



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 INGENIERO EN
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

TEMA:

**EVALUACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS DE MASA EN
LA LOMA "SAN VICENTE" EN EL CANTÓN OTAVALO-PROVINCIA DE
IMBABURA, EN EL PERÍODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2023**

AUTOR:

DENIS SOLANGE RODRÍGUEZ TITUAÑA

TUTOR:

ARQ. CESAR PAZMIÑO

GUARANDA-ECUADOR

2023

II. DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.



La suscrita Arquitecto César Pazmiño, en calidad **DE TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, docente de la Universidad Estatal de Bolívar.

CERTIFICA:

Que la Srta. **DENIS SOLANGE RODRIGUEZ TITUAÑA**, portadora de la cédula de ciudadanía N° 100456256-5, estudiante de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, culminada en la Carrera de Administración para Desastres y Gestión De Riesgos, modalidad presencial, una vez revisado el documento "*Evaluación de Susceptibilidad a Movimientos de Masa en la Loma "San Vicente" en el cantón Otavalo-provincia de Imbabura, en el período abril – septiembre 2023*", pueden proceder a realizar el proceso del empaste de su proyecto de investigación.

Guaranda, 20 de diciembre del 2023

Atentamente;

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'César Pazmiño', is written over a horizontal line. Below the signature, the text 'Arq. César Pazmiño' is printed in a smaller font.

TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DERECHOS DE AUTOR

Yo **DENIS SOLANGE RODRÍGUEZ TITUAÑA** portador de la Cédula de Identidad No **1004562565** en calidad de autor de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: **Evaluación de Susceptibilidad a Movimientos de masa en la loma "San Vicente" en el cantón Otavalo-provincia de Imbabura, en el periodo abril – septiembre 2023**, modalidad **presencial**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.



Denis Solange Rodríguez Tituaña

III. CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR.

Guaranda, 9 de noviembre del 2023

El suscrito Arquitecto César Augusto Pazmiño Zabala, Director del Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

El suscrito Arquitecto César Augusto Pazmiño Zabala en calidad de TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION, docente de la Universidad Estatal De Bolívar

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: "EVALUACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS DE MASA EN LA LOMA "SAN VICENTE" EN EL CANTÓN OTAVALO-PROVINCIA DE IMBABURA, EN EL PERÍODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2023"; realizado por la señorita: **Denis Solange Rodríguez Tituaña** ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad.



ARQ. CÉSAR AUGUSTO PAZMIÑO ZABALA

TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

IV. DEDICATORIA

Mi tesis la dedico a Dios por ser el centro de mi vida con un amor incondicional, brindándome la sabiduría, inspiración, fortaleza y salud para cumplir mis metas.

A mi Madre por todo el apoyo que me ha brindado en todo mi crecimiento, quien, con su amor, su comprensión, sus consejos y oraciones siempre supo guiarme por el buen camino, demostrando ser una mujer valiente que me sacó adelante a pesar de los obstáculos; a mi hermana Ambar por apoyarme y no permitir que me rinda y ser mi mayor impulso para lograr mi objetivo, por ser la personita que me ayudo y me dio las fuerzas para formarme profesionalmente en otra provincia y obtener más conocimientos; a mi hermanita Patricia que con sus locuras me daba una chispa para poder culminar mi carrera y ser la persona que admira. A mi hija perruna Akira quien siempre me dio un amor incondicional, con quien empecé toda mi carrera profesional, mediante su cariño y lealtad alegraba mis días por ser mi mayor apoyo.

A una persona especial que me apoyo en mi día a día, no permitió que me rindiera, mediante sus consejos y conocimiento supo motivarme y enseñarme que soy capaz de superar cada obstáculo, dándome las fuerzas para no rendirme cuando mis días se tornan grises, siempre encontró la manera de sienta confianza en mí; a mi Padre y familiares por todo el apoyo brindado y a mis amigos especialmente a mi amiga Mireya Guano quien estuvo ahí subiéndome los ánimos para poder culminar mi tesis.

Denis Solange Rodríguez Tituaña

V. AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por haberme guiado en este proceso académico, a mis padres por el apoyo incondicional, a mis hermanas por siempre estar presentes animándome y dándome las fuerzas para seguir adelante, a mi hija perruna por el amor puro sincero y leal.

Este nuevo logro en gran parte es gracias a las personas que han estado a mi lado apoyándome, he concluido este proyecto con éxito que en un principio parecía una tarea interminable e imposible.

Gracias a la Universidad Estatal de Bolívar por haberme formado académicamente, a cada uno de los profesores que estuvieron presentes y fueron partícipes en el proceso realizando su pequeño aporte y el cual se fue reflejó hoy en día en la culminación de mi carrera.

Agradezco a mi tutor Arquitecto César Pazmiño por haber guiado el proyecto de titulación, con su paciencia y enseñanza, de la misma manera a mis pares académicos Ing. Gino Noboa y Dr. Abelardo Paucar.

TEMA

EVALUACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS DE MASA EN LA
LOMA "SAN VICENTE" EN EL CANTÓN OTAVALO-PROVINCIA DE IMBABURA, EN
EL PERÍODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2023

ÍNDICE

TEMA.....	6
RESUMEN.....	16
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO I.....	19
1. EL PROBLEMA	19
1.1 Planteamiento del Problema.....	19
1.2 Formulación del Problema	21
1.3 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo General.....	21
1.3.2 Objetivos Específicos.....	21
1.4 Justificación.....	21
1.5 Limitaciones	22
CAPÍTULO II	23
2 MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 Antecedentes de la Investigación	23
2.2 Localización y contextualización del área de estudio	25
2.2.1 Diagnóstico Biofísico.....	27
2.3 Bases Teóricas.....	31
2.3.1 Definición de deslizamiento	31
2.3.2 Definición de movimientos de masa.....	31

2.3.3	Tipos de movimientos de masa.....	32
2.3.4	Inestabilidad de laderas.....	33
2.3.5	Causas de los movimientos de masa.....	33
2.3.6	Susceptibilidad.....	34
2.3.7	Mapa de susceptibilidad a los deslizamientos	34
2.3.8	Método de Mora – Vahrson.....	34
2.3.9	Factores condicionantes y desencadenantes	35
2.3.10	Actividad Antrópica.....	36
2.3.11	Definición de GEO 5	37
2.3.12	Modelamiento en software geotécnico GEO 5	37
2.4	Marco Legal	37
2.4.1	Constitución de la República del Ecuador	37
2.4.2	Ley de Seguridad Pública y del Estado.....	38
2.4.3	Código Orgánico de Organización Territorial (COOTAD).....	39
2.5	Definición de Términos (Glosario).....	39
2.6	Sistemas de Variables.....	42
2.6.1	Variable independiente	42
2.6.2	Variable dependiente	42
2.6.3	Operalización de Variable.....	42
CAPÍTULO III.....		48
3 MARCO METODOLÓGICO		48
3.1	Nivel de Investigación.....	48
3.2	Diseño.....	49
3.3	Población y Muestra.....	49
3.3.1	Población.....	49

3.3.2	Muestra	50
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	53
3.4.1	Fuentes primarias	53
3.4.2	Fuentes Secundarias.....	53
3.5	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	54
3.5.1	Identificar los factores condicionantes y desencadenantes ante un posible movimiento de masa a través de la metodología de Mora- Vahrson 1993.....	54
3.5.1.1	Factores condicionantes	56
3.5.2	Determinar el factor de seguridad del talud, mediante un modelamiento con el uso del software geotécnico GEO5	63
3.5.3	Elaborar propuestas para minimizar la susceptibilidad a movimiento de masa en la loma “San Vicente	64
	CAPITULO IV	65

4 RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS

	PLANTEADOS	65
4.1	Identificar los factores condicionantes y desencadenantes ante un posible movimiento de masa a través de la metodología de Mora- Vahrson 1993	65
4.1.1.	Factores condicionantes	65
4.1.2.	Factores de Disparo.....	70
4.1.3.	Mapa de susceptibilidad.....	74
4.2	Determinar el factor de seguridad del talud, mediante un modelamiento con el uso del software geotécnico GEO5	76
4.2.1	Parámetros para determinar el factor de seguridad.....	76
4.2.2	Cálculo del coeficiente sísmico horizontal:	77
4.2.3	Parámetros de Análisis- ETAPA A.....	77
4.2.4	Datos de la superficie de deslizamiento circular, parámetros de análisis	80

4.2. Elaborar propuestas para minimizar la susceptibilidad a movimiento de masa en la loma “San Vicente.....	81
4.2.5 Pregunta 1: ¿Cuál es el rango de edad que usted tiene	81
4.2.6 Pregunta 2: ¿En cuál ciudadela reside o se encuentra Ud?.....	82
4.2.7 Pregunta 3: ¿Está familiarizado/a con el término "deslizamiento, derrumbe o movimiento de masa" y sus consecuencias?	83
4.2.8 Pregunta 4: ¿Conoce usted, si su sector es susceptible a movimientos de masa	84
4.2.9 Pregunta 5: ¿Cree que su área de residencia está amenazada por deslizamientos?.....	85
4.2.10 Pregunta 6: ¿Por qué cree que la Loma de San Vicente es susceptible a movimientos de masa	86
4.2.11 Pregunta 7: ¿Conoce si en la Loma de San Vicente existe alguna fisura (grieta)	87
4.2.12 Pregunta 8: ¿Cuál es su preocupación por los movimientos en masa en su ciudadela, por efecto de la loma de San Vicente?	88
4.2.13 Pregunta 9: ¿Cree que las autoridades locales proporcionan suficiente información ante posibles movimientos en masa?	89
4.2.14 Pregunta 10: ¿Estaría dispuesto a participar en actividades de capacitación sobre la prevención y cómo actuar ante un movimiento en masa?	91
CAPITULO V.....	97
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
5.1. Conclusiones	97
5.2. Recomendaciones.....	98
BIBLIOGRAFÍA.....	99
ANEXOS.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación geográfica del cantón Otavalo	26
Tabla 2 Relieve del cantón Otavalo	27
Tabla 3 Categorización suelos	29
Tabla 4 Suelos del cantón Otavalo.....	30
Tabla 5 Variables Independiente (Evaluación de susceptibilidad de factores condicionantes y desencadenantes).....	43
Tabla 6 Variable dependiente (Nivel de Susceptibilidad)	47
Tabla 7 Demografía de las ciudadelas	49
Tabla 8 Definición del cálculo de muestra	50
Tabla 9 Estratificación de la muestra.....	51
Tabla 10 Elementos de los factores condicionantes	56
Tabla 11 Parámetros de Pendiente	56
Tabla 12 Parámetros de Litología.....	57
Tabla 13 Parámetros de Humedad	58
Tabla 14 Elementos de los Factores Detonantes.....	59
Tabla 15 Parámetro de Sismicidad	59
Tabla 16 Parámetro de Precipitación	60
Tabla 17 Clasificación de la susceptibilidad a deslizamientos	61
Tabla 18 Grado de amenaza de acuerdo al potencial de susceptibilidad.....	62

Tabla 19	Parámetros de clasificación de estabilidad de taludes	64
Tabla 20	Parámetros de la Pendiente	65
Tabla 21	Litología condiciones del terreno	67
Tabla 22	Humedad	69
Tabla 23	Historial actividad sísmica.....	71
Tabla 24	Precipitación	73
Tabla 25	Descripción del mapa de susceptibilidad.....	75
Tabla 26	Parámetros	76
Tabla 27	Superficie de deslizamiento circular.....	80
Tabla 28	Rango de Edad.....	82
Tabla 29	Ubicación.....	83
Tabla 30	Término Familiarizado	84
Tabla 31	Sector Susceptible.....	85
Tabla 32	Residencia Amenazada	86
Tabla 33	Susceptibilidad a movimientos de masa	87
Tabla 34	Conocimiento de Fisuras	88
Tabla 35	Nivel de preocupación	89
Tabla 36	Información por parte de las Autoridades.....	90
Tabla 37	Conocimiento de Fisuras	91

Tabla 38 Estrategias de Gestión de Riesgos por Niveles de Susceptibilidad a

Movimientos de Masa..... 93

ÍNDICE DE GRÁFICO

Figura 1 Susceptibilidad a movimientos en masa: Variables y esquema del geoproceso 55

Figura 2 Datos obtenidos de la NASA..... 68

Figura 3 Análisis de estabilidad de talud 77

Figura 4 Verificación de la estabilidad de la pendiente 79

Figura 5 Rango de Edad..... 82

Figura 6 Ubicación..... 83

Figura 7 Término Familiarizado 84

Figura 8 Sector Susceptible 85

Figura 9 Residencia Amenazada..... 86

Figura 10 Susceptibilidad a movimientos de masa..... 87

Figura 11 Conocimiento de Fisuras 88

Figura 12 Nivel de preocupación..... 89

Figura 13 Información por parte de las Autoridades 90

Figura 14 Conocimiento de Fisuras 91

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 Localización de la zona de estudio	26
Mapa 2 Pendiente de la loma de San Vicente-cantón Otavalo	66
Mapa 3 Litología en la loma de San Vicente-cantón Otavalo	67
Mapa 4 Humedad en la loma de San Vicente-cantón Otavalo	69
Mapa 5 Factores condicionantes de la loma de San Vicente-cantón Otavalo	70
Mapa 6 Sismicidad en la loma de San Vicente-cantón Otavalo	72
Mapa 7 Precipitación en la loma de San Vicente-cantón Otavalo.....	73
Mapa 8 Factores detonantes de la loma de San Vicente-cantón Otavalo	74
Mapa 9 Susceptibilidad a movimientos de masa en la loma San Vicente- cantón Otavalo	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Análisis de estabilidad de talud (1014 puntos)	106
Anexo 2 Encuesta (Ficha de encuesta)	113
Anexo 3 Memoria fotografía	116
Fotografía 1 Loma de San Vicente.....	116
Fotografía 2 Deforestación en Loma de San Vicente (Posterior)	116
Fotografía 3 Deforestación en Loma de San Vicente (Anterior)	117
Fotografía 4 Talud en la Loma de San Vicente (Anterior)	117

Fotografía 5 Parte Inferior de la Loma de San Vicente.....	118
Fotografía 1 Vegetación inclinada	118
Fotografía 2 Degaste del suelo	119
Fotografía 9 Elaboración de las Encuestas.....	119
Anexo 4 Reporte de Turtinin	121

Palabras Claves:

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la susceptibilidad de movimientos de masa de la loma San Vicente ubicado al norte este de la ciudad de Otavalo; con el fin de crear estrategias para minimizar estos movimientos de masa, mediante la identificación de factores detonantes y condicionantes que tiene el territorio, para proteger a seres vivos, bienes materiales, redes vitales y elementos esenciales del territorio.

La investigación tiene un diseño no experimental, al no manipular las variables de la metodología de Mora-Vahrson, que permite realizar un análisis previo de áreas amenazadas por deslizamientos, se utilizó indicadores morfodinámicos como: relieve relativo, litología, humedad del suelo, actividad sísmica y precipitación. Esto se especifica por índices de influencia que son trabajados en el Sistema de Información Geográfico (SIG), donde se elaboró mapas con los parámetros detonantes y condicionantes, mediante la herramienta de raster calculator del método de análisis espacial denominado álgebra de mapas se realiza el mapa de susceptibilidad a movimientos de masa como resultado final.

Se realizó una modelación mediante el software geotécnico GEO 5, para conocer la estabilidad del talud, en el que se describe si la capacidad del terreno logrará resistir a la acción de las fuerzas que puede causar un colapso.

Finalmente, se forma estrategias siguiendo las áreas de gestión de riesgos para minimizar la susceptibilidad a movimiento de masa en la loma “San Vicente”, detallándose mediante una matriz de acuerdo al nivel de vulnerabilidad del territorio.

Palabras claves:

Sistema de Información Geográfico, susceptibilidad, Mora-Vahrson, análisis espacial

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país que se encuentra ubicado en zonas altamente sísmicas y volcánicas, lo que permite la exposición de eventos geodinámicos, adicional cuenta con una topografía variada, desde zonas montañosas hasta llanuras costeras, influyendo en la distribución espacial de los movimientos de masa.

Como afirma Galarraga Meneses (2018), la provincia de Imbabura se encuentra ubicada en la región interandina, misma que está conformada por valles, que mantienen una estructura de depresión topográfica en dirección de N-S, entre la Cordillera Occidental y Cordillera Real.

El dominio morfológico de Cordillera Occidental se caracteriza por la presencia de escarpes, pendientes abruptas y valles estrechos en las zonas más altas que supera los 3000 m.s.n.m; cuenta con la presencia de tres edificios volcánicos formando el complejo volcánico de Imbabura, que son producidas por hundimientos, caída de rocas, flujos, propagación lateral y reptaciones.

El fin de este proyecto es evaluar la susceptibilidad a movimiento de masa en la loma “San Vicente” en el cantón Otavalo para reducir los riesgos latentes en la localidad y con ello salvaguardar la vida de la población, los bienes materiales, las redes vitales y demás elementos esenciales del territorio.

Para fundamentar el trabajo de investigación se debe cumplir con objetivos específicos como son: Identificar los factores condicionantes y desencadenantes ante un posible movimiento de masa a través de la metodología de Mora-Vahrson 1993; Determinar el factor de seguridad del talud mediante un modelamiento con el uso del software geotécnico GEO5; Elaborar estrategias para minimizar la susceptibilidad a movimiento de masa en la loma San Vicente.

Objetivos que debemos tomar en cuenta porque son herramientas principales para la prevención y mitigación de las pérdidas producidas por movimientos de ladera.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El Ecuador, como país Andino, tiene una geología con mecanismos tectónicos responsables del desarrollo de las montañas andinas, su geodinámica posee procesos físicos activos que son complejos y variados determinando la aparición de amenazas naturales, entre ellas deslizamientos, volcanismo, erosión, meteorización. (Nieto, 2013)

Los movimientos en masa son agentes geomorfológicos comunes en la región Andina, que producen pérdidas humanas y económicas, las propiedades son determinadas por la interacción de varios factores geológicos, topográficos, climáticos y actividades antropogénicas. (Moreiras, Mergili, & Marchant Santiago, 2014)

Según Piscitelli, (2015) el cambio climático y el deterioro del suelo actúan de forma conjunta; de acuerdo al informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) los impactos y la vulnerabilidad son afectaciones provocadas por las lluvias intensas, sequía, olas de calor y tormentas; la degradación de suelo es el proceso severo de deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas de la tierra, causado por la presencia de dos factores: ecosistema natural y el entorno social humano.

La provincia de Imbabura se encuentra ubicada al norte del Ecuador en la región sierra del país, formado por estribaciones orientales bajas de la Cordillera Occidental, aproximadamente a 61,6 km de Quito, cuenta con un amplio territorio en el que suceden procesos geodinámicos (movimientos en masa) activos como inactivos de varias dimensiones. (Pilatasig Moreno, Bustillos Arequipa, Jácome Calderón, & Mariño Moyón, 2022)

De acuerdo a Chacón (2021), la loma de San Vicente está localizada en un rango altitudinal entre los 2600 m. y 2800 m.s.n.m, con una vegetación de un bosque verde montano del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes, ubicada en la zona noroccidental de la ciudad de Otavalo, con un área aproximadamente de 42,91 hectáreas de bosque de eucalipto.

Uno de los problemas que se observa en el sector es la remoción de la cobertura vegetal, dejando expuesto al suelo a procesos de erosión producidos por la lluvia y el viento, así como, al desecamiento por varios efectos como : insolación, que define como el desplazamiento de un volumen de roca, escombros y materiales del suelo; la gravedad en la que intervienen variables naturales como el intemperismo, la sismicidad, la topografía, propiedades del suelo y factores desencadenantes por la acción humana (incendios forestales, deforestación, monocultivo y el mal uso del suelo), provocando la erosión y pérdidas de nutrientes, afectando la capacidad del suelo para retener la humedad. (Segarra Galarza, 2014).

Los movimientos en masa están involucrados en el proceso de erosión; por lo tanto, la remoción de masa transporta material desde las zonas más altas a las partes bajas a través de agentes de transporte que modelan el relieve. (Tobar, 2021).

Estos eventos alteran la estabilidad del terreno, afectando la vegetación protectora y comprometiendo la retención del suelo; es necesario evaluar la susceptibilidad a movimientos de tierra en la zona. (Segarra Galarza, 2014)

La preocupación de los moradores se debe a las fuertes lluvias debido a la temporada de invierno, acumulando demasiada agua y filtrarse en la pendiente reduciendo la resistencia y aumentando el riesgo frente a deslizamientos, causando una vulnerabilidad física, estructural, económica, social a los habitantes de las ciudadelas.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo evaluar la susceptibilidad ante un movimiento de masas en la loma “San Vicente” en el cantón Otavalo?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la susceptibilidad a movimiento de masa en la loma “San Vicente” en el cantón Otavalo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los factores condicionantes y desencadenantes ante un posible movimiento de masa a través de la metodología de Mora- Vahrson 1993.
- Determinar el factor de seguridad del talud, mediante un modelamiento con el uso del software geotécnico GEO5.
- Elaborar estrategias para minimizar la susceptibilidad a movimiento de masa en la loma “San Vicente.

1.4 Justificación

La presencia de los movimientos de masa y el comportamiento geomorfológico de la loma de “San Vicente” requiere una evaluación de susceptibilidad, donde se determinará, si las ciudadelas del entorno, tienen un alto índice de riesgo por remoción; el estudio permite que el GADMCO tome medidas para prevenir, mitigar y minimizar el riesgo; para salvaguardar la vida de la población, bienes materiales, redes vitales y elementos esenciales del territorio.

En la actualidad existen varios mecanismos para evaluar los movimientos de masa, software y metodologías que permiten un análisis previo de áreas amenazadas por deslizamientos, utilizando los factores desencadenantes (precipitación y sismicidades) y

condicionantes (litología, relieve, usos y cobertura del suelo y la pendiente) identificando las áreas más vulnerables a esta amenaza.

