



UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR

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

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

TEMA:

**“SUSCEPTIBILIDAD ANTE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS Y
ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS EN LA VÍA
CIRCUNVALACIÓN, CANTÓN SAN MIGUEL”**

AUTORES:

RUTH ALICIA BARRIONUEVO ALDAZ

EDISON JAVIER CHILLO BENAVIDES

TUTOR:

ING.CIV. GINO NOBOA FLORES

GUARANDA – ECUADOR

2021-2022

**CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO,
EMITIDO POR EL TUTOR(A)
CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO**

INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR

Guaranda, 16 de marzo de 2022

El suscrito Ingeniero Civil Gino Alonso Noboa Flores, director del Proyecto de Investigación de Pre Grado de la facultad de Ciencias de la Salud y del ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, en la calidad de Docente Tutor.

CERTIFICA

Que el trabajo de titulación: SUSCEPTIBILIDAD ANTE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS Y ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS EN LA VÍA CIRCUNVALACIÓN, CANTÓN SAN MIGUEL., realizado por los señores **RUTH ALICIA BARRIONUEVO ALDAZ y EDISON JAVIER CHILLO BENAVIDES**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, cumple con los lineamientos de la Facultad de Ciencias de la Salud y del ser Humano, Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, mismo que ha sido debidamente revisado y se han incorporado las recomendaciones emitidas en la asesoría. En tal virtud autorizo el trámite legal respectivo para la evaluación y calificación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente.

Ing. 

Ing. Civ. Gino Noboa Flores

Director del proyecto

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de investigación dando primeramente gracias a Dios por permitirme cumplir con un sueño anhelado, a mi esposo Marcelo Montero quien ha sido mi apoyo incondicional en todo momento quien me animo a cumplir con mi sueño, a mis hijos Adrián y Noelia por la paciencia y colaboración que siempre me dieron, a mis padres Luis Barrionuevo y Anita Aldaz quienes me apoyaron, me dieron todos sus consejos de ánimo para que cumpla con lo propuesto, y a toda mi familia por estar siempre animándome para que culmine lo que me propuse y no desmayara en algunos momentos de debilidad.

Ruth Alicia Barrionuevo Aldaz

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por brindarme sabiduría y siempre guiarme en todo momento, de manera muy especial a mis padres Javier Chillo, Leonila Benavides y mi hermano Steven Chillo, por la paciencia y el apoyo que me supieron brindar y a toda mi familia por estar presentes cuando lo necesitaba para poder culminar la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo.

Edison Javier Chillo Benavides

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que con su bendición ha hecho posible que culminen mis estudios, a mi esposo, mis hijos, mis padres y toda mi familia por estar siempre presentes y brindándome su apoyo incondicional para que llegue a culminar con lo propuesto.

También expreso mi gratitud a la Universidad Estatal de Bolívar, institución que lo llevo en mi corazón, a mis docentes de la carrera de Administración para desastres y Gestión de Riesgos quienes nos impartieron sus conocimientos y vivencias en el transcurso de la formación académica, al Ing. Gino Noboa Flores tutor académico del trabajo de investigación por guiarnos con paciencia en el trabajo realizado y a los pares académicos Arq. César Pazmiño y al Dr. Abelardo Paucar por su apoyo.

Ruth Alicia Barrionuevo Aldaz

Agradezco a Dios por su gran bondad, a mis padres por su apoyo incondicional que sin ellos no hubiera sido posible este logro, por siempre haber estado presentes en los buenos y malos momentos de mis estudios tanto como en la vida misma.

Igualmente, el apoyo de nuestro tutor Ing. Gino Noboa Flores y pares académicos Arq. César Pazmiño y Dr. Abelardo, por habernos impartido sus conocimientos y ser partícipes en nuestro proyecto de investigación, guiándonos de la mejor manera para poderlo culminar de una manera exitosa.

Edison Javier Chillo Benavides

AUTORÍA NOTARIADA

UEB
UNIVERSIDAD
ESTATAL DE BOLIVAR

FACULTAD DE
CIENCIAS DE
LA SALUD Y
DEL SER HUMANO

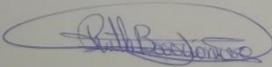
AUTORÍA NOTARIADA

DECLARACIÓN JURAMENTADA

NOTARÍA PRIMERA
Nihil Prius Fidei
CANTÓN CHIMBO - REPÚBLICA DEL ECUADOR

Yo, Barrionuevo Aldaz Ruth Alicia, con cédula de identidad 0201344314, y Chillo Benavides Edison Javier con cédula de identidad 0202287314, estudiantes de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, declaro que el trabajo de titulación denominado **“Susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos y estrategias de reducción de riesgos en la vía Circunvalación, cantón San Miguel”**, es de nuestra autoría, este documento no ha sido presentado previamente, las referencias bibliográficas que se incluyen han sido presentadas con sus respectivos autores.

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de todos los contenidos que me pertenece o parte de los que contiene esta investigación, con fines estrictamente académicos o de investigación


Barrionuevo Aldaz Ruth Alicia
CC. 0201344314


Chillo Benavides Edison Javier
CC. 0202287314

Dirección: Av. Ernesto Che Guevara y Gabriel Secaira
Guaranda-Ecuador
Teléfono: (593) 3220 6059
www.ueb.edu.ec



Factura: 001-002-000020903



20220203001D00221

DILIGENCIA DE RECONOCIMIENTO DE FIRMAS N° 20220203001D00221

Ante mí, NOTARIO(A) GUSTAVO ANTONIO CHAVES CHIMBO de la NOTARÍA PRIMERA, comparece(n) EDISON JAVIER CHILLO BENAVIDES portador(a) de CÉDULA 0202287314 de nacionalidad ECUATORIANA, mayor(es) de edad, estado civil SOLTERO(A), domiciliado(a) en CHIMBO, POR SUS PROPIOS DERECHOS en calidad de COMPARECIENTE; RUTH ALICIA BARRIONUEVO ALDAZ portador(a) de CÉDULA 0201344314 de nacionalidad ECUATORIANA, mayor(es) de edad, estado civil CASADO(A), domiciliado(a) en GUARANDA, POR SUS PROPIOS DERECHOS en calidad de COMPARECIENTE; quien(es) declara(n) que la(s) firma(s) constante(s) en el documento que antecede DECLARACION JURAMENTADA, es(son) suya(s), la(s) misma(s) que usa(n) en todos sus actos públicos y privados, siendo en consecuencia auténtica(s), para constancia firma(n) conmigo en unidad de acto, de todo lo cual doy fe. La presente diligencia se realiza en ejercicio de la atribución que me confiere el numeral noveno del artículo dieciocho de la Ley Notarial -. El presente reconocimiento no se refiere al contenido del documento que antecede, sobre cuyo texto esta Notaria, no asume responsabilidad alguna. - Se archiva un original. CHIMBO, a 27 DE MAYO DEL 2022, (10:34).

EDISON JAVIER CHILLO BENAVIDES
CÉDULA: 0202287314

RUTH ALICIA BARRIONUEVO ALDAZ
CÉDULA: 0201344314

NOTARIO(A) GUSTAVO ANTONIO CHAVES CHIMBO

NOTARIA PRIMERA DEL CANTÓN CHIMBO

DR. ANTONIO CHAVES CHIMBO MSc.

NOTARIO PRIMERO DEL
CANTON - CHIMBO





REPÚBLICA DEL ECUADOR
Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación



Dirección General de Registro Civil,
Identificación y Cedulación

CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD

Número único de identificación: 0201344314

Nombres del ciudadano: BARRIONUEVO ALDAZ RUTH ALICIA

Condición del cedulado: CIUDADANO



Lugar de nacimiento: ECUADOR/BOLIVAR/GUARANDA/GABRIEL
IGNACIO VEINTIMILLA

Fecha de nacimiento: 22 DE MARZO DE 1975

Nacionalidad: ECUATORIANA

Sexo: MUJER

Instrucción: BACHILLERATO

Profesión: ESTUDIANTE

Estado Civil: CASADO

Cónyuge: MONTERO TACO EDWIN MARCELO

Fecha de Matrimonio: 1 DE SEPTIEMBRE DE 1995

Datos del Padre: BARRIONUEVO SOLORZANO LUIS

Nacionalidad: ECUATORIANA

Datos de la Madre: ALDAZ ANITA ISABEL

Nacionalidad: ECUATORIANA

Fecha de expedición: 18 DE SEPTIEMBRE DE 2013

Condición de donante: SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 27 DE MAYO DE 2022

Emisor: GUSTAVO ANTONIO CHAVEZ CHIMBO - BOLIVAR-CHIMBO-NT 1 - BOLIVAR - CHIMBO



N° de certificado: 221-718-09558



221-718-09558

Ing. Fernando Alvear C.

Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación

Documento firmado electrónicamente



La institución o persona ante quien se presente este certificado deberá validarlo en: <https://virtual.registrocivil.gob.ec>, conforme a la LOGIDAC Art. 4, numeral 1 y a la LCE. Vigencia del documento 1 validación o 1 mes desde el día de su emisión. En caso de presentar inconvenientes con este documento escriba a enlinea@registrocivil.gob.ec



REPÚBLICA DEL ECUADOR
Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación



Dirección General de Registro Civil,
Identificación y Cedulación

CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD

Número único de identificación: 0202287314

Nombres del ciudadano: CHILLO BENAVIDES EDISON JAVIER

Condición del cedulado: CIUDADANO

Lugar de nacimiento: ECUADOR/BOLIVAR/CHIMBO/ASUNCION

Fecha de nacimiento: 26 DE MARZO DE 1998

Nacionalidad: ECUATORIANA

Sexo: HOMBRE

Instrucción: BACHILLERATO

Profesión: BACHILLER

Estado Civil: SOLTERO

Cónyuge: No Registra

Fecha de Matrimonio: No Registra

Datos del Padre: CHILLO VARGAS JAVIER EUDORO

Nacionalidad: ECUATORIANA

Datos de la Madre: BENAVIDES V LEONILA JOSEFINA

Nacionalidad: ECUATORIANA

Fecha de expedición: 22 DE SEPTIEMBRE DE 2016

Condición de donante: SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 27 DE MAYO DE 2022

Emisor: GUSTAVO ANTONIO CHAVEZ CHIMBO - BOLIVAR-CHIMBO-NT 1 - BOLIVAR - CHIMBO



N° de certificado: 223-718-09519



223-718-09519

F. Alvear

Ing. Fernando Alvear C.

Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación
Documento firmado electrónicamente



La institución o persona ante quien se presente este certificado deberá validarlo en <https://virtual.registrocivil.gob.ec>, conforme a la LOGIDAC Art. 4, numeral 1 y a la LCE.
Vigencia del documento 1 validación o 1 mes desde el día de su emisión. En caso de presentar inconvenientes con este documento escriba a enlinea@registrocivil.gob.ec

REPÚBLICA DEL ECUADOR
DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL
IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN

CÉDULA DE CIUDADANÍA
N. 020228731-4

APellidos y Nombres
**CHILLO BENAVIDES
EDISON JAVIER**

LUGAR DE NACIMIENTO
**BOLIVAR
CHIMBO
ASUNCIÓN**

FECHA DE NACIMIENTO **1998-03-26**
NACIONALIDAD **ECUATORIANA**
SEXO **HOMBRE**
ESTADO CIVIL **SOLTERO**

INSTRUCCIÓN BACHILLERATO PROFESIÓN / OCUPACIÓN BACHILLER

V3343V2222

APellidos y Nombres del Padre
CHILLO YARGAS JAVIER EUDORO

APellidos y Nombres de la Madre
BENAVIDES Y LEONILA JOSEFINA

LUGAR Y FECHA DE EXPEDICIÓN
**GUARANDA
2016-09-22**

FECHA DE EXPIRACIÓN
2026-09-22

CERTIFICADO DE VOTACIÓN: 11 ABRIL 2021

PROVINCIA **BOLIVAR**

CIRCUNSCRIPCIÓN:
CANTÓN: **CHIMBO**

PARROQUIA: **ASUNCIÓN**

ZONA:

JUNTA No. **0001 MASCULINO**

CHILLO BENAVIDES EDISON JAVIER



NOTARÍA PRIMERA DEL CANTÓN CHIMBO
Es fiel fotocopia del documento original que me fue presentado y devuelto al interesado en fojas útiles.

Chimbo, a 27 MAY 2021

DR. ANTONIO CHAVES CH.
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN CHIMBO

REPÚBLICA DEL ECUADOR
DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL
IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN

CÉDULA DE CIUDADANÍA
N. 020134431-4

APellidos y Nombres
**BARRIONUEVO ALDAZ
RUTH ALICIA**

LUGAR DE NACIMIENTO
**BOLIVAR
GUARANDA
GABRIEL I VENTIMILLA**

FECHA DE NACIMIENTO **1975-03-22**
NACIONALIDAD **ECUATORIANA**
SEXO **F**
ESTADO CIVIL **CASADA**
**EDWIN MARCELO
MONTERO TACO**

INSTRUCCIÓN BACHILLERATO PROFESIÓN / OCUPACIÓN ESTUDIANTE

E3333I2222

APellidos y Nombres del Padre
BARRIONUEVO SOLORZANO LUIS

APellidos y Nombres de la Madre
ALDAZ ANITA ISABEL

LUGAR Y FECHA DE EXPEDICIÓN
**GUARANDA
2013-09-18**

FECHA DE EXPIRACIÓN
2023-09-18

REPÚBLICA DEL ECUADOR - 5716123

CERTIFICADO DE PAGO DE IMPORTE

020134431-4 PAGO DE 35187266

BARRIONUEVO ALDAZ RUTH ALICIA

EUROPA ASIA Y OCEANIA ESPAÑA

C. E. EN MADRID MADRID

USD. 0

DELEGACION PROVINCIAL DE BOLIVAR - 0014 19

6419354 09/07/2021 11:46:20

6419354

TEMA

“SUSCEPTIBILIDAD ANTE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS Y
ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS EN LA VÍA
CIRCUNVALACIÓN, CANTÓN SAN MIGUEL”

Índice de Contenido

CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR(A)	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
AUTORÍA NOTARIADA	5
TEMA	10
RESUMEN EJECUTIVO	17
ABSTRACT	18
INTRODUCCIÓN	20
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA	22
1.1. Planteamiento del Problema	22
1.2. Formulación del Problema	23
1.3. Objetivos	23
1.3.1. Objetivo General	23
1.3.2. Objetivos Específicos	23
1.4. Justificación de la Investigación	23
1.5. Limitaciones	25
2.1. Localización y contexto del área de estudio	25
2.1.1. Aspectos físicos de la vía Circunvalación, cantón San Miguel	27
2.1.2. Aspectos sociales de la vía Circunvalación, cantón San Miguel	28
2.2. Antecedentes de la Investigación	29
2.3. Bases Teóricas	38
2.3.1. Deslizamientos	38
2.3.2. Partes de un Deslizamiento	38
2.3.3. Clasificación de movimiento en masa	40
2.3.4. Causas más frecuentes por las que ocurren deslizamientos	43
2.3.5. Taludes	45

2.3.6. Métodos para el análisis de la estabilidad de un talud.....	48
2.3.7. Soluciones para estabilidad de taludes	49
2.4. Marco Legal.....	51
2.5. Definición de Términos (Glosario)	61
2.6. Sistemas de Variables	64
2.7. Matriz de operacionalización de variables	65
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO	76
3.1. Nivel de Investigación	76
3.2. Diseño	87
3.3. Población y Muestra	88
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	88
3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos para cada uno de los objetivos específicos	89
CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	91
4.1. Resultados según objetivo 1: Identificar factores y niveles de amenaza de deslizamientos en la vía Circunvalación, cantón San Miguel	91
4.1.1. Factor Pendiente.....	91
4.1.2. Factor Geología-Litología.....	93
4.1.3. Factor Geomorfología	95
4.1.4. Factor Cobertura Vegetal.....	97
4.1.5. Factor Sismos.....	99
4.1.6. Factor Precipitación	101
4.2. Resultados según objetivo 2: Analizar el grado de estabilidad de los taludes situados en la vía Circunvalación, cantón San Miguel	105
4.3. Resultados según objetivo 3: Establecer estrategias de reducción de riesgos ante el evento de deslizamientos en el área de estudio	125
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	136

5.1. Conclusiones	136
5.2. Recomendaciones	138
6. BIBLIOGRAFÍA	139
7. ANEXOS	144
7.1. Anexo 1 Metodologías utilizadas para el desarrollo del trabajo de investigación	144
7.2. Anexo 2 Curvas de nivel y líneas de medición trazadas a lo largo de los taludes para la obtención de los puntos de medición en longitud (x) y altitud (z)	158
7.3. Anexo 3. Procesamiento del software geotécnico Geo 5 basado en el talud1	159
7.4. Anexo 4 Archivo Fotográfico	177
7.5. Anexo 5 Aspectos admirativos del trabajo de titulación	181
8. Cronograma de actividades desarrolladas en el proyecto de investigación	182

Índice de Tablas

Tabla 1. Susceptibilidad a movimientos en masa en el cantón San Miguel de Bolívar.....	37
Tabla 2. Variable Independiente: Susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos	65
Tabla 3. Variable Dependiente: Estrategias de reducción de riesgos	70
Tabla 4. Factor condicionante: Pendiente	78
Tabla 5. Factor condicionante: Geología-Litología	78
Tabla 6. Factor condicionante: Geomorfología.....	80
Tabla 7. Factor condicionante: Cobertura vegetal	81
Tabla 8. Factor detonante: Sismicidad	81
Tabla 9. Factor detonante: Precipitación.....	82
Tabla 10. Criterios de valoración de la amenaza de deslizamientos.....	83
Tabla 11. Criterios de valoración del grado de estabilidad de los taludes	87
Tabla 12. Descripción de la Pendiente	91
Tabla 13. Descripción de la Geología-Litología	93
Tabla 14. Descripción de la Geomorfología	95
Tabla 15. Descripción de la Cobertura Vegetal	97
Tabla 16. Descripción de la Sismicidad	99
Tabla 17. Descripción de la Precipitación.....	101
Tabla 18. Niveles de amenaza de deslizamientos en la vía Circunvalación, cantón San Miguel.....	103
Tabla 19. Resultados del grado de estabilidad de los taludes situados en la vía Circunvalación, cantón San Miguel	106
Tabla 20. Grado de estabilidad de los taludes en la vía Circunvalación, cantón San Miguel	122
Tabla 21. Plan de acción de reducción de riesgos a nivel institucional en la Vía Circunvalación, cantón San Miguel	128
Tabla 22. Estrategias de reducción de riesgos (Medidas Estructurales y no Estructurales).....	134

Índice de Figuras

Figura 1. Efectos directos e indirectos derivados de la ocurrencia de los deslizamientos de tierra.....	38
Figura 2. Partes de un deslizamiento	40
Figura 3. Caída de roca	40
Figura 4. Deslizamiento rotacional	41
Figura 5. Deslizamiento de traslación.....	41
Figura 6. Esquema de una extensión lateral.....	42
Figura 7. Materiales en una avalancha.....	43
Figura 8. Indicadores que indican la presencia de un movimiento superficial (creep)	47
Figura 9. Ejemplos de selección de solución para estabilidad de taludes.....	49
Figura 10. Metodologías utilizadas para el trabajo de investigación	77
Figura 11. Representación gráfica del método de Bishop	84
Figura 12. Factor de seguridad según el método de Bishop	84
Figura 13. Gestión de riesgos y sus etapas.....	127

Índice de Mapas

Mapa 1. Mapa de localización de la vía Circunvalación, cantón San Miguel .	26
Mapa 2. Mapa de Pendiente de la vía Circunvalación, cantón San Miguel	92
Mapa 3. Mapa de Geología-Litología de la vía Circunvalación, cantón San Miguel	94
Mapa 4. Mapa de Geomorfología de la vía Circunvalación, cantón San Miguel	96
Mapa 5. Mapa de Cobertura Vegetal de la vía Circunvalación, cantón San Miguel	98
Mapa 6. Mapa de Sismicidad de la vía Circunvalación, cantón San Miguel .	100
Mapa 7. Mapa Precipitación de la vía Circunvalación, cantón San Miguel ..	102
Mapa 8. Mapa de Susceptibilidad a deslizamientos de la vía Circunvalación, cantón San Miguel.....	104
Mapa 9. Mapa de grados de estabilidad de los taludes en la Vía Circunvalación, cantón San Miguel.....	123

RESUMEN EJECUTIVO

El cantón San Miguel de Bolívar cuenta con una vía principal estatal la E491 que conecta la sierra con la costa, la vía denominada circunvalación es objeto de estudio por su irregularidad lateral del terreno. Debido a la expansión urbana la vía prácticamente se encuentra atravesando el centro urbano del cantón por esta razón se ha escogido para realizar el análisis de un tramo de la vía que comprende desde el Choclo hasta el monumento al Labrador con las siguientes coordenadas geográficas 717991,317 – 9811385,936 metros hasta 718125,153 – 9811191,873 metros con una extensión de 23.4413 m², donde existe lugares de probabilidad a deslizamientos de tierra, por lo que es necesario estabilizar los taludes, y muy importante realizar un análisis del área establecido para identificar y evaluar la susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos y establecer estrategias de reducción de riesgos en la vía.

Para el presente estudio se utilizó la metodología de Mora Vahrson y Paucar 2016, se identificó los factores y niveles de amenaza de deslizamientos en la vía tomando en cuenta los factores condicionantes y detonantes a través del método estadístico para obtener los resultados cualitativos y cuantitativos, y el método heurístico basado en criterios de profesionales donde a través de indicadores podemos establecer los niveles de la amenaza, y procesar la información en el programa Arc Gis para obtener los mapas de niveles de amenaza, lo cual da como resultados un nivel de amenaza a deslizamientos alta.

Para analizar la estabilidad de los taludes se utilizó el software GEO5, a través del método Bishop (optimización) del mismo programa, donde se procesa la información obtenida, como es el tipo de suelo limo arenoso, un factor de seguridad de 1,60, y un coeficiente sísmico horizontal de 0,26, además los taludes fueron digitalizados con puntos en longitud (x) y altitud (z) tomados en campo y por medio de curvas de nivel y líneas de medición trazadas a lo largo de las mismas, utilizando los programas Google Earth y Arc Gis respectivamente, obteniendo como resultados taludes inestables.

Para establecer las estrategias de reducción de riesgos ante el evento de deslizamientos se toma en cuenta los análisis realizados y se enfoca principalmente en las áreas más susceptibles a la amenaza, se proponen las

estrategias de reducciones de riesgos preventivas, correctivas, reactivas, para evitar eventos que causan pérdidas humanas, estructurales, económicas y ambientales a la población.

Para evitar los deslizamientos en la zona de estudio, es necesario que los organismos o entes rectores encargados del manejo del cantón, realicen gestiones en busca de soluciones al problema presente. El trabajo realizado es de vital importancia, ya que los resultados obtenidos sirven como antecedente para que puedan realizar un estudio más amplio donde incluya un levantamiento topográfico de la zona, para aplicar las medidas necesarias para estabilizar los taludes en la vía circunvalación del cantón San Miguel de Bolívar.

ABSTRACT

The canton of San Miguel de Bolívar has a main state road the E491 that connects the mountains with the coast, the road called the ring road is the object of study for its lateral irregularity of the terrain. Due to the urban expansion the road is practically crossing the urban center of the canton for this reason it has been chosen to carry out the analysis a section of the road that includes from the Corn to the monument to the Labrador with the following geographical coordinates 717991,317 – 9811385,936 meters to 718125,153 – 9811191,873 meters with an extension of 23,4413 m², where there are places of probability to landslides, so it is necessary to stabilize the slopes, and very important to carry out an analysis of the established area to identify and evaluate the susceptibility to the threat of landslides and establish risk reduction strategies on the road.

For the present study, the methodology of Mora Vahrson and Paucar 2016 was used, the factors and levels of threat of landslides on the road were identified, taking into account the conditioning and triggering factors through the statistical method to obtain qualitative and quantitative results, and the heuristic method based on professional criteria where through indicators we can establish the levels of the threat, and process the information in the Arc Gis program to obtain the maps of threat levels, which results in a high threat level to landslides.

To analyze the stability of the slopes, the GEO5 software was used, through the Bishop method (optimization) of the same program, where the information obtained is processed, such as the type of sandy silt soil, a safety factor of 1,60,

and a horizontal seismic coefficient of 0,26, in addition the slopes were digitized with points in length (x) and altitude (z) taken in the field and by means of contour lines and measurement lines traced along them, using the programs Google Earth and Arc Gis respectively, obtaining as results unstable slopes.

To establish the risk reduction strategies in the event of landslides, the analyses carried out are taken into account and focus mainly on the area's most susceptible to the threat, preventive, reactive, corrective risk reduction strategies are proposed to avoid events that cause human, structural, economic and environmental losses to the population.

To avoid landslides in the study area, it is necessary that the agencies or governing bodies in charge of the management of the canton, carry out efforts in search of solutions to the present problem. The work carried out is of vital importance, since the results obtained serve as a precedent so that they can carry out a broader study where it includes a topographic survey of the area, to apply the necessary measures to stabilize the slopes in the ring road of the San Miguel de Bolívar canton.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Estatal de Bolívar a través de sus estudiantes en Gestión de Riesgos de Desastres, generan productos investigativos para sus procesos de titulación académica, trabajos que sirven de precedente para ampliar estudios más específicos enfocados a la amenaza que presentan, donde se pone en práctica todos los conocimientos adquiridos durante su formación tanto teóricos como prácticos, para una toma de decisiones ante la amenaza que pone en peligro principalmente las vidas humanas, materiales, ambientales y económicos.

La Reducción de Riesgo de Desastres, forma parte de la estrategia mundial para garantizar los procesos de desarrollo local, regional, estatal y global hasta el año 2030, la definición de siete objetivos mundiales y cuatro prioridades de acción, determinan la responsabilidad que deben asumir los administradores territoriales; la finalidad es, garantizar resiliencia económica, social y estructural en cada uno de sus espacios geográficos (ONU, 2015).

En las circunscripciones territoriales, se identifican diferentes tipos de actores locales, los cuales deben favorecer positivamente para alcanzar los objetivos mundiales y las prioridades de acción, somos conscientes que uno de estos actores fundamentales es la academia, quienes a través de sus procesos de formación, gestión e investigación, deben contribuir efectivamente al conocimiento sobre gestión de riesgos, el cual coadyuve a minimizar los impactos negativos que se generan de los eventos peligrosos.(Reyes Rivero et al., 2017)

Para el presente trabajo de investigación, se analiza el problema para delimitar el área de estudio y su ubicación geográfica, y mediante la metodología combinada de Mora Vahrson y Paucar 2016, se puede medir el nivel de la amenaza de deslizamiento de la vía circunvalación de San Miguel de Bolívar, a través de identificar los factores condicionantes y detonantes como son la pendiente, geología/litología, geomorfología, cobertura vegetal, sismicidad y precipitaciones, una vez obtenidos los datos se procede a procesar la información para obtener los mapas de amenaza.

Después de analizar la amenaza se procede a analizar el grado de susceptibilidad de los taludes de la zona de estudio para obtener los datos de falla o línea de corte, para lo cual es necesario contar con el tipo de suelo, factor de seguridad, coeficiente de sismicidad, curvas de nivel, para digitalizar los puntos en longitud (x) y altitud (z) tomados en campo y a través del software Geo 5 obtenemos los resultados de los taludes analizados.

Una vez que se obtenga los resultados del estudio se analiza si es necesario tomar medidas de prevención para la cual se establecen estrategias de reducción de riesgos para mitigar los posibles daños que puedan causar al suscitar un deslizamiento.

Los diferentes análisis permitirán establecer un rango de estimación y susceptibilidad de la amenaza estudiada, será un cuadro relevante y valorativo para la administración local como parte del desarrollo y la planificación territorial (Mateo Rodríguez, 2016)

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El cantón San Miguel de Bolívar, por sus características topográficas y su relieve irregular que presenta se encuentra expuesta a diferentes amenazas naturales y antrópicas, entre ellas tenemos los movimientos de remoción en masa que son provocados por la acumulación de agua a causa de las fuertes precipitaciones principalmente en la época invernal.

Los relieves tienen relación con las pendientes y en el cantón San Miguel la mayoría tiene declives con rangos desde 12-30% que se consideran pendientes altas, y su extensión es de 40.185,45 hectáreas, mientras que el 27% de la extensión del cantón tienen pendientes que están en un rango de 3 – 12%, que se caracterizan por considerarse pendientes medianas, por lo que en general el cantón tiene depresiones muy pronunciadas. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023).

Los movimientos en masa dentro del cantón son de alta susceptibilidad debido a su topografía irregular y a los suelos volcánicos poco consolidados, lo que en períodos de mayores precipitaciones existe mayor probabilidad de amenazas con deslaves. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023) La susceptibilidad a la amenaza de deslizamientos en la vía circunvalación del cantón San Miguel se ha visto afectada por presentar un suelo volcánico inestable, lo que le hace vulnerable a sufrir derrumbes, que provoca afectaciones a la vía, siendo esta una vía principal que conecta la sierra con la costa por donde circular vehículos de transporte público, livianos y de carga.

Por otro lado, no se pudo identificar estudios ni planes de contingencia para el manejo de riesgos naturales. Tampoco existen estrategias para prevenir el desplazamiento de personas debido a la desertificación y la degradación de la tierra. En todo caso, si eventualmente sucede algún evento de este tipo, se requerirá de procesos de coordinación para la gestión de las tierras y de los recursos hídricos, para proteger el suelo de la erosión, la salinización y otras formas de degradación. La protección de la cubierta vegetal puede tener un papel relevante en la protección del suelo contra la erosión del viento y del agua. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

La actividad antrópica en la construcción de vías, carreteras, autopistas, hace que se altere la estabilidad de la superficie natural del terreno, dando paso a superficies artificiales a las cuales se les llama cortes, esto provoca la inestabilidad del talud y acompañado de las vibraciones constantes a causa del tránsito vehicular, las fuertes lluvias y los sismos el terreno se vuelve frágil provocando los deslizamientos de tierra, que en ocasiones y dependiendo de la magnitud del deslizamiento afecta a la vía la cual se debe cerrar al tránsito para salvaguardar la integridad y la vida de las personas.

Por lo general los deslizamientos se repiten en los lugares donde ya han sucedido estos eventos por lo que es muy necesario mejorar las capacidades de respuesta, para atender la emergencia.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuáles son los factores que inciden en la susceptibilidad de la amenaza de deslizamientos y cuáles son las estrategias de reducción de riesgos en la vía circunvalación del cantón San Miguel de Bolívar?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- ✚ Evaluar la susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos para el establecimiento de estrategias de reducción de riesgos en la vía Circunvalación, cantón San Miguel.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✚ Identificar factores y niveles de amenaza de deslizamientos en la vía Circunvalación, cantón San Miguel.
- ✚ Analizar el grado de estabilidad de los taludes situados en la vía Circunvalación, cantón San Miguel.
- ✚ Establecer estrategias de reducción de riesgos ante el evento de deslizamientos en el área de estudio.

1.4. Justificación de la Investigación

Los deslizamientos son amenazas de origen natural, que afectan gravemente el territorio a nivel nacional, regional y local, los cuales cuando se materializan son un tipo de corrimiento o movimiento en la masa de la tierra, lo que provoca

la inestabilidad de un talud y deslizándose a una zona estable, a través de una superficie pequeña de terreno, que genera graves afectaciones de diversa intensidad, como son muertes de personas, daños a los servicios básicos, infraestructuras y en el ambiente, los cuales pueden generar nuevos riesgos.

En la sección novena del Régimen del Buen Vivir de la Constitución de la República del Ecuador enmarca a la Gestión de riesgos como el ente rector para la protección y reducción de riesgos de desastres en sus “Art 389 y 390”. (Asamblea Constituyente, 2008)

En el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD) Art. 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos.- 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 cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley. (COOTAD, 2010)

El presente proyecto de investigación denominado **“Susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos y estrategias de reducción de riesgos en la vía Circunvalación, cantón San Miguel ”** está encaminado a la evaluación y reducción de riesgos, siendo de vital importancia minimizar notablemente los niveles de exposición a deslizamientos, e implementar estrategias de reducción ante la amenaza existente para un total de 8773 habitantes, que serán beneficiarios en la vía Circunvalación del cantón San Miguel.

La aplicación de las metodologías Mora Vahrson, Paucar, 2016 y el software GEO5, ayudaran a identificar zonas potencialmente susceptibles a deslizamientos y el grado de estabilidad de taludes, lo que permite generar estrategias de reducción de riesgos, constituyendo el presente estudio un gran aporte para la academia y la sociedad, para la realización de futuros proyectos de diversa índole en el sector de estudio.

1.5. Limitaciones

En el desarrollo de nuestro proyecto de investigación se encontraron las siguientes limitaciones:

- Deficiente información bibliográfica disponible del sector de estudio, para la realización del presente proyecto de investigación
- Limitada información cartográfica a detalle de las variables de estudio a nivel local para la realización de mapas en base a la amenaza existente.
- Deficientes estudios técnicos realizados en base a la reducción de la amenaza existente.
- Debido al Covid 19 las instituciones públicas y privadas han limitado su atención al público, acogiéndose al teletrabajo, medidas tomadas para evitar posibles contagios, motivo por el cual se ha limitado el recabar información tanto a nivel institucional como el acercamiento a la población, para evitar posibles contagios.

