



Universidad Nacional De Loja

**FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES**

**CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO
TERRITORIAL.**

**LEVANTAMIENTO GEOMORFOLÓGICO A ESCALA 1:25000 DE
LA PARROQUIA RURAL JIMBILLA, PERTENECIENTE AL
CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA.**

Tesis previa a la obtención del título de
Ingeniera en Geología Ambiental y
Ordenamiento Territorial.

AUTORA:

Jessica Alexandra Armijos Armijos.

DIRECTORA:

Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia.

1859

Loja - Ecuador

2021



CERTIFICACIÓN

Loja, 02 de agosto de 2021.

Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia. Mg. Sc.

DIRECTORA DE TESIS

Docente de las Carreras de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial / Minas.

CERTIFICA

Que la señorita, **JESSICA ALEXANDRA ARMIJOS ARMIJOS**, con CI: 1150274106, egresada de la Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, está desarrollando su Trabajo de Titulación denominado: **“LEVANTAMIENTO GEOMORFOLÓGICO A ESCALA 1:25000 DE LA PARROQUIA RURAL JIMBILLA, PERTENECIENTE AL CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA”**, opción de titulación escogida dentro del periodo académico de culminación de sus estudios (Octubre 2020 – Marzo 2021), del cual ha presentado avances de su investigación así como ha mantenido contacto para la supervisión de su trabajo investigativo.

Con este antecedente, siendo las 16H32 del día 2 de agosto de 2021, se certifica que la egresada **JESSICA ALEXANDRA ARMIJOS ARMIJOS** ha cumplido hasta la fecha con el **cien por ciento (100%) de avance de su proyecto de titulación**, y está en condiciones de continuar con los procesos legales que correspondan.

Particular que certifico para los fines pertinentes.



Firma digitalizada por:
**MARITZA
XIMENA OCHOA
TAPIA**

Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia. Mg. Sc.
DIRECTORA DE TESIS



AUTORIA

Yo, **Jessica Alexandra Armijos Armijos**, 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 o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca virtual.

Firma

C.I: 1150274107

Fecha: 16 de Agosto de 2021.



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA, PARA
LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, JESSICA ALEXANDRA ARMIJOS ARMIJOS, declaro ser autora de la tesis titulada: “LEVANTAMIENTO GEOMORFOLÓGICO A ESCALA 1:25000 DE LA PARROQUIA RURAL JIMBILLA, PERTENECIENTE AL CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA”, como requisito para optar al grado de: INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad a través de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

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

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización a los quince días del mes de noviembre de dos mil veintiuno, en la ciudad de Loja firma la autora.

Firma:.....

Autor: Jessica Alexandra Armijos Armijos

Cédula: 1150274106

Dirección: Reina del Cisne. Av. Chuquiribamba

Correo electrónico: jaarmijosa@unl.edu.ec

Teléfono: 2136096 **Celular:** 0980865786

DATOS COMPLEMENTARIOS

Directora de Tesis: Ing. Maritza Ximena Ochoa Tapia, Mg.Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Fermin Alexander Gonzalez Sisalima, Mg.Sc.

Ing. Ángel Efrén Tamayo Jaramillo, Mg.Sc.

Ing. Carlos Danilo Ortega Vallejo, Mg.Sc.



DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres y hermanos quienes a lo largo de toda mi vida académica me han sabido apoyar de manera incondicional para poder cumplir cada una de mis metas trazadas y concluir con éxito mi carrera universitaria.

Jessica Armijos



AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento profundo a Dios por ser mi guía en cada paso que doy, brindándome salud y fortaleza a lo largo de toda mi vida.

A mi madre Victoria y mi padre José, mis pilares, que con su inmenso amor me han guiado y apoyado en cada una de mis decisiones, a ellos quienes me han inculcado cada uno de los valores que poseo y que me han ayudado a ser una mejor persona.

A mis hermanos Stalin y Fernando, mis compañeros de vida quienes me han apoyado y aconsejado amorosamente ayudándome a sobrellevar las adversidades que se han presentado durante mi vida académica.

A mis amigos más cercanos quienes me han acompañado siempre y forman una parte importante y primordial de mi vida ya que me han ayudado a afrontar diversos percances en mi carrera universitaria a través de su cariño y consejos.

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja y a cada uno de los docentes de la Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial quienes a lo largo de todos los años de estudio han compartido sus conocimientos de manera desinteresada formándome como una excelente profesional.

De manera muy especial agradezco a la Ingeniera Maritza Ochoa Tapia quien me ha brindado una valiosa orientación y compartido sus conocimientos para la culminación de mi investigación.

Jessica Armijos



ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	II
AUTORIA.....	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
1. TÍTULO.....	1
2. RESUMEN.....	2
2.1. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN.....	4
3.1. OBJETIVOS.....	5
3.1.1. Objetivo General	5
3.1.1.2. Objetivos Específicos.....	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
4.1. Geomorfología.....	6
4.1.1. Geoforma.....	6
4.1.2. Paisaje geomorfológico.....	6
4.1.3. Formas del relieve.....	6
4.1.4. Determinación de las formas predominantes del relieve.....	6
4.1.5. Drenaje.....	7
4.1.6. Vegetación.....	7
4.1.7. Morfogénesis.....	7
4.1.8. Unidades morfodinámicas.....	7



4.1.9.	Morfometría.....	8
4.1.10.	Ambientes Morfogenéticos.....	8
4.1.11.	Ambiente Morfoestructural.....	8
4.1.12.	Ambiente Denudacional.....	8
4.1.13.	Sistema de Clasificación de Unidades Geomorfológicas.....	8
4.2.	Índices Topográficos	12
4.2.1.	Índices Topográficos Primarios.....	12
4.2.2.	Índices Topográficos Secundarios.....	12
4.3.	Geología.....	13
4.3.1.	Clasificación de las Rocas.....	13
4.4.	Sistema de Información Geográfica.....	14
4.4.1.	Requisitos.....	14
4.4.2.	Soportes SIG y los impactos ambientales.....	15
4.4.3.	Georreferenciación.....	15
4.4.4.	Fotointerpretación.....	15
4.4.5.	Escala.....	15
4.4.6.	TIN (Triangulated Irregular Networks).....	15
4.4.7.	Modelo Digital del Terreno (DTM).....	16
4.4.8.	Modelo Digital de Elevación (DEM).....	16
5.	CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS Y METODOLOGÍA.....	17
5.1.	CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DEL LUGAR.....	17
5.1.1.	Ubicación y Acceso.....	17
3.1.1.1.	Ubicación.....	17
5.1.1.2.	Acceso.....	17
5.1.2.	Hidrografía.....	17
5.1.3.	Clima.....	18
5.1.4.	Temperatura.....	19



5.1.5.	Geología.....	19
5.2.	MATERIALES	21
5.2.1.	Materiales de Campo.....	21
5.2.2.	Materiales de Oficina.	22
5.3.	MÉTODOS	22
5.3.1.	Análisis de Información recopilada.....	23
5.3.2.	Trabajo de campo.....	24
5.3.3.	Metodología para el primer objetivo.....	24
5.3.3.1.	Modelo Digital de Elevación.....	24
5.3.3.2.	Modelo Topográfico.....	25
5.3.3.3.	Análisis de Componentes Principales (ACP).	27
5.3.3.4.	Clasificación automática (Clasificación No Supervisada).....	29
5.3.3.5.	Análisis de Sistema de Información Geográfica (SIG).....	31
5.3.4.	Metodología para el segundo objetivo.....	37
5.3.4.1.	Asignación Temática.....	37
5.3.4.2.	Sistema de Clasificación.	38
5.3.4.3.	Fotointerpretación de Unidades Temáticas	40
5.3.5.	Metodología para el tercer objetivo	42
5.3.5.1.	Descripción Geomorfológica.	42
5.3.5.2.	Análisis estadístico zonal.	43
5.3.5.3.	Mapa geológico.	44
5.3.5.4.	Mapa de Pendientes.....	45
5.3.5.5.	Mapa de uso actual del suelo.....	45
5.3.5.6.	Mapa Geomorfológico final.....	46
6.	RESULTADOS.....	48
6.1.	Descripción de Afloramientos.....	48
6.2.	Pendientes.	69



6.3. Uso del Suelo.....	70
6.4. Geomorfología.	71
6.4.1. Generación de los Índices Topográficos y fotointerpretación.	71
6.4.2. Descripción Geomorfológica.....	75
6.4.3. Relieve de Cordillera.....	76
6.4.4. Relieve de Piedemonte.....	80
6.4.5. Validación de Unidades Geomorfológicas.....	83
7. DISCUSIÓN.....	86
8. CONCLUSIONES.....	90
9. RECOMENDACIONES.....	92
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
11. ANEXOS.....	96
Anexo 1. Ficha para Descripción de Afloramientos.....	96
Anexo 2: Ficha para Caracterización Macroscópica de Muestras.....	97
Anexo 3. Mapa de Ubicación (CD2).....	98
Anexo 4. Mapa Topográfico (CD N° 2).....	99
Anexo 5. Mapa de Red Hídrica (CD N°2).....	100
Anexo 6. Mapa geológico de la parroquia Jimbilla (CD N° 2).....	101
Anexo 7. Fichas de descripción de afloramientos.	102
Anexo 8. Fichas de caracterización de muestras a nivel macroscópico.	117
Anexo 9. Mapa de Pendientes (CD N°2).....	128
Anexo 10. Mapa de Uso Actual del Suelo (CD N° 2).....	129
Anexo 11. Mapa de Puntos de Levantamiento de fichas Litológicas y Geomorfológicas (CD N° 2).....	130
Anexo 12. Mapa Geomorfológico – Macrorelieve (CD N° 2).....	131
Anexo 13. Mapa Geomorfológico – Mesorelieve (CD N° 2).....	132



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelamiento Topográfico.	12
Figura 2: Ciclo de las Rocas.	13
Figura 3: DEM de la parroquia Jimbilla.....	25
Figura 4: Secuencia para generación del Modelo Topográfico.	27
Figura 5: Secuencia para la Obtención de ACP.	28
Figura 6: A) Raster del análisis de componentes principales. b) Tabla de valores estadísticos.	29
Figura 7: Secuencia para la generación de ISODATA a partir de IsoData Classification.	30
Figura 8: Parámetros de ISODATA, según el área de estudio.....	30
Figura 9: Clasificación Automática ISODATA según el número de clases.	31
Figura 10: Secuencia para el análisis de vecindario.	33
Figura 11: Unidades morfométricas suavizadas con la herramienta Majority/Minority.	34
Figura 12: Secuencia para Classification Aggregation.	34
Figura 13: Unidades morfométricas agrupadas por Classification Aggregation.....	35
Figura 14: Comparación entre los análisis realizados IsoData Clasification, Majority/Minority Analysis y Classification Aggregation.	36
Figura 15: Interpretación de las Unidades del Relieve.	41
Figura 16: Fointerpretación desde el programa ArcGis 10.5.....	42
Figura 17: Generación del análisis estadístico zonal desde el programa ArcGis 10.5.....	43
Figura 18: Digitalización de uso de suelo antrópico.	46
Figura 19: Validación final de geoformas (66 puntos georeferenciados).	47
Figura 20: Afloramiento de filitas cuarcíferas perteneciente a la Unidad Chiguinda, vía a Imbana, límite parroquial.	49
Figura 21: Afloramiento de filitas perteneciente a la Unidad Chiguinda, vía a Imbana.	49
Figura 22: Afloramiento de filitas grafitosas de la Unidad Chiguinda, vía a Imbana.	50
Figura 23: Afloramiento de esquistos moscovíticos perteneciente a la Unidad Huacapamba, barrio La Chonta, vía a Imbana.	51
Figura 24: Afloramiento de esquistos sericitico o grafitoso perteneciente a la Unidad Huacapamba, barrio La Chonta, vía a Imbana.	52
Figura 25: Afloramiento de esquistos anfíbolíticos perteneciente a la Unidad Huacapamba, barrio Huacapamba.....	52
Figura 26: Afloramiento de esquistos anfíbolíticos perteneciente a la Unidad Agoyán, barrio Sevilla de Oro.....	53



Figura 27: Afloramiento de esquistos hornblendicos perteneciente a la Unidad Agoyán, barrio Sevilla de Oro.....	54
Figura 28: Afloramiento de esquistos con características de paragneiss perteneciente a la Unidad Agoyán, barrio Sevilla de Oro.....	55
Figura 29: Afloramiento de un granitoide perteneciente a la Unidad Tres Lagunas, barrio San Juan.	56
Figura 30: Afloramiento de granitoides metamorfizadas perteneciente a la Unidad tres Lagunas, barrio Los Molinos.....	57
Figura 31: Afloramiento granitoide esquistoso perteneciente a la Unidad tres Lagunas, barrio Los Molinos Altos.....	57
Figura 32: Afloramiento de esquistos anfíbolíticos perteneciente a la Unidad Monte Olivo. Quebrada San Isidro.....	58
Figura 33: Afloramiento de esquistos anfíbolíticos perteneciente a la Unidad Monte Olivo. Quebrada San Isidro.....	59
Figura 34: Afloramiento de andesita metamorfizada perteneciente a la Unidad quebrada El Volcán.....	60
Figura 35: Afloramiento perteneciente a la Unidad quebrada El Volcán, sector quebrada Los Molinos.....	60
Figura 36: Afloramiento perteneciente a las Rocas Intrusivas de granodiorita, vía antigua a Imbana, cerca del límite parroquial.....	61
Figura 37: Afloramiento de granodiorita, barrio Illinzhapa.....	62
Figura 38: Afloramiento de granodiorita, barrio Montecristi.....	63
Figura 39: Afloramiento de Diorita, barrio Las Palmas.....	64
Figura 40: Afloramiento de Diorita, barrio Las Palmas.....	64
Figura 41: Falla Inversa localizada en la Unidad Huacapamba a cercanías de la quebrada San Isidro.....	65
Figura 42: Falla Inversa localizada en la Unidad Huacapamba, marca contacto entre Unidad Tres Lagunas y Unidad Huacapamba.....	66
Figura 43: Fallas Inveridas localizadas en la Unidad Huacapamba las cuales continúan atravesando Unidad Chiguinda.....	67
Figura 44: Falla dextral inferida localizada en la Unidad Quebrada el Volcán.....	67
Figura 45: Falla observada localizada en la Unidad Agoyán.....	68
Figura 46: Falla inferida localizada en el intrusivo granodiorítico en el barrio Jesús María.....	69
Figura 47: Índices Topográficos Generados.....	72



Figura 48: Morfometría de la parroquia Jimbilla.	73
Figura 49: Fotointerpretación de geoformas de la parroquia Jimbilla.	74
Figura 50: Unidad Geomorfológica: Relieve montañoso. Descripción: a) Relieve Montañoso barrio San Antonio Chico. b) Relieve montañoso barrio Huacapamba. c) Relieve montañoso barrio Montecristi.....	78
Figura 51: Unidad Geomorfológica: Vertiente de Cordillera. Descripción: a) b) Vertiente de cordillera en el barrio Jesús María. c) Vertiente de cordillera ubicada en Huachalá.....	79
Figura 52: Unidad Geomorfológica: Garganta. Descripción: a) Garganta ubicada en el barrio Huachalá. b) Garganta ubicada en Huacapamba.	80
Figura 53: Unidad Geomorfológica: Vertiente de Piedemonte. Descripción: a) Vertiente ubicada en Huacapamba. b) Vertiente en el barrio Huachalá. c) Vertiente barrio Illinzhapa.	82
Figura 54: Unidad Geomorfológica: Terraza. Descripción: a) Terraza ubicada en la unión del río San Lucas y río Zamora utilizada para extracción de arena. b) Terraza ubicada en la quebrada Illinzhapa. c) Terraza en el río El Bunque.....	83

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Leyenda de Unidades Geomorfológicas FASE 1 y FASE 2.....	9
Tabla 2: Unidades Hidrográficas de la Parroquia Jimbilla.	18
Tabla 3: Materiales Necesarios para el Geoprocesamiento.	22
Tabla 4: Unidades Geomorfológicas para el Relieve General de Montaña.	37
Tabla 5: Unidades Geomorfológicas identificadas en la parroquia.	38
Tabla 6: Clasificación de las Pendientes según el rango.	45
Tabla 7: Datos obtenidos de la pendiente en la parroquia Jimbilla.	69
Tabla 8: Tipos de uso actual del suelo de la parroquia Jimbilla.	71
Tabla 9: Unidades Geomorfológicas de la parroquia Jimbilla.	75
Tabla 10: Unidades Geomorfológicas pertenecientes al relieve de cordillera de la parroquia Jimbilla.....	76
Tabla 11: Unidades Geomorfológicas pertenecientes a Piedemonte de la parroquia Jimbilla. ...	81
Tabla 12: Validación de Unidades Geomorfológicas de la parroquia Jimbilla.	83



1. TÍTULO.

*LEVANTAMIENTO GEOMORFOLÓGICO A ESCALA
1:25000 DE LA PARROQUIA RURAL JIMBILLA,
PERTENECIENTE AL CANTÓN LOJA, PROVINCIA
DE LOJA.*



2. RESUMEN.

El presente trabajo de titulación está orientado en la elaboración de un levantamiento geomorfológico a escala 1:25000 de la parroquia rural Jimbilla, el cual permite el análisis y comprensión de la geomorfología en el territorio, además de la importancia de la implementación de programas tales como ArcGis 10.5 y ENVI 5.3 para la caracterización y modelamiento del relieve en un lugar específico.

Como base para la determinación de la geomorfología se trabajó con la Metodología implementada por el Ministerio del Ambiente con respecto del Modelo de Unidades Geomorfológicas para la Representación Cartográfica de Ecosistemas del Ecuador Continental, para lo cual fue necesario el uso de un Modelo Digital de Elevación (DEM) obtenido de ALOS PALSAR con una resolución de 12.5 x 12.5 metros y Ortofotos a escala 1:5.000 de SIGTIERRAS, los mismos que forman un factor clave para el desarrollo y culminación del proyecto. Se obtuvo índices topográficos, una clasificación automática o clasificación no supervisada (ISODATA), análisis de vecindario y eliminación de información redundante como lo es el ruido dando paso a la generación de la morfometría, siendo ésta analizada y delimitada en ArcGis y por un orden jerárquico clasificada, obteniendo así un relieve general de montaña, dos unidades geomorfológicas de macrorrelieve como es cordillera y piedemonte y cinco geoformas de mesorelieve los cuales son relieve de montaña, vertiente de cordillera, garganta, vertiente de piedemonte y terrazas, mismas que fueron validadas con 66 puntos para una información más veraz de la geomorfología de la zona de estudio.

Palabras clave: geomorfología, territorio, relieve, cartografía, clasificación automática.



2.1. ABSTRACT

The present degree work is oriented in the elaboration of a geomorphological survey to scale 1:25000 of the rural parish Jimbilla, which allows the analysis and understanding of geomorphology in the territory, in addition to the importance of the implementation of programs such as ArcGis 10.5 and ENVI 5.3 for the characterization and modeling of relief in a specific place.

As a basis for the determination of the geomorphology, we worked with the Methodology implemented by the Ministry of the Environment with respect to the Model of Geomorphological Units for the Cartographic Representation of Ecosystems of Continental Ecuador, for which it was necessary the use of a Digital Elevation Model obtained from ALOS PALSAR with a resolution of 12.5 x 12.5 meters and Orthophotos of scale of 1:5,000 of SIGTIERRAS, , the same ones that form a key factor for the development and completion of the project. Topographic indexes were obtained, an automatic classification or unsupervised classification (ISODATA), neighborhood analysis and elimination of redundant information such as noise, leading to the generation of morphometry, which was analyzed and delimited in ArcGis and classified in a hierarchical order, thus obtaining a general mountain relief, two geomorphological units of macro relief such as mountain range and foothills and five geofoms of meso-relief which are mountain relief, mountain range slope, gorge, foothill slope and terraces, which were validated with 66 points for a more accurate information of the geomorphology of the study area.

Keywords: geomorphology, territory, relief, cartography, automatic classification.



3. INTRODUCCIÓN.

La geomorfología se especializa en estructural (que atiende a la arquitectura geológica) y climática (que se interesa por el modelado), incorpora las técnicas estadísticas sedimentológicas, en laboratorio y, sobre todo, pierde su aislamiento para convertirse en una ciencia que atiende múltiples factores e inserta el estudio del relieve al conjunto de relaciones naturales que explica globalmente la geografía física. (Duque, 2003).

El estudio geomorfológico del área de trabajo permitirá reconocer las geoformas existentes que lo componen, enfocándose en la génesis, edad, uso actual del suelo, clima, hidrografía, geología, pendientes, entre otros, permitiendo así relacionarlo mediante la geografía física ya que en conjunto con la geomorfología se complementan; orientándose en ésta relación se hace uso de Sistemas de Información Geográfica o cartografía temática realizando evaluaciones de la cobertura y aptitud de uso del territorio.

Atendiendo a esta información e indagando en estudios realizados en la parroquia Jimbilla se establece que cuenta con poca información necesaria y a profundidad por parte del GAD Parroquial, considerando así los factores geomorfológicos y geológicos que posee, debido a la carencia de un equipo técnico multidisciplinario que se centre en éste estudio para la organización del territorio y su inclusión dentro del PDyOT para la generación de mapas temáticos actualizados mismos que brindan información plena y útil hacia un correcto desarrollo parroquial para un crecimiento poblacional sostenible, por lo que se necesita determinar zonas adecuadas para la extensión de nuevos asentamientos poblacionales, por aumento de necesidades básicas y desarrollo productivo dentro de la comunidad.

Por lo tanto, el presente estudio de Trabajo de Titulación orientado en la realización de un levantamiento geomorfológico a escala 1:25000 de la parroquia rural Jimbilla brindará información óptima tanto técnica, socio económico y ambiental para la elaboración de PDyOT de la parroquia o estudios similares en el área, ya que al ser un aporte de conocimientos recopilados a largo de la carrera, contribuye en el análisis de la geomorfología del territorio, ya que en los últimos años en el Ecuador se ha experimentado una variación cartográfica importante por lo que se hace uso de herramientas digitales SIG para la generación de cartografía en todo el Ecuador,



manejando así una mayor base de datos con información detallada en campo con características del paisaje, físico, geológico y geomorfológico, lo mismos que son tomados como base de estudio al momento de realizar un ordenamiento del territorio adecuado por cada GAD.

En base a esta investigación se ha desarrollado el presente proyecto teniendo como objetivo general el de realizar el Levantamiento Geomorfológico a escala 1:25000 de la Parroquia, así mismo se tiene como objetivos específicos la caracterización de los principales índices de relieve existentes dentro de la parroquia y zonificar geoformas en base a fotointerpretación de la zona de estudio para generar la cartografía geomorfológica final, para dar como resultado la elaboración de un mapa de unidades geomorfológicas de la parroquia.

En definitiva, la información generada desde el punto de vista ingenieril pretende enfocarse hacia una mejor organización del territorio beneficiando así a los 952 habitantes proyección realizada en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020 – 2023, que da como resultado una tasa de crecimiento poblacional negativa según el Gobierno Autónomo Descentralizado Jimbilla, en comparación con los 1114 habitantes de la parroquia según el INEC 2010, los mismos que representan el 0.5% de la demografía del cantón de Loja como una zona agrícola - productiva donde podrán acceder a una base de información para un mejor uso del suelo, tanto para cultivos, asentamientos humanos, conservación de sus recursos naturales, necesidades básicas y otros sectores de interés.

3.1. OBJETIVOS.

3.1.1. Objetivo General

- Realizar el Levantamiento Geomorfológico a escala 1:25000 de la Parroquia Rural Jimbilla del Cantón Loja, Provincia de Loja.

3.1.1.2. Objetivos Específicos.

- Caracterizar los principales índices de relieve existentes dentro de la parroquia rural Jimbilla del Cantón Loja, Provincia de Loja.
- Zonificar geoformas en base a fotointerpretación de la zona de estudio para generar la cartografía geomorfológica final.
- Elaborar un mapa de unidades geomorfológicas a escala 1:25000 de la Parroquia Rural Jimbilla.



4. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1. Geomorfología.

La geomorfología es descrita por varios autores de manera diversa, por lo que se enuncia los siguientes conceptos científicos: Etimológicamente, la palabra geomorfología viene de tres raíces griegas: geos (tierra), morpho (forma) y logos (tratados), es decir es “El estudio de las formas del relieve terrestre”. Es la ciencia que se propone describir formas y explicar el relieve, su evolución y los procesos de su modelado. (Derruau, 1966).

La Geomorfología es la ciencia que estudia el origen y desarrollo de las formas terrestres (como por ejemplo colinas, valles, dunas, cuevas), y cómo esas características se combinan para formar paisajes. (Tooth, Viles, & BSG, 2014).

La geomorfología tiene su propio legado e historia, pero también toma aspectos de otras ciencias, particularmente la geografía física, geología y ecología.

4.1.1. Geoforma.

Una geoforma es un cuerpo tridimensional posee forma, tamaño, volumen y topografía, elementos que generan un relieve. Está compuesta por materiales que le son característicos: como arenas, gravas, arcilla o cuerpos masivos; tiene una génesis y por lo tanto una dinámica que explica los materiales que la forman.

4.1.2. Paisaje geomorfológico.

Amplia porción de terreno caracterizada por su expresión fisiográfica; corresponde a una repetición de tipos de relieve/modelado similar o a una asociación de tipos de relieve/modelado disímil. (Zinck, 2012).

4.1.3. Formas del relieve.

Según Teixeira (1993) es el resultado de dos fuerzas de grupos que pueden ser sucesiva o simultánea actuando: endógenos (pliegues, fallas, volcanes, terremotos) y exógenos (desgaste y acumulación).

4.1.4. Determinación de las formas predominantes del relieve.

- Regiones donde los procesos de levantamiento tectónicos son relativamente más intensos que los procesos denudativos, en estos la tendencia será la formación de relieves elevados, más elevados en la medida en que sea mayor el levantamiento y más duras las rocas que se encuentran en la superficie.



- Regiones donde los procesos de levantamiento son de similar intensidad a los denudativos, se formará un relieve peniplanizado. Aquí se marcarán con facilidad las diferencias litológicas por acción diferencial de procesos denudativos.
- En Regiones donde los procesos tectónicos predominantes sean de carácter descendente y estén compensados por los procesos acumulativos, se formará un relieve llano cubierto por una potente capa de sedimentos.
- Zonas donde los descensos tectónicos son más intensos que la acumulación, en las cuales se formarán cuencas deprimidas con poca acumulación de sedimentos.
- Factor antropogénico al tratarse de micro y meso estructuras geomorfológicas, ya que en ocasiones debido a la actividad socioeconómica se alteran las condiciones naturales del equilibrio entre los procesos exógenos y endógenos, desarrollándose formas anómalas para las condiciones regionales. (Infante, 2000).

4.1.5. Drenaje.

Está caracterizado por una forma o patrón modelo, donde el índice de erosión o remoción es muy importante y la textura es el grado de espaciamiento entre los canales del drenaje. En rocas puede ser gruesa, media o fina, y la erosión, laminar, por surcos o por cargas.

4.1.6. Vegetación.

La vegetación puede ser natural y su altura anuncia la profundidad del suelo, cuando hay densidad. Las variaciones en la densidad de la vegetación se asocian con presencia de aguas subterráneas. Si es artificial se considera ya un uso del suelo. (Duque, 2003)

4.1.7. Morfogénesis.

Está referido al origen de las diferentes formas de configuración de las geoformas actuales; es decir las causas y procesos que dieron inicio a las geoformas o paisajes. En ese sentido el origen de un paisaje depende de los procesos y agentes que actúan sobre la superficie terrestre en diferentes proporciones e intensidades, y durante intervalos de tiempo geológico (Pompa, 2018).

4.1.8. Unidades morfodinámicas.

Se tratan de unidades básicas, definidas por Centeno et al. (1983) como "porciones de terrenos configurados por unos elementos morfológicos propios, que son el reflejo de una génesis condicionada por factores y procesos comunes ..." "Dado el carácter genético de



las unidades, las morfologías convergentes, desde procesos distintos, no pertenecen a la misma unidad. Las unidades morfodinámicas deben tener dimensiones apropiadas, para configurar unidades ambientales, que permitan la ordenación, planificación y manejo del territorio en cuestión (Martínez, 1997).

4.1.9. Morfometría.

La morfometría se encarga del estudio del análisis del relieve mediante la expresión cuantitativa de determinados aspectos del relieve o de procesos que actúan sobre él.

