



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA

DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TEMA:

TÍTULO DEL PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA AMENAZA DE
DESLIZAMIENTOS Y ELEMENTOS EXPUESTOS EN LA UNIDAD
MORFOLÓGICA DE LA COLINA LOMA DE GUARANDA EN LA CIUDAD
DE GUARANDA. PERIODO MAYO - SEPTIEMBRE 2023.

AUTORES:

Johnny Javier Pasto Pasto

Alex Darío Simaliza Rea

TUTOR:

Dr. Abelardo Paucar Camacho PhD.

GUARANDA – ECUADOR

NOVIEMBRE – 2023

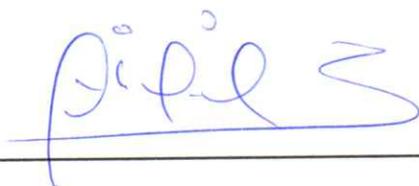
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

El suscrito Dr. Abelardo Paucar Camacho PhD., director del Proyecto de Investigación de Grado de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, en la calidad de docente tutor:

CERTIFICA

Que el trabajo de titulación: EVALUACIÓN DE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS Y ELEMENTOS EXPUESTOS EN LA UNIDAD MORFOLÓGICA DE LA COLINA LOMA DE GUARANDA EN LA CIUDAD DE GUARANDA. PERIODO MAYO - SEPTIEMBRE 2023, realizado por los señores Johnny Javier Pasto Pasto y Alex Darío Simaliza Rea, previo a la obtención del título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, cumple con los lineamientos de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, mismo que ha sido debidamente revisado y se han incorporado las recomendaciones emitidas en la asesoría. En tal virtud, autorizo el trámite legal respectivo para la evaluación y calificación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

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



Dr. Abelardo Paucar Camacho PhD.

Director del Proyecto de Investigación

DERECHOS DE AUTOR

Nosotros **Johnny Javier Pasto Pasto Y Alex Dario Simaliza Rea**, portadores de la Cédula de Identidad No 0202382180 y 0202493334 en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: **EVALUACIÓN DE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS Y ELEMENTOS EXPUESTOS EN LA UNIDAD MORFOLÓGICA DE LA COLINA LOMA DE GUARANDA EN LA CIUDAD DE GUARANDA. PERIODO MAYO - SEPTIEMBRE 2023**, 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.

Johnny Javier Pasto Pasto



Johnny Pasto
0202382180

Alex Dario Simaliza Rea



Alex Simaliza
0202493334

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación dedico a toda mi familia en general, ya que de una u otra forma me han brindado su apoyo incondicional y han compartido buenos y malos momentos.

A mi padre Oswaldo Pasto, por ser mi amigo y haberme forjado como persona que soy y sobre todo estar apoyándome moralmente, económicamente y por enseñarme que con trabajo y esfuerzo se puede conseguir todo lo que se propone.

A mi madre Luisa Pasto, por darme su amor incondicional, su sacrificio en todo este tiempo, a través de sus consejos de vida que me permiten retomar con más fuerza todo lo planeado para verme triunfar.

A mi novia, por ser la persona quien ha estado en mi proceso y forma parte de este logro, gracias a sus palabras de motivación y perseverancia he podido finalizar con éxito una meta más en mi vida profesional.

Johnny Pasto

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación es el fruto del esfuerzo y perseverancia, le dedico a mi Dios por llenarme de salud y vida, el mismo que me ha guiado por el sendero del saber y la formación profesional.

Expreso mis más puros sentimientos, con mucho amor y cariño a las personas más importantes del mundo, mis padres: Angel Simaliza y Maria Santos Rea, por darme la vida, que con esfuerzo y sacrificio supieron guiarme por un buen camino del bien y tener la dicha de tenerlos aún con vida a mi lado.

A mi querida abuelita: Tránsito Llumiguano, por estar siempre pendiente de mí, gracias a sus consejos me he formado como una persona de bien.

A mi amada esposa: Tania Muguicha, con quien he compartido momentos de alegría y tristeza, quien ha contribuido para mi desarrollo emocional e intelectual, siempre incondicionalmente con amor y cumplir nuestras metas anheladas.