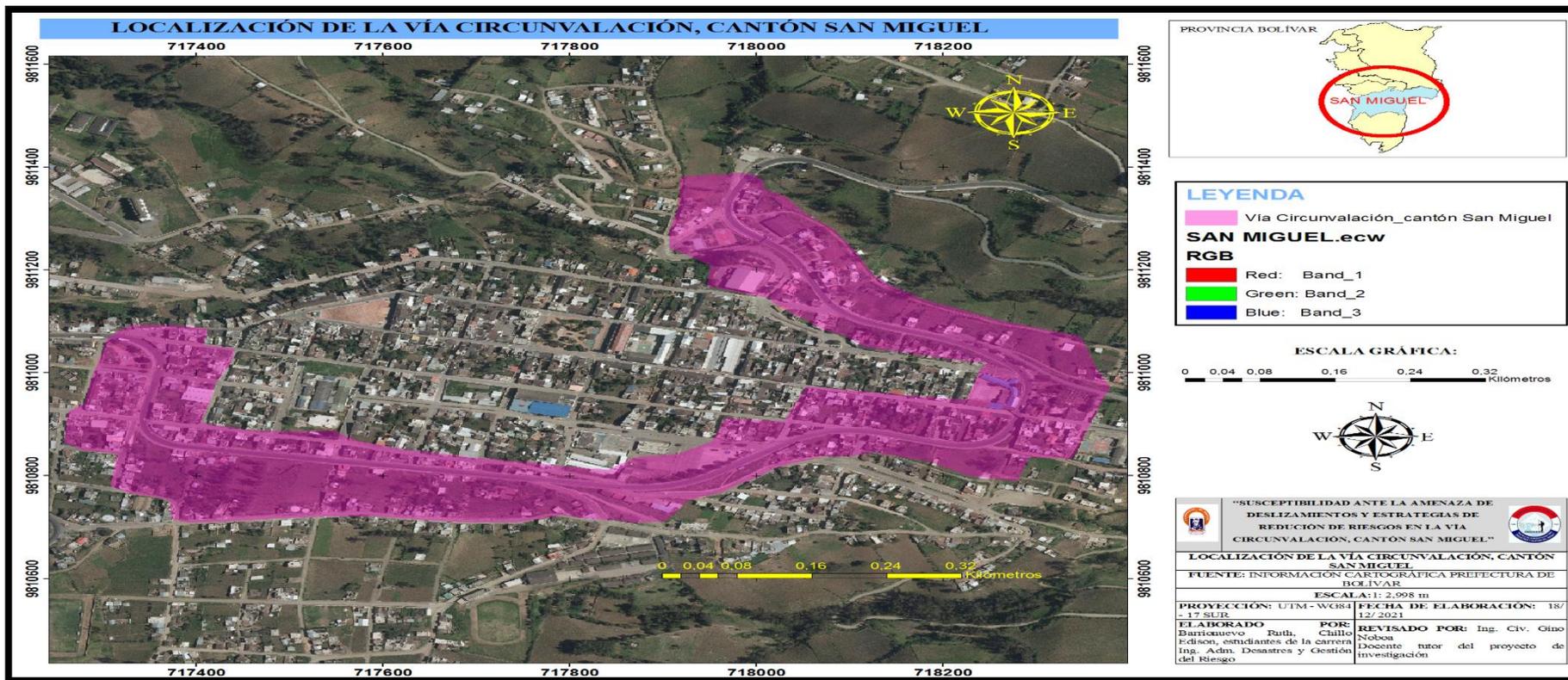
Para el presente trabajo de investigación, se lo realizó con visitas de campo donde se aplicó la observación directa, también se dialogó con algunos moradores de la zona donde nos facilitaron información de acontecimientos suscitados y se revisó información que está en medios digitales.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Localización y contexto del área de estudio

El área de estudio para el presente proyecto de investigación, comprende la vía Circunvalación del cantón San Miguel, ubicada en la provincia Bolívar, Cantón San Miguel, parroquia San Miguel la misma inicia como referencia desde el ingreso al parque infantil San Miguel de Bolívar, hasta el sector el Labrador y abarca un área de 234413 m². Mapa 1

Mapa 1. Mapa de localización de la vía Circunvalación, cantón San Miguel



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2021

2.1.1. Aspectos físicos de la vía Circunvalación, cantón San Miguel

Los principales sitios en los que se detecta afectación por fenómenos de remoción en masa son la Vía Chimbo-San Miguel, por la presencia de zona de pendientes abruptas, conos de tierra al pie del talud y sembríos en partes superiores de deslizamientos. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

Pendiente

La clasificación de las pendientes que posee el cantón San Miguel, se determina que el 65,35% del suelo está conformado por pendientes abruptas, montañoso mayor al 70% repartidas en todo el territorio, y en un 25,08% las pendientes del territorio son muy fuertes, escarpado 50-70% y en un mínimo porcentaje corresponde a pendientes del 25 al 5%, por lo que podemos concluir que el 90% del territorio está en una zona de pendientes muy pronunciadas. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

Geología

En el cantón San Miguel se puede evidenciar afloramiento de roca poco consolidada, bien fracturada, diaclasada; presencia de procesos erosivos de alto grado (eólica, hídrica), alto grado de meteorización. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

Geomorfología

La geomorfología que presenta el territorio, está conformada por cerros de mediana altura con fuertes pendientes, las rocas presentan un comportamiento mecánico corriente que, en combinación con otros factores como la deforestación, la pendiente y los severos fenómenos meteorológicos afectan el territorio conforman las causas fundamentales para el desarrollo de los deslizamientos. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

Uso del suelo y cobertura vegetal

El 80% de la tierra o suelo es utilizado para fines agrícolas con una extensión de 47.519,99 hectáreas, un 14% es Bosque Nativo con 8.375,45 ha, el 3% páramo con 1966,33 ha, y un 0,36% corresponde a plantaciones forestales con 212,93 ha. Se hizo una comparación del uso de la tierra para actividades agropecuarias

en el 2016, evidenciándose una diferencia de 311,273 hectáreas, lo que refleja la expansión de la frontera agrícola. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

Precipitaciones

Las precipitaciones anuales fluctúan entre 500 y 2.000 mm y están repartidas en dos estaciones lluviosas, de febrero a mayo y en octubre-noviembre. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

Sismicidad

En relación a los riesgos sísmicos, el cantón está situado en una zona de alta a muy alta de intensidad sísmica, donde 9486,86 ha de extensión están en una zona alta de intensidad sísmica, y 49187,93 ha están en una zona de muy alta intensidad sísmica. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

2.1.2. Aspectos sociales de la vía Circunvalación, cantón San Miguel.

Principales actividades económico productivas

En primer lugar, el cantón posee una preponderancia de las actividades agrícolas y pecuarias, casi un tercio del total de su producción anual. En segundo lugar, las otras actividades privadas generadoras de valor agregado, como por ejemplo las actividades profesionales, transporte y comunicaciones, financieras, manufactura, son sumamente pequeñas; solo la actividad comercial tiene relativa importancia. En tercer lugar, actividades de servicios públicas como la enseñanza, la salud y la propia administración pública tienen gran importancia en la actividad económica cantonal (casi el 33%). En cuarto lugar, la manufactura es escasa en el cantón. En resumen, se puede sostener que el cantón sustenta su valor agregado, y por lo tanto su ingreso, esencialmente en la agricultura, servicios públicos, comercio y construcción. El resto de actividades económicas son marginales. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

Infraestructura y servicios

Edificaciones, Infraestructura Pública y Privada: en el centro histórico (declarado como Patrimonio Cultural) de la ciudad de San Miguel, la mayor parte de construcciones, son estructuras de adobe, tapial, entre 50 a 100 años, en este sector se concentra las edificaciones públicas como el GAD cantonal, instituciones públicas, entre otras, además se ubica la actividad comercial,

financiera y de servicios (hoteles, restaurantes), a pesar que no se dispone de estudios a detalle, sin embargo se podría considerar que la mayor parte de edificaciones no cumplen las normas sismo resistentes, dadas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción. Los componentes de captación, conducción planta de distribución (ciudad de San Miguel) que están situados en zonas de susceptibilidad a movimientos en masa. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

El PDOT 2020 – 2023 del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Bolívar indica que el sistema de infraestructura de agua potable y alcantarillado ya contaba con una antigüedad de más 25 años, siendo necesario el reemplazo de infraestructura para estos dos servicios por cumplir su vida útil. Las áreas urbanas consolidadas tienen un alto porcentaje de cobertura de servicios básicos, pero la calidad de estos servicios no es la mejor. En lo que se refiere a la Parroquia Central, las redes tanto de agua potable como alcantarillado son muy antiguas, por lo tanto, requieren ser reemplazadas (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

2.2. Antecedentes de la Investigación

Análisis integral del riesgo a deslizamientos e inundaciones en la microcuenca del río Gila, Honduras

Esta investigación se realizó en la microcuenca del río Gila, Copán, Honduras, con el fin de precisar la vulnerabilidad a deslizamientos e inundaciones. La metodología incluyó la determinación de la vulnerabilidad global, la identificación participativa de amenazas mediante mapeo comunitario, la identificación de áreas críticas y estimación del riesgo a deslizamientos e inundaciones mediante modelación hidrológica e hidráulica, la integración espacial de la vulnerabilidad y las áreas críticas, la jerarquización de zonas con mayor riesgo y la propuesta de lineamientos y acciones concretas para la prevención de desastres. (Salgado, Velásquez, & Faustino., 2005)

La microcuenca presenta una vulnerabilidad alta para ambas amenazas analizadas (inundaciones 64,6% y deslizamientos 68,6%). Los componentes técnicos, institucionales y educativos presentaron los valores más altos. El mapeo comunitario del riesgo mostró bastante similitud con lo elaborado por SIG. La principal diferencia fue que los habitantes marcaron lugares muy puntuales donde el efecto era muy visible o actual; el SIG, en cambio, permite

definir otras zonas que no se pueden determinar a simple vista. Se recomienda la implementación de un programa de prevención de desastres y gestión del riesgo basado en el apoyo a iniciativas que propicien los cambios estructurales y culturales necesarios para el fortalecimiento institucional en la gestión del riesgo, ordenamiento del territorio y manejo de cuencas. (Salgado, Velásquez, & Faustino., 2005)

Estudio de Vulnerabilidad ante Deslizamientos de Tierra en la Microcuenca Las Marías. Telica, León (Nicaragua)

Actualmente en Nicaragua se han venido realizando estudios sobre este tema con el objetivo fundamental de salvar las vidas de los pobladores que habitan en las comunidades más pobres y que se encuentran vulnerables a sufrir estragos por desastres naturales. Este estudio fue realizado en la microcuenca Las Marías, municipio de Telica, León, con el objetivo de elaborar mapas indicativos de amenazas por deslizamientos de tierra, se utilizó el método Heurístico geomorfológico. Método que consiste en realizar análisis espacial de coberturas temáticas (edáficos, geológicos, climáticos, y antrópicos) con el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). (Pérez Rolando. & Rojas José., 2005)

Durante el proceso se generó como uno de los resultados un mapa de erosión de la microcuenca, que vino a formar parte de las coberturas que fueron calificadas de acuerdo a cinco niveles basados por aporte a los fenómenos de deslizamientos de tierra (desde muy bajo hasta muy alto), de manera que al ser superpuestas se obtuvo un mapa de factores intrínsecos (susceptibilidad) y un mapa de factores extrínsecos (detonantes), la superposición de estos últimos permitió obtener el mapa de amenaza relativa por fenómenos de deslizamientos de tierra, en donde se encontró que el área más peligrosa corresponde al cerro Loma de Ojo de Agua, debido a que muy cerca de él habitan las comunidades de Pozo Viejo y Ojo de Agua, a su vez en este mapa se puede corroborar los puntos de GPS de los deslizamientos ocurridos durante el huracán Mitch (1998). Por otro lado los resultados obtenidos permiten ver que los factores que más han incidido en aumentar la vulnerabilidad a los deslizamientos son la geología, el grado de erosión, la pendiente del terreno y la incidencia antrópica reflejada en los altos conflictos de uso de la tierra. (Pérez Rolando. & Rojas José., 2005)

Susceptibilidad a deslizamientos en la carretera Jipijapa –Puerto Cayo

Los deslizamientos son movimientos de masas de suelo o roca que se deslizan, cuando el material deslizado no alcanza el equilibrio al pie de la ladera, la masa puede seguir en movimiento a lo largo de cientos de metros y alcanzar velocidades muy elevadas; al evaluar la susceptibilidad a deslizamientos en la carretera Jipijapa-Puerto Cayo teniendo en cuenta la composición y el grado de meteorización de los suelos y las rocas, el clima, la deforestación y las pendientes de taludes en la carretera, se utilizó la metodología con investigación descriptiva, los métodos de campo y bibliográfico y como método científico la observación de la situación actual de la carretera, en zonas con derrumbes y deslizamientos de suelo y rocas.

Los resultados permiten concluir que las zonas susceptibles a deslizamientos es el Cerro de Joa que comprende el tramo uno, dos y tres; por presentar una explotación irracional de material pétreo. Además, en otros tramos, existen derrumbes de rocas porque se meteorizan por acción de las lluvias y el viento y son removidas por tráfico pesado, estas caen en cunetas o carpeta asfáltica obstaculizando el normal tránsito vehicular. Las rocas meteorizadas están en diferentes tramos, la altura de talud está entre 290 y 477 msnm, existiendo una distancia del derrumbe o deslizamiento desde 3,50 m hasta llegar a la carretera obstaculizando el normal flujo vehicular, esto fortalecido por la deforestación que existen en los cerros identificados en 17 tramos evaluados y las pendientes de taludes están entre 66 y 90°. (López, 2017)

Identificación de amenaza por deslizamientos de tierra mediante información geo-espacial en el cantón Ibarra-Ecuador

El objetivo fue determinar la amenaza a deslizamientos de tierra en el cantón Ibarra, para lo cual se utilizó Sistemas de Información Geográfica (SIG), además, de analizar factores condicionantes (susceptibilidad) y detonantes (disparadores), mediante la metodología de Mora-Vahrson modificada.

Para la elaboración del estudio se utilizó información geoespacial, geomorfológica y de cobertura de la tierra, escala 1: 25 000, así como registros de intensidad de precipitaciones (máximas en 24 horas, con periodos de retorno de 100 años) del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y

el catálogo sísmico del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN), referido a la medición de la magnitud en escala de Richter. Para la cuantificar la amenaza se aplicó el método modificado de Mora-Vahrson - método experto, que incluyó adaptaciones de acuerdo a la información disponible para la generación del modelo donde se considera cinco factores como la pendiente, cobertura vegetal, macizo rocoso, sismos y precipitaciones cada uno de los cuales se ponderaron de acuerdo a su grado de susceptibilidad o de intensidad para generar el evento (ej. 1: muy baja; 5: muy alta). (Lucía Avilés Ponce, 2017)

La combinación de los factores condicionantes (FC) considera que los fenómenos de remoción en masa ocurren cuando una ladera adquiere un grado de susceptibilidad. Bajo estas condiciones, los factores detonantes (FD) actúan como elementos de disparo, dando lugar a la destrucción de las laderas. De esta forma, se considera que el grado o nivel de amenaza (H) es el producto de la susceptibilidad y la acción de los FD.

De acuerdo al modelo de amenazas por deslizamientos de tierra, se identificaron cuatro niveles de amenazas: alto, medio, bajo y nulo. Las zonas con grado de amenaza alto, que ocupan 17,16 % de la superficie total del cantón, se ubican en los sectores San Jerónimo, Loreto y La Tola, asociadas, principalmente, a relieves volcánicos montañosos cuyas pendientes oscilan entre 40 a 150 %, donde la cobertura vegetal predominante es el bosque húmedo poco alterado. Las precipitaciones van desde los 100 a más de los 250 mm. Los sismos son menores a 4,4.

Las zonas con grado de amenaza medio, que ocupan el 27,76 %, están ubicadas al norte y sur del área de estudio, en los sectores Río Verde Bajo, Comunidad El Puerto, San Francisco y Cashaluma, y están asociadas a relieves volcánicos montañosos y relieves colinados muy altos (relacionados geológicamente con los volcánicos Angochagua), cuyas pendientes van de 40 a 100 %. La cobertura vegetal predominante es vegetación herbácea seca muy alterada, donde se registran precipitaciones que alcanzan los 200 mm y sismos inferiores a 4,4. El grado de amenaza bajo, que ocupa el 37,51 %, se encuentra disperso por el cantón, por los sectores Río Verde Alto, La Florida y El Chilco. Están

relacionados, principalmente, a relieves volcánicos altos (litológicamente asociados a volcánicos Imbabura -lavas andesíticas de grano fino a medio, aglomerados y flujos laharíticos y a las formaciones Macuchi -andesitas basálticas de color gris verdusco y Silante-conglomerados compactos compuestos por fragmentos subangulares milimétricos a centimétricos); cuyas pendientes oscilan entre 12 a 70 %. La cobertura vegetal predominante es bosque húmedo poco alterado y vegetación herbácea seca muy alterada. Las precipitaciones son inferiores a los 150 mm y los sismos son menores a 4,4. El grado de amenaza nulo, que ocupa 13,91 %, se ubica en los sectores San Luis de Salinas, Punguhaycu, Santa Teresa y en los sitios ale-daños a los ríos Mira, Verde y Chota; en geo-formas cuyas pendientes son menores al 12 %, por ejemplo, terrazas aluviales. Las zonas no aplicables corresponden a ríos dobles, lagunas y centros poblados, ocupando el 3,67 %. (Lucía Avilés Ponce, 2017)

Caracterización de los fenómenos de remoción en masa (fmr): Sigchos-Ecuador

La caracterización de fenómenos de remoción en masa (FRM) desempeña un rol muy importante en el estudio de amenazas geológicas potenciales, debido a que generan daños económicos y sociales.

Para la zonificación de amenazas por FRM en el cantón de Sigchos, se basó en metodologías semi cuantitativas y semi cualitativas según la metodología de Charlieg.

Este sistema se basa en la selección de varios parámetros:

- 1) Condicionantes**, que son los que dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno y otros.
- 2) Desencadenantes**, que pueden considerarse factores externos que provocan inestabilidades. Los factores condicionantes son el tipo de material, relieve, presencia de agua y vegetación; y los detonantes son el tipo de movimiento, el estado, la magnitud, la severidad y la estabilidad general del talud. Además de la caracterización de la erosión y el factor antrópico dentro de las observaciones de campo en cada deslizamiento observado. Para llevar a cabo el análisis de los parámetros antes mencionados se elaboró una ficha técnica en donde se puso en

consideración las características de movimientos existentes tales como tipo de movimiento, estado, magnitud y si hay o no presencia de agua, también se puso en consideración las características del depósito como material, composición y deformación del terreno y la estabilidad general, que permite registrar las características de cada Movimiento de Remoción en Masa (MRM). (Bustillos Jorge, 2016)

Factores de deslizamiento y estrategias de reducción en la microcuenca del río Chazo Juan, provincia Bolívar

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo principal evaluar los factores de deslizamiento para establecer estrategias de reducción en la microcuenca del río Chazo Juan, provincia Bolívar. Para determinar la amenaza de deslizamientos, se basó en la metodología de Mora Vahrson modificada para poder establecer el nivel de susceptibilidad de la amenaza de deslizamiento, se utilizó las tablas de rangos del Sistema Nacional de Gestión Riesgos (2013), en los mapas base se empleó los shp editados a escala de trabajo 1:25.000 del (IGM, 2007), MAGAP-SIG-TIERRAS, 2012), Isoyetas de zonas de precipitación (INAMHI, 2007) y Norma Ecuatoriana de Construcciones (NEC, 2015). (Hurtado & Nuñez, 2019)

Entre los principales resultados del trabajo de investigación se establece lo siguiente: Con respecto a los factores condicionantes: la geología/litología predomina las areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, micrograbos diabastas basaltos, lavas en almohadilla; en la geomorfología prevalece las vertientes abruptas; en el uso de suelo/cobertura vegetal sobresalen los bosques naturales intervenidos; y, en las pendientes destaca las zonas abruptas y montañosas (con fuertes pendientes). Mientras que en los factores detonantes: en la sismicidad, el área de estudio se localiza en la zona III nivel sísmico alto de la norma NEC, 2015; en la precipitación predomina valores entre 2200 – 2300 mm anuales.

Los factores antes mencionados fueron ponderados y correlacionados lo que permitió determinar índices, niveles y zonas de la amenaza de deslizamiento para el área de estudio. En el área de estudio predomina los índices y niveles medio de amenaza con el 89,23%, se presenta también los niveles altos con 9,77% y

los niveles bajos con 1,01 %, los mismos que fueron representados en el mapa de amenaza de deslizamientos.

Finalmente, se elaboró la propuesta de plan de acción para la reducción de susceptibilidad ante la amenaza de deslizamiento principalmente en las zonas que se evidenció mayor afectación (vía Chazo Juan – Mulidiahúan), en la cual se proponen medidas estructurales y no estructurales. (Hurtado & Nuñez, 2019)

Factores de vulnerabilidad ambiental ante la amenaza de deslizamientos en la ciudad de Guaranda. De febrero 2012 – febrero 2013

El objeto de la presente investigación es identificar factores ambientales que inciden en los problemas de la morfología (unidad de paisaje) y proponer acciones para minimizar la vulnerabilidad ambiental que será un instrumento de orientación para los técnicos de los Gobiernos Locales con apoyo de los sectores involucrados en la ciudad de Guaranda, motivo de la tesis para la graduación de ingenieros en gestión de riesgos.

En cumplimiento de los objetivos propuestos se realizó la caracterización geológica y geomorfológica taxonómica de la ciudad de Guaranda, la zonificación de la susceptibilidad del terreno a movimientos en masa utilizando el sistema de información geográfica Arc GIS; de manera simultánea se efectuó un análisis de los datos de lluvia con información obtenida de las estaciones localizadas en el área de influencia y finalmente con estos dos insumos se determinó los elementos detonantes en la ocurrencia de movimientos en masa en el área de estudio de acuerdo a las condiciones ambientales. (Caicedo, 2013)

El presente estudio permitió definir e identificar todas las zonas afectadas por erosión que es una detonante para los movimientos de masas en la ciudad de Guaranda consideradas estas zonas como críticas. De acuerdo al estudio de vulnerabilidad ambiental Las zonas identificadas se clasificaron en alta, media y baja vulnerabilidad ambiental de acuerdo a las condiciones de terreno, calidad de suelos y las actividades que se desarrollan en él. Las principales vulnerabilidades ambientales de tipo físico natural identificados en las zonas de estudio como: variabilidad climática deslizamiento de tipo rotacional, flujos de lodos, derrumbes, afloramiento de agua subterránea, inundaciones por probable desborde el río, erosión. (Caicedo, 2013)

Evaluación de amenazas por deslizamiento en el sector divino niño del cantón Chimbo

Los movimientos en masa son amenazas que limitan los procesos de desarrollo a diferentes tipos de escala, todo dependerá de la magnitud, intensidad y recurrencia con la cual estos se presenten, los factores que influyen en su desarrollo, se les ha denominado como desencadenantes asociados a factores externos como, la lluvia, el viento y sismos, los condicionantes son propios de su entorno natural, tales como textura del suelo, pendiente, geología, erosión y otros.

La importancia que remarca el proceso investigativo va asociada a lo social, económico, político y ambiental del sector Divino Niño del cantón Chimbo, el cual tiene como propósito identificar posibles zonas de susceptibilidad frente a deslizamientos, medidas para estabilización de talud de la zona de estudio, acciones a través de servicios ecosistémicos. Para lo cual se aplicó la metodología de Mora Vahrson y Galena, en la primera se establece indicadores, los cuales tienen pesos de ponderación asignados, que permitió realizar la susceptibilidad y Galena el cálculo de la estabilidad del talud, como último apartado se incluyen soluciones basadas en ecosistemas para mitigar los impactos negativos de los deslizamientos.

Se identificó que las zonas más susceptibles a deslizamientos son aquellas que se encuentran con una pendiente pronunciada y la cobertura vegetal es mínima, la zona más expuesta es la vía y del cálculo del talud, el cálculo del coeficiente de seguridad muestra que basta la intensidad mínima de una precipitación o un sismo para activar el deslizamiento, para lo cual se estableció el uso de vegetación como una medida de mitigación debido a la fijación que le da al suelo, la infiltración y la humedad, esto como parte de los servicios que la naturaleza ofrece. (Grimanezca Carballo. & César del Pozo., 2020)

Eventos suscitados en San Miguel de Bolívar

“Un deslizamiento de tierra provocó la muerte de una persona y otras dos resultaron heridas en el sector del Centenario del cantón San Miguel de la provincia de Bolívar. El hecho ocurrió cuando los dos pasajeros se movilizaban

en un taxi por la carretera San Miguel - San Pablo de Atenas – Balsapamba este martes 14 de marzo del 2017”. (El Comercio, 2017)

Con el análisis de información cartográfica, como el Mapa Interactivo Ambiental del MAAE, se pudo observar que Cantón San Miguel de Bolívar ha perdido un 24,4% de su cobertura vegetal natural durante los últimos 30 años y la cobertura de la tierra refleja un uso agropecuario en su mayoría.

Esto, en términos biofísicos, significa procesos de deterioro y degradación de los ecosistemas por diferentes presiones que generan las actividades económicas como el aumento de la frontera agrícola, deforestación, uso de agroquímicos, no tratamiento de aguas servidas, minería, etc. En relación a la susceptibilidad a movimientos en masa, el cantón presenta un 22,72% lo que representa una clase Muy Alta con una extensión de 13.331.89 hectáreas, mientras que el 33.5% tiene una susceptibilidad Alta. La mayoría de riesgo a susceptibilidad a movimientos en masa se concentra en la parte Oeste del cantón, en las parroquias Balsapamba, Bilován y Régulo de Mora tal como se puede apreciar en la tabla.

Tabla 1. Susceptibilidad a movimientos en masa en el cantón San Miguel de Bolívar

CLASE	ÁREA HA	%
Sin Susceptibilidad	2775,12	4,73
Baja	7539,17	12,85
Media	15342,33	26,15
Alta	19686,30	33,55
Muy Alta	13331,89	22,72
TOTAL	58674,80	100

Fuente: (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2021

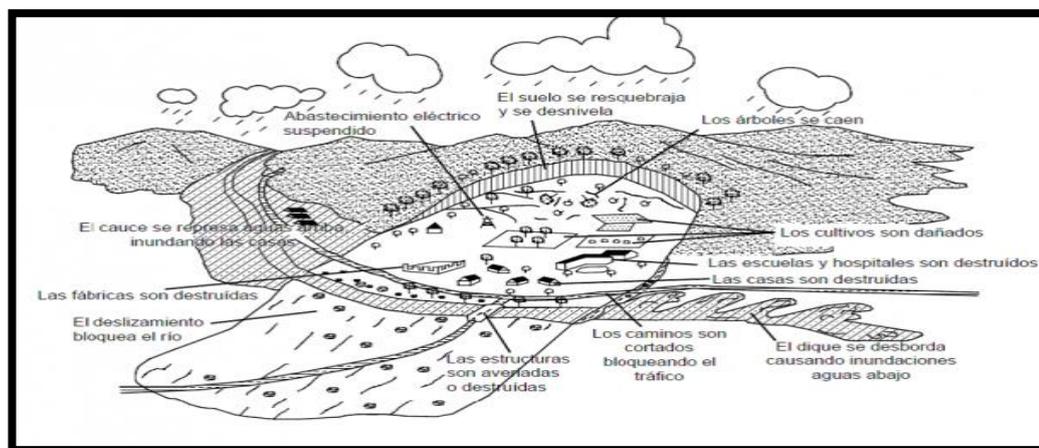
En cuanto a las amenazas más recurrentes, si bien no existe información donde se pueda evidenciar su recurrencia, se puede tener una probabilidad de que pueda ocurrir algún evento o contingencia natural; de hecho, los movimientos en masa dentro del cantón son de alta susceptibilidad debido a su topografía irregular y a los suelos volcánicos poco consolidados, lo que en períodos de mayores precipitaciones existe mayor probabilidad de amenazas con deslaves. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. Deslizamientos

También llamado movimiento de masa o de pendientes se define como el desplazamiento de suelo o rocas controlado por la gravedad. La velocidad de desplazamiento puede ser lenta o rápida, pero nunca muy lenta. Los deslizamientos de tierras pueden ser superficiales o profundos. El material está constituido por una masa correspondiente a una porción de la ladera o a la propia ladera. El desplazamiento se produce cuesta abajo y hacia fuera, y hacia un plano despejado. Los deslizamientos de tierra ocurren con mayor frecuencia que cualquier otro evento geológico. Se producen a diario en las capas más superficiales del terreno como consecuencia de fuertes precipitaciones o de ondas sísmicas. Un terremoto violento también puede desencadenar decenas de miles de deslizamientos de diversa gravedad y los mismos varían según el tipo de movimiento caídas, deslizamientos, derrumbe. (Pérez & Calderón, 2015)

Figura 1. Efectos directos e indirectos derivados de la ocurrencia de los deslizamientos de tierra



Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

2.3.2. Partes de un Deslizamiento

Cabeza. Parte superior de la masa de material que se mueve. La cabeza del deslizamiento no corresponde necesariamente a la cabeza del talud. Arriba de la cabeza está la corona.

Cima. El punto más alto de la cabeza, en el contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.

Corona. El material que se encuentra en el sitio, (prácticamente inalterado), adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza.

Escarpe principal. Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material conforma la superficie de la falla.

Escarpe secundario. Superficie muy inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve. En un deslizamiento pueden formarse varios escarpes secundarios.

Superficie de falla. Área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza. En algunos movimientos no hay superficie de falla.

Pie de la superficie de falla. La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.

Base. El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.

Punta o uña. El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima.

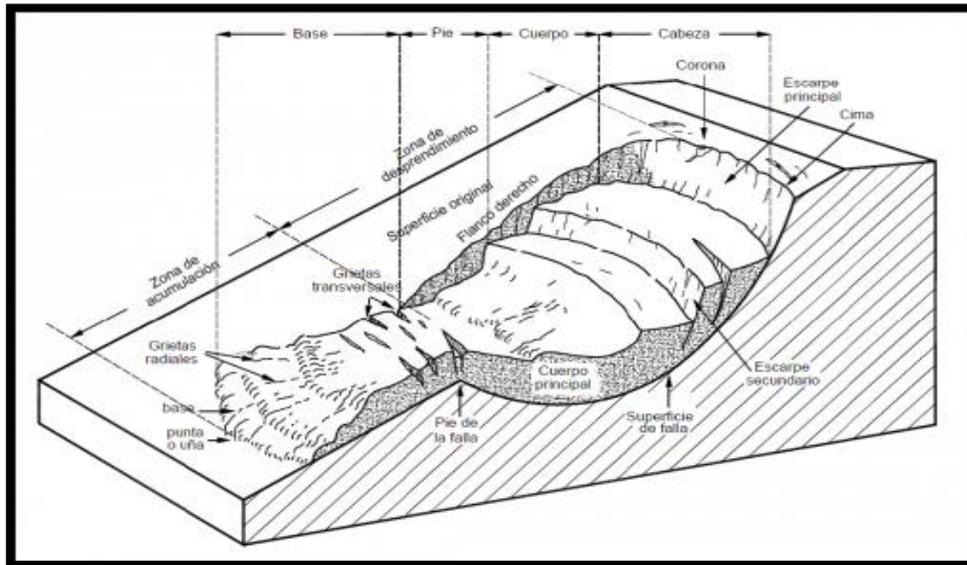
Cuerpo principal del deslizamiento. El material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla. Se pueden presentar varios cuerpos en movimiento.

Superficie original del terreno. La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.

Costado o flanco. Un lado (perfil lateral) del movimiento. Se debe diferenciar el flanco derecho y el izquierdo.

Derecha e izquierda. Para describir un deslizamiento se recomienda utilizar la orientación geográfica (Norte, Sur, Este, Oeste); pero si se emplean las palabras derecha e izquierda, deben referirse al deslizamiento observado desde la corona hacia el pie. (Suarez, 2009)

Figura 2. Partes de un deslizamiento

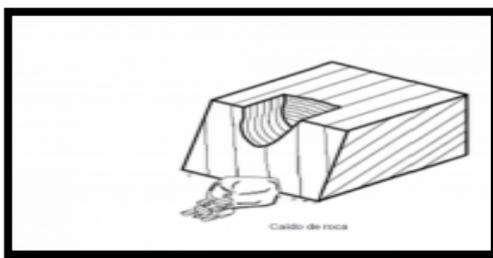


Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

2.3.3. Clasificación de movimiento en masa

Caída: Son movimientos en caída libre de distintos materiales tales como rocas, detritos o suelos. Este tipo de movimiento se origina por el desprendimiento del material de una superficie inclinada, el cual puede rebotar, rodar, deslizarse o fluir ladera abajo. Ocurre en forma rápida sin dar tiempo a eludirlas.

Figura 3. Caída de roca



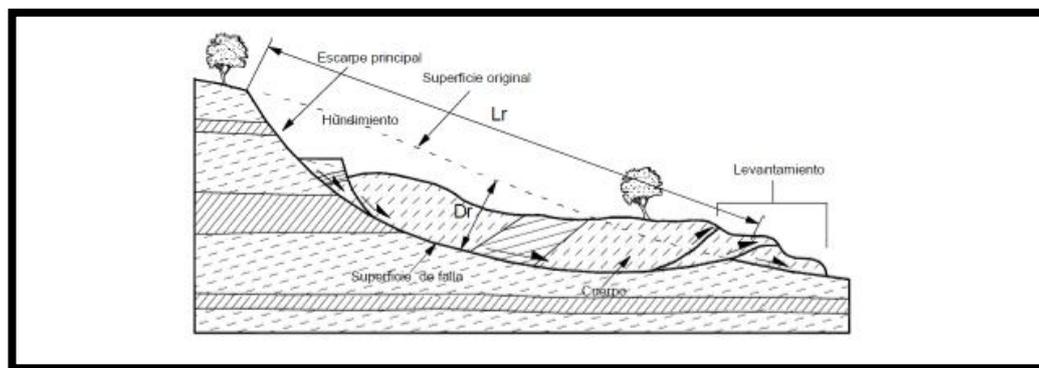
Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

INCLINACIÓN O VOLCAMIENTO: Este tipo de movimiento consiste en una rotación hacia adelante de una unidad o unidades de material térreo con centro de giro por debajo del centro de gravedad de la unidad. Generalmente, los volcamientos ocurren en las formaciones rocosas, pero también, se presentan en suelos cohesivos secos y en suelos residuales. (Universidad de Caldas, 2013)

DESLIZAMIENTO ROTACIONAL: En un desplazamiento rotacional, la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con

respecto al eje paralelo a la superficie y transversal al deslizamiento. El centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento. Visto en planta, el deslizamiento de rotación posee una serie de agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del movimiento. El movimiento produce un área superior de hundimiento y otra inferior de deslizamiento, lo cual genera, comúnmente, flujos de materiales por debajo del pie del deslizamiento. La cabeza del movimiento bascula hacia atrás y los árboles se inclinan, de forma diferente, en la cabeza y en el pie del deslizamiento. (Universidad de Caldas, 2013)

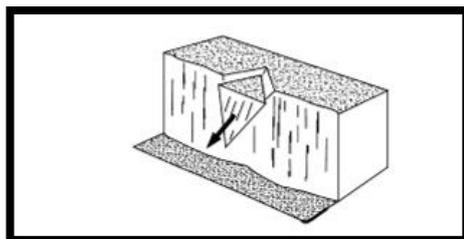
Figura 4. Deslizamiento rotacional



Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

DESLIZAMIENTO DE TRASLACIÓN: En el desplazamiento de traslación la masa se desliza hacia afuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Los movimientos traslacionales generalmente, tienen una relación D_r/L_r de menos de 0.1. En muchos desplazamientos de traslación, la masa se deforma y/o se rompe y puede convertirse en flujo, especialmente en las zonas de pendiente fuerte. (Universidad de Caldas, 2013)

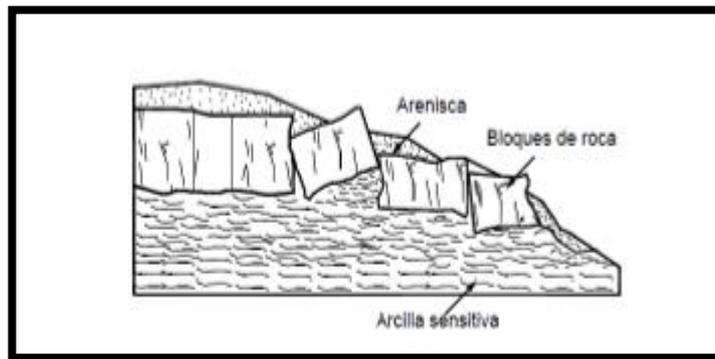
Figura 5. Deslizamiento de traslación



Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

EXTENSIÓN LATERAL: Se denomina extensión o esparcimiento lateral a los movimientos con componentes, principalmente laterales, en taludes de baja pendiente. En los esparcimientos laterales el modo del movimiento dominante, es la extensión lateral acomodada por fracturas de corte y tensión (sobre roca o sobre suelos plásticos). (Universidad de Caldas, 2013)

Figura 6. Esquema de una extensión lateral



Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

HUNDIMIENTOS: Los hundimientos son movimientos generalmente verticales de masas de suelo, en las cuales ocurre una disminución del volumen general del terreno. Los procesos de hundimiento de gran magnitud se clasifican como parte de los movimientos en masa o deslizamientos, aunque para su ocurrencia, la presencia de un talud no es necesariamente un pre-requisito. Pueden ser de gran magnitud o relativamente pequeños. Los hundimientos obedecen a diferentes causas naturales. (Universidad de Caldas, 2013)

FLUJOS DE TIERRA: Son movimientos lentos de materiales blandos. Estos flujos frecuentemente arrastran parte de la capa vegetal. (Universidad de Caldas, 2013)

FLUJOS DE LODO: Se forman en el momento en que la tierra y la vegetación son debilitadas considerablemente por el agua, alcanzando gran fuerza cuando la intensidad de las lluvias y su duración es larga. (Universidad de Caldas, 2013)

AVALANCHA: Cuando los flujos alcanzan grandes velocidades se clasifican como avalanchas. En las avalanchas el flujo desciende formando una especie de ríos de roca, suelo y residuos diversos. Estos flujos comúnmente se relacionan con las lluvias ocasionales de índices pluviométricos excepcionalmente altos, el

deshielo de los nevados o los movimientos sísmicos en zonas de alta montaña y la ausencia de vegetación. (Universidad de Caldas, 2013)

Figura 7. Materiales en una avalancha



Fuente: (Universidad de Caldas, 2013)

2.3.4. Causas más frecuentes por las que ocurren deslizamientos

Los deslizamientos de tierra son causados por alteraciones en el equilibrio natural de una pendiente. Pueden ocurrir durante lluvias torrenciales o producirse luego de sequías, terremotos o erupciones volcánicas. Las áreas empinadas en las que los incendios forestales o cambios en el terreno hechos por el hombre han destruido la vegetación son particularmente propensas a los deslizamientos de tierra durante y después de lluvias. (Rivas, Torrecilla, Tica, & María Edna Vidaurre, 2007)

Los factores que causan deslizamientos están asociados a condiciones climáticas, sísmicas y volcánicas particulares que influyen en la estabilidad de las laderas. Estos factores se dividen en:

A) Factores naturales:

a) Condiciones de suelo y roca: Suelos saturados de agua, escombros poco consolidados y rocas fracturadas pueden generar deslizamientos.

b) Topografía: La inclinación de las laderas es un factor determinante en la formación de deslizamientos. En general, mientras más grande es la pendiente, mayor es la amenaza por deslizamientos.

c) **Lluvia:** La cantidad y duración de la lluvia controlan la desestabilización de una ladera.

d) **Actividad Sísmica:** Cuando se produce un temblor se generan vibraciones que pueden afectar el equilibrio de las laderas y originar deslizamientos. Cuanto mayor sea la intensidad, duración y frecuencia de la actividad sísmica, mayor es la amenaza por deslizamientos.

e) **Actividad volcánica y meteorización hidrotermal:** La actividad volcánica generalmente está acompañada por deslizamientos durante o después del evento volcánico; estos se generan en las laderas del volcán mismo o en los depósitos de ceniza volcánica.

f) **Deforestación:** Las áreas deforestadas favorecen la erosión y facilitan la ocurrencia de deslizamientos.