En sus inicios el análisis morfométrico se sustentó en la extracción de información de los mapas topográficos, aunque en la actualidad cada vez son más usados la teledetección, los sistemas de información geográfica (SIG) y los modelos digitales de elevación para la realización de los análisis morfométricos. Existen decenas de índices morfométricos, entre los que se hallan los siguientes, de amplio uso por su amplio rango de posibilidades de aplicación: a) Ángulo de la pendiente; b) Disección horizontal; c) Disección vertical.

4.1.10. Ambientes Morfogenéticos.

Para Zinck (2012), El agua, el viento y el hielo son agentes morfogenéticos que causan erosión o deposición de acuerdo a las condiciones ambientales prevalecientes. Las geoformas resultantes son generalmente más homogéneas que las geoformas controladas por la estructura interna (Pompa, 2018).

4.1.11. Ambiente Morfoestructural.

Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente las asociadas a plegamientos y fallamientos (Pompa, 2018).

4.1.12. Ambiente Denudacional.

Determinado por la actividad dominante de procesos erosivos hídricos y de fenómenos de transposición o de remoción en masa sobre geoformas pre-existentes (Pompa, 2018).

4.1.13. Sistema de Clasificación de Unidades Geomorfológicas.

Este sistema de clasificación es estructurado de manera jerárquica utilizando el criterio del sistema internacional de clasificación de vegetación IVC (International Vegetation Classification), el cual establece jerarquías para clasificar vegetación (Ministerio del Ambiente, 2013).



Tabla 1: Leyenda de Unidades Geomorfológicas FASE 1 y FASE 2.

REGIÓN BIOGEOGRÁFICA	RELIEVE GENERAL	MACRO RELIEVE	MESORELIEVE
ANDES	DE MONTAÑA	CORDILLERA	Relieves Montañosos
			Cimas
			Horns
			Crestas Periglaciares
			Aeistas
			Edificios Volcánicos
			Caldera
			Crater
			Colinas Altas
			Colinas Medianas
			Vertientes
			Crestas
			Horst
			Gargantas
			Cornisas
			Mesetas
			Escarpes
			Cuesta
			Laguna
			Cuerpo de agua
		SERRANÍA	Colinas Altas
			Cuestas
			Vertientes
			Vertientes Disectadas
			Estribaciones Andinas
			Crestas
			Escarpes
			Cornisas
			Gargantas
		VALLE GLACIAR	Domo Volcánico
			Cono de Escorias
			Depósitos Lávicos
			Islote
			Glacis
			Morrenas
			Llanura Subglaciar
			Llanura de Ablación
			Terrazas
			Terrazas de Crioplanación



			Circo Glaciar
			Drumlins
			Laguna
			Cuerpos de Agua
		VALLE TECTÓNICO	Terrazas
			Llanura Aluvial
			Meseta
			Graben
			Relieve Apalachense
		PIEMONTE	Colinas Altas
			Colinas Medianas
			Colinas Bajas
			Cono de Derrubios
			Abanico Aluvial
			Chevrones
			Mesetas
			Cuesta
			Vertientes
			Terrazas
			Crestas
			Estribaciones Andinas
			Llanura Aluvial
LITORAL	COSTA	CORDILLERA	Montañas bajas
			Colinas Altas
			Horst
		PIEMONTE	Abanico Aluvial
			Cono de Derrubios
			Cuesta
			Terrazas
			Cornisas
			Acantilado
			Vertientes
			Colinas Altas
			Colinas Medianas
			Colinas Bajas
			Llanura litoral
			Llanura Aluvial
			Playa
		PENILLANURAS	Vertientes
			Colinas Altas
			Colinas Medianas
			Colinas Bajas
			Cerro Testigo



			Mesetas
			Cuestas
			Cornisas
			Etchplain
			Terrazas
			Abanico Aluvial
			Llanura Litoral
			Llanura Aluvial
			Laguna
			Mesa
		LLANURA	Llanura Aluvial
			Llanura Litoral
			Llanuras de marea
			Peninsula
			Barra Litoral
			Banco Aluvial
			Playa
			Terrazas
			Estuario
			Rias
		ISLA	Llanuras de Marea
			Colinas Bajas
			Rampas
			Acantilado
			Lagoon
			Cuesta
			Playa
AMAZONÍA	ORIENTE	PIEMONTE PERIANDINO	Mesetas
			Colinas Medianas
			Llanura Aluvial
			Vertientes
			Chevrones
			Terrazas
		PENILLANURAS	Colinas Mediana
			Mesetas
			Terrazas
			Llanura Aluvial
		LLANURA	Abanico Aluvial
			Terrazas
			Llanura Aluvial
			Cuerpos de Agua

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2013.



4.2. Índices Topográficos

Tradicionalmente, la información topográfica y geomorfológica ha venido haciéndose a partir de mapas topográficos y a través de la fointerpretación de fotografías aéreas, para este estudio se realizará el análisis a través de procesos semiautomáticos para la generación de la información a través de índices topográficos (Ministerio del Ambiente, 2013).

4.2.1. Índices Topográficos Primarios.

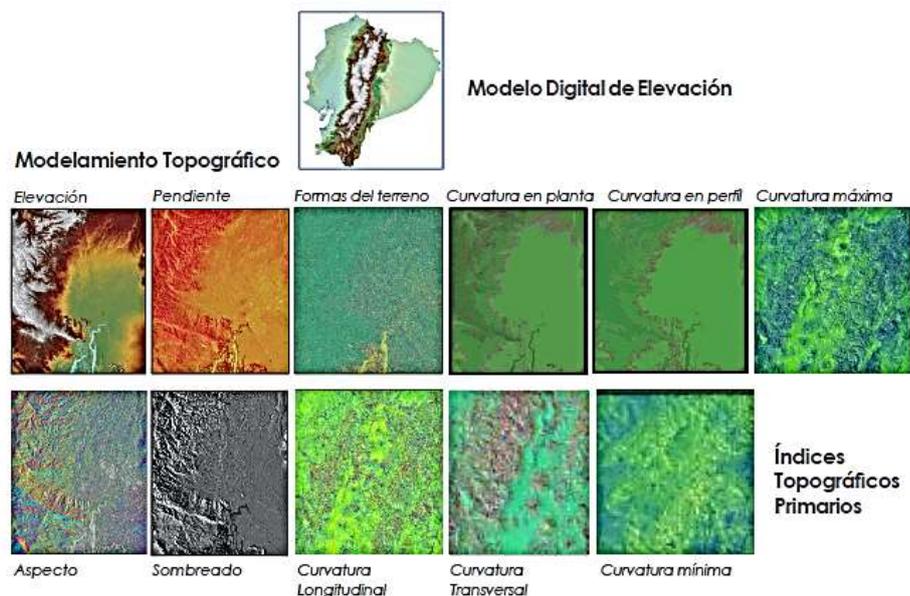


Figura 1: Modelamiento Topográfico.

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2013.

Están basados en el análisis de las propiedades geométricas de la superficie del terreno (pendiente, aspecto, curvatura y otros valores derivados), obtenidos mediante técnicas computacionales basadas en funciones matemáticas que se aplican al DEM.

4.2.2. Índices Topográficos Secundarios.

Implican combinaciones de atributos topográficos primarios, son índices que caracterizan la variabilidad espacial de algunos procesos superficiales o propiedades de los suelos:

- Índices de erosión y deposición.
- Índices como el factor LS (longitud e inclinación de la pendiente), índices de humedad.



4.3. Geología.

Según Tarbukc y Lutgens (2005) la geología proviene del griego geo, «Tierra», y logos, «discurso». Por lo tanto, es la ciencia que persigue la comprensión del planeta Tierra. Se ha dividido tradicionalmente en dos amplias áreas: la física que estudia los materiales que componen la tierra comprendiendo así los diferentes materiales del planeta tierra, comprendiendo los procesos que actúan debajo y encima de la superficie terrestre; mientras que la geología histórica comprende el origen de la Tierra y su evolución a lo largo del tiempo, procurando ordenar cronológicamente los múltiples cambios físicos y biológicos que han ocurrido en el pasado geológico. (J.Tar buck & Lutgens, 2005)

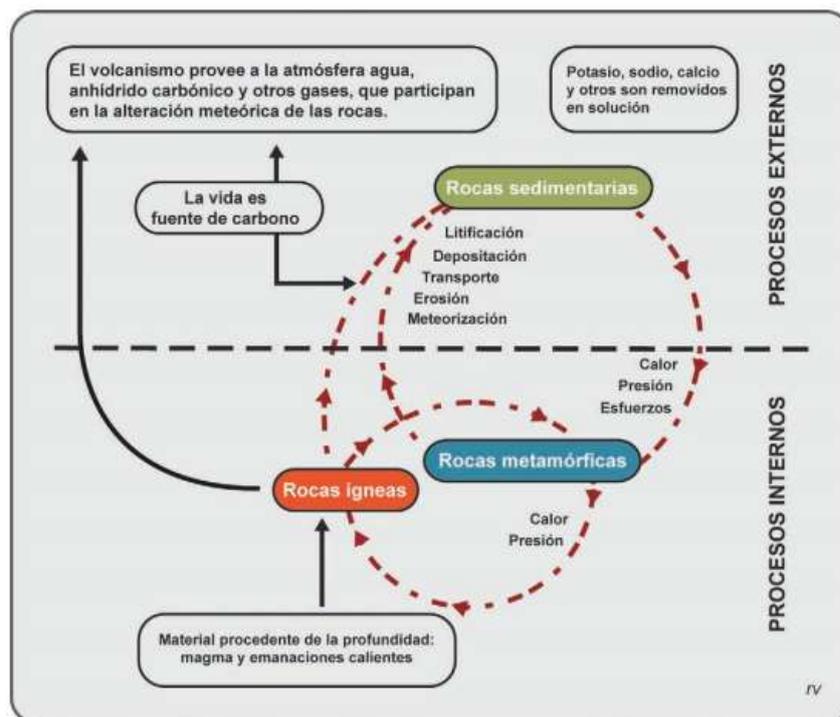


Figura 2: Ciclo de las Rocas.

Fuente: Varela R, 2014.

4.3.1. Clasificación de las Rocas.

- **Rocas Ígneas.**

Las rocas ígneas son las más abundantes de la corteza, suelen ocupar el 90% de la litosfera y tienen por origen la solidificación de una mezcla fundida, llamado magma cuando está dentro de la corteza y lava para el magma que llega a la superficie. (Mantilla, 2005). Por esta razón las rocas ígneas también se las denomina rocas magmáticas.



- **Rocas sedimentarias**

El atributo distintivo de las rocas sedimentarias es su disposición en capas o estratos. Esa estructura, denominada estratificación, es la expresión de una acumulación episódica en un recipiente denominado cuenca de sedimentación. La fuerza predominante al producirse la depositación es la de la gravedad, por lo que las capas del material acumulado se disponen en posición horizontal (Varela, 2014).

- **Rocas metamórficas.**

Son los productos de la transformación de rocas preexistentes bajo presión litostática (P), temperatura (T) y presión dirigida o estrés (S), obrantes en el seno de la corteza terrestre. Esos agentes producen cambios en la mineralogía de la roca sometida a metamorfismo. En forma general, se puede decir que es característica su textura orientada (Varela, 2014).

4.4. Sistema de Información Geográfica.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS) es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñada para capturar, almacenar, manejar, analizar, modelar y representar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos (Olmos, 2010).

4.4.1. Requisitos.

- Se pueden aplicar de forma generalizada en diferentes escenarios geográficos.



- Se aplica a cálculos de medidas mediante criterios objetivos (Zinck, 2012).

4.4.2. Soportes SIG y los impactos ambientales.

De acuerdo con Rivas et al. (1995), los soportes de Sistemas de Información Geográfica deben permitir el desarrollo de métodos, destinados al estudio de impactos ambientales. Dentro de estos estudios, se incluyen la identificación y evaluación de las repercusiones en la Geomorfología Ambiental, en relación con usos actuales del territorio y/o proyectos a realizar (Martínez, 1997).

4.4.3. Georreferenciación.

La georreferenciación es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas y datum determinado. Este proceso es utilizado frecuentemente en los Sistemas de Información Geográfica (Olmos, 2010).

4.4.4. Fotointerpretación.

La fotointerpretación radica en saber interpretar una fotografía, examinarla con el objeto de identificar, definir y categorizarlos según su naturaleza, límites y relación con el medio.

4.4.5. Escala.

La escala hace referencia a la calidad con la que se logra visualizar el objeto representado en un mapa. Mediante el componente temático se puede medir en las siguientes cuatro escalas de referencia:

- Nominal
- Ordinal
- Intervalo
- Razón

4.4.6. TIN (Triangulated Irregular Networks).

Según Alonso, (2008) define al TIN como parte de un conjunto de puntos, en los que se conoce la elevación, formando tripletas de triángulos cercanos no colineales, con forma de mosaicos. En ocasiones se parte de las curvas de nivel que, tras descomponerse en un conjunto de puntos, genera una red irregular de triángulos.



4.4.7. Modelo Digital del Terreno (DTM).

Los modelos digitales del terreno se han definido (Doyle, 1978:1481) como un conjunto de datos numéricos que describe la distribución espacial de una característica del territorio.

4.4.8. Modelo Digital de Elevación (DEM).

La georreferenciación es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas y datum determinado (Felicísimo, 1994).



5. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS Y METODOLOGÍA.

5.1. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DEL LUGAR.

5.1.1. Ubicación y Acceso.

3.1.1.1. Ubicación

La parroquia Jimbilla tiene una extensión de 101.938 Km^2 , con una altura de cota más baja de 1800 msnm a cota más alta de 3300 msnm. Se encuentra ubicada al norte de la cabecera cantonal de Loja, provincia de Loja; al margen derecho del desvío de la vía antigua Loja – Cuenca. Limita al Norte con la parroquia San Lucas que corresponde al cantón Loja y parte de la parroquia Imbana perteneciente a la provincia de Zamora Chinchipe; al Sur con la parroquia El Valle y Carigán del cantón Loja; Este con la parroquia Imbana y al Oeste con la parroquia Santiago y El Valle y Carigán. (Ver Anexo 3).

5.1.1.2. Acceso.

El acceso a la parroquia desde la ciudad de Quito se lo puede realizar tanto por vía aérea como por vía terrestre; en el primer caso mediante el aeropuerto Mariscal Sucre hacia el aeropuerto Camilo Ponce ubicado en la ciudad de Catamayo, posteriormente por vía terrestre hacia la ciudad de Loja y luego hacia la parroquia Jimbilla con un recorrido de viaje de 3 h, 20 min. En el segundo caso se lo realiza por la vía Panamericana Sur E35 desde Quito directamente hasta Loja con un tiempo aproximado de 10h50 min posterior a ello se dirige hacia el norte de la ciudad a la parroquia Jimbilla con un tiempo de 1h.

5.1.2. Hidrografía.

La parroquia Jimbilla es rica en recursos hídricos forma parte de la cuenca del Rio Santiago y a su vez de la subcuenca del Rio Zamora; consta de once microcuencas a lo largo de todo el territorio, conformada por ríos, quebradas y drenajes menores los mismos que abarcan un mayor porcentaje teniendo así 41.102% y que alimentan la subcuenca del Rio Zamora; Drenajes menores abarcan los poblados de Los Molinos, Illinzhapa, Jesús María, La Libertad, Montecristi, San Vicente, La Chonta y San Juan, este último como cabecera parroquial; mientras que la quebrada de San Isidro tiene 16,624% y abarca los poblados de Huacapamba y San Isidro al centro-sur de la parroquia y la quebrada de Shucos que ocupa el 16,513% ubicada al centro-norte, siendo esta de vital importancia para la ciudad de Loja ya que es fuente abastecedora de agua para el plan maestro de agua



potable de la ciudad. Las microcuencas con mejor proporción en el territorio son las conformadas por río Tambo Blanco, río Jipiro y quebrada Sañe con el 0.148%, 0.044% y 0.42% ubicadas al norte y sur respectivamente (Ver Anexo 5).

Tabla 2: Unidades Hidrográficas de la Parroquia Jimbilla.

Microcuencas de la parroquia Jimbilla				
Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Río Santiago	Río Zamora	Drenajes menores	41.899	41.102
		Quebrada San Isidro	16.947	16.624
		Quebrada Shucos	16.833	16.513
		Quebrada San Antonio	8.951	8.746
		Quebrada Santa Bárbara	7.754	7.607
		Río de La Merced	4.452	4.367
		Quebrada Mamanuma	4.057	3.980
		Quebrada Los Leones	0.680	0.667
		Quebrada Paccha	0.163	0.160
		Río Tambo Blanco	0.151	0.148
		Río Jipiro	0.045	0.044
		Quebrada Sañe	0.043	0.042

Fuente: Adaptado de PDOT Jimbilla 2020-2023.

Elaboración: La Autora, 2021.

5.1.3. Clima.

Las características climatológicas principales, responden a diversos factores los cuales modifican su condición natural. Estos factores son: latitud geográfica, altitud del suelo, dirección de las cadenas montañosas, vegetación, acercamiento y alejamiento del océano, corrientes marinas y los vientos.

De manera general el cantón Loja se caracteriza por tener un clima Ecuatorial Mesotérmico semihúmedo, mientras que el clima en la parroquia Jimbilla según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2023 está caracterizado por dos microclimas: Mesotérmico templado frío y Mesotérmico templado cálido. Estos microclimas están determinados por los componentes climáticos de la Amazonía y las áreas protegidas del Bosque Protector “Corazón de Oro”, los cuales constituyen parte del clima para el cantón Loja.



5.1.4. Temperatura.

La temperatura media de la parroquia rural Jimbilla fluctúa entre 9°C y 20° C, con una temperatura promedio de 14.5°C. Esta variación de la temperatura varía entre cálido durante el día y una temperatura baja durante la noche.

5.1.5. Geología.

Las unidades geológicas que se describirán a continuación son muy variadas desde rocas metamórficas de la Cordillera Real a ígneas como aglomerados, rocas intrusivas, granitoides; y van de edades entre el paleozoico al triásico (Ver Anexo 6).

Unidad Chiguinda (Pz_{Lc}). Según Litherlarnd y otros en 1994 ésta unidad es una de las principales unidades geológicas de la Cordillera Real. Está formada por rocas metamórficas de bajo grado, donde se pueden encontrar filitas, pizarras, esquistos grafitosos, variablemente intercaladas con cuarcitas. Su mayor exposición en la parroquia es con dirección SE entre Loja y Zamora. Se infieren contactos tectónicos con las otras unidades metamórficas y forma el basamento de las unidades terciarias. Presenta una edad que va desde el Devónico al Pérmico en la era paleozoica y se la interpreta como una secuencia derivada de una fuente continental, probablemente en una cuenca intercratónica o de margen pasivo.

Unidad Huacapamba (Pz_{Lh}). Se la define como una unidad discriminada de Chiguinda al SE del área, debido a las diferencias litológicas y a la extensión que ocupa. Litológicamente está formada por esquistos y filitas sericíticas, esquistos cuarzo-micáceos y filitas sericíticas con cloritoide, que se intercalan con filitas negras y cuarcitas. Es de edad paleozoica ya que se encuentra en relación estratigráfica con la Unidad Chiguinda.

Unidad Agoyán (Pz_{La}). Según Litherlarnd y otros en 1994 ésta unidad se encuentra proyectada hacia el norte de la ciudad de Loja, en el sector de Quilloloma hasta Solamar. Está constituida por esquistos biotíticos intercalados con cuarcitas grises que regularmente presentan segregación de biotita y paragneises con bandeamiento de cuarzo y biotita. Pertenece a la edad paleozoica.

Unidad Tres Lagunas (T_{RL}). La Unidad Tres Lagunas aflora en la vía Salapa Alto hacia la Quebrada Solamar. Litológicamente está formada por cuerpos masivos de



granitoides variablemente cizallados que van desde grano medio a grueso, contienen plagioclasas, moscovita, biotita y fenocristales de cuarzo azul. Al norte de la ciudad de Loja, la unidad se encuentra intruida por el plutón de San Lucas. Posee una edad que va desde el pérmico hasta el triásico, según Litherland y otros (1994), de 227,6 Ma. \pm 3,2 Ma, además interpretan estos granitoides como granitos tipo S emplazados en una zona de rift.

Unidad Monte Olivo ($T_{R_{Lm}}$). Ésta unidad aflora en la vía Imbana -El Tibio y en la quebrada San Isidro de la parroquia Jimbilla con dirección NNE – SSO como fajas pequeñas de edad del triásico. Litológicamente se encuentra formada por esquistos anfibólicos de color gris verdoso en alternancia con bandas de esquistos biotíticos.

Unidad quebrada El Volcán ($T_{R?Qv}$). Se encuentra definida como una secuencia meta volcánica que ocurre en forma de fajas tectónicas con dirección NE-S O, localizadas al NE de la cuenca de Loja, específicamente en la parroquia Jimbilla está localizada ligeramente al SW. Aflora en la quebrada Mamanuma. Litológicamente consta de una secuencia de andesitas, aglomerados y tobas variablemente metamorfizadas, localmente intercaladas con filitas negras. Esta unidad se interpreta como la fase volcánica que se habría generado en la apertura inicial del rift en el Triásico.

Rocas Intrusivas.

Granodioritas (GGd). Éste cuerpo intrusivo es el de mayor extensión ya que es denominado el batolito de San Lucas cuya edad varía entre 66 y 51 Ma (paleoceno al eoceno), según Litherland en el año de 1994. Se encuentra en una dirección NE – NW, con mayores afloramientos en los poblados San Lucas y Santiago. Presenta variaciones a granito, con textura fanerítica que va de grano medio a grueso, compuesto por plagioclasa, feldespatos alcalinos, cuarzo, biotita y menor hornblenda.

Dioritas (DD). Constituyen intrusiones jóvenes, entre los ríos Zamora y San Lucas, formando la loma Pucalá y en el río Ari. Presentan texturas faneríticas de grano fino a medio, con plagioclasa, hornblenda y a veces piroxeno. Aquellas de la zona noroccidental presentan localmente malaquita, azurita y sulfuros de hierro-cobre. Presentan una edad que va desde el paleoceno al eoceno según Litherland en el año de 1994.

Geología estructural.



La deformación en la Cordillera Real se manifiesta con fallas regionales de dirección NE-SO probablemente transpresivas, que ponen en contacto las grandes unidades del Paleozoico y del Triásico. El sistema de fallas Sabanilla está expuesto en el sector El Retorno, que pone en contacto a las unidades Chiguinda y Huacapamba con la Unidad Sabanilla. Así mismo otras fallas importantes de igual rumbo son las que limitan las rocas meta volcánicas de la Unidad Quebrada El Volcán entre los metasedimentos paleozoicos y triásicos. De manera regional se evidencia que las unidades del basamento metamórfico fueron sometidas al menos a dos eventos que han generado foliaciones regionales de rumbo andino con buzamientos verticales a subverticales y frecuentes subhorizontales, que sugieren la ocurrencia de cabalgamientos. Otras fallas importantes transpresionales o inversas son aquellas que han controlado la formación y desarrollo de la cuenca sedimentaria de Loja. Existe plegamientos significativos localizados en la cuenca de Loja como el sinclinal de la parte oriental de la cuenca. La faja occidental incluye los conjuntos oceánicos acrecionados y las rocas metamórficas, que están limitados por fallas de dirección NE-SO con cinemática de tendencia transpresiva o inversa.

5.2. MATERIALES

Para llevar a cabo el tema de investigación se tomó en cuenta los materiales de campo y material de oficina los mismo que se detallan a continuación:

5.2.1. Materiales de Campo.

- GPS Garmin
- Martillo Geológico
- Brújula Brunton
- Ácido Clorhídrico al 10%
- Cinta Métrica
- Fundas Plásticas Ziploc
- Marcador Permanente
- Fichas de Descripción de Afloramiento
- Libreta de Campo
- Tablero
- Cámara Fotográfica
- chaleco Reflexivo



5.2.2. Materiales de Oficina.

Dentro de los insumos necesarios para el geoprocesamiento se usó toda la información preliminar recopilada tanto bibliográfica como en campo, e insumos digitales que se usaron como base para la generación de la cartografía base, además de los Software ArcGIS 10.5 y ENVI 5.3, lo que dio como resultado la información geomorfológica e informe final, lo cual se detalla a continuación:

Tabla 3: Materiales Necesarios para el Geoprocesamiento.

INSUMO	FUENTE	AÑO	ESCALA
Carta Topográfica Las Juntas (CT-NVI-F2, 3782-I, Serie J721)	Instituto Geográfico militar (IGM)	1989	1:50.000
Carta Topográfica Loja Norte (CT-NVI-F4, 3782-II, Serie J721)	Instituto Geográfico militar (IGM)	1989	1:50.000
Carta Geológica de Loja (Hoja 56, N VI-F, Serie J62.G)	Instituto Geográfico militar (IGM)	2017	1:100.000
Modelo Digital de Elevación (MDE)	ALOS PALSAR	2011	Resolución 12,5 x 12,5 metros
Ortofotos	SIGTIERRAS-IGM	2010	1: 5000
Mapa de Uso de Suelo	Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Jimbilla	2020	1:25000

Fuente: La Autora, 2020.

Además de software para el procesamiento de información:

- Software ArcGIS 10.5
- Software ENVI 5.3.
- Microsoft Office 2019.

5.3. MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo de titulación se hizo uso de la metodología implementada por el Ministerio del Ambiente en el año 2013, el cual tiene como fin demostrar lineamientos en la elaboración de cartografía geomorfológica nacional a escala 1:25.000 sobre la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG).



La metodología utilizada trabaja con las siguientes variables que son: relieve general, macrorelieve, mesorelieve, pendiente, litología, textura del suelo, profundidad del suelo, permeabilidad del suelo, inundabilidad, tipo de agua de inundación y observaciones; debido a que estos son parámetros establecidos para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador Continental; a diferencia del presente proyecto que tiene como finalidad ser un aporte para futuros estudios de susceptibilidad, peligrosidad, riesgos y un adecuado ordenamiento territorial por lo cual se ha considerado parámetros de: relieve general, macrorelieve, mesorelieve, pendiente, litología y uso de suelo del cual se ha inferido las características del suelo.

De lo antes mencionado se destaca que se recurrió a una clasificación jerárquica en tres niveles principales de las formas del relieve, las mismas que se describen de la siguiente manera: relieve general, macrorelieve y mesorelieve respectivamente.

Cabe recalcar que esta metodología se trabajó de acuerdo a métodos de clasificación no supervisada (ISODATA), el cual crea agrupamientos espectrales también llamados clusters con lo cual se debe realizar una asociación temática a cada grupo expuesto; de acuerdo al método de ISODATA se debe expresar:

- El número de clusters que el algoritmo debe identificar.
- El máximo porcentaje de píxeles cuyos valores se permite permanezcan incambiables entre iteraciones.
- Máximo número de iteraciones.
- Número mínimo de miembros en un cluster. Si un cluster contiene menos de dicho mínimo es eliminado y los miembros son asignados a un cluster alternativo.
- Máxima desviación estándar. Cuando la desviación estándar para un cluster excede el máximo especificado y el número de miembros que contiene es más que el doble del mínimo especificado, el cluster se divide en otros dos clusters.
- Suele fijarse valores mínimos para distancias entre los centros de los clusters. Cuando la distancia resulta inferior a dichos valores los clusters se fusionan.

5.3.1. **Análisis de Información recopilada.**

Para la realización del presente trabajo de investigación se contó con ayuda de información secundaria, obtenida de instituciones como el Instituto Geográfico Militar



(IGM) mediante la Carta Topográfica Loja Norte y Las Juntas del año de 1989 a escala 1:50.000 y Carta Geológica de Loja del año 2017 a escala 1:100.000; SIGTIERRAS mediante Ortofotos del sector de estudio del año 2010 a escala 1:5000; ALOS PALSAR con el Modelo de Elevación Digital (ASF Data Search VERTEX) del año 2011, el cual presenta una resolución de 12.5 x 12.5 metros.

Así mismo se hizo uso de documentos base como el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural “Jimbillá” y Modelo de unidades geomorfológicas para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador Continental año 2013 desarrollado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE).

Además se contó con información brindada por el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Jimbilla para la definición de los Límites Parroquiales y Uso actual del Suelo, este último con el fin de actualizarlo mediante observación directa y las ortofotos de la parroquia.

5.3.2. Trabajo de campo.

En esta etapa se procedió con el reconocimiento del área de estudio en base a la geología de la parroquia y las geoformas existentes.