A mi querido hijo: Yandel Simaliza Muguicha, por los momentos que no pudimos estar juntos, ya que él ha sido mi fortaleza en los momentos más difíciles y el motivo de inspiración para seguir adelante.

A mis hermanos: Cristian, Paul, Anderson y Karina, por estar siempre a mi lado dándome consejos y sobre todo por el apoyo incondicional que me dan así ara culminar con esta formación académica y profesional.

Alex Simaliza

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios, por permitir llegar a este momento muy importante en mi vida. Por los logros y cada objetivo cumplido ya que nos enseña a valorar cada instante de nuestras vidas y vivirla como si el mañana no existiese.

A mis padres y hermanos, quienes me han dado la oportunidad de empezar y culminar esta meta en mi vida, con sus consejos, su comprensión, su apoyo incondicional, y sobre todo en lo más importante por haberme forjado con valores y principios como un hombre de bien.

A mis docentes, compañeros y todas aquellas personas quienes han contribuido en mucho para poder culminar unos de mis objetivos importantes, en especial a mi querida novia Verónica Gavilánez quien ha estado en mi proceso de formación académica por brindarme su tiempo, dedicación y paciencia.

A la Universidad Estatal de Bolívar, por brindarme los conocimientos que hoy se ven reflejados en este trabajo de investigación, a mi tutor Dr. Abelardo Paucar por todos sus consejos y enseñanzas y por guiarme en el desarrollo de mi tesis. A mis pares académicos Ing María Isabel Barragán e Ing. Gino Noboa, por dedicarnos su tiempo y conocimientos para guiarnos en todas nuestras inquietudes.

Johnny Pasto

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento es a Dios por que ha sido mi guía y mi fortaleza en todo momento, quien me ha ayudado siempre. Mi eterna gratitud a mi querida familia que atreves de sus consejos y apoyo lo a echo posible nuestra meta y objetivo.

De manera especial a la Universidad Estatal de Bolívar por abrir las puertas a cada uno de los estudiantes y principalmente a la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Escuela de Ingeniería en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, por haberme permitido ser parte de esta prestigiosa institución.

Un agradecimiento muy sincero y especial al Dr. Abelardo Paucar, director del proyecto de investigación, profesor y guía en el sendero de nuestra vida universitaria, profesional responsable dedicado, que siempre lucha para que cada día seamos mejores a través de nuestro esfuerzo día a día.

Además, hago énfasis el agradeciendo a los señores miembros del tribunal al Ing. Gino Noboa e Ing. María Isabel Barragán, por el apoyo incondicional ya que han sido muy responsables en su dedicado cargo que desempeñan.

Alex Simaliza

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema	5
1.3 Objetivos	6
1.3.1 General	6
1.3.2. Específicos.....	6
1.4 Justificación de la investigación	7
1.5 Limitaciones.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes de la investigación	10
2.2 Bases teóricas	15
2.2.1 La amenaza de deslizamiento.....	15
2.2.1.1 Definición	15
2.2.1.2 Clasificación de los deslizamientos.....	15
2.2.1.3 Factores o causas	19
2.2.1.4 Metodología para evaluación de elementos expuestos a deslizamientos	21
2.2.1.5 Metodología para evaluación y cartografía de amenaza de deslizamiento.....	23
2.2.2 La exposición a deslizamiento	25
2.2.2.1 Definición de exposición.....	25
2.2.2.2 Principales efectos o impactos de los deslizamientos	26
2.2.2.3 Medidas de reducción ante deslizamientos	27
2.3 Definición de términos (glosario)	30
2.4 Sistema de variables.....	31
2.4.1 Variable dependiente.....	31
2.4.2 Variable independiente.....	31
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO	35
3.1. Nivel de Investigación	35
3 2. Diseño	35

