



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIEROS EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGO.

TEMA:

DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS SEGURAS ANTE EL FLUJO DE LAHARES
POR DERRETIMIENTO DEL GLACIAR DEL CHIMBORAZO, EN LA
COMUNIDAD SANTA LUCIA DE CHUQUIPOGYO, PARROQUIA SAN
ANDRÉS, CANTÓN GUANO.

AUTORES:

EDGAR MANUEL GAVILÁNEZ PAREDES
CÉSAR DAVID PACA ACAN

TUTOR:

ING. CARLOS SANPEDRO OCAMPO LEÓN, MSc.

GUARANDA – ECUADOR

2020

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN EJECUTIVO	IV
ABSTRACT	V
INTRODUCCION	V
CAPITULO I	3
1. EL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del Problema	3
1.2. Formulación del Problema	4
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5. LIMITACIONES	6
CAPITULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS	12

2.3.	BASE LEGAL	24
2.4.	CARACTERÍSTICAS DEL CHIMBORAZO	28
2.5.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS (GLOSARIO)	34
2.6.	DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE VARIABLES	39
CAPITULO III		42
3.	MARCO METODOLÓGICO	42
3.1.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	43
3.2.	DISEÑO	43
3.3.	POBLACION Y MUESTRA	44
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.4.1.	TECNICAS	45
3.4.2.	INSTRUMENTO:	46
3.5.	TÉCNICA DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS	46
3.6.	Desarrollo de la Metodología del Primer Objetivo	47
3.7.	Desarrollo de la Metodología del Segundo Objetivo:	49
3.8.	Desarrollo de la Metodología del Tercer Objetivo:	52
CAPITULO IV		61
4.	RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	61
4.1.	RESULTADOS DEL OBJETIVO I	61

4.2.	RESULTADOS DEL OBJETIVO II	70
4.3.	RESULTADOS DEL OBJETIVO III	74
5.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	79
5.1.	DEFINICIÓN DE LOS RECURSOS CON LOS QUE SE LLEVA A CABO LA INVESTIGACIÓN	79
5.2.	CRONOGRAMA	80
5.3.	PRESUPUESTOS	82
CAPITULO V		83
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
6.1.	CONCLUSIONES	83
6.2.	RECOMENDACIONES	85
6.3.	DEFINICIÓN Y REDACCIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	86
6.4.	ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1.	Actividad Eruptiva Reciente del Volcán Chimborazo.....	16
Tabla 2.	Tipos de Sismos.	18
Tabla 3	.Actividad Sísmica Registrada en el Año 2019	18
Tabla 4.	Estación Meteorológica	19
Tabla 5.	Temperaturas y Precipitaciones del Año (2012 – 2019).....	20
Tabla 6.	Temperaturas Promedio y Precipitaciones por año, del periodo (2012 – 2019)	20

Tabla 7. Variación e Influencia del Cambio Climático en el Glaciar del Volcán Chimborazo- Ecuador.	21
Tabla 8. Periodos eruptivos del volcán Tungurahua.....	23
Tabla 9. Operacionalización de la Variable Dependiente.....	40
Tabla 10. Operacionalización de Variables Independiente.....	41
Tabla 11. Pendientes de la trayectoria del Lahar	49
Tabla 12. Datos del Área de Afectación ante el Flujo de Lahares.....	51
Tabla 13. Composición Litológica, Formaciones y Eras.	53
Tabla 14. Descripción de pendientes con rangos de escala.	54
Tabla 15. Clasificación de los Peligros Volcánicos de la Comunidad.....	54
Tabla 16. Uso de Suelo, que se ha dado por la Población al Área de Estudio.....	55
Tabla 17. Clasificación de la Textura del Suelo.	55
Tabla 18. Conflicto en el Uso del Suelo.	56
Tabla 19. Erosión del Suelo	57
Tabla 20. Clasificación de Peligros del Volcán Chimborazo	58
Tabla 21. Clasificación de los Peligros Volcánicos de la Comunidad.....	58
Tabla 22. Descripción Geomorfológica.....	62
Tabla 23. Descripción de Pendientes	63
Tabla 24. Procesos Geodinámicas	63
Tabla 25. Descripción de los Factores Climáticos.....	64
Tabla 26. Uso de Suelo	64
Tabla 27. Registro de Eventos de Flujo de Lahares.....	67
Tabla 28. Información Base de la Comunidad.....	67

Tabla 29. Recursos de la Comunidad.....	68
Tabla 30. Sistema de Agua Potable	68
Tabla 31. Energía Eléctrica.....	68
Tabla 32. Eliminación de Excretas	69
Tabla 33. Coordenadas de la Zona Segura.....	71
Tabla 34. Coordenadas del Punto de Encuentro “1”.....	72
Tabla 35. Coordenadas del Punto de Encuentro “2”	72
Tabla 36. Escenario de Riesgo de la Comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo.	73
Tabla 37. Afectación de Recursos y líneas vitales.....	77
Tabla 38. Características de las Zonas Seguras.	78
Tabla 39. Presupuesto para el Proyecto de Investigación	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Trayectoria del flujo de lahar por la quebrada Yambo Rumi.....	10
Figura 2. Parte baja de Flota Pampa, se aprecia que la quebrada gana pendiente haciéndose más profunda y ancha.....	10
Figura 3. Red de monitoreo Instrumental del volcán Chimborazo.....	17
Figura 4. Sección esquemática mostrando la estructura del Chimborazo.	31
Figura 5. Vista panorámica tomada desde el “plateau” de tefras al occidente del volcán, muestra la forma de un estrato cono simple.....	31
Figura 6. Vista panorámica Sur del nevado, se observan las tres cumbre: Whympen (6268m), Politécnica (5850 m) y Nicolás Martínez (5650 m).	31
Figura 7. Distribución de la masa glaciaria.	33
Figura 8. Agentes comunitarios	69

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa de ubicación del volcán Chimborazo.....	29
Mapa 2: Comunidad Santa Lucia Chuquipogyo.....	61
Mapa 3: Mapa de afectación de recursos – Santa Lucia de Chuquipogyo.....	70
Mapa 4. Delimitación de zonas seguras ante el flujo de lahares por derretimiento del glaciar del volcán Chimborazo en la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.....	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Mapa de los peligros volcánicos asociado al Volcán Chimborazo.....	95
Anexo 2: Guía de Observación.....	98
Anexo 3: Fotografías de la ruta del flujo de Lahar 2016, Quebrada Yambo Rumi.	102
Anexo 4: Mapa de Pendiente, Trayectoria del Lahar, Santa Lucia de Chuquipogyo. ...	108
Anexo 5: Mapa geológico de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.....	109
Anexo 6: Mapa de pendiente de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo	110
Anexo 7: Mapa de afectación de la red vial asociados a peligros volcánicos de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.....	111
Anexo 8: Mapa de uso de suelo de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.....	112
Anexo 9: Mapa de textura de suelo de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo	113
Anexo 10: Mapa conflicto – uso de suelo, comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo...	114
Anexo 11: Mapa de erosión de suelo de la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo ..	115
Anexo 12: Mapa de peligros asociados al volcán Chimborazo.....	116
Anexo 13: Mapa de recursos afectados por peligros asociados al volcán Chimborazo.	117
Anexo 14: Mapa de Ruta de flujo de lahares 2016 – Quebrada Yambo Rumi	118

CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación, presentada por los señores Edgar Manuel Gaviláñez Paredes, con C.I 0202389557, Cesar David Paca Acán, con C.I 0604791830, cuyo título es: **“DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS SEGURAS ANTE EL FLUJO DE LAHARES POR DERRETIMIENTO DEL GLACIAR DEL CHIMBORAZO, EN LA COMUNIDAD SANTA LUCIA DE CHUQUIPOGYO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN GUANO”** ;previo a la obtención del Título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, considero que la tesis reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación pública y revisión, por lo que solicito respetuosamente se dé el trámite correspondiente.

En la ciudad de Guaranda, 2020.

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored background. The signature is cursive and appears to read 'Carlos Sanpedro Ocampo León'.

Ing. Carlos Sanpedro Ocampo León, MSc.

TUTOR

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza, voluntad, sabiduría e inteligencia durante el transcurso de la carrera y culminar con éxito.

A mis padres, Amada y Víctor, por ser parte fundamental de mi preparación, demostrándome con su ejemplo la perseverancia y nunca rendirse ante los problemas que se nos presenten, ellos que me brindaron su apoyo incondicional durante todo el proceso de la carrera.

A mis hermanos, David y José, que siempre estuvieron para apoyarme, motivarme y nunca decaer, a lo largo de esta etapa de mi vida.

Edgar Manuel Gavilánez Paredes

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de preparación.

A mis padres Segundo y Asunción que han sido el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como en la vida, por su incondicional apoyo en todo tiempo, los amo con todo mi corazón.

A mis hermanos Ángel, María, Rosa, Luis, Henry, Katty, por ser un ejemplo, del cual aprendí muchas cosas, así como también por apoyarme en aquellos momentos cuando más los necesitaba, gracias por siempre estar a mi lado apoyándome, los quiero mucho y les agradezco desde lo más profundo de mi corazón.

Cesar David Paca Acan

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por su apoyo incondicional durante el proceso de elaboración del presente trabajo y alcanzar una etapa de profesionalismo en mi vida.

También quiero agradecer, a la Universidad Estatal de Bolívar, por enriquecerme de conocimiento, por parte de los docentes que conforman la Escuela de Gestión de riesgos, y haberme dado la oportunidad de formarme como profesional.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, a la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo, por brindarnos la apertura y poder realizar nuestro proyecto de investigación con su apoyo.

Finalmente mi más profundo agradecimiento, al Ing. Carlos Ocampo, tutor de tesis, principal colaborador en todo el proceso, quien con su dirección conocimiento experiencia y enseñanza nos supo guiar para la elaboración de este proyecto de investigación.

Edgar Manuel Gavilánez Paredes

A mi familia quienes me han brindado todo su apoyo incondicional durante este proceso y alcanzar una meta más mi vida.

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Escuela de Administración Para Desastres y Gestión de Riesgos, por darme la oportunidad de formarme como profesional para mi diario vivir.

A mis docentes a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias por su paciencia y enseñanza.

Finalmente, un especial agradecimiento al Ing. Carlos Ocampo, por su tiempo, asesoría, dedicación, paciencia y su calidad humana que ha sido fundamental para llevar a cabo y poder culminar el presente proyecto investigativo.

Cesar David Paca Acan

RESUMEN EJECUTIVO

La incidencia de factores externos en el casquete glaciar del volcán Chimborazo ha provocado los constantes flujos de Lahares secundarios que descienden por la quebrada Yambo Rumi afectando a la comunidad. El presente proyecto de investigación se enfoca en, Delimitar Zonas Seguras ante el Flujo de Lahares por Derretimiento del Glaciar del Volcán Chimborazo en la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo, debido al riesgo frente a este suceso. Se estableció levantar la línea base, determinar zonas seguras, mapear la zona segura.

En el desarrollo de la metodología se aplicó el método cualitativo/histórico que comprendió en describir las variables de estudio; flujos de Lahares y zonas seguras. Aplicando las técnicas de observación directa, fotografías y revisión bibliográfica, permitió describir el contexto natural de la comunidad y su escenario de riesgo, Mediante la utilización del Software ArcGis 10.3 se elaboró, mapas de factores geográficos (geológicos, pendiente, vial, recursos) y de tipos de suelos (uso de suelo, textura de suelo). Pendiente de la trayectoria de Lahar.

Al establecer las rutas de Lahares que se produjo en el 2016 por la quebrada Yambo Rumi y tomando en consideración el mapa de peligros volcánicos asociados al volcán Chimborazo, y el escenario de riesgos de la comunidad, se pudo interpolar la información y mapear la zona segura y sus rutas y puntos de encuentro en la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo, ubicada en un punto estratégico.

Palabras claves: Zonas Seguras, Factores Endógenos y Exógenos, Flujo de Lahares, Volcán Chimborazo, Santa Lucia de Chuquipogyo.

ABSTRACT

The incidence of external factors on the ice cap of the Chimborazo volcano has caused the constant flow of secondary lahars that descend the Yambo Rumi stream affecting the community. The present research project focuses on delimiting safe zones for the flow of lahars due to the melting of the Chimborazo volcano glacier in the community of Santa Lucia de Chuquipogyo, due to the risk of this event. It was established to raise the base line, determine safe zones, and map the safe zone.

In the development of the methodology, the qualitative/historical method was applied, which involved describing the study variables; lahar flows and safe zones. Applying the techniques of direct observation, photographs and bibliographic review, it allowed the description of the natural context of the community and its risk scenario. Through the use of ArcGis 10.3 software, maps of geographical factors (geological, slope, road, resources) and soil types (land use, soil texture) were elaborated. Slope of the Lahar trajectory.

By establishing the lahar routes that occurred in 2016 along the Yambo Rumi ravine and taking into consideration the map of volcanic hazards associated with the Chimborazo volcano, and the risk scenario of the community, it was possible to interpolate the information and map the safe zone and its routes and meeting points in the community of Santa Lucia de Chuquipogyo, located at a strategic point.

Keywords: Safe Zones, Endogenous and Exogenous Factors, Lahar Flow, Chimborazo Volcano, Santa Lucia de Chuquipogyo.

INTRODUCCION

En la actualidad nuestro planeta continúa sufriendo cambios extremos debido a los factores antrópicos, por la quema de combustibles, la deforestación, explotación de suelos, en consecuencia se da la degradación de la capa de ozono, la provocación del efecto invernadero, incremento de la temperatura en la superficie de nuestro planeta, movimientos de placas tectónicas desencadenando de esta forma el incremento de la presión interna incidiendo en la activación de los volcanes y por ende también en el derretimiento de los glaciares.

Nuestro país está ubicado en una zona conocida como el cinturón de Fuego del Pacífico, escenario de una fuerte actividad sísmica, está atravesado por una cadena montañosa conformado por 41 volcanes activos e inactivos. En el Ecuador, el cambio climático se puede evidenciar en el deshielo de los glaciares de las montañas, los cambios en los regímenes de lluvias, el incremento de la temperatura media en todo el país.

El presente proyecto de investigación, tuvo por objetivo la Delimitación de las Zonas Seguras ante el Deslizamiento de Flujo de Lahares del Chimborazo, por efectos naturales y antrópicos, que influye en el derretimiento del glaciar del nevado, producto de estos efectos se han presentado acontecimientos que han producido afectaciones a los sistemas de agua potable, vialidad, producción agrícola y ganadera, además de eso se ven expuestos varios recursos de la comunidad como Escuela Nevado Chimborazo, Centro Infantil del Buen Vivir (CIBV), Iglesia Católica y Estadio, a posibles eventos adversos.

La presente investigación está estructurada en V Capítulos, de tal manera que aborda lo siguiente:

En el capítulo I; Se presenta en la parte inicial, el planteamiento, formulación del problema, objetivos y justificación.

En el capítulo II; El Marco Teórico, se describe antecedentes de la investigación, bases teóricas científicas, base legal, contexto del Chimborazo y el área de estudio, definición de términos de estudios, se establece las variables y su operalización.

En el capítulo III; Marco Metodológico, consta el tipo de estudio, diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y desarrollo de la metodología.

En el capítulo IV; Presentación de resultados, en la que se muestra la línea base de la comunidad, mapas de suelos (uso de suelo, pendiente, erosión, conflictos, textura, geológico), recursos, afectación de la red vial, ruta del flujo de Lahares, peligros asociados al volcán, afectación de recursos, determinación de las zonas seguras y rutas de evacuación, mapear zonas seguras ante el flujo de Lahares del Chimborazo.

En el capítulo V; Se presenta las Conclusiones y Recomendaciones

Finalmente se incluye la Bibliografía y Anexos.

Esperamos que el presente trabajo, se constituya en una herramienta que contribuya al mejoramiento de la seguridad y bienestar de los moradores de la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo.

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA

1.1.Planteamiento del Problema

Frente a los cambios climáticos que se está presentando a nivel global, se infiere que existe efecto sobre el derretimiento acelerado del glaciar del Chimborazo, provocando el flujo de Lahares (concentración de piedras, palos, agua) una mezcla densa de lodo, que desde la parte superior del Chimborazo desciende por la quebrada Yambo Rumi, afectando a todas las comunidades que se encuentran a su paso, este evento ha venido presentándose en el transcurso del tiempo, teniendo relación con las altas temperaturas, y el fenómeno del niño.

Los Lahares se deben al deshielo del glaciar del Chimborazo, acelerados por el cambio climático (temperatura), el fenómeno de El Niño (precipitación) que es un evento cíclico, la ceniza del volcán Tungurahua. El derretimiento habría dado lugar a la formación de varias lagunas superficiales e interglaciares (bolsones de agua en el interior del glaciar y/o hielo muerto) que al acumular mucha agua se abrían desbordado y/o colapsado proporcionando grandes cantidades de agua en un tiempo corto dando lugar a la formación de estos Lahares secundarios. (IG-EPN, 2016)

La geomorfología del lugar, favorece a que adquiera mayor velocidad del flujo de Lahar producido por causas internas o externas, situando en gran peligrosidad a la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo que se encuentra a 3 kilómetros aproximadamente desde las faldas del Chimborazo. Los efectos que reside sobre la agricultura, sistema estructural, sistema de agua potable, vías, desencadena el subdesarrollo de la población.

La falta de estudios y ortofoto de las rutas de Lahares secundarios, dificulta la realización de mapeos de zonas seguras.

Al no contar con la delimitación de zonas seguras ante el flujo de Lahares la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo esta propensa a que se vea afectada por este fenómeno, a partir de esto se propone realizar la Delimitación de Zonas Seguras ante el Flujo de Lahares por Derretimiento del Glaciar del Chimborazo, para que pueda servir de base estratégica de planificación y planes de emergencia y contingencia.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuáles son las zonas seguras ante el flujo de Lahares por Derretimiento del Glaciar del Chimborazo, en la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo, Parroquia San Andrés, Cantón Guano?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Identificar Zonas Seguras ante el Flujo de Lahares, por Derretimiento del Glaciar del Chimborazo, en la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo, Parroquia San Andrés, Cantón Guano.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Levantar la línea base de la comunidad Santa de Lucia Chuquipogyo
- Determinar zonas seguras y rutas de evacuación ante el flujo de lahares (factores endógenos y exógenos) por derretimiento del glaciar del Chimborazo.
- Elaborar el mapa de Zonas Seguras ante el flujo de Lahares en la Comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo.

1.4.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo, ubicada al Suroeste en las faldas del volcán Chimborazo, ha sufrido múltiples afectaciones en cultivos, pastizales, infraestructuras, tuberías de sistema de agua potable, vialidad y entre otros recursos presentes en la localidad, por la presencia del Flujos de Lahares que se han presentado constantemente, a partir del mes de diciembre del año 2015 hasta la actualidad, por la influencia de varios factores como; cambio climático (variación de temperatura), fenómeno del niño (altas precipitaciones), cenizas volcánicas, que desencadenan los flujos de Lahares los cuales trascurren por la quebrada Yambo Rumi, los mismos que debido a la presencia de pendientes por la geomorfología del lugar adquieren una mayor velocidad volviéndolos aún más peligrosos.

Este escenario de constante amenaza y vulnerabilidad hace necesaria la Delimitación de Zonas Seguras, el cual permita prevenir y mitigar los riesgos, en la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo.

Delimitar Zonas Seguras ante el Flujo de Lahares, mediante un estudio de los factores endógenos y exógenos que intervienen el proceso del derretimiento acelerado del glaciar del volcán Chimborazo, será de gran importancia, debido a que, con la información obtenida mediante la investigación, se contara con los elementos necesarios para determinar un punto estratégico donde la población pueda acudir y permanecer temporalmente durante la emergencia.

Por tanto, la realización de este proyecto busca generar conocimiento en base al escenario de riesgo y la “Delimitación de Zonas Seguras ante el Flujo de Lahares por Derretimiento del Glaciar del Chimborazo, en la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo, Parroquia San Andrés, Cantón Guano”. Documento que se deja a disposición de las autoridades para la implementación de estrategias y planes de emergencia y contingencia.

1.5.LIMITACIONES

Para la realización de la siguiente investigación, ¿se pueden presentar algunas limitaciones?:

- Incumplimiento en la entrega de información para el desarrollo del proyecto.
- Carencia de información por parte de entidades gubernamentales.
- Factor climático (nubosidad, invierno, derrumbes) en las vías y en el área de estudio,
- Amenaza Biológica (Pandemia) COVID-19 imposibilita la accesibilidad al área para realizar el estudio de campo.
- Factor económico por la crisis COVID-19.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1.ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Estudios sobre la importancia de la Delimitación de Zonas Seguras.

(Erazo, 2016) Realiza un análisis de estudios técnicos previos para determinar zonas seguras en la comunidad frente a flujos de Lahares. Se demuestra que es necesario aplicar medidas de reducción de riesgos, establecer puntos seguros, frente la amenaza que proporciona los volcanes y sus Lahares.

2.1.1.1.Caso Colombia (Volcán Nevado del Ruiz)

La cabecera municipal de Herveo comprende una población aproximada de 1770 habitantes (en el año 2012), se localiza al NE del volcán Nevado del Ruiz, a una distancia aproximada de 26 km de su cráter, en zona de influencia de ceniza, gases, avalanchas y Lahares. Para la implementación de medidas de evacuación, en el informe del Municipio de Herveo (2012), se planteó realizar un estudio de la geomorfología y pendientes, se tomó en cuenta los rangos de clasificación de pendientes dados por CORTOLIMA (Corporación Autónoma Regional del Tolima) y el cálculo se realizó con la ayuda de un SIG (ILWIS 3.2). El resultado final fue la construcción de rutas de evacuación para dicha población en caso de generación de flujos de lodo.

La tragedia de Armero fue un desastre natural producto de la erupción del volcán Nevado del Ruiz el miércoles 13 de noviembre de 1985, afectando a los departamentos de Caldas y Tolima. Los flujos piroclásticos emitidos por el cráter del volcán fundieron cerca del 10% del glaciar de la montaña, produciendo Lahares, flujos de lodo, tierra y escombros productos de la actividad volcánica que descendieron por las laderas del Nevado a 60 km/h. Los lahares aumentaron su velocidad en los barrancos y se encaminaron hacia los cauces de los seis ríos que nacían en el

volcán. La población de Armero, ubicada a poco menos de 50 km del volcán, fue golpeada por dichos lahares, muriendo más de 30 000 de sus 31 000 habitantes. Las víctimas en otros pueblos, particularmente en los municipios de Chinchiná y Villamaría, aumentaron la cifra de muertos a más de 35 000. (Mileti, 2020)

2.1.1.2.Caso Perú (Volcán Misti)

El volcán Misti se encuentra a 18 km del centro de la ciudad de Arequipa, tiene aproximadamente 1 000 000 de habitantes (en el 2009). En los últimos años gran parte de la ciudad se ha desarrollado en áreas cercanas al volcán. Macedo (2009), Para la zonificación de los peligros volcánicos se efectuó una recopilación y posterior interpretación de toda la información geológica existente del volcán; análisis e interpretación geológica de fotografías aéreas e imágenes satelitales (Landsat TM y ASTER), y levantamiento cartográfico (geológico-volcanológico) a escala 1:25000 de productos volcánicos. El producto final de la zonificación fue el mapa de peligros volcánicos, que permitió evidenciar que varios sistemas vitales para el desarrollo de la comunidad (agua potable, hidroeléctricas, puentes, autopistas, etc.), se encuentran en áreas de alto peligro. El INGEMMET ha brindado asesoramiento permanente a las comunidades del sector, mediante: 1) la identificación de zonas de alto peligro volcánico;2) el establecimiento de los niveles de evacuación, priorizando las zonas de mayor peligro; y 3) el asesoramiento en la identificación de óptimas y seguras rutas de evacuación a nivel distrital y provincial, además, de los puntos de albergues.

2.1.1.3. Caso Ecuador (Volcán Cotopaxi)

El volcán Cotopaxi, a 40 km al S de Sangolquí (Ecuador), inició un proceso de desequilibrio y erupción en el 2015. Erupciones históricas, como la de 1877, han afectado al cantón Rumiñahui, debido al descenso de Lahares por los drenajes Santa Clara, San Pedro y Pita. En la

actualidad, las zonas afectadas se encuentran pobladas y presentan infraestructuras críticas propias del desarrollo del cantón y de la región. Con el fin de reducir el riesgo de desastre para vidas humanas, el presente estudio generó una metodología para determinar sitios seguros en caso de ocurrencia del evento, para la denominada zona 6 (Selva Alegre) del cantón Rumiñahui. Esta metodología comprende el análisis morfo estructural, morfo climático y morfo métrico de la cuenca y río Santa Clara, y la identificación de los depósitos del Lahar asociados con la erupción de 1877. De acuerdo con los resultados del análisis, existirá una pérdida de energía de los Lahares al fluir por el río Santa Clara, mientras que si se moviliza por la planicie de inundación la energía aumentará. La cuenca del Santa Clara es erosiva y tiene forma alargada, por lo que se puede considerar que no depositará, ni concentrará volúmenes del flujo, sino que fluirá e incorporará el material erosionado. Por los depósitos encontrados de 1877 y tomando en cuenta la inclinación del terreno, se determina que las terrazas y las zonas planas son los lugares que deben ser evacuados. Zonas seguras son las colinas y paisajes ondulados. (Erazo, 2016)

En los estudios antes analizados se menciona la necesidad de establecer rutas de evacuación y zonas seguras frente al potencial peligro de flujos de Lahares. Evento que causa daños a elementos vitales para el desarrollo de una comunidad/población. (Erazo, 2016)

2.1.1.4.Caso Flujo de Lahar Volcán Chimborazo - Ecuador

Entre diciembre 2015 y abril 2016 al menos 4 Lahares secundarios han sido reportados en la quebrada Yambo Rumi al suroriente del volcán Chimborazo amenazando a varias comunidades y destruyendo zonas de cultivo y ganadería, vías de comunicación, un tramo de la vía del tren de Hielo y el tramo 146,5 del poliducto de PetroEcuador. **Anexo 1:** Mapa de los peligros volcánicos asociado al Volcán Chimborazo.

