>	
Alto	1.93m	Azimut	--	Natural	X
Ancho	11.43m	Buzamiento	--	Antrópico	
<b>Situación geológica</b>					
Ígneo		Formación		Fm. Celica	
Metamórfico					
Sedimentario	X	Meteorización		Media - alta	
<b>Observaciones</b>					
<p>Se evidencia la existencia de aluvial de gran extensión en la cual se denota la presencia de material de matriz limo-arenosa con la existencia de guijarros, cantos y bloques de andesita, a su vez la presencia de capa orgánica y vegetación</p>					


**FICHA DESCRIPTIVA DE AFLORAMIENTOS**

<b>Responsable</b>	J. Nicole Rodríguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>		
<b>Nombre muestra</b>	Coluvial				
<b>N° Muestra:</b>	PC-NR-048				
<b>N° Afloramiento</b>	48				
<b>Ubicación</b>	Provincia:	Loja			
	Cantón:	Celica			
	Parroquia:	Cruzpamba			
<b>Coordenadas</b>	Datum: WGS84				
	X	610520			
	Y	9541423			
<b>Dimensiones</b>		<b>Datos Estructurales</b>		<b>Tipo de afloramiento</b>	
Alto	4.5m	Azimut	--	Natural	X
Ancho	19.5m	Buzamiento	--	Antrópico	
<b>Situación geológica</b>					
Ígneo	X	Formación		Fm. Celica	
Metamórfico					
Sedimentario		Meteorización		Media - alta	
<b>Observaciones</b>					
<p>Se evidencia un coluvial el cual presenta acumulaciones de guijarros, cantos y bloques de roca andesítica subredondeados de tamaño variado. Así como la presencia de vegetación abundante</p>					

Anexos 5. Descripción petrográfica macroscópica

 Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial		
<b>FICHA DESCRIPCION DE ROCAS</b>				
<b>Responsable:</b>	J. Nicole Rodriguez Ch.	<i>Registro Fotográfico</i>		
<b>Tipo de la muestra</b>	Afloramiento			
<b>N° Ficha:</b>	1			
<b>Cod. Muestra</b>	PC-NR-001			
<i>Datos de ubicación</i>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>			607237.13
	<b>Y</b>			9535876.39
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>			Loja
	<b>Cantón</b>			Celica
	<b>Parroquia</b>			Cruzpamba
<i>Descripción petrográfica</i>				
<b>Nombre de la roca</b>	Arenisca litificada			
<b>Color</b>	Gris verdoso			
<b>Tamaño del grano</b>	Grano fino			
<b>Textura</b>	Detrítico	<i>Datos estructurales</i>		
<b>Forma de los clastos</b>	Redondeados	<b>Buzamiento</b>	----	
<i>Contenido Mineralógico</i>		<b>Dir. Buzamiento</b>	----	
<b>Minerales principales</b>	Piroxenos, olivino, biotita	<b>Rumbo</b>	----	
<b>Minerales secundarios</b>	Feldespatos	<b>Análisis de laboratorio</b>	NO	
<b>Grado de meteorización</b>	Bajo	<b>Lámina delgada</b>	NO	

**FICHA DESCRIPCION DE ROCAS**


<b>Responsable:</b>	J. Nicole Rodriguez Ch.		<i>Registro Fotográfico</i>	
<b>Tipo de la muestra</b>	Afloramiento			
<b>N° Ficha:</b>	2			
<b>Cod. Muestra</b>	PC-NR-002			
<i>Datos de ubicación</i>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>	607199.60		
	<b>Y</b>	9535876.56		
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>	Loja		
	<b>Cantón</b>	Celica		
	<b>Parroquia</b>	Cruzpamba		
<i>Descripción petrográfica</i>				
<b>Nombre de la roca</b>	Limolita			
<b>Color</b>	Café – pardo			
<b>Tamaño del grano</b>	0.002mm a 0.06mm			
<b>Textura</b>	Detrítica			
			<i>Datos estructurales</i>	
			<b>Buzamiento</b>	46°
<i>Contenido Mineralógico</i>			<b>Dir. Buzamiento</b>	81°SW
<b>Minerales principales</b>	Arcilla, y óxidos de hierro		<b>Azimut</b>	111°
<b>Minerales secundarios</b>	Feldespatos, micas, cuarzo		<b>Análisis de laboratorio</b>	NO
<b>Grado de meteorización</b>	Medio		<b>Lámina delgada</b>	NO



Carrera de Ingeniería  
en Geología Ambiental  
y Ordenamiento Territorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**FICHA DESCRIPCION DE ROCAS**


<b>Responsable:</b>	J. Nicole Rodriguez Ch.		<i>Registro Fotográfico</i>	
<b>Tipo de la muestra</b>	Afloramiento			
<b>N° Ficha:</b>	3			
<b>Cod. Muestra</b>	PC-NR-M3			
<i>Datos de ubicación</i>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>	606937.14		
	<b>Y</b>	9535867.15		
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>	Loja		
	<b>Cantón</b>	Celica		
	<b>Parroquia</b>	Cruzpamba		
<i>Descripción petrográfica</i>				
<b>Nombre de la roca</b>	Limolita			
<b>Color</b>	Pardo			
<b>Tamaño del grano</b>	0.002mm a 0.06mm			
<b>Textura</b>	Detrítico		<i>Datos estructurales</i>	
<b>Forma de los clastos</b>			<b>Buzamiento</b>	49°
<i>Contenido Mineralógico</i>			<b>Dir. Buzamiento</b>	320NW
<b>Minerales principales</b>	Arcilla, cuarzo y óxidos de hierro		<b>Azmut</b>	230°
<b>Minerales secundarios</b>	Feldespatos, micas.		<b>Análisis de laboratorio</b>	NO
<b>Grado de meteorización</b>	Medio		<b>Lámina delgada</b>	NO




Carrera de Ingeniería  
en Geología Ambiental  
y Ordenamiento Territorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**FICHA DESCRIPCION DE ROCAS**

<b>Responsable:</b>	J. Nicole Rodriguez Ch.		<i>Registro Fotográfico</i>	
<b>Tipo de la muestra</b>	Afloramiento			
<b>N° Ficha:</b>	4			
<b>Cod. Muestra</b>	PC-NR-019			
<i>Datos de ubicación</i>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>	605478.06		
	<b>Y</b>	9537945.44		
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>	Loja		
	<b>Cantón</b>	Celica		
	<b>Parroquia</b>	Cruzpamba		
<i>Descripción petrográfica</i>				
<b>Nombre de la roca</b>	Tobas			
<b>Color</b>	Gris – pardo			
<b>Tamaño del grano</b>	Grano fino			
<b>Textura</b>	Piroclástica			
<b>Forma de los clastos</b>	Angulares	<i>Datos estructurales</i>		
<i>Contenido Mineralógico</i>		<b>Buzamiento</b>	-----	
<b>Minerales principales</b>	plagioclasa, piroxenos	<b>Dir. Buzamiento</b>	-----	
<b>Minerales secundarios</b>	y vidrio volcánico.	<b>Rumbo</b>	-----	
<b>Grado de meteorización</b>	Alto	<b>Análisis de laboratorio</b>	NO	
		<b>Lámina delgada</b>	NO	