3.3. Población.....	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	37
3.5.1 Metodología propuesta para el análisis del Objetivo 1	37
3.5.2 Metodología propuesta para el análisis del Objetivo 2	38
3.5.3 Metodología propuesta para el análisis del Objetivo 3	38
CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	39
4.1 Resultados alcanzados según el objetivo 1	39
4.1.1 Identificación de los factores de seguridad por tramos	136
4.1.2 Análisis de estabilidad de taludes por el método Bishop	139
4.2 Resultados alcanzados según el objetivo 2.....	152
4.2.1 Análisis de la exposición de bloques de edificaciones por estabilidad de tramos en la colina loma de Guaranda	152
4.2.2 Análisis de la exposición de infraestructura esencial (red de distribución de agua, alcantarillado y vías urbanas) por estabilidad de tramos en la colina Loma de Guaranda.....	155
4.3 Resultados alcanzados según el objetivo 3	157
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	161
5.1 Conclusiones.....	161
5.2 Recomendaciones	162
ANEXOS	167

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 2, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	39
Tabla 2: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 3, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	41
Tabla 3: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 4, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	44
Tabla 4: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 5, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	46
Tabla 5: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 6, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	48
Tabla 6: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 2, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	51
Tabla 7: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 2, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	53
Tabla 8: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 9, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	56
Tabla 9: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 10, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	58
Tabla 10: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 11, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	60
Tabla 11: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 12, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	62
Tabla 12: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 13, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	64
Tabla 13: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 14, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	67
Tabla 14: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 15, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	69
Tabla 15: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 16, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.	71

Tabla 16: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 17, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	74
Tabla 17: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 2, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	76
Tabla 18: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 19, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	78
Tabla 19: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 20, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	80
Tabla 20: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 21, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	82
Tabla 21: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 22, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	84
Tabla 22: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 23, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	86
Tabla 23: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 24, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	88
Tabla 24: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 25, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	90
Tabla 25: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 26, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	92
Tabla 26: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 27, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	94
Tabla 27: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 28, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	97
Tabla 28: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 29, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	99
Tabla 29: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 30, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	101
Tabla 30: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 32, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	103
Tabla 31: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 33, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	105

Tabla 32: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 34, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	107
Tabla 33: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 36, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	110
Tabla 34: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 37, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	112
Tabla 35: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 38, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	114
Tabla 36: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 39, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	116
Tabla 37: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 40, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	118
Tabla 38: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 41, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	120
Tabla 39: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 42, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	122
Tabla 40: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 43, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	124
Tabla 41: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 44, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	126
Tabla 42: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 45, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	128
Tabla 43: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 46, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	130
Tabla 44: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 47, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	132
Tabla 45: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 48, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.....	134
Tabla 46: Resumen del factor de seguridad por tramo	137
Tabla 47: Coeficiente de seguridad por el método Bishop para los perfiles de la colina Loma de Guaranda	151

Tabla 48: Número y tipo de edificaciones ubicadas en los tramos estables e inestables.....	152
Tabla 49 Exposición de bloques de edificaciones por estabilidad de tramos	153
Tabla 50: Longitud de infraestructura esencial localizadas en tramos estables e inestables.....	156
Tabla 51: Matriz de medidas de reducción de elementos expuestos por estabilidad de taludes en la colina Loma de Guaranda.....	157

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Deslizamiento por caída.....	16
Gráfico 2: Deslizamiento por volcamiento	16
Gráfico 3: Deslizamientos rotacionales	17
Gráfico 4: Deslizamientos traslacionales	17
Gráfico 5: Deslizamientos por flujos	18
Gráfico 6: Deslizamientos por reptación.....	18
Gráfico 7: Perfil 1 de la colina Loma de Guaranda	139
Gráfico 8: Perfil 2 de la colina Loma de Guaranda	142
Gráfico 9: Perfil 3 de la colina Loma de Guaranda	145
Gráfico 10: Perfil 4 de la colina Loma de Guaranda	148
Gráfico 11: Exposición de infraestructura esencial (red de agua potable, alcantarillado, vías de comunicación).....	156

RESUMEN

La investigación titulada “Evaluación de la amenaza de deslizamientos y elementos expuestos en la unidad morfológica de la colina Loma de Guaranda en la ciudad de Guaranda, periodo mayo - septiembre 2023” tuvo como objetivos específicos: 1) Determinar el factor de estabilidad del talud ante deslizamientos en la colina Loma de Guaranda. 2) Identificar los elementos expuestos en la morfológica de la colina Loma de Guaranda de la ciudad de Guaranda y 3) Proponer medidas de mitigación de la amenaza de deslizamientos para el área de estudio.

