



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**

**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE Y GESTIÓN DEL**

**RIESGO**

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

**TEMA:**

**"ZONA SUSCEPTIBLE A DESLIZAMIENTO EN LA COLINA SAN BARTOLO DE  
LA CUIDAD DE GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR"**

**AUTORES:**

**ELISA YAJAIRA CAIZA CAIZA**

**CESAR RODOLFO QUINATO A MULLO**

**TUTOR:**

**ING.CIV. GINO NOBOA FLORES**

**GUARANDA – ECUADOR, 2023**

## **CERTIFICADO DEL TUTOR**

**Guaranda, 17 de abril del 2024.**

El suscrito Ingeniero Gino Noboa Flores director del Proyecto de Investigación Pre Grado de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

### **CERTIFICA:**

Que el proyecto de investigación titulado: "ZONA SUSCEPTIBLE A DESLIZAMIENTO EN LA COLINA SAN BARTOLO DE LA CIUDAD DE GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR", realizado por los autores: **Elisa Yajaira Caiza Caiza y Cesar Rodolfo Quinatoa Mullo** ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad.



**ING. Gino Noboa Flores.**

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE PRE GRADO**

**DERECHOS DE AUTOR**

Yo/nosotros...CAIZA CAIZA ELISA YAJAIRA y QUINATOA MULLO CESAR RODOLFO .Portador/res de la Cédula de Identidad No 0250007093 Y 0202385944. En calidad de derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: ZONA SUSCEPTIBLE A DESLIZAMIENTO EN LA COLINA SAN BARTOLO DE LA CUIDAD DE GUARANDA PROVINCIA DE BOLIVAR, modalidad PRESENCIAL, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

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

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

Nombres y Apellidos

ELISA YAJAIRA CAIZA CAIZA  
(Firma)

Nombres y Apellidos

CESAR RODOLFO QUINATOA MULLO  
(Firma)

## **DEDICATORIA.**

*“A Dios y a la Virgen de Guadalupe por estar siempre conmigo, a mis padres Luis y Ana por demostrarme que el amor si existe y estar pendiente de mí en todo momento, a mis hermanos Jhon y Jhostin por estar conmigo apoyándome a mi pequeño hijo Dylan que es mi pilar fundamental para poder cumplir mis metas, gracias a todos por formar parte en el transcurso de mi vida profesional.”*

***Elisa Yajaira Caiza Caiza***

*A Dios y a la Virgen del Guayco por darme salud, vida y guiarme en el transcurso del camino en cada paso que doy para lograr cumplir una más de mis metas. A mis padres Jorge y María por el apoyo en todo momento con sus consejos y motivaciones.*

*A mi hijo Benjamín, ya que siempre ha estado conmigo en las buenas y malas motivándome para que siga adelante y cumpla mis objetivos, le dedico este trabajo ya que es motivo de luchar cada día.*

***César Rodolfo Quinatoa Mullo***

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar, Carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, de manera muy especial a los docentes quienes nos impartieron sus conocimientos teóricos y prácticos en cada una de sus áreas, por inculcarnos los valores de Honestidad y Respeto que nos ayudaran en la vida profesional.*

*A mi compañero de tesis Cesar Quinatoa que en poco tiempo me brindo su sincera amistad, y a pesar de las dificultades de la vida estuvimos pendientes en todo momento para poder culminar con este trabajo de investigación.*

*Agradezco a Dios y a la Virgen de Guadalupe por brindarme salud y vida para poder cumplir mis metas, a mi mami Ana mi papi Luis, mis hermanos Jhon y Jhostin, mi hijo Dylan por brindarme su apoyo incondicional por estar pendiente de mí, por apoyarme y motivarme para cumplir mis metas y para llevar a cabo este trabajo de investigación.*

***Elisa Yajaira Caiza Caiza***

*Agradezco a todas las personas que se han involucrado en él, presente por todo lo que han hecho por nosotros, en primer lugar, agradecemos a DIOS por la salud y vida, a nuestros padres porque con su apoyo moral logramos levantarnos cuando nos sentíamos derrotadas y gracias a ellos logramos concluir nuestra carrera.*

*A nuestros hermanos y demás familiares porque nos apoyaba con los consejos y palabras motivadoras para no desviarnos de nuestra meta y seguir en el camino del bien.*

***César Rodolfo Quinatoa Mullo***

**TEMA:**

**“ZONA SUSCEPTIBLE A DESLIZAMIENTO EN LA COLINA SAN BARTOLO  
DE LA CIUDAD DE GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR”**

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DEL TUTOR.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
TEMA:.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN EJECUTIVO.....	XII
ABSTRACTO.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
1. CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA.....	16
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. Formulación del problema.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. Objetivo General:.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos:.....	17
1.4. Justificación de la investigación.....	17
1.5. Limitaciones.....	18
2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	19

2.1. Antecedentes de la investigación.....	19
2.2. Bases teóricas.....	22
2.2.1. Volcánicos de Guaranda.....	22
2.2.2. Deslizamiento.....	23
2.2.3. Partes de un deslizamiento.....	23
2.2.4. Deslizamiento traslacional.....	25
2.2.5. Deslizamiento Rotacional o Circular.....	26
2.2.6. Clasificación de deslizamientos.....	28
2.2.7. Clasificación de deslizamientos por su tipo de movimiento.....	31
2.3 Definición de términos.....	33
3.    CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO.....	37
3.1 Nivel de Investigación.....	37
3.2 Diseño de investigación.....	37
3.3 Población y muestra.....	37
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	38
3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	38
4.    CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	48
4.1. Resultados según objetivo 1.....	48
4.1.1. Factor Pendiente.....	48

4.1.2. Factor Geología-Litología.....	50
4.1.3. Factor Geomorfología.....	51
4.1.4. Factor Cobertura Vegetal.....	52
4.1.5. Factor Sismos.....	53
4.1.6. Factor Precipitación .....	54
4.2. Resultados según objetivo 2.....	55
4.2.1. Talud 1.....	56
4.2.2. Talud 2.....	60
3.2.3 Talud 3.....	64
4.3. Resultados según objetivo 3: .....	68
4.3.1. Medidas de prevención ante deslizamiento en la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda.....	69
5.    CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
5.1. Conclusiones.....	72
5.2. Recomendaciones .....	74
6.    Bibliografía .....	75
7.    Anexos 1 Tipos de muestras de suelo de la colina san Bartolo de la ciudad de Guaranda.....	80
.....	80
<b>ANEXOS 2. Análisis de estabilidad de taludes Entrada de datos .....</b>	<b>84</b>

<b>ANEXOS 3. Resultados (Etapa de construcción 1)</b> .....	105
ANEXOS 4. CERTIFICADO DE URKUND .....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Metodología de Mora-Vahrson .....	39
<b>Tabla 2:</b> Tipos de suelos de la zona de estudio.....	42
<b>Tabla 3:</b> Muestras del suelo de la zona de estudio.....	44
<b>Tabla 4:</b> Criterio de valoración del grado de estabilidad del talud .....	47
<b>Tabla 5:</b> Descripción de la pendiente.....	48
<b>Tabla 6:</b> Descripción de la Geología –Litología. ....	50
<b>Tabla 7:</b> Descripción de la Geomorfología.....	51
<b>Tabla 8:</b> Descripción de la cobertura vegetal.....	52
<b>Tabla 9:</b> Descripción del factor sismo. ....	53
<b>Tabla 10:</b> Descripción del factor precipitación.....	54
<b>Tabla 11:</b> Medidas de prevención ante deslizamiento en la colina San Bartolo.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Deslizamiento Tradicional .....	25
<b>Figura 2:</b> Deslizamiento Rotacional o Circular .....	26
<b>Figura 3:</b> Corona del deslizamiento.....	29
<b>Figura 4:</b> Partes de un Talud.....	31
<b>Figura 5:</b> Mapa para diseño Sísmico .....	47
<b>Figura 6:</b> Mapa de pendiente de la colina San Bartolo.....	49
<b>Figura 7:</b> Mapa geología-litología de la colina San Bartolo.....	500
<b>Figura 8:</b> Mapa de geomorfología de la colina San Bartolo.....	511
<b>Figura 9:</b> Mapa de cobertura vegetal de la colina San Bartolo.....	52
<b>Figura 10:</b> Mapa de sismicidad de la colina San Bartolo .....	53
<b>Figura 11:</b> Mapa de precipitación de la colina San Bartolo .....	54
<b>Figura 12:</b> Resultado del primer talud de deslizamiento.....	56
<b>Figura 13:</b> Resultado del segundo talud de deslizamiento.....	60
<b>Figura 14:</b> Resultado del tercer talud de deslizamiento.....	64

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Este trabajo se enfoca en la importancia que tiene al realizar un estudio de riesgos de deslizamientos de tierra en determinados sectores de la ciudad de Guaranda no han sido tomando en cuenta a pesar de que al realizarlos se podrían evitar pérdidas de vidas humanas como materiales. El objetivo de este trabajo es prevenir a las personas del sector y sus alrededores de la colina San Bartolo para que esté prevenidos ante algún evento que pueda presentarse en la época invernal.

En este proyecto se utilizó la metodología Mora Varhson, donde se identificaron los factores técnicos ante deslizamientos de masa en la colina San Bartolo en la ciudad de Guaranda, luego se procesa la información en el programa ArcGis para obtener los mapas de factores detonantes y condicionantes.

Para analizar la estabilidad del talud se utilizó el software GEO5 con el método Bishop, donde se ingresó información como es el tipo de suelo, Angulo de fricción, cohesión, factor de seguridad de 1.50 y coeficiente sísmico horizontal de 0.021. Además, los taludes fueron digitalizados con coordenadas en longitud (x) y altitud (z) con otros programas como Google Earth, Excel, Global Mapper, AutoCAD, dando como resultado taludes inestables.

Para establecer las medidas de prevención sobre la zona de deslizamientos se toma en cuenta varias alternativas enfocadas principalmente en las áreas más susceptibles a la amenaza y tipo de vulnerabilidad, donde se proponen varias medidas de reducciones de riesgos preventivas, para evitar eventos que causan pérdidas humanas, estructurales, económicas y ambientales.

## **ABSTRACTO**

This work focuses on the importance of carrying out a study of landslide risks in certain sectors of the city of Guaranda, which have not been taken into account even though by carrying them out the loss of human life and materials could be avoided. The objective of this work is to warn the people of the sector and its surroundings of the San Bartolo hill so that they are prepared for any event that may occur in the winter season.

In this project, the Mora Varhson methodology was used, where the technical factors in the event of mass landslides on the San Bartolo hill in the city of Guaranda were identified, then the information was processed in the ArcGis program to obtain the maps of triggering and conditioning factors.

To analyze the stability of the slope, the GEO5 software was used with the Bishop method, where information was entered such as the type of soil, friction angle, cohesion, safety factor of 1.50 and horizontal seismic coefficient of 0.021. In addition, the slopes were digitized with coordinates in longitude (x) and altitude (z) with other programs such as Google Earth, Excel, Global Mapper, AutoCAD, resulting in unstable slopes.

To establish prevention measures in the landslide area, several alternatives are taken into account, focused mainly on the areas most susceptible to the threat and type of vulnerability, where several preventive risk reduction measures are proposed, to avoid events that cause human losses. , structural, economic and environmental.

## INTRODUCCIÓN

Los deslizamientos consisten en un descenso masivo y relativamente rápido, a veces de carácter catastrófico, de materiales, a lo largo de una pendiente. El material se mueve como una masa única, no como varios elementos que se mueven a la vez. El deslizamiento se efectúa a lo largo de una superficie de deslizamiento, o plano de cizalla, que facilita la acción de la gravedad. Esta superficie se crea por la absorción de agua a una profundidad determinada, lo que implica un cambio de densidad de la capa subyacente que es lo que provoca la existencia de un plano de deslizamiento.

Los deslizamientos de tierra se han vuelto más frecuentes, lo que resulta en una pérdida significativa de vidas humanas. A medida que las áreas urbanas continúan expandiéndose de manera desproporcionada, es cada vez más importante que las estructuras residenciales y comerciales se construyan con las salvaguardias adecuadas contra los riesgos de deslizamientos de tierra.

En varias regiones del mundo, existe una serie de calamidades naturales, como movimientos masivos, tornados, terremotos y erupciones volcánicas, que representan una amenaza para la vida y el bienestar económico de las poblaciones vulnerables. Con el rápido crecimiento de la población y el impacto del cambio climático, se espera que la ocurrencia de grandes desastres naturales sea más frecuente.

La combinación, tanto de factores condicionantes como desencadenantes, ha reportado un notable incremento de procesos de deslizamientos a lo largo de estos años en el Ecuador, causando afecciones a la infraestructura de vías y viviendas.

La característica geomorfológica de la zona está marcada por la presencia de cerros de mediana y gran altura, el relieve irregular en la mayor parte de la parroquia, que presentan fuertes

pendientes; en el aspecto geológico; en la zona, la mayor parte presentan una mecánica de inestabilidad, gran parte de los suelos son poco consolidados.

La ampliación de la frontera agrícola y la tala indiscriminada de árboles; es un factor que ha favorecido los fenómenos de movimientos en masa, una mínima parte presenta una baja susceptibilidad; a estos fenómenos que se presentan especialmente en períodos de invierno, donde las fuertes precipitaciones provocan eventos como los deslizamientos e inundaciones.

**Entre los principales fenómenos de remoción en masa que se presentan tenemos:**

**Deslizamientos:** en las zonas altas y medias de la parroquia, se puede presentar deslizamientos de tipo rotacional y traslacional; siendo los sitios más críticos en los sectores de (Casipamba, San Bartolo, Rumiloma, Vinchoa, Paltabamba), así como en las vías de la parroquia. Aunque cabe recalcar que estos eventos se presentan cada año con afectaciones principalmente a las vías.

**Caída de rocas:** se pueden presentar debido a las fracturas de la masa rocosa paralelas al talud y debido a procesos de erosión; este se presenta principalmente en las vías de la parroquia.

**Flujos y avalanchas:** se producen generalmente luego del colapso del pie y cuerpo de un deslizamiento por influencia del agua; se podría presentar especialmente en las zonas montañosas.

**Erosión:** Actualmente en la parroquia Veintimilla el principal impacto que ha recibido el suelo es la erosión y pérdida de la cobertura vegetal, esto se debe a la deforestación para apertura de vías, para edificaciones o para uso agrícola. Las comunidades de la parroquia han manifestado su interés por conseguir apoyo técnico en temas ambientales viendo la imperante necesidad de buscar cambios drásticos en el uso del suelo.

## **1. CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA**

### **1.1. Planteamiento del problema**

Debido a las características topográficas y la irregularidad del terreno, la ciudad de Guaranda está expuesta a varios peligros naturales, como la pérdida masiva de masa en invierno causada por la acumulación de agua debido a las intensas lluvias.

La topografía irregular y los suelos volcánicos poco consolidados hacen que los movimientos en masa en la colina sean más vulnerables, y el riesgo de deslizamientos de tierra es alto durante los períodos de intensas precipitaciones.

La colina de San Bartolo está compuesta por los volcánicos de Guaranda, que son suelos inestables, propensos a deslizamientos, por la geodinámica externa, variación de la pendiente, pérdida de la cobertura vegetal por los efectos antrópicos de la construcción de la carretera.

Estos factores tectónicos sumados a al aumento en las precipitaciones provocaron estos deslizamientos en el flanco norte de la colina San Bartolo por el orden de 30.000m de material piroclásticos provocando daños en la carretera, e infraestructura de los talleres del municipio de Guaranda.

La aparición de deslizamientos de tierra se atribuye a la falta de estabilidad del terreno, que puede deberse a condiciones geológicas inestables, pendientes pronunciadas, exceso de agua, intervenciones humanas y variaciones climáticas. Es crucial comprender y abordar de manera efectiva estos elementos para prevenir y aliviar los deslizamientos de tierra y proteger a las comunidades que residen en regiones vulnerables.

### **1.2. Formulación del problema**

¿Qué factores técnicos se debe investigar en la zona susceptible a deslizamientos en la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda Provincia Bolívar?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

- Determinar los factores técnicos que influyen en la zona susceptible a deslizamientos en la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda Provincia Bolívar

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Identificar factores detonantes y condicionantes de la amenaza a deslizamientos en la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda.
- Analizar el nivel de estabilidad de la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda Provincia Bolívar aplicando el software Geo5.
- Establecer medidas de prevención sobre la zona de deslizamientos en el área de estudio.

### **1.4. Justificación de la investigación**

El tema de los deslizamientos de tierra genera desafíos ambientales que afectan la topografía actual de la colina de San Bartolo en la ciudad de Guaranda. Realizar un estudio de esta naturaleza es crucial para anticipar las posibles consecuencias de los deslizamientos de tierra. Diversos factores pueden provocar movimientos de taludes y provocar deslizamientos de tierra inducidos.

Las colinas y pendientes pronunciadas presentan características geotécnicas y topográficas que las hacen susceptibles a los deslizamientos de tierra. El examen de las áreas propensas a deslizamientos de tierra en una colina en particular es crucial debido al mayor riesgo asociado a estas áreas, por lo que se requiere una comprensión integral y una gestión eficaz de este peligro geológico. La aparición de deslizamientos de tierra puede tener importantes implicaciones para las

comunidades locales y el medio ambiente. Por lo tanto, la toma de conciencia y la delimitación de las regiones propensas a deslizamientos de tierra son esenciales para implementar estrategias preventivas y de mitigación que protejan a las personas y sus bienes, conservando al mismo tiempo los recursos naturales y la biodiversidad de la región.

El estudio de las zonas susceptibles a deslizamientos en una colina específica permitirá desarrollar estrategias de gestión del riesgo y planes de acción específicos. Esto incluye la implementación de medidas de estabilización del terreno, sistemas de monitoreo, sistemas de alerta temprana y capacitación a la comunidad en medidas de seguridad y respuesta ante deslizamientos, la investigación en zonas susceptibles a deslizamientos en colinas contribuirá al avance del conocimiento científico y técnico en el campo de la geología, geotecnia y riesgos naturales. Se podrán desarrollar modelos de evaluación de riesgos más precisos y herramientas de análisis que ayuden a comprender mejor los factores que influyen en los deslizamientos.

### **1.5. Limitaciones**

- Escasa disponibilidad de información confiables y actualizados sobre zonas susceptibles a deslizamientos
- Escases de datos geológicos, hidrológicos, topográficos y climáticos relevantes puede requerir tiempo y recursos adicionales.
- Carencia de datos históricos lo que dificulta las predicciones a largo plazo.
- Falta de recursos financieros para la recolección de datos de campo, análisis de laboratorio, modelado y otras actividades relacionadas.
- Escases de tiempo pueden influir en la extensión y profundidad de la investigación.

Para el presente trabajo de investigación, se realizó visita a campo para poder tener algunas muestras de tierras para poder realizar el estudio de suelo de la Colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda para así poder tener información sobre la zona de estudio.

## **2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

La ciudad de Guaranda está ubicada sobre un sistema de fallas geológicas, las mismas que pueden provocar sismos de diversa intensidad, con consecuencias impredecibles, provocando destrucción de infraestructura física e instalación eléctrica, incluyendo pérdidas de vidas. En la provincia de Bolívar, cantón Guaranda es una de las provincias afectadas por el volcán Tungurahua, especialmente por la caída de ceniza, pero no puede evitar sufrir más desastres como el deslizamiento de tierra en la colina “San Bartolo”.

Los deslizamientos de tierra representan fenómenos geodinámicos internos y externos que ocurren a escala global y nacional. Tienen una importancia significativa debido a las acciones antropogénicas, como la deforestación, que tienen consecuencias como la degradación de la tierra, y afectan particularmente a los países en desarrollo, que con frecuencia se enfrentan a este tipo de fenómenos. Cuando el riesgo aumenta considerablemente, se producen escenarios de emergencia, como deslizamientos de tierra, etc.

Los eventos relacionados con desastres naturales ocurren constantemente a nivel global, nacional y local, lo que aumenta la conciencia global sobre los importantes costos que los desastres naturales causan en términos de pérdidas humanas, económicas y ambientales. Es de destacar que en las últimas décadas se han producido importantes fenómenos naturales en territorio ecuatoriano, en ocasiones con consecuencias devastadoras. Deslaves en vías, especialmente en la carretera Alóag-Santo Domingo, sismos como el ocurrido en abril en Manabí, etc. (Puerres, 2016).

Según (Osorio, Zonificación de la Susceptibilidad del terreno a los deslizamientos, 2019), La condición de inestabilidad en las laderas es un fenómeno que se ha estudiado a nivel global debido a la necesidad de identificar zonas potenciales de desastres que puedan afectar los bienes o servicios de una comunidad.

### **Susceptibilidad a deslizamientos en la vía Alóag – Santo Domingo, mediante lógica difusa.**

Los deslizamientos de tierra ocurren con frecuencia en muchas carreteras de Ecuador, debido a factores topográficos naturales o a razones inducidas por el hombre. La carretera Alóag - Santo Domingo se destaca como una ruta clave en la nación, que une la región de la Sierra con la costa. Sin embargo, a pesar de su importancia, la carretera se ha enfrentado a deslizamientos de tierra recurrentes que han causado numerosas víctimas materiales y humanas, sin haber sido objeto de los estudios necesarios para mitigar tales incidentes.