B. Actividad humana:

a) **Excavaciones:** para la construcción de viviendas, edificios, escuelas, puentes y carreteras.

b) **Explosiones:** en la construcción o minería, al construir carreteras. Las vibraciones producidas actúan como pequeños temblores fracturando y debilitando las rocas.

c) **Sobrecargas:** como resultado del aumento de peso. Se produce debido a varios tipos de construcciones sobre el suelo: rellenos, terraplenes, acumulación de materiales y de agua.

d) **Actividad minera:** Originada por la extracción de materiales/ a cielo abierto (canteras). (Rivas, Torrecilla, Tica, & María Edna Vidaurre, 2007)

Para evaluar la amenaza por deslizamientos deben tomarse en cuenta factores físicos que varían según las condiciones geológicas. Estos factores geológicos pueden ser las pendientes de los terrenos, tipos de suelos y rocas, condiciones hidrológicas, actividad sísmica y volcánica. La amenaza puede zonificarse en función de los factores mencionados en alta, media y baja. Cualificando estas zonas de alta, media y baja amenaza se pueden generar mapas de probabilidades

de ocurrencia de deslizamientos. (Rivas, Torrecilla, Tica, & María Edna Vidaurre, 2007)

Principales signos de alerta

- Puertas y ventanas se atascan o quedan trabadas
- Aparecen grietas en muros, baldosas, ladrillos
- Aparecen o desaparecen manantiales y nacimientos de agua.
- Las paredes exteriores, caminos o escaleras, comienzan a separarse de las construcciones.
- Períodos de actividad sísmica o volcánica.
- Poco a poco aparecen grietas amplias sobre la tierra
- Se presentan daños en tuberías, alcantarillados, etc.
- Períodos de lluvias intensas o continuas

Se escuchan ruidos raros que pueden indicar el principio de un deslizamiento. Débiles sonidos de retumbe, que se incrementa a medida que se aproxima el deslizamiento. La pendiente se quiebra hacia abajo en una dirección específica y puede iniciar un movimiento en esa dirección bajo sus pies. Las cercas, muros de retención, gaviones y árboles se inclinan o desplazan hacia abajo. (Rivas, Torrecilla, Tica, & María Edna Vidaurre, 2007)

La evaluación de la vulnerabilidad total de deslizamientos toma en cuenta los distintos tipos de vulnerabilidad y por ello, incluye estudios de distribución de la población e infraestructura, situación económica, pobreza en la zona y presencia de instituciones sociales como hospitales, etc. Estos datos pueden estudiarse para producir mapas que muestren los diferentes factores de vulnerabilidad: física, estructural, económica, social y ambiental. Estos mapas pueden integrarse para obtener la vulnerabilidad global de la zona en relación a los deslizamientos. (Rivas, Torrecilla, Tica, & María Edna Vidaurre, 2007)

2.3.5. Taludes

Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. No hay duda que el talud constituye una estructura compleja de analizar debido a que en su estudio coinciden los problemas de mecánica de suelos y de mecánica de rocas, sin olvidar el papel básico que la geología aplicada desempeña en la formulación

de cualquier criterio aceptable. Cuando el talud se produce en forma natural, sin intervención humana, se denomina ladera natural o simplemente ladera. Cuando los taludes son hechos por el hombre se denominan cortes o taludes artificiales, según sea la génesis de su formación; en el corte, se realiza una excavación en una formación térrea natural (desmontes), en tanto que los taludes artificiales son los lados inclinados de los terraplenes. (Álvaro F. de Matteis, 2003)

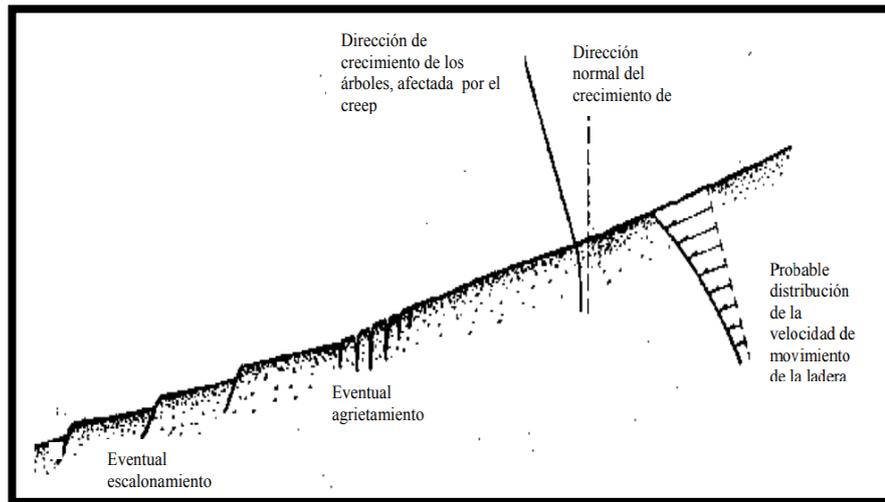
Los tipos de fallas más comunes en taludes son:

Deslizamientos superficiales (Creep)

Cualquier talud está sujeto a fuerzas naturales que tienden a hacer que las partículas y porciones de suelo próximas a su frontera deslicen hacia abajo. Se refiere esta falla al proceso más o menos continuo, y por lo general lento, de deslizamiento ladera abajo que se presenta en la zona superficial de algunas laderas naturales. (Álvaro F. de Matteis, 2003)

El creep suele involucrar a grandes áreas y el movimiento superficial se produce sin una transición brusca entre la parte superficial móvil y las masas inmóviles más profundas. No se puede hablar de una superficie de deslizamiento. El fenómeno es más intenso cerca de la superficie, la velocidad de movimiento ladera debajo de un creep típico puede ser muy baja y rara vez se excede la de algunos centímetros al año. El fenómeno se pone de manifiesto a los ojos del ingeniero cuando nota que los árboles y postes están inclinados respecto de la vertical, cuando se evidencian agrietamientos o escalonamientos en el talud. (Álvaro F. de Matteis, 2003)

Figura 8. Indicadores que indican la presencia de un movimiento superficial (creep)



Fuente: (Álvaro F. de Matteis, 2003)

Movimiento del cuerpo del talud

Puede ocurrir en taludes movimientos bruscos que afecten a masas considerables de suelo, con superficies de falla que penetran profundamente en su cuerpo, interesando o no al terreno de fundación. Se considera que la superficie de falla se forma cuando en la zona de su futuro desarrollo actúan esfuerzos cortantes que sobrepasan la resistencia al corte del material; a consecuencia de ello sobreviene la ruptura del mismo, con la formación de una superficie de deslizamiento a lo largo de la cual se produce la falla. (Álvaro F. de Matteis, 2003)

Flujos

Se refiere este tipo de falla a movimientos más o menos rápidos de una parte de la ladera natural, de tal manera que el movimiento en sí y la distribución aparente de velocidades y desplazamientos se asemeja al comportamiento de un líquido viscoso. La superficie de deslizamiento o no es distinguible o se desarrolla durante un lapso relativamente breve. Es también frecuente que la zona de contacto entre la parte móvil y las masas fijas de la ladera sea una zona de flujo plástico. El material susceptible de fluir puede ser cualquier formación no consolidada, y así el fenómeno puede presentarse en fragmentos de roca, depósitos de talud, suelos granulares finos o arcillas francas; también son frecuentes los flujos en lodo. (Álvaro F. de Matteis, 2003)

2.3.6. Métodos para el análisis de la estabilidad de un talud

Método Bishop. Este método fue desarrollado en el año 1960, donde se plantea dibujar tajadas que dividan la masa de suelo prevista a deslizarse. Sirve para establecer el cálculo de taludes a largo y corto plazo. Este método se emplea solo para superficies de falla de tipo circular, planteando el equilibrio de momentos, según el cual el momento que actúa generado sobre el peso propio de cada una de las tajadas alrededor del centro de rotación es igual al momento producido por la resistencia al corte del suelo de la tajada. (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020)

Método de Janbú. El método de Janbú simplificado se basa en el supuesto de que las fuerzas actuantes entre dovelas son horizontales y desprecia las fuerzas de cortante. Janbú considera que los tipos de superficie de falla no son necesariamente circulares y establece un factor de corrección; este factor depende de la curvatura de la superficie de falla de la dovela. Este factor puede ser inexacto al momento de calcular el factor de seguridad sin embargo para el caso de algunos taludes este factor puede mejorar el análisis. (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020)

Método de Fellenius. El método de Fellenius o también conocido como método ordinario, método de las dovelas, Método sueco, entre otros. Este método solo tiene en cuenta superficies de falla de forma circular, dividiendo el área en tajadas (dovelas), obteniendo las fuerzas cortantes entre cada una de las tajadas y con la sumatoria de momentos con respecto al centro del círculo se halla el factor de seguridad para el talud de estudio. (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020)

Método de Hoek and Bray. Están basados en el uso del método del círculo de rozamiento, con distribución de N' concentrada en un punto. Introducen las condiciones hidrológicas del talud considerando cinco casos en los que la altura del nivel freático en la superficie del talud varía entre 0 y la altura total del mismo. (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020)

2.3.7. Soluciones para estabilidad de taludes

Figura 9. Ejemplos de selección de solución para estabilidad de taludes



Fuente: (Ramos, 2022)

Modificación de la geometría

Con la modificación de la geometría del talud se logra redistribuir las fuerzas relacionadas al peso de los materiales y se obtiene una nueva configuración más estable.

Hay diferentes formas de realizar la modificación geométrica de los taludes:

- Se puede disminuir la inclinación del talud
- Se elimina el peso de la cabecera del talud (descabezamiento)
- Se puede incrementar el peso al pie del talud (tacones, rellenos, escolleras). (Geología, 2020)

Medidas de drenaje

El agua es el principal agente desencadenante de los problemas de inestabilidad en taludes debido a que aumenta el peso de la masa inestable, eleva el nivel freático, aumenta las presiones intersticiales en los materiales, empujes hidrostáticos, erosiona el pie del talud, etc. (Geología, 2020)

Elementos estructurales resistentes

Tiene como objetivo aumentar la resistencia al corte del material mediante el uso de:

- Elementos que incrementan la resistencia del terreno en la superficie de rotura (pilotes o micropilotes).
- Elementos que incrementan las fuerzas tangenciales de rozamiento en la superficie de rotura (anclajes y muros anclados). (Geología, 2020)

Muros y elementos de contención

La construcción de muros o estructuras de contención tienen como objetivo reforzar la zona que se encuentra al pie de los taludes, evitando, además, la erosión y generando un ambiente estable.

Algunas de estos elementos son:

- Muros de contención
- Muros de gaviones
- Paredes de concreto y hormigón proyectado
- Muros de tierra armada
- Muros anclados. (Geología, 2020)

Medidas de protección superficial

- Reducen el riesgo a caída de rocas
- Estabilización de zonas fracturadas mediante la aplicación de mallas metálicas a doble o triple torsión, ancladas a las rocas
- Eliminación de bloques mediante voladura controlada, cemento expansivo, fragmentación mediante martillo picador, eliminación manual mediante palancas.
- Revegetación y aplicación de mallas sintéticas. (Geología, 2020)

2.4. Marco Legal

El marco legal que ampara a la Gestión de Riesgos en el país está en la Constitución de la República del Ecuador (Artículos 389 y 390), las competencias y funciones establecidas en el código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización, (COOTAD); tomando en cuenta varios ámbitos estratégicos como: el ámbito social, cultural, educativo, religioso y político.

Constitución de la república

Art. 35.- Las personas adultas mayores, niñas, niños y adolescentes, mujeres embarazadas, personas con discapacidad, personas privadas de libertad y quienes adolezcan de enfermedades catastróficas o de alta complejidad, recibirán atención prioritaria y especializada en los ámbitos público y privado. La misma atención prioritaria recibirán las personas en situación de riesgo, las víctimas de violencia doméstica y sexual, maltrato infantil, desastres naturales o antropogénicos. El Estado prestará especial protección a las personas en condición de doble vulnerabilidad. (Asamblea Constituyente, 2008). Toda la información sobre el marco legal se encuentra amparado en las leyes que rigen en la república del Ecuador, las cuales pertenecen a la misma fuente.

Art. 38.-El Estado establecerá políticas públicas y programas de atención a las personas adultas mayores, que tendrán en cuenta las diferencias específicas entre áreas urbanas y rurales, las inequidades de género, la etnia, la cultura y las diferencias propias de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades; asimismo, fomentará el mayor grado posible de autonomía personal y participación en la definición y ejecución de estas políticas. En particular, el Estado tomará medidas de:

1. Atención en centros especializados que garanticen su nutrición, salud, educación y cuidado diario, en un marco de protección integral de derechos. Se crearán centros de acogida para albergar a quienes no puedan ser atendidos por sus familiares o quienes carezcan de un lugar donde residir de forma permanente.
2. Protección especial contra cualquier tipo de explotación laboral o económica. El Estado ejecutará políticas destinadas a fomentar la participación y el trabajo de las personas adultas mayores en entidades públicas y privadas para que

contribuyan con su experiencia, y desarrollará programas de capacitación laboral, en función de su vocación y sus aspiraciones.

3. Desarrollo de programas y políticas destinadas a fomentar su autonomía personal, disminuir su dependencia y conseguir su plena integración social.

4. Protección y atención contra todo tipo de violencia, maltrato, explotación sexual o de cualquier otra índole, o negligencia que provoque tales situaciones.

5. Desarrollo de programas destinados a fomentar la realización de actividades recreativas y espirituales.

6. Atención preferente en casos de desastres, conflictos armados y todo tipo de emergencias.

7. Creación de regímenes especiales para el cumplimiento de medidas privativas de libertad. En caso de condena a pena privativa de libertad, siempre que no se apliquen otras medidas alternativas, cumplirán su sentencia en centros adecuados para el efecto, y en caso de prisión preventiva se someterán a arresto domiciliario.

8. Protección, cuidado y asistencia especial cuando sufran enfermedades crónicas o degenerativas.

9. Adecuada asistencia económica y psicológica que garantice su estabilidad física y mental. La ley sancionará el abandono de las personas adultas mayores por parte de sus familiares o las instituciones establecidas para su protección.

Art. 46.- El Estado adoptará, entre otras, las siguientes medidas que aseguren a las niñas, niños y adolescentes:

6. Atención prioritaria en caso de desastres, conflictos armados y todo tipo de emergencias.

Art. 164.- La Presidenta o Presidente de la República podrá decretar el estado de excepción en todo el territorio nacional o en parte de él en caso de agresión, conflicto armado internacional o interno, grave conmoción interna, calamidad pública o desastre natural. La declaración del estado de excepción no interrumpirá las actividades de las funciones del Estado. El estado de excepción observará los principios de necesidad, proporcionalidad, legalidad,

temporalidad, territorialidad y razonabilidad. El decreto que establezca el estado de excepción contendrá la determinación de la causal y su motivación, el ámbito territorial de aplicación, el periodo de duración, las medidas que deberán aplicarse, los derechos que podrán suspenderse o limitarse y las notificaciones que correspondan de acuerdo a la Constitución y a los tratados internacionales.

Art. 261.- El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre: El manejo de desastres naturales.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que determine la ley:

13. Gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios.

En el ámbito de sus competencias y territorio, y en uso de sus facultades, expedirán ordenanzas cantonales.

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado:

12. Dotar de alimentos a las poblaciones víctimas de desastres naturales o antrópicos que pongan en riesgo el acceso a la alimentación. Los alimentos recibidos de ayuda internacional no deberán afectar la salud ni el futuro de la producción de alimentos producidos localmente.

Art. 340.- El sistema nacional de inclusión y equidad social es el conjunto articulado y coordinado de sistemas, instituciones, políticas, normas, programas y servicios que aseguran el ejercicio, garantía y exigibilidad de los derechos reconocidos en la Constitución y el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo. El sistema se compone de los ámbitos de la educación, salud, seguridad social, gestión de riesgos, cultura física y deporte, hábitat y vivienda, cultura, comunicación e información, disfrute del tiempo libre, ciencia y tecnología, población, seguridad humana y transporte.

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.

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo. (Asamblea Constituyente, 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.

Art. 397.-En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

Código orgánico de planificación y finanzas públicas

Art. 64.-Preeminencia de la producción nacional e incorporación de enfoques ambientales y de gestión de riesgo. -En el diseño e implementación de los programas y proyectos de inversión pública, se promoverá la incorporación de acciones favorables al ecosistema, mitigación, adaptación al cambio climático y a la gestión de vulnerabilidades y riesgos antrópicos y naturales. (Ministerio de Finanzas del Ecuador, 2010)

Ley orgánica de la defensa nacional

Art. 5.- En caso de grave conmoción interna o catástrofes naturales, previa declaratoria del estado de emergencia, el Presidente de la República, a través del Jefe del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, podrá delegar la conducción de las operaciones militares, a los Comandantes de las Fuerzas de

Tarea, quienes tendrán mando y competencias, de acuerdo con las normas y planes respectivos. (Congreso Nacional del Ecuador, 2007)

Art. 20.- Las principales atribuciones y obligaciones del Jefe del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, son:

e) Ejercer, por delegación del Presidente de la República, la conducción de las operaciones militares de las Fuerzas Armadas, en situaciones de emergencia;

Art. 64.- La Policía Nacional constituye fuerza auxiliar de las Fuerzas Armadas, para la defensa de la soberanía, seguridad nacional y la defensa interna del país en estado de emergencia.

Art. 66.- Decretado el estado de emergencia, por inminente agresión externa o grave conmoción interna, la fuerza auxiliar y los órganos de apoyo a la defensa, se subordinarán al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, total o parcialmente. Disposiciones Generales

SEXTA. - Para el caso de desastres naturales y otras contingencias, las Fuerzas Armadas colaborarán con sus capacidades de prevención y respuesta inmediata, en apoyo a las autoridades e instituciones civiles responsables de atender dichas eventualidades.

Reglamento a la ley de seguridad pública y del estado

Art. 3.-Del órgano ejecutor de Gestión de Riesgos. -El Servicio Nacional de Gestión de Riesgos es el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos. Dentro del ámbito de su competencia le corresponde: (Constitución de la República, 2010)

a) Identificar los riesgos de orden natural o antrópico, para reducir la vulnerabilidad que afecten o puedan afectar al territorio ecuatoriano;

b) Generar y democratizar el acceso y la difusión de información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo;

c) Asegurar que las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión;

- d) Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción;
- e) Gestionar el financiamiento necesario para el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos y coordinar la cooperación internacional en este ámbito;
- f) Coordinar los esfuerzos y funciones entre las instituciones públicas y privadas en las fases de prevención, mitigación, la preparación y respuesta a desastres, hasta la recuperación y desarrollo posterior;
- g) Diseñar programas de educación, capacitación y difusión orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos; y,
- h) Coordinar la cooperación de la ayuda humanitaria e información para enfrentar situaciones emergentes y/o desastres derivados de fenómenos naturales, socio naturales o antrópicos a nivel nacional e internacional.

Art. 18.- Rectoría del Sistema. - El Estado ejerce la rectoría del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo, cuyas competencias son:

- a. Dirigir, coordinar y regular el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos;
- b. Formular las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, bajo la supervisión del Ministerio de Coordinación de Seguridad, para la aprobación del Presidente de la República;
- c. Adoptar, promover y ejecutar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema;
- d. Diseñar programas de educación, capacitación y difusión orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos;
- e. Velar por que los diferentes niveles e instituciones del sistema, aporten los recursos necesarios para la adecuada y oportuna gestión;

f. Fortalecer a los organismos de respuesta y atención a situaciones de emergencia, en las áreas afectadas por un desastre, para la ejecución de medidas de prevención y mitigación que permitan afrontar y minimizar su impacto en la población; y,

g. Formular convenios de cooperación interinstitucional destinados al desarrollo de la investigación científica, para identificar los riesgos existentes, facilitar el monitoreo y la vigilancia de amenazas, para el estudio de vulnerabilidades.

Art. 19.- Conformación. - El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos: local, regional y nacional.

Art. 20.- De la Organización. - La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, como órgano rector, organizará el Sistema Descentralizado de Gestión de Riesgos, a través de las herramientas reglamentarias o instructivas que se requieran.

Art. 21.- Comité Consultivo Nacional de Gestión de Riesgos. - Es una instancia técnica interinstitucional e intersectorial de asesoría y apoyo a la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

Art. 22.-Nota: Artículo derogado por artículo 15 de Decreto Ejecutivo No. 64, publicado en Registro Oficial Suplemento 36 de 14 de Julio del 2017.

Art. 23.-Nota: Artículo derogado por artículo 15 de Decreto Ejecutivo No. 64, publicado en Registro Oficial Suplemento 36 de 14 de Julio del 2017.

Art. 24.- De los Comités de Operaciones de Emergencia (COE).- son instancias interinstitucionales responsables en su territorio de coordinar las acciones tendientes a la reducción de riesgos, y a la respuesta y recuperación en situaciones de emergencia y desastre. Los Comités de Operaciones de Emergencia (COE), operarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico, como lo establece el artículo 390 de la Constitución de la República. Existirán Comités de Operaciones de Emergencia Nacionales, provinciales y cantonales, para los cuales la Secretaría Nacional Técnico de Gestión de Riesgos normará su conformación y funcionamiento.

Art. 25.- De la Educación. - La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, en coordinación con el Ministerio de Educación, incorporará la gestión de riesgos en los programas de educación básica, media y técnica en el idioma oficial del Ecuador y en los idiomas oficiales de relación intercultural.

Art. 26.- De la Capacitación. - La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos diseñará y aplicará programas de capacitación dirigidos a las autoridades, líderes comunitarios, población en general y medios de comunicación, para desarrollar en la sociedad civil destrezas en cuanto a la prevención, reducción mitigación de los riesgos de origen natural y antrópico.

Art. 27.- De la Comunicación y Difusión. - El organismo Rector, contará con una estrategia nacional de comunicación social sobre gestión de riesgos

Ley de seguridad pública y del estado

Art. 4.- De los principios de la seguridad pública y del Estado. - La seguridad pública y del Estado se sujetará a los derechos y garantías establecidos en la Constitución de la República, los tratados internacionales de derechos humanos, y se guiará por los siguientes principios:

c) Prioridad y oportunidad. - El Estado en sus planes y acciones de seguridad, dará prioridad a la prevención basada en la prospección y en medidas oportunas en casos de riesgos de cualquier tipo. (Asamblea Nacional, 2009)

Art. 11.- De los órganos ejecutores. - Los órganos ejecutores del Sistema de Seguridad Pública y del Estado estarán a cargo de las acciones de defensa, orden público, prevención y gestión de riesgos, conforme lo siguiente:

d) De la gestión de riesgos. - 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 Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

Ley orgánica de ordenamiento territorial uso y gestión del suelo

Art. 11.- Alcance del componente de ordenamiento territorial. - Además de lo previsto en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas y otras disposiciones legales, la planificación del ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados observarán, en el marco de sus competencias, los siguientes criterios: (República del Ecuador Asamblea Nacional, 2016)

3. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo cantonal o distrital, en urbano y rural y definirán el uso y la gestión del suelo. Además, identificarán los riesgos naturales y antrópicos de ámbito cantonal o distrital, fomentarán la calidad ambiental, la seguridad, la cohesión social y la accesibilidad del medio urbano y rural, y establecerán las debidas garantías para la movilidad y el acceso a los servicios básicos y a los espacios públicos de toda la población.

Ley orgánica del sistema de contratación pública

Art. 6.- Definiciones.

31. Situaciones de Emergencia: Son aquellas generadas por acontecimientos graves tales como accidentes, terremotos, inundaciones, sequías, grave conmoción interna, inminente agresión externa, guerra internacional, catástrofes naturales, y otras que provengan de fuerza mayor o caso fortuito, a nivel nacional, sectorial o institucional. Una situación de emergencia es concreta, inmediata, imprevista, probada y objetiva. (Servicio Nacional de Contratación Pública, 2018)

Art. 57.- Procedimiento. - Para atender las situaciones de emergencia definidas en el número 31 del artículo 6 de esta Ley, previamente a iniciarse el procedimiento, el Ministro de Estado o en general la máxima autoridad de la entidad deberá emitir resolución motivada que declare la emergencia, para justificar la contratación. Dicha resolución se publicará en el Portal COMPRAS PUBLICAS. La entidad podrá contratar de manera directa, y bajo responsabilidad de la máxima autoridad, las obras, bienes o servicios, incluidos

los de consultoría, que se requieran de manera estricta para superar la situación de emergencia. Podrá, inclusive, contratar con empresas extranjeras sin requerirlos requisitos previos de domiciliación ni de presentación de garantías; los cuales se cumplirán una vez suscrito el respectivo contrato. En todos los casos, una vez superada la situación de emergencia, la máxima autoridad de la Entidad Contratante publicará en el Portal COMPRASPUBLICAS un informe que detalle las contrataciones realizadas y el presupuesto empleado, con indicación de los resultados obtenidos.

COOTAD

Art 140.-Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. -La gestión de riesgos 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 gestionarán 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, 2010)

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial.

2.5. Definición de Términos (Glosario)

Aluvión: Sedimento depositado por las aguas en valles fluviales y deltas. (Real Academia de Ciencias Exactas, 2020)

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. (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas., 2016)

Amenaza natural: Peligro latente asociado con la posible manifestación de un fenómeno físico cuya génesis se encuentra totalmente en los procesos naturales de transformación y modificación de la tierra y el ambiente. (Lavell, 2007)

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)

Deslizamiento: Un deslizamiento, como término general, es un movimiento de masa, sea esta masa suelo, roca sólida o combinaciones. Los movimientos de masa se dividen en tres tipos fundamentales: desprendimientos, deslizamientos y flujos. (Tarbuck, 2001)

Desprendimientos o caídas: son los movimientos en caída libre de distintos materiales tales como rocas, detritos o suelos. (Ayala, 1999)

Evento: Es un fenómeno - natural, socio-natural o tecnológico - que actúa como el detonante de los efectos adversos sobre las vidas humanas, la salud y/o la infraestructura económica y social y ambiental de un territorio. (RED, 2009)

Geología: Es la ciencia del planeta Tierra. Estudia sus materiales, estructura, procesos que actúan en su interior y sobre la superficie, minerales y rocas, fósiles, terremotos y volcanes, montañas y océanos, suelos, paisaje, erosión y depósito. La Geología también se ocupa del origen del planeta y de los cambios que ha ido sufriendo a lo largo de toda su historia. En sus rocas está encerrada la historia de la vida. (Sevilla, 2013)

Geomorfología: Es la ciencia que estudia el origen, evolución y conformación actual del relieve de la superficie del planeta, donde sus interpretaciones son consideradas hoy como fundamentales, ya que sus alcances son de índole aplicados en la planificación de los territorios con miras a un mejor aprovechamiento de sus recursos, en una adecuada relación entre los humanos y el entorno geofísico que ocupan, con sus diferentes actividades habitacionales, económicas, sociales, culturales, geopolíticas, etc. (Granados, 2020)

La humedad: Es una de las variables más significativas del suelo, ya que presenta una relación directa con la productividad de los sistemas agrícolas y forestales. (Pérez E. S., 2007)

Litología: Desde el punto de vista litológico los materiales se clasifican de acuerdo a su génesis o formación (Abramson, 1996) diferenciándose dos grupos de materiales diversos que son: la roca y el suelo.

Medidas Estructurales: Se consideran medidas estructurales aquellas que gestionan la escorrentía mediante actuaciones que contengan algún elemento constructivo o supongan la adopción de criterios urbanísticos. (Sostenible, 2016)

Medidas no Estructurales: Las medidas no estructurales son aquellas que no precisan ni actuación directa sobre la red, ni la construcción de infraestructura alguna. (Sostenible, 2016)

Pendiente: Se relaciona con la morfología y dinámica de todas las formas del relieve; prácticamente todas ellas tienen un umbral límite que las clasifica o jerarquiza de acuerdo a su geometría; es decir, la pendiente constituye un factor que favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran en el terreno. (Orozco, 2010)

Precipitación: Es cualquier agua meteórica recogida sobre la superficie terrestre, esto incluye básicamente: lluvia, nieve y granizo. (Sanchez, 2012)

Relieve: Representa la expresión del conjunto de procesos que originan, modelan y destruyen la superficie terrestre, entre los cuales se encuentran los de carácter endógeno que se vinculan con las fuerzas tectónicas capaces de transportar continentes, plegar, fracturas y desplazar estratos de rocas, así como formar volcanes, mientras que los de carácter exógeno se encargan de modelar la superficie a través de la erosión, el transporte y la deposición de materiales a través de los agentes del intemperismo y la presión de ambientes fluviales, glaciares y kársticos. (Espinosa, 2011)

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)

Riesgo: Es consecuencia de una decisión racional, y refiere que el riesgo está en función de la decisión y el peligro del entorno. (Luhmann, 1996)

Roca: Material sólido que se origina en el interior o en la superficie de la corteza terrestre, como consecuencia de los procesos endógenos o exógenos. En la mayor parte de los casos, está formado por una asociación de minerales de la misma o de distintas especies; excepcionalmente, algunas rocas volcánicas pueden estar formadas por minerales y vidrio o solamente por vidrio. (Real Academia de Ciencias Exactas, 2020)

Sismo: Se define al proceso de generación y liberación de energía para posteriormente propagarse en forma de ondas por el interior de la tierra. Al llegar a la superficie, estas ondas son registradas por las estaciones sísmicas y percibidas por la población y por las estructuras. (Tavera., 2012)

Talud: Pendiente que registra el paramento de una pared o de una superficie. Para la ingeniería el concepto de talud se define como una superficie que se aprecia inclinada con respecto a una que se considera horizontal, de manera que adopte dicha posición temporal o permanentemente. En casi todos los casos, el talud se compone del mismo material que el que se encuentra en el suelo, y esto incluye concreto armado y roca, entre otros. (ECURED, 2020)

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. (Ley No. 1523, 2012)

2.6. Sistemas de Variables

Variable Independiente

Susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos

Variable Dependiente

Estrategias de reducción de riesgos

2.7. Matriz de operacionalización de variables

Variable Independiente

Tabla 2. Variable Independiente: Susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala cuantitativa		Instrumento de medición	
Susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos	La susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos, se define como la probabilidad de ocurrencia que tiene un área determinada, para que se presente un movimiento masivo de tierra, rocas, escombros, causando graves daños, bajo la influencia de diversos	Caracterización de los factores condicionantes	Pendiente	Muy suave	>2-5%	Visita de campo SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis	
				Suave	>5-12%		
				Media	>12- 25%		
				Media a fuerte	>25- 40%		
				Fuerte	>40- 70%		
				Muy fuerte	>70- 100%		
		Geología-Litología	Andesitas verdes compactas intercaladas con sedimentos volcánicos	Bajo	Moderado	Moderado	Visita de campo SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis
Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas,							

	factores condicionantes y detonantes.			hialoclástitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.	
				Corneanas	Bajo
				Cuerpo intrusivo	Bajo
				Dasita porfiríticos, brechas volcánicas, rocas volcánicas porfiríticas, tobas y flujos de lava.	Moderado
				Lavas andesíticas gris verdosas.	Bajo

				Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	Alto	
				Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.	Alto	
				Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.	Moderado	
				Tobas andesíticas de grano fino, de color pardo a amarillo, con andesitas porfiríticas	Moderado	

				interestratificadas		
			Geomorfología	Abrupto de superficie inclinada	Visita de campo SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis	
				Barranco		
				Coluvio aluvial antiguo		
				Coluvion antiguo		
				Depósitos de deslizamiento, masa deslizada		
				Escarpe de deslizamiento		
				Interfluvio de cimas estrechas		
				Relieve montañoso		
				Relieve volcánico colinado medio		
				Relieve volcánico colinado muy alto		
				Relieve volcánico montañoso		
				Superficie de cono de deyección		
				Superficie inclinada		
				Valle fluvial		
				Vertiente abrupta		
				Vertiente abrupta con fuerte disección		
				Vertiente heterogénea		
				Vertiente heterogénea con fuerte disección		

				Vertiente rectilínea		Visita de campo SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis
				Vertiente rectilínea con fuerte disección		
			Cobertura vegetal	Área poblada		
				Bosque nativo		
				Cuerpo agua		
				Mosaico Agropecuario		
				Erial (Sin cobertura vegetal)		
				Infraestructura antrópica		
				Páramo		
				Pastizal		
				Plantación forestal		
		Vegetación arbustiva				
		Caracterización de los factores detonantes	Sismicidad	I-II	Leve	Visita de campo SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis
				III-IV	Bajo	
				V-VI	Moderado	
				VII-VIII	Fuerte	
				≥IX	Muy fuerte	
			Precipitación	600-900		Visita de campo SHP (Gad Provincial de Bolívar) Software Arc Gis
				900-1200		
1200-1500						
1500-1800						

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2021

Variable Dependiente

Tabla 3. Variable Dependiente: Estrategias de reducción de riesgos

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala cualitativa	Instrumento de medición
	Busca cambiar o minimizar las circunstancias de riesgo ante eventos peligrosos existentes y evitar la generación de nuevos riesgos en	Estrategias de reducción de riesgo	Prospectivas	Diseñar una línea base con los eventos peligrosos suscitados en el territorio. Realizar la Planificación de Ordenamiento Territorial con la inclusión de Gestión de Riesgos. Delimitación y zonificación de las zonas susceptibles ante eventos peligrosos.	Visita de campo Software Arc Gis

Estrategias de Reducción de Riesgos	el territorio, por medio de acciones que se adopten para reducir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, las infraestructuras y el ambiente.			Promover una cultura de Gestión de Riesgos local. Elaborar convenios interinstitucionales entre las organizaciones locales y Gestión de Riesgos.	
			Correctivas	Reforzamiento y protección de construcciones. Construcción de muros de contención en las áreas expuestas a deslizamientos.	Visita de campo Software Arc Gis

				<p>Realizar la transferencia del riesgo existente dependiendo la situación actual.</p> <p>Diseñar políticas de mayor control al momento de otorgar permisos de construcción en zonas de riesgo.</p> <p>Limpieza de drenajes de aguas lluvias (tuberías o zanjas) para evitar la filtración de agua.</p> <p>Evitar construir en lugares afectados anteriormente por deslizamientos.</p>	
--	--	--	--	--	--

				<p>Reducir la erosión del suelo mediante la siembra de plantas nativas.</p> <p>Diseñar proyectos de reforestación en áreas afectadas por deslizamientos.</p> <p>Elaborar proyectos para el tratamiento de los recursos hídricos.</p>	
				<p>Realizar simulacros ante deslizamientos.</p> <p>Establecer puntos de encuentro y rutas de evacuación en caso de la ocurrencia de un deslizamiento.</p>	<p>Visita de campo</p>

			Reactivas	<p>Realizar capacitaciones ante deslizamientos a los moradores con inclusión a personas con discapacidad.</p> <p>Activación inmediata del COE (Comité de Operaciones de Emergencias) a nivel que amerite la emergencia.</p> <p>Eficiente capacidad de respuesta por parte de los habitantes.</p> <p>Planificación de posibles escenarios futuros de riesgos ante deslizamientos.</p>	Software Arc Gis
--	--	--	-----------	--	------------------

				Disminución del nivel de riesgos ante deslizamientos, minimizando las afectaciones físicas, estructurales y ambientales.	
--	--	--	--	---	--

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2021

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

El presente proyecto de investigación denominado “**Susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos y estrategias de reducción de riesgos en la vía Circunvalación, cantón San Miguel**” posee un nivel de investigación descriptivo y correlacional.

Descriptivo ya que se describe los indicadores de los factores condicionantes (Pendiente, Geología- Litología, Geomorfología y Cobertura Vegetal) y detonantes (Sismicidad y Precipitación), que inciden ante la amenaza de deslizamientos en el área de estudio.

Correlacional ya que los factores condicionantes y detonantes ponderados, se correlacionan para establecer valores de indicadores (1 a 10), niveles de amenaza de deslizamientos (alta, media y baja) en el lugar de estudio del trabajo de investigación.

Para el cumplimiento de los objetivos específicos del trabajo de investigación se utilizó la siguiente metodología:

Objetivo 1

Para identificar factores y niveles de amenaza de deslizamientos, se aplicará el método estadístico para determinar los valores cualitativos y cuantitativos y correlacionar las variables (factores condicionantes y factores detonantes) para generar los mapas de susceptibilidad ante deslizamientos, también se utilizará el método heurístico, basado en criterios de expertos para establecer valores de indicador que permitirán establecer los niveles de la amenaza de deslizamientos, para así poder procesar los datos en el programa ArcGis y determinar los resultados mediante mapas de niveles de amenaza del sector de estudio.

Se ha recopilado información acerca de distintas metodologías relacionadas al tema de susceptibilidad ante deslizamientos, mismas que son: Mora Vahrson y Paucar 2016.

Figura 10. Metodologías utilizadas para el trabajo de investigación

Metodología de Mora-Vahrson, 2011		Paucar, 2016	
Factor	Indicador	Factor	Indicador
Factores Intrínsecos	Relieve Relativo	Factor Condicionante	Geología/Litología
	Litología		Geomorfología
	Humedad del Suelo		Geotecnia
Factores Externos	Sismicidad		Pendiente
	Precipitación		Uso de suelo y cobertura vegetal
		Factor Detonante	Sismicidad
			Precipitación

METODOLOGÍA APLICADA	
Factor	Indicador
Factores Condicionantes	Pendiente
	Geología-Litología
	Geomorfología
	Cobertura Vegetal
Factores Detonantes	Sismicidad
	Precipitación

Fuente: (Mora Vahrson, 2011; Paucar, 2016)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

A continuación, se describen los factores que serán tomados en el presente trabajo de investigación, a una escala de 1: 2,998.

Factores Condicionantes:

Pendiente

En el primer indicador se ha trabajado con los shapefiles facilitados por el GAD provincial de Bolívar, para el establecimiento del valor del indicador nos hemos basado en la metodología de Mora Vahrson.

Tabla 4. Factor condicionante: Pendiente

Descripción	Rango	Valor de indicador
Muy suave	>2- 5%	0
Suave	>5- 12%	1
Media	>12- 25%	2
Media a fuerte	>25- 40%	3
Fuerte	>40- 70%	4
Muy fuerte	>70- 100%	5

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Mora Vahrson, 2011)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Geología- Litología

Para este indicador se utilizó los shapefiles facilitados por la Gad Provincial de Bolívar y el valor del indicador se ha establecido a través de la metodología de Paucar, 2016.

Tabla 5. Factor condicionante: Geología-Litología

Descripción	Calificación	Valor de indicador
Andesitas verdes compactas intercaladas con sedimentos volcánicos	Bajo	1
Arenas, limos, arcillas y conglomerados	Moderado	5
Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.	Moderado	5
Corneanas	Bajo	1
Cuerpo intrusivo	Bajo	1

Dasita porfírica, brechas volcánicas, rocas volcánicas porfíricas, tobas y flujos de lava.	Moderado	5
Lavas andesíticas gris verdosas.	Bajo	1
Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques.	Alto	10
Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.	Alto	10
Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.	Moderado	5
Tobas andesíticas de grano fino, de color pardo a amarillo, con andesitas porfíricas interestratificadas	Moderado	5

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Geomorfología

En este factor se ha utilizado los shapefiles proporcionados por la Gad Provincial de Bolívar y para la asignación del valor del indicador se tomó como referencia la metodología de Paucar, 2016.

Tabla 6. Factor condicionante: Geomorfología

Descripción	Valor de indicador
Abrupto de superficie inclinada	7
Barranco	10
Coluvio aluvial antiguo	10
Coluvión antiguo	10
Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	5
Escarpe de deslizamiento	7
Interfluvio de cimas estrechas	5
Relieve montañoso	7
Relieve volcánico colinado medio	5
Relieve volcánico colinado muy alto	7
Relieve volcánico montañoso	3
Superficie de cono de deyección	3
Superficie inclinada	7
Valle fluvial	5
Vertiente abrupta	7
Vertiente abrupta con fuerte disección	10
Vertiente heterogénea	5
Vertiente heterogénea con fuerte disección	7
Vertiente rectilínea	5
Vertiente rectilínea con fuerte disección	7

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Cobertura vegetal

Para el establecimiento de la presente y última variable de los factores condicionantes se ha tomado la información obtenida de los shapefiles facilitados por la Gad Provincial de Bolívar y para los valores de los indicadores se ha tomado como referencia la metodología Paucar, 2016.

