



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

CARRERA DE INGENIERÍA EN RIESGOS DE DESASTRES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN RIESGOS DE
DESASTRES**

TEMA:

“ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS EN MASA Y SUSCEPTIBILIDAD DE ELEMENTOS
EXPUESTOS EN EL BARRIO AMÉRICA DEL CANTÓN SAN MIGUEL, PROVINCIA
BOLÍVAR, 2024”

AUTORES:

BONILLA VERGARA JULIANA LISBETH

CASTRO NUÑEZ FLOR MARÍA

DIRECTOR:

ARQ. CÉSAR PAZMIÑO

GUARANDA – ECUADOR

2024

TEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS EN MASA Y SUSCEPTIBILIDAD DE ELEMENTOS
EXPUESTOS EN EL BARRIO AMÉRICA DEL CANTÓN SAN MIGUEL, PROVINCIA
BOLÍVAR, 2024”

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por guiarme y darme la fuerza para seguir adelante con mis estudios y llegar a este momento tan importante en mi vida; por supuesto, a mis padres, hermanos y a mi abuelita que fueron el pilar fundamental en este proceso. También a la persona que ya no cuenta con nosotros, pero siempre me ha guiado en cada paso que doy y desde el cielo ve por mí. A docentes, compañeros y todas aquellas personas quienes han contribuido de manera positiva para culminar uno más de mis objetivos, por las risas y momentos bonitos que tuvimos y que en esta etapa de nuestras vidas se está culminando. A la Universidad Estatal de Bolívar por brindarme la oportunidad de formar parte de esta prestigiosa institución y a los docentes por enseñarnos lo que hoy se ven reflejados en este trabajo de investigación, a mi tutor Arq. César Pazmiño por todos sus consejos y enseñanzas y por guiarme en el desarrollo de mi tesis, sin olvidar a nuestros pares académicos por la ayuda y observaciones que nos ayudaron a mejorar.

Juliana Lisbeth Bonilla Vergara

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme llegar a este momento muy importante de mi vida por guiarme siempre, también a mis padres que han sido un gran apoyo en mi vida y mi carrera ya que siempre me han aconsejado y me han enseñado a salir adelante y superarme, a mi esposo y bebé por darme las fuerzas para seguir y nunca rendirme, pero sobre todo a la persona que siempre he querido que es mi abuelito y aunque no está presente nunca me ha dejado sola, gracias familia por estar en este proceso de mi vida.

A los docentes y a la Universidad Estatal de Bolívar por los conocimientos brindados durante todo mi proceso académico que hoy se vieron reflejados en este trabajo de investigación, a mis compañeros quienes han contribuido mucho para poder culminar uno de mis objetivos, a mi tutor Arq. Cesar Pazmiño por todos sus consejos y enseñanzas impartidas y por guiarme en el desarrollo de mi tesis y también agradezco a los pares académicos quienes nos han brindado su tiempo para ayudarnos en nuestro proceso y culminación de nuestra tesis.

Flor María Castro Nuñez

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación le dedico a mi Dios por llenarme de valentía, salud, vida y darme las fuerzas necesarias para poder culminar con esta etapa.

A mi madre Gloria Vergara, por darme cariño, amor, paciencia y consejos, me ha demostrado ser una mujer valiente, me ha enseñado a respetar y darme a respetar a mí misma, a mi padre Humberto Bonilla, por el apoyo que me ha brindado, a mis abuelitos por darme la bonita experiencia de haber conocido el cariño de unos segundos padres y nunca dejarme sola, por supuesto a mis hermanos por haber estado presente en este proceso. También a una persona especial que me apoyo en mi día a día, no permitió que me rindiera, mediante sus palabras de aliento y sus consejos me ha enseñado que soy capaz de superar cada obstáculo, dándome las fuerzas necesarias para luchar por lo que quiero, siempre encontró la manera de que sienta confianza en mí y a pesar de que esté lejos permanece en mi corazón.

Juliana Lisbeth Bonilla Vergara

La tesis la dedico principalmente a Dios por llenarme de salud y vida, el mismo que me ha guiado por un buen camino y darme sabiduría para lograr este gran proceso.

A mis padres Marcelo Castro y Fanny Nuñez por ser un pilar en mi vida, por sus consejos y sus esfuerzos, por guiarme por el buen camino impulsándome cada día a ser mejor y a la culminación de mis estudios, a mis hermanos y hermanas y sobre todo a mi esposo Ángel Lumbi por ser mi apoyo y nunca dejarme sola y a mi bebe Eidan Lumbi que a pesar de ser tan pequeñito ha sabido ser en quien más puedo confiar ya que es la luz de mis ojos y el amor más sincero que puedo tener.

También a una personita que, aunque no está presente siempre me ha enseñado el valor de seguir adelante con mis sueños mi abuelito Néstor Castro, quien me aconsejo a seguir estudiando para ser alguien que ayudara a mis padres sus consejos son muy valiosos ya que por ellos estoy aquí de igual manera se la dedico a mi sobrina Rafaela a quien vi crecer, por ello doy gracias por estar presentes y apoyarme siempre a la culminación de mi tesis.

Flor María Castro Nuñez

CERTIFICADO EMITIDO POR EL TUTOR



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

CERTIFICA

Que la Srta. **BONILLA VERGARA JULIANA LISBETH**, portadora de la cédula **025021636-3** y la Srta. **CASTRO NUÑEZ FLOR MARÍA**, portadora de la cédula **025017857-1**, estudiantes de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO, culminados en la **Carrera de Ingeniería en Riesgo de Desastre**, modalidad presencial, una vez revisado el documento **“ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS EN MASA Y SUSCEPTIBILIDAD DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN EL BARRIO AMÉRICA DEL CANTÓN SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÍVAR, 2024”** pueden proceder a realizar el proceso del empaste de su proyecto de investigación.

Guaranda, 04 de abril del 2025.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'César Pazmiño', is written over a horizontal dotted line. Below the signature, the text 'Arq. César Pazmiño' is printed in a black, sans-serif font.

Tutor de proyecto de investigación.

DERECHOS DE AUTORÍA NOTARIAZADA



**BIBLIOTECA
GENERAL**

DERECHOS DE AUTOR

Yo/nosotros Juliana Lisbeth Bonilla Vergara y Flor María Castro Núñez portador/res de la Cédula de Identidad No. 0250216363 y No. 0250178571 en calidad de autor/res y titular/es de los derechos morales y patrimoniales

del Trabajo de Titulación: ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS EN MASA Y SUSCEPTIBILIDAD DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN EL BARRIO AMÉRICA DEL CANTÓN SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÍVAR, 2024, modalidad Proyecto de Investigación, 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.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juliana', written over a horizontal dotted line.

Juliana Lisbeth Bonilla Vergara

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Flor María', written over a horizontal dotted line.

Flor María Castro Nuñez

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

Guaranda, 03 de febrero del 2025

El suscrito Arq. César Augusto Pazmiño Zabala, Director de Trabajo de Titulación de Pre Grado de la carrera Ingeniería en Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: “ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS EN MASA Y SUSCEPTIBILIDAD DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN EL BARRIO AMÉRICA DEL CANTÓN SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÍVAR, 2024.”; realizado por las señoritas: **Juliana Lisbeth Bonilla Vergara y Flor María Castro Nuñez**, ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad.


ARQ. CÉSAR AUGUSTO PAZMIÑO ZABALA

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE PRE GRADO

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	2
AGRADECIMIENTO	3
DEDICATORIA	5
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	7
ÍNDICE DE CONTENIDO	10
ÍNDICE DE TABLAS	14
ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
INTRODUCCIÓN	17
RESUMEN	19
ABSTRACT.....	21
CAPÍTULO I.	23
1. FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	23
1.1 Planteamiento del problema.....	23
1.2 Formulación del Problema.....	24
1.3 Preguntas de investigación.....	24
1.4 Justificación	24
1.5 Objetivos	26
1.5.1 Objetivo General	26

	11
1.5.2	Objetivos Específicos 26
1.6	Matriz de operacionalización de variables 27
CAPÍTULO II 29	
2.	MARCO TEÓRICO 29
2.1	Marco Referencial 29
2.1.1.	Ubicación 29
2.1.2.	Mapa de ubicación 30
2.2	Antecedentes 31
2.3	Marco Científico 35
2.3.1.	Bases teóricas 35
2.3.1.1	Deslizamientos 35
2.3.1.1.1	Tipos de deslizamientos 36
2.3.1.1.2	Partes de un deslizamiento 37
2.3.1.1.3	¿Por qué ocurren los deslizamientos? 38
2.3.1.1.4	Causas 40
2.3.1.1.5	Consecuencias 40
2.3.1.2	Movimientos en masa 41
2.3.1.2.1	Tipos de movimientos en masa 41
2.3.1.2.2	¿Por qué ocurren los movimientos en masa? 45
2.3.1.2.3	¿Cómo prevenir los movimientos en masa? 45

	12
2.3.1.3 Talud	45
2.3.1.3.1 Partes de un Talud.....	46
2.3.1.3.2 Tipos de fallas más comunes de taludes	47
2.3.1.4 Geo5	49
2.4 Marco Legal.....	50
2.5 Marco Conceptual.....	52
2.5.1. Glosario de términos	52
CAPITULO III.....	54
3. METODOLOGÍA.....	54
3.1 Tipo de Investigación.....	54
3.2 Enfoque de la investigación.....	54
3.3 Diseño de la Investigación.....	55
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos.....	55
3.4.1 Fuente primaria	55
3.4.2 Fuente secundaria.....	56
3.5 Población y Muestra	56
3.6 Técnicas de Análisis y Procesamiento de la Información	56
CAPITULO IV.....	68
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	68
4.1 Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados.....	68

	13
4.2.1 Perfil 1.....	70
4.2.2 Perfil 2.....	75
4.2.3 Perfil 3.....	80
4.2.4 Perfil 4.....	85
4.3 Resultado del Objetivo 2: Indicar los elementos expuestos en las zonas susceptibles a deslizamientos en el Barrio América.	90
4.4 Resultado del Objetivo 3: Proponer medidas de reducción de riesgos ante el evento de los movimientos en masa en el área de estudio.	107
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES.....	114
BIBLIOGRAFÍA	115
ANEXO.....	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable Dependiente: Movimiento en masa.....	27
Tabla 2. Variable independiente: Susceptibilidad de elementos expuestos.....	29
Tabla 3. Fórmula y Cálculo para el Software Geo5.....	59
Tabla 4. Formula del coeficiente sismo Horizontal	61
Tabla 5. Dimensiones del Modelo Geotécnico	70
Tabla 6. Interfaz del Talud: Análisis de los Puntos de Intersección	70
Tabla 7. Dimensiones del Modelo Geotécnico	75
Tabla 8. Interfaz del Talud.....	76
Tabla 9. Dimensiones del Modelo Geotécnico	80
Tabla 10. Interfaz del talud	80
Tabla 11. Dimensiones del Modelo Geotécnico	85
Tabla 12. Interfaz del Talud.....	85
Tabla 13. Identificación de los elementos expuestos.....	90
Tabla 14. Tipo de Construcción.....	94
Tabla 15. Material de construcción.....	96
Tabla 16. Estado Mantenimiento y Antigüedad de la Edificación	98
Tabla 17. Vulnerabilidad Social de los elementos expuestos	101
Tabla 18. Ubicación Geográfica en exposición a la amenaza.....	103
Tabla 19. Plan de acción de medidas de reducción de riesgos, estructurales y no estructurales ante movimientos en masa	109
Tabla 20. Medidas para reducir la exposición de los elementos expuestos frente a la amenaza de deslizamientos.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación.....	30
Figura 2. Deslizamientos de tierra	36
Figura 3. Partes de un Deslizamiento	36
Figura 4. Avalanchas de barro, debido a su velocidad y capacidad de transportar grandes cantidades de material.....	39
Figura 5. Deslizamiento en Alausí.....	40
Figura 6. Esquema de caídas.....	41
Figura 7. Velocidad de los flujos	42
Figura 8. Esquema de proceso de receptación	42
Figura 9. Deslizamiento rotacional.....	43
Figura 10. Hundimientos confinados.....	44
Figura 11. Procesos que conducen al volcamiento.....	44
Figura 12. Deslizamiento rotacional.....	45
Figura 13. Fuerzas de un Talud	46
Figura 14. Partes de un talud	47
Figura 15. Nomenclatura de una falla.....	48
Figura 16. Soluciones para problemas geotécnicos	49
Figura 17. Modelamiento del talud.....	71
Figura 18. Método Bishop Estándar	72
Figura 19. Método Grillado	72
Figura 20. Coeficiente sísmico	73
Figura 21. Modelamiento del Talud	76

Figura 22. Método Bishop Estándar	77
Figura 23. Método Grillado	77
Figura 24. Coeficiente sísmico	78
Figura 25. Modelamiento del talud.....	81
Figura 26. Método Bishop Estándar	81
Figura 27. Método Grillado	82
Figura 28. Coeficiente Sísmico.....	83
Figura 29. Modelamiento del Talud	86
Figura 30. Método Bishop Estándar	86
Figura 31. Método Grillado	87
Figura 32. Coeficiente sísmico	88
Figura 33. Mapa de predios de la zona de estudio.....	92
Figura 34. Mapa de vías en la zona de estudio	93
Figura 35. Tipo de construcción	96
Figura 36. Material de construcción	98
Figura 37. Estado de construcción.....	100
Figura 38. Vulnerabilidad Social de los Elementos Expuestos	103
Figura 39. Ubicación geográfica en exposición a la amenaza	105

INTRODUCCIÓN

Según Alexandra Ocles (2018), Ecuador está expuesto a múltiples amenazas geológicas, como erupciones volcánicas, sismicidad, inundaciones y movimientos en masa, debido a que está ubicado dentro del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico. Esto ha generado zonas vulnerables a movimientos en masa, provocando en algunos casos la pérdida de vidas humanas, la destrucción de poblaciones e infraestructura, y afectaciones al desarrollo social y económico del país. Una de las amenazas más recurrentes a nivel nacional son los deslizamientos de tierra, debido a las características del terreno, la composición geológica y las condiciones climáticas.

La provincia Bolívar es una de las más afectadas por los movimientos en masa, siendo así el cantón San Miguel uno de los más impactados. Esta zona se ha visto afectada por diversas consecuencias negativas, entre ellas un deslizamiento ocurrido hace tres años en el Barrio América, donde una parte de la ladera junto a la gasolinera se desprendió debido a las fuertes temporadas de invierno, lo que generó importantes pérdidas económicas y agrícolas, se llevó una parte del terreno que tenían cembrio, dejó una casa vulnerable y la vía llena de escombros, buses, camiones de carga pesada ni otros vehículos pudieron transitar y perdieron horas de trabajo. (Ocles, 2022)

Este proyecto tiene como propósito analizar la susceptibilidad a movimientos en masa en el Barrio América, ubicado en el cantón San Miguel, con el objetivo de reducir los riesgos existentes en la zona, salvaguardando tanto la vida de sus habitantes como de sus bienes materiales.

Para respaldar la investigación, es importante cumplir con objetivos específicos como: Determinar el índice de estabilidad que influyen en la susceptibilidad en los deslizamientos en el Barrio América del cantón San Miguel; Identificar los elementos expuestos en las zonas susceptibles a deslizamientos en el Barrio América; Proponer medidas de reducción de riesgos ante el evento de los movimientos en masa en el área de estudio.

Estos objetivos son esenciales para identificar los riesgos a los que se encuentra expuesta la zona y minimizar las pérdidas producidas por los movimientos en masa, identificando con el software Geo5 cada perfil inestable y mediante las salidas a campo y la ficha aplicar en el ArcGIS cada elemento expuesto.

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene por objetivo principal analizar los movimientos en masa y susceptibilidad de elementos expuestos en el Barrio América del cantón San Miguel, teniendo como incidencia que el Barrio “América” es vulnerable a sufrir daños a las viviendas, comercio, servicio, personas, etc., por las condiciones geológicas de la misma.

A demás, el desarrollo de esta investigación se dio mediante visitas a campo, fichas, fotos e implementos necesarios para recolectar la información en conjunto de la colaboración de los habitantes del sector.

Se aplica una investigación de enfoque mixto, lo cual implica la integración de métodos cuantitativos y cualitativos. En cuanto al método cuantitativo, se utilizó para analizar datos específicos como factores geotécnicos, geomorfológicos y climáticos que influyen en la susceptibilidad a movimientos en masa y los cualitativos nos ayuda a interpretar las condiciones sociales, económicas y culturales que incrementan las vulnerabilidades de los elementos expuestos. Como tipo de investigación es exploratorio, nos permitió comprender de manera general el problema de los movimientos en masa, estableciendo las bases para futuros estudios, identificando los factores clave y generar preguntas que orienten al análisis más detallado y el diseño de la investigación como no experimental, implica observar y analizar los fenómenos tal como se presentan en su estado natural, sin manipular las variables ni intervenir directamente en las condiciones del área de estudio.

El software Geo5 permite evaluar las condiciones de estabilidad del talud mediante el “factor seguridad” el cual indica si el terreno tiene la capacidad de resistir las fuerzas que podrían provocar su colapso. El ArcGIS permitió identificar los elementos expuestos en el área de estudio, mediante la ficha llenada y el GPS para determinar los puntos en los que se encuentra cada

elemento, de esta manera implementar medidas para reducir el riesgo a movimientos en masa en el área de estudio y finalmente se destaca las conclusiones y recomendaciones.

Con base a los resultados obtenidos de cada objetivo, hemos determinado que en el primer objetivo se identificó mediante la carta cartográfica cuatro perfiles inestables, lo cual se utilizó el cálculo del factor de seguridad, altura y la formula del índice de estabilidad, para el segundo objetivo pudimos obtener información de cada elemento expuesto en base a las observaciones en campo, ficha e imágenes obtenidas de la herramienta SIG, para la clasificación y localización de los elementos expuestos como las viviendas e infraestructuras identificadas en cada una de los mapas y finalmente para el tercer objetivo se tomaron medidas de prevención para los cuatro taludes inestables y para los elementos expuestos, lo cual se detallaron en la matriz.

Palabras clave: Movimientos en masa, factor seguridad, condiciones geológicas.

ABSTRACT

The main objective of this research work is to analyze the mass movements susceptibility of exposed elements in the América neighborhood of the San Miguel canton, having as an incidence that the “América” neighborhood is vulnerable to damage to homes, commerce, services, people, etc., due to the geological conditions of it.

In addition, the development of this research took place through field visits, files, photos and implements necessary to collect the information as a whole of the collaboration of the inhabitants of the sector.

A mixed-approach research is applied, which involves the integration of quantitative and qualitative methods. As for the quantitative method, it was used to analyze specific data such as geotechnical, geomorphological and climatic factors that influence the susceptibility to mass movements and the qualitative ones helps us to interpret the social, economic and cultural, conditions that increase the vulnerabilities of the exposed elements. As a type of research, it is exploratory, it allowed us to understand in a general way the problem of mass movements, establishing the bases for future studies, identifying the key factors and generating questions that guide the more detailed analysis and the design of the research as non-experimental, it involves observing and analyzing the phenomena as they occur in their natural state, without manipulating the variables or intervening directly in the conditions of the study area.

The Geo5 software allows the stability conditions of the slope to be evaluated using the “safety factor” which indicates whether the terrain has the ability to resist the forces that could cause its collapse. The ArcGIS allowed to identify the exposed elements in the points where each element is located, in this way implement measures to reduce the risk of movements finds each element mass in the study area and finally highlights the conclusions and recommendations.

Based on the results obtained from each objective, we have determined that in the first objective four unstable profiles were identified, through the cartographic map, which used the calculation of the safety factor, height and the stability index formula, for the second objective we were able to obtain information on each exposed element based on the field observations, sheet and images obtained from the GIS tool, for the classifications and location of the exposed elements such as the homes and infrastructures identified in each of the maps and finally for the third objective, prevention measures were taken for the four unstable slopes and for the exposed elements, which were detailed in the matrix.

Key Words: Mass winds, safety factor, geological conditions.

CAPÍTULO I.

1. FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1 Planteamiento del problema

Ecuador es uno de los países de Sudamérica que está influenciado por movimientos de masa debido a que su ubicación geográfica, están ocasionados por fuertes precipitaciones, actividades agrícolas, actividades naturales y antrópicas. (INIGEMM, 2013)

El cantón San Miguel de la provincia Bolívar enfrenta una creciente amenaza de movimientos en masa, como deslizamientos de tierra, derrumbes y avalanchas, debido a los fenómenos climáticos y actividad humana. (GAD San Miguel, 2023)

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

La susceptibilidad a la amenaza de deslizamientos en el Barrio América del cantón San Miguel está siendo afectada por presentar un suelo inestable lo que hace vulnerable a sufrir deslizamientos, como el que se produjo el 20 de abril del 2022, lo que obstaculizó el paso y se produjeron pérdidas económicas y agrícolas, debido a que se fue una parte del cembrio que tienen las personas de esa localidad, las autoridades no le dan la debida importancia que tiene, la inestabilidad de la ladera provocó que se cerrará todo el paso, retardando el trabajo de los buses, camiones y vehículos que trabajan o personas que requerían llegar pronto a sus destinos.

La falta de un estudio exhaustivo y actualizado sobre los riesgos de movimientos de masa en este sector dificulta la implementación de medidas de prevención y mitigación. Además, el

crecimiento urbano y la actividad humana en la zona puede estar alterando estos riesgos como el equilibrio natural del terreno y la vegetación.

Por lo general los deslizamientos se dan en zonas que antes ya sucedieron estos eventos, por lo que es necesario llevar a cabo un análisis detallado con el fin de identificar las áreas de mayor riesgo, utilizando los softwares (ArcGIS y Geo5) y así implementar medidas para mejorar las capacidades de respuesta para atender la emergencia.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuáles son los factores que inciden en la susceptibilidad de movimientos en masa y elementos expuestos en el Barrio América de San Miguel?

1.3 Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son los principales factores que contribuyen a la amenaza de movimientos en masa en el Barrio América del cantón San Miguel?
2. ¿Existe un riesgo de afectación a las viviendas o infraestructura del Barrio en caso de un deslizamiento?
3. ¿Qué medidas se podría adaptar para evitar el colapso del talud?

1.4 Justificación

El Barrio América del cantón San Miguel, muestra características geológicas y climáticas que lo hacen vulnerable a movimientos en masa y derrumbes, esta situación representa un riesgo significativo para las actividades, viviendas, infraestructura y la seguridad de sus habitantes.

Por ello, el análisis de estos fenómenos es vital para comprender las causas y condiciones que incrementan la vulnerabilidad del área, lo que permitirá proponer medidas de mitigación adecuadas y oportunas.

El estudio proporcionará información clave sobre la susceptibilidad de elementos expuestos ante deslizamientos, lo que beneficiará al Barrio una base científica para la planificación urbana y la toma de decisiones en la Gestión de Riesgos, esto permitirá a las autoridades locales priorizar zonas de intervención y reforzar las estructuras en áreas críticas como reducir posibles pérdidas materiales y humanas.

Dada la frecuencia de eventos de movimientos en masa en zonas montañosas como el cantón San Miguel, existe una necesidad urgente de contar con un análisis detallado y específico para el Barrio América, este estudio se convierte en una herramienta esencial para minimizar el impacto de estos desastres naturales, estableciendo estrategias de prevención y respuesta.