**FICHA DESCRIPCION DE ROCAS**

<b>Responsable:</b>	J. Nicole Rodriguez Ch.	<i>Registro Fotográfico</i>		
<b>Tipo de la muestra</b>	Afloramiento			
<b>N° Ficha:</b>	5			
<b>Cod. Muestra</b>	PC-NR-005			
<i>Datos de ubicación</i>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>			606721.25
	<b>Y</b>			9535665.84
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>			Loja
	<b>Cantón</b>			Celica
	<b>Parroquia</b>			Cruzpamba
<i>Descripción petrográfica</i>				<i>Datos estructurales</i>
<b>Nombre de la roca</b>	Andesita basáltica	<b>Buzamiento</b>	-----	
<b>Color</b>	Gris oscuro	<b>Dir. Buzamiento</b>	-----	
<b>Tamaño del grano</b>	Grano fino	<b>Rumbo</b>	-----	
<b>Textura</b>	Afanítica	<b>Análisis de laboratorio</b>	NO	
<b>Forma de los clastos</b>		<b>Lámina delgada</b>	NO	
<i>Contenido Mineralógico</i>				
<b>Minerales principales</b>	Fenocristales, plagioclasas			
<b>Minerales secundarios</b>	Anfíboles			
<b>Grado de meteorización</b>	Medio			





Carrera de Ingeniería  
en Geología Ambiental  
y Ordenamiento Territorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**FICHA DESCRIPCION DE ROCAS**


<b>Responsable:</b>	J. Nicole Rodriguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>	
<b>Tipo de la muestra</b>	Afloramiento			
<b>N° Ficha:</b>	6			
<b>Cod. Muestra</b>	PC-NR-011			
<b>Datos de ubicación</b>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>	607619.72		
	<b>Y</b>	9536826.16		
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>	Loja		
	<b>Cantón</b>	Celica		
	<b>Parroquia</b>	Cruzpamba		
<b>Descripción petrográfica</b>				
<b>Nombre de la roca</b>	Andesita			
<b>Color</b>	Gris Oscuro			
<b>Tamaño del grano</b>	Grano fino			
<b>Textura</b>	Porfídica			
<b>Forma de los clastos</b>			<b>Datos estructurales</b>	
			<b>Buzamiento</b>	-----
<b>Contenido Mineralógico</b>			<b>Dir. Buzamiento</b>	-----
<b>Minerales principales</b>	Fenocristales, plagioclasas		<b>Rumbo</b>	-----
<b>Minerales secundarios</b>	--		<b>Análisis de laboratorio</b>	NO
<b>Grado de meteorización</b>	Alta		<b>Lámina delgada</b>	NO



Carrera de Ingeniería  
en Geología Ambiental  
y Ordenamiento Territorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**FICHA DESCRIPCION DE ROCAS**


<b>Responsable:</b>	J. Nicole Rodriguez Ch.		<i>Registro Fotográfico</i>	
<b>Tipo de la muestra</b>	Afloramiento			
<b>N° Ficha:</b>	7			
<b>Cod. Muestra</b>	PC-NR-013			
<i>Datos de ubicación</i>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>	607509.31		
	<b>Y</b>	9539529.4		
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>	Loja		
	<b>Cantón</b>	Celica		
	<b>Parroquia</b>	Cruzpamba		
<i>Descripción petrográfica</i>				
<b>Nombre de la roca</b>	Tobas líticas			
<b>Color</b>	Marrón			
<b>Tamaño del grano</b>	Medio: 1 – 5 mm			
<b>Textura</b>	Piroclástica			
<b>Forma de los clastos</b>	Irregulares	<i>Datos estructurales</i>		
<i>Contenido Mineralógico</i>		<b>Buzamiento</b>	-----	
<b>Minerales principales</b>	Plagioclasas, piroxenos		<b>Dir. Buzamiento</b>	-----
<b>Minerales secundarios</b>	Cristales		<b>Rumbo</b>	-----
<b>Grado de meteorización</b>	Medio		<b>Análisis de laboratorio</b>	NO
			<b>Lámina delgada</b>	NO



Carrera de Ingeniería  
en Geología Ambiental  
y Ordenamiento Territorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**FICHA DESCRIPCION DE ROCAS**

<b>Responsable:</b>	J. Nicole Rodriguez Ch.		<i>Registro Fotográfico</i>	
<b>Tipo de la muestra</b>	Afloramiento			
<b>N° Ficha:</b>	8			
<b>Cod. Muestra</b>	PC-NR-017			
<i>Datos de ubicación</i>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>	606009.09		
	<b>Y</b>	9539278.49		
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>	Loja		
	<b>Cantón</b>	Celica		
	<b>Parroquia</b>	Cruzpamba		
<i>Descripción petrográfica</i>				
<b>Nombre de la roca</b>	Andesita			
<b>Color</b>	Gris – Verdoso			
<b>Tamaño del grano</b>	Grano fino			
<b>Textura</b>	Afanítica			
<b>Forma de los clastos</b>			<i>Datos estructurales</i>	
			<b>Buzamiento</b>	-----
<i>Contenido Mineralógico</i>			<b>Dir. Buzamiento</b>	-----
<b>Minerales principales</b>	Plagioclasa, piroxenos		<b>Rumbo</b>	-----
<b>Minerales secundarios</b>	Cuarzo		<b>Análisis de laboratorio</b>	NO
<b>Grado de meteorización</b>	Medio		<b>Lámina delgada</b>	NO



Carrera de Ingeniería  
en Geología Ambiental  
y Ordenamiento Territorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**FICHA DESCRIPCION DE ROCAS**


<b>Responsable:</b>	J. Nicole Rodriguez Ch.		<b>Registro Fotográfico</b>	
<b>Tipo de la muestra</b>	Afloramiento			
<b>N° Ficha:</b>	9			
<b>Cod. Muestra</b>	PC-NR-024			
<b>Datos de ubicación</b>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>	611824.23		
	<b>Y</b>	9538289.21		
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>	Loja		
	<b>Cantón</b>	Celica		
	<b>Parroquia</b>	Cruzpamba		
<b>Descripción petrográfica</b>				
<b>Nombre de la roca</b>	Tobas líticas			
<b>Color</b>	Marrón oscuro			
<b>Tamaño del grano</b>	Medio: 1 – 5 mm			
<b>Textura</b>	Piroclástica			
<b>Forma de los clastos</b>	Angulares	<b>Datos estructurales</b>		
		<b>Buzamiento</b>	----	
<b>Contenido Mineralógico</b>		<b>Dir. Buzamiento</b>	----	
<b>Minerales principales</b>	Plagioclasas, piroxenos		<b>Rumbo</b>	----
<b>Minerales secundarios</b>			<b>Análisis de laboratorio</b>	NO
<b>Grado de meteorización</b>	Medio		<b>Lámina delgada</b>	NO



Carrera de Ingeniería  
en Geología Ambiental  
y Ordenamiento Territorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**FICHA DESCRIPCION DE ROCAS**


<b>Responsable:</b>		J. Nicole Rodriguez Ch.	<i>Registro Fotográfico</i> 			
<b>Tipo de la muestra</b>		Afloramiento				
<b>N° Ficha:</b>		10				
<b>Cod. Muestra</b>		PC-NR-030				
<i>Datos de ubicación</i>						
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>	612290.93				
	<b>Y</b>	9540817.16				
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>	Loja				
	<b>Cantón</b>	Celica				
	<b>Parroquia</b>	Cruzpamba				
<i>Descripción petrográfica</i>						
<b>Nombre de la roca</b>		Toba con hematitas				
<b>Color</b>		Amarillo				
<b>Tamaño del grano</b>		Medio				
<b>Textura</b>		Piroclástica	<i>Datos estructurales</i>			
<b>Forma de los clastos</b>		Angulares	<b>Buzamiento</b>	-----		
<i>Contenido Mineralógico</i>			<b>Dir. Buzamiento</b>	-----		
<b>Minerales principales</b>		Plagioclasas, piroxenos, Hematita	<b>Rumbo</b>	-----		
<b>Minerales secundarios</b>		Cuarzo	<b>Análisis de laboratorio</b>	NO		
<b>Grado de meteorización</b>		Alto	<b>Lámina delgada</b>	NO		