Se desarrolló una investigación descriptiva de tipo no experimental, para la recopilación de la información de estabilidad de talud, se utilizó la “guía de clasificación geomecánica en talud” propuesta por el Instituto de Investigación Geológico y Energético del Ecuador, posteriormente, mediante el programa DIPS se identificó 48 tramos, se aplicó el software RocData y el factor Mohr-Coulomb para obtener valores de cohesión desde 0,9727 hasta 2,6425 y ángulos de fricción del talud desde 6 a 14,18°; con el uso del software RocPlane se determinó el factor de seguridad del talud, identificando que 37 tramos del talud son inestables. De la misma manera, se aplicó el método Bishop mediante el software GEO5 se determinó que la unidad morfológica colina Loma de Guaranda está conformada por 4 perfiles, se estableció que en las 2 condiciones (con y sin coeficiente sísmico), los taludes presentan un estado estable, es decir no hay riesgo de deslizamiento.

Para identificar los elementos expuestos que se encuentran ubicados en la zona morfológica de la colina Loma de Guaranda, se realizó una georreferenciación, encontrando que las edificaciones publicas tendrían una mayor afectación con el 47,27% y en la infraestructura esencial, la mayor afectación se centra en las vías de comunicación con el 72,15%. Finalmente, se realizó una matriz de estrategias para la reducción de elementos expuestos por estabilidad de tramos en la unidad morfológica colina Loma de Guaranda, como medidas de mitigación de la amenaza de deslizamiento.

Palabras clave: *Evaluación, amenaza, deslizamiento, Loma de Guaranda*

INTRODUCCIÓN

En el contexto de la gestión de riesgos y la planificación del uso del suelo, la evaluación de la amenaza de deslizamientos y elementos expuestos en una unidad morfológica se destaca como un proceso crítico para salvaguardar la seguridad y el bienestar de las poblaciones y el entorno natural. A medida que el cambio climático y la urbanización continúan transformando nuestro planeta, la comprensión de las amenazas geológicas se ha vuelto esenciales para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y adaptación. Esta evaluación se enfoca en analizar las tendencias regionales y globales relacionadas con los deslizamientos, identificando patrones geológicos y climáticos que afectan a una amplia gama de áreas morfológicas.

Es por ello que, la evaluación de la amenaza de deslizamientos y elementos expuestos en la colina Loma de Guaranda se adentra en el análisis detallado de los tramos y perfiles específicos. En esta etapa, se consideran factores geológicos y geomorfológicos que pueden influir en la estabilidad del talud, así como la ubicación de elementos críticos, como asentamientos humanos, infraestructuras y recursos naturales. Además, se exploran de manera general las principales características que permite una comprensión más precisa de los riesgos asociados a deslizamientos.

Además, en esta evaluación se realiza un análisis minucioso de la topografía, la geología, la vegetación y otros factores locales que influyen en la probabilidad de deslizamientos. También, se identifican y evalúan de manera detallada los elementos expuestos, como edificaciones, carreteras, sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado. Esta evaluación micro es esencial para la implementación de medidas de gestión de riesgos a nivel local, que incluyen la planificación de evacuaciones, el refuerzo de infraestructuras y la protección de ecosistemas sensibles.

Por lo tanto, esta investigación confluye en un enfoque interdisciplinario que involucra la geología, la geomorfología y la geotecnia, plasmado en el uso de software específico como: DIPS, RocData, RocPlane y Geo5. Es así que los

resultados obtenidos proporcionan la base necesaria para tomar decisiones informadas en la planificación del desarrollo sostenible y la mitigación de riesgos, convirtiéndose en un insumo que contribuya a garantizar la seguridad de las comunidades y la conservación de los ecosistemas en estas áreas vulnerables.