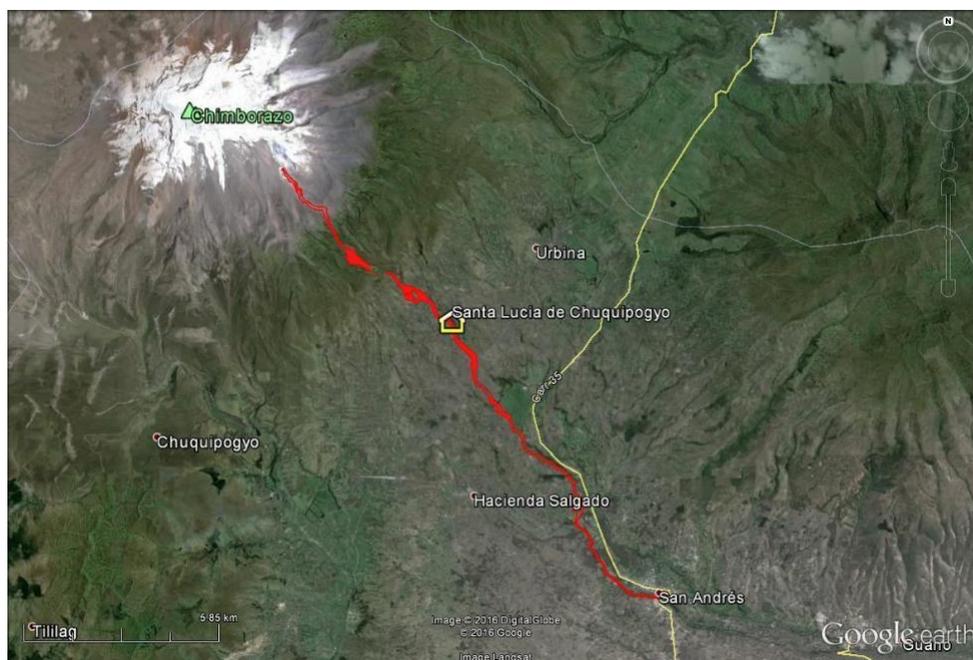


Figura 1. En rojo se aprecia la trayectoria del flujo de Lahar por la quebrada Yambo Rumi.
Fuente: (IG-EPN, Informe Anual del Volcàn Chimborazo, 2020)

Por otra parte, el Ing. Francisco Vascones, la contraparte técnica del Instituto Geofísico, señaló que los Lahares más grandes han tenido un volumen entre 300 mil y 700 mil m³ (≈ 30 mil a 70 mil volquetas llenas de material pétreo) y un caudal pico de entre 100 y 150 m³/s.



Figura 2. Parte baja de Flota Pampa, se aprecia que la quebrada gana pendiente haciéndose más profunda y ancha, y luego el mismo llega a una zona de inundación donde cubrió la vegetación y afectó a una casa.
Fuente: (IG-EPN, Informe Anual del Volcàn Chimborazo, 2020)

También explicó que la ceniza del volcán Tungurahua, 40 km al occidente del Chimborazo, en erupción desde 1999 podría ser también responsable de la reducción de los glaciares del Chimborazo debido a que el depósito de ceniza sobre el glaciar puede producir un cambio en el albedo. Particularmente, el periodo eruptivo de noviembre del 2015 (un mes antes de la ocurrencia de los primeros Lahares) fue una de las erupciones con mayor emisión de ceniza (80-160 g/m² sobre el glaciar) desde que se tiene registro de alta precisión de este fenómeno (2010).

Vásconez resaltó los resultados encontrados por el Dr. Luis Maisincho, experto meteorólogo del INAMHI, quien encontró que el 2015 fue el segundo año más caliente en el registro (2005-2015), año que además estuvo marcado por la ocurrencia del fenómeno de El Niño, presente en Ecuador desde junio. El Niño amplifica los efectos adversos del clima sobre los glaciares. Esta perturbación provocó que el 2015 presente máximos inéditos en las series climáticas registradas a 4900m de altura desde hace 11 años. El incremento de temperatura sobre la superficie de nieve/hielo provoca el derretimiento acelerado del casquete glaciar (incremento en la tasa de fusión), por tanto, mayor cantidad de agua líquida saliendo del mismo.

De manera general se concluye que el origen de los Lahares se debe al deshielo de los glaciares del Chimborazo, acelerados por el cambio climático, el fenómeno de El Niño es un evento cíclico, en el 2015 fue uno de los factores que intervino y la ceniza del Tungurahua, particularmente los periodos de noviembre 2015 y febrero-marzo 2016. Estos habrían dado lugar al derretimiento y la formación de varias lagunas superficiales e intraglaciares (bolsones de agua en el interior del glaciar y/o hielo muerto) que al acumular mucha agua se abrían desbordado y/o colapsado proporcionando grandes cantidades de agua en un tiempo corto dando lugar a la formación de estos Lahares secundarios. El derretimiento acelerado de los glaciares del

Chimborazo aumenta la probabilidad de generar nuevos Lahares secundarios, no sólo en la quebrada Yambo Rumi, sino también en otras quebradas alrededor del volcán. (IG-EPN, 2016)

2.2.BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS.

2.2.1. Gestión de Riesgos

Enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza a través de una secuencia de actividades humanas que incluyen la identificación, el análisis y la evaluación de riesgo, para luego establecer las estrategias. (Laskurain, 2019)

2.2.2. Reducción de Riesgos

Medidas compensatorias dirigidas a cambiar o disminuir las condiciones de riesgo existentes. Son medidas de prevención-mitigación y preparación que se adoptan con anterioridad de manera alternativa, prescriptiva o restrictiva, con el fin de evitar que se presente un fenómeno peligroso, o para que no generen daños, o para disminuir sus efectos sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente. (Allan, 2015)

2.2.3. Zona Segura

Zona identificada y adecuadamente señalizada, con baja exposición y susceptibilidad ante una amenaza determinada. (SNGRE, 2018)

2.2.4. Ruta de evacuación

Es aquel trayecto seguro que utilizarán las personas para salir de un determinado lugar en caso de que ocurra cualquier evento que interrumpe el curso normal de las actividades y que puede poner en peligro la vida de los involucrados. (Civil, 2019)

2.2.5. Zonas de Riesgo

Son áreas que están más expuestas dentro de una zona de amenaza, los poblados que están más cercanos al volcán y que estén en el curso de quebradas de flujos de Lahares tienen un mayor riesgo de afectación. (UNDRR, 2015)

2.2.6. Geografía

La geografía es la ciencia del territorio, entendido este como una construcción social y resultado de las interacciones e interdependencias entre naturaleza y sociedad, que analiza, explica y representa los diversos paisajes y espacios de la Tierra. (López, 2015)

2.2.7. Lahar

Palabra de origen indonesio, que se utiliza para tipos de depósito de origen volcánico, los mismos que se caracterizan por ser flujos de barro, compuestos por ceniza y derrubios volcánicos saturados de agua. Estos se producen cuando el calor producido en las zonas del cono volcánico derrite campos de nieve y la saturación de agua produce deslizamientos de material volcánico que desciende pendiente abajo, normalmente siguiendo los cauces de los ríos. (Revollo, 2015)

2.2.8. Origen de los Lahares

Los Lahares son mezclas de detritos rocosos movilizadas por agua, que fluyen rápidamente y se originan en las pendientes de los volcanes. Sus propiedades físicas están controladas por el tamaño de los detritos y el contenido de agua. Las velocidades de Lahares históricos varían ampliamente debido a diferencias en las dimensiones de los canales, volumen y distribución del tamaño de los detritos. (Delgado, 2016)

Pueden ser generados de muchas maneras: Lahares Primarios (asociados con erupciones).

1. Mezcla de escombros de roca y agua en las laderas de un volcán.
2. Explosiones volcánicas que desaguan lagunas cratéricas.

3. Aguaceros torrenciales que mezclan agua con tefra recién depositada u otro material no consolidado.
4. Ocurrencia simultánea de tormentas y columnas eruptivas.
5. Flujos piroclásticos al ingresar a ríos e incorporar agua.

En el caso de Lahares secundarios (asociados indirectamente con erupciones).

- 1) Lluvia de tefra asociada con un incremento en el coeficiente de escorrentía.
- 2) Transformación de avalanchas de escombros saturadas en agua.
- 3) Destrucción repentina de represas formadas por flujos de lava, avalanchas de escombros, flujos piroclásticos y desbordamiento o derrumbe de bordes cratéricos.
- 4) Iniciados por sismos.

2.2.9. Efectos de los Lahares.

Los Lahares amenazan vida y propiedades tanto en los volcanes como en los valles que los drenan. Debido a su alta densidad y a su velocidad, los Lahares pueden destruir a la vegetación, campos de cultivo y obras de infraestructura, o bien, sepultarlos profundamente y rellenar cauces de río. El aumento en la sedimentación puede afectar la capacidad de navegación de algunos canales.

Debido a que los Lahares fluyen por los valles, las áreas de mayor peligro pueden ser identificadas fácilmente. Por ejemplo, los Lahares pueden viajar grandes distancias valle abajo a gran velocidad, cubriendo grandes áreas con materiales pesados. Al parecer, los Lahares son mucho más peligrosos que los flujos piroclásticos, pues aunque se mueven más lentamente y siguen un camino más predecible, el peligro continúa por varios meses después de la erupción.

(Delgado, 2016)

2.2.10. Factores Detonantes Endógenos y Exógenos de Flujo de Lahares del Chimborazo

2.2.10.1. Factores Detonantes Endógenos

La dinámica del interior de la Tierra es la que guía los procesos geológicos más espectaculares, y del mismo modo, los más pavorosos: terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis o el movimiento de los continentes, entre otros. Del mismo modo, la dinámica interna de la Tierra es la causa del movimiento de las placas en la superficie de la Tierra. El movimiento de las placas, y todos los procesos asociados, están englobados dentro de la rama de la geología denominada Tectónica. (Ainhoa, 2015)

2.2.10.1.1. Erupciones volcánicas

La erupción es el resultado de la llegada del magma a la superficie del planeta. El magma puede llegar directamente desde la zona de generación, situada a 70-100 Km. de profundidad, ascendiendo por fracturas abiertas durante fases distintivas de la corteza. Otras veces lo hace después de haber reposado en cámaras magmáticas, interviniendo en el inicio de la erupción diferentes procesos de desgasificación, mezclas de magmas y de la actividad tectónica. (Angeles, Ortiz, & Marrero, 2016)

ACTIVIDAD ERUPTIVA RECIENTE DEL VOLCAN CHIMBORAZO			
Épocas Geológicas		Contenido	Información obtenida de:
PERIODO	Actividad del Pleistoceno Tardío.	El flanco occidental del complejo volcánico (en la zona de Totorillas) exhibe afloramientos de caídas de tefras andesíticas y dacíticas entre 5 y 75 cm de espesor. Estos depósitos indican actividad explosiva y recurrente durante el Pleistoceno Tardío.	(Guzmán, 2018)

	Actividad del Pleistoceno Tardío al Holoceno.	Durante este periodo encontraron un depósito de caídas Plinianas. Este evento explosivo, fue diferenciado por un nivel de depósitos re trabajados, del evento de colapso. Los depósitos del lahar rojo no muestran ninguna relación con un evento volcánico; se cree que estos flujos de escombros están asociados a un evento climático. Los lahares rojos tendrían una edad entre 10 y 5 ka AP (Eissen et al., 2006).	
	Actividad Holocena.	Durante el Holoceno, la actividad del Chimborazo ha estado caracterizada por al menos 7 eventos eruptivos entre ~8000 y ~1000 años AP (Barba et al., 2008) de pequeña magnitud cuyos depósitos cubren los flancos N y E del edificio actual y las morrenas asociadas al último avance glacial (Eissen et al., 2006). Dado que la última erupción ocurrió entre los siglos 5 y 7, el intervalo de tiempo promedio entre los eventos es de aproximadamente 1000 años, el Chimborazo es considerado como un volcán potencialmente peligroso (Barba et al., 2008).	

Tabla 1. Actividad Eruptiva Reciente del Volcán Chimborazo

Fuente: (Guzmán, 2018)

Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca

2.2.10.1.2. Sismos

La Sismología es la rama de la Geofísica que tiene por objeto el estudio de los terremotos. Los sismos de origen volcánico se deben al movimiento de fluidos en el sistema volcánico. Para medir los sismos debidos a la actividad volcánica se utilizan redes con equipos portátiles y telemétricos localizadas sobre el volcán y en sus cercanías. La captación y el registro de las señales sísmicas se realizan mediante sismógrafos.

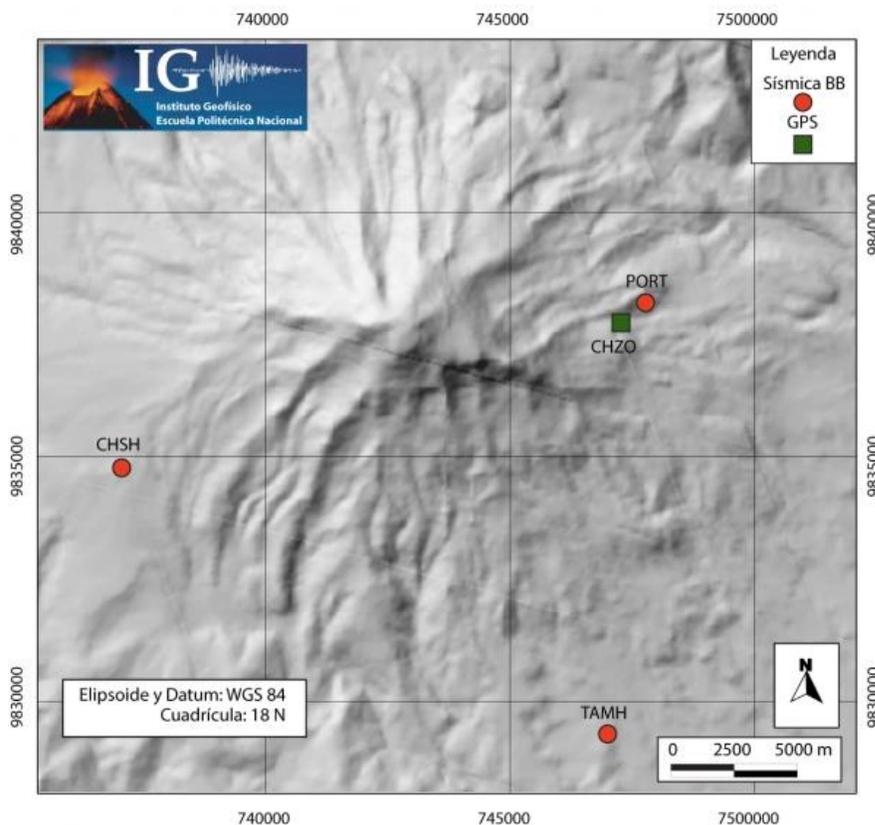


Figura 3. Red de monitoreo Instrumental del volcán Chimborazo
Fuente: (IG-EPN, Informe Anual del Volcán Chimborazo, 2020)

Los terremotos volcánicos se clasifican en: a) Sismos volcano-tectónicos, asociados a la fracturación que se producen como respuesta a cambios de esfuerzos en las áreas activas por movimiento de fluidos. Su frecuencia generalmente es > 5 Hz. b) Sismos de largo período que se atribuyen a la resonancia en grietas, cavidades y conductos, debido a cambios de presión en los fluidos que existen en los volcanes. Son, por lo general, eventos de baja frecuencia. c) Tremor volcánico, caracterizado por la llegada de formas de onda de manera persistente o sostenida en el tiempo. (UCLM, 2015)

A través de las tres redes de monitoreo PORT, CHSH y TAMH, Permanentes, del Instituto Geofísico - Escuela Politécnica Nacional, se clasifica los eventos sísmicos suscitados en el año 2019, que están categorizados de la siguiente manera:

Tipos de Sismos		Proceso de Origen
Siglas	Nombre	
VT's	Volcano Tectónicos	Por fracturación de rocas en el interior del volcán
LP's	Movimiento de Flujo	Por cambios de presión en los fluidos del volcán
HB's	Híbridos	Asociados a un mecanismo compuesto por movimiento de fluidos al interior de un edificio volcánico y fracturamiento de material sólido (rocas) al interior de un edificio volcánico.
TECT's	Tectónicos	Por rotura de grandes dimensiones en la zona entre placas tectónicas

Tabla 2. Tipos de Sismos.

Fuente: (IG-EPN, Informe Anual del Volcán Chimborazo, 2020)

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

ACTIVIDAD SÍSMICA REGISTRADA EN EL AÑO 2019					
MESES	Volcano Tectónicos (VT's)	Movimiento de Fluido (LP's)	Híbridos (HB's)	Tectónicos (TECT's)	TOTAL
Enero	2	2	2	0	6
Febrero	1	10	0	0	11
Marzo	0	12	0	0	12
Abril	0	15	0	1	16
Mayo	0	14	1	0	15
Junio	0	4	0	0	4
Julio	0	11	2	0	13
Agosto	0	3	1	0	4
Septiembre	1	6	4	0	11
Octubre	3	8	2	0	13
Noviembre	0	5	0	0	5
Diciembre	2	3	0	0	5
TOTAL	9	93	12	1	115

Tabla 3. Actividad Sísmica Registrada en el Año 2019

Fuente: (IG-EPN, Informe Anual del Volcán Chimborazo, 2020)

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

La tabla establece cuatro fuentes generadoras de sismos: Volcano Tectónicos (**VT's**); Movimiento de Fluido (**LP's**); Híbridos (**HB's**); Tectónicos (**TECT's**), obteniendo un total de 115 sismos generados en el año 2019.

2.2.10.2. Factores Detonantes Exógenos

La geodinámica externa estudia la acción de los agentes atmosféricos externos: viento, aguas continentales, mares, océanos, hielos, glaciares y gravedad, sobre la capa superficial de la Tierra; fenómenos éstos que van originando una lenta destrucción y modelación del paisaje rocoso y del relieve, y en cuya actividad se desprenden materiales que una vez depositados forman las rocas sedimentarias. Igualmente, los efectos resultantes sobre las formas del relieve, evolución y proceso de modelado, es investigado por la geomorfología. (Guevara, 2015)

2.2.10.2.1. Precipitación y Temperatura

El promedio de la cifra climática de Chimborazo es de 5,3. Esto se basa en varios factores, como las temperaturas medias, las posibilidades de precipitación y las experiencias climáticas de otros. La lluvia cae sobre todos los meses del año. Precipitaciones máximas hasta de 193 mm, y temperaturas máximas en días calurosos de hasta 20 °C (Tiupul & Arévalo, 2019)

Código	Nombre	Altitud (msnm)	Periodo de información recopilada entre:
M1036	Estación Meteorológica, ESPOCH	2850	2012 – 2019

Tabla 4. Estación Meteorológica

Fuente: Estación Meteorológica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), INHAMI. (Arevalo, 2019)

Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca

TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES DEL AÑO 2012 A 2019 DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA M1036 DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH), INHAMI																				
MESES	Año 2012		Año 2013		Año 2014		Año 2015		Año 2016		Año 2017		Año 2018		Año 2019		TOTAL AÑO 2012 A 2019			
	Temp. Max (°C)	Prec (mm)	Temp. Max (°C)		Precipitación (mm)															
																	Suma	Prom	Suma	Prom
Enero	23,4	61,1	25,5	9,6	25,2	81,7	24,6	34,2	26,7	43,7	25,0	81,8	24,1	46,7	24,8	38,7	199,3	24,9	397,5	49,7
Febrero	24,2	59,1	26,0	90,5	24,2	15,8	26,8	29,3	25,6	11,9	25,2	124,0	25,5	24,4	24,2	30,7	201,7	25,2	385,7	48,2
Marzo	24,0	28,8	24,0	29,9	24,0	75,2	23,8	113,2	24,0	124,4	22,4	150,2	24,2	40,9	24,4	27,5	190,8	23,9	590,1	73,8
Abril	23,6	79,6	24,6	43,8	23,4	38,0	21,6	44,2	24,8	107,3	22,7	59,0	24,2	99,6	24,4	78,0	189,3	23,7	549,5	68,7
Mayo	22,0	23,3	24,5	68,5	23,0	89,4	23,6	43,1	24,0	21,3	22,3	67,9	22,4	90,2	24,0	50,3	185,8	23,2	454,0	56,8
Junio	23,6	11,2	23,4	17,3	22,0	38,0	24,4	24,9	22,1	47,6	24,7	82,0	23,2	3,2	23,9	19,8	187,3	23,4	244,0	30,5
Julio	23,6	6,9	22,1	6,0	22,3	12,6	22,8	32,5	22,7	6,8	23,0	8,0	22,5	11,1	24,2	2,8	183,2	22,9	86,7	10,8
Agosto	23,2	17,4	23,6	8,5	22,3	19,7	23,0	8,9	23,8	7,1	23,2	25,4	22,2	8,7	22,6	3,4	183,9	23,9	99,1	12,4
Septiembre	25,0	14,5	24,0	6,6	23,4	65,2	24,5	2,2	25,6	37,9	24,7	13,2	25,8	30,4	24,2	64,6	197,2	24,7	234,6	29,3
Octubre	24,3	104,8	24,4	49,3	24,2	61,7	25,4	57,4	25,4	58,5	25,7	41,2	26,5	35,5	23,7	32,3	199,6	25	440,7	55,1
Noviembre	25,2	45,7	24,8	37,2	24,8	28,0	25,0	72,0	26,2	28,5	25,5	49,2	24,5	127,8	25,2	83,4	201,2	25,2	471,8	59,4
Diciembre	25,0	12,8	25,6	18,2	25,0	38,8	24,6	13,4	24,5	49,7	25,6	72,3	21,8	50,4	24,0	59,8	196,1	24,5	315,4	39,4
TOTAL	287,1	465,2	292,5	385,4	283,8	564,1	290,1	475,3	295,4	544,7	290,0	774,2	286,9	568,9	289,6	491,3				
PROM ANUAL	23,93	38,77	24,38	32,12	23,65	47,01	24,18	39,61	24,62	45,39	24,17	64,52	23,91	47,41	24,13	40,94				

Tabla 5. Temperaturas y Precipitaciones del Año (2012 – 2019)

Fuente: Estación Meteorológica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), INHAMI. (Arevalo, 2019)

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

	AÑOS							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Temperatura Promedio (°C)	23,93	24,38	23,65	24,18	24,62	24,17	23,91	24,13
Precipitación (mm)	465,2	385,4	564,1	475,3	544,7	774,2	568,9	491,3

Tabla 6. Resumen de Temperaturas Promedio y Precipitaciones por año, del periodo (2012 – 2019)

Fuente: Estación Meteorológica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), INHAMI. (Arevalo, 2019)

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

2.2.10.2.2. Cambio Climático

El volcán Chimborazo es un relevante casquete glaciar que se encuentra conformado por una cúpula somital que es una estructura con forma de domo que se proyecta hacia arriba desde el cuerpo principal y 16 lenguas glaciares (forman parte del glaciar, pero discurren por gravedad a lo largo de un valle) sin embargo, en estas últimas décadas se ha podido observar una regresión del glaciar generando un impacto negativo ambiental sobre diferentes poblaciones del sector. Los deshielos de estos glaciares han permitido la observación y reconocimiento de estructuras volcánicas que antes permanecían ocultas, hecho que ha despertado el interés de nuevos estudios geológicos en el lugar. (Castro, 2016)

VARIACION E INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL GLACIAR DEL VOLCAN CHIMBORAZO- ECUADOR	
(Lopez & Ramírez, 2015)	A través de un modelo digital de elevación del sector oriental del casquete glaciar del Chimborazo. El fundamento de cada ortofoto es un modelo preciso de elevación, que en este caso se muestra para el sector oriental de los glaciares del Chimborazo y sus regiones proximales, en forma de sombreado gris (glaciar de bloques, campos muertos cubiertos de bloques y formas de morrenas, hasta las más finas formas individuales). Con la línea amarilla más externa, se señala el contorno de los glaciares en su estado para 1997 y en sombreado más claro el estado en el 2005.
(Ludeña & Wilk, 2013)	Aumento de la temperatura entre 1960 y 2006: Se observa un aumento en 0.8 °C de la temperatura media anual entre 1960 y 2006.
	Cambios en precipitación entre 1960 y 2006: Se observa una tendencia al incremento en zonas de la Sierra y en toda la Costa. En promedio, se observa un incremento de la precipitación en la región Interandina de un 8%
	Disminución en la cobertura glaciar: Entre 1997 y 2006 la cubierta de los glaciares ha disminuido en un 28%.
(Franco, 2014)	Los volcanes de Ecuador han perdido el 38 % de sus superficies desde 1976. Las pérdidas de superficie del Chimborazo (un poco menos de 12 km ² de glaciares en 1997), que han sido medidas son del 60 % entre 1962 y 1997.
(Alarcón, 2020)	Ecuador ha perdido el 55,2% de su cobertura glaciar en los últimos 60 años. Aunque el avance o retroceso del hielo es un fenómeno natural, la problemática ha sido más evidente en las últimas dos décadas debido al avance del cambio climático.
(EFE, 2019)	Hasta finales de 2018 se registró (a nivel nacional) un pérdida del 53 % de cobertura glaciar en promedio", destacó el experto, quien advierte que es difícil predecir el futuro de los glaciares porque las condiciones climáticas son aleatorias.
(UNESCO, 2018)	Los glaciares del volcán Chimborazo también han experimentado un retroceso drástico en los últimos decenios, con una pérdida de superficie del 72% entre 1962 y 2016 (Cáceres, 2010; Cáceres, 2016; Cáceres, 2017).

Tabla 7. Variación e Influencia del Cambio Climático en el Glaciar del Volcán Chimborazo- Ecuador.

Fuente: Varios

Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca

2.2.10.2.3. Ceniza volcànica

Roca que, debido a la fuerza con que es expelida por la ruptura del domo, se convierte en polvo o arena. El tamaño de ésta varía de 0.004 a 2 mm de diámetro. La cantidad y composición de la ceniza varía entre los volcanes y aun entre erupciones de un mismo volcán. En general la ceniza volcànica está compuesta por óxidos, principalmente de sílice, aluminio y hierro (80%), Mg, calcio, sodio, potasio, plomo; metales pesados como vanadio, cromo, cobalto, níquel y zinc. (Vargas, 2017)

La ceniza volcànica puede hacer que la fusión de los glaciares se incremente un 30%, ya que los colores oscuros captan más radiación solar que el blanco. El albedo es la cantidad de radiación que refleja una superficie respecto a la que incide sobre ella. Es conocido que el hielo y la nieve tienen un gran albedo, siempre que sean blancos. En este caso, al estar teñidos de oscuro, captarán más calor del sol, por la cual el glaciar de los nevados se derretirá con más rapidez. (Âgora, 2020)

Actualmente el Ecuador continental tiene tres volcanes en erupción, es interesante señalar que dos de ellos (Tungurahua y Reventador) han tenido una actividad eruptiva extendida y sin interrupción por más de 15 años, mientras que el volcán Sangay no ha dejado de tener actividad desde 1628, es decir casi 400 años de actividad constante. (Ambiente, 2016)

De acuerdo a información obtenida del portal web del Instituto Geofísico - EPN, durante todo el tiempo de actividad que ha tenido el volcán Tungurahua (17 años) se caracterizó por presentar explosiones estrambolianas, así como emisiones subcontinuas de gas y ceniza, presencia de piroclásticos, fumarolas y actividad hidrotermal. (Ambiente, 2016)

PERIODOS ERUPTIVOS DEL VOLCÁN TUNGURAHUA					
1999	2000	2001	2002	2003	2004
1 de octubre inician las emisiones de material volcánico (alerta de naranja)	El volcán tuvo actividad frecuente pero moderada	El volcán libero la mayor tasa de energía (hasta ese momento)	Actividad estramboliana, emisiones casi continuas	Actividad sísmica, aumento en los bramidos	La actividad más importante se registró en el mes de abril
2005	2006	2007	2008	2009	2010
Un año caracterizado por la disminución de actividad	Estado de erupción creciente y sostenido (víctimas mortales)	Considerable aumento de actividad volcánica (alerta roja)	La actividad más importante se registró al finalizar el año	Constante emisión de ceniza (alerta naranja)	En el mes de diciembre se decreta alerta roja
2011	2012	2013	2014	2015	2016
La actividad más importante se registró en el mes de abril	Explosiones con alto contenido de ceniza y bramidos del volcán	El volcán se reactivó en mayo, presencia de sismos y explosiones	La actividad más importante se registró en el mes de febrero (alerta naranja)	El volcán registra mayor actividad entre octubre y noviembre	Emisión de lava de hasta 500 metros sobre el nivel de su cráter (alerta naranja)

Tabla 8. Periodos eruptivos del volcán Tungurahua

Fuente: Unidad de Investigación Ambiental – MAE, 2016 (Ambiente, 2016)

Elaborado por: Edgar Gaviláñez, Cesar Paca

2.2.11. Mecanismos detonantes de flujo de lodo (Lahares), del Chimborazo

En lo que se refiere a los mecanismos de generación de Lahares es evidente que la presencia del casquete glaciar es una fuente de agua potencial para la generación de flujos de lodo, sin embargo también se hace referencia a la presencia de reservorios subglaciares a nivel del cráter como mecanismo teórico de generación de Lahares. A continuación presentamos dos evidencias que sustentan la alta probabilidad de que se produzcan flujos de lodo por la liberación de agua desde un reservorio de agua ubicado al interior del cráter.