Carrera de Ingeniería  
en Geología Ambiental  
y Ordenamiento Territorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**FICHA DESCRIPCION DE ROCAS**

<b>Responsable:</b>	J. Nicole Rodriguez Ch.		<i>Registro Fotográfico</i>	
<b>Tipo de la muestra</b>	Afloramiento			
<b>N° Ficha:</b>	11			
<b>Cod. Muestra</b>	PC-NR-037			
<i>Datos de ubicación</i>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>	607515		
	<b>Y</b>	9536228		
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>	Loja		
	<b>Cantón</b>	Celica		
	<b>Parroquia</b>	Cruzpamba		
<i>Descripción petrográfica</i>				
<b>Nombre de la roca</b>	Toba volcánica			
<b>Color</b>	Marrón – gris oscuro			
<b>Tamaño del grano</b>	Fino			
<b>Textura</b>	Piroclástica		<i>Datos estructurales</i>	
<b>Forma de los clastos</b>	Redondeados		<b>Buzamiento</b>	----
<i>Contenido Mineralógico</i>			<b>Dir. Buzamiento</b>	----
<b>Minerales principales</b>	Vidrio volcánico, plagioclasas		<b>Rumbo</b>	----
<b>Minerales secundarios</b>	Cuarzo, Feldespato		<b>Análisis de laboratorio</b>	NO
<b>Grado de meteorización</b>	Medio		<b>Lámina delgada</b>	NO



Carrera de Ingeniería  
en Geología Ambiental  
y Ordenamiento Territorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA  
Carrea de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**FICHA DESCRIPCION DE ROCAS**

<b>Responsable:</b>		J. Nicole Rodriguez Ch.	<b>Registro Fotográfico</b>	
<b>Tipo de la muestra</b>		Afloramiento		
<b>N° Ficha:</b>		12		
<b>Cod. Muestra</b>		PC-NR-048		
<b>Datos de ubicación</b>				
<b>Coordenadas</b>	<b>X</b>	6608874		
	<b>Y</b>	9541418		
<b>Ubicación</b>	<b>Provincia</b>	Loja		
	<b>Cantón</b>	Celica		
	<b>Parroquia</b>	Cruzpamba		
<b>Descripción petrográfica</b>				
<b>Nombre de la roca</b>		Andesita basáltica		
<b>Color</b>		Gris oscuro		
<b>Tamaño del grano</b>		Fino		
<b>Textura</b>		Afanítica		
<b>Forma de los clastos</b>			<b>Datos estructurales</b>	
			<b>Buzamiento</b>	-----
<b>Contenido Mineralógico</b>			<b>Dir. Buzamiento</b>	-----
<b>Minerales principales</b>		Plagioclasa	<b>Rumbo</b>	-----
<b>Minerales secundarios</b>		Piroxeno y hornblenda	<b>Análisis de laboratorio</b>	NO
<b>Grado de meteorización</b>		Bajo	<b>Lámina delgada</b>	NO

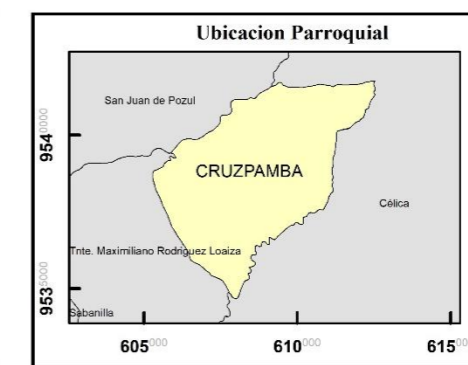
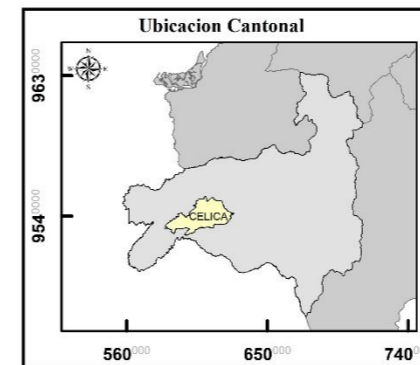
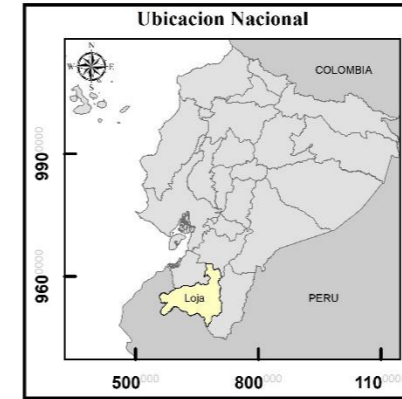
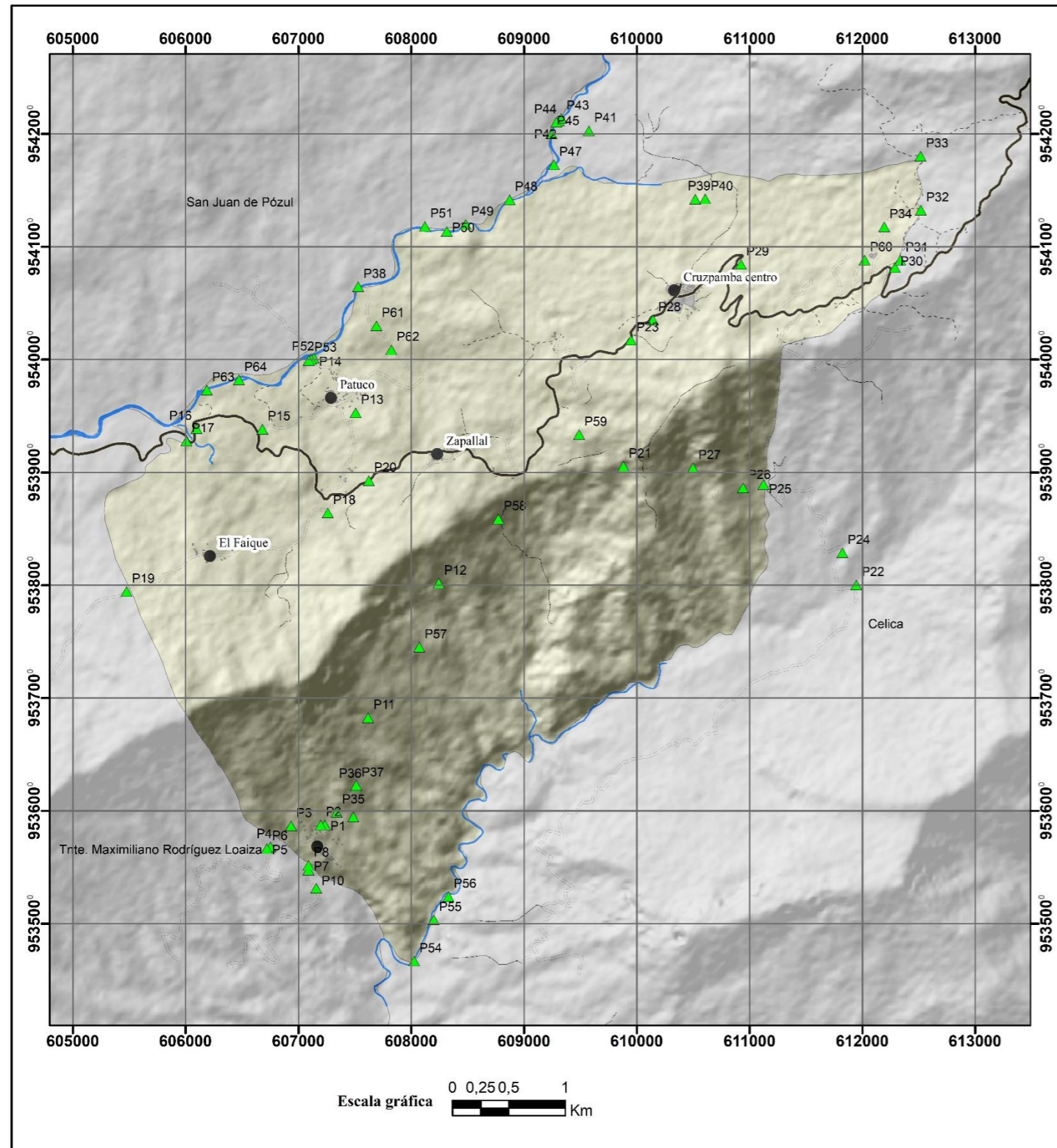
**Anexos 6.** Puntos de muestreo