Este análisis es de interés tanto para la comunidad científica como para las autoridades locales, al brindar datos precisos sobre la vulnerabilidad geológica de la zona, además el impacto social será significativo, ya que contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes al mitigar riesgos y fortalecer la resiliencia del Barrio América.

El estudio aplicará herramientas innovadoras de análisis geotécnico y geomorfológico, empleando software como el ArcGIS y Geo5, esto permitirá un enfoque novedoso y detallado en la identificación de zonas de riesgo y sus dinámicas, los resultados ofrecerán un aporte valioso a la investigación de la Gestión de Riesgos.

Este proyecto no solo fortalecerá el conocimiento en el ámbito de la ingeniería, sino que también permitirá a ingenieros locales saber más sobre el uso del software para la evaluación de riesgos en el área de estudio.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Analizar los movimientos en masa y susceptibilidad de elementos expuestos en el Barrio América del cantón San Miguel, provincia Bolívar, 2024.

1.5.2 Objetivos Específicos

- 1.** Determinar el índice de estabilidad que influyen en la susceptibilidad a los deslizamientos en el Barrio América del cantón San Miguel.
- 2.** Identificar los elementos expuestos en las zonas susceptibles a deslizamientos en el Barrio América.
- 3.** Proponer medidas de reducción de riesgos ante el evento de los movimientos en masa en el área de estudio.

1.6 Matriz de operacionalización de variables

Variable dependiente

Tabla 1.

Variable Dependiente: Movimiento en masa

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala		Instrumento
Movimiento en masa	Son procesos geológicos que implican el desplazamiento de material rocoso, suelo y sedimentos bajo la influencia de la gravedad, pueden ser desencadenados por factores naturales como lluvias intensas, terremotos y erupciones volcánicas, así como por actividades humanas como la deforestación y la construcción.	Espacio del Modelo Geotécnico	Rango X mínimo y máximo Profundidad del modelo	X mínimo: Valor en metros según las coordenadas del modelo 0. X máximo: Valor en metros según las coordenadas del modelo +220. Profundidad del modelo: Rango de profundidad, por ejemplo, 0 - 20 m por debajo del punto más profundo		Software GEO5, ArcGIS y Fichas de observación en campo
		Geografía del Talud	Coordenadas en los ejes X y Z	Rango X: 0.00 m a 221.00 m Rango Z: (-1E99 ... 1E99) m (en el software GEO5, este rango es teórico y depende de los datos específicos del talud)		Software GEO5: Para la configuración y análisis de las coordenadas del modelo. Datos topográficos: Capturados mediante levantamientos topográficos de alta precisión en fotogrametría por el software ArcGIS
		Propiedades del Suelo	Fórmulas de las propiedades del suelo	Volumen de la muestra (V)	$V = A * H$	Datos científicos de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC)
		Peso seco de la muestra (Ws)	$Ws = V * \gamma_d$			

				Peso húmedo de la muestra (Wh)	$Wh = Ws * (1 + w)$	
				Contenido de humedad (w)	$w = Ww/Ws$	
				Grado de saturación (S)	$S = (w * ps)/(n * pw)$	
				Peso unitario del suelo (yh)	$yh = Wh/V$	
				Peso unitario seco (yd)	$yd = yh/(1 + w)$	
				Peso unitario saturado ($ysat$)	$ysat = yd + S * pw * n$	
		Estabilidad del Talud	Valor del Factor de Seguridad (FS)	FS > 1.5: Estable FS 1.5: Indiferente FS < 1.5: Inestable		Software GEO5 para análisis geotécnico. Datos de entrada: propiedades del suelo, geometría del talud, Espacio del Modelo Geotécnico.
		Altura	$H = Ymaximo - Yminimo$			
		Índice de estabilidad	$N = \frac{c}{H * H * F}$			

					Cálculo de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC)
			Coeficiente sísmico	Coeficiente H de 0,026	

Elaborado por: Bonilla J. & Castro F, 2024

Variable independiente

Tabla 2.

Variable independiente: Susceptibilidad de elementos expuestos

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento
Susceptibilidad de elementos expuestos	Es la medida en que ciertos componentes de una comunidad o área están propensos o vulnerables a ser afectados por un evento o fenómeno específico, como un desastre natural.	Infraestructura	Tipo de construcción	Material de construcción	Registros históricos, bases de datos geológicos, informes técnicos y Encuestas
			Estado de mantenimiento	Bueno, regular, malo	
			Antigüedad de la edificación	Año	
		Densidad de población	Número de personas por km ²	Cantidad	Mediciones de campo, imágenes satelitales
		Vulnerabilidad social	Nivel socioeconómico	Bajo, medio, alto	GPS, mapas geológicos

			Acceso a recursos de emergencia	Si, no	
		Ubicación geográfica	Proximidad a zonas de riesgo	Distancia en metros	Estaciones meteorológicas, datos climatológicos
			Elevación del terreno	Metros sobre el nivel del mar	
		Exposición a amenazas	Historial de eventos pasados	Número de eventos en los últimos 10 años	Registros sísmicos, bases de datos geológicos,
			Intensidad de eventos previos	Magnitud o clasificación (leve, moderado, severo)	

Elaborado por: Bonilla J. & Castro F, 2024

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Referencial

2.1.1. Ubicación

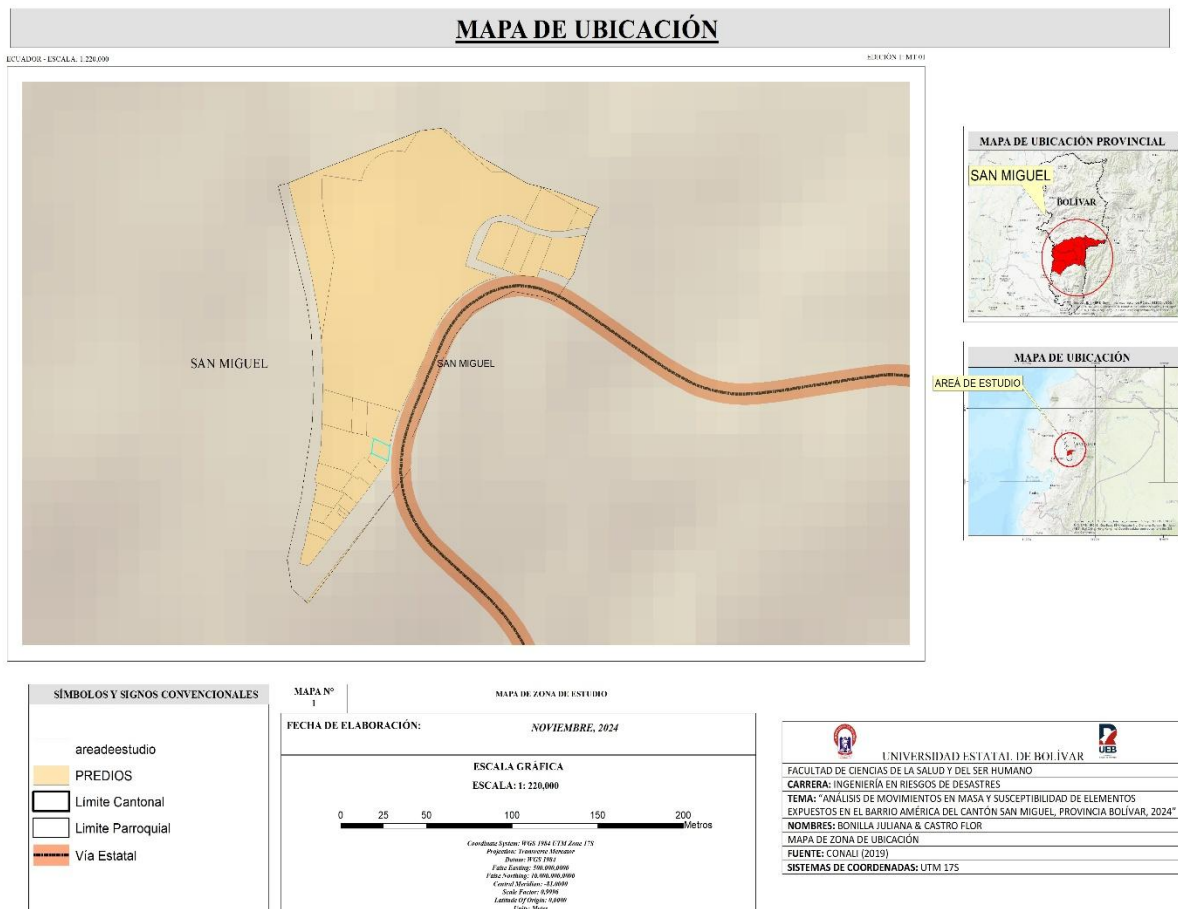
San Miguel, ubicado en la provincia Bolívar, es el segundo cantón más extenso. Se encuentra en la zona central de la provincia, a 20 kilómetros al sur de Guaranda, cerca de las parroquias de San Lorenzo y San José de Chimbo, a una altitud que varía entre los 2.500 a 2.600 metros sobre el nivel del mar. (GAD San Miguel, 2023)

El área de estudio para el presente proyecto de investigación está ubicada en el centro de la provincia Bolívar al ingreso sur del cantón San Miguel. El Barrio América se encuentra al lado de la Gasolinera y del parque Infantil, además que es la vía principal la que cruza por esta zona y es la misma la que tiene conexión con otras regiones, tanto el interior de la provincia como hacia las zonas costeras. Esta posición lo convierte en un punto de paso importante para quienes transitan entre la sierra y la costa.

2.1.2. Mapa de ubicación

Figura 1.

Mapa de ubicación



Elaborado por: Bonilla J & Castro F, 2024

2.2 Antecedentes

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

Los movimientos en masa identificaban el proceso de diferente escala, donde depende de la magnitud y de la intensidad, como factores externos como la lluvia, el viento y sismos y en su entorno natural.

Tiene como importancia al proceso investigativo que va asociado a la parte social, económica y ambiental del sector Divino Niño del cantón Chimbo, identificar las posibles zonas ante deslizamientos, tomando medidas para estabilizar el área de estudio y acciones que ayuden a través de la metodología.

Se aplicó la metodología de Mora Vahrson y Galena, donde se estableció los indicadores, los cuales tienen pesos de ponderación asignados, lo que se permitió realizar la susceptibilidad y Galena, el cálculo de la estabilidad del talud, incluyen soluciones para mitigar los impactos negativos a los deslizamientos. (Paredes & Pozo, 2020)

Se encontraron las zonas más susceptibles a deslizamientos y aquellos que se encuentran en una pendiente bastante pronunciada y tiene una cobertura vegetal que es mínima, la zona más expuesta es la vía y del cálculo del talud para lo cual se estableció el uso de vegetación como una medida de mitigación. (Paredes & Pozo, 2020)

La metodología de Mora Vahrson se aplicó mediante la ponderación de indicadores y el cálculo de la estabilidad del talud que dan y permiten técnicas que podrían ser utilizadas en el análisis en el área de nuestro estudio en la provincia Bolívar, sin embargo, como nuestra zona de estudio no es extensa no se requiere de esta metodología.

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

El presente trabajo de investigación que se realizó en la vía San Pablo – Chillanes – Bucay, con el fin de identificar zonas susceptibles a deslizamientos como medida de prevención de riesgos. Metodológicamente se determinó de manera descriptivo que se emplea los factores condicionantes y detonantes que está susceptible a movimientos en masa. Se considera un índice de (1 a 100) los niveles y zonas (altas, medias y bajas). Considerando así una metodología cualitativa y cuantitativa con un método de Bishop que se lo realiza con el software Geo5 y se implementa medidas de reducción de riesgos de desastres de acuerdo a la inestabilidad del talud que se proporcione y a los resultados encontrados. (Hurtado & Núñez, 2019)

Las medidas estratégicas de reducción nos dan la probabilidad de que se produzca un evento, tanto estructurales como no estructurales, como la implementación de muros de concreto y de contención y ayuda a la disminución de la pendiente, ayudando a mejorar el resguardo de las personas, de la economía y bienes materiales, se detalla un plan para implementarse y llevar a cabo para mejorar a las comunidades de la microcuenca del río Chazo Juan. (Hurtado & Núñez, 2019)

Ambos estudios tienen un objetivo común de reducir riesgo favorezca a la reducción de las afectaciones en las comunidades aledañas para evitar la falta en los sectores económicos, salvaguardar la vida de los moradores y personas que transitan por esta vía, proteger los medios que ayudan a la existencia de las personas y las propiedades de ellos.

Perspectiva socioambiental del riesgo de deslave en la comuna de Santa Clara de San Millán perteneciente al distrito metropolitano de Quito

El propósito de este trabajo es encontrar las causas por las que se produce el deslave, con los datos que se recolectó en campo e información bibliográfica ayudó a tener un análisis más detallado para dar a conocer acciones para prevenir un deslizamiento, dado que se ha venido viendo intensas épocas de lluvia, debido al cambio de clima y de esta manera también contribuir con planificaciones por si a futuro ocurre un evento que se pueda mejorar la respuesta hacia la emergencia. (Bolaños & Moran, 2021)

Para recopilar información, se realizaron entrevistas a personas de la zona, quienes mencionaron el riesgo que están expuestos. Para la elaboración de mapas, se utilizó la herramienta ArcGIS y el método Saaty, para esto se incluyó datos sobre geología, pendientes, geomorfología, precipitación y frecuencia, mientras que para vulnerabilidad se elaboraron con información social y económica. Finalmente, aplicando la fórmula $P \times V = R$ se identificó el riesgo de la Comuna. (Bolaños & Moran, 2021)

En este proyecto se centró en identificar las causas del riesgo de deslave y plantear medidas de mitigación para esta comunidad de Distrito Metropolitano de Quito. Mediante trabajo en campo, entrevistas, encuestas y el uso de herramientas como ArcGIS y el método Saaty, se elaboran mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo que consideran factores geológicos, climáticos, sociales y económicos como podríamos implementarlo en nuestra zona de estudio, ya que tiene similitud y se identificará el riesgo de la pendiente y por ende traer consecuencias a su población, de igual manera se utilizó la herramienta ArcGIS para identificar los elementos que está expuesta el Barrio América.

Riesgo geotécnico de deslizamiento en los taludes del terreno del Colegio “San Carlos”- Bambamarca

Los deslizamientos de tierra conllevan a una gran amenaza para la sociedad cuando existen condiciones vulnerables. En Perú, la presencia de la Cordillera de los Andes genera un relieve abrupto que impacta más en la región de la sierra. En proyectos de movimiento de tierras para trabajos como en carreteras, es fundamental incluir un trayecto de diseño que evite futuros problemas. Sin embargo, este proceso no se aplicó a donde estaba destinado “Adecuación, Mejoramiento y Sustitución de la Infraestructura Educativa y Equipamiento de la I.E. San Carlos, Cajamarca-Hualgayoc-Bambamarca”. Al exagerar excavaciones sin planificación llevó a la cancelación del proyecto, desistiendo a las viviendas en una situación de vulnerabilidad ante la posibilidad de un deslizamiento. (García, 2019)

El propósito de esta investigación es evaluar el Nivel de Riesgo Geotécnico de movimientos en masa en los taludes de la propiedad del colegio “San Carlos”- Bambamarca. Para ello, se llevaron a cabo investigaciones, se recopilaron datos topográficos y se tomaron muestras del suelo, tanto alternadas como inalteradas. Posteriormente, se seleccionaron los perfiles para el análisis. (García, 2019)

Estas muestras se pusieron en ejecución del software Geo5 para la respectiva evaluación, obteniendo el factor seguridad y analizando con el método de Morgenstern-Price. Este proyecto coincide con nuestro trabajo, teniendo en cuenta que utilizamos el mismo software para determinar la estabilidad del talud, mediante esto poder dar ideas para minimizar el riesgo al que está expuesto la zona que se está estudiando.

Modelo de zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa, en la cuenca del río Camurí Grande, Estado Vargas, Venezuela.

En el área de estudio en el río Camurí en Venezuela, tiene el propósito de estudiar los movimientos en masa y procesos erosivos, identifica las áreas más susceptibles de deslizamientos y erosión, lo que se incluyó variables como la susceptibilidad de la vegetación, uso del suelo, la pendiente y la precipitación. Además, se empleó la metodología de Mora-Vahrson para clasificar los movimientos en masa, Esta investigación se apoyó en los eventos pasados de los deslizamientos mediante el Modelo de Elevación Digital, e imágenes de sensores remotos. (Batista & Catarí, 2018)

La inclusión de las diferentes variables como la susceptibilidad de la vegetación, el uso del suelo, la pendiente y la precipitación es particularmente relevante, mediante sus etodología se podría implementar en el proyecto y adaptar al contexto del Barrio América del cantón San Miguel.

2.3 Marco Científico

2.3.1. Bases teóricas

2.3.1.1 Deslizamientos

Es un tipo deslizamiento, también conocido como movimiento de masa, causado por la inestabilidad de un talud. Este fenómeno implica el desplazamiento de tierra o rocas por una pendiente, ya sea de forma gradual o repentina, y puede ser provocado por factores naturales o actividades humanas, sienta las lluvias intensas y la falta de mantenimiento adecuado por parte de la población y autoridades. (Portillo, 2023)

Figura 2.

Deslizamientos de tierra



Fuente: *(Miño, 2023)*

2.3.1.1.1 Tipos de deslizamientos

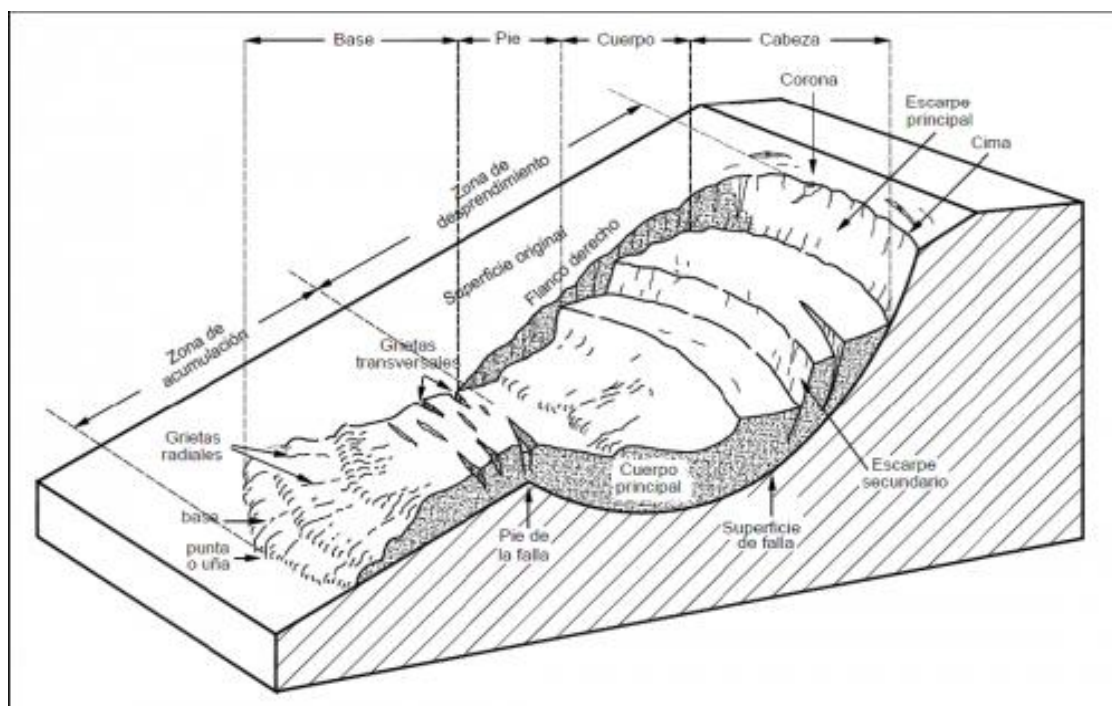
Lentos: Son lentos que casi no se les percibe, registrando deslizamientos de apenas pocos centímetros al año. Se identifica de forma indirecta por medio de una serie de características en el terreno.

Rápidos: Se caracterizan por tener una velocidad de manera que la masa de material puede deslizarse en segundos, ocurren en épocas lluviosas e intensas, representando un riesgo significativo para las comunidades.

Susceptibilidad a deslizamientos

La susceptibilidad a deslizamientos es la posibilidad de que se ocurra un deslizamiento de tierra en una parte que este inestable, tiene características del terreno para utilizar en áreas que estén propensas a sufrir daños. (Cargua, 2024)

Figura 3.
Partes de un Deslizamiento



Fuente: (Costa, 2013)

2.3.1.1.2 Partes de un deslizamiento

- ✚ **Cabeza.** – Es la parte superior de la masa deslizada, que no se coinciden con la cima del talud.
- ✚ **Cima.** – Punto más elevado de la cabeza y del escarpe principal.
- ✚ **Corona.** – Material ubicado en la zona de movimiento, creada por el desplazamiento de materia.
- ✚ **Escarpe principal.** – Superficie inclinada en la zona de movimiento.
- ✚ **Escarpe secundario.** – Superficie adicional por un intervalo, puede generar diferentes escarpes secundarios.

- ✚ **Superficie de falla.** – Área que se encuentra al movimiento y del material desplazado. Debajo de la superficie se encuentra el suelo, mientras que se desplaza encima de esta, aunque en algunos casos se observen movimientos en la superficie de falla.
- ✚ **Pie de la superficie de falla.** – Línea que separa la parte inferior del deslizamiento.
- ✚ **Base.** – Zona cubierta de un material desplazado de bajo del pie de la superficie de falla.
- ✚ **Punta o uña.** – Punto de la base que esta alejado de la cima.
- ✚ **Cuerpos principales del deslizamiento.** – Material desplazado en la superficie de falla.
- ✚ **Superficie original del terreno.** – Es la superficie que existiera antes de un deslizamiento.
- ✚ **Costado o flanco.** – Se refiere a los lados de un deslizamiento.
- ✚ **Derecha e izquierda.** – En un deslizamiento se utiliza la orientación geográfica para referirse al lado derecho e izquierdo.

2.3.1.1.3 ¿Por qué ocurren los deslizamientos?

Principalmente se deben conocer las causas de los deslizamientos, lo que nos permite saber sobre a lo que estamos expuestos y dar medidas para mejorarlo. Las causas más frecuentes son las fuertes lluvias y la inestabilidad de la ladera que causan deslizamiento están asociados factores del clima, sismos y erupciones volcánicas que influyen en la estabilidad de la ladera. (Portillo, 2023)

Factores Naturales

- ✚ **Condiciones de suelo y roca:** Saturación de los suelos con agua disminuye su cohesión.
- ✚ **Topografía:** Las pendientes son pronunciadas de manera más susceptibles y graduales.

- ✚ **Lluvia:** Precipitaciones abundantes pueden saturar el suelo disminuyendo su estabilidad.
- ✚ **Actividad sísmica:** Pueden tener una desestabilización en las laderas principalmente si están llenas de agua.
- ✚ **Deforestación:** Las áreas que están siendo y son deforestadas ayudan al aumento de la erosión y mejoran el aumento de deslizamientos.