Tabla 7. Factor condicionante: Cobertura vegetal

Descripción	Valor de indicador
Área poblada	10
Bosque nativo	1
Cuerpo agua	5
Mosaico Agropecuario	10
Erial (Sin cobertura vegetal)	10
Infraestructura antrópica	10
Páramo	5
Pastizal	1
Plantación forestal	5
Vegetación arbustiva	5

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Factores Detonantes:

Sismicidad

Para la representación de la variable sismicidad se han empleado los shapefiles proporcionados por la Gad Provincial de Bolívar y para establecer el valor de los indicadores se tomó como guía la metodología de Mora Vahrson 2011.

Tabla 8. Factor detonante: Sismicidad

Intensidad de sismos	Calificación	Valor de indicador
I-II	Leve	1
III-IV	Bajo	3
V-VI	Moderado	5
VII-VIII	Fuerte	7
≥IX	Muy Fuerte	10

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Mora Vahrson, 2011)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Precipitación

Para la última variable se ha tomado los shapefiles de precipitaciones anuales facilitados por la Gad Provincial de Bolívar y para el establecimiento del valor del indicador hemos tomado como base la metodología de Paucar, 2016.

Tabla 9. Factor detonante: Precipitación

Descripción	Valor de indicador
600-900 mm	1
900-1200 mm	3
1200-1500 mm	7
1500-1800 mm	10

Fuente: (Mora Vahrson, 2011; Paucar, 2016)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Ya identificados los factores que inciden en la ocurrencia de los deslizamientos, se puede desarrollar mapas de susceptibilidad, los mismos que sirven como guía para el uso del terreno tomando en cuenta sus restricciones y servir de base para estudios sobre la estabilidad de taludes con fines constructivos.

El grado de susceptibilidad a deslizamientos es el producto de los factores condicionantes y de la acción de los factores detonantes, los cuales han sido modificados a partir de la metodología de Mora Vahrson y la detallamos a continuación:

Factores Intrínsecos o Condicionantes

$$S = P * D$$

Donde: S: grado de susceptibilidad a deslizamientos

P: valor producto de la combinación de los factores condicionantes

D: valor de la combinación de los factores detonantes

Los factores intrínsecos o condicionantes se componen de los siguientes parámetros (fórmula 2):

$$P = Pd + Pl + Pg + Pv$$

Donde:

Pd: valor del parámetro de pendiente del terreno

Pl: valor del parámetro de litológica- geológica

Pg: valor del parámetro de geomorfológica

Pv: valor del parámetro cobertura vegetal

Factores Externos o Detonantes

El factor externo o detonante se compone de los siguientes parámetros:

$$D = D_s + D_p$$

Dónde: D_s: valor del parámetro de sismicidad

D_p: valor del parámetro de precipitación

Sustituyendo los parámetros, la ecuación completa se expresa como sigue:

$$S = (P_d + P_l + P_g + P_v) * (D_s + D_p)$$

La sumatoria de los valores de los factores condicionantes y la suma de los factores detonantes, a través de una multiplicación de ambos resultados nos permite obtener como resultado el nivel de susceptibilidad a deslizamientos en el área de estudio y representación del color de la amenaza, cuyos criterios fueron adaptados de igual manera y se muestran a continuación:

Tabla 10. Criterios de valoración de la amenaza de deslizamientos

Orden/ clase	Clasificación (Nivel de susceptibilidad)
I	Bajo
II	Medio
III	Alto

Fuente: (SNGRE, 2019)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Objetivo 2

Para analizar el grado de estabilidad de los taludes situados en la vía Circunvalación, cantón San Miguel se utilizó el software GEO5, y el método Bishop incluido en el mismo.

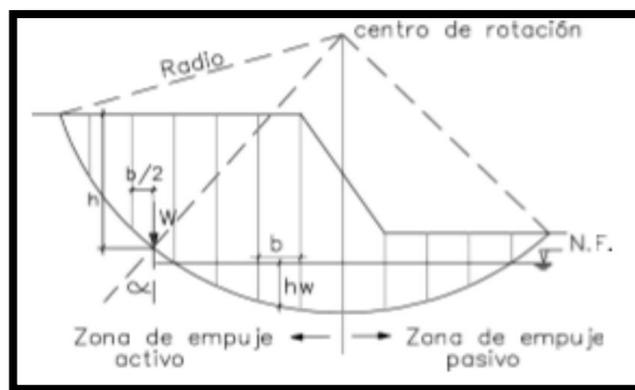
Método de Bishop

Este método fue desarrollado en el año 1960, donde se plantea dibujar tajadas que dividan la masa de suelo prevista a deslizarse. Sirve para establecer el cálculo de taludes a largo y corto plazo. Este método se emplea solo para superficies de falla de tipo circular, planteando el equilibrio de momentos, según el cual el momento que actúa generado sobre el peso propio de cada una de las

tajadas alrededor del centro de rotación es igual al momento producido por la resistencia al corte del suelo de la tajada. (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020)

Las fuerzas que actúan en la masa de suelo pueden dividirse en fuerzas producidas por empujes activos y pasivos de acuerdo con la ubicación respectiva de la tajada. En la siguiente ilustración se puede observar el proceso descrito anteriormente:

Figura 11. Representación gráfica del método de Bishop



Fuente: (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020)

Este método además tiene en cuenta el efecto de las fuerzas que actúan entre las tajadas. El factor de seguridad para el método de Bishop se define de la siguiente manera:

Figura 12. Factor de seguridad según el método de Bishop

Donde

C'-cohesión

Φ '-ángulo de fricción interna del suelo

b= ancho de la tajada

W= peso de la tajada

U= presión de poros con respecto a la base de cada dovela

α = ángulo formado entre la perpendicular a la línea de falla y la vertical en el centro de la tajada

EL factor m_a se define como:

$$m_a = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \alpha \tan \Phi}{FS} \right) \quad (3.29)$$

Fuente: (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020)

El proceso manual del método de Bishop para el análisis del desplazamiento crítico de las fallas puede ser un poco de extenso y riguroso. Actualmente existe una serie software que facilitan el cálculo de un conjunto de círculos de desplazamiento en poco tiempo, y de esta forma facilitando el análisis del talud y de las propiedades del suelo, además de geometría, entre otros. (Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas, 2020)

Software GEO5

En el Software GEO5, se insertan puntos de medición en longitud (x) y altitud (z), configurando los rangos entre 20 a 35 metros máximos de longitud dependiendo del talud, para obtener estos puntos en las curvas de nivel creadas, trazamos líneas de medición a lo largo de las curvas y comparamos con las mediciones reales realizadas en el trabajo de campo para digitalizar los taludes.

En el software GEO5 se analizará la estabilidad de los taludes mediante la aplicación del método de Bishop, para el análisis se toman en cuenta parámetros insertados en el programa como son los puntos de medición en longitud y altitud para obtener el diseño de los taludes, el tipo de suelo y coeficiente sísmico horizontal

Para el análisis en el software GEO5 de la estabilidad de los taludes en la Vía Circunvalación del cantón San Miguel se utilizaron diversos parámetros como son:

Factor de seguridad

Para la configuración del factor de seguridad el cual es el valor numérico de la relación entre:

- a. La resistencia media del suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento potencial
- b. La resistencia estrictamente necesaria para mantener el terreno en equilibrio Bishop (1955).

En la norma INEN, en su capítulo 8 denominado geotécnico y cimentaciones, en su sección 9.3 estructuras y sistemas de contención se establece un factor de seguridad indirecto o dependiente mínimo de 1,60 valor numérico referencial en

condición de deslizamiento. Un factor de seguridad mayor a 1 indica seguridad ante un fallo.

En base a lo mencionado anteriormente y tomando en cuenta que utilizaremos un coeficiente sísmico horizontal para nuestro proyecto de investigación, además de considerar estudios realizados por expertos, se utilizó un factor de seguridad referencial de 1,60 que será comparado con el resultante del análisis.

Tipo de suelo

Se asignó el tipo de suelo correspondiente a los taludes en estudio, el cual es limo arenoso en base al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón San Miguel, el software proporciona datos básicos más específicos sobre el tipo de suelo elegido como son: precio unitario, estado de tensión, ángulo de fricción interna, cohesión de suelo, modo de cálculo de supresión y el precio unitario de suelo saturado.

Coeficiente sísmico horizontal

El coeficiente sísmico horizontal es determinado de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), por lo que se tiene la siguiente fórmula

$$k_h = 0,6 (a_{max})/g$$

$$a_{max} = Z \cdot F_a$$

Donde:

Kh= coeficiente sísmico horizontal

amax = aceleración máxima horizontal

Z = factor de zona

Fa= factor de amplificación o reducción dinámica asociado a cada tipo de suelo.

Remplazando datos en la fórmula se obtiene el siguiente resultado:

$$a_{max} = Z * F_a = 1,23*0,35 = 0,43$$

$$K_h = 0,6 * ZF_a = 0,6*0,43 = 0,26$$

Finalmente, en el programa GEO5 ya insertados todos los parámetros se ingresa una falla circular esto gráficamente desde el inicio hasta la punta del talud estos datos generados de la falla circular se insertan textualmente, luego se realiza un análisis mediante el método Bishop será el cual será de optimización para obtener mejores resultados.

Los resultados finales obtenidos del programa GEO5 nos permiten identificar el grado de estabilidad de los taludes, en base al factor de seguridad propuesto y el obtenido en los taludes de estudio, la representación del color de estabilidad o inestabilidad y los rangos de los grados de estabilidad fueron adaptados como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11. Criterios de valoración del grado de estabilidad de los taludes

Orden/clase	Rangos de los grados de estabilidad	Clasificación (Grados de estabilidad de los taludes)
I	$\geq 1,60$	Estable
II	0-1,59	Inestable

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Objetivo 3

Para establecer estrategias de reducción de riesgos ante el evento de deslizamientos en el área de estudio. Nos basaremos en la técnica de observación directa y en el método descriptivo, para analizar las áreas más susceptibles a deslizamientos en los cuales se generarían las mayores afectaciones, además se logrará constatar la realidad en la vía Circunvalación, cantón San Miguel, en donde se analizarán las causas que generan los deslizamientos.

También se aplicará el método de investigación bibliográfica, para recopilar información de fuentes tales como: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón San Miguel de Bolívar y demás sitios web relacionados con la situación actual del sector estudio.

3.2. Diseño

Para elaborar el presente trabajo de investigación se aplica el diseño no experimental ya que se trata de un estudio empírico. Por lo cual se describe el entorno natural en que se encuentran los factores condicionantes y detonantes

que están presentes en la amenaza de los deslizamientos para posteriormente correlacionar y analizar a través de índices, niveles y zonas de la amenaza en el área de estudio.

3.3. Población y Muestra

El cantón San Miguel de Bolívar, se divide en 7 parroquias, una urbana: San Miguel, que representa el 25,4%, y, 6 rurales que representan el 74,6%: Balsapamba, Bilován, Regulo de Mora, San Pablo de Atenas, Santiago, San Vicente. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

Según el Censo de Población y Vivienda 2010 la edad media de los habitantes es de 31.8 años, lo que convierte al cantón San Miguel de Bolívar en una población joven y activa económicamente. (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023)

La población objeto de estudio está constituida por 8773 habitantes divididos en mujeres que representan el 51,5% y hombres que representan el 48,5%, estos datos son con proyección al 2020 en la zona urbana, datos obtenidos del (GAD San Miguel, PDOT, 2020-2023).

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Fuentes primarias:

Observación directa: Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó la técnica de observación directa para determinar los factores condicionantes y detonantes para proceder a determinar la susceptibilidad ante la amenaza de deslizamientos.

Fuentes secundarias:

Las técnicas de recolección de datos se la realizo a través de una búsqueda de información secundaria, en primer lugar, se recopiló información de documentos bibliográficos y sobre los shapefiles necesarios para realizar el análisis según la metodología de Mora Varhson, fueron facilitados por la Gad Provincial de Bolívar.

En segundo lugar, para obtener datos cuantitativos de la amenaza a los deslizamientos en la vía circunvalación del cantón, se utilizó la metodología de

Paucar, 2016. Por último, para analizar el grado de estabilidad de los taludes situados en la vía se utilizó el software GEO5 y el método Bishop comprendido en el mismo.

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos para cada uno de los objetivos específicos

Para realizar el procesamiento de la siguiente investigación se utilizó programas digitales como: Excel, Word, Google Earth, Arc Gis 10.5 y el software GEO5.

Metodología para procesamiento de la información del objetivo 1

Por medio del manejo de la información cartográfica proporcionada por la Gad Provincial de Bolívar, realizamos la adaptación de los shapefiles acorde al alcance y necesidad que presentan el sector de estudio correspondiente la vía Circunvalación cantón San Miguel, para las descripción cualitativa y cuantitativa se utilizó las metodologías Mora Vahrson y Paucar, 2016, además que se procede a trasladar la información, para ser calificadas y representadas gráficamente cuyos mapas serán elaborados en el programas Arc Gis 10.5.

Metodología para procesamiento de la información del objetivo 2

Se han utilizado los programas Microsoft Word, Google Earth, Arg Gis 10.5 y el Software GEO5 para procesar la información correspondiente al presente objetivo.

Mediante la ayuda del programa Google Earth y Arg Gis se lograron obtener las curvas de nivel y puntos de medición en longitud y altitud respectivamente para digitalizar los taludes en el software GEO5, además estos datos fueron comparados con las medidas tomadas en campo para obtener resultados más cercanos a la realidad del sector.

En el software GEO5 se analizó la estabilidad de los taludes mediante la aplicación del método de Bishop propio del mismo programa, el análisis será de optimización y se lo realizara mediante factor de seguridad propuesto y el obtenido, tomando en cuenta parámetros insertados en el programa como son los puntos de medición en longitud y altitud, el tipo de suelo y coeficiente sísmico horizontal.

Metodología para procesamiento de la información del objetivo 3

Luego de la visita de campo y con la utilización del programa de Microsoft Word, se plantea las estrategias de reducción de riesgos mediante la revisión en documentación existente sobre las estrategias más óptimas para reducir el riesgo de deslizamientos.

CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Resultados según objetivo 1: Identificar factores y niveles de amenaza de deslizamientos en la vía Circunvalación, cantón San Miguel

Los factores condicionantes que se identificaron en el sector de estudio son los siguientes.

-  Pendiente
-  Geología-Litología
-  Geomorfología
-  Cobertura vegetal

4.1.1. Factor Pendiente

Ya digitalizados los shapefiles facilitados por la Gad Provincial de Bolívar, con respecto a la pendiente en el sector de estudio se puede identificar pendientes con rangos >12- 25% y >25- 40% las mismas que son medias y medias a fuertes respectivamente, la pendiente que predomina en el sector es media con un rango >12- 25% que abarca un 0,15 km². equivalente al 62,5% del área total.

En la presente tabla se puede visualizar de mejor manera los resultados obtenidos:

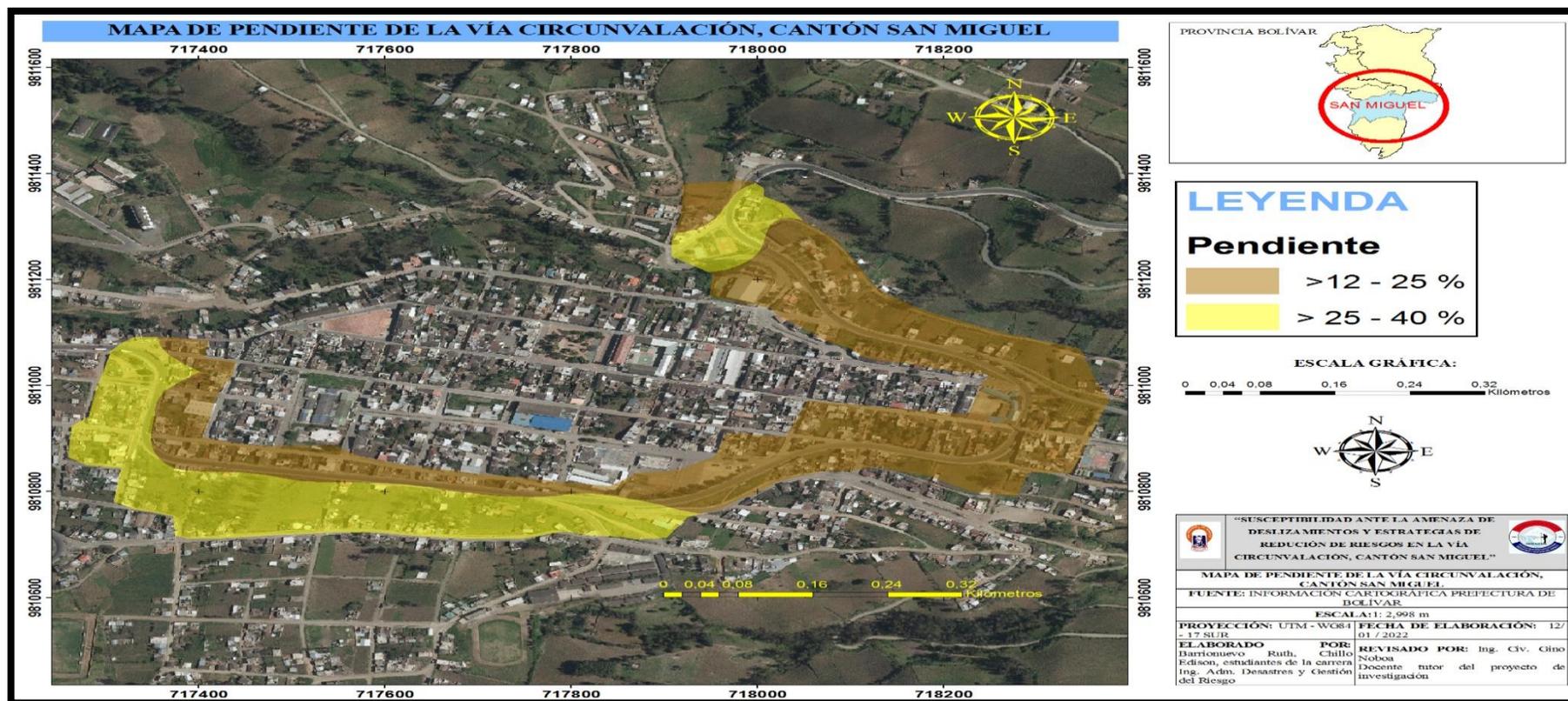
Tabla 12. Descripción de la Pendiente

Descripción	Rango	Valor de indicador	Área (km ²)	%
Media	>12- 25%	2	0,15	62,5
Media a fuerte	>25- 40%	3	0,09	37,5
Total			0,24	100,0

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Mora Vahrson, 2011)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Mapa 2. Mapa de Pendiente de la vía Circunvalación, cantón San Miguel



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

4.1.2. Factor Geología-Litología

Como se puede observar en la tabla 12, con respecto al factor geología-litología en la Vía Circunvalación del cantón San Miguel se pudo identificar que predominan tobas andesíticas de grano fino, de color pardo a amarillo, con andesitas porfiríticas interestratificadas y según su calificación es moderado, representando el 78,3% del área total.

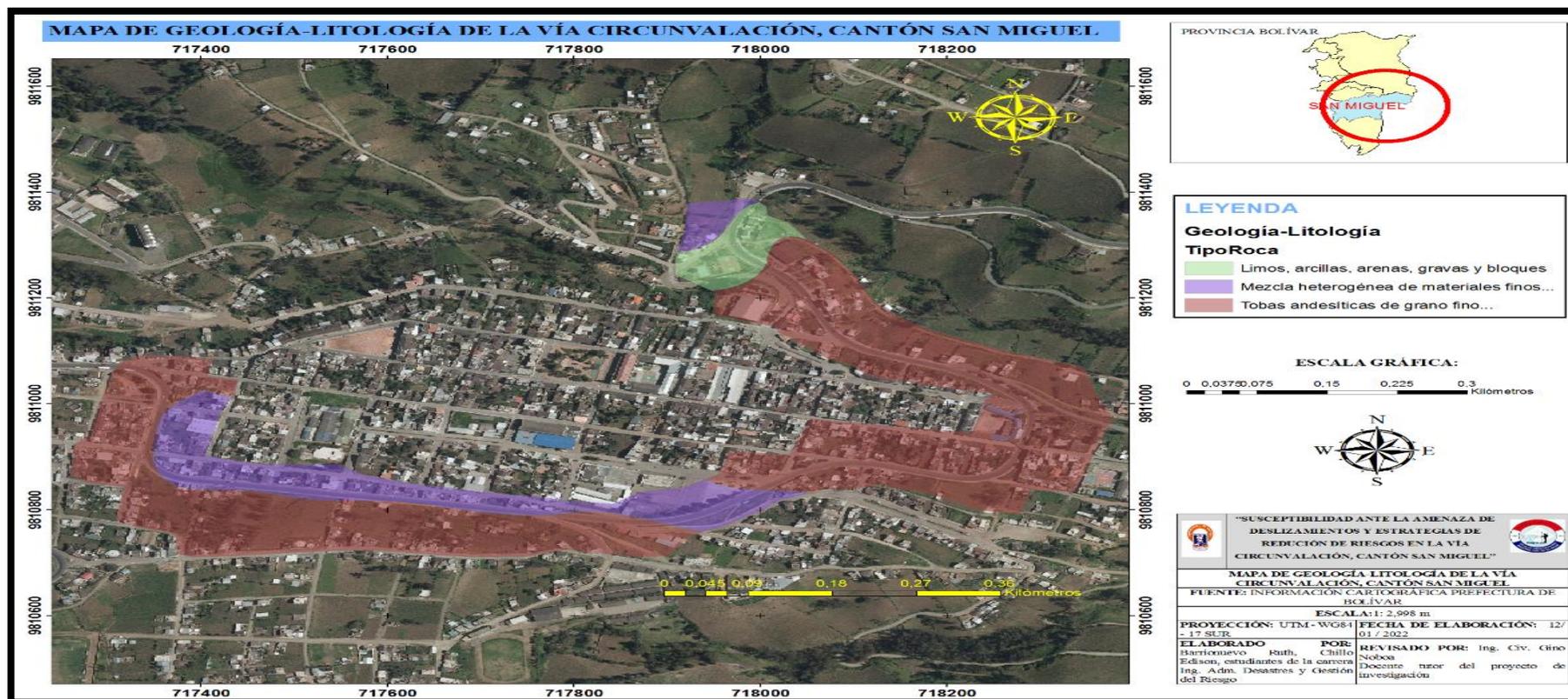
Tabla 13. Descripción de la Geología-Litología

Descripción	Calificación	Valor de indicador	Área (km ²)	%
Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques.	Alto	10	0,01	4,3
Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.	Moderado	5	0,04	17,4
Tobas andesíticas de grano fino, de color pardo a amarillo, con andesitas porfiríticas interestratificadas	Moderado	5	0,18	78,3
Total			0,23	100

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Mapa 3. Mapa de Geología-Litología de la vía Circunvalación, cantón San Miguel



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

4.1.3. Factor Geomorfología

Procedimos a editar los shapefiles que se ha logrado obtener de la Gad Provincial de Bolívar, para el presente factor condicionante geomorfología, se puede evidenciar en el sector de estudio la presencia de coluvios aluviales antiguos y coluvios antiguos, en poca cantidad, el relieve volcánico colinado medio es el más predominante, su valor de indicador es de 5, ocupa 0,18 km² equivalente a un 78,3% del área en el sector como se puede evidenciar en la siguiente tabla.

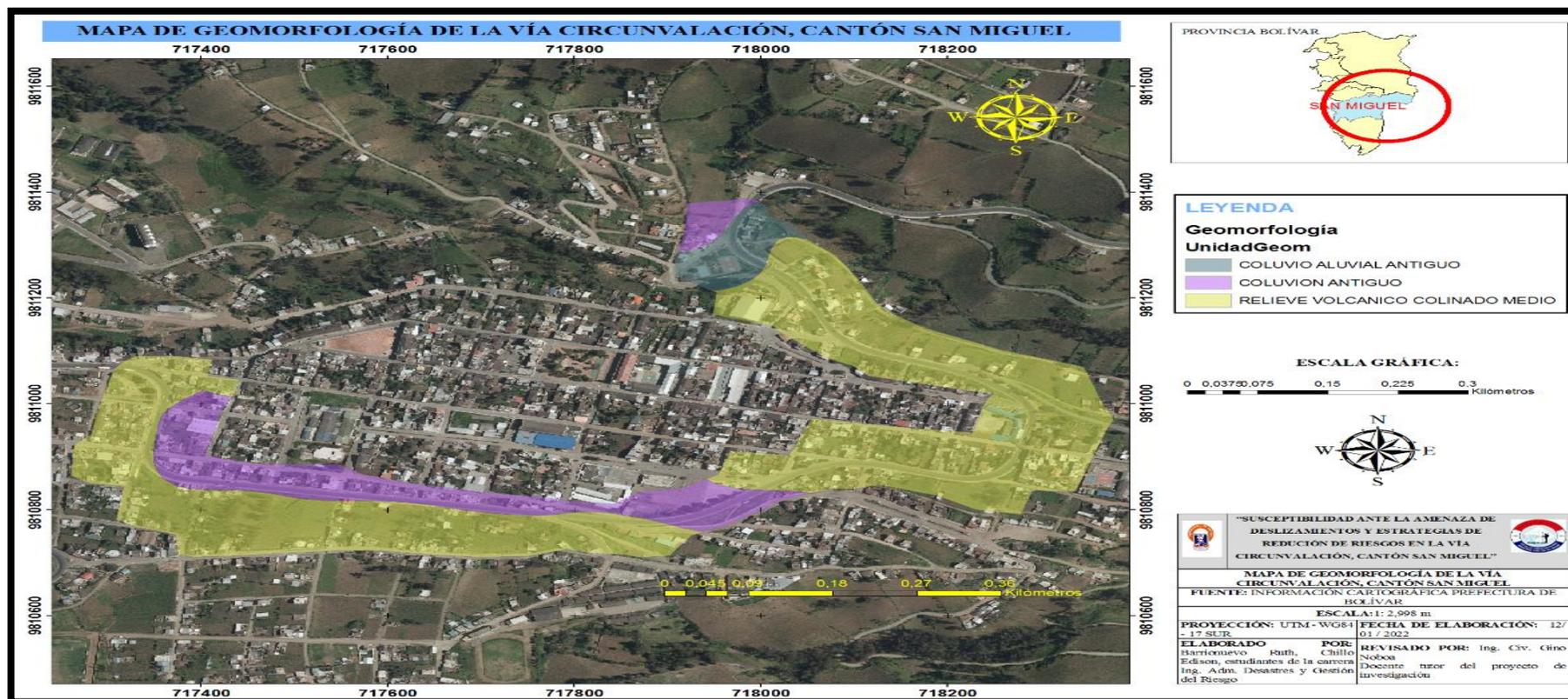
Tabla 14. Descripción de la Geomorfología

Descripción	Valor de indicador	Área (km ²)	%
Coluvio aluvial antiguo	10	0,01	4,3
Coluvio antiguo	10	0,04	17,4
Relieve volcánico colinado medio	5	0,18	78,3
Total		0,23	100

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Mapa 4. Mapa de Geomorfología de la vía Circunvalación, cantón San Miguel



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

4.1.4. Factor Cobertura Vegetal

En base a la cobertura vegetal en la vía Circunvalación, cantón San Miguel, se identificó que la mayor parte del sector es área poblada equivalente al 99,6% es decir un 0,23 km² del área total y el restante 0,001 km² representa un mosaico agropecuario equivalente al 0,4 %, ambos con valor de indicador 10 el más alto para el presente factor.

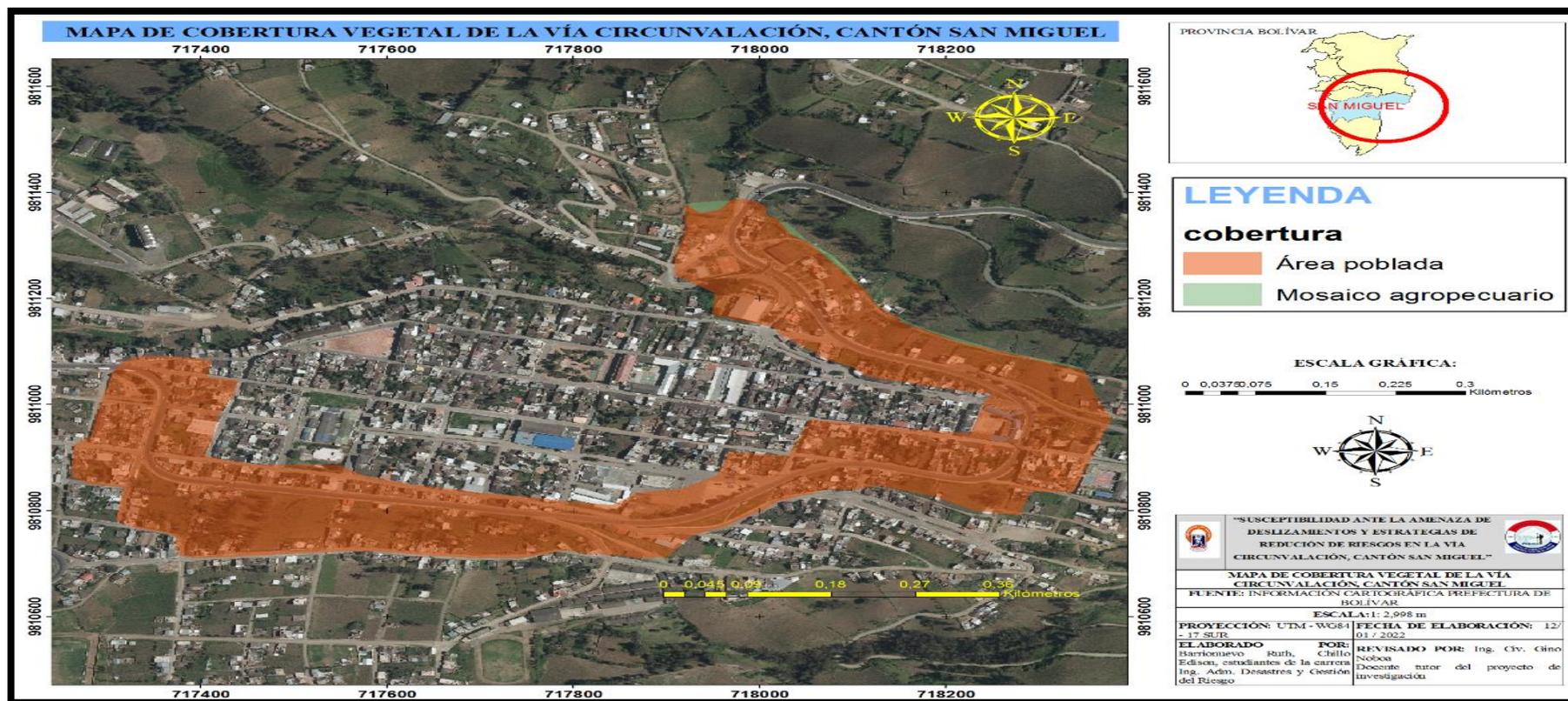
Tabla 15. Descripción de la Cobertura Vegetal

Descripción	Valor de indicador	Área (km ²)	%
Área poblada	10	0,23	99,6
Mosaico Agropecuario	10	0,001	0,4
Total		0,23	100

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Mapa 5. Mapa de Cobertura Vegetal de la vía Circunvalación, cantón San Miguel



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Los factores detonantes que se identificaron en el sector de estudio son los siguientes.

 Sismos

 Precipitación

4.1.5. Factor Sismos

En el presente estudio se pudo determinar que la vía Circunvalación, cantón San Miguel le corresponde una intensidad sísmica de VIII, siendo sismos fuertes con un valor de indicador de 7, lo que representa un factor determinante para la ocurrencia de deslizamientos.

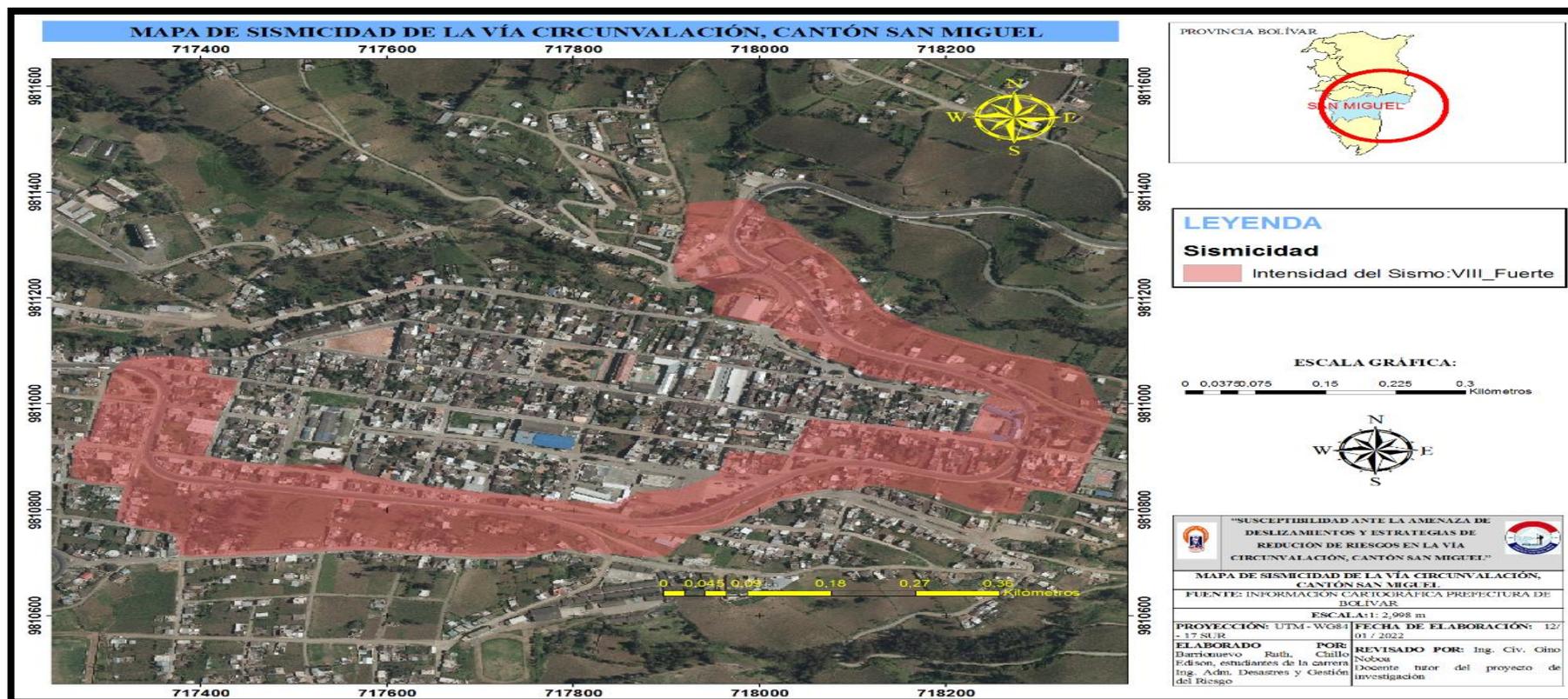
Tabla 16. Descripción de la Sismicidad

Intensidad de sismos	Calificación	Valor de indicador	Área (km ²)	%
VII-VIII	Fuerte	7	0,23	100
Total			0,23	100

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Mora Vahrson, 2011)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Mapa 6. Mapa de Sismicidad de la vía Circunvalación, cantón San Miguel



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

4.1.6. Factor Precipitación

Para el último factor detonante en el sector de estudio, la vía Circunvalación, cantón San Miguel, la misma que abarca un área 0,23 km² se pudo identificar precipitaciones promedias anuales de 700-800 mm, correspondiente en el valor de indicador de 1, lo cual no representa un peligro significativo para la ocurrencia de deslizamientos.