Puntos	Datum WGS84 (Metros)		Cod. Muestra	Nombre roca
	Y	X		
P1	9535876,39	607237,13	PC-NR-001	Areniscas litificadas
P2	9535876,56	607199,6	PC-NR-002	Limolita
P3	9535867,15	606937,14	PC-NR-003	Limolita
P4	9535681,45	606753,16	PC-NR-004	Andesita
P5	9535665,84	606721,25	PC-NR-005	Andesita basáltica
P6	9535665,73	606722,06		Andesita
P7	9535476,5	607090,62	PC-NR-007	Limolita
P8	9535517,98	607091,08		Limolita
P9	9533373,42	607715,33	PC-NR-009	Toba volcánica
P10	9535314,82	607160,12	PC-NR-010	Toba volcánica
P11	9536826,16	607619,72	PC-NR-011	Andesita
P12	9538018,3	608245,59	PC-NR-012	Toba volcánica
P13	9539529,4	607509,31		Toba volcánica
P14	9540013,11	607138,54		Aluvial volcánica
P15	9539384,42	606682,62		Toba volcánica
P16	9539388,68	606097,48		Toba volcánica
P17	9539278,49	606009,09	PC-NR-017	Andesita
P18	9538641,06	607261,67		Toba volcánica
P19	9537945,44	605478,06		Toba volcánica
P20	9538153,841	606879379		Toba volcánica
P21	9538944,325	610048,557	PC-NR-021	Toba volcánica
P22	9538003,72	611948,99		Toba volcánica
P23	9540172,4	609949,97		Andesita
P24	9538289,21	611824,23	PC-NR-024	Toba volcánica
P26	9538864,06	610943,55		Andesita
P27	9539040,16	610500,97		Toba volcánica
P28	9540351,78	610144,17		Toba volcánica
P29	9540844,67	610925,39		Tobas con hematita
P30	9540817,16	612290,93		Tobas con hematita
P31	9540882,37	612337,46	PC-NR-031	Bomba de andesita
P32	9541324,59	612521,56		Bombas de andesita
P33	9541803,56	612518,22		Toba volcánica
P34	9541177,18	612195,59	PC-NR-034	Andesita



P35	9535988	607342		Areniscas
P36	9536218	607510		Limolitas
P37	9536228	607515		Toba volcánica
P38	9540647	607532	PC-NR-038	Aluvial
P39	9541423	610520		Coluvial
P40	9541424	610609		Coluvial
P41	9542028	609578		Andesita
P42	9542115	609311		Andesita
P43	9542139	609332		Andesita
P44	9542105	609289		Andesitas
P45	9542002	609245		Andesita
P46	9535946,553	607489,886		Limolita
P47	9541727	609267		Andesita basáltica
P48	9541418	608874		Andesita basáltica
P49	9541198	608485	PC-NR-049	Andesita
P50	9541137	608317	PC-NR-050	Andesita
P51	9541181	608124		Andesita basáltica
P52	9540002	607115		Aluvial
P53	9539994	607095		Aluvial
P54	9534669,698	608027,0542	PC-NR-054	Andesita basáltica
P55	9535035,647	608202,4045	PC-NR-055	Andesita basáltica
P56	9535241,493	608332,0113	PC-NR-056	Andesita
P57	9537452,431	608072,7978	PC-NR-057	Toba volcánica
P58	9538588,397	608774,1991		Toba volcánica
P59	9539335,541	609490,8482		Toba volcánica
P60	9540883,199	612021,9919	PC-NR-060	Bomba de andesita
P61	9540300,473	607693,1564	PC-NR-061	Toba volcánica
P62	9540086,858	607826,6659	PC-NR-062	Toba volcánica
P63	9539730,833	606188,9495		Andesita
P64	9539819,839	606473,7698		Andesita
P65	9538247,886	609164,717	PC-NR-065	Toba volcánica
P66	9538787,637	608106,381		Toba volcánica

## PUNTOS DE MUESTREO DE LA PARROQUIA CRUZPAMBA



Leyenda	
▲	Puntos de control
●	Barrios
—	Via principal
~	Quebradas
---	Via segundo orden
----	Via tercer orden
- - - -	Caminos de herradura
[Shaded Area]	Zona urbana
[Dashed Line]	Límite Parroquial