El documento contiene en el capítulo I: Problema, la formulación del problema, justificación, objetivos y limitantes de la investigación; en el capítulo II: Marco Teórico, se incluye los antecedentes investigativos, bases teóricas y variables de estudio; en el capítulo III: Marco Metodológico, se describe el diseño, tipo de investigación y las técnicas de recolección y procesamiento de la información; en el capítulo IV: Resultados, se detalla los resultados por objetivos; en el capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones; finalmente, la bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Un deslizamiento, es un movimiento masivo de escombros, rocas y tierra, a través de una pendiente (Romero y otros, 2019). Muchos de estos deslizamientos de tierra son originados debido a la gravedad, pero también pueden ser provocados principalmente por lluvias, presión de agua subterránea, desestabilización de laderas, erosión, deforestación, entre otros; que, dependiendo de su velocidad y volumen, pueden convertirse en eventos potencialmente peligrosos para las zonas de influencia (Clavijo & Malavé, 2020).

A nivel mundial, los deslizamientos son una de las principales amenazas que se encuentran asociadas a la presencia de factores naturales como: lluvias excesivas, actividad sísmica y erupciones volcánicas, sin embargo, también se deben a factores asociados con actividades humanas desproporcionadas como el uso inadecuado del suelo (Cabrejo, 2022). Por ello, los deslizamientos representan un serio problema que afecta a una gran parte de la producción económica y el desarrollo de los países, provocando una serie de daños irremediables como la pérdida de vidas humanas y afectaciones económicas con graves consecuencias sociales.

El Ecuador es un país montañoso que se encuentra en vías de desarrollo, su economía de pequeña escala se basa en las actividades económicas de sus diferentes localidades, por esta razón, la vulnerabilidad de las regiones ante los deslizamientos, es cada vez mayor, sobre todo en la región interandina, pues los suelos elevados e irregulares son una permanente amenaza para los habitantes y para la infraestructura física pública y privada. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2022). Esto ha impedido que se lleve a cabo acciones y procesos de desarrollo interno del país, que permitan minimizar el efecto negativo de los deslizamientos en las actividades socioeconómicas propuestas por los gobiernos locales.

Según el análisis de amenazas del cantón Guaranda, se determina que los deslizamientos están clasificados con un nivel alto, debido a que el cantón se encuentra ubicada en los flancos externos de la Cordillera Occidental de Los Andes, ya que su relieve es muy irregular y sus características geológicas y estructurales, la exponen a sufrir este tipo de amenazas. En este sentido, el 26% que corresponde a 12 eventos de deslizamientos registrados, se produjeron en la ciudad de Guaranda, siendo las principales causas: lluvias excesivas, deforestación de las laderas, erosión del suelo y banqueos (GAD Guaranda, 2020-2024).

La ciudad de Guaranda está rodeada de 7 colinas, dentro de las cuales se encuentra la denominada “Loma de Guaranda”, que está ubicada en las coordenadas 1°35'1.98" al Norte y 78°59'42.89" al Este de Guaranda. Tiene una topografía irregular, caracterizada por procesos de deforestación y erosión del suelo, de la misma manera, esta unidad morfológica se encuentra expuesta a deslizamientos, debido a la propagación descontrolada de la frontera agrícola, pérdida de cobertura vegetal debido al asentamiento de viviendas y edificaciones, provocando la destrucción del ecosistema con alteraciones geográficas importantes, lo que la vuelve vulnerable ante la amenaza de deslizamientos (Rivas, 2022).

Por lo tanto, según manifiesta (Padrón, 2019) una colina se caracteriza por tener una topografía montañosa y pendientes que van desde el 16 al 30%, además, se encuentra conformada por material de fácil excavación que puede provocar la profundización de los cursos de agua y desencadenar un descenso masivo y relativamente rápido de material, con afectación directa a las líneas vitales de la zona, la propiedad privada y sus habitantes.