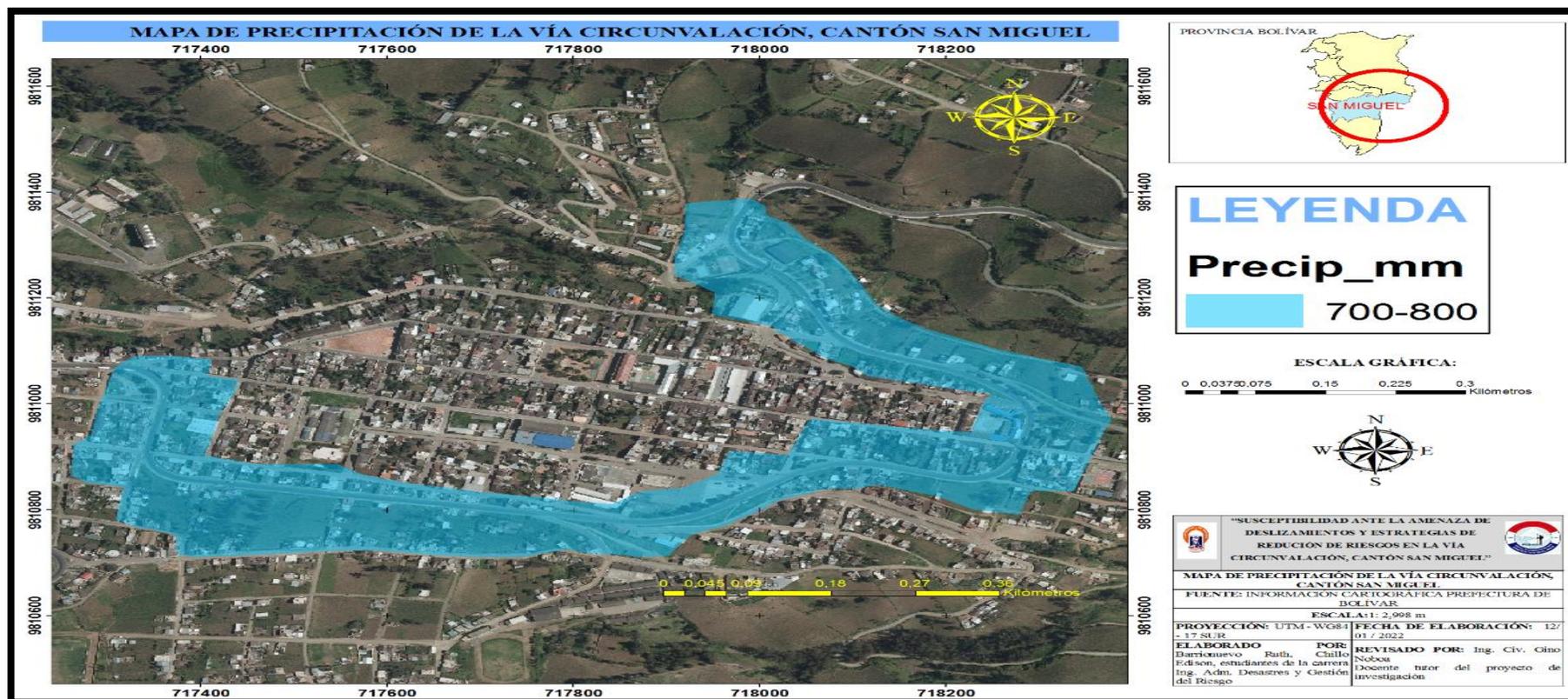
Tabla 17. Descripción de la Precipitación

Descripción	Valor de indicador	Área (km ²)	%
600-900 mm	1	0,23	100
Total		0,23	100

Fuente: (Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Mapa 7. Mapa Precipitación de la vía Circunvalación, cantón San Miguel



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Ya obtenidos los mapas de los factores condicionantes y detonantes como son: pendiente, geología-litología, geomorfología, cobertura vegetal, sismos y precipitación, se procede a realizar un cruce de variables se procede a determinar el nivel de amenaza ante deslizamientos la vía Circunvalación, cantón San Miguel, aplicando la fórmula final de la metodología de Mora Vahrson.

Se puede evidenciar en el sector de estudio la misma que abarca un área de 0,23 km², predomina en un 78,3% una susceptibilidad alta a deslizamientos, es decir 0,18 km² de su área total, siguiendo la susceptibilidad media con un 17,4% correspondiente a 0,04 km² y finalmente un 4,3% para la susceptibilidad baja con 0,01 km² de su área total.

En la siguiente tabla se observa los resultados obtenidos.

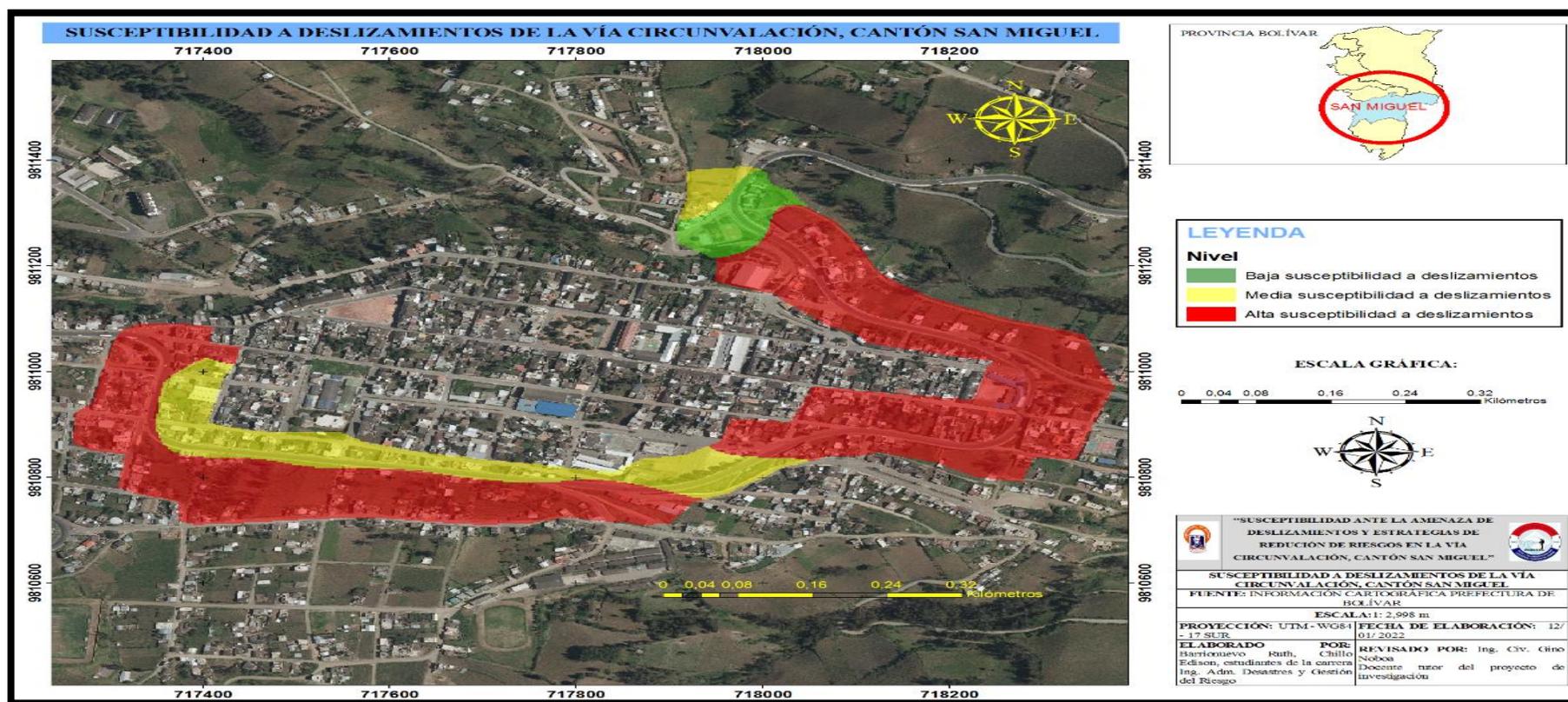
Tabla 18. Niveles de amenaza de deslizamientos en la vía Circunvalación, cantón San Miguel.

Nivel de Amenaza	Área (km ²)	%
Baja	0,01	4,3
Media	0,04	17,4
Alta	0,18	78,3
Total	0,23	100

Fuente: (SNGRE, 2019)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Mapa 8. Mapa de Susceptibilidad a deslizamientos de la vía Circunvalación, cantón San Miguel



Fuente: (GAD provincia Bolívar, 2021)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

4.2. Resultados según objetivo 2: Analizar el grado de estabilidad de los taludes situados en la vía Circunvalación, cantón San Miguel

En el sector de estudio, se identificaron 7 taludes potencialmente peligrosos, debido a que presentan una pendiente muy pronunciada, en algunos existen desagües a base de tubos generalmente de PVC de 4 pulgadas que son utilizados para desfogues de aguas de las casas de los morados y otros para actividades agrícolas, además de estar al costado de una vía con una circulación de vehículos considerables, los cuales podrían generar graves afectaciones.

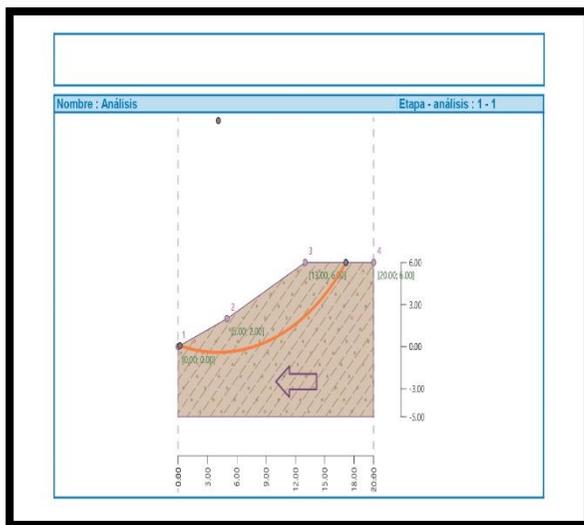
Para empezar, se realizó el trabajo de escritorio, utilizando el programa Google Earth se agregó el polígono del sector de estudio y se creó una ruta con la mayor cantidad de puntos, estos nos ayudaran a identificar las curvas de nivel, mediante la página de internet GPS Visualizer se transforma la ruta de archivo kml, en un archivo GPX. En el programa Arc Gis se procede a insertar el archivo GPX, posterior se procede a crear un tin con el archivo insertado, el cual representa la morfología del lugar, luego con el archivo resultante del proceso anterior, se utiliza la herramienta Tin Contour, esta herramienta sirve para adaptar la extensión y la resolución utilizamos un intervalo de 1 metro para poder apreciar de mejor manera las curvas de nivel, finalmente se interseca el sector de estudio con las curvas de nivel obtenidas para poder trabajar en el mismo. Para obtener los puntos de medición en longitud (x) y altitud (z), se utilizaron las curvas de nivel y las líneas de medición trazadas a lo largo de los taludes, estos puntos servirán para la digitalización de los taludes en el software GEO5. La imagen de lo mencionado se puede evidenciar en el ítem 7.1. Anexo 2.

Análisis del grado de estabilidad de los taludes en el Software GEO5 mediante el método Bishop

Para analizar la estabilidad de los taludes existen una serie de métodos como son Fellenius/Petterson, Spencer, Jambu, Morgenstern-Price. Se utilizó el método Bishop basado en el método de rebanadas, por ser el más completo para analizar la estabilidad de un talud, y se sigue utilizando como el de mayor uso desde su creación hasta la actualidad, incrementándose aún más con la incorporación de herramientas computacionales.

Tabla 19. Resultados del grado de estabilidad de los taludes situados en la vía Circunvalación, cantón San Miguel

Resultados del grado de estabilidad de los taludes situados en la vía Circunvalación, cantón San Miguel																																																													
Descripción-Taludes	Datos ingresados-Resultados																																																												
<p>Talud-1</p>  <p>El presente talud se evidencia a lo largo de la vía, en el mismo se puede identificar una pendiente pronunciada a pocos metros de la calzada, además de ser utilizado para actividades agrícolas.</p>	<p>Coordenadas: X: 717.352,435 Y: 9.810.873,435</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Análisis de estabilidad de taludes</p> <p>Entrada de datos</p> <p>Proyecto: Fecha: 8/3/2022 Configuración: (entrada para tarea actual) Análisis de estabilidad: Análisis sísmico: Estándar Metodología de verificación: Factores de seguridad (ASD)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Factores de seguridad</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Situación de diseño permanente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Factor de seguridad:</td> <td>SF_e = 1.60 [-]</td> </tr> </tbody> </table> <p>Interfaz</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nro.</th> <th rowspan="2">Ubicación de la Interfaz</th> <th colspan="6">Coordenadas de puntos de interfaz [m]</th> </tr> <tr> <th>x</th> <th>z</th> <th>x</th> <th>z</th> <th>x</th> <th>z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>5.00</td> <td>2.00</td> <td>13.00</td> <td>6.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>20.00</td> <td>0.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nro.</th> <th>Nombre</th> <th>Trama</th> <th>φ_{ef} [°]</th> <th>C_{ef} [kPa]</th> <th>γ [kN/m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Limo arenoso (MS), consistencia firme</td> <td></td> <td>26.50</td> <td>12.00</td> <td>18.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Parámetros de suelo - subpresión</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nro.</th> <th>Nombre</th> <th>Trama</th> <th>γ_{sat} [kN/m³]</th> <th>γ_a [kN/m³]</th> <th>n [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Limo arenoso (MS), consistencia firme</td> <td></td> <td>18.00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Datos del suelo</p> <p>Limo arenoso (MS), consistencia firme</p> <p>Peso unitario: γ = 18.00 kN/m³ Estado de tensión: efectivo Ángulo de fricción interna: φ_{ef} = 26.50 ° Cohesión de suelo: C_{ef} = 12.00 kPa Peso unitario de suelo saturado: γ_{sat} = 18.00 kN/m³</p> <p style="text-align: center;">1 Para fines no sólo comerciales 1</p> <p style="font-size: small; text-align: center;">[PDF] - FICHAS DE TALLER (0 trabajo educativo) versión 5.2018 (6 p.) [base de datos] 7785 (1) [Universidad Estatal de Bolívar] Copyright © 2021 - Todos los derechos reservados. www.ueb.edu.ec P.O. Colombia S.A.S. (57) 311 475 0258 colombia@ueb.edu.ec www.ueb.edu.ec</p> </div>	Factores de seguridad		Situación de diseño permanente		Factor de seguridad:	SF _e = 1.60 [-]	Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]						x	z	x	z	x	z	1		0.00	0.00	5.00	2.00	13.00	6.00			20.00	0.00					Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	C _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00	Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _a [kN/m ³]	n [-]	1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		
Factores de seguridad																																																													
Situación de diseño permanente																																																													
Factor de seguridad:	SF _e = 1.60 [-]																																																												
Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]																																																											
		x	z	x	z	x	z																																																						
1		0.00	0.00	5.00	2.00	13.00	6.00																																																						
		20.00	0.00																																																										
Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	C _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]																																																								
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00																																																								
Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _a [kN/m ³]	n [-]																																																								
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00																																																										



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=8,91 m	Z=17,53 m
Radio	R=13,74 m	
Ángulos	-1.34 °	32,95°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=1,39 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado sueto
		x	z	x	z	
1		13.00	6.00	5.00	2.00	Limo arenoso (MS), consistencia firme
		0.00	0.00	0.00	-5.00	
		20.00	-5.00	20.00	6.00	

Agua
Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción
No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo
Coeficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.26$
Coeficiente sísmico vertical : $K_v = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción
Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 4.11 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = -13.76 [^\circ]$
	z = 16.11 [m]		$\alpha_2 = 52.24 [^\circ]$
Radio :	R = 16.51 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
 Suma de fuerzas activas : $F_a = 414.30$ kNm/m
 Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 576.17$ kNm/m
 Momento de deslizamiento : $M_d = 6840.05$ kNm/m
 Momento estabilizador : $M_p = 9512.49$ kNm/m
 Factor de seguridad = 1.39 < 1.60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

1 Para fines no sólo comerciales 1

2

[3630 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) versión 3.2019 (R.D.) Base de Datos: FEM / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
 Copyright © 2021 Fines Sól. s.r.l. All Rights Reserved | www.finesoftware.es
 ICC Colombia S.A.S. | (37) 311-475-0333 | comercial@iccolombia.com.co | www.iccolombia.com.co]

Talud-2



Sobre el talud de estudio se observan viviendas generando un peligro latente para los habitantes de las mismas, además de llantas y plásticos que los morados colocan con el fin de contrarrestar la inestabilidad del mismo por efecto de la época invernal.

Coordenadas: X: 717.420,919 Y: 9.810.841,028

Análisis de estabilidad de taludes

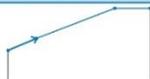
Entrada de datos

Proyecto :
Fecha : 8/3/2022
Configuración :
(entrada para tarea actual)
Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _e = 1.60 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]			
		x	z	x	z
1		0.00	0.00	4.00	2.00
		20.00	7.00	15.00	7.00

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

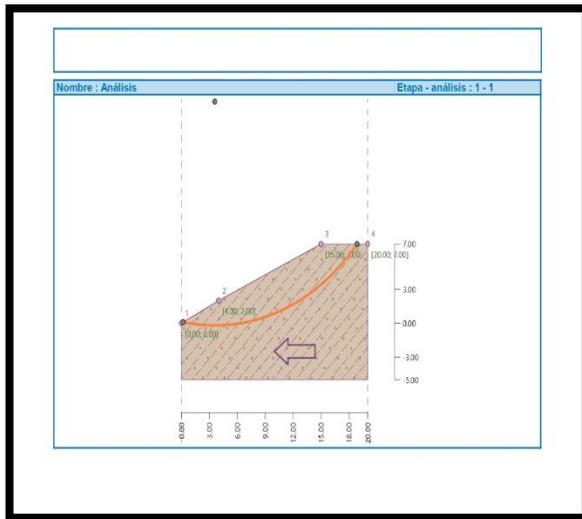
Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : γ = 18.00 kN/m³
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : φ_{ef} = 26.50 °
 Cohesión de suelo : c_{ef} = 12.00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 18.00 kN/m³

1 Para fines no sólo comerciales 1

[GEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) versión 5.2019.78.0 | Base de hardware 7896/1 | Universidad Estatal de Bolívar |
 Copyright © 2021, Frazzetta, s.r.l. All Rights Reserved | www.frazzetta.com
 ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 470 0033 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=4,11 m	Z=16,11 m
Radio	R=16,51m	
Ángulos	-13.84 °	56,51°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=1,31 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		15.00	7.00	4.00	2.00	Limo arenoso (MS),
		0.00	0.00	0.00	-5.00	consistencia firme
		20.00	-5.00	20.00	7.00	

Agua
Tipo de agua : Sin presencia de agua
Grieta de tracción
No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo
Coeficiente sísmico horizontal : $K_{H1} = 0.26$
Coeficiente sísmico vertical : $K_{V1} = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción
Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)
Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 3.59 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = -9.90 [^\circ]$
	z = 19.58 [m]		$\alpha_2 = 50.51 [^\circ]$
Radio :	R = 19.78 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
Suma de fuerzas activas : $F_a = 498.84$ kN/m
Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 653.06$ kN/m
Momento de deslizamiento : $M_d = 9867.13$ kNm/m
Momento estabilizador : $M_e = 12917.47$ kNm/m
Factor de seguridad = 1.31 < 1.60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Para fines no sólo comerciales

[CC0 - Estabilidad de Taludes (licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | línea de hardware 7806 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fines spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.com
| ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

Talud-3



Se evidencia la presencia de varias viviendas a lo largo del talud, cabe mencionar es un talud de gran tamaño, además de evidenciar tubos de desagües generalmente de PVC de 4 pulgada que son utilizados para desfogues de aguas de las casas de los morados, el presente talud genera un gran peligro para los autos que circulan a diario en la vía principal.

Coordenadas: X: 717.653,273 Y: 9.810.797,308

Análisis de estabilidad de taludes
Entrada de datos
 Proyecto:
 Fecha : 8/3/2022
 Configuración:
 (entrada para tarea actual)
 Análisis de estabilidad : Estándar
 Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _{rs} = 1.60 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	4.00	2.00	12.00	6.00
		34.00	14.00	35.00	14.00		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

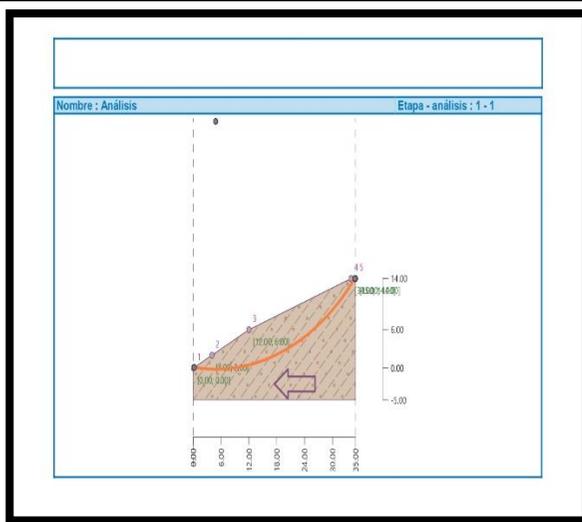
Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo
Limo arenoso (MS), consistencia firme
 Peso unitario : γ = 18.00 kN/m³
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : φ_{ef} = 26.50 °
 Cohesión de suelo : c_{ef} = 12.00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 18.00 kN/m³

Para fines no sólo comerciales

[GEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | base de hardware: 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
 Copyright © 2021 Pine App, s.r.l. All Rights Reserved | www.pineapp.com.ec
 [ICC Colombia S.A.S. | 071-311-875-0333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=10,03 m	Z=17,03 m
Radio	R=15,19 m	
Ángulos	-18,41 °	63,67°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=1,10 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		34.00	14.00	12.00	6.00	Limo arenoso (MS), consistencia firme
		4.00	2.00	0.00	0.00	
		0.00	-5.00	35.00	-5.00	
		35.00	14.00			

Agua
Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción
No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo
Coeficiente sísmico horizontal : $K_H = 0,26$
Coeficiente sísmico vertical : $K_V = 0,00$

Configuraciones de la etapa de construcción
Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 4.81 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = -6.83 [^\circ]$
	z = 38.64 [m]		$\alpha_2 = 50.60 [^\circ]$
Radio :	R = 38.82 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
Suma de fuerzas activas : $F_a = 1449,66$ kN/m
Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 1600,24$ kN/m
Momento de deslizamiento : $M_d = 56275,69$ kNm/m
Momento estabilizador : $M_p = 62121,14$ kNm/m
Factor de seguridad = 1.10 < 1.60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

1
Para fines no sólo comerciales
2

(GEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78 (1) | base de hardware 7896 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar)
Copyright © 2021 Free spol. s r.o. All Rights Reserved | www.geoscientific.com
| ICC Colombia S.A.S. | (57) 3114765333 comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co

Talud-4

Antes



En el presente talud se puede observar una pendiente muy pronunciada, además de existir un puente peatonal lo que podría generar mayores afectaciones a los moradores, la calle donde se encuentra el talud es el ingreso de los estudiantes de la Unidad Educativa 10 de Enero.

Coordenadas: X:717.779,234 Y: 9.810.767,958

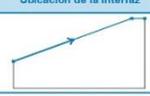
Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto
Fecha : 8/3/2022
Configuración
(entrada para tarea actual)
Análisis de estabilidad
Análisis sísmico : Estándar
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _o = 1.00 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]			
		x	z	x	z
1		0.00	0.00	9.00	4.00
		20.00	8.00	18.00	8.00

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	C _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

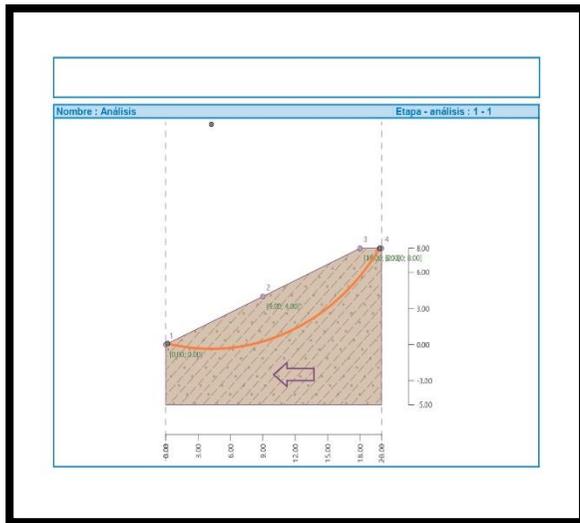
Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : γ = 18.00 kN/m³
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : φ_{ef} = 26.50 °
 Cohesión de suelo : C_{ef} = 12.00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 18.00 kN/m³

1 Para fines no sólo comerciales 1

[SOFOS - Estabilidad de Taludes (Ejercicio académico) | versión: 5.2019.70.0 | base de licencias: 7996 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
 Copyright © 2021 Finc soft s.r.l. All Rights Reserved | www.fincsoft.com.ec
 ICC Colombia S.A.S. (S) 311 375 5333 correo: icc@colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=11,54 m	Z=9,97 m
Radio	R=8,27 m	
Ángulos	-33.70 °	76,22°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=1,29 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		18.00	8.00	9.00	4.00	Limo arenoso (MS), consistencia firme
		0.00	0.00	0.00	-5.00	
		20.00	-5.00	20.00	8.00	

Agua
Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción
No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo
Coeficiente sísmico horizontal : $K_H = 0.26$
Coeficiente sísmico vertical : $K_V = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción
Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)
Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 4.24 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = -12.53 [^\circ]$
	z = 18.31 [m]		$\alpha_2 = 56.48 [^\circ]$
Radio :	R = 18.67 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
Suma de fuerzas activas : $F_a = 547.20$ kN/m
Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 703.61$ kN/m
Momento de deslizamiento : $M_a = 10216.28$ kNm/m
Momento estabilizador : $M_p = 13136.33$ kNm/m
Factor de seguridad = 1.29 < 1.60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Para fines no sólo comerciales

(GEOS - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | base de hardware: 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es
| ICC Colombia S.A.S. | (P) 311 476 0333 | correo: icc@colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co

Talud-4
Después



En el presente talud de estudio ocurrió un deslizamiento de tierra, ocasionando inconvenientes a los morados del sector, cabe mencionar el acontecimiento generó pérdidas económicas y daños en el ambiente.

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto
Fecha : 14/3/2022
Configuración
(entrada para tarea actual)
Análisis de estabilidad
Análisis sísmico : Estándar
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _d = 1.60 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	9.00	6.00	18.00	12.00
		20.00	12.00				

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

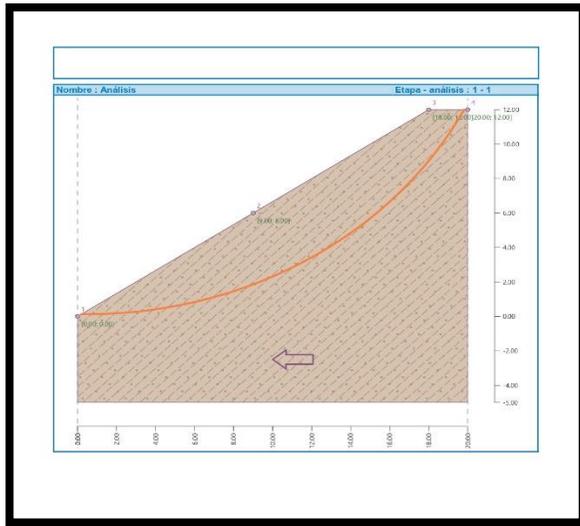
Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme
 Peso unitario : γ = 18.00 kN/m³
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : φ_{ef} = 26.50 °
 Cohesión de suelo : c_{ef} = 12.00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 18.00 kN/m³

Para fines no sólo comerciales

[EEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión: 5.2019.78.0 | (Ley de hardware 7895 / 11 | Universidad Estatal de Bolívar |
 Copyright © 2021 | Pro. Ing. s.r.l. All Rights Reserved | www.fineoffice.com |
 ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 3333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=2,20 m	Z=23,91 m
Radio	R=20,87 m	
Ángulos	7,17°	55,20°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=0,96 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		18.00	12.00	9.00	6.00	Limo arenoso (MS), consistencia firme
		0.00	0.00	0.00	-5.00	
		20.00	-5.00	20.00	12.00	

Agua
Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción
No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo
Coeficiente sísmico horizontal : $K_H = 0.26$
Coeficiente sísmico vertical : $K_V = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción
Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 0.53 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = -0.88 [^\circ]$
	z = 21.72 [m]		$\alpha_2 = 63.24 [^\circ]$
Radio :	R = 21.59 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
 Suma de fuerzas activas : $F_a = 757.15 \text{ kN/m}$
 Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 727.79 \text{ kN/m}$
 Momento de deslizamiento : $M_d = 16346.92 \text{ kNm/m}$
 Momento estabilizador : $M_p = 15712.96 \text{ kNm/m}$
 Factor de seguridad = 0.96 < 1.60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

2

[GEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | base de hardware: 7896 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar | Copyright © 2021 Fime spol. s r.o. All Rights Reserved | www.fimecsoftware.cz | ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 5333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

Talud-5



A lo largo de una vuelta en el sector de estudio se evidencia el presente talud, además de estar con restos de rocas y también presentar grandes grietas a lo largo del mismo, al pie del talud existen casas y sus habitantes viven en peligro latente, debido a que se presentan pequeños deslizamientos.

Coordenadas: X: 718.254,950 Y: 9.810.837,970

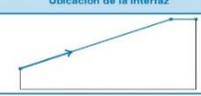
Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto :
Fecha : 8/3/2022
Configuración :
(entrada para tarea actual)
Análisis de estabilidad :
Análisis sísmico : Estándar
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _g = 1.60 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]			
		x	z	x	z
1		0.00	0.00	10.00	4.00
		35.00	12.00		30.00

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

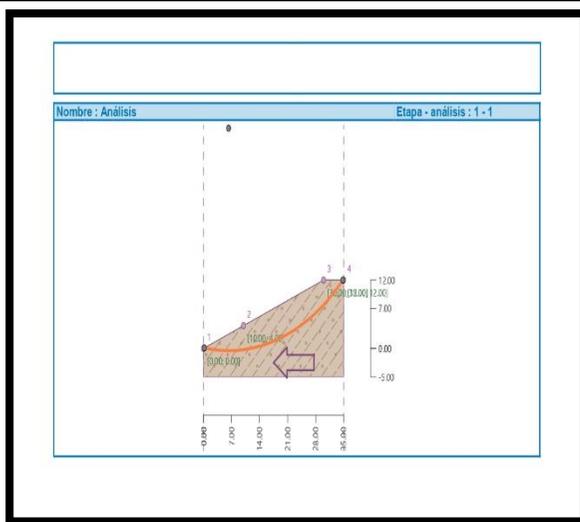
Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : γ = 18.00 kN/m³
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : φ_{ef} = 26.50 °
 Cohesión de suelo : c_{ef} = 12.00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 18.00 kN/m³

1
Para fines no sólo comerciales
1

[SFC06 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) versión 5.2019.76.0] [Base de datos: TBM/1] [Universidad Estatal de Bolívar]
 Copyright © 2021 Fitec, sp. a. s. All Rights Reserved | www.fitecsoftware.com
 ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 | correo@itec.com.co | www.itec.com.co



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=14,76 m	Z=28,02 m
Radio	R=23,55 m	
Ángulos	-7,51°	47,14°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=1,15 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		30.00	12.00	10.00	4.00	Limo arenoso (MS), consistencia firme
		0.00	0.00	0.00	-5.00	
		35.00	-5.00	35.00	12.00	

Agua
Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción
No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo
Coeficiente sísmico horizontal : $K_H = 0,26$
Coeficiente sísmico vertical : $K_V = 0,00$

Configuraciones de la etapa de construcción
Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 6,26 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = -8,94 [^\circ]$
	z = 38,67 [m]		$\alpha_2 = 46,95 [^\circ]$
Radio :	R = 39,07 [m]	La superficie de deslizamiento después de la optimización.	

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
 Suma de fuerzas activas : $F_A = 1382,82 \text{ kNm}$
 Suma de fuerzas pasivas : $F_P = 1592,20 \text{ kNm}$
 Momento de deslizamiento : $M_d = 54026,63 \text{ kNm/m}$
 Momento estabilizador : $M_s = 62207,11 \text{ kNm/m}$
 Factor de seguridad = 1,15 < 1,60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

1 Para fines no sólo comerciales 1

2

[CEOS - Estabilidad de Taludes (Ejercicio educativo) | versión 5.2019.78.0 | base de hardware: 7896 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
 Copyright © 2021 Fines spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es |
 ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

Talud-6



A lo largo del talud se puede observar la generación de grietas generadas debido a las fuertes precipitaciones, en la corona del talud existe la presencia de viviendas, además de evidenciar gran cantidad de malezas y no dar el tratamiento adecuado al mismo.

Coordenadas: X: 718.208,173 Y: 9.811.055,841

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto :
Fecha : 8/3/2022
Configuración :
(entrada para tarea actual)
Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _e = 1.60 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	5.00	2.00	9.00	4.00
		18.00	8.00	20.00	8.00		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

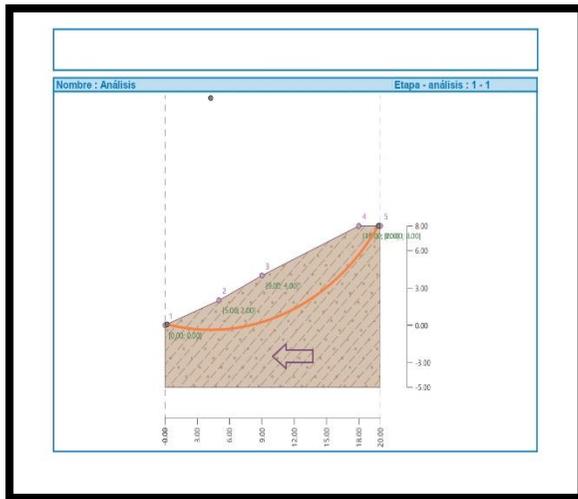
Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : γ = 18.00 kN/m³
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : φ_{int} = 26.50 °
 Cohesión de suelo : c_{int} = 12.00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 18.00 kN/m³

1 Para fines no sólo comerciales 1

{SFOE: Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) versión 5.2019.78.0} (base de hardware 7896/1) | Universidad Estatal de Bolívar |
 Copyright © 2021 Free, open & r/o. All Rights Reserved | www.freesoftwaread.com
 IEC Diócesis S.A.S. | (01) 211 476 5333 | correo:iecd@coiwebolivar.com.ec | www.iec.coiwebolivar.com.ec



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=12,96 m	Z=11,32 m
Radio	R=7,08 m	
Ángulos	-20.18 °	62,04°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=1,28 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		18.00	8.00	9.00	4.00	Limo arenoso (MS), consistencia firme
		5.00	2.00	0.00	0.00	
		0.00	-5.00	20.00	-5.00	
		20.00	8.00			

Agua
Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción
No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo
Coeficiente sísmico horizontal : $K_H = 0.26$
Coeficiente sísmico vertical : $K_V = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción
Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 4.24 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = -12.54 [^\circ]$
	z = 18.29 [m]		$\alpha_2 = 56.53 [^\circ]$
Radio :	R = 18.66 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
Suma de fuerzas activas : $F_a = 544.25$ kN/m
Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 695.77$ kN/m
Momento de deslizamiento : $M_d = 10155.64$ kNm/m
Momento estabilizador : $M_p = 12982.99$ kNm/m
Factor de seguridad = 1.28 < 1.60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

1 Para fines no sólo comerciales 1

2

(GEOS - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2018.78.0 | base de hardware: 7995 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021. Fines spol. s.r.l. All Rights Reserved. | www.finesoftware.es |
ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 476 5333 comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co)

Talud-7



En el presente talud se observan viviendas, además tubos de desagües generalmente de PVC de 4 pulgadas, para desfogues de aguas de las mismas lo que genera mayor peligro para sus habitantes, es un talud muy transitado por morados y autos por la vía principal.