En primer lugar, y durante el proyecto de perforación del casquete glaciar del Chimborazo realizado por glaciólogos Franceses y Suizos (J-D. Taupin, com. per.), se determinó

la existencia de un reservorio de agua al interior del cráter actual del volcán, aunque no se conoce el tamaño del reservorio, tampoco si se trata de un reservorio intra o inter - glaciar, es evidente que el agua albergada al ser liberada súbitamente generaría un importante flujo de lodo, la energía potencial combinada con la fuerte inclinación de sus flancos y la abundancia de material suelto (morrenas y tefras) lo convierte en uno de los mecanismos más peligrosos y que puede ser disparado por actividad volcánica o sin ella. (Barba Castillo, 2017)

2.3.BASE LEGAL

2.3.1. NORMATIVAS DE GESTIÓN DE RIESGOS EN EL ECUADOR

2.3.1.1.LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

- **En su art. 1 manifiesta.-** El Ecuador es un Estado constitucional de derechos y justicia, social, democrático, soberano, independiente, unitario, intercultural, plurinacional y laico. Se organiza en forma de república y se gobierna de manera descentralizada.
- **La Constitución de la República del Ecuador en su Art. 261 declara.-** El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre:

Las políticas de educación, salud, seguridad social, vivienda. Planificar, construir y mantener la infraestructura física y los equipamientos correspondientes en educación y salud., sobre las áreas naturales protegidas y los recursos naturales., sobre el manejo de desastres naturales., finalizando como competencia central del estado los recursos energéticos; minerales, hidrocarburos, hídricos, biodiversidad y recursos forestales. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)

2.3.1.2. En el título VII Régimen del Buen vivir, en su capítulo primero sobre la inclusión y equidad en el art. 340 tercer párrafo del texto Constitucional menciona que:

El sistema se compone de los ámbitos de la educación, salud, seguridad social, gestión de riesgos, cultura física y deporte, hábitat y vivienda, cultura, comunicación e información, disfrute del tiempo libre, ciencia y tecnología, población, seguridad humana y transporte., aludiendo al sistema nacional de inclusión y equidad social. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)

- **Art. 389.-** El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)
- **Art. 390.-** de mismo cuerpo legal.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)

2.3.2. MARCO DE SENDAI PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES 2015- 2030.

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, fue aprobado en la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, celebrada del 14 al 18 de marzo de 2015 en Sendai, Miyagi (Japón), que brindó a los

países una oportunidad única de: (UNISDR, Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, 2015)

Durante la Conferencia Mundial, los Estados también reiteraron su compromiso de abordar la reducción del riesgo de desastres y el aumento de la resiliencia ante los desastres con un renovado sentido de urgencia en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza, y de integrar como corresponda tanto la reducción del riesgo de desastres como el aumento de la resiliencia en las políticas, los planes, los programas y los presupuestos a todos los niveles y de examinar ambas cuestiones en los marcos pertinentes. (UNISDR, Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, 2015)

2.3.3. EL CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN COOTAD

- **En el art. 1.-** Que este código establece la organización política – administrativa del estado ecuatoriano en el territorio., con el fin de garantizar su autonomía política, administrativa y financiera.
- **El 2 numeral c del mismo cuerpo legal.-** Fortalecimiento del rol del estado, mediante la consolidación de cada uno de sus niveles de gobierno en su administración y en sus circunscripciones territoriales.
- **Y en el art. 140 de la misma norma, propiamente manifiesta.-** que la gestión de riesgo que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico. (COOTAD, 2010)

2.3.4. CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE

Título 1: Objeto y Fines.

- **Art. 1.- Objeto.** Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay. Las disposiciones de este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines.

Art. 3.- Fines. Son fines de este Código:

- 1) Establecer los principios y lineamientos ambientales que orienten las políticas públicas del Estado. La política nacional ambiental deberá estar incorporada obligatoriamente en los instrumentos y procesos de planificación, decisión y ejecución, a cargo de los organismos y entidades del sector público.
- 2) Establecer los instrumentos fundamentales del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su aplicación.

2.3.5. LEY DE SEGURIDAD PÚBLICA Y DEL ESTADO

Título I: Objeto y Ámbito de la Ley

- **Art. 1.- Del objeto de la ley.-** La presente ley tiene por objeto regular la seguridad integral del Estado democrático de derechos y justicia y todos los habitantes del Ecuador,

garantizando el orden público, la convivencia, la paz y el buen vivir, en el marco de sus derechos y deberes como personas naturales y jurídicas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, asegurando la defensa nacional, previniendo los riesgos y amenazas de todo orden, a través del Sistema de Seguridad Pública y del Estado.

2.3.6. REGLAMENTO A LA LEY DE SEGURIDAD PÚBLICA Y DEL ESTADO

Título II: Sistema de Seguridad Pública y del Estado

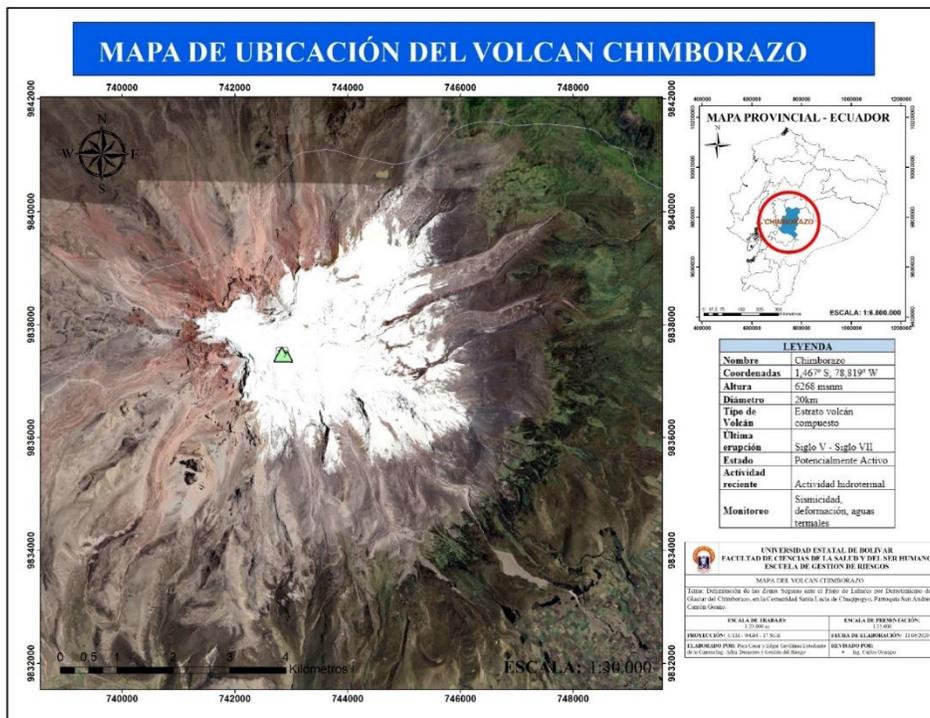
Capítulo I: Órganos Ejecutores

- **Art. 3.-** Del órgano ejecutor de Gestión de Riesgos.- La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos es el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos. Dentro del ámbito de su competencia le corresponde:
 - a) Identificar los riesgos de orden natural o antrópico, para reducir la vulnerabilidad que afecten o puedan afectar al territorio ecuatoriano;
 - b) Generar y democratizar el acceso y la difusión de información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.

2.4. CARACTERÍSTICAS DEL CHIMBORAZO

2.4.1. Ubicación

El volcán Chimborazo está ubicado 150 km al sur de Quito y con sus 6268 msnm, es el volcán más alto de los Andes del Norte. Está construido sobre la Cordillera Occidental, siendo el volcán más sureño de esta cordillera.



Mapa 1. Mapa de ubicación del volcán Chimborazo.

Fuente: Google Earth, Almanaque

Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca

Es un volcán compuesto por tres edificios sucesivos. El edificio Basal, principalmente efusivo, que habría estado activo entre 120 y 60 mil años antes del presente. Su construcción se habría dado en dos etapas, siendo la última la formación de un complejo de domos. Este edificio fue afectado por un gran colapso sectorial ocurrido hace 60-65 mil años, el mismo que produjo una avalancha de escombros cuyo depósito está distribuido sobre la planicie de la ciudad de Riobamba, cubriendo una superficie de 280 km² con un espesor promedio de 40 m y un volumen total estimado entre 10 y 13 km³. Tras el emplazamiento de esta avalancha, la actividad recomenzó en la zona oriental de la cicatriz de colapso, construyendo progresivamente el edificio Intermedio. La actividad de éste tuvo lugar entre 60 y 35 ka. Los remanentes de este edificio son las cumbres Politécnica y Martínez. Por último la actividad migró hacia el oeste del edificio iniciando la construcción del edificio más joven cuya cumbre, Whymper, es además la más alta. (Samaniego, Barba, Robin, Fornari, & Bernard, 2012)

2.4.2. Morfología del Chimborazo

Volcán Chimborazo tiene una forma elíptica (14 km N-S en un 20 km E-W) y un relieve inusual caracterizado por tres picos principales, más o menos alineado ONO-ESE. (El punto más alto del volcán es la cumbre “Whymper” (6268 msnm), mientras que los otros dos picos, el “Politécnica” y “Martínez”, llegan a 5850 y 5650 msnm, respectivamente, y están situados hacia el este a 1,25 y 2,25 km de la cima principal.

De los flancos superiores, los glaciares se extienden hasta 4.800-5.000 m en los lados este y noreste más húmedas, mientras que sólo llegan hasta 5500-6000 m en el más seco, lado oeste. Chimborazo alcanza ~ 2400 m de altura en el norte y oeste, y ~ 2800-3000 m en la parte más empinada sureste. (Samaniego, et al, 2012)

2.4.3. Geología y Estructura del Chimborazo

Beate & Hall (1989) establecen:

El modelo evolutivo se resume a continuación: (1) construcción de un volcán primario (CH I) sobre rocas del Cretácico y del Plioceno, la edad de este volcán sería de ~ 1.8 ma, edad tomada de Kilian (1987b); (2) en ~100 ka, se construyó un segundo volcán (CH II), el que colapsó hacia el E hace ~ 50 ka; (3) construcción de un cono volcánico rellenando la caldera de avalancha (CH III), la edad de formación de este volcán estaría entre 30 – 40 ka, finalmente (4) construcción del gran cono occidental, formado por flujos de lava, flujos piroclásticos y abundantes caídas. La edad de este cono sería de 30 - 10 ka, el mismo que sería erosionado por morrenas del periodo neoglaciario. (Barba Castillo, 2017)

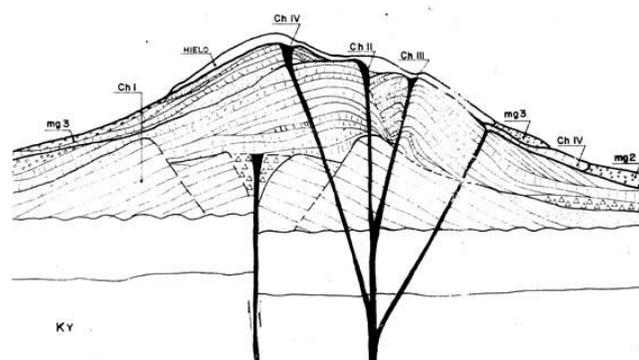


Figura 4. Sección esquemática mostrando la estructura del Chimborazo, según Beate & Hall (1989).

Fuente: Tomada de Barba 2006

2.4.4. Fisiografía

El volcán Chimborazo constituye un cono compuesto de forma ovalada. Se encuentra cubierto por enormes masas glaciares que descienden por todos sus flancos.

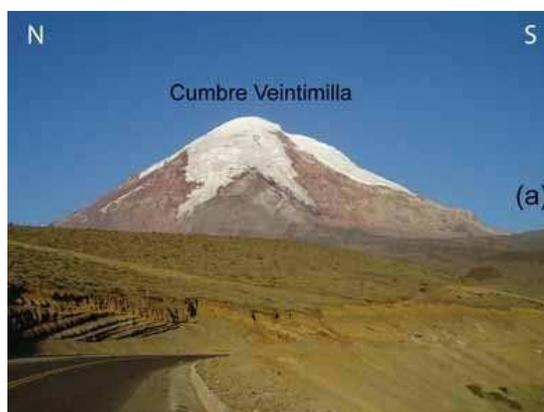


Figura 5. Vista panorámica tomada desde el "plateau" de tefras al occidente del volcán, muestra la forma de un estrato cono simple.

Fuente: Tomada de (Barba Castillo, 2017)



Figura 6. Vista panorámica Sur del nevado, se observan las tres cumbre: Whympfer (6268m), Politécnica (5850 m) y Nicolás Martínez (5650 m).

Fuente: Tomada de (Barba Castillo, 2017)

Desde el WNW y ESE la montaña tiene la forma de un estrato-cono simple, pero visto desde el Sur y Norte es un gran macizo compuesto de tres cumbres mayores. La cumbre Whymper (6268 m) es el punto más alto del nevado, esta cumbre se encuentra separada de la cumbre Veintimilla por una ligera depresión. Un poco más hacia el Este, se encuentran las cumbres Politécnica (5850 m) y Nicolás Martínez (5650 m). El macizo tiene un relieve de aproximadamente 2000 – 3000 m sobre su base sin tomar en cuenta los depósitos más lejanos (Figs. 1.3 y 1.4). El edificio presenta un diámetro basal en sentido NNE-SSW de 14 km, y un diámetro WNW-ESE de 20 km. (Barba Castillo, 2017)

2.4.5. Cobertura Glaciar

El glaciar del Chimborazo actualmente se beneficia de suficiente precipitación y de buena humedad a través de todo el año lo que beneficia la preservación de su masa glaciar, sin embargo a mediano plazo se conoce que este se encuentra cerca de su límite de supervivencia.

2.4.6. Lenguas Glaciares

Las lenguas glaciales que constituyen éste casquete son: Spruce, Abraspungo (parte joven), Hans Meyer, Reschreiter (parte joven), Carlos Zambrano, Teodoro Wolf (parte joven), García Moreno, Boussingault, Nicolás Martínez (parte joven), Humboldt (parte joven), Totorillas, Debris (parte joven), Thielmann, Stübel, Lea Hearn y Reiss, nombrados en sentido horario y desde el Norte. Adicionalmente se han identificado tres glaciares parcialmente fosilizados, es decir que se encuentran todavía conectados al casquete glacial principal, son de este tipo los glaciares de: Abraspungo, Nicolás Martínez y Humboldt. Por último, se ha encontrado cinco glaciares fósiles, los que cuentan con independencia total respecto al casquete principal y que se encuentran parcialmente cubiertos por morrenas, estos son: glaciar Reschreiter (parte fosilizada que está separada de su parte joven por una cascada de agua en lecho rocoso de

al menos 100 m de altura), Teodoro Wolf, Carlos Pinto, Walter Sauer y “Debris” o Trümmer (parte fosilizada). (Barba Castillo, 2017)

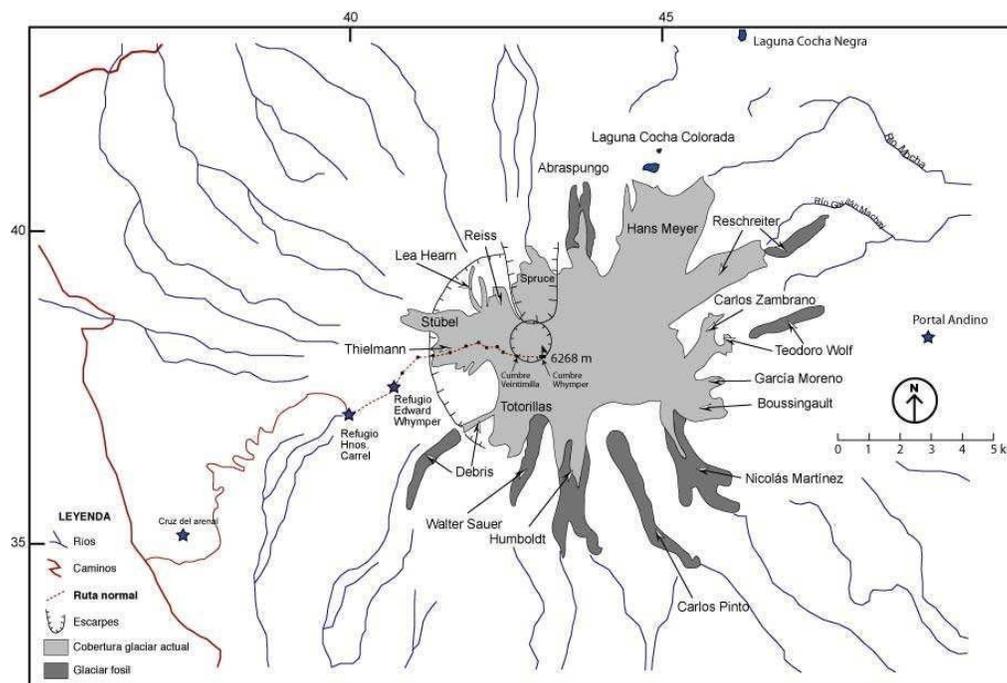


Figura 7. Distribución de la masa glaciar.

Fuente: Tomado de (Barba Castillo, 2017)

Los glaciares parcialmente fosilizados se localizan en los flancos Norte y Sur, descendiendo a una altura de 4600 m. Por último los glaciares fósiles fueron encontrados en el flanco Este, Sur y Suroeste del volcán, son sub-horizontales y restringidos al fondo de los valles, encontrándose entre los 4800 y los 4500 m. (Barba Castillo, 2017)

2.4.7. Área de Glaciares

Estimaciones realizadas sobre el área de los glaciares han arrojado los siguientes valores: para el glaciar joven se tiene un área algo menor a los 22 km², mientras que el área estimada para los glaciares fósiles y parcialmente fosilizados arroja un valor cercano a los 4 km². (Barba Castillo, 2017)

2.5.DEFINICIÓN DE TÉRMINOS (GLOSARIO)

2.5.1. Lahar

Palabra de origen indonesio, que se utiliza para tipos de depósito de origen volcánico, los mismos que se caracterizan por ser flujos de barro, compuestos por ceniza y derrubios volcánicos saturados de agua. Estos se producen cuando el calor producido en las zonas del cono volcánico derrite campos de nieve y la saturación de agua produce deslizamientos de material volcánico que desciende pendiente abajo, normalmente siguiendo los cause de los ríos. (Revollo, 2015)

2.5.2. Lahares Primario

Estos flujos se forman como consecuencia directa de una erupción volcánica. Se producen principalmente durante un evento eruptivo el material incandescente causa el derretimiento rápido de grandes volúmenes de hielo y nieve de los glaciares que cubren algunos edificios volcánicos. Estos Lahares pueden generarse también por ruptura o expulsión del agua de lagos cratéricos durante las erupciones. La mezcla de agua y productos eruptivos forman Lahares que fluyen pendiente abajo. (IG-EPN, 2017)

2.5.3. Lahares Secundarios

Incluyen principalmente Lahares generados por lluvias. El material piroclásticos no consolidado, depositado por erupciones previas, puede ser fácilmente removido por las lluvias. En general son de menor magnitud comparados con los primarios, sin embargo, son más frecuentes durante periodos lluviosos. Pueden aumentar en tamaño y recurrencia incluso semanas o meses después de la erupción primaria por lo que su nivel de amenaza es difícil de anticipar. (IG-EPN, 2017)

2.5.4. Glaciar

Los glaciares rocosos (también llamados glaciares de roca o de escombros) son la expresión geomorfológica de la reptación de permafrost de montaña con alto contenido de hielo (Barsch, 1996; Burger et al, 1999; Haeberli, 2000). Poseen una morfología en forma de lengua o lóbulo y un escarpe frontal y lateral como resultados del desplazamiento lento ladera o valle abajo, presentando cordones y surcos en su superficie. La estructura interna de los glaciares rocosos está constituida por una mezcla de hielo (entre 40% y 60%) y material detrítico (Barsch, 1996; Hoelzle et al, 1998; Arenson et ai, 2002), convirtiéndolos en reservorios de agua congelada acumulada durante el período postglacial. (Grande, 2016)

Las tasas de desplazamiento horizontal generalmente varían entre los 10 cm y 100 cm por año (Burger et al., 1999; Roer et al., 2005). Su longitud va desde unos pocos metros a varios kilómetros pero típicamente varía entre 200 m y 800 m. Los glaciares rocosos se originan principalmente a partir de material detrítico gravitacional y/o morrénico. Según su dinámica se clasifican entre formas activas (en movimiento y con hielo en su interior), inactivas (sin movimiento pero aún con hielo en su interior) y fósiles (sin movimiento y donde se ha fusionado completamente su contenido de hielo) (Barsch, 1996). (Grande, 2016)

2.5.5. Zona Segura

Zona identificada y adecuadamente señalizada, con baja exposición y susceptibilidad ante una amenaza determinada. (SNGRE, 2018)

2.5.6. Zonas de Riesgo

Son áreas que están más expuestas dentro de una zona de amenaza, los poblados que están más cercanos al volcán y que estén en el curso de quebradas de flujos de Lahares tienen un mayor riesgo de afectación. (UNDRR, 1989)

2.5.7. Geografía

La geografía es la ciencia del territorio, entendido este como una construcción social y resultado de las interacciones e interdependencias entre naturaleza y sociedad, que analiza, explica y representa los diversos paisajes y espacios de la Tierra. (López, 2015)

2.5.8. Comunidad

Grupo de personas que se localiza en un espacio determinado y establecen vínculos espontáneos de solidaridad contruidos en el tiempo. Esta interacción hace posible que se generen elementos de identidad que favorecen la cohesión y el auto reconocimiento del grupo. Los intereses de la comunidad se sobreponen a los intereses particulares para el logro de objetivos comunes. Por su parte, una comunidad vulnerable es aquella que, ante un evento extremo, puede recibir mayor afectación, debido a factores como la localización y a la incapacidad para implementar acciones de prevención y mitigación (CNCR, 2017)

2.5.9. Infraestructura indispensable

Las estructuras físicas, instalaciones redes y otros bienes que proveen servicios que son esenciales para el funcionamiento socioeconómico de una comunidad. (CNCR, 2017)

2.5.10. Amenaza

Proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, interrupciones sociales y económicas o daños ambientales. (CAPRADE, 2018)

2.5.11. Amenaza Natural

Proceso geológico o climatológico potencialmente dañino para la población. Su ocurrencia, de acuerdo a su intensidad, puede provocar “desastres” o “catástrofes”, que involucran desde la pérdida de vidas humanas y graves daños en la infraestructura edilicia, caminos, etc., así como pérdidas económicas. (Funes, 2018)

2.5.12. Vulnerabilidad

Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos, y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una persona, comunidad, bienes o sistemas al impacto de amenazas. (CAPRADE, 2018)

2.5.13. Cambio climático

Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado. El cambio climático se debe a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. (CAPRADE, 2018)

2.5.14. Gestión del cambio climático

Tiene por objeto coordinar las acciones del Estado, los sectores productivos y la sociedad civil en el territorio mediante acciones de mitigación, que busquen reducir su contribución al cambio climático; y de adaptación, que le permitan enfrentar los retos actuales y futuros asociados

a la mayor variabilidad climática, reducir la vulnerabilidad de la población y la economía ante ésta, promover un mayor conocimiento sobre los impactos del cambio climático e incorporarlo en la planificación del desarrollo. (CAPRADE, 2018)

2.5.15. El Niño Oscilación del Sur (ENOS)

Una interacción compleja del Océano Pacífico Tropical y la atmósfera global que da como resultado episodios cíclicos de cambios en los patrones oceánicos y meteorológicos en diversas partes del mundo, frecuentemente con impactos considerables durante varios meses, tales como alteraciones en el hábitat marino, precipitaciones, inundaciones, sequías y cambios en los patrones de las tormentas. (CAPRADE, 2018)

2.5.16. Evacuación

Traslado temporal de personas y bienes a lugares más seguros antes, durante o después de un suceso peligroso con el fin de protegerlos. (UNISDR, 2016)

2.5.17. Exposición

Situación en que se encuentran las personas, infraestructuras, viviendas, capacidades de producción y otros activos humanos tangibles situados en zonas expuestas, considerando la dimensión ambiental de los Ecosistemas naturales y socio naturales. (CAPRADE, 2018)

2.5.18. Evento o suceso peligroso

Es la manifestación o materialización de una o varias amenazas en un periodo de tiempo específico. (CAPRADE, 2018)

2.5.19. Gestión del riesgo de desastres

La gestión del riesgo de desastres es la aplicación de políticas y estrategias de reducción del riesgo de desastres con el propósito de prevenir nuevos riesgos, reducir los existentes y

gestionar el riesgo residual, contribuyendo al fortalecimiento de la resiliencia y reducción de las pérdidas por desastres. (UNISDR, 2016)

2.5.20. Infraestructuras vital

Conjunto de estructuras físicas, instalaciones, redes y otros activos que proporcionan servicios indispensables para el funcionamiento social y económico de una comunidad o sociedad. (UNISDR, 2016)

2.5.21. Mitigación

Disminución o reducción al mínimo de los efectos adversos de un suceso peligroso a través de la implementación de medidas estructurales y no estructurales. (CAPRADE, 2018)

2.5.22. Prevención

Actividades y medidas encaminadas a evitar los riesgos de desastres existentes y nuevos. (CAPRADE, 2018)

2.5.23. Reducción del Riesgo de desastres

Acción orientada a la prevención de nuevos riesgos de desastres y a la reducción de los existentes, a la gestión del riesgo residual, todo lo que contribuye a fortalecer la resiliencia y, por consiguiente, al logro del desarrollo sostenible. (UNISDR, 2016)

2.6.DEFINICIÓN DE SISTEMAS DE VARIABLES

- **Variable Dependiente**
 - Zonas seguras
- **Variable Independiente**
 - Flujo de Lahares

2.6.1. OPERACIONALIZACION DEL SISTEMA DE VARIABLES

Tabla 9. Operacionalización de la Variable Dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA	INSTRUMENTO
Zonas Seguras	<p>Lugar de refugio temporal al aire libre, que debe cumplir con las características de ofrecer seguridad para la vida de quienes lleguen a ese punto.</p> <p>Zona de seguridad se entiende aquella que la Organización define como tal y en la cual los riesgos están bajo control.</p> <p>Para su designación se debe considerar que no existan elementos que puedan producir daños por caídas (árboles, cables eléctricos, estructuras antiguas, etc.)". Se señala como punto o zona de encuentro ante un evento en que existe la necesidad de evacuar. (SGRE, 2018)</p>	<p>Geografía</p> <p>Suelos</p>	<p>Geológico</p> <p>Pendiente</p> <p>Ubicación</p> <p>Accesibilidad</p> <p>Tipos de suelos</p> <p>Textura del suelo</p>	<p>Características</p> <p>Grados</p> <p>Características</p> <p>Características</p> <p>Características</p> <p>Características</p>	<p>Observación y visitas de campo (Guía de Observación)</p> <p>Revisión bibliográfica de fuentes oficiales del IGM.</p> <p>ArcGis 10.3</p> <p>Sistema Nacional de Información</p>

Tabla 10. Operacionalización de Variables Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA	INSTRUMENTO
Flujo de Lahares	Los lahares son flujos torrenciales de agua lodosa, generada por el rápido descongelamiento de los glaciares, cargados de material pétreo de diferentes tamaños, los mismos que se desplazan a grandes velocidades desde las laderas hacia los valles aledaños, controlados únicamente por la gravedad.(Aguilera y Toulkeridis, 2005)	Desastre Natural	<p>Pendiente de la trayectoria</p> <p>Dimensión del afectación</p> <p>Volumen de material desencadenado</p> <p>Registro de eventos</p>	<p>Rangos de la pendiente</p> <p>Longitud Km</p> <p>Cobertura (m)</p> <p>Volumen (m3)</p> <p>Numero de eventos</p>	<p>Observación y visitas de campo (Guía de Observación)</p> <p>Revisión bibliográfica de fuentes oficiales de la SNGRE.</p> <p>Repositorio Digital</p> <p>ArcGis 10.3</p>

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

El presente proyecto de investigación se aplicó la metodología cualitativa, histórica, que se enfoca en el reconocimiento y caracterización del área de estudio, para identificar zonas seguras y rutas de evacuación que permitan a la población refugiarse de manera temporal durante el evento adverso, y posteriormente retomar sus actividades normales. .