Se realizó la descripción geológica y geomorfológica del lugar mediante observación directa y recopilación de información a partir de fichas de campo y registros fotográficos tanto de geoformas como de afloramientos encontrados, basándose en la carta Topográfica de Loja Norte y las Juntas a escala 1:50000 y carta Geológica de Loja a escala 1:100000.

Para un mejor reconocimiento de la geología presente se tomó muestras de mano de los geomateriales más representativos.

5.3.3. Metodología para el primer objetivo

*Caracterizar los principales índices de relieve existentes dentro de la parroquia rural
Jimbilla del Cantón Loja, Provincia de Loja.*

5.3.3.1. Modelo Digital de Elevación

Para realizar el proyecto propuesto se parte de la interpretación del relieve, catalogándolo como un conjunto de propiedades geométricas de la superficie de la tierra, posibles de ser modeladas por procesamiento digital de datos de elevación.



Se hizo uso de un modelo digital de elevación con una resolución del pixel de 12.5 metros (ASF Data Search VERTEX) del cual se procederá a calcular las propiedades propias del relieve. Se da inicio creando un mosaico en ArcGis 10.5, a partir del DEM obtenido el cual se encontraba en varias capas, para lo cual se siguió los siguientes pasos: Arc Tollbox - Data Management Tools – Raster – Raster Dataset – Mosaic To New Raster. Cabe destacar que el tipo de pixel es de 16 bit signet.

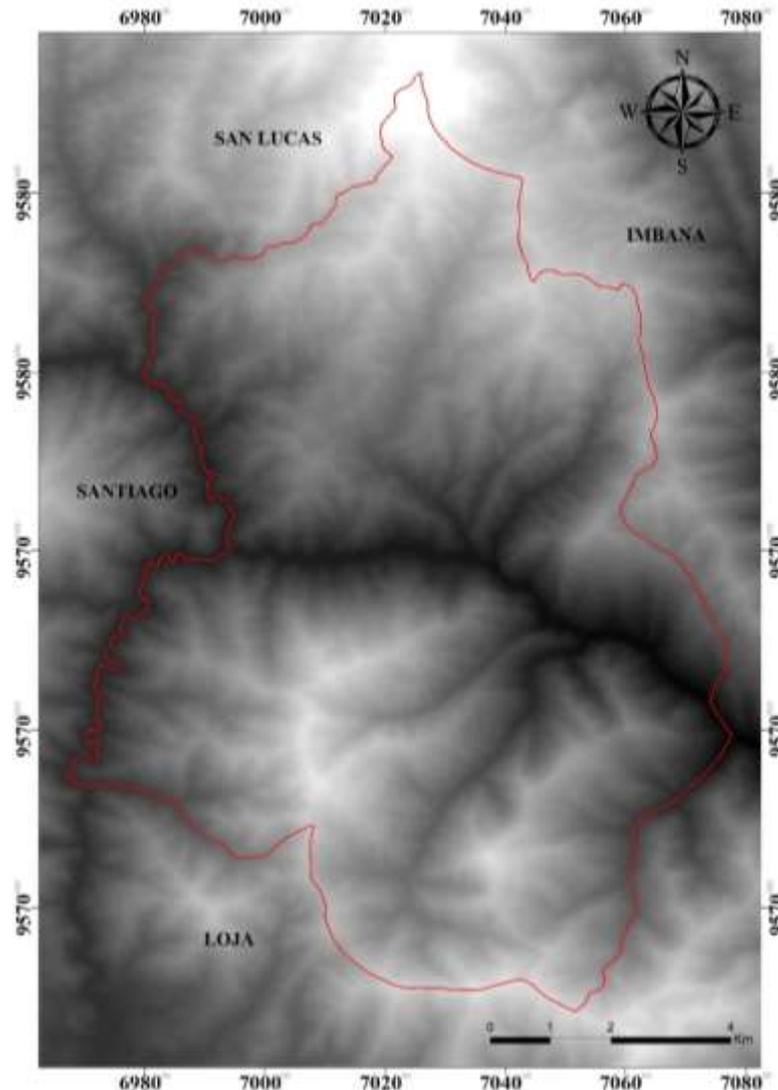


Figura 3: DEM de la parroquia Jimbilla.

Fuente: La Autora 2020.

5.3.3.2. Modelo Topográfico.

En la caracterización de los principales índices de relieve existentes se recurrió al uso de Software libre ENVI 5.3 el cual está especializado en el procesamiento y análisis de



imágenes geoespaciales cuyo fin es el modelamiento del relieve. Su algoritmo está basado principalmente para caracterización geomorfológicas partiendo de modelos digitales de elevación. En este caso la resolución del modelo digital que se obtuvo es de 12.5 * 12.5 lo que generará índices topográficos como curvatura vertical o en perfil, horizontal o en planta, longitudinal y transversal; así como su máxima y mínima curvatura; el porcentaje de pendiente y el sombreado.

Como primer paso se dirige al programa ENVI 5.3 y se carga el DEM del área de estudio, luego se dirige hacia *Toolbox – Terrain - Topographic Modeling*; ahí se despliega un cuadro en la zona derecha *Band Information*; a continuación, se despliega un cuadro de *Topo Model Parameters* la cual se configurada de la siguiente manera:

- Topographic Kernel Size. En esta sección se procedió a ingresar el vecindario de 3 x 3 pixeles (tamaño del Kernel), el cual es utilizado para extraer información topográfica de múltiples escalas, escaneando así el DEM de acuerdo pixel por pixel.
- Select Topographic Measures to Compute. En esta sección se identificó las ocho medidas topográficas con las cuales se trabajó, como Shaded Relief, Profile Convexity, Plan Convexity, Longitudinal Convexity, Cross Sectional Convexity, Minimum Curvature, Maximun Curvature, Slope (Percent)
- Elevation y Azimuth. Se coloca los valores de elevación del sol 45° y 315 respectivamente

Éste modelo realiza múltiples combinaciones de bandas, de las variables topográficas generadas, visualizadas por una combinación RGB o imágenes multiespectrales (multivariante), lo que ayudara a una mejor interpretación y asignación temática de unidades geomorfológicas mediante una visualización en 3D.

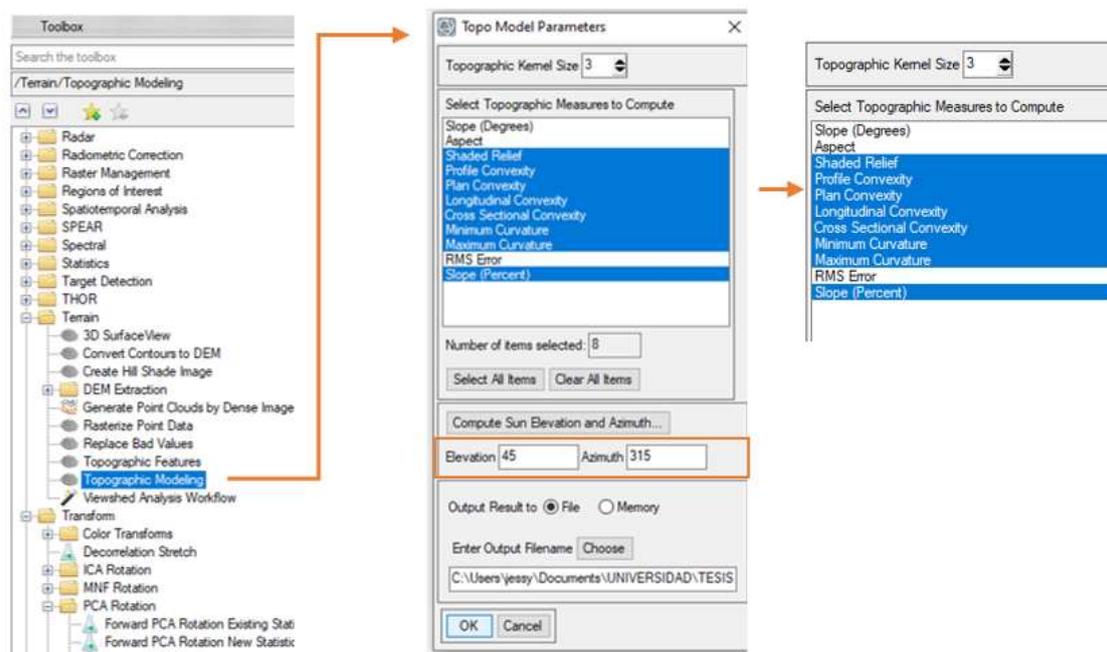


Figura 4: Secuencia para generación del Modelo Topográfico.

Fuente: La Autora, 2020.

Como resultado de éste modelamiento se obtiene un archivo en formato raster multivariante, el cual contiene los ocho índices topográficos como son: sombra, curvatura en perfil, curvatura en planta, curvatura longitudinal, curvatura transversal, curvatura mínima, curvatura máxima y la pendiente. A cada una de éstas capas se las puede visualizar en una combinación RGB al igual que se lo hace con imágenes multispectrales.

5.3.3.3. Análisis de Componentes Principales (ACP).

El análisis de componentes principales o ACP es utilizado para representar adecuadamente la información de un número de variables construidas eliminando así la redundancia de datos produciendo índices topográficos, separando algunos componentes redundantes como el ruido, además de reducir la dimensionalidad del conjunto de datos.

En el software ENVI se dirige hacia Toolbox - *Forward PCA Rotation New Statistics & Rotate*, aquí se visualiza *Principal Components Input File*, a continuación, se selecciona el campo de los índices topográficos creados, después *File Spectral Subset*, aquí se realiza una selección de las siete bandas a trabajar dejando de lado el índice de sombra ya que para éste caso no se considera. A continuación, se desplaza un cuadro de datos (*Forward PC Parameters*) configurado los factores de redimensionamiento X/Y



con un valor de tamaño de celda de 0.5 en ambos casos, lo que equivalente a mantener una velocidad óptima en los cálculos estadísticos.

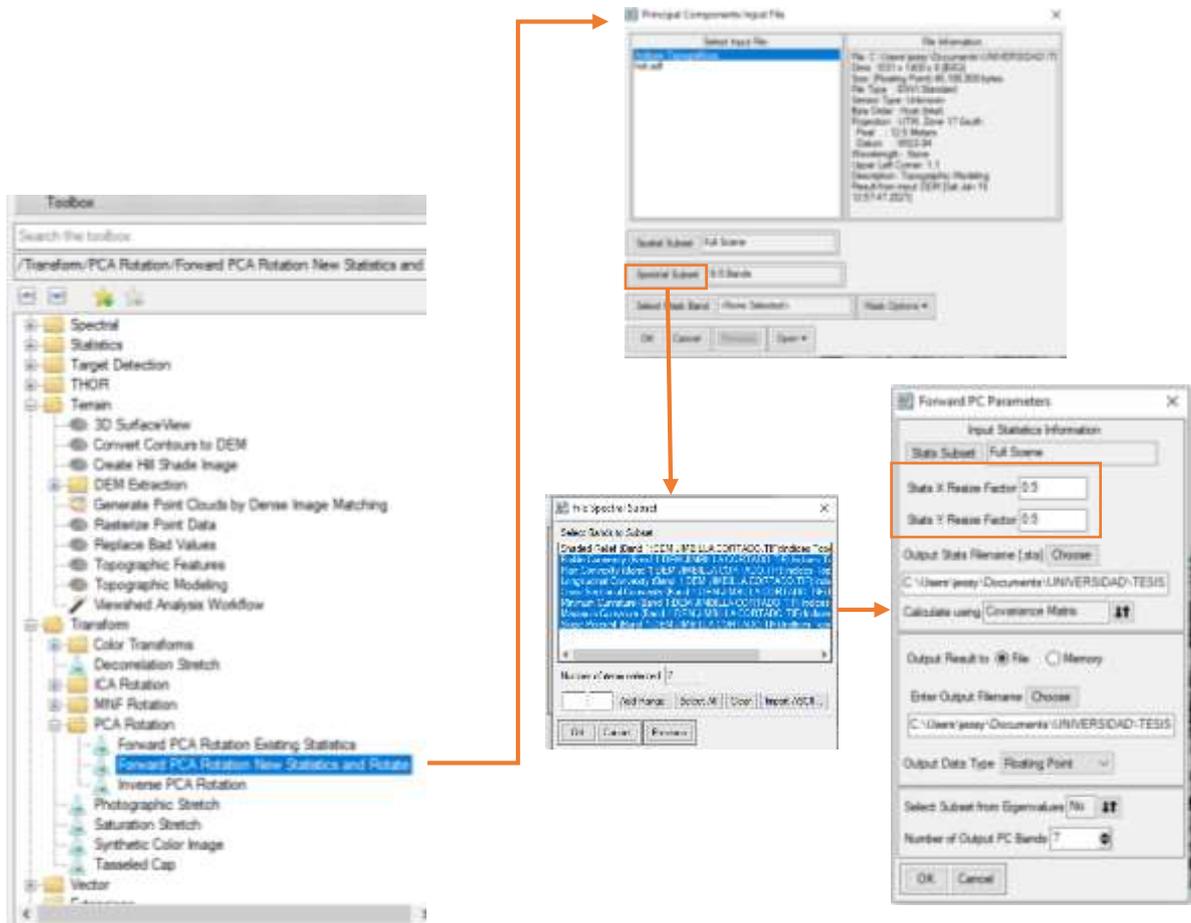


Figura 5: Secuencia para la Obtención de ACP.

Fuente: La Autora, 2021.

Una vez determinado el análisis de componentes principales (ACP) se obtiene como resultado dos archivos:

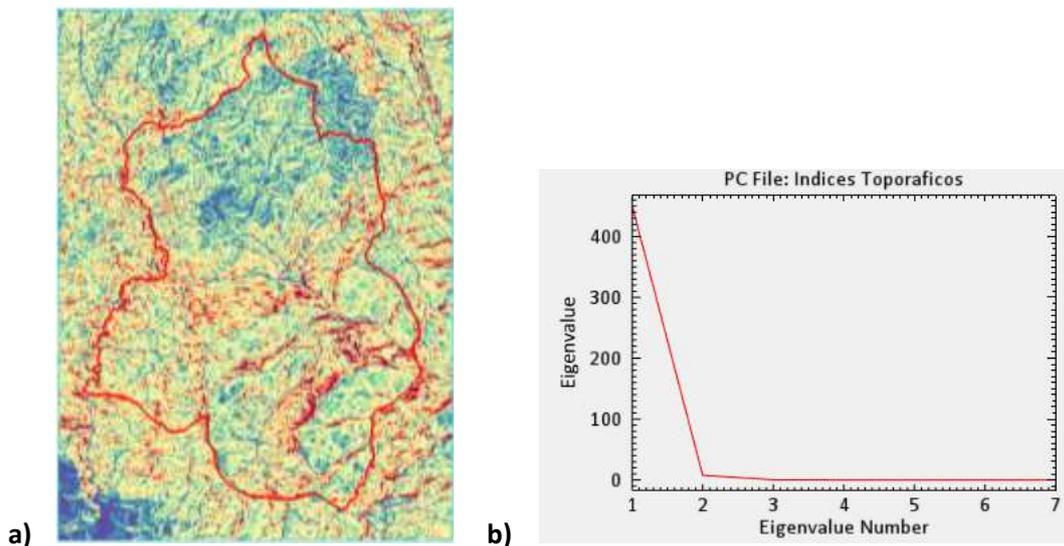


Figura 6: A) Raster del análisis de componentes principales. b) Tabla de valores estadísticos.

Fuente: La Autora, 2021.

De este proceso se obtiene la relación entre los valores propios y el N° de Bandas o Índices topográficos, el cual determinó las variables más importantes en el presente trabajo, teniendo así las variables 1 y 2 con mayor predominancia en la parroquia, y con menor variación las variables 3, 4, 5, 6 y 7 respectivamente.

5.3.3.4. Clasificación automática (Clasificación No Supervisada).

Se inició con el modelamiento a partir del DEM obtenido de la parroquia Jimbilla el cual posee una resolución de 12,5 x 12,5 metros; se obtuvo variables tras un proceso de eliminación las cuales son parte de la clasificación no supervisada (algoritmo Isodata), el resultado de la clasificación genera clústers, es decir, unidades poco definidas a las que se le aplica una serie de filtros espaciales, un proceso de edición y una calibración. Las variables que ingresan son la pendiente y las curvaturas en todas las direcciones, estas variables indican la morfometría de las unidades, definen límites discretos de cada una de las unidades de relieve en función de características topográficas (curvaturas y pendiente), las cuales son las más importantes y más utilizadas para este tipo de análisis.

Para poder realizar la clasificación automática en el software ENVI se procede a ir hacia *Toolbox – IsoData Classification – Classification input file (ACP) - ISODA Parameters*, donde en el número de clases se coloca el mínimo y máximo de unidades geomorfológicas que se encuentran en el sector de estudio. En el número máximo de interacciones debe ir registrado el máximo de unidades presentes en el sector; finalmente



en el umbral de convergencia se debe agregar un valor de 2%, ya que es el valor máximo de error que se permitirá en el programa ya que es el encargado de indicar la confianza en la clasificación.

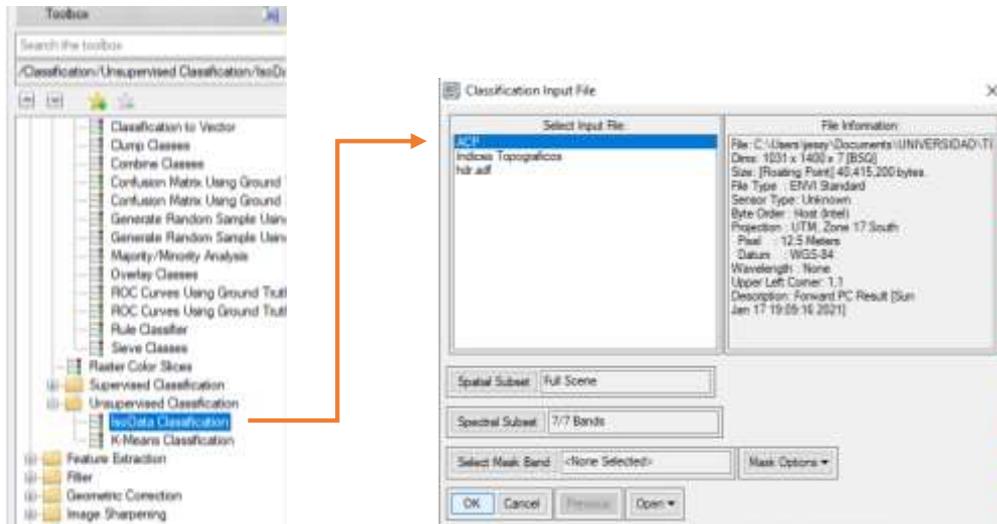


Figura 7: Secuencia para la generación de ISODATA a partir de IsoData Classification.

Fuente: La Autora, 2021.

Los parámetros para el algoritmo ISODATA que se generó son:

- **Número de clases:** El criterio para establecer el número de clases en el área de estudio fue como mínimo un valor de 5 y máximo valor de 6, el cual se basó en lo que se puede apreciar en el modelo topográfico, ortofotos y mapa de unidades geomorfológicas - mesorelieve del Ecuador dado por el Ministerio del Ambiente.

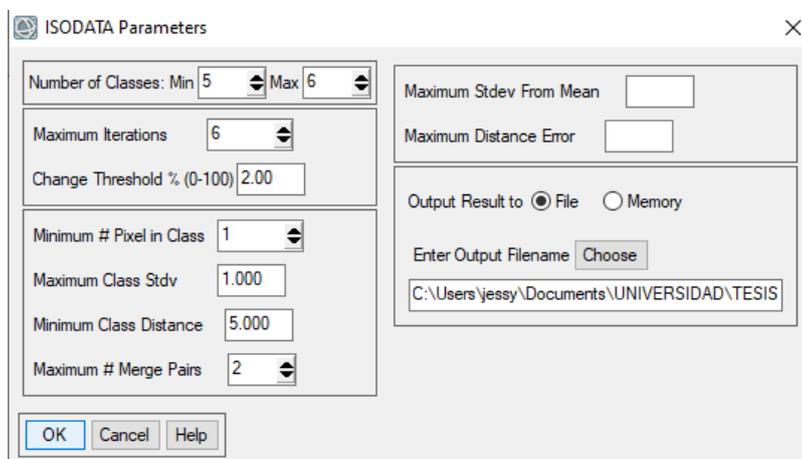


Figura 8: Parámetros de ISODATA, según el área de estudio.

Fuente: La Autora 2021.

- **Número de Iteraciones:** En el área de estudio el número máximo de iteraciones es 6, esto implica el ciclo que sigue el algoritmo hasta cumplir con el



umbral de convergencia de clasificación de los píxeles; Cada píxel es asignado a un cluster y al finalizar el proceso el algoritmo que se desarrolla finaliza.

- **Umbral de convergencia:** Se establece en 2% de confianza para la clasificación; Éste valor corresponde al máximo porcentaje de píxeles cuyos valores se permite permanezcan incambiables entre iteraciones, una vez que ha llegado al umbral el algoritmo se detiene.

Una vez culminado el proceso se tiene como resultado un modelo de unidades dispersas que se puede apreciar a continuación:

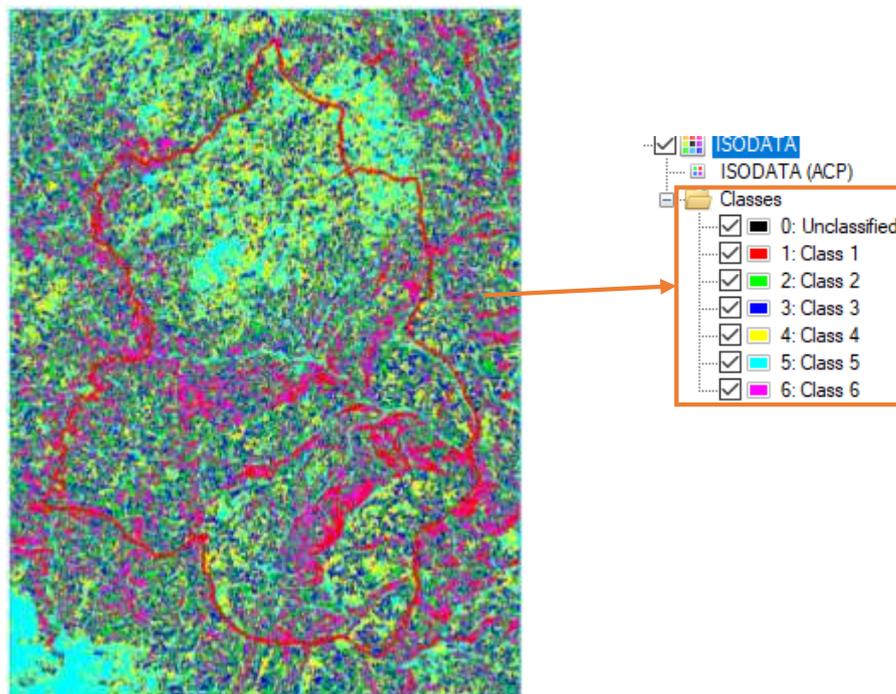


Figura 9: Clasificación Automática ISODATA según el número de clases.

Fuente: La Autora, 2021.

5.3.3.5. Análisis de Sistema de Información Geográfica (SIG).

Como siguiente paso se procedió a realizar un análisis SIG generalizando y delineando el modelo obtenido en la Clasificación Automática ISODATA el cual representa unidades morfométricas dispersas, agrupándolas mediante una post-clasificación que consiste en aplicar distintos filtros con el fin de minimizar el ruido y afinarlas, obteniendo como resultado unidades morfométricas mejor delineadas para su interpretación según el sistema de clasificación.



Para realizar este análisis de vecindario que permitió eliminar píxeles aislados y no representativos se utilizó en Toolbox la herramienta *Post Clasificación – Majority/Minority Analysis*, desplegándose la ventana de *Classification Input File* donde seleccionamos la clasificación ISODADA que se realizó en pasos anteriores; De este modo se obtuvo otra ventana que es *Majority/Minority Parameters*, donde se selecciona las 6 clases que se obtuvo anteriormente. Adicional a esto en *Kernet Size* se colocó el tamaño mínimo cartografiado de 5x5, ya que el mínimo tamaño de una unidad cartográfica es de $25mm^2$, lo que significa que se obtiene un cuadrado de 5x5mm. Mientras que en *Certer Pixel Weight* según el área de trabajo y la escala de referencia de 1:25000 es de *1.56 ha*. Estos datos se obtuvieron a partir de la siguiente ecuación:

$$UMC = (MUM * (\frac{E}{1000})^2)$$

$$UMC = (25mm^2 * (\frac{25000 m}{1000 mm})^2)$$

$$UMC = 15625m^2$$

$$Conversión de unidades de m^2 a ha = \frac{15625m^2}{10000} = 1.563 ha$$

Donde:

UMC: Es la unidad mínima mapeable

MUM: Es el tamaño de matriz de suavizado según Rossiter, 1994

E: Representa la escala del modelo digital de elevación obtenido (1:25000).

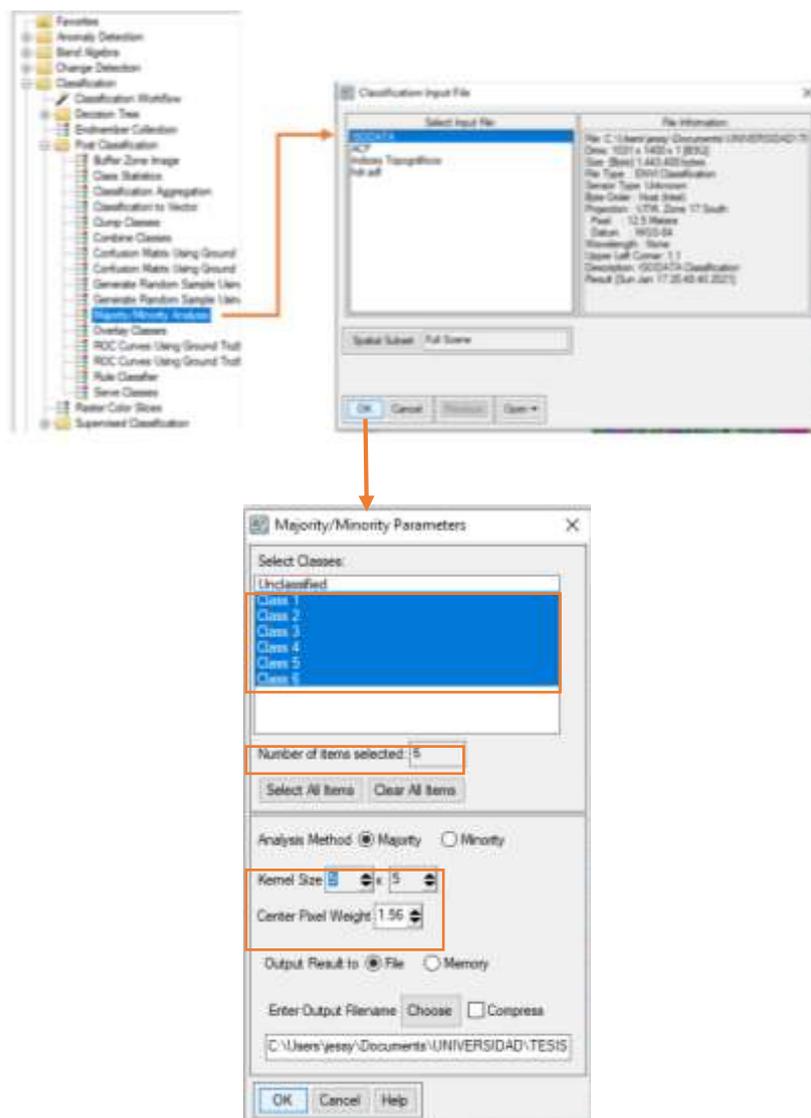


Figura 10: Secuencia para el análisis de vecindario.

Fuente: La Autora, 2021.

El proceso antes mencionado da como resultado la generación de una capa temática de las unidades morfométricas suavizadas a partir de la sustitución de los valores del pixel.