**Escala de impresión**  
1:40 000

**Escala de Trabajo**  
1:25000

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PSAD56 UTM Zona 17S

POYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR

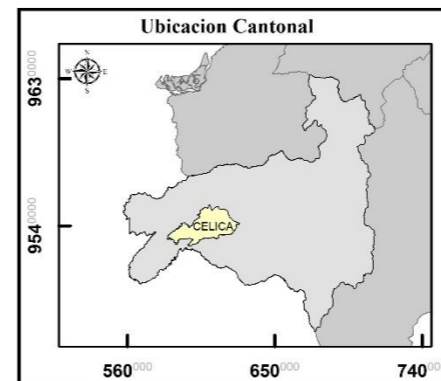
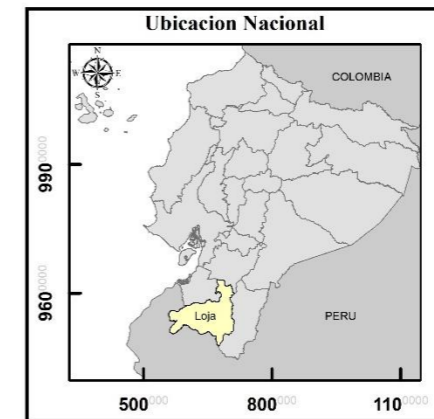
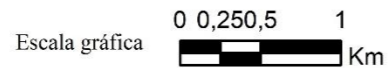
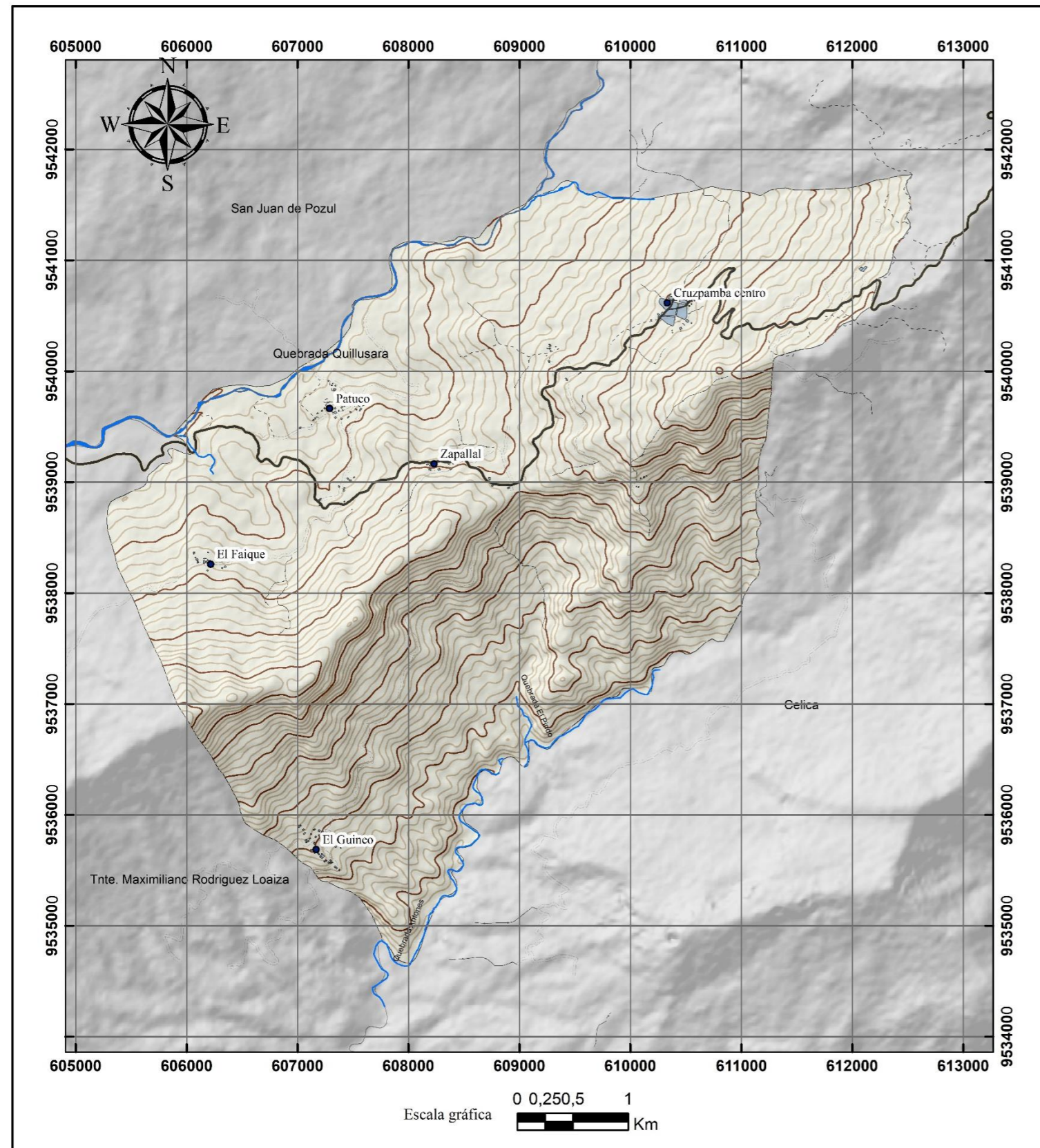
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

Facultad de Energía, Las Industrias y Los Recursos Naturales No Renovables  
Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

<b>Autora:</b> Josselyn Nicole Rodríguez Chamba	<b>Director:</b> Ing. Walter S. Tambo Encalada Mg. Sc.
<b>Tema:</b> Puntos de control de la parroquia Cruzpamba	
<b>Fecha:</b> 2023	<b>Ubicación:</b> Cruzpamba - Cantón Celica
<b>Fuente:</b> - MAG (2012) - GAD's Celica (2019)	

Anexo 8. Mapa topográfico de la parroquia Cruzpamba a escala 1:25 000

## TOPOGRAFÍA DE LA PARROQUIA CRUZPAMBA



Leyenda	
	Barrios
	Curvas Principales
	Curvas Secundarias

Elementos Auxiliares			
	Via principal		Quebradas
	Vias segundo orden		Área de estudio
	Vias tercer orden		División Parroquial
	Caminos de herradura		Centros poblados

**Escala de impresión**  
1:40 000  
**Escala de Trabajo**  
1:25000

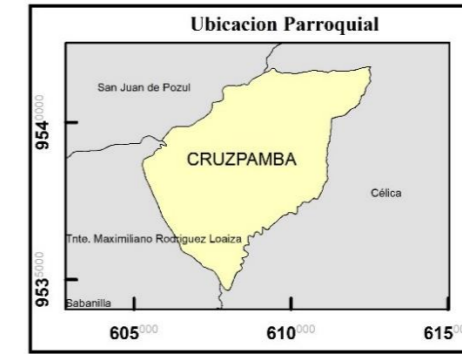
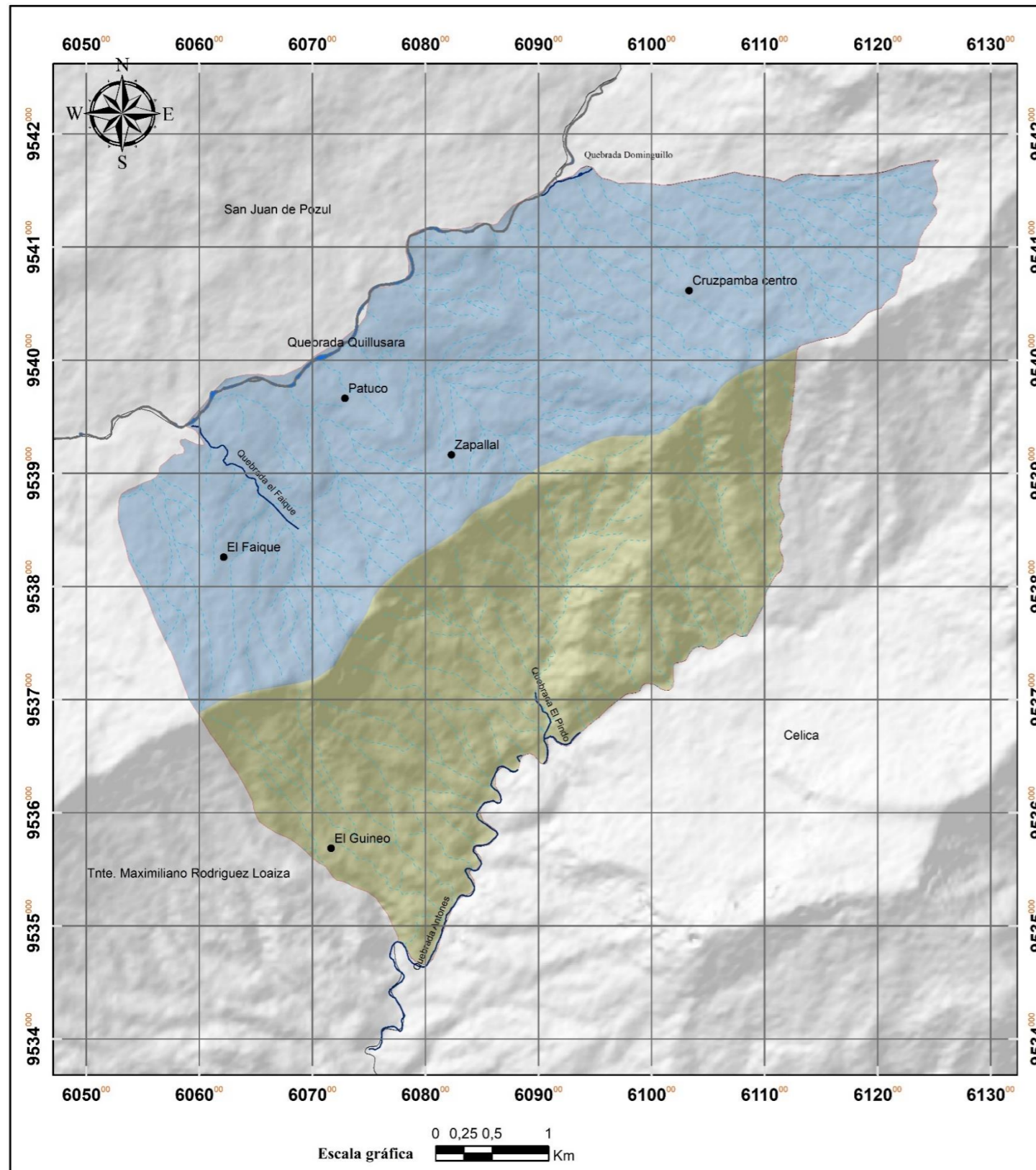
SISTEMA DE COORDENADAS:  
PSAD56 UTM Zona 17S  
PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