Actividad Humana

- ✚ **Excavaciones:** Se lo realiza por construcción de viviendas, edificios, escuelas, puentes y carreteras.
- ✚ **Explosiones:** Son utilizadas en la construcción y la minería, pueden fracturar y debilitar las rocas.
- ✚ **Sobrecargas:** El incremento del peso en el suelo, debido a las diferentes construcciones.
- ✚ **Actividad minera:** Extracción de minerales pueden inducir deslizamientos.

Figura 4.

Avalanchas de barro, debido a su velocidad y capacidad de transportar grandes cantidades de material



Fuente: (Portillo, 2023)

2.3.1.1.4 Causas

- ✚ Alteraciones sísmicas que intervienen que el terreno se desplace.
- ✚ La construcción de obras sin apoyo técnico en Laderas o terrenos con pendientes.
- ✚ Sobresaturación del terreno por el agua durante intensas lluvias.
- ✚ Vibraciones producidas por explosiones.
- ✚ Deforestación y eliminación de la Capa vegetal.

2.3.1.1.5 Consecuencias

- ✚ Pérdidas de vidas humanas.
- ✚ Pérdidas materiales y económicas.
- ✚ Daños a la parte de las infraestructuras lo que son las viviendas, escuelas, carreteras.
- ✚ Incomunicación de pueblos.
- ✚ Represamiento y desbordamiento de ríos.

Figura 5.

Deslizamiento en Alausí



Fuente: (Márquez, 2023)

2.3.1.2 Movimientos en masa

Son desplazamientos que se producen de manera rápida o lenta, sobre una pendiente se puede presentar de manera natural o antrópica, puede generar pérdidas tanto humanas, materiales, económicos.

2.3.1.2.1 Tipos de movimientos en masa

- ❖ **Caídas.** – Se refiere a los desprendimientos que se dan en taludes o de un nivel alto con pendiente que se ubican en mal estado, ocurren de manera rápida, puede ser ocasionada por fuertes lluvias.

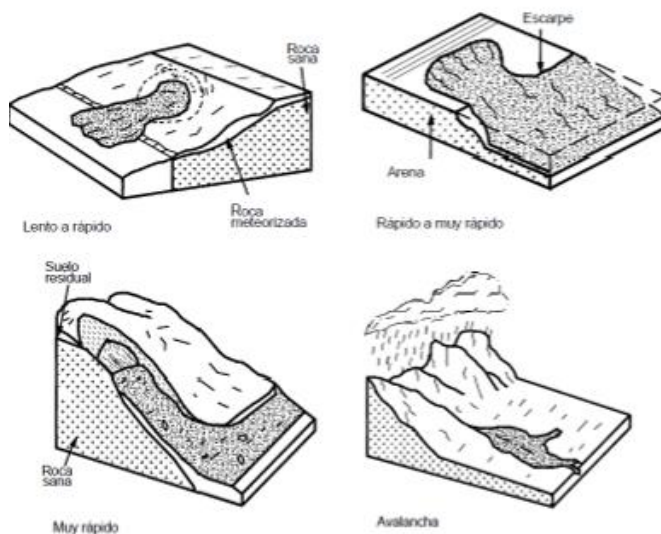
Figura 6.

Esquema de caídas



Fuente: (Costa, 2013)

- ❖ **Flujos.** – Son suelos, rocas, vegetación, que se desplazan a velocidades lentas o rápidas, por lo general están en una temperatura alta (secos) o también pueden estar con una presencia de agua.

Figura 7.*Velocidad de los flujos**Fuente:* (Costa, 2013)

- ❖ **Reptación.** – Son demasiado lentos y su velocidad es de pocos minutos y de muy pocos centímetros por año, se les puede identificar cuando hay inclinación en árboles, postes.

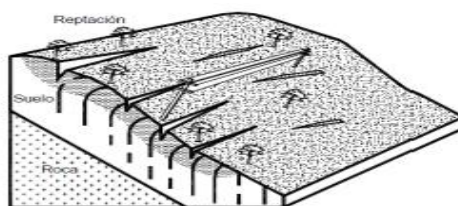
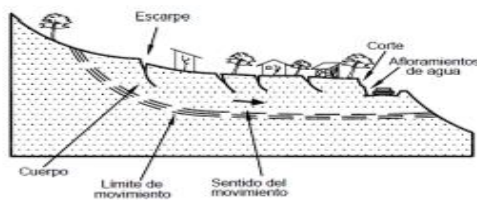
Figura 8.*Esquema de proceso de reptación*

Figura 2.13: Esquema de un proceso de reptación.

*Fuente:* (Costa, 2013)

- ❖ **Deslizamientos.** – Se pueden presentar de manera progresiva, se pueden pronunciar el deslizamiento o ser de manera leve para luego comenzar con fuerza.

Figura 9.

Deslizamiento rotacional

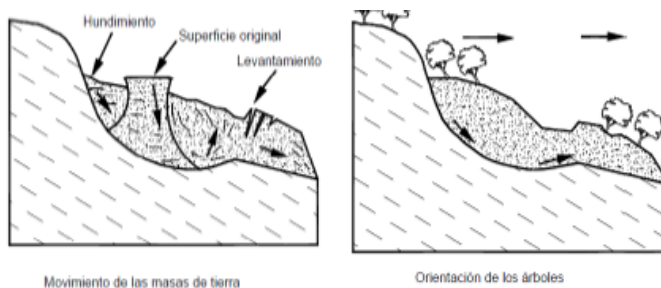
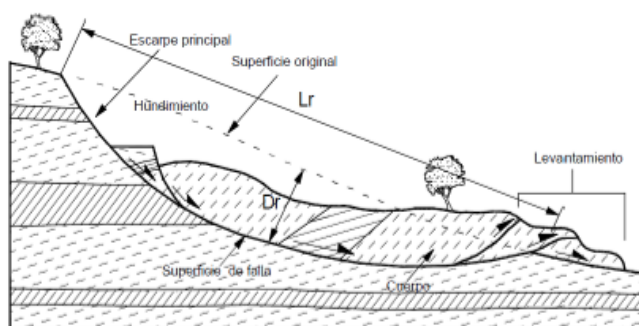


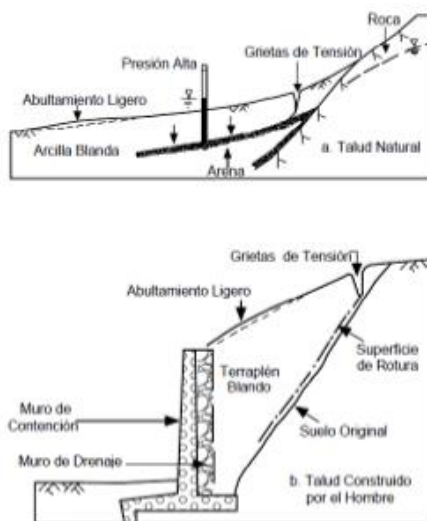
Figura 2.15: Deslizamiento rotacional típico.



Fuente: (Costa, 2013)

- ❖ **Hundimientos.** – Son un descenso que pueden darse de diferentes maneras como los desprendimientos y las rocas que generalmente se ubican en la parte baja del terreno, se dan de tal manera consecuencias con puntos a hacer desarrolladas por el ser humano como el colapso de túneles, minas abandonadas o puede ser la extracción agresiva entre aguas subterráneas, estos se pueden presentar de forma leve o muy rápida.

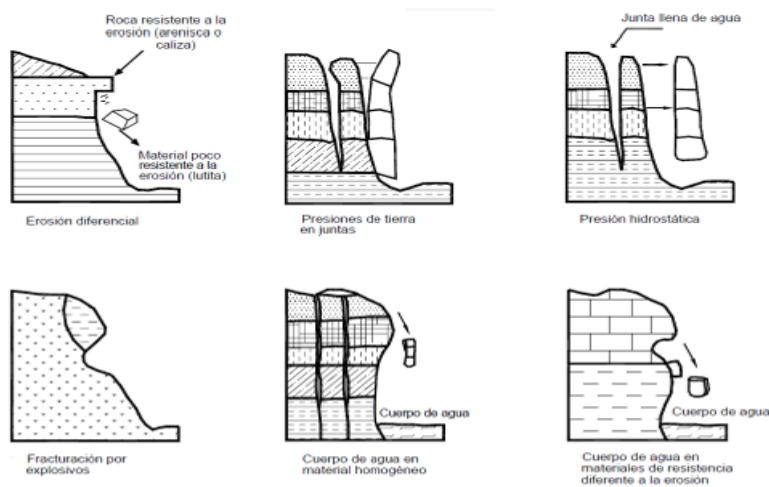
Figura 10.
Hundimientos confinados



Fuente: (Costa, 2013)

- ❖ **Volcamientos.** – Pueden darse únicamente con la inclinación de la parte de adelante del terreno, pueden ser en tamaños grandes o pequeños y generar daños a las viviendas, personas, economía.

Figura 11.
Procesos que conducen al volcamiento



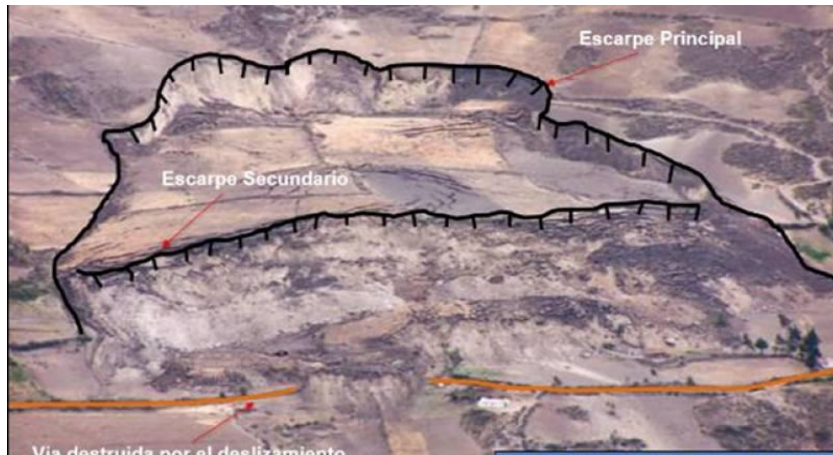
Fuente: (Costa, 2013)

2.3.1.2.2 ¿Por qué ocurren los movimientos en masa?

Se pueden dar mediante la ocurrencia de la resistencia al esfuerzo que contiene el terreno y es separada por lo que actúan las fuerzas.

Figura 12.

Deslizamiento rotacional



Fuente: (Tobar, 2021)

2.3.1.2.3 ¿Cómo prevenir los movimientos en masa?

- ✚ Dando uso y un manejo adecuado de agua
- ✚ Tener mejor manejo de las actividades de pastoreo
- ✚ Evitar hacer excavaciones en taludes y laderas
- ✚ No deforestar las laderas
- ✚ Mejorar los cuidados de los cuerpos de agua (Ríos, quebradas, nacimientos, lagos, etc.)

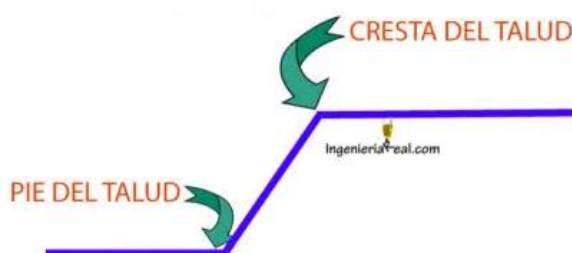
2.3.1.3 Talud

Es una porción de masa, que se identifica como que no es plana, presenta una pendiente con cambios en la altura, se declara como una pendiente que no tiene un proceso natural. (Pinto, 2011)

- ❖ **Pendiente.** - Medida de la inclinación de la superficie del talud o ladera, se logran identificar en grados, porcentajes.

Figura 14.

Partes de un talud



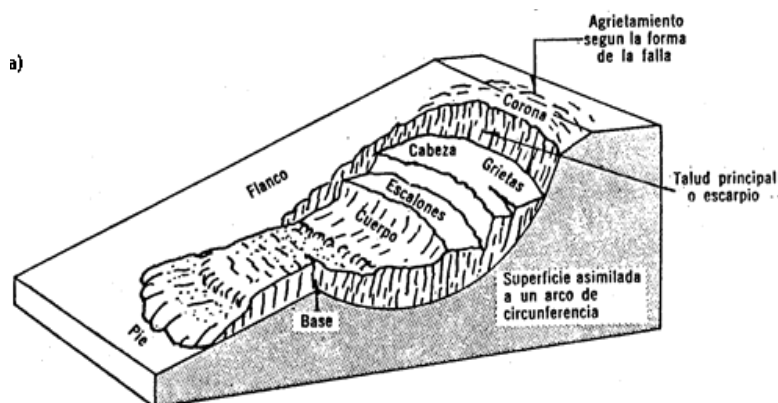
Fuente: (Pinto, 2011)

2.3.1.3.2 Tipos de fallas más comunes de taludes

- ✚ Deslizamientos superficiales (creep)
- ✚ Movimientos del cuerpo del talud
- ✚ Flujos

Deslizamientos Superficiales (Creep). – Son conocidos como “Creep” ya que son movimientos lentos con capas superiores del suelo en laderas naturales. El Creep se entiende que lleva áreas grandes y se produce sin una transición brutal entre la parte superficial y las masas más profundas. Se desplazan afectando áreas extensas y se caracterizan entre una capa móvil superficial. (Pinto, 2011)

Movimiento del Cuerpo del Talud. – Se identifica los movimientos bruscos que se pueden desplazar significativamente en el suelo, provocando que penetren profundamente en el talud, dando así afectaciones o no el terreno. Estas superficies de falla se forman cuando los esfuerzos cortan la resistencia al corte del material. (Pinto, 2011)

Figura 15.*Nomenclatura de una falla*

Fuente: (Geotecnia, 2021)

Falla Rotacional. – Se determina como una parte de la superficie falla que se dan en el movimiento del talud, incluye la idea de secuencia geológica local y la naturaleza de los materiales. Este tipo de fallas ocurren cuando un material arcilloso o en suelos de comportamiento esté regido en su fracción arcillosa.

Falla Traslacional. – Consisten en diferentes movimientos traslacionales que identifican en el talud de fallas planas, asociadas a la presencia de estratos localizados a poca profundidad del talud.

Así se identifican los estratos débiles que ayudan a mejorar estas fallas o son de arenas finas o limos. Con frecuencia, debilidad del estrato esta elevada presión de poro de agua contenida en arcillas o fenómenos de elevación de presión en las arcillas o fenómenos de elevación en estratos de arena. (Pinto, 2011)

Flujos. – Se refiere a los deslizamientos lo más rápidos de una parte del talud natural, así de esta manera se determinan que el movimiento y la distribución en maneras de velocidades y se desplacen debido a que se asemeja a un líquido viscoso. Este flujo en materiales secos,

comprende en primer lugar a los fragmentos de roca desde los más rápidos a los más lentos. (Pinto, 2011)

2.3.1.4 Geo5

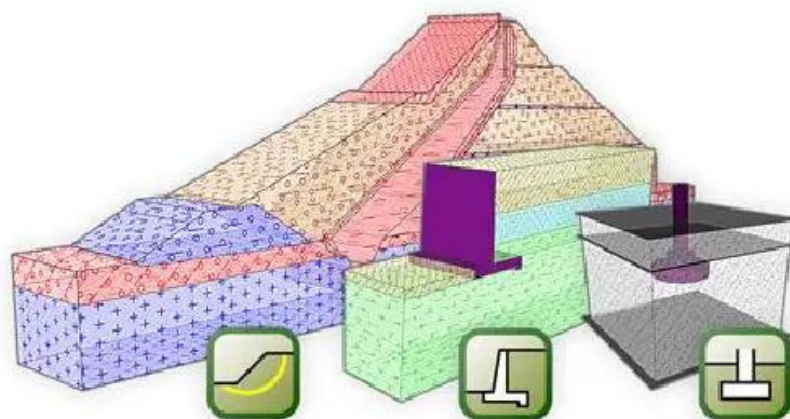
El Geo5 es un software que ayuda a dar ideas para dar soluciones para diferentes maneras geotécnicas. Los distintos programas tienen la misma interfaz, se intervienen entre cada uno de ellos verifican el tipo de escritura diferente. Ayuda a ver si un talud es estable o inestable con las diferentes funciones que tiene. (Vivanco, 2018)

Soluciones para problemas Geotécnicos

Está modificado especialmente para dar una solución a los problemas geotécnicos, empezando desde los más básicos hasta los programas más especializados. Cada Geo5 tiene un tipo de estructura que puede adquirir aquello que necesita, en un talud inestable hay varias opciones en el software Geo5 como lo que son los pilotes y anclajes.

Figura 16.

Soluciones para problemas geotécnicos



Fuente: (Vivanco, 2018)

¿Qué es índice de estabilidad?

Conocido como factor de seguridad, es una medida que ayuda a evaluar la estabilidad de un talud, se determina como una fuerza resistente al deslizamiento y lo que le provocan. Un factor de seguridad que sea mayor o igual a 1 se refiere a que las fuerzas resistentes son tan suficientes para equilibrar las fuerzas, sugiriendo una condición estable. (Borrero, 2020)

¿Qué son anclajes?

Son dispositivos que ayudan a ser integradas a un talud, roca o partes de una obra de construcción. Generalmente éstas son de armaduras metálicas que se encuentran en el terreno, se utilizan en arrastrar estructuras de contención. (Yepes, 2019)

2.4 Marco Legal

El marco legal que ampara a la Gestión de Riesgos en el país está en la Constitución de la República del Ecuador (Artículos 389 y 390), las competencias y funciones establecidas en el código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización, (COOTAD); tomando en cuenta varios ámbitos estratégicos como: el ámbito social, cultural, educativo, religioso y político. (Hinojoza, 2022)

Artículo 389 de la Constitución de la República del Ecuador señala que, es obligación del Estado proteger a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicos y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

De conformidad con el artículo 389 de la Constitución de la República del Ecuador, el Estado ejercerá la rectoría del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos a través del organismo técnico establecido en la ley.

Artículo 390 “Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. (Hinojoza, 2022)

Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respecto a su autoridad en el territorial y sin relevarlos de su responsabilidad”.

2.5 Marco Conceptual

2.5.1. Glosario de términos

Amenaza: Es un proceso el cual está expuesta a un evento de origen natural o actividad humana que generalmente ocasiona por lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, económicos y ambientales, a las viviendas de una comunidad. (GAD San Miguel, 2023)

Condiciones de suelo y roca: Suelos saturados de agua, escombros poco saturados y rocas que generan deslizamientos y hacen que la pendiente se incline y provoque desprendimientos.

Deslizamiento: Es un movimiento en masa que tiene gran material de rocas, suelo, escombros, además que se divide en tres tipos de fundamentos: Desprendimiento, deslizamientos y flujos. (Montilla, 2015)

Emergencia: Es un evento que pone en riesgo a la vida de las personas y los bienes y a los servicios de la comunidad que requieren de una ayuda o respuesta inmediata y eficaz a través de las entidades locales que ayuden a calmar la emergencia. (Tobar, 2021)

Hundimientos: Son movimientos verticales de masas de suelos, lo que ocurre a la disminución del volumen del terreno, provocados por alguna excavación a la superficie del suelo. (Montilla, 2015)

Flujos de tierra: Movimientos lentos de material blando, estos flujos frecuentemente arrastren parte de la capa vegetal, suelo. (Montilla, 2015)

Pendiente: Se relacionan con la morfología de todas las formas de relieve, es decir la pendiente favorece la delimitación de los procesos y las formas que se encuentran en el terreno. (GAD San Miguel, 2023)

Precipitación: Consiste en la caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie de la tierra.

Riesgo natural: Es lo que se podría dar en un territorio y comunidad que lo habita y puede ser afectada por un fenómeno natural de rango extraordinario. (Yanza, 2019)

Riesgo sísmico: Son pérdidas ocasionadas por acciones de construcciones geotectónicas del Ecuador. (Yanza, 2019)

Talud: Pendiente que registran el parámetro de una pared o de una superficie, sean de origen natural o artificial, se define como una superficie que se aprecia inclinada con respecto a una que se considera horizontal, puede ser inestable o estable. (Vivanco, 2018)

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación de este trabajo es **exploratorio**, una elección fundamental en la necesidad de profundizar en un fenómeno poco estudiado en el contexto específico del Barrio América del cantón San Miguel. La investigación exploratoria tiene como principal objetivo comprender de manera inicial y general el problema de los movimientos en masa, estableciendo las bases para futuros estudios, permite identificar los factores clave y generar preguntas que orienten el análisis más detallado. En el caso de esta tesis, el carácter exploratorio permite abordar la falta de información previa sobre las dinámicas geológicas y sociales de la zona, este tipo de investigación facilita la identificación de hipótesis preliminares sobre las relaciones entre las características del terreno, las actividades humanas y los riesgos asociados, proporcionando un marco inicial para proponer soluciones.

3.2 Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es mixto, lo cual implica integración de métodos cuantitativos y cualitativos para abordar de manera integral el problema planteado, este enfoque permite aprovechar las fortalezas de ambos métodos, ofreciendo una visión más completa y detallada. El método cuantitativo se utiliza para analizar datos específicos como los factores geotécnicos, geomorfológicos y climáticos que influyen en la susceptibilidad a movimientos en masa. Para ello, se emplean herramientas tecnológicas como ArcGIS y Geo5, que permiten generar modelos precisos basados en datos numéricos. Por otro lado, el método cualitativo complementa este análisis al incorporar interpretaciones sobre las condiciones sociales, económicas y culturales que incrementan las vulnerabilidades de los elementos expuestos.

3.3 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es no experimental de tipo transversal, una elección metodológica que se ajusta a la naturaleza del problema a investigar. Este diseño implica observar y analizar los fenómenos tal como se presentan en su estado natural, sin manipular las variables ni intervenir directamente en las condiciones del área de estudio. Este diseño permite evaluar la susceptibilidad del terreno y los elementos expuestos a movimientos en masa. La elección de este diseño transversal responde a la necesidad de obtener datos representativos de la situación actual del Barrio América en el año 2024, considerando los factores geológicos y sociales relevantes. Al no requerir manipulación de variables, este diseño también minimiza el impacto en el entorno, lo que es esencial en un estudio que busca comprender dinámicas naturales y antrópicas en un contexto geográfico particular.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos

Para la recolección de datos e información, se tendrá en cuenta dos tipos de fuentes, siendo una de ellas la fuente primaria, misma que proporcionará datos directos sobre el tema objeto de esta investigación; y la otra será la fuente secundaria, la cual brindará información de segunda mano.

3.4.1 Fuente primaria

Observación directa. – A través de la observación directa en el Barrio América del cantón San Miguel, se observó la pendiente muy pronunciada con varios cortes realizados por la actividad del hombre, lo que, se busca examinar ciertas cualidades del territorio, como, la composición del suelo, niveles de precipitación y zonas de inestabilidad del suelo.

Instrumentos de recolección de datos. – Se utilizó una ficha técnica de observación de campo con un formulario de preguntas que fueron aplicados a los jefes de familia que permitió

obtener información acerca de la causa de los movimientos en masa, datos generales sobre las viviendas, descripción del sitio, datos generales sobre las viviendas, características de los taludes y otras consideraciones.