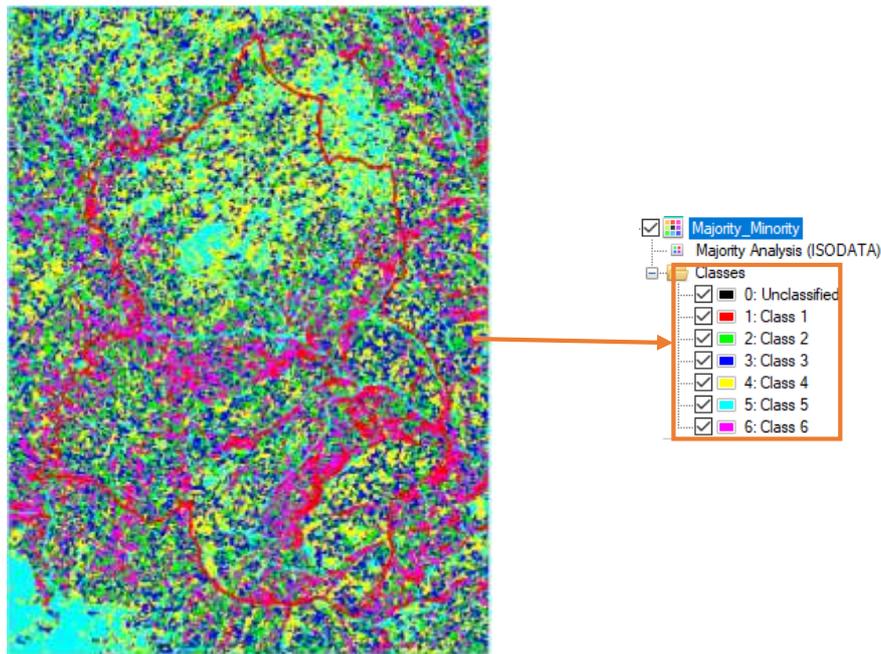


Figura 11: Unidades morfométricas suavizadas con la herramienta Majority/Minority.

Fuente: La Autora, 2021.

Como último paso se procedió a la generación de un raster aún más agrupado de las unidades morfométricas mediante la herramienta *Post Classification – Classification Agregation*, donde se selecciona el raster creado de *Majority/Minority*.

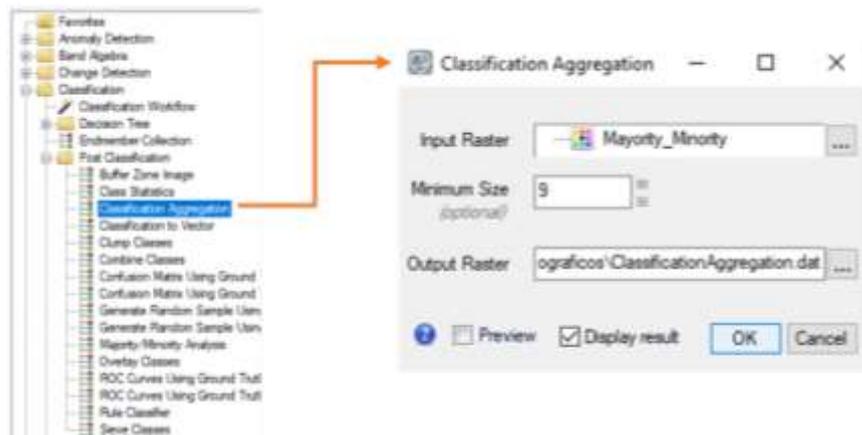


Figura 12: Secuencia para Classification Aggregation.

Fuente: La Autora, 2021.

Como resultado de ésta secuencia se obtiene un raster agrupado de las unidades morfométricas filtradas que fue utilizado como insumo para la asignación temática.

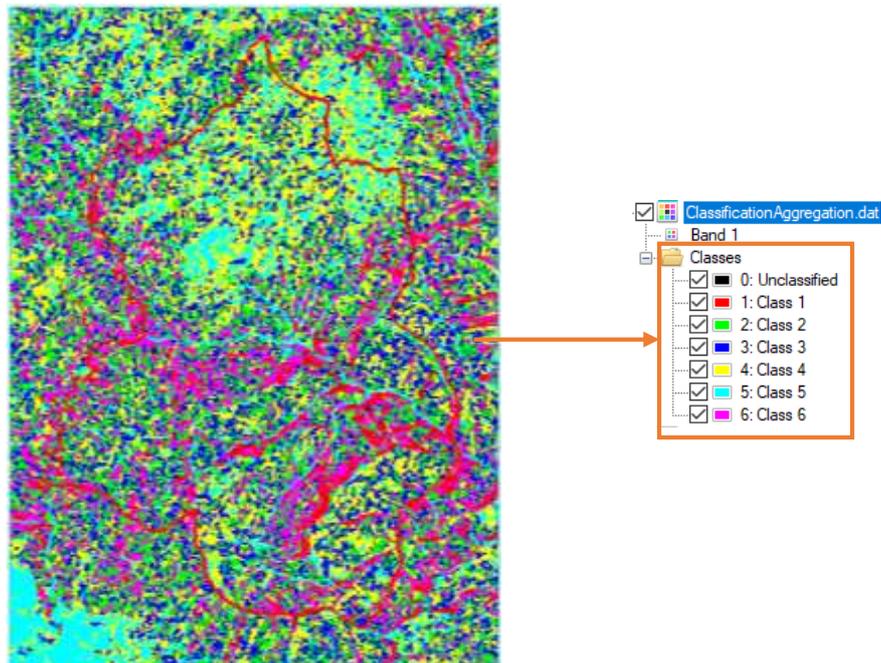


Figura 13: Unidades morfométricas agrupadas por Classification Aggregation.

Fuente: La Autora, 2021.

A continuación, se presenta los raster obtenidos de IsoData Classification, Majority/Minority Analysis y Classification Aggregation con el fin de realizar una mejor visualización de los cambios realizados con cada proceso.

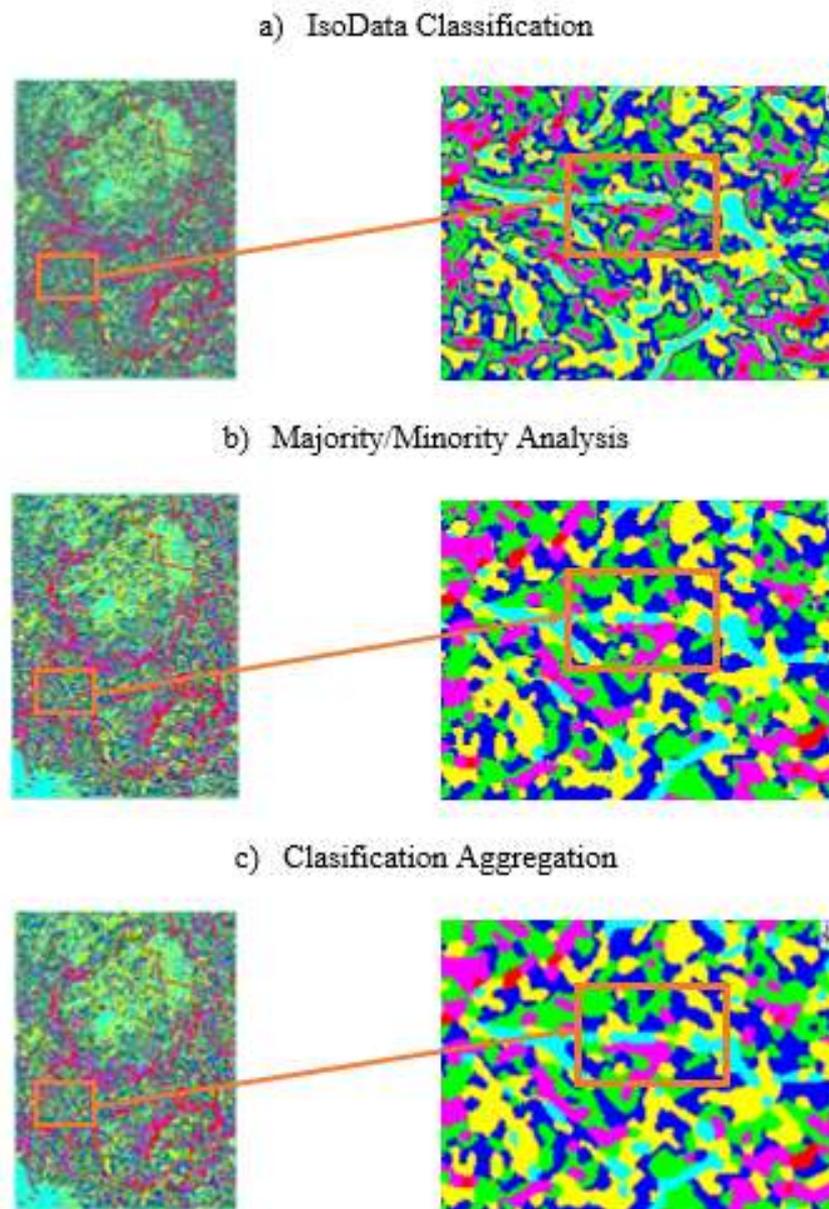


Figura 14: Comparación entre los análisis realizados IsoData Clasificación, Majority/Minority Analysis y Classification Aggregation.

Fuente: La Autora, 2021.

Culminado éste procedimiento de la obtención de las unidades morfométricas se procedió a dar cumplimiento al segundo objetivo del trabajo de investigación para nombrarlas de acuerdo a la clase a la que pertenecen en función de la leyenda empezando el análisis con el mesorelieve, continuando con el macrorelieve.



5.3.4. Metodología para el segundo objetivo

Zonificar geoformas en base a fotointerpretación de la zona de estudio para generar la cartografía geomorfológica final.

Para dar cumplimiento al segundo objetivo se partió de la asignación temática a partir de información recopilada en visitas en campo, Modelo Digital de Elevación y las ortofotos obtenidas de SIGTIERRAS para ser representados en el Software ArcGis 10.5. Las variables que se considerarán son el relieve general, el macrorelieve, mesorelieve, pendiente, litología y uso del suelo tomando en cuenta los factores que lo componen.

5.3.4.1. Asignación Temática

En el proceso de Asignación Temática se buscó asignar a cada unidad morfométrica obtenida de *Classification Aggregation* mediante el software ENVI un atributo, basándose en el Sistema de Clasificación propuesto por el Ministerio del Ambiente en el año 2013, dentro de la clasificación de relieve general de montaña.

Tabla 4: Unidades Geomorfológicas para el Relieve General de Montaña.

Relieve General de Montaña					
<i>Macrorelieve</i>	<i>Mesorelieve</i>	<i>Macrorelieve</i>	<i>Mesorelieve</i>	<i>Macrorelieve</i>	<i>Mesorelieve</i>
Cordilleras	R. Montañoso	Valle Tectónico	Terrazas	Serranía	Colinas Altas
	Cimas		Llanura Aluvial		Cuesta
	Horns		Mesetas		Vertientes
	Crestas periglaciares		Graben		Vertientes Disectadas
	Aristas		Relieve apalachense		Estribaciones Andinas
	Edificios volcánicos	Piedemonte	Colinas Altas		Crestas periglaciares
	Cladera		Colinas Medianas		Escarpes
	Crater		Colinas Bajas		Cornisas
	Colinas Altas		Cono de Derrubios		Gargantas
	Colinas Medianas		Abanico Aluvial		
	Vertientes		Chevrones		
	Horts		Mesetas		
	Gargantas		Cuesta		



	Cornisas		Vertientes
	Mesetas		Terrazas
	Escarpes		Crestas periglaciares
	Cuesta		Estribaciones Andinas
	Laguna		Llanura Aluvial
	Cuerpos de agua		

Fuente: Adaptado de (Ministerio del Ambiente, 2013).

Elaborado: La Autora, 2021.

Cada unidad morfométrica se la ingresó en el software con nombres correspondientes al mesorelieve, y mediante un proceso posterior se lo generalizó en base al macrorelieve al cual corresponde, siguiendo así un orden jerárquico mencionado anteriormente para poder asignar cada uno por categorías a un nivel de detalle preciso y plasmarlo en el resultado final.

5.3.4.2. Sistema de Clasificación.

Se clasifico jerárquicamente con el fin de establecer un orden lógico teniendo así: Relieve General, Macrorelieve, Mesorelieve. Se identificó en el área de estudio las unidades geomorfológicas de acuerdo a información recopilada en campo, ortofotos e información bibliográfica.

Tabla 5: Unidades Geomorfológicas identificadas en la parroquia.

Unidades Geomorfológicas de la parroquia Jimbilla		
Relieve General	Macrorelieve	Mesorelieve
De Montaña	Cordillera	Relieve Montañoso
		Vertientes
		Garganta
	Piedemonte	Terrazas
		Vertientes

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2013).

Elaborado: La Autora, 2021.

Relieve General.



El relieve general que conforma el área de trabajo pertenece a un relieve montañoso y escarpado correspondiente a la región de los Andes (Ministerio del Ambiente, 2013).

Macrorelieve.

Dentro de las unidades geomorfológicas de la parroquia Jimbilla en base al macrorelieve se pueden identificar dos formas como son: Cordillera y Piedemonte, mismas que son definidas a continuación según el Ministerio del Ambiente en el año 2013:

- **Cordillera.** Es un sistema dual de alineaciones montañosas y colinosas, enlazadas entre sí y que son mayores que una serranía. La cordillera constituye zonas plegadas o en fase de plegamiento.
- **Piedemonte.** El piedemonte está caracterizado por partes bajas de montañas y serranías hasta el punto de inflexión con el valle o la llanura. También hace referencia al piedemonte andino. Poseen forma morfogénicos sucesivos.

Mesorelieve.

En cuanto al Mesorelieve identificado en la zona de estudio se tiene: Relieve Montañoso, vertientes, gargantas y terrazas, mismas que según el Ministerio del Ambiente, 2013, se definen de la siguiente manera.

- **Relieve Montañoso.** En el relieve montañoso se incluye montañas cuya altura y formas se deben a plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en diversos grados por los procesos de denudación fluvio-erosional y glaciárica respectivamente.
- **Vertientes.** Es una superficie topográfica inclinada situada entre los puntos altos (pico, crestas, bordes de mesetas o puntos culminantes del relieve) y los bajos (pie de vertientes o vaguadas). El perfil de una vertiente puede ser rectangular, irregular, mixta, rectilínea, convexa y cóncava, dependiendo de la litología y la acción de la erosión.
- **Gargantas.** Una garganta es un valle en “V”, y es característico de los causes torrenciales o esporádicos con dinámica violenta en material consolidado como por ejemplo en rocas plutónicas y metamórficas.



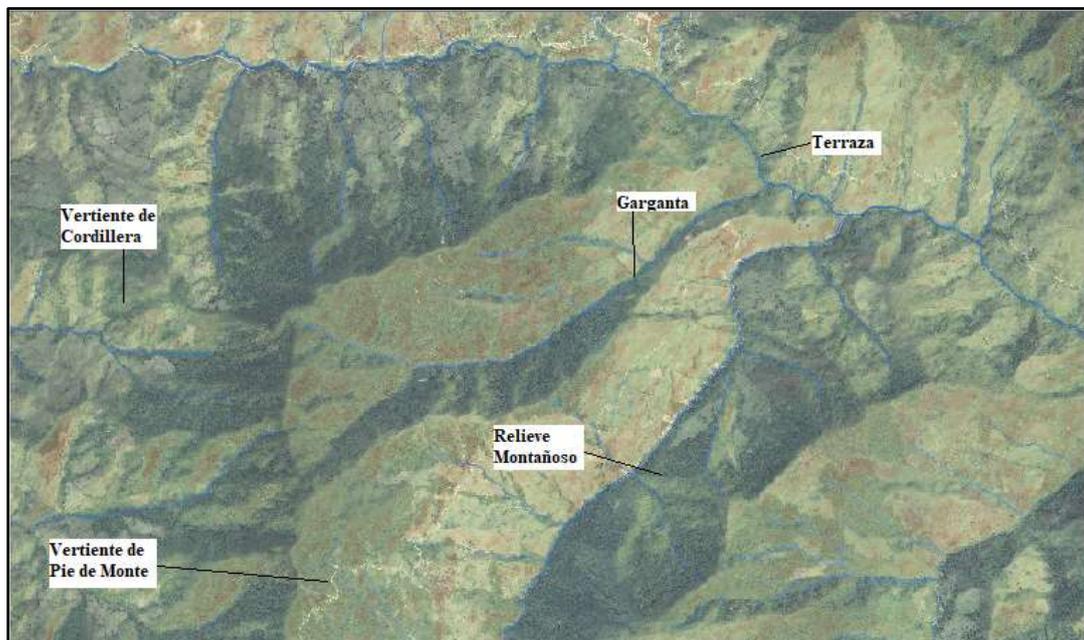
- **Terrazas.** Las terrazas son zonas llanas, bajas y estrechas formada por depósitos aluviales de arenas características del cuaternario, combinados con guijarros grandes. Se localizan a ambos lados del plano inundable y originado por repetidos descensos del nivel de erosión.

Como siguiente paso se procede a realizar una calibración de las unidades geomorfológicas definidas previamente en el terreno mediante información de campo, donde se recopiló información del macrorelieve, mesorelieve, litología donde se procedió con identificación de afloramientos, y uso del suelo, cada uno de estos aspectos respaldados por fotografías tomadas en el área de estudio, mediante la aplicación móvil AVENZA MAPS la cual registra información como fotografías y puntos GPS lo que es de gran ayuda ya que presenta un información detallada y georreferenciada.

Así mismo se pudo obtener un registro de 200 fotografías en cuanto al relieve, basándose en la accesibilidad geográfica de la parroquia. Dicha información es procesada en el programa ArcGis 10.5 para así obtener un resultado final.

5.3.4.3. Fotointerpretación de Unidades Temáticas

En este punto lo que se realizó es interpretar las unidades basándose en uno de los índices topográficos más importantes como lo es el sombreado y visualizaciones 3D, lo cual permitió realzar las formas del relieve existente en el área de estudio.



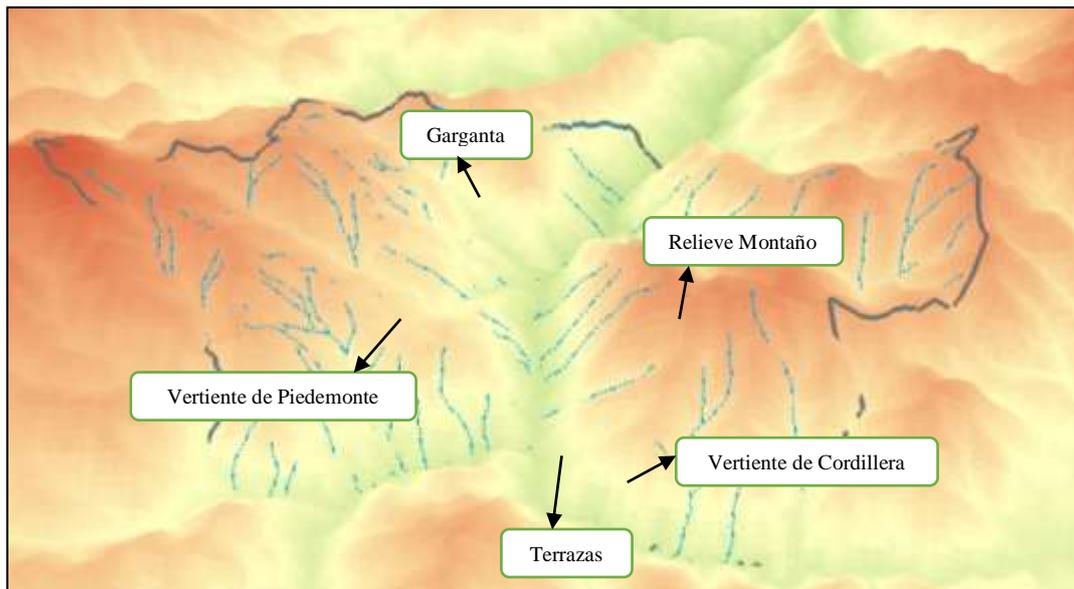


Figura 15: Interpretación de las Unidades del Relieve.

Fuente: La Autora, 2021.

De acuerdo a las ortofotos en el software ArcGis 10.5, se procedió a dividir el área en base a las formas del relieve existentes en el territorio, realizando la identificación a partir de la morfometría obtenida previamente de ENVI 5.3, la cual se interpretó y corroboró mediante información obtenida en campo como fotografías georreferenciadas de las geoformas. Se empezó la categorización con el mesorelieve como relieve montañoso, vertiente de cordillera, garganta, vertiente de piedemonte y terrazas y luego generalizándolo a macrorrelieve de cordillera y piedemonte.

Adicional a esto se colocó el hipervínculo `` en la tabla de atributos para así mediante las fotografías obtenidas generar una mejor interpretación de las geoformas.



Figura 16: Fotointerpretación desde el programa ArcGis 10.5.

Fuente: La Autora, 2021.

Finalmente se procede a realizar la interpretación total del área de estudio con toda la información recopilada asignando las variables respectivas, teniendo en cuenta tanto geoformas como geología predominante para una mejor interpretación y generación del mapa final de unidades geomorfológicas de la parroquia Jimbilla.

5.3.5. Metodología para el tercer objetivo

Elaboración del mapa final de unidades geomorfológicas a escala 1:25000 de la Parroquia Rural Jimbilla.

5.3.5.1. Descripción Geomorfológica.

Las unidades morfométricas interpretadas se convirtieron en unidades geomorfológicas categorizadas de manera jerárquica, estas van desde relieve general, macrorelieve y mesorelieve, las mismas que una vez identificadas, interpretadas y calibradas mediante los ortofotos y fotografías generadas durante las visitas de campo mediante 200 puntos de control georreferenciados a lo largo de la zona de estudio, fueron generalizadas en macrorelieve y mesorelieve; para esto se realizó un análisis estadístico zonal en ArcGis 10.5 del cual se obtuvo altura máxima, mínima y promedio así como el



desnivel relativo, valores clave para su interpretación; finalmente se creó un *shapefile* y procedió a delimitar las geoformas de acuerdo a la interpretación realizada, para posteriormente con la ayuda de la herramienta *dissolve* unificarlas y poder así obtener una mejor representación. Adicional a esto la interpretación se realizó en base a parámetros tanto geológicos, pendientes presentes en el territorio y su uso de suelo, donde finalmente se realizó una validación de las unidades geomorfológicas. Cada parámetro utilizado formó un factor clave al momento del reconocimiento e interpretación de la geomorfología ya que son los responsables del modelado del relieve a través del tiempo.

5.3.5.2. Análisis estadístico zonal.

A continuación, mediante un análisis estadístico zonal se extrajeron los valores de los píxeles del DEM correspondiendo a cada unidad geomorfológica descrita mediante la herramienta *Spatial Analyst Tools – Zonal - Zonal Statistics as Table*

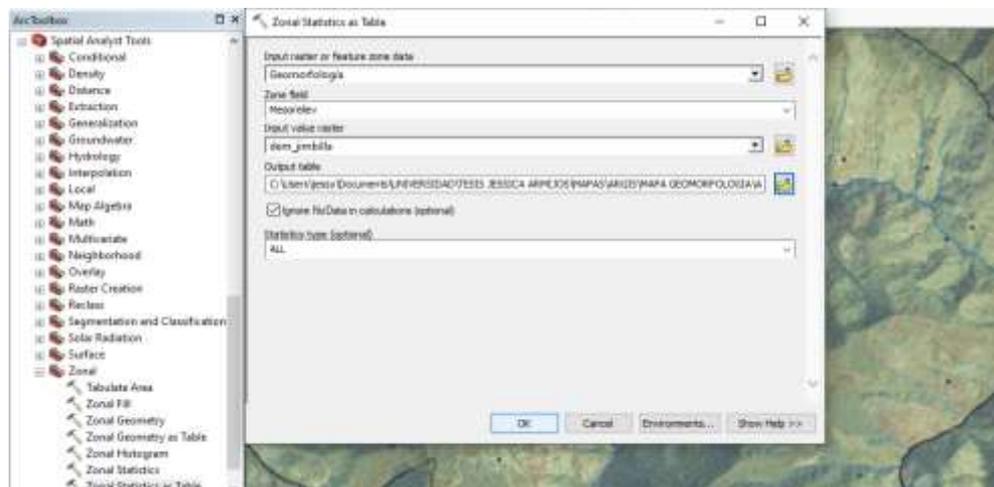


Figura 17: Generación del análisis estadístico zonal desde el programa ArcGis 10.5.

Fuente: La Autora, 2021.

Como resultado de este análisis estadístico zonal se obtuvo de cada unidad geomorfológica:

- Altura promedio (mean)
- Altura mínima (min)
- Altura máxima (max)
- Desnivel relativo (range)



Cada uno de estos parámetros permitieron una mejor diferenciación de las unidades geomorfológicas.

5.3.5.3. Mapa geológico.

Para la elaboración de este mapa se realizó un análisis y representación de la información en base a la descripción de los afloramientos más representativos en cada unidad geológica del territorio, tomando en cuenta las curvas de nivel, escala, coordenadas, litología y datos estructurales descritos en campo, además se tomó como referencia la carta geológica de Loja a escala 1: 100000 del IGM, año 2017, la misma que sirvió como base para el estudio geológico a detalle de la parroquia Jimbilla.

Cabe recalcar que la información de afloramientos tomados en campo, tanto naturales como artificiales fueron registrados mediante la aplicación de AVENZA MAPS, registrando así coordenadas UTM, fotografía georreferenciada e información relevante detalla en las fichas como ubicación, características estructurales, composición, color, tamaño, forma y características generales (Ver Anexo 1).

La representación de los materiales geológicos de la parroquia se incorporó sobre el mapa topográfico en base al reconocimiento y orientación de los afloramientos existentes, a partir de las curvas de nivel generadas y de los diferentes planos geológicos, tomando en cuenta los datos de la geología regional como zonas de cizallamiento, capas o estratos, fallas como inferidas, fallas normales, falla sinistral, falla inversa, erosión, diaclasamiento, metamorfismo, tipo de roca entre otras. Al culminar la recopilación de información en campo se procedió a identificar cada muestra tomada en los afloramientos mediante una ficha para caracterización de muestras a nivel macroscópico donde se incluyen datos adicionales como nombre de la roca, color, textura, estructura, diaclasamiento, minerales principales y secundarios, tamaño de grano y forma de los componentes, misma que se puede apreciar en el Anexo 2.

Como siguiente paso se procedió por el método de descripción de afloramientos mediante trabajo de campo, a detallar las zonas de contacto geológico de las diferentes litologías encontradas, zonas de cizallamiento y otras estructuras y con ello plasmar en el programa ArcGis 10.5 combinando así características topográficas y geológicas. Finalmente se representó cada superficie con un tramado representativo de acuerdo a las litologías encontradas para una mejor representación e identificación de cada una.



5.3.5.4. Mapa de Pendientes.

Para determinar las pendientes se hizo uso de las curvas de nivel de la parroquia mediante el software ArcGis 10.5, lo que ayudo a determinar la relación entre distancia horizontal y altitud entre dos puntos, representado así los diferentes grados de pendiente presentes en la zona de estudio, para lo cual se siguió los siguientes pasos:

- Se ingresaron las de curvas de nivel del sector de estudio con el fin de generar un modelo TIN (Red de Triangulación Regular).
- El modelo TIN que se obtuvo se convirtió a modelo RASTER con la herramienta de 3D Analyst Tools.
- A continuación, se generó el mapa de pendientes con la herramienta *Spatial Analyst Tools – Surface - Slope* del ArcToolbox e ingresando el modelo Raster ya obtenido.
- Se procedió a reclasificar el RASTER anterior en base a la clasificación por la Unión Geográfica Internacional (Demek, 1972) en cinco categorías.
- Como siguiente paso se realizó la conversión de raster a vector con el fin de editar campos en la tabla de atributos, este proceso se hizo mediante la herramienta *Conversion Tools - From Raster - Raster to Polygon*.
- Finalmente, como último paso se utilizó la herramienta *Data Management Tools – Generalization - Dissolve*, con el fin de eliminar campos que se encuentren repetidos.

Tabla 6: Clasificación de las Pendientes según el rango.

Color	Rango de Pendiente (grados)	Descripción
	(0 - 5)	Ligeramente Inclinada
	(5 - 15)	Fuertemente Inclinada
	(15 - 35)	Muy Inclinado
	(35 - 55)	Empinado
	(> 55)	Vertical

Fuente: Demek. Manual of Detailed Geomorphological Mapping, 1972.

5.3.5.5. Mapa de uso actual del suelo.

Para la representación del uso actual del suelo en la parroquia Jimbilla se tomó como base el Mapa de uso de suelo del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la



Parroquia Jimbilla (PDOT) 2020-2023 a escala 1:25000, el cual fue otorgado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Jimbilla basada en la clasificación del suelo del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (Magap) y Ministerio del Ambiente (MAE) contando con 6 clases como es de conservación y protección, pecuario, protección o producción, agrícola, agua, y agropecuario mixto; y su posterior actualización aumentando la clase antrópica (uso habitacional) basada principalmente en la digitalización mediante polígonos tomando como referencia el sombreado de la zona a digitalizar que va de gris claro a gris oscuro y generalmente con formas geométricas y complementando con la observación directa del trabajo realizado en campo; para finalmente obtener como resultado las siete clases de uso de suelo las cuales son: conservación y protección, pecuario, protección o producción, agrícola, agua, antrópico y agropecuario mixto.