Se utilizará la metodología de Mora-Vahrson, que permite realizar un análisis previo de las áreas amenazadas por remoción de masa utilizando indicadores morfodinámicos, esto se ejecuta específicamente por un índice de influencia que son trabajados en el Sistema de Información Geográfico (SIG), para generar un mapa de susceptibilidad y amenaza frente a movimientos de masa en la zona de estudio.

Adicionalmente, se utilizará el Software GEO5 que nos permite realizar un modelamiento en 3D del terreno, donde se visualizó los diferentes problemas geotécnicos, que son poco perceptibles al ojo humano; por esta razón estas herramientas son de gran utilidad en el desarrollo del estudio para plantear soluciones ante los movimientos de masa.

Este contenido es un aporte que permite a las ciudadelas del sector ser resilientes ante una amenaza, mediante las propuestas planteadas promoviendo la responsabilidad y cultura en gestión de riesgos. Enfocándonos en la prevención, mitigación y reducción de riesgos para evitar daños colaterales.

1.5 Limitaciones

En la elaboración de este proyecto de investigación se encontró varias limitantes que ocurrieron en el transcurso de su realización tales como:

- La escasa información topográfica, geomorfológica, geológica y geotécnica en el área de estudio presento un desafío significativo y planteo numerosas dificultades en la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Eras Galarza, (2014) en su estudio denominado “Determinación de Zonas Susceptibles a movimientos en masa en el Ecuador, a escala 1:1 000 000; utilizando el método de ponderación de parámetros” nos manifiesta que en el Ecuador existe pocos estudios de susceptibilidad a la escala de 1:1 000 000. La investigación realizada tiene como objetivo principal el contribuir al análisis y evaluación de susceptibilidad por movimientos en masa en el Ecuador a una escala de 1: 1 000 000, se identificó y caracterizó los factores de análisis para elaborar mapas temáticos. El análisis se realizó mediante el método de ponderación y de parámetros o combinación de factores ponderados. El método utilizado combina factores valorados y ponderados, según el nivel de influencia de movimientos en masa bajo ciertas condiciones geológicas, geomorfológicas y climáticas. Se analizó mediante un algoritmo diseñado que pueda desarrollarse en un sistema de información geográfica.

De acuerdo la metodología que se aplicó en este estudio, se ejecutó varios ensayos con cuatro, cinco y seis factores de análisis que son: pendiente, litología, relieve, uso y cobertura vegetal, hidrología y sismicidad, donde cada ensayo fue evaluado como un indicador en el que se determinó que el ensayo donde se utilizó los cuatros primeros factores, se aproxima a la zonificación de la susceptibilidad por movimientos de masa del Ecuador. Adicionalmente, este estudio determina zonas susceptibles a movimientos en masa a nivel cantonal, para una mejor planificación territorial. (Eras Galarza, 2014)

Bravo Mejía & Gonzáles Sisalema, (2009) en el presente estudio “Determinación de zonas Susceptibles a Movimientos en Masa en el Sector Norte del área urbana del cantón

Gonzanamá” enfoca la utilización de los Sistemas de Información Geográficas (SIG), el cual consiste evaluar cuantitativamente el mayor número de los factores condicionantes del terreno los cuales influyen directamente en la apreciación de movimientos de masa.

El estudio se ejecutó mediante un levantamiento topográfico, geológico y de vegetación con una escala de 1:1000 el cual permitió realizar mapas temáticos que demuestren los factores morfológicos como son: geología, litología, pendiente, tipo de suelo, vegetación, precipitación e inventario de deslizamientos, con el fin de obtener el mapa donde se identifica las zonas más susceptibles a movimientos de masa. (Bravo Mejía & Gonzáles Sisalema, 2009)

El proyecto de titulación tiene como finalidad dar un aporte como base para la implementación de un correcto Ordenamiento territorial con intenciones a un mejor Desarrollo Sustentable del sector norte del área urbana del cantón Gonzanamá, con la ayuda de la información que se obtuvo de forma digital como de forma análoga. Mejorando así en la toma de decisiones y el manejo adecuado de los recursos humanos, ambientales y económicos. (Bravo Mejía & Gonzáles Sisalema, 2009)

Según Mejía Pesántez & Troya Iriarte, (2021) en su estudio denominado “Evaluación de la Susceptibilidad a Movimientos de Masa por Deslizamiento mediante los Índices de Vegetación NDVI y SBI del cantón Alausí, Provincia de Chimborazo”, manifiestan las zonas susceptibles a deslizamiento mediante técnicas geomáticas y el análisis de imágenes satelitales, con base a la identificación de las pendientes y los índices espectrales, utilizando los softwares QGIS y ARCGIS, para así poder realizar un mapa de susceptibilidad a movimiento de masa por deslizamiento, identificando aquellas zonas con alta, media y baja vulnerabilidad.

Finalmente, para obtener una validación de los resultados se aplicaron tres métodos de verificación, el primero a través de un muestreo estratificado, el segundo por medio de la

comprobación en la base histórica de los deslizamientos registrados y el último mediante un análisis estadístico del índice de Kappa. (Mejía Pesántez & Troya Iriarte, 2021)

En el siguiente trabajo titulado “Análisis de la susceptibilidad a los movimientos de ladera mediante un SIG en la Cuenca vertiente al embalse de rules, Granada; tiene como finalidad analizar la susceptibilidad por medio de un sistema de información geográfica (SIG) para conocer el grado de afectación que puede sufrir el lugar de in situ, el estudio del sector está compuesto por micaesquistos, filitas y mármoles. Para dicho estudio se contó con un inventario de doscientas cincuenta y dos movimientos de laderas.

Los movimientos de masa más recuentes fueron deslizamientos, flujos de derrubios, desprendimientos y movimientos complejos, en el cual describieron su litología, la dinámica y topología. Realizaron un estudio de los factores condicionantes y desencadenantes que afectan la estabilidad de taludes y laderas, para el análisis de susceptibilidad a movimientos de masa usaron el método de la matriz, una vez calculado la susceptibilidad calcularon el grado de ajuste para la validación. Algunas investigaciones que realizaron sobre la inestabilidad, manifestaron que existe la incidencia de varios procesos naturales de origen natural como es el sísmico y gravitatorio. (Chacón Montero & Irigaray Fernández, 2005).

2.2 Localización y contextualización del área de estudio

Mediante esta investigación se da a conocer las características generales del cantón de Otavalo, el cual limita al norte con los cantones Cotacachi, Antonio Ante, Ibarra, al sur con los cantones Pedro Moncayo y Distrito Metropolitano de Quito, al este los cantones Ibarra y Cayambe y al oeste con el cantón Cotacachi. El cantón se encuentra en un rango altitudinal de 960 a 4 440 msnm, con una población de 115 725 habitantes, de acuerdo al censo realizado en el año 2010. (PDOT-Otavalo, 2020)

Tabla 1

Ubicación geográfica del cantón Otavalo

Nombre del GAD:	Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Otavalo
Fecha de creación del cantón:	25 de junio de 1824
Extensión:	490,225 km ² *
Rango altitudinal:	960 a 4 440 msnm

Nota: En esta tabla se indica la ubicación geográfica del lugar de estudio, información adaptada del (Gad Cantonal de Otavalo, 2020)

Adicionalmente, se puede evidenciar el mapa de localización del cantón de Otavalo

Mapa 1

Localización de la zona de estudio



Nota: En el mapa se observar la localización del área de estudio en color morado, ubicado dentro del cantón Otavalo

2.2.1 Diagnóstico Biofísico

Relieve: El cantón cuenta con un gran porcentaje de relieves montañosos, especialmente en los sectores de Selva Alegre, Pataquí y parte de Quichinche; se puede identificar la presencia de edificios volcánicos alrededor del volcán Imbabura y la laguna de Mojanda. En el sector de la cabecera cantonal hacia el noroeste son llanuras de ablación y el sector de Ilumán y sus alrededores presentan colinas altas. (Gad Cantonal de Otavalo, 2020)

Tabla 2

Relieve del cantón Otavalo

Relieve	Superficie (ha)	Porcentaje
Cordillera		
Relieves montañosos	23009,61	43,31
Edificios volcánicos	14985,32	28,21
Colinas Altas	2413,12	4,54
Laguna	795,22	1,50
Vertientes	237,38	0,45
Cráter	2,08	0,00
Valle glaciar		
Llanuras de Ablación	11672,9	21,97
Cono de Escorias	0,0014	0,00
Valle tectónico		
Terrazas	14,32	0,03
Total:	53129,95	100,00

Como se puede observar en la tabla N.º 2 el cantón de Otavalo cuenta con un relieve diverso, en la cordillera se encuentra ubicado un relieve montañoso con una superficie de 23009; edificios volcánicos (volcán Imbabura, Mojanda, Cotacachi) con una extensión de 14985,32 ha; colinas altas con un área de 2413,12 ha; vertientes con un área de 237,38 ha; una laguna con una superficie de 795,22 ha y el cráter con una extensión de 2,08 ha ; en el valle glaciar encontramos llanuras de ablación con un área de 11672,9 ha y cono de escorias con una superficie de 0,0014 ha; el valle tectónico del cantón cuenta con un área de 14,32 ha terrazas, con un total de 53129,95 ha en el relieve del cantón Otavalo.

Geología: El cantón cuenta con varias formaciones geológicas como son los volcánicos Cotacachi, representados principalmente en la Unidad TD, tobas dacíticas Cuicocha, de finales del Plioceno y cuyo aporte llega desde el occidente del cantón Otavalo, cubre las parroquias de Selva Alegre y Quichinche. Los productos depositados del complejo Mojanda, cuya dirección predominante de flujo, tiene que ver con los depósitos riódacíticos Mojanda, que se dirigen hacia el centro del cantón en dirección S a N, hacia el occidente, se tiene el aporte del remanente volcánico Cushnirrumi, con productos riódacíticos.

El valle de Otavalo se distribuye uniformemente a lo largo de una dirección con depósitos cuaternarios (QA) de aproximadamente 100 kilómetros cuadrados de superficie. (Gad Cantonal de Otavalo, 2020)

Suelos: Los suelos del cantón Otavalo se clasifican dentro de tres órdenes principales: Inceptisoles y Mollisoles como suelos antiguos, ambos derivados de cenizas volcánicas y Entisoles como suelos con escasa meteorización. La información cartográfica accede identificar que los inceptisoles son los suelos dominantes en el cantón con una cobertura de alrededor del 85% de su superficie. (Gad Cantonal de Otavalo, 2020)

Tabla 3

Categorización suelos

Orden	Área (ha)	%
Inceptisoles	49007,6	84,8
Inceptisoles – Mollisoles	92,3	0,2
Mollisoles	4344,6	7,5
Mollisoles – Inceptisoles	109,4	0,2
Entisoles – Mollisoles	387,4	0,7
Entisoles	2666,7	4,6
Sin Suelo (Urbanos, Cuerpos de agua)	1187,1	2,1

Nota: En esta tabla se representa la categorización que tiene los suelos el cantón de Otavalo. Fuente (Gad Cantonal de Otavalo, 2020)

En la tabla N.º 3 se puede apreciar que el cantón de Otavalo cuenta con una categorización de suelos, la mayor parte son suelos Inceptisoles (suelos originados por depósitos fluviónicos como residuales, formados por materiales líticos de naturaleza volcánica y sedimentaria, tierras de bajas temperaturas que se desarrollan en climas fríos.) con una superficie de 49007,6 ha; también se encuentran los suelos Inceptisoles – Mollisoles con una superficie de 92,3 ha; en el cantón los suelos Mollisoles tienen un área de 4344,6 ha (suelos muy fértiles, conocidos como tierra de los ecosistemas de pastizales, cuenta con una materia orgánica demasadamente alta, profunda y ricos en calcio y nutrientes. Generalmente poseen una alta retención de humedad ya que su espesor está entre 60 a 80 cm) los suelos Mollisoles –

Inceptisoles tienen una superficie de 109,4 ha; los suelos Entisoles – Mollisoles cuenta con un área de 387,4 ha y los suelos Entisoles (Suelos jóvenes con 30% de fragmentos rocosos derivados de materiales aluviónicos como residuales.) con una superficie de 2666,7 ha.

Uso y cobertura del suelo: El uso del suelo está combinado por la gestión y modificación del medio ambiente natural para poder convertir en un ambiente construido tal como campos de sembradío, pasturas y asentamientos humanos. Las intervenciones que realizan las personas sobre la superficie para poder producir cultivos y distintos usos de la tierra en zonificaciones. Las principales zonas donde el suelo no es utilizado de manera óptima son las estribaciones del volcán Imbabura, el Páramo de Mojanda y los alrededores de Selva Alegre. (Gad Cantonal de Otavalo, 2020)

De lo cual podemos considerar:

Tabla 4
Suelos del cantón Otavalo

Suelo	Porcentaje
Suelo subutilizado	28,84%
Suelo sobre utilizado	31,74%

Nota: En esta tabla se representa el suelo que es subutilizado y sobre utilizado en el cantón de Otavalo. Fuente (Gad Cantonal de Otavalo, 2020).

De acuerdo con la tabla N.º 4 el cantón cuenta con un porcentaje de 31,74% Suelo sobre utilizado y 28,84% de Suelo subutilizado. El cual el uso de suelo en general se dedica a la agricultura (categoría de pasto cultivo, cultivo de bajo invernadero, cultivo de ciclo corto, cultivo de caña, cultivo de ciclo corto / pasto cultivado, arboricultura tropical/ vegetación), pecuaria

(categoría de uso de pasto cultivado), forestal (categoría de uso arboricultura tropical, bosque intervenido), área erosionada, área urbana y conservación (categoría de uso en bosque nativo, bosque plantado, cuerpo de agua, humedal, páramo).

Información climática: El cantón de Otavalo tiene un amplio rango de precipitación que va desde los 800 hasta 1800 mm anuales, con una temperatura que oscila entre 9 a 21°C, cerca del 60% de la superficie cantonal. (Gad Cantonal de Otavalo, 2020)

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Definición de deslizamiento

Según Vílchez, (2019) los movimientos de masa representan procesos geológicos en los que masas rocosas (agrietadas o meteorizadas), rocas no consolidadas, o ambas, se desplazan o eliminan bajo la influencia de la gravedad.

Para Tarbuck, (2018) el deslizamiento es un movimiento de la masa, ya sea que la masa sea tierra, roca sólida o una combinación de ambas. El movimiento colectivo se puede dividir en tres tipos básicos: desprendimiento de tierra, deslizamientos de tierra y flujos. El desprendimiento ocurre cuando el movimiento implica la caída libre de escombros sueltos de todos los tamaños, y es común en pendientes muy pronunciadas donde el material suelto no se adhiere a la superficie. Ocurre cuando se mueve a lo largo de un posible punto débil. El flujo ocurre cuando una sustancia normalmente saturada con agua se mueve cuesta abajo como un fluido viscoso.

2.3.2 Definición de movimientos de masa

Los movimientos en masa es la remoción de material del suelo, roca o ambas sobre una pendiente, se desencadena por acción de la fuerza de gravedad, bajo la consecuencia de ciertos factores como son de manera natural (clima, agua, eventos sísmicos, volcánicos, topografía,

litología) o por acciones antrópicas (aplicación de carga excesiva, excavaciones para la adecuación de viviendas o la apertura de senderos y vías, deforestación, manejos de aguas.)

Los movimientos de masa causan cambios visibles en el suelo como: agrietamientos, hundimientos e incluso desprendimientos de grandes cantidades de suelo o roca, ocasionando varios daños infraestructurales como infraestructura pública, viviendas, cultivos y el represamiento de cauces de ríos o quebradas. (Alcaldía de Medellín, 2016)

2.3.3 Tipos de movimientos de masa

Según la (Corporación Autónoma Regional De Boyacá, 2015), existen diversos tipos de movimientos de masa.

2.3.3.1 Caídas

Desprendimientos de masa que se encuentran en taludes de alta pendiente sus movimientos ocurren de manera rápida.

2.3.3.2 Flujos

Movimientos de partículas de suelo, bloques de roca y material vegetal, que se desplazan de una velocidad lenta, pueden tener presencia de agua o estar secos.

2.3.3.3 Reptación

Remoción extremadamente lenta del suelo superficial, pueden afectar grandes extensiones de terreno, estos movimientos se identifican cuando existen inclinación en los árboles, postes y cercados, desacoples de tuberías, etc.

2.3.3.4 Deslizamientos

Se pueden exhibir de forma progresiva, es decir el deslizamiento puede permanecer estático luego reactivarse forma gradual.

2.3.3.5 Hundimientos

También conocidos como subsidencias, se presentan como un descenso de la altura normal del terreno, que puede presentarse por diversas causas naturales o como antrópicas, se incitan de una forma lenta a muy rápida.

2.3.3.6 Volcamientos

Este tipo de movimiento se da cuando existe una inclinación hacia delante de porciones del terreno, se presenta en dimensiones pequeñas hasta muy grandes.

2.3.4 *Inestabilidad de laderas*

El desconocimiento de estudios a la estabilidad de taludes, hace que el “agente” externo sea el responsable por ser una fuerza de masa. donde el peso y los efectos de filtración puedan añadirse. La determinación de la estabilidad de laderas naturales nos permite realizar estudios de origen geológicos, por motivos de ausencia de intervención humana los deslizamientos suelen ser de relieves montañosos con efectos de erosión o alta precipitación.

Las técnicas de reconocimiento geológico-geomorfológico son muy importantes para poder identificar zonas con alta vulnerabilidad y realizar una evolución de la susceptibilidad de deslizamientos. (Ágreda, 2005)

2.3.5 *Causas de los movimientos de masa*

Ocurren un movimiento de masa cuando la resistencia del terreno es superada por las fuerzas.

Esto ocurre de dos formas:

- Disminuye esa resistencia al esfuerzo cortante, esto ocurre cuando se incrementa la cantidad de agua que contiene el terreno, especialmente cuando hay deforestación en las laderas, cortes en el terreno y excavaciones sin estudios geotécnicos.

- Aumentan las fuerzas externas, esto se da cuando existe vibraciones, incremento de cargas. (Corporación Autónoma Regional De Boyacá, 2015)

2.3.6 Susceptibilidad

Para Suárez (2012) La susceptibilidad generalmente, describe la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. La probabilidad de ocurrencia de un factor detonante como una lluvia o un sismo no se considera en un análisis de susceptibilidad.

Además, se define como la probabilidad de que una zona quede afectada por un determinado proceso. En el caso de movimiento de masa se vincula factores desencadenantes o detonantes que son los procesos que aceleran al fenómeno considerado, como la precipitación, la sismicidad y el uso del terreno.

2.3.7 Mapa de susceptibilidad a los deslizamientos

Un mapa de susceptibilidad es un mapa zonificado para unidades de terreno con actividad de deslizamientos similar o de igual potencial de inestabilidad, lo que permite como resultado el análisis multivariante entre factores que pueden causar deslizamientos y el mapa de inventario de deslizamientos. (Suárez, 2012)

El mapa nos ayuda a conocer con aproximación el grado de peligrosidad ante un movimiento de masa, a partir de los parámetros que influyen en las condiciones de inestabilidad, se utiliza las variables de estudio para efectuar una reclasificación en la tabla de datos alfanuméricos, mediante el uso de software.

2.3.8 Método de Mora – Vahrson

En Tapanti, en el valle central de Costa Rica, dos expertos llamados Sergio Mora y Wilhelm Vahrson desarrollaron un método de análisis de la vulnerabilidad del terreno. Este

enfoque se originó a partir de la realización de estudios de casos en pendientes, con el objetivo de identificar áreas que presentan un estado crítico. Posteriormente, implementaron una técnica para predecir sectores que tienen una susceptibilidad a deslizamientos, los cuales requieren un análisis más detallado y exhaustivo.

En este proceso se consideran factores que influyen y desencadenan los deslizamientos, lo que resulta en una referencia importante para clasificar la amenaza de movimientos de remoción en masa, este método ha sido ampliamente utilizado, especialmente en la región de Centroamérica.

La metodología desarrollada por Mora y Vahrson permite llevar a cabo un análisis anticipado de áreas extensas que están expuestas a la amenaza de deslizamientos. Este enfoque utiliza indicadores morfodinámicos, como el relieve relativo, la litología, la humedad del suelo, la sismicidad y la precipitación. Estos indicadores se definen mediante índices de influencia para cada área y pueden ser procesados utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG) para obtener un mapa que muestra el potencial de deslizamientos en la zona. (Mora & Vahrson, 1993)

Este método toma en cuenta cinco factores específicos: el relieve relativo, la litología, la humedad del suelo (factores pasivos), y la interacción de estos tres factores pasivos para determinar la susceptibilidad de una pendiente. Además, se consideran la sismicidad y la intensidad de las lluvias o precipitaciones (factores activos), los cuales actúan como desencadenantes que rompen los equilibrios, a menudo frágiles, que mantienen las laderas. (Mora & Vahrson, 1993)

2.3.9 Factores condicionantes y desencadenantes

Los factores condicionantes y desencadenantes son aquellos que influyen en la estabilidad de una pendiente o talud, lo que puede resultar en deslizamientos, estos factores

suelen estar directamente relacionados con la naturaleza del terreno, pero también pueden estar influenciados por la actividad humana. Tanto la interacción conjunta de estos factores como su actuación individual pueden desempeñar un papel en la ocurrencia de deslizamientos, aunque esto último no es tan común.

Factores condicionantes: Son aquellos factores también conocidos como factores pasivos, son aquellos que se basan en la propia naturaleza, forma y estructura del terreno. Estos factores no son modificables por la actividad humana y su influencia en la estabilidad del terreno se basa en el relieve, litología, suelo, cobertura del suelo. Estos elementos pasivos del entorno juegan un papel fundamental en la predisposición de una ladera o talud a la inestabilidad.