3.4.2 Fuente secundaria

Revisión bibliográfica. – Para el trabajo de investigación, se desarrolla una revisión bibliográfica, documental y otras fuentes relacionadas a la misma, en páginas web, artículos científicos, tesis de pre y post grado, estudios científicos, plataformas digitales, etc.

La revisión bibliográfica a realizar, contribuye a sustentar de manera adecuada las bases teóricas, sobre movimientos en masa, estabilidad de taludes, medidas de reducción de riesgos y metodologías empleadas para la determinación de zonas susceptibles.

3.5 Población y Muestra

Nuestra investigación se desarrolló en el cantón San Miguel en la parte Norte de San Miguel con Guaranda y esta corresponde a 3,408.04m² de superficie, lo cual se constituye en nuestra área de estudio.

3.6 Técnicas de Análisis y Procesamiento de la Información

Para alcanzar los objetivos planteados en esta investigación, se emplean técnicas específicas de análisis y procesamiento de información que se alinean con la naturaleza de cada objetivo. Estas técnicas garantizan que los datos recopilados sean procesados e interpretados de manera adecuada para generar conclusiones y propuestas fundamentadas. A continuación, se detalla el enfoque aplicado para cada objetivo.

Objetivo 1: Determinar el índice de estabilidad que influye en la susceptibilidad a los deslizamientos en el Barrio América del cantón San Miguel.

Para este objetivo, se emplean técnicas de análisis geotécnico basadas en software especializado como Geo5 y ArcGIS. En primer lugar, se recopilan datos sobre las características geológicas y geomorfológicas del área, incluyendo pendientes, tipo de suelo, y factores climáticos como la precipitación. Estos datos se ingresan en Geo5 para calcular el índice de estabilidad de los taludes mediante métodos analíticos, como el método de Bishop. Adicionalmente, el análisis espacial en ArcGIS permite identificar las áreas más vulnerables a deslizamientos mediante la superposición de capas geográficas relacionadas con la pendiente y el uso del suelo. El procesamiento de esta información incluye la generación de mapas de susceptibilidad, que proporcionan una representación visual y cuantitativa de las zonas críticas.

Objetivo 2: Identificar los elementos expuestos en las zonas susceptibles a deslizamientos en el Barrio América.

Para cumplir con este objetivo, se realizan observaciones de campo combinadas con análisis de imágenes satelitales y fotografías aéreas. Las observaciones de campo permiten identificar directamente las viviendas, infraestructuras, y otros elementos presentes en las áreas vulnerables. Paralelamente, se procesan las imágenes obtenidas mediante herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica) para clasificar y localizar los elementos expuestos en el mapa del área de estudio. Estas imágenes se complementan con una ficha realizada a los habitantes locales, lo que permite validar la información sobre el uso y estado de las infraestructuras expuestas. El procesamiento de los datos incluye la clasificación y categorización de los elementos según su nivel de vulnerabilidad, utilizando indicadores como antigüedad, material de construcción y estado de mantenimiento.

Objetivo 3: Proponer medidas de reducción de riesgos ante el evento de movimientos en masa en el área de estudio.

Para este objetivo, se utilizará una revisión bibliográfica como técnica principal de análisis y procesamiento de la información. Este enfoque consiste en recopilar, analizar y sintetizar información relevante de estudios previos, normativas, guías técnicas y casos de éxito relacionados con la mitigación de riesgos por movimientos en masa en contextos similares.

La revisión bibliográfica se llevará a cabo mediante la identificación de fuentes confiables, incluyendo artículos científicos, informes técnicos, tesis académicas y documentos oficiales sobre gestión de riesgos, estabilidad de taludes y medidas estructurales y no estructurales aplicadas en áreas vulnerables. Estas fuentes permitirán comprender las estrategias más efectivas y adaptarlas al contexto del Barrio América.

El procesamiento de la información recopilada se realizará mediante una clasificación temática, en la que se organizarán las medidas en dos categorías principales: estructurales (como construcción de muros de contención, sistemas de drenaje superficial y subterráneo) y no estructurales (como reforestación, educación comunitaria y planificación territorial). Además, se incluirá lo que son los elementos expuestos como son: las vías, edificaciones, agua potable y sistema eléctrico.

Proceso por cada objetivo

Objetivo 1. – Determinar el índice de estabilidad que influye en la susceptibilidad a los deslizamientos en el Barrio América del cantón San Miguel.

En este objetivo se han utilizado los programas Google Earth, ArcGIS 10.5 y el software Geo5 para procesar la información correspondiente al presente objetivo.

Mediante la ayuda del programa Google Earth y ArcGIS se lograron obtener las curvas de nivel y puntos de medición de longitud respectivamente para digitalizar los taludes en el software Geo5, a demás estos datos fueron comprobados con los puntos tomadas en campo para diseñar el perfil de cada talud con la ayuda del GPS y la carta topográfica del sector, mediante el cual se pudo obtener resultados más cercanos a la realidad del área de estudio.

En el software se analizó la estabilidad de los taludes mediante la aplicación del método Bishop, el análisis será el de estándar y grillado y se lo realizará mediante el factor de seguridad propuesto y el obtenido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), tomando en cuenta los parámetros insertados en el programa como las propiedades del suelo de cada talud, como su peso unitario, estado de tensión, ángulo de fricción interna, cohesión del suelo, peso unitario de suelo saturado, el tipo de suelo y el coeficiente sísmico horizontal.

Tabla 3.

Fórmula y Cálculo para el Software Geo5

Fórmulas para el Geo5	
Cálculo 1. Volumen de la Muestra (V)	
Fórmula $V = A \cdot H$	Cálculo $V = 10m^2 \cdot 1m = 10m^3$
Cálculo 2. Peso Seco de la Muestra (W_s)	
Fórmula $w_s = V \cdot \gamma d$	Cálculo $w_s = 10m^3 \cdot 16kN / m^3 = 160kN$
Cálculo 3. Peso Húmedo de la muestra (w_h)	
Fórmula $W_h = w_s \cdot (1 + w)$	Cálculo $W_h = 160kN \cdot (1 + 0.30)$

	$W_h = 160 \cdot 1.30 = 208KN$
Cálculo 4. Grado de Saturación	
Fórmula $S = (w \cdot \rho_s) / (n \cdot \rho_w)$	Cálculo $S = (0.30 \cdot 26.5) / (0.45 \cdot 981)$ $S = 1.8 \%$ Un valor superior al 100% implica que el suelo puede estar más saturado debido a presiones externas o condiciones específicas. Son embargo, en condiciones normales, el valor se ajusta al 100% (completamente saturado).
Cálculo 5. Peso Unitario del Suelo	
Fórmula $\gamma_h = h / V$	Cálculo $\gamma_h = 208 / 10 = 20.8kN / m^3$
Cálculo 6. Peso Unitario Seco (γ_d)	
Fórmula $\gamma_d = \gamma_h / (1 + w)$	Cálculo $\gamma_d = 20.8 / (1 + 0.30) = 20.8/1.30$ $= 16.0kN / m^3$
Cálculo 7. Peso Unitario Saturado (γ_{sat})	
Fórmula $\gamma_{sat} = \gamma_d + 5 * pW \cdot n$	Cálculo $\gamma_{sat} = 16.0 + (1.0 * 9.81 * 0.45)$
Cálculo 8. Angulo de Fricción	
Fórmula $\phi = \tan^{-1}((\tau - c) / \sigma)$	Cálculo $\phi = \tan^{-1}((25 - 15) / 16)$ $\phi = \tan^{-1}(0.625)$ $\phi = 32.0^\circ$

Coeficiente Sísmico Horizontal

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

Tabla 4.

Formula del coeficiente sismo Horizontal

Formula del Coeficiente Sísmico Horizontal	
$kh = 0,6 (amax)/g$	$kh = \frac{0.6 \cdot amax}{g}$
$amax = Z \cdot Fa$	$kh = \frac{0.6 \cdot 0.43}{9.8}$
$amax = 0,35 * 1,23$	$kh = \frac{0.258}{9.8}$
$amax = 0,43$	$kh = 0.026$

Método Bishop

Se utilizó el método Bishop en el software Geo5 para analizar la estabilidad de taludes y laderas, mediante el cálculo de factor seguridad. Es uno de los métodos más comunes dentro de la mecánica para evaluar la estabilidad de pendientes y se basa en la teoría de equilibrio límite.

¿Para qué nos sirve?

- Diseño de análisis de estabilidad en proyectos de construcción, minería e infraestructura.
- Evaluación de riesgos geotécnicos, previniendo de tramos de tierra.
- Optimización de soluciones de estabilización. como muros de contención y drenajes.

Objetivo 2: Identificar los elementos expuestos en las zonas susceptibles a deslizamientos en el Barrio América.

Zonificación e identificación de los elementos

1. Delimitación del Área de Estudio

Herramienta utilizada: Software ArcGIS y base cartográfica proporcionada por el GAD de San Miguel de Bolívar.

Procedimiento: Se estableció un polígono que abarca el barrio América, utilizando coordenadas obtenidas en campo y confirmadas con la cartografía oficial.

2. Recolección de Datos en Campo

Instrumento: GPS de alta precisión para tomar puntos georreferenciados.

Proceso:

- Se recorrieron las vías y lotes dentro del área de estudio.
- Se registraron las coordenadas de los vértices de cada elemento, asegurando cobertura total del área.
- Se midieron áreas y perímetros directamente en el terreno.

3. Procesamiento de Datos

Software: ArcGIS.

- Se ingresaron los puntos GPS y se generaron polígonos representativos de cada elemento (vías y lotes).
- Se calcularon las áreas en m² y ha, así como los perímetros en metros, mediante las herramientas de análisis espacial.

4. Verificación y Validación

Base de comparación: La información obtenida en campo se corroboró con la base cartográfica oficial del GAD.

5. Modelos Utilizados

Modelo de Georreferenciación: Basado en coordenadas UTM y el sistema de referencia WGS 84.

Modelo Cartográfico: Representación a escala 1:5,000, adecuada para identificar detalles relevantes en un área de tamaño moderado como el barrio América.

6. Elaboración de Mapas

Se generaron mapas temáticos que reflejan la distribución de los elementos expuestos, resaltando:

- Vías principales y secundarias.
- Predios clasificados por tamaño y uso.

Procedimiento para Infraestructura de los elementos expuestos

Para la dimensión de Infraestructura, se implementará, un procedimiento técnico para caracterizar y clasificar el tipo de construcción, material de construcción, el estado de mantenimiento y la antigüedad de la edificación. Este proceso se llevará a cabo mediante el uso de herramientas tecnológicas como ArcGIS y Excel, complementadas para cada variable:

Tipo de construcción

Para la obtención del tipo de construcción se implementará un proceso técnico que incluirá la clasificación en tres categorías: vivienda, lote baldío y vía. Estas categorías serán añadidas a la capa geográfica correspondiente mediante la creación de un nuevo campo de texto

en la tabla de atributos. Posteriormente, se utilizará la herramienta Field Calculator para asignar de manera automatizada la categoría correspondiente a cada elemento.

Material de Construcción

Se establecerán las categorías bloque o ladrillo, adobe, mixta, asfalto y lastre o tierra compactada como tipos de materiales. Estos datos serán ingresados a una matriz de extracción de datos, la cual se estructurará en Excel para permitir su sistematización. Se agregarán al ArcGIS, creando un nuevo campo de texto denominado "Material de Construcción". Con la herramienta Field Calculator, se automatizará la clasificación de cada registro según el material identificado durante la inspección.

Estado de Mantenimiento

Se define tres categorías: bueno, regular y malo. Esta información se integrará a la tabla de atributos de la capa geográfica en ArcGIS, agregando un campo de texto denominado "Estado de Mantenimiento". Utilizando Field Calculator, se automatizará la asignación de las categorías.

Antigüedad de la Edificación

Para clasificar la antigüedad de las edificaciones, se establecerán las categorías: 5 a 10 años, 11 a 16 años, 17 años o más y Ninguna (en caso de no existir edificaciones). En ArcGIS, se agregará un nuevo campo de texto denominado "Antigüedad de la Edificación" a la tabla de atributos de la capa. Con el uso de Field Calculator, se asignarán las categorías correspondientes según la información registrada, facilitando el análisis espacial de esta variable.

Número de Personas por Promedio

Para esta variable, se establecerán las categorías: 0 a 1, 2 a 4 y 5 o más. Los datos recopilados se ingresarán en una matriz de extracción de datos en Excel, clasificando cada

predio según su rango de ocupación. Posteriormente, se añadirá un nuevo campo de texto denominado "Número de Personas" a la tabla de atributos de la capa en ArcGIS. Con la herramienta Field Calculator, se automatizará la asignación de las categorías a cada registro, permitiendo una integración eficiente de los datos.

Nivel Socioeconómico

El nivel socioeconómico se clasificará en alto, medio y bajo, basado en factores como el tipo de construcción, el estado de mantenimiento, y el acceso a servicios básicos. Estos datos serán organizados en una matriz de extracción en Excel. La información se transferirá a la tabla de atributos en ArcGIS, agregando un campo de texto denominado "Nivel Socioeconómico". Usando Field Calculator, se asignará automáticamente la categoría correspondiente a cada registro, asegurando coherencia con los datos observados en campo.

Acceso a Recursos de Emergencia

Para medir el acceso a recursos de emergencia, se definirán las categorías: alto, medio y bajo, basadas en la proximidad a servicios como hospitales, estaciones de bomberos, puntos de evacuación y acceso a medios de transporte en casos de emergencias. En Excel, se sistematizará esta información en una matriz, asignando valores según la accesibilidad observada y validada en el terreno. Esta información será incorporada a ArcGIS en un campo denominado "Acceso a Recursos de Emergencia".

Proximidad a Zonas de Riesgos

La proximidad a zonas de riesgo se clasificará en dos categorías: cerca de la amenaza y lejos de la amenaza. Estas áreas se integrarán en ArcGIS como una capa geográfica.

Utilizando herramientas de análisis espacial en ArcGIS, como el cálculo de distancias o buffers, se calculará la proximidad de cada predio a las áreas de riesgo. Los predios ubicados

dentro de un radio definido (por ejemplo, 100 metros de las zonas de amenaza) serán clasificados como cerca de la amenaza, mientras que aquellos fuera de este rango serán categorizados como lejos de la amenaza. Con Field Calculator, se automatizará la asignación de las categorías para garantizar la consistencia de los datos.

Elevación del Terreno

Para la elevación del terreno, se definirán tres categorías: bajo (2420-2440m), medio (2441-2455m) y alto (2456-2470m). Los datos de elevación serán obtenidos de modelos digitales de elevación (DEM) integrados en ArcGIS, lo que permitirá un análisis detallado del relieve. Utilizando la herramienta de extracción de valores de elevación de ArcGIS, se asignará un valor de altitud a cada predio. Estos valores serán clasificados en las categorías definidas mediante la herramienta Field Calculator, basándose en los rangos preestablecidos.

Historial de Eventos Pasados

La variable será clasificada en tres categorías: 0-2 eventos, 3-6 eventos y 7 o más eventos, basándose en registros históricos de eventos de deslizamientos, inundaciones o movimientos en masa. Estos registros se integrarán en una matriz de datos en Excel. Utilizando ArcGIS, se creará una capa geográfica que contenga los datos históricos. Mediante la herramienta Spatial Join, se asignará a cada predio el número de eventos registrados en su área de influencia. Esta información será incorporada en la tabla de atributos de la capa, añadiendo un campo denominado "Historial de Eventos". Posteriormente, con Field Calculator, se automatizará la clasificación de cada predio en las categorías establecidas.

Intensidad de Eventos Previos

Para esta variable, se definirán las categorías: leve, moderado y severo, basadas en la magnitud de los impactos de eventos previos. La intensidad será evaluada mediante la revisión

de reportes técnicos, registros históricos y entrevistas con habitantes locales. Los datos serán organizados en una matriz de extracción de datos en Excel, asociando cada predio con la intensidad predominante de los eventos previos en el área. Esta información será integrada en ArcGIS como un campo de texto denominado "Intensidad de Eventos". Utilizando la herramienta Field Calculator, se clasificarán los predios según la intensidad registrada, garantizando coherencia en los datos procesados.

Integración y Análisis Final

Los datos recopilados y procesados para estas variables serán integrados en la tabla de atributos de la capa en ArcGIS. Esto permitirá realizar análisis espaciales avanzados para identificar patrones de exposición a amenazas y áreas con mayor historial o intensidad de eventos. Además, se generarán mapas temáticos que visualicen la distribución de estas características en el área de estudio, sirviendo como insumo clave para la toma de decisiones en la gestión del territorio y la mitigación de riesgos.

Objetivo 3: Proponer medidas de reducción de riesgos ante el evento de los movimientos en masa en el área de estudio.

Una vez identificadas las zonas con niveles de amenaza a movimientos en masa descritas en el objetivo 2, mediante la revisión bibliográfica y de otras fuentes, se establecieron medidas estructurales y no estructurales para la zona de estudio, adicional se implementó una matriz con cada elemento expuesto.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados

4.2 Resultado del objetivo 1: Determinar el índice de estabilidad que influyen en la susceptibilidad a los deslizamientos en el barrio América del cantón San Miguel.

En el área de estudio, se identificaron cuatro taludes potencialmente peligrosos, debido a que presentan una pendiente pronunciada, por la presencia de tuberías de agua que son utilizadas para los hidrantes y para los desfogues de agua de las casas de los moradores y otras actividades agrícolas, además de estar al costado de la vía principal con una circulación de vehículos considerables, lo cual puede generar graves afectaciones.

Para la obtención de este objetivo, se realizó el trabajo de escritorio y la utilización de la carta cartográfica, donde se pudo obtener los cortes de taludes, además se utilizaron los programas Google Earth, ArcGIS y de igual forma la visita de campo con el GPS Montana 700, se corrobora que la medida es 221.008 metros en la escala máxima de x, en cuanto al rango de profundidad se estableció la diferencia de las curvas de nivel de 2442 msnm y 2424 msnm que fue el área de influencia denotada en campo que está en peligro cobijando las edificaciones siendo 18m. Se utilizó el software Geo5, mediante un análisis de estabilidad de talud, aplicando el método de Bishop Estándar y el tipo de análisis en grillado, este método es un refuerzo estructural en taludes que usa elementos horizontales y verticales que están interconectados para mejorar la estabilidad.

Para la obtención de la altura de cada perfil, se tuvo en cuenta las coordenadas de cada uno considerando que $Y_{\text{mínimo}} - Y_{\text{máximo}}$ es la fórmula para determinar la altura en metros,

basándonos en los datos siguientes se obtendrá (H) que es la altura, de esa forma se podrá calcular el índice de estabilidad.

Formula:

Talud # 1

$$H = Y_{max} - Y_{min}$$

$$H = Y_{máximo} - Y_{mínimo}$$

$$H = 92.99 - (-0.01)$$

$$H = 93m$$

Talud # 2

$$H = Y_{máximo} - Y_{mínimo}$$

$$H = 90 - 0$$

$$H = 90 m$$

Talud # 3

$$H = Y_{máximo} - Y_{mínimo}$$

$$H = 95 - 0$$

$$H = 95 m$$

Talud # 4

$$H = Y_{máximo} - Y_{mínimo}$$

$$H = 92 - 0$$

$$H = 92m$$

Así mismo ya obtenidos los datos se considerarán que cada talud tiene diferente altura, las cuales serán representadas en la formula del índice de estabilidad, de la misma manera se

mostrará si el talud es estable o inestable que se identificarán con cada imagen, a continuación, se mostrará los resultados de cada perfil, de igual manera se interpretará los resultados de acuerdo al porcentaje que se determina mediante el software Geo5.

4.2.1 Perfil 1

Tabla 5.

Dimensiones del Modelo Geotécnico

Parámetro	Valor	Unidad
Rango mínimo en X	0.00	[m]
Rango máximo en X	221.00	[m]
Profundidad del modelo por debajo del punto de interfaz más profundo	18.00	[m]

Nota: Esta tabla describe las dimensiones espaciales configuradas para el modelo geotécnico, incluyendo el rango horizontal en el eje x y la profundidad vertical en metros.

Tabla 6.

Interfaz del Talud: Análisis de los Puntos de Intersección

No.	x [m]	y [m]
1	0.00	-0.01
2	13.57	1.23
3	33.00	3.00
4	44.00	6.00
5	55.00	9.00
6	62.00	12.00

7	72.00	15.00
8	94.00	18.00
9	97.00	21.00
10	106.00	24.00
11	111.00	27.00
12	152.67	52.00
13	221.00	92.99

Figura 17.

Modelamiento del talud

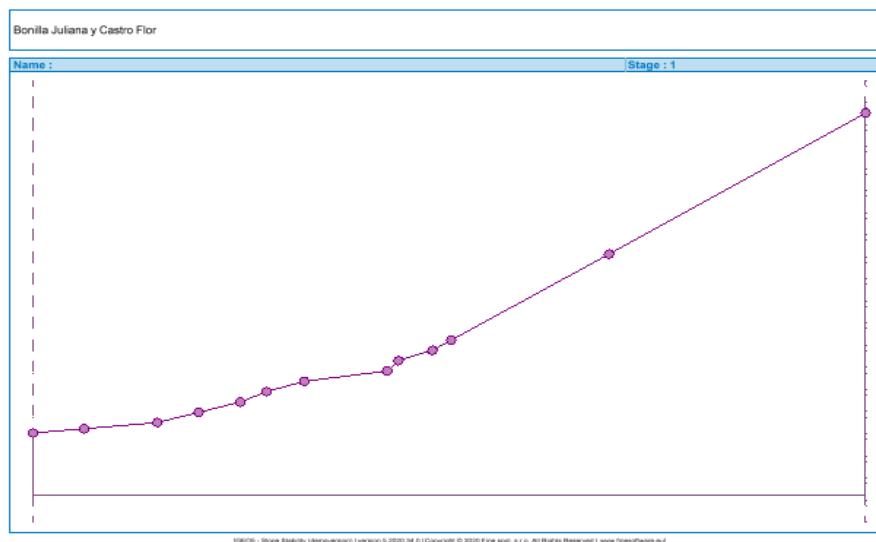
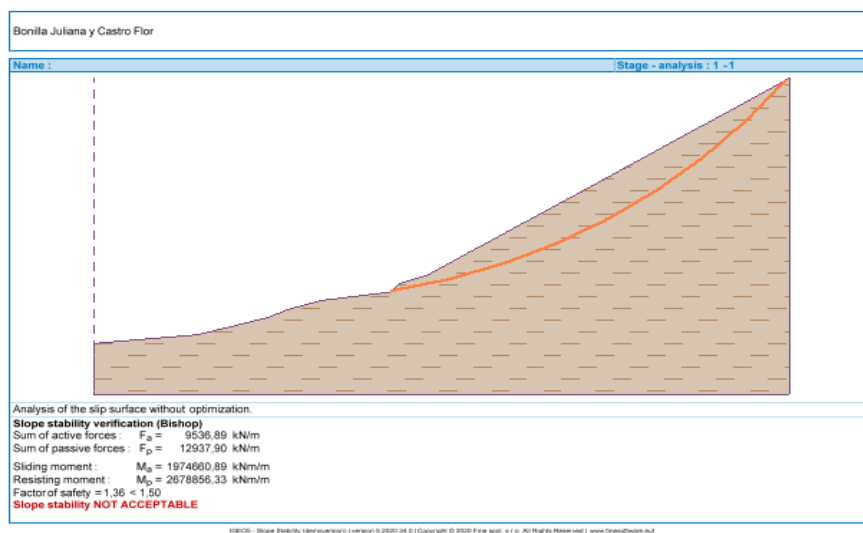
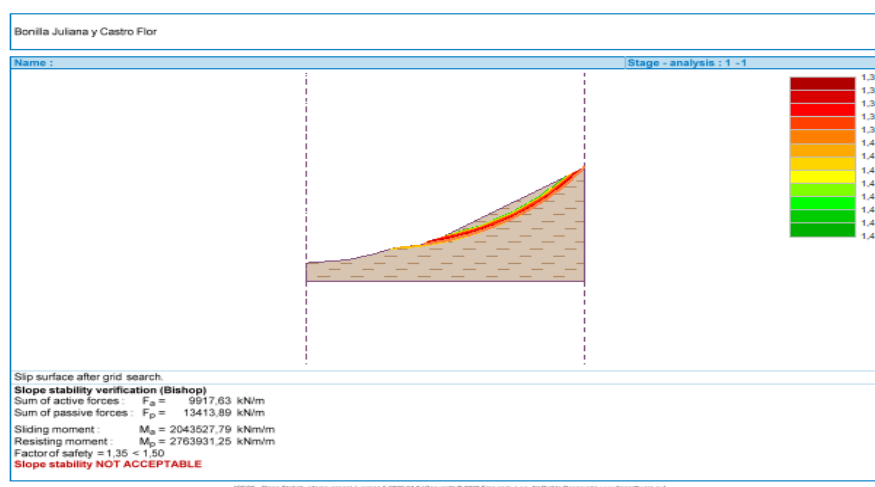


Figura 18.*Método Bishop Estándar*

En el perfil 1 se muestra que el factor de seguridad es menor al factor que corresponde, considerando 1,50 el límite más alto, sin embargo, al ubicar los puntos para diseñar el perfil se indicó el FS es de 1,36 siendo menor a 1,50 lo que se considera como un talud inestable.