Facultad de Energía, Las Industrias y Los Recursos Naturales No Renovables  
Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

<b>Autora:</b> Josselyn Nicole Rodríguez Chamba	<b>Director:</b> Ing. Walter S. Tambo Encalada Mg. Sc.
<b>Tema:</b> Topografía de la parroquia Cruzpamba	
<b>Fecha:</b> 2023	<b>Ubicación:</b> Cruzpamba - Cantón Celica
<b>Fuente:</b> - MAG (2012) - GAD's Celica (2019)	

## HIDROGRAFÍA DE LA PARROQUIA CRUZPAMBA



CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	ÁREA Km <sup>2</sup>	(%)
Cuenca Río Puyango - Tumbes	Río Alamor	Microcuenca quebrada Quillusara	15,2832	57,04
Cuenca Río Catamayo - Chira	Río Catamato	Microcuenca quebrada Antones	11,5083	42,96

Leyenda	
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; padding: 2px;">MQQ</span>	Microcuenca quebrada Quillusara
<span style="background-color: #66B3FF; border: 1px solid black; padding: 2px;">MQA</span>	Microcuenca quebrada Antones

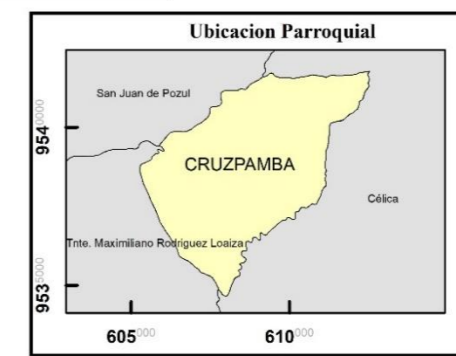
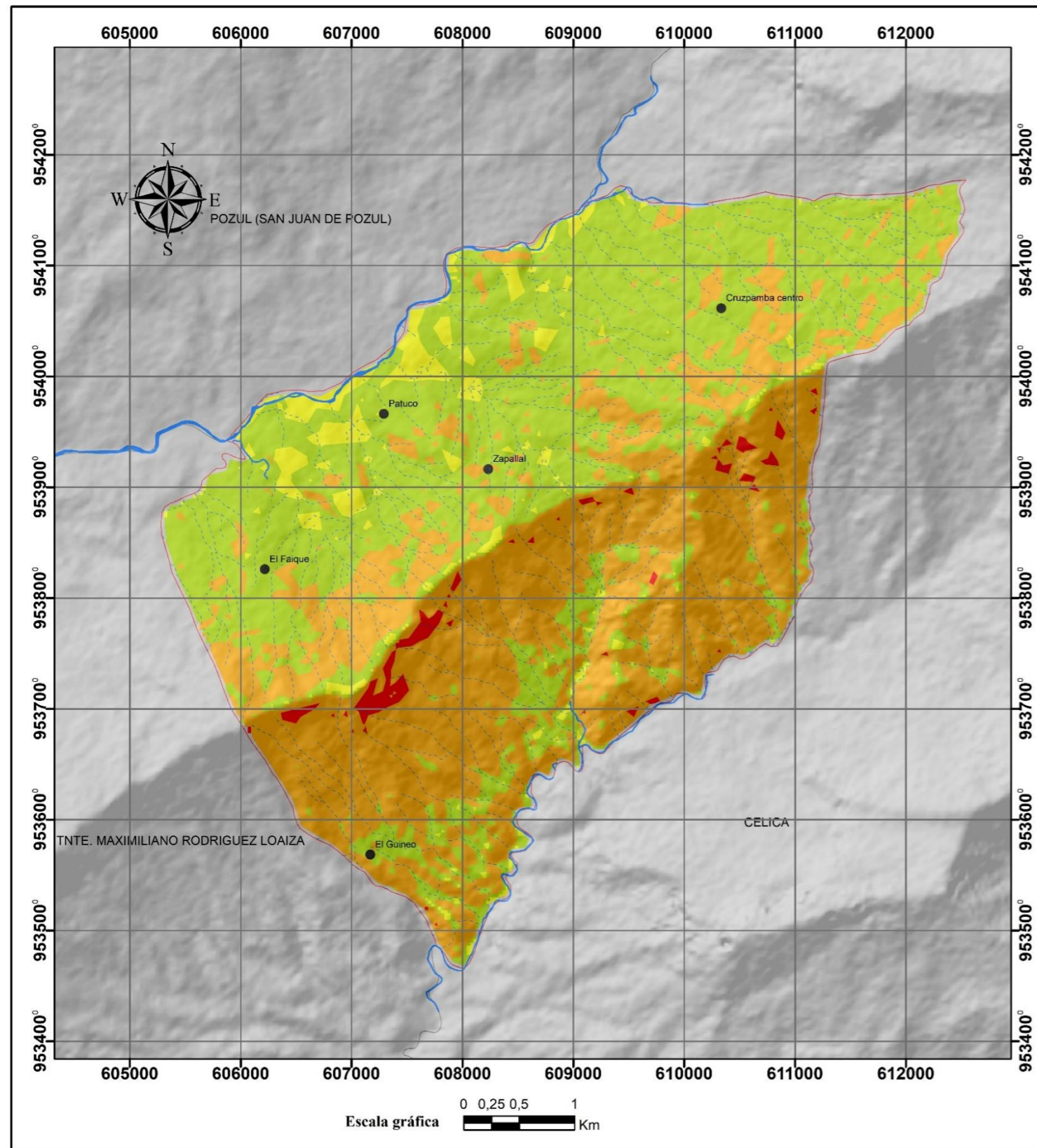
Elementos Auxiliares	
	Quebradas
	Drenaje intermitente
	Centros poblados
	Zona de estudio

<b>Escala de impresión</b> 1:40 000
<b>Escala de Trabajo</b> 1:25000

SISTEMA DE COORDENADAS:  
WGS UTM Zona 17S  
POYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL  
DE MERCATOR

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b>	
Facultad de Energía, Las Industrias y Los Recursos Naturales No Renovables Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial	
<b>Autora:</b> Josselyn Nicole Rodríguez Chamba	<b>Director:</b> Ing. Walter S. Tambo Encalada Mg. Sc.
<b>Tema:</b> Hidrografía de la parroquia Cruzpamba	
<b>Fecha:</b> 2023	<b>Ubicación:</b> Cruzpamba - Cantón Celica
<b>Fuente:</b> - MAG (2012) - GAD's Celica (2019)	

## PENDIENTES DE LA PARROQUIA CRUZPAMBA



Rango(°)	Clase	Area(km <sup>2</sup> )	(%)
0 - 5	Ligeramente inclinado	0,86	3,24
5 - 15	Fuertemente inclinado	11,42	43,08
15 - 35	Muy inclinado	13,68	51,60
35 - 55,045	Empinado	0,55	2,07