Factores desencadenantes: Son aquellos que factores que están relacionados a las variaciones como es la precipitación y sismicidad, acelerando la reducción progresiva del factor de seguridad, llevando a la pendiente a un estado de inestabilidad y en algunos casos provocando la rotura. (Alberti, Canales, & Sandoval, 2006)

2.3.10 Actividad Antrópica

La modificación que se da por la actividad humana, es una de las condiciones que cambian las laderas en sus cortes geométricos, condiciones de la capa superficial del suelo por las prácticas del monocultivo sobre las áreas susceptibles, deforestación, degradación de la cobertura vegetal, incendios forestales y la ocupación del espacio sin una planificación en el PDOT. (Montiel Albornoz, Gouveia Muñetón, & Montes Galbán, 2007).

Cada vez los recursos naturales son explotados con varias transformaciones ambientales que son provocadas por la acción del ser humano, causando varios riesgos para la población, pro el cual se hace concientizar a tomar medidas preventivas y correctivas. (Montiel Albornoz, Gouveia Muñetón, & Montes Galbán, 2007)

2.3.11 Definición de GEO 5

Gracias al avance de las nuevas tecnologías, los procesos de análisis de estabilidad de taludes han experimentado una simplificación y facilitación significativas. Esto se debe a la disponibilidad de una amplia gama de programas que, además de los métodos clásicos de análisis, han incorporado nuevas herramientas basadas en el método de los elementos finitos.

En la actualidad, el software más utilizado para llevar a cabo este tipo de tareas es GEO 5, desarrollado por el grupo FINE, este software permite resolver problemas geotectónicos por métodos analíticos tradicionales y por el método de elementos finitos (MEF), proporcionando una solución eficiente y efectiva para el análisis y la evaluación de la estabilidad de taludes mediante el uso de técnicas avanzadas y cálculos precisos. (GEO5 PERÚ, 2020)

2.3.12 Modelamiento en software geotécnico GEO 5

Para realizar el modelamiento se ejecuta la creación del terreno en 3D con la estratigrafía, una vez los datos ingresados se puede analizar las cimentaciones profundas o superficiales.

En el modelamiento se realiza modificaciones en el modelo de 3D como por ejemplo, fosas de cimentación, carreteras, vías, taludes y otros. Donde nos permite calcular el movimiento de la tierra o el cálculo de volúmenes de movimiento de terreno. (GEO5 PERÚ, 2020)

2.4 Marco Legal

2.4.1 Constitución de la República del Ecuador

Art. 14: “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental

y la recuperación de los espacios naturales degradados.” (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

Art. 30: Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica. (Constitución de la República 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. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

Art. 390: 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. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

2.4.2 Ley de Seguridad Pública y del Estado

Art. 11 Literal d: La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos. (Asamblea Nacional de la República del, 2009)

2.4.3 Código Orgánico de Organización Territorial (COOTAD)

Art. 84 - Literal n: Es una de las funciones del Gobierno del Distrito Autónomo Metropolitano, regular y controlar las construcciones en la circunscripción del distrito metropolitano, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010)

Art. 140: La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionaran de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010)

2.5 Definición de Términos (Glosario)

Afectados: Las personas que resultan perjudicadas, directa o indirectamente, por un suceso peligroso. Se considera directamente afectado a aquel que ha sufrido lesiones, enfermedades u otros efectos en la salud; los que han sido evacuados, desplazados, reubicados o han enfrentado daños directos en sus medios de vida o sus bienes económicos, físicos, sociales, culturales y ambientales. (UNISDR, 2016)

Amenaza: Es un 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. (UNISDR, 2016)

Análisis de la situación: Proceso de acercamiento gradual al conocimiento analítico de un hecho o problema que permite destacar los elementos más significativos de una alteración en

la realidad analizada. El diagnóstico de un determinado lugar, entre otros datos, permite conocer los riesgos a los que está expuesto por la eventual ocurrencia de un evento. (SGR, 2018)

Capacidad: Combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles dentro de una organización, comunidad o sociedad que pueden utilizarse para gestionar y reducir los riesgos de desastres y reforzar la resiliencia. (UNISDR, 2016)

Deforestación: Pérdida de la cubierta vegetal o tala de un bosque que elimina, especialmente en las áreas con marcadas pendientes, la capa más externa que provee a las plantas de nutrientes. (Glosario. EIRD. org, s.f.)

Emergencia: Es un evento que pone en peligro a las personas, los bienes o la continuidad de los servicios en la comunidad y que requieren una respuesta inmediata y eficaz a través de las entidades locales. (SGR, 2017)

Escenarios de afectación: Es un análisis técnico que describe, de manera general, las condiciones probables de daños y pérdidas que puede sufrir la población y sus medios de vida, ante la ocurrencia de eventos de origen natural, socio natural o antrópico teniendo en cuenta su intensidad, magnitud y frecuencia, así como las condiciones de vulnerabilidad que incluye la fragilidad, exposición y resiliencia de los elementos que conforman los territorios como: población, infraestructura, actividades económicas, entre otros. (SGR, 2018)

Evacuación: Traslado temporal de personas, animales u otros, a lugares más seguros antes, durante o después de un evento peligroso con el fin de protegerlos. (UNISDR, 2016)

Factores subyacentes del riesgo de desastres: Procesos o condiciones, a menudo relacionados con el desarrollo, que influyen en el nivel de riesgo de desastres al incrementar los niveles de exposición y vulnerabilidad o reducir la capacidad. (Comunidad Andina, 2018)

Gestión de Desastres: Organización, planificación y aplicación de medidas de preparación, respuesta y recuperación en caso de desastres, acciones que deberán tomar en cuenta los Planes de Emergencia. (Comunidad Andina, 2018)

Geología: Ciencia que estudia el origen, la evolución y el estado actual de la litosfera, que es la parte sólida de la superficie del globo terrestre. (CRID, 2000)

Geomorfología: Ciencia que estudia las formas del relieve del suelo, basándose en el origen, estructura y naturaleza de las rocas, en el clima de la región y en los factores que actúan en la constitución y destrucción del relieve del suelo. (CRID, 2000)

Impacto del desastre: Es el efecto total de un suceso peligroso o un desastre, incluidos los efectos negativos y positivos, los impactos económicos, humanos y ambientales; puede incluir la muerte, las lesiones, las enfermedades y otros efectos negativos en el bienestar físico, mental y social. (UNISDR, 2016)

Litología: Disciplina de la geología dedicada al estudio global de las rocas. (CRID, 2000)

Mitigación: Disminución o reducción al mínimo de los efectos adversos de un suceso peligroso. (UNISDR, 2016)

Respuesta: Medidas adoptadas directamente antes, durante o inmediatamente después de un desastre con el fin de salvar vidas, reducir los impactos en la salud, velar por la seguridad pública y atender las necesidades básicas de subsistencia de la población afectada. (UNISDR, 2016)

Resiliencia: Capacidad que tiene un sistema, una comunidad o una sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse, transformarse y recuperarse de sus efectos de

manera oportuna y eficiente, en particular mediante la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas. (UNISDR, 2016)

Riesgo de desastres: Es la probable pérdida de vidas o daños ocurridos en una sociedad o comunidad en un período de tiempo específico, que está determinado por la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta. (UNISDR, 2016)

Sequia: Periodo de deficiencia de humedad en el suelo, de tal forma que no hay el agua requerida para plantas, animales y necesidades humanas. (CRID, 2000)

Suelos: Estructura sólida y porosa, de composición heterogénea. (CRID, 2000)

Vulnerabilidad: Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas. (UNISDR, 2016)

2.6 Sistemas de Variables

2.6.1 Variable independiente

Evaluación de susceptibilidad de factores condicionantes y desencadenantes.

2.6.2 Variable dependiente

Nivel de susceptibilidad.

2.6.3 Operalización de Variable

Tabla 5

Variables Independiente (Evaluación de susceptibilidad de factores condicionantes y desencadenantes)

Definición	Dimensiones	Indicadores	Escala Cualitativa	Escala Cuantitativa
Evaluación de susceptibilidad de factores condicionantes y desencadenantes.	Factores condicionantes	Litología	Aluvión grueso, calizas duras, rocas intrusivas, basaltos	1
Se refiere a la estimación que se realizara en una zona geográfica determinada en el cual pueda ocurrir un movimiento de masa.	Los elementos naturales que contribuyen a determinar la susceptibilidad de un área geográfica específica a los movimientos de		Rocas sedimentarias, calizas duras, rocas intrusivas	2
			Rocas sedimentarias intrusivas, lavas, rocas, metamórficas, tobas	3
			Aluviones fluvio lacustres, suelos piroclásticos	4

La susceptibilidad es la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno, dónde se combinan varios factores condicionantes y detonantes que influyen en la zona de estudio	masa, son aquellos		Limos, arcillas, arenas, gravas	5
	factores naturales que		y bloques	
	influyen en la	Pendiente (grados)	0-2	0
	estabilidad del terreno		2-4	1
	y su propensión a		4-8	2
	experimentar		8-16	3
	deslizamientos		16-35	4
			35-55	5
			> 55	6
		Geomorfología	Abrupto de superficie	5
		horizontal		
		Superficie inclinada	3	
		Valle fluvial, llanura de inundación	3	
		Vertiente rectilínea	3	
		Coluvio-aluvial antiguo	5	

	Relieve volcánico colinado alto	5
	Relieves escalonados	5
Cobertura	Área urbana	1
vegetal y Uso de suelo	Bosque intervenido	1
	Cuerpos de agua	1
	Vegetación arbustiva	3
	Vegetación herbácea	3
	Pastos	3
	Cultivos de maíz suave	5
	Suelo desnudo	5
Humedad	0-4	1
	5-9	2
	10-14	3
	15-19	4
	20-24	5

Factores desencadenantes	Intensidad de precipitación	< 125	0
		125-250	1
Son elementos desencadenantes de un suceso o evento peligroso pueden ser de origen natural o antrópico.		>250	2
	Intensidad sísmica (Mercalli Modificada)	III	1
		IV	2
		V	3
		VI	4
		VII	5
		VIII	6
		IX	7
		X	8
		XI	9

Nota: Los datos que se representa en la tabla nos da a conocer la variable independiente donde se encuentra los factores condicionantes y desencadenantes tiene como fuente la metodología de (Mora & Vahrson, 1993)

Tabla 6

Variable dependiente (Nivel de Susceptibilidad)

Definición	Dimensiones	Indicadores	Escala
Movimiento de masa	Mediante el nivel de	Muy baja	1
Remoción de material (suelo, roca, tierra y escombros) que se desplaza hacia abajo por acción de la gravedad.	susceptibilidad se conoce el rango calificativo de susceptibilidad a movimiento de masa	Baja Moderada Alta Muy Alta	2 3 4 5

Nota: Los datos que se representa en la tabla nos da a conocer la variable dependiente tiene como fuente la metodología de (Mora & Vahrson, 1993)

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Nivel de Investigación

En la ejecución del presente trabajo de titulación, se utilizó varios niveles de investigación entre ellas están:

Descriptiva: En este nivel se analizó las situaciones actuales de las seis ciudadelas, que rodea la loma de San Vicente, al describir las características para identificar la susceptibilidad en conjunto con la Dirección de Seguridad Ciudadana del GAD de Otavalo.

Documental: Se recopiló información registrada para realizar un previo análisis de una manera clara y concreta para poder evaluar la susceptibilidad a movimientos de masa en la loma "San Vicente".

En el cual se utilizó la metodología de Mora-Vahrson 1993, en la que definen los factores condicionantes y desencadenante a los movimientos de masa, el cual presenta valores que influyen al análisis de los factores de susceptibilidad ante deslizamientos.

De Campo: Se ejecutó una encuesta con la finalidad de poder conocer la situación actual en la que permite recopilar información en base a la susceptibilidad a movimientos de masa, esta investigación es una herramienta que nos ayuda obtener los datos y observaciones de la amenaza estudiada, para así poder determinar si las ciudadelas tienen un alto índice de riesgo por deslizamiento, ya que este estudio permitirá que el GADMCO, tome medidas para poder minimizar, prevenir y mitigar el riesgo, precautelando las pérdidas en infraestructuras, económicas y humanas.

3.2 Diseño

En la presente investigación tiene un diseño no experimental, debido que esta investigación maneja variables constantes, ya que fueron sujetas al análisis de los factores condicionantes, detonantes y de propagación, que inciden en la susceptibilidad a movimientos de masa para poder realizar la evaluación de los factores de susceptibilidad y de exposición para poder realizar propuestas y minimizar el riesgo, formando ciudadelas resilientes en el cantón de Otavalo.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

El estudio de la investigación tiene como universo a seis ciudadelas que son: ciudadela Venezuela, ciudadela Rumiñahui, ciudadela Antonio Mejía Cisneros, ciudadela Manuel Córdova, ciudadela Jacinto Collahuazo y una pequeña parte de la ciudadela Monserrat, correspondientes al cantón Otavalo con un aproximado de 688 viviendas, un parque de entretenimiento y una unidad educativa, mismas que se encuentran en el área de evaluación de susceptibilidad ante un movimiento de masa.

Por el cual se realiza una aproximación de los pobladores que tiene las seis ciudadelas

Tabla 7

Demografía de las ciudadelas

Ciudadelas	Población
Ciudadela Rumiñahui	740
Ciudadela Plan Venezuela	245
Ciudadela Antonio Mejía Cisneros	615

Ciudadela Manuel Córdova	575
Ciudadela Jacinto Collahuazo	1095
Ciudadela Monserrat	170
Unidad educativa Valle del Amanecer	700
Parque San Sebastián	1010 población flotante
TOTAL	5150 habitantes

Nota: En esta tabla se representa la demografía de las ciudadelas de estudio.

3.3.2 Muestra

El trabajo que se realiza en el campo es demasiado amplio para un solo investigador por el cual se trabajara con un margen de error admisible del 10 %, que se encuentra dentro de los parámetros aceptables en razón que la población en general es de 5150 y la muestra es muy amplia el resultado porcentual de las personas encuestadas se estableció mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 * Z^2 * p * q}$$

Tabla 8

Definición del cálculo de muestra

Constante	Definición	Valor
N	Tamaño de la muestra	
Z	Nivel de confianza 95%	1,96
P	Variabilidad positiva	0,5

Q	Variabilidad negativa	0,5
E	Error 5%	0,10
N	Tamaño de la población	5150

Nota: En esta tabla se representa la definición de la muestra.

Cálculo de la muestra

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 5150}{5150 * 0,10^2 + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = \frac{4746.24}{51.5 + 0.9604}$$

$$n = \frac{4746.24}{52.4604}$$

$$n = 90.47281378$$

$$n = 91$$

El resultado de la muestra es de 91 actores sociales, un porcentaje de la población a cuál se le realizará una encuesta con énfasis a los movimientos de masa, para poder construir una población resiliente, se estratificará la muestra de una manera proporcional para las seis ciudadelas, un parque y una Unidad Educativa.

Tabla 9

Estratificación de la muestra

Ciudadelas	Población	Coficiente de estratificación	Tamaño de la muestra estratificada
------------	-----------	----------------------------------	---------------------------------------

Ciudadela Rumiñahui	740	$\frac{740}{5150}$	0,1437	0,1437*91	13
Ciudadela Plan Venezuela	245	$\frac{245}{5150}$	0,0476	0,0476*91	4
Ciudadela Antonio Mejía	615	$\frac{615}{5150}$	0,1194	0,1194*91	11
Cisneros					
Ciudadela Manuel Córdova	575	$\frac{575}{5150}$	0,1117	0,1117*91	10
Ciudadela Jacinto	1095	$\frac{1095}{5150}$	0,2126	0,2126*91	19
Collahuazo					
Cdla Monserrat	170	$\frac{170}{5150}$	0,0330	0,0330*91	3
Unidad educativa Valle del Amanecer	700	$\frac{700}{5150}$	0,1359	0,1359*91	12
Parque San Sebastián	1010	$\frac{1010}{5150}$	0,1961	0,1961*91	19
	población				
	flotante				
TOTAL	5150				91

Nota: En esta tabla se representa estratificación de la muestra de cada una de las ciudadelas.

Al conocer el porcentaje de las personas a quien se realizará la encuesta, se efectuó un muestreo estratificado para saber el número de encuestados por cada una de las ciudadelas, en el cual a la ciudadela Rumiñahui se encuestará a trece personas; ciudadela Plan Venezuela a cuatro personas; ciudadela Antonio Mejía Cisneros a once personas; ciudadela Manuel Córdova a diez personas; ciudadela Jacinto Collahuazo a diecinueve personas; ciudadela Monserrat a tres

personas; la Unidad educativa Valle del Amanecer a 12 docentes del plantel y en el Parque San Sebastián a diecinueve personas; la encuesta se realizará aleatoriamente en cada una de las ciudadelas tomando en cuenta el rango de edad de las personas que deberá ser entre los 20 a 60 años.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la ejecución de esta investigación fueron:

3.4.1 Fuentes primarias

Visita de campo: Se realizó varias inspecciones en la loma de San Vicente, en el cual se pudo observar la pendiente muy pronunciada, varios cortes realizados por la actividad del hombre para formar senderos, la erosión del suelo, pequeñas grietas y la inclinación de varios árboles de eucaliptos.

Encuestas: Esta técnica se utilizó para poder conseguir información primaria en las ciudadelas más vulnerables antes un posible movimiento de masa, el cual nos permite conocer la preocupación de los moradores ante la amenaza de estudio; la información obtenida permitirá elaborar medidas de mitigación en caso de que pueda ocurrir un movimiento de masa en el sector.

3.4.2 Fuentes Secundarias

Al realizar esta investigación se utilizó varios documentos técnicos como:

- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Otavalo, PDOT – 2020
- Plan de Uso y Gestión del Suelo, PUGS-2020
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI – 2021.

3.5 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

3.5.1 *Identificar los factores condicionantes y desencadenantes ante un posible movimiento de masa a través de la metodología de Mora- Vahrson 1993*

Para la elaboración del **objetivo 1** e identificó los factores condicionantes y desencadenantes ante un posible movimiento de masa a través de la metodología de Mora- Vahrson 1993 y el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) en el cual se combina varios parámetros como son: factores pasivos que son litología, humedad del suelo, grado de la pendiente y varios factores de disparo como sismicidad y precipitación. El nivel de susceptibilidad a los movimientos de masa son el producto de los elementos pasivos y la acción de los factores de disparo para el cual se utiliza.

$$\text{(fórmula 1): } S = P * D$$

Donde:

S: grado de susceptibilidad a deslizamientos

P: valor producto de la combinación de los parámetros pasivos

D: valor del factor de disparo de los parámetros activos

Los elementos pasivos se componen de los siguientes parámetros

$$\text{(fórmula 2): } P = Pl * Ph * Pp$$

Donde:

Pl: valor del parámetro de susceptibilidad litológica

Ph: valor del parámetro de humedad del terreno

P p: valor del parámetro pendiente

El factor de disparo se compone de los siguientes parámetros

$$\text{(fórmula 3): } D = Ds + Dll$$

Donde:

Ds: valor del parámetro de disparo por sismicidad

Dll: valor del parámetro de disparo por lluvia

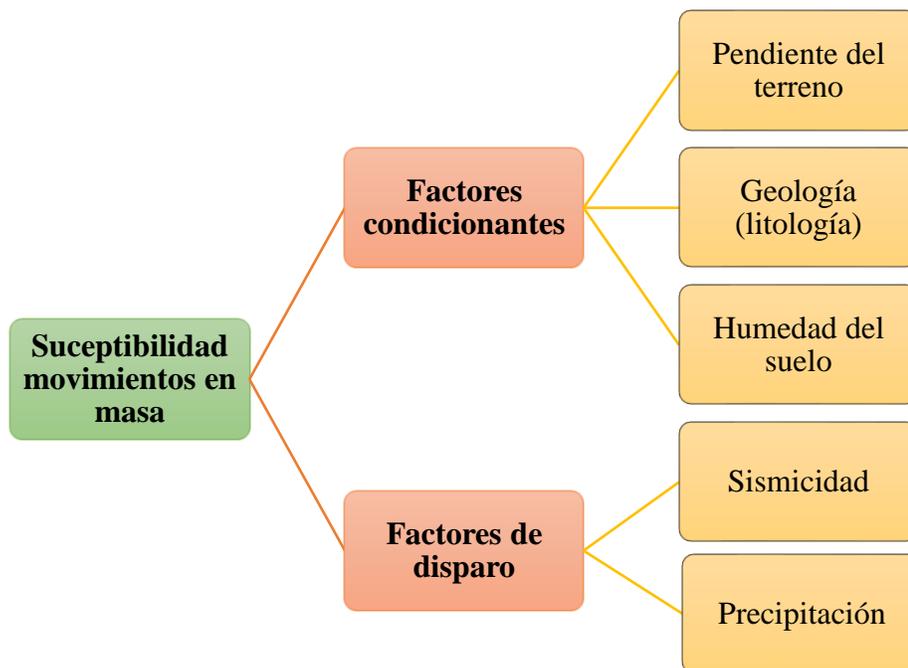
Para poder conocer el grado de susceptibilidad la ecuación completa que se utiliza con la metodología es

$$\text{(fórmula 4): } S = (P_l * P_h * P_p) * (D_s + D_{ll})$$

En el gráfico 11 se puede observar la combinación de las factores condicionantes y desencadenantes para analizar la propagación de los lugares en caso de un movimiento de masa.

Figura 1

Susceptibilidad a movimientos en masa: Variables y esquema del geoproceso



Nota: En este gráfico se representa un esquema del geoproceso de susceptibilidad a movimiento de masa, los factores condicionantes y de disparo

3.5.1.1 Factores condicionantes

En la metodología se utilizará los elementos pasivos para poder conformar el mapa de susceptibilidad a movimientos de masa los cuales son: humedad del suelo; pendiente y litología bajo el criterio de los investigadores.

Tabla 10

Elementos de los factores condicionantes

Factor	Indicadores
Condicionantes	Litología
	Pendiente
	Humedad

Nota: Se manifiesta cuáles son los elementos de los factores condicionante.