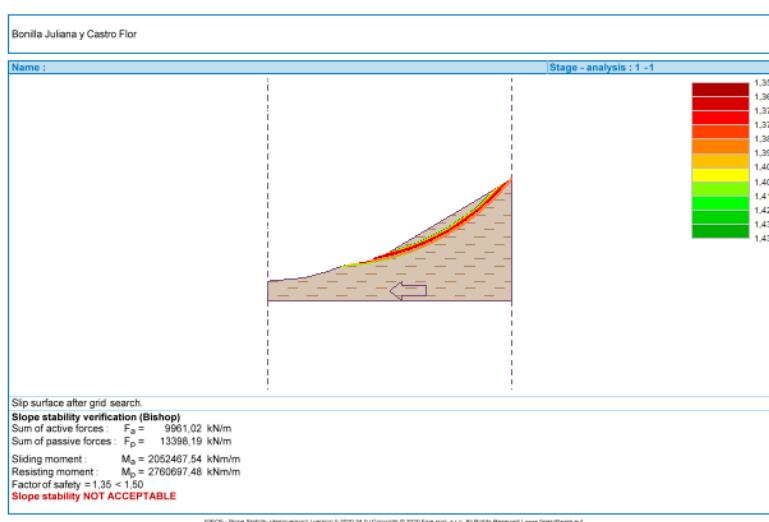
Figura 19.*Tipo de Análisis Grillado*

Nota: Corte del perfil 1, lado B sin coeficiente sísmico, factor de seguridad 1,35 nos indica que el talud es inestable.

La utilización de este tipo de análisis en grillado nos ayuda para determinar en qué áreas son inestables, poco estables y estables, mediante este análisis nos permitirá realizar medidas de prevención como anclajes o pilotes. El factor de seguridad global calculado por el método de Bishop es de 1,35, valor seleccionado por el software, lo cual es inferior al valor aceptable de 1,50. Esto significa que el talud es inestable y existe un alto riesgo de falla.

Figura 20.

Coefficiente sísmico



Nota: Corte del perfil 1, lado B con coeficiente sísmico, factor de seguridad 1,35 nos indica la estabilidad del talud no aceptable.

Se han realizado en base al coeficiente sísmico horizontal que es de 0,026, valor que se obtiene representando la formula, resultado que muestra una sección transversal del talud, donde se puede apreciar la superficie del terreno y la superficie de falla potencial, representa el factor de seguridad en cada punto del talud. El factor de seguridad calculado por el método de Bishop es de 1,35 lo cual es inferior al valor aceptable de 1,50, esto representa que el talud es inestable.

Interpretación

Se determinó que el factor de seguridad del perfil uno mediante el software GEO5 el cual se consideró como un perfil inestable con un porcentaje de 1.36 es menor que el factor de seguridad de 1,50 mediante estos resultados se podrá realizar la fórmula para la obtención del índice de estabilidad utilizando los datos de las propiedades del suelo, de igual manera se utilizará la altura de cada perfil la cual se identificó mediante la fórmula ya mencionada anteriormente.

Formula:

$$N = \frac{c}{H * H * F}$$

Los componentes de esta fórmula son:

N : índice de estabilidad.

c : cohesión del suelo (KPa).

γ : Peso unitario del suelo (KN/m³).

H : Altura del talud.

F : Factor de seguridad.

Formula:

$$N = \frac{c}{H * H * F}$$

$$N = \frac{15}{16 * 93 * 1,50}$$

$$N = \frac{15}{2,23}$$

$$N = 0,44$$

Realizada la formula se determinó que el índice de estabilidad es 0,44, ya que, si el índice de estabilidad es bajo o menor a 1,0 nos indica un mayor riesgo de falla, por lo que es un parámetro que evalúa la probabilidad de falla de un talud o estructura considerando los parámetros del suelo, mientras que el factor de seguridad es 1.36 por lo que se consideró que el perfil es inestable.

4.2.2 Perfil 2

Tabla 7.

Dimensiones del Modelo Geotécnico

Parámetro	Valor	Unidad
Rango Mínimo en X	0.00	[m]
Rango Máximo en X	201.00	[m]
Profundidad del modelo por debajo del punto de interfaz más profundo	16.00	[m]

Nota: Este corte representa una sección del talud con un rango horizontal reducido respecto al original y una menor profundidad para evaluar las zonas inferiores del talud.

Tabla 8.*Interfaz del Talud*

No.	x [m]	y [m]
1	0.00	0.00
2	10.00	2.00
3	50.00	15.00
4	100.00	40.00
5	150.00	70.00
6	185.00	90.00

Nota: Este corte abarca un rango horizontal desde 0 hasta 185 metros y alcanza una elevación de 90 metros en su punto más alto.

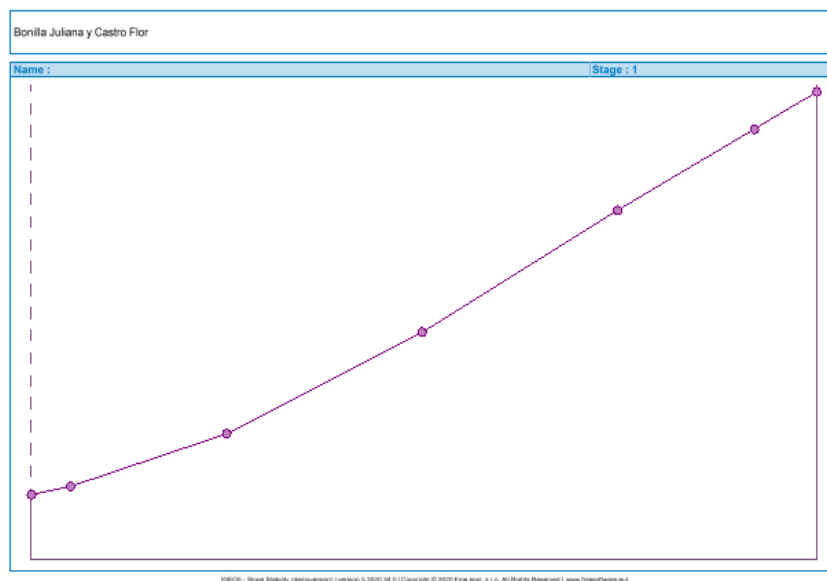
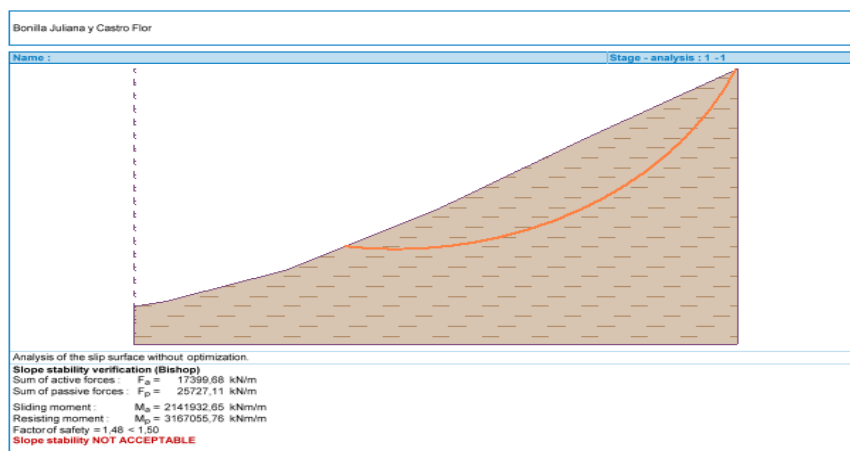
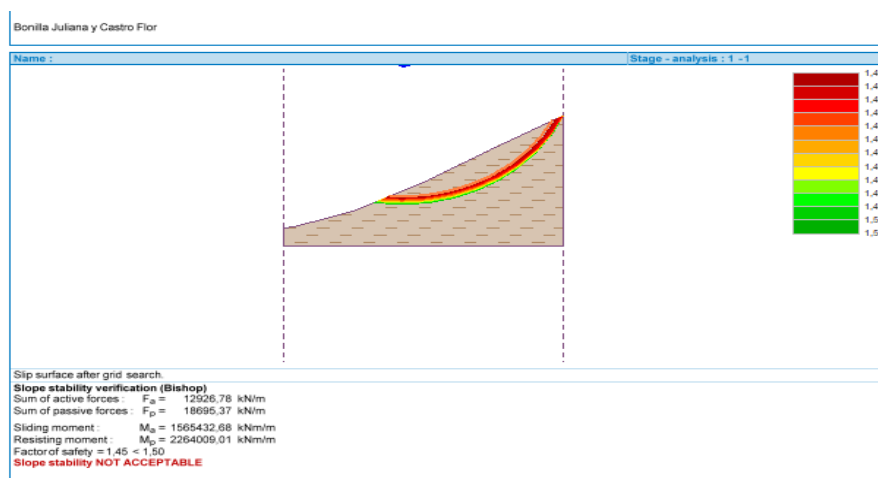
Figura 21.*Modelamiento del Talud*

Figura 22.*Método Bishop Estándar*

En el perfil 1 se muestra que el factor de seguridad es menor al factor que corresponde ya que se consideró que 1,50 es el límite más alto, sin embargo, al ubicar los puntos para diseñar el perfil se determinó que el FS es de 1,48 lo cual es menor a 1,50 lo que se considera como un talud inestable.

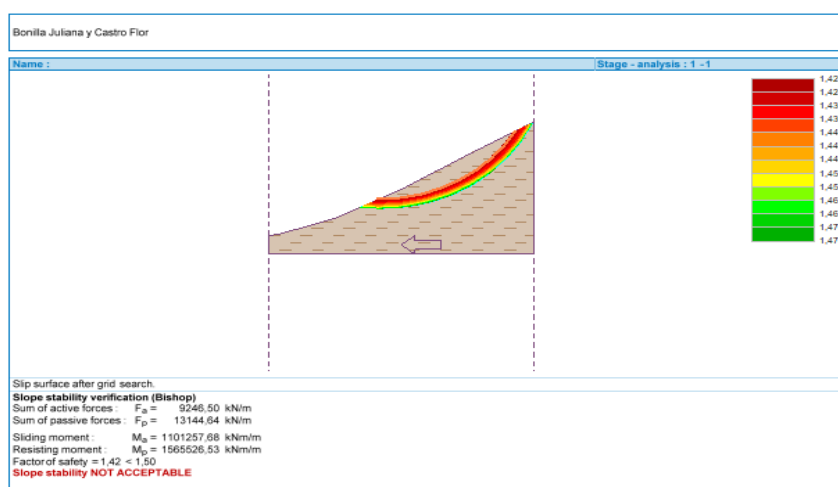
Figura 23.*Tipo de análisis en Grillado*

Nota: Corte del perfil 2, lado B sin coeficiente sísmico, factor de seguridad 1,45, nos indica que el talud es inestable.

La utilización de este tipo de análisis en grillado nos ayuda para determinar en qué áreas son inestables, poco estables y estables, mediante este análisis nos permitirá realizar medidas de prevención como anclajes o pilotes. El factor de seguridad global calculado por el método de Bishop es de 1,45, valor seleccionado por el software, lo cual es un valor inferior al valor aceptable de 1,50. Esto significa que el talud es inaceptable.

Figura 24.

Coefficiente sísmico



Nota: Corte del perfil 2, lado B con coeficiente sísmico, factor de seguridad 1,42 nos indica la estabilidad del talud no aceptable.

Se ha realizado en base al coeficiente sísmico horizontal que es de 0,026, valor que se obtiene representando la formula, resultado que muestra una sección transversal del talud, donde se puede apreciar la superficie del terreno y la superficie de falla potencial, representa el factor seguridad en cada punto del talud. El factor de seguridad calculado por el método de Bishop es de 1,42 lo cual es inferior al valor aceptable de 1,50, esto representa que el talud es inestable.

Interpretación

Se determinó el factor de seguridad del perfil uno mediante el software GEO5 el cual se consideró como un perfil inestable con un porcentaje de 1.48 el cual es menor que el factor de seguridad de 1,50 mediante estos resultados se podrá realizar la fórmula para la obtención del índice de estabilidad utilizando los datos de las propiedades del suelo.

Formula:

$$N = \frac{c}{H * \gamma * F}$$

Los componentes de esta fórmula son:

N : índice de estabilidad.

c : cohesión del suelo (KPa).

γ : Peso unitario del suelo (KN/m³).

H : Altura del talud.

F : Factor de seguridad.

Formula.

$$N = \frac{c}{H * \gamma * F}$$

$$N = \frac{15}{16 * 90 * 1,50}$$

$$N = \frac{15}{2,16}$$

$$N = 0,14$$

Realizada la formula se determinó que el índice de estabilidad es 0.14 ya que, si el índice de estabilidad es bajo o menor a 1,0 nos indica un mayor riesgo de falla, ya que es un parámetro que evalúa la probabilidad de falla de un talud, considerando los parámetros del suelo, mientras que el factor de seguridad es 1.48 por lo que se consideró que el perfil es inestable.

4.2.3 Perfil 3

Tabla 9.

Dimensiones del Modelo Geotécnico

Parámetro	Valor	Unidad
Rango mínimo en X	0.00	[m]
Rango máximo en X	210.00	[m]
Profundidad del modelo por debajo del punto de interfaz más profundo	17.00	[m]

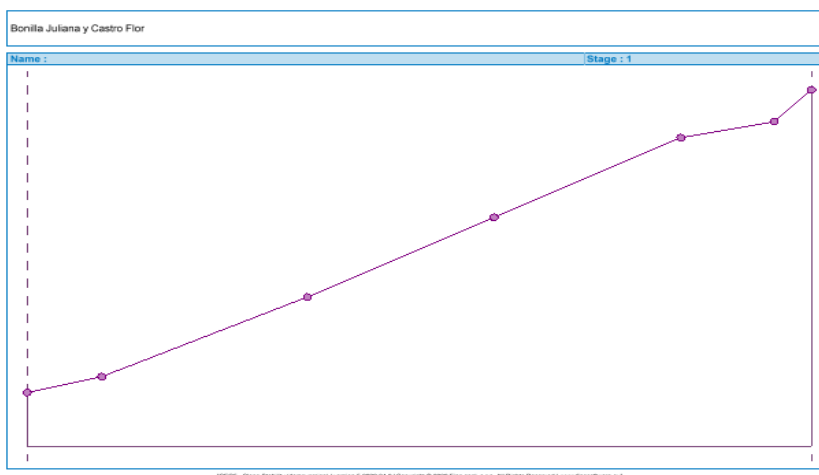
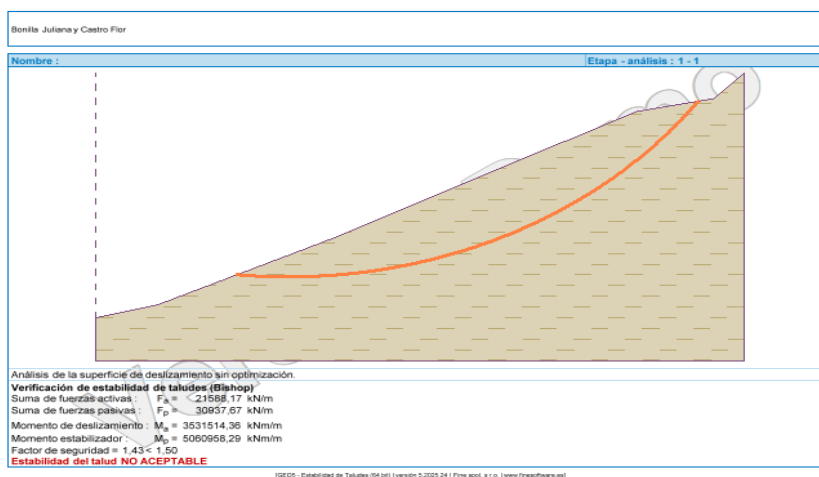
Nota: Este corte representa un rango intermedio del talud, con valores ligeramente ajustados para reflejar las características geomorfológicas del área.

Tabla 10.

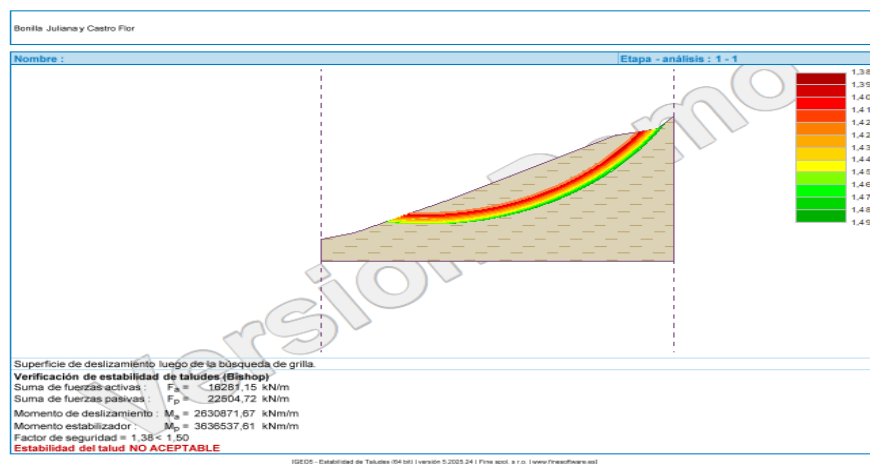
Interfaz del talud

No.	x [m]	y [m]
1	0.00	0.00
2	20.00	5.00
3	75.00	30.00
4	125.00	55.00
5	175.00	80.00
6	200.00	85.00
7	210.00	95.00

Nota: Este corte cubre un rango horizontal desde 0 hasta 210 metros y alcanza una elevación de 95 metros.

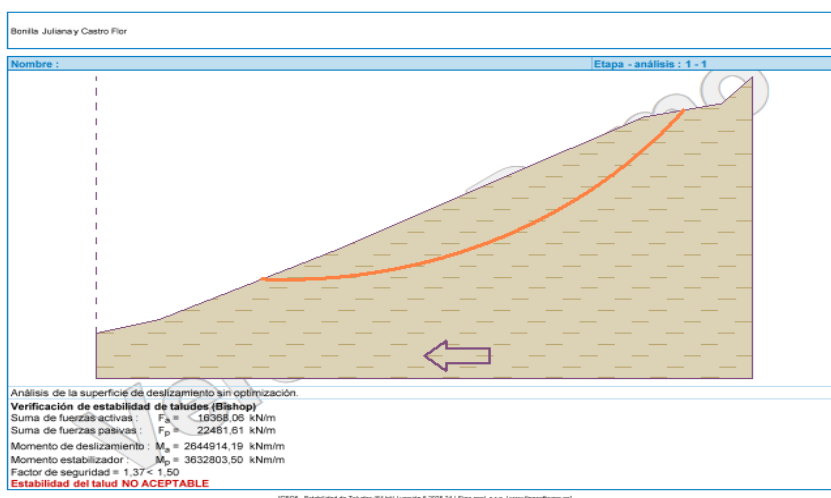
Figura 25.*Modelamiento del talud***Figura 26.***Método Bishop Estándar*

En el perfil 1 se muestra que el factor de seguridad es menor al factor que corresponde ya que se consideró que 1,50 es el límite más alto, sin embargo, al ubicar los puntos para diseñar el perfil se determinó que el FS es de 1,43 lo cual es menor a 1,50 lo que se considera como un talud inestable.

Figura 27.*Tipo de análisis en Grillado*

Nota: Corte del perfil 3, lado B sin coeficiente sísmico, factor de seguridad 1,38, nos indica que el talud es inestable.

La utilización de este tipo de análisis en grillado nos ayuda para determinar en qué áreas son inestables, poco estables y estables, mediante este análisis nos permitirá realizar medidas de prevención como anclajes o pilotes. El factor de seguridad global calculado por el método de Bishop es de 1,38, valor seleccionado por el software, lo cual es un valor inferior al valor aceptable de 1,50. Esto significa que el talud es inestable.

Figura 28.*Coefficiente Sísmico*

Nota: Corte del perfil 3, lado B con coeficiente sísmico, factor de seguridad 1,37, nos indica que el talud es inestable.

Se ha realizado en base al coeficiente sísmico horizontal que es de 0,026, valor que se obtiene representando la formula, resultado que muestra una sección transversal del talud, donde se puede apreciar la superficie del terreno y la superficie de falla potencial, representa el factor de seguridad en cada punto del talud. El factor de seguridad calculado por el método de Bishop es de 1,37 lo cual es inferior al valor aceptable de 1,50, esto representa que el talud es inestable.

Interpretación

Se determino el factor de seguridad del perfil uno mediante el software GEO5 el cual se consideró como un perfil inestable con un porcentaje de 1.43 el cual es menor que el factor de seguridad de 1,50 mediante estos resultados se podrá realizar la fórmula para la obtención del índice de estabilidad utilizando los datos de las propiedades del suelo.

Formula:

$$N = \frac{c}{H * \gamma * F}$$

Los componentes de esta fórmula son:

N : índice de estabilidad.

c : cohesión del suelo (KPa).

γ : Peso unitario del suelo (KN/m³).

H : Altura del talud.

F : Factor de seguridad.