El objetivo de la investigación fue evaluar la vulnerabilidad a los deslizamientos de tierra a lo largo de esta crucial ruta vial mediante la utilización de la lógica difusa como enfoque técnico para la delimitación y detección de zonas de alta tipificación para este riesgo geológico, ayudando en la planificación estratégica y la toma de decisiones. Se consideraron un total de siete factores: la proximidad a los ríos, las carreteras, las fallas geológicas, la cobertura de vegetación, el tipo de roca, la precipitación y la pendiente, todos los cuales se estandarizaron mediante una función de membresía basada en su correlación con la ocurrencia estudiada. El estudio dio como resultado dos modelos, el primero derivado de una media difusa y el segundo de una combinación de lógica difusa, combinación lineal ponderada y matriz de Saaty.

El ajuste alcanzado fue 87.7% y 88.7% para el primer y segundo modelo respectivamente. Del modelo más preciso se determinó que el pueblo el Paraíso y el sector de la Unión del Toachi

están en zona crítica, mientras que otros asentamientos se encuentran en zona alta de susceptibilidad.

El modelo fue comparado con un registro de deslizamientos, de los cuales en su mayoría coinciden con las zonas críticas identificadas mediante lógica difusa, lo que respalda el correcto modelamiento realizado. (OREJUELA, 2020).

### **Susceptibilidad a Deslizamientos en “Ciudad Alfaro” del Cantón Montecristi.**

El área urbana conocida como «Ciudad Alfaro» en el cantón Montecristi presenta características físico-geográficas considerables que contribuyen a la aparición de deslizamientos de tierra en varios sectores del cantón. Estos deslizamientos de tierra han despertado preocupación entre la población local debido al gran impacto que han tenido a lo largo del tiempo. Por lo tanto, el presente estudio se centra en evaluar la susceptibilidad a los deslizamientos de tierra teniendo en cuenta los factores condicionantes y desencadenantes específicos del área de estudio. Los sistemas de información geográfica se utilizan como herramienta de análisis espacial, junto con la información actualizada recopilada sobre el tema. Para determinar los niveles de susceptibilidad a los deslizamientos de tierra se tienen en cuenta factores como el relieve, las precipitaciones, las actividades humanas, las fuerzas gravitacionales, la erosión, la cubierta vegetal y la composición del suelo, entre otros.

Para esto se desarrollaron mapas de suelos, isotermas, cobertura vegetal, precipitación, clima de área bajo investigación. Además, está especificada la descripción de la metodología que se utilizó para la obtención del mapa final de índice de susceptibilidad a deslizamientos en Ciudad Alfaro del Cantón Montecristi. Finalmente, el mapa final fue realizado con vista panorámica de la zona donde se puede observar con claridad el índice de susceptibilidad a deslizamientos que tiene

el área de estudio, el cual da un resultado de nivel medio a alto índice de susceptibilidad dentro del 97% del área. (Pardo Reyes).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Volcánicos de Guaranda**

En el área de estudio aparecen rocas correspondientes a volcanes Cuaternarios indiferenciados conocidos como Volcánicos de Guaranda.

#### **Las formaciones que constituyen el área de estudio se describen a continuación.**

Los volcánicos de Guaranda son de edad Pleistoceno y están formados por materiales piroclásticos que cubren el terreno preexistente, identificados como tobas andesíticas amarillas de grano fino. Además, se consideran los últimos piroclastos de piedra pómez, lapilli y toba fina de las últimas erupciones del Chimborazo y otros volcanes; llamada cobertura de la Depresión de Guaranda, los volcánicos de Guaranda se articula fuertemente en forma columnar, lo que es la principal causa de deslizamientos y flujos de escombros secos, formando conos de escombros en la base de las laderas.

La litología se describe como tobas de andesita de grano fino de color marrón a amarillo que contienen andesita, que son indicativas de la tercera capa interglacial. La formación de la «Depresión de Guaranda», donde se encuentra la ciudad, se atribuye a una base formada por rocas básicas e intermedias, impermeables y altamente resistentes que forman el sustrato. Está cubierta por una capa compuesta de rocas volcánicas y calizas cuaternarias, con un espesor aproximado de 60 metros. Hacia el sureste de la ciudad, esta capa se expande y disminuye gradualmente hacia la colina ubicada en las cercanías.

En el caso del área de estudio de la ciudad de Guaranda, esta forma geológica está representada por la zona de transición entre mesetas y cerros. La pendiente de este paisaje oscila

entre el 15 y el 45% y se compone principalmente de material de fango inorgánico de alta viscosidad y en determinadas zonas de material aluvial procedente de las estribaciones.

### **2.2.2. Deslizamiento**

Según (Cristina, 2011), Los deslizamientos son depósitos de lahares de diferentes materiales como: suelo suelto, rocas, que forman acumulaciones fácilmente disgregables y dependientes directamente del clima, por ello cuando hay lluvias fuertes pueden generarse deslizamientos de gran magnitud ocasionando grandes pérdidas económicas y personales.

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. El desprendimiento es cuando el movimiento implica la caída libre de fragmentos sueltos de cualquier tamaño y es común en pendientes muy empinadas donde el material suelto no puede mantenerse adherido a la superficie. Los deslizamientos se producen cuando el material, unido, se mueve a lo largo de una superficie de debilidad, que puede ser, por ejemplo, una falla. El flujo se produce cuando el material, generalmente saturado con agua, se desplaza pendiente abajo en forma de fluido viscoso. (Tarbuck, 2001).

### **2.2.3. Partes de un deslizamiento**

**Escarpa principal:** Una superficie de fuerte pendiente sobre terreno no perturbado alrededor de la superficie del deslizamiento, causado por movimiento de material de deslizamiento fuera del terreno no perturbado. La proyección de la superficie de escarpa debajo del material desplazado viene a ser la superficie de la ruptura.

**Escarpa secundaria:** Una superficie de pendiente fuerte sobre el material desplazado producida por movimientos diferenciales al interior de la masa deslizante.

**Cabeza:** La parte superior del material de deslizamiento a lo largo del contacto entre el material desplazado y la escarpa principal.

**Cima:** El punto más alto de contacto entre el material desplazado y la escarpa principal.

**Pie de la superficie de ruptura:** La intersección (a veces enterrada) entre la parte inferior de la superficie de ruptura y la superficie original del terreno.

Los deslizamientos son depósitos de lahares de diferentes materiales como: suelo suelto, rocas, que forman acumulaciones fácilmente disgregables y dependientes directamente del clima, por ello cuando hay lluvias fuertes pueden generarse deslizamientos de gran magnitud ocasionando grandes pérdidas económicas y personales. (María, 2011)

**Punta del pie:** El margen de material desplazado más lejano de la escarpa principal.

**Puntera:** El punto más lejano de la margen desde la cima del deslizamiento.

**Pie:** La porción del material desplazado que queda pendiente abajo del margen de la superficie de ruptura.

**Cuerpo principal:** Aquella parte del material desplazado supra yacente a la superficie de ruptura entre la escarpa principal y el pie y la base de la superficie de ruptura.

**Flanco:** El costado de un deslizamiento de tierras.

**Corona:** El material que aún permanece en su lugar, prácticamente no desplazado y adyacente a las partes más altas de la escarpa principal.

**Superficie original del terreno:** La pendiente que existía antes que ocurra el movimiento que se está considerando. Si ésta es la superficie de un deslizamiento anterior, el hecho debe ser anotado.

**Izquierda y derecha:** Las direcciones con una brújula son preferibles para describir las pendientes, pero si se usa "derecha o izquierda" se refiere al deslizamiento visto desde la corona.

**Superficie de separación:** Es la superficie que separa el material desplazado del material estable pero no se reconoce que hubiera sido una superficie que falló.

**Material desplazado:** El material que se ha desplazado de su posición original sobre la pendiente. Puede estar en estado deforme o no deforme

**Zona de agotamiento:** El área dentro de la cual el material desplazado queda debajo de la superficie original del terreno.

**Zona de acumulación:** El área dentro de la cual el material desplazado queda encima de la superficie original del terreno. Los movimientos de masa o deslizamientos presentes en el área de estudio incluyen; Deslizamientos traslacionales, rotacionales, caída de rocas, flujo de lodos - escombros; los cuales se describen brevemente. (María, 2011)

#### 2.2.4. Deslizamiento traslacional

Movimiento lento o rápido de un bloque de suelo o roca a lo largo de una superficie de deslizamiento planar. Se originan en zonas que presentan superficies de discontinuidad, de niveles poco competentes; también en bloques tabulares o paquetes de estratos dentro de estructuras conformes de estratificación, sobre capas con niveles de alteración.



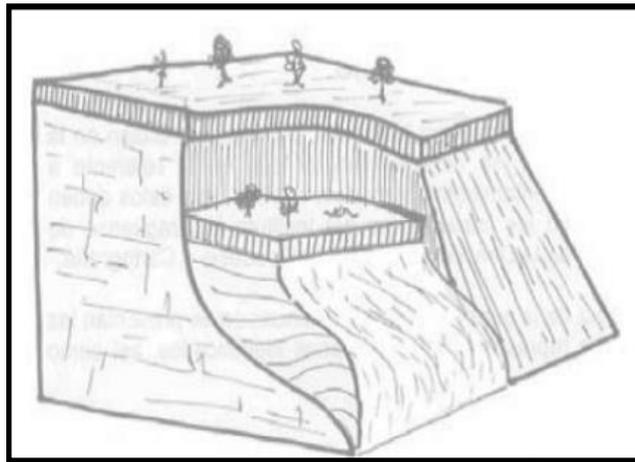
**Fuente:** López Cardones María Cristina  
**Elaborado por:** Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

### 2.2.5. Deslizamiento Rotacional o Circular

Movimiento relativamente lento de una masa de suelo, roca o ambos, a lo largo de una superficie de ruptura en forma circular sobre la cual se mueve una masa. En su fase inicial, existe poca distorsión de los materiales. En algunos casos, a medida que la masa se desplaza, los materiales se dislocan progresivamente y el mecanismo de inestabilidad deviene complejo. (María, 2011)

En este tipo de movimientos puede involucrar tanto volúmenes pequeños como volúmenes grandes de material. Y las velocidades de propagación de la masa desplazada pueden ser también muy variables. (María, 2011)

**Figura 2:** Deslizamiento Rotacional o Circular



*Fuente:* (Cristina, 2011)

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

### Caída de Roca

Una caída se inicia con el desplazamiento de roca en una ladera muy inclinada. El material desciende generalmente a través del aire por caída, pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento. (María, 2011)

### **Flujo de Lodo-Escombros**

Los flujos acumulan gran cantidad de material saturado mientras descienden al canal y finalmente los depositan en abanicos de distritos. Pueden iniciarse con uno y varios volúmenes superficiales. Este flujo puede ser rápido o extremadamente rápido. (María, 2011)

### **Zonificación y mapeo de la susceptibilidad del terreno**

Según (Osorio, 2019), La zonificación es la delimitación de un espacio geográfico donde ocurre un fenómeno particular; Los estudios de zonificación de la susceptibilidad del terreno a los deslizamientos ayudan a identificar áreas de pendientes que, debido a interacciones entre factores que regulan la inestabilidad del terreno, son susceptibles a los deslizamientos.

La zonificación de terrenos vulnerables a deslizamientos de tierra en un sistema de información geográfica se representa como una unidad digital que también se puede representar en forma analógica (mapa); incluye información espacial, es decir, con una ubicación o coordenadas geográficas específicas y sus características o atributos temáticos asociados; Proporciona información sobre los resultados obtenidos del análisis entre deslizamientos ocurridos en el pasado y los factores que influyen en la inestabilidad del terreno en una zona. (Osorio, Zonificación de la Susceptibilidad del terreno a los delizamientos, 2019)

### **Definición de deslizamientos de tierra.**

Son movimientos lentos o rápidos material superficial de la corteza terrestre pendiente abajo debido a un aumento de peso, perdido de consistencia de los materiales o algún otro factor que genere un desequilibrio en la ladera. A estas condiciones se le debe sumar factores externos como la sismicidad, vulcanismo y las lluvias. (Sánchez, 2009)

En particular un suelo entra en desequilibrio cuando este pierde su tendencia de permanecer in situ, adquiriendo tendencia al desplazamiento en presencia de pendientes adecuadas por efecto de la gravedad.

La estabilidad de suelos es importante en estudios del medio físico; los riesgos de desprendimiento y movimientos en masa imponen fuertes limitaciones al desarrollo de las actividades constructivas y a la asignación de usos al suelo. (Sánchez, 2009)

### **2.2.6. Clasificación de deslizamientos**

Existen clasificaciones de deslizamientos atendiendo al tipo de movimiento, al contenido de agua, a la velocidad del movimiento, a la profundidad de la superficie de ruptura y al estado de la actividad.

Tipos de movimientos en masa de acuerdo a su velocidad

- ✚ Sub estabilizados a lentos, cuando presentan movimientos de 0 a 2 cm/año.
- ✚ Pocos activos, cuando presentan movimientos de 2 a 10 cm/año.
- ✚ Activos con fases rápidas, cuando presentan movimientos con velocidades mayores a 10 cm/año.

### **Atendiendo a la profundidad de la superficie de ruptura**

Los deslizamientos se clasifican como:

- ✚ Deslizamiento superficial, la profundidad de la superficie de ruptura esta entre 0 y 2m.
- ✚ Deslizamiento semiprofundo, la superficie de ruptura tiene profundidades entre 2 y 10m.
- ✚ Deslizamiento profundo, la profundidad de la superficie de ruptura es mayor de 10m.

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)

Un Talud o ladera es una masa de tierra que no es plana sino que presenta una pendiente o cambios significativos de altura. En la literatura técnica se define como Ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y Talud cuando se conformó artificialmente. Los taludes se pueden agrupar en tres categorías generales:

- Los terraplenes
- Los cortes de laderas naturales
- Los muros de contención.

**Figura 3:** Corona del deslizamiento



*Fuente:* (Cristina, 2011)

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

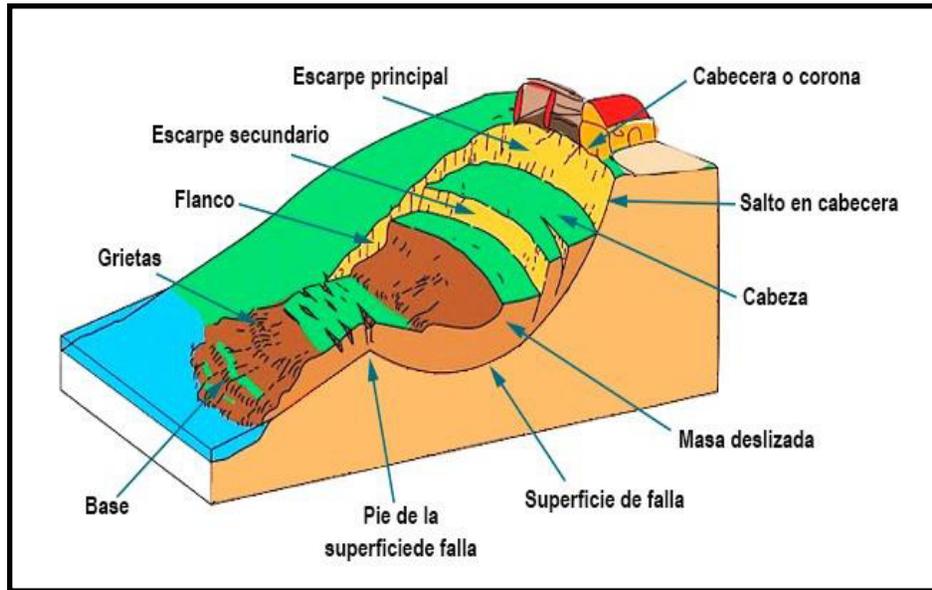
Se pueden presentar combinaciones de los diversos tipos de taludes. Los taludes que han permanecido estables por muchos años, pueden fallar debido a cambios topográficos, sísmicos, a los flujos de agua subterránea, a los cambios en la resistencia del suelo, la meteorización o a factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad. Un talud estable puede convertirse en un deslizamiento. (ECURED, 2020)

## Partes de un Talud

El talud comprende una parte alta o superior convexa con una cabeza, cima, cresta o escarpe, donde se presentan procesos de denudación o erosión; una parte intermedia semi-recta y una parte baja o inferior cóncava con un pie, pata o base, en la cual ocurren principalmente procesos de depositación. En un talud se definen los siguientes elementos constitutivos:

- **Pie, pata o base.** El pie corresponde al sitio de cambio brusco de la pendiente en la parte inferior del talud. La forma del pie de una ladera es generalmente cóncava.
- **Cabeza, cresta, cima o escarpe.** Cabeza se refiere al sitio de cambio brusco de la pendiente en la parte superior del talud. Cuando la pendiente de este punto hacia abajo es semi- vertical o de alta pendiente, se le denomina Escarpe. Los escarpes pueden coincidir con coronas de deslizamientos. La forma de la cabeza generalmente es convexa. (ECURED, 2020)
- **Altura.** Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales, pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza generalmente no son accidentes topográficos bien marcados. (ECURED, 2020)
- **Altura de nivel freático.** Es la distancia vertical desde el pie del talud hasta el nivel de agua (la presión en el agua es igual a la presión atmosférica). La altura del nivel freático se acostumbra medirla debajo de la cabeza del talud.
- **Pendiente.** Es la medida de la inclinación de la superficie del talud. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación metros, en la cual metro es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

**Figura 4:** Partes de un Talud



*Fuente:* (Cristina, 2011)

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

### 2.2.7. Clasificación de deslizamientos por su tipo de movimiento

Los deslizamientos de tierra se pueden clasificar por su tipo y movimiento de la siguiente manera:

#### **Rodados**

Un rodado es una masa de roca u otro material que desciende por medio de una caída o rebote en el aire. Estos son más comunes a lo largo de caminos empinados o terraplenes ferroviarios, acantilados empinados o arrecifes socavados escarpadamente, especialmente en las regiones costeras una sola roca grande puede causar grave daño.

#### **Derrumbe**

Un derrumbe se debe a las fuerzas derribadoras que causa la rotación de roca fuera de su posición original. La parte rocosa puede haberse estacionado en un ángulo inestable, balanceándose en un punto de giro del cual se inclina una rueda hacia delante. Un derrumbe tal

vez no contenga mucho movimiento y no necesariamente provoca una caída o desprendimiento de rocas.

### **Propagación lateral**

Grandes bloques de tierra se propagan horizontalmente fracturándose desde su base original. La propagación lateral generalmente ocurre en pendientes suaves, usualmente de menos de 6% y típicamente se propagan de 3 a 5 metros, pero pueden moverse desde 30 a 50 metros donde las condiciones sean favorables. En el caso de propagación lateral usualmente hay rompimiento interno formándose, numerosas grietas y acantilados. El proceso puede ser causado por licuefacción donde la arena o el sedimento suelto y saturado asumen un estado licuado. Usualmente ocurre por el estremecimiento del suelo. (Sánchez, 2009)

### **Aludes**

Los aludes avanzan como un líquido viscoso, a veces muy rápido y puede cubrir varios kilómetros. No es necesaria la presencia del agua para que se produzca el alud; sin embargo, la mayoría de los aludes se forman después de periodos de intensas lluvias. Un alud de lodo contiene por lo menos 50% de arena, sedimentos y partículas de arcillas.

Un lahar es un alud de lodo que se origina en la pendiente de un volcán y que puede ser activado por las lluvias, por repentino derretimiento de nieve o glaciares o por el agua que fluye de lagos de cráteres. Un torrente de eyecciones es una mezcla acuosa de tierra, rocas y materia orgánica combinada con aire y agua. Los torrentes de eyecciones ocurren usualmente en barrancos empinados. Los aludes muy lentos, casi imperceptibles de tierra y lecho de rocas se llaman movimiento paulatino. Durante largo tiempo los movimientos paulatinos del terreno pueden causar la caída de postes de tendido eléctrico y otros objetos. (Sánchez, 2009).

## **Susceptibilidad a deslizamientos**

Para (DIAS, 2009), La susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica qué tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste, para que puedan ocurrir deslizamientos.

El mapa de susceptibilidad clasifica la estabilidad relativa de un área, en categorías que van de estable a inestable. El mapa de susceptibilidad muestra donde hay o no, condiciones para que puedan ocurrir deslizamientos. La probabilidad de ocurrencia de un factor detonante como una lluvia o un sismo no se considera en un análisis de susceptibilidad.

### **2.3 Definición de términos**

**Colina.** -Son elevaciones Del terreno de poco tamaño, generalmente no superiores a los 100 metros de altura. Suelen tener forma redondeada y cimas romas, a diferencia de las montañas. Sus orígenes pueden ser geológicos, erosivos y sedimentarios, dependiendo de la región y Del tipo de colina. (Pérez Porto, 2016)

**Montaña.** -Una montaña es una elevación de la tierra en forma natural, que suele tener en su parte superior uno o varios picos, lo cual separa el concepto de colina. (Gómez Díaz, 2020)

**Riesgo geológico:** Los riesgos geológicos son simplemente procesos naturales. Sólo se vuelven peligrosos cuando las personas intentan vivir donde estos procesos suceden. (Pastor, 2017)

**Riesgo ambiental:** El riesgo de daños directos e indirectos al medio ambiente

**Meteorización:** Fragmentación física (desintegración) y alteración química (descomposición) de las rocas de la superficie terrestre, o cerca de ella.

**Erosión:** Llamamos "erosión" a una serie de procesos naturales físicos químicos que desgastan y destruyen los suelos y rocas de la corteza de un planeta, en este caso, de la Tierra.