Por su parte, el autor (Cedeño & Vela, 2020) menciona que la vulnerabilidad de las zonas ubicadas dentro del espacio urbano de las ciudades, está directamente relacionada con la actividad humana, pues son estas quienes tienden a vulnerar las condiciones naturales, creando así los riesgos. Es así que la colina Loma de Guaranda, con el transcurrir de los años, ha sido alterada en su hábitat natural, pues la construcción de viviendas, apertura de vías y el incremento de la densidad

poblacional en la parte alta de la colina, incrementan la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos.

A lo anteriormente mencionado, (Sanz, 2021), agrega que hay varios sucesos que influyen de manera directa en la vulnerabilidad de deslizamientos de una localidad, y se debe principalmente al insuficiente de control por parte de las autoridades, incumplimiento de la normativa de uso y gestión del suelo y crecimiento desproporcionado del sector. En definitiva, ante lo expuesto anteriormente, la Loma de Guaranda tienen una alta vulnerabilidad ante un evento de deslizamiento, por ello, reviste de gran importancia la realización de un estudio actualizado sobre la amenaza y elementos expuestos para el establecimiento de estrategias de reducción.

1.2 Formulación del Problema

¿Los factores y elementos expuestos en la unidad morfológica de la colina Loma de Guaranda, elevan el nivel de vulnerabilidad ante la amenaza de deslizamientos?

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Determinar los factores que inciden en la amenaza de deslizamientos y los elementos expuesto en la unidad morfológica de la colina Loma de Guaranda de la ciudad de Guaranda.

1.3.2. Específicos

- Determinar el factor de seguridad del talud ante deslizamientos en la colina Loma de Guaranda.
- Identificar los elementos expuestos en la unidad morfológica de la colina Loma de Guaranda de la ciudad de Guaranda.
- Proponer medidas de mitigación de la amenaza de deslizamientos en la unidad morfológica de la colina Loma de Guaranda.

1.4 Justificación de la investigación

Al considerarse la gestión de riesgos de desastres como un proceso social que tiene la finalidad de proteger a una comunidad vulnerable ante amenazas de origen natural, socio-natural y antropológico, se debe fortalecer las capacidades de los actores público privados en cuanto al análisis y la reducción del riesgo por deslizamientos, esto permitirá mejorar la toma de decisiones y por ende adoptar medidas que estén encaminadas a preservar la vida, proteger propiedades e infraestructuras y mejorar las condiciones de vida de sus habitantes (Maldonado, 2021).

Es así que identificar, localizar y caracterizar los factores que inciden en la amenaza de deslizamientos y los elementos expuestos en la unidad morfológica Loma de Guaranda, permitirá a las autoridades y pobladores comprender la magnitud del riesgo al que se encuentran expuestos, lo que constituye una oportunidad de planificar de manera integral los procesos desarrollo y ordenamiento territorial, a fin de disminuir significativamente el riesgo de deslizamientos en esta importante zona de la ciudad de Guaranda.

Además, es importante recalcar que el desarrollo de esta investigación, se alinea de manera macro con los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible con relación al objetivo 11 “Lograr que las ciudades y asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, ya que se permitirá incorporar planes de fortalecimiento y adaptación a eventos naturales relacionados con el clima, como el fenómeno de El Niño, que potencialmente se hará presente en el país a fines de año (Organización de las Naciones Unidas, 2021)

Es por ello que, este proyecto de titulación, proporcionará información de relevancia sobre la amenaza de deslizamientos en la colina Loma de Guaranda, lo cual se constituirá en el primer paso para asegurar que la potencial ocurrencia de un evento de deslizamiento no exceda un impacto aceptable. Es por eso que la utilización de herramientas de información geográfica para la zonificación de áreas susceptibles a deslizamientos, se convierte en un recurso ideal para cubrir amplias

extensiones de terreno. Con ello, se logra minimizar tiempo y costo en la ejecución de las distintas actividades que servirán como insumo para la planificación territorial.