Pendiente

Tabla 11

Parámetros de Pendiente

Grados	Condiciones del terreno	Color sugerido	Parámetro
0-2	Planicie, sin denudación apreciable	Verde oscuro	0
2-4	Pendiente muy baja, peligro de erosión	Verde claro	1
4-8	Pendiente baja, peligro severo de erosión	Amarillo	2
8-16	Pendiente moderada, deslizamientos accionales, peligro severo de erosión	Naranja	3

16-35	Pendiente fuerte, procesos denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos	Rojo claro	4
35-55	Pendiente muy fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, reforestación posible	Rojo oscuro	5
> 55	Extremadamente fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales severos (caída de rocas), cobertura vegetal limitada	Morado	6

Nota: Se demuestran los parámetros para calificar la pendiente. Fuente: (Mora & Vahrson, 1993)

Litología

Tabla 12

Parámetros de Litología

Condiciones del terreno	Parámetro
Aluvión grueso, permeable, compacto, nivel freático bajo. Calizas duras permeables. Rocas intrusivas, poco fisuradas, bajo nivel freático. Basaltos, andesitas, ignimbritas. Características físicas mecánicas: materiales sanos con poca o ninguna meteorización, resistencia al corte elevado, fisuras sanas, sin relleno	1

Rocas sedimentarias no o muy poco alteradas, poco fisuradas Calizas duras permeables Rocas intrusivas, calizas duras características físico mecánicas: resistencia a la corte media a elevada	2
Rocas sedimentarias, intrusivas, lavas, ignimbritas, tobas poco soldadas, rocas metamórficas mediana a fuertemente alteradas, niveles freáticos relativamente altos	3
Aluviones fluvio lacustres, suelos piroclásticos poco compactados, rocas fuertemente alteradas	4

Nota: Se demuestra los parámetros para calificar la litología. Fuente: (Mora & Vahrson, 1993)

Humedad

Tabla 13

Parámetros de Humedad

Suma de valores asignados a cada mes	Descripción	Valoración del parámetro
0-4	Muy bajo	1
5-9	Bajo	2
10-14	Medio	3
15-19	Alto	4
>20	Muy alto	5

Nota: Se demuestra los parámetros para calificar la humedad. Fuente (Mora & Vahrson, 1993)

3.5.1.2 Factores de Disparo

Tabla 14

Elementos de los Factores Detonantes

Factor	Indicadores
Detonantes	Intensidad Sísmica Máxima
	Precipitación

Nota: En esta tabla se manifiesta cuáles son los elementos de los factores detonantes.

Sismicidad

La actividad sísmica será clasificada con la escala de intensidades de Mercalli-Modificada.

Tabla 15

Parámetro de Sismicidad

Intensidad Mercalli Modificada	Aceleración Pico (%g)	Aceleración PGA (m/s ²)	Calificación	Valor
III	1-12	0,098 - 1,226	Leve	1
IV	13-20	1,227 - 2,011	Muy bajo	2
V	21-29	2,012 - 2,894	Bajo	3
VI	30-37	2,895 - 3,679	Moderado	4
VII	38-44	3,680 - 4,365	Medio	5
VIII	45-55	4,366 - 5,445	Elevado	6
IX	56-65	5,446 - 6,426	Fuerte	7
X	66-73	6,427 – 7210	Bastante fuerte	8

XI	74-85	7,211 - 8,388	Muy fuerte	9
-----------	-------	---------------	------------	---

Nota: En esta tabla se demuestra los parámetros para calificar la sismicidad, los datos fueron recopilados de (Mora & Vahrson, 1993).

Precipitación

Tabla 16

Parámetro de Precipitación

Precipitación máxima mm/día	Descripción	Factor DLL
< 100	Muy bajo	1
101 – 200	Bajo	2
201 – 300	Medio	3
301 – 400	Alto	4
> 400	Muy alto	5

Nota: En esta tabla se demuestra los parámetros para calificar la precipitación, los datos fueron recopilados de (Mora & Vahrson, 1993).

Para el resultado del mapa final se realiza una combinación de todos los factores, con la siguiente formula:

$$\text{SUS} = [L * P * H] * [S + LI]$$

Donde:

- **L:** Litología
- **P:** Pendiente
- **H:** Humedad
- **S:** Sismicidad

- **L1: Precipitación**

El cual se divide el rango de los valores obtenidos, en cinco clases de susceptibilidad y se asigna los calificativos, categorizando los niveles de amenaza de acuerdo a los indicadores de susceptibilidad mediante los siguientes parámetros que se presenta en las siguientes tablas y se expone en el Mapa de Susceptibilidad a movimientos de masa.

Tabla 17

Clasificación de la susceptibilidad a deslizamientos

Clase	Calificativo de susceptibilidad	Características
1	Muy baja	Sectores estables, no se requieren medidas correctivas. Se debe considerar la influencia de los sectores aledaños con susceptibilidad de moderada a muy alta.
2	Baja	Sectores estables que requieren medidas correctivas menores, solamente en caso de obras de infraestructura de gran envergadura. Se debe considerar la influencia de los sectores aledaños son susceptibilidad de moderada a muy alta.
3	Moderada	No se debe permitir la construcción de infraestructura si no se realizan estudios geotécnicos y se mejora la condición del sitio. Las mejoras pueden incluir: movimientos de tierra, estructuras de retención, manejo de aguas superficiales y subterráneas de terrenos.

4	Alta	Probabilidad de deslizamiento alta (< 50%) en caso de lluvias de intensidad alta. Para su utilización se debe realizar estudios de estabilidad a detalle y la implementación de medidas correctivas.
5	Muy alta	Probabilidad de deslizamiento muy alta (> 50%) en caso de lluvias de intensidad alta. Prohibido su uso con fines urbanos.

Nota: En esta tabla se demuestra la clasificación de susceptibilidad a deslizamientos los datos fueron recopilados de (Mora & Vahrson, 1993).

Tabla 18

Grado de amenaza de acuerdo al potencial de susceptibilidad

Potencial	Clase	Color	Grado de amenaza
0 – 6	I	Verde	Muy baja
7 – 32	II	Amarillo	Baja
33 – 512	III	Naranja	Moderado
513 – 1251	IV	Rojo	Alto
> 1251	V	Morado	Muy alta

Nota: En esta tabla se demuestra el Grado de amenaza de acuerdo al potencial de susceptibilidad los datos fueron recopilados de (Mora & Vahrson, 1993).

3.5.2 Determinar el factor de seguridad del talud, mediante un modelamiento con el uso del software geotécnico GEO5

Para el segundo objetivo se utilizó el software geotécnico GEO5, el cual nos permitió un conjunto de soluciones de gran alcance por métodos analíticos tradicionales y el método de elementos finitos (MEF). por ende, se utilizó el método de simplificación Bishop que se basa en la estabilidad de un talud con SPF de tipo circular, teniendo en cuenta el efecto de las fuerzas entre dovelas. (GEO5 PERÚ, 2020)

Para el resultado se debe conocer los parámetros de análisis.

- **Tipo de suelo:** Para definir este parámetro se debe realizar un estudio de suelo; para dicha investigación la información fue obtenida de GADMCO y el tipo de suelo es limo -arenoso.
- **Factor de seguridad:** Este parámetro muestra un valor cuantitativo debido a que agrupa la incertidumbre a la resistencia de los geo-materiales, definiendo el esfuerzo del talud, condición estática, agua subterránea y normal, en cuanto al valor referencial es 1,5 según lo establecido en la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC).
- **Coefficiente sísmico horizontal:** En base a la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC,2014), determina que el coeficiente sísmico horizontal es de 1,20 a partir de las siguientes ecuaciones.

$$\text{(Fórmula 1)} \quad a_{max} = Z * F a$$

$$\text{(Fórmula 2)} \quad K h = \frac{0,60(a_{max})}{g}$$

Donde:

- **amax:** Aceleración máxima horizontal.
- **Fa:** Factor de amplificación del suelo (tipo del perfil del suelo C, posee un factor de 1.20).
- **Kh:** Coeficiente sísmico horizontal.
- **Z:** Factor de zona (el valor Z de la provincia de Imbabura es 0.40).

Tabla 19

Parámetros de clasificación de estabilidad de taludes

Factor de Seguridad	Estabilidad del Talud	Categoría	Color
>1,5	Aceptable	Estable	
=1,5	Indiferente	Punto de rotura	
<1,5	No aceptable	Inestable	

3.5.3 Elaborar propuestas para minimizar la susceptibilidad a movimiento de masa en la loma “San Vicente

Para solucionar el tercer objetivo se realizó una encuesta mediante un cuestionario de 10 preguntas cerradas en la plataforma forms de Google, el cual estuvo activo para resolver desde el 14 de agosto de 2023 hasta el 24 de agosto del 2023, los datos obtenidos fueron llevados a tablas de frecuencias mediante el programa SPSS, las mismas que permitió graficar los datos sistematizados de la investigación, para realizar el análisis correspondiente.

CAPITULO IV

4 RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS

PLANTEADOS

4.1 Identificar los factores condicionantes y desencadenantes ante un posible movimiento de masa a través de la metodología de Mora- Vahrson 1993

Para alcanzar el cumplimiento de este objetivo se realiza la unión de los factores condicionantes y desencadenantes, como se lo explica en la metodología de estudio.

4.1.1. Factores condicionantes

Pendiente

Para la elaboración del mapa de pendiente, se utilizó parámetros que describen los procesos característicos como el grado y las condiciones del terreno, los factores se categorizarán acorde a la metodología, se realizó una leyenda de acuerdo a los colores sugeridos por el autor.

En el lugar de estudio las condiciones del terreno son afloramiento rocoso, procesos denudacionales, cobertura vegetal limitada y reforestación posible, como se puede observar en la tabla 20 y el mapa 2.

Tabla 20

Parámetros de la Pendiente

Condiciones del terreno	Área (ha)	Color
Pendiente fuerte, procesos denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos	35.9927 ha	rojo

Extremadamente fuerte, afloramientos rocosos, procesos

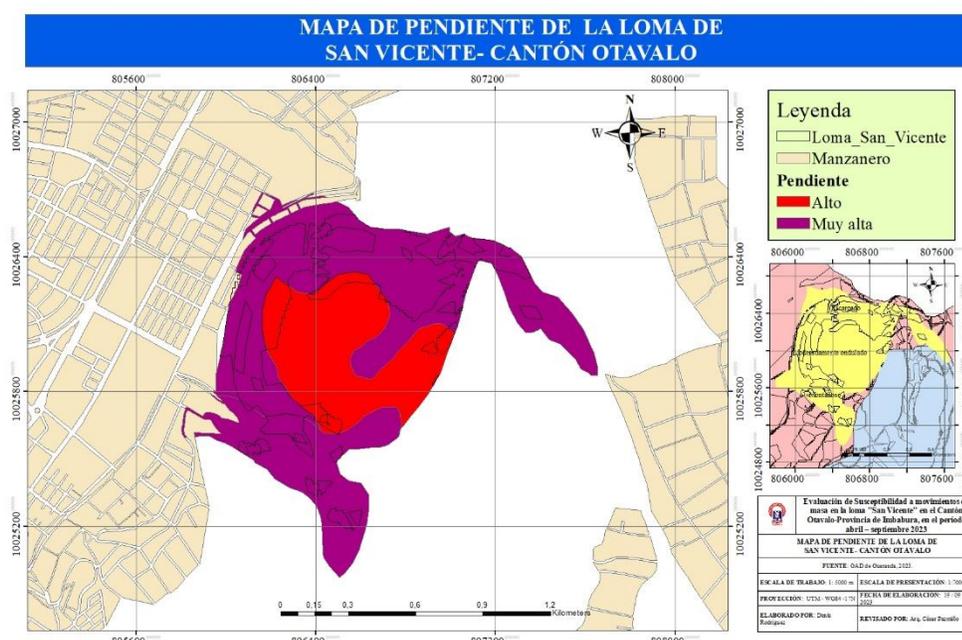
morado

denudacionales severos (caída de rocas), cobertura vegetal 92.6255 ha

limitada

Mapa 2

Pendiente de la loma de San Vicente-cantón Otavalo



Nota: En este mapa se puede observar que la pendiente de estudio tiene condiciones de terreno, fuertes con un área de 35.9927 ha y extremadamente fuertes con un área de 92.6255 ha.

Litología

El tipo de suelo que tiene el cantón de Otavalo juega un papel importante para poder conocer el comportamiento dinámico de las pendientes, mediante la metodología de estudio (Mora & Vahrson, 1993) , se puede otorgar una calificación, conociendo la composición

mineralógica del lugar de estudio, retención de humedad, los espesores y el estado de fracturamiento, como se puede observar en la tabla 21 y el mapa 4.

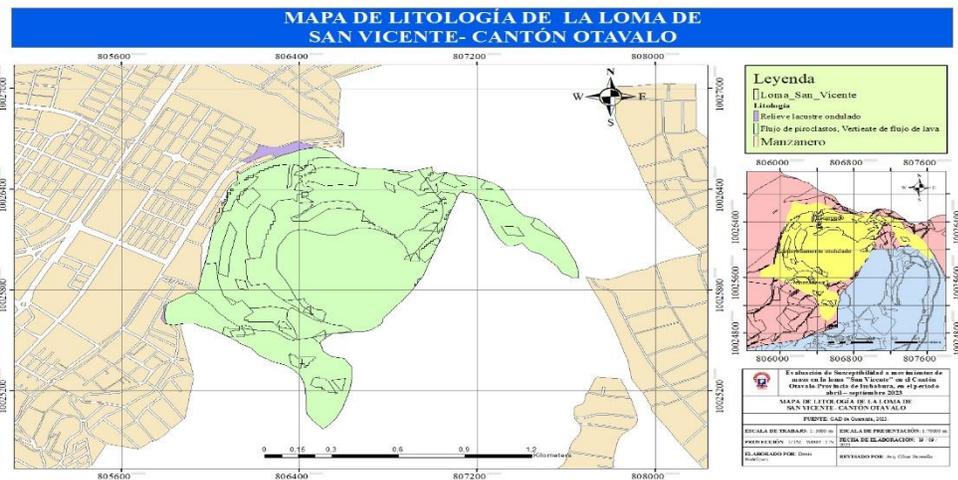
Tabla 21

Litología condiciones del terreno

Litología condiciones del terreno	Área m2
Rocas sedimentarias, intrusivas, lavas, ignimbritas, tobas poco soldadas, rocas metamórficas mediana a fuertemente alteradas, niveles freáticos relativamente altos	1.5215 ha
Aluviones fluvio lacustres, suelos piroclásticos poco compactados, rocas fuertemente alteradas	124.39 ha

Mapa 3

Litología en la loma de San Vicente-cantón Otavalo



Nota: En este mapa se puede observar la litología del lugar de estudio que cuenta con sedimentos de grano fino con mayor contenido de limos y arcillas con una calificación de tres; lavas andesíticas, basaltos mesocráticos, depósito de toba volcánica y ceniza en la base se encuentran piroclastos compactos de grano fino con una calificación de cuatro.

Humedad

Para la elaboración del mapa de humedad se obtuvo datos de NASA, el cual se adquirió 10 puntos. a la redonda del área, donde se pudo conocer la precipitación mensual del año 2023 debidamente geo-referenciadas, una vez los datos disponibles se ingresan a un Excel con sus respectivas coordenadas.

Figura 2

Datos obtenidos de la NASA

Punto	Latitute	Longitude	Humedad
p1	806211,0	10026259,2	22,381
p2	805832,2	10026580,1	28,166
p3	773150,5	10026385,8	28,166
p4	805019,0	10026126,2	28,166
p5	805542,8	10025384,9	28,166
p6	805654,2	10025141,5	28,166
p7	805721,5	10022839,8	28,166
p8	810567,4	10024157,5	28,166
p9	810410,7	10027488,4	28,166
p10	810567,4	10024157,5	28,166

Se sube el archivo de los 10 puntos al ArcMap para realizar el mapa de humedad, utilizando la herramienta de análisis espacial IDW, donde se otorga una clasificación con la metodología de Mora Vahrson. Como se puede observar en tabla 22 y el mapa 4.

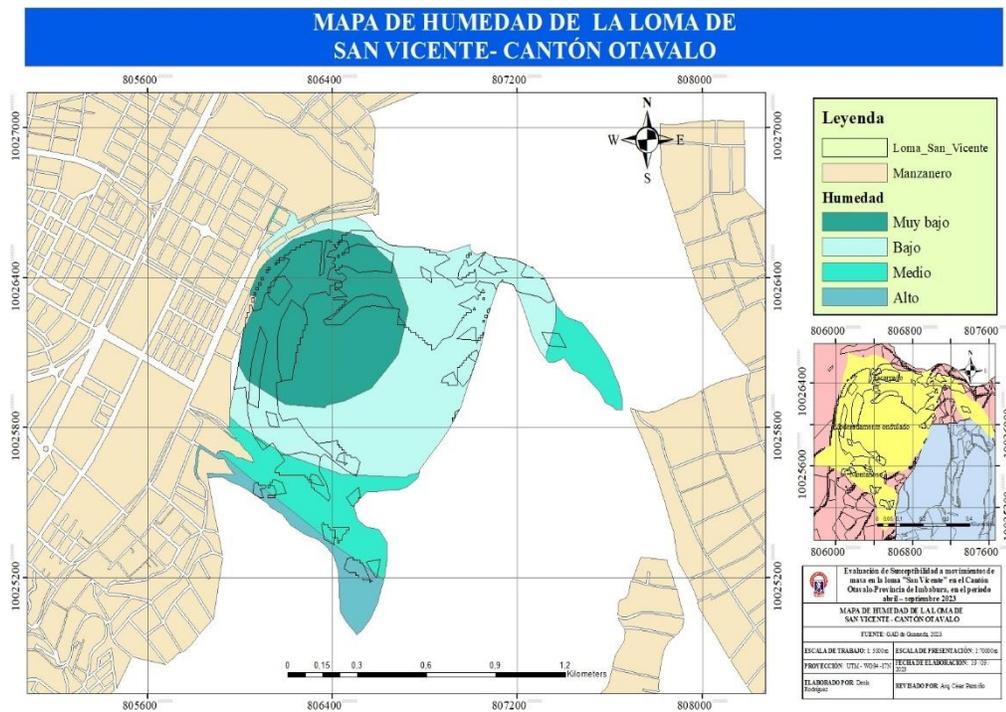
Tabla 22

Humedad

Suma de valores asignados a cada mes	Descripción	Área m ²
0-4	Muy bajo	39.808 ha
5-9	Bajo	57.2196 ha
10-14	Medio	22.9205 ha
15-19	Alto	8.6654 ha

Mapa 4

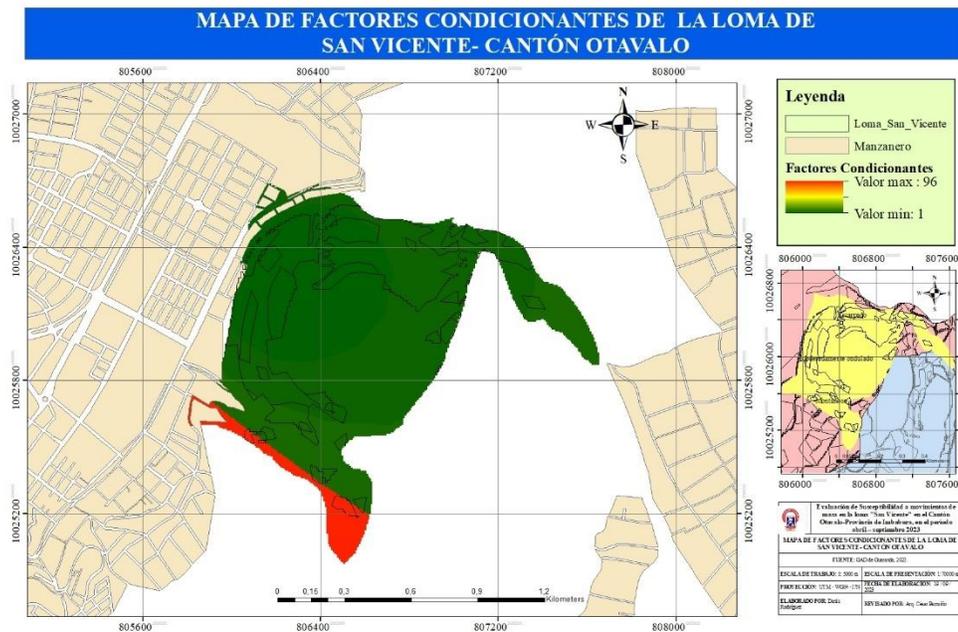
Humedad en la loma de San Vicente-cantón Otavalo



En el mapa 5 se representa los factores condicionantes, mediante la aplicación de operaciones matemáticas se procede a realizar, un mapa de algebra con la herramienta raster calculator y se multiplica los tres componentes = pendiente* litología*humedad.

Mapa 5

Factores condicionantes de la loma de San Vicente-cantón Otavalo



4.1.2. Factores de Disparo

Los factores de disparo también conocidos como factores detonantes son aquellos que cumplen una función de provocar un movimiento como son los parámetros de la intensidad sísmica máxima y el disparo por intensidad de lluvias.

Intensidad Sísmica Máxima

Según la investigación realizada por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (2009), se ha registrado eventos en la región de la provincia de Imbabura, el último sismo de importancia tuvo como epicentro el sector de Santa Rosa a 5 Km al Sur-Sureste de

Ibarra, registrado el 8 de octubre del 2000 y con una magnitud de 5.4 grados en la escala de Richter, tuvo su origen a una profundidad de 7.9 Km. A continuación, se detalla un historial de actividad sísmica del cantón Otavalo.