Coordenadas: X: 718.180,199 Y: 9.811.068,911

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto
Fecha : 8/3/2022

Configuración
(entrada para tarea actual)

Análisis de estabilidad
Análisis sísmico : Estándar
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Factor de seguridad :	SF _e =	1.60 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	5.00	4.00	11.00	8.00
		20.00	8.00				

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

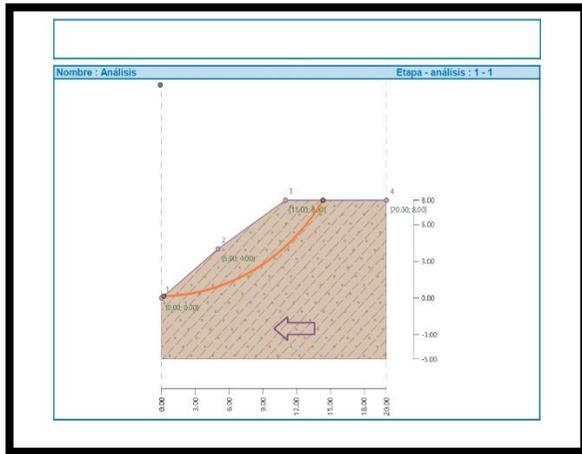
Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme
 Peso unitario : γ = 18.00 kN/m³
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : φ_{ef} = 26.50 °
 Cohesión de suelo : c_{ef} = 12.00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 18.00 kN/m³

1 Para fines no sólo comerciales 1

[ICDOS - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) versión 5.2019.78.0 | línea de hardware 7896/1 | Universidad Estatal de Bolívar]
 Copyright © 2021. File: qsp_3.rta. All Rights Reserved. www.fincosol.com.ec
 [ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 476 5333 | correo: info@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]



Superficie de deslizamiento circular ingresada para el análisis

Centro	X=9,34 m	Z=11,72 m
Radio	R=7,36 m	
Ángulos	-23,24 °	59,64°

Resultado Factor se seguridad

El factor de seguridad=1,06 < 1,60

Estabilidad de talud **no aceptable**

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		11.00	8.00	5.00	4.00	Limo arenoso (MS), consistencia firme
		0.00	0.00	0.00	-5.00	
		20.00	-5.00	20.00	8.00	

Agua
Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción
No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo
Coeficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.26$
Coeficiente sísmico vertical : $K_v = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción
Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = -0.12 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 = 1.03 [^\circ]$
	z = 17.43 [m]		$\alpha_2 = 56.93 [^\circ]$
Radio :	R = 17.26 [m]		

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)
Suma de fuerzas activas : $F_a = 441.24$ kN/m
Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 468.63$ kN/m
Momento de deslizamiento : $M_d = 7624.62$ kNm/m
Momento estabilizador : $M_p = 8097.86$ kNm/m
Factor de seguridad = 1.06 < 1.60
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

1 Para fines no sólo comerciales 1

2

IGEOS Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | base de hardware 7996 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar | Copyright © 2021 Free spol. s r.o. All Rights Reserved | www.freeofhw.com | ICC Colombia S.A.S. | (57) 311476-5333 | correo: icc@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co

Análisis

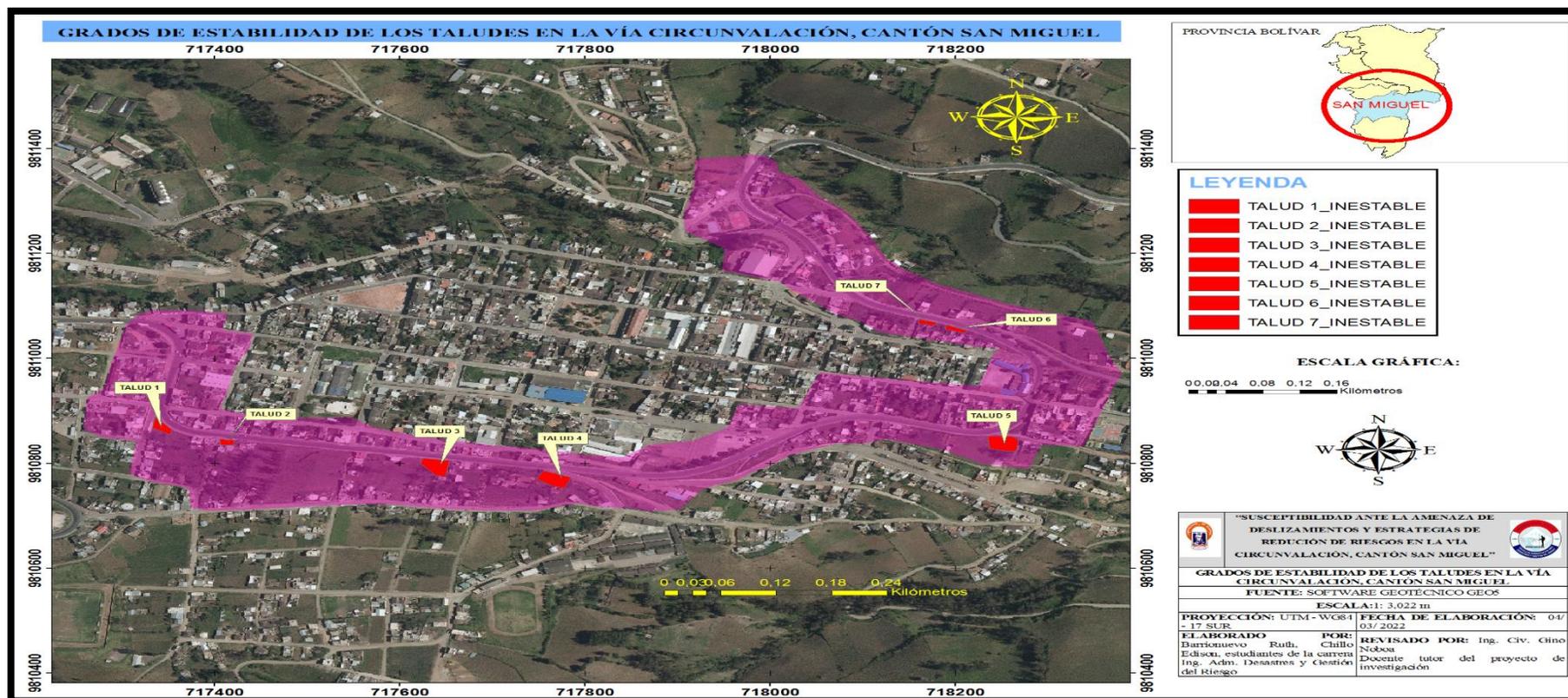
Se puede evidenciar que los factores de seguridad resultantes son menores al propuesto que expresa seguridad ante una falla del mismo, es decir presentan ciertos grados de inestabilidad que varía, el talud más precario con un factor de seguridad de 1,06 es el talud-7, cabe mencionar luego de ocurrido el deslizamiento de tierra en el talud 4, su factor de seguridad es de 0,96 lo que significa que es altamente inestable siendo el más peligroso de todos, a su vez el talud-1 es el más cercano al factor de seguridad con 1,39 es decir presenta una cierta seguridad, por lo mencionado es necesario generar ciertas obras de estabilización de taludes en estudio.

Tabla 20. Grado de estabilidad de los taludes en la vía Circunvalación, cantón San Miguel

Taludes	Grados de estabilidad	Clasificación (Grados de estabilidad de los taludes)
1	1,39	Inestable
2	1,31	Inestable
3	1,10	Inestable
4	1,29-0,96	Inestable
5	1,15	Inestable
6	1,28	Inestable
7	1,06	Inestable

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Mapa 9. Mapa de grados de estabilidad de los taludes en la Vía Circunvalación, cantón San Miguel



Fuente: (Arc Gis 10.5, 2022)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Con los resultados del cálculo de estabilidad del talud, es pertinente poner a disposición soluciones que permitan mitigar la ocurrencia de un posible desequilibrio de los taludes, tomando en cuenta:

- Determinar el sistema o combinación de sistemas de estabilización más apropiados, teniendo en cuenta las circunstancias del talud estudiado.
- Diseñar en detalle el sistema a emplear, incluyendo planos y especificaciones de diseño.
- Instrumentación y control durante y después de la estabilización. (Paz, 2015)

4.3. Resultados según objetivo 3: Establecer estrategias de reducción de riesgos ante el evento de deslizamientos en el área de estudio

Unas vez identificadas las zonas susceptibles a la amenaza de deslizamiento y el grado de estabilidad de los taludes situados en la vía Circunvalación del cantón San Miguel, se proponen las estrategias de reducciones de riesgos preventivas, reactivas y correctivas.

Tema: Estrategias de reducción de riesgos ante el evento de deslizamientos en la vía Circunvalación, cantón San Miguel, provincia Bolívar

Justificación

Partiendo del análisis de los principales factores influyentes, mismos que en este caso han sido: factores condicionantes (pendiente, geología-litología, geomorfología y cobertura vegetal) y factores detonantes (sismicidad y precipitación) y los niveles de amenaza de deslizamientos, así como el grado de estabilidad al que se encuentran expuestos a lo largo de la vía, se procede a plantear y proponer estrategias de reducción de riesgos en base a la necesidad que presenta al territorio.

En la visita de campo al sector de estudio se ha podido apreciar que los habitantes y los usuarios que transitan por la vía denominada “Circunvalación del cantón San Miguel”, se encuentran en zonas altamente susceptibles a deslizamientos, ya que es una zona con pendientes considerables y con un suelo inestable principalmente en la época lluviosa a causa de las precipitaciones, también identificar que los taludes en la vía son inestables y necesitan obras de mitigación para los mismos.

Por lo mencionado se plantean estrategias de reducción de riesgos ante deslizamientos con la finalidad que los habitantes de la vía Circunvalación, cantón San Miguel adquieran a futuro una cultura de prevención, preparación y respuesta ante el peligro al que se encuentran expuestos habitualmente.

Objetivos

Objetivo general:

- ✚ Establecer estrategias de reducción de riesgo ante la amenaza de deslizamientos en vía Circunvalación del cantón San Miguel, para el fortalecimiento las acciones de reducción de riesgos ante la ocurrencia de los mismos.

Objetivos específicos:

- ✚ Identificar lineamientos de acción para la reducción de la amenaza de deslizamientos en la zona de estudio.
- ✚ Diseñar un plan de acción con apoyo de las instituciones competentes.

Estrategias de reducción de riesgos de desastres

Cuando sucede algún tipo de percance en el lugar de estudio, los moradores reciben la asistencia del GAD cantonal San Miguel en la gran mayoría de sus percances.

Lineamientos de Gestión de Riesgos

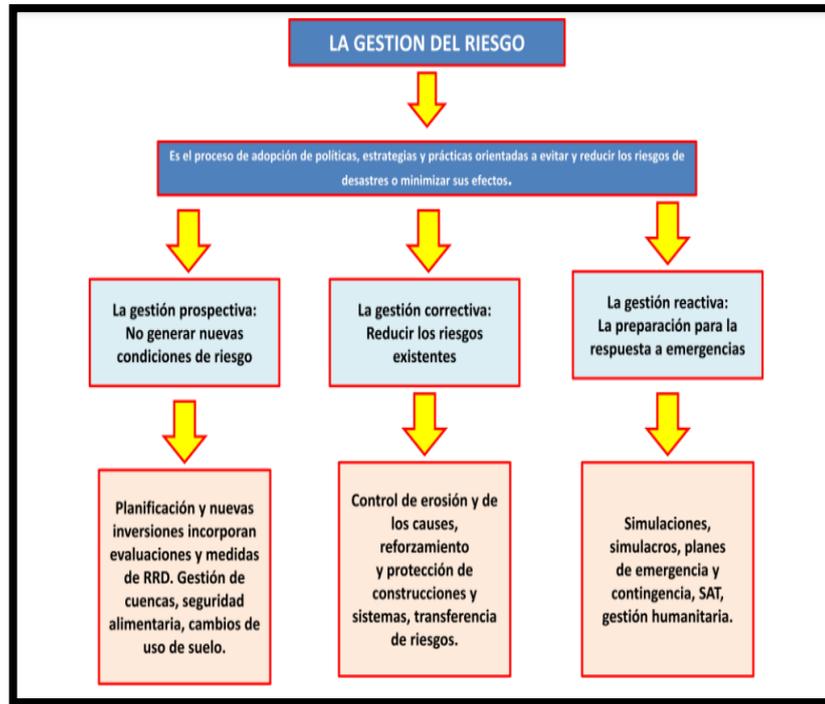
El presente trabajo está orientado a la Gestión de riesgos, misma que comprende diversas áreas que son: análisis de riesgos, reducción de riesgos, manejo de eventos adversos y recuperación. En este caso esas áreas serán tomadas como gestión prospectiva, correctiva y reactiva, de este modo se podrá establecer las respectivas medidas para la reducción de riesgos de desastres.

Gestión Prospectiva: Implica abordar medidas y acciones en la planificación del desarrollo para evitar que se generen condiciones de riesgo.

Gestión correctiva: Se refiere a la adopción de medidas y acciones de manera anticipada para reducir los riesgos ya existentes.

Gestión reactiva: implica la preparación y respuestas a emergencias. (Espinoza, 2014)

Figura 13. Gestión de riesgos y sus etapas



Fuente: (Espinoza, 2014)

Plan de acción de reducción de riesgos a nivel institucional

Tabla 21. Plan de acción de reducción de riesgos a nivel institucional en la Vía Circunvalación, cantón San Miguel

Zona de riesgo	Medidas Prospectivas	Medidas correctivas	Medidas reactivas	Aporte/beneficio	Responsables y/o colaboradores	Costo estimado en USD
Vía Circunvalación San Miguel de Bolívar	Diseñar una línea base con los eventos peligrosos suscitados en el territorio.	Tener un enfoque cualitativo o cuantitativo para determinar el alcance del riesgo	Reducción del riesgo de desastres y vulnerabilidades.	Vulnerabilidad Física, social y ambiental	GAD Provincial de la Provincia Bolívar. GAD Cantonal de San Miguel de Bolívar Moradores de la zona	\$ 1.000

	Realizar la Planificación de Ordenamiento Territorial con la inclusión de Gestión de Riesgos.	Los permisos de construcción deben ser emitidos conjuntamente entre el departamento de planificación y la unidad de gestión de riesgos	Evitar que se construya en lugares de riesgo, que pueda ocasionar perdidas estructurales	Vulnerabilidad Física	GAD Provincial de la Provincia Bolívar. GAD Cantonal de San Miguel de Bolívar	\$ 10.000
	Delimitación y zonificación de las zonas susceptibles ante eventos peligrosos.	Declarar zonas no edificables en los lugares de mayor riesgo de deslizamiento. Estabilización de taludes en las zonas de riesgo.	Aplicar políticas estrictas y de cumplimiento al momento de otorgar los permisos de construcción. Estabilizar el talud con perforaciones con anclajes y	Vulnerabilidad Física, social y ambiental	GAD Provincial de la Provincia Bolívar. GAD Cantonal de San Miguel de Bolívar Ministerio del Ambiente (MAE) Moradores de la zona	\$ 150.000

		<p>Construcción de muros de contención en la pendiente,</p> <p>Construcción de drenajes para aguas lluvias.</p> <p>Mantener y proteger la vegetación nativa del lugar</p>	<p>hormigón lanzado en el talud de la vía.</p> <p>Disminuir el nivel de riesgo por deslizamiento.</p> <p>Diseñar un proyecto que ayude a reforestar las zonas de riesgo.</p>			
	Promover una cultura de Gestión de Riesgos local.	Capacitar a la población en términos de gestión de riesgos.	Capacidad de evacuar inmediatamente	Vulnerabilidad, Física, Social y Ambiental	GAD Provincial de la Provincia Bolívar. GAD Cantonal de San Miguel de Bolívar	\$ 15.000

		<p>Identificar los puntos de encuentro y rutas de evacuación.</p> <p>Organizar a la población y formar un comité de emergencia.</p> <p>Realizar simulacros de evacuación.</p> <p>Contar con planes de emergencia y plan de contingencia.</p> <p>Las familias deben tener elaborado un</p>	<p>Activar las brigadas de emergencia comunitaria.</p> <p>Activar el COE, si es necesario, dependiendo de la magnitud del evento</p>		<p>Sistema Nacional de Gestión de Riesgos. Moradores de la zona</p>	
--	--	---	--	--	---	--

		plan de emergencia familiar.				
	Elaborar convenios interinstitucionales entre las organizaciones locales y Gestión de Riesgos.	Proyectos de capacitación a la población en gestión de riesgos con entidades de emergencia. Proyectos de inclusión económica y social. Proyectos de reforestación. Apoyo social a los moradores de las	Participación de la población en las capacitaciones. Involucrar a todos los moradores de la zona a trabajar en conjunto.	Vulnerabilidad, Física, Social y Ambiental	GAD Provincial de la Provincia Bolívar. GAD Cantonal de San Miguel de Bolívar Sistema Nacional de Gestión de Riesgos. Moradores de la zona	\$2.000,00

		zonas afectas por deslizamientos				
Total de costo estimado						\$183.000

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Tabla 22. Estrategias de reducción de riesgos (Medidas Estructurales y no Estructurales)

Sitio crítico	Índice de riesgo	Grado de estabilidad del talud	Medidas estructurales	Medidas no estructurales	Responsables y/o colaboradores
Talud 1	1,39	Inestable	Drenajes de aguas lluvias y aguas servidas correctamente canalizados. Colocación de geomembrana	Reforestación con árboles nativos de la zona. Limitar la construcción de viviendas para evitar la carga	MTOP Bolívar Gad San Miguel Gad Provincial Bolívar
Talud 2	1,31	Inestable	Construcción de muro de hormigón Drenajes de aguas lluvias y aguas servidas correctamente canalizados.	Reforestación con árboles nativos de la zona Limitar la construcción de viviendas para evitar la carga	MTOP Bolívar Gad San Miguel Gad Provincial Bolívar
Talud 3	1,10	Inestable	Drenajes de aguas lluvias y aguas servidas correctamente canalizados. Colocación de mallas de geomembrana	Reforestación con árboles nativos de la zona. Tierra armada	MTOP Bolívar Gad San Miguel Gad Provincial Bolívar
Talud 4	1,29-0,96	Inestable	Construcción de muros de contención, como puede ser de hormigón, muros de gavión.	Reforestación con árboles nativos de la zona. Evitar la erosión del suelo	MTOP Bolívar Gad San Miguel Gad Provincial Bolívar

Talud 5	1,15	Inestable	Drenajes de aguas lluvias y aguas servidas correctamente canalizadas. Colocación de mallas de geomembrana Hormigón lanzado	Reforestación con árboles nativos de la zona. Limitar la construcción de viviendas para evitar la carga	MTOP Bolívar Gad San Miguel Gad Provincial Bolívar
Talud 6	1,28	Inestable	Drenajes de aguas lluvias y aguas servidas correctamente canalizados. Colocación de mallas de geomembrana	Reforestación con árboles nativos de la zona. Limitar la construcción de viviendas para evitar la carga	MTOP Bolívar Gad San Miguel Gad Provincial Bolívar
Talud 7	1,06	Inestable	Drenaje de aguas lluvias y aguas servidas correctamente canalizados. Colocación de mallas de geomembrana	Reforestación con árboles nativos de la zona. Limitar la construcción de viviendas para evitar la carga	MTOP Bolívar Gad San Miguel Gad Provincial Bolívar

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

La institución encargada de realizar el monitoreo, seguimiento y evaluación de la propuesta es el GAD cantonal de San Miguel de Bolívar a través de su unidad de Gestión de Riesgos por encontrarse en el casco urbano la zona objeto de estudio.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

✚ Para identificar los niveles de amenaza de deslizamientos a través de la metodología de Mora Vahrson y Paucar 2016, se ha tomado en cuenta los factores condicionantes como son: la pendiente, geología/litología, geomorfología, cobertura vegetal, y los factores detonantes como: la sismicidad y las precipitaciones de la vía circunvalación de San Miguel de Bolívar, se puede evidenciar en el área de estudio que abarca 0,23 km², donde predomina en un 78,3% una susceptibilidad alta a deslizamientos, es decir 0,18 km² de su área total, siguiendo la susceptibilidad media con un 17,4% correspondiente a 0,04 km² finalmente, un 4,3% para la susceptibilidad baja con 0,01 km² de su área total, estos datos se ha obtenido al realizar la consolidación de los datos obtenidos de cada factor de estudio como es:

Pendientes con rangos >12- 25% abarcando un 0,15 km² y equivale a 62,5% del área total, en el factor geológico/litológico predominan tobas andesíticas de grano fino de color pardo a amarillo, con andesitas porfiríticas interestratificadas y según su calificación es moderado, representando el 78,3% del área total, en la geomorfología se puede evidenciar la presencia de coluvios aluviales antiguos y coluvios antiguos, en poca cantidad, el relieve volcánico colinado medio es el más predominante, su valor de indicador es de 5, que ocupa 0,18 km² equivalente a un 78,3% del área, en la cobertura vegetal se identificó que la mayor parte del sector es área poblada equivalente al 99,6% es decir un 0,23 km² del área total y el restante 0,001 km² representa un mosaico agropecuario equivalente al 0,4 %, ambos con valor de indicador 10 el más alto.

✚ Para analizar el grado de estabilidad de los taludes en el Software GEO5, utilizamos las curvas de nivel, el tipo de suelo, el factor de seguridad de 1,60, el coeficiente de sismicidad de 0,26, con estos datos se obtiene los resultados analizados de cada talud: talud 1 con un factor de seguridad de 1,39, talud 2 factor de seguridad de 1,31, talud 3 factor de seguridad 1,10, talud 4 antes de producirse el deslizamiento de tierra presenta un

factor de seguridad de 1,29, después del deslizamiento nos da como resultado un factor de seguridad de 0,96 , talud 5, factor de seguridad de 1,15, talud 6, factor de seguridad 1,28, talud 7, factor de seguridad de 1,06.

Según los datos obtenidos, el grado de inestabilidad está comprendido en un rango desde 0,96 hasta 1,39, siendo inferior al factor de seguridad de 1,60, lo que significa un riesgo de deslizamiento, por lo que es necesario la intervención para estabilizar los taludes.

- ✚ Para establecer las estrategias de reducción de riesgos, se establece de acuerdo a las medidas preventivos como la línea base de los eventos peligrosos suscitados en el territorio, la delimitación y zonificación de las zonas susceptibles ante eventos peligrosos, la cultura de Gestión de Riesgos local, y los convenios interinstitucionales entre las organizaciones locales y de Gestión de Riesgos, entre las medidas correctivas tenemos; reforzamiento y protección de construcciones, construcción de muros de contención en las áreas expuestas a deslizamientos, realizar la transferencia del riesgo existente dependiendo la situación actual, diseñar políticas de mayor control al momento de otorgar permisos de construcción en zonas de riesgo, limpieza de drenajes de aguas lluvias (tuberías o zanjas) para evitar la filtración de agua, evitar construir en lugares afectados anteriormente por deslizamientos, reducir la erosión del suelo mediante la siembra de plantas nativas, diseñar proyectos de reforestación en áreas afectadas por deslizamientos, elaborar proyectos para el tratamiento de los recursos hídricos, en la medidas reactivas podemos realizar capacitaciones ante deslizamientos a los moradores con inclusión a personas con discapacidad, realizar simulacros ante deslizamientos, establecer puntos de encuentro y rutas de evacuación, activación inmediata del COE a nivel que amerite la emergencia.

5.2. Recomendaciones

- ✚ Se debe ampliar los estudios en forma más detallada con levantamientos topográficos georreferenciados para poder identificar los puntos en toda el área de la vía circunvalación de San Miguel de Bolívar.
- ✚ Limitar las construcciones en las zonas de riesgo para disminuir el peso que podría influir en la inestabilidad del talud, así como, se puede considerar la posibilidad de construir elementos de contención, también, debería existir un control sobre los drenajes existentes para que las aguas lluvias y servidas sean canalizadas correctamente.
- ✚ Para la estabilización del talud, se puede recomendar la construcción de muros de contención como; muros de hormigón, muros de gaviones, muros con anclajes, hormigón lanzado, colocación de mallas de geomembrana, también se puede optar por hacer la tierra armada que es la mejor forma de restituir el terreno por el deslizamiento.
- ✚ El uso del suelo debe ser controlado técnicamente por la autoridad competente respetando las áreas que se encuentran en riesgo.
Controlar y evitar los asentamientos humanos ilegales, que por lo general ocupan lugares de riesgo donde construyen viviendas sin las debidas normas de seguridad
- ✚ Contar con planes de emergencia y socializar con la población para que tengan conocimiento de cómo y cuándo evacuar correctamente a su debido tiempo.
- ✚ Reforestar el área de riesgo con árboles nativos de la zona, esto ayuda a evitar los deslizamientos.
- ✚ Es recomendable que se tome en cuenta y se aplique lo propuesto en este trabajo de investigación, para evitar futuros daños que puedan causar los deslizamientos por falta de estabilidad de taludes.

6. BIBLIOGRAFÍA

- (Gemma), g. d. (2007). *Servicio nacional de geología y minería publicación geológica multinacional no. 4, Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Canada.
- Abramson. (1996). Obtenido de <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101-parte05.pdf>
- Álvarez, U. B. (Abril de 2009). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/35164862.pdf>
- Álvaro F. de Matteis. (Agosto de 2003). *fceia*. Obtenido de <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Estabilidad%20de%20Taludes.pdf>
- Arc Gis 10.5. (2022).
- Art 4 Ley N° 1523. (2012). *Gestión del riesgo, responsabilidad, principios, definiciones y Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres*. Obtenido de <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Normatividad/LEY%201523%20DEL%2024%20DE%20ABRIL%20DE%202012.pdf>
- Asamblea Constituyente. (20 de Octubre de 2008). *Educación*. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>
- Asamblea Nacional. (28 de Septiembre de 2009). *oas.org*. Obtenido de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic5_ecu_panel5_sercoy_1.3._ley_seg_p%3%BAblica.pdf
- Asamblea Nacional. (19 de Octubre de 2010). *cpccs.gob.ec*. Obtenido de <https://www.cpccs.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/cootad.pdf>
- Ayala, I. A. (07 de Agosto de 1999). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112000000100002
- Barrionuevo R. & Chillo E. (Diciembre de 2021).
- Bustillos Jorge, A. F. (2016). Una breve caracterización de los fenómenos de remoción en masa (FRM): Sigchos - Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Caicedo, A. (2013). *“Metodología para el análisis de riesgos (sismos, deslizamientos e inundaciones) de la ciudad de guaranda*. Obtenido de <http://190.15.128.197/bitstream/123456789/225/3/TESIS.pdf>
- CEPREDENAC. (2008). Amenaza por deslizamiento (deslave) en America Central. En CEPREDENAC. Noruega.

- Cevallos, M. G. (20 de Enero de 2020). Obtenido de https://issuu.com/unigis_latina/docs/tesis_guillen2
- Congreso Nacional del Ecuador. (10 de Enero de 2007). *defensa.gob.ec*. Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/ene15_LEY-ORGANICA-DE-LA-DEFENSA-NACIONAL.pdf
- Constitución de la República. (30 de Septiembre de 2010). *telecomunicaciones.gob.ec*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2018/06/Reglamento-a-la-Ley-de-Seguridad-Publica-y-del-Estado.pdf>
- COOTAD. (19 de Octubre de 2010). *cpccs*. Obtenido de <https://www.cpccs.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/cootad.pdf>
- ECURED. (2020). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Talud>
- Espinosa, L. y. (2011). *Geomorfología en México. Una visión histórica, metodológica y aplicada*. . Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/104/10453975008/10453975008.pdf>
- Espinoza, L. V. (Agosto de 2014). *repositorio.uide.edu.ec*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1613/1/T-UIDE-1115.pdf>
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas. (2016). *Indicadores y terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres*. Obtenido de <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/08IGC2019-GLOSARIO-DE-TE%CC%81RMINOS01.pdf>
- Geología. (2020). *GEOLOGÍAWEB*. Obtenido de <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/metodos-medidas-estabilizacion-taludes/>
- Granados, V. M. (19 de Junio de 2020). *GEOMORFOLOGIA SOCIALIZADA ATRAVÉS DA FOTOGRAFIA TRADICIONAL*. Obtenido de https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-22012020000100209&lang=es
- Grimanezca Carballo. & César del Pozo. (2020). *Repositorio UEB*. Obtenido de file:///C:/Users/Toshiba/Desktop/UEB-Tesis/Tesis_Metodolog%C3%ADas_Ejemplos/EVALUACI%C3%93N%20DE%20AMENAZAS%20POR%20DESLIZAMIENTO%20EN%20EL%20SECTOR%20DIVINO%20NI%C3%91O%20DEL%20CANT%C3%93N%20CHIMBO%201.pdf
- Gustavo, B., Omar, B. S., & Oscar, N. R. (2011). *Efectividad de la Metodología Mora-Vahrson modificada en el caso de deslizamientos provocados*. Costa Rica.

- Hurtado, W., & Nuñez, M. (2019). Obtenido de <http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/3070/1/TESIS%20FINAL.pdf>
- Información Cartográfica Gad Provincial de Bolívar. (14 de Diciembre de 2021). Shapefiles. San Miguel de Bolívar.
- Lavell, A. (2007). *Apuntes para una reflexión institucional en países de la Subregión Andina sobre el enfoque de la Gestión de Riesgos*. Obtenido de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf;jsessionid=1020F2DAFA11EB2C43F346623EE6E10A?sequence=2>
- Ley No. 1523, D. O. (24 de Abril de 2012). Obtenido de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf;jsessionid=1020F2DAFA11EB2C43F346623EE6E10A?sequence=2>
- López, J. D. (2017). *Repositorio*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1052/1/TESIS%20DE%20SUSCEPTIBILIDAD%20A%20DESLIZAMIETO%20EN%20LA%20CARRETERA%20J%20-%20P%20C.pdf>
- Lucía Avilés Ponce, M. C. (2017). Identificación de amenaza por deslizamientos de tierra mediante información geo-espacial en el cantón Ibarra-Ecuador. Ibarra, Ecuador.
- Luhmann, N. (1996). *El concepto de riesgo. En Josetxo, B (Ed.). Las consecuencias perversas de la modernidad. Anthropos*. Obtenido de https://www.cibnor.gob.mx/revistas/pdfs/vol4num1/03_CONCEPTO.pdf
- Ministerio de Finanzas del Ecuador. (20 de Octubre de 2010). *finanzas.gob.ec*. Obtenido de https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/CODIGO_PLANIFICACION_FINANZAS.pdf
- ONU. (2015).
- Orozco, O. O. (20 de Octubre de 2010). Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/629/pendiente.pdf>
- Paucar, A. (Abril de 2016). Doctorado en desarrollo local y territorio. *Modela para la articulacion de la gestion del riesgo enel proceso de ordenamiento Territorial en la ciudad de Guaranda/Ecuador*. Valencia.
- Paz, S. N. (2015). *repositorio.uta.edu.e*. Obtenido de [file:///D:/Downloads/Tesis%20859%20-%20Rojas%20Paz%20Sandra%20Narcisa%20%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/Tesis%20859%20-%20Rojas%20Paz%20Sandra%20Narcisa%20%20(1).pdf)

- PDOT. (2020-2023). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL SAN MIGUEL DE BOLIVAR*. San Miguel de Bolívar.
- PDOT. (2020-2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial San Miguel de Bolívar*. San Miguel.
- PDOT, cantón San Miguel. (2020-2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial San Miguel de Bolívar*. San Miguel.
- Peréz Rolando. & Rojas José. (Diciembre de 2005). Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp35p438.pdf>
- Pérez, E. S. (2007). *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.*
- Pérez, T. Y., & Calderón, Y. P. (2015). Estabilización de taludes de la vía de red terciaria de la vereda la unión, localidad de usme –Bogotá d.c. Bogota, Argentina.
- Pilco, J. A. (2013). Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2284/1/T-UCE-0012-281.pdf>
- Gad Provincial de Bolívar; Mora Vahrson, 2011. (s.f.).
- Gad Provincial de Bolívar; Paucar, 2016. (s.f.).
- Ramos, J. (2022). Estabilidad de Taludes.
- Real Academia de Ciencias Exactas, F. y. (13 de Febrero de 2020).
- RED, C. O. (2009). *Guía metodológica Versión 8.1.9*. Obtenido de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf;jsessionid=1020F2DAFA11EB2C43F346623EE6E10A?sequence=2>
- República del Ecuador Asamblea Nacional. (30 de Junio de 2016). *habitatyvivienda.gob.ec*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Ley-Organica-de-Ordenamiento-Territorial-Uso-y-Gestion-de-Suelo1.pdf>
- Rivas, W. H., Torrecilla, u. R., Tica, S., & María Edna Vidaurre, W. T. (2007). *Guía para la gestión local de riesgo por DESLIZAMIENTOS*. El Salvador.
- Robert Poveda, Oscar Rodríguez & Michael Rosas. (2020). *repositorio.ucc.edu.co*. Obtenido de https://repositorio.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33518/1/2020_M%C3%A9todos_Utilizados_C%C3%A1lculo.pdf
- Salgado, R. A., Velásquez, S., & Faustino., F. J. (2005). Obtenido de http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/5778/Analisis_integral_d_el_riesgo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Sanchez, F. (26 de Mayo de 2012). Obtenido de <http://hidrologia.usal.es/temas/Precipitaciones.pdf>
- Servicio Nacional de Contratación Pública. (21 de Agosto de 2018). *e pn.edu.ec*. Obtenido de <https://www.e pn.edu.ec/wp-content/uploads/2018/08/Ley-Org%C3%A1nica-de-Contrataci%C3%B3n-P%C3%BAblica.pdf>
- Sevilla, P. N. (13 de Mayo de 2013). Obtenido de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Patrimonio_Natural._Uso_Y_Gestion/Espacios_Protegidos/publicaciones_renpa/guía_geologica_s_norte/03_parte_1.pdf
- SNET. (s.f.). *snet.gob.ec*. Obtenido de <https://www.snet.gob.sv/Geologia/Deslizamientos/Info-basica/3-generalidades.htm>
- SNGRE. (2019).
- SOFTWARE GEOTÉCNICO GEO5. (2022).
- Sostenible, S. (2016). Obtenido de <http://sudsostenible.com/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-no-estructurales/>
- Suarez, J. (2009). Geotecnia . En J. Suarez, *Deslizamientos, Analisis Geotecnico*.
- Tarback, E. &. (2001). *Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física*. Obtenido de <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/geologia/2330-que-son-los-deslizamientos>
- Tavera., I. (. (28 de Febrero de 2012).
- UNISDR., E. I. (2016). Obtenido de <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/08IGC2019-GLOSARIO-DE-TE%CC%81RMINOS01.pdf>
- UNISDR., E. I. (2016). Obtenido de <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/08IGC2019-GLOSARIO-DE-TE%CC%81RMINOS01.pdf>
- Universidad de Caldas. (2 de Abril de 2013). Obtenido de <https://estabilidad-de-taludes7.webnode.es/news/marco-teorico/>

7. ANEXOS

7.1. Anexo 1 Metodologías utilizadas para el desarrollo del trabajo de investigación

Metodología de Mora Vahrson

	Valor de pendiente (m/km ²)	Equivalente en grados	Calificación	Factor de susceptibilidad
Pendiente	0-75	0 – 4.29	Muy baja	0
	76 – 175	4.30- 9.93	Baja	1
	176 – 300	9.94 – 16.70	Moderada	2
	301 – 500	16.71 – 26.57	Media	3
	501 – 800	26.58 – 38.66	Alta	4
	>800	>38.66	Muy Alta	5
	Litología	Indicador		Valor del indicador
	Aluvión grueso, permeable, compacto, nivel freático bajo		1	Bajo
	Calizas duras permeables			
	Rocas intrusivas, poco fisuradas, bajo nivel freático			
	Basaltos, andesitas, ignimbritas			
	Características físicas mecánicas: materiales sano con poca o ninguna meteorización, resistencia al corte elevada, fisuras sanas, sin relleno			

	Rocas sedimentarias no o muy poco alteradas, poco fisuradas,		2	Moderado
	Rocas intrusivas, calizas duras			
	Características físico mecánicas: resistencia al corte media a elevada			
	Rocas sedimentarias, intrusivas, lavas, ignimbritas, tobas poco soldadas, rocas metamórficas mediana a fuertemente alteradas, niveles freáticos relativamente altos		3	Medio
	Aluviones fluvio lacustres, suelos piroclásticos poco compactados, rocas fuertemente alteradas		4	Alto
Materiales aluviales, coluviales de muy baja calidad mecánica, rocas con estado de alteración avanzado, drenaje pobre.		5	Muy Alto	
Humedad del Suelo	Valor acumulado de índices de precipitación		Calificación	Factor de susceptibilidad
	0 – 4		Muy Bajo	1
	5 – 9		Bajo	2
	10 – 14		Medio	3
	15 – 19		Alto	4
	20- 24		Muy Alto	5
Sismicidad	Intensidad	Aceleración	Valor del indicador	Calificación

	III	0,098 – 1,226	1	Leve
	IV	1,227 – 2,011	2	Muy Bajo
	V	2,012 – 2,894	3	Bajo
	VI	2,895 – 3,679	4	Moderado
	VII	3,680-4,365	5	Medio
	VIII	4,366 – 5,445	6	Elevado
	IX	5,446 – 6,426	7	Fuerte
	X	6,427 – 7,210	8	Bastante Fuerte
	XI	7,211 – 8,388	9	Muy Fuerte
Precipitación	Precipitación máxima mm		Valor indicador	Calificación
	< 100		1	Muy Bajo
	101 – 200		2	Bajo
	201 – 300		3	Medio
	301-400		4	Alto
	>400		5	Muy Alto

Fuente: (Gustavo, Omar, & Oscar, 2011)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Metodología PAUCAR 2016

Variable	Indicador	Escala de Indicador	Valor del indicador	Peso Ponderación	Valor Máximo
Factor Condicionante	Geológico – Litológico (gl)	Afloramiento rocoso: Formación de Volcánicos Guaranda, la mayoría de estos suelos se desarrollan en zonas de morfología irregular está formado por rocas volcánicas básicas a intermedias, las mismas que son impermeables y duras	0,1	0,2	0,2
		Areno limo arcillosos: Depósitos Superficiales, a medida que aumente la	0,5		

		pendiente, los suelos aflorantes son del tipo cangahua de composición intermedia, marrón amarillenta, en las partes altas de las cordilleras afloran materiales tipo lapilli con fragmento de pómez grueso (arenoso grueso)			
		Tobas, andesitas: Formación de Volcánicos Guaranda, con formación de material piroclásticos, como pómez, lapilli y tobas finas de las	0,5		

		ultimas erupciones del volcán Chimborazo			
		producto de deslizamiento antiguo de tobas con fragmento de pómez grueso (arenoso grueso), partes bajas de las quebradas se observan rocas andesitas fuertemente diaclasadas	0,1		
		Depósito aluvial: Depósitos superficiales localizado en la cuenca y márgenes del río Guaranda	0,1		
	Geom orfoló gico (gm)	Mesetas	0,1	0,1	0,1
		Lomas	0,5		
		Colinas	1,0		

Pendiente (en %) (pd)	0-5%: Zonas planas sin influencia para susceptibilidad a deslizamientos a causa de sismo	0,0	0,1	0,1
	6-12%: Zonas con muy baja influencia para susceptibilidad a deslizamientos	0,0		
	13-25%: Consideradas de nivel bajo para efectos sísmicos	0,1		
	26-40%: Consideradas de nivel medio para efectos sísmicos	0,5		
	41-70%: Consideradas de nivel alto para efectos sísmicos	1,0		

		>70%: Consideradas de nivel muy alto para efectos sísmicos y deslizamientos, por fuertes pendientes	1,0		
	Geotecnia (gt)	SG1: Suelos Limos inorgánicos con alta plasticidad derivadas de cenizas volcánicas tipo cangahua (toba) cohesión 0,5 a 1 kg/cm ²	0,1	0,2	0,2
		SG2: Suelos limos- arcillosos inorgánicos de baja plasticidad cohesión 0,5 a 1 kg/cm ²	0,1		
		SG3: Suelos areno-limosos-	0,5		

		arcillosos heterogéneos producto de la meteorización leve de las cangahuas (toba), cohesión >2 kg/cm ²			
		SG4: Suelos areno-limosos- arcillosos heterogéneos producto de la meteorización leve de las cangahuas (toba), cohesión >2 kg/cm ²	0,5		
		SG5: Suelos limos- arcillosos inorgánicos de baja plasticidad, derivado de la meteorización de cenizas volcánicas tipo	0,5		

		cangahuas (toba), cohesión 1 a 2 kg/cm ²			
		SG6: Suelos arenas- limosas- arcillosas de baja plasticidad derivadas de cenizas volcánicas tipo cangahua (toba), con cohesiones bajas cohesión < 2 kg/cm ²	1,0		
	Uso de suelo y cobertura vegetal (cv)	Cm: Cultivos de maíz	1,0	0,2	0,2
		U: Urbano	0,1		
		Cm/Pc: Cultivos de maíz con pasto cultivado	1,0		
		Bp/Cm: Bosque plantado con cultivos de maíz	0,5		