Formula.

$$N = \frac{c}{H * \gamma * F}$$

$$N = \frac{14}{16,20 * 95 * 1,50}$$

$$N = \frac{14}{2,308}$$

$$N = 0,46$$

Realizada la formula se determinó que el índice de estabilidad es 0.46 ya que, si el índice de estabilidad es bajo o menor a 1,0 nos indica un mayor riesgo de falla, por lo que es un parámetro que evalúa la probabilidad de falla de un talud o estructura considerando los

parámetros del suelo, mientras que el factor de seguridad es 1.43 por lo que se consideró que el perfil es inestable.

4.2.4 Perfil 4

Tabla 11.

Dimensiones del Modelo Geotécnico

Parámetro	Valor	Unidad
Rango mínimo en X	0.00	[m]
Rango máximo en X	215.00	[m]
Profundidad del modelo por debajo del punto de interfaz más profundo	18.50	[m]

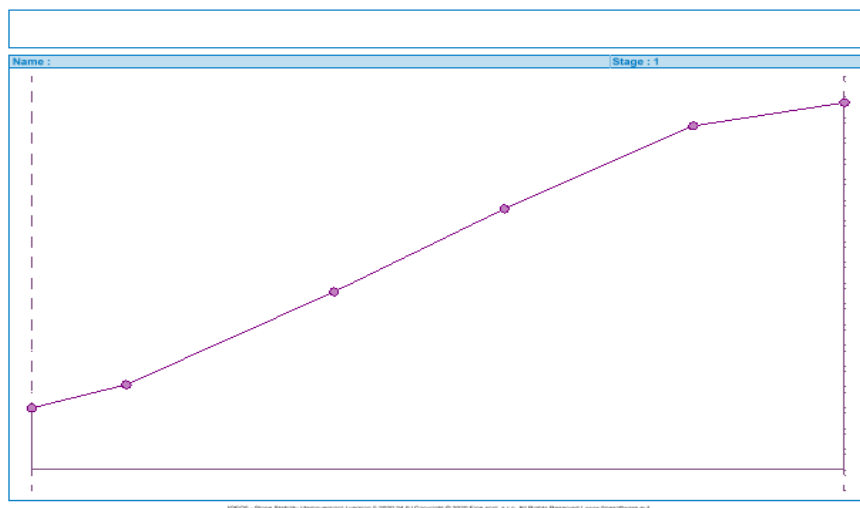
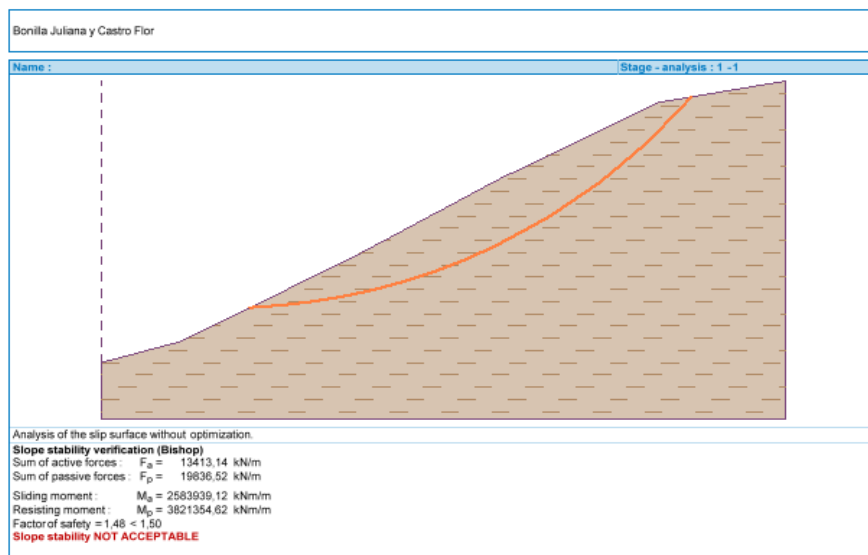
Nota: Este corte abarca una sección superior del talud con valores cercanos al rango original, pero con pequeñas variaciones para un análisis detallado.

Tabla 12.

Interfaz del Talud

No.	x [m]	y [m]
1	0.00	0.00
2	25.00	7.00
3	80.00	35.00
4	125.00	60.00
5	175.00	85.00
6	215.00	92.00

Nota: Este corte analiza la parte superior del talud, con un rango horizontal que alcanza los 215 metros y una elevación máxima de 100 metros.

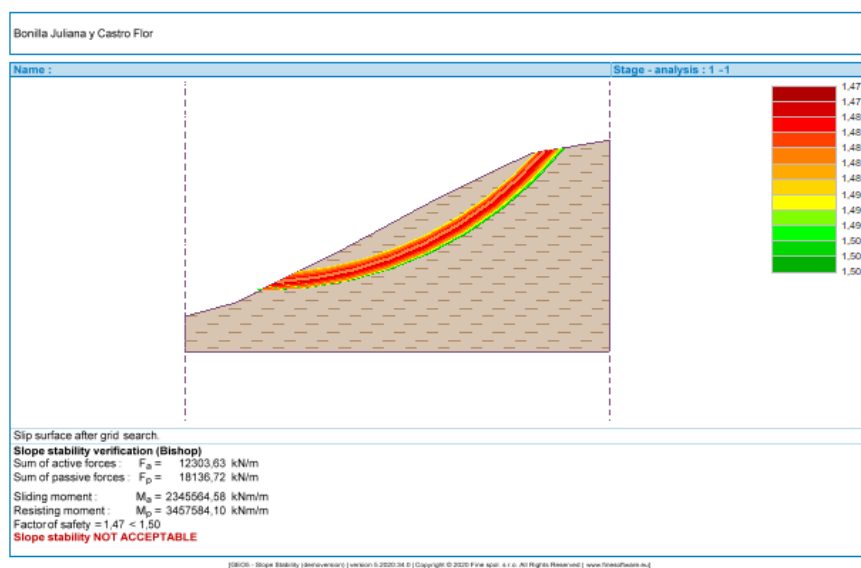
Figura 29.*Modelamiento del Talud***Figura 30.***Método Bishop Estándar*

En el perfil 1 se muestra que el factor de seguridad es menor al factor que corresponde ya que se consideró que 1,50 es el límite más alto, sin embargo, al ubicar los puntos para diseñar el

perfil se determinó que el FS es de 1,48 lo cual es menor a 1,50 lo que se considera como un talud inestable.

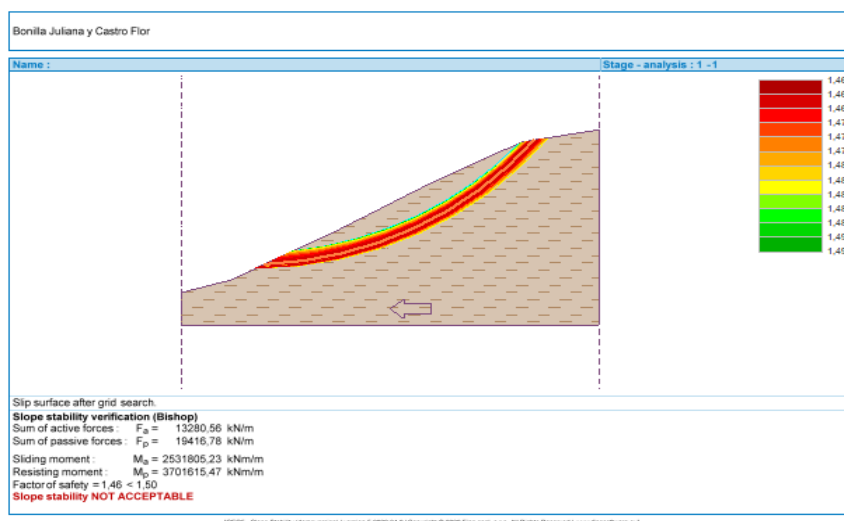
Figura 31.

Tipo de análisis en Grillado



Nota: Corte del perfil 4, lado B sin coeficiente sísmico, factor de seguridad 1,47, nos indica que el talud es inestable.

La utilización de este tipo de análisis en grillado nos ayuda para determinar en qué áreas son inestables, poco estables y estables, mediante este análisis nos permitirá realizar medidas de prevención como anclajes o pilotes. El factor de seguridad global calculado por el método de Bishop es de 1,47, valor seleccionado por el software, lo cual es un valor inferior al valor aceptable de 1,50. Esto significa que el talud es inestable.

Figura 32.*Coficiente sísmico*

Nota: Corte del perfil 4, lado B con coeficiente sísmico, factor de seguridad 1,46 nos indica que el talud es inestable.

Se ha realizado en base al coeficiente sísmico horizontal que es de 0,026, valor que se obtiene representando la formula, resultado que muestra una sección transversal del talud, donde se puede apreciar la superficie del terreno y la superficie de falla potencial, representa el factor de seguridad en cada punto del talud. El factor de seguridad calculado por el método de Bishop es de 1,46, lo cual es inferior al valor aceptable de 1,50, esto representa que el talud es inestable.

Interpretación

Se determino el factor de seguridad del perfil uno mediante el software GEO5 el cual se consideró como un perfil inestable con un porcentaje de 1.48 el cual es menor que el factor de seguridad de 1,50 mediante estos resultados se podrá realizar la fórmula para la obtención del índice de estabilidad utilizando los datos de las propiedades del suelo.

Formula:

$$N = \frac{c}{H * H * F}$$

Los componentes de esta fórmula son:

N : índice de estabilidad.

c : cohesión del suelo (KPa).

γ : Peso unitario del suelo (KN/m³).

H : Altura del talud.

F : Factor de seguridad.

Formula:

$$N = \frac{c}{H * H * F}$$

$$N = \frac{15,30}{15,80 * 92 * 1,50}$$

$$N = \frac{15,30}{2,180}$$

$$N = 0,14$$

Realizada la formula se determinó que el índice de estabilidad es 0.14 ya que, si el índice de estabilidad es bajo o menor a 1,0 nos indica un mayor riesgo de falla, por lo que es un parámetro que evalúa la probabilidad de falla de un talud o estructura considerando los parámetros del suelo, mientras que el factor de seguridad es 1.48 por lo que se consideró que el perfil es inestable.

4.3 Resultado del Objetivo 2: Indicar los elementos expuestos en las zonas susceptibles a deslizamientos en el Barrio América.

Tabla 13.



Identificación de los elementos expuestos

FID	ID	AREA M2	AREA HA	PERIMETRO M	ESTE	NORTE
1	Vía Principal	1669.65	0.1	167.2	717957.47	9811267.06
2	Vías Secundaria	1205.2	0.3	257.32	717957.47	9811267.06
3	Lote 1	383.02	0.04	79.1	718023.98	9811440.13
4	Lote 2	248.7	0.02	69.8	718036.39	9811435.86
5	Lote 3	155.83	0.02	52.63	717913.88	9811271.21
6	Lote 4	109.08	0.01	44.76	717919.62	9811286.69
7	Lote 5	12.9	0	16.32	717933.22	9811293.81
8	Lote 6	12.27	0	16.29	717934.49	9811295.45
9	Lote 7	90.98	0.01	43.78	717928.74	9811292.99
10	Lote 8	96.91	0.01	40.27	717920.36	9811294.11
11	Lote 9	62.64	0.01	31.94	717936.1	9811299.93
12	Lote 10	147.38	0.01	50.08	717925.04	9811302.93
13	Lote 11	13280.08	1.33	609.77	717940.66	9811522.4
14	Lote 12	11059.6	1.11	512.68	717967.05	9811430.37
15	Lote 13	137.65	0.01	49.08	717946.98	9811316.13
16	Lote 14	206.36	0.02	59.21	717927.78	9811312.95
17	Lote 15	327.16	0.03	73.28	717930.41	9811349.73
18	Lote 16	134.12	0.01	47.66	717941.14	9811307.52
19	Lote 17	164.78	0.02	91.57	718074.57	9811453.93
20	Lote 18	462.65	0.05	85.67	718055.19	9811455.2
21	Lote 19	240.23	0.02	68.68	718046.16	9811433.03
22	Lote 20	572.01	0.06	99.97	717935.63	9811327.96
23	Lote 21	309.2	0.03	72.25	717955.47	9811340.19
24	Lote 22	59.15	0.01	32.38	717955.07	9811319.82
25	Lote 23	160.87	0.02	54.61	717943.42	9811346.28
26	Lote 24	80.05	0.01	36.83	717955.81	9811328.65


27	Lote 25	12114.94	1.21	477.59	718075.62	9811494.59
28	Lote 26	2436.05	0.24	278.54	718114.38	9811410.56

La identificación de los elementos expuestos en el Barrio América permitió delimitar un total de 28 elementos, compuestos por predios y vías, que se analizaron en función de su ubicación, área, perímetros y coordenadas geográficas. Estos elementos fueron verificados utilizando GPS en campo y corroborando con base cartográfica del Gad de San Miguel de Bolívar en el software ArcGIS. A continuación, se presenta el análisis:

Vías

-  Vía principal: Con un área de 1669.65 m² y un perímetro de 167.2m, esta vía es el eje principal de conectividad en el área, representando un elemento esencial para la movilidad.
-  Vía secundaria: Tiene un área de 1205.m² y un perímetro de 257.32 m, conectando zonas residenciales y comerciales, aun que presenta menor cobertura en comparación con la vía principal.

Predios

-  **Lotes residenciales o comerciales:** Los lotes identificados varían en tamaño, desde pequeñas parcelas como el lote 6 (12.27 m²) hasta grandes extensiones como el lote 11 (13,280.08m²) y el Lote 25 (12,114. 94m²). Los lotes más grandes se destinan a usos residenciales mixtos y comerciales, mientras que lo más pequeños son predominantemente residenciales.

Interpretación General

- Los elementos expuestos reflejan una estructura territorial diversificada en usos y tamaños. La vía principal y los lotes más grandes concentran la mayor actividad económica y social, mientras que las vías secundarias y lotes pequeños complementan la conectividad y ocupación del espacio.
- La integración de los datos obtenidos en campo y la base cartográfica garantiza precisión en la identificación de elementos, lo que facilita la planificación territorial y la gestión del riesgo en el área de estudio.

Figura 33.

Mapa de predios de la zona de estudio

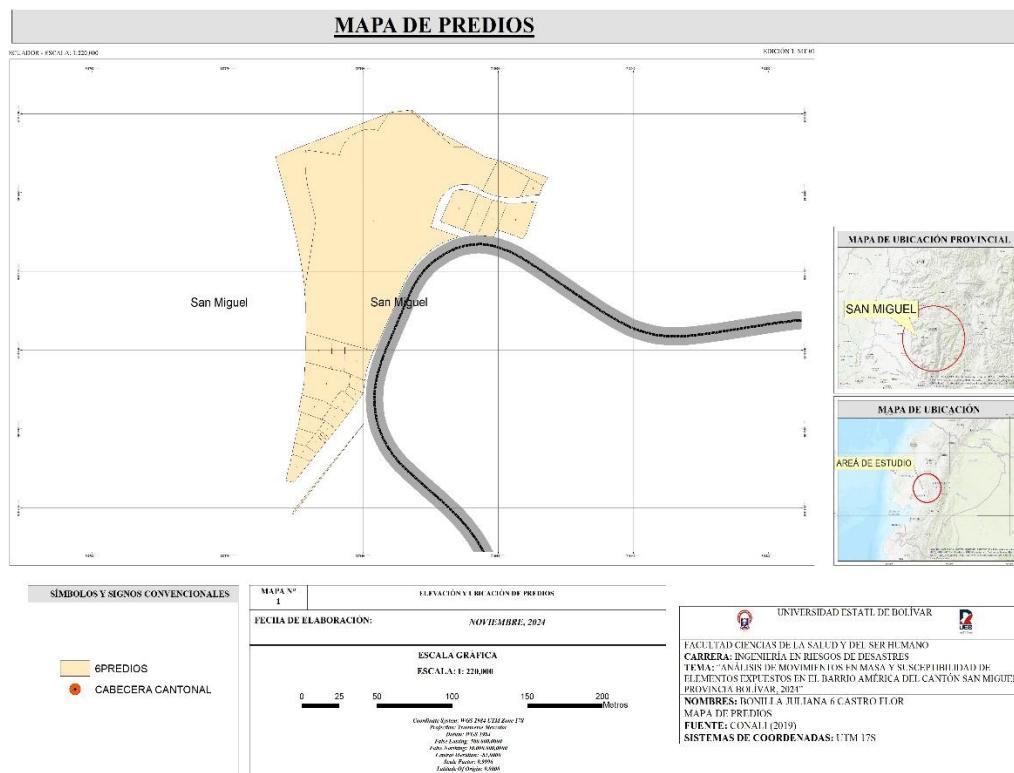


Figura 34.

Mapa de vías en la zona de estudio



Tabla 14.*Tipo de Construcción*

GENERAL					Infraestructura
FID	ID	Este	Norte	Cod_lote	Tipo de construcción
1	vía Principal	717957.47	9811267.06	97	vía
2	vías Secundaria	717957.47	9811267.06	98	vía
3	Lote 1	718023.98	9811440.13	1	Vivienda
4	Lote 2	718036.39	9811435.86	2	Vivienda
5	Lote 3	717913.88	9811271.21	32	Vivienda
6	Lote 4	717919.62	9811286.69	31	Vivienda
7	Lote 5	717933.22	9811293.81	29	Vivienda
8	Lote 6	717934.49	9811295.45	28	Vivienda
9	Lote 7	717928.74	9811292.99	30	Vivienda
10	Lote 8	717920.36	9811294.11	33	Vivienda
11	Lote 9	717936.1	9811299.93	27	Vivienda
12	Lote 10	717925.04	9811302.93	34	Vivienda
13	Lote 11	717940.66	9811522.4	37	lote baldío
14	Lote 12	717967.05	9811430.37	22	lote baldío
15	Lote 13	717946.98	9811316.13	25	Vivienda
16	Lote 14	717927.78	9811312.95	35	Vivienda
17	Lote 15	717930.41	9811349.73	36	lote baldío
18	Lote 16	717941.14	9811307.52	26	Vivienda
19	Lote 17	718074.57	9811453.93	20	lote baldío
20	Lote 18	718055.19	9811455.2	21	Vivienda
21	Lote 19	718046.16	9811433.03	3	Vivienda
22	Lote 20	717935.63	9811327.96	23	Vivienda
23	Lote 21	717955.47	9811340.19	45	lote baldío
24	Lote 22	717955.07	9811319.82	24	lote baldío
25	Lote 23	717943.42	9811346.28	46	lote baldío

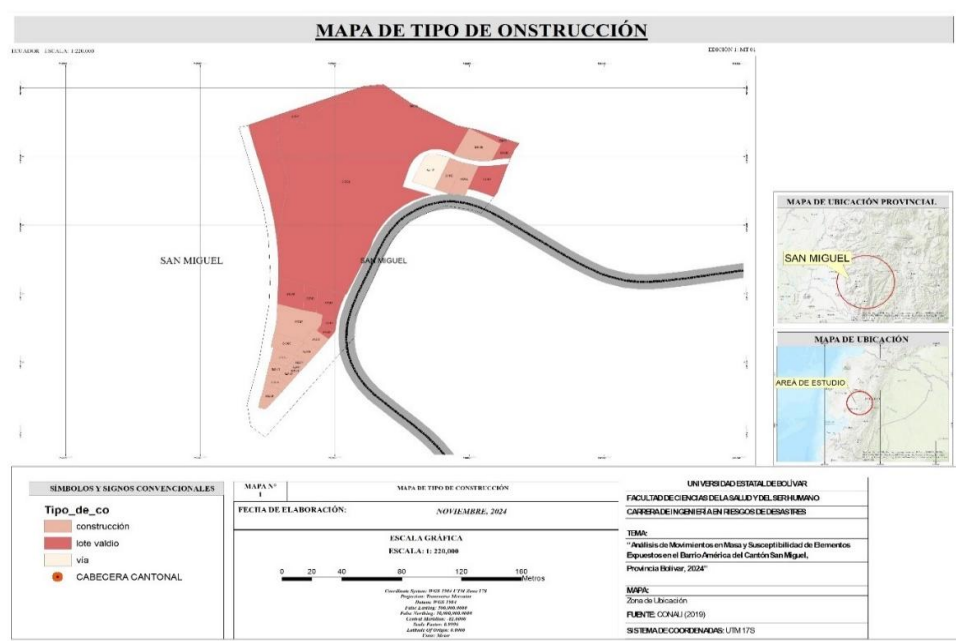
26	Lote 24	717955.81	9811328.65	49	lote baldío
27	Lote 25	718075.62	9811494.59	44	lote baldío
28	Lote 26	718114.38	9811410.56	26	lote baldío

Los tipos de construcción identificados en la tabla incluyen "vías", "viviendas", y "lote baldío". Cada uno de estos tipos tienen características específicas que afectan su susceptibilidad frente a deslizamientos.

En el caso de vías, estas suelen concentrarse en áreas más planas y consolidados debido a los requerimientos de estabilidad para el tránsito vehicular. Sin embargo, las vías también pueden actuar como canales de acumulación de agua durante lluvias intensas, incrementando el riesgo de erosión en los taludes adyacentes. Las vías principales y secundarias analizadas, con áreas significativas y perímetros relativamente altos, podrían requerir sistemas de drenaje adecuados para evitar el deterioro y la inestabilidad del terreno.

Las construcciones, que incluyen lotes con edificaciones habitables o comerciales, representan un mayor riesgo cuando están ubicadas en zonas con pendientes pronunciadas o suelos poco consolidados. La presencia de áreas construidas en lotes de tamaño reducido, como se observa en varios casos, sugiere que algunas edificaciones podrían estar en terrenos inadecuados para soportar cargas estructurales en caso de deslizamientos.

Por otro lado, los lotes baldíos representan una oportunidad y un desafío. Aunque estos terrenos no están ocupados, la falta de cobertura vegetal o el mal manejo del suelo puede convertirlos en zonas altamente vulnerables a la erosión y los deslizamientos. Lotes con grandes áreas y perímetros, como los identificados en el análisis, son más susceptibles a la acumulación de agua y al colapso del terreno si no se toman medidas de conservación, como la revegetación.

Figura 35.*Tipo de construcción***Tabla 15.***Material de construcción*

Material de Construcción	Cantidad
Mixta	8
Bloque o ladrillo	6
Adobe	2
Asfalto	1
Lastre o Tierra Compactada	1

Al examinar los datos proporcionados, se identifican la presencia de cinco tipos de materiales de construcción en los lotes del área en estudio como: Bloque o ladrillo, Mixta, Adobe, Asfalto, y Lastre o Tierra Compactada. La distribución numérica y porcentual de estos materiales es la siguiente:

- ✚ Mixta: 8 lotes (42.86%)
- ✚ Bloque o ladrillo: 6 lotes (35.71%)
- ✚ Adobe: 2 lotes (7.14%)
- ✚ Asfalto: 1 lote (3.57%)
- ✚ Lastre o Tierra Compactada: 1 lote (3.57%)

Análisis Numérico y Técnico

- ✚ Total, de Lotes Analizados: 28
- ✚ Total, de construcción (excluyendo lotes baldíos: 18

Área Total de Construcciones: Sumando las áreas de los lotes con construcciones (considerando únicamente los de bloque o ladrillo, mixtos y adobe), tenemos un total aproximado de 3,408.04 m².