Tabla 23

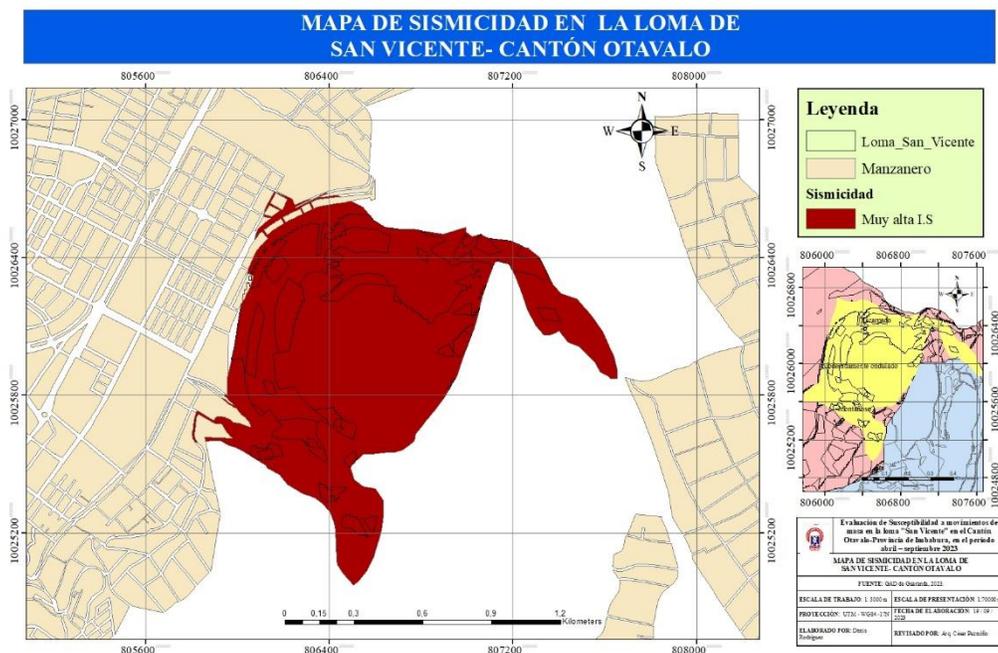
Historial actividad sísmica

Año	Localidad
1582	Quito/Otavalo
1645	Quito/Otavalo
1691	Imbabura
1766	Imbabura
1797	Región interandina desde Guaranda a Ibarra
1840	De Pasto a Riobamba
1868	Terremoto de Ibarra, afectaciones graves en Otavalo y Atuntaqui
1906	31 de enero Esmeraldas hasta Ibarra
1942	13 de mayo Todo el País
1949	Terremoto de Ambato/Pelileo
1955	Cotacachi
1987	5 y 6 de marzo Otavalo y el Oriente Ecuatoriano
1994	11 de mayo (Cordillera de Toisán Imbabura)
1998	4 de agosto (Bahía de Caráquez)
2000	8 de octubre (Santa Rosa IBARRA)
2010	Falla Cuicocha

Nota: En esta tabla se manifiesta el historial sísmico que tuvo el cantón Otavalo, los datos fueron obtenidos del (Gad Cantonal de Otavalo, 2020).

Mapa 6

Sismicidad en la loma de San Vicente-cantón Otavalo



Nota: En este mapa se puede observar la sismicidad del lugar de estudio con una calificación de siete por ser una zona de muy alta intensidad sísmica de acuerdo a la escala de intensidades de Mercalli con un área de 128.62 ha.

Precipitación

En el cantón de Otavalo las precipitaciones van desde los 800 hasta 1800 mm anuales, la loma de San Vicente cuenta con un clima mesotérmico, las condiciones climáticas varían completamente, correspondiendo a los meses de julio a finales del octubre considerándole una época seca, para este estudio se investigó la precipitación máxima en 24 horas debidamente georeferenciada en el cual su precipitación, en varios sectores es alta y en la parte montañosa es muy

alta, para su calificación se utilizó los parámetros de la metodología de Mora Vahrson, como se puede observar en el la tabla 22 y el mapa 8.

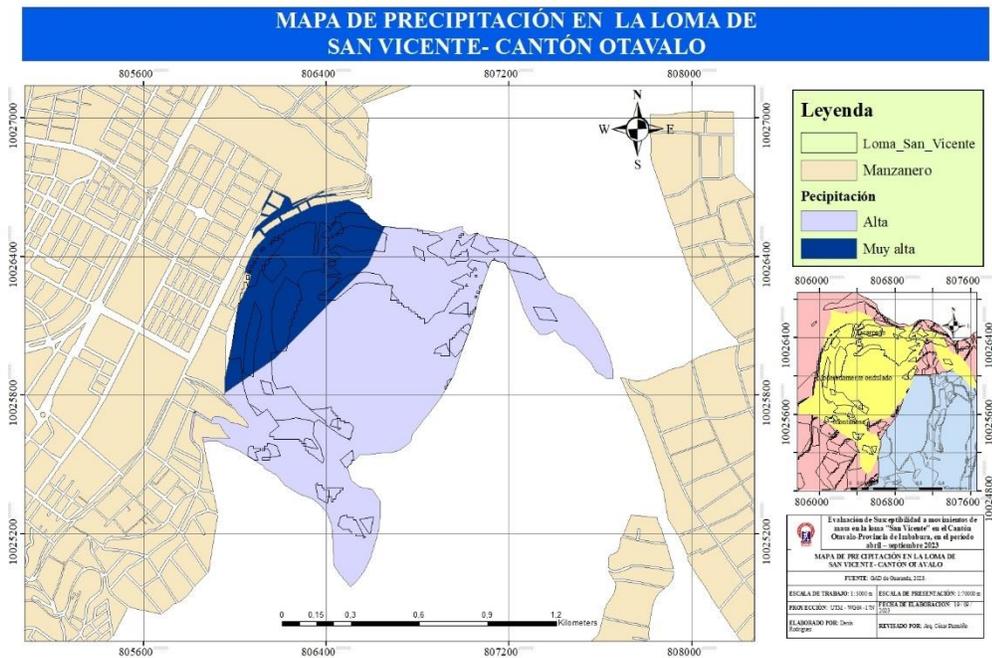
Tabla 24

Precipitación

Precipitación máxima mm	Descripción	Área
301 – 400	Alto	96.7816 ha
> 400	Muy alto	31.8367 ha

Mapa 7

Precipitación en la loma de San Vicente-cantón Otavalo

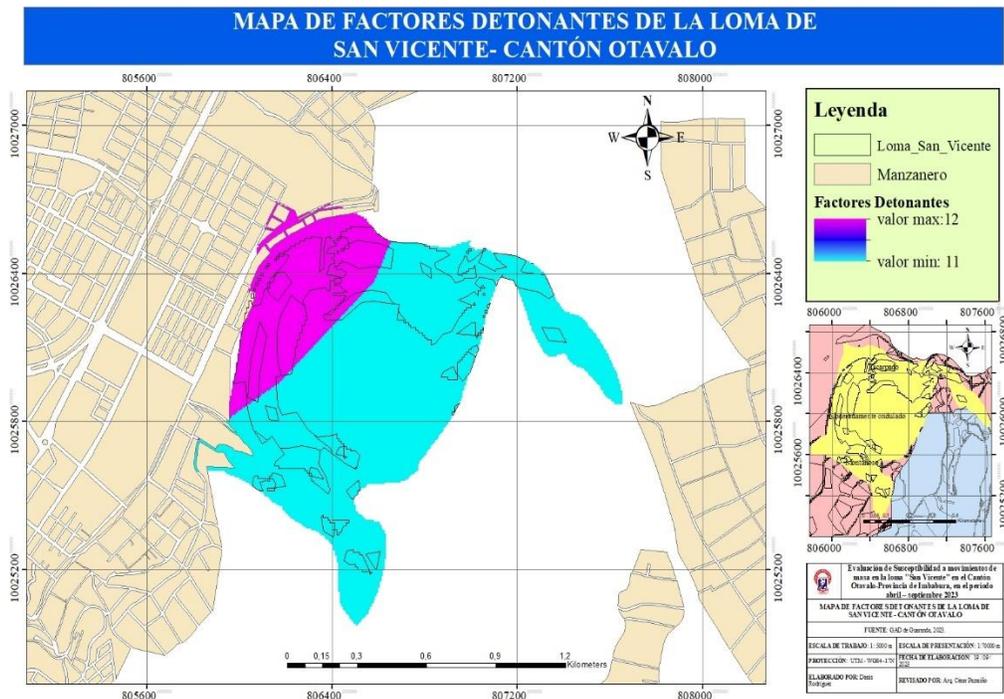


Nota: En este mapa se puede observar la precipitación del lugar de estudio, en el cual, la zona alta de color lila cuenta con un área de 96.7816 ha y la zona muy alta tiene un área de 31.8367 ha, representada con el color azul.

En el mapa 8 se puede observar la combinación de los dos parámetros como: la sismicidad y precipitación, mediante la aplicación de una operación matemática, nos da como resultado el mapa de factores detonantes.

Mapa 8

Factores detonantes de la loma de San Vicente-cantón Otavalo



4.1.3. Mapa de susceptibilidad

Para el obtener el resultado final, se realiza una multiplicación de los factores condicionantes y factores de disparo, conociendo así, las áreas más susceptibles a un movimiento de masa como se puede observar en el mapa 9.

También se detallará en la tabla 20 el área, rango de pendiente y el color por el nivel de susceptibilidad que tiene cada zona de estudio.

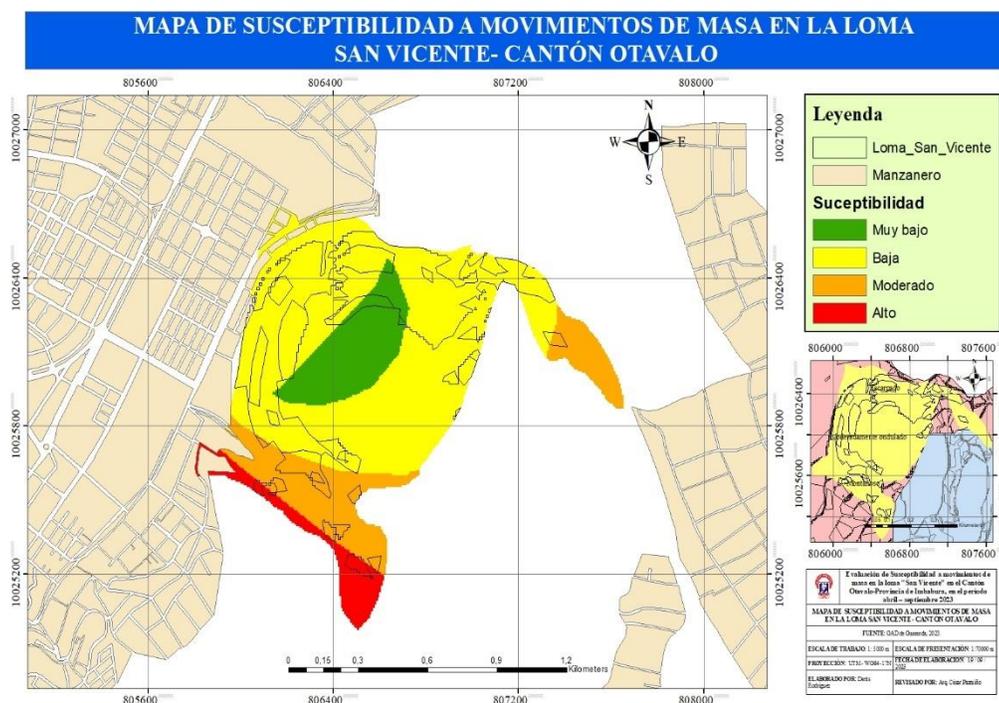
Tabla 25

Descripción del mapa de susceptibilidad

Descripción	Rango	Área	Color	Nivel
Montañoso	>70	8.5278 ha	rojo	Alta
Montañoso	>70	17.1461 ha	naranja	Media
Escapado	50-70	81.8105 ha	amarillo	Baja
Moradamente ondulada	12-25	15.3555 ha	verde	Muy baja

Mapa 9

Susceptibilidad a movimientos de masa en la loma San Vicente- cantón Otavalo



4.2 Determinar el factor de seguridad del talud, mediante un modelamiento con el uso del software geotécnico GEO5

Para la resolución del segundo objetivo, se utilizó el software geotécnico GEO 5, mediante un análisis de estabilidad de talud con SPF de tipo circular, aplicando el método de Bishop simplificado, debido a que proporciona resultados con errores menores del 7%.

4.2.1 Parámetros para determinar el factor de seguridad

Tabla 26

Parámetros

Parámetros	Símbolo	Valor
Suelo Limo-arenoso		
Peso unitario	Γ	16.00 kN/m ³
Ángulo de fricción	φ_{ef}	28.00°
Cohesión	C_{ef}	12.00 kPa
Factor de seguridad	SFs	1.50 [-]
Coefficiente sísmico horizontal	Kh	0,029

Nota: En esta tabla se manifiesta las características del suelo como es la composición, cohesión, ángulo de fricción, coeficiente sísmico y factor de seguridad. La información fue recopilada por el Gad de Otavalo.

4.2.2 Cálculo del coeficiente sísmico horizontal:

$$a_{max} = Z * F_a$$

$$a_{max} = 1,20 * 0,40$$

$$a_{max} = 0,48$$

$$K_h = \frac{0,60(a_{max})}{g}$$

$$K_h = \frac{0,60(0,48)}{9,8}$$

$$K_h = 0,029$$

Para conseguir la aceleración máxima horizontal, se multiplicó el **factor de amplificación del suelo** (tipo de perfil de suelo C, factor de 1,20) por el **factor de zona** (el valor Z de la provincia de Imbabura es 0,40), con un valor de 0,48 que se debe multiplicar por 0,60 y se divide por **la gravedad** (9.8) como resultado se obtiene 0,029 de coeficiente sísmico horizontal.

4.2.3 Parámetros de Análisis- ETAPA A

Se manifiesta los 1014 puntos de asignación y superficie anexo 3; los datos del suelo como: limo arenoso, peso unitario de 16.00 kN/m³, estado de tensión efectivo, ángulo de fricción 28.00 °, ángulo de cohesión 12.00 kPa, peso unitario de 16.00 kN/m³ y coeficiente sísmico horizontal de 0,0290, se puede observar en el la figura 3.

Figura 3

Análisis de estabilidad de talud

Slope stability analysis

Input data

Project

Date : 26/10/2023

Settings

Standard - safety factors (6)

Stability analysis

Earthquake analysis : Standard

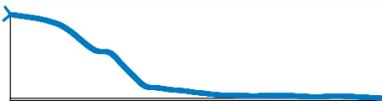
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors

Permanent design situation

Safety factor : $SF_s = 1,5 [-]$

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	198.82	0.91	198.71	1.82	198.59
		2.73	198.47	3.63	198.36	4.54	198.24
		5.45	198.12	6.36	198.00	7.27	197.88
		8.18	197.77	9.09	197.65	10.00	197.54
		10.90	197.42	11.81	197.31	12.72	197.19
		13.63	197.06	14.54	196.92	15.45	196.77
		16.36	196.63	17.27	196.49	18.17	196.35
		19.08	196.21	19.99	196.06	20.90	195.92
		21.81	195.78	22.72	195.64	23.63	195.49
		24.54	195.35	25.44	195.21	26.35	195.09
		27.26	194.98	28.17	194.87	29.08	194.76
		29.99	194.65	30.90	194.55	31.80	194.44
		32.71	194.33	33.62	194.22	34.53	194.12
		35.44	194.01	36.35	193.90	37.26	193.80
		38.17	193.69	39.08	193.55	39.98	193.41
		40.89	193.27	41.80	193.13	42.71	192.99
		43.62	192.85	44.53	192.71	45.44	192.57
		46.34	192.43	47.25	192.29	48.16	192.16
		49.07	192.02	49.98	191.88	50.89	191.75
		51.80	191.65	52.71	191.55	53.61	191.45
		54.52	191.35	55.43	191.25	56.34	191.15
		57.25	191.05	58.16	190.95	59.07	190.85
		59.98	190.75	60.88	190.66	61.79	190.56
		62.70	190.46	63.61	190.32	64.52	190.14
65.43	189.97	66.34	189.79	67.25	189.61		
68.15	189.43	69.06	189.25	69.97	189.07		
70.88	188.89	71.79	188.71	72.70	188.53		
73.61	188.35	74.52	188.17	75.42	187.98		
76.33	187.80	77.24	187.62	78.15	187.43		
79.06	187.25	79.97	187.06	80.88	186.88		
81.78	186.69	82.69	186.51	83.60	186.32		
84.51	186.13	85.42	185.95	86.33	185.76		
87.24	185.57	88.15	185.38	89.05	185.11		

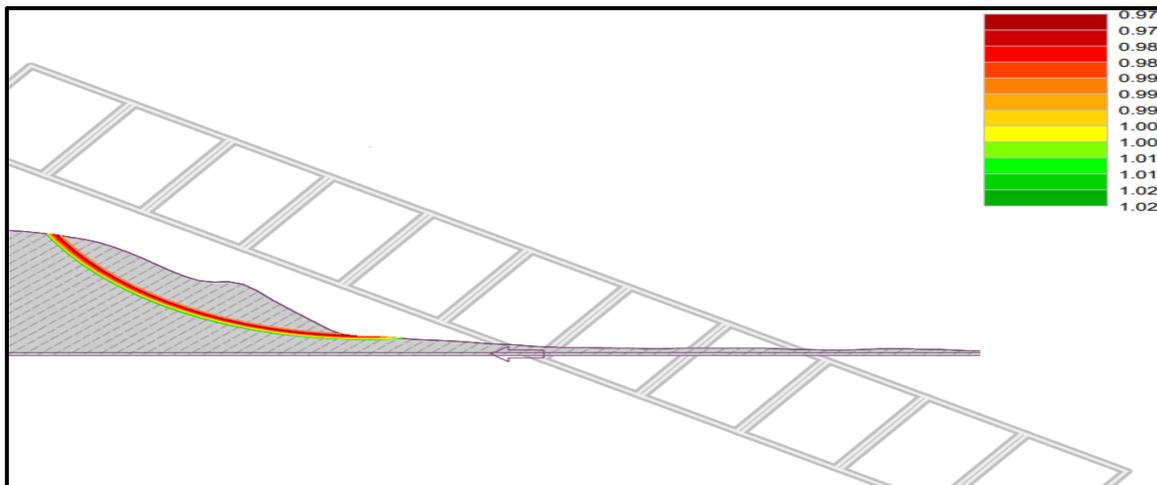
Soil parameters - effective stress state					
No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo Arenoso		28	12	16

Soil parameters - uplift					
No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Limo Arenoso		16		

Soil parameters		
Limo Arenoso		
Unit weight :	$\gamma = 16.00 \text{ kN/m}^3 \text{ effective}$	
Stress-state :		
Angle of internal friction :	$\varphi_{ef} =$	28.00°
Cohesion of soil : Saturated	$c_{ef} =$	12.00 kPa
unit weight :	$\gamma_{sat} =$	16.00 kN/m ³

Figura 4

Verificación de la estabilidad de la pendiente



Earthquake	
Horizontal seismic coefficient:	$K_h = 0.0290$
Vertical seismic coefficient:	$K_v = 0$
Settings of the stage of construction	
Design situation : permanent	

4.2.4 Datos de la superficie de deslizamiento circular, parámetros de análisis

Una vez ingresado los datos correspondientes se realiza el análisis de la superficie de deslizamiento circular (centro y radio) uniendo dos puntos del talud, como se puede observar en la tabla 23.

Tabla 27

Superficie de deslizamiento circular

Centro	X	357,95	(m)	Ángulo	α_1	-60.83
	Z	331.55	(m)		α_2	-4.26
Radio	R	303.00	(m)			

Verificación de la estabilidad de taludes

- **Suma de fuerzas activas:** $F_a: 76416.20 \text{ kN/m}$
- **Suma de fuerzas pasivas:** $F_p: 74193.58 \text{ kN/m}$
- **Momento de deslizamiento:** $M_a: 23154108.85 \text{ kN/m}$
- **Momento resistente:** $M_p: 22480654.89 \text{ kN/m}$
- **Factor de seguridad:** $0.97 < 1.50$
- **Estabilidad de pendiente:** NO ACEPTABLE (inestable)

El factor de seguridad permitió evaluar la estabilidad del talud, comparando las fuerzas activas y fuerzas pasivas que lo resisten. Para obtener el factor de seguridad se calculó mediante una división: momento resistente / momento de deslizamiento.

$$F_s: \frac{M_p}{M_a}$$
$$F_s: \frac{22480654,89 \text{ kN/m}}{23154108,85 \text{ kN/m}}$$

$$F_s: 0,97$$

El factor de seguridad es de 0.97, menor a 1.5 en el que indica que el talud no es estable y está en riesgo de deslizamiento por el cual requiere medidas para mejorar la estabilidad y alcanzar un factor de seguridad seguro.

4.2. Elaborar propuestas para minimizar la susceptibilidad a movimiento de masa en la loma “San Vicente

La encuesta realizada es una herramienta que permitió recopilar datos e información que sustenten a contribuir a la formulación de estrategias con un enfoque de reducir los daños colaterales y lograr ciudadelas resilientes, a continuación, se representará las tablas de frecuencias con su respectivo gráfico de barras y su análisis.

4.2.5 Pregunta 1: ¿Cuál es el rango de edad que usted tiene?

Los datos obtenidos nos indica que la población encuestada tiene parecida su frecuencia en el rango de edad de 20-25 años; 26-35 años y 46,55 años; no obstante, se tiene porcentaje del 19,78% de las personas con edad de 36-45 años y un mínimo porcentaje de 9,89% de las personas de 55-60 años.

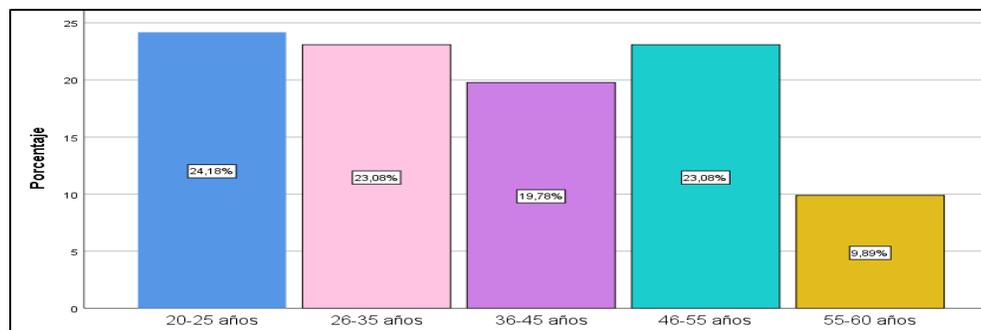
Tabla 28

Rango de Edad

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	20-25 años	22	24,2
	26-35 años	21	23,1
	36-45 años	18	19,8
	46-55 años	21	23,1
	55-60 años	9	9,9
	Total		91

Figura 5

Rango de Edad



Nota: En esta tabla se representa los datos recopilados de la investigación mediante una encuesta, elaborado por Denis Rodríguez (2023).