Figura 18: Digitalización de uso de suelo antrópico.

Fuente: La Autora 2021.

5.3.5.6. Mapa Geomorfológico final.

Para la generación del mapa geomorfológico final de la parroquia Jimbilla después de la identificación de cada una de las unidades geomorfológicas tanto macrorelieve como mesorelieve y de las variables incorporadas de acuerdo a la metodología empleada se procedió a:

- Realizar una validación final de cada geoforma tomando como referencia los 200 puntos iniciales y revalidándolos en 66 puntos los cuales sirvieron de ayuda visual en conjunto con las ortofotos para la posterior delimitación de las geoformas.

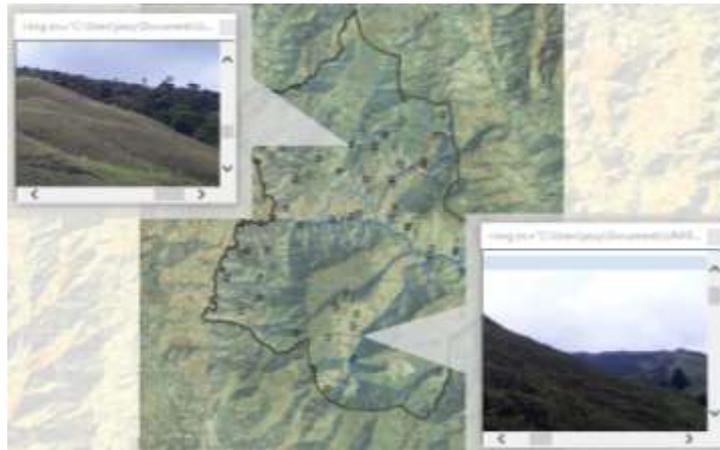


Figura 19: Validación final de geoformas (66 puntos georeferenciados).

Fuente: La Autora 2021.

- La edad y génesis de cada geoforma se logró identificar de acuerdo a la edad geológica de cada litología de la parroquia dentro de la unidad geomorfológica identificada; La edad va desde el paleozoico con la Unidad Chiguinda al mesozoico con la Unidad Quebrada el Volcán, haciendo énfasis en la roca intrusiva granodiorita con edad que va del eoceno al paleoceno, al igual que su génesis tanto tectónico erosivo, estructural y deposicional.
- Finalmente, con la información tanto geológica, pendientes, uso de suelo y elevación se procede a realizar una interpretación final en el programa ArcGis 10.5 con cada uno de los Shapefiles generados sobreponiéndolos con una ligera transparencia al momento de delimitar y poder identificar cada geoforma, lo que dio como resultado una completa valoración de la geomorfología, mismo que se puede observar en el mapa de unidades geomorfológicas mesorelieve y macrorrelieve (Ver Anexo 12 y Anexo 13).



6. RESULTADOS.

6.1. Descripción de Afloramientos.

La descripción de afloramientos se realizó en cada litología presente en el territorio mediante trabajo de campo y registro en hojas de afloramiento, así también como toma de muestras más representativas de cada unidad geológica para un análisis a nivel macroscópico. (Ver Anexo 7).

La Unidad Chiguinda (Pz_{LC}) forma parte del basamento de las unidades terciarias (Cardenas, 2006), pertenece en tiempo geológico a la era paleozoica entre los periodos del devónico al pérmico; se localiza al sureste de la parroquia Jimbilla y al límite con la provincia de Zamora Chinchipe; a lo largo de la formación se encuentra la quebrada de San Antonio, a su vez forma parte del Cerro Oso Pamba, Loma San Antonio y el flanco este del Cerro Huaycundo. Geológicamente está constituido principalmente por pizarras, filitas, esquistos grafitosos y cuarcitas. Los afloramientos más representativos se describirán a continuación:

Vía a Imbana se pudo observar la presencia de un afloramiento artificial producto de un corte antiguo para el mantenimiento de la vía, se localiza en el límite parroquial entre Jimbilla e Imbana en las coordenadas UTM: 707435.63E; 9570775.83N. Posee una orientación de N59°E/49°SE; Se logró apreciar pequeñas lentillas de cuarzo entre el esquisto medianamente meteorizado de coloración gris con un diámetro de 5 centímetros aproximadamente. Posee como minerales principales moscovita y el cuarzo meteorizado y como minerales secundarios limonita apreciado por su coloración amarillenta, manganita y grafito; Su textura va de lepidoblástica a granoblástica con una estructura bandeada



Figura 20: Afloramiento de filitas cuarcíferas perteneciente a la Unidad Chiguinda, vía a Imbana, limite parroquial.

Fuente: La Autora, 2021.

El siguiente afloramiento de tipo artificial localizado en las coordenadas UTM: 706959.81E; 9571068.03N, vía a Imbana, barrio La Chonta posee filitas de color amarillento con una meteorización alta y grano fino. Además, se puede evidenciar la presencia de material terroso de varias tonalidades. Sus minerales principales son grafito, moscovitas y cuarzo mientras que como minerales secundarios se puede observar limonita y materia orgánica. Posee una textura lepidoblástica y estructura laminar típica. Su orientación es de S52°W/34°SE.



Figura 21: Afloramiento de filitas perteneciente a la Unidad Chiguinda, vía a Imbana.

Fuente: La Autora, 2021.



En el afloramiento artificial con coordenadas UTM: 706737.89E; 9571397.49N, vía a Imbana en el barrio La Chonta se encuentran esquistos grafitosos de color gris oscuro con una meteorización de media a alta y grano fino, además se puede observar un diaclasamiento alto. Presenta minerales principales como grafito y moscovita y secundarios como la sericita, su textura es lepidoblástica con una estructura laminar. Su orientación es de N71°W/42°SW. Finalmente se puede evidenciar pequeñas intercalaciones de cuarcita de unos 15 centímetros de largo.



Figura 22: Afloramiento de filitas grafitosas de la Unidad Chiguinda, vía a Imbana.

Fuente: La Autora, 2021.

Unidad Huacapamba (Pz_{Lh}). En la zona de estudio se encuentra al sureste, entre la unidad Chiguinda y la unidad 3 Lagunas; Abarca sectores como La Chonta, San Isidro y Huacapamba y a su vez lo atraviesa la quebrada de San Isidro y una pequeña parte del Rio Zamora. En esta unidad geológica se encuentra el cerro Mamanuma En tiempo geológico pertenece a la era paleozoica.

Como muestra de esta geología se describe el siguiente afloramiento artificial con coordenadas UTM: 706374.74E; 9571949.84N, localizado en el barrio La Chonta, vía a Imbana frente a la escuela Galo Plaza, se encuentran esquistos moscovíticos con tonalidades de gris verdoso a oscuro de grano fino y meteorización que va de media a alta. Presenta minerales principales como moscovita y grafito y secundarios como limonita y sericita con una textura lepidoblástica y estructura laminar. Su orientación es de S47°W/47°SE.



Figura 23: Afloramiento de esquistos moscovíticos perteneciente a la Unidad Huacapamba, barrio La Chonta, vía a Imbana.

Fuente: La Autora, 2021.

Otro afloramiento de tipo artificial producto de un corte de vía presente en la unidad Huacapamba se encontró en las coordenadas UTM: 705496.95E; 9571859.18N, barrio La Chonta, cerca de la escuela Galo Plaza. Se evidencia diferentes tonalidades que van de claro a oscuro, además material disgregado en la vía. Se observa esquistos sericítico o grafitico con una meteorización alta y un diaclasamiento medio y tamaño de grano fino. Los minerales principales que lo componen son el grafito y la moscovita y secundarios como sericita, con una textura lepidoblástica y estructura foliada. Su orientación es de S11°W/36°SE. Además, se puede observar dos plegamientos por fuerzas de compresión de la roca y un xenolito entre estos dos plegamientos, caracterizado por un cuerpo encerrado en un sistema cubierto.



Figura 24: Afloramiento de esquistos sericitico o grafitoso perteneciente a la Unidad Huacapamba, barrio La Chonta, vía a Imbana.

Fuente: La Autora, 2021.

El siguiente afloramiento artificial se encuentra localizado en las coordenadas UTM: 703260.57E; 9569631.27N, en el barrio Huacapamba. Hay presencia de esquistos anfibolíticos de tonalidad gris oscuro verdoso, con un grado de meteorización bajo, diaclasamiento medio y grano fino. Presenta el anfíbol como un mineral principal y la moscovita y grafito como minerales secundarios, su textura es lepidoblástica y estructura bandeada. Su orientación es de S47°W/44°SE. Se observan pequeñas intrusiones de cuarcita intercaladas de 3cm de espesor.



Figura 25: Afloramiento de esquistos anfibolítico perteneciente a la Unidad Huacapamba, barrio Huacapamba.

Fuente: La Autora, 2021.



Unidad Agoyán (P_{zLa}). En la parroquia Jimbilla ésta unidad geológica se encuentra localizada en el barrio de Sevilla de Oro en pequeña cantidad. Está constituida por esquistos biotíticos intercalados con cuarcitas grises que regularmente presentan segregación de biotita y paragneises con bandeamiento de cuarzo y biotita. Pertenece a la edad paleozoica.

El siguiente afloramiento natural perteneciente a esta unidad en las coordenadas UTM: 697251.17E; 9569287.29N, en el barrio Sevilla de Oro. Se encuentran esquistos anfíbolíticos con una meteorización media y diaclasamiento medio de color verde pálido y grano fino. Como minerales principales se encuentran anfíbol, moscovita, cuarzo y como secundario limonita, su textura es lepidoblástica y estructura bandeada. Su orientación es de S40°E/69°NE.



Figura 26: Afloramiento de esquistos anfíbolíticos perteneciente a la Unidad Agoyán, barrio Sevilla de Oro.

Fuente: La Autora, 2021.

El siguiente afloramiento natural se localiza en las coordenadas UTM: 697251.17E; 9569287.29N, en el barrio de Sevilla de Oro, presenta esquistos hornblendicos de coloración verdosa por la hornblenda y de las rocas metamórficas y volcánicas. Tiene meteorización media y diaclasamiento mínimo. Su textura es lepidoblástica y estructura bandeada con direccionalidad. Consta de minerales principales como hornblenda y



epidota y secundarios como limonita, manganita que es el hidróxido de manganeso. Su orientación es de $S26^{\circ}W/81^{\circ}SE$.



Figura 27: Afloramiento de esquistos hornblendicos perteneciente a la Unidad Agoyán, barrio Sevilla de Oro.

Fuente: La Autora, 2021.

Este afloramiento artificial ubicado en el barrio Sevilla de Oro, en las coordenadas UTM: 696831.6E; 9569531.87N, estos esquistos tienen características paragneis de meteorización media, diaclasamiento alto de tonalidades gris verdoso y tamaño de grano de fino a medio. Su textura va de granoblástica y estructura bandeada. Los minerales principales son cuarzo, feldespatos y hornblenda y minerales secundarios como limonita, sericita. Su orientación es de $S19^{\circ}E/62^{\circ}NE$.

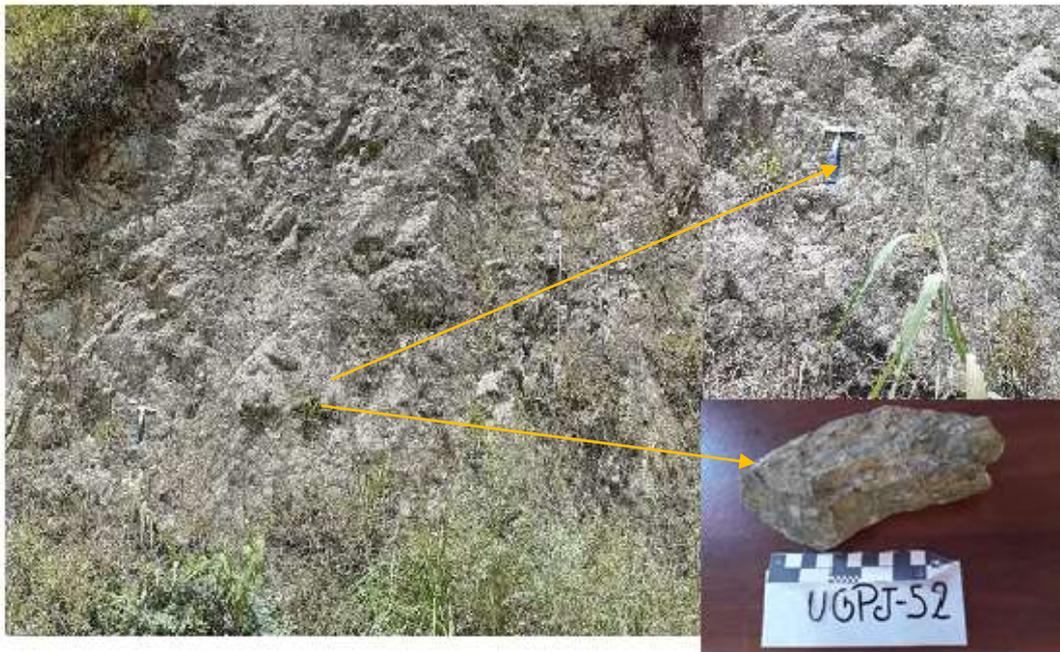


Figura 28: Afloramiento de esquistos con características de paragneisis perteneciente a la Unidad Aگویán, barrio Sevilla de Oro.

Fuente: La Autora, 2021.

Unidad Tres Lagunas (T_{RL}). La Unidad Tres Lagunas aflora en el centro y suroeste de la parroquia, entre la unidad Huancapamba y Rocas Intrusivas. Está conformado por los barrios Los Molinos, Sevilla de Oro, San Juan. Consta de pequeñas quebradas que con su cauce alimentan al Río Zamora como quebrada pata de Gallo, quebrada de Sevilla, quebrada Los Molinos y cerros como Monte Cristi y Loma Paricola. Pertenece al final de la era paleozoica e inicios del mesozoico, entre el periodo pérmico y triásico.

El presente afloramiento artificial se encuentra en zonas de cizallamiento producto de la presencia de una falla inversa en la zona. Localizado en las coordenadas UTM: 704110.49E; 9572646.55N, en el barrio San Juan, vía a Imbana. Este granitoide posee una meteorización alta al igual que su diaclasamiento, su coloración es blanco cremoso pálido, posee una textura granoblástica a lepidoblástica y estructura bandeada con tamaño de grano de fino a medio. Sus minerales principales son los minerales de lo que fue el granito (feldespato) y cuarzo, mientras que los minerales secundarios son la limonita, moscovita y manganita. Su orientación es de S46°W/43°SE. Se puede observar un plegamiento producto de fuerzas compresivas.



Figura 29: Afloramiento de un granitoide perteneciente a la Unidad Tres Lagunas, barrio San Juan.

Fuente: La Autora, 2021.

El siguiente afloramiento natural ubicado en el barrio Los Molinos con coordenadas UTM: 697919.36E; 9571731.75N, se evidencian granitoides metamorfizados con un grado de meteorización medio y diaclasamiento bajo con un color verde pálido y blanquesino en una pequeña cuña de sílice de unos 5 centímetros de espesor aproximadamente. Su textura va lepidoblástica a granoblástica y una estructura bandeada con un tamaño de grano de fino a medio. Sus minerales principales son la hornblenda, feldespato y cuarzo para el granitoide y secundarios como limonita y minerales arcillosos. Su orientación es de $N71^{\circ}E/66^{\circ}NW$.



Figura 30: Afloramiento de granitoides metamorizadas perteneciente a la Unidad tres Lagunas, barrio Los Molinos.

Fuente: La Autora, 2021.

Este afloramiento natural se encuentra en el barrio Los Molinos con coordenadas UTM: 698245.24E; 9570619.35N, litológicamente esta constituido por granitoides esquistosos con un grado de meteorización de medio a alto y un diaclasamiento medio con una coloración gris claro verdoso y tamaño de grano fino. Sus minerales principales son el feldespato y el cuarzo y secundarios limonita, moscovita. Su orientación es de S33°W/37°SE.



Figura 31: Afloramiento granitoide esquistoso perteneciente a la Unidad tres Lagunas, barrio Los Molinos Altos.

Fuente: La Autora, 2021.



Unidad Monte Olivo ($T_{R_{Lm}}$). Ésta unidad aflora la quebrada San Isidro con dirección NNE – SSW como fajas pequeñas de edad del triásico, perteneciente a la era Mesozoica. Geológicamente se encontraron esquistos anfibólicos de color gris verdoso a lo largo de la quebrada en pequeños puntos estratégicos, debido al acceso. Los afloramientos más destacados se presentan a continuación:

La geología de la unidad monte olivo se presenta en escasa cantidad en una pequeña parte de la quebrada San Isidro, su acceso es complejo por la presencia de la corrientosa quebrada y la densa vegetación predominante de matorrales y arbustiva de la zona.

Este afloramiento natural fue localizado a lo largo de la quebrada San Isidro en las coordenadas UTM: 702547.87E; 9567890.24N, se identificaron esquistos anfibolítico con un grado de meteorización medio y diaclasamiento bajo de color plomo amarillento y un tamaño de grano de fino a medio. Consta de minerales principales como el grafito, moscovita, anfíbol y como secundarios el cuarzo. Poseen una textura lepidoblástica y estructura laminar. Su orientación es de $S30^{\circ}W/46^{\circ}SW$.



Figura 32: Afloramiento de esquistos anfibolíticos perteneciente a la Unidad Monte Olivo. Quebrada San Isidro.

Fuente: La Autora, 2021.

Este afloramiento natural con coordenadas UTM: 702547.87E; 9567890.24N, ubicado a lo largo de la Quebrada San Isidro presenta esquistos anfibolíticos y cuarcíferos de baja meteorización al igual que su diaclasamiento. Presentan textura lepidoblástica y estructura foliada a esquistosa, el tamaño del grano es fino. Sus minerales principales de



lo que consta son anfíbol, cuarzo, biotitas y material carbonáceo y como minerales secundarios hornblenda, epidota y moscovita. Su orientación es de $S66^{\circ}W/27^{\circ}NW$.



Figura 33: Afloramiento de esquistos anfibolíticos perteneciente a la Unidad Monte Olivo. Quebrada San Isidro.

Fuente: La Autora, 2021.

Unidad Quebrada El Volcán ($T_{R?Qv}$). Esta unidad geológica es la que se presenta con una dirección NE-SW. Se localiza al sur oeste cercano a la quebrada Mamanuma y quebrada Pata de Gallo y norte en quebrada Los Molinos.

Geológicamente se pudo evidenciar la presencia de andesitas altamente meteorizadas con coloraciones claras, aglomerados, en su mayoría que al contacto procede a disgregarse, tobas variablemente metamorizadas e intercaladas con filitas y metabrechas andesíticas con metalavas. En tiempo geológico pertenece al mesozoico en el periodo triásico.

Se puede apreciar un afloramiento natural en las coordenadas UTM: 69851284E; 9569662.37N. Existe la presencia de andesitas metamorizadas en un grado medio y mínimo diaclasamiento, poseen una textura lepidoblástica y estructura bandeada con tamaño de grano de fino a medio. Consta de Minerales Principales como epidota,



hornblenda y feldespatos y como minerales secundarios moscovita y limonita. Su orientación es de N11°W/31°SW.



Figura 34: Afloramiento de andesita metamorfizada perteneciente a la Unidad quebrada El Volcán.

Fuente: La Autora, 2021.

EL siguiente afloramiento natural ubicado en las coordenadas UTM: 699255.03E; 9570233.72N. Se localiza en la Quebrada los Molinos, existe presencia de humedad alta, producto de la erosión continua de las paredes por fuertes lluvias. Se observa la presencia de cantos rodados redondeados producto del recorrido en toda la vertiente, además de andesitas, filitas grafitosas, tobas y metabrechas. Su orientación es de S11°E/59°NE.



Figura 35: Afloramiento perteneciente a la Unidad quebrada El Volcán, sector quebrada Los Molinos.

Fuente: La Autora, 2021.



Granodioritas (GGd). Se ubica en toda la zona norte de la parroquia, forma parte del batolito de San Lucas con una dirección NE – NW. Abarca zonas como Illinzhapa, Jesús María, La Libertad, Las Palmas, Montecristi y San Vicente. Se encuentra atravesado por la quebrada de Shucos, quebrada Santa Bárbara y quebrada de Illinshapa. En tiempo geológico pertenece al paleoceno - eoceno.

Es una zona que presenta una meteorización alta, ya que al realizar visitas de campo se evidencia la disgregación del material a lo largo de la zona donde aflora, a su vez se puede observar en el Barrio La Libertad la presencia de pequeñas zonas con diaclasamiento. A continuación, se describen los afloramientos más representativos:

El presente afloramiento localizado a lo largo de la vía antigua a Imbana en las coordenadas UTM: 706082.31E; 95760401.54N. Presenta una meteorización alta ya que el material al contacto se disgrega, razón por la cual no se puede obtener muestras representativas de la litología y es susceptible a deslizamientos, produciendo así cierre de vía parcial o total. Presenta una capa vegetal en los extremos, cima y parte de la base del afloramiento, se encuentra en estado activo el desplazamiento de material y es de origen artificial producto de un corte de vía.



Figura 36: Afloramiento perteneciente a las Rocas Intrusivas de granodiorita, vía antigua a Imbana, cerca del límite parroquial.

Fuente: La Autora, 2021.



Con coordenadas UTM: 699192.56E; 957784.79N barrio Illinzhapa se encontró un afloramiento natural de granodiorita con un grado de meteorización baja y diaclasamiento alto, presenta tonalidades de gris claro y un tamaño de grano medio. Tiene textura fanerítica y estructura masiva, consta de minerales principales como el cuarzo, feldespatos y biotita y minerales arcillosos como secundarios. Su orientación es de N38°E/42°SE.



Figura 37: Afloramiento de granodiorita, barrio Illinzhapa.

Fuente: La Autora, 2021.

En las coordenadas UTM: 699192.56E; 957784.79N barrio Montecristi se encontró este afloramiento artificial de granodiorita el cual posee una meteorización de media a alta por lo que su material se disgrega fácilmente a lo largo de la vía, además de un diaclasamiento bajo. Presenta una textura fanerítica y una estructura masiva, además de una coloración crema amarillenta y tamaño de grano de fino a medio. Sus minerales principales son los feldespatos, cuarzo y micas biotíticas y como secundarios se encuentra la manganita, limonita y moscovita. Su orientación es de N3°E/89°SW.



Figura 38: Afloramiento de granodiorita, barrio Montecristi.

Fuente: La Autora, 2021.

Dioritas (DD). Esta roca intrusiva aflora en el centro oeste del territorio, lo conforman pequeños tramos del Rio Zamora y el Rio San Lucas. La meteorización va de media a alta con coloraciones oscuras a medias, además se observa humedad media en cada afloramiento localizado. Es importante mencionar que presenta enclaves xenolíticos de ortogneis biotíticos proveniente de la unidad tres lagunas.

Afloramiento artificial ubicado en el barrio Las Palmas en las coordenadas UTM: 700092E; 9573774N. Como se muestra en la fotografía la tonalidad que confirman su litología es de coloración es gris oscuro a gris medio, es de origen artificial por corte que comunica al Barrio Jesús María - La Libertad con el Barrio Montecristi. Presenta una meteorización alta por lo que es susceptible a deslizamientos ya que se disgrega fácilmente, además se evidencia erosión en la zona. Todos estos aspectos hacen que sea imposible obtener datos estructurales de dicho afloramiento.



Figura 39: Afloramiento de Diorita, barrio Las Palmas.

Fuente: La Autora, 2021.

El siguiente afloramiento natural ubicado en el barrio Las Palmas en las coordenadas UTM: 700092.52E; 95738114.68N, presenta una diorita de color gris verdoso con una meteorización de baja a media y un diaclasamiento medio, su tamaño de grano es medio, además de poseer una textura fanerítica y estructura masiva. Dentro de los minerales principales que lo conforman están los feldespatos, cuarzo y hornblenda mientras como mineral secundario se tiene la pirolusita. Su orientación es de $S75^{\circ}W/64^{\circ}SE$.



Figura 40: Afloramiento de Diorita, barrio Las Palmas.

Fuente: La Autora, 2021.

Así mismo dentro de la geología se localizaron fallas a lo largo de la parroquia como:



Falla Inversa localizada en las cercanías de las coordenadas UTM: 702450.14E; 9568663.15N. Se evidencia el desplazamiento vertical en donde el techo tubo un movimiento hacia arriba con respecto al piso; se puede observar en el espejo de falla encontrado en bloque levantado que es el techo, estrías que confirma el movimiento o desplazamiento dado por la rotura del terreno. Se sitúa cerca de la quebrada San Isidro; litológicamente forma parte de la Unidad Huacapamba. Posee una orientación S41°W/46°SE.



Figura 41: Falla Inversa localizada en la Unidad Huacapamba a cercanías de la quebrada San Isidro.

Fuente: La Autora, 2021.

Otra falla inversa caracterizada porque el bloque del techo se ha levantado con respecto al bloque del piso se puede identificar es en la unidad Huacapamba, la cual está marcando un contacto referencial entre litologías tanto de la Unidad Tres Lagunas y la Unidad Huacapamba, ubicada en las coordenadas UTM: 706944.06E; 9571061.42N. Aquí se marcan zonas de cizallamiento y desplazamientos de material por hundimientos en la zona como se puede apreciar en la Figura 43, además presenta una inclinación menor al 40°; también se puede evidenciar como criterio de reconocimiento dentro de la Unidad Huacapamba la dirección inclinada de vegetación presente en la zona alta que al momento de la erosión quedaron depositadas en el mismo sitio. Esta zona presenta alta meteorización y humedad notable en toda la zona desplazada. Presenta datos estructurales de S11°E/75SW.

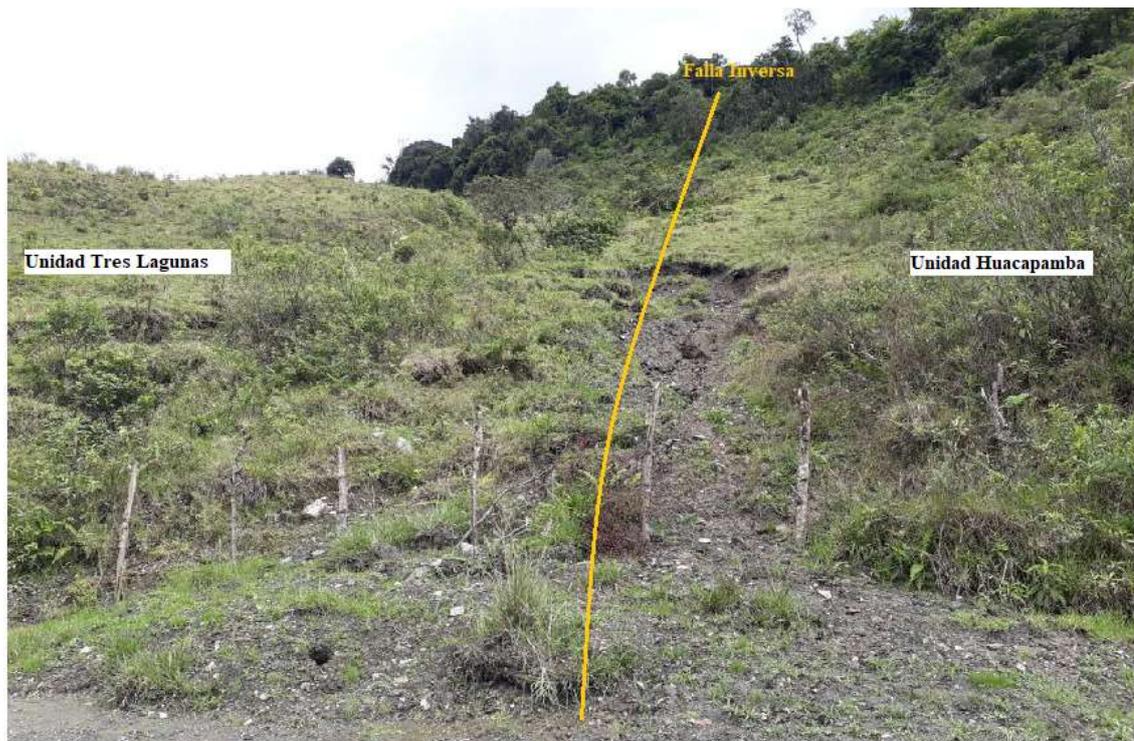


Figura 42: Falla Inversa localizada en la Unidad Huacapamba, marca contacto entre Unidad Tres Lagunas y Unidad Huacapamba.