Promedio de Área por Tipo de Material:

- ✚ **Bloque o ladrillo:** Aproximadamente 189.34 m² por lote.
- ✚ **Mixta:** Dada la ausencia de datos preciso para cada lote mixto en el resumen, se asume que su área promedio es similar, aunque puede variar significativamente.

Figura 36.

Material de construcción

Tabla 16.

Estado Mantenimiento y Antigüedad de la Edificación

GENERAL				INFRAESTRUCTURA	
FID	ID	Área m2	colote	Estado de mantenimiento	Antigüedad de la edificación
1	vía Principal	1669.65	97	Bueno	5 a 10 años
2	vía Secundaria	1205.2	98	Malo	17 a más años
3	Lote 1	383.02	1	Regular	11 a 16 años
4	Lote 2	248.7	2	Regular	11 a 16 años
5	Lote 3	155.83	32	Bueno	5 a 10 años
6	Lote 4	109.08	31	Regular	11 a 16 años
7	Lote 5	12.9	29	Regular	12 a 16 años
8	Lote 6	12.27	28	Regular	13 a 16 años
9	Lote 7	90.98	30	Bueno	5 a 10 años

10	Lote 8	96.91	33	Regular	11 a 16 años
11	Lote 9	62.64	27	Regular	11 a 16 años
12	Lote 10	147.38	34	Regular	11 a 16 años
13	Lote 11	13280.08	37	Regular	ninguna
14	Lote 12	11059.6	22	Bueno	5 a 10 años
15	Lote 13	137.65	25	Regular	11 a 16 años
16	Lote 14	206.36	35	Regular	11 a 16 años
17	Lote 15	327.16	36	Regular	ninguna
18	Lote 16	134.12	26	Regular	11 a 16 años
19	Lote 17	164.78	20	Regular	ninguna
20	Lote 18	462.65	21	Malo	17 a más años
21	Lote 19	240.23	3	Regular	17 a más años
22	Lote 20	572.01	23	Malo	17 a más años
23	Lote 21	309.2	45	Regular	ninguna
24	Lote 22	59.15	24	Regular	ninguna
25	Lote 23	160.87	46	Regular	ninguna
26	Lote 24	80.05	49	Regular	ninguna
27	Lote 25	12114.94	44	Regular	ninguna
28	Lote 26	2436.05	26	Regular	ninguna

El análisis de la relación entre el estado de mantenimiento y la antigüedad de las edificaciones frente a la amenaza de deslizamientos revela patrones clave que destacan las vulnerabilidades estructurales del área de estudio. De los 28 lotes evaluados, 16 corresponden a construcciones, 10 a lotes baldíos, y 2 a vías. La distribución del estado de mantenimiento muestra que el **50%** de las edificaciones tienen un estado **Regular**, el **21.43%** están clasificadas como **Buenas**, y el **14.29%** presentan un estado **Malo**. En cuanto a la antigüedad, un **35.71%** de las construcciones tienen entre **11 y 16 años**, mientras que un **21.43%** superan los **17 años**.

Tabla 16.*Vulnerabilidad Social de los elementos expuestos*

GENERAL				Vulnerabilidad social		
FI D	ID	Área m2	cod_lote	Número de personas por Predio	Nivel socioeconómico	Acceso a recursos de emergencia
1	vía Principal	1669.65	97	0 a 1	medio	si
2	Vías Secundaria	1205.2	98	0 a 1	medio	si
3	Lote 1	383.02	1	2 a 4	medio	si
4	Lote 2	248.7	2	2 a 4	medio	si
5	Lote 3	155.83	32	2 a 4	medio	si
6	Lote 4	109.08	31	2 a 4	medio	si
7	Lote 5	12.9	29	2 a 4	medio	si
8	Lote 6	12.27	28	2 a 4	medio	si
9	Lote 7	90.98	30	5 o mas	medio	si
10	Lote 8	96.91	33	2 a 4	medio	si
11	Lote 9	62.64	27	5 o mas	medio	si
12	Lote 10	147.38	34	2 a 4	medio	si
13	Lote 11	13280.08	37	0 a 1	medio	si
14	Lote 12	11059.6	22	5 o mas	medio	si
15	Lote 13	137.65	25	2 a 4	medio	si
16	Lote 14	206.36	35	5 o mas	medio	si
17	Lote 15	327.16	36	0 a 1	medio	si
18	Lote 16	134.12	26	2 a 4	medio	si
19	Lote 17	164.78	20	0 a 1	medio	si
20	Lote 18	462.65	21	5 o mas	medio	si
21	Lote 19	240.23	3	5 o mas	medio	si
22	Lote 20	572.01	23	2 a 4	medio	si

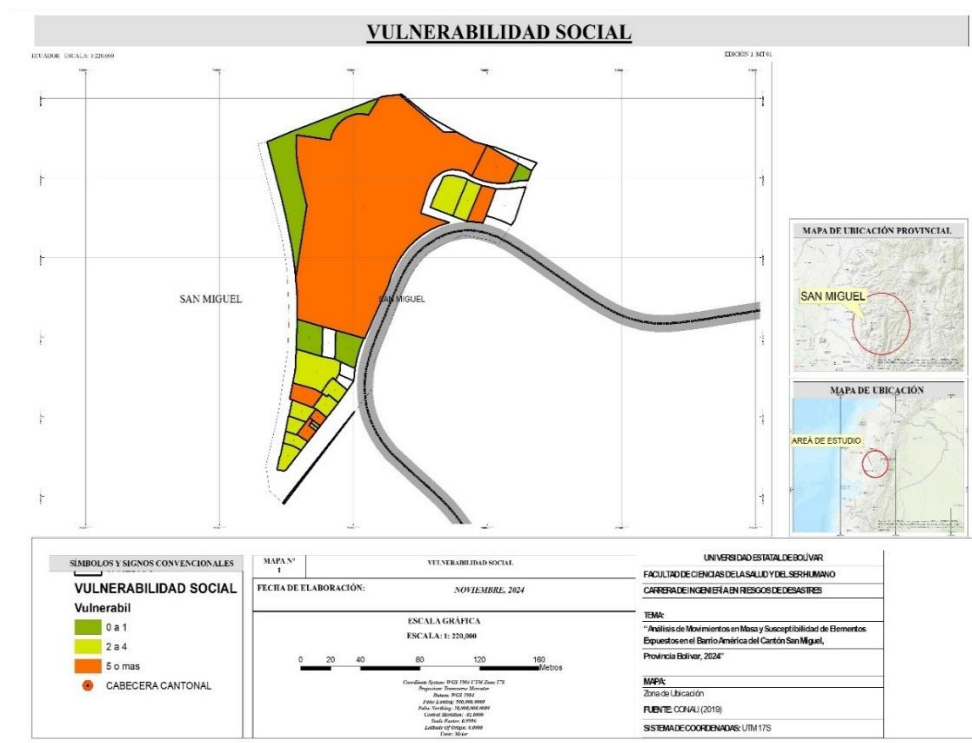
23	Lote 21	309.2	45	0 a 1	medio	si
24	Lote 22	59.15	24	1 a 1	medio	si
25	Lote 23	160.87	46	2 a 1	medio	si
26	Lote 24	80.05	49	3 a 1	medio	si
27	Lote 25	12114.94	44	4 a 1	medio	si
28	Lote 26	2436.05	26	5 a 1	medio	si

El análisis de los datos relacionados con la vulnerabilidad social y su relación con las amenazas de deslizamientos permite identificar patrones críticos sobre el tiempo potencial en la población en función del número de personas por predio, el nivel socioeconómico y el acceso a recursos de emergencia. Este enfoque es esencial para priorizar las intervenciones y diseñar estrategias de mitigación efectivas.

De los 28 lotes analizados, los datos muestran que el 64.29% (18 lotes) tienen una ocupación de 2 a 4 personas, mientras que el 21.43% (6 lotes) albergan 5 o más personas, y el restante 14.29% (4 lotes) están ocupados por 0 a 1 persona. Aunque el nivel socioeconómico de todos los lotes es categorizado como medio, lo que sugiere condiciones económicas similares, la concentración de personas en ciertos lotes, combinada con su ubicación en zonas de riesgo, podría exacerbar los impactos en caso de un deslizamiento.

Acceso a Recursos de Emergencia y Respuesta ante Deslizamientos:

El acceso universal a recursos de emergencia, marcando como “si” para todos los lotes, indica que en teoría todos los predios tienen proximidad a infraestructura crítica, como hospitales, estaciones de bomberos, o rutas de evacuación. Sin embargo, este acceso debe ser evaluado mediante la funcionalidad real de estas infraestructurales en un escenario de deslizamiento.

Figura 38.*Vulnerabilidad Social de los Elementos Expuestos***Tabla 17.***Ubicación Geográfica en exposición a la amenaza*

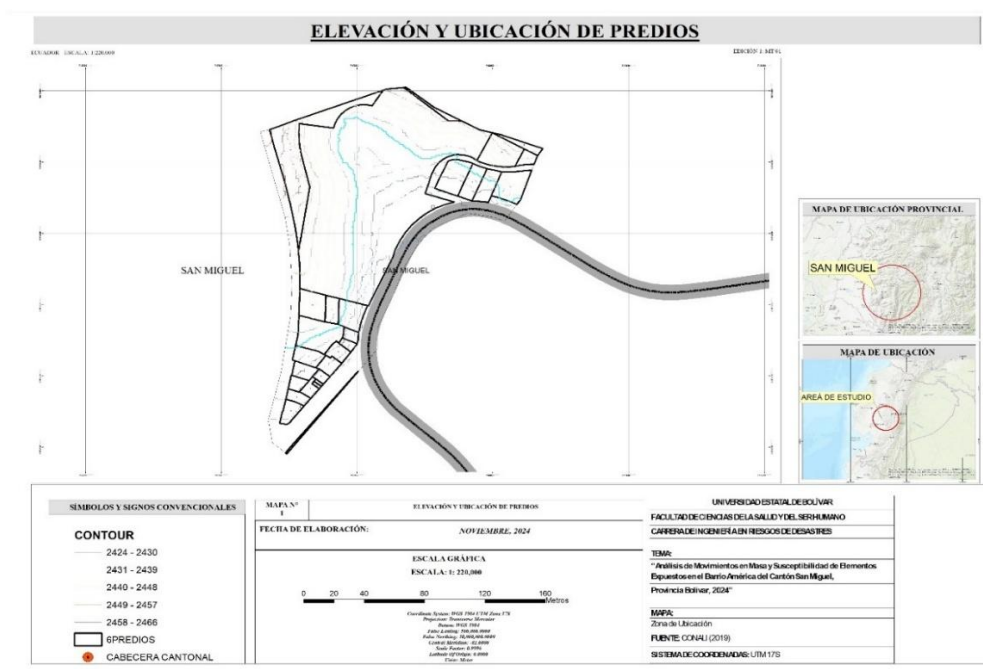
GENERAL					Ubicación geográfica	
FID	ID	Este	Norte	cod_lote	Proximidad a zonas riesgo	Elevación del terreno (msnm)
1	vía Principal	717957.47	9811267.06	97	cerca	Bajo (2420-2440)
2	vía Secundaria	717957.47	9811267.06	98	lejos	Bajo (2420-2440)
3	Lote 1	718023.98	9811440.13	1	cerca	Bajo (2420-2440)
4	Lote 2	718036.39	9811435.86	2	lejos	Bajo (2420-2440)
5	Lote 3	717913.88	9811271.21	32	lejos	Bajo (2420-2440)
6	Lote 4	717919.62	9811286.69	31	lejos	Bajo (2420-2440)

7	Lote 5	717933.22	9811293.81	29	lejos	Bajo (2420-2440)
8	Lote 6	717934.49	9811295.45	28	lejos	Bajo (2420-2440)
9	Lote 7	717928.74	9811292.99	30	lejos	Bajo (2420-2440)
10	Lote 8	717920.36	9811294.11	33	lejos	Bajo (2420-2440)
11	Lote 9	717936.1	9811299.93	27	lejos	Bajo (2420-2440)
12	Lote 10	717925.04	9811302.93	34	lejos	Bajo (2420-2440)
13	Lote 11	717940.66	9811522.4	37	lejos	Bajo (2420-2440)
14	Lote 12	717967.05	9811430.37	22	cerca	y Alto (2456-2470)
15	Lote 13	717946.98	9811316.13	25	lejos	Bajo (2420-2440)
16	Lote 14	717927.78	9811312.95	35	lejos	Bajo (2420-2440)
17	Lote 15	717930.41	9811349.73	36	lejos	Bajo (2420-2440)
18	Lote 16	717941.14	9811307.52	26	cerca	Bajo (2420-2440)
19	Lote 17	718074.57	9811453.93	20	lejos	Bajo (2420-2440)
20	Lote 18	718055.19	9811455.2	21	cerca	Medio (2441-2455)
21	Lote 19	718046.16	9811433.03	3	cerca	Bajo (2420-2440)
22	Lote 20	717935.63	9811327.96	23	lejos	Bajo (2420-2440)
23	Lote 21	717955.47	9811340.19	45	cerca	Bajo (2420-2440)
24	Lote 22	717955.07	9811319.82	24	lejos	Bajo (2420-2440)
25	Lote 23	717943.42	9811346.28	46	lejos	Bajo (2420-2440)
26	Lote 24	717955.81	9811328.65	49	cerca	Bajo (2420-2440)
27	Lote 25	718075.62	9811494.59	44	cerca	Bajo (2420-2440)

28	Lote 26	718114.38	9811410.56	26	lejos	Bajo (2420-2440)
----	---------	-----------	------------	----	-------	------------------

Figura 39.

Ubicación geográfica en exposición a la amenaza



El análisis de los datos relacionados con la ubicación geográficas en términos de proximidad a zonas de riesgo y elevación del terreno revela patrones significativos para evaluar la exposición a deslizamientos. De los 28 lotes analizados, la mayoría se encuentra clasificada como lejos de zonas de riesgo (17 lotes, 60.71%), mientras que el restante 39.29% (11 lotes) está ubicado cerca de zonas de riesgo. En términos de elevación, el 85.71% de los lotes se encuentra en la categoría de Bajo (2420-2440 m), el 3.57% en Medio (2441-2455 m), y el 10.71% en Alto (2456-2470 m).

Relación entre Proximidad a Zonas de Riesgo y Amenazas de Deslizamientos

Los lotes cerca de zonas de riesgo representan un mayor nivel de exposición directa a deslizamientos, dado que estas áreas suelen tener características geológicas y geomorfológicas que favorecen la inestabilidad del terreno. Por ejemplo, el Lote 12 (11059.6 m²), clasificado como "cerca" y ubicado en elevación alta, combina dos factores que incrementan su susceptibilidad. Las pendientes en elevaciones altas aumentan las posibilidades de movimientos de masa, especialmente si el terreno está saturado por lluvias o sufre alteraciones antropogénicas.

De los lotes cercanos, algunos como el Lote 1 (383.02 m²) y el Lote 16 (134.12 m²) se encuentran en la categoría de elevación baja, lo que indica que los riesgos en estos casos podrían estar más asociados a fenómenos secundarios como la acumulación de sedimentos o flujos de detritos provenientes de terrenos inestables más altos.

4.4 Resultado del Objetivo 3: Proponer medidas de reducción de riesgos ante el evento de los movimientos en masa en el área de estudio.

Una vez identificadas las zonas susceptibles a la amenaza de movimientos en masa y el grado de estabilidad de los taludes situados en el Barrio América del cantón San Miguel, se proponen las estrategias de reducciones de riesgos preventivas, reactivas y correctivas.

Tema: Medidas de reducción de riesgos ante el evento de los movimientos en masa en el Barrio América del cantón San Miguel, provincia Bolívar.

Justificación

El Barrio América está ubicada a la entrada a San Miguel que cruza la vía principal que conecta Guaranda, San Miguel, Babahoyo, Ambato y su número es E491.

En el área de estudio hemos analizado los principales factores influyentes, mismos que en este caso son: los factores naturales, factores antrópicos y los niveles de amenaza, se procede a plantear las medidas de reducción de riesgos en base a la necesidad que presenta el territorio.

Mediante las visitas de campo se pudo apreciar que el perfil 1, se encuentra en una zona con mayor riesgo a que las viviendas y la vía principal sean afectadas, por lo que, generaría daños tanto: económicos, viviendas y ambiental, ya que es una zona con una pendiente considerable y con un suelo inestable principalmente en épocas lluvias. Por lo mencionado se plantean medidas de reducción de riesgos ante movimientos en masa con la finalidad de prevenir daños estructurales en la vía y salvaguardar la integridad física de los pobladores y usuarios que transitan por ella.

Objetivos

Objetivo General

Proponer medidas de reducción de riesgos ante el evento de movimientos en masa en el evento de movimientos en masa en el Barrio América del cantón San Miguel, provincia Bolívar.

Objetivos específicos

- ✚ Determinar lineamientos en acción para la reducción de la amenaza de movimientos en masa en el área de estudio.
- ✚ Diseñar un plan de acción con apoyo de las instrucciones competentes.

Estrategias de reducción de riesgos de desastres

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

Lineamiento de Gestión de Riesgos

El presente trabajo de investigación está basado en la Gestión de Riesgos de Desastres, que comprende diversas áreas que son: análisis de riesgos, reducción de riesgos, manejo de eventos adversos y recuperación. Mismas que serán tomadas en cuenta para establecer estrategias de acción para reducir el riesgo de movimientos en masa, en el área de estudio con el apoyo de las instituciones competentes.

La implementación de medidas de reducción de riesgos estructurales y no estructurales, darán un aporte óptico para la prevención y reducción del riesgo, ya que, estas acciones están orientadas a mejorar la calidad de vida de los pobladores y brindarles un entorno seguro

Tabla 18.

Plan de acción de medidas de reducción de riesgos, estructurales y no estructurales ante movimientos en masa

Talud	Factor de seguridad	Estabilidad del talud	Medidas estructurales	Medidas no estructurales	Responsables
Talud 1	1,36 sin coeficiente sísmico 1,35 con coeficiente sísmico	No aceptable	Estabilizar el talud construyendo canales y bermas intermedias, con alturas entre los 5 y 7 metros, y así poder disminuir las fuerzas actuantes sobre el talud e incrementar el factor de seguridad. Cimentar un muro de contención de hormigón armado al pie del talud e impermeabilizar la cabeza para evitar filtraciones de agua.	Ejecutar charlas que ayuden a advertir a los conductores que el sitio es potencialmente peligroso, dado que puede ocurrir movimientos en masa. Construir la bermas y cunetas, de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas en códigos y normas de construcción.	GAD del cantón San Miguel.
Talud 2	1,48 sin coeficiente sísmico 1,42 con coeficiente sísmico	No aceptable	Estabilizar el talud construyendo canales y bermas intermedias, con alturas entre los 5 y 7 metros, y así poder disminuir las fuerzas actuantes sobre el talud e	Realizar talleres de sensibilización, capacitación y educación sobre medias para la reducción de riesgos. Monitorear constantemente las	GAD del cantón San Miguel

			<p>incrementar el factor de seguridad.</p> <p>Cimentar un muro de contención de hormigón armado al pie del talud e impermeabilizar la cabeza para evitar filtraciones de agua.</p>	condiciones de estabilidad del talud.	
Talud 3	<p>1,43 sin coeficiente sísmico</p> <p>1,37 con coeficiente sísmico</p>	No aceptable	<p>Estabilizar el talud construyendo canales y bermas intermedias, con alturas entre los 5 y 7 metros, y así poder disminuir las fuerzas actuantes sobre el talud e incrementar el factor de seguridad.</p> <p>Cimentar un muro de contención de hormigón armado al pie del talud e impermeabilizar la cabeza para evitar filtraciones de agua.</p>	<p>Realizar talleres de sensibilización, capacitación y educación sobre medias para la reducción de riesgos.</p> <p>Monitorear constantemente las condiciones de estabilidad del talud</p>	GAD del cantón San Miguel
Talud 4	<p>1,48 sin coeficiente sísmico</p> <p>1,46 con coeficiente sísmico</p>	No aceptable	<p>Estabilizar el talud construyendo canales y bermas intermedias, con alturas entre los 5 y 7 metros, y así poder</p>	<p>Realizar talleres de sensibilización, capacitación y educación sobre medias para la reducción de riesgos.</p>	GAD del cantón San Miguel

			<p>disminuir las fuerzas actuantes sobre el talud e incrementar el factor de seguridad.</p> <p>Cimentar un muro de contención de hormigón armado al pie del talud e impermeabilizar la cabeza para evitar filtraciones de agua.</p>	<p>Monitorear constantemente las condiciones de estabilidad del talud</p>	
--	--	--	---	---	--

Tabla 19.

Medidas para reducir la exposición de los elementos expuestos frente a la amenaza de deslizamientos

Indicador	Medida de reducción de riesgos	Responsable
Vías	Utilizar métodos como muros de contención, anclajes, geomallas o revegetación para reducir la probabilidad de separación en áreas vulnerables.	Municipios y Gobiernos Regionales: Planificación, construcción y mantenimiento.
Edificaciones	Evitar la construcción en zonas de alto riesgo identificadas mediante estudios geológicos y geotécnicos. Establecer normativas de construcción que consideren el riesgo geológico, con diseños sismo-resistentes y adaptados al terreno.	GAD Municipal San Miguel Gobiernos Locales
Agua Potable	Realizar revisiones periódicas para detectar posibles riesgos y reparar fugas o daños antes de que se agraven. Contar con planes para garantizar el suministro de agua en caso de daños, como sistemas de abastecimiento alternativo.	GAD Municipal de San Miguel Empresa de agua potable y saneamiento.

CONCLUSIONES

- ✓ Se determinó el índice de estabilidad del talud ante deslizamientos en el Barrio América del cantón San Miguel mediante el software Geo5 en donde se identificó cuatro perfiles inestables. De la misma manera, a partir del método Bishop se determinó que el factor de seguridad con y sin coeficiente sísmico dio como resultado que los cuatro perfiles son inestables.
- ✓ Se identificó un total de 28 elementos expuestos en el Barrio América como son: las vías (principal con un área de 1669.65 m² y secundaria con 1205.m²), 16 viviendas y predios, los cuales están expuestos a sufrir daños ante un deslizamiento por su ubicación y falta de mantenimiento.
- ✓ En base a los resultados obtenidos de las fichas a cada jefe de familia con preguntas generales, infraestructura (sumando las áreas de los lotes con construcciones considerando únicamente los de bloque o ladrillo, mixtos y adobe), tenemos un total aproximado de 3,408.04 m²), vulnerabilidad social existe un 70%, ubicación geográfica, exposición a amenazas, se obtuvo un porcentaje por cada elemento y la implementación de mapas.
- ✓ Se propone una matriz de medidas para la reducción de riesgos frente a movimientos en masa, para esto, se ha determinado dos enfoques, el uno que comprende la parte estructural y el segundo hace énfasis a lo no estructural, debido a que, estas deben ir a la par, pues para garantizar el correcto funcionamiento de la parte estructural se requiere necesariamente de las acciones no físicas que ayudan a prevenir, mitigar y reducir el riesgo, adicional se propuso una matriz para los elementos expuestos (vías, viviendas) lo cual se implementó medidas para cada uno de ellos.