Para levantar una línea base de la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo se partirá del diagnóstico del lugar de estudio, mediante la guía de observación y documentos con enfoque que describan el contexto del territorio.

Para determinar zonas seguras y rutas de evacuación se partirá de la observación del contexto natural que presenta la comunidad; accesibilidad, punto de encuentro, recursos, área de afectación, ruta del Lahar, hecho que permitirá tener un escenario claro del área. A través de esto se contara con información real y verídica que permitirá tener un criterio para establecer la zona segura.

Para mapear las zonas seguras de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo, se tomara en cuenta la Quebrada Yambo Rumi por donde fluyen los flujos de lahares secundarios cuando se presentan; geografía, tipos de suelos, la identificación de las áreas con mayor afectación y la información verídica antes recolectada. Con el desarrollo de estos aspectos cumpliremos los objetivos planteados en esta investigación.

3.1.NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Investigación de Campo

Mediantes la observación directa nos permitió tener un escenario claro del lugar de estudio, con lo cual se pudo identificar la topografía, las vías de evacuación, recursos, la dirección que toma la amenaza de flujo de lahares que sigue el curso de la quebrada Yambo Rumi y el lugar exacto por donde pasa en la comunidad, obteniendo información verídica con la que se puede contar para establecer la zona segura en la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo. (Cajal, 2011)

3.1.2. Revisión Bibliográfica

Nos permitió obtener información base de la comunidad y de los eventos históricos que se han suscitado en los últimos años. (Jordi Esquirol, 2017)

3.1.3. Descriptiva

Tiene como finalidad recoger, analizar, organizar, resumir y presentar, los resultados de las observaciones. Se determina las zonas seguras, rutas de evacuación y el trayecto de la ruta de Lahares. Con este estudio se desarrolla las variables planteadas. (Jervis, 2019)

3.2.DISEÑO

3.2.1. No Experimental

La presente investigación se desarrolla en torno a las variables de estudio: Flujos de Lahares y Zonas Seguras, limitándonos a observar y relacionar la influencia que tiene sobre determinado lugar. Es de tipo no experimental ya que solo se observa el comportamiento de las variables en el contexto natural involucrado si hacer uso deliberado de la manipulación de las variables.

3.3. POBLACION Y MUESTRA

3.3.1. Alcance y cobertura

El presente proyecto de investigación tendrá un alcance y cobertura específicamente en la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo, donde se han registrado afectaciones por flujo de Lahares derivados del nevado Chimborazo.

3.3.2. Comunidad.

La comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo fundada el 8 de agosto de 1990 se encuentra ubicada al Suroeste de la parroquia San Andrés, cantón Guano, a 15 Km de la ciudad de Riobamba, vía García Moreno, Riobamba, Urbina, Km 13.

Densidad Poblacional.

- **Total habitantes:** 700 Según la base de datos de la comunidad

Superficie:

- Tiene una extensión de 3.758 Km²

Coordenadas.

- Latitud 1°31'24.133"S
- Longitud 78°45'19.927"W

Limites.

- **Norte:** Reserva de producción faunística Chimborazo, Tomapamba
- **Sur:** San José la Silveria
- **Este:** Tomapamba, El Rosal
- **Oeste:** Reserva de producción faunística Chimborazo, Sanjapamba

Altitud.

- **Norte:** 4027 msnm
- **Centro:** 3708 msnm
- **Sur:** 3490 msnm

3.4.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**3.4.1. TECNICAS****3.4.1.1.Observación Directa**

Mediante el recorrido realizado con el señor Carlos Acán presidente de la comunidad, se procedió al levantamiento de la información mediante la guía de observación, **Anexo 2: Guía de Observación**, de las afectaciones suscitadas por el deslizamiento del flujo de lahares, elementos expuestos, accesibilidad. Mediante este proceso conseguimos involucrarnos directamente con la comunidad, a través del cual podemos ver la realidad y entender las causas de la problemática y como esto incide, para determinar zonas seguras.

3.4.1.2.Fotografías

Mediante la interpretación grafica podemos evidenciar afectaciones y la situación actual en la que se encuentra el área de estudio.

3.4.1.3.Revisión Bibliográfica

Se puedo recolectar la información más relevante de las variables en estudio, información que permitirá complementar la línea base, sucesos históricos de lahares.

3.4.2. INSTRUMENTO:

3.4.2.1.ArcGis 10.3

Software con el que se realizó los mapas de la variable zonas seguras correspondientes a las dimensiones de: (Factores, Geográficos, Suelos), para la delimitación de la zonas seguras en la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.

3.4.2.2.Sentinel 2

Con esta herramienta se obtuvo una ortofoto del área de estudio la cual fue procesada mediante el software ArcGis 10.3. Donde se utilizó las bandas (2, 3,4) con una resolución de 10 metros. Al interpolarla con el shapefile de peligros volcánicos se pudo evidenciar la ruta de flujos de Lahares.

3.4.2.3.Google Earth

Esta herramienta tecnológica nos permitió obtener imágenes satelitales del área de estudio, donde se puede evidenciar los recursos, ruta de lahares, vialidad.

3.4.2.4.GPS

Este instrumento nos permitió obtener puntos y rutas geo referenciadas en coordenadas UTM, así como también la altitud sobre el nivel del mar, que posteriormente se empleó en la determinación del área de estudio y el desarrollo de la metodología.

3.5.TÉCNICA DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos se realizó mediante la observación directa del ámbito de estudio, información cartográfica obtenida de la Herramienta SENTNEL 2, e imágenes satelitales

de GOOGLE EARTH, datos climáticos de la estación meteorológica M1036 ESPOCH INAMHI, del año 2012 al 2019, shapefile geográficos de la página web del Sistema Nacional de Información (SIN), shapefile de asentamientos humanos, visita al GAD parroquial San Andrés.

3.5.2. Técnicas de procesamiento de información

En el procesamiento de datos, se empleó el Software ArcGis 10.3 y la guía de observación.

3.5.3. Presentación y publicación de los resultados

Mediantes el software ArcGis 10.3 se interpoló los mapas obtenidos por la misma herramienta, Mapa de Peligros Volcánicos, Mapa de Recorrido del Flujo de Lahar del 2016, Mapa Vial, Mapa de Recursos, Imagen satelital de Google Earth, se tomó en consideración también el Mapa de Pendiente, Y Mapa de Textura del Suelo, correspondiendo a las dimensiones de la variable zonas seguras. Obteniendo como resultado el mapa de Delimitación de zonas seguras ante el flujo de lahares por derretimiento del glaciar del volcán Chimborazo en la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo.

3.6.DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DEL PRIMER OBJETIVO:

LEVANTAR LA LÍNEA BASE DE LA COMUNIDAD SANTA LUCIA

A continuación se presenta el proceso que se lleva a cabo para el levantamiento de información de la comunidad, la misma que permitirá conocer las líneas vitales, recursos, datos de la población y sucesos históricos.

Para el presente trabajo investigativo, se recolectó información disponible de instituciones como: GAD municipal del cantón Guano, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, donde se obtuvieron información de los SHP de usos de suelo, en el GAD parroquial San Andrés se adquirió información de los SHP de límites comunitarios, **Mapa 2: De la comunidad Santa**

Lucia de Chuquipogyo, RESULTADOS DEL OBJETIVO I., a través de un acercamiento a las autoridades correspondientes de la localidad se obtuvo información base de los recursos con las que la comunidad cuenta y así también se adquirió información de los acontecimientos que se han presentado en la comunidad producto de los eventos adversos.

3.6.1. Revisión Bibliográfica

Otra de las técnicas aplicadas en el proceso de investigación fue la revisión bibliográfica, el cual permitió adquirir información histórica de los eventos presentados en el transcurso del tiempo hasta la fecha actual en la comunidad.

Se identificó algunos aspectos de la comunidad mediante la revisión del PDOT de la parroquia San Andrés, **Tabla 22:** *Descripción Geomorfológica*, **Tabla 23:** *Descripción de Pendientes*, **Tabla 24:** *Procesos Geodinámicas*, **Tabla 25:** *Descripción de los Factores Climáticos*, **Tabla 26:** *Uso de Suelo*, Para establecer, **Tabla 27:** *Registro de eventos de flujos de Lahares*, se partió de la investigación de varios autores. RESULTADOS DEL OBJETIVO I.

3.6.2. Observación Directa

Es una de las técnicas que nos permitió conocer la realidad del sector en su contexto natural, mediante la utilización de la guía de observación, este proceso nos ayuda como investigadores a involucrarnos directamente con la población. **Tabla 28:** *Información base de la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo*, **Tabla 29:** *Recursos de la comunidad, servicios básicos*, **Tabla 30:** *Sistema de agua potable*, **Tabla 31:** *Energía eléctrica*, **Tabla 32:** *Eliminación Excretas*, se identificó vías de acceso, **Figura 8:** *Agentes Comunitarios*, RESULTADOS DEL OBJETIVO I:

3.6.3. Fotografías

Expresiones gráficas que evidencian la situación actual en la que se encuentra el área de investigación. **Anexo 3:** *Fotografías de la ruta del flujo de Lahar 2016, Quebrada Yambo Rumi y recursos de la comunidad.*

3.7. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DEL SEGUNDO OBJETIVO:

DETERMINAR ZONAS SEGURAS Y RUTAS DE EVACUACIÓN ANTE EL FLUJO DE LAHARES (FACTORES ENDÓGENOS Y EXÓGENOS) POR DERRETIMIENTO DEL GLACIAR DEL CHIMBORAZO.

Para determinar las zonas seguras y rutas de evacuación se toma en consideración la observación directa y el escenario de riesgos de la comunidad Santa Lucía de Chuquipogoyo.

3.7.1. Observación Directa

Esta nos permitió determinar un lugar estratégico, que contiene los servicios básicos esenciales para la atención de emergencias, las condiciones de las vías de acceso más factibles a la zona. RESULTADOS DEL OBJETIVO II.

3.7.2. Pendiente del trayecto (rangos de la pendiente)

El trayecto de la pendiente del flujo de Lahar está clasificado de la siguiente manera, siendo más propensa el área contendiente plano o casi plano. **Anexo 4:** *Mapa de pendiente de la trayectoria del Lahar.*

Descripción	Escala
Pendiente Colinado	25 – 50
Pendiente plano o casi plano	0 – 5
Pendiente escarpado	50 – 70

Tabla 11. Pendientes de la trayectoria del Lahar

Fuente: Sistema Nacional de Información

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

3.7.3. Dimensiones de afectación (longitud y cobertura)

A través del software Google Earth se obtuvo los datos del área de afectación producidos por el deslizamiento de flujo de lahares, para establecer la zona segura, rutas de evacuación y punto de encuentro. RESULTADOS DEL OBJETIVO II.

Punto	Distancia	Metros
1	Punto de Desprendimiento	90 m
2	100 m	71 m
3	200 m	62 m
4	300 m	30 m
5	400 m	36 m
6	500 m	30 m
7	600 m	18 m
8	700 m	25 m
9	800 m	23 m
10	900 m	15 m
11	1 Km	22 m
12	1.100 m	11 m
13	1.200 m	56 m
14	1.300 m	115 m
15	1.400 m	180 m
16	1.500 m	240 m
17	1.600 m	250 m
18	1.700 m	295 m
19	1.800 m	220 m
20	1.900 m	125 m
21	2 Km	105 m
22	2.100 m	110 m
23	2.200 m	115 m
24	2.300 m	120 m
25	2.400 m	21 m
26	2.500 m	5 m
27	2.600 m	4 m
28	2.700 m	4 m
29	2.800 m	75 m
30	2.900 m	70 m
31	3 km	45 m
32	3.100 m	25 m
33	3.200 m	36 m
34	3.300 m	70 m
35	3.400 m	140 m
36	3.500 m	260 m
37	3.600 m	360 m
38	3.700 m	370 m
39	3.800 m	330 m
40	3.900 m	230 m
41	4 Km	150 m
42	4.100 m	80 m

43	4.200 m	45 m
44	4.300 m	40 m
45	4.400 m	15 m
46	4.500 m	15 m
47	4.600 m	25 m
48	4.700 m	45 m
49	4.800 m	35 m
50	4.900 m	30 m
51	5 Km	20 m
52	5.100 m	27 m
53	5.200 m	15 m
54	5.300 m	12 m
55	5.400 m	15 m
56	5.500 m	15 m
57	5.600 m	25 m
58	5.700 m	20 m
59	5.800 m	17 m
60	5.900 m	40 m
61	6 Km	85 m
62	6.100	100 m
63	6.200 m	35 m
64	6.300 m	80 m
65	6.400 m	40 m
66	6.5 Km	120 m

Tabla 12. Datos del Área de Afectación ante el Flujo de Lahares

Fuente: Google Earth, 2020

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

Análisis del área de afectación producidos por el deslizamiento de flujo de lahares

- El deslizamiento con mayor repercusión de material de flujo de lahares alcanzo 9.5 Km de recorrido desde el punto de desprendimiento.
- Desde el punto de inicio al límite sur de la comunidad tiene un recorrido de 6.5 Km
- La profundidad en los primero 500 metros va de 10 a 25 metros de altura debido a la pendiente.
- En el kilómetro 1.5 el flujo es disperso debido a la planicie del suelo
- En el Kilómetro 3 la profundidad que alcanzo fue de 5 a 30 metros de altura debido a la pendiente, arrasando así parte del bosque plantado en la reserva de producción faunística por la comunidad la Silveria.

- A partir del Kilómetro 3.5 el flujo de lahares es disperso en dos ramales alcanzando así a cubrir un ancho de 150 a 370 metros, generando afectaciones en los cultivos y pastos en aproximadamente tres hectáreas.
- A partir del kilómetro 4 se presenta los asentamientos ubicados al borde de la quebrada YAMBO RUMI por donde se presenta el deslizamiento de Flujo de Lahares. Según los antecedentes históricos el flujo de lahares que se presentó entre Diciembre del 2015 y Marzo el 2017 hubo varias viviendas afectadas, pérdida de cultivos, animales, sistema de agua potable y riego, así como también las redes viales.

3.7.4. Escenario de Riesgo

Mediante la guía de observación se pudo determinar, los recursos expuestos y elementos afectados, **Tabla 36:** *Escenario de riesgo de la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo*, que nos permitió determinar las zonas seguras, puntos de encuentro y rutas de evacuación. RESULTADOS DEL OBJETIVO II.

3.8.DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DEL TERCER OBJETIVO:

ELABORAR EL MAPA DE ZONAS SEGURAS ANTE EL FLUJO DE LAHARES EN LA COMUNIDAD SANTA LUCIA DE CHUQUIPOGYO.

Para delimitar las zonas seguras en la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo se toma en cuenta varios aspectos como: factor geográfico (geológico, pendiente, ubicación, accesibilidad), suelos (tipos suelos, textura de suelo), flujo de Lahar (ruta de Lahar, dimensión de la afectación). Se tomó en consideración la ruta de peligros volcánicos. Se elabora una serie de mapas para conocer el territorio y poder mapear un lugar seguro, rutas de evacuación y puntos de encuentro en la comunidad. Zona a la que las personas deberán evacuar cuando se presente lahares secundarios/ flujos de lodo por el derretimiento del glaciar del Chimborazo.

3.8.1. GEOGRAFÍA

3.8.1.1.GEOLOGÍA

Para la elaboración del mapa geológico se utilizó los shapefile de:

- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Formaciones Geológicas del Chimborazo:** Obtenido de la página web del Sistema Nacional de Información.
- **Curvas de Nivel:** Obtenido de Almanaque

Litología	Formación	Era
Andesita	Lavas jóvenes de Chimborazo	Cuaternario
Toba	Cancagua	Cuaternario

Tabla 13. Composición Litológica, Formaciones y Eras.

Fuente: Sistema Nacional de Información

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

La mayor parte del territorio de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo es de roca andesita formada por lavas jóvenes del Chimborazo, perteneciente a la era Cuaternaria. **Anexo 5:** *Mapa geológico de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.*

3.8.1.2.PENDIENTE

Para la elaboración del mapa de pendiente se utilizó los shapefile de:

- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Curvas de Nivel:** Obtenido de Almanaque
- **Pendiente a nivel nacional:** Obtenido de la página web del Sistema Nacional de Información.

En la siguiente tabla se muestra la descripción geomorfológica que tiene el área de estudio. **Anexo 6:** *Mapa de Pendiente de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.*

Color	Descripción	Escala	Área Hectáreas	Porcentaje
	Pendiente plano o casi plano	0 – 5	41.0041	11 %
	Pendiente suave o ligeramente ondulado	5 – 12	12.0313	3 %
	Moderadamente ondulado	12 – 25	45.6570	12 %
	Pendiente colinado	25 – 50	185.2057	49 %
	Pendiente escarpado	50 – 70	74.3722	20 %
	Pendiente montañoso	>70	17.5028	5 %

Tabla 14. Descripción de pendientes con rangos de escala.

Fuente: Sistema Nacional de Información

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

3.8.1.3. ACCESIBILIDAD

Mediante la elaboración del mapa de afectación a la red vial, podemos evidenciar las rutas disponibles de accesibilidad a la zona segura. **Anexo 7:** *Mapa de afectación a la Red Vial asociados a peligros volcánicos de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.*

Para la elaboración del mapa de afectación vial se utilizó los shapefile de:

- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Vial:** Se elabora a partir de un shapefile de líneas, que se enmarcando sobre las vías de una imagen geo referenciada.
- **Peligros volcánicos del Chimborazo:** Obtenido de Almanaque
- **Imagen geo referenciada:** Obtenida de Google Earth

Clasificación de peligros volcánicos	
Color	Descripción
	Zonas de Menor Peligro Flujos Piroclásticos
	Zonas de Menor Peligro Lahares

Tabla 15. Clasificación de los Peligros Volcánicos de la Comunidad.

Fuente: Obtenido de Almanaque

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

3.8.2. USO DE SUELO

Para la elaboración del mapa del uso de suelo se utilizó los shapefile de:

- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Uso de suelo a nivel nacional:** Sistema Nacional de Información.

Clasificación de Uso de Suelos, Anexo 8: *Mapa Uso de Suelo de la Comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo.*

Color	Uso de Suelo	Área en Hectáreas	Porcentaje
	Asentamientos, cultivos de ciclo corto, pastos, suelos erosionados.	217.053	58 %
	Bosque plantado, arbustos y pajonal	24.489	5 %
	Pastos	27.824	9 %
	Pastos naturales con sistema silvopastoril y plantaciones forestales	8.183	3 %
	Zona erosionada	1.334	1 %
	Cultivos de ciclo corto y suelos erosionados	96.888	24 %

Tabla 16. Uso de Suelo, que se ha dado por la Población al Área de Estudio.

Fuente: Sistema Nacional de Información

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

3.8.2.1.TEXTURA DE SUELO

Para la elaboración del mapa de Textura de Suelo se utilizó los shapefile de:

- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Formaciones geológicas del Chimborazo:** Obtenido de la página web del Sistema Nacional de Información.

Clasificación de Textura del Suelo

Color	Textura del Suelo	Área en Hectáreas	Porcentaje
	Fina	30.2885	8 %
	Moderadamente Gruesa	327.6163	87 %
	Moderadamente Gruesa – Muy Fina	17.8684	5 %

Tabla 17. Clasificación de la Textura del Suelo.

Fuente: Sistema Nacional de Información

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

A través de la elaboración del mapa se puede evidenciar que el 87% del suelo tiene una textura moderadamente gruesa. Se puede evidenciar en el **Anexo 9: Mapa de Textura de Suelo de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo**

3.8.2.2.CONFLICTO – USO DE SUELO

Para la elaboración del mapa de Conflicto – Uso de Suelo se utilizó los shapefile de:

- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Formaciones geológicas del Chimborazo:** Obtenido de la página web del Sistema Nacional de Información.

Conflicto en el Uso del Suelo.

Color	Uso De Suelo	Área en Hectáreas	Porcentaje
	Bien Utilizado	110.61	29 %
	Sobre_utilizado	160.48	43 %
	Sub_utilizado	104.66	28 %

Tabla 18. Conflicto en el Uso del Suelo.

Fuente: Sistema Nacional de Información

Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca

Mediante el mapa elaborado se puede evidenciar que el 43% del suelo esta sobre utilizado en (ganadería y agricultura), el 28% del suelo es sub utilizado en (mayor erosión del suelo, la productividad es limitada), el 29 % del uso del suelo es bien utilizad (mayor productividad por el uso correcto del suelo). Se puede evidenciar en el **Anexo 10: Mapa Conflicto – Uso de Suelo de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.**

3.8.2.3.EROSION DEL SUELO

Para la elaboración del mapa de Erosión del Suelo se utilizó los shapefile de:

- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés

- **Formaciones geológicas del Chimborazo:** Obtenido de la página web del Sistema Nacional de Información.

Erosión del Suelo

Color	Descripción	Área en Hectáreas	Porcentaje
	Suelo Erosionado	315.89	100 %

Tabla 19. Erosión del Suelo

Fuente: Sistema Nacional de Información.

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

Mediante el mapa elaborado se puede evidenciar que el 100% del suelo ha sido erosionado por diversos factores naturales o antrópicos. Se puede evidenciar **Anexo 11: Mapa del Erosión del Suelo de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.**

3.8.3. OTROS ASPECTOS QUE SE TOMARON EN CUENTAS FUERON:

La elaboración del mapa de peligros asociados al volcán Chimborazo de esta manera se puede evidenciar las rutas que toman los lahares.

Para elaborar del siguiente mapa se utilizaron los shapefile de:

- **Peligros Volcánicos:** Obtenido de Almanaque
- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Parroquial:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Punto Chimborazo:** Elaborado a partir de un shapefile de puntos.
- **Orto foto 2019:** Obtenida de SENTINEL 2, se utilizó las bandas 2, 3, 4, procesado en ArcGis 10.3 con opción Windows/Imagen Analysis, resolución 10 metros (m).

Clasificación de Peligros del Volcán Chimborazo

Clasificación de peligros volcánicos	
Color	Descripción
	Zonas de Mayor Peligro Lahares
	Zonas de Menor Peligro Lahares
	Zonas de Mayor Peligro Flujos Piroclásticos
	Zonas de Menor Peligro Flujos Piroclásticos

Tabla 20. Clasificación de Peligros del Volcán Chimborazo

Fuente: Obtenido de Almanaque

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

Mediante el mapa elaborado se puede evidenciar dos rutas de flujos de lahares del volcán Chimborazo una que desciende por el lado Este de la comunidad, y la otra por el lado Oeste, siendo la del lado Este, la que causa más inconvenientes al tener efecto directo sobre el territorio. **Anexo**

12: *Mapa de peligros asociados al volcán Chimborazo.*

Para la elaboración del mapa de afectación de recursos se utilizó los siguientes shapefile:

- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Peligros Volcánicos:** Obtenido de Almanaque
- **Recurso de la Comunidad:** Se obtuvo a partir de una observación directa de la ubicación de los recursos.
- **Imagen satelital:** Google Earth

Clasificación de los Peligros Volcánicos de la Comunidad.

Clasificación de peligros volcánicos	
Color	Descripción
	Zonas de Menor Peligro Flujos Piroclásticos
	Zonas de Menor Peligro Lahares

Tabla 21. Clasificación de los Peligros Volcánicos de la Comunidad.

Fuente: Obtenida de Almanaque

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

En el siguiente mapa se evidencia que los recursos de la comunidad, se encuentran dentro del área de peligros volcánicos. **Anexo 13:** *Mapa de Recursos de la Comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo.*

AFECTACION DE RECURSOS – ASOCIADOS A FLUJOS DE LAHARES

Para la elaboración del mapa de Afectación de Recursos – Asociados a Flujo de Lahares se utilizó los shapefile de:

- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Imagen satelital:** Google Earth
- **Recurso de la Comunidad:** Se obtuvo a partir de una observación directa de la ubicación de los recursos.
- **Parroquial:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Ruta del flujo de Lahar:** Elaborado a partir de un shapefile de polígono; que se fue enmarcando sobre el trayecto del Lahar, que se veía en la imagen satelital de Google Earth.

Se establece la tabla donde se presenta los recursos que más se ven afectados por peligros asociados al volcán Chimborazo y aquellos que se encuentran ubicados en zona de alto riesgo,

Tabla 37: Afectación de Recursos. RESULTADOS OBJETIVO III.