Fuente: La Autora, 2021.

En la Unidad Huacapamba se logra identificar dos fallas inferidas con dirección NW-SE, que al prolongarse hacia el SE, se denota como una falla dextral observada que abarca la Unidad Chiguinda. Las fallas inferidas inicialmente son interpretadas en la hoja geológica de Loja (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 2017) en base a estudios de fotografías aéreas y que no han sido comprobadas en campo; por lo que al realizar el análisis de la zona se observan hundimientos antiguos a lo largo de las zonas de falla inferidas que atraviesan la quebrada San Isidro y termina en el contacto entre Unidad Tres lagunas y Unidad Huacapamba; Aquí la vegetación es diferente por el transporte generado durante la erosión y el desplazamiento. Se localizan en las coordenadas UTM: 704926.07E; 9570693.64N y 705434.07E; 9571072.58N. Presenta datos estructurales: S71°E/57°NE.



Figura 43: Fallas Inferidas localizadas en la Unidad Huacapamba las cuales continúan atravesando Unidad Chiguinda.

Fuente: La Autora, 2021.

En la Unidad Quebrada el Volcán se identifica una falla dextral inferida, la cual se dirige hacia el sur, atravesando la Loma Paricola y el Cerro Montecristi, Se caracterizada por el desplazamiento del bloque a lo largo de la falla. Los criterios para definir esta falla plasmada en la hoja geológica de Loja son por fotografías aéreas, se observa el desplazamiento de los bloques y el movimiento de la Unidad Tres Lagunas y Unidad Quebrada el Volcán; no se identifican más criterios ya que el acceso a esta falla es difícil debido a su densa y extensa vegetación a lo largo de la misma lo cual facilita la permeabilidad de los materiales, ya que en zonas de falla serán más permeables que los materiales en rocas sanas. Se ubica en las coordenadas UTM: 699887.58E; 9570102.03N.



Figura 44: Falla dextral inferida localizada en la Unidad Quebrada el Volcán.

Fuente: La Autora, 2021.



En la Unidad Agoyán con coordenadas UTM: 696902.20E; 9569536.64N se evidencia una falla observada en el barrio Sevilla de Oro con dirección preferencial N-S, cercana a las riveras del Rio Zamora. Sus datos estructurales son $S78^{\circ}E/261^{\circ}$. Se evidencia pequeños hundimientos del terreno que en el barrio Sevilla de Oro siguen la dirección del Rio Zamora, además de estrías en el material rocoso determinado en la zona como indicador de presencia de falla.

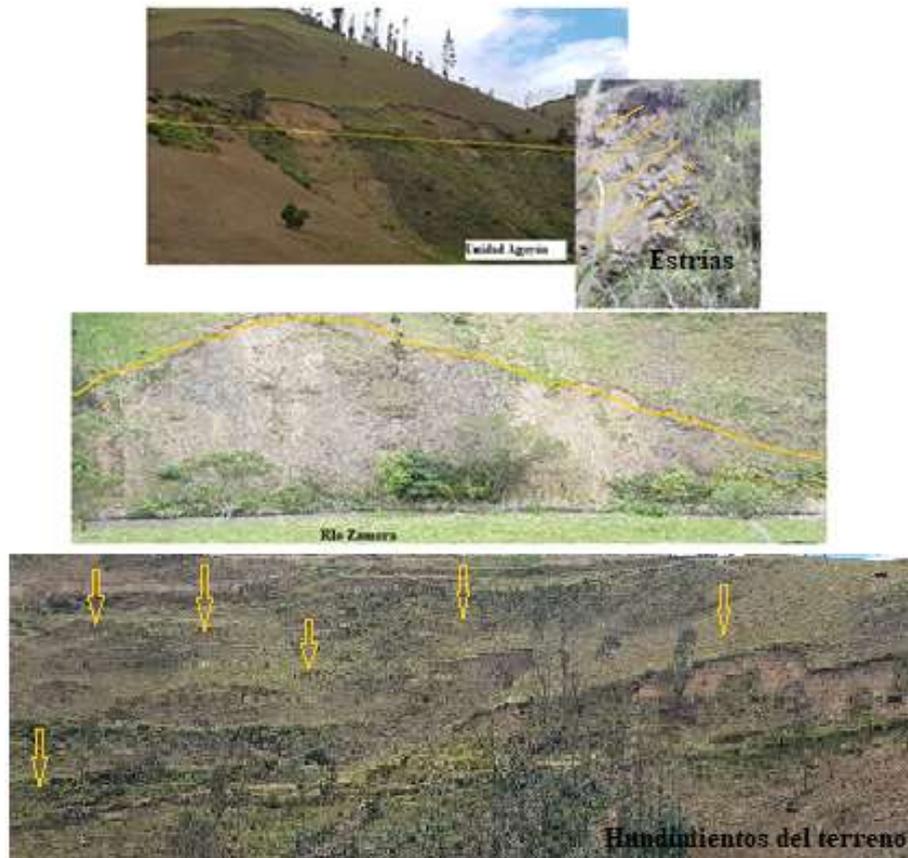


Figura 45: Falla observada localizada en la Unidad Agoyán.

Fuente: La Autora, 2021.

En el barrio Jesús María se identificó una falla local inferida con coordenadas UTM: 699094.35E; 9574739.93N. Litológicamente forma parte de un intrusivo granodiorítico. A lo largo de ésta estructura se pudo evidenciar criterios de reconocimiento como el deslazamiento de los terrenos para uso agrícola como en el camino de herradura que pasa en el sector, dicho desplazamiento se puede observar, aunque de manera dificultosa en el talud del Río San Lucas; vegetación inclinada y diferente a lo largo del desplazamiento,



así como un grado de meteorización alto en la zona lo que afecta a los materiales presentes. Sus datos estructurales son: S27°E/84°NE.



Figura 46: Falla inferida localizada en el intrusivo granodiorítico en el barrio Jesús María.

Fuente: La Autora, 2021.

6.2. Pendientes.

De acuerdo a la clasificación de Demek en 1972 se realizó el mapa de pendientes de la parroquia Jimbilla (Ver Anexo 9), obteniendo como resultado las siguientes características:

Tabla 7: Datos obtenidos de la pendiente en la parroquia Jimbilla.

Color	Rango de Pendiente (grados)	Descripción	Área (km ²)	Porcentaje (%)
	(0 - 5)	Pendiente Ligeramente Inclineda	0.623	0.611
	(5 - 15)	Pendiente Fuertemente Inclineda	10.329	10.132
	(15 - 35)	Pendiente muy Inclineda	75.459	74.024
	(35 - 55)	Pendiente Empinada	15.321	15.030
	(55 - 76.81971)	Pendiente Vertical	0.207	0.203
TOTAL			101.938	100.000

Fuente: La Autora, 2021.

Las pendientes muy inclinadas ocupan gran parte del territorio con 75.459 km² y un porcentaje de 74.024%. En segundo lugar, se encuentran las pendientes empinadas con



15.321 km^2 y un porcentaje de 15.030%, mientras que las últimas tres clases representan un porcentaje menor en relación al área total, teniendo así las pendientes fuertemente inclinadas con un área de 10.329 km^2 y 10.132%, pendientes ligeramente inclinadas con 0.623 km^2 y 0.611% y finalmente las pendientes verticales que poseen un área mínima de 0.207 km^2 y 0.203% del total de la parroquia.

6.3. Uso del Suelo.

El uso actual del suelo en la parroquia Jimbilla es muy variado, se han logrado identificar siete usos de suelo actual (Ver Anexo 10), de los cuales el de conservación y protección ubicado principalmente al centro, norte y sur es el que abarca más de la mitad del territorio con el 60.026%, donde incluye zonas con bosque nativo, vegetación arbustiva y herbácea y páramo, destacando así áreas de bosques húmedos, matorrales tanto alteradas como poco alteradas; El bosque nativo específicamente es conservación y protección con humedad poco alterada que es la que mayor área representa

El uso pecuario abarca 38.241% de la parroquia y está caracterizado por los pastizales de la zona, principalmente para alimento del ganado vacuno, se evidencia presencia de pasto y pequeñas áreas con árboles propios de la zona; El uso de protección y producción caracterizado por plantaciones forestales está conformada principiante por especies introducidas de pino y eucalipto, además son peligrosas para otras especies de plantaciones ya que consumen gran cantidad de nutrientes esenciales y agua del suelo, limitando a otras plantaciones. Respecto al uso agrícola es uso principalmente para cultivos, abarcando el 0.509% del área total; aquí se evidencia plantaciones de maíz, hortalizas, frejol, trigo, árboles frutales, entre otros. Así también se tienen 0.359% por cuerpos de agua y su uso continuo para el sector agrícola. El 0.1506% es ocupado por asentamientos humanos localizados a lo largo del área de estudio. Finalmente, el 0.476% corresponde a uso de suelo agropecuario mixto donde se localizan cultivos de ciclo corto dependiendo las épocas de siembra a lo largo del año.



Tabla 8: Tipos de uso actual del suelo de la parroquia Jimbilla.

Uso Actual del Suelo			
Uso de Suelo	Tipo	Área (Km ²)	Porcentaje (%)
Bosque Nativo			
Conservación y Protección	Vegetación Arbustiva	61.190	60.027
	Páramo		
Pecuario	Pastizal	38.982	38.241
Protección o Producción	Plantación Forestal	0.678	0.665
Agrícola	Cultivos anuales y de ciclo corto	0.520	0.510
Agua	Ríos principales	0.366	0.359
Antrópico	Habitacional	0.154	0.151
Agropecuario Mixto	Cultivos/pastos con o sin presencia de arboles	0.049	0.048

Fuente: Adaptado de PDOT Jimbilla 2020-2023.

Elaborado: La Autora, 2021.

6.4. Geomorfología.

6.4.1. Generación de los Índices Topográficos y fotointerpretación.

Una vez realizado los pasos para el modelamiento en ENVI 5.3 a partir del DEM de la parroquia Jimbilla se obtuvo un archivo en formato raster multivariante con los ocho índices topográficos (curvatura en todas las direcciones, pendiente y sombreado), los mismos que se muestran a continuación:

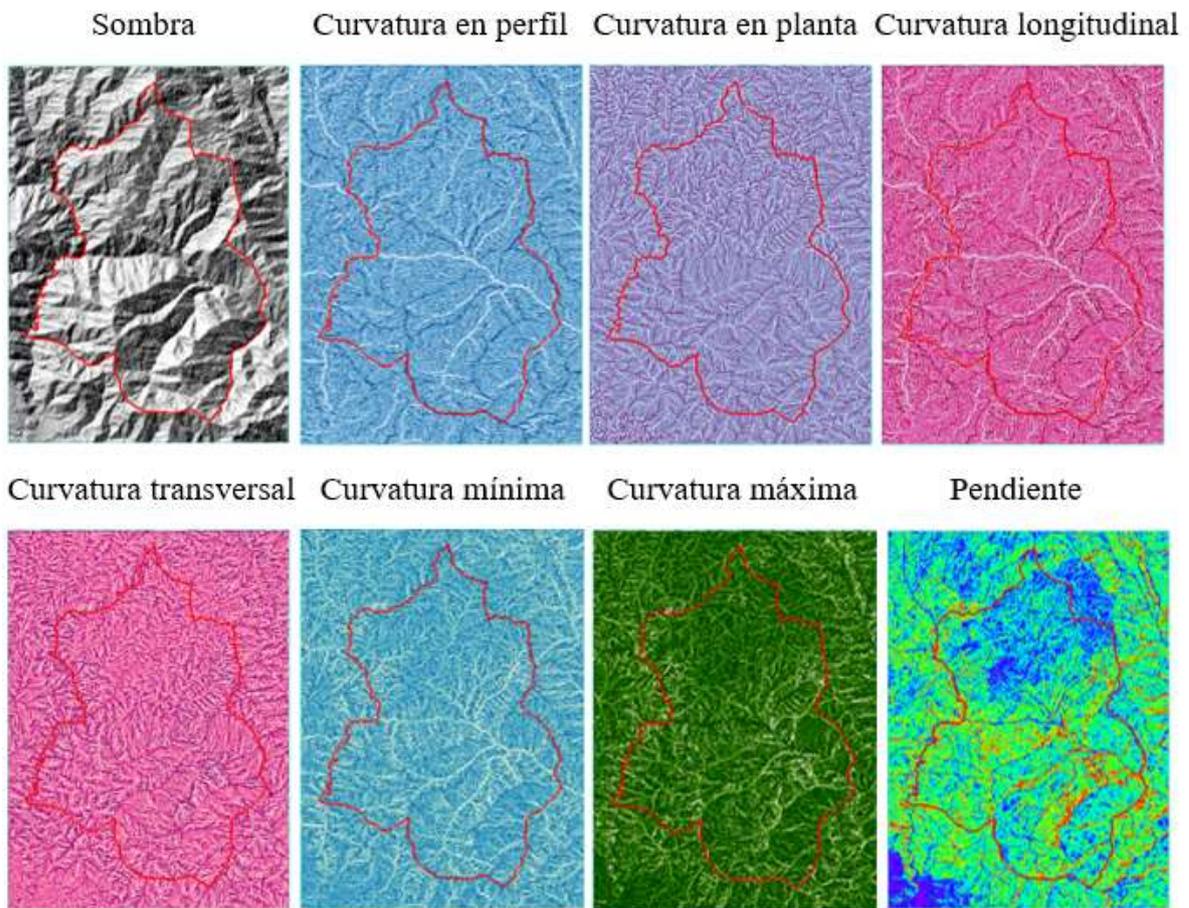


Figura 47: Índices Topográficos Generados.

Fuente: La Autora, 2021.

Posterior a esto mediante una clasificación automática ISODATA y un análisis de vecindario mediante herramientas Majority/Minority y Classification Aggregation se eliminaron pixeles aislados obteniendo un raster de unidades morfométricas filtradas (Ver Figura 48).

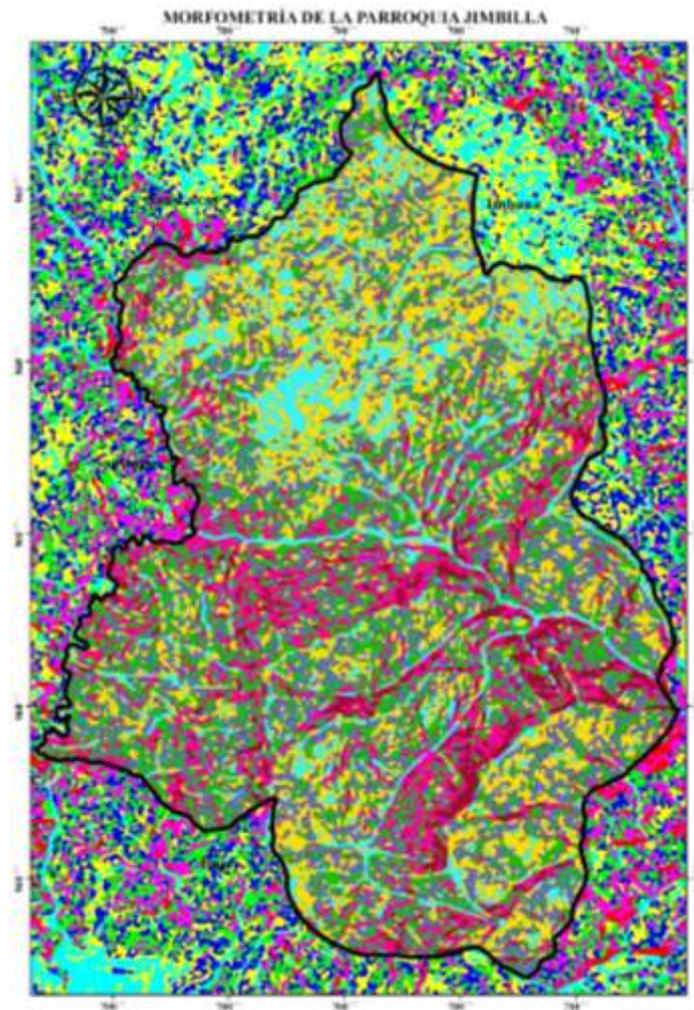


Figura 48: Morfometría de la parroquia Jimbilla.

Fuente: La Autora, 2021.

Como resultado de la fotointerpretación en base al modelo raster se aplicó sombreado para realzar el relieve existente y poder realizar la interpretación de cada geoforma como se muestra en la figura siguiente:

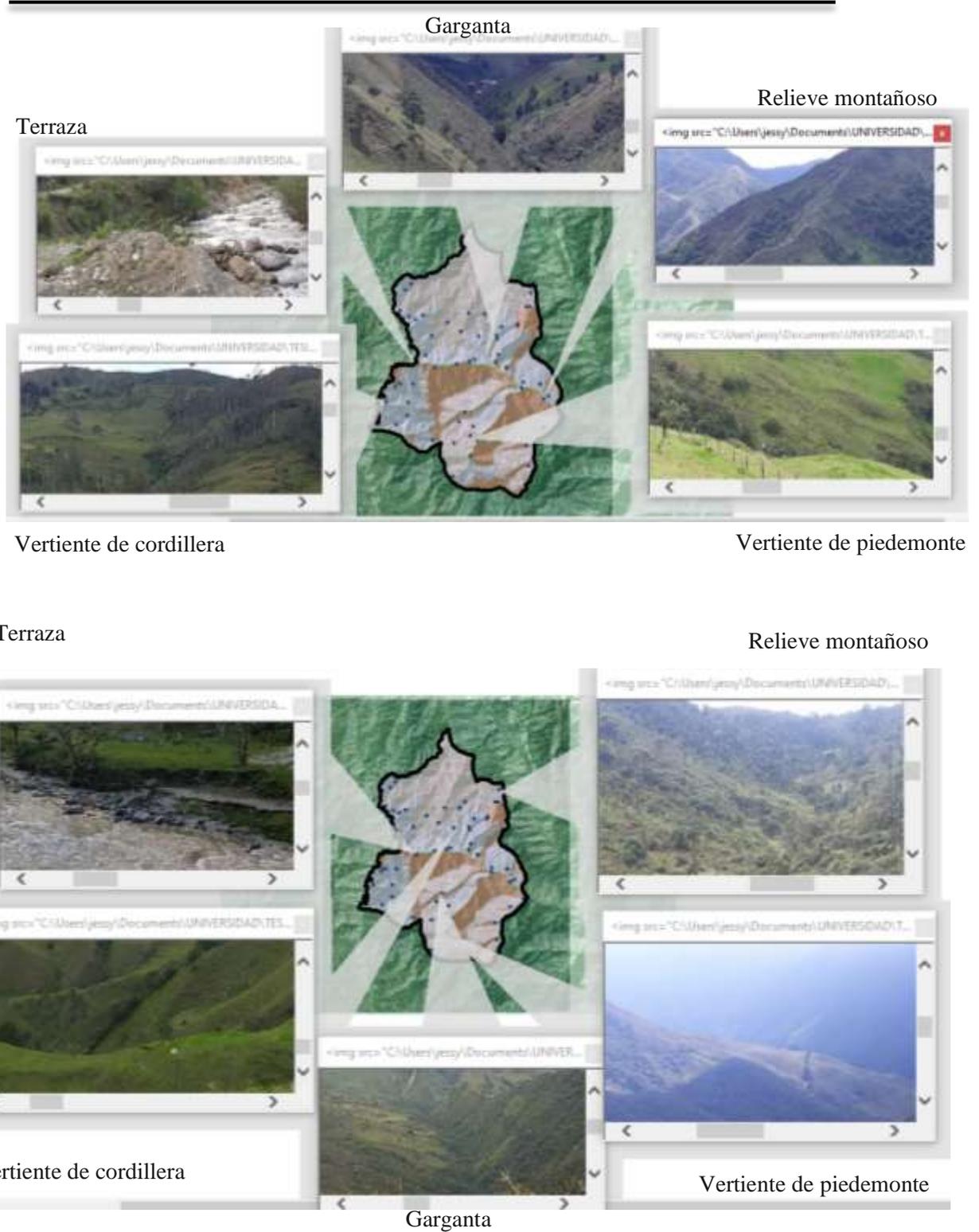


Figura 49: Fotointerpretación de geformas de la parroquia Jimbilla.

Fuente: La Autora, 2021.



6.4.2. Descripción Geomorfológica

La geomorfología de la parroquia Jimbilla está representada por un relieve general de montaña el cual a su vez se divide en un macrorelieve de Cordillera y Piedemonte, siendo el primero el que abarca mayor cobertura en el territorio. Estos a su vez dentro del mesorelieve están subdivididos en tres unidades geomorfológicas de cordillera como son relieve montañoso, garganta y vertiente de cordillera, mientras que las geoformas de Piedemonte están divididas en vertiente de piedemonte y terrazas, las mismas que se describen basándose en las diferentes variables expuestas como la litología predominante, pendiente y uso de suelo. A su vez se determina la edad de cada geoforma y su respectiva génesis (Ver Anexo 12 y Anexo 13).

Tabla 9: Unidades Geomorfológicas de la parroquia Jimbilla.

Unidades Geomorfológicas						
Relieve General	Macrorelieve	Mesorelieve	Génesis	Edad	Área (Km ²)	Porcentaje (%)
De Montaña	Cordillera	Relieve Montañoso	Tectónico erosivo	Paleozoico, Triásico, Paleoceno-Eoceno	22.738	22.306
		Vertiente	Tectónico erosivo	Paleozoico, Triásico, Paleoceno-Eoceno	35.214	34.545
		Garganta	Estructural	Paleozoico, Paleoceno-Eoceno	0.304	0.298
	Piedemonte	Vertiente	Tectónico erosivo	Paleozoico, Triásico, Paleoceno-Eoceno	42.193	41.391
		Terraza	Deposicional	Paleozoico, Paleoceno-Eoceno	1.489	1.460

Fuente: La Autora, 2021.



6.4.3. Relieve de Cordillera.

EL relieve de cordillera de la parroquia Jimbilla es el más extenso y representativo, el cual abarca un área 58.256 Km^2 con un porcentaje del 57.149%. Se caracteriza por un sistema dual de alineaciones montañosas y colinosas, enlazadas entre sí. Presenta una edad que va desde la era paleozoica hasta la época del eoceno y una génesis tectónica erosiva a estructural.

En cuanto a geología se encuentra constituido por varias formaciones como la Unidad Chiguinda constituido por pizarras, filitas, esquistos grafitosos y cuarcitas perteneciente a la era paleozoica (Devónico al pérmico), la unidad Huacapamba con esquistos sericíticos, esquistos cuarzo-micáceos y filitas sericíticas con cloritoide también de la era paleozoica, unidad Agoyán con esquistos y gneises semipelíticos, unidad Tres Lagunas con granitoides variablemente cizallados con fenocristales de cuarzo azul que pertenece del pérmico al triásico, la unidad monte olivo que contiene esquistos anfibólicos y biotíticos perteneciente al triásico, unidad Quebrada el Volcán del triásico con una variabilidad en el tipo de rocas presente como andesitas, aglomerados y tobas variablemente metamorizadas intercaladas con filitas y metabrechas andesíticas con metalavas, finalmente un granitoide perteneciente al intrusivo de san Lucas, el cual se encuentra de medio a altamente meteorizado.

Se localiza en pendientes que van desde ligeramente inclinadas ($0^\circ - 5^\circ$) hasta pendientes verticales ($55^\circ - 76.819^\circ$). Abarca barrios como: Jesús María, La Libertad, Las Palmas, Montecristi, San Vicente, San Juan, Huachalá, La Chonta, San Antonio Chico, Los Molinos, Sevilla de Oro, San Isidro y Huacapamba. El uso actual de suelo es principalmente pecuario, seguido de conservación y protección y en menores cantidades antrópico, agrícola, agropecuario mixto y producción.

A continuación, se describe cada geoforma que lo compone a este macrorrelieve.

Tabla 10: Unidades Geomorfológicas pertenecientes al relieve de cordillera de la parroquia Jimbilla.



Unidades Geomorfológicas				
Relieve General	Macrorelieve	Mesorelieve	Área (km ²)	Porcentaje (%)
De Montaña	Cordillera	Relieve Montañoso	22.738	22.306
		Vertiente	35.214	34.545
		Garganta	0.304	0.298

Fuente: La Autora, 2021.

- **Relieve Montañoso.** Esta geoforma abarca un área de 22.738 Km² y un porcentaje de 22.306%, siendo el segundo en extensión del macrorelieve de cordillera. Posee una edad de va desde la era paleozoica a la época del eoceno y una génesis tectónica erosiva.

Respecto a la geología está conformado por las unidades: Chiguinda, Huacapamba del paleozoico, Tres lagunas con edad del pérmico al triásico, Monte Olivo y Quebrada El Volcán del periodo triásico, constituidos por cuarcitas, filitas sericíticas con cloritoide, esquistos grafitosos, sericíticos, cuarzo micáceo, anfibolíticos y biotíticos, además de andesitas y tobas variablemente metamorfizadas con filitas. Finalmente, en una mínima cantidad está constituido por roca intrusiva de granodiorita de meteorización de media a alta con una edad del paleoceno al eoceno.

Abarca pendientes que van desde ligeramente inclinadas (0° - 5°) en mínima cantidad a pendientes verticales (55° - 76.81971°), siendo las pendientes empinadas (35° - 55°) las que predominan más. La altura mínima de esta geoforma es de 1736 msnm y un desnivel relativo de 1300m. Además, posee un uso de suelo pecuario utilizado para pastizales como alimento del ganado vacuno, de conservación y protección el cual abarca bosques húmedos, matorrales y bosque nativo, antrópico donde se localizan asentamientos humanos y un pequeño porcentaje que abarca de agropecuario mixto que incluye cultivos de ciclo corto que se dan al largo del año. Algunos de los barrios que se encuentran dentro de esta geoforma son: Montecristi, San Juan, San Antonio Chico, Huacapamba y San Isidro, situados en la zona centro - sur de la parroquia.



Figura 50: Unidad Geomorfológica: Relieve montañoso. Descripción: a) Relieve Montañoso barrio San Antonio Chico. b) Relieve montañoso barrio Huacapamba. c) Relieve montañoso barrio Montecristi.

Fuente: La Autora, 2021.

- **Vertiente.** La geoforma vertiente de cordillera abarca un área de 35.214 Km^2 con un porcentaje de 34.545% del total de la parroquia por lo cual es la geoforma con mayor extensión perteneciente al macrorelieve de cordillera. Presentan una edad que va desde el paleozoico al eoceno con una génesis tectónica-erosiva. Ésta geoforma abarca cada geología predominante en la zona de estudio como Unidad Huacapamba, Chiguinda, Agoyán, consideradas de edad del paleozoico; la Unidad Tres Lagunas por otro lado es de edad del pérmico al triásico con granitoides cizallados; la Unidad Monte Olivo y Quebrada El Volcán son del periodo triásico con presencia de esquistos anfibolíticos y biotíticos, además de andesitas y tobas variablemente metamorfizadas, finalmente rocas intrusivas como la granodiorita y la diorita con edades del paleoceno al eoceno. En cuanto a pendientes va desde ligeramente inclinada ($0^\circ - 5^\circ$) a verticales ($55^\circ - 76.819^\circ$), teniendo en su mayor parte pendientes muy inclinadas ($15^\circ - 35^\circ$). La altura mínima de esta geoforma es de 1747 msnm y un desnivel relativo de 1602m. El uso de suelo predominante es el pecuario utilizado principalmente para pastizales como alimento del ganado vacuno, además se evidencia pequeñas áreas con árboles propios de la zona, otro uso de suelo es el de conservación y protección delimitado por zonas con bosque nativo, vegetación arbustiva, herbácea y páramo, en pequeñas áreas el suelo es utilizado para protección o producción de



plantaciones forestales de pino y eucalipto las cuales consumen gran cantidad de nutrientes esenciales por lo que son peligrosas para otras plantaciones por lo que limitan su crecimiento, otro uso es el agrícola donde se pueden apreciar cultivos, de maíz, hortalizas, árboles frutales, agropecuario mixto donde se dan cultivos de ciclo corto, finalmente se aprecia un mínimo uso de suelo para asentamientos humanos. Abarca barrios como Sevilla de Oro, Los Molinos, Huacapamba, La Chonta, San Juan, Montecristi, San Vicente, Huachalá, La Libertad y Jesús María.



a)



b)



c)

Figura 51: Unidad Geomorfológica: Vertiente de Cordillera. Descripción: a) b) Vertiente de cordillera en el barrio Jesús María. c) Vertiente de cordillera ubicada en Huachalá.