Por ello, efectuar un análisis detallado del riesgo de deslizamientos en la colina denominada Loma de Guaranda, es imprescindible y necesaria de realizarse, pues de pondrá a disposición información de relevancia para la actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Guaranda, así como para la elaboración de planes de contingencia y sistema de alerta temprana, otorgando un beneficio social al gobierno local.

Finalmente, los principales beneficiarios de este trabajo, serán los habitantes de la ciudad de Guaranda, especialmente aquellos que viven en áreas expuestas a deslizamientos de tierra en la colina Loma de Guaranda. También se beneficiarán las autoridades locales, instituciones gubernamentales y organizaciones involucradas en la gestión del riesgo y el desarrollo urbano sostenible.

1.5 Limitaciones

Para el desarrollo investigativo de este trabajo, se prevé tener las siguientes limitaciones:

- Escasa información relacionada con mapas geológicos, topográficos, hidrológicos y de vegetación, que permitan realizar una adecuada zonificación del riesgo de deslizamiento de la zona de estudio.
- Información desactualizada y poco detallada de las evaluaciones de riesgo del área de estudio, incluyendo los deslizamientos y desastres en general que haya podido afectar a la Loma de Guaranda.
- Disponer de datos limitados e insuficientes para realizar los análisis completos de los factores y elementos expuestos en la unidad morfológica.
- Falta de colaboración de los moradores de la zona de estudio, lo cual limite el acceso a ciertas zonas consideradas como propiedad privada.
- Requerimiento de elevados recursos económicos para la evaluación de la amenaza de deslizamientos, lo que podría limitar la capacidad de precisión de las evaluaciones a realizar.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Las características metodológicas que permiten interpretar los resultados a obtener, se describen en las siguientes investigaciones:

En el contexto internacional, se consideró la investigación denominada “Reducción del riesgo y amenaza de deslizamientos en vías principales de Colombia” desarrollada por (Baena y otros, 2019) quienes se plantearon como objetivo, realizar una aproximación a los eventos por deslizamiento que se han producido en Colombia y determinar las afectaciones y soluciones que se desarrollaron para minimizar el efecto adverso de los deslizamientos, mediante técnicas de mitigación del riesgo.

Dentro del desarrollo metodológico, se utilizó el boletín de geología de la Universidad Industrial de Santander para realizar una clasificación de los tipos de deslizamientos o movimientos de masa que de produjeron durante los últimos 10 años en Colombia, definiendo que ocurrieron los siguientes tipos de deslizamientos: caídas desprendimientos y desplomes (30%), deslizamientos (27%), flujos (17%), volcamientos (15%) y reptación (11%) (Baena, Paz, & Fernández, 2019).

Para ello, se propusieron técnicas de mitigación ante el riesgo de deslizamiento en laderas, las mismas que se agruparon acorde al nivel de contribución, con respecto a la reducción de los impactos ambientales, socio económico, pérdidas humanas, entre otros. La primera medida de mitigación fue la implementación de medidas de estabilización (45%) dentro de las que se señala: sistema de drenaje, modificación en la geometría del talud, geo sintéticos y muros rígidos. De la misma manera se propusieron medidas de prevención (35%), medidas de control (22%) y medidas de estabilización. En general para minimizar el efecto de los deslizamientos, se deben realizar obras complementarias a las proporcionados por el sistema de gestión de riesgo (Baena, Paz, & Fernández, 2019).

Otro antecedente investigativo considerado, fue el estudio denominado “Metodología para la evaluación de la amenaza por movimientos de masa como parte de los estudios básicos de amenaza. Caso de estudio municipio de Andes, Antioquia, Colombia”, desarrollado por (Aristizábal y otros, 2022). Para ello, se realizó una selección de metodologías que permitieron establecer las condiciones mínimas de seguridad tanto para el área urbano y rural.