Para establecer la ruta del flujo de lahares que se produjo en el 2016 se utilizó los siguientes shapefile:

- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Ortofoto 2019:** Obtenida de SENTINEL 2, se utilizó las bandas 2, 3, 4, procesado en ArcGis 10.3 con opción Windows/Imagen Analysis, resolución 10 metros (m).

- **Ruta del flujo de Lahar:** Elaborado a partir de un shapefile de líneas; que se fue enmarcando sobre el trayecto que tomo el flujo de lahares.
- **Shapefile Vial:** Se elabora a partir de un shapefile de líneas, que se enmarcando sobre las vías de una imagen geo referenciada.
- **Punto Chimborazo:** Elaborado a partir de un shapefile de puntos.

Se puede evidenciar la ruta que toma el flujo de lahares. **Anexo 14:** *Ruta de Flujo de Lahares 2016 – Quebrada Yambo Rumi.*

3.8.4. DELIMITACIÓN DE ZONAS SEGURAS

Para delimitar las zonas seguras de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo se tomó en consideración los aspectos antes analizados. Para la elaboración del mapa se utilizó los siguientes shapefiles:

- **Asentamientos Humanos:** Obtenido del GAD parroquial de San Andrés
- **Imagen satelital:** Google Earth
- **Peligros Volcánicos:** Obtenido de Almanaque
- **Recorrido del Flujo de Lahar:** Elaborado a partir de un polígono sobre la imagen satelital de Google Earth.
- **Recursos de la localidad:** elaborado a partir de una observación directa en la comunidad.

Se procedió a subir todos los shapefile al software ArcGis 10.3 para conocer los límites de afectación por los flujos de lahares y recursos que se ven afectados, también se tomó en consideración el shapefile de pendientes de la comunidad para la delimitación de las zonas seguras. Como resultado se obtuvo 2 mapas, uno a escala 1: 10.000 con imagen satelital tomada de Google Earth. **Mapa 4:** *Delimitación de zonas seguras ante el flujo de lahares por derretimiento del glaciar del volcán Chimborazo en la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.*

CAPITULO IV

4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1.RESULTADOS DEL OBJETIVO I.

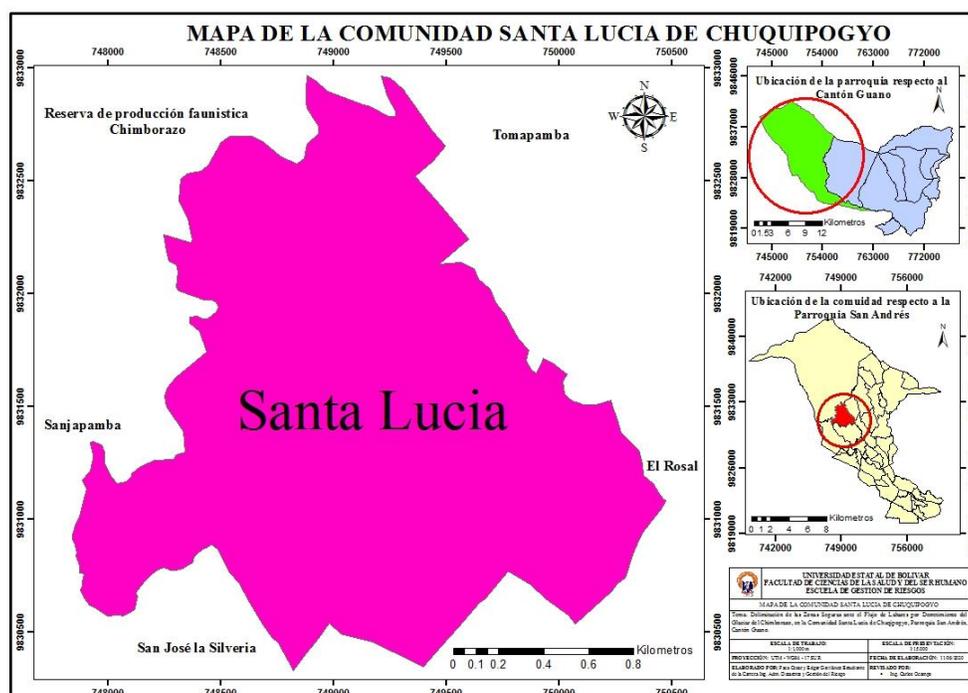
LEVANTAR LA LÍNEA BASE DE LA COMUNIDAD SANTA LUCIA

4.1.1. Características de la Comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo.

Información obtenida del PDOT de San Andrés 2015 - 2019

4.1.2. Ubicación Geográfica

La comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo se encuentra ubicada al Noroeste de la parroquia San Andrés, cantón Guano, a 15 Km de la ciudad de Riobamba, vía García Moreno, Riobamba, Urbina, Km 13. Está ubicada a 3.582 metros sobre el nivel del mar, en la latitud $1^{\circ}31'24.133''S$ y longitud $78^{\circ}45'19.927''W$, tiene una extensión de 3.758 Km².



Mapa 2: Comunidad Santa Lucia Chuquipogyo
Fuente: GAD parroquia San Andrés, Almanaque
Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca

Limite Político Administrativo:

- **Norte:** Reserva de producción faunística Chimborazo, Tomapamba
- **Sur:** San José la Silveria
- **Este:** Tomapamba, El Rosal
- **Oeste:** Reserva de producción faunística Chimborazo, Sanjapamba

4.1.3. Relieve.

Relieve se lo define en general como la configuración del terreno, basado en las diferencias de nivel ocasionado por las elevaciones, depresiones u otras desigualdades. Estos desniveles, considerada su morfología, extensión, roca sobre la que se ha formado, llevan diferentes nombres algunos comunes, como colinas, valles, montañas, mesetas, depresiones. En forma general el relieve actúa principalmente como modificador de la erosión geológica activa y del movimiento del agua en el suelo. La comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo presenta un relieve montañoso a nivel de todo el territorio como se presenta en el siguiente cuadro. (PDOT, 2015)

Relievé	Pendiente y altura predominante (%):	Actividades
Relieve Montañoso	25-50 Pendiente Colinado	Actividades agrícolas en sistemas agroforestales o con técnicas de conservación de suelo.
	50-70 Pendiente Escarpado	Solo pastos naturales con sistema silvopastoril y plantaciones forestales.
	> 70 Pendiente montañoso	No se debe realizar ninguna actividad.

Tabla 22. Descripción Geomorfológica

Fuente: PDOT San Andrés 2015 - 2019

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gavilánez

DESCRIPCIÓN	ESCALA
Pendiente plano o casi plano	0 – 5
Pendiente suave o ligeramente ondulado	5 – 12
Moderadamente ondulado	12 – 25
Pendiente colinado	25 – 50
Pendiente escarpado	50 – 70
Pendiente montañoso	>70

Tabla 23. Descripción de Pendientes

Fuente: PDOT San Andrés 2015 - 2019

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gavilánez

4.1.4. GEOLOGÍA.

Establecer una zonificación de riesgos incluye la realización de estudios y análisis para identificar, evaluar y cuantificar el nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, así como para determinar las acciones necesarias para mitigar (reducir) los efectos de los peligros potenciales observados. La zonificación de áreas propensas a los riesgos de peligros naturales es la base para el análisis, identificación y evaluación de las posibles amenazas en el denominado análisis de riesgos de un territorio. El siguiente cuadro presenta las posibles amenazas naturales a las que la Comunidad Santa Lucía de Chuquipogyo está expuesta. (PDOT, 2015)

Alerta Principal	Afectaciones	Descripción
Movimientos en masa	Deslizamientos de suelo o roca, caídas de rocas y suelo en sitios con pendientes de muy pronunciadas. Afectando a la red vial.	Moderada Susceptibilidad a movimientos en masa.
Vulcanismo	Caída de ceniza, afectaciones en las actividades agropecuarias, y salud de la población	Zona con alto peligro volcánico.
Sismicidad	Movimientos en el territorio	Sacudimiento del territorio

Tabla 24. Procesos Geodinámicas

Fuente: PDOT San Andrés 2015 - 2019

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gavilánez

4.1.5. Clima.

Ecuatorial alta montaña en las zonas III, el mismo que es el más frecuente en las zonas con relieves montañosos y que es característico de los nevados. La precipitación anual es de 500 a 1000 mm, tiene dos estaciones lluviosas que oscilan entre los meses de febrero-mayo y octubre-noviembre. La temperatura media oscila entre 10 y 12 °C. (PDOT, 2015)

Zonas	FACTORES/ DESCRIPCIÓN			
	Precipitación (mm/añual)	Temperatura (°C)	Pisos Climáticos	Humedad
ZONA III	500 – 1000	10 – 12	Ecuatorial alta montaña	91%

Tabla 25. Descripción de los Factores Climáticos

Fuente: PDOT San Andrés 2015 - 2019

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

4.1.6. USO DE SUELO

La mayor cantidad del suelo de la comunidad son suelos fértiles aptos para una gran variedad de cultivos (papa, alverja, habas, cebada, cebolla, zanahoria, melloco, oca, mashua, quinua, maíz.) y pastos bajo riego y secano como se indica en la siguiente tabla:

SANTA LUCIA DE CHUQUIPOGYO	Área Minera	0,00
	Bosque natural	0,00
	Bosque plantado	2,92
	Paramo	0,00
	Pastos	0,00
	Producción agrícola bajo riego y secano	369,12
	Producción agrícola de secano	0,00
	Zona erosionada	0,00
	Zona industrial	0,00
	Zona poblada	3,11
	Reserva	0,62
	Superficie total en hectáreas	375,77

Tabla 26. Uso de Suelo

Fuente: PDOT San Andrés 2015 - 2019

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

Registro de Eventos de la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo

Debido al deslizamiento de flujos de lahares desprendidos por el derretimiento del glaciar del Chimborazo, ocasionados por diversos factores endógenos y exógenos, estos serán los que producen afectaciones en la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo ubicado en las faldas del nevado Chimborazo, en base a su historia en relatos del último acontecimiento el deslizamiento de flujo de lahares suscitados desde el 1 de diciembre del 2015 hasta el mes abril del 2016 ocasiono el cierre de las vías de tercer orden debido a que los lahares tuvieron un volumen moderado, siendo el más voluminoso el ocurrido el 29 de abril de 2016, con un volumen aproximado de 700 mil m³. Para referencia, una volqueta transporta entre 8 y 12 m³, es decir, este Lahar transportó el equivalente aproximado a 70 mil volquetas de material, dejando incomunicadas a las comunidades de Tomapamba, Santa Rosa y Santa Lucia, así también generando daños en el sistema de agua potable y riego de las comunidades ubicadas en las zonas bajas, también se produjo afectaciones en el sector agrícola y ganadera de la comunidad Santa Lucia, siendo esta la más afectada.

Según el último reporte el último de deslizamientos de flujo de lahares se dio el 2 de julio del 2020 en el franco noreste sector Cóndor Machai, ubicada a 3.897 msnm en las coordenadas; Latitud S1°28'48.6825", Longitud W78°46'07.3436", ocasionando daños al sistema de agua potable de las comunidades Santa Lucia, La Silveria y Calshi, también produjo afectaciones al sistema de riego de la parroquia San Andrés y del cantón Mocha perteneciente a provincia Tungurahua. (SNGRE, Secretaría de Gestión de Riesgos realiza inspección en Santa Lucía de Chuquipogyo por descenso de lahares, 2016)

FECHA DEL EVENTO	LUGAR DE AFECTACIÓN	VOLUMEN	DAÑOS	FUENTE
01/12/2015	Flanco: Sureste Quebrada Yambo Rumi. Cantón Guano	611.000 m ³	Vías de comunicación, infraestructuras, poliducto PetroEcuador, red ferroviaria, daños en sistema de agua.	Vascones et al., 2016
06/12/2015	Flanco: Sureste Quebrada Yambo Rumi. Cantón Guano	305.000 m ³	Vías de comunicación, infraestructuras.	Vascones et al., 2016
17/12/2015	Flanco: Suroeste Algunos eventos Fueron reconocidos en la parte alta de la reserva de producción Faunística Chimborazo	-	Ninguno	IG-EPN, 2016
09/03/2016	Flanco: Sureste Quebrada Yambo Rumi. Cantón Guano	408.000 m ³	Vías de comunicación cerradas.	Vascones et al., 2016
29/04/2016	Flanco: Sureste Quebrada Yambo Rumi. Comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo, Parroquia San Andrés, Cantón Guano	713.000 m ³	Infraestructuras, áreas de cultivos y ganadería, vías de comunicación, un tramo de la vía del tren y el tramo 146,5 del poliducto de PetroEcuador, afectación al sistema de agua de las comunidades Calshi, Silveria, Sanjapamba.	Vascones et al., 2016
18/05/2016	Flanco: Sureste Quebrada Yambo Rumi. Cantón Guano	-	Afectación en cultivos	Andes, 2016
19/08/2016	Flanco: Sureste Quebrada Yambo Rumi. Cantón Guano	-	Vías de comunicación, red vial del ferrocarril.	El comercio. (2016)
11/01/2017	Flanco: Sureste Quebrada Yambo Rumi. Cantón Guano	-	Vías de comunicación, red vial del ferrocarril.	El noticiero. (2017)
01/03/2017	Flanco: Sureste Quebrada Yambo Rumi. Cantón Guano	-	Infraestructura, áreas de cultivo.	Ecuador inmediato (2017)
21/03/2017	Flanco: Sureste Quebrada Yambo Rumi. Cantón Guano	-	Infraestructura, áreas de cultivo, arrastramiento de un vehículo.	Vascones et al., 2016

02/07/2020	Flanco: Sureste sector Cónдор Machai. Cantón Guano.	-	Afectación al sistema de agua potable de las comunidades, Calshi, Silveria, Santa Lucia de Chuquipogyo. Afectación al sistema de agua de riego de la parroquia San Andrés y el cantón Mocha perteneciente a la provincia Tungurahua.	Moradores del sector Contadero.
------------	---	---	--	---------------------------------

Tabla 27. Registro de Eventos de Flujo de Lahares

Fuente: Varios Autores

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

4.1.7. Información Base de la Comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo

En el proceso de investigación se adquirió la información de todos los aspectos principales del área de estudio, a continuación, se detalla cada uno de ellos en la siguiente matriz.

TABLA RESUMEN	Total Familias		145
	Población Total		700
	Masculino		311
	Femenino		389
	Niños 0 – 12		243
	Jóvenes 13 – 17		87
	Adultos 18 – 64		325
	Adulto Mayor 65+		45
	Discapacidad	Auditiva	0
		Visual	0
		Física	2
		Intelectual	1
		Otro	0
	OCUPACIÓN	Que haceres domésticos	16
Agricultura		344	
Estudiante		293	
No estudia		37	
No trabaja		6	
Otro		4	

Tabla 28. Información Base de la Comunidad.

Tabla: Base de datos de la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

4.1.8. Identificación de Recursos de la Comunidad

Se describen los recursos con los que cuenta la comunidad para reducción y mitigación de los riesgos, así como los recursos que sirvan frente a la ocurrencia de un evento peligroso.

Descripción De Recursos	Cantidad	Estado			Observaciones
		Bueno	Regular	Malo	
Iglesia Cristiana	1	X			Zona alta despejada y segura.
Iglesia Católica	1	X			Zona baja en alto riesgo
Casa comunal	1	X			Zona alta despejada y segura.
Escuela Nevado Chimborazo	1	X			Zona baja en alto riesgo
Estadio	1			X	Zona baja en alto riesgo
CIBV	1		X		Zona baja en alto riesgo

Tabla 29. Recursos de la Comunidad

Fuente: Guía de Observación

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

4.1.9. SERVICIOS BASICOS

CONSUMO DE AGUA		
Categorías	Casas	Porcentaje
Entubada	115	96 %
Sin Agua	5	4 %
TOTAL	120	100%

Tabla 30. Sistema de Agua Potable

Fuente: Guía de Observación

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

LUZ ELECTRICA		
Categorías	Casas	Porcentaje
Si Tiene	110	92 %
No Tiene	10	8 %
TOTAL	120	100%

Tabla 31. Energía Eléctrica

Fuente: Guía de Observación

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

Alcantarillado

La comunidad no cuenta con el servicio de alcantarillado.

Eliminación De Excretas	Columna1	Columna2
	Familias	Porcentajes
Pozo Séptico	103	86 %
Campo Libre	11	9 %
Letrina	6	5 %
TOTAL	120	100 %

Tabla 32. Eliminación de Excretas

Fuente: Guía de Observación

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

4.1.10. VÍAS DE ACCESO

La vía de acceso a la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo es asfalto, lastrado y tierra.

- Vía de tercer orden tierra, ingreso a la comunidad es lastrado.

4.1.11. AGENTES COMUNITARIOS

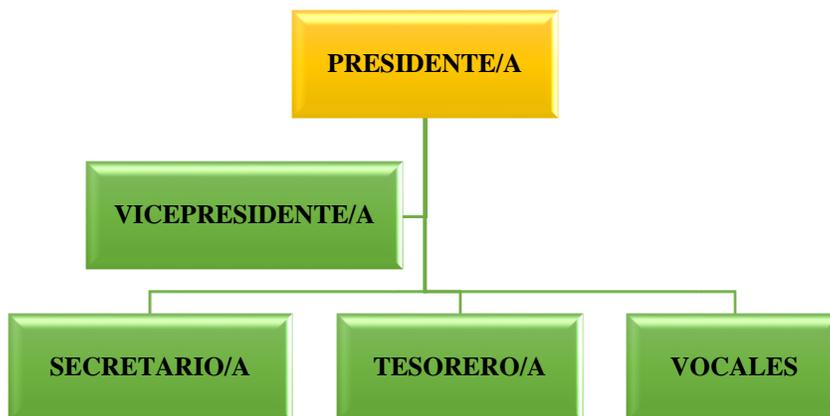


Figura 8. Agentes comunitarios

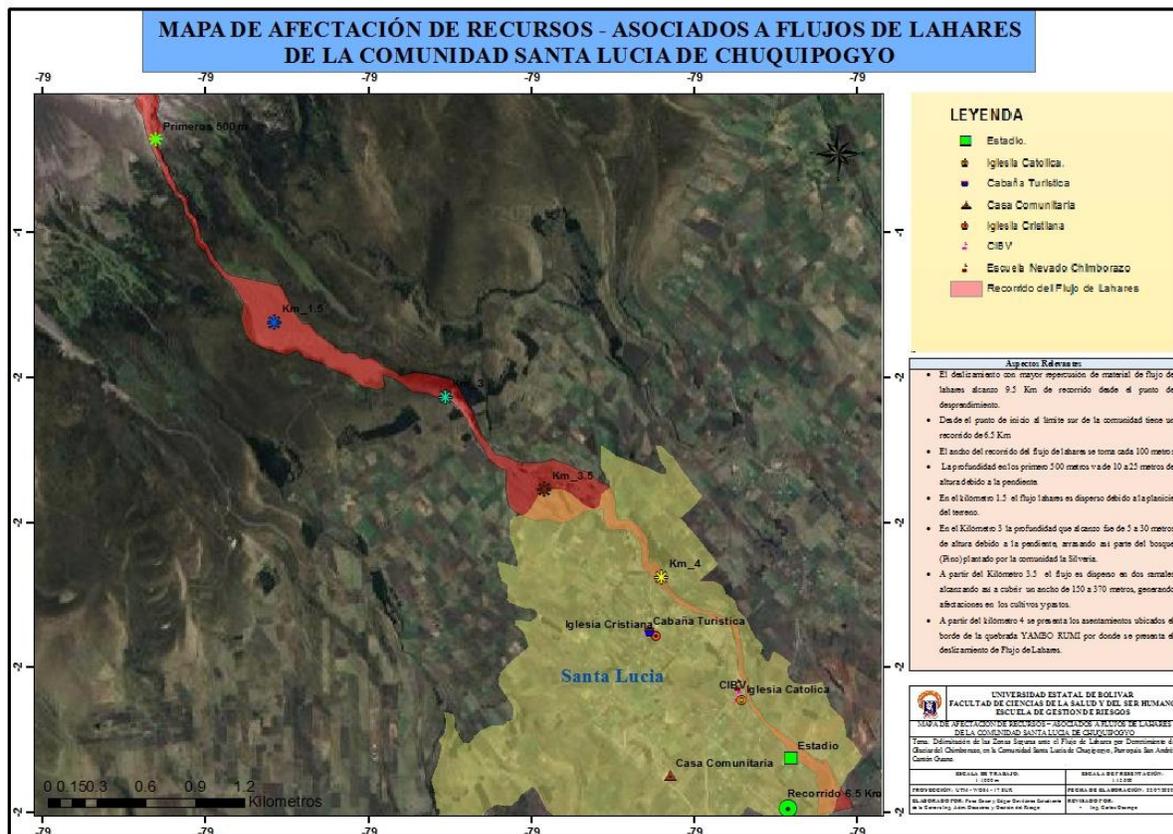
Fuente: Guía de Observación

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

4.2.RESULTADOS DEL OBJETIVO II.

DETERMINAR ZONAS SEGURAS Y RUTAS DE EVACUACIÓN ANTE EL FLUJO DE LAHARES POR DERRETIMIENTO DEL GLACIAR DEL CHIMBORAZO.

4.2.1. Características de las Zona Segura



Mapa 3: Mapa de afectación de recursos – asociados a flujo de lahares de la comunidad de Santa Lucía de Chuquipogyo

Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Imagen satelital Google Earth

Elaborado por: Edgar Gavilán y Cesar Paca

Libre de exposición a la ruta del flujo de lahares, ubicada en un punto estratégico, cuenta con los servicios básicos (agua, luz) que son prioritarios para solventar durante la emergencia, con capacidad para albergar a los moradores de la comunidad. En su entorno no se encuentra ubicado ningún elemento que pongan en peligro la integridad.

4.2.1.1.Ubicación: La Zona Segura se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas respecto a la comunidad.

Latitud	749278
Longitud	9830965
Altitud	3594 msnm

Tabla 33. Coordenadas de la Zona Segura

Fuente: Google Earth

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gavilánez

4.2.1.2. Área m2: Tiene una superficie plana y en ella se presenta dos construcciones:

5000 metros cuadrados (m2)

- **Primera construcción:** Estructura de hormigón armado de una planta, con una superficie de 300 metros cuadrados (m2).
- **Segunda construcción:** Estructura mixta (hormigón, metal y cartón prensado) de una sola planta, con una superficie de 95 metros cuadrados (m2)
- **Distancia de la ruta de Lahar hasta la Zona Segura:** La longitud que tiene desde la ruta del flujo de Lahar a la Zona Segura es de 700 metros (m). El trayecto del terreno tiene una pendiente escarpada, en una escala de 50 a 70, pendiente colinado, en una escala de 25 a 50, pendiente plano o casi plano, en una escala de 0 a 5.

4.2.1.3. Vías de evacuación

La comunidad tiene vías de tercer orden, con tramos de tierra y lastrado (macadán y piedra), con una amplitud de 4 y 6 metros, que hace posible la evacuación sin presentar aglomeraciones.

- El sector Norte de la comunidad, cuenta con una sola vía de acceso hacia a la zona segura.
- El sector sur de la comunidad, cuenta con dos vías de acceso; vía 1, con mayor distancia y fácil accesibilidad, vía 2; menor distancia con dificultad de accesibilidad por la pendiente escarpada de 50 a 70.

4.2.1.4. Puntos de encuentro: Lugar de reunión pronta, para partir a la Zona Segura.

Punto de encuentro 1, al Norte de la comunidad	
Latitud	748978
Longitud	9831566
Altitud	3677 msnm

Tabla 34. Coordenadas del Punto de Encuentro “1”

Fuente: Google Earth

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

El punto de encuentro “1” ubicado al norte de la comunidad se encuentra a 575 metros (m) de distancia de la ruta del flujo de Lahar.

Punto de encuentro 2, centro de la comunidad	
Latitud	749522
Longitud	9831213
Altitud	3536 msnm

Tabla 35. Coordenadas del Punto de Encuentro “2”

Fuente: Google Earth

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gaviláñez

El punto de encuentro “2” ubicado en el centro de la comunidad se encuentra a 350 metros (m) de distancia de la ruta del flujo de Lahar.

4.2.1.5. Escenario de riesgo de la comunidad

Debido al deslizamiento de flujo de lahares desencadenados en el Chimborazo, se han visto afectadas las líneas vitales que son el conjunto de sistemas y servicios prioritarios para el funcionamiento de la sociedad, como las redes de agua potable, telecomunicación, sistema de transporte, sistema eléctrico. También se considera fundamental dentro de esta categoría las instalaciones educacionales y deportivas, por la gran concentración de personas que podría estar concentradas allí en el momento que se presente un evento peligroso.

Comunidad	Barrios en Zonas de Riesgos	Ubicación	Recursos Expuestos	Elementos Afectados
SANTA LUCIA DE CHUQUIPOGYO	Artesa	QUEBRADA YAMBO RUMI	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas • Iglesia Evangélica • Cabaña turística 	<ul style="list-style-type: none"> • Viviendas • Producción agrícola • Ganadería • Red de distribución de Agua Potable domiciliaria • Red de distribución eléctrica domiciliaria • Red del sistema de agua potable y riego de las comunidades Calshi y Silveria • Red vial • Puente • Tramo 146 del Poliducto PetroEcuador • Tramo de la línea del Ferrocarril
	Santa Lucia		<ul style="list-style-type: none"> • Escuela Nevado Chimborazo • Estadio • CIBV • Iglesia Católica 	

Tabla 36. Escenario de Riesgo de la Comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo.