**Licuefacción:** Es la transformación de un material en estado sólido a su estado líquido, como consecuencia del incremento de presión de poros. (Pastor, 2017)

**Desastre:** Se trata de eventos adversos de mayor magnitud que las emergencias, por lo que superan la capacidad de respuesta de la comunidad afectada y exigen el apoyo externo, ya sea de otra región, jurisdicción o nivel gubernamental. (Internacionales, 2013)

**Riesgo:** Remite a la probabilidad en una comunidad de sufrir daños sociales, ambientales y económicos, en determinado periodo de tiempo, en función de la amenaza y la vulnerabilidad. Una buena gestión del riesgo permite minimizar los potenciales daños, actuando oportunamente antes, durante y después de producido un desastre. (Riesgos, 2018)

**Vulnerabilidad:** Es un factor interno de riesgo de una comunidad expuesta a una amenaza, en función de su predisposición a resultar dañada. Existe en la medida en que se haga o deje de hacer algo: la ubicación geográfica de las ciudades, la calidad de la construcción de las viviendas, el nivel de mantenimiento en todo tipo de servicios públicos, el tipo de producción económica, el grado de organización social, la capacidad de gestión, etc. (EIRD, 2019)

**Susceptibilidad a deslizamientos:** Predisposición del terreno a sufrir un deslizamiento en función de sus condiciones geológicas, topográficas y de humedad propia. (Barrantes & Nuñez, 2011)

**Pendiente:** Una pendiente es un declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de una vertiente. Los procesos de modelado de las vertientes dependen de la inclinación de éstas y un pendiente límite (de unos 45°, aunque variable según la índole de la roca). (EIRD, 2019).

**Aluvión:** Sedimento depositado por las aguas en valles fluviales y deltas. (Internacionales, 2013)

**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. (UNDDR, 2022)

**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, 2017)

**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.

**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. (Gijon, 1988)

**Desprendimientos o caídas:** Son los movimientos en caída libre de distintos materiales tales como rocas, detritos o suelos. (Riesgos, 2018)

**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. (Riesgos, 2018)

**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.

**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. (Almeida, 1993)

**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. (Coro, 2013)

**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. (UNDDR, 2022).

### 3. CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Nivel de Investigación

El presente proyecto de investigación denominado “**Zona Susceptible a deslizamiento en la colina San Bartolo de la Ciudad de Guaranda**” posee un nivel de investigación descriptivo y correlacional.

**Descriptivo.** - 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 la zona de estudio.

#### 3.2 Diseño de investigación

Para desarrollar esta investigación se utiliza un diseño no experimental debido a que es un estudio empírico. Por tanto, se describe el medio natural, donde se encuentran los factores condicionantes y desencadenantes los cuales se encuentran en riesgo de deslizamientos para luego ser correlacionados y analizados a través de índices de peligrosidad, niveles y zonas del área de estudio.

#### 3.3 Población y muestra

El cantón Guaranda, según el Censo de Población y Vivienda del año 2010, contabilizó una población total de 91.877 habitantes, siendo 44.353 hombres y 47.524 mujeres. La migración masculina del cantón hacia el resto del país y al extranjero ha creado una estructura de género, con una cantidad de más del 10.86 %, en el que podría tomar fuerza también la migración femenina. Los datos que disponemos es que en Bolívar existe una migración al exterior de 1.943. (PDOT, 2022)

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

- **Fuentes primarias:**

**Observación directa:** Para realizar 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 en la Colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda.

- **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, también conseguir los shapefiles necesarios para poder realizar el análisis según la metodología de Mora Varhson, para poder comprobar la susceptibilidad de la colina San Bartolo de la Ciudad de Guaranda.

En segundo lugar, para analizar el grado de estabilidad del talud situado en la colina San Bartolo se utilizó el software GEO5 ya que este programa nos será de mucha ayuda para poder realizar nuestro trabajo, también el método Bishop comprendido en el mismo.

### **3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos**

Para poder realizar el procesamiento del siguiente trabajo investigación se utilizó programas como: Word, Google Earth, Global Mapper, AutoCAD, ArcGis 10.5 y el software GEO5.

## Objetivo 1

En este objetivo se aplicará la metodología Mora-Varhson la cual permite realizar un análisis de áreas extensas bajo amenaza de deslizamientos, utilizando indicadores morfo dinámicos (Mora & Varhson, 1993), tales como el relieve relativo, la litología, la humedad del suelo, la sismicidad y la lluvia, todo esto definido por índices de influencia para cada área, que pueden ser trabajados en un Sistemas de Información Geográfico (SIG), para obtener un mapa de potencial a deslizamientos.

**Tabla 1:** Metodología de Mora-Varhson

<b>Metodología Aplicado</b>	
<b>FACTOR</b>	<b>INDICADOR</b>
Factor Condicionante	Geología / Litología
	Geomorfología
	Geotecnia
	Pendiente
	Uso de suelo y cobertura vegetal
Factor Detonante	Sismicidad
	Precipitación

Dicha metodología, permite construir un modelo jerárquico que represente el problema objeto de estudio, mediante criterios y alternativas planteadas inicialmente, para luego poder deducir, cual o cuales son las mejores alternativas y tomar una decisión final óptima. Con este proceso analítico jerárquico se pretende dividir una decisión compleja en un conjunto de decisiones simples, facilitando la comprensión y solución del problema propuesto. (Llumipanta, 2018)

La metodología resulta apropiada para su aplicación a países en vías de desarrollo, debido a que requiere de pocas variables y su aplicación es relativamente sencilla. No obstante, incluye los factores más significativos desde el punto de vista de la inestabilidad de laderas y se basa en parámetros que pueden determinarse de manera ágil y económica en el campo.

## **Objetivo 2**

Analizar el nivel de estabilidad de la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda Provincia Bolívar aplicando el software Geo5.

El método de Bishop

Este método propuesto por Bishop en 1955 analiza la estabilidad de un talud con SPF del tipo circular, tomando en cuenta el efecto de las fuerzas entre dovelas. Al tratarse de un Método de Dovelas, la masa de suelo deslizante debe ser dividida en fajas verticales de manera de estudiar las fuerzas y momentos involucrados en cada una de las rebanadas definidas y determinar así el FS asociado al caso. (SANTIAGO, 2013)

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 Colina San Bartolo 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).

## Tipo de suelo

Para determinar el tipo de suelo se realizó unos ensayos de las siguientes muestras de suelo:

**Tabla 2:** Tipos de suelos de la zona de estudio

<b>IMÁGENES DE RECOLECCION DE TIERRA PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE SUELO DE LA COLINA.</b>	
 A photograph showing two individuals, a woman and a man, crouching on a large, flat field of fine, yellow soil. They appear to be examining the soil. The background shows a hilly landscape under a clear sky. A watermark for 'REDMI NOTE 8 AI QUAD CAMERA' is visible in the bottom left corner.	 A photograph showing a person standing on a dirt path next to a steep, brown soil embankment. The person is wearing a dark vest and a cap. The background shows a hilly landscape under a clear sky. A watermark for 'REDMI NOTE 8 AI QUAD CAMERA' is visible in the bottom left corner.
<p><b>PUNTO 1:</b> Salida de campo donde nos encontramos en la cima de la Colina donde pueden apreciar la tierra bien fina de color amarilla.</p>	<p><b>Punto 2:</b> Salida de campo donde podemos apreciar su alrededor de la Colina donde se puede observar que el tipo de suelo va cambiando ya no es fina es gruesa y de color café.</p>



**Punto 3.-** Esta imagen indica el área de afectación donde se puede observar el tipo de suelo ya que se deslizo gran parte de la colina San Bartolo.



**Punto 4.-** Esta imagen nos indica la mina de la Colina donde se observó gran parte de deslizamiento provocado por las maquinas del municipio de Guaranda.

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

Para poder saber qué tipo de suelo tiene la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda nosotros utilizamos los siguientes materiales para definir el tipo de suelo.

Materias: cedazo grueso y delgado, agua, balanza, y las muestras de tierra.

**Tabla 3 :** Muestras del suelo de la zona de estudio

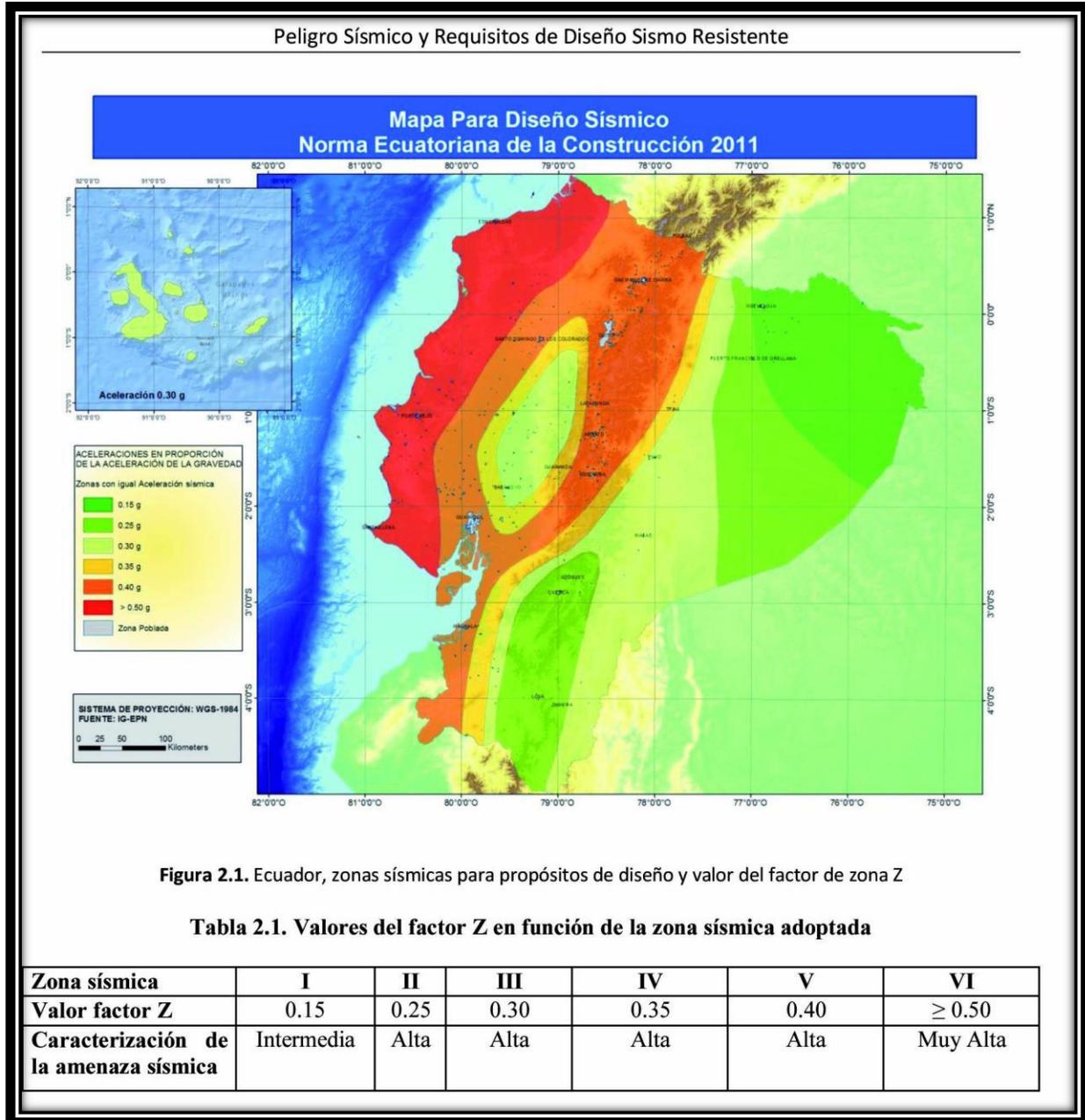
<b>Proceso como se realizó el estudio de suelo de la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda</b>	
 <p>1.- En la presente imagen se observa muestras de suelos que fueron extraídos del lugar de estudio.</p>	 <p>2.- En primer lugar hay que Cernir la tierra para tener como resultado tierra más fina de color café.</p>
 <p>3.-Luego con las muestras hay que removerlos mezclados con un poco de agua para poder ver el cambio que tiene al mezclar con las manos.</p>	 <p>4.-En este punto nos damos cuenta que la tierra mezclando con el agua y manipulando se forma gusanitos, lo cual nos indica a qué tipo de suelo pertenece.</p>
	<p>5.- Esta imagen representa a los tipos de suelos extraídos de la colina san Bartolo de la ciudad de Guaranda.</p>

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

## Coefficiente sísmico horizontal

El coeficiente sísmico horizontal es determinado de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

**Figura 5:** Mapa para diseño Sísmico



*Fuente:* (NEC, 2014)

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

Por lo que se tiene la siguiente fórmula:

$$kh = 0,6 (amax)/g$$
$$amax = Z \cdot Fa$$

**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.

**Datos:**

**Z = 0,35**

**Fa= 1**

**g= 9,8**

Remplazando datos en la fórmula se obtiene el siguiente resultado:

$$amax = Z * Fa = 0,35 * 1 = 0,35$$
$$\mathbf{Kh} = 0,6 (amax)/g = 0,6 * (0,35)/9,8 = 0,021$$

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, luego se realiza un análisis mediante el método Bishop el cual será con el proceso 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, 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 4:** Criterio de valoración del grado de estabilidad del talud

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:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

### Objetivo 3

**Establecer medidas de prevención sobre la zona de deslizamientos en el área de estudio.**

Se están desarrollando estrategias de reducción de riesgo de deslizamientos en el área de estudio. Con base en la técnica de observación directa y el método descriptivo, se analizan las zonas más sensibles a los deslizamientos, donde se presentarían mayores afectaciones, además, se puede comprobar la realidad en la colina San Bartolo, donde se analizan las causas de los deslizamientos.

También se aplica el método de investigación bibliográfica para la recopilación de información de las siguientes fuentes: PDOT de Guaranda, GAD de Guaranda y otros sitios web relacionados con la situación actual del campo.

## 4. CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

### 4.1. Resultados según objetivo 1

**Identificar factores detonantes y condicionantes de la amenaza deslizamientos en la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda.**

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 0-25%, 26-40% y 41-70% las mismas que son alta, media y baja, la pendiente que predomina en el sector es baja con un rango 0-25% que abarca un 16,5 ha equivalente al 47,1% del área total.

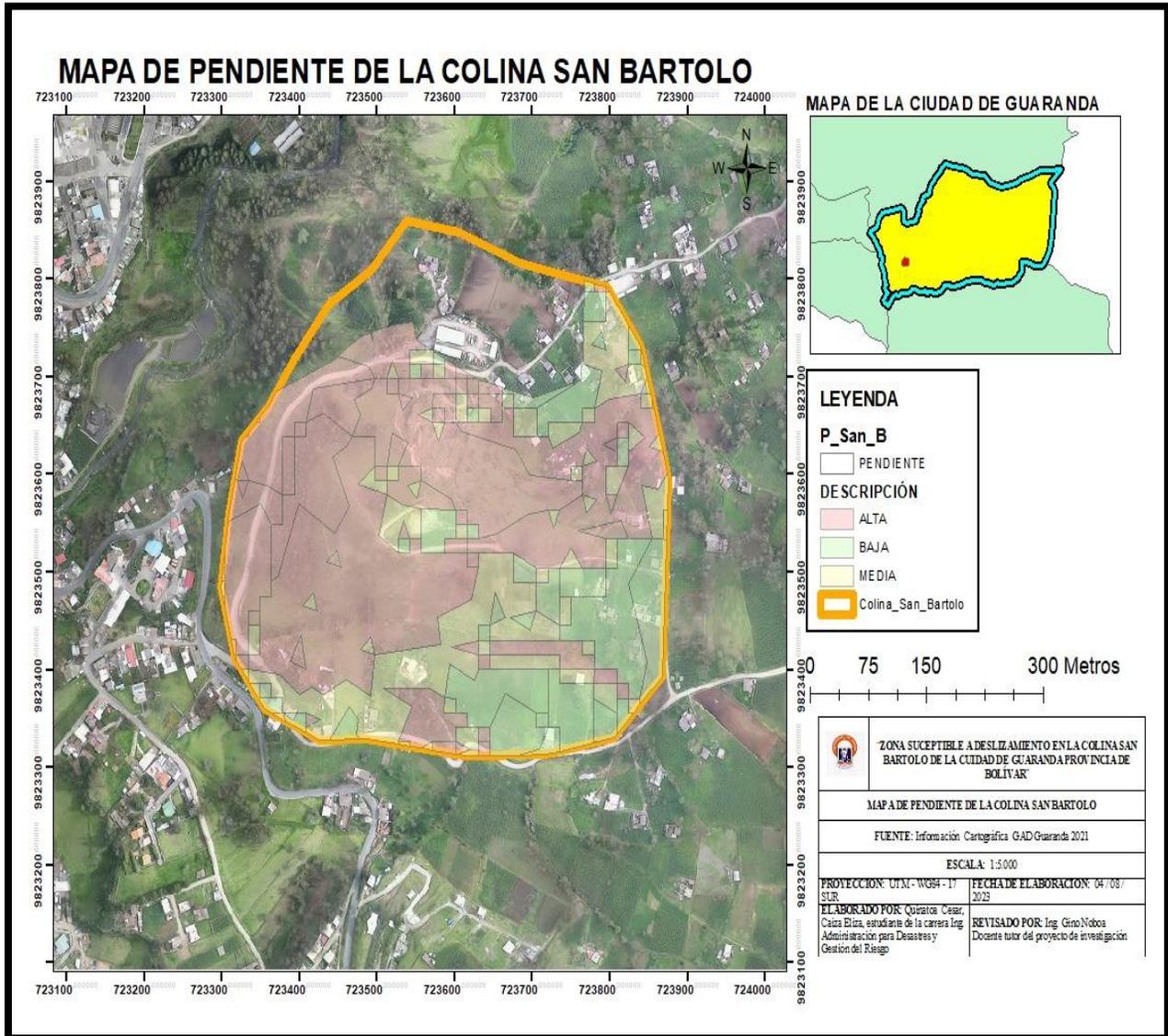
En la presente tabla se puede visualizar de mejor manera los resultados obtenidos:

**Tabla 5:** Descripción de la pendiente

Descripción	Rango	Grado	Área ha	%
Alta	41-70%	3	9,4	37,5
Media	26-40%	2	4,2	16,7
Baja	0-25%	1	11,5	45,8
<b>Total</b>			25.1	100

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

Figura 6: Mapa de pendiente de la colina San Bartolo



Elaborado por: Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

#### 4.1.2. Factor Geología-Litología

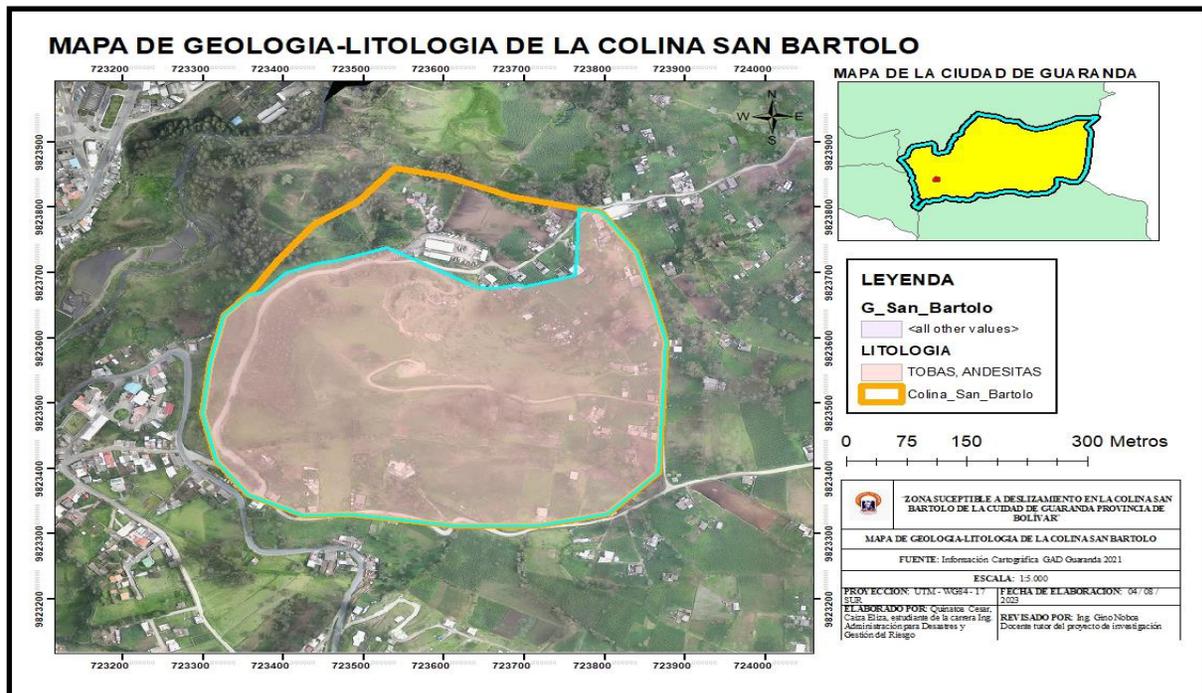
Como se puede observar en la tabla 12, con respecto al factor geología-litología en la colina San Bartolo del cantón Guaranda se pudo identificar que predominan tobas andesitas, es una roca ígnea volcánica de composición intermedia, la cual corresponde a la edad cuaternario que es la última subdivisión de la escala de tiempo geológico que cubre aproximadamente los 2,58 últimos millones de años hasta la actualidad.