Elementos Auxiliares	
	Quebradas
	Drenaje intermitente
	Área de estudio
	División Parroquial
	Centros poblados
	Centros poblados

Escala de impresión  
1:40 000  
Escala de Trabajo  
1:25000

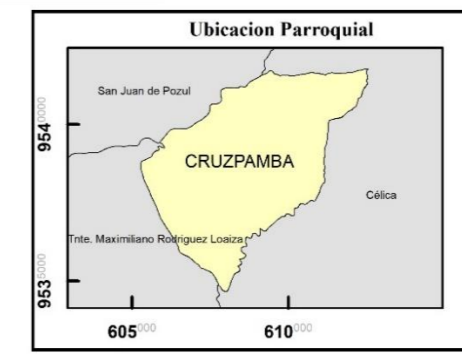
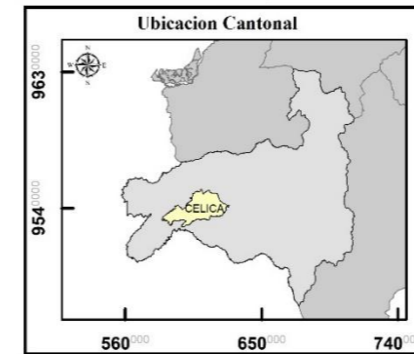
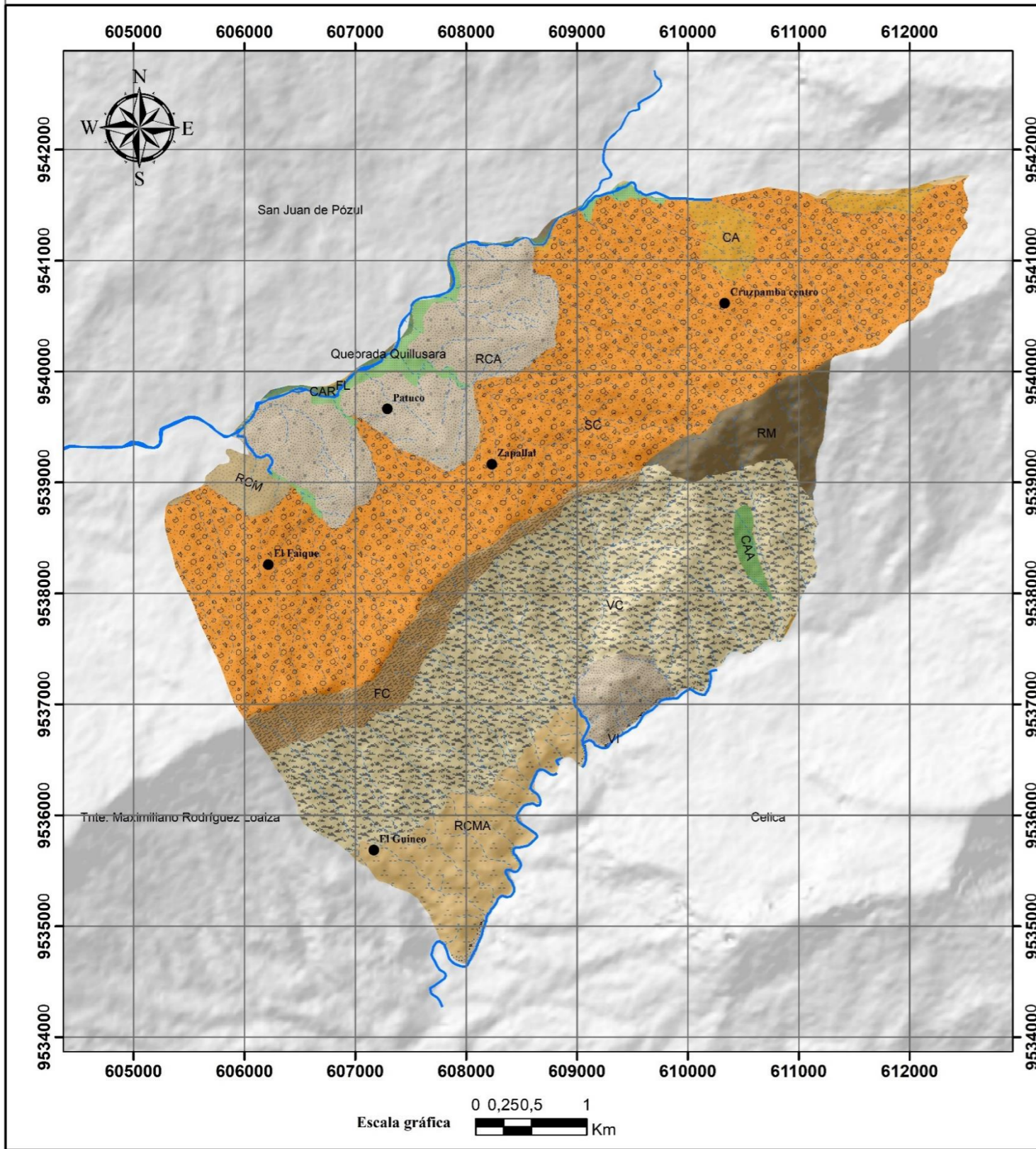
SISTEMA DE COORDENADAS:  
WGS UTM Zona 17S  
POYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL  
DE MERCATOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

Facultad de Energía, Las Industrias y Los Recursos Naturales No Renovables  
Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

<b>Autora:</b> Josselyn Nicole Rodríguez Chamba	<b>Director:</b> Ing. Walter S. Tambo Encalada Mg. Sc.
<b>Tema:</b> Pendientes de la parroquia Cruzpamba	
<b>Fecha:</b> 2023	<b>Ubicación:</b> Cruzpamba - Cantón Celica
<b>Fuente:</b> - MAG (2012) - GAD's Celica (2019)	

## GEOMORFOLOGÍA DE LA PARROQUIA CRUZPAMBA



Leyenda		Unidad geomorfológica		Génesis	Área (Km <sup>2</sup> )	(%)
	Quebradas	CAA	Coluvio-aluvial antiguo	Denutativo	0,5	1,8
	Río Quillusara	CAR	Coluvio-aluvial reciente		0,1	0,3
	Centros Poblados	CA	Coluvion antiguo	Estructural	0,5	1,8
	División Parroquial	FL	Fluvial		0,1	0,5
		VI	Valle indiferenciado	Tectónico erosivo	0,1	0,2
		SC	Superficie de cuesta		11,3	42,3
		VC	Vertiente de cuesta		7,1	26,6
		FC	Frente de cuesta		1,1	3,9
		RCA	Relieve colinado alto		3,3	12,2
		RCA	Relieve colinado medio		0,3	1,1
		RCA	Relieve colinado muy alto		1,6	5,9
		RM	Relieve montañoso	0,9	3,5	

**Escala de impresión**  
1:40 000  
**Escala de Trabajo**  
1:25000

**SISTEMA DE COORDENADAS:**  
WGS UTM Zona 17S  
POYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL  
DE MERCATOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