Tabla: Identificación zonas de riesgos y elementos expuestos

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gavilánez

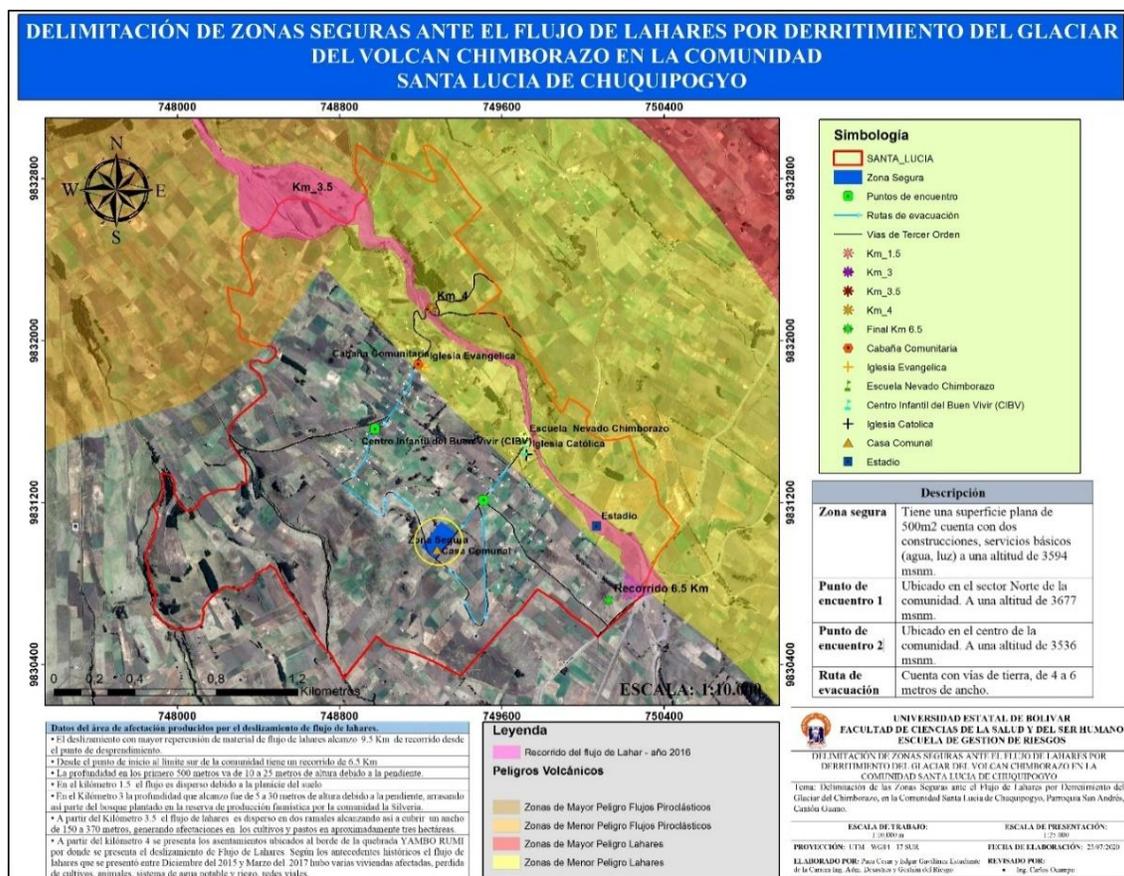
4.3.RESULTADOS DEL OBJETIVO III.

ELABORAR EL MAPA DE ZONAS SEGURAS ANTE EL FLUJO DE LAHARES EN LA COMUNIDAD SANTA LUCIA DE CHUQUIPOGYO.

Determinar zonas seguras ante el flujo de lahares en la Comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo.

El presente mapa de detalla de una manera clara la zona segura, puntos de encuentro, rutas de evacuación, de la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo ante flujos de Lahares, lugar al que deberán evacuar cuando se presente el evento.

Delimitación de zonas seguras ante el flujo de lahares por derretimiento del glaciar del volcán Chimborazo en la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.



Mapa 4. Delimitación de zonas seguras ante el flujo de lahares por derretimiento del glaciar del volcán Chimborazo en la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogyo.

Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Sistema Nacional de Información, Almanaque, Google Earth.

Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca

4.3.1. Zona Segura

La Zona de Seguridad es definida como un “lugar de refugio temporal al aire libre, que debe cumplir con las características de ofrecer seguridad para la vida de quienes lleguen a ese punto. Para entender de manera correcta el concepto de Zona de Seguridad, se debe aclarar qué se entiende por las zonas en ambientes laborales y en ambientes en que estamos frente a emergencias naturales.

Por Zona de Seguridad se entiende aquella que las autoridades competentes definen como tal y en la cual los riesgos están bajo control. Para su designación se debe considerar que no existan elementos que puedan producir daños por caídas (árboles, cables eléctricos, estructuras antiguas, etc.)”. Se señala como punto o zona de encuentro ante un evento en que existe la necesidad de evacuar una área, debido a una emergencia de riesgo natural, como terremoto o tsunami. (Parra, 2019)

4.3.2. Zonas de Riesgo

La zona de riesgo, es aquella en que se encuentran agentes con potencial de provocar daño, ya sea lesión o daños estructurales, pérdida de vidas humanas, por lo que se declara zona de riesgo, siendo necesario contar con zonas de seguridad claramente identificadas, lo que permitirá identificar aquellos sectores en que están libre de exposición. (Parra, 2019)

4.3.3. Descripción de la Zona Segura

Ubicada en zona alta, con pendiente escarpada de 50 a 70, cuenta con una estructura de hormigón armado para albergar a los moradores de la comunidad. Mayor descripción resultado objetivo dos.

- **Textura del Suelo**

La zona segura presenta una textura de suelo moderadamente gruesa (tierra negra, tierra amarilla y pómez).

- **Geología de la Zona**

El área donde se encuentra ubicada la zona segura presenta una geología, andesita, formaciones de lavas jóvenes del Chimborazo de la era cuaternaria.

4.3.4. Punto de Encuentro

Cuenta con dos puntos de encuentro ubicados en el sector norte y centro, los cuales están libre de elementos que puedan producir daño (árboles, postes eléctricos), para la pronta reunión y partir a la zona segura establecida.

4.3.5. Ruta de Evacuación

- El sector Centro de la comunidad cuenta con dos rutas de evacuación.
- El sector Norte de la comunidad cuenta con una ruta de evacuación.

4.3.6. Zonas de Peligros Asociados al Volcán Chimborazo (Flujo de Lahares)

- **Amarillo:** Zona de menor peligro, del Flujo de Lahares que cubre el area Este de la comunidad.

4.3.7. Afectación de recursos ante la ruta del flujo de Lahares.

Se identificó en la ruta del flujo de Lahar, recursos afectados y recursos expuestos.

Afectación de Recursos y líneas vitales:

Recursos	Recursos Afectados	Recursos en zona de Riesgo
Escuela	<ul style="list-style-type: none"> Estadio 	<ul style="list-style-type: none"> Escuela Nevado Chimborazo CIVB Iglesia Católica Sistema de agua potable
Iglesia Cristiana		
Iglesia Católica		
Cabaña Turística		
Escuela Nevado Chimborazo		
Estadio		
CIBV		
Casa Comunitaria		
Líneas Vitales	Afectados	Expuestos
Sistema de Agua potable	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de agua potable Electricidad Aaccesibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de agua potable Electricidad
Electricidad		
Accesibilidad		

Tabla 37. Afectación de Recursos y líneas vitales

Fuente: Guía de Observación

Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca

4.3.8. Características de las Zonas Seguras.

La comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo, cuenta con una población de 700 habitantes, para lo cual mediante la investigación se ha determinado un punto estratégico, donde la población pueda acudir y permanecer temporalmente durante la emergencia que se presente, ante los eventos adversos.

En La siguiente tabla se muestra la caracterización de la zona segura, ruta de evacuación y punto de encuentro.

Comunidad		Descripción	Coordenadas UTM WGS 84 Zonas 17 S		Altitud	Sectores	
			X	Y		Artesa	Santa Lucia
SANTA LUCIA DE CHUQUIPOGYO	ZONA SEGURA	Ubicada en el centro Oeste de la comunidad, lugar alto y libre de peligros, con pendiente tipo escarpada de (50 - 70) m. Textura del suelo moderadamente gruesa	749278	9830965	3594 msnm		X
	PUNTO DE ENCUENTRO	Punto uno: ubicada al Norte de la comunidad	748978	9831566	3677 msnm	X	
		Punto dos: ubicada en el Centro de la comunidad	749522	9831213	3536 msnm		X
	RUTAS DE EVACUACIÓN	Vías de tierra de 4 a 6 metros de ancho.					Una vía de evacuación

Tabla 38. Características de las Zonas Seguras.

Fuente: Guía de Observación

Elaborado por: Edgar Gaviláñez y Cesar Paca

4.3.9. Puntos de encuentro alternativos

Los siguientes lugares establecidos se toman en consideración como una alternativa para establecer albergues temporales o punto de encuentro, siempre y cuando los recursos situados en esa área no se vean afectados por los eventos peligrosos (Iglesia Evangélica, Cabaña Turística).

5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

El presente proyecto de investigación se lleva a cabo desde el 17 de febrero del 2020 hasta la presente fecha, en la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo, perteneciente a la parroquia San Andrés, cantón Guano, provincia Chimborazo, para lo cual se requería los siguientes recursos que se detallan a continuación:

5.1.DEFINICIÓN DE LOS RECURSOS CON LOS QUE SE LLEVA A CABO LA INVESTIGACIÓN

1) Talento Humano

Sr. Cesar David Paca Acán

Sr. Edgar Manuel Gavilánez Paredes

Director del Proyecto de Titulación

Ing. Carlos Sanpedro Ocampo León, MSc.

2) Recursos Técnicos

- Computadora portátil
- Pen drive
- GPS
- Cámara fotográfica

Software:

En el proceso de investigación se manejó el siguiente software:

- ArcGis 10.3

5.3.PRESUPUESTOS

Materiales	Cantidad / Número de veces	Valor Unitario	Valor Total
Computadora portátil	2	\$ 250	\$ 500
Pen drive	2	\$ 10	\$ 20
Impresión de documentos para tramites	5	\$ 0.50	\$ 2.50
Internet	5 meses	\$ 40	\$ 200
Transporte	8	\$ 11	\$ 88
TOTAL			\$ 790.50

Tabla 39. Presupuesto para el Proyecto de Investigación
Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca

CAPITULO V

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.CONCLUSIONES

- A través de la investigación realizada en varias fuentes bibliográficas, acercamiento hacia a la comunidad y autoridades del GAD parroquial, se pudo evidenciar que el área de estudio se ve afectado y esta propenso a eventos peligros por deslizamiento de flujo de lahares del Chimborazo, debidos a que las viviendas y recursos de la comunidad ubicadas al borde de la quebrada Yambo Rumi por donde ya se han presentado eventos adversos han producido afectaciones en viviendas, producción agrícola, ganadera, sistemas de agua y vialidad.
- A través de la Guía de Observación y Google Earth (para la medición y obtención de coordenadas), se puedo visualizar aspectos relevantes, como, accesibilidad, servicios básicos (agua, energía eléctrica), estructuras para albergar a la población, así también se identificó la distancia entre la zona segura y la ruta del flujo de Lahar, espacios de afectación.
- Mediante la utilización del software ArcGis 10.3 se pudo Mapear, la zona segura de la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo, mediante un levantamiento de información y estudio de campo (Guía de Observación), se pudo identificar un espacio estratégico, rutas de evacuación y puntos de encuentro, para evacuar al producirse un evento de flujos de lahares. También se identificó aspectos relevantes como recurso y vías que se ven afectadas por el fenómeno natural.

- La ruta que toma los flujos de lahares secundarios es por la quebrada yambo Rumi pasando por el lado Este de la comunidad afectando a recursos y viviendas que se encuentran construidas en esa área.
- Mediante la elaboración de mapas de supo evidenciar que el área de estudio presenta el 49% de la comunidad con una pendiente colinada; el uso de suelo tiene un 58% de cultivos de ciclo corto, pastos, suelos erosionados; el conflicto en el uso del suelo que se presenta es de un 43% Sobre_utilizado en donde se puede ver que la explotación de suelos es sumamente considerable.
- Los factores que más llaman la atención son: las precipitaciones y temperaturas que ha venido en aumento, al punto que las constantes precipitaciones se acumulan en el casquete glaciar debilitando las capas de hielo superficiales, el cambio climático es uno de los factores muy a consideración durante el transcurso del tiempo ha venido desgastando el casquete glaciar del volcán Chimborazo factor que puede ocasionar constantes flujos de lahares y una pérdida total del glaciar

6.2.RECOMENDACIONES

- Existe una necesidad que las autoridades competentes elaboren una propuesta de reubicación de los elementos expuestos ante el flujo de lahares, la misma que debe incluir estudios técnicos del suelo para evitar algún tipo de evento peligroso. Priorizar medidas y acciones de prevención y mitigación ante eventos peligrosos de planificación local: corto, mediano y largo plazo, que permita reducir el problema y así evitar pérdidas humanas, económicas y materiales.
- Implementar un proyecto de mejoramiento de la red vial, señalización de puntos de encuentro establecidos en el proyecto y adecuar el espacio seguro que servirá para albergar a la población, durante eventos peligrosos.
- Realizar un plan de evacuación para que las personas de la comunidad conozcan las rutas para evacuar a la zona segura establecida en el proyecto.
- Realizar simulacros de una manera participativa con toda la comunidad para optimizar los tiempos de evacuación a la zona segura.
- Elaborar planes de contingencia para los recursos de la comunidad que están en zonas de peligro por los flujos de lahares secundarios que desencadena el volcán Chimborazo.
- Implementar programas de control de asentamientos en zonas vulnerables y de zonas protegidas a fin de evitar la explotación de los recursos naturales.

6.3. DEFINICIÓN Y REDACCIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Âgora, E. (03 de Enero de 2020). *Clima y Energía*. Obtenido de

<https://www.elagoradiario.com/clima-y-energia/los-fuegos-de-australia-llenan-de-cenizas-las-nieves-de-nueva->

[zelanda/#:~:text=%E2%80%9CEl%20impacto%20de%20la%20ceniza,glaciares%20pueden%20acelerar%20el%20deshielo.&text=Efectivamente%2C%20seg%C3%BAn%20los%20](https://www.elagoradiario.com/clima-y-energia/los-fuegos-de-australia-llenan-de-cenizas-las-nieves-de-nueva-zelanda/#:~:text=%E2%80%9CEl%20impacto%20de%20la%20ceniza,glaciares%20pueden%20acelerar%20el%20deshielo.&text=Efectivamente%2C%20seg%C3%BAn%20los%20)

Ainhoa, A. (2015). *Geología en Acción*. Obtenido de argitalpena: [https://web-](https://web-argitalpena.adm.ehu.es/listaproductos.asp)

[argitalpena.adm.ehu.es/listaproductos.asp](https://web-argitalpena.adm.ehu.es/listaproductos.asp)

Alarcón, I. (22 de Marzo de 2020). *Ecuador ha perdido más de la mitad de su cobertura glaciar*.

Obtenido de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/tendencias/ecuador-perdida-mitad-cobertura-glaciar.html>

Allan, L. T. (2015). *Degradación Ambiental, Riesgo y Desastre Urbano; Problemas y conceptos*.

Obtenido de

file:///D:/apuntes_hacia_una_definici_n_de_la_gesti_n_de_riesgo_A_llan_Lavell.pdf

Ambiente, M. d. (2016). *Ecociencia Verde*. Obtenido de [https://www.ambiente.gob.ec/wp-](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/ECOCIENCIA_VOL_2.pdf)

[content/uploads/downloads/2017/03/ECOCIENCIA_VOL_2.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/ECOCIENCIA_VOL_2.pdf)

Angeles, M. d., Ortiz, R., & Marrero, J. (2016). *Riesgo Volcánico*. Obtenido de Instituto

Geográfico Nacional: <https://www.ign.es/web/ign/portal>

- Arevalo, M. (2019). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH), INHAMI*. Obtenido de Estación Agrometeorológica:
<https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/estaci%C3%B3n-meteorol%C3%B3gica.html>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). Obtenido de ASAMBLEA NACIONAL REPÚBLICA DEL ECUADOR: <https://www.asambleanacional.gob.ec/es>
- Barba Castillo, D. P. (2017). *Estudio Vulcanológico del Complejo Volcánico Chimborzo-Ecuador*. Obtenido de Bibdigital: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/144>
- Cajal, A. (2015). *Investigación de campo: características, diseño, técnicas*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/investigacion-de-campo/>
- CAPRADE. (Junio de 2018). *GLOSARIO DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES PARA LOS PAÍSES MIEMBROS DE LA COMUNIDAD ANDINA*. Obtenido de COMUNIDAD ANDINA: <http://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2018619133838GlosarioGestionDeRiesgoSICA.pdf>
- Carracedo, J. C. (2015). *Peligros asociados a megadeslizamientos y lahares*. Obtenido de Dpto. de Física (GEOVOL), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus Universitario de Tafira, 35017 Las: <file:///D:/298961-Text%20de%20l'article-417939-1-10-20151006.pdf>
- Castro, D. (2016). El Volcán Chimborazo "El Coloso de los Andes". *BIONATURA*.
- Civil, A. A. (24 de Mayo de 2019). *¿Qué Es Una Ruta De Evacuación?* Obtenido de <https://asesoriaenproteccioncivil.com/que-es-una-ruta-de-evacuacion/>

CNCR. (2017). *Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes*.

Obtenido de Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD):

<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf;jsessionid=C8BC3F232A39AC3A85344F5C312059BF?sequence=2>

COOTAD. (19 de Octubre de 2010). *CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIALA*

UTONOMIA DESCENTRALIZACION. Obtenido de OAS: <http://www.oas.org/en/>

Delgado, H. (18 de Junio de 2016). *LAHARES*. Obtenido de Geofisica en Nicaragua:

https://webserver2.ineter.gob.ni/geofisica/vol/concepcion/mapas_amenaza/05-Texto%20lahares.pdf

Ecuador, U. C. (2017). *Aislamiento y caracterización de microorganismos biocatalizadores de ceniza volcánica en suelos agrícolas de Tungurahua*. Obtenido de

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9335>

EFE, A. (20 de Febrero de 2019). *El cambio climático amenaza a dos de los siete glaciares de*

Ecuador. Obtenido de Agencia EFE: <https://www.efe.com/efe/america/cronicas/el-cambio-climatico-amenaza-a-dos-de-los-siete-glaciares-ecuador/50000490-3903340>

Erazo, M. (Septiembre de 2016). *DETERMINACIÓN DE POTENCIALES ZONAS SEGURAS FRENTE A LA OCURRENCIA DE LAHARES DEL VOLCÁN COTOPAXI: ESTUDIO DE CASO ZONA 6, CANTON RUMIÑAHUI*. Obtenido de dspace:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6983/1/T-UCE-0012-27.pdf>

- Francou, B. (2014). *Glaciares de los Andes Tropicales víctimas del Cambio Climático*. Obtenido de Ministerio del Ambiente y Agua: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Libro-Glaciares.pdf>
- Funes. (Junio de 2018). *Amenazas Naturales*. Obtenido de www.lae.uns.edu.ar:
<http://lae.unsl.edu.ar/Ediciones/III%20AMENAZAS%20NATURALES.pdf>
- Gallegos, L. R. (2015). *Repositorios.espe.edu.ec*. Obtenido de Atículo científico:
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6532/1/AC-CIV-ESPE-047084.pdf>
- Grande, R. d. (2016). *Version On-line ISSN 0718-3402*. Obtenido de
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022010000300008>:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34022010000300008&script=sci_arttext&tlng=e
- Guevara, M. (2015). *GEODINÁMICA EXTERNA*. Obtenido de Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI): <http://bvpad.indeci.gob.pe/html/es/home.html>
- Guzmán, A. (Diciembre de 2018). *Dinamismos eruptivos de los periodos de actividad pertenecientes al Pleistoceno Tardío del volcán Chimborazo, en base a las características de los piroclastos de caída del corte de Totorillas*. Obtenido de BIBDIGITAL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/>
- Hubp, L., Aguayco, J., & Vega, C. (2015). *Diccionario Geomorfológico*. México: Univesidad Nacional Autonoma de México (UNAM).
- IG-EPN. (2015). *Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de <https://www.igeptn.edu.ec/ultimos-sismos>

IG-EPN. (08 de agosto de 2016). *Entrega oficial del “Mapa de Amenazas Potenciales por Lahares Secundarios Quebrada Yambo Rumi del Volcán Chimborazo”*. Obtenido de Instituto Geofísico: <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1372-entrega-oficial-del-mapa-de-amenazas-potenciales-por-lahares-secundarios-quebrada-yambo-rumi-del-volcan-chimborazo>

IG-EPN. (08 de Agosto de 2016). *Entrega oficial del “Mapa de Amenazas Potenciales por Lahares Secundarios Quebrada Yambo Rumi del Volcán Chimborazo”* . Obtenido de Instituto Geofísico : <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1372-entrega-oficial-del-mapa-de-amenazas-potenciales-por-lahares-secundarios-quebrada-yambo-rumi-del-volcan-chimborazo>

IG-EPN. (2017). *LAHARES (Flujo de Lodo)*. Obtenido de Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional: <https://www.igepn.edu.ec/>

IG-EPN. (2020). *Informe Anual del Volcán Chimborazo*. Quito.

IG-EPN. (s.f.). *Chimborazo*. Obtenido de Instituto Geofísico:
<https://www.igepn.edu.ec/chimborazo>

Jervis, T. M. (2019). *Investigación descriptiva: características, técnicas*. Obtenido de Liferder:
<https://www.liferder.com/investigacion-descriptiva/>

Jordi Esquirol, J. S. (2017). LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA, BASE DE LA INVESTIGACIÓN. *ResearchGate*.

Laskurain, A. (17 de Marzo de 2019). *Gestión de riesgos*. Obtenido de Wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_de_riesgos

Libre, E. (14 de Junio de 2020). Obtenido de

https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Chimborazo

libre, L. e. (14 de Junio de 2020). Obtenido de

https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Chimborazo

Libre, L. E. (12 de Junio de 2020). Obtenido de

https://es.wikipedia.org/wiki/Volc%C3%A1n_Chimborazo

Lopez, c., & Ramírez, J. (2015). *Glaciares, nieves y hielos de América Latina- Cambio*

Climático y amenazas. Obtenido de ResearchGate:

https://www.researchgate.net/profile/Rodney_Martinez/publication/255787527_Cambio_climatico_y_glaciares_de_la_alerta_temprana_a_la_comprension_de_los_ecosistemas_de_alta_montana/links/0c96053bc41320ba77000000.pdf#page=240

López, L. (2015). *Diccionario de Geografía aplicada y profesional* . Obtenido de

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA:

https://www.uv.es/~javier/index_archivos/Diccionario_Geografia%20Aplicada.pdf

Ludeña, C., & Wilk, D. (Abril de 2013). *ECUADOR: Mitigación y Adaptación al Cambio*

Climático - Marco de la preparación de la Estrategia 2012 - 2017 del BID en Ecuador .

Obtenido de Improving lives:

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Ecuador-Mitigaci%C3%B3n-y-adaptaci%C3%B3n-al-cambio-clim%C3%A1tico.pdf>

Mileti, D. S. (31 de Agosto de 2020). *Tragedia de Armero*. Obtenido de Wikipedia:

https://es.wikipedia.org/wiki/Tragedia_de_Armero

Parra, S. (22 de Abril de 2019). *Como debe ser una zona segura*. Obtenido de BRAINLY:

<https://brainly.lat/tarea/11892550#:~:text=La%20Zona%20de%20Seguridad%20es,quienes%20lleguen%20a%20ese%20punto.&text=Por%20Zona%20de%20Seguridad%20se,los%20riesgos%20est%C3%A1n%20bajo%20control>.

PDOT. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Andrés* .

Obtenido de GAD San Andrés: [http://app.sni.gob.ec/sni-](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660824230001_DIAGNOSTICO%20PRELIMINAR%20SAN%20ANDRES_19-05-2015_11-43-39.pdf)

[link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660824230001_DIAGNOSTICO%20PRELIMINAR%20SAN%20ANDRES_19-05-2015_11-43-39.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660824230001_DIAGNOSTICO%20PRELIMINAR%20SAN%20ANDRES_19-05-2015_11-43-39.pdf)

Revollo, E. (2015). *GEOLOGÍA FÍSICA Y GEOLOGÍA HISTÓRICA DE SUDAMÉRICA*.

Rincon, M., Vargas, W., & Gonzáles, C. (2017). *TOPOGRAFÍA CONCEPTOS Y*

APLICACIONES . Obtenido de <https://www.ecoediciones.com/>

Samaniego, P., Barba, D., Robin, C., Fornari, M., & Bernard, B. (08 de Febrero de 2017).

Eruptive History of Chimborazo volcano (Ecuador): A large, ice-capped and hazardous compound volcano in the northern Andes. Obtenido de Instituto Geofísico:

[https://www.igepn.edu.ec/publicaciones-vulcanologia/bibl-chimborazo/18843-](https://www.igepn.edu.ec/publicaciones-vulcanologia/bibl-chimborazo/18843-samaniego-p-barba-d-robin-c-fornari-m-bernard-b-2017)

[samaniego-p-barba-d-robin-c-fornari-m-bernard-b-2017](https://www.igepn.edu.ec/publicaciones-vulcanologia/bibl-chimborazo/18843-samaniego-p-barba-d-robin-c-fornari-m-bernard-b-2017)

SGRE. (2018). *GLOSARIO DE TÉRMINOS DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES*.