**Tabla 6:** Descripción de la Geología –Litología.

DESCRIPCIÓN	FORMACION	EDAD	AREA_HA
TOBAS, ANDESITAS	VOLCÁNICOS	CUATERNARIO	25,1

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

**Figura 7:** Mapa geología-litología de la colina San Bartolo



*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

### 4.1.3. Factor Geomorfología

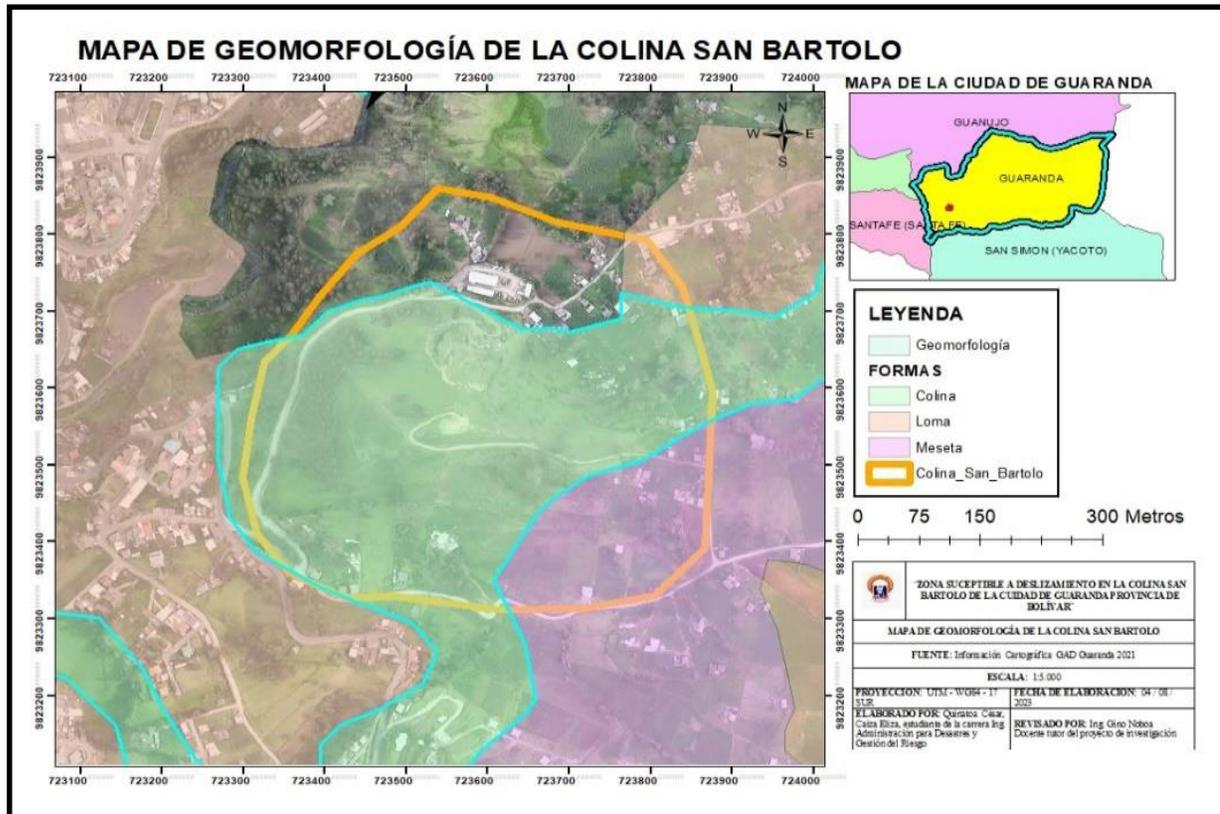
Para el presente factor condicionante geomorfología, se puede evidenciar la forma que predomina en sector de estudio es una colina ya que tiene un pendientes  $> 26\%$  y se encuentra por debajo de los 100 metros de altura. la cual se puede evidenciar en la siguiente tabla.

**Tabla 7:** Descripción de la Geomorfología

FORMAS	DESCRIPCION
Meseta	Meseta con pendientes de 0 a 12%
Loma	Lomas con pendientes de 13 a 25%
Colina	Colinas con pendientes $> 26\%$

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

**Figura 8:** Mapa de geomorfología de la colina San Bartolo



*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

#### 4.1.4. Factor Cobertura Vegetal

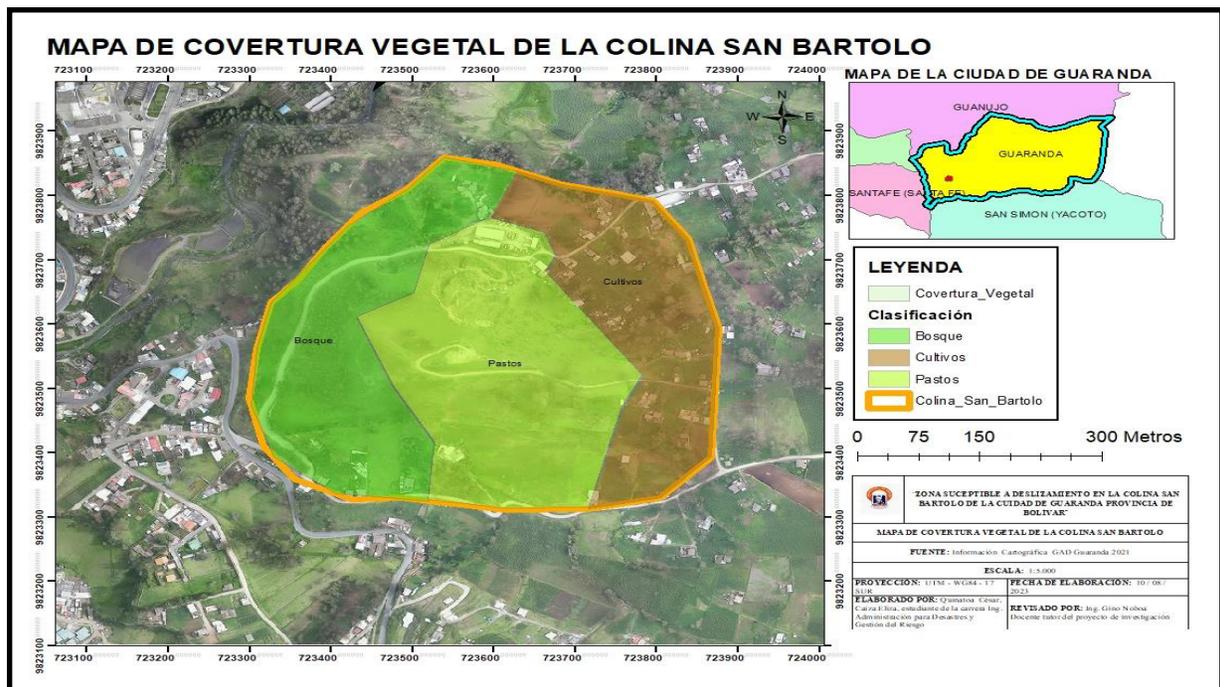
La cobertura vegetal en la colina San Bartolo de ciudad de Guaranda, se identificó que la mayor parte del sector corresponde a pastos con un 39,8% que corresponde a 10 ha, seguidamente por bosque con un 31,9% equivalente a 8 ha, y finalizamos con cultivos con el 28,3% que corresponde a 7,1 ha del área total de estudio.

**Tabla 8:** Descripción de la cobertura vegetal

Clasificación	Área ha	%
Pastos	10	39,8
Bosques	8	31,9
Cultivos	7,1	28,3
<b>Total</b>	<b>25,1</b>	<b>100</b>

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

**Figura 9:** Mapa de cobertura vegetal de la colina San Bartolo



*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

#### 4.1.5. Factor Sismos

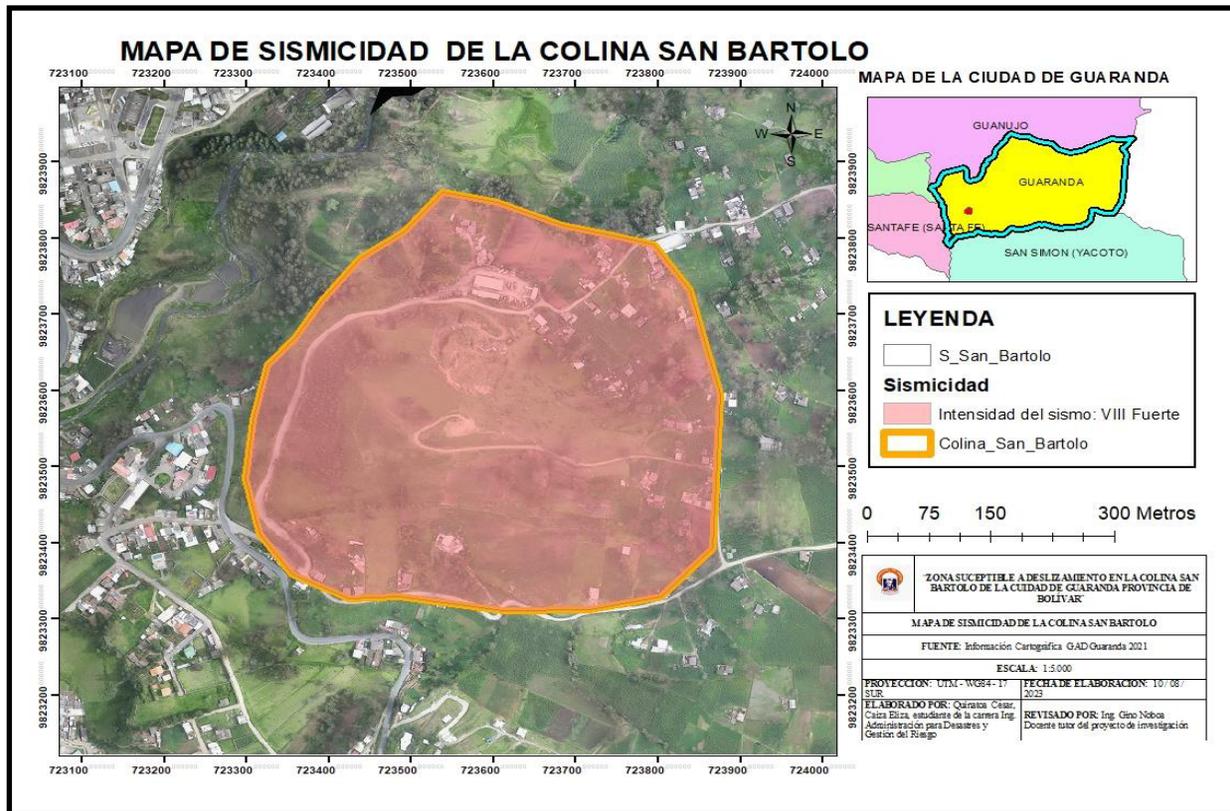
En el presente estudio se pudo determinar que la colina San Bartolo le corresponde una intensidad sísmica de VII, siendo sismos fuertes, lo que representa un factor determinante para la ocurrencia de deslizamientos.

**Tabla 9:** Descripción del factor sismo.

Intensidad de sismos	Calificación	Área_ha	%
<u>VII-VIII</u>	Fuerte	<b>25,1</b>	100
<b><u>Total</u></b>		<b>25,1</b>	100

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

**Figura 10:** Mapa de sismicidad de la colina San Bartolo



*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

#### 4.1.6. Factor Precipitación

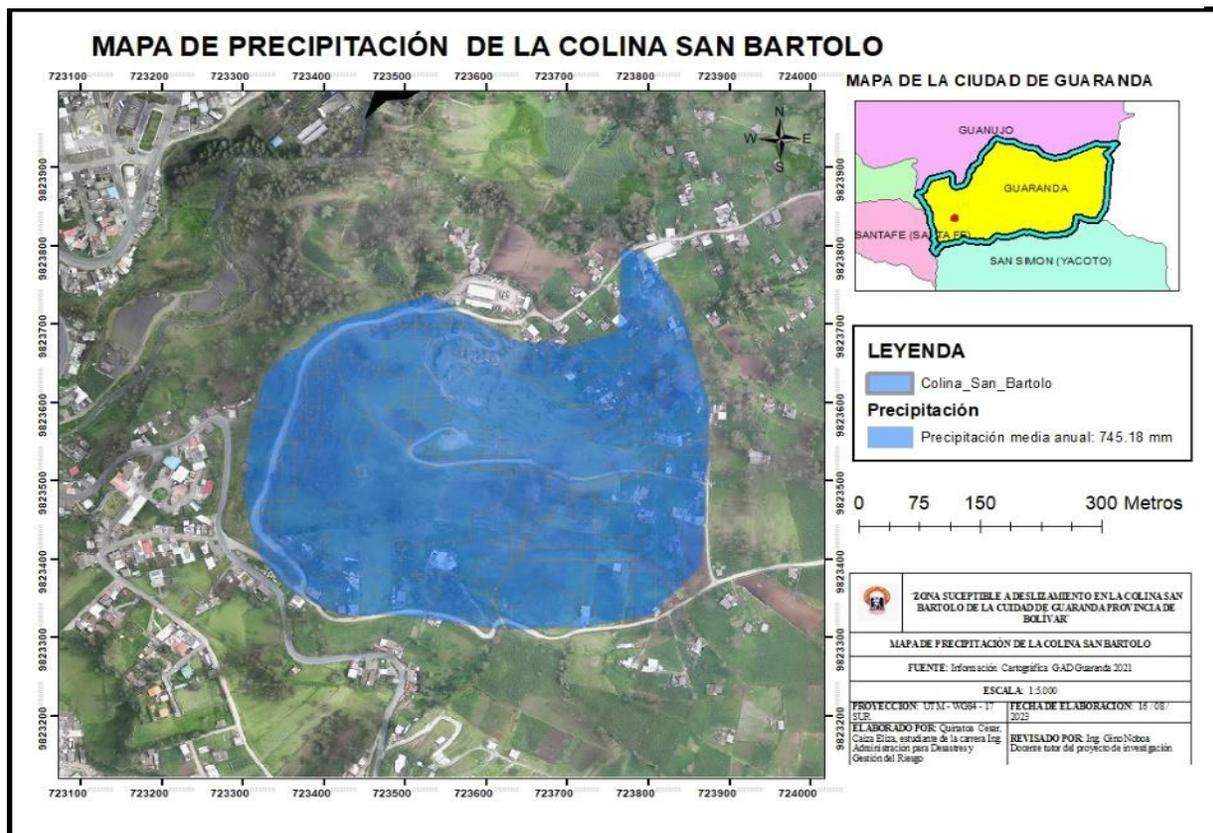
Para el último factor detonante en la colina San Bartolo de ciudad de Guaranda, la misma que abarca un área 25,1 ha se pudo identificar precipitaciones promedias anuales de 745,18 mm, lo cual representa un peligro significativo para la ocurrencia a deslizamientos.

**Tabla 1:** Descripción del factor precipitación

Descripción	Área (km2)	Porcentaje %
745,18 mm	25,1	100
<b>Total</b>	25,1	100

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

**Figura 11:** Mapa de precipitación de la colina San Bartolo



*Fuente:*

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

## **4.2. Resultados según objetivo 2**

**Analizar el nivel de estabilidad de la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda Provincia Bolívar aplicando el software Geo5.**

En el lugar de estudio se identificó 3 taludes potencialmente peligrosos debido a que presenta una pendiente muy pronunciada, la Colina San Bartolo presenta ya deslizamiento que se ve afectado, por lo tanto, podrían generar graves afectaciones.

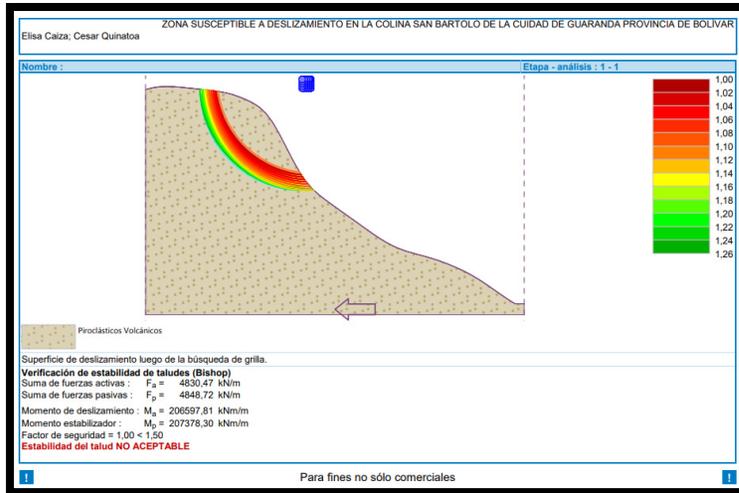
Para empezar, se realizó el trabajo de investigación, utilización del programa Global Mapper, para identificar el área de estudio para sí poder obtener los tres perfiles que necesitamos para la realización del trabajo.

Análisis del grado de susceptibilidad de los taludes en el software GEO5 mediante el método de Bishop.

Se utilizó el método de Bishop, es un método de corte porque es el más completo para el análisis de estabilidad de taludes y sigue siendo el más utilizado desde sus inicios hasta el presente y se ha ampliado aún más con métodos informáticos.

### 4.2.1. Talud 1

**Figura 12:** Resultado del primer talud de deslizamiento



Datos:		
Tipo de suelo	Piroclásticos Volcánicos	
Coordenadas	X= 723561.66 m E	Y= 9823618.91 m S
Peso específico	14 KN/m <sup>3</sup>	
Angulo de fricción	35 °	
Cohesión	0.00 kPa	
Coefficiente sísmico	0.021	
Horizontal		
Factor de seguridad	1.50	

Datos de la superficie de deslizamiento		
Centro	X=73,45 m	Z=111,43 m
Radio	R=55,96 m	
Ángulos	-78,30°	1,46°
<b>Resultado factor se seguridad</b>		
El factor de seguridad es de = 1,00 < 1,50 por lo tanto la estabilidad del talud es no aceptable.		

*Fuente: GEO 5*

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

Elisa Calza; Cesar Quinatos

## Análisis de estabilidad de taludes

### Entrada de datos

#### Proyecto

Tarea : ZONA SUSCEPTIBLE A DESLIZAMIENTO EN LA COLINA SAN BARTOLO DE LA CIUDAD DE PROVINCIA DE BOLÍVAR

Autor : Elisa Calza; Cesar Quinatos

Fecha : 10/4/2024

Número de proyecto : 1

#### Configuración

Estándar - Factor de seguridad

#### Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

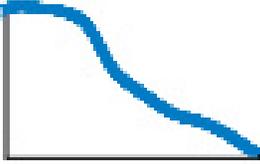
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

#### Factores de seguridad

##### Situación de diseño permanente

Factor de seguridad :  $SF_s = 1,50 [-]$

#### Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de Interfaz [m]					
		x	x	x	x	x	x
1		0,00	99,93	0,17	99,99	0,34	99,04
		0,51	99,09	0,68	99,13	0,84	99,17
		1,01	99,21	1,18	99,26	1,35	99,30
		1,52	99,34	1,69	99,39	1,85	99,43
		1,96	99,46	2,03	99,47	2,26	99,52
		2,37	99,58	2,54	99,61	2,70	99,65
		2,87	99,69	3,04	99,74	3,21	99,78
		3,38	99,81	3,55	99,84	3,72	99,86
		3,89	99,89	4,06	99,91	4,23	99,93
		4,40	99,98	4,57	99,98	4,73	100,00
		4,90	100,03	5,07	100,05	5,24	100,08
		5,41	100,10	5,58	100,12	5,75	100,15
		5,92	100,17	6,09	100,20	6,26	100,22
		6,42	100,23	6,59	100,24	6,76	100,25
		6,93	100,28	7,10	100,26	7,27	100,27
		7,44	100,28	7,61	100,29	7,78	100,29
		7,95	100,30	8,12	100,31	8,28	100,32
		8,45	100,33	8,62	100,34	8,79	100,34
		8,96	100,35	9,13	100,36	9,30	100,37
		9,47	100,37	9,64	100,36	9,81	100,36
9,98	100,36	10,14	100,35	10,31	100,35		
10,48	100,34	10,65	100,34	10,82	100,33		
10,99	100,33	11,16	100,33	11,33	100,32		
11,50	100,32	11,67	100,32	11,84	100,31		
12,00	100,31	12,17	100,30	12,34	100,30		
12,51	100,29	12,68	100,28	12,85	100,27		
13,02	100,26	13,19	100,24	13,36	100,23		
13,53	100,22	13,70	100,21	13,86	100,20		
14,03	100,18	14,20	100,17	14,37	100,16		
14,54	100,13	14,71	100,14	14,88	100,13		
15,05	100,11	15,22	100,10	15,39	100,09		

Para fines no sólo comerciales

Elisa Calza; Cesar Quinatos

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de Interfaz [m]					
		x	x	x	x	x	x
		167,72	1,64	167,69	1,74	168,06	1,64
		168,23	1,54	168,40	1,44	168,57	1,34
		168,74	1,24	168,84	1,18	172,96	1,18

#### Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	$\varphi_{int}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Piroclásticos Volcánicos		35,00	0,00	14,00

#### Parámetros de suelo - subpresión

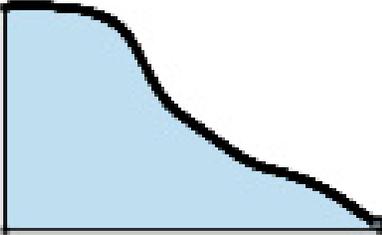
Nro.	Nombre	Trama	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$n$ [-]
1	Piroclásticos Volcánicos		16,00		

#### Datos del suelo

##### Piroclásticos Volcánicos

Peso unitario :  $\gamma = 14,00 \text{ kN/m}^3$   
 Estado de tensión : efectivo  
 Ángulo de fricción interna :  $\varphi_{int} = 35,00^\circ$   
 Cohesión de suelo :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
 Peso unitario de suelo saturado :  $\gamma_{sat} = 16,00 \text{ kN/m}^3$

#### Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	x	x	x	
1		168,84	1,18	168,74	1,24	Piroclásticos Volcánicos 
		168,57	1,34	168,40	1,44	
		168,23	1,54	168,06	1,64	
		167,89	1,74	167,72	1,84	
		167,55	1,94	167,38	2,05	
		167,21	2,18	167,05	2,27	
		166,88	2,38	166,71	2,49	
		166,54	2,60	166,37	2,71	
		166,20	2,82	166,03	2,93	
		165,86	3,04	165,69	3,15	
		165,52	3,26	165,35	3,37	
		165,18	3,48	165,02	3,59	
		164,85	3,69	164,68	3,80	
		164,51	3,91	164,34	4,03	
		164,17	4,13	164,00	4,26	
		163,83	4,38	163,66	4,49	
163,49	4,61	163,33	4,72			
163,16	4,84	163,00	4,96			
162,82	5,07	162,66	5,19			
162,48	5,30	162,31	5,42			



Para fines no sólo comerciales



## Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

## Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

## Sismo

Coefficiente sísmico horizontal :  $K_h = 0,02$

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



Para fines no sólo comerciales



18

[2020] - Estabilidad de Taludes (Curso educativo) (versión 3.2019.76.0) (Sem de febrero 2020) 1 (Universidad Estatal de Bolívar)  
Copyright © 2021. Por qué a la. All Rights Reserved (www.tensoft.com)

Elisa Calza; Cesar Quintero

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	75,51 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-82,64 [°]
	z =	103,63 [m]		$\alpha_2 =$	-6,74 [°]
Radio :	R =	42,77 [m]			

Superficie de deslizamiento luego de la búsqueda de grilla.

#### Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas :  $F_a = 4830,47$  kN/m

Suma de fuerzas pasivas :  $F_p = 4848,72$  kN/m

Momento de deslizamiento :  $M_d = 206597,81$  kNm/m

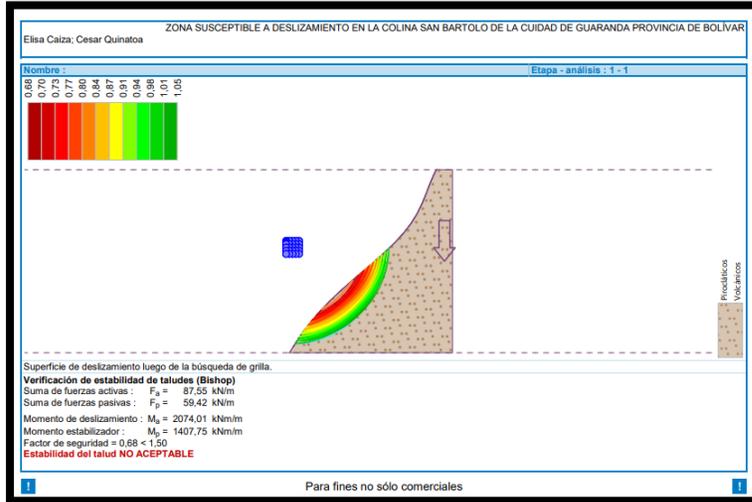
Momento estabilizador :  $M_p = 207378,30$  kNm/m

Factor de seguridad = 1,00 < 1,50

**Estabilidad del talud NO ACEPTABLE**

## 4.2.2. Talud 2

**Figura 13:** Resultado del segundo talud de deslizamiento



Datos:	
Tipo de suelo	Piroclásticos Volcánicos
Coordenadas	X= 723453.55 m E    Y= 9823696.39 m S
Peso específico	14 KN/m <sup>3</sup>
Angulo de fricción	35 °
Cohesión	0.00 kPa
Coefficiente sísmico horizontal	0.021
Factor de seguridad	1.50

Datos de la superficie de deslizamiento		
Centro	X=30,50 m	Z=48,03 m
Radio	R=25,86m	
Ángulos	-75.87°	-12,48°
<b>Resultado factor se seguridad</b>		
El factor de seguridad es de = 0,68 < 1,50    por lo tanto la estabilidad del talud es no aceptable.		

*Fuente: GEO 5*

*Elaborado por:* Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

## Análisis de estabilidad de taludes

### Entrada de datos

#### Proyecto

Tarea : ZONA SUSCEPTIBLE A DESLIZAMIENTO EN LA COLINA SAN BARTOLO DE LA CIUDAD DE GUARANDA  
PROVINCIA DE BOLÍVAR

Autor : Elisa Caiza; Cesar Quinatoa

Fecha : 10/4/2024

#### Configuración

Estándar - Factor de seguridad

#### Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Factor de seguridad :	SF <sub>s</sub> =	1,50 [-]

#### Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	45,25	1,80	44,11	1,86	44,08
		1,91	44,04	1,97	44,01	2,02	43,97
		2,08	43,94	2,13	43,91	2,19	43,87
		2,24	43,84	2,29	43,80	2,35	43,77
		2,40	43,73	2,46	43,70	2,51	43,66
		2,57	43,63	2,62	43,59	2,67	43,56
		2,73	43,52	2,78	43,49	2,84	43,45
		2,89	43,42	2,95	43,39	3,00	43,35
		3,05	43,32	3,11	43,28	3,16	43,25
		3,22	43,21	3,27	43,18	3,33	43,14
		3,38	43,11	3,44	43,07	3,49	43,04
		3,54	43,00	3,60	42,97	3,65	42,93
		3,71	42,90	3,76	42,87	3,82	42,83
		3,87	42,79	3,92	42,76	3,98	42,72
		4,03	42,68	4,09	42,64	4,14	42,60
		4,20	42,57	4,25	42,53	4,31	42,49
		4,36	42,45	4,41	42,41	4,47	42,38
		4,52	42,34	4,58	42,30	4,63	42,26
		4,69	42,23	4,74	42,19	4,79	42,15
		4,85	42,11	4,90	42,07	4,96	42,04
		5,01	42,00	5,07	41,96	5,12	41,92
		5,17	41,88	5,23	41,85	5,28	41,81
		5,34	41,77	5,39	41,73	5,45	41,70
		5,50	41,66	5,56	41,62	5,61	41,58
5,66	41,54	5,72	41,51	5,77	41,47		
5,83	41,43	5,88	41,39	5,94	41,35		
5,99	41,32	6,04	41,28	6,10	41,24		
6,15	41,20	6,21	41,17	6,26	41,13		
6,32	41,09	6,37	41,05	6,43	41,01		
6,48	40,98	6,53	40,94	6,59	40,90		
6,64	40,86	6,70	40,82	6,75	40,79		



Para fines no sólo comerciales



Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
		55,73	0,30	55,78	0,28	55,84	0,25
		55,89	0,22	55,94	0,19	56,00	0,17
		56,05	0,14	56,11	0,11	56,16	0,08
		56,22	0,06	56,27	0,03	56,33	0,00

**Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva**

Nro.	Nombre	Trama	$\phi_{ef}$ [°]	$C_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Piroclásticos Volcánicos		35,00	0,00	14,00

**Parámetros de suelo - subpresión**

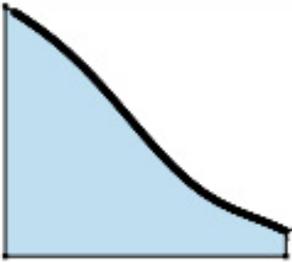
Nro.	Nombre	Trama	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
1	Piroclásticos Volcánicos		16,00		

**Datos del suelo**

**Piroclásticos Volcánicos**

Peso unitario :  $\gamma = 14,00 \text{ kN/m}^3$   
Estado de tensión : efectivo  
Ángulo de fricción interna :  $\phi_{ef} = 35,00^\circ$   
Cohesión de suelo :  $C_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
Peso unitario de suelo saturado :  $\gamma_{sat} = 16,00 \text{ kN/m}^3$

**Asignación y superficies**

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		56,27	0,03	56,22	0,06	Piroclásticos Volcánicos 
		56,16	0,08	56,11	0,11	
		56,06	0,14	56,00	0,17	
		55,94	0,19	55,89	0,22	
		55,84	0,25	55,78	0,28	
		55,73	0,30	55,67	0,33	
		55,62	0,36	55,56	0,39	
		55,51	0,42	55,46	0,44	
		55,40	0,47	55,35	0,50	
		55,29	0,53	55,24	0,55	
		55,18	0,58	55,13	0,61	
		55,08	0,64	55,02	0,66	
		54,97	0,69	54,91	0,72	
		54,86	0,74	54,80	0,77	
		54,75	0,79	54,69	0,81	
		54,64	0,84	54,59	0,86	
		54,53	0,88	54,48	0,91	
54,42	0,93	54,37	0,95			

## Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

## Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

## Sismo

Coefficiente sísmico horizontal :  $K_h = 0,02$

Coefficiente sísmico vertical :  $K_v = 0,00$

## Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente



Para fines no sólo comerciales



18

[GEO5 - 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]

ZONA SUSCEPTIBLE A DESLIZAMIENTO EN LA COLINA SAN BARTOLO DE LA CO  
PR

Elisa Caiza; Cesar Quinatoa

## Resultados (Etapa de construcción 1)

### Análisis 1

#### Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	34,40 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-62,15 [°]
	z =	46,27 [m]		$\alpha_2 =$	-31,12 [°]
Radio :	R =	23,69 [m]	Superficie de deslizamiento luego de la búsqueda de grilla.		

#### Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas :  $F_a = 87,55$  kN/m

Suma de fuerzas pasivas :  $F_p = 59,42$  kN/m

Momento de deslizamiento :  $M_a = 2074,01$  kNm/m

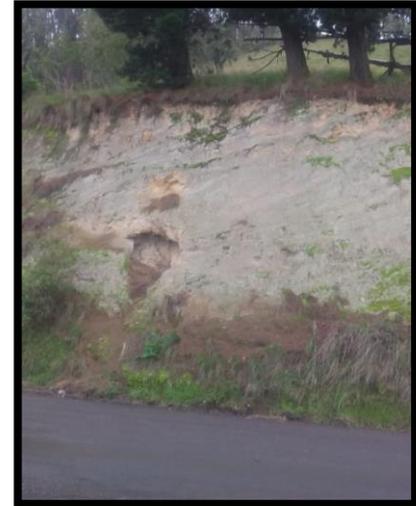
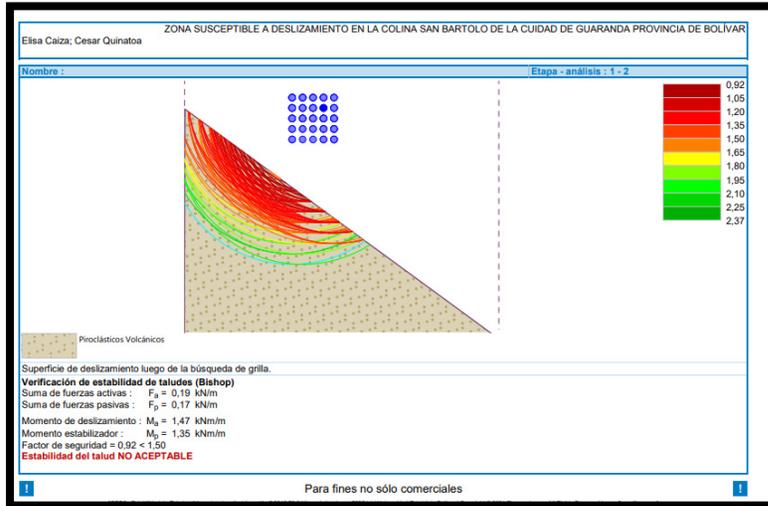
Momento estabilizador :  $M_p = 1407,75$  kNm/m

Factor de seguridad =  $0,68 < 1,50$

**Estabilidad del talud NO ACEPTABLE**

### 3.2.3 Talud 3

Figura 14: Resultado del tercer talud de deslizamiento



Datos:	
Tipo de suelo	Piroclásticos Volcánicos
Coordenadas	X= 723319.28 m E      Y= 9823454.52 m S
Peso específico	14 KN/m <sup>3</sup>
Angulo de fricción	35 °
Cohesión	0.00 kPa
Coefficiente sísmico horizontal	0.021
Factor de seguridad	1.50

Datos de la superficie de deslizamiento		
Centro	X=13,38m	Z=20,24 m
Radio	R=15,30 m	
Ángulos	-8,76°	55,46°
<b>Resultado</b>	<b>factor</b>	<b>se</b>
El factor de seguridad es de = 0,92 < 1,50 por lo tanto la estabilidad del talud es no aceptable.		

Fuente: GEO 5

Elaborado por: Quinatoa, C; Caiza, E. 2023

## Análisis de estabilidad de taludes

### Entrada de datos

#### Proyecto

Tarea : ZONA SUSCEPTIBLE A DESLIZAMIENTO EN LA COLINA SAN BARTOLO DE LA CUIDAD DE GUARANDA  
 PROVINCIA DE BOLÍVAR

Autor : Elisa Caiza; Cesar Quinatoa

Fecha : 10/4/2024

#### Configuración

Estándar - Factor de seguridad

#### Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	$SF_s = 1,50 [-]$

#### Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz (m)					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	0,24	0,02	13,61	18,63	0,00
		26,75	-5,94	30,00	-8,32		

#### Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Piroclásticos Volcánicos		35,00	0,00	14,00

#### Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	n [-]
1	Piroclásticos Volcánicos		16,00		

#### Datos del suelo

##### Piroclásticos Volcánicos

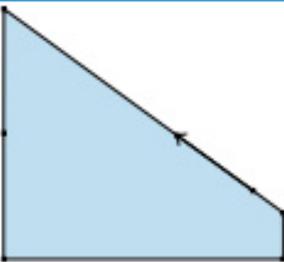
Peso unitario :  $\gamma = 14,00 \text{ kN/m}^3$   
 Estado de tensión : efectivo  
 Ángulo de fricción interna :  $\varphi_{ef} = 35,00^\circ$   
 Cohesión de suelo :  $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$   
 Peso unitario de suelo saturado :  $\gamma_{sat} = 16,00 \text{ kN/m}^3$



Para fines no sólo comerciales



### Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		26,75	-5,94	18,63	0,00	Piroclásticos Volcánicos 
		0,02	13,61	0,00	0,24	
		0,00	-13,32	30,00	-13,32	
		30,00	-8,32			

#### Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

#### Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

#### Sismo

Coefficiente sísmico horizontal :  $K_h = 0,02$

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 =	8,86	[m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-38,20	[°]
	z =	17,05	[m]		$\alpha_2 =$	-34,16	[°]
Radio :	R =	8,00	[m]	Superficie de deslizamiento luego de la búsqueda de grilla.			

#### Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas :  $F_a = 0,13$  kN/m

Suma de fuerzas pasivas :  $F_p = 0,11$  kN/m

Momento de deslizamiento :  $M_a = 1,01$  kNm/m

Momento estabilizador :  $M_p = 0,87$  kNm/m

Factor de seguridad = 0,86 < 1,50

**Estabilidad del talud NO ACEPTABLE**

#### Análisis 2

##### Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento							
Centro :	x =	13,26	[m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-40,74	[°]
	z =	13,71	[m]		$\alpha_2 =$	-31,62	[°]
Radio :	R =	7,93	[m]	Superficie de deslizamiento luego de la búsqueda de grilla.			

#### Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)



Para fines no sólo comerciales



### Datos del suelo

#### Piroclásticos Volcánicos

Peso unitario :  $\gamma = 14,00 \text{ kN/m}^3$   
Estado de tensión : efectivo  
Ángulo de fricción interna :  $\varphi_{\text{ef}} = 35,00^\circ$   
Cohesión de suelo :  $c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$   
Peso unitario de suelo saturado :  $\gamma_{\text{sat}} = 16,00 \text{ kN/m}^3$



Para fines no sólo comerciales



1

[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]

ZONA SUSCEPTIBLE A DESLIZAMIENTO EN LA COLINA SAN BARTOLO DE B

Elisa Caiza; Cesar Quinatoa

### Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		26,75	-5,94	18,63	0,00	Piroclásticos Volcánicos 
		0,02	13,61	0,00	0,24	
		0,00	-13,32	30,00	-13,32	
		30,00	-8,32			

#### Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

#### Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

#### Sismo

Coefficiente sísmico horizontal :  $K_h = 0,02$

Coefficiente sísmico vertical :  $K_v = 0,00$

#### Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

#### Resultados (Etapa de construcción 1)

### **4.3.Resultados según objetivo 3:**

**Establecer medidas de prevención sobre la zona de deslizamientos en el área de estudio.**

Una vez identificada la zona susceptible a la amenaza de deslizamiento y el grado de estabilidad de los taludes situados en la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda, se proponen las estrategias de reducciones de riesgos.

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 la colina San Bartolo, 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 trabajadores de los talleres del municipio de Guaranda 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 identificamos 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 de que los habitantes y trabajadores adquieran a futuro una cultura de prevención, preparación y respuesta ante el peligro al que se encuentran expuestos todos los habitantes.

A continuación, se presenta un bloque considerando aquellas medidas que permitirán una reducción de riesgos de deslizamientos en la colina San Bartolo tomando en consideración el área de influencia y las competencias exclusivas del GAD municipal, como de las demás instituciones que de cierto modo pueden intervenir, además de incluir un bloque en el que se exponen las ventajas.

#### 4.3.1. Medidas de prevención ante deslizamiento en la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda

**Tabla 2:** Medidas de prevención ante deslizamiento en la colina San Bartolo

Tipo de amenaza	Área	Medidas de prevención	Encargado o responsable
<b>Deslizamiento</b>	Población	Socialización en la comunidad de San Bartolo y los talleres del municipio de Guaranda sobre la situación actual, tipo de amenaza identificado y las medidas propuestas, para reducir el riesgo en su comunidad.	GAD de Guaranda
		Capacitaciones periódicas a la comunidad en temas: Prevención y temáticas en relación a deslizamientos. Medidas de autoprotección.	Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias GAD Guaranda

		<p>Campañas de apoyo psicológicos.</p> <p>Salud emocional.</p>	<p>MIES</p> <p>MSP</p>
		<p>Colocar señalética de evacuación en la comunidad y realizar simulacros periódicamente para que la población se encuentre preparada en caso de suscitarse un evento.</p>	<p>Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.</p> <p>GAD Guaranda</p>
		<p>Crear puntos de encuentro y rutas de evacuación en caso de la ocurrencia de un deslizamiento.</p> <p>Capacitación en temas de Gestión de riesgos con enfoque en deslizamientos.</p> <p>Contar con planes de emergencia familiares.</p>	<p>Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.</p> <p>GAD Guaranda</p>
		<p>Determinar la capacidad de peso de carga máxima por vehículo, restringiendo el paso al transporte de gran tamaño hasta que en los estudios se establezca que es seguro y se desarrolle la reconstrucción total de la</p>	<p>GAD Guaranda</p> <p>MTOP</p>

		vía.	
		Realizar mantenimiento constante de las vías e informar si existen anomalías.	GAD Guaranda MTOF
<b>Deslizamientos</b>	Áreas susceptibles a deslizamientos	<p>Construcción de muros de contención en las zonas más susceptibles a deslizamientos.</p> <p>Construcción de drenajes de aguas lluvias (tuberías o zanjas) para evitar la filtración de agua.</p> <p>Evitar vivir en un lugar no afectado anteriormente por deslizamientos</p> <p>Sembrar plantas nativas del lugar con raíces profundas para evitar la erosión del suelo.</p> <p>Planificación</p> <p>Sobre los posibles escenarios futuros de riesgo ante deslizamientos.</p>	<p>GAD Provincial de Bolívar</p> <p>GAD Parroquial de Facundo Vela.</p> <p>Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.</p>

## 5. CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Para identificar factores detonantes y condicionantes de la amenaza de deslizamientos se aplicó la metodología de Mora Varhson, obteniendo los factores condicionantes como son: la pendiente, geología/litología, geomorfología, cobertura vegetal, y los factores detonantes como: la sismicidad y las precipitaciones en la colina San Bartolo de la ciudad de Guaranda, el área de estudio que abarca es de 25,1 Ha, dando como origen los siguientes datos a cada factor de estudio como es:

Factor pendientes con rango alto 41 - 70% abarcando un 9,4 Ha que equivale al 37,5% del área total, en el factor geológico/litológico predominan tobas andesíticas de formación volcánica de edad cuaternaria, en el factor geomorfología se puede evidenciar la presencia de loma con pendientes de 13 a 25%, colina con pendientes > 26%, y en cuanto a factor cobertura vegetal se identificó que la mayor parte del sector es Pastos que corresponde a 10 ha, es decir que equivale 39,8 % del área total de estudio y el restante corresponde a 15,1ha entre bosques y cultivos equivalente 60,2 % del área total.

En cuanto al factor precipitación indica lluvias con promedios anuales de 745,18 mm y por último al factor sismos corresponde una intensidad sísmica de VII, originando sismos fuertes que impacta directamente en la estabilidad del terreno lo cual representa un peligro significativo para la ocurrencia a deslizamientos en la colina San Bartolo.

Para analizar el nivel de estabilidad de los taludes en el Software GEO5, se determinó el perfil de la colina, el tipo de suelo que corresponde a piroclásticos volcánicos, factor de seguridad de 1,50, Peso específico de 14kN/m<sup>3</sup>, Angulo de fricción de 35 °, Cohesión de 0.00kPa coeficiente de sismicidad horizontal de 0,021, con estos datos se obtiene los resultados analizados de cada talud: talud 1 con un factor de seguridad de 1,00, talud 2 factor de seguridad de 0,68, talud 3 factor de seguridad 0,92.