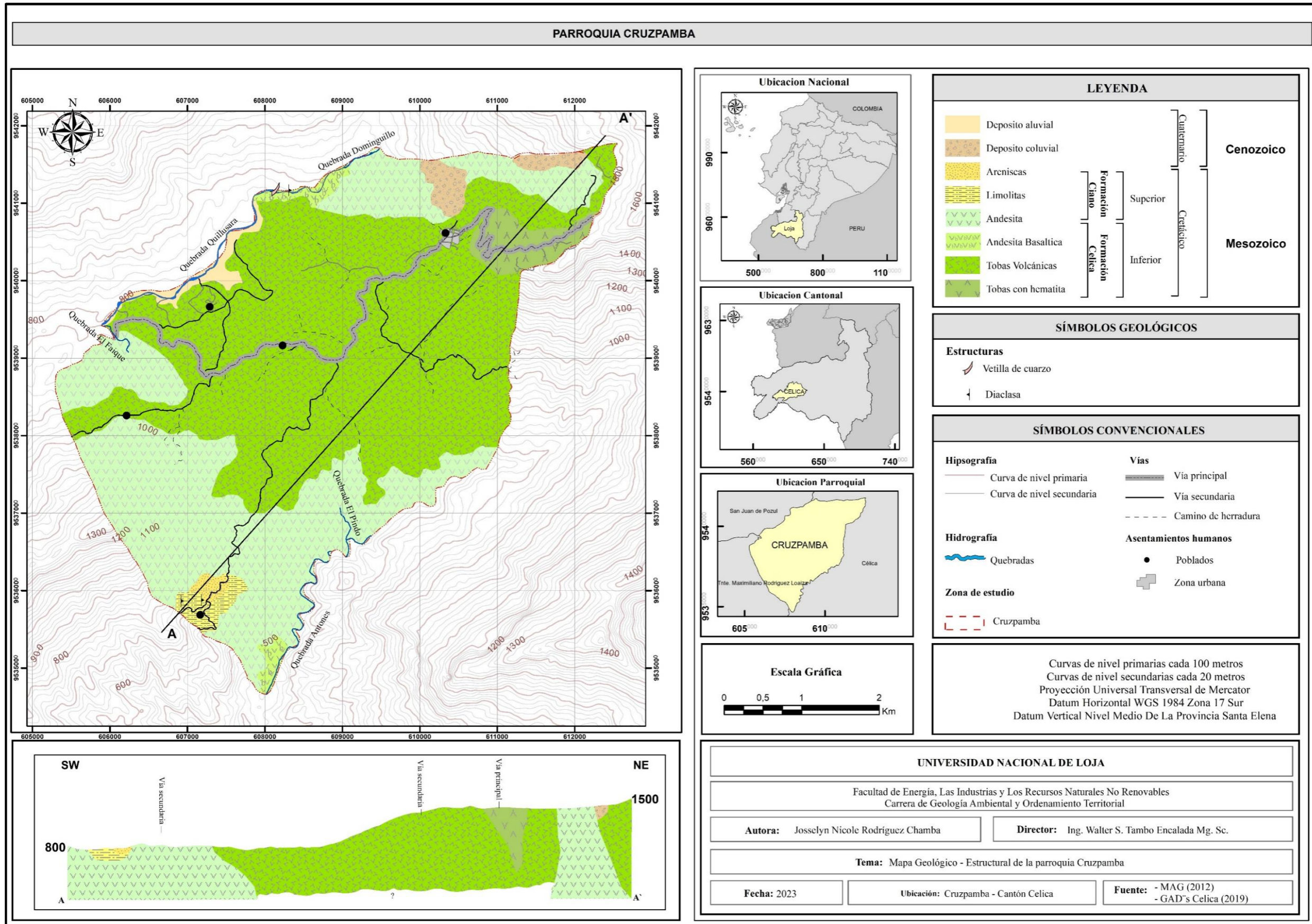
Facultad de Energía, Las Industrias y Los Recursos Naturales No Renovables  
Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**Autora:** Josselyn Nicole Rodríguez Chamba      **Director:** Ing. Walter S. Tambo Encalada Mg. Sc.

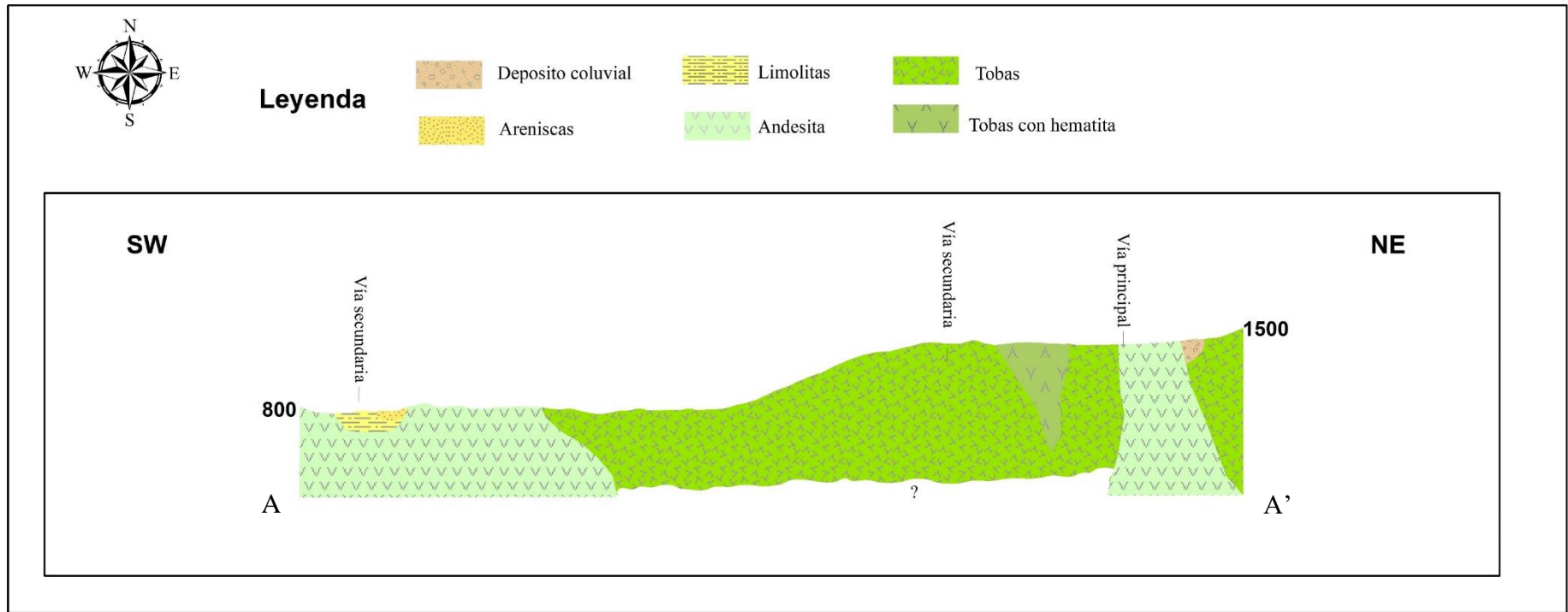
**Tema:** Geomorfología de la parroquia Cruzpamba

**Fecha:** 2023      **Ubicación:** Cruzpamba - Cantón Celica      **Fuente:** - MAG (2012)  
- GAD's Celica (2019)

Anexos 12. Mapa geológico - estructural a escala 1:25 000 de la parroquia Cruzpamba



Anexo 13. Corte geológico





Loja, 25 de agosto del 2023

Yo, Juan Sebastián Bejarano Ramírez, con cedula de identidad Nro. 1104594153, poseedor del certificado **Nivel intermedio avanzado B2 – ingles**, avalado por Fine Tuned English Language Institute

CERTIFICO:

El 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 la autora, la Señorita JOSSELYN NICOLE RODRIGUEZ CHAMBA, con cedula de identidad Nro. 1150061057, con el tema denominado **“Estudio geológico estructural a escala 1:25000 de la parroquia Cruzpamba, cantón Celica, provincia de Loja”**, traducción que servirá para fines personales de uso del destinatario.

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



Juan Sebastián Bejarano Ramírez

C.I. 1104594153