Fuente: La Autora, 2021.

- **Garganta.** Esta geoforma posee un área de 0.304 Km^2 con un porcentaje del área total de 0.298%. Posee una edad Paleozoico, Paleoceno-Eoceno y una génesis estructural.

La geología predominante de esta geoforma pertenece a la unidad Huacapamba del paleozoico donde se pueden apreciar esquistos sericíticos, esquistos cuarzo-micáceos y filitas sericíticas con cloritoide, además de un intrusivo granitoide con meteorización de medio a alta.



En cuanto a pendientes varia de ligeramente inclinadas (0° - 5°) a pendientes muy inclinadas (15° - 35°). Posee una altura mínima de 1799 msnm y un desnivel relativo de 677 m. Se identifica un uso del suelo de conservación y protección donde predomina el bosque nativo con vegetación arbustiva y uso pecuario caracterizado por pastizales como alimento del ganado.



Figura 52: Unidad Geomorfológica: Garganta. Descripción: a) Garganta ubicada en el barrio Huachalá.
b) Garganta ubicada en Huacapamba.

Fuente: La Autora, 2021.

6.4.4. Relieve de Piedemonte.

El relieve de piedemonte en el área de estudio abarca un área de 43.681 Km^2 con un porcentaje de 42.851% del total del territorio. Su edad va desde la era paleozoica hasta la época del eoceno con una génesis tectónica erosiva a deposicional.

Litológicamente se encuentra constituido por la Unidad Chiguinda, Unidad Huacapamba, Unidad Agoyán la mismas que datan del paleozoico y contienen pizarras, filitas, filitas sericíticas con cloritoide, esquistos grafitosos, cuarzo micáceos y sericíticos y gneises semipelíticos; Unidad Tres Lagunas con granitoides variablemente cizallados con fenocristales de cuarzo azul que pertenece del pérmico al triásico, la Unidad Monte



Olivo y Unidad Quebrada El Volcán del periodo triásico que contienen esquistos anfibólicos y biotíticos, andesitas, aglomerados y tobas variablemente metamorfizadas intercaladas con filitas y metabrechas andesíticas con metalavas, finalmente en una menor cantidad posee granodiorita y diorita que pertenecen del paleoceno al eoceno.

Sus pendientes van desde ligeramente inclinadas ($0^\circ - 5^\circ$) a pendientes empinadas ($35^\circ - 55^\circ$). Su uso de suelo tiene mayor predominancia en conservación y protección y uso pecuario. Los barrios que abarca esta geoforma son: Illinzhapa, Huachalá y San Antonio Grande.

A continuación, se describen da una de las unidades geomorfológicas que componen el Piedemonte.

Tabla 11: Unidades Geomorfológicas pertenecientes a Piedemonte de la parroquia Jimbilla.

Unidades Geomorfológicas				
Relieve General	Macrorelieve	Mesorelieve	Área (Km^2)	Porcentaje (%)
De Montaña	Piedemonte	Vertiente	42.193	41.391
		Terraza	1.489	1.460

Fuente: La Autora, 2021.

- **Vertiente.** La vertiente de piedemonte abarca un área total de $42.193 Km^2$ y un porcentaje de 41.391%; tiene una edad del paleozoico, Triásico, Paleoceno-Eoceno y una génesis tectónica erosiva.

La geología que predomina en esta geoforma es de la Unidad Chiguinda, Unidad Huacapamba con edades que datan del paleozoico, caracterizadas por pizarras, filitas, filitas sericíticas esquistos grafitosos y cuarcitas, esquistos sericíticos, esquistos cuarzo-micáceos, Unidad Monte Olivo y Quebrada el Volcán que datan del triásico los cuales poseen esquistos anfibolíticos y biotíticos, además de andesitas, tobas y filitas, finalmente un intrusivo de granodiorita.

Las pendientes van desde ligeramente inclinadas ($0^\circ - 5^\circ$) a pendientes empinadas ($35^\circ - 55^\circ$), siendo más notable en pendientes muy inclinadas ($15^\circ - 35^\circ$). Posee un desnivel relativo de 1660 m. El uso del suelo predominante en esta geoforma es en su mayoría de conservación y protección donde es visible el bosque nativo con presencia de vegetación arbustiva y matorrales, además del páramo y uso



pecuario el cual consta de pastizales, pasto y pequeñas áreas con árboles propios de la zona. Abarca barrios como San Antonio Grande, Illinzhapa y Huachalá.



Figura 53: Unidad Geomorfológica: Vertiente de Piedemonte. Descripción: a) Vertiente ubicada en Huacapamba. b) Vertiente en el barrio Huachalá. c) Vertiente barrio Illinzhapa.

Fuente: La Autora, 2021.

- **Terrazas.** Las terrazas se localizan a ambos lados del plano inundable, las cuales y originado por repetidos descensos del nivel de erosión, en el área de estudio abarca un área de 1.489 Km^2 y un porcentaje de 1.460% del total del territorio. Posee una edad que va del paleozoico, paleoceno-eoceno y una génesis de carácter deposicional.

Geológicamente abarca unidades como Chiguinda de edad paleozoica constituida por pizarras, filitas, esquistos grafitosos y cuarcitas; Unidad Huacapamba con esquistos sericíticos, esquistos cuarzo – micáceos y filitas sericíticas de edad del paleozoico; Unidad Agoyán del Paleozoico representado por esquistos y gneises semipelíticos e intrusivos granodioríticos y dioríticos.

Posee pendientes desde ligeramente inclinadas ($0^\circ - 5^\circ$) a fuertemente inclinadas ($5^\circ - 15^\circ$), con una altura mínima de 1783 msnm. Finalmente, como uso de suelo predominante de cuerpos de agua y su continuo uso agrícola; uso pecuario como pastizales para el ganado; como protección y producción para plantaciones



forestales y suelo agropecuario mixto para cultivos de ciclo corto y uso de conservación y protección. Abarca barrios como Sevilla de Oro, Montecristi, San Vicente, San Isidro y Jesús María.



Figura 54: Unidad Geomorfológica: Terraza. Descripción: a) Terraza ubicada en la unión del río San Lucas y río Zamora utilizada para extracción de arena. b) Terraza ubicada en la quebrada Illinzhapa. c) Terraza en el río El Bunque.

Fuente: La Autora, 2021.

6.4.5. Validación de Unidades Geomorfológicas.

La validación de unidades geomorfológicas se realizó con el fin de poder realizar una mejor interpretación y delimitación de las unidades geomorfológicas. Por lo tanto, dicha validación es detallada a continuación:

Tabla 12: Validación de Unidades Geomorfológicas de la parroquia Jimbilla.

Cód	Unidades Geomorfológicas			Coordenadas		Ubicación
	Relieve General	Macrorelieve	Mesorelieve	X	Y	
1	De Montaña	Cordillera	Vertiente	697661.83	9570747.67	Los Molinos
2		Piedemonte	Terraza	698146.92	9577023.67	Illinzhapa
3		Piedemonte	Terraza	698146.92	9577023.67	Jesús María



“LEVANTAMIENTO GEOMORFOLÓGICO A ESCALA 1:25000 DE LA PARROQUIA RURAL JIMBILLA, PERTENECIENTE AL CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA”



4	Cordillera	Vertiente	698202.22	9571630.29	Los Molinos
5	Cordillera	Vertiente	698235.17	9569433.5	Sevilla de Oro
6	Cordillera	Relieve Montañoso	698243.97	9572839.51	Montecristi
7	Cordillera	Vertiente	698353.89	9570591.74	Los Molinos
8	Cordillera	Vertiente	698449.72	9575983.4	Illinzhapa
9	Cordillera	Relieve Montañoso	698452.16	9571750.87	Los Molinos
10	Piedemonte	Terraza	698456.95	9577774.84	Illinzhapa
11	Cordillera	Vertiente	698786.66	9577143.12	Illinzhapa
12	Cordillera	Vertiente	698912.42	9569959.52	Sevilla de Oro
13	Cordillera	Vertiente	698931.02	9570727.21	Los Molinos
14	Cordillera	Vertiente	698956.16	9572813.98	Montecristi
15	Cordillera	Vertiente	699010.2	9575637.75	Jesús María
16	Cordillera	Vertiente	699099.49	9577521.54	Illinzhapa
17	Cordillera	Vertiente	699212.02	9571774.87	Los Molinos
18	Cordillera	Vertiente	699363.09	9575457.28	Jesús María
19	Piedemonte	Terraza	699415.83	9573036.74	Unión Río Zamora - Río San Lucas
20	Cordillera	Vertiente	699790.49	9575714.94	Jesús María
21	Cordillera	Vertiente	699926.29	9573385.06	Las Palmas
22	Cordillera	Vertiente	700284.49	9574548.57	La Libertad
23	Cordillera	Relieve Montañoso	700322.67	9568549.25	Sevilla de Oro
24	Cordillera	Vertiente	700345.16	9578100.22	Illinzhapa
25	Piedemonte	Terraza	700426.76	9572846.53	Montecristi
26	Piedemonte	Vertiente	700988.34	9567208.74	Vía a Huacapamba
27	Piedemonte	Vertiente	701164.99	9575297.7	La Libertad
28	Cordillera	Vertiente	701496.7	9566458.02	Huacapamba
29	Piedemonte	Vertiente	701537.18	9568393.15	Huacapamba
30	Piedemonte	Terraza	701706.08	9572946.47	San Vicente
31	Piedemonte	Vertiente	701830.02	9569608.97	Huacapamba
32	Piedemonte	Vertiente	701979.07	9574808.75	Huachalá
33	Cordillera	Garganta	702180.2	9570188.54	Huacapamba
34	Piedemonte	Vertiente	702390.45	9575837.16	Planta de abastecimiento de agua Shucos
35	Piedemonte	Terraza	702433.23	9573098.6	Jimbilla
36	Cordillera	Relieve Montañoso	702490.71	9567620.83	San Isidro
37	Piedemonte	Vertiente	702504.03	9568781.67	Huacapamba
38	Piedemonte	Vertiente	702638.43	9569314.37	Huacapamba
39	Cordillera	Vertiente	702695.28	9573196.34	Jimbilla
40	Piedemonte	Vertiente	702856.98	9568569.95	Huacapamba
41	Cordillera	Vertiente	702958.43	9574501.41	Huachalá
42	Piedemonte	Vertiente	703327.61	9575788.69	Huachalá



“LEVANTAMIENTO GEOMORFOLÓGICO A ESCALA 1:25000 DE LA PARROQUIA RURAL JIMBILLA,
PERTENECIENTE AL CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA”



43	Piedemonte	Vertiente	703711.08	9576218.58	Huachalá
44	Cordillera	Relieve Montañoso	703928.77	9573036.28	San Juan
45	Cordillera	Garganta	703946.6	9574567.79	Huachalá
46	Cordillera	Vertiente	704030.05	9574353.07	Huachalá
47	Cordillera	Vertiente	704073.47	9573447.37	San Juan
48	Cordillera	Vertiente	704300.39	9575070.01	Huachalá
49	Cordillera	Vertiente	704571.2	9572713.61	San Juan
50	Cordillera	Vertiente	704577.21	9572707.18	San Juan
51	Cordillera	Vertiente	705144.67	9575119.1	Vía a La Unión
52	Cordillera	Relieve Montañoso	705188.82	9575192.99	Vía a La Unión
53	Piedemonte	Terraza	705384.66	9571566.22	Río Zamora - La Chonta
54	Cordillera	Vertiente	705492.95	9571846.39	La Chonta
55	Piedemonte	Vertiente	705650.3	9576215.17	Vía a La Unión
56	Cordillera	Relieve Montañoso	705674.47	955674.47	Cerro Huaycundo
57	Piedemonte	Vertiente	705808.28	9567059.49	San Antonio Grande
58	Cordillera	Relieve Montañoso	705883.96	9576204.69	Límite Parroquial- Vía a La Unión
59	Piedemonte	Vertiente	705945.58	9576991.07	Camino del Inca
60	Cordillera	Vertiente	706437.78	9571752.76	La Chonta
61	Cordillera	Vertiente	706441	9571753.99	La Chonta
62	Cordillera	Relieve Montañoso	706654.4	9570930.59	Río Zamora - La Chonta
63	Piedemonte	Vertiente	706680.75	9569292.03	San Antonio Grande
64	Cordillera	Vertiente	706959.8	9571068.03	La Chonta
65	Piedemonte	Vertiente	707504.32	9570790.81	Límite Parroquial- Vía a Imbana
66	Piedemonte	Vertiente	707520.21	9569787.27	San Antonio Grande

Fuente: La Autora, 2021.



7. DISCUSIÓN.

Para llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo de titulación que versa en el Levantamiento Geomorfológico a escala 1:25000 de la parroquia rural Jimbilla se tomó como base la metodología implementada por el Ministerio del Ambiente en el año 2013, la misma que utiliza algunas variables para poder identificar las unidades geomorfológicas finales, teniendo en cuenta que la geomorfología tiene que contar prioritariamente con varios factores como el geológico para poder así explicar la disposición de los materiales; el conjunto de la red hídrica ya que depende la eficacia erosiva de los recursos de agua y otros modos de escorrentía; uso de suelo y análisis de pendientes ya que brindan claves importantes del análisis de geoformas y de los procesos que los modelan como la acción antrópica por la que atraviesan (Duque, 2003).

El recurso más importante con el cual se trabajó es el modelo digital de elevación (DEM) con una resolución de 12,5 x 12,5 metros, obtenido de ALOS PALSAR año 2011, además de Ortofotos del área de estudio de SIGTIERRAS-IGM a escala 1:5000 del año 2010. Mediante el software ENVI 5.3 se realiza combinaciones de bandas de las variables topográficas para una combinación de imágenes multiespectrales a partir del modelo digital de elevación dando como resultado ocho índices topográficos (sombra, curvatura en perfil, curvatura en planta, curvatura longitudinal, curvatura transversal, curvatura mínima, curvatura máxima y pendiente) los cuales fueron sometidos a un análisis de componentes principales eliminando el ruido como componente redundante y de reducir la dimensionalidad del conjunto de datos obteniendo un raster de análisis de componentes principales con la relación de valores propios y una tabla estadística con el número de bandas o índices topográficos.

Posterior a esto mediante un análisis cuantitativo con la clasificación no supervisada ISODATA se producen clústers o unidades poco definidas aplicando filtros, edición y calibración, consiguiendo así un modelo de unidades dispersas según el número de clases (mínimo 5 – máximo 6), teniendo en cuenta que si un cluster contiene menos del mínimo es eliminado y los miembros son asignados a un cluster alternativo, siguiendo como base el mapa de unidades geomorfológicas de Ecuador Continental.

Finalmente mediante un análisis de información geográfica (SIG) se obtienen como resultado las unidades morfométricas de la parroquia, que en conjunto con ortofotos de la



parroquia y fotografías de puntos de geoformas georreferenciadas y validadas en el software ArcGis 10.5, permitió identificar y zonificar de manera jerárquica (relieve general: de montaña; macrorelieve: cordillera y piedemonte; mesorelieve: relieve montañoso, vertiente de cordillera, garganta, vertiente de piedemonte, terrazas) las geoformas presentes; Además de lograr tener una mejor interpretación de la geomorfología mediante una interpretación final en conjunto del mapa geológico, pendientes y uso de suelo que dio como resultado un relieve general de montaña a lo largo de toda la parroquia, con un macrorelieve de Cordillera el cual es el que abarca una mayor extensión con $58,256 \text{ Km}^2$ y en una menor cantidad el relieve de Piedemonte con 43.682 Km^2 .

El macrorelieve de cordillera tiene como procesos modeladores del paisaje a tectónico erosivo los cuales son modelados por la erosión de acuerdo a los diferentes grados de intensidad y estructural resultado de la interacción de procesos erosivos, litología, estructura de las rocas y a diversos cambios activos de procesos exógenos, identificando como mesorelieve a las geoformas de relieve montañoso, vertiente de cordillera y garganta. En cuanto al macrorelieve de piedemonte posee procesos modeladores como tectónico erosivo génesis que también es caracterizada por conservar rasgos reconocibles de sus estructuras originales a pesar de su afectación por la erosión y deposicional refiriéndose así a las formas originadas en el transporte por agentes erosivos como el agua o viento, aquí se identificaron dos geoformas teniendo así la vertiente de piedemonte y las terrazas.

De lo mencionado anteriormente se tiene las 5 geoformas de mesorelieve, como es el relieve montañoso que ocupa un área de 22.738 Km^2 , lo que equivale al 22.306% con una génesis tectónico erosivo, siendo así la tercera geoforma de mesorelieve de cordillera con mayor extensión, geológicamente abarca la Unidad Chiguinda, Unidad Huacapamba, Unidad Tres Lagunas, Unidad Monte Olivo, Unidad Quebrada El Volcán y Roca Intrusiva Granodiorítica; abarca pendientes que van desde ligeramente inclinadas a pendientes verticales ($0^\circ - 76.81971^\circ$), teniendo mayor predominancia en las pendientes empinadas ($35^\circ - 55^\circ$), además dentro del uso de suelo se tiene al de conservación y protección, pecuario, antrópico y agropecuario mixto.



La geoforma vertiente de cordillera ocupa 35.214 Km^2 , con un porcentaje de 34.545%, es la segunda geoforma de mesorelieve de mayor extensión, posee una génesis tectónico erosivo, además cabe destacar que se encuentra localizada litológicamente en la Unidad Chiguinda, Unidad Huacapamba, Unidad Agoyán, Unidad Tres Lagunas, Unidad Quebrada El Volcán y Roca Intrusiva Granodiorítica y Diorítica; en cuanto a pendientes va desde ligeramente inclinadas a verticales ($0^\circ - 76.819^\circ$), teniendo en su mayor parte pendientes muy inclinadas ($15^\circ - 35^\circ$); predomina un uso de suelo de conservación y protección, pecuario, protección o producción, agrícola, antrópico y agropecuario mixto.

En cuanto a la geoforma de garganta que es la que ocupa la menor extensión del territorio con 0.304 Km^2 y un porcentaje de 0.298 y génesis estructural, se encuentra asentada en la Unidad Huacapamba y Roca Intrusiva de granodiorita; posee pendientes desde ligeramente inclinadas a pendientes muy inclinadas ($0^\circ - 35^\circ$) con un uso de suelo de conservación y protección y uso pecuario.

La geoforma vertiente de piedemonte con un área de 42.193 Km^2 , y porcentaje de 41.391%, ocupa el primer lugar en extensión, su génesis es tectónico erosivo; Se localiza en la Unidad Chiguinda, Unidad Huacapamba, Unidad Monte Olivo, Unidad Quebrada El Volcán y Roca Intrusiva de Granodiorita, con pendientes desde ligeramente inclinadas a pendientes empinadas ($0^\circ - 55^\circ$), siendo más notable en pendientes muy inclinadas ($15^\circ - 35^\circ$), predomina el uso de suelo de conservación y protección y uso pecuario.

Finalmente se tiene la geoforma de terrazas con 1.489 Km^2 de extensión y 1.46% del total de la parroquia, con una génesis deposicional, cual se localiza sobre la Unidad Chiguinda, Unidad Huacapamba, Unidad Agoyán y Rocas Intrusivas tanto de Granodiorita y Diorita; sus pendientes van desde ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas ($0^\circ - 15^\circ$) con un uso de suelo de protección y producción, conservación y protección, cuerpos de agua que es el que predomina y agropecuario mixto.

Una vez identificadas y delimitadas las geoformas mediante ortofotos y fotografías con puntos georreferenciados obtenidos mediante visitas de campo se validaron 66 puntos para así poder dar un enfoque más claro y preciso a las cinco unidades geomorfológicas registradas.



De los 66 puntos validados se tiene: en macrorelieve de cordillera 40 puntos divididos en 9 puntos de relieve montañoso, 29 puntos de vertiente de cordillera y 2 puntos correspondiente a geoforma de garganta; mientras que en el macrorelieve de piedemonte se tiene 26 puntos, 18 pertenecientes a la vertiente de piedemonte y 8 a la geoforma de terrazas.

Cabe destacar que las geoformas se encuentran distribuidas a lo largo de toda la parroquia Jimbilla, abarcando así varias unidades geológicas, razón por lo cual sus edades geológicas datan desde el paleozoico al eoceno, así mismo abarca distintos usos de suelo y pendientes.

En definitiva, atendiendo a los resultados obtenidos y ya mencionados a lo largo de todo el proceso de investigación del presente trabajo, se manifiesta un claro énfasis en la representatividad de la geomorfología a nivel tanto de macrorelieve como mesorelieve de la parroquia Jimbilla.



8. CONCLUSIONES.

Culminado el presente trabajo de titulación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Previo al modelamiento de la geomorfología se realizó el análisis de los principales índices del relieve haciendo uso del modelo digital de elevación para el cálculo de las propiedades para la caracterización geomorfológica partiendo del modelamiento topográfico generando índices como curvatura perfil, en planta, longitudinal y transversal, así como su máxima y mínima curvatura, pendiente y el sombreado, realizando múltiples combinaciones de bandas para la posterior interpretación y asignación temática de las geoformas.
- En la zonificación de las geoformas se sumó información de ortofotos de la parroquia, fotografías georreferenciadas obtenidas de visitas de campo y sombreado, mismas que mediante el software ArcGis 10.5 se emplearon para su reconocimiento y delimitación de cada unidad geomorfológica identificada.
- Al haber realizado el presente estudio se actualizó como parte de la geología los diferentes contactos geológicos tanto de la Unidad Tres Lagunas, Unidad Agoyán y Roca Intrusiva Granodiorítica y Diorítica mismos que son respaldados por fichas de afloramientos y muestras de mano representativas, así mismo mediante estas visitas de campo se evidencia un grado de meteorización de medio a alto en las rocas intrusivas de granodiorita y diorita, localizadas al NE y NW de la parroquia.
- Mediante la identificación, información recopilada, el geoprocésamiento realizado en ENVI 5.3 y la Metodología con respecto del Modelo de Unidades Geomorfológicas para la Representación Cartográfica de Ecosistemas del Ecuador Continental, se logró obtener mayor información del área de estudio que dio como resultado dos unidades geomorfológicas pertenecientes al macrorelieve como son cordillera que ocupa el 57.642% del total de la parroquia siendo la de mayor extensión y predominancia en segundo lugar piedemonte con un 42.358%; además cinco geoformas de mesorelieve que son relieve montañoso ocupando un 22.306% de la parroquia, vertiente de cordillera con un porcentaje de 34.545%, garganta con 0.298% siendo este la geoforma con menor extensión, vertiente de piedemonte con el 41.391% ocupando la mayor cantidad de territorio y terrazas



con el 1.460% caracterizado por las riveras del Rio Zamora, Rio San Lucas, Rio El Bunque y Quebrada Ishapa.



9. RECOMENDACIONES.

En base a la culminación de la investigación se recomienda:

- Tener en cuenta la escala gráfica de trabajo para el mapa geomorfológico final y la resolución del modelo digital de elevación para poder tener una adecuada información al momento de realizar el geoprocesamiento y evitar así ambigüedades que reflejarían una información errónea en la generación de los índices topográficos y por ende en toda la investigación generada.
- Obtener los índices topográficos en ENVI con el DEM sin recortar para así poder realizar una correlación de las geoformas en los alrededores del sector a estudiar, además tener en cuenta dentro de la clasificación automática ISODATA, el número de clases mínimo y máximo, basándose en el modelo topográfico, ortofotos y trabajos previos o relacionados.
- Al ser una metodología muy completa y con muy buenos resultados desde su implementación en el año 2013 para estudios geomorfológicos se recomienda hacer uso de la misma en universidades e instituciones públicas como privadas para complementar trabajos de investigación tanto a nivel parroquial, cantonal o provincial según la zona de estudio.
- Utilizar la información de la presente investigación como fuente de información actualizada y veraz en trabajos que comprendan estudios de susceptibilidad, peligrosidad, riesgos o en futuros Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDYOT) parroquial, basándose tanto en litología, uso de suelo, pendientes, red hídrica y geomorfología, así como fuente bibliográfica en asuntos académicos.



10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrientos, V. (2009). *Geología y Morfología del Terreno*. Coruña: Universidad de Coruña.
- Cardenas, K. A. (2006). *Ensayo metodológico para la evaluación y zonificación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa, Cuenca de Loja*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Castillo, H., Angamarca, L., Ojeda, F., & Cuenca, D. (2021). *Introducción a la Petrografía*. Brasil: Atena.
- Cueva, G. C. (2015). *Mapa de unidades geomorfológicas de la cuenca de Loja*. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Cueva, J. (2010). *Elaboración y análisis del estado de la cobertura vegetal de la provincia de Loja - Ecuador*. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía.
- Delgado, J., Padilla, F., & Barrientos, V. (2010). *Prácticas de Geología: Mapas geológicos y problemas*. La Coruña: Universidad de Coruña.
- Derruau, M. (1966). *Geomorfología*. Barcelona: Ediciones Ariel.
- Duque, G. (2003). *Manual de Geología para Ingenieros*. Manizales-Colombia.
- Echeveste, H. (2018). *Manual de Levantamiento Geológico: Una introducción a la geología de campo*. Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata (EDULP).
- Felícísimo, A. (1994). *Modelos Digitales del Terreno. Introducción y Aplicaciones en las Ciencias Ambientales*. Oviedo.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural Jimbilla. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Jimbilla*. Jimbilla - Loja.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Jimbilla. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Jimbilla PDOT 2020-2023*. Loja.
- Idurre, J. d. (2014). *Unidades Geomorfológicas: Catálogo descriptivo de objetos geomorfológicos del Ecuador*. Quito.
- Infante, C. A. (2000). *Geomorfología*. Moa.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1989). Carta Topográfica Las Juntas (CT-NVI-F2, 3782-I, Serie J721), escala 1:50.000. Ecuador .



- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (1989). Carta Topográfica Loja Norte, (CT-NVI-F4, 3782-II, Serie J721), escala 1:50.000. Ecuador.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. (2017). Carta Geológica de Loja (Hoja 56, N VI-F, Serie J62.G, escala 1:100.000. Ecuador.
- J.Tarbutck, E., & Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra: Una Introducción a la Geología Física*. Madrid: Pearson Education S.A.
- MAE-MAGAP. (2015). *Protocolo metodológico para la elaboración del mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador Continental 2013-2014, escala 1:100000*. Quito.
- Mantilla, H. R. (2005). *Geología General*. Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Martínez, J. M. (1997). *Geomorfología Ambiental*. España: Servicio de Publicaciones Universidad de Las Palmas de Gran Canaria .
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Modelo de Unidades Geomorfológicas*. Quito.
- Monné, J. L. (1997). *Cartografía Geomorfológica: básica y aplicada*. Zaragoza: Geoforma.
- Morea, M. L., & Huerta, J. C. (2013). *Sistemas de Información Geográfica*. Quito.
- Muñoz, J. (1995). *Geomorfología General*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Olmos, P. S. (2010). *Sistema de Información Geográfica (SIG)*. España.
- Ortiz, D. (2017). *Caracterización petrográfica y geoquímica de la Unidad Quebrada el Volcán*. Quito: Dpto. Geología, Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico.
- Pompa, R. A. (2018). *Geomorfología del Cacería Hierba Buena y Entorno, Centro Poblado Porcón Alto - Cajamarca*. Cajamarca.
- Pozo, M., González, J., & Giner, J. (2003). *Geología Práctica: Introducción al reconocimiento de materiales y análisis de mapas*. Madrid: Pearson Educación.
- Proaño, C. (2009). *Apuntes de Geomorfología*. Guayaquil.
- Rodríguez, A. (2000). *Geomorfología*. Moa.
- Rodríguez, E., Sandoval, J., Chaparro, J., Trejos, G., Medina, E., Ramírez, C., . . . Ruiz, G. (2017). *Guía Metodológica para zonificación de amenaza de movimientos en masa a escala 1:25000*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.



- Rossiter, D. (1994). *Metodologías para el levantamiento del recurso suelo*.
- Tooth, S., Viles, H., & BSG. (2014). *Diez Razones por las cuáles la Geomorfología es Importante*. Reino Unido.
- Varela, R. (2014). *Manual de Geología*. Buenos Aires.
- Vega, M. A. (2017). *Caracterización Petrográfica y Geoquímica de las rocas máficas del sur de la Cordillera Real, provincias de Loja y Zamora*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Zinck, J. A. (2012). *GEOPEDALOGÍA: Elementos de Geomorfología para estudios de suelos y riesgos naturales*. Holanda: TCL.