RECOMENDACIONES

- ✓ Diseñar muros de contención en el perfil más inestables que pueda soportar el material como: tierra o rocas que se desprenden de una pendiente, implementación de anclas o terrazas para minimizar el riesgo al que está expuesto.
- ✓ Se recomienda implementar un sistema de alcantarillado para evitar que el agua se filtre por zonas donde el suelo es más inestable, de igual manera se debe limitar el tipo de construcción y la altura en área más inestables mediante las normativas de construcción.
- ✓ Controlar el uso y ocupación del suelo para que los habitantes no construyan sus viviendas en áreas de riesgo, sobre todo en zonas de alta susceptibilidad a deslizamientos o a lado de taludes artificiales o laderas naturales cuyas condiciones de estabilidad no son aceptables.
- ✓ Colocar señalética preventiva, misma que indique el riesgo de movimientos en masa, para de esta manera mantener en alerta a los habitantes y a las personas que circulan por este territorio, tomando en consideración que es la vía principal la que pasa por esta área.

BIBLIOGRAFÍA

- Batista, J. R., & Catarí, X. B. (2018). Aplicación de modelo de susceptibilidad a deslizamientos superficiales e índices de erosión en la cuenca del río Mamo y subcuenca El Tigre. Estado Vargas. Venezuela. *Terra Nueva Etapa*, XXXIV(55).
<https://www.redalyc.org/journal/721/72156172017/>
- Bolaños, L. S., & Moran, J. M. (2021). *Perspectiva socioambiental del riesgo de deslave en la Comuna de Santa Clara de San Millán perteneciente al Distrito Metropolitano de Quito. Periodo 2014-2020* [bachelorThesis].
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20880>
- Borrero, C. (2020). *Análisis de Estabilidad | GEO5 Software Geotécnico*.
<https://www.finesoftware.es/software-geotecnico/soluciones/analisis-de-estabilidad/>
- Cargua, C. J., Espin, R., Valencia, B. G., Simbaña, M., Araujo, S., Ocampos, A., & Cornejo, C. (2024). Análisis de susceptibilidad a deslizamientos empleando el proceso de jerarquía analítica en una carretera Amazónica del Ecuador. *La Granja*, 39(1), Article 1. <https://doi.org/10.17163/lgr.n39.2024.07>
- Costa, K. (2013, abril 2). *MARCO TEORICO :: ESTABILIDAD DE TALUDES*.
<https://estabilidad-de-taludes7.webnode.es/news/marco-teorico/>
- GAD San Miguel. (2023). *PDOT Final-1.pdf*. Google Docs.
https://drive.google.com/file/d/1CS-NmKfvcv1Uk3RGq5yWibWAgDWa7tFHI/view?usp=sharing&usp=embed_facebook
- García, A. I. M. (2019). Riesgo geotécnico de deslizamiento en los taludes del terreno del Colegio «San Carlos»—Bambamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*.
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2903>

Geotecnia. (2021). *TIPOS DE FALLAS EN TALUDES – Geotecnia y Mecanica de Suelos*.

<https://www.mecanicasuelosabcchile.com/fallas-taludes/>

Hinojoza, A. R. (2022). *GoConqr—Secretaría Nacional de Riesgos*. GoConqr.

<https://www.goconqr.com/diapositiva/4613530/secretaria-nacional-de-riesgos>

Hurtado, W. A., & Núñez, M. X. (2019). *Factores de deslizamiento y estrategias de reducción en la microcuenca del Río Chazo Juan, provincia Bolívar*.

<http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3070>

IIGE_IT3_Mapa_Susceptibilidad_Escala_1M_2013.pdf. (s. f.). Recuperado 16 de marzo de

2025, de [https://iedg.sni.gob.ec/wp-](https://iedg.sni.gob.ec/wp-content/uploads/2022/09/IIGE_IT3_Mapa_Susceptibilidad_Escala_1M_2013.pdf)

[content/uploads/2022/09/IIGE_IT3_Mapa_Susceptibilidad_Escala_1M_2013.pdf](https://iedg.sni.gob.ec/wp-content/uploads/2022/09/IIGE_IT3_Mapa_Susceptibilidad_Escala_1M_2013.pdf)

Márquez, C. (2023, mayo 1). *Las lecciones aprendidas en Alausí, un mes después de la*

tragedia. Youtopia + RETT. [https://youtopiaecuador.com/alausi-lecciones-](https://youtopiaecuador.com/alausi-lecciones-deslizamiento-tierra/)

[deslizamiento-tierra/](https://youtopiaecuador.com/alausi-lecciones-deslizamiento-tierra/)

Miño, E. P. (2023, marzo 23). Los deslizamientos de tierra son más comunes de lo que te

imaginas. ¿Por qué importan? *GK*. [https://gk.city/2023/03/23/deslizamientos-tierra-](https://gk.city/2023/03/23/deslizamientos-tierra-son-mas-comunes-por-que-importan/)

[son-mas-comunes-por-que-importan/](https://gk.city/2023/03/23/deslizamientos-tierra-son-mas-comunes-por-que-importan/)

Montilla, N. (2015). *Deslizamientos de Tierra | PPT*.

<https://es.slideshare.net/nelsonmh08/deslizamientos-de-tierra>

Paredes, & Pozo. (2020). *Evaluación de Amenazas Por Deslizamiento en El Sector Divino*

Niño Del Cantón Chimbo 1 | PDF | Roca (geología) | Software.

[https://es.scribd.com/document/565934874/EVALUACION-DE-AMENAZAS-POR-](https://es.scribd.com/document/565934874/EVALUACION-DE-AMENAZAS-POR-DESLIZAMIENTO-EN-EL-SECTOR-DIVINO-NINO-DEL-CANTON-CHIMBO-1)

[DESLIZAMIENTO-EN-EL-SECTOR-DIVINO-NINO-DEL-CANTON-CHIMBO-1](https://es.scribd.com/document/565934874/EVALUACION-DE-AMENAZAS-POR-DESLIZAMIENTO-EN-EL-SECTOR-DIVINO-NINO-DEL-CANTON-CHIMBO-1)

- Pinto, A. (2011, febrero 19). *TODO SOBRE TALUDES: CLASIFICACIÓN Y DISEÑO EXPLICADO*. <https://ingenieriareal.com/talud-clasificacion-diseno/Plan-Nacional-de-Respuesta-SGR-RespondeEC.pdf>. (s. f.). Recuperado 17 de diciembre de 2024, de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/Plan-Nacional-de-Respuesta-SGR-RespondeEC.pdf>
- Portillo, G. (2023, octubre 4). *Deslizamientos de tierra: Causas, consecuencias y cómo prevenirlos - Resumen*. [ecologiaverde.com](https://www.ecologiaverde.com).
<https://www.ecologiaverde.com/deslizamientos-de-tierra-causas-consecuencias-y-como-prevenirlos-4622.html>
- Tobar, J. (2021, enero 5). *Los Movimientos en Masa como Amenaza Natural*.
<https://www.eloriente.com/articulo/los-movimientos-en-masa-como-amenaza-natural/16494>
- Vivanco, C. (2018, mayo 3). *Conceptos Geo 5 | PDF | Soporte técnico | Programa de computadora*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/378049286/Conceptos-Geo-5>
- Yanza, M. (2019). “*FACTORES GEODINÁMICOS DE LA FALLA GEOLÓGICA PALLATANGA-RIOBAMBA Y SU INFLUENCIA EN LA VULNERABILIDAD DEL ÁREA URBANA DE LA PARROQUIA SANTIAGO-PROVINCIA BOLÍVAR*”.
- Yepes, V. (2019, febrero 8). *Concepto y clasificación de los anclajes – El blog de Víctor Yepes*. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/02/08/concepto-y-clasificacion-de-los-anclajes/>

ANEXO

Anexo N°1. Cronograma (Gantt)

ACTIVIDADES DE TRABAJO	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				RESPONSABLES
	Semanas				Semanas				Semana				Semana				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Selección del tema																	Arq. Cesar Pazmiño
Planteamiento del problema																	Arq. Cesar Pazmiño
Objetivos																	Arq. Cesar Pazmiño
Justificación																	Arq. Cesar Pazmiño
Metodología																	Arq. Cesar Pazmiño
Aspectos administrativos																	Arq. Cesar Pazmiño
Cronograma y recursos																	Arq. Cesar Pazmiño
Asignación del tutor																	Arq. Cesar Pazmiño
CAPITULO I: EL PROBLEMA																	
Planteamiento del problema																	Arq. Cesar Pazmiño

Anexo N°2. Presupuesto Ejecutado

BIENES	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Computadoras	2	\$ 800	\$ 1.600
GPS Montana 700	1	\$ 500	\$ 500
Libreta de apuntes	2	\$ 1	\$ 2
Memoria USB	1	\$ 16	\$ 16
Impresiones	2	\$ 20	\$ 40
SERVICIOS			
Internet		\$ 20	\$ 20
Transporte	6	\$ 1,60	\$ 9,60
TOTAL			\$ 589,20



Anexo N°3. Instrumentos de recopilación de datos (Ficha de observación de campo)

 		UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE INGENIERÍA EN RIESGOS DE DESASTRES						
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO					Ficha N°1			
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO								
OBJETIVO: Recolectar datos que ayuden a identificar el riesgo de cada vivienda del Barrio América para la zonificación de susceptibilidad.								
Vivienda N°1		Este:			Norte:			
¿Tipo de construcción?								
Vía		Vivienda		X	Lote baldío			
¿De qué material está construido?								
Asfalto		Lastre o tierra compactada		Bloque o ladrillo		Mixta	Adobe	X
Estado de mantenimiento								
Bueno		Malo		Regular			X	

Antigüedad de la edificación							
5 a 10 años	X	11 a 16 años		17 a más años		Ninguna	
Número de personas por vivienda							
0 a 1		2 a 4	X	5 a más			
Nivel socioeconómico							
Alto		Medio	X	Bajo			
¿Cuenta con acceso a recursos de emergencia?							
Si				No			X
Proximidad a zonas de riesgo							
Cerca				Lejos			X
Historial de eventos pasados							
0 a 2 eventos		3 a 6 eventos	X	7 a más eventos			
Intensidad de eventos previos							
Leve		Moderado	X	Severo			

Anexo N°4. Ficha llenada

Ficha de encuesta hacia los habitantes del Barrio América

 		UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO CARRERA DE INGENIERÍA EN RIESGOS DE DESASTRES			
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO			Ficha N° <u>1</u>		
FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO					
OBJETIVO: Recolectar datos que ayuden a identificar el riesgo de cada vivienda del Barrio América para la zonificación de susceptibilidad.					
Vivienda N° <u>1</u>		Este:		Norte:	
¿Tipo de construcción?					
Vía		Vivienda		Lote baldío	
		<input checked="" type="checkbox"/>			
¿De qué material está construido?					
Asfalto		Lastre o tierra compactada		Bloque o ladrillo	
				<input checked="" type="checkbox"/>	
				Mixta	
				Adobe	
Estado de mantenimiento					

Bueno		Malo		Regular		X
Antigüedad de la edificación						
5 a 10 años	X	11 a 16 años		17 a más años		Ninguna
Número de personas por vivienda						
0 a 1		2 a 4	X	5 a más		
Nivel socioeconómico						
Alto		Medio	X	Bajo		
¿Cuenta con acceso a recursos de emergencia?						
Si				No		X
Proximidad a zonas de riesgo						
Cerca		X		Lejos		
Historial de eventos pasados						
0 a 2 eventos	X	3 a 6 eventos		7 a más eventos		
Intensidad de eventos previos						
Leve		Moderado	X	Severo		

Anexo N°4. Informes por cada perfil

Perfil N°1

Bonilla Juliana y Castro Flor	Analysis 1
-------------------------------	------------

Slope stability analysis

Input data

Project

Task : Analysis 1
 Author : Bonilla Juliana y Castro Flor
 Date : 12/12/2024

Settings

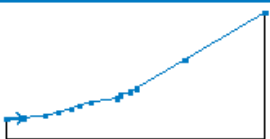
Standard - safety factors

Stability analysis


Earthquake analysis : Standard
 Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors		
Permanent design situation		
Safety factor :	SF _s =	1,50 [-]


Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	-0,01	13,57	1,23	33,00	3,00
		44,00	6,00	55,00	9,00	62,00	12,00
		72,00	15,00	94,00	18,00	97,00	21,00
		106,00	24,00	111,00	27,00	152,67	52,00
		221,00	92,99				

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arcilloso		32,00	15,00	16,00

Soil parameters - uplift

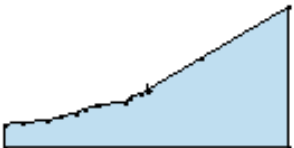

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Arcilloso		20,41		

Soil parameters

Arcilloso

Unit weight : $\gamma = 16,00$ kN/m³
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\phi_{ef} = 32,00$ °
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 15,00$ kPa
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 20,41$ kN/m³

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		152,67	62,00	111,00	27,00	Ardiloso 
		106,00	24,00	97,00	21,00	
		94,00	18,00	72,00	15,00	
		62,00	12,00	55,00	9,00	
		44,00	6,00	33,00	3,00	
		13,57	1,23	0,00	-0,01	
		0,00	-18,01	221,00	-18,01	
		221,00	92,99			

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not input

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : $K_h = 0,0260$ Vertical seismic coefficient : $K_v = 0,0000$

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	62,06 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	11,84 [°]
	z =	227,09 [m]		$\alpha_2 =$	49,83 [°]
Radius :	R =	207,94 [m]			
Slip surface after grid search.					

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : $F_a = 8355,43$ kN/mSum of passive forces : $F_p = 10775,28$ kN/mSliding moment : $M_a = 1737428,00$ kNm/mResisting moment : $M_b = 2240612,35$ kNm/m

Factor of safety = 1,29 < 1,50

Slope stability NOT ACCEPTABLE

Perfil N°2

Bonilla Juliana y Castro Flor	Análisis 2
-------------------------------	------------

Slope stability analysis

Input data

Project

Task : Análisis 2

Author : Bonilla Juliana y Castro Flor

Date : 12/12/2024

Settings

Standard - safety factors

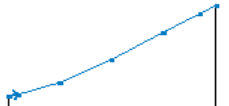
Stability analysis

Earthquake analysis : Standard

Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors		
Permanent design situation		
Safety factor :	$SF_s =$	1,50 [-]

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	0,00	10,00	2,00	50,00	15,00
		100,00	40,00	150,00	70,00	185,00	90,00
		201,00	99,14				

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	corte 2		32,00	15,00	16,00

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	corte 2		20,00		

Soil parameters

corte 2

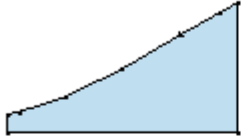

Unit weight : $\gamma = 16,00$ kN/m³

Stress-state : effective

Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 32,00$ °Cohesion of soil : $c_{ef} = 15,00$ kPaSaturated unit weight : $\gamma_{sat} = 20,00$ kN/m³

Benlla Juliana y Castro Fior

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		185,00	90,00	150,00	70,00	Arcilloso 
		100,00	40,00	90,00	15,00	
		10,00	2,00	0,00	0,00	
		0,00	-16,00	201,00	-16,00	
		201,00	99,14			

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not input.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : $K_h = 0,0025$ Vertical seismic coefficient : $K_v = 0,0000$

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center:	x =	83,99 [m]	Angle:	$\alpha_1 =$	-0,06 [°]
	z =	151,03 [m]		$\alpha_2 =$	59,78 [°]
Radius:	R =	119,10 [m]			

Slip surface after gridsearch

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : $F_a = 9246,50$ kN/mSum of passive forces : $F_p = 13144,64$ kN/mSliding moment : $M_a = 1101257,68$ kNm/mResisting moment : $M_p = 1585526,53$ kNm/m

Factor of safety = 1,42 < 1,50

Slope stability NOT ACCEPTABLE

Perfil N°3

Bonilla Juliana y Castro Flor

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos (Etapa de construcción 1)

Proyecto

Autor : Bonilla Juliana y Castro Flor

Fecha : 21/2/2025

Configuración

Estándar - Factor de seguridad

Análisis de estabilidad

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Análisis sísmico : Estándar


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

Anclajes

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Factor de seguridad de la fuerza de acero :	$SF_t = 1,50 [-]$
Factor de seguridad de la resistencia a la extracción (suelo) :	$SF_e = 1,50 [-]$
Factor de seguridad de la resistencia a la extracción (inyección de grout) :	$SF_c = 1,50 [-]$

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	0,00	20,00	5,00	75,00	30,00
		125,00	55,00	175,00	80,00	200,00	85,00
		210,00	95,00				

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	ϕ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	corte 3		33,00	14,00	16,20

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat}	γ_s	n
			[kN/m ³]	[kN/m ³]	[-]
1	corte 3		20,30		

Soil parameters

corte 3

Unit weight : $\gamma = 16,20 \text{ kN/m}^3$

Stress-state : effective

Angle of internal friction : $\phi_{ef} = 33,00^\circ$

Cohesion of soil : $C_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$

Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 20,30 \text{ kN/m}^3$

Datos del suelo

Arcilloso

Datos Básicos

Peso unitario : $\gamma = 20,00$ [kN/m³]
 Resistencia al corte : Mohr-Coulomb
 Análisis de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : $\varphi_{ef} = 30,00$ [°]
 Cohesión : $c_{ef} = 5,00$ [kPa]

Presión de elevación

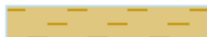
Cálculo de elevación : estándar
 Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 20,00$ [kN/m³]

Estratificación

Estratificación de suelo : no considerar

Vista

Patrón de suelo :



Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		200,00	85,00	175,00	80,00	Arcilloso
		125,00	55,00	75,00	30,00	
		20,00	5,00	0,00	0,00	
		0,00	-17,00	210,00	-17,00	
		210,00	95,00			

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	60,17 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-2,57 [°]
	z =	181,40 [m]		$\alpha_2 =$	52,31 [°]
Radio :	R =	161,59 [m]	Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.		

Peso total del suelo sobre la superficie de deslizamiento: 40057,22 kN/m

2

[GEOS - Estabilidad de Taludes (64 bit) | versión 5.2025.24 | Fine spol. s r.o. | www.finesoftware.es]

Bonilla Juliana y Castro Flor

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 16281,15$ kN/m

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 22504,72$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_d = 2630871,67$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 3636537,61$ kNm/m

Factor de seguridad = 1,38 < 1,50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Perfil N°4

Bonilla Juliana y Castro Flor	Análisis 4
-------------------------------	------------

Slope stability analysis

Input data

Project

Task : Análisis 4
 Author : Bonilla Juliana y Castro Flor
 Date : 12/12/2024

Settings

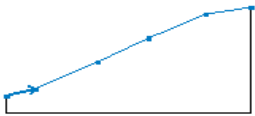
Standard - safety factors

Stability analysis

Earthquake analysis : Standard
 Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors	
Permanent design situation	
Safety factor :	$SF_s = 1,50$ [-]

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	0,00	25,00	7,00	80,00	35,00
		125,00	60,00	175,00	85,00	215,00	92,00

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Corte 4		31,50	15,30	15,80

Soil parameters - uplift

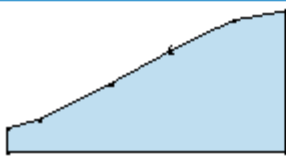

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Corte 4		19,80		

Soil parameters

Corte 4

Unit weight : $\gamma = 15,80$ kN/m³
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\phi_{ef} = 31,50$ °
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 15,30$ kPa
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19,80$ kN/m³

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		175,00	85,00	125,00	60,00	Arcilloso 
		80,00	35,00	25,00	7,00	
		0,00	0,00	0,00	-18,50	
		215,00	-18,50	215,00	92,00	

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not input.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : $K_h = 0,0026$ Vertical seismic coefficient : $K_v = 0,0000$

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	33,59 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	2,74 [°]
	z =	206,43 [m]		$\alpha_2 =$	50,88 [°]
Radius :	R =	190,64 [m]			
Slip surface after grid search.					

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : $F_a = 13280,56$ kN/mSum of passive forces : $F_p = 19416,78$ kN/mSliding moment : $M_a = 2531805,23$ kNm/mResisting moment : $M_p = 3701615,47$ kNm/m

Factor of safety = 1,46 < 1,50

Slope stability NOT ACCEPTABLE

Anexo N°5. Documentación Fotográfica

Fotografía N°1. Observación de campo en el Barrio América



Fuente: Bonilla J & Castro F, 2024.

Fotografía N°2. Visita de campo al Talud para recolectar información de las características y coordenadas



Fuente: Bonilla J & Castro F, 2024.

Fotografía N°3. Forma del talud en verano



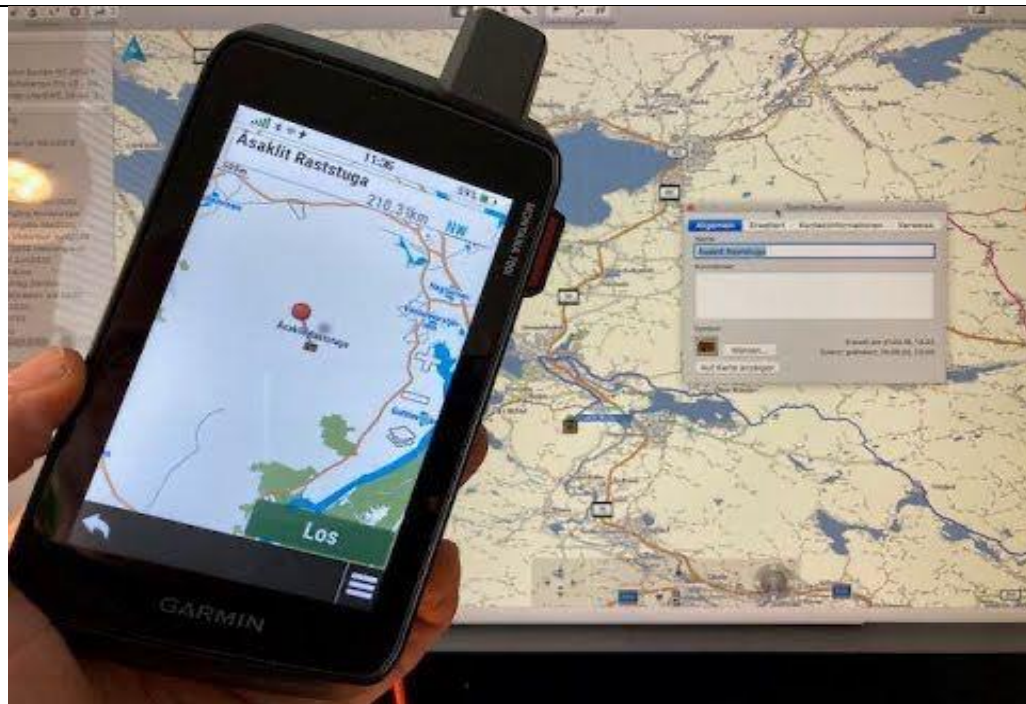
Fuente: Bonilla J & Castro F, 2024

Fotografía N°4. Forma del talud en invierno



Fuente: Bonilla J & Castro F, 2024

Fotografía N°5. Utilización del GPS Montana 700



Fuente: Bonilla J & Castro F, 2024