Según los datos obtenidos, el nivel de inestabilidad está comprendido en un rango desde 0,68 hasta 1,00 siendo inferior al factor de seguridad de 1,50, por lo tanto, son taludes inestables, con riesgo a deslizamiento, por lo que es necesario la intervención para estabilizar los taludes.

Se estableció medidas de prevención dentro del área de estudio como son; socialización a la comunidad de San Bartolo y los talleres del municipio de Guaranda sobre la situación que presenta el territorio, se implementara capacitaciones periódicas a la comunidad en temas de Prevención y temáticas en relación a deslizamientos, medidas de autoprotección, construcción de muros de contención en las zonas más susceptibles a deslizamientos, construcción de drenajes de aguas lluvias para evitar la filtración de agua, evitar vivir en un lugar no afectado anteriormente por deslizamientos, sembrar plantas nativas con raíces profundas en lugares que presentan amenaza a deslizamiento para evitar la erosión del suelo etc..

## **5.2.Recomendaciones**

Se debe evitar cualquier tipo de asentamiento humano en zonas cercanas al talud, y se debe controlar los drenajes existentes para que el agua de lluvia se dirija correctamente, también se recomienda que los municipios generen información topográfica que sea a escala con mayor precisión y de manera actualizada.

Se recomienda que las autoridades encargadas coloquen señalética ante la amenaza a deslizamientos para que los transeúntes, moradores reconozcan estos sitios de riesgos y así estén atentos antes la presencia de deslizamientos.

Dado que el talud es inestable se recomienda construir de manera inmediata ya sea muros de concreto, muros de gaviones, muros con anclajes, o colocar redes de geo membranas, además se debe reforestar el área cercana al talud con árboles nativos, lo que ayuda a prevenir deslizamientos de masa.

Y por último se recomienda que las autoridades encargadas de acuerdo a sus competencias tomen en cuenta nuestro estudio y ejecuten las medidas de reducción de riesgo con la población para que sepan cómo y cuándo evacuar en caso de suscitarse la amenaza.

## 6. Bibliografía

Almeida, J. (1993). *Sismo étnico en el Ecuador: Varias perspectivas*. Editorial Abya Yala.

Obtenido de Sismo étnico en el Ecuador: Varias perspectivas. Editorial Abya Yala:

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4IOa1o6SVBIC&oi=fnd&pg=PA5&dq=sismo&ots=zuQqonqy9x&sig=u7VAZ9UblPvopLGkRB7n8xx4rHE#v=onepage&q=sismo&f=false>

Álvarez, Y. d. (Abril de 2009). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/35164862.pdf>

Barrantes, G., & Nuñez, O. (2011). METODOLOGÍA MORAVAHHRSON MODIFICADA EN EL CASO DE LOS DESLIZAMIENTOS. *Revista Geográfica de América Central*.

(20 de 10 de 2019). Bolivar . (E. POPULAR, Entrevistador)

Córdova Yánez, J. (2008). *El riesgo de deslizamiento y alternativas de mitigación y preparación en el Barrio Fausto Bazante de la Ciudad de Guaranda periodo mayo a julio 2008*.

Obtenido de El riesgo de deslizamiento y alternativas de mitigación y preparación en el Barrio Fausto Bazante de la Ciudad de Guaranda periodo mayo a julio 2008: <https://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/387>

Coro, W. R. (2013). *La Susceptibilidad A Deslizamientos Para La Reducción Del Riesgo*.

Cristina, L. C. (2011). *ESTUDIO TÉCNICO DE DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR "EL SALADO"*. Obtenido de ESTUDIO TÉCNICO DE DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR "EL SALADO":

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/1370/1/Tesis%20617%20-%20L%C3%B3pez%20Cordonez%20%20Mar%C3%ADa%20Cristina.pdf>

- DIAS, J. S. (2009). DESLIZAMIENTOS. En *ANALISIS GEOTECNICO* (pág. 227). COLOMBIA: PRIMERA EDICION.
- ECURED. (2020). *ESTABILIDAD DE TALUDES*. Obtenido de ESTABILIDAD DE TALUDES: <https://www.ecured.cu/Talud>
- Ecured. (s.f.). *Provincia de Bolívar*. Obtenido de Provincia de Bolívar: [https://www.ecured.cu/index.php?title=Provincia\\_de\\_Bol%C3%ADvar\\_\(Ecuador\)&action=history](https://www.ecured.cu/index.php?title=Provincia_de_Bol%C3%ADvar_(Ecuador)&action=history)
- EIRD. (2019). *Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres*. Obtenido de Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres: <https://www.eird.org/gestion-del-riesgo/glosario.pdf>
- Gijon, F. (1988). *Riesgos Geologicos* . Obtenido de Riesgos Geologicos : <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BhlDV88yvzWC&oi=fnd&pg=PA175&dq=desprendimiento+o+caida+&ots=F-LMKkGY7t&sig=A2l1vrO6NOPtZ12RfwUg06g2bFA#v=onepage&q=desprendimiento%20o%20caida&f=false>
- Gómez Díaz, J. A. (2020). *Revista científica* . Obtenido de Revista científica : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10462656008>
- Heraldo, E. (29 de 5 de 2021). Las siete colinas de Guaranda. *Las siete colinas de Guaranda*.
- Internacionales, N. (2013). *GLOSARIO DE TERMINOS*. Obtenido de GLOSARIO DE TERMINOS: [https://esfap.edu.pe/images/ANEXOS\\_DIR\\_900-1.pdf](https://esfap.edu.pe/images/ANEXOS_DIR_900-1.pdf)
- Lavell. (2017).
- Llumipanta, N. A. (2018). *Cálculo de amenaza, vulnerabilidad y riesgos en el entorno SIG*. Quito - Ecuador.

- Lozano, P. (2005). *Importancia de los deslizamientos en el Parque Nacional Podocarpus, Loja, Ecuador*. Obtenido de Importancia de los deslizamientos en el Parque Nacional Podocarpus, Loja, Ecuador: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332005000200005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332005000200005)
- María, L. C. (2011). *ESTUDIO TÉCNICO DE DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR "EL SALADO"*. Obtenido de ESTUDIO TÉCNICO DE DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR "EL SALADO": <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1370/1/Tesis%20617%20-%20L%C3%B3pez%20Cordonez%20%20Mar%C3%ADa%20Cristina.pdf>
- Marín, L. F. (2019). *Zonificación de la Susceptibilidad del terreno de los deslizamientos*. Obtenido de Zonificación de la Susceptibilidad del terreno de los deslizamientos: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69829/1030564924.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Osorio, L. F. (2019). *Zonificación de la Susceptibilidad del terreno a los deslizamientos*. Obtenido de Zonificación de la Susceptibilidad del terreno a los deslizamientos: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7100/1/PC-001041.pdf>
- Osorio, L. F. (2019). *Zonificación de la Susceptibilidad del terreno a los deslizamientos*. Obtenido de Zonificación de la Susceptibilidad del terreno a los deslizamientos: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69829/1030564924.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pastor, J. L. (3 de 6 de 2017). *Estudio comparativo del potencial de licuación de suelos usando las normas españolas y el Eurocódigo*. Obtenido de Estudio comparativo del potencial de licuación de suelos usando las normas españolas y el Eurocódigo:

- [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-33222018000300761#:~:text=La%20licuaci%C3%B3n%20es%20un%20proceso,inducidas%20por%20los%20eventos%20s%C3%ADsmicos.](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222018000300761#:~:text=La%20licuaci%C3%B3n%20es%20un%20proceso,inducidas%20por%20los%20eventos%20s%C3%ADsmicos.)
- PDOT. (2022). *Municipio de Guaranda*. Obtenido de Municipio de Guaranda: [https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/PDOT\\_GUARANDA\\_ACTUALIZACION\\_PORTAL\\_BORRADOR\\_14-11-2014.pdf](https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/PDOT_GUARANDA_ACTUALIZACION_PORTAL_BORRADOR_14-11-2014.pdf)
- Pérez Porto, J. M. (28 de 10 de 2016). *Definicion* . Obtenido de Definicion: <https://definicion.de/colina/>
- Puerres, J. A. (9 de 12 de 2016). *IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES A*. Obtenido de IDENTIFICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES A: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PG%20483%20TESIS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PG%20483%20TESIS%20(1).pdf)
- Riesgos, S. d. (2018). *GLOSARIO DE TÉRMINOS DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES*. Obtenido de GLOSARIO DE TÉRMINOS DE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-T%C3%89RMINOS-DE-GESTI%C3%93N-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf>
- Sánchez, U. B. (abril de 2009). *Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra*. Obtenido de Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de tierra: <https://core.ac.uk/download/pdf/35164862.pdf>
- SANTIAGO. (ABRIL de 2013). *Análisis Comparativo de métodos de cálculo*. Obtenido de Análisis Comparativo de métodos de cálculo: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-915X2013000100003](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2013000100003)

Segura Gustavo. (2011). *sucptibilidad a deslizineto* . Obtenido de <https://www.oas.org/DSD/publications/Unit/oea65s/ch15.htm#:~:text=La%20susceptibilidad%20de%20determinada%20%C3%A1rea,medida%20que%20avanza%20el%20estudio.>

Tarback, E. &. (2001). *Ciencias de la Tierra*. Obtenido de Ciencias de la Tierra: <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/geologia/2330-que-son-los-%20deslizamientos>

UNDDR. (Junio de 2022). Obtenido de [https://www.eird.org/americas/we/que-es-la-reduccion-del-riesgo-de-desastres.html#:~:text=La%20reducci%C3%B3n%20del%20riesgo%20de%20desastres%20\(RRD\)%20busca%20reducir%20los,S%C3%B3lo%20existen%20las%20amenazas%20naturales.](https://www.eird.org/americas/we/que-es-la-reduccion-del-riesgo-de-desastres.html#:~:text=La%20reducci%C3%B3n%20del%20riesgo%20de%20desastres%20(RRD)%20busca%20reducir%20los,S%C3%B3lo%20existen%20las%20amenazas%20naturales.)

**7. Anexos 1 Tipos de muestras de suelo de la colina san Bartolo de la ciudad de Guaranda.**



Toma de muestras en el área de estudio



Observación directa y toma de muestras del área de estudio.



Toma de muestras en el área de estudio



Revisión de la tesis por parte del Arquitecto Cesar Pazmiño.

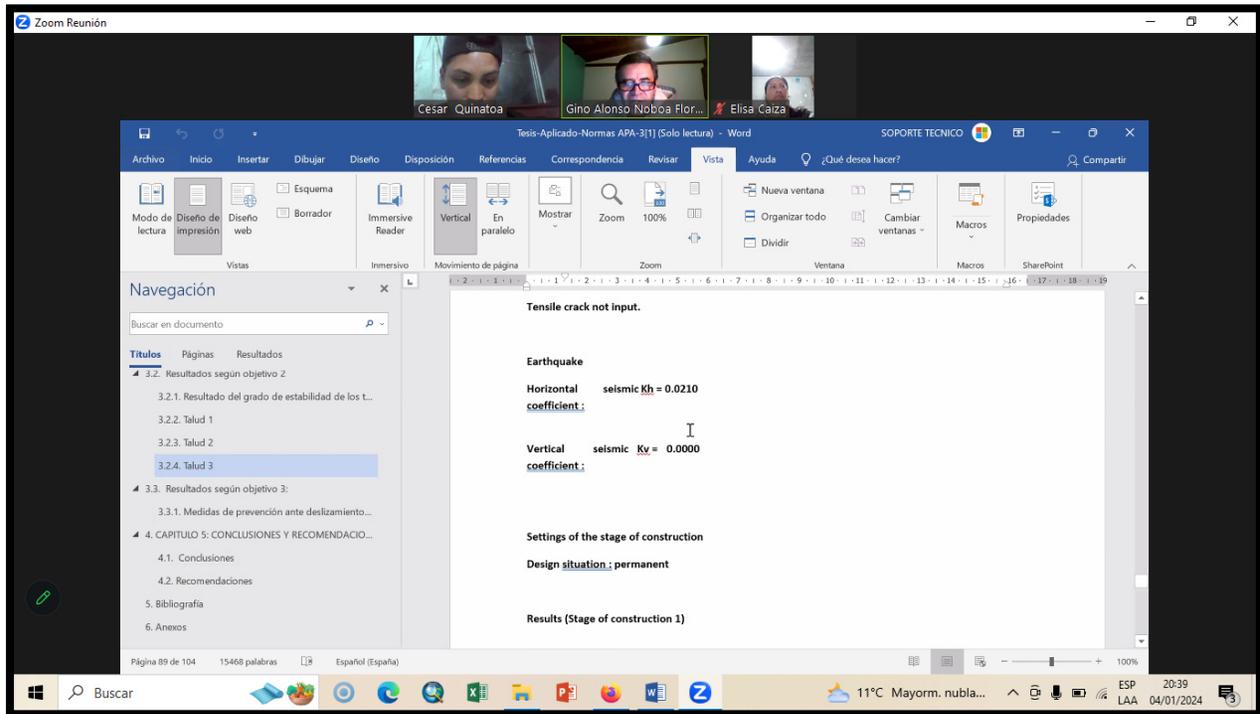
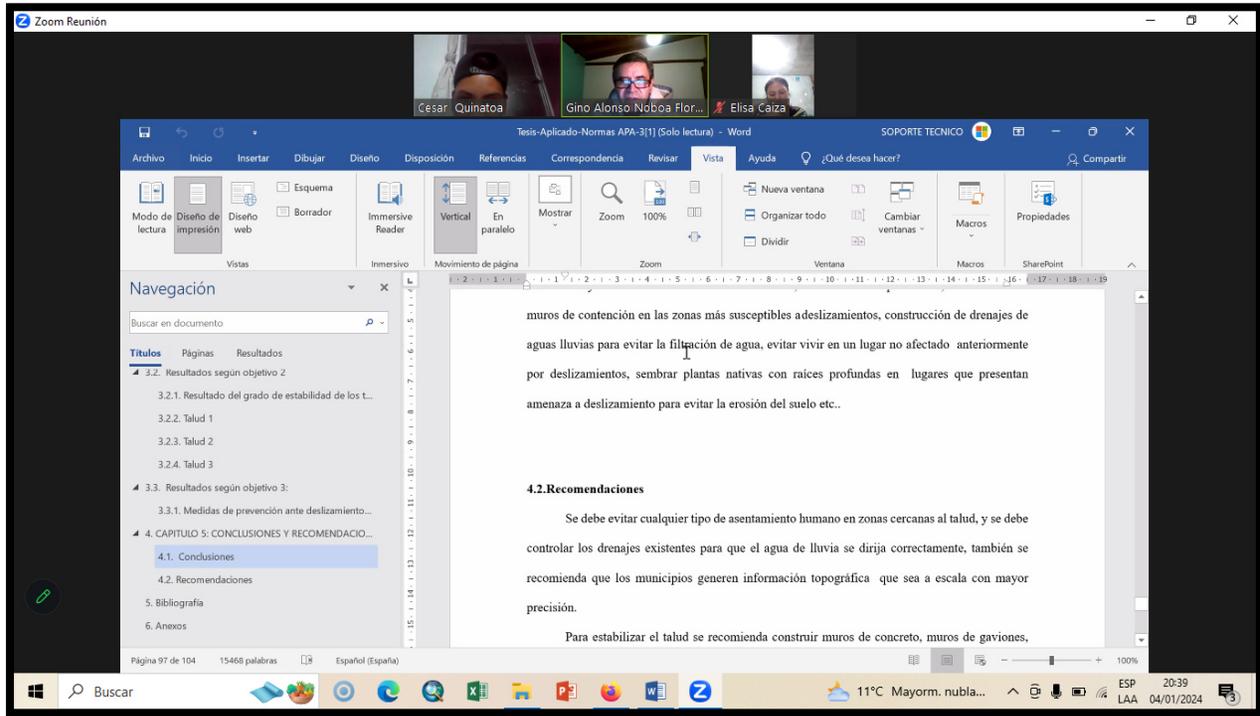


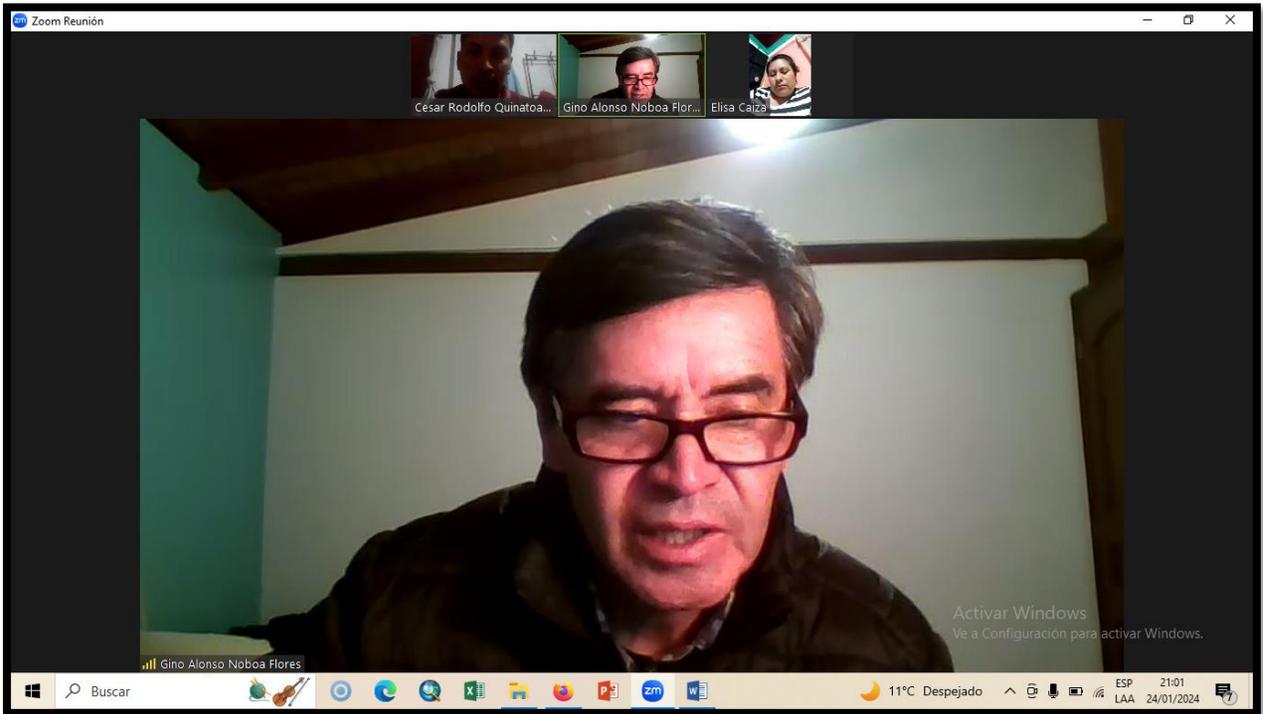
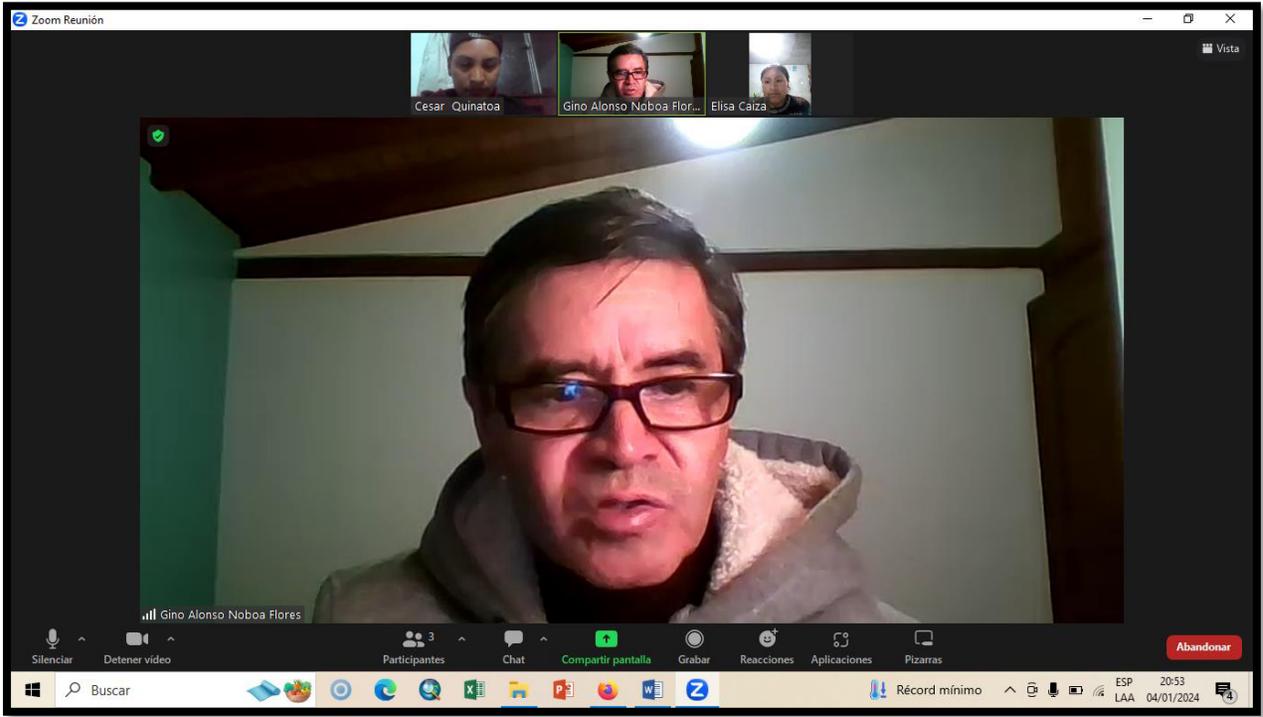
Revisión de los objetivos y problemas del trabajo de investigación .