		Bp: Bosque plantado (en laderas de colinas)	0,1		
Factor Detonante	Precipitación promedio anual (p)	< 200 mm	0,1	0,1	0,1
		201-300 mm	0,5		
		> 301 mm	1,0		
	Sismicidad: Intensidad sísmica (s)	I – V	0,1	0,1	0,1
		VI – VII	0,5		
		≥ VIII	1,0		
Total				1,0	1,0

Fuente: (Paucar, 2016)

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

Metodología aplicada al trabajo investigativo

Factor	Variable	Descripción	Escala Cualitativa	Valor del Indicador
Factores Intrínsecos	Pendiente	Muy suave	>2-5%	0
		Suave	>5-12%	1
		Media	>12- 25%	2
		Media a fuerte	>25- 40%	3
		Fuerte	>40- 70%	4
		Muy Fuerte	>70- 100%	5
	Geología- Litología	Andesitas verdes compactas intercaladas con sedimentos volcánicos	Bajo	1

		Arenas, limos, arcillas y conglomerados	Moderado	5
		Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.	Moderado	5
		Corneanas	Bajo	1
		Cuerpo intrusivo	Bajo	1
		Dasita porfiríticos, brechas volcánicas, rocas volcánicas porfiríticas, tobas y flujos de lava.	Moderado	5
		Lavas andesíticas gris verdosas.	Bajo	1

		Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	Alto	10
		Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.	Alto	10
		Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.	Moderado	5
		Tobas andesíticas de grano fino, de color pardo a amarillo, con andesitas porfíricas interestratificadas	Moderado	5
	Geomorfología	Abrupto de superficie inclinada		7
		Barranco		10
		Coluvio aluvial antiguo		10
		Coluvion antiguo		10
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada		5
		Escarpe de deslizamiento		7

		Interfluvio de cimas estrechas	5	
		Relieve montañoso	7	
		Relieve volcánico colinado medio	5	
		Relieve volcánico colinado muy alto	7	
		Relieve volcánico montañoso	3	
		Superficie de cono de deyección	3	
		Superficie inclinada	7	
		Valle fluvial	5	
		Vertiente abrupta	7	
		Vertiente abrupta con fuerte disección	10	
		Vertiente heterogénea	5	
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	7	
		Vertiente rectilínea	5	
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	7	
		Cobertura Vegetal	Área poblada	10
	Bosque nativo		1	
	Cuerpo agua		5	
	Mosaico Agropecuario		10	
	Erial (Sin cobertura vegetal)		10	
	Infraestructura antrópica		10	
Páramo	5			
Pastizal	1			
Plantación forestal	5			
Vegetación arbustiva	5			
Factores Externos	Sismicidad	I-II	Leve	1
		III-IV	Bajo	3

		V-VI	Moderado	5
		VII-VIII	Fuerte	7
		\geq IX	Muy fuerte	10
	Precipitación	600-900		1
		900-1200		3
		1200-1500		7
		1500-1800		10

Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022

7.2. Anexo 2 Curvas de nivel y líneas de medición trazadas a lo largo de los taludes para la obtención de los puntos de medición en longitud (x) y altitud (z)



7.3. Anexo 3. Procesamiento del software geotécnico Geo 5 basado en el talud1

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 8/3/2022

Configuración

(entrada para tarea actual)

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Factor de seguridad :	$SF_s =$	1.60 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	5.00	2.00	13.00	6.00
		20.00	6.00				

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		26.50	12.00	18.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m³]	γ_s [kN/m³]	n [-]
1	Limo arenoso (MS), consistencia firme		18.00		

Datos del suelo

Limo arenoso (MS), consistencia firme

Peso unitario : $\gamma = 18.00$ kN/m³

Estado de tensión : efectivo

Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 26.50^\circ$

Cohesión de suelo : $c_{ef} = 12.00$ kPa

Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 18.00$ kN/m³



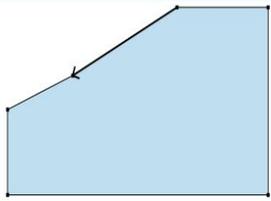
Para fines no sólo comerciales



1

[GE05 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es |
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		13.00	6.00	5.00	2.00	Limo arenoso (MS), consistencia firme
		0.00	0.00	0.00	-5.00	
		20.00	-5.00	20.00	6.00	

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.26$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0.00$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	4.11 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-13.76 [°]
	z =	16.11 [m]		$\alpha_2 =$	52.24 [°]
Radio :	R =	16.51 [m]			

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 414.30$ kN/m

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 576.17$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_a = 6840.05$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 9512.49$ kNm/m

Factor de seguridad = 1.39 < 1.60

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Optimización de la superficie de deslizamiento circular (Bishop)

Nro.	Centro		Radio	FS	Verificación
	x [m]	z [m]	R [m]		
1	8.91	17.53	13.74	2.43	ACEPTABLE
2	8.91	17.53	13.74	2.43	ACEPTABLE
3	8.91	17.53	13.74	2.43	ACEPTABLE
4	16.04	9.16	4.91	5.39	ACEPTABLE
5	10.42	10.57	10.43	1.84	ACEPTABLE
6	11.58	18.22	14.73	2.36	ACEPTABLE
7	4.54	22.33	22.36	1.44	NO ACEPTABLE
8	10.81	9.14	9.53	1.99	ACEPTABLE
9	-0.65	38.31	38.24	1.51	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
10	6.56	14.44	15.70	1.47	NO ACEPTABLE
11	10.50	10.25	10.22	1.87	ACEPTABLE
12	8.43	8.24	11.59	1.86	ACEPTABLE
13	9.22	6.80	6.72	1.97	ACEPTABLE
14	4.47	12.52	13.15	1.41	NO ACEPTABLE
15	3.50	24.55	24.69	1.42	NO ACEPTABLE
16	6.36	15.10	16.23	1.45	NO ACEPTABLE
17	10.19	10.20	10.49	1.83	ACEPTABLE
18	8.82	6.93	11.02	2.06	ACEPTABLE
19	2.72	10.12	10.35	1.64	ACEPTABLE
20	4.31	6.66	7.75	1.69	ACEPTABLE
21	10.26	9.95	10.32	1.85	ACEPTABLE
22	-7.24	113.84	111.18	3.04	ACEPTABLE
23	0.32	29.71	28.63	1.76	ACEPTABLE
24	4.47	12.52	13.15	1.41	NO ACEPTABLE
25	8.68	9.94	10.59	1.68	ACEPTABLE
26	5.49	9.06	8.37	1.63	ACEPTABLE
27	1.17	34.13	33.04	1.66	ACEPTABLE
28	3.66	20.63	20.84	1.40	NO ACEPTABLE
29	7.15	18.04	17.46	1.53	NO ACEPTABLE
30	3.55	19.11	18.00	1.58	NO ACEPTABLE
31	-8.70	73.29	73.08	1.86	ACEPTABLE
32	10.08	7.83	9.89	2.05	ACEPTABLE
33	5.30	18.59	19.20	1.42	NO ACEPTABLE
34	8.19	14.41	14.34	1.57	NO ACEPTABLE
35	7.56	11.11	13.26	1.60	NO ACEPTABLE
36	6.29	11.78	11.21	1.50	NO ACEPTABLE
37	-15.30	69.67	70.90	2.35	ACEPTABLE
38	2.04	18.95	18.96	1.44	NO ACEPTABLE
39	6.59	6.89	9.34	1.76	ACEPTABLE
40	5.70	9.25	10.69	1.52	NO ACEPTABLE
41	7.80	7.73	8.28	1.71	ACEPTABLE
42	6.59	6.89	9.34	1.76	ACEPTABLE
43	4.05	13.64	14.09	1.40	NO ACEPTABLE
44	8.24	11.37	11.58	1.60	NO ACEPTABLE
45	5.11	9.88	9.04	1.64	ACEPTABLE
46	-1.95	44.16	43.30	1.75	ACEPTABLE
47	2.59	23.93	23.97	1.42	NO ACEPTABLE
48	5.36	15.38	16.15	1.41	NO ACEPTABLE
49	8.15	11.66	11.80	1.59	NO ACEPTABLE
50	7.44	8.95	11.45	1.68	ACEPTABLE
51	6.51	6.86	6.82	1.72	ACEPTABLE
52	-5.89	30.93	31.45	2.77	ACEPTABLE
53	-1.19	23.38	22.61	2.74	ACEPTABLE
54	4.07	8.93	9.66	1.53	NO ACEPTABLE
55	6.59	6.69	6.72	1.75	ACEPTABLE
56	4.00	19.58	19.86	1.40	NO ACEPTABLE
57	7.53	16.74	16.30	1.54	NO ACEPTABLE
58	4.10	17.64	16.56	1.55	NO ACEPTABLE
59	-4.89	60.05	59.42	1.80	ACEPTABLE
60	1.74	30.37	30.33	1.46	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

[GE05 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333| comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
61	10.16	7.57	9.76	2.10	ACEPTABLE
62	5.52	17.87	18.56	1.42	NO ACEPTABLE
63	8.36	13.86	13.88	1.58	NO ACEPTABLE
64	7.66	10.77	13.04	1.62	ACEPTABLE
65	6.55	11.06	10.61	1.51	NO ACEPTABLE
66	-8.77	52.13	52.30	2.17	ACEPTABLE
67	6.67	6.67	9.23	1.79	ACEPTABLE
68	5.81	8.95	10.50	1.54	NO ACEPTABLE
69	7.89	7.48	8.13	1.75	ACEPTABLE
70	6.66	6.68	9.24	1.79	ACEPTABLE
71	4.25	13.07	13.61	1.40	NO ACEPTABLE
72	7.02	9.81	9.64	1.55	NO ACEPTABLE
73	3.83	23.48	23.68	1.42	NO ACEPTABLE
74	7.68	16.21	15.85	1.54	NO ACEPTABLE
75	-109.78	260.41	282.61	15.43	ACEPTABLE
76	4.00	19.58	19.86	1.40	NO ACEPTABLE
77	5.92	20.34	19.95	1.49	NO ACEPTABLE
78	3.79	19.17	18.48	1.49	NO ACEPTABLE
79	1.00	37.17	36.41	1.60	NO ACEPTABLE
80	2.51	27.84	27.85	1.44	NO ACEPTABLE
81	8.73	10.74	12.04	1.68	ACEPTABLE
82	4.98	19.66	20.16	1.41	NO ACEPTABLE
83	7.09	16.35	16.40	1.50	NO ACEPTABLE
84	6.87	13.41	14.90	1.50	NO ACEPTABLE
85	5.56	14.13	13.83	1.45	NO ACEPTABLE
86	0.47	28.56	27.82	1.63	ACEPTABLE
87	2.99	18.37	18.51	1.40	NO ACEPTABLE
88	6.26	9.25	10.98	1.55	NO ACEPTABLE
89	7.86	7.63	9.04	1.76	ACEPTABLE
90	5.24	12.08	13.02	1.43	NO ACEPTABLE
91	6.87	10.41	10.82	1.53	NO ACEPTABLE
92	6.25	9.26	10.99	1.55	NO ACEPTABLE
93	4.17	15.07	15.51	1.39	NO ACEPTABLE
94	6.28	15.86	15.70	1.47	NO ACEPTABLE
95	4.40	13.59	13.05	1.49	NO ACEPTABLE
96	2.39	28.17	27.40	1.54	NO ACEPTABLE
97	3.17	22.14	22.26	1.41	NO ACEPTABLE
98	8.51	8.80	10.37	1.75	ACEPTABLE
99	5.06	16.27	16.91	1.40	NO ACEPTABLE
100	7.03	13.48	13.69	1.50	NO ACEPTABLE
101	6.72	11.17	12.86	1.52	NO ACEPTABLE
102	5.61	10.55	10.45	1.49	NO ACEPTABLE
103	-0.73	23.89	23.83	1.63	ACEPTABLE
104	2.06	19.43	18.66	1.62	ACEPTABLE
105	3.28	13.86	14.12	1.42	NO ACEPTABLE
106	5.93	7.23	9.16	1.66	ACEPTABLE
107	5.13	9.24	10.40	1.49	NO ACEPTABLE
108	6.63	8.00	8.62	1.61	ACEPTABLE
109	5.93	7.23	9.16	1.66	ACEPTABLE
110	4.21	11.52	12.13	1.43	NO ACEPTABLE
111	6.04	9.48	9.62	1.52	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

4

[GEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333| comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
112	4.13	19.15	19.48	1.40	NO ACEPTABLE
113	6.55	15.00	14.95	1.48	NO ACEPTABLE
114	-85.45	319.13	330.34	2.05	ACEPTABLE
115	4.18	15.06	15.50	1.39	NO ACEPTABLE
116	5.34	16.31	16.27	1.44	NO ACEPTABLE
117	4.22	14.37	14.12	1.45	NO ACEPTABLE
118	3.50	21.87	21.44	1.46	NO ACEPTABLE
119	3.51	19.63	19.83	1.40	NO ACEPTABLE
120	7.24	10.54	11.60	1.56	NO ACEPTABLE
121	6.11	13.96	14.24	1.45	NO ACEPTABLE
122	5.98	12.24	13.46	1.46	NO ACEPTABLE
123	5.07	12.14	12.18	1.45	NO ACEPTABLE
124	1.45	19.79	19.75	1.47	NO ACEPTABLE
125	3.11	17.27	16.82	1.48	NO ACEPTABLE
126	3.58	14.26	14.58	1.40	NO ACEPTABLE
127	5.57	9.08	10.48	1.52	NO ACEPTABLE
128	6.68	7.95	9.12	1.63	ACEPTABLE
129	4.81	11.05	11.90	1.43	NO ACEPTABLE
130	5.93	9.91	10.42	1.50	NO ACEPTABLE
131	5.57	9.08	10.48	1.52	NO ACEPTABLE
132	4.20	12.64	13.18	1.41	NO ACEPTABLE
133	5.48	11.08	11.32	1.46	NO ACEPTABLE
134	4.15	17.73	18.08	1.39	NO ACEPTABLE
135	5.70	15.22	15.31	1.44	NO ACEPTABLE
136	4.18	15.06	15.50	1.39	NO ACEPTABLE
137	4.85	16.17	16.25	1.42	NO ACEPTABLE
138	4.17	14.71	14.68	1.42	NO ACEPTABLE
139	3.88	19.04	18.88	1.43	NO ACEPTABLE
140	6.31	11.87	12.66	1.47	NO ACEPTABLE
141	4.57	15.60	16.12	1.39	NO ACEPTABLE
142	5.48	14.31	14.63	1.43	NO ACEPTABLE
143	5.44	13.06	14.00	1.42	NO ACEPTABLE
144	4.75	13.14	13.31	1.42	NO ACEPTABLE
145	2.53	17.86	17.94	1.42	NO ACEPTABLE
146	3.56	16.33	16.15	1.44	NO ACEPTABLE
147	3.78	14.53	14.88	1.40	NO ACEPTABLE
148	5.24	10.63	11.69	1.45	NO ACEPTABLE
149	6.02	9.74	10.63	1.51	NO ACEPTABLE
150	4.60	12.33	13.01	1.41	NO ACEPTABLE
151	5.40	11.41	11.88	1.45	NO ACEPTABLE
152	5.24	10.63	11.69	1.45	NO ACEPTABLE
153	4.19	13.42	13.93	1.40	NO ACEPTABLE
154	5.07	12.29	12.59	1.43	NO ACEPTABLE
155	4.16	16.81	17.19	1.39	NO ACEPTABLE
156	4.82	18.08	18.10	1.42	NO ACEPTABLE
157	4.10	16.60	16.50	1.42	NO ACEPTABLE
158	3.73	21.44	21.23	1.44	NO ACEPTABLE
159	3.65	20.17	20.38	1.40	NO ACEPTABLE
160	6.41	13.16	13.88	1.47	NO ACEPTABLE
161	5.52	15.93	16.19	1.43	NO ACEPTABLE
162	5.51	14.47	15.34	1.42	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

[GEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es |
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
163	4.77	14.72	14.82	1.42	NO ACEPTABLE
164	3.44	18.46	18.23	1.44	NO ACEPTABLE
165	3.74	16.27	16.57	1.39	NO ACEPTABLE
166	5.34	11.82	12.81	1.43	NO ACEPTABLE
167	6.15	10.83	11.65	1.48	NO ACEPTABLE
168	4.64	13.77	14.39	1.40	NO ACEPTABLE
169	5.47	12.73	13.14	1.43	NO ACEPTABLE
170	5.33	11.82	12.81	1.43	NO ACEPTABLE
171	5.12	13.74	13.97	1.42	NO ACEPTABLE
172	4.11	18.75	19.08	1.40	NO ACEPTABLE
173	5.16	17.01	17.14	1.42	NO ACEPTABLE
174	4.16	16.81	17.19	1.39	NO ACEPTABLE
175	4.56	17.76	17.89	1.41	NO ACEPTABLE
176	4.11	16.71	16.77	1.41	NO ACEPTABLE
177	2.74	22.28	22.35	1.41	NO ACEPTABLE
178	3.94	19.65	19.63	1.42	NO ACEPTABLE
179	3.82	19.01	19.28	1.40	NO ACEPTABLE
180	5.71	14.26	14.84	1.43	NO ACEPTABLE
181	4.43	17.19	17.62	1.39	NO ACEPTABLE
182	5.07	16.21	16.51	1.41	NO ACEPTABLE
183	4.56	15.43	15.62	1.41	NO ACEPTABLE
184	3.01	18.92	19.05	1.40	NO ACEPTABLE
185	3.72	17.81	17.78	1.42	NO ACEPTABLE
186	3.88	16.45	16.78	1.39	NO ACEPTABLE
187	4.25	17.46	17.53	1.41	NO ACEPTABLE
188	3.83	16.32	16.33	1.41	NO ACEPTABLE
189	2.39	21.97	22.00	1.42	NO ACEPTABLE
190	3.63	19.30	19.24	1.42	NO ACEPTABLE
191	5.46	13.92	14.44	1.42	NO ACEPTABLE
192	4.16	16.80	17.18	1.39	NO ACEPTABLE
193	4.80	15.85	16.09	1.41	NO ACEPTABLE
194	4.84	14.81	15.45	1.40	NO ACEPTABLE
195	4.27	15.10	15.23	1.41	NO ACEPTABLE
196	2.71	18.54	18.63	1.41	NO ACEPTABLE
197	3.42	17.46	17.38	1.42	NO ACEPTABLE
198	4.78	12.85	13.57	1.41	NO ACEPTABLE
199	5.35	12.12	12.71	1.43	NO ACEPTABLE
200	4.23	14.36	14.84	1.39	NO ACEPTABLE
201	4.82	13.60	13.93	1.41	NO ACEPTABLE
202	4.78	12.85	13.57	1.41	NO ACEPTABLE
203	3.92	15.22	15.59	1.39	NO ACEPTABLE
204	4.55	14.34	14.57	1.41	NO ACEPTABLE
205	3.84	17.73	18.02	1.39	NO ACEPTABLE
206	4.53	16.65	16.80	1.41	NO ACEPTABLE
207	3.88	16.45	16.77	1.39	NO ACEPTABLE
208	4.11	17.16	17.32	1.40	NO ACEPTABLE
209	3.84	16.38	16.50	1.41	NO ACEPTABLE
210	3.74	18.25	18.32	1.41	NO ACEPTABLE
211	3.64	17.92	18.17	1.39	NO ACEPTABLE
212	4.96	14.71	15.15	1.41	NO ACEPTABLE
213	4.50	16.04	16.31	1.40	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

[GEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
214	4.54	15.32	15.84	1.39	NO ACEPTABLE
215	4.14	15.55	15.75	1.40	NO ACEPTABLE
216	3.13	17.78	17.94	1.40	NO ACEPTABLE
217	3.59	17.08	17.14	1.41	NO ACEPTABLE
218	4.53	13.90	14.48	1.40	NO ACEPTABLE
219	4.92	13.37	13.86	1.41	NO ACEPTABLE
220	4.12	15.04	15.46	1.39	NO ACEPTABLE
221	4.52	14.49	14.81	1.40	NO ACEPTABLE
222	4.53	13.90	14.48	1.40	NO ACEPTABLE
223	3.91	15.62	15.98	1.39	NO ACEPTABLE
224	4.33	15.02	15.28	1.40	NO ACEPTABLE
225	3.86	17.30	17.60	1.39	NO ACEPTABLE
226	4.31	16.60	16.81	1.40	NO ACEPTABLE
227	3.88	16.45	16.77	1.39	NO ACEPTABLE
228	4.03	16.94	17.15	1.40	NO ACEPTABLE
229	3.85	16.41	16.60	1.40	NO ACEPTABLE
230	3.32	18.58	18.76	1.40	NO ACEPTABLE
231	3.79	17.61	17.77	1.40	NO ACEPTABLE
232	3.72	17.42	17.70	1.39	NO ACEPTABLE
233	4.61	15.26	15.66	1.40	NO ACEPTABLE
234	4.29	16.18	16.47	1.40	NO ACEPTABLE
235	4.33	15.67	16.13	1.39	NO ACEPTABLE
236	4.05	15.85	16.10	1.40	NO ACEPTABLE
237	3.40	17.31	17.52	1.40	NO ACEPTABLE
238	3.69	16.86	17.00	1.40	NO ACEPTABLE
239	3.76	16.29	16.59	1.39	NO ACEPTABLE
240	4.33	14.68	15.17	1.39	NO ACEPTABLE
241	4.60	14.30	14.74	1.40	NO ACEPTABLE
242	4.04	15.50	15.89	1.39	NO ACEPTABLE
243	4.32	15.11	15.44	1.40	NO ACEPTABLE
244	4.33	14.68	15.17	1.39	NO ACEPTABLE
245	4.18	15.48	15.76	1.40	NO ACEPTABLE
246	4.16	16.56	16.81	1.40	NO ACEPTABLE
247	3.88	16.45	16.77	1.39	NO ACEPTABLE
248	3.98	16.79	17.04	1.40	NO ACEPTABLE
249	3.86	16.43	16.66	1.40	NO ACEPTABLE
250	3.52	17.82	18.05	1.39	NO ACEPTABLE
251	3.83	17.21	17.42	1.40	NO ACEPTABLE
252	3.78	17.09	17.39	1.39	NO ACEPTABLE
253	4.37	15.64	16.02	1.40	NO ACEPTABLE
254	3.97	16.55	16.90	1.39	NO ACEPTABLE
255	4.07	16.88	17.15	1.40	NO ACEPTABLE
256	3.95	16.53	16.78	1.40	NO ACEPTABLE
257	3.62	17.91	18.15	1.39	NO ACEPTABLE
258	3.92	17.31	17.54	1.40	NO ACEPTABLE
259	4.46	15.74	16.14	1.40	NO ACEPTABLE
260	4.25	16.37	16.69	1.40	NO ACEPTABLE
261	4.28	16.01	16.45	1.39	NO ACEPTABLE
262	4.08	16.15	16.44	1.40	NO ACEPTABLE
263	3.66	17.10	17.37	1.39	NO ACEPTABLE
264	3.85	16.81	17.04	1.40	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
265	3.90	16.43	16.76	1.39	NO ACEPTABLE
266	4.28	15.33	15.79	1.39	NO ACEPTABLE
267	4.46	15.07	15.49	1.40	NO ACEPTABLE
268	4.08	15.91	16.30	1.39	NO ACEPTABLE
269	4.26	15.65	16.00	1.40	NO ACEPTABLE
270	4.28	15.33	15.79	1.39	NO ACEPTABLE
271	4.17	15.90	16.22	1.40	NO ACEPTABLE
272	3.97	16.91	17.25	1.39	NO ACEPTABLE
273	4.16	16.62	16.92	1.40	NO ACEPTABLE
274	3.98	16.54	16.89	1.39	NO ACEPTABLE
275	4.03	16.77	17.07	1.39	NO ACEPTABLE
276	3.96	16.54	16.82	1.39	NO ACEPTABLE
277	3.75	17.43	17.71	1.39	NO ACEPTABLE
278	3.94	17.05	17.32	1.40	NO ACEPTABLE
279	3.91	16.96	17.29	1.39	NO ACEPTABLE
280	4.30	16.01	16.39	1.39	NO ACEPTABLE
281	4.15	16.43	16.76	1.39	NO ACEPTABLE
282	4.18	16.19	16.59	1.39	NO ACEPTABLE
283	4.05	16.28	16.60	1.39	NO ACEPTABLE
284	3.77	16.91	17.20	1.39	NO ACEPTABLE
285	3.89	16.72	16.99	1.39	NO ACEPTABLE
286	3.92	16.47	16.80	1.39	NO ACEPTABLE
287	4.19	15.72	16.14	1.39	NO ACEPTABLE
288	4.31	15.54	15.94	1.39	NO ACEPTABLE
289	4.05	16.12	16.49	1.39	NO ACEPTABLE
290	4.17	15.94	16.29	1.39	NO ACEPTABLE
291	4.19	15.72	16.14	1.39	NO ACEPTABLE
292	4.11	16.11	16.44	1.39	NO ACEPTABLE
293	3.97	16.79	17.13	1.39	NO ACEPTABLE
294	4.09	16.60	16.91	1.39	NO ACEPTABLE
295	3.98	16.54	16.89	1.39	NO ACEPTABLE
296	4.01	16.70	17.01	1.39	NO ACEPTABLE
297	3.96	16.54	16.85	1.39	NO ACEPTABLE
298	3.95	16.88	17.18	1.39	NO ACEPTABLE
299	3.93	16.82	17.15	1.39	NO ACEPTABLE
300	4.19	16.19	16.55	1.39	NO ACEPTABLE
301	4.09	16.47	16.81	1.39	NO ACEPTABLE
302	4.11	16.30	16.69	1.39	NO ACEPTABLE
303	4.15	16.44	16.80	1.39	NO ACEPTABLE
304	4.10	16.29	16.64	1.39	NO ACEPTABLE
305	3.98	16.85	17.19	1.39	NO ACEPTABLE
306	4.33	15.95	16.36	1.39	NO ACEPTABLE
307	4.16	16.33	16.73	1.39	NO ACEPTABLE
308	4.23	16.22	16.60	1.39	NO ACEPTABLE
309	4.16	16.12	16.49	1.39	NO ACEPTABLE
310	3.99	16.52	16.87	1.39	NO ACEPTABLE
311	4.06	16.41	16.74	1.39	NO ACEPTABLE
312	4.09	16.24	16.62	1.39	NO ACEPTABLE
313	4.26	15.75	16.18	1.39	NO ACEPTABLE
314	4.33	15.64	16.06	1.39	NO ACEPTABLE
315	4.16	16.01	16.42	1.39	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

[GEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333| comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
316	4.24	15.90	16.29	1.39	NO ACEPTABLE
317	4.26	15.75	16.18	1.39	NO ACEPTABLE
318	4.12	16.12	16.52	1.39	NO ACEPTABLE
319	4.16	16.26	16.63	1.39	NO ACEPTABLE
320	4.11	16.11	16.47	1.39	NO ACEPTABLE
321	3.99	16.66	17.00	1.39	NO ACEPTABLE
322	4.10	16.43	16.78	1.39	NO ACEPTABLE
323	4.09	16.37	16.75	1.39	NO ACEPTABLE
324	4.33	15.77	16.19	1.39	NO ACEPTABLE
325	4.17	16.14	16.55	1.39	NO ACEPTABLE
326	4.27	15.87	16.31	1.39	NO ACEPTABLE
327	4.17	15.95	16.32	1.39	NO ACEPTABLE
328	4.07	16.22	16.57	1.39	NO ACEPTABLE
329	4.10	16.05	16.44	1.39	NO ACEPTABLE
330	4.27	15.57	16.01	1.39	NO ACEPTABLE
331	4.34	15.47	15.90	1.39	NO ACEPTABLE
332	4.25	15.73	16.13	1.39	NO ACEPTABLE
333	4.27	15.57	16.01	1.39	NO ACEPTABLE
334	4.14	15.94	16.34	1.39	NO ACEPTABLE
335	4.21	15.84	16.22	1.39	NO ACEPTABLE
336	4.13	16.26	16.65	1.39	NO ACEPTABLE
337	4.20	16.15	16.53	1.39	NO ACEPTABLE
338	4.14	16.10	16.49	1.39	NO ACEPTABLE
339	4.15	16.21	16.59	1.39	NO ACEPTABLE
340	4.12	16.11	16.48	1.39	NO ACEPTABLE
341	4.11	16.33	16.69	1.39	NO ACEPTABLE
342	4.11	16.28	16.66	1.39	NO ACEPTABLE
343	4.26	15.89	16.30	1.39	NO ACEPTABLE
344	4.16	16.13	16.53	1.39	NO ACEPTABLE
345	4.20	16.07	16.46	1.39	NO ACEPTABLE
346	4.15	16.00	16.39	1.39	NO ACEPTABLE
347	4.05	16.25	16.62	1.39	NO ACEPTABLE
348	4.09	16.19	16.55	1.39	NO ACEPTABLE
349	4.11	16.06	16.46	1.39	NO ACEPTABLE
350	4.14	16.15	16.53	1.39	NO ACEPTABLE
351	4.11	16.05	16.42	1.39	NO ACEPTABLE
352	4.10	16.27	16.63	1.39	NO ACEPTABLE
353	4.10	16.21	16.60	1.39	NO ACEPTABLE
354	4.25	15.83	16.24	1.39	NO ACEPTABLE
355	4.15	16.07	16.47	1.39	NO ACEPTABLE
356	4.19	16.01	16.40	1.39	NO ACEPTABLE
357	4.14	15.94	16.33	1.39	NO ACEPTABLE
358	4.04	16.19	16.56	1.39	NO ACEPTABLE
359	4.08	16.13	16.49	1.39	NO ACEPTABLE
360	4.10	16.00	16.39	1.39	NO ACEPTABLE
361	4.22	15.68	16.11	1.39	NO ACEPTABLE
362	4.26	15.62	16.04	1.39	NO ACEPTABLE
363	4.22	15.68	16.11	1.39	NO ACEPTABLE
364	4.13	15.93	16.33	1.39	NO ACEPTABLE
365	4.13	16.14	16.53	1.39	NO ACEPTABLE
366	4.16	16.08	16.47	1.39	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

[GEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es |
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
367	4.13	16.03	16.43	1.39	NO ACEPTABLE
368	4.13	16.12	16.51	1.39	NO ACEPTABLE
369	4.11	16.06	16.44	1.39	NO ACEPTABLE
370	4.07	16.28	16.65	1.39	NO ACEPTABLE
371	4.10	16.20	16.57	1.39	NO ACEPTABLE
372	4.11	16.15	16.54	1.39	NO ACEPTABLE
373	4.14	16.06	16.46	1.39	NO ACEPTABLE
374	4.16	16.03	16.42	1.39	NO ACEPTABLE
375	4.13	15.98	16.37	1.39	NO ACEPTABLE
376	4.07	16.14	16.52	1.39	NO ACEPTABLE
377	4.09	16.11	16.48	1.39	NO ACEPTABLE
378	4.11	16.01	16.41	1.39	NO ACEPTABLE
379	4.21	15.77	16.18	1.39	NO ACEPTABLE
380	4.15	15.92	16.32	1.39	NO ACEPTABLE
381	4.13	15.96	16.36	1.39	NO ACEPTABLE
382	4.15	15.93	16.33	1.39	NO ACEPTABLE
383	4.13	16.10	16.50	1.39	NO ACEPTABLE
384	4.15	16.07	16.46	1.39	NO ACEPTABLE
385	4.13	16.03	16.43	1.39	NO ACEPTABLE
386	4.12	16.10	16.49	1.39	NO ACEPTABLE
387	4.11	16.06	16.44	1.39	NO ACEPTABLE
388	4.09	16.20	16.58	1.39	NO ACEPTABLE
389	4.11	16.15	16.54	1.39	NO ACEPTABLE
390	4.11	16.11	16.51	1.39	NO ACEPTABLE
391	4.12	16.15	16.54	1.39	NO ACEPTABLE
392	4.11	16.11	16.49	1.39	NO ACEPTABLE
393	4.09	16.24	16.62	1.39	NO ACEPTABLE
394	4.11	16.20	16.59	1.39	NO ACEPTABLE
395	4.12	16.16	16.55	1.39	NO ACEPTABLE
396	4.17	16.01	16.41	1.39	NO ACEPTABLE
397	4.14	16.09	16.49	1.39	NO ACEPTABLE
398	4.15	16.09	16.48	1.39	NO ACEPTABLE
399	4.12	16.06	16.45	1.39	NO ACEPTABLE
400	4.09	16.15	16.53	1.39	NO ACEPTABLE
401	4.10	16.14	16.52	1.39	NO ACEPTABLE
402	4.12	16.07	16.46	1.39	NO ACEPTABLE
403	4.14	16.00	16.40	1.39	NO ACEPTABLE
404	4.15	15.99	16.39	1.39	NO ACEPTABLE
405	4.13	16.03	16.43	1.39	NO ACEPTABLE
406	4.14	16.03	16.42	1.39	NO ACEPTABLE
407	4.13	16.13	16.52	1.39	NO ACEPTABLE
408	4.13	16.12	16.51	1.39	NO ACEPTABLE
409	4.13	16.08	16.48	1.39	NO ACEPTABLE
410	4.12	16.13	16.53	1.39	NO ACEPTABLE
411	4.11	16.10	16.49	1.39	NO ACEPTABLE
412	4.10	16.19	16.57	1.39	NO ACEPTABLE
413	4.11	16.17	16.55	1.39	NO ACEPTABLE
414	4.12	16.13	16.53	1.39	NO ACEPTABLE
415	4.16	16.04	16.44	1.39	NO ACEPTABLE
416	4.14	16.09	16.49	1.39	NO ACEPTABLE
417	4.14	16.09	16.49	1.39	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
418	4.16	16.04	16.44	1.39	NO ACEPTABLE
419	4.12	16.07	16.47	1.39	NO ACEPTABLE
420	4.10	16.13	16.51	1.39	NO ACEPTABLE
421	4.10	16.13	16.51	1.39	NO ACEPTABLE
422	4.12	16.07	16.47	1.39	NO ACEPTABLE
423	4.14	16.03	16.43	1.39	NO ACEPTABLE
424	4.14	16.03	16.43	1.39	NO ACEPTABLE
425	4.13	16.05	16.45	1.39	NO ACEPTABLE
426	4.13	16.05	16.45	1.39	NO ACEPTABLE
427	4.13	16.11	16.51	1.39	NO ACEPTABLE
428	4.13	16.11	16.51	1.39	NO ACEPTABLE
429	-132.49	407.80	428.77	2.53	ACEPTABLE
430	9.99	10.89	10.96	1.78	ACEPTABLE
431	10.97	18.67	15.44	2.20	ACEPTABLE
432	4.04	22.78	23.02	1.42	NO ACEPTABLE
433	10.21	10.15	10.45	1.84	ACEPTABLE
434	10.09	10.57	10.73	1.80	ACEPTABLE
435	8.50	8.00	11.47	1.89	ACEPTABLE
436	8.67	7.42	7.35	1.81	ACEPTABLE
437	1.57	20.18	20.14	1.46	NO ACEPTABLE
438	6.86	6.16	9.02	1.89	ACEPTABLE
439	4.53	12.34	13.00	1.41	NO ACEPTABLE
440	-100.72	409.83	421.43	2.23	ACEPTABLE
441	6.41	14.93	16.10	1.46	NO ACEPTABLE
442	10.22	10.09	10.41	1.84	ACEPTABLE
443	8.85	6.86	10.99	2.08	ACEPTABLE
444	2.81	9.90	10.16	1.64	ACEPTABLE
445	4.34	6.57	7.70	1.69	ACEPTABLE
446	4.79	20.30	20.73	1.41	NO ACEPTABLE
447	10.30	9.79	10.23	1.87	ACEPTABLE
448	-109.93	260.05	282.33	18.60	ACEPTABLE
449	4.53	12.34	13.00	1.41	NO ACEPTABLE
450	8.74	9.72	10.44	1.70	ACEPTABLE
451	5.54	8.92	8.26	1.63	ACEPTABLE
452	1.54	32.90	31.79	1.65	ACEPTABLE
453	5.77	14.08	15.07	1.43	NO ACEPTABLE
454	8.44	10.70	11.10	1.63	ACEPTABLE
455	7.65	8.28	11.08	1.75	ACEPTABLE
456	6.89	6.03	6.37	1.85	ACEPTABLE
457	1.43	17.75	16.68	2.20	ACEPTABLE
458	3.33	10.54	10.92	1.52	NO ACEPTABLE
459	4.39	8.21	9.15	1.55	NO ACEPTABLE
460	6.84	6.14	6.43	1.83	ACEPTABLE
461	4.69	17.42	17.91	1.40	NO ACEPTABLE
462	8.25	14.22	14.18	1.57	NO ACEPTABLE
463	5.09	14.97	14.03	1.51	NO ACEPTABLE
464	0.39	41.62	40.57	1.68	ACEPTABLE
465	10.33	6.99	9.53	2.22	ACEPTABLE
466	6.02	16.23	17.16	1.44	NO ACEPTABLE
467	8.70	12.64	12.93	1.62	ACEPTABLE
468	7.91	9.96	12.53	1.68	ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

[GEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333| comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
469	7.08	9.64	9.52	1.56	NO ACEPTABLE
470	-1.49	32.60	31.77	1.87	ACEPTABLE
471	3.36	15.42	15.67	1.40	NO ACEPTABLE
472	6.85	6.19	9.03	1.88	ACEPTABLE
473	6.05	8.31	10.09	1.59	NO ACEPTABLE
474	8.08	6.95	7.85	1.83	ACEPTABLE
475	6.85	6.19	9.03	1.88	ACEPTABLE
476	4.71	11.84	12.59	1.42	NO ACEPTABLE
477	7.35	8.91	9.01	1.60	ACEPTABLE
478	8.19	14.41	14.33	1.57	NO ACEPTABLE
479	-109.73	260.08	282.28	16.94	ACEPTABLE
480	4.69	17.42	17.91	1.40	NO ACEPTABLE
481	6.74	17.51	17.41	1.49	NO ACEPTABLE
482	4.70	16.55	16.01	1.46	NO ACEPTABLE
483	3.10	29.95	29.20	1.54	NO ACEPTABLE
484	3.76	23.71	23.90	1.42	NO ACEPTABLE
485	8.98	9.87	11.50	1.75	ACEPTABLE
486	5.57	17.71	18.43	1.42	NO ACEPTABLE
487	7.54	14.79	15.08	1.52	NO ACEPTABLE
488	7.20	12.31	14.09	1.54	NO ACEPTABLE
489	6.16	12.43	12.39	1.47	NO ACEPTABLE
490	2.47	22.86	22.09	1.54	NO ACEPTABLE
491	3.80	16.09	16.41	1.39	NO ACEPTABLE
492	5.80	17.36	17.02	1.47	NO ACEPTABLE
493	3.96	14.66	14.03	1.51	NO ACEPTABLE
494	1.19	31.96	31.19	1.58	NO ACEPTABLE
495	8.36	9.24	10.63	1.71	ACEPTABLE
496	4.73	17.28	17.79	1.40	NO ACEPTABLE
497	6.77	14.29	14.35	1.48	NO ACEPTABLE
498	6.53	11.73	13.26	1.50	NO ACEPTABLE
499	5.28	11.37	11.10	1.48	NO ACEPTABLE
500	1.05	21.95	21.19	1.70	ACEPTABLE
501	5.79	7.57	9.34	1.62	ACEPTABLE
502	7.35	6.18	7.65	1.88	ACEPTABLE
503	4.94	9.68	10.71	1.47	NO ACEPTABLE
504	6.47	8.38	8.85	1.58	NO ACEPTABLE
505	5.79	7.57	9.34	1.62	ACEPTABLE
506	3.93	12.21	12.69	1.42	NO ACEPTABLE
507	5.81	10.03	10.03	1.50	NO ACEPTABLE
508	3.65	20.63	20.83	1.40	NO ACEPTABLE
509	6.20	16.10	15.90	1.47	NO ACEPTABLE
510	3.80	16.09	16.41	1.39	NO ACEPTABLE
511	4.87	17.70	17.51	1.44	NO ACEPTABLE
512	3.79	15.46	15.11	1.46	NO ACEPTABLE
513	2.78	24.04	23.54	1.48	NO ACEPTABLE
514	7.05	11.11	12.00	1.53	NO ACEPTABLE
515	5.82	14.83	14.97	1.44	NO ACEPTABLE
516	5.75	12.91	13.98	1.44	NO ACEPTABLE
517	4.73	13.03	12.93	1.44	NO ACEPTABLE
518	2.46	18.94	18.43	1.52	NO ACEPTABLE
519	5.39	9.53	10.78	1.49	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

[GEO5 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
520	6.52	8.35	9.36	1.59	NO ACEPTABLE
521	4.58	11.64	12.36	1.42	NO ACEPTABLE
522	5.72	10.44	10.81	1.48	NO ACEPTABLE
523	5.39	9.53	10.78	1.49	NO ACEPTABLE
524	3.89	13.43	13.85	1.40	NO ACEPTABLE
525	5.21	11.77	11.86	1.45	NO ACEPTABLE
526	3.70	19.04	19.28	1.40	NO ACEPTABLE
527	5.33	16.32	16.26	1.44	NO ACEPTABLE
528	3.80	16.09	16.41	1.39	NO ACEPTABLE
529	4.41	17.44	17.39	1.42	NO ACEPTABLE
530	3.76	15.79	15.65	1.43	NO ACEPTABLE
531	3.32	20.66	20.41	1.44	NO ACEPTABLE
532	3.23	19.50	19.65	1.40	NO ACEPTABLE
533	6.07	12.55	13.19	1.46	NO ACEPTABLE
534	4.22	16.61	17.01	1.39	NO ACEPTABLE
535	4.89	17.83	17.88	1.42	NO ACEPTABLE
536	4.17	16.38	16.30	1.42	NO ACEPTABLE
537	3.82	21.13	20.93	1.44	NO ACEPTABLE
538	6.45	13.03	13.77	1.47	NO ACEPTABLE
539	4.62	17.17	17.66	1.40	NO ACEPTABLE
540	5.57	15.75	16.03	1.43	NO ACEPTABLE
541	5.55	14.32	15.21	1.42	NO ACEPTABLE
542	4.82	14.54	14.66	1.42	NO ACEPTABLE
543	3.52	18.19	17.98	1.43	NO ACEPTABLE
544	3.81	16.06	16.38	1.39	NO ACEPTABLE
545	5.37	11.70	12.72	1.44	NO ACEPTABLE
546	6.18	10.73	11.57	1.49	NO ACEPTABLE
547	4.68	13.63	14.27	1.40	NO ACEPTABLE
548	5.51	12.60	13.02	1.44	NO ACEPTABLE
549	5.37	11.71	12.72	1.44	NO ACEPTABLE
550	4.25	14.83	15.30	1.39	NO ACEPTABLE
551	5.16	13.58	13.84	1.42	NO ACEPTABLE
552	5.22	16.81	16.96	1.42	NO ACEPTABLE
553	4.22	16.61	17.01	1.39	NO ACEPTABLE
554	4.63	17.53	17.68	1.41	NO ACEPTABLE
555	4.17	16.50	16.57	1.41	NO ACEPTABLE
556	2.84	21.96	22.03	1.41	NO ACEPTABLE
557	4.02	19.39	19.38	1.42	NO ACEPTABLE
558	5.76	14.11	14.71	1.43	NO ACEPTABLE
559	5.13	16.03	16.34	1.42	NO ACEPTABLE
560	5.14	15.01	15.73	1.41	NO ACEPTABLE
561	4.62	15.24	15.45	1.41	NO ACEPTABLE
562	3.09	18.66	18.80	1.40	NO ACEPTABLE
563	3.80	17.57	17.55	1.41	NO ACEPTABLE
564	5.07	13.07	13.87	1.41	NO ACEPTABLE
565	5.64	12.33	13.01	1.44	NO ACEPTABLE
566	4.53	14.59	15.14	1.40	NO ACEPTABLE
567	5.11	13.82	14.23	1.42	NO ACEPTABLE
568	5.06	13.07	13.87	1.41	NO ACEPTABLE
569	4.24	15.41	15.86	1.39	NO ACEPTABLE
570	4.66	16.25	16.45	1.41	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

[GE05 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
571	4.22	15.23	15.36	1.41	NO ACEPTABLE
572	2.99	20.22	20.34	1.40	NO ACEPTABLE
573	4.09	17.91	17.95	1.41	NO ACEPTABLE
574	5.72	13.13	13.79	1.44	NO ACEPTABLE
575	4.52	15.76	16.26	1.39	NO ACEPTABLE
576	5.12	14.88	15.25	1.41	NO ACEPTABLE
577	5.13	13.96	14.73	1.41	NO ACEPTABLE
578	4.62	14.11	14.38	1.41	NO ACEPTABLE
579	3.20	17.19	17.37	1.40	NO ACEPTABLE
580	3.87	16.20	16.23	1.41	NO ACEPTABLE
581	5.04	12.15	13.00	1.42	NO ACEPTABLE
582	5.58	11.47	12.20	1.45	NO ACEPTABLE
583	4.54	13.52	14.12	1.40	NO ACEPTABLE
584	5.09	12.82	13.28	1.42	NO ACEPTABLE
585	5.04	12.15	13.00	1.42	NO ACEPTABLE
586	4.26	14.27	14.76	1.40	NO ACEPTABLE
587	4.86	13.47	13.83	1.41	NO ACEPTABLE
588	4.24	16.56	16.97	1.39	NO ACEPTABLE
589	4.89	15.57	15.85	1.41	NO ACEPTABLE
590	4.25	15.39	15.84	1.39	NO ACEPTABLE
591	4.50	16.01	16.29	1.40	NO ACEPTABLE
592	4.22	15.31	15.54	1.40	NO ACEPTABLE
593	4.16	17.00	17.17	1.40	NO ACEPTABLE
594	5.25	13.85	14.42	1.42	NO ACEPTABLE
595	4.83	15.05	15.45	1.41	NO ACEPTABLE
596	4.49	14.55	14.87	1.40	NO ACEPTABLE
597	3.58	16.54	16.80	1.39	NO ACEPTABLE
598	4.00	15.91	16.08	1.40	NO ACEPTABLE
599	4.08	15.15	15.56	1.39	NO ACEPTABLE
600	4.81	13.10	13.82	1.41	NO ACEPTABLE
601	5.19	12.62	13.25	1.42	NO ACEPTABLE
602	4.44	14.13	14.68	1.40	NO ACEPTABLE
603	4.82	13.63	14.09	1.41	NO ACEPTABLE
604	4.81	13.10	13.82	1.41	NO ACEPTABLE
605	4.26	14.64	15.12	1.39	NO ACEPTABLE
606	4.66	14.09	14.48	1.41	NO ACEPTABLE
607	4.67	15.53	15.87	1.40	NO ACEPTABLE
608	4.25	15.39	15.84	1.39	NO ACEPTABLE
609	4.41	15.83	16.16	1.40	NO ACEPTABLE
610	4.22	15.35	15.65	1.40	NO ACEPTABLE
611	3.77	17.28	17.57	1.39	NO ACEPTABLE
612	4.20	16.44	16.70	1.40	NO ACEPTABLE
613	4.13	16.26	16.65	1.39	NO ACEPTABLE
614	4.29	16.72	16.99	1.40	NO ACEPTABLE
615	4.11	16.22	16.46	1.40	NO ACEPTABLE
616	3.60	18.31	18.54	1.40	NO ACEPTABLE
617	4.06	17.38	17.58	1.40	NO ACEPTABLE
618	3.99	17.19	17.53	1.39	NO ACEPTABLE
619	4.84	15.11	15.57	1.40	NO ACEPTABLE
620	4.25	16.42	16.84	1.39	NO ACEPTABLE
621	4.54	16.00	16.35	1.40	NO ACEPTABLE



Para fines no sólo comerciales



--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
622	4.56	15.52	16.04	1.39	NO ACEPTABLE
623	4.30	15.67	15.97	1.40	NO ACEPTABLE
624	3.66	17.08	17.35	1.39	NO ACEPTABLE
625	3.96	16.64	16.84	1.40	NO ACEPTABLE
626	4.01	16.10	16.47	1.39	NO ACEPTABLE
627	4.17	16.57	16.82	1.40	NO ACEPTABLE
628	3.99	16.05	16.28	1.40	NO ACEPTABLE
629	3.94	17.22	17.41	1.40	NO ACEPTABLE
630	4.72	14.95	15.40	1.40	NO ACEPTABLE
631	4.14	16.25	16.64	1.39	NO ACEPTABLE
632	4.42	15.84	16.17	1.40	NO ACEPTABLE
633	4.45	15.35	15.85	1.39	NO ACEPTABLE
634	4.18	15.51	15.80	1.40	NO ACEPTABLE
635	3.84	16.48	16.66	1.40	NO ACEPTABLE
636	4.45	14.39	14.92	1.40	NO ACEPTABLE
637	4.71	14.02	14.50	1.40	NO ACEPTABLE
638	4.16	15.18	15.61	1.39	NO ACEPTABLE
639	4.43	14.81	15.18	1.40	NO ACEPTABLE
640	4.45	14.39	14.92	1.40	NO ACEPTABLE
641	4.03	15.55	15.94	1.39	NO ACEPTABLE
642	4.31	15.16	15.48	1.40	NO ACEPTABLE
643	4.00	16.64	16.99	1.39	NO ACEPTABLE
644	4.29	16.20	16.49	1.40	NO ACEPTABLE
645	4.02	16.09	16.46	1.39	NO ACEPTABLE
646	4.11	16.42	16.71	1.40	NO ACEPTABLE
647	3.99	16.07	16.34	1.40	NO ACEPTABLE
648	3.97	16.83	17.08	1.40	NO ACEPTABLE
649	3.92	16.71	17.04	1.39	NO ACEPTABLE
650	4.49	15.32	15.74	1.40	NO ACEPTABLE
651	4.10	16.20	16.58	1.39	NO ACEPTABLE
652	4.28	15.92	16.27	1.40	NO ACEPTABLE
653	4.31	15.59	16.05	1.39	NO ACEPTABLE
654	4.12	15.71	16.02	1.40	NO ACEPTABLE
655	3.71	16.63	16.91	1.39	NO ACEPTABLE
656	3.90	16.34	16.59	1.40	NO ACEPTABLE
657	4.31	14.92	15.40	1.39	NO ACEPTABLE
658	4.49	14.67	15.11	1.40	NO ACEPTABLE
659	4.29	15.23	15.59	1.40	NO ACEPTABLE
660	4.31	14.92	15.40	1.39	NO ACEPTABLE
661	4.03	15.73	16.11	1.39	NO ACEPTABLE
662	4.21	15.47	15.81	1.40	NO ACEPTABLE
663	4.20	16.17	16.49	1.40	NO ACEPTABLE
664	-132.27	407.13	428.06	2.54	ACEPTABLE
665	4.02	16.09	16.46	1.39	NO ACEPTABLE
666	4.08	16.32	16.63	1.39	NO ACEPTABLE
667	4.00	16.08	16.39	1.39	NO ACEPTABLE
668	3.98	16.58	16.87	1.39	NO ACEPTABLE
669	3.95	16.50	16.85	1.39	NO ACEPTABLE
670	4.01	16.72	17.02	1.39	NO ACEPTABLE
671	3.94	16.49	16.77	1.39	NO ACEPTABLE
672	3.73	17.37	17.65	1.39	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
673	3.92	17.00	17.27	1.39	NO ACEPTABLE
674	3.90	16.90	17.22	1.39	NO ACEPTABLE
675	4.28	15.96	16.34	1.39	NO ACEPTABLE
676	4.13	16.38	16.71	1.39	NO ACEPTABLE
677	4.17	16.13	16.53	1.39	NO ACEPTABLE
678	4.03	16.23	16.55	1.39	NO ACEPTABLE
679	3.76	16.85	17.14	1.39	NO ACEPTABLE
680	3.87	16.67	16.94	1.39	NO ACEPTABLE
681	3.91	16.41	16.74	1.39	NO ACEPTABLE
682	4.17	15.66	16.08	1.39	NO ACEPTABLE
683	4.29	15.50	15.89	1.39	NO ACEPTABLE
684	4.03	16.06	16.43	1.39	NO ACEPTABLE
685	4.15	15.89	16.24	1.39	NO ACEPTABLE
686	4.17	15.66	16.08	1.39	NO ACEPTABLE
687	4.09	16.06	16.39	1.39	NO ACEPTABLE
688	3.96	16.73	17.06	1.39	NO ACEPTABLE
689	4.07	16.55	16.86	1.39	NO ACEPTABLE
690	3.97	16.48	16.82	1.39	NO ACEPTABLE
691	3.99	16.65	16.96	1.39	NO ACEPTABLE
692	3.94	16.49	16.80	1.39	NO ACEPTABLE
693	3.93	16.83	17.12	1.39	NO ACEPTABLE
694	3.92	16.76	17.09	1.39	NO ACEPTABLE
695	4.17	16.14	16.50	1.39	NO ACEPTABLE
696	4.07	16.42	16.76	1.39	NO ACEPTABLE
697	4.10	16.24	16.63	1.39	NO ACEPTABLE
698	3.90	16.61	16.91	1.39	NO ACEPTABLE
699	3.93	16.43	16.77	1.39	NO ACEPTABLE
700	4.11	15.92	16.32	1.39	NO ACEPTABLE
701	4.01	16.20	16.56	1.39	NO ACEPTABLE
702	4.08	16.09	16.44	1.39	NO ACEPTABLE
703	4.11	15.92	16.32	1.39	NO ACEPTABLE
704	4.04	16.21	16.54	1.39	NO ACEPTABLE
705	3.96	16.64	16.98	1.39	NO ACEPTABLE
706	4.03	16.53	16.86	1.39	NO ACEPTABLE
707	-132.54	408.47	429.42	2.53	ACEPTABLE
708	3.97	16.48	16.82	1.39	NO ACEPTABLE
709	3.98	16.60	16.93	1.39	NO ACEPTABLE
710	3.94	16.49	16.82	1.39	NO ACEPTABLE
711	3.87	16.86	17.18	1.39	NO ACEPTABLE
712	3.94	16.72	17.03	1.39	NO ACEPTABLE
713	3.93	16.67	17.00	1.39	NO ACEPTABLE
714	4.10	16.26	16.62	1.39	NO ACEPTABLE
715	3.99	16.51	16.86	1.39	NO ACEPTABLE
716	4.06	16.32	16.69	1.39	NO ACEPTABLE
717	3.98	16.38	16.71	1.39	NO ACEPTABLE
718	3.87	16.64	16.96	1.39	NO ACEPTABLE
719	3.92	16.57	16.89	1.39	NO ACEPTABLE
720	3.94	16.45	16.79	1.39	NO ACEPTABLE
721	4.06	16.11	16.48	1.39	NO ACEPTABLE
722	4.10	16.04	16.41	1.39	NO ACEPTABLE
723	4.04	16.23	16.58	1.39	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

16

[GE05 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es |
[ICC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

--

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
724	4.06	16.11	16.48	1.39	NO ACEPTABLE
725	3.96	16.59	16.93	1.39	NO ACEPTABLE
726	4.00	16.52	16.86	1.39	NO ACEPTABLE
727	-132.40	407.50	428.46	2.53	ACEPTABLE
728	3.97	16.48	16.82	1.39	NO ACEPTABLE
729	3.97	16.57	16.90	1.39	NO ACEPTABLE
730	3.95	16.50	16.83	1.39	NO ACEPTABLE
731	3.90	16.73	17.06	1.39	NO ACEPTABLE
732	3.94	16.64	16.97	1.39	NO ACEPTABLE
733	3.94	16.60	16.94	1.39	NO ACEPTABLE
734	4.05	16.34	16.69	1.39	NO ACEPTABLE
735	3.98	16.50	16.85	1.39	NO ACEPTABLE
736	3.97	16.42	16.76	1.39	NO ACEPTABLE
737	3.90	16.58	16.92	1.39	NO ACEPTABLE
738	3.92	16.65	16.97	1.39	NO ACEPTABLE
739	3.90	16.58	16.90	1.39	NO ACEPTABLE
740	3.89	16.73	17.04	1.39	NO ACEPTABLE
741	3.90	16.67	17.00	1.39	NO ACEPTABLE
742	3.94	16.57	16.91	1.39	NO ACEPTABLE
743	3.95	16.54	16.88	1.39	NO ACEPTABLE
744	3.92	16.50	16.83	1.39	NO ACEPTABLE
745	3.86	16.66	16.98	1.39	NO ACEPTABLE
746	3.88	16.63	16.95	1.39	NO ACEPTABLE
747	3.91	16.53	16.86	1.39	NO ACEPTABLE
748	3.94	16.42	16.76	1.39	NO ACEPTABLE
749	3.96	16.40	16.74	1.39	NO ACEPTABLE
750	3.92	16.47	16.81	1.39	NO ACEPTABLE
751	3.94	16.45	16.78	1.39	NO ACEPTABLE
752	3.92	16.62	16.95	1.39	NO ACEPTABLE
753	3.94	16.60	16.93	1.39	NO ACEPTABLE
754	3.92	16.55	16.88	1.39	NO ACEPTABLE
755	3.91	16.63	16.96	1.39	NO ACEPTABLE
756	3.90	16.58	16.91	1.39	NO ACEPTABLE
757	3.88	16.72	17.04	1.39	NO ACEPTABLE
758	3.89	16.68	17.00	1.39	NO ACEPTABLE
759	3.91	16.63	16.96	1.39	NO ACEPTABLE
760	3.97	16.47	16.82	1.39	NO ACEPTABLE
761	3.93	16.56	16.90	1.39	NO ACEPTABLE
762	3.94	16.56	16.89	1.39	NO ACEPTABLE
763	3.96	16.48	16.82	1.39	NO ACEPTABLE
764	3.91	16.53	16.86	1.39	NO ACEPTABLE
765	3.88	16.62	16.94	1.39	NO ACEPTABLE
766	3.88	16.61	16.94	1.39	NO ACEPTABLE
767	3.91	16.53	16.87	1.39	NO ACEPTABLE
768	3.96	16.38	16.73	1.39	NO ACEPTABLE
769	3.94	16.46	16.80	1.39	NO ACEPTABLE
770	3.94	16.46	16.80	1.39	NO ACEPTABLE
771	3.96	16.38	16.73	1.39	NO ACEPTABLE
772	3.92	16.50	16.84	1.39	NO ACEPTABLE
773	3.93	16.49	16.83	1.39	NO ACEPTABLE
774	3.92	16.60	16.93	1.39	NO ACEPTABLE

! Para fines no sólo comerciales !

[GE05 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]
[CC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333 | comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

Nro.	Centro		Radio R [m]	FS	Verificación
	x [m]	z [m]			
775	3.92	16.59	16.92	1.39	NO ACEPTABLE
776	3.92	16.55	16.88	1.39	NO ACEPTABLE
777	3.91	16.60	16.94	1.39	NO ACEPTABLE
778	3.90	16.57	16.90	1.39	NO ACEPTABLE
779	3.89	16.66	16.99	1.39	NO ACEPTABLE
780	3.90	16.64	16.97	1.39	NO ACEPTABLE
781	3.91	16.60	16.94	1.39	NO ACEPTABLE
782	3.95	16.50	16.84	1.39	NO ACEPTABLE
783	3.93	16.56	16.89	1.39	NO ACEPTABLE
784	3.93	16.56	16.89	1.39	NO ACEPTABLE
785	3.95	16.50	16.84	1.39	NO ACEPTABLE
786	3.91	16.54	16.87	1.39	NO ACEPTABLE
787	3.89	16.60	16.92	1.39	NO ACEPTABLE
788	3.89	16.60	16.92	1.39	NO ACEPTABLE
789	3.91	16.54	16.87	1.39	NO ACEPTABLE
790	3.95	16.44	16.78	1.39	NO ACEPTABLE
791	3.95	16.44	16.78	1.39	NO ACEPTABLE
792	3.93	16.49	16.83	1.39	NO ACEPTABLE
793	3.93	16.49	16.83	1.39	NO ACEPTABLE
794	3.95	16.44	16.78	1.39	NO ACEPTABLE
795	3.92	16.52	16.85	1.39	NO ACEPTABLE
796	3.92	16.52	16.85	1.39	NO ACEPTABLE
797	3.92	16.58	16.91	1.39	NO ACEPTABLE
798	3.92	16.58	16.91	1.39	NO ACEPTABLE
799	4.11	16.11	16.51	1.39	NO ACEPTABLE



Para fines no sólo comerciales



18

[GE05 - Estabilidad de Taludes (Licencia educativa) | versión 5.2019.78.0 | llave de hardware 7895 / 1 | Universidad Estatal de Bolívar |
Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]
[CC Colombia S.A.S. | (57) 311 475 0333| comercial@icc-colombia.com.co | www.icc-colombia.com.co]

7.4. Anexo 4 Archivo Fotográfico



Fotografía # 1. Trabajo en campo de los estudiantes

Tomado por: Chillo E, 2021



Fotografía # 2. Trabajo en campo de los estudiantes

Tomado por: Barrionuevo R, 2021



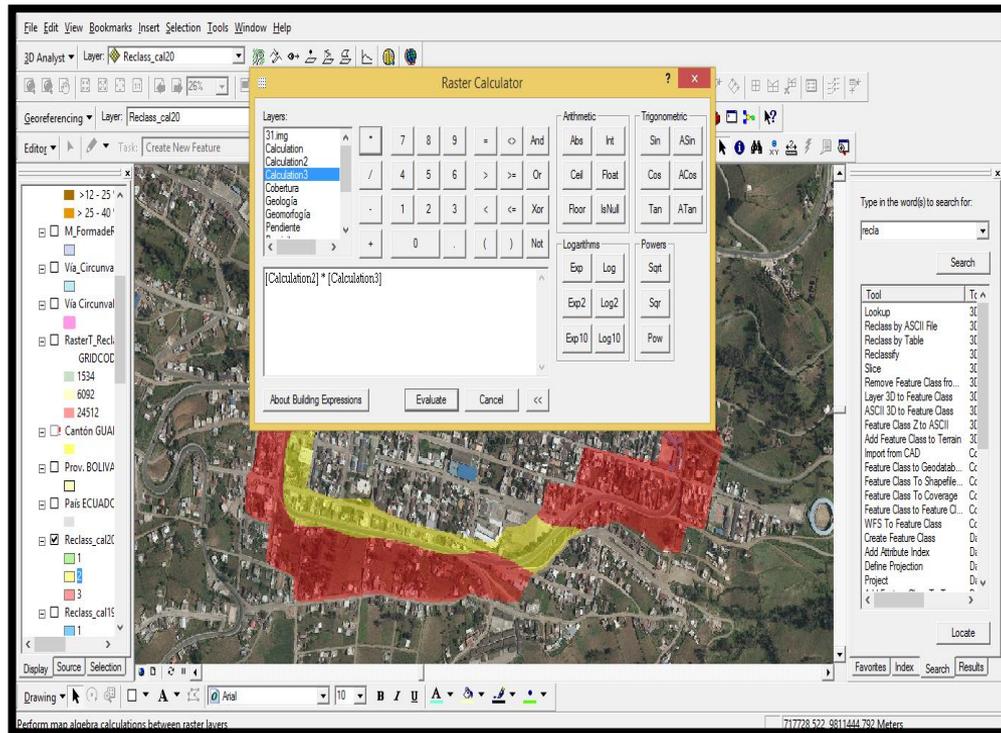
Fotografía # 3. Medición de puntos de medición en longitud (x) y altitud (z) en los taludes

Tomado por: Barrionuevo R, 2022



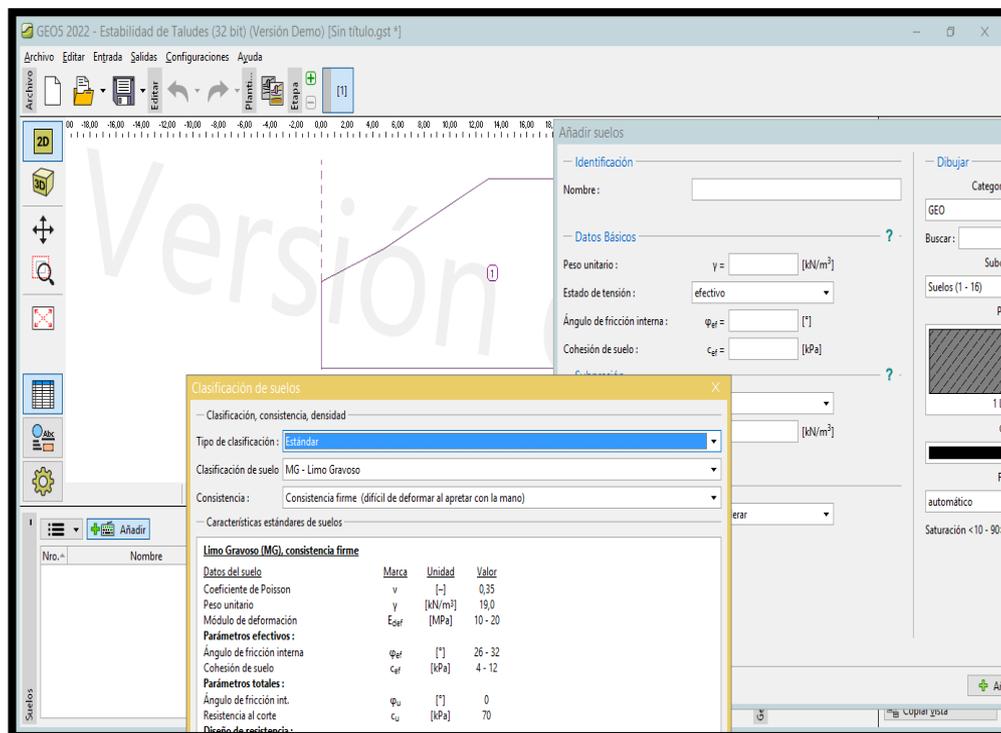
Fotografía # 4. Medición de puntos de medición en longitud (x) y altitud (z) en los taludes

Tomado por: Chillo E, 2022



Fotografía # 5. Captura de imagen del trabajo en escritorio

Tomado por: Chillo E, 2022



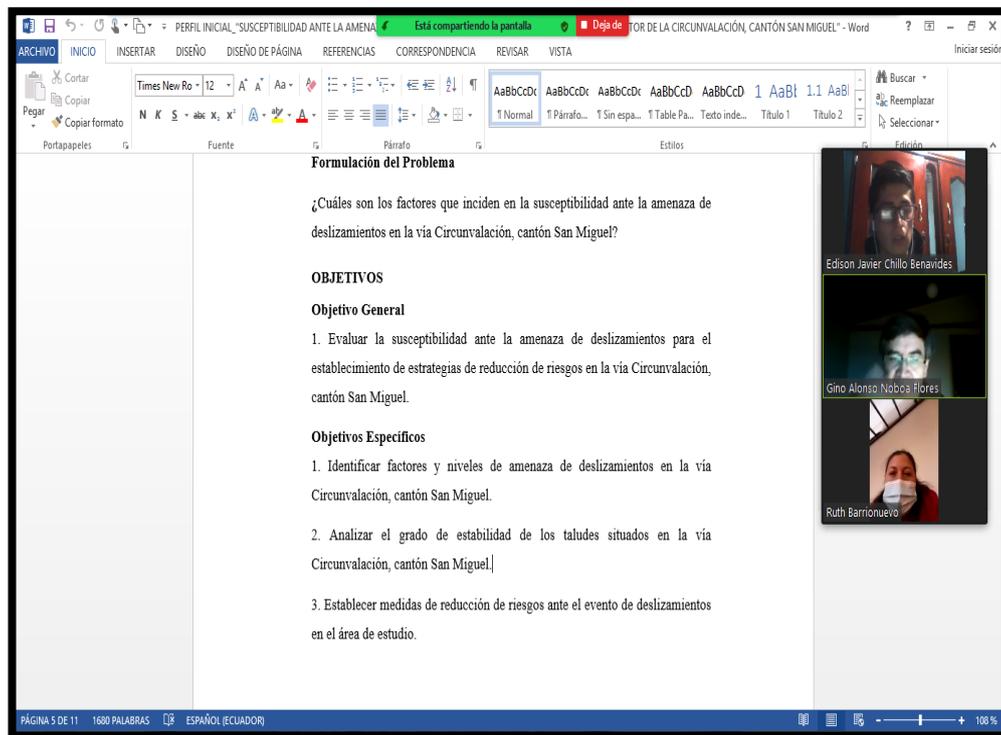
Fotografía # 6. Captura de imagen del trabajo en escritorio

Tomado por: Chillo E, 2022



Fotografía # 7. Captura de imagen de las revisiones periódicas del proyecto de investigación

Tomado por: Barrionuevo R, 2022



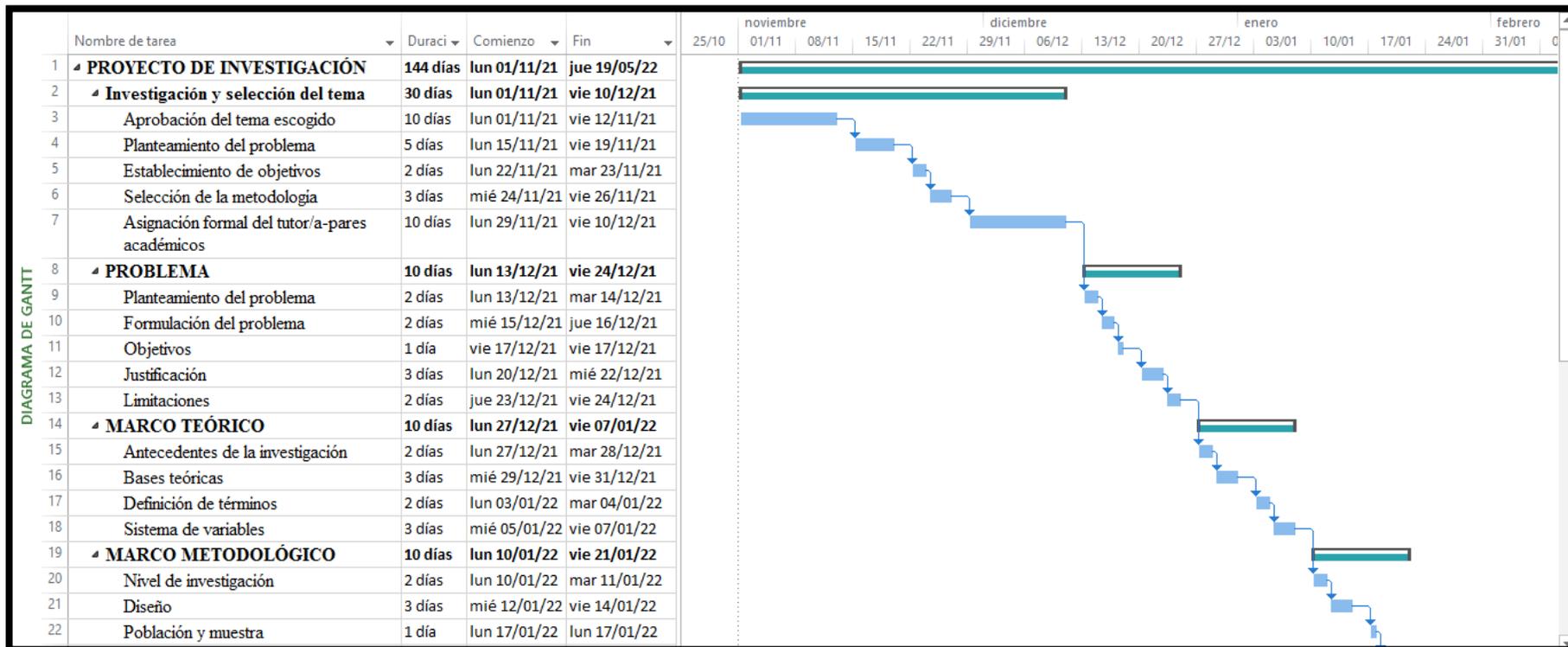
Fotografía # 8. Captura de imagen de las revisiones periódicas del proyecto de investigación

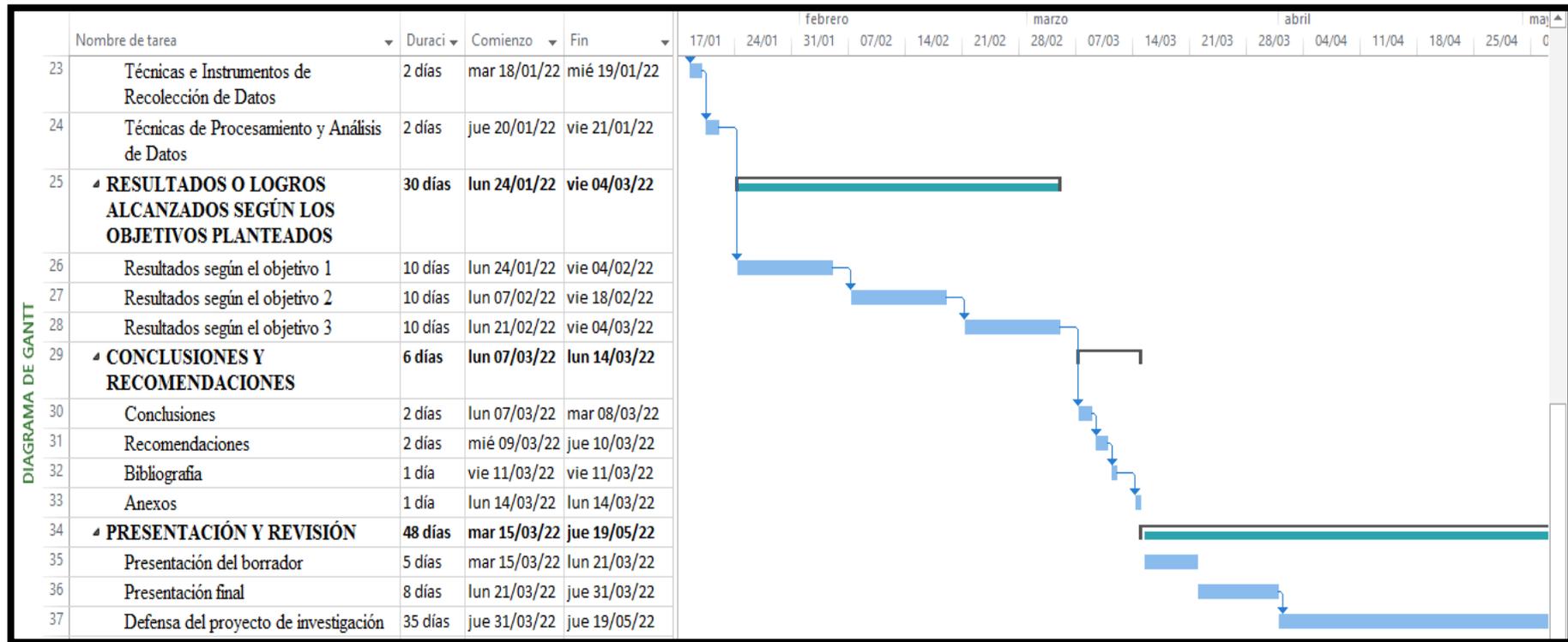
Tomado por: Chillo E, 2022

7.5. Anexo 5 Aspectos admirativos del trabajo de titulación

Presupuesto por actividad del proyecto de investigación		
Actividades	Aportes	Total USD
Visita de campo	\$10	\$20
Materiales y Suministros	\$15	\$30
Impresiones, anillados, empastado.	\$100	\$200
Defensa del proyecto	\$25	\$50
Total USD		\$300

8. Cronograma de actividades desarrolladas en el proyecto de investigación





Elaborado por: Barrionuevo R. & Chillo E., 2022