4.2.6 Pregunta 2: ¿En cuál ciudadela reside o se encuentra Ud?

Al realizar la encuesta los porcentajes que se obtiene de la pregunta dos se respalda mediante muestra estratificada, que cada ciudadela tiene un porcentaje a las personas que se encuestaría.

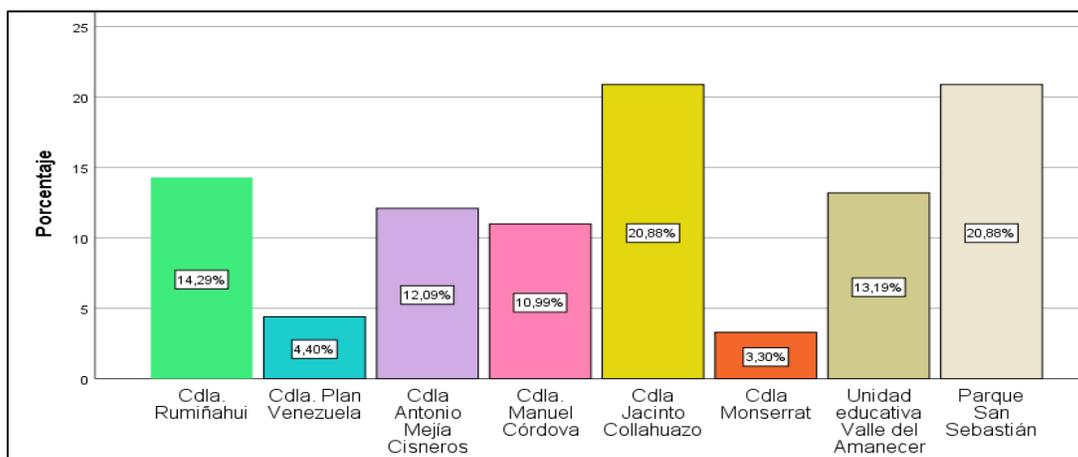
Tabla 29

Ubicación

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Cdla. Rumiñahui	13	14,3
	Cdla. Plan Venezuela	4	4,4
	Cdla Antonio Mejía Cisneros	11	12,1
	Cdla. Manuel Córdova	10	11,0
	Cdla Jacinto Collahuazo	19	20,9
	Cdla Monserrat	3	3,3
	Unidad educativa Valle del Amanecer	12	13,2
	Parque San Sebastián	19	20,9
	Total	91	100,0

Figura 6

Ubicación



Nota: En esta tabla se representa los datos recopilados de la investigación mediante una encuesta, elaborado por

Denis Rodríguez (2023)

4.2.7 Pregunta 3: ¿Está familiarizado/a con el término "deslizamiento, derrumbe o movimiento de masa" y sus consecuencias?

Los resultados de la encuesta, más de la mitad de la población tiene un nivel significativo con respecto al tema, esto nos indica que 66 de 91 personas están familiarizadas con el término y sus consecuencias. Sin embargo, una minoría de 5 personas no tiene conocimiento del término en absoluto.

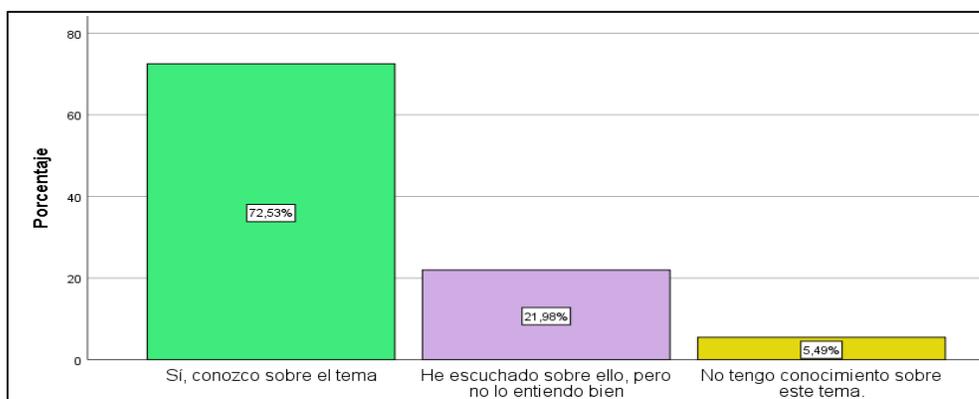
Tabla 30

Término Familiarizado

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Sí, conozco sobre el tema	66	72,5
	He escuchado sobre ello, pero no lo entiendo bien	20	22,0
	No tengo conocimiento sobre este tema.	5	5,5
Total		91	100,0

Figura 7

Término Familiarizado



Nota: En esta tabla se representa los datos recopilados de la investigación mediante una encuesta, elaborado por Denis Rodríguez (2023).

4.2.8 Pregunta 4: ¿Conoce usted, si su sector es susceptible a movimientos de masa

Alrededor de 49 personas, están conscientes que su sector es susceptible a movimientos de masa, es importante notar que casi la mitad de las personas encuestadas no tienen este conocimiento, esto podría indicar una oportunidad para proponer medidas preventivas que puedan contribuir a la resiliencia de las ciudadelas frente a este fenómeno natural.

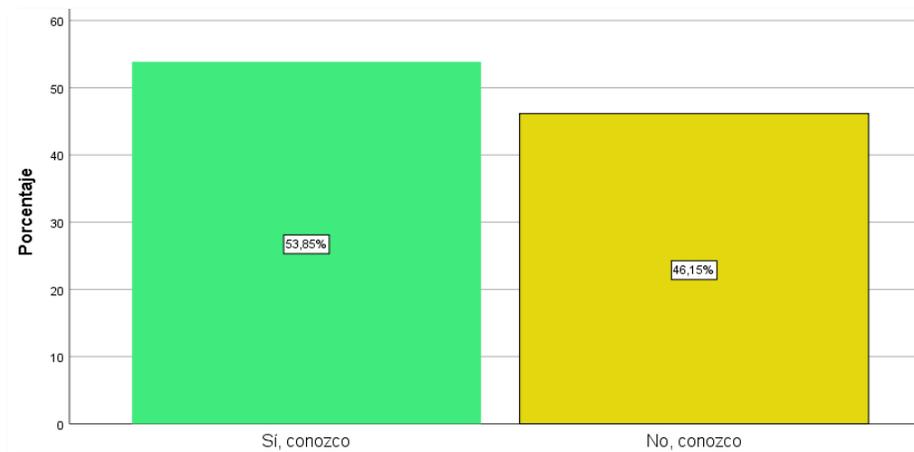
Tabla 31

Sector Susceptible

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Sí, conozco	49	53,8
	No, conozco	42	46,2
Total		91	100,0

Figura 8

Sector Susceptible



Nota: En esta tabla se representa los datos recopilados de la investigación mediante una encuesta, elaborado por Denis Rodríguez (2023).

4.2.9 Pregunta 5: ¿Cree que su área de residencia está amenazada por deslizamientos?

Una parte significativa de la población encuestada siente preocupación por la amenaza de deslizamientos en su área, otra parte considerable de la población siente que existe un riesgo, pero tal vez no tan elevado como el primer grupo y una minoría en la población no percibe una amenaza significativa de deslizamientos en su área de residencia.

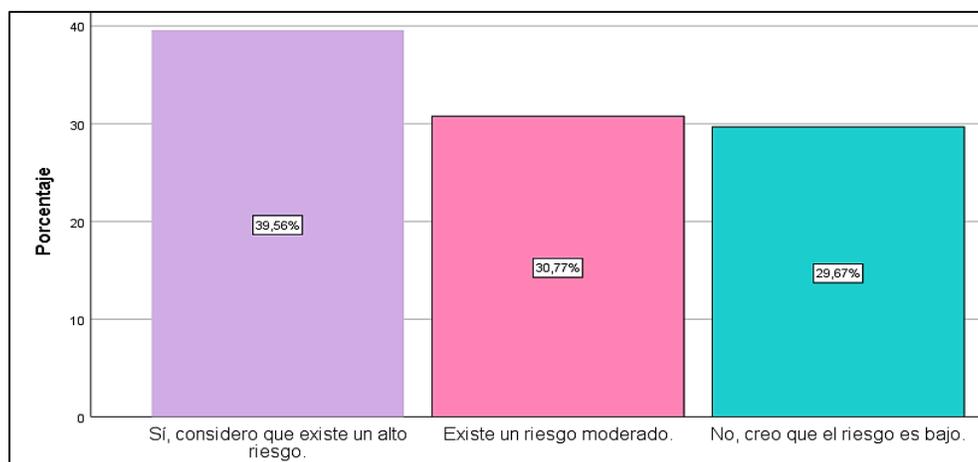
Tabla 32

Residencia Amenazada

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Sí, considero que existe un alto riesgo.	36	39,6
	Existe un riesgo moderado.	28	30,8
	No, creo que el riesgo es bajo.	27	29,7
	Total	91	100,0

Figura 9

Residencia Amenazada



Nota: En esta tabla se representa los datos recopilados de la investigación mediante una encuesta, elaborado por Denis Rodríguez (2023).

4.2.10 Pregunta 6: ¿Por qué cree que la Loma de San Vicente es susceptible a movimientos de masa

La mayoría de los participantes identificaron la deforestación como la principal causa de la susceptibilidad a movimientos de masa en el sector, un porcentaje significativo de los encuestados mencionó la erosión del suelo, una parte pequeña de los participantes los incendios

forestales, algunos encuestados destacaron la acumulación de agua como una causa de la susceptibilidad a movimientos de masa. Aunque menos mencionado, el cambio climático fue identificado por un grupo como una causa potencial.

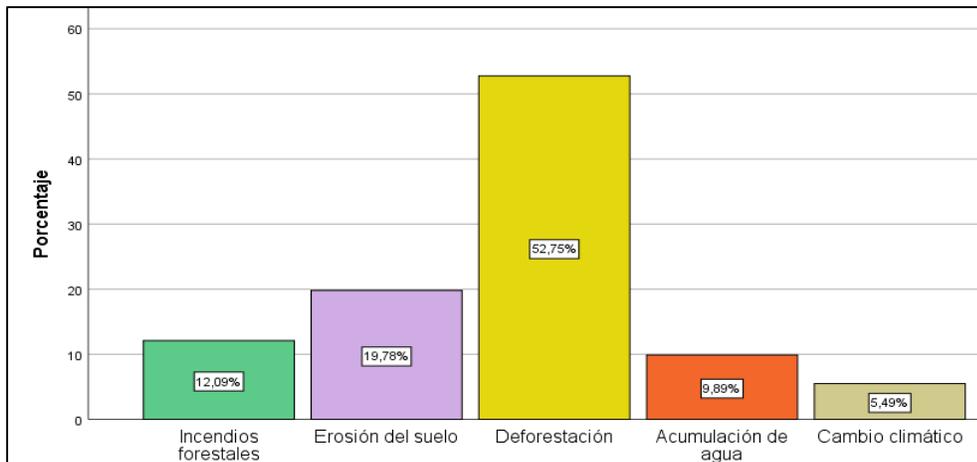
Tabla 33

Susceptibilidad a movimientos de masa

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Incendios forestales	11	12,1
	Erosión del suelo	18	19,8
	Deforestación	48	52,7
	Acumulación de agua	9	9,9
	Cambio climático	5	5,5
	Total	91	100,0

Figura 10

Susceptibilidad a movimientos de masa



4.2.11 Pregunta 7: ¿Conoce si en la Loma de San Vicente existe alguna fisura (grieta)

Este análisis muestra que un tercio de las personas encuestadas están al tanto de la presencia de fisuras o grietas en la loma de San Vicente, por otro lado, aproximadamente 7 de cada 10 personas no tienen conocimiento sobre la existencia de fisuras o grietas en la zona, por lo cual se sugiere tomar conciencia sobre este tema en la población.

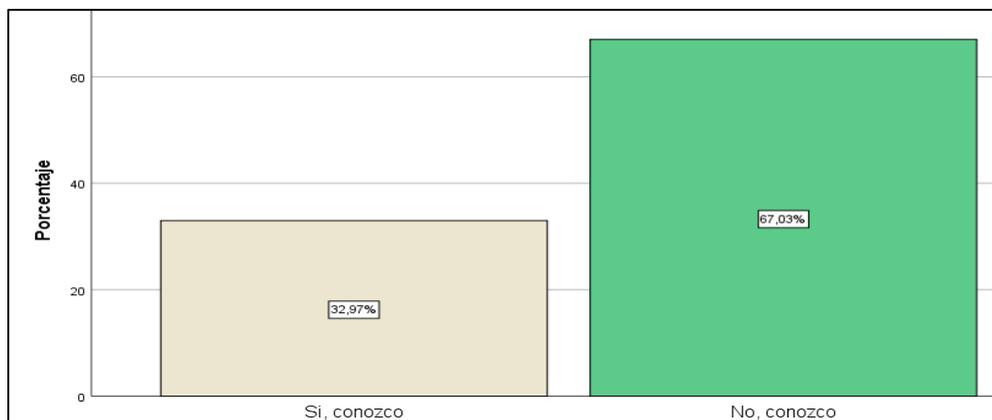
Tabla 34

Conocimiento de Fisuras

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Si, conozco	30	33,0
	No, conozco	61	67,0
	Total	91	100,0

Figura 11

Conocimiento de Fisuras



Nota: En esta tabla se representa los datos recopilados de la investigación mediante una encuesta, elaborado por Denis Rodríguez (2023).

4.2.12 Pregunta 8: ¿Cuál es su preocupación por los movimientos en masa en su ciudadela, por efecto de la loma de San Vicente?

Aproximadamente 70 personas muestran una preocupación considerable o alta por los movimientos en masa en las ciudadelas, mientras que una minoría alrededor del 23% manifestaron no estar preocupadas en absoluto por los movimientos en masa en las ciudadelas.

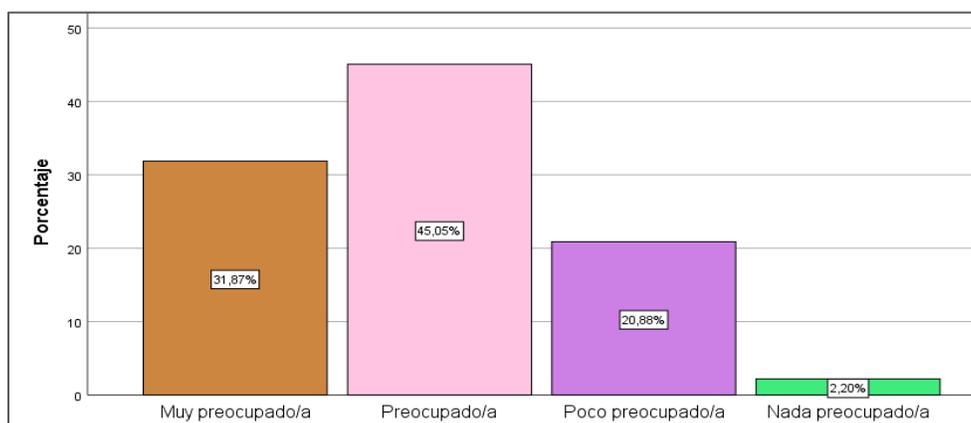
Tabla 35

Nivel de preocupación

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Muy preocupado/a	29	31,9
	Preocupado/a	41	45,1
	Poco preocupado/a	19	20,9
	Nada preocupado/a	2	2,2
	Total	91	100,0

Figura 12

Nivel de preocupación



Nota: En esta tabla se representa los datos recopilados de la investigación mediante una encuesta, elaborado por Denis Rodríguez (2023).

4.2.13 Pregunta 9: ¿Cree que las autoridades locales proporcionan suficiente información ante posibles movimientos en masa?

La gran mayoría de las personas encuestadas creen que las autoridades locales no están proporcionando suficiente información ante posibles movimientos en masa, solo un pequeño porcentaje de los encuestados están satisfechos con los esfuerzos informativos de las autoridades.

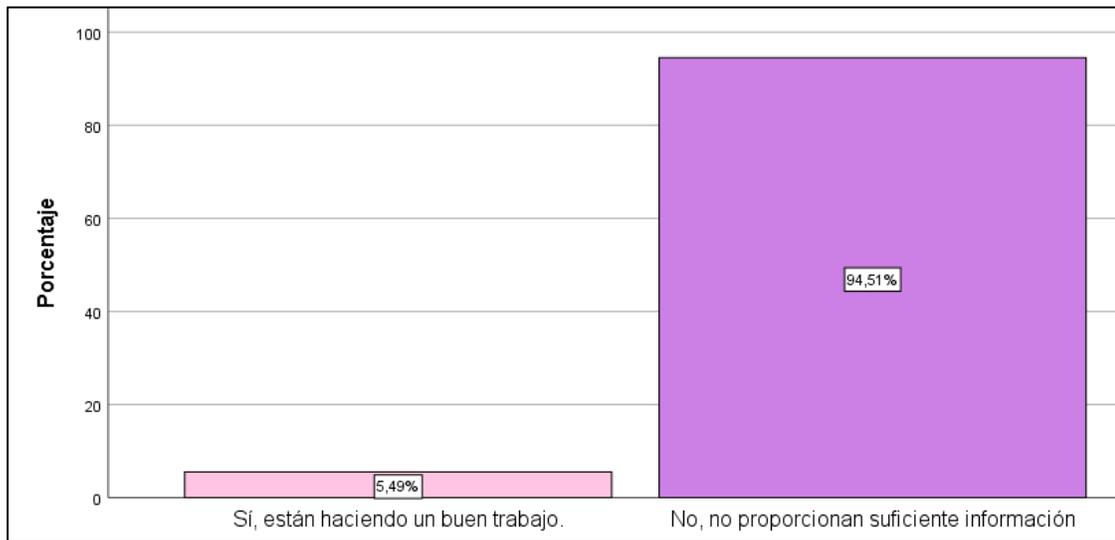
Tabla 36

Información por parte de las Autoridades

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Sí, están haciendo un buen trabajo.	5	5,5
	No, no proporcionan suficiente información	86	94,5
Total		91	100,0

Figura 13

Información por parte de las Autoridades



Nota: En esta tabla se representa los datos recopilados de la investigación mediante una encuesta, elaborado por

Denis Rodríguez (2023).

4.2.14 Pregunta 10: ¿Estaría dispuesto a participar en actividades de capacitación sobre la prevención y cómo actuar ante un movimiento en masa?

La gran mayoría de los encuestados, expresaron su interés en participar en actividades de capacitación sobre la prevención y cómo actuar ante movimientos en masa. Esto nos indica que existe un alto grado de conciencia sobre la importancia de la preparación y la prevención para enfrentar esta amenaza.

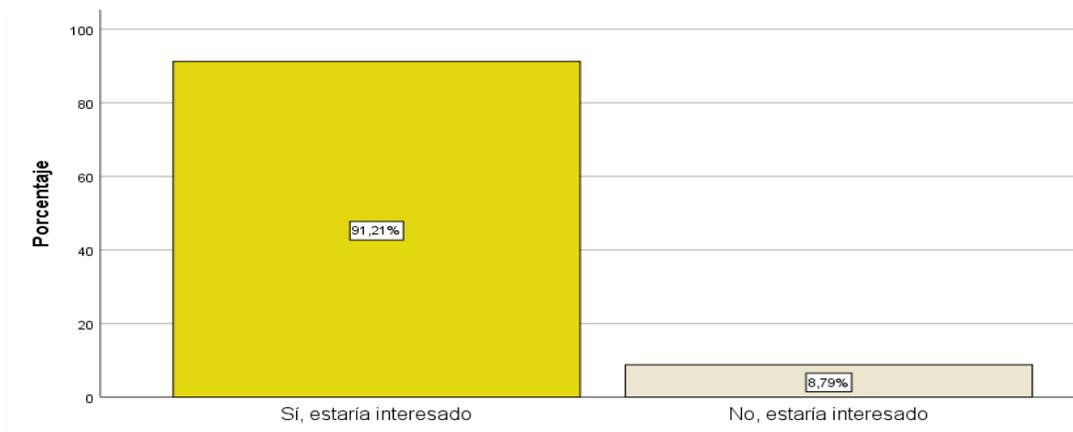
Tabla 37

Conocimiento de Fisuras

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Sí, estaría interesado	83	91,2
	No, estaría interesado	8	8,8
	Total	91	100,0

Figura 14

Conocimiento de Fisuras



Nota: En esta tabla se representa los datos recopilados de la investigación mediante una encuesta, elaborado por Denis Rodríguez (2023).

Con la base de los resultados obtenidos, con varias técnicas para recolectar la información (encuesta, entrevistas, la observación y manejo de SIG), permitió generar propuestas para minimizar la exposición de la población y de elementos expuestos que se encuentra ubicada en la zona con una tendencia de media de susceptibilidad a movimiento de masa.

En el cual se planeará estrategias siguiendo las áreas de Gestión de Riegos.

- Análisis de riesgos
- Reducción de riesgos
- Manejo de eventos adversos
- Recuperación

La intervención se realizará en por los niveles de susceptibilidad.