Revisión de trabajo por parte de los pares académicos del trabajo de investigación

# REUNIONES CON TUTOR DE TESIS





## ANEXOS 2. Análisis de estabilidad de taludes Entrada de datos

### Proyecto

Tarea : ZONA SUSCEPTIBLE A DESLIZAMIENTO EN LA COLINA SAN BARTOLO DE LA CUIDAD DE GUAR PROVINCIA DE BOLÍVAR

Autor : Elisa Caiza; Cesar Quinatoa

Fecha : 10/4/2024

Número de proyecto : 1

### Configuración

Estándar - Factor de seguridad

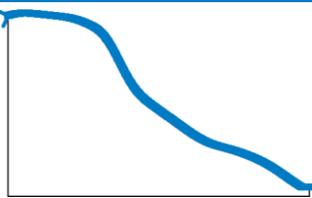
### Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Factor de seguridad :	SF <sub>s</sub> =	1,50 [-]

### Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	98,93	0,17	98,99	0,34	99,04
		0,51	99,09	0,68	99,13	0,84	99,17
		1,01	99,21	1,18	99,26	1,35	99,30
		1,52	99,34	1,69	99,39	1,86	99,43
		1,96	99,46	2,03	99,47	2,20	99,52
		2,37	99,56	2,54	99,61	2,70	99,65
		2,87	99,69	3,04	99,74	3,21	99,78
		3,38	99,81	3,55	99,84	3,72	99,86
		3,89	99,89	4,06	99,91	4,23	99,93
		4,40	99,96	4,57	99,98	4,73	100,00
		4,90	100,03	5,07	100,05	5,24	100,08
		5,41	100,10	5,58	100,12	5,75	100,15
		5,92	100,17	6,09	100,20	6,26	100,22
		6,42	100,23	6,59	100,24	6,76	100,25
		6,93	100,26	7,10	100,26	7,27	100,27
		7,44	100,28	7,61	100,29	7,78	100,29
		7,95	100,30	8,12	100,31	8,28	100,32
		8,45	100,33	8,62	100,34	8,79	100,34
		8,96	100,35	9,13	100,36	9,30	100,37
		9,47	100,37	9,64	100,36	9,81	100,36
9,98	100,36	10,14	100,35	10,31	100,35		
10,48	100,34	10,65	100,34	10,82	100,33		
10,99	100,33	11,16	100,33	11,33	100,32		

11,50	100,32	11,67	100,32	11,84	100,31
12,00	100,31	12,17	100,30	12,34	100,30
12,51	100,29	12,68	100,28	12,85	100,27
13,02	100,26	13,19	100,24	13,36	100,23
13,53	100,22	13,70	100,21	13,86	100,20
14,03	100,18	14,20	100,17	14,37	100,16
14,54	100,15	14,71	100,14	14,88	100,13
15,05	100,11	15,22	100,10	15,39	100,09

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
		15,56	100,08	15,72	100,06	15,89	100,04
		16,06	100,03	16,23	100,01	16,40	100,00
		16,57	99,98	16,74	99,96	16,91	99,95
		17,08	99,93	17,25	99,92	17,41	99,90
		17,58	99,89	17,75	99,87	17,92	99,85
		18,09	99,84	18,26	99,82	18,43	99,81
		18,60	99,79	18,77	99,77	18,94	99,76
		19,10	99,74	19,27	99,72	19,44	99,70
		19,61	99,69	19,78	99,67	19,95	99,65
		20,12	99,64	20,29	99,62	20,46	99,60
		20,63	99,58	20,80	99,57	20,96	99,55
		21,13	99,53	21,30	99,52	21,47	99,50
		21,64	99,48	21,81	99,46	21,98	99,45
		22,15	99,43	22,32	99,41	22,49	99,39
		22,66	99,37	22,82	99,35	22,99	99,34
		23,16	99,32	23,33	99,30	23,50	99,28
		23,67	99,26	23,84	99,24	24,01	99,23
		24,18	99,21	24,35	99,19	24,52	99,17
		24,68	99,15	24,85	99,14	25,02	99,12
		25,19	99,10	25,36	99,08	25,53	99,06
		25,70	99,04	25,87	99,02	26,04	99,01
		26,21	98,99	26,38	98,97	26,54	98,95
		26,71	98,93	26,88	98,91	27,05	98,90
		27,22	98,88	27,39	98,86	27,56	98,84
		27,73	98,82	27,90	98,80	28,07	98,78
		28,24	98,76	28,40	98,74	28,57	98,73
		28,74	98,71	28,91	98,69	29,08	98,67
		29,25	98,65	29,42	98,63	29,59	98,61
		29,76	98,59	29,93	98,57	30,10	98,55
		30,26	98,53	30,43	98,51	30,60	98,49

30,77	98,47	30,94	98,45	31,11	98,42
31,28	98,40	31,45	98,38	31,62	98,35
31,79	98,33	31,95	98,30	32,12	98,28
32,29	98,26	32,46	98,23	32,63	98,21
32,80	98,19	32,97	98,16	33,14	98,14
33,31	98,11	33,48	98,09	33,65	98,07
33,81	98,04	33,98	98,01	34,15	97,97
34,32	97,94	34,49	97,91	34,66	97,88
34,83	97,85	35,00	97,81	35,17	97,78
35,34	97,75	35,51	97,72	35,67	97,68
35,84	97,65	36,01	97,62	36,18	97,59
36,35	97,55	36,52	97,52	36,69	97,49
36,86	97,45	37,03	97,41	37,20	97,36
37,36	97,32	37,53	97,28	37,70	97,23
37,87	97,19	38,04	97,15	38,21	97,10
38,38	97,06	38,55	97,01	38,72	96,97
38,89	96,93	39,06	96,88	39,22	96,84
39,39	96,79	39,56	96,75	39,73	96,71
39,90	96,65	40,07	96,59	40,24	96,54
40,41	96,48	40,58	96,42	40,75	96,36

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
		40,92	96,30	41,08	96,25	41,25	96,19
		41,42	96,13	41,59	96,07	41,76	96,01
		41,93	95,95	42,10	95,89	42,27	95,83
		42,44	95,77	42,61	95,71	42,78	95,65
		42,94	95,59	43,11	95,52	43,28	95,45
		43,45	95,38	43,62	95,31	43,79	95,24
		43,96	95,18	44,13	95,11	44,30	95,04
		44,47	94,97	44,64	94,90	44,80	94,83
		44,97	94,76	45,14	94,69	45,31	94,62
		45,48	94,55	45,65	94,48	45,82	94,41
		45,99	94,33	46,16	94,25	46,33	94,17
		46,49	94,09	46,66	94,00	46,83	93,92
		47,00	93,84	47,17	93,76	47,34	93,68
		47,51	93,60	47,68	93,51	47,85	93,43
		48,02	93,35	48,19	93,27	48,35	93,18
		48,52	93,10	48,69	93,02	48,86	92,93
		49,03	92,83	49,20	92,72	49,37	92,62
		49,54	92,51	49,71	92,40	49,88	92,29

50,05	92,19	50,22	92,08	50,38	91,97
50,55	91,86	50,72	91,75	50,89	91,64
51,06	91,53	51,23	91,42	51,40	91,31
51,57	91,20	51,74	91,09	51,91	90,98
52,08	90,83	52,24	90,68	52,41	90,52
52,58	90,36	52,75	90,20	52,92	90,05
53,09	89,89	53,26	89,73	53,43	89,57
53,60	89,41	53,77	89,25	53,94	89,09
54,10	88,93	54,27	88,77	54,44	88,61
54,61	88,45	54,78	88,28	54,95	88,12
55,12	87,91	55,29	87,69	55,46	87,47
55,62	87,24	55,80	87,02	55,96	86,79
56,13	86,57	56,30	86,34	56,47	86,12
56,64	85,89	56,81	85,66	56,98	85,43
57,15	85,21	57,32	84,98	57,48	84,75
57,65	84,52	57,82	84,28	57,99	84,05
58,16	83,78	58,33	83,49	58,50	83,20
58,67	82,91	58,84	82,62	59,01	82,34
59,18	82,05	59,34	81,76	59,51	81,47
59,68	81,18	59,85	80,89	60,02	80,60
60,19	80,31	60,36	80,02	60,53	79,72
60,70	79,43	60,87	79,14	61,04	78,85
61,20	78,53	61,37	78,21	61,54	77,88
61,71	77,55	61,88	77,23	62,05	76,90
62,22	76,58	62,39	76,25	62,56	75,92
62,73	75,60	62,90	75,27	63,06	74,95
63,23	74,62	63,40	74,29	63,57	73,97
63,74	73,64	63,91	73,32	64,08	72,99
64,25	72,66	64,42	72,33	64,59	72,00
64,75	71,67	64,92	71,34	65,09	71,01
65,26	70,68	65,43	70,35	65,60	70,02
65,77	69,69	65,94	69,36	66,11	69,03

Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
	x	z	x	z	x	z
Nro.	66,28	68,70	66,45	68,38	66,61	68,05
	66,78	67,72	66,95	67,39	67,12	67,06
	67,29	66,76	67,46	66,45	67,63	66,15
	67,80	65,85	67,97	65,55	68,14	65,24
	68,31	64,94	68,47	64,64	68,64	64,34
	68,81	64,04	68,98	63,74	69,15	63,44

69,32	63,14	69,49	62,84	69,66	62,54
69,83	62,24	70,00	61,95	70,17	61,65
70,33	61,39	70,50	61,13	70,67	60,88
70,84	60,63	71,01	60,38	71,18	60,12
71,35	59,87	71,52	59,62	71,69	59,37
71,86	59,12	72,03	58,87	72,19	58,62
72,36	58,37	72,53	58,12	72,70	57,88
72,87	57,63	73,04	57,38	73,21	57,13
73,38	56,92	73,55	56,73	73,72	56,53
73,88	56,33	74,06	56,14	74,22	55,94
74,39	55,74	74,56	55,55	74,73	55,35
74,90	55,16	75,07	54,96	75,24	54,77
75,41	54,57	75,58	54,38	75,74	54,18
75,91	53,99	76,08	53,80	76,25	53,61
76,42	53,45	76,59	53,29	76,76	53,14
76,93	52,99	77,10	52,83	77,27	52,68
77,44	52,53	77,60	52,38	77,77	52,22
77,94	52,07	78,11	51,92	78,28	51,76
78,45	51,61	78,62	51,46	78,79	51,31
78,96	51,16	79,13	51,00	79,30	50,85
79,46	50,72	79,63	50,59	79,80	50,46
79,97	50,32	80,14	50,19	80,31	50,06
80,48	49,93	80,65	49,80	80,82	49,67
80,99	49,54	81,16	49,41	81,32	49,28
81,49	49,15	81,66	49,02	81,83	48,89
82,00	48,76	82,17	48,62	82,34	48,49
82,51	48,37	82,68	48,25	82,85	48,12
83,02	48,00	83,18	47,88	83,35	47,75
83,52	47,63	83,69	47,51	83,86	47,38
84,03	47,26	84,20	47,14	84,37	47,01
84,54	46,89	84,71	46,77	84,88	46,64
85,04	46,52	85,21	46,40	85,38	46,27
85,55	46,15	85,72	46,03	85,89	45,91
86,06	45,79	86,23	45,67	86,40	45,55
86,57	45,42	86,74	45,30	86,90	45,18
87,07	45,06	87,24	44,94	87,41	44,82
87,58	44,70	87,75	44,58	87,92	44,45
88,09	44,33	88,26	44,21	88,43	44,09
88,60	43,97	88,76	43,85	88,93	43,73
89,10	43,61	89,27	43,49	89,44	43,37
89,61	43,25	89,78	43,13	89,95	43,01

90,12	42,89	90,29	42,77	90,46	42,65	
90,62	42,53	90,79	42,41	90,96	42,29	
91,13	42,17	91,30	42,05	91,47	41,93	

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
		91,64	41,81	91,81	41,69	91,98	41,57
		92,14	41,45	92,32	41,33	92,48	41,21
		92,65	41,09	92,82	40,97	92,99	40,85
		93,16	40,73	93,33	40,62	93,50	40,50
		93,67	40,38	93,84	40,26	94,00	40,14
		94,17	40,02	94,34	39,90	94,51	39,78
		94,68	39,66	94,85	39,54	95,02	39,42
		95,19	39,30	95,36	39,17	95,53	39,05
		95,70	38,93	95,86	38,81	96,03	38,69
		96,20	38,57	96,37	38,45	96,54	38,33
		96,71	38,21	96,88	38,09	97,05	37,97
		97,22	37,85	97,39	37,72	97,56	37,60
		97,72	37,48	97,89	37,36	98,06	37,24
		98,23	37,12	98,40	37,00	98,57	36,88
		98,74	36,75	98,91	36,63	99,08	36,51
		99,25	36,39	99,42	36,27	99,58	36,15
		99,75	36,03	99,92	35,90	100,09	35,78
		100,26	35,66	100,43	35,54	100,60	35,42
		100,77	35,30	100,94	35,18	101,11	35,06
		101,28	34,94	101,44	34,82	101,61	34,70
		101,78	34,58	101,95	34,46	102,12	34,34
		102,29	34,22	102,46	34,10	102,63	33,98
		102,80	33,86	102,97	33,74	103,14	33,62
		103,30	33,50	103,47	33,38	103,64	33,26
		103,81	33,14	103,98	33,03	104,15	32,92
		104,32	32,80	104,49	32,69	104,66	32,58
		104,83	32,46	105,00	32,35	105,16	32,23
		105,33	32,12	105,50	32,00	105,67	31,89
		105,84	31,78	106,01	31,66	106,18	31,55
		106,35	31,43	106,52	31,32	106,69	31,21
		106,85	31,10	107,02	31,00	107,19	30,89
		107,36	30,79	107,53	30,69	107,70	30,58
		107,87	30,48	108,04	30,38	108,21	30,27

108,38	30,17	108,55	30,06	108,71	29,96
108,88	29,86	109,05	29,75	109,22	29,65
109,39	29,55	109,56	29,44	109,73	29,34
109,90	29,25	110,07	29,16	110,24	29,07
110,41	28,98	110,57	28,89	110,74	28,80
110,91	28,71	111,08	28,62	111,25	28,53
111,42	28,44	111,59	28,35	111,76	28,26
111,93	28,17	112,10	28,08	112,27	27,99
112,43	27,90	112,60	27,81	112,77	27,72
112,94	27,64	113,11	27,56	113,28	27,49
113,45	27,42	113,62	27,34	113,79	27,27
113,96	27,19	114,13	27,12	114,29	27,04
114,46	26,97	114,63	26,89	114,80	26,82
114,97	26,74	115,14	26,67	115,31	26,59
115,48	26,52	115,65	26,44	115,82	26,37
115,98	26,31	116,15	26,25	116,32	26,19
116,49	26,13	116,66	26,07	116,83	26,00

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
		117,00	25,94	117,17	25,88	117,34	25,82
		117,51	25,76	117,68	25,70	117,84	25,64
		118,01	25,58	118,18	25,52	118,35	25,46
		118,52	25,40	118,69	25,34	118,86	25,28
		119,03	25,22	119,20	25,17	119,37	25,12
		119,54	25,07	119,70	25,02	119,87	24,97
		120,04	24,92	120,21	24,87	120,38	24,82
		120,55	24,77	120,72	24,72	120,89	24,67
		121,06	24,62	121,23	24,57	121,40	24,52
		121,56	24,47	121,73	24,42	121,90	24,37
		122,07	24,32	122,24	24,27	122,41	24,23
		122,58	24,18	122,75	24,14	122,92	24,09
		123,09	24,05	123,26	24,00	123,42	23,95
		123,59	23,91	123,76	23,86	123,93	23,82
		124,10	23,77	124,27	23,73	124,44	23,68
		124,61	23,64	124,78	23,59	124,95	23,55
		125,11	23,50	125,28	23,45	125,45	23,41
		125,62	23,36	125,79	23,32	125,96	23,27
		126,13	23,22	126,30	23,18	126,47	23,13
		126,64	23,09	126,81	23,04	126,97	23,00
		127,14	22,95	127,31	22,91	127,48	22,86

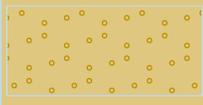
127,65	22,82	127,82	22,77	127,99	22,73
128,16	22,68	128,33	22,63	128,50	22,58
128,67	22,53	128,83	22,48	129,00	22,43
129,17	22,38	129,34	22,33	129,51	22,28
129,68	22,23	129,85	22,18	130,02	22,13
130,19	22,08	130,36	22,03	130,53	21,98
130,69	21,93	130,86	21,88	131,03	21,84
131,20	21,78	131,37	21,72	131,54	21,67
131,71	21,61	131,88	21,55	132,05	21,50
132,22	21,44	132,39	21,38	132,55	21,33
132,72	21,27	132,89	21,22	133,06	21,16
133,23	21,11	133,40	21,05	133,57	21,00
133,74	20,94	133,91	20,89	134,08	20,83
134,24	20,77	134,41	20,71	134,58	20,64
134,75	20,58	134,92	20,52	135,09	20,46
135,26	20,39	135,43	20,33	135,60	20,27
135,77	20,21	135,94	20,15	136,10	20,09
136,27	20,02	136,44	19,96	136,61	19,90
136,78	19,84	136,95	19,78	137,12	19,72
137,29	19,65	137,46	19,58	137,63	19,51
137,80	19,45	137,96	19,38	138,13	19,31
138,30	19,24	138,47	19,17	138,64	19,11
138,81	19,04	138,98	18,97	139,15	18,90
139,32	18,84	139,49	18,77	139,66	18,70
139,82	18,64	139,99	18,57	140,16	18,50
140,33	18,43	140,50	18,36	140,67	18,28
140,84	18,21	141,01	18,13	141,18	18,06
141,35	17,98	141,52	17,91	141,68	17,83
141,85	17,76	142,02	17,69	142,19	17,61

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
		142,36	17,54	142,53	17,46	142,70	17,39
		142,87	17,32	143,04	17,25	143,21	17,17
		143,37	17,09	143,54	17,01	143,71	16,93
		143,88	16,84	144,05	16,76	144,22	16,68
		144,39	16,60	144,56	16,52	144,73	16,43
		144,90	16,35	145,07	16,27	145,23	16,19
		145,40	16,11	145,57	16,03	145,74	15,95
		145,91	15,87	146,08	15,79	146,25	15,71
		146,42	15,62	146,59	15,52	146,76	15,43

146,93	15,34	147,09	15,25	147,26	15,16
147,43	15,07	147,60	14,97	147,77	14,88
147,94	14,79	148,11	14,70	148,28	14,61
148,45	14,52	148,62	14,43	148,79	14,33
148,95	14,24	149,12	14,15	149,29	14,06
149,46	13,96	149,63	13,86	149,80	13,76
149,97	13,65	150,14	13,55	150,31	13,45
150,48	13,35	150,65	13,25	150,81	13,15
150,98	13,04	151,15	12,94	151,32	12,84
151,49	12,74	151,66	12,64	151,83	12,54
152,00	12,44	152,17	12,34	152,34	12,23
152,50	12,12	152,67	12,01	152,84	11,90
153,01	11,79	153,18	11,68	153,35	11,57
153,52	11,46	153,69	11,35	153,86	11,24
154,03	11,13	154,20	11,02	154,36	10,90
154,53	10,79	154,70	10,68	154,87	10,57
155,04	10,46	155,21	10,35	155,38	10,24
155,55	10,12	155,72	10,01	155,89	9,89
156,06	9,77	156,22	9,66	156,39	9,54
156,56	9,42	156,73	9,31	156,90	9,19
157,07	9,07	157,24	8,95	157,41	8,84
157,58	8,72	157,75	8,60	157,92	8,49
158,08	8,37	158,25	8,25	158,42	8,14
158,59	8,02	158,76	7,90	158,93	7,78
159,10	7,66	159,27	7,54	159,44	7,42
159,61	7,31	159,78	7,19	159,94	7,07
160,11	6,95	160,28	6,83	160,45	6,71
160,62	6,59	160,79	6,47	160,96	6,36
161,13	6,24	161,30	6,12	161,47	6,00
161,64	5,88	161,80	5,77	161,97	5,65
162,14	5,54	162,31	5,42	162,48	5,30
162,65	5,19	162,82	5,07	162,99	4,96
163,16	4,84	163,33	4,72	163,49	4,61
163,66	4,49	163,83	4,38	164,00	4,26
164,17	4,15	164,34	4,03	164,51	3,91
164,68	3,80	164,85	3,69	165,02	3,59
165,19	3,48	165,35	3,37	165,52	3,26
165,69	3,15	165,86	3,04	166,03	2,93
166,20	2,82	166,37	2,71	166,54	2,60
166,71	2,49	166,88	2,38	167,05	2,27
167,21	2,16	167,38	2,05	167,55	1,94

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
		167,72	1,84	167,89	1,74	168,06	1,64
		168,23	1,54	168,40	1,44	168,57	1,34
		168,74	1,24	168,84	1,18	172,96	1,18

#### Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	$j_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$g$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Piroclásticos Volcánicos		35,00	0,00	14,00

#### Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	$g_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$g_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$n$ [-]
1	Piroclásticos Volcánicos		16,00		

#### Datos del suelo

Piroclásticos Volcánicos

Peso unitario :

$$g = 14,00 \text{ kN/m}^3$$

Estado de tensión :

efectivo

Ángulo de fricción interna :

$$j_{ef} = 35,00^\circ \quad c_{ef} =$$

Cohesión de suelo :