11. ANEXOS.

Anexo 1. Ficha para Descripción de Afloramientos

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.		Fecha		
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia		Parroquia		
Cantón		Sector		
Coordenadas UTM (WGS84)	N		Altura (Z)	
	E		Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación		Tipo de Afloramiento		
Tipo de Roca		Humedad		
Dimensiones	Altura		Estado	
	Ancho		Meteorización	
Descripción del afloramiento				
Rumbo		Buzamiento		
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				

Elaborado: La Autora 2021.



Anexo 2: Ficha para Caracterización Macroscópica de Muestras

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha		No. Afloram.		No. Muestra	
Código de la muestra					
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia			Parroquia		
Cantón			Sector		
Coordenadas UTM (WGS84)	N			Datum	WGS 1984
	E			Observaciones	
	Altura (Z)				
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación			Color		
Nombre de la Roca			Textura		
Meteorización			Estructura		
Diaclasas			Tamaño de grano		
Minerales principales			Forma de los componentes		
Minerales secundarios			Fenocristales (%)	Matriz (%)	
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					

Elaborado: La Autora 2021.



Anexo 3. Mapa de Ubicación (CD2).



Anexo 4. Mapa Topográfico (CD N° 2).



*Anexo 5. Mapa de Red Hídrica (CD
N°2).*



*Anexo 6. Mapa geológico de la
parroquia Jimbilla (CD N° 2).*



Anexo 7. Fichas de descripción de afloramientos.

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	08	Fecha		20/12/2020
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá	
Cantón	Loja	Sector	Limite Parroquial – Vía Imbana	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9576343	Altura (Z)	2515
	E	706008	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Rocas Intrusivas		Tipo de Afloramiento	Artificial
Tipo de Roca	Ígneo		Humedad	Sin Humedad
Dimensiones	Altura	5m	Estado	Inestable
	Ancho	9.30m	Meteorización	Alta
Descripción del afloramiento	El afloramiento ubicado cerca del límite parroquial en la vía a Imbana presenta como material constituyente la granodiorita altamente meteorizada por lo que se disgrega fácilmente ocasionando caída de material a la vía de arcilla y limo. Su cobertura vegetal es de 3cm			
Rumbo			Buzamiento	
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				
				

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	28	Fecha		26/12/2020
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá	
Cantón	Loja	Sector	La Chonta	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9571055.48	Altura (Z)	1893
	E	707004.03	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad Chiguinda		Tipo de Afloramiento	Artificial
Tipo de Roca	Metamórfico		Humedad	Media
Dimensiones	Altura	17m	Estado	Inestable



	Ancho	9m	Meteorización	Baja
Descripción del afloramiento	Afloramiento con una capa de cobertura vegetal de 3cm la cual se encuentra localizada también a lo largo del material desplazado por la humedad presente. Afloran filitas compactadas de coloraciones grises oscuras.			
Rumbo	N61°E	Buzamiento	30°SE	
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				
				

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	32	Fecha		26/12/2020
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla	
Cantón	Loja	Sector	La Chonta	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9571720	Altura (Z)	1882
	E	706623	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad Chinguinda	Tipo de Afloramiento	Artificial	
Tipo de Roca	Metamórfico	Humedad	Sin humedad	
Dimensiones	Altura	25m	Estado	Estable
	Ancho	48m	Meteorización	Media
Descripción del afloramiento	Afloramiento con una capa vegetal de 3cm con filitas como material predominante con coloraciones cafés y presencia de intrusiones de cuarcita de 2cm, 5 cm y 10cm.			
Rumbo	N57°W	Buzamiento	32°SW	
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	33	Fecha		26/12/2020
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla	
Cantón	Loja	Sector	La Chonta	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9571716	Altura (Z)	1897
	E	706653	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad Chiguinda		Tipo de Afloramiento	Artificial
Tipo de Roca	Metamórfico		Humedad	Sin humedad
Dimensiones	Altura	13m	Estado	Estable
	Ancho	18m	Meteorización	Media
Descripción del afloramiento	Afloramiento localizado en el barrio La Chonta con una cobertura vegetal de 4cm y con presencia de intrusiones de cuarcita de unos 3 cm. Se aprecia varias tonalidades en el afloramiento, además se observan filitas poco alteradas.			
Rumbo	N71°W		Buzamiento	25°SW

FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	39	Fecha		26/12/2020
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla	
Cantón	Loja	Sector	San Juan	



Coordenadas UTM (WGS84)	N	9572727	Altura (Z)	1985
	E	704389	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad Huacapamba		Tipo de Afloramiento	Artificial
Tipo de Roca	Metamórfico		Humedad	Sin humedad
Dimensiones	Altura	8m	Estado	Estable
	Ancho	9m	Meteorización	Media
Descripción del afloramiento	Afloramiento con capa vegetal de 2cm y presencia de materia orgánica en la parte centro superior. El material que se puede apreciar son filitas sericiticas con tonalidad café claro.			
Rumbo		Buzamiento		
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				
				

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	43	Fecha	26/12/2020	
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimilla	
Cantón	Loja	Sector	San Juan	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9572739	Altura (Z)	1964
	E	703982	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad tres Lagunas		Tipo de Afloramiento	Artificial
Tipo de Roca	Metamórfico		Humedad	Sin humedad
Dimensiones	Altura	17m	Estado	Estable
	Ancho	26m	Meteorización	Media
Descripción del afloramiento	Afloramiento de granitoide con coloraciones de café a gris rojizo con cobertura vegetal de 2cm y material disgregado antiguo a lo largo de la vía.			



Rumbo	N82°W	Buzamiento	22°SW
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA			
			

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	52	Fecha	27/12/2020	
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá	
Cantón	Loja	Sector	La Libertad	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9574699	Altura (Z)	2289
	E	700186	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Rocas Intrusivas		Tipo de Afloramiento	Artificial
Tipo de Roca	Ígneo		Humedad	Sin humedad
Dimensiones	Altura	6m	Estado	Estable
	Ancho	4m	Meteorización	Media
Descripción del afloramiento	Afloramiento localizado a lo largo del camino con presencia de granodioritas con meteorización media y color grisáceo. Cobertura vegetal de 4cm			
Rumbo	S67°W	Buzamiento	42°SE	
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				
				



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	59	Fecha		27/12/2020
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillilla	
Cantón	Loja	Sector	Jimbillilla – Cabecera Cantonal	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9573313	Altura (Z)	1903
	E	703284	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Rocas Intrusivas		Tipo de Afloramiento	Artificial
Tipo de Roca	Ígneo		Humedad	Sin humedad
Dimensiones	Altura	18 m	Estado	Inestable
	Ancho	20 m	Meteorización	Media
Descripción del afloramiento	Afloramiento localizado en el límite urbano de la cabecera cantonal Jimbillilla entre dos vertientes siendo una de estas la quebrada Shucos. Su cobertura vegetal alcanza los 3cm. El material granodiorítico se encuentra alterado y se disgrega continuamente dejando expuesto roca compacta que por acción del tiempo y la erosión también se desintegra; es de color amarillento.			
Rumbo	S79°W		Buzamiento	16°SE
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	67	Fecha		27/12/2020
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillilla	
Cantón	Loja	Sector	San Vicente	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9572941	Altura (Z)	1886
	E	701292	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Rocas Intrusivas		Tipo de Afloramiento	Artificial
Tipo de Roca	Ígneo		Humedad	Sin Humedad
Dimensiones	Altura	8.30m	Estado	Estable



	Ancho	8 m	Meteorización	Media
Descripción del afloramiento	Afloramiento producto de un corte de antiguo de vía que presenta una capa vegetal de 4cm y vegetación naciente en la parte inferior sobre antiguo material disgregado. Se evidencia granodiorita alterada tanto disgregada como compacta.			
Rumbo	N24°W		Buzamiento	76°SW
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				
				

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	71	Fecha		03/01/2021
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla	
Cantón	Loja	Sector	Las Palmas	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9573774	Altura (Z)	1970
	E	700092	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Roca Intrusiva		Tipo de Afloramiento	Artificial
Tipo de Roca	Ígnea		Humedad	Alta
Dimensiones	Altura	9m	Estado	Inestable
	Ancho	18m	Meteorización	Alta
Descripción del afloramiento	Afloramiento con una cobertura vegetal de 4cm; presenta roca intrusiva diorítica muy alterada con coloraciones oscuras, la cual al contacto se pulveriza ocasionando que caiga material hacia la vía.			
Rumbo			Buzamiento	
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				
				



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	74	Fecha		03/01/2021
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá	
Cantón	Loja	Sector		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9573063.67	Altura (Z)	1958
	E	700191.87	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Roca Intrusiva		Tipo de Afloramiento	Artificial
Tipo de Roca	Ígnea		Humedad	Media
Dimensiones	Altura	10m	Estado	Inestable
	Ancho	27m	Meteorización	Media a alta
Descripción del afloramiento	Afloramiento con una cobertura vegetal de 3cm en el cual se puede apreciar roca diorítica de coloración oscura, además de un enclave xenolítico de la unidad tres lagunas.			
Rumbo			Buzamiento	
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	87	Fecha		30/01/2021
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá	
Cantón	Loja	Sector	Huacapamba	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9570491	Altura (Z)	2243
	E	703821	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad Huacapamba		Tipo de Afloramiento	Natural
Tipo de Roca	Metamórfico		Humedad	Sin humedad
Dimensiones	Altura	2m	Estado	Estable
	Ancho	5m	Meteorización	Media a alta
Descripción del afloramiento	Afloramiento con cobertura vegetal de 2cm. Relleno de fisuras con cuarcita de 5cm, 6cm y 10cm, producto de la compactación y depositación a través del tiempo o por cambios invernales, además de pequeñas acumulaciones de grafito en la filita.			



Rumbo	N84°E	Buzamiento	16°SE
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA			
			

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	91	Fecha	30/01/2021	
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimilla	
Cantón	Loja	Sector	Huacapamba	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9569408	Altura (Z)	2552
	E	698358	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad Huacapamba	Tipo de Afloramiento	Artificial	
Tipo de Roca	Metamórfico	Humedad	Media	
Dimensiones	Altura	7m	Estado	Inestable con erosión
	Ancho	5m	Meteorización	Media
Descripción del afloramiento	Afloramiento de pizarras muy compactas con tonalidad gris oscura localizado a un lado de una vertiente que en épocas invernales aumenta su caudal provocando que se erosionen sus paredes dejando a la vista la roca aflorante.			
Rumbo	N19°W	Buzamiento	52°SW	
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				
				

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS			
No. Afloram.	94	Fecha	31/01/2021



DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja		Parroquia	Jimbillá
Cantón	Loja		Sector	Los Molinos – Quebrada Los Molinos
Coordenadas UTM (WGS84)	N		9570619	Altura (Z) 2208
	E		698245	Datum WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad tres Lagunas		Tipo de Afloramiento	Natural
Tipo de Roca	Metamórfico		Humedad	Sin humedad
Dimensiones	Altura	2m	Estado	Estable
	Ancho	3m	Meteorización	Baja a Media
Descripción del afloramiento	Afloramiento de granitoides esquistosos con una cobertura vegetal de 2cm y una meteorización de media a alta con tonalidades de grises a verdoso.			
Rumbo	S33°W		Buzamiento	36°SE
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				
				

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	95	Fecha		06/02/2021
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja		Parroquia	Jimbillá
Cantón	Loja		Sector	Sevilla de Oro
Coordenadas UTM (WGS84)	N		9569261	Altura (Z) 2026
	E		696869	Datum WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad Agoyán		Tipo de Afloramiento	Artificial
Tipo de Roca	Metamórfico		Humedad	Baja
Dimensiones	Altura	1.75 m	Estado	Inestable
	Ancho	3m	Meteorización	Media
Descripción del afloramiento	Afloramiento con cobertura vegetal de 2cm y coloraciones entre gris oscuro a café claro donde se puede apreciar esquistos biotíticos y pequeñas intercalaciones de cuarcita de 1cm a 2cm.			
Rumbo	N4°W		Buzamiento	59°SW
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	98	Fecha	06/02/2021	
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla	
Cantón	Loja	Sector	Naciente quebrada de Sevilla	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9569408	Altura (Z)	2337
	E	698358	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad Quebrada el Volcán	Tipo de Afloramiento	Natural	
Tipo de Roca	Secuencia de rocas meta-volcánicas y meta-volcanoclásticas, con facies de bajo grado metamórfico.	Humedad	Media	
Dimensiones	Altura	2m	Estado	Inestable
	Ancho	1.20m	Meteorización	Baja a media
Descripción del afloramiento	Afloramiento natural con una capa de cobertura vegetal de 3cm. Presencia de cantos rodados de 4cm, 7cm y 11cm. Se evidencian andesitas en mínimas cantidades así como material terroso.			
Rumbo		Buzamiento		

FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS			
No. Afloram.	100	Fecha	06/02/2021
DATOS DE UBICACIÓN			



Provincia	Loja		Parroquia	Jimbillá	
Cantón	Loja		Sector	Naciente de la quebrada Los Molinos	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9570233		Altura (Z)	2373
	E	699255		Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES					
Formación	Unidad Quebrada El Volcán		Tipo de Afloramiento	Natural	
Tipo de Roca	Secuencia de rocas meta-volcánicas y meta-volcanoclásticas, con facies de bajo grado metamórfico		Humedad	Alta	
Dimensiones	Altura	1.5m	Estado	Inestable	
	Ancho	3.5m	Meteorización	Alta	
Descripción del afloramiento	Afloramiento localizado en las riveras de una vertiente que alimenta a la quebrada Los Molinos, la cual presenta gran erosión producto del efecto invernal. Se puede apreciar aglomerados en las paredes del afloramiento.				
Rumbo	S11°E		Buzamiento	59°NE	
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					
					

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS					
No. Afloram.	101		Fecha	31/01/2021	
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja		Parroquia	Jimbillá	
Cantón	Loja		Sector	Los Molinos	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9570722		Altura (Z)	2432
	E	698040		Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES					
Formación	Unidad tres Lagunas		Tipo de Afloramiento	Natural	
Tipo de Roca	Metamórfico		Humedad	Sin humedad	
Dimensiones	Altura	1.50m	Estado	Estable	
	Ancho	3m	Meteorización	Media	
Descripción del afloramiento	Afloramiento de granitoide esquistoso con cobertura vegetal de 2cm y presencia de materia orgánica en todo el afloramiento con tonalidades de gris oscuro a gris claro.				



Rumbo	S39°W	Buzamiento	49°SE
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA			

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	103	Fecha		13/02/2021
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla	
Cantón	Loja	Sector	Huacapamba, Quebrada San Isidro	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9567515	Altura (Z)	2672
	E	702600	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad Monte Olivo	Tipo de Afloramiento	Natural	
Tipo de Roca	Metamórfico	Humedad	Alta	
Dimensiones	Altura	1m	Estado	Estable
	Ancho	2m	Meteorización	Media
Descripción del afloramiento	Afloramiento localizado a lo largo de la quebrada San Isidro, se evidencia gran humedad por lo que se observa materia orgánica y musgo cubriendo parte de la roca aflorante como lo son los esquistos.			
Rumbo	N51°E	Buzamiento	43°SE	
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	105	Fecha	13/02/2021	
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá	
Cantón	Loja	Sector	Huacapamba, Quebrada San Isidro	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9567797	Altura (Z)	2276
	E	702499	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad Monte Olivo	Tipo de Afloramiento	Natural	
Tipo de Roca	Metamórfico	Humedad	Alta	
Dimensiones	Altura	2.20m	Estado	Estable
	Ancho	2m	Meteorización	Baja
Descripción del afloramiento	Afloramiento de esquistos anfíbolíticos cuaríferos de color gris verdoso en la quebrada San Isidro de baja alteración, cubiertos con una capa de musgo de 1cm.			
Rumbo	N°77E	Buzamiento	23°SE	
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA				

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE AFLORAMIENTOS				
No. Afloram.	112	Fecha	13/02/2021	
DATOS DE UBICACIÓN				
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá	
Cantón	Loja	Sector	Sevilla de Oro	
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9569602	Altura (Z)	1953
	E	696970	Datum	WGS 1984
LITOLOGÍA Y DATOS ESTRUCTURALES				
Formación	Unidad Agoyán	Tipo de Afloramiento	Natural	
Tipo de Roca	Metamórfico	Humedad	Sin humedad	
Dimensiones	Altura	2.30m	Estado	Inestable
	Ancho	1.50m	Meteorización	Media



Descripción del afloramiento	Afloramiento con cobertura vegetal de 2cm, se puede observar la presencia de esquistos con coloraciones claras, además de material acumulado en la zona inferior.		
Rumbo	N61°W	Buzamiento	39°SW
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA			
			



Anexo 8. Fichas de caracterización de muestras a nivel macroscópico.

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	20/12/2020	No. Afloram.	16	No. Muestra	01
Código de la muestra	UGPJ-01				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla		
Cantón	Loja	Sector	Límite Parroquia – Vía a Imbana		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9576025		Datum	WGS 1984
	E	705581		Observaciones	
	Altura (Z)	2442			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Roca Intrusiva		Color	Blanco grisáceo	
Nombre de la Roca	Granodiorita		Textura	Fanerítica	
Meteorización	Medio a alto		Estructura	Masiva	
Diaclasas	Medio		Tamaño de grano	Gruoso	
Minerales principales	Feldespato, cuarzo, biotita		Forma de los componentes	Irregulares y laminares	
Minerales secundarios	Minerales arcillosos (caolín)		Fenocristales (%)	0	Matriz (%) 100
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					
					

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	26/12/2020	No. Afloram.	27	No. Muestra	02
Código de la muestra	UGPJ-02				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla		
Cantón	Loja	Sector	La Chonta		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9570775		Datum	WGS 1984
	E	707435		Observaciones	
	Altura (Z)	1894			



DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA			
Formación	Unidad Chiguinda	Color	Gris		
Nombre de la Roca	Esquisto cuarcífero	Textura	Lepidoblástica a granoblástica		
Meteorización	Media	Estructura	Bandeada		
Diaclasas	Media	Tamaño de grano	Medio a grueso		
Minerales principales	Moscovita, cuarzo meteorizado	Forma de los componentes	Laminares y angulosos		
Minerales secundarios	Limonita, manganita, grafito	Fenocristales (%)	50	Matriz (%)	50
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	26/12/2020	No. Afloram.	31	No. Muestra	54
Código de la muestra	UGPJ-54				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá		
Cantón	Loja	Sector	La Chonta		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9571397	Datum	WGS 1984	
	E	706737	Observaciones		
	Altura (Z)	1894			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA			
Formación	Unidad Chiguinda	Color	Gris oscuro		
Nombre de la Roca	Esquisto grafitoso	Textura	Lepidoblástica		
Meteorización	Media a alta	Estructura	Laminar		
Diaclasas	Alto	Tamaño de grano	Fino		
Minerales principales	Grafito y moscovita	Forma de los componentes	Laminares		
Minerales secundarios	Sericita	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	26/12/2020	No. Afloram.	37	No. Muestra	08
Código de la muestra	UGPJ-08				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla		
Cantón	Loja	Sector	La Chonta		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9571859	Datum	WGS 1984	
	E	705496	Observaciones		
	Altura (Z)	1905			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Unidad Huacapamba	Color	Gris de grafito de claro a oscuro		
Nombre de la Roca	Esquisto sericitico o grafitico	Textura	Lepidoblástica		
Meteorización	Alto	Estructura	Foliada		
Diaclasas	Medio	Tamaño de grano	Fino		
Minerales principales	Grafito, moscovita	Forma de los componentes	Laminares y astillosos		
Minerales secundarios	Sericita	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	27/12/2020	No. Afloram.	42	No. Muestra	10



Código de la muestra		UGPJ-10			
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá		
Cantón	Loja	Sector	San Juan		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9572646	Datum	WGS 1984	
	E	704110	Observaciones		
	Altura (Z)	1962			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Unidad tres Lagunas	Color	Blanco cremoso pálido		
Nombre de la Roca	Granitoide	Textura	Granoblástica a lepidoblástica		
Meteorización	Alta	Estructura	Bandeada		
Diaclasas	Alta	Tamaño de grano	De fino a medio		
Minerales principales	Minerales de lo que fue el granito (felsdespato), cuarzo	Forma de los componentes	Alargados e irregulares, astilloso		
Minerales secundarios	Limonita, moscovita, manganita	Fenocristales (%)	20 a 30	Matriz (%)	70
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					
					

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	26/12/2020	No. Afloram.	45	No. Muestra	12
Código de la muestra		UGPJ-12			
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá		
Cantón	Loja	Sector	San Antonio		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9573229	Datum	WGS 1984	
	E	704057	Observaciones		
	Altura (Z)	1958			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Roca Intrusiva	Color	Blanco grisáceo		
Nombre de la Roca	Granodiorita	Textura	Fanerítica		
Meteorización	Medio a alto	Estructura	Masiva		



Diaclasas	Medio	Tamaño de grano	Grueso		
Minerales principales	Cuarzo, feldespato y biotita	Forma de los componentes	Irregulares y laminares para la mica		
Minerales secundarios	Minerales arcillosos (caolín)	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					
					

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	03/01/2021	No. Afloram.	80	No. Muestra	30
Código de la muestra	UGPJ-30				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá		
Cantón	Loja	Sector	Las Palmas		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	95738114.68	Datum	WGS 1984	
	E	700092.52		Observaciones	
	Altura (Z)	2131			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Roca Intrusiva	Color	Gris verdoso		
Nombre de la Roca	Diorita	Textura	Fanerítica		
Meteorización	Baja a media	Estructura	Masiva		
Diaclasas	Media	Tamaño de grano	Medio		
Minerales principales	Feldespatos, cuarzo, hornblenda	Forma de los componentes	Irregular		
Minerales secundarios	Pirolusita	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	03/01/2021	No. Afloram.	86	No. Muestra	
Código de la muestra	UGPJ-34				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá		
Cantón	Loja	Sector	Illinzhapa		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9577730	Datum	WGS 1984	
	E	699330	Observaciones		
	Altura (Z)	2243			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Roca Intrusiva	Color	Gris claro		
Nombre de la Roca	Granodiorita	Textura	Fanerítica		
Meteorización	Baja	Estructura	Masiva		
Diaclasas	Alto	Tamaño de grano	Medio		
Minerales principales	Cuarzo, feldespatos, biotita	Forma de los componentes	Irregular y laminar para micas		
Minerales secundarios	Minerales arcillosos	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	30/01/2021	No. Afloram.	88	No. Muestra	36
Código de la muestra	UGPJ-36				



DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla		
Cantón	Loja	Sector	Huacapamba		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9569631.27	Datum	WGS 1984	
	E	703260.57	Observaciones		
	Altura (Z)	2398			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Unidad Huacapamba	Color	Gris oscuro verdoso		
Nombre de la Roca	Esquisto anfibolítico	Textura	Lepidoblástica		
Meteorización	Bajo	Estructura	Bandeada		
Diaclasas	Medio	Tamaño de grano	Fino		
Minerales principales	Anfibol	Forma de los componentes	Laminares y alargados		
Minerales secundarios	Moscovita, grafito	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					
					

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	31/01/2021	No. Afloram.	94	No. Muestra	43
Código de la muestra	UGPJ-43				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla		
Cantón	Loja	Sector	Los Molinos		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9570619	Datum	WGS 1984	
	E	698245	Observaciones		
	Altura (Z)	2208			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Unidad tres Lagunas	Color	Gris claro verdoso		
Nombre de la Roca	Granitoide esquistoso	Textura	Lepidoblástica a Nematoblástica (para componentes prismáticos)		
Meteorización	Medio a alto	Estructura	Bandeada		
Diaclasas	Medio	Tamaño de grano	Fino		



Minerales principales	Feldespato, cuarzo	Forma de los componentes	Irregulares y alargados		
Minerales secundarios	Limonita, moscovita	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					
					

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	06/01/2021	No. Afloram.	96	No. Muestra	44
Código de la muestra	UGPJ-44				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla		
Cantón	Loja	Sector	Sevilla de Oro		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9569287		Datum	WGS 1984
	E	697251			
	Altura (Z)	2106		Observaciones	
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Unidad Agoyán	Color	Verde pálido amarillento		
Nombre de la Roca	Esquisto biotítico	Textura	Lepidoblástico		
Meteorización	Medio	Estructura	Bandeada		
Diaclasas	Medio	Tamaño de grano	Fino		
Minerales principales	Biotita, moscovita, cuarzo	Forma de los componentes	Alargados a laminares y como muestra alargado astilloso		
Minerales secundarios	Limonita	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					
					



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	31/01/2021	No. Afloram.	97	No. Muestra	45
Código de la muestra	UGPJ-45				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá		
Cantón	Loja	Sector	Sevilla de Oro – Naciente quebrada Sevilla		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9569662	Datum	WGS 1984	
	E	698512	Observaciones		
	Altura (Z)	2341			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Unidad Quebrada el Volcán	Color	Gris verdoso		
Nombre de la Roca	Andesita metamorfozada	Textura	Lepidoblástica		
Meteorización	Media	Estructura	Bandeada		
Diaclasas	Mínima	Tamaño de grano	Fino a medio		
Minerales principales	Epidota, hornblenda, feldespatos	Forma de los componentes	Alargados, prismáticos, aciculares (agujas)		
Minerales secundarios	Moscovita, limonita	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					
					

FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	13/02/2021	No. Afloram.	104	No. Muestra	49
Código de la muestra	UGPJ-49				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá		
Cantón	Loja	Sector	Huacapamba - Quebrada San Isidro		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9567890	Datum	WGS 1984	
	E	702547	Observaciones		
	Altura (Z)	2675			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		



Formación	Unidad Monte Olivo	Color	Plomo amarillenta		
Nombre de la Roca	Esquisto anfibolítico	Textura	Lepidoblástica		
Meteorización	Media	Estructura	Laminar		
Diaclasas	Bajo	Tamaño de grano	Fino a medio		
Minerales principales	Grafito, moscovita, anfíbol	Forma de los componentes	Laminares		
Minerales secundarios	Cuarzo	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100

FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	13/02/2021	No. Afloram.	105	No. Muestra	48
Código de la muestra	UGPJ-48				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbilla		
Cantón	Loja	Sector	Huacapamba - Quebrada San Isidro		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9567797	Datum	WGS 1984	
	E	702499	Observaciones		
	Altura (Z)	2276			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Unidad Monte Olivo	Color	Gris verdoso		
Nombre de la Roca	Esquisto anfibolítico y cuarcífero	Textura	Lepidoblástica		
Meteorización	Bajo	Estructura	Foliada a esquistosa		
Diaclasas	Bajo	Tamaño de grano	Fino		
Minerales principales	Anfíbol, cuarzo, biotitas y material carbonáceos	Forma de los componentes	Laminares alargados y tabular como muestra		
Minerales secundarios	Cuarzo	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					



FICHA PARA CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS A NIVEL MACROSCÓPICO					
Fecha	13/02/2021	No. Afloram.	109	No. Muestra	52
Código de la muestra	UGPJ-52				
DATOS DE UBICACIÓN					
Provincia	Loja	Parroquia	Jimbillá		
Cantón	Loja	Sector	Sevilla de Oro		
Coordenadas UTM (WGS84)	N	9569531.87	Datum	WGS 1984	
	E	696831.6	Observaciones		
	Altura (Z)	1955			
DATOS GENERALES Y CONTENIDO MINERAL			DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
Formación	Unidad Agoyán	Color	Gris verdoso		
Nombre de la Roca	Esquisto con características de paragneis	Textura	Granoblástica a nematoblástica		
Meteorización	Media	Estructura	Bandeada		
Diaclasas	Alto	Tamaño de grano	Fino a medio		
Minerales principales	Cuarzo, feldspatos, hornblenda	Forma de los componentes	Prismáticos y laminares		
Minerales secundarios	Limonita, sericita	Fenocristales (%)	0	Matriz (%)	100
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA					



*Anexo 9. Mapa de Pendientes (CD
N°2).*



*Anexo 10. Mapa de Uso Actual del
Suelo (CD N° 2).*



*Anexo 11. Mapa de Puntos de
Levantamiento de fichas Litológicas y
Geomorfológicas (CD N° 2).*



*Anexo 12. Mapa Geomorfológico –
Macrorelieve (CD N° 2).*



*Anexo 13. Mapa Geomorfológico –
Mesorelieve (CD N° 2).*