- Bajo
- Medio
- Alto
- Muy alto

Tabla 38

Estrategias de Gestión de Riesgos por Niveles de Susceptibilidad a Movimientos de Masa

Nivel Susceptibilidad	Estrategias para el Análisis de Riesgo	Estrategias para la Reducción de Riesgo	Estrategias para el Manejo de Eventos Adversos	Estrategias para la Recuperación
Bajo Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis y procesamientos de los factores condicionantes (Litología, pendiente, humedad) y detonantes (precipitación y sismicidad). • Observación y análisis de campo y territorio 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir correctamente la Ordenanzas y leyes de uso de suelo y construcción • Capacitar y concientizar a los habitantes de las seis ciudadelas sobre la Gestión de Riesgos de Desastres 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo constante de la zona más susceptible a movimiento de masa • Realizar Mapa de Riesgos y socializar con los habitantes. • Edificar un muro en al pie de la ladera 	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de restauración de vegetación • Ejecutar procedimiento de las acciones ante posible emergencia desencadenas por deslizamientos.

	(aparición de grietas y taludes).		para evitar deslizamientos	
			• Elaborar planes de contingencia, familiares y de emergencia ante deslizamientos	
Alto	• Análisis y procesamientos de los factores condicionantes (Litología, pendiente, humedad) y detonantes (precipitación y sismicidad).	• Inspeccionar que el crecimiento poblacional se encuentre bien organizado dentro del	• Monitoreo constante de la zona más susceptible a movimiento de masa	• Programa de restauración de vegetación con especies nativas aterrazando la ladera
Muy Alto		• Ordenamiento territorial para que exista una planificación del desarrollo seguro.	• Realizar Mapa de Riesgos y	• Ejecutar procedimiento de

<ul style="list-style-type: none"> • Observación y análisis de campo y territorio (aparición de grietas y taludes). 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir correctamente la Ordenanzas y leyes de uso de suelo y construcción 	<p>socializar con los habitantes.</p>	<p>las acciones ante posible emergencia</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar el riesgo dentro del territorio para identificar sus capacidades de respuesta 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar y concientizar a los habitantes de las seis ciudadelas sobre la Gestión de Riesgos de 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la cobertura vegetal con plantas nativas del sector (Pumamaqui, Arrayan, Cholan) 	<p>desencadenas por deslizamientos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar estudios a detalle de las condiciones de estabilidad del talud 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar construcciones de infraestructuras en los sectores de mayor 	<p>y concientizar a no deforestar con la finalidad de minimizar la</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar frecuentemente la estabilidad de los taludes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar construcciones de infraestructuras en los sectores de mayor susceptibilidad a movimiento de masa ya 	<p>susceptibilidad en áreas de deslizamiento.</p>	

-
- | | |
|----------------------------|---------------------|
| que incrementa la | • Desarrollar |
| inestabilidad del talud | planes de |
| • Crear cartografía de | contingencia, |
| susceptibilidad del sitio | familiares y de |
| de estudio | emergencia ante |
| • Implementación de | deslizamientos |
| señalética en los sectores | • Instalar sistemas |
| de alta susceptibilidad a | de monitoreo y |
| deslizamientos. | SAT (sistema de |
| | alerta temprana) |
| | para |
| | deslizamientos |
-

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En el presente trabajo se identificó dos factores que permitieron conocer la susceptibilidad de la loma de San Vicente, mediante la metodología de Mora Vahrson, caracterizando a cada uno de los factores con parámetros adecuadamente calificados, con los factores condicionantes (pendiente, litología y humedad) y el factor de disparo (sismicidad y precipitación), como resultado se obtuvo el índice de susceptibilidad a movimientos de masa con una técnica de semaforización de la ocurrencia. Al relacionar las variables se lograron identificar que el parámetro de pendiente cuenta con una calificación de 6 debido a que su pendiente es mayor a 55°, su humedad es muy alta, cuenta con una litología de cimentación de grano fino de limo arenoso, depósitos de toba volcánica, ceniza y piroclástico, la sismicidad según la escala de Mercalli se calificó como elevado por su aceleración de pico de 45-55 y su precipitación se encuentra entre alta y muy alta. La loma de San Vicente cuenta con cuatro niveles de susceptibilidad: zona alta con un área de 8.5278 ha, zona media con una superficie de 17.146 ha; producido por la deforestación y el incendio forestal, zona baja con una extensión de 81.8105,401 ha y una zona muy baja con un área de 15.3555 ha.
- Mediante la aplicación del software geotécnico GEO5, se pudo conocer la inestabilidad de la ladera, a través del método simplificado de Bishop, donde se analizó y se determinó que la loma de San Vicente cuenta con una inestabilidad en el talud, para ello, se trabajó con un factor de seguridad de 1,5; ángulo de fricción

de 28°, cohesión de 12,00 kPa, peso unitario de 16.00 kN/m³ y un coeficiente de sismicidad de 0,029. En este caso el factor de seguridad es menor: $0,97 < 1,50$; es decir, que la pendiente es inestable y podría ocurrir un movimiento de masa, por lo que se debe tomar medidas para mejorar la estabilidad.

- Para minimizar la susceptibilidad de movimientos de masa, se elaboró estrategias de manera estructural y no estructural, incluyendo a los habitantes de las seis ciudadelas, con la finalidad de reducir el riesgo de deslizamiento y concientizar a la población a la participación comunitaria en la que puedan identificar la amenaza e implementar medidas de mitigación, mediante la sostenibilidad a largo plazo por medio de la resiliencia, legislación adecuada, educación y monitoreo continuo.

5.2. Recomendaciones

- Socializar el mapa de susceptibilidad a movimientos de masa con las ciudadelas que están latentes, para que la gente sepa cómo actuar ante un deslizamiento y generar un grado de resiliencia en el sector.
- Se sugiere tomar medidas para mejorar la estabilidad del talud como: revisión del diseño, mejora de la resistencia del suelo, drenajes adecuados, reducción de cargas, análisis geotécnico y una reevaluación del factor de seguridad, debido a que la estabilidad del talud es importante para garantizar seguridad a las personas del sector.
- Las autoridades conjuntamente con la población deben implementar estrategias para minimizar los efectos antes un movimiento de masa, viendo la factibilidad y sostenibilidad de la gestión de riesgos con un enfoque integral

que incluya aspectos financieros, educativos, legales y participación comunitaria.

BIBLIOGRAFÍA

Alberti, J. R., Canales, R., & Sandoval, B. (2006). “Técnicas de mitigación para el control de deslizamientos en taludes y su aplicación a un caso específico”. Salvador. Recuperado el 1 de Noviembre de 2023

Ágreda, E. A. (2005). *Estabilidad de Taludes*. Catalunya: Departament d’Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica. Recuperado el 14 de 08 de 2023, de Departament d’Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica

Alcaldía de Medellín. (2016). Movimientos de Masa. Medellín , Colombia. Recuperado el 15 de 06 de 2023, de https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_8/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2016/CartillaMovMasa.pdf

Asamblea Nacional de la República del. (2009). Ley de seguridad pública y del estado. Quito. Recuperado el 12 de Julio de 2023, de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic5_ecu_panel5_sercop_1.3._ley_seg_p%C3%BAblica.pdf

Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). Código orgánico organización territorial autonomía descentralización. Quito. Recuperado el 12 de Julio de 2023, de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

Bravo Mejía, P. J., & Gonzáles Sisalema, F. A. (2009). “Determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa en el sector norte del área urbana del cantón Gonzanamá”. 157.

Recuperado el 30 de Junio de 2029, de

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/16362/1/Bravo%20Mej%C3%ADa%20Pablo%20Javier%20Gonz%C3%A1lez%20Sisalima%20Ferm%C3%ADn%20Alexander.pdf>

Chacón Montero, D., & Irigaray Fernández, D. (2005). Análisis de la susceptibilidad a los movimientos de ladera mediante un sig en la cuenca vertiente al embalse de rules, Granada. 106. Recuperado el 2023, de

https://www.ugr.es/~ren03366/DEA/temaS/memoria/DEA_J.Jimenez.pdf

Chacon, D. (15 de Abril de 2021). *Pagina del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Otavalo*. Recuperado el 26 de Marzo de 2023, de Pagina del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Otavalo:

<http://www.otavalo.gob.ec/web/proyecto-cambio-de-cobertura-vegetal-por-especies-nativas-en-la-loma-san-vicente-de-otavalo/>

Comunidad Andina. (2018). Glosario de términos y conceptos de la Gestión del Riesgo de Desastres para los países miembros de la Comunidad Andina. Lima: Corporación Gráfica Aliaga José De La Torre Ugarte 570 - Lince. Recuperado el 14 de Junio de 2023, de <https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2018619133838GlosarioGestionDeRiesgoSGCA.pdf>

ConGope. (2021). *Plan de Forestación y Reforestación de la Provincia de Imbabura*.

Recuperado el 14 de Junio de 2023, de

<https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/CONGOPE%20PLAN%20FORESTAL.pdf>

Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.

Recuperado el 19 de Abril de 2023

Construcción, N. E. (2014). Geotécnia y cimentaciones. en *geotécnia y cimentacioneS* (pág. 65).

Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI. Recuperado el 20 de 10 de 2023, de

[https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/7.-NEC-SE-GC-](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/7.-NEC-SE-GC-Geotecnia-y-Cimentaciones.pdf)

[Geotecnia-y-Cimentaciones.pdf](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/7.-NEC-SE-GC-Geotecnia-y-Cimentaciones.pdf)

Corporación Autónoma Regional De Boyacá. (Octubre de 2015). *Portal Corpoboyacá*.

Recuperado el 26 de Junio de 2023, de Portal Corpoboyacá.:

[https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/abc-lo-que-debes-saber-sobre-los-](https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/abc-lo-que-debes-saber-sobre-los-movimientos-en-masa/)

[movimientos-en-masa/](https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/abc-lo-que-debes-saber-sobre-los-movimientos-en-masa/)

CRID. (2000). *osman*. Recuperado el 14 de Junio de 2023, de osman:

<https://www.osman.es/diccionario/definicion.php?id=12785>

Eras Galarza, M. L. (2014). Determinación de Zonas Susceptibles a movimientos en masa en el Ecuador, a escala 1:1 000 000; utilizando el método de ponderación de parámetros. 119.

Recuperado el 28 de Junio de 2023, de

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8083/4/CD-5698.pdf>

Gad Cantonal de Otavalo. (2020). *PDOT-Otavalo*. Recuperado el 23 de Abril de 2023, de

[https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-](https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Cantonal/PDOT%20OTAVALO.pdf)

[programas/PDOT/Cantonal/PDOT%20OTAVALO.pdf](https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Cantonal/PDOT%20OTAVALO.pdf)

Galarraga Meneses, J. L. (2018). Estudio Geológico y Tectono-Estratigráfico del relleno

Volcano- Sedimentario de las ciudades de Ibarra y sus Alrededores. Quito.

GEO5 PERÚ. (2020). Recuperado el 12 de Julio de 2023, de GEO5 PERÚ:

<https://geo5peru.pe/software->

geotecnico/caracteristicas/#:~:text=GEO5%20es%20un%20conjunto%20de,intuitivos%20y%20f%C3%A1ciles%20de%20usar.

Glosario. EIRD. org. (s.f.). Recuperado el 14 de Junio de 2023, de Glosario. EIRD. org:

<https://www.eird.org/fulltext/ABCDesastres/glosario/inicio.htm>

Gonzales, P. (24 de Abril de 2017). Impacto de los incendios en suelo, agua, vegetación y fauna.

8. Recuperado el 30 de Mayo de 2023, de

[https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUE
NTA&prmID=39186](https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=39186)

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (2009). *Instituto Geofísico*. Recuperado el

08 de 10 de 2023, de Instituto Geofísico: [https://www.igepn.edu.ec/catalogos-
sismicos/formulario-catalogos-sismicos](https://www.igepn.edu.ec/catalogos-sismicos/formulario-catalogos-sismicos)

López Moreno, S., Flores, J., & Albert, L. (1994). *Diccionario de la contaminación*. Recuperado

el 14 de Junio de 2023, de Diccionario de la contaminación.:

<https://www.osman.es/diccionario/definicion.php?id=13319>

MAE. (2014). Plan Nacional de restauración forestal 2014-2017. Quito, Ecuador. Recuperado el

14 de Junio de 2023

Mejía Pesántez, L. J., & Troya Iriarte, J. C. (2021). Evaluación de la Suceptibilidad a

Movimientos de masa por deslizamiento mediante los índices de vegetación NDVI y SBI

del Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo. 93. Recuperado el 28 de Junio de 2023, de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21413/1/UPS-CT009411.pdf>

Ministerio de Ambiente, agua y transición Ecológica. (2015). Recuperado el 02 de Junio de

2023, de [https://www.ambiente.gob.ec/prevencion-y-control-de-incendios-una-prioridad-
nacional/](https://www.ambiente.gob.ec/prevencion-y-control-de-incendios-una-prioridad-nacional/)

- Montiel Alborno, K., Gouveia Muñetón, E., & Montes Galbán, E. (2007). *Influencia de la intervención antrópica en la ocurrencia de procesos de ladera. Microcuenca de la quebrada Ramos, Flanco Norandino venezolano* (Vol. XXIII). Caracas, Venezuela: Terra Nueva Etapa. Recuperado el 27 de 07 de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/721/72103403.pdf>
- Mora , S., & Vahrson, W. (1993). Determinación “a priori” de la amenaza de deslizamientos utilizando indicadores morfodinámicos. *Tecnología ICE N° 1, 3*, 32. Recuperado el 11 de Julio de 2023
- Mora, R. V. (1992). *Mapa de Amenaza de Deslizamientos*. Costa Rica: CEPREDENAR. Recuperado el 15 de Abril de 2023
- Moreiras, S., Mergili, M., & Marchant Santiago, C. (2014). Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa, en áreas contrastantes de la región Andina. *Scielo*, 19. doi:dx.doi.org/10,15446/rcdg.v24n2.50211
- Nieto, A. S. (2013). Geología General del Nororiente Ecuatoriano. Ecuador . Recuperado el 22 de Junio de 2023, de <https://www.eird.org/deslizamientos/pdf/spa/doc15079/doc15079-c.pdf>
- Pilatasig Moreno, L. F., Bustillos Arequipa, J. E., Jácome Calderón, L. F., & Mariño Moyón, A. D. (2022). Evaluación de la Actividad de los Movimientos en Masa de Cachi Alto-Pujilí, Ecuador Mediante Monitoreo Instrumental de Bajo Costo. *Revista Politécnica*. Recuperado el 22 de 06 de 2023, de <https://doi.org/10.33333/rp.vol49n1.02>
- Piscitelli, M. (2015). *UNICEM*. Recuperado el 20 de Junio de 2023, de UNICEM: <https://www.unicen.edu.ar/content/ degradaci%3%b3n-de-suelos>

- Sacoto, E. C. (2021). Ecaluaion de la Susceotibilida. 93. Recuperado el 16 de 10 de 2023, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21413/1/UPS-CT009411.pdf>
- Segarra Galarza, P. (2014). Sinergias entre Degradación de la Tierra y Cambio Climático en los Paisajes Agrarios del Ecuador. Recuperado el 20 de Junio de 2023, de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/57189.pdf>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos. (2019). *Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT)*. Samborondón.
- SGR. (2017). *Manual del Comité de Operaciones de Emergencia*. Recuperado el 9 de Abril de 2023
- SGR. (2018). *Glosario de términos de Gestión de Riesgos de Desastres*. Samborondón – Ecuador. Recuperado el 9 de Abril de 2023
- Suaréz, J. (2012). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*. Recuperado el 01 de Mayo de 2023, de <https://www.erosion.com.co/tag/libros/>
- Tarback, E. &. (2018). *Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física [6ª ed.]*.-. En *Ciencias de la Tierra* (pág. 540 págs.). Madrid-España. Recuperado el 19 de Abril de 2023
- Tobar, J. (05 de Enero de 2021). *El Oriente*. Recuperado el 22 de Junio de 2023, de <https://www.eloriente.com/articulo/los-movimientos-en-masa-como-amenaza-natural/16494>
- Trujillo, G., & De Noni, G. (1986). *Degradación del suelo en el Ecuador* (Vol. 24). Cultura. Recuperado el 23 de Abril de 2023

UNISDR. (2016). *Indicadores y terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres*, Asamblea General, Naciones Unidas,. Recuperado el 23 de Abril de 2023

Vílchez, M. (2019). *Sociedad Geológica del Perú 1924 - 2019*. Recuperado el 23 de Abril de 2023, de Sociedad Geológica del Perú 1924 - 2019: <https://www.sgp.org.pe/diccionario-geologico-movimientos-de-masa/>

ANEXOS

Anexo 1

Análisis de estabilidad de talud (1014 puntos)

Slope stability analysis							
Input data							
Project							
Date : 26/10/2023							
Settings							
Standard - safety factors (6)							
Stability analysis							
Earthquake analysis :			Standard				
Verification methodology :			Safety factors (ASD)				
Safety factors							
Permanent design situation							
Safety factor :		SF _s =		1,5 [-]			
Interface							
No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	198.82	0.91	198.71	1.82	198.59
		2.73	198.47	3.63	198.36	4.54	198.24
		5.45	198.12	6.36	198.00	7.27	197.88
		8.18	197.77	9.09	197.65	10.00	197.54
		10.90	197.42	11.81	197.31	12.72	197.19
		13.63	197.06	14.54	196.92	15.45	196.77
		16.36	196.63	17.27	196.49	18.17	196.35
		19.08	196.21	19.99	196.06	20.90	195.92
		21.81	195.78	22.72	195.64	23.63	195.49
		24.54	195.35	25.44	195.21	26.35	195.09
		27.26	194.98	28.17	194.87	29.08	194.76
		29.99	194.65	30.90	194.55	31.80	194.44
		32.71	194.33	33.62	194.22	34.53	194.12
		35.44	194.01	36.35	193.90	37.26	193.80
		38.17	193.69	39.08	193.55	39.98	193.41
		40.89	193.27	41.80	193.13	42.71	192.99
		43.62	192.85	44.53	192.71	45.44	192.57
		46.34	192.43	47.25	192.29	48.16	192.16
		49.07	192.02	49.98	191.88	50.89	191.75
		51.80	191.65	52.71	191.55	53.61	191.45
		54.52	191.35	55.43	191.25	56.34	191.15
		57.25	191.05	58.16	190.95	59.07	190.85
		59.98	190.75	60.88	190.66	61.79	190.56
		62.70	190.46	63.61	190.32	64.52	190.14
		65.43	189.97	66.34	189.79	67.25	189.61
		68.15	189.43	69.06	189.25	69.97	189.07
		70.88	188.89	71.79	188.71	72.70	188.53
		73.61	188.35	74.52	188.17	75.42	187.98
		76.33	187.80	77.24	187.62	78.15	187.43
		79.06	187.25	79.97	187.06	80.88	186.88
81.78	186.69	82.69	186.51	83.60	186.32		
84.51	186.13	85.42	185.95	86.33	185.76		
87.24	185.57	88.15	185.38	89.05	185.11		

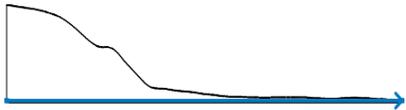
No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
		89.96	184.85	90.87	184.59	91.78	184.33
		92.69	184.06	93.60	183.80	94.51	183.53
		95.42	183.27	96.32	183.00	97.23	182.74
		98.14	182.47	99.05	182.21	99.96	181.94
		100.87	181.68	101.78	181.43	102.69	181.19
		103.59	180.94	104.50	180.69	105.41	180.45
		106.32	180.20	107.23	179.95	108.14	179.69
		109.05	179.44	109.95	179.19	110.86	178.94
		111.77	178.68	112.68	178.43	113.59	178.12
		114.50	177.77	115.41	177.42	116.32	177.06
		117.22	176.71	118.13	176.36	119.04	176.01
		119.95	175.66	120.86	175.31	121.77	174.95
		122.68	174.60	123.59	174.24	124.49	173.89
		125.40	173.53	126.31	173.06	127.22	172.56
		128.13	172.06	129.04	171.55	129.95	171.05
		130.86	170.55	131.76	170.05	132.67	169.54
		133.58	169.04	134.49	168.53	135.40	168.03
		136.31	167.52	137.22	167.01	138.13	166.50
		139.03	165.91	139.94	165.32	140.85	164.72
		141.76	164.13	142.67	163.53	143.58	162.94
		144.49	162.35	145.39	161.75	146.30	161.16
		147.21	160.57	148.12	159.97	149.03	159.38
		149.94	158.79	150.85	158.17	151.76	157.49
		152.66	156.81	153.57	156.14	154.48	155.46
		155.39	154.79	156.30	154.11	157.21	153.44
		158.12	152.76	159.03	152.09	159.93	151.42
		160.84	150.74	161.75	150.07	162.66	149.40
		163.57	148.68	164.48	147.93	165.39	147.18
		166.30	146.43	167.20	145.68	168.11	144.94
		169.02	144.19	169.93	143.44	170.84	142.70
		171.75	141.95	172.66	141.21	173.56	140.47
		174.47	139.73	175.38	138.99	176.29	138.25
		177.20	137.52	178.11	136.79	179.02	136.06
		179.93	135.33	180.83	134.60	181.74	133.87
		182.65	133.14	183.56	132.41	184.47	131.68
		185.38	130.95	186.29	130.22	187.20	129.49
		188.10	128.77	189.01	128.11	189.92	127.46
		190.83	126.80	191.74	126.14	192.65	125.49
		193.56	124.83	194.47	124.17	195.37	123.51
		196.28	122.85	197.19	122.20	198.10	121.55
		199.01	120.90	199.92	120.25	200.83	119.64
		201.74	119.13	202.64	118.62	203.55	118.12
		204.46	117.61	205.37	117.11	206.28	116.60
		207.19	116.09	208.10	115.59	209.91	114.58
		210.82	114.07	211.73	113.57	212.64	113.06
		213.55	112.74	214.46	112.59	215.37	112.43
		216.27	112.28	217.18	112.13	218.09	111.97
		219.91	111.66	220.82	111.50	221.73	111.34
		222.64	111.19	223.54	111.03	224.45	110.86
		225.36	110.70	226.27	110.71	227.18	110.77
		228.09	110.83	229.91	110.96	230.81	111.02