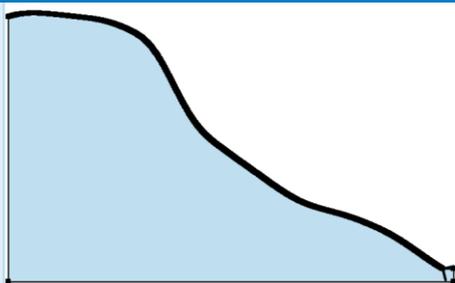
$$0,00 \text{ kPa} \quad g_{sat} =$$

Peso unitario de suelo

$$16,00 \text{ kN/m}^3$$

saturado :

#### Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		168,84	1,18	168,74	1,24	Piroclásticos Volcánicos
		168,57	1,34	168,40	1,44	
		168,23	1,54	168,06	1,64	
		167,89	1,74	167,72	1,84	
		167,55	1,94	167,38	2,05	
		167,21	2,16	167,05	2,27	
		166,88	2,38	166,71	2,49	
		166,54	2,60	166,37	2,71	
		166,20	2,82	166,03	2,93	
		165,86	3,04	165,69	3,15	
		165,52	3,26	165,35	3,37	
		165,19	3,48	165,02	3,59	
		164,85	3,69	164,68	3,80	

164,51	3,91	164,34	4,03
164,17	4,15	164,00	4,26
163,83	4,38	163,66	4,49
163,49	4,61	163,33	4,72
163,16	4,84	162,99	4,96
162,82	5,07	162,65	5,19
162,48	5,30	162,31	5,42

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
		162,14	5,54	161,97	5,65	
		161,80	5,77	161,64	5,88	
		161,47	6,00	161,30	6,12	
		161,13	6,24	160,96	6,36	
		160,79	6,47	160,62	6,59	
		160,45	6,71	160,28	6,83	
		160,11	6,95	159,94	7,07	
		159,78	7,19	159,61	7,31	
		159,44	7,42	159,27	7,54	
		159,10	7,66	158,93	7,78	
		158,76	7,90	158,59	8,02	
		158,42	8,14	158,25	8,25	
		158,08	8,37	157,92	8,49	
		157,75	8,60	157,58	8,72	
		157,41	8,84	157,24	8,95	
		157,07	9,07	156,90	9,19	
		156,73	9,31	156,56	9,42	
		156,39	9,54	156,22	9,66	
		156,06	9,77	155,89	9,89	
		155,72	10,01	155,55	10,12	
		155,38	10,24	155,21	10,35	
		155,04	10,46	154,87	10,57	
		154,70	10,68	154,53	10,79	
		154,36	10,90	154,20	11,02	
		154,03	11,13	153,86	11,24	
		153,69	11,35	153,52	11,46	
		153,35	11,57	153,18	11,68	
		153,01	11,79	152,84	11,90	
		152,67	12,01	152,50	12,12	
		152,34	12,23	152,17	12,34	
		152,00	12,44	151,83	12,54	

151,66	12,64	151,49	12,74
151,32	12,84	151,15	12,94
150,98	13,04	150,81	13,15
150,65	13,25	150,48	13,35
150,31	13,45	150,14	13,55
149,97	13,65	149,80	13,76
149,63	13,86	149,46	13,96
149,29	14,06	149,12	14,15
148,95	14,24	148,79	14,33
148,62	14,43	148,45	14,52
148,28	14,61	148,11	14,70
147,94	14,79	147,77	14,88
147,60	14,97	147,43	15,07
147,26	15,16	147,09	15,25
146,93	15,34	146,76	15,43
146,59	15,52	146,42	15,62
146,25	15,71	146,08	15,79
145,91	15,87	145,74	15,95
145,57	16,03	145,40	16,11

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
		145,23	16,19	145,07	16,27	
		144,90	16,35	144,73	16,43	
		144,56	16,52	144,39	16,60	
		144,22	16,68	144,05	16,76	
		143,88	16,84	143,71	16,93	
		143,54	17,01	143,37	17,09	
		143,21	17,17	143,04	17,25	
		142,87	17,32	142,70	17,39	
		142,53	17,46	142,36	17,54	
		142,19	17,61	142,02	17,69	
		141,85	17,76	141,68	17,83	
		141,52	17,91	141,35	17,98	
		141,18	18,06	141,01	18,13	
		140,84	18,21	140,67	18,28	
		140,50	18,36	140,33	18,43	
		140,16	18,50	139,99	18,57	
		139,82	18,64	139,66	18,70	
		139,49	18,77	139,32	18,84	
		139,15	18,90	138,98	18,97	

138,81	19,04	138,64	19,11
138,47	19,17	138,30	19,24
138,13	19,31	137,96	19,38
137,80	19,45	137,63	19,51
137,46	19,58	137,29	19,65
137,12	19,72	136,95	19,78
136,78	19,84	136,61	19,90
136,44	19,96	136,27	20,02
136,10	20,09	135,94	20,15
135,77	20,21	135,60	20,27
135,43	20,33	135,26	20,39
135,09	20,46	134,92	20,52
134,75	20,58	134,58	20,64
134,41	20,71	134,24	20,77
134,08	20,83	133,91	20,89
133,74	20,94	133,57	21,00
133,40	21,05	133,23	21,11
133,06	21,16	132,89	21,22
132,72	21,27	132,55	21,33
132,39	21,38	132,22	21,44
132,05	21,50	131,88	21,55
131,71	21,61	131,54	21,67
131,37	21,72	131,20	21,78
131,03	21,84	130,86	21,88
130,69	21,93	130,53	21,98
130,36	22,03	130,19	22,08
130,02	22,13	129,85	22,18
129,68	22,23	129,51	22,28
129,34	22,33	129,17	22,38
129,00	22,43	128,83	22,48
128,67	22,53	128,50	22,58

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
		128,33	22,63	128,16	22,68	
		127,99	22,73	127,82	22,77	
		127,65	22,82	127,48	22,86	
		127,31	22,91	127,14	22,95	
		126,97	23,00	126,81	23,04	
		126,64	23,09	126,47	23,13	
		126,30	23,18	126,13	23,22	

125,96	23,27	125,79	23,32
125,62	23,36	125,45	23,41
125,28	23,45	125,11	23,50
124,95	23,55	124,78	23,59
124,61	23,64	124,44	23,68
124,27	23,73	124,10	23,77
123,93	23,82	123,76	23,86
123,59	23,91	123,42	23,95
123,26	24,00	123,09	24,05
122,92	24,09	122,75	24,14
122,58	24,18	122,41	24,23
122,24	24,27	122,07	24,32
121,90	24,37	121,73	24,42
121,56	24,47	121,40	24,52
121,23	24,57	121,06	24,62
120,89	24,67	120,72	24,72
120,55	24,77	120,38	24,82
120,21	24,87	120,04	24,92
119,87	24,97	119,70	25,02
119,54	25,07	119,37	25,12
119,20	25,17	119,03	25,22
118,86	25,28	118,69	25,34
118,52	25,40	118,35	25,46
118,18	25,52	118,01	25,58
117,84	25,64	117,68	25,70
117,51	25,76	117,34	25,82
117,17	25,88	117,00	25,94
116,83	26,00	116,66	26,07
116,49	26,13	116,32	26,19
116,15	26,25	115,98	26,31
115,82	26,37	115,65	26,44
115,48	26,52	115,31	26,59
115,14	26,67	114,97	26,74
114,80	26,82	114,63	26,89
114,46	26,97	114,29	27,04
114,13	27,12	113,96	27,19
113,79	27,27	113,62	27,34
113,45	27,42	113,28	27,49
113,11	27,56	112,94	27,64
112,77	27,72	112,60	27,81
112,43	27,90	112,27	27,99

112,10	28,08	111,93	28,17
111,76	28,26	111,59	28,35

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
		111,42	28,44	111,25	28,53	
		111,08	28,62	110,91	28,71	
		110,74	28,80	110,57	28,89	
		110,41	28,98	110,24	29,07	
		110,07	29,16	109,90	29,25	
		109,73	29,34	109,56	29,44	
		109,39	29,55	109,22	29,65	
		109,05	29,75	108,88	29,86	
		108,71	29,96	108,55	30,06	
		108,38	30,17	108,21	30,27	
		108,04	30,38	107,87	30,48	
		107,70	30,58	107,53	30,69	
		107,36	30,79	107,19	30,89	
		107,02	31,00	106,85	31,10	
		106,69	31,21	106,52	31,32	
		106,35	31,43	106,18	31,55	
		106,01	31,66	105,84	31,78	
		105,67	31,89	105,50	32,00	
		105,33	32,12	105,16	32,23	
		105,00	32,35	104,83	32,46	
		104,66	32,58	104,49	32,69	
		104,32	32,80	104,15	32,92	
		103,98	33,03	103,81	33,14	
		103,64	33,26	103,47	33,38	
		103,30	33,50	103,14	33,62	
		102,97	33,74	102,80	33,86	
		102,63	33,98	102,46	34,10	
		102,29	34,22	102,12	34,34	
		101,95	34,46	101,78	34,58	
		101,61	34,70	101,44	34,82	
		101,28	34,94	101,11	35,06	
		100,94	35,18	100,77	35,30	
		100,60	35,42	100,43	35,54	
		100,26	35,66	100,09	35,78	
		99,92	35,90	99,75	36,03	
		99,58	36,15	99,42	36,27	

99,25	36,39	99,08	36,51
98,91	36,63	98,74	36,75
98,57	36,88	98,40	37,00
98,23	37,12	98,06	37,24
97,89	37,36	97,72	37,48
97,56	37,60	97,39	37,72
97,22	37,85	97,05	37,97
96,88	38,09	96,71	38,21
96,54	38,33	96,37	38,45
96,20	38,57	96,03	38,69
95,86	38,81	95,70	38,93
95,53	39,05	95,36	39,17
95,19	39,30	95,02	39,42
94,85	39,54	94,68	39,66

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
		94,51	39,78	94,34	39,90	
		94,17	40,02	94,00	40,14	
		93,84	40,26	93,67	40,38	
		93,50	40,50	93,33	40,62	
		93,16	40,73	92,99	40,85	
		92,82	40,97	92,65	41,09	
		92,48	41,21	92,32	41,33	
		92,14	41,45	91,98	41,57	
		91,81	41,69	91,64	41,81	
		91,47	41,93	91,30	42,05	
		91,13	42,17	90,96	42,29	
		90,79	42,41	90,62	42,53	
		90,46	42,65	90,29	42,77	
		90,12	42,89	89,95	43,01	
		89,78	43,13	89,61	43,25	
		89,44	43,37	89,27	43,49	
		89,10	43,61	88,93	43,73	
		88,76	43,85	88,60	43,97	
		88,43	44,09	88,26	44,21	
		88,09	44,33	87,92	44,45	
		87,75	44,58	87,58	44,70	
		87,41	44,82	87,24	44,94	
		87,07	45,06	86,90	45,18	
		86,74	45,30	86,57	45,42	

86,40	45,55	86,23	45,67
86,06	45,79	85,89	45,91
85,72	46,03	85,55	46,15
85,38	46,27	85,21	46,40
85,04	46,52	84,88	46,64
84,71	46,77	84,54	46,89
84,37	47,01	84,20	47,14
84,03	47,26	83,86	47,38
83,69	47,51	83,52	47,63
83,35	47,75	83,18	47,88
83,02	48,00	82,85	48,12
82,68	48,25	82,51	48,37
82,34	48,49	82,17	48,62
82,00	48,76	81,83	48,89
81,66	49,02	81,49	49,15
81,32	49,28	81,16	49,41
80,99	49,54	80,82	49,67
80,65	49,80	80,48	49,93
80,31	50,06	80,14	50,19
79,97	50,32	79,80	50,46
79,63	50,59	79,46	50,72
79,30	50,85	79,13	51,00
78,96	51,16	78,79	51,31
78,62	51,46	78,45	51,61
78,28	51,76	78,11	51,92
77,94	52,07	77,77	52,22

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
		77,60	52,38	77,44	52,53	
		77,27	52,68	77,10	52,83	
		76,93	52,99	76,76	53,14	
		76,59	53,29	76,42	53,45	
		76,25	53,61	76,08	53,80	
		75,91	53,99	75,74	54,18	
		75,58	54,38	75,41	54,57	
		75,24	54,77	75,07	54,96	
		74,90	55,16	74,73	55,35	
		74,56	55,55	74,39	55,74	
		74,22	55,94	74,06	56,14	
		73,88	56,33	73,72	56,53	

73,55	56,73	73,38	56,92
73,21	57,13	73,04	57,38
72,87	57,63	72,70	57,88
72,53	58,12	72,36	58,37
72,19	58,62	72,03	58,87
71,86	59,12	71,69	59,37
71,52	59,62	71,35	59,87
71,18	60,12	71,01	60,38
70,84	60,63	70,67	60,88
70,50	61,13	70,33	61,39
70,17	61,65	70,00	61,95
69,83	62,24	69,66	62,54
69,49	62,84	69,32	63,14
69,15	63,44	68,98	63,74
68,81	64,04	68,64	64,34
68,47	64,64	68,31	64,94
68,14	65,24	67,97	65,55
67,80	65,85	67,63	66,15
67,46	66,45	67,29	66,76
67,12	67,06	66,95	67,39
66,78	67,72	66,61	68,05
66,45	68,38	66,28	68,70
66,11	69,03	65,94	69,36
65,77	69,69	65,60	70,02
65,43	70,35	65,26	70,68
65,09	71,01	64,92	71,34
64,75	71,67	64,59	72,00
64,42	72,33	64,25	72,66
64,08	72,99	63,91	73,32
63,74	73,64	63,57	73,97
63,40	74,29	63,23	74,62
63,06	74,95	62,90	75,27
62,73	75,60	62,56	75,92
62,39	76,25	62,22	76,58
62,05	76,90	61,88	77,23
61,71	77,55	61,54	77,88
61,37	78,21	61,20	78,53
61,04	78,85	60,87	79,14

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]	Asignado suelo
------	------------------------	---	----------------

	x	z	x	z	
	43,79	95,24	43,62	95,31	
	43,45	95,38	43,28	95,45	
	43,11	95,52	42,94	95,59	
	42,78	95,65	42,61	95,71	
	42,44	95,77	42,27	95,83	
	42,10	95,89	41,93	95,95	
	41,76	96,01	41,59	96,07	
	41,42	96,13	41,25	96,19	
	41,08	96,25	40,92	96,30	
	40,75	96,36	40,58	96,42	
	40,41	96,48	40,24	96,54	
	40,07	96,59	39,90	96,65	
	39,73	96,71	39,56	96,75	
	39,39	96,79	39,22	96,84	
	39,06	96,88	38,89	96,93	
	38,72	96,97	38,55	97,01	
	38,38	97,06	38,21	97,10	
	38,04	97,15	37,87	97,19	
	37,70	97,23	37,53	97,28	
	37,36	97,32	37,20	97,36	
	37,03	97,41	36,86	97,45	
	36,69	97,49	36,52	97,52	
	36,35	97,55	36,18	97,59	
	36,01	97,62	35,84	97,65	
	35,67	97,68	35,51	97,72	
	35,34	97,75	35,17	97,78	
	35,00	97,81	34,83	97,85	
	34,66	97,88	34,49	97,91	
	34,32	97,94	34,15	97,97	
	33,98	98,01	33,81	98,04	
	33,65	98,07	33,48	98,09	
	33,31	98,11	33,14	98,14	
	32,97	98,16	32,80	98,19	
	32,63	98,21	32,46	98,23	
	32,29	98,26	32,12	98,28	
	31,95	98,30	31,79	98,33	
	31,62	98,35	31,45	98,38	
	31,28	98,40	31,11	98,42	
	30,94	98,45	30,77	98,47	
	30,60	98,49	30,43	98,51	

30,26	98,53	30,10	98,55
29,93	98,57	29,76	98,59
29,59	98,61	29,42	98,63
29,25	98,65	29,08	98,67
28,91	98,69	28,74	98,71
28,57	98,73	28,40	98,74
28,24	98,76	28,07	98,78
27,90	98,80	27,73	98,82
27,56	98,84	27,39	98,86
27,22	98,88	27,05	98,90

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
		26,88	98,91	26,71	98,93	
		26,54	98,95	26,38	98,97	
		26,21	98,99	26,04	99,01	
		25,87	99,02	25,70	99,04	
		25,53	99,06	25,36	99,08	
		25,19	99,10	25,02	99,12	
		24,85	99,14	24,68	99,15	
		24,52	99,17	24,35	99,19	
		24,18	99,21	24,01	99,23	
		23,84	99,24	23,67	99,26	
		23,50	99,28	23,33	99,30	
		23,16	99,32	22,99	99,34	
		22,82	99,35	22,66	99,37	
		22,49	99,39	22,32	99,41	
		22,15	99,43	21,98	99,45	
		21,81	99,46	21,64	99,48	
		21,47	99,50	21,30	99,52	
		21,13	99,53	20,96	99,55	
		20,80	99,57	20,63	99,58	
		20,46	99,60	20,29	99,62	
		20,12	99,64	19,95	99,65	
		19,78	99,67	19,61	99,69	
		19,44	99,70	19,27	99,72	
		19,10	99,74	18,94	99,76	
		18,77	99,77	18,60	99,79	
		18,43	99,81	18,26	99,82	
		18,09	99,84	17,92	99,85	
		17,75	99,87	17,58	99,89	

		17,41	99,90	17,25	99,92	
		17,08	99,93	16,91	99,95	
		16,74	99,96	16,57	99,98	
		16,40	100,00	16,23	100,01	
		16,06	100,03	15,89	100,04	
		15,72	100,06	15,56	100,08	
		15,39	100,09	15,22	100,10	
		15,05	100,11	14,88	100,13	
		14,71	100,14	14,54	100,15	
		14,37	100,16	14,20	100,17	
		14,03	100,18	13,86	100,20	
		13,70	100,21	13,53	100,22	
		13,36	100,23	13,19	100,24	
		13,02	100,26	12,85	100,27	
		12,68	100,28	12,51	100,29	
		12,34	100,30	12,17	100,30	
		12,00	100,31	11,84	100,31	
		11,67	100,32	11,50	100,32	
		11,33	100,32	11,16	100,33	
		10,99	100,33	10,82	100,33	
		10,65	100,34	10,48	100,34	
		10,31	100,35	10,14	100,35	
Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		X	z	x	z	
		9,98	100,36	9,81	100,36	
		9,64	100,36	9,47	100,37	
		9,30	100,37	9,13	100,36	
		8,96	100,35	8,79	100,34	
		8,62	100,34	8,45	100,33	
		8,28	100,32	8,12	100,31	
		7,95	100,30	7,78	100,29	
		7,61	100,29	7,44	100,28	
		7,27	100,27	7,10	100,26	
		6,93	100,26	6,76	100,25	
		6,59	100,24	6,42	100,23	
		6,26	100,22	6,09	100,20	
		5,92	100,17	5,75	100,15	
		5,58	100,12	5,41	100,10	
		5,24	100,08	5,07	100,05	
		4,90	100,03	4,73	100,00	
		4,57	99,98	4,40	99,96	

	4,23	99,93	4,06	99,91
	3,89	99,89	3,72	99,86
	3,55	99,84	3,38	99,81
	3,21	99,78	3,04	99,74
	2,87	99,69	2,70	99,65
	2,54	99,61	2,37	99,56
	2,20	99,52	2,03	99,47
	1,96	99,46	1,86	99,43
	1,69	99,39	1,52	99,34
	1,35	99,30	1,18	99,26
	1,01	99,21	0,84	99,17
	0,68	99,13	0,51	99,09
	0,34	99,04	0,17	98,99
	0,00	98,93	0,00	-3,82
	172,96	-3,82	172,96	1,18

#### Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

#### Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción. [Sismo](#)

Coefficiente sísmico horizontal :  $K_h = 0,02$

Coefficiente sísmico vertical :  $K_v = 0,00$

#### Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

### ANEXOS 3. Resultados (Etapa de construcción 1)

#### Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	75,51 [m]	Ángulos :	a1 =	-82,64 [°]
	z =	103,63 [m]		a2 =	-6,74 [°]
Radio :	R =	42,77 [m]			
Superficie de deslizamiento luego de la búsqueda de gril la.					

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas :  $F_a = 4830,47 \text{ kN/m}$

Suma de fuerzas pasivas :  $F_p = 4848,72 \text{ kN/m}$

Momento de deslizamiento :  $M_a =$

206597,81 kNm/m Momento estabilizador :

$M_p = 207378,30 \text{ kNm/m}$

Factor de seguridad =  $1,00 < 1,50$

**Estabilidad del talud NO ACEPTABLE**

## ANEXOS 4. CERTIFICADO DE URKUND

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis\_Colina\_San\_Bartolo.pdf

AUTOR

Cesar Quinatoa

RECuento DE PALABRAS

10138 Words

RECuento DE CARACTERES

53961 Characters

RECuento DE PÁGINAS

65 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.6MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 11, 2024 11:26 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 11, 2024 11:27 AM GMT-5

### ● 9% de similitud general

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

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Base de datos de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de publicaciones
- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado

**lo tanto la estabilidad**

dspace.ueb.edu.ec

**a**

dspace.ueb.edu.ec

**Peso específico de**

fdocuments.mx

**1.4**

dspace.unl.edu.ec

**la colina**

dspace.ueb.edu.ec

**del talud**

dspace.ueb.edu.ec

**Reemplazando datos en la fórmula se obtiene el siguiente resultado:**  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \cdot a$

dspace.ueb.edu.ec

**aplicando el software**

repositorio.upn.edu.pe

Fig. 6. 