Obtenido de Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SGRE):

<http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/08IGC2019-GLOSARIO-DE-TE%CC%81RMINOS01.pdf>

SNGRE. (2016). *Secretaría de Gestión de Riesgos realiza inspección en Santa Lucía de*

Chuquipogyo por descenso de lahares. Obtenido de Servicio Nacional de Gestión de

Riesgos y Emergencia: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/secretaria-de-gestion-de-riesgos-realiza-inspeccion-en-santa-lucia-de-chuquipogyo-por-descenso-de-lahares/>

SNGRE. (2018). *GLOSARIO DE TÉRMINOS DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES GUÍA DE CONSULTA*. Obtenido de SERVICIO NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y EMERGENCIA : <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-T%3%89RMINOS-DE-GESTI%3%93N-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf>

Tiupul, P., & Arévalo, M. (2019). *ANUARIO CLIMATOLÓGICO*. Obtenido de ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO: <https://www.esPOCH.edu.ec/>

UCLM. (2015). *Sismo volcánico*. Obtenido de Universidad de Castilla-La Mancha: <https://www.uclm.es/>

UNDRR. (Noviembre de 2015). *PAUTAS Y CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE ZONAS DE RIESGO*. Obtenido de Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR): <https://www.eird.org/bibliovirtual/riesgo-urbano/pdf/spa/doc1547/doc1547-3.pdf>

UNESCO. (2018). *ATLAS DE GLACIARES Y AGUAS ANDINOS - EL IMPACTO DEL RETROCESO DE LOS GLACIARES SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS*. Obtenido de Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología (INAMHI): http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/Publicaciones/atlasglaciares.pdf

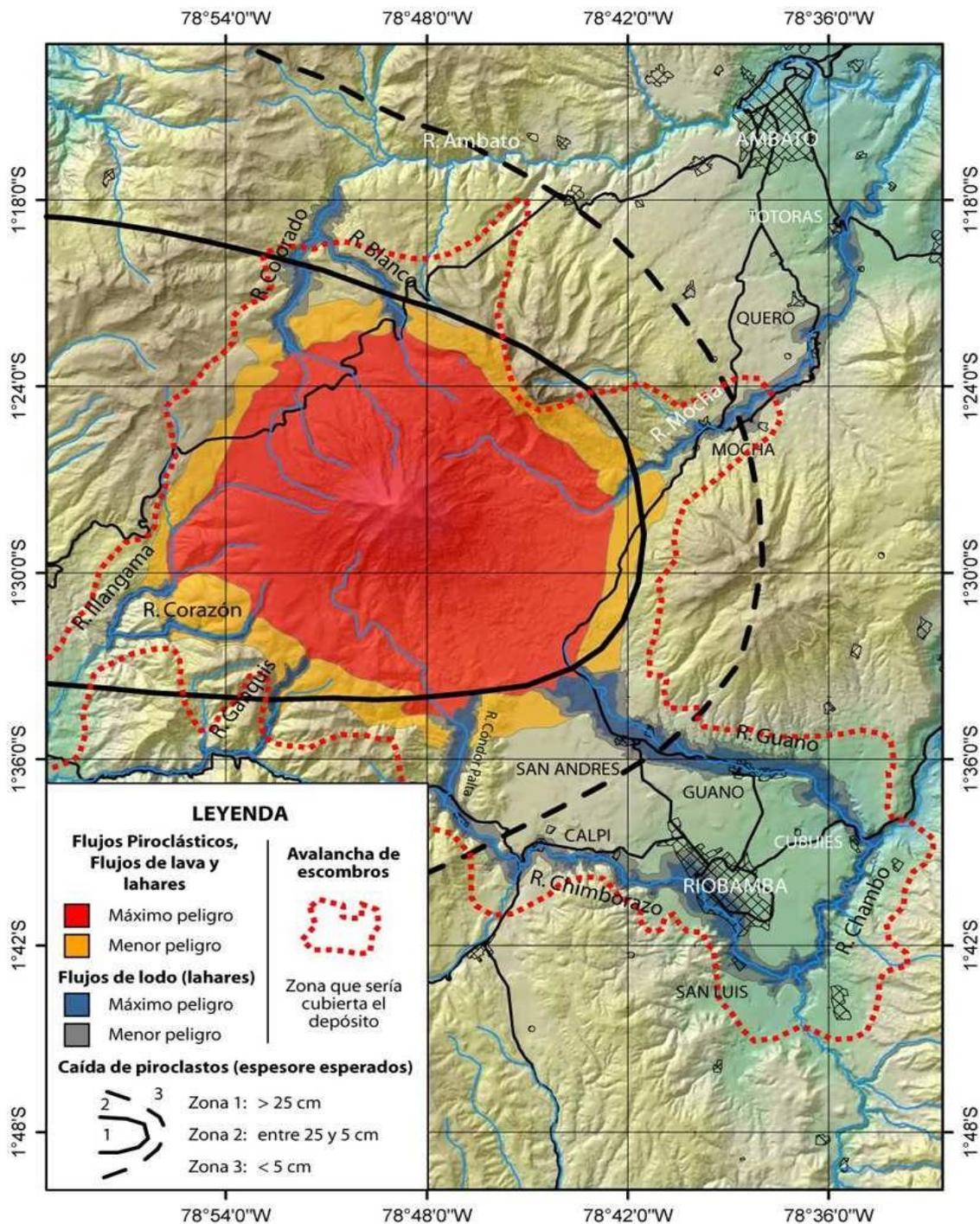
UNISDR. (18 de Marzo de 2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Obtenido de United Nations Office For Disaster Risk Reduction (UNDRR):
<https://www.undrr.org/>

UNISDR. (01 de Diciembre de 2016). *Indicadores y Terminología relacionados con la Reducción de Riesgos de Desastres, Asamblea General, Naciones Unidas* . Obtenido de www.preventionweb.net:
https://www.preventionweb.net/files/50683_oiewgreportspanish.pdf

Vargas, M. P. (06 de 2017). *Medigraphic*. Obtenido de Literatura Biomèdica:
<https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2012/nt122a.pdf>

Âgora, E. (03 de Enero de 2020). *Clima y Energía*. Obtenido de
<https://www.elagoradiario.com/clima-y-energia/>.

6.4.ANEXOS



Anexo 1: Mapa de los peligros volcánicos asociado al Volcán Chimborazo.

Fuente: Estudio vulcanológico del complejo volcánico Chimborazo-Ecuador.

Elaborado por: (Barba, 2006)

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR		Carrera de Administración Para Desastres y Gestión de Riesgos		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO		
GUÍA DE OBSERVACIÓN						
Proyecto:						
Ubicación:	Provincia:					
	Cantón:					
	Parroquia:					
	Comunidad					
Objetivo de la Observación:						
Observadores:						
Guía comunitaria:						
Temas		Descripción				
Datos de la población:	Masculino:					
	Femenino:					
	Niños 0 - 12:					
	Jóvenes 0 - 17:					
	Adultos 18 – 64:					
	Adulto mayor 65+:					
	Total familias:					
	Población Total:					
	Discapacidad:		Auditiva:			
			Visual:			
Física:						
Intelectual:						
Otro:						

Ocupación de la población:	Que haceres domésticos			
	Agricultura			
	Estudiante			
	No estudia			
	No trabaja			
	Otro			
Identificación de recursos:	Descripción	Bueno	Regular	Malo
Accesibilidad:				
Rutas de evacuación:				
Limite político administrativo:	Norte:			
	Sur:			
	Este:			
	Oeste:			
Trayectoria del flujo de Lahar:	Longitud	Profundidad		

	Descripción	Viviendas
Servicios básicos:	Agua	
	Energía eléctrica	
	Alcantarillado	
Agentes comunitarios:		
Datos del área de afectación:	Recursos expuestos	Elementos afectados
Afectación de las líneas vitales:		
Otras Observaciones		

Anexo 2: Guía de Observación

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gavilánez

UEB UNIVERSIDAD ESTADAL DEL ECUADOR		Carrera de Administración Para Desastres y Gestión de Riesgos GUÍA DE OBSERVACIÓN		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO		
Proyecto:	Definición de las Zonas Seguras Ante el Flujo de Lluvias por Desdormimiento del Glaciar del Chimborazo, en la Comunidad Santa Lucía de Chuguiyoggo, (Guaño - San Andrés)					
Ubicación:	Provincia:	CHIMBORAZO				
	Cantón:	GUANO				
	Parroquia:	SAN ANDRÉS				
	Comunidad:	SANTA LUCIA DE CHUGUIYOGGO				
Objetivo de la Observación:	Levantamiento de Información (-Población, Recursos, Afectación, zona de Flujo de Lluvia, Límites).					
Observadores:	Edgar Manuel Gavilánez Paredes					
	César David Poca Acón					
Guía comunitaria:	Carlos Acón (Presidente de la Comunidad)					
Temas		Descripción				
Datos de la población:	Masculino:	311				
	Femenino:	389				
	Niños 0 - 12:	243				
	Jóvenes 0 - 17:	87				
	Adultos 18 - 64:	325				
	Adulto mayor 65+:	115				
	Total familias:	145				
	Población Total:	700				
	Discapacidad:	Auditiva:	X			
		Visual:	X			
Física:		2				
Intelectual:		1				
Otro:		X				

Anexo 3: Guía de Observación

Elaborado por: Cesar Poca, Edgar Gavilánez

Ocupación de la población:	Que hacedes domésticos	16		
	Agricultura	344		
	Estudiante	293		
	No estudia	34		
	No trabaja	6		
	Otro	4		
Identificación de recursos:	Descripción	Bueno	Regular	Malo
	Iglesia Cristiana	X		
	Iglesia Católica	X		
	Casa comunal	X		
	Escuela escuela Chimbardo	X		
	Estudio			X
	Centro infantil del Barrio Uru		X	
Accesibilidad:	La principal vía de acceso a la comunidad Santa Lucía fue completamente cobierta por flujo de lahar.			
Rutas de evacuación:	Sector Santa Lucía tiene dos rutas de evacuación sector Artesa tiene una sola ruta o vía de evacuación.			
Limite político administrativo:	Norte:	Reserva de Producción Forestal Chimbardo - Comunidad Tompambo		
	Sur:	San José la Silveria		
	Este:	Tompambo - El Rosal		
	Oeste:	Reserva de Producción Forestal Chimbardo - Comunidad Sanjampambo		
Trayectoria del flujo de Lahar:	Longitud	Profundidad		
	Trayecto que alanzo desde el punto de baspedimiento	varia según la pendiente		
	Tangente recorrida hasta la comunidad	varia según la pendiente		
	Del punto de baspedimiento a la comunidad tienen 4 km.	varia según la pendiente		

Anexo 4: Guía de Observación

Elaborado por: Cesar Paca, Edgar Gavilánez

	Descripción	Viviendas
Servicios básicos:	Agua	115 viviendas 96% 5 viviendas 4%
	Energía eléctrica	110 viviendas 92% - 10 viviendas 8%
	Alcantarillado	No cuentan
Agentes comunitarios:	<p style="text-align: center;"> <u>Presidente</u> <u>Vicepresidente</u> <u>Secretario(a)</u> <u>Tesorero(a)</u> <u>Vocales(s)</u> </p>	
Datos del área de afectación:	Recursos expuestos	Elementos afectados
	<ul style="list-style-type: none"> * viviendas * Iglesias Evangélicas * Cabán turístico * Escuela Nueva Chimbozo * CIBV * Estadio. 	viviendas, producción agrícola, Ganadería, Red de distribución de agua potable y riego, Red de agua potable de las comunidades silveño, Colshi, Red vial, puente, Tramo 146 del poliducto, Tramo de la línea del ferrocarril.
Afectación de las líneas vitales:	<ul style="list-style-type: none"> * Existe de Agua potable de las comunidades de la silveño y Colshi. * sistema de Agua de Riego de las comunidades de la silveño y Colshi * sistema de distribución de agua de la comunidad Santo Loco. * sistema eléctrico. * vialidad. 	
Otras Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> * 10 viviendas (120). * Estadio cubierto totalmente por flujo de lavores. * cabán turística. (Punto Alternativo). * viviendas ubicadas en zona de alto riesgo (Quebrada Yumbo Quimil). * En el kilómetro 21,5 se presenta acumulación de flujo de lavores. * Migración de la población a causa del tema se presente otro evento de mucha magnitud. * viviendas afectados. 	

Anexo 6: Fotografías de la ruta del flujo de Lahar 2016, Quebrada Yambo Rumi.

Recorrido de la Ruta del flujo de Lahar y reconocimiento de recursos de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipogoyo

1) Inicio de la comunidad zona Sur

Fuente: Fotografía tomada en el 2020

2) Punto de Encuentro, Zona centro de la Comunidad

Fuente: Fotografía tomada en el 2020

3) Escuela Nevado Chimborazo



Fuente: Fotografía tomada en el 2020

4) Centro Infantil del Buen Vivir (CIBV)



Fuente: Fotografía tomada en el 2020

5) Ruta del Lahar Junto a la escuela Nevado Chimborazo



Fuente: Fotografía tomada en el 2020

6) Área de peligro, están: (escuela Nevado Chimborazo, Centro Infantil del Buen Vivir, Iglesia Católica)



Fuente: Fotografía tomada en el 2020

7) Iglesia Evangélica y Cabaña Turística



Fuente: Fotografía tomada en el 2020

8) Casa Comunal de la comunidad Santa Lucia de Chuquipogyo



Fuente: Fotografía tomada en el 2020

9) Punto de seguridad



Fuente: Fotografía tomada en el 2020

10) Parte Norte de la comunidad ruta del Lahar. (Afectación a la tubería del sistema de agua potable)



Fuente: Fotografía tomada en el 2020

11) Parte sur de la comunidad recorrido 6,5 km del Flujo de Lahar



Fuente: Fotografía tomada en el 2020

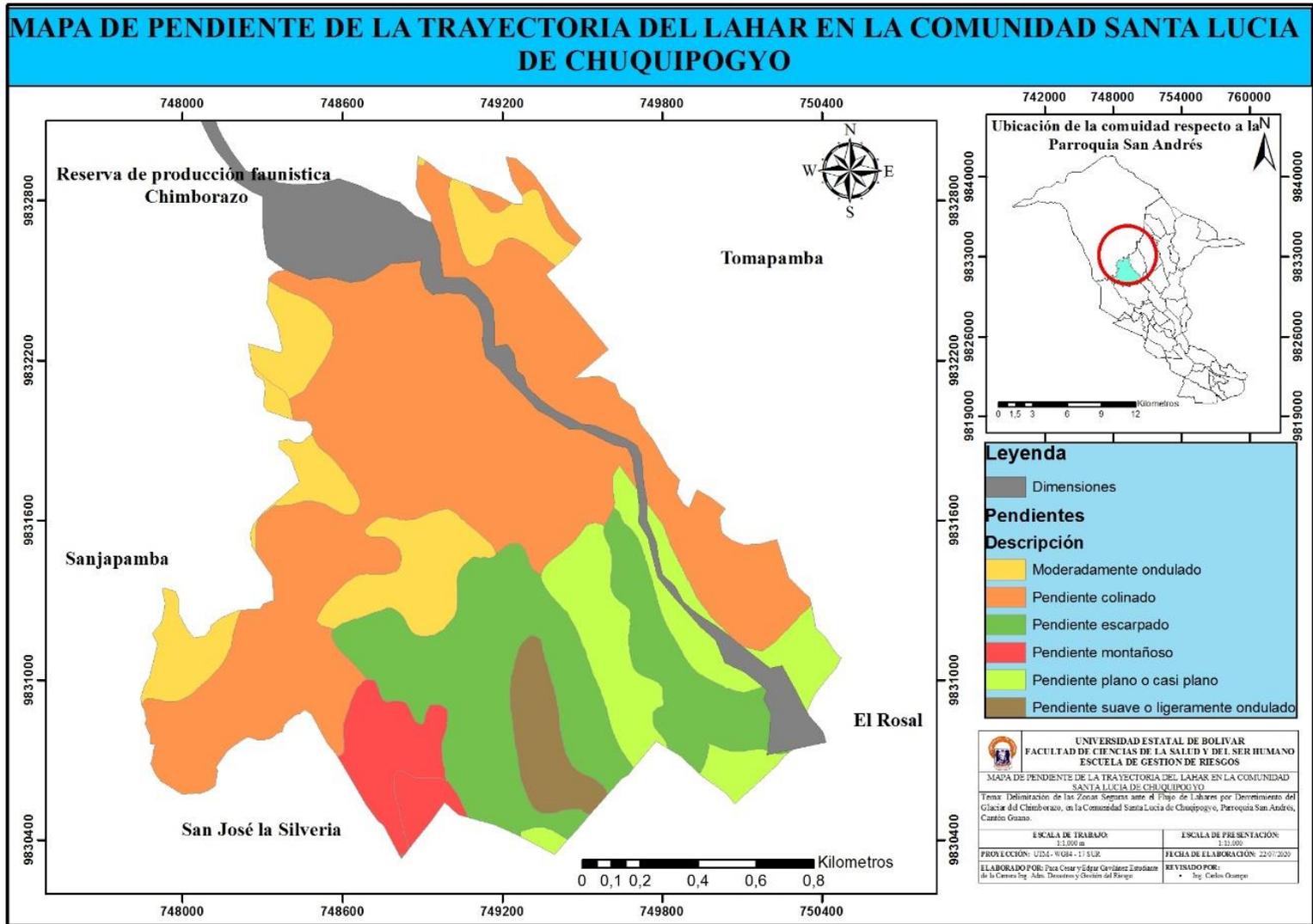
12) Presidente de la Comunidad (Sr. Carlos Acán)



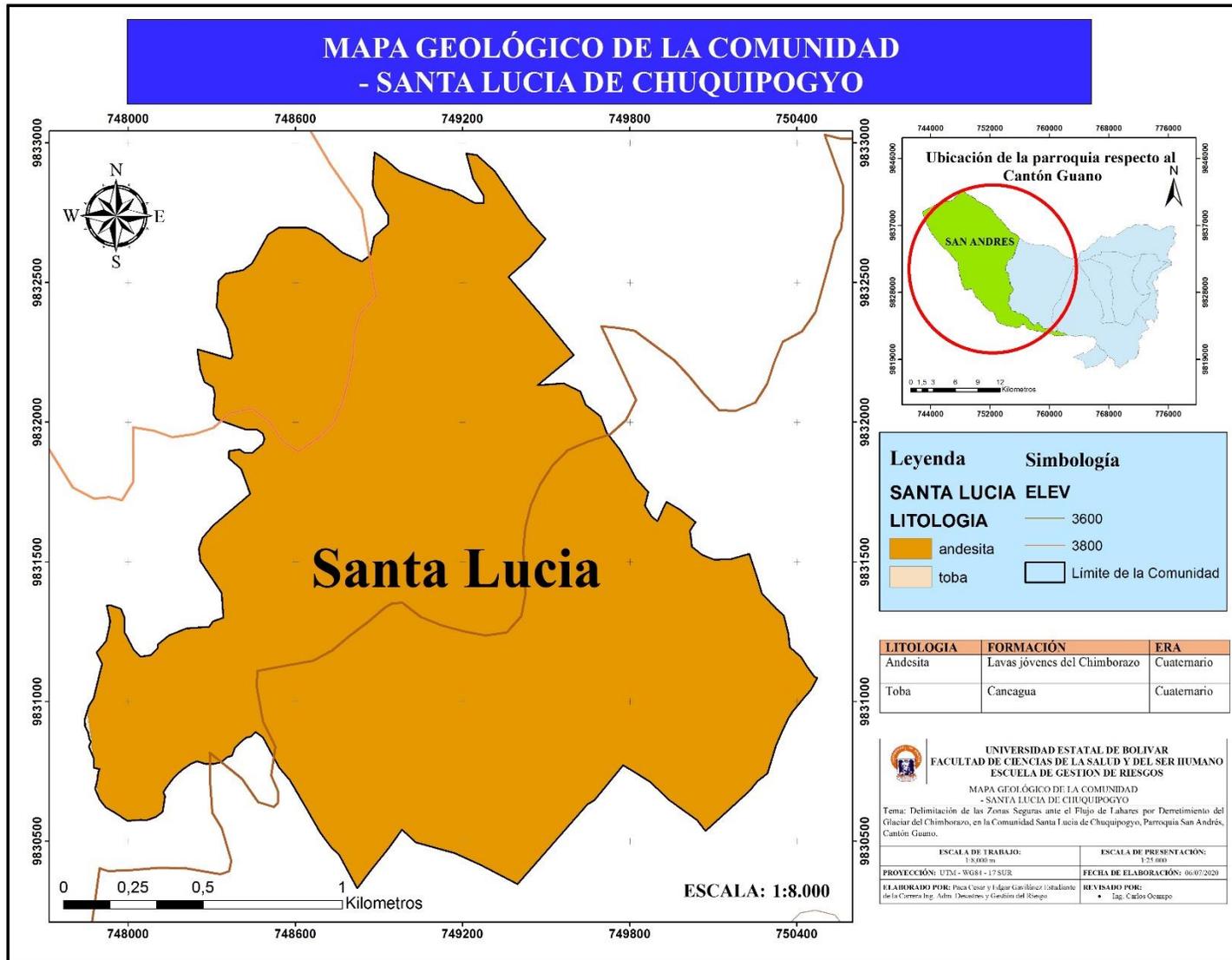
Fuente: Fotografía tomada en el 2020



Fuente: Fotografía tomada en el 2020



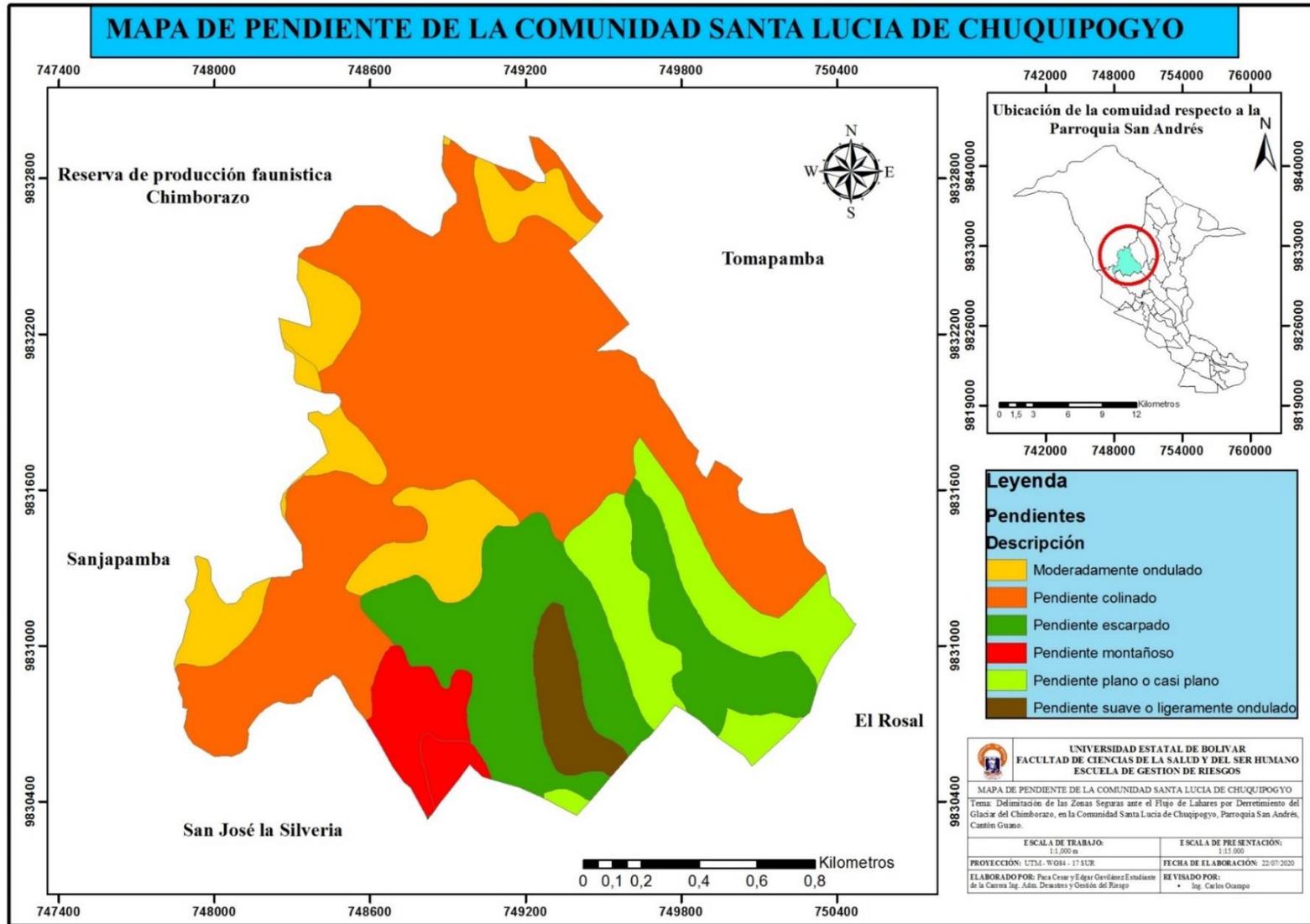
Anexo 7: Mapa de Pendiente de la Trayectoria del Lahar en la comunidad de Santa Lucia de Chuquiogyo.
Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Sistema Nacional de Información
Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca



Anexo 8: Mapa geológico de la comunidad de Santa Lucia de Chuquiogyo

Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Sistema Nacional de Información

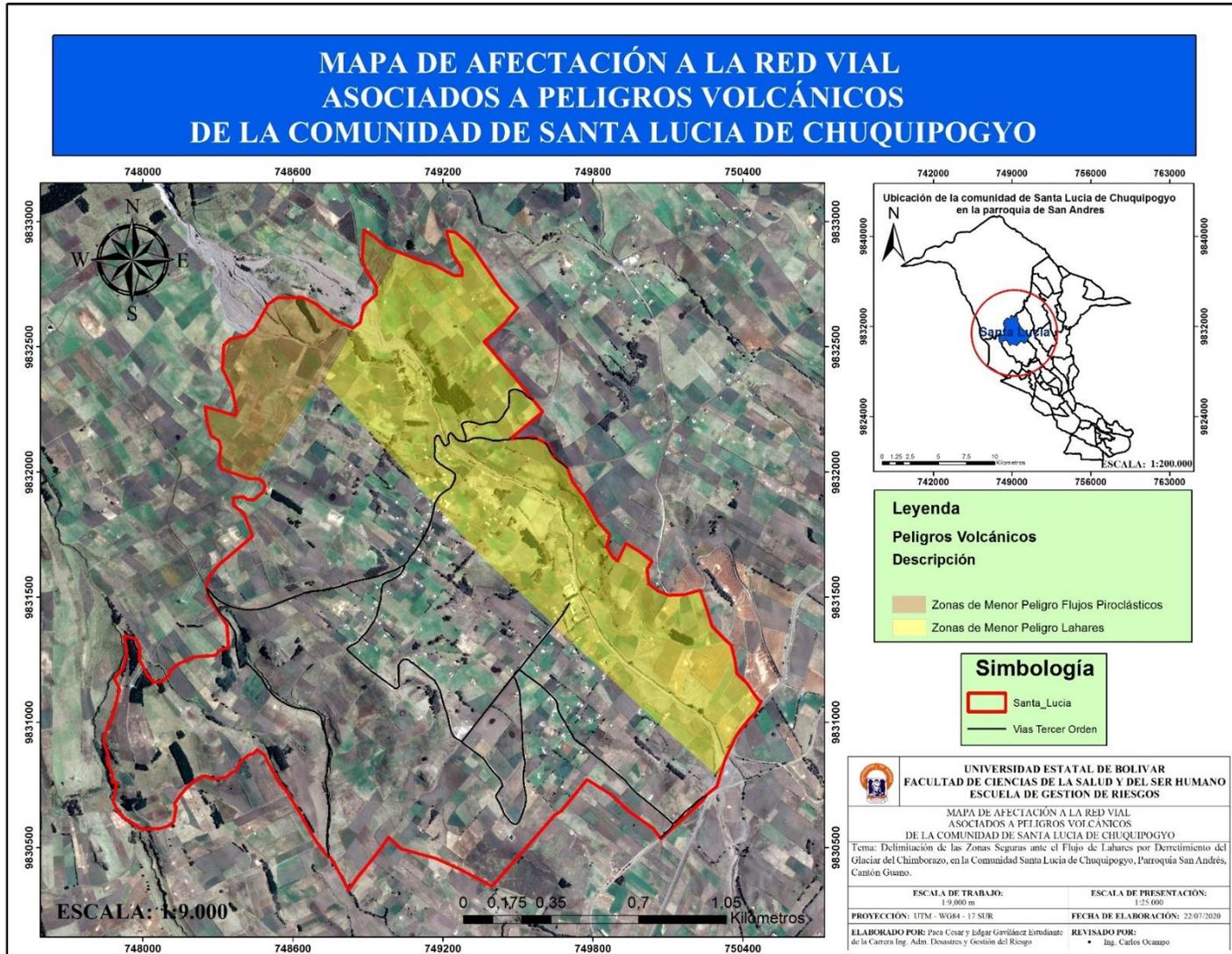
Elaborado por: Edgar Gavilán y Cesar Paca