231.72	111.08	232.63	111.14	233.54	111.20
234.45	111.25	235.36	111.31	236.27	111.37
237.18	111.43	238.08	111.48	238.99	111.19
239.90	110.89	240.81	110.59	241.72	110.29
242.63	110.00	243.54	109.70	244.44	109.40
245.35	109.11	246.26	108.81	247.17	108.51
248.08	108.22	248.99	107.92	249.90	107.62
250.81	107.22	251.71	106.47	252.62	105.72
253.53	104.98	254.44	104.23	255.35	103.48
256.26	102.73	257.17	101.98	258.08	101.23
258.98	100.48	259.89	99.73	260.80	98.98
261.71	98.23	262.62	97.48	263.53	96.60
264.44	95.59	265.35	94.58	266.25	93.57
267.16	92.56	268.07	91.55	268.98	90.55
269.89	89.54	270.80	88.53	271.71	87.52
272.62	86.52	273.52	85.51	274.43	84.51
275.34	83.50	276.25	82.59	277.16	81.71
278.07	80.83	278.98	79.96	279.88	79.08
280.79	78.20	281.70	77.32	282.61	76.44
283.52	75.56	284.43	74.69	285.34	73.81
286.25	72.93	287.15	72.05	288.06	71.17
288.97	70.29	289.88	69.41	290.79	68.52
291.70	67.64	292.61	66.77	293.52	65.89
294.42	65.01	295.33	64.14	296.24	63.27
297.15	62.39	298.06	61.52	298.97	60.65
299.88	59.79	300.79	58.92	301.69	58.08
302.60	57.24	303.51	56.39	304.42	55.55
305.33	54.71	306.24	53.87	307.15	53.03
308.06	52.19	308.96	51.35	309.87	50.51
310.78	49.67	311.69	48.83	312.60	47.99
313.51	47.14	314.42	46.27	315.32	45.41
316.23	44.54	317.14	43.67	318.05	42.81
318.96	41.94	319.87	41.08	320.78	40.21
321.69	39.34	322.59	38.48	323.50	37.61
324.41	36.74	325.32	35.88	326.23	35.22
327.14	34.64	328.05	34.07	328.96	33.49
329.86	32.91	330.77	32.34	331.68	31.76
332.59	31.19	333.50	30.61	334.41	30.04
335.32	29.46	336.23	28.89	337.13	28.31
338.04	27.74	338.95	27.54	339.86	27.37
340.77	27.20	341.68	27.03	342.59	26.85
343.50	26.67	344.40	26.49	345.31	26.32
346.22	26.13	347.13	25.95	348.04	25.77
348.95	25.58	349.86	25.40	350.76	25.25
351.67	25.24	352.58	25.23	353.49	25.23
354.40	25.22	355.31	25.21	356.22	25.20
357.13	25.19	358.03	25.18	358.94	25.16
359.85	25.15	360.76	25.14	361.67	25.12
362.58	25.10	363.49	25.06	364.40	24.98
365.30	24.90	366.21	24.81	367.12	24.73
368.03	24.65	368.94	24.57	369.85	24.49

370.76	24.41	371.67	24.32	372.57	24.24
373.48	24.16	374.39	24.08	375.30	24.00
376.21	23.88	377.12	23.74	378.03	23.60
378.94	23.46	379.84	23.32	380.75	23.19
381.66	23.05	382.57	22.92	383.48	22.78
384.39	22.65	385.30	22.52	386.20	22.39
387.11	22.26	388.02	22.13	388.93	22.00
389.84	21.88	390.75	21.75	391.66	21.63
392.57	21.50	393.47	21.38	394.38	21.26
395.29	21.13	396.20	21.01	397.11	20.89
398.02	20.77	398.93	20.66	399.84	20.54
400.74	20.43	401.65	20.36	402.56	20.29
403.47	20.22	404.38	20.15	405.29	20.08
406.20	20.01	407.11	19.94	408.01	19.87
408.92	19.80	409.83	19.73	410.74	19.66
411.65	19.59	412.56	19.52	413.47	19.45
414.38	19.38	415.28	19.31	416.19	19.25
417.10	19.18	418.01	19.11	418.92	19.04
419.83	18.97	420.74	18.90	421.64	18.83
422.55	18.76	423.46	18.69	424.37	18.62
425.28	18.55	426.19	18.47	427.10	18.38
428.01	18.30	428.91	18.21	429.82	18.12
430.73	18.04	431.64	17.96	432.55	17.87
433.46	17.79	434.37	17.71	435.28	17.62
436.18	17.54	437.09	17.46	438.91	17.26
439.82	17.13	440.73	17.01	441.64	16.88
442.55	16.75	443.45	16.63	444.36	16.50
445.27	16.37	446.18	16.24	447.09	16.11
448.91	15.85	449.81	15.72	450.72	15.59
451.63	15.45	452.54	15.30	453.45	15.16
454.36	15.02	455.27	14.88	456.18	14.73
457.08	14.59	457.99	14.45	458.90	14.31
459.81	14.17	460.72	14.02	461.63	13.88
462.54	13.74	463.45	13.62	464.35	13.55
465.26	13.48	466.17	13.41	467.08	13.34
467.99	13.27	468.90	13.21	469.81	13.14
470.72	13.07	471.62	13.00	472.53	12.93
473.44	12.86	474.35	12.79	475.26	12.72
476.17	12.64	477.08	12.57	477.99	12.50
478.89	12.42	479.80	12.35	480.71	12.28
481.62	12.21	482.53	12.13	483.44	12.06
484.35	11.99	485.25	11.92	486.16	11.85
487.07	11.78	487.98	11.71	488.89	11.59
489.80	11.45	490.71	11.31	491.62	11.17
492.52	11.03	493.43	10.89	494.34	10.75
495.25	10.61	496.16	10.47	497.07	10.33
497.98	10.19	498.89	10.04	499.79	9.90
500.70	9.77	501.61	9.70	502.52	9.63
503.43	9.56	504.34	9.49	505.25	9.42
506.16	9.35	507.06	9.28	507.97	9.21
508.88	9.14	509.79	9.07	510.70	9.00

	511.61	8.93	512.52	8.86	513.43	8.79
	514.33	8.72	515.24	8.65	516.15	8.58
	517.06	8.51	517.97	8.44	518.88	8.37
	519.79	8.30	520.69	8.23	521.60	8.16
	522.51	8.10	523.42	8.03	524.33	7.96
	525.24	7.89	526.15	7.85	527.06	7.85
	527.96	7.85	528.87	7.84	529.78	7.83
	530.69	7.83	531.60	7.82	532.51	7.81
	533.42	7.81	534.33	7.80	535.23	7.79
	536.14	7.78	537.05	7.77	537.96	7.76
	538.87	7.76	539.78	7.76	540.69	7.76
	541.60	7.76	542.50	7.76	543.41	7.76
	544.32	7.76	545.23	7.76	546.14	7.76
	547.05	7.76	547.96	7.76	548.87	7.76
	549.77	7.76	550.68	7.76	551.59	7.70
	552.50	7.64	553.41	7.58	554.32	7.52
	555.23	7.46	556.13	7.41	557.04	7.35
	557.95	7.29	558.86	7.24	559.77	7.18
	560.68	7.13	561.59	7.07	562.50	7.02
	563.40	6.98	564.31	6.96	565.22	6.95
	566.13	6.94	567.04	6.92	567.95	6.91
	568.86	6.89	569.77	6.87	570.67	6.86
	571.58	6.84	572.49	6.82	573.40	6.81
	574.31	6.79	575.22	6.77	576.13	6.76
	577.04	6.76	577.94	6.76	578.85	6.76
	579.76	6.76	580.67	6.76	581.58	6.76
	582.49	6.76	583.40	6.76	584.31	6.76
	585.21	6.76	586.12	6.76	587.03	6.76
	587.94	6.76	588.85	6.70	589.76	6.63
	590.67	6.56	591.57	6.48	592.48	6.41
	593.39	6.34	594.30	6.27	595.21	6.19
	596.12	6.12	597.03	6.05	597.94	5.98
	598.84	5.90	599.75	5.83	600.66	5.76
	601.57	5.76	602.48	5.76	603.39	5.76
	604.30	5.76	605.21	5.76	606.11	5.76
	607.02	5.76	607.93	5.76	608.84	5.76
	609.75	5.76	610.66	5.76	611.57	5.76
	612.48	5.76	613.38	5.78	614.29	5.85
	615.20	5.93	616.11	6.00	617.02	6.07
	617.93	6.15	618.84	6.22	619.75	6.29
	620.65	6.36	621.56	6.44	622.47	6.51
	623.38	6.58	624.29	6.65	625.20	6.73
	626.11	6.76	627.01	6.76	627.92	6.76
	628.83	6.76	629.74	6.76	630.65	6.76
	631.56	6.76	632.47	6.76	633.38	6.76
	634.28	6.76	635.19	6.76	636.10	6.76
	637.01	6.76	637.92	6.76	638.83	6.76
	639.74	6.76	640.65	6.76	641.55	6.76
	642.46	6.76	643.37	6.76	644.28	6.76
	645.19	6.76	646.10	6.76	647.01	6.76
	647.92	6.76	648.82	6.76	649.73	6.76

650.64	6.76	651.55	6.76	652.46	6.76
653.37	6.76	654.28	6.76	655.19	6.76
656.09	6.76	657.91	6.76	658.82	6.76
659.73	6.76	660.64	6.76	661.55	6.76
662.45	6.76	663.36	6.76	664.27	6.76
665.18	6.76	666.09	6.76	667.91	6.76
668.82	6.76	669.72	6.76	670.63	6.76
671.54	6.76	672.45	6.76	673.36	6.76
674.27	6.76	675.18	6.76	676.09	6.76
676.99	6.76	677.90	6.76	678.81	6.76
679.72	6.76	680.63	6.76	681.54	6.76
682.45	6.76	683.36	6.76	684.26	6.76
685.17	6.76	686.08	6.76	686.99	6.76
687.90	6.76	688.81	6.76	689.72	6.76
690.63	6.76	691.53	6.76	692.44	6.76
693.35	6.76	694.26	6.76	695.17	6.76
696.08	6.76	696.99	6.76	697.89	6.76
698.80	6.76	699.71	6.76	700.62	6.76
701.53	6.69	702.44	6.62	703.35	6.54
704.26	6.47	705.16	6.40	706.07	6.33
706.98	6.25	707.89	6.18	708.80	6.11
709.71	6.03	710.62	5.96	711.53	5.89
712.43	5.82	713.34	5.74	714.25	5.67
715.16	5.60	716.07	5.53	716.98	5.45
717.89	5.38	718.80	5.31	719.70	5.23
720.61	5.16	721.52	5.09	722.43	5.02
723.34	4.94	724.25	4.87	725.16	4.80
726.06	4.75	726.97	4.74	727.88	4.72
728.79	4.70	729.70	4.69	730.61	4.67
731.52	4.66	732.43	4.64	733.33	4.63
734.24	4.62	735.15	4.60	736.06	4.59
736.97	4.58	737.88	4.57	738.79	4.53
739.70	4.47	740.60	4.41	741.51	4.36
742.42	4.30	743.33	4.24	744.24	4.18
745.15	4.12	746.06	4.07	746.97	4.01
747.87	3.95	748.78	3.89	749.69	3.82
750.60	3.76	751.51	3.76	752.42	3.76
753.33	3.76	754.24	3.76	755.14	3.76
756.05	3.76	756.96	3.76	757.87	3.76
758.78	3.76	759.69	3.76	760.60	3.76
761.50	3.76	762.41	3.76	763.32	3.76
764.23	3.77	765.14	3.78	766.05	3.78
766.96	3.79	767.87	3.80	768.77	3.80
769.68	3.81	770.59	3.81	771.50	3.82
772.41	3.82	773.32	3.82	774.23	3.83
775.14	3.83	776.04	3.86	776.95	3.92
777.86	3.99	778.77	4.06	779.68	4.12
780.59	4.19	781.50	4.26	782.41	4.32
783.31	4.39	784.22	4.46	785.13	4.53
786.04	4.60	786.95	4.67	787.86	4.74
788.77	4.81	789.68	4.88	790.58	4.95

		791.49	5.02	792.40	5.10	793.31	5.17
		794.22	5.24	795.13	5.32	796.04	5.39
		796.94	5.46	797.85	5.53	798.76	5.60
		799.67	5.67	800.58	5.74	801.49	5.75
		802.40	5.74	803.31	5.74	804.21	5.74
		805.12	5.74	806.03	5.74	806.94	5.74
		807.85	5.74	808.76	5.75	809.67	5.75
		810.58	5.75	811.48	5.75	812.39	5.76
		813.30	5.76	814.21	5.76	815.12	5.76
		816.03	5.76	816.94	5.76	817.85	5.76
		818.75	5.76	819.66	5.76	820.57	5.76
		821.48	5.76	822.39	5.76	823.30	5.76
		824.21	5.76	825.12	5.76	826.02	5.73
		826.93	5.66	827.84	5.58	828.75	5.51
		829.66	5.44	830.57	5.37	831.48	5.29
		832.38	5.22	833.29	5.15	834.20	5.08
		835.11	5.00	836.02	4.93	836.93	4.86
		837.84	4.79	838.75	4.76	839.65	4.76
		840.56	4.76	841.47	4.76	842.38	4.76
		843.29	4.76	844.20	4.76	845.11	4.76
		846.02	4.76	846.92	4.76	847.83	4.76
		848.74	4.76	849.65	4.76	850.56	4.76
		851.47	4.69	852.38	4.62	853.29	4.55
		854.19	4.48	855.10	4.40	856.01	4.33
		856.92	4.26	857.83	4.19	858.74	4.11
		859.65	4.04	860.56	3.97	861.46	3.90
		862.37	3.82	863.28	3.75	864.19	3.68
		865.10	3.60	866.01	3.53	866.92	3.46
		867.82	3.39	868.73	3.31	869.64	3.24
		870.55	3.17	871.46	3.10	872.37	3.02
		873.28	2.95	874.19	2.88	875.09	2.80
		876.91	2.76	877.82	2.76	878.73	2.76
		879.64	2.76	880.55	2.76	881.46	2.76
		882.36	2.76	883.27	2.76	884.18	2.76
		885.09	2.76	886.91	2.76	887.82	2.76
		888.73	2.71	889.63	2.64	890.54	2.57
		891.45	2.50	892.36	2.42	893.27	2.35
		894.18	2.28	895.09	2.21	896.90	2.06
		897.81	1.99	898.72	1.92	899.63	1.84
		900.54	1.77	901.45	1.74	902.36	1.71
		903.26	1.69	904.17	1.66	905.08	1.63
		905.99	1.60	906.90	1.58	907.81	1.55
		908.72	1.52	909.63	1.49	910.53	1.46
		911.44	1.43	912.35	1.40	913.26	1.36
		914.17	1.29	915.08	1.21	915.99	1.14
		916.90	1.06	917.80	0.98	918.71	0.91
		919.62	0.83	920.53	0.76	921.44	0.68
		922.35	0.61	923.26	0.53	924.17	0.45
		925.07	0.38	925.98	0.30	926.89	0.23
		927.80	0.15	928.71	0.08	929.62	0.00
2		0.00	0.00	929.62	0.00		

Anexo 2

Encuesta (Ficha de encuesta)



Ficha de encuesta

Buen día esta encuesta permitirá realizar un análisis en la Loma de San Vicente ante un movimiento de masa con la finalidad de ejecutar una propuesta para formar sectores resilientes

1. ¿Cuál es el rango de edad que usted tiene? *

- 20 -25 años
- 26 - 35 años
- 36 - 45 años
- 46 - 55 años
- 55 - 60 años

2. ¿En cuál ciudadela reside o se encuentra Ud? *

- Cdla. Rumiñahui
- Cdla. Plan Venezuela
- Cdla Antonio Mejia Cisneros
- Cdla. Manuel Córdova
- Cdla Jacinto Collahuazo
- Cdla Monserrat
- Unidad educativa Valle del Amanecer
- Parque San Sebastián

3. ¿Está familiarizado/a con el término "deslizamiento, derrumbe o movimiento de masa" y sus consecuencias? *

- Sí, conozco sobre el tema
- He escuchado sobre ello, pero no lo entiendo bien.
- No tengo conocimiento sobre este tema.

4. ¿Conoce usted, si su sector es susceptible a movimientos de masa? *

- Sí, conozco
- No, conozco

5. ¿Cree que su área de residencia esta amenazada por deslizamientos ? *

- Sí, considero que existe un alto riesgo.
- Existe un riesgo moderado.
- No, creo que el riesgo es bajo.

6. ¿Por qué cree que la Loma de San Vicente es susceptible a movimientos de masa? *

- Incendios forestales
- Erosión del suelo
- Deforestación
- Acumulación de agua
- Cambio climático

7. ¿Conoce si en la Loma de San Vicente existe alguna fisura (grieta)? *

Si, conozco

No, conozco

8. ¿Cuál es su preocupación por los movimientos en masa en su ciudadela, por efecto de la loma de San Vicente? *

Muy preocupado/a

Preocupado/a

Poco preocupado/a

Nada preocupado/a

9. ¿Cree que las autoridades locales proporcionan suficiente información ante posibles movimientos en masa? *

Si, están haciendo un buen trabajo.

No, no proporcionan suficiente información

10. ¿Estaría dispuesto a participar en actividades de capacitación sobre la prevención y como actuar ante un movimientos en masa? *

Si, estaría interesado

No, no estoy interesado

Nota: A través de esta imagen se puede observar el formato y las preguntas planteadas, de la encuesta que se realizó a los habitantes de las seis ciudadelas con el fin de poder recopilar la información sobre los movimientos de masa.

Anexo 3

Memoria fotografía

Fotografía 1

Loma de San Vicente



Nota: En la fotografía se puede observar la parte posterior de la loma San Vicente con un corte en la pendiente, tomado mediante un dron.

Fotografía 2

Deforestación en Loma de San Vicente (Posterior)



Nota: Deforestación en parte posterior de la loma San Vicente, tomado mediante un dron.

Fotografía 3

Deforestación en Loma de San Vicente (Anterior)



Nota: Deforestación y cortes creados por la mano del hombre en la parte anterior de la loma San Vicente, tomado mediante un dron.

Fotografía 4

Talud en la Loma de San Vicente (Anterior)



Nota: En la fotografía se puede observar la parte delantera de la loma San Vicente con un talud en la pendiente, tomado mediante un dron.

Fotografía 5

Parte Inferior de la Loma de San Vicente



Nota: En la fotografía se puede apreciar que existe una extracción de arena en la parte inferior de la loma San Vicente, tomada mediante un dron.

Fotografía 1 Vegetación inclinada



Nota: En la fotografía se puede observar la inclinación que tienen los árboles y la vulnerabilidad que tiene la unidad Educativa.

Fotografía 2

Degaste del suelo



Nota: En la fotografía área se puede observar el degaste del suelo causado por un incendio forestal, tomado mediante un dron.

Fotografía 9

Elaboración de las Encuestas



Nota: En las fotos se puede observar cómo se realizó la encuesta con el fin de obtener información necesaria para el trabajo de investigación.

Anexo 4

Reporte de Turtinin

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**Titulacion_Denis_Rodriguez_25_10_2023
.docx**

AUTOR

Denis Rodríguez

RECuento DE PALABRAS

15482 Words

RECuento DE CARACTERES

86862 Characters

RECuento DE PÁGINAS

112 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.2MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 9, 2023 11:55 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 9, 2023 11:57 AM GMT-5

- **3% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 3% Base de datos de publicaciones

- **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de CrossRef
- Base de datos de trabajos entregados



Resumen

Escaneado con CamScanner

Reporte de similitud

- 10 **Samame Rispa, Anahis. "¿Cantara o cantase?: un estudio sociolingüísti...** <1%
Publication
- 11 **Hernandez Carrizales, Pedro Antonio. "Propuesta de Innovacion para o...** <1%
Publication
- 12 **Riffo Valdebenito, Sebastian Emilio. "El terremoto en las artes visuales ...** <1%
Publication
- 13 **Malca Condor, Jenne Florimer. "Limitaciones que Afrontan las Mujeres...** <1%
Publication
- 14 **González, Karla Isabel Verdugo. "Contribución Para La Implementación...** <1%
Publication
- 15 **Rodriguez Fernandez, Jose Luis. "Participacion de los actores sociales...** <1%
Publication
- 16 **Chavez, Maria Belen Viteri. "Corredor Ecologico do Mangal. Restauo d...** <1%
Publication
- 17 **Campos, Diego Ignacio. "Gestionando La Mega Sequia: Patente Por Us...** <1%
Publication
- 18 **Ramirez Lozano, Julianna Paola. "Gestion de la comunicacion para el e...** <1%
Publication
- 19 **Canchapoma, Anny Miluska Tello. "Factores Que Dificultan El Desarroll...** <1%
Publication
- 20 **Wingo, Scott Caldwell. "New Types of Financing for a New Financier: A ...** <1%
Publication

Descripción general de fuentes

● **3% de similitud general**

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 3% Base de datos de publicaciones

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

- 1 **Uceda Yarango, Adi Yovanny. "Factores que Limitan la Implementacion...** <1%
Publication
- 2 **Proano, Esthela Elizabeth Salazar. "Configuracion De La Nueva orea M...** <1%
Publication
- 3 **Gallardo, Mayra Alexandra Chiluisa | Silva, Joao Pedro Cruz da | Lopez,...** <1%
Publication
- 4 **Zegarra Velasquez, Roberto Luis. "Riesgo y Desarrollo Territorial: Estu...** <1%
Publication
- 5 **Lacerda, Rosane Freire(Sousa Júnior, José Geraldo de). ""Volveré, y Se...** <1%
Publication
- 6 **Fretelli Cristobal, Claudia Sofia. "Características de la lactancia matern...** <1%
Publication
- 7 **Molina, Johan Antonio Pin. "Soluciones Avanzadas Para Construccion...** <1%
Publication
- 8 **Medina Medina, Giancarlo Jonathan. "Procesamiento lector en ninos bi...** <1%
Publication
- 9 **GUERRERO TORRES YOEL RICARDO. "EIA-SD del Proyecto Denominad...** <1%
Publication

Descripción general de fuentes