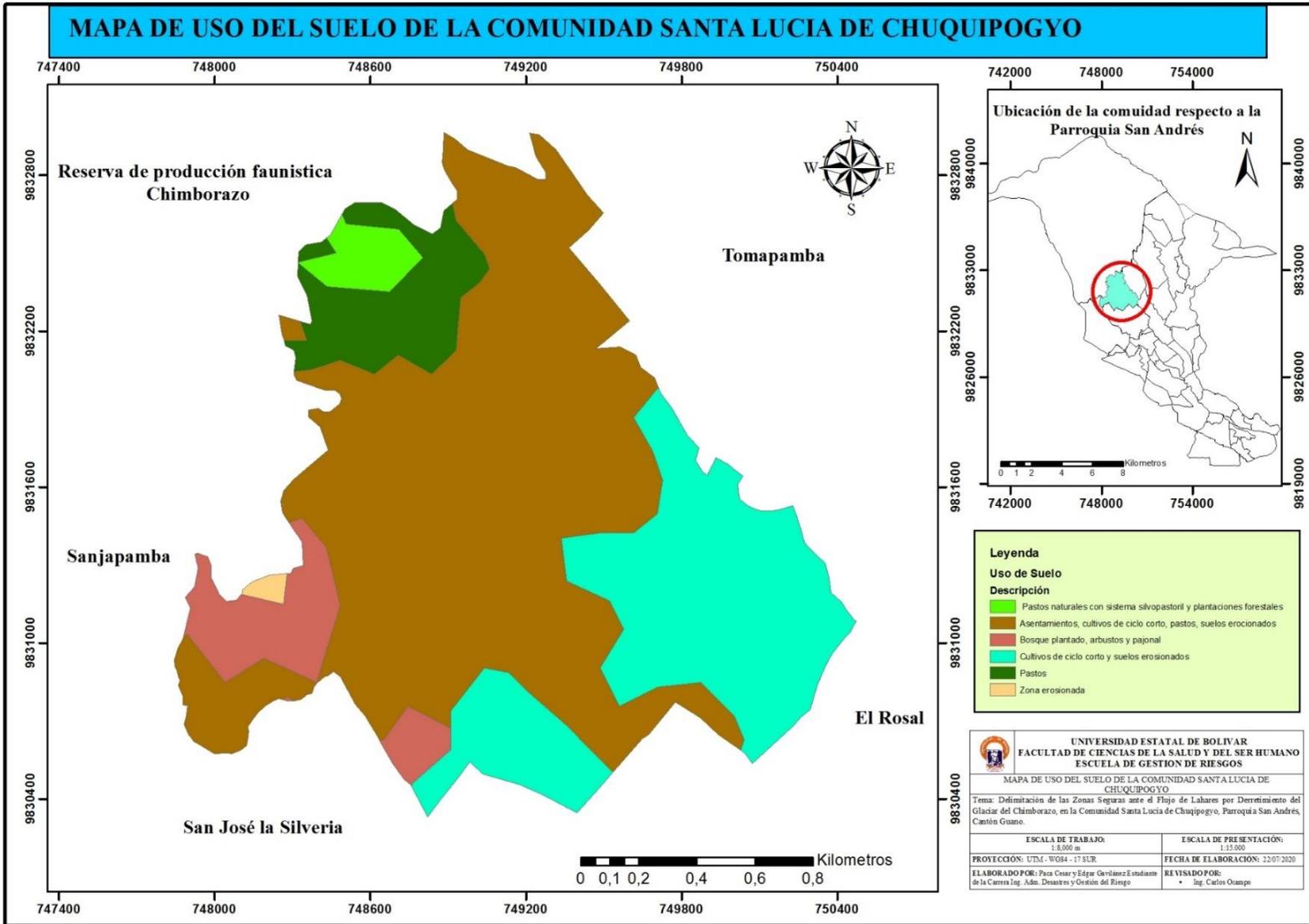
Anexo 9: Mapa de pendiente de la comunidad de Santa Lucia de Chuquiopogyo

Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Sistema Nacional de Información

Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca



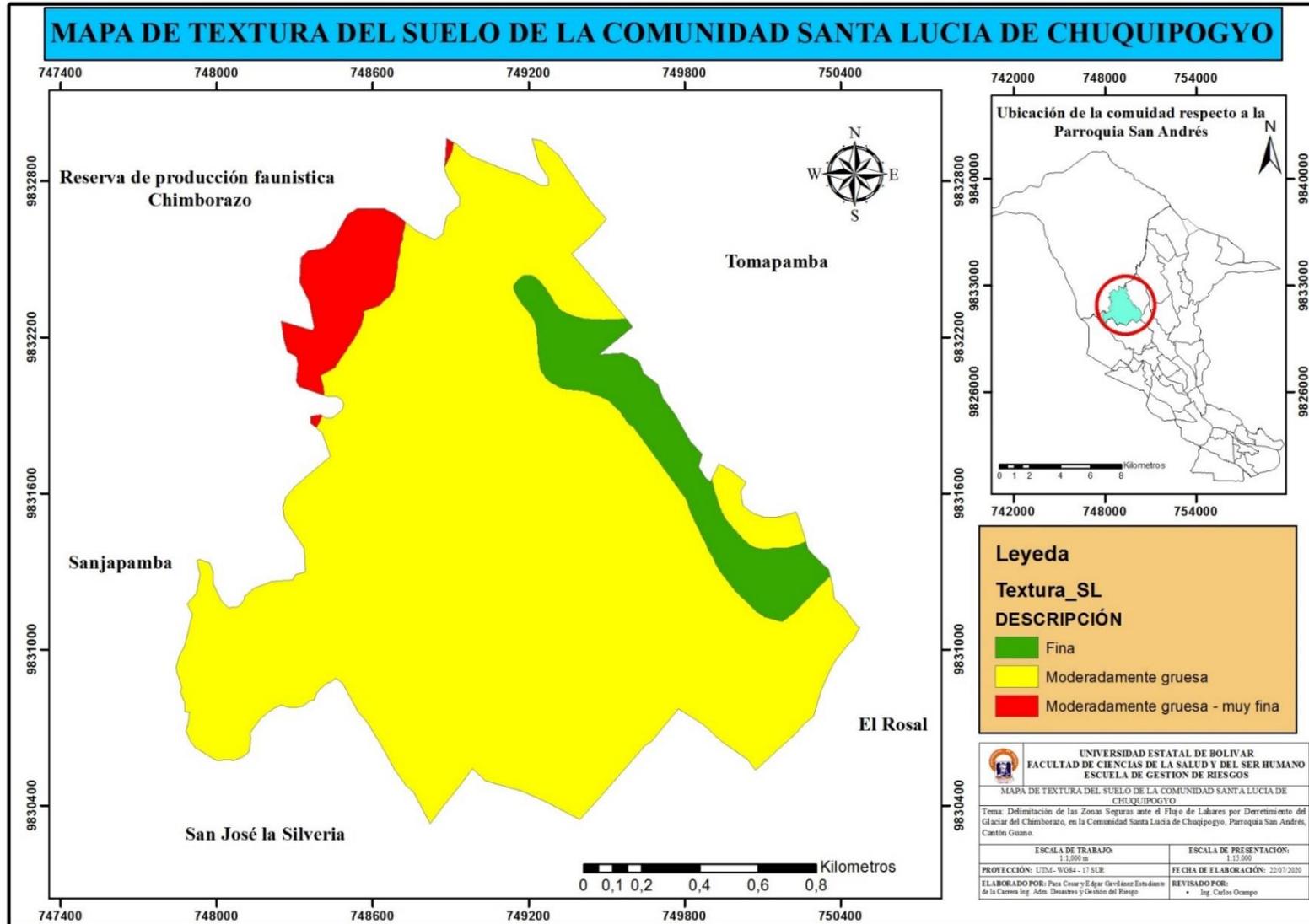
Anexo 10: Mapa de afectación de la red vial asociados a peligros volcánicos de la comunidad de Santa Lucia de Chuquiopogyo
Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Imagen Satelital de Google Earth.
Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca



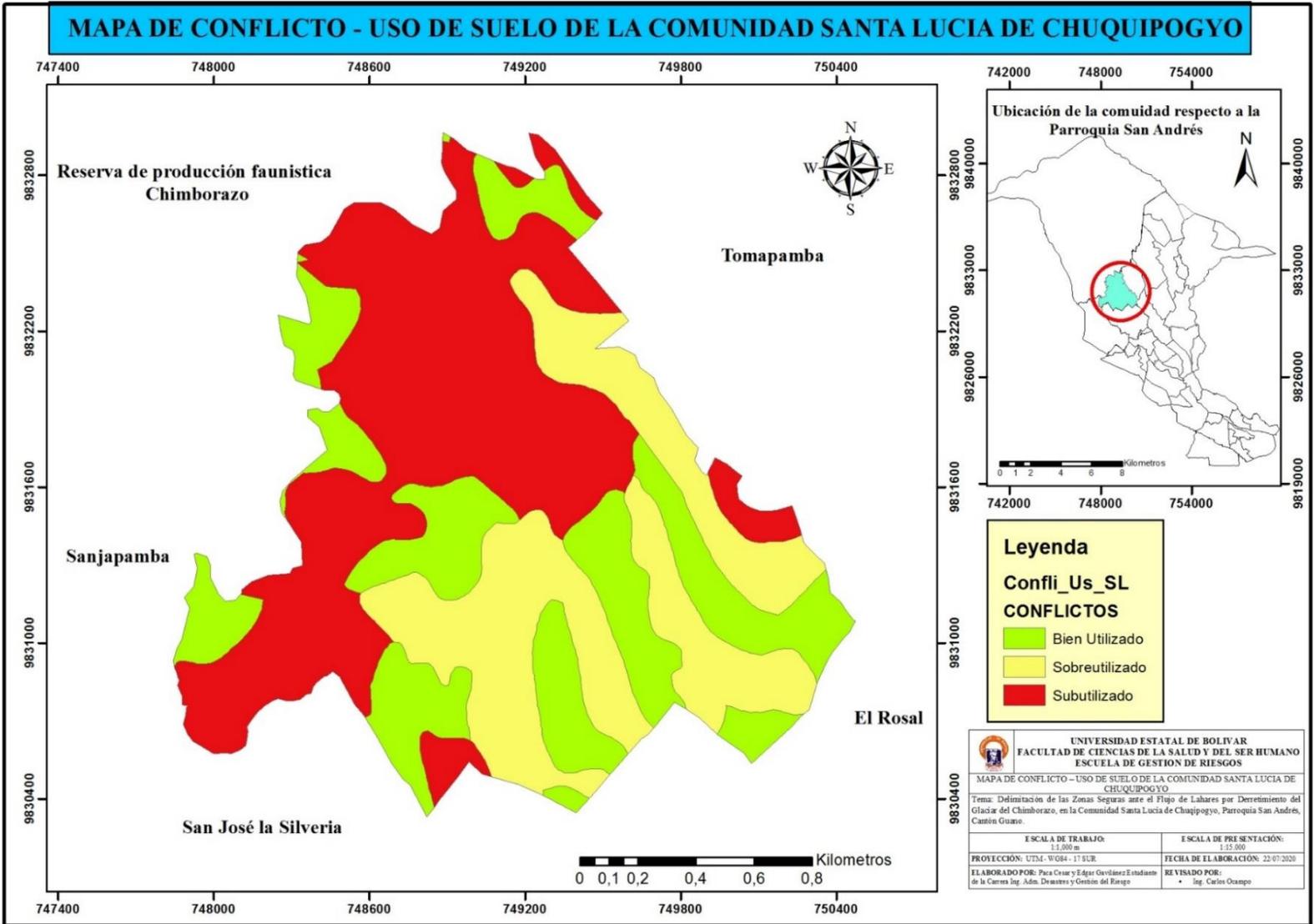
Anexo 11: Mapa de uso de suelo de la comunidad de Santa Lucia de Chuquipeco

Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Sistema Nacional de Información

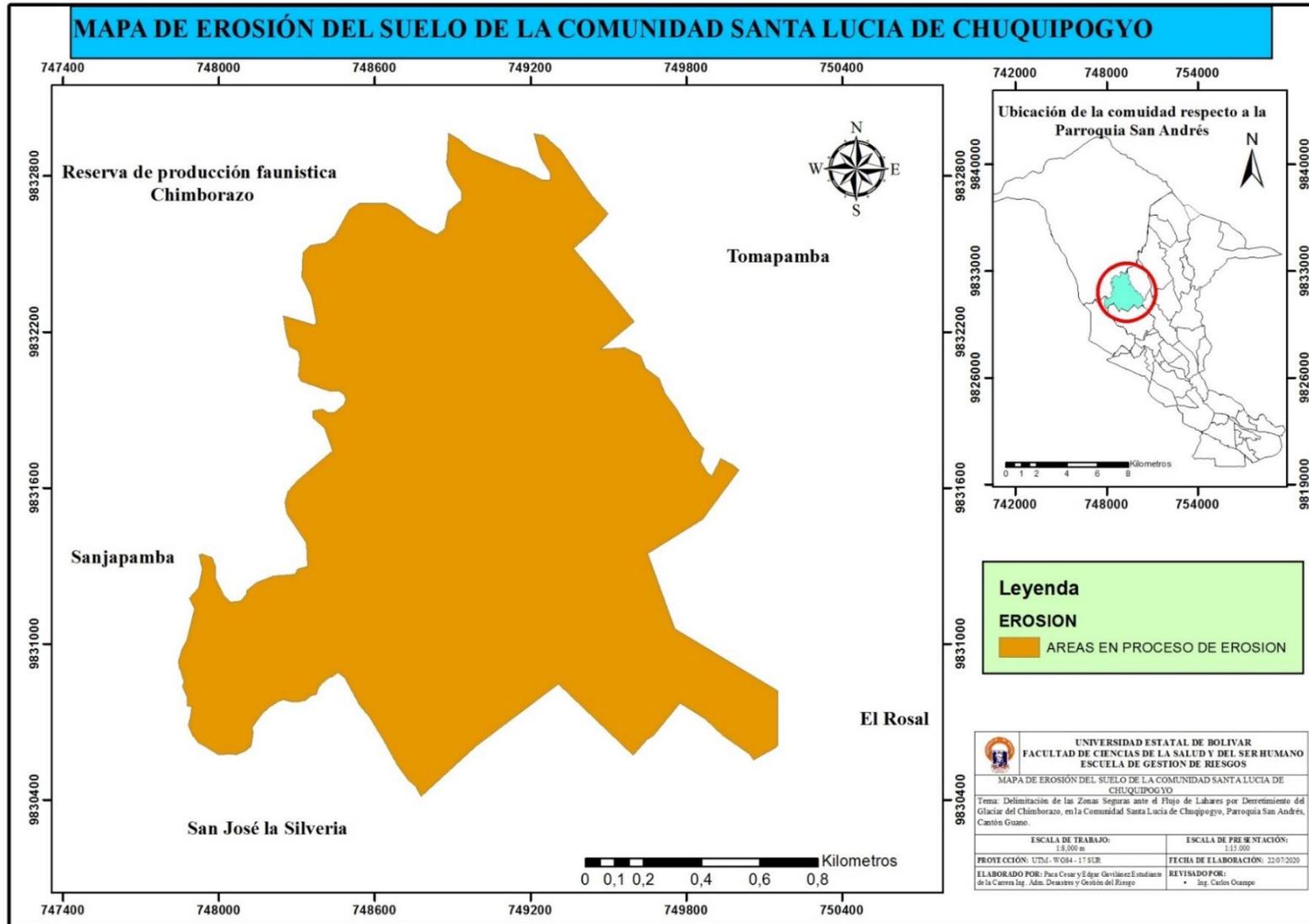
Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca



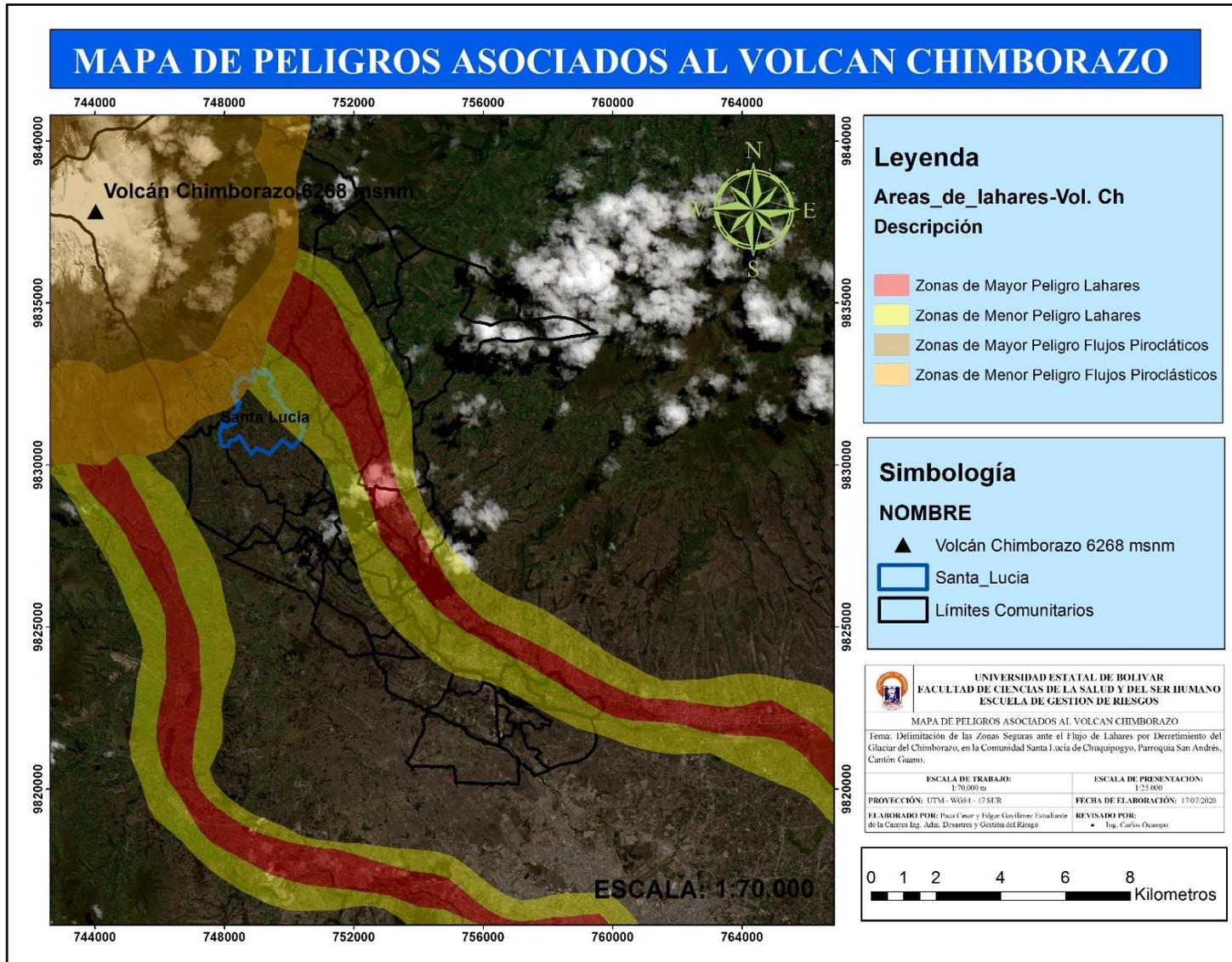
Anexo 12: Mapa de textura de suelo de la comunidad de Santa Lucia de ChuquiPOgyo
Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Sistema Nacional de Información
Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca



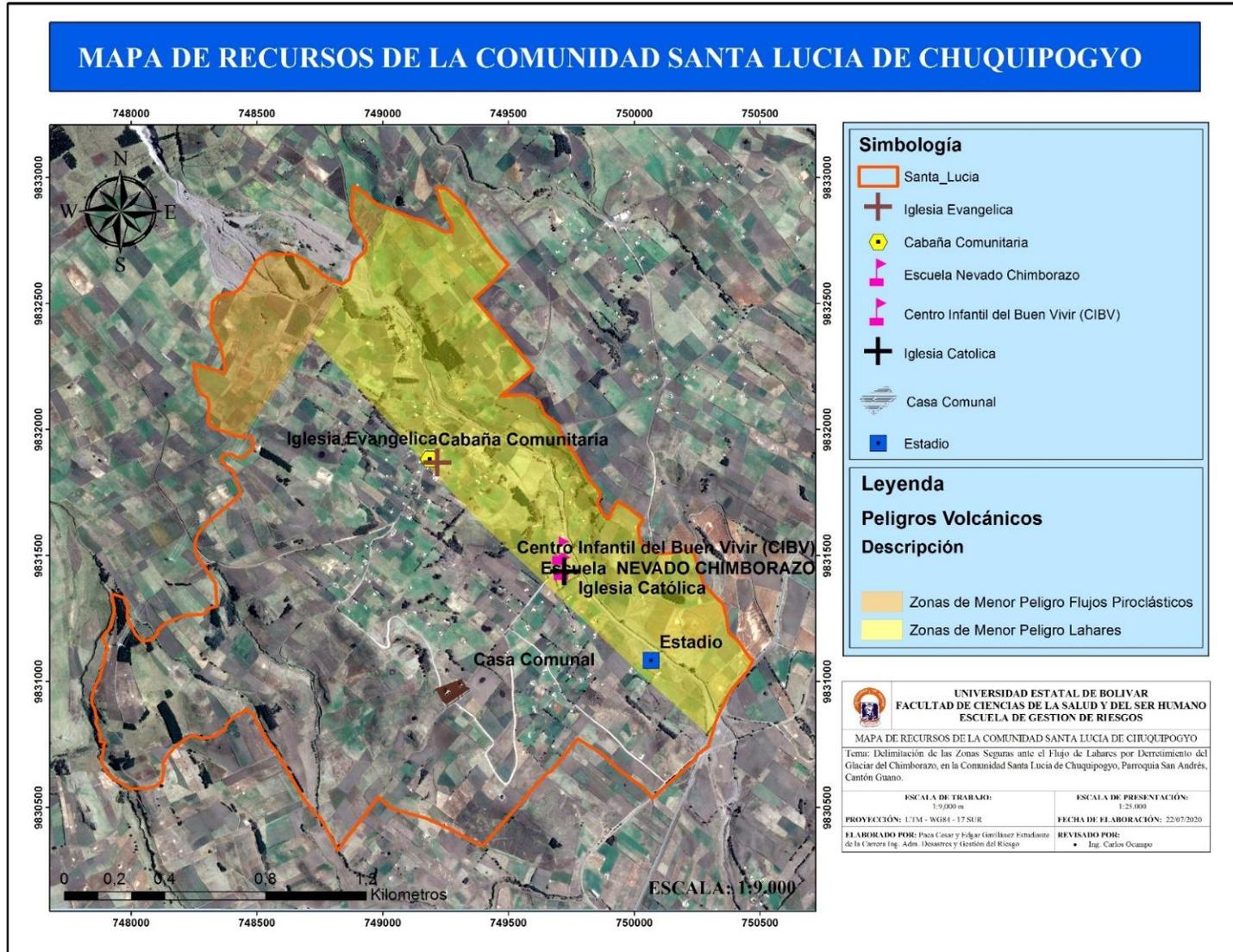
Anexo 13: Mapa conflicto – uso de suelo de la comunidad de Santa Lucia de ChuquiPOgyo
Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Sistema Nacional de Información
Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca



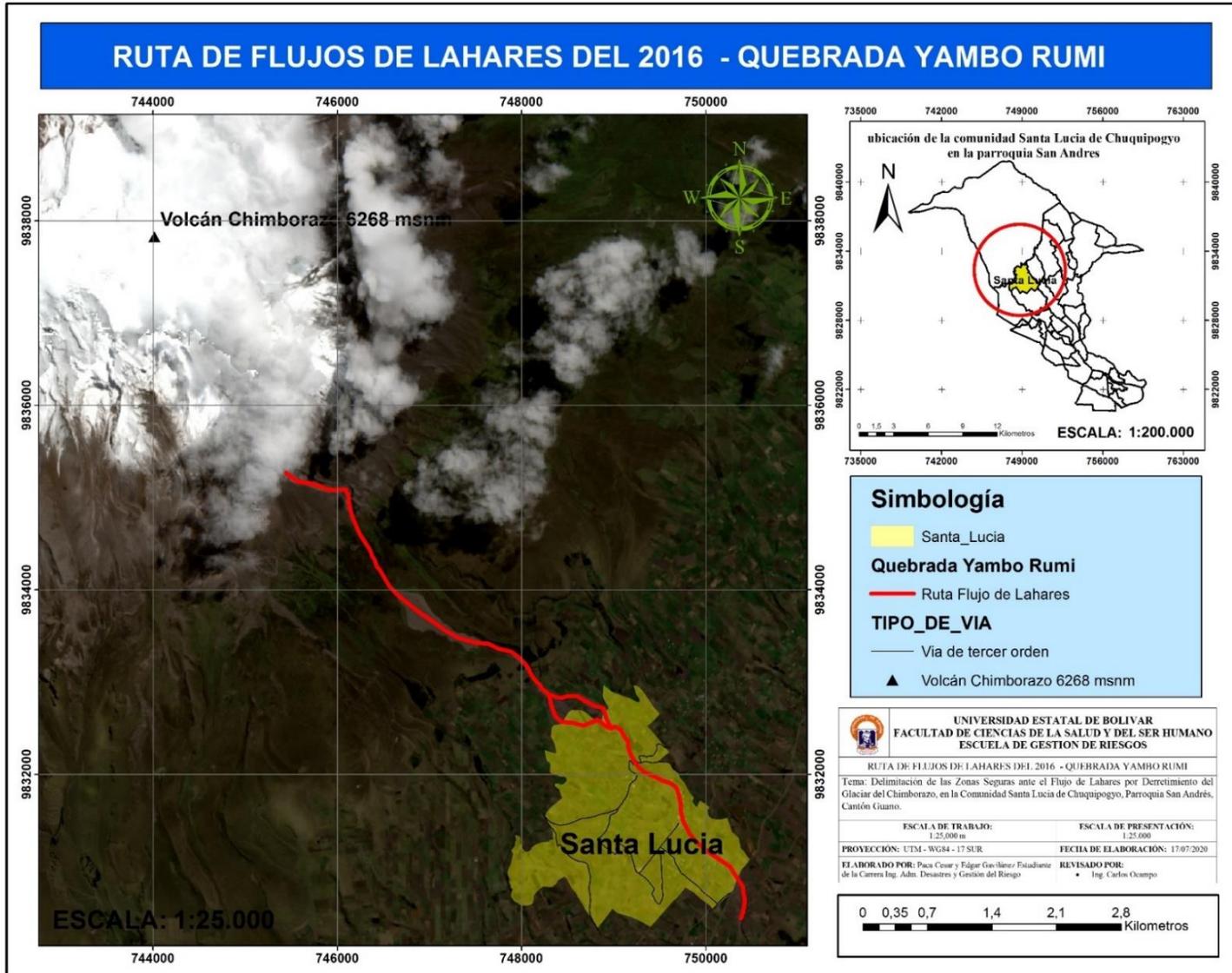
Anexo 14: Mapa de erosión de suelo de la comunidad de Santa Lucia de ChuquiPOgyo
Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Sistema Nacional de Información
Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca



Anexo 15: Mapa de peligros asociados al volcán Chimborazo
Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Ortofoto 2019 Sentinel 2, Almanaque
Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca



Anexo 16: Mapa de recursos afectados por peligros asociados al volcán Chimborazo
Fuente: GAD Parroquial San Andrés, Imagen satelital de Google Earth, Observación Directa
Elaborado por: Edgar Gavilánez y Cesar Paca



Anexo 17: Mapa de Ruta de flujo de lahares 2016 – Quebrada Yambo Rumi

Fuente: GAD Parroquial San Andrés, ortofoto 2019 de Sentinel 2.

Elaborado por: Edgar Gavilán y Cesar Pava