La metodología utilizada permitió definir las características del suelo urbano y rural, puesto que la unidad de análisis y metodologías difieren según la naturaleza del suelo. Se utilizaron los modelos de análisis del Servicio Geológico Colombiano (SGC) mediante su guía 2017, la misma que considera dentro de su factor de análisis, métodos estadísticos que son alimentados con bases de datos de lluvias y sismos, estimando sus umbrales críticos. Se realizó una evaluación y zonificación de la amenaza por deslizamientos en el suelo urbano y rural, mediante fotointerpretación multi temporal, con la utilización de variables condicionantes como; geología, cobertura vegetal, pendiente, inclinación de la ladera y rugosidad.

El resultado de este análisis fue la obtención de un mapa de susceptibilidad, que permitió evaluar la predicción y desempeño de los diferentes factores en cuanto a la susceptibilidad y amenaza de los deslizamientos. Además, este recurso ayudó a definir las áreas que presentan mayor nivel de riesgo y por ende evaluar la una de la habilidad de la infraestructura física pública y privada, así como la seguridad de los pobladores (Aristizábal y otros, 2022).

Además, se consideró la investigación “Caracterización de los elementos expuestos de los sectores Camino a la Estancia y Vereda Ceballos, del municipio de Manizales – Caldas, elaborado por (Castaño & Lopera, 2021) en dónde se identificó, localizó y caracterizó los distintos elementos expuestos en los dos sectores de estudio, con la finalidad de generar un insumo idóneo para posteriormente realzar la determinación de la vulnerabilidad física de esta zona de estudio.

La metodología utilizada estuvo caracterizada por una revisión de información secundaria procedente de los archivos municipales, también se realizó una revisión de la información cartográfica y catastral del lugar de estudio y finalmente se realizó una revisión de los distintos instrumentos de planificación y ordenamiento territorial. La toma de datos estuvo caracterizada por una evaluación física de las principales vulnerabilidades suelo en el cual se sientan las viviendas.

Mediante cartografía, se determinó que el 42% de la zona de estudio tiene una alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos, debido a que el terreno está conformado por pendientes mayores al 40%. Así mismo se identificó que el 18% de la localidad está considerada como una zona de desplazamiento, por lo que se podrían generar deslizamientos rápidos. Con relación a los elementos expuestos, se determinó que la mayor fragilidad se encuentra en el tipo y altura de la estructura, ya que más del 50% de las construcciones tienen fragilidad alta (hasta 2 pisos) y muy alta (más de 2 pisos) (Castaño & Lopera, 2021).

En el contexto local, se consideró la investigación titulada “Riesgo por deslizamientos en la ciudadela Cevallos de la parroquia Francisco Pacheco, ciudad de Portoviejo”, desarrollada por (Rivas, 2022) el mismo que se enfoca en la evaluación de los efectos adversos suscitados por deslizamientos, para lo cual se identificaron áreas y edificaciones que se encuentran asentadas en zonas vulnerables, así como se determinó el número de viviendas que están expuestas al nivel de riesgo alto y medio para la zona de estudio.

La metodología utilizada para el desarrollo del trabajo investigativo fue una adaptación de la “Propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidades en función de amenazas” desarrollada por la Secretaría nacional de gestión de riesgos (SNGR) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) año 2011. Se centró en 3 ejes de investigación: aplicada, documental y de campo; dentro de la investigación aplicada se evaluó la vulnerabilidad a partir de resultados ponderados mediante 4 variables propuestas en la investigación, la investigación documental fue realizada mediante la recolección de archivos históricos del

Municipio de Portoviejo y la investigación de campo constó de información facilitada por los habitantes a través de la aplicación de encuestas y entrevistas (Rivas, 2022).

Dentro de los resultados obtenidos, se determinó que la ciudadela Cevallos, está ubicada en una colina con una pendiente aproximada del 25%. Esto le convierte en una zona con alta probabilidad de deslizamientos, en vista que las viviendas se encuentran ubicadas en la cercanía de las quebradas y su alto peso estructura ha ido provocando una serie de deslizamientos que están comprometiendo directamente la estabilidad de los taludes y sobre todo se encuentran en la cercanía quebradas. A esto se suma el insuficiente control por parte de las autoridades y de disponer una normativa específica que regule el uso y gestión del suelo en zonas consideradas como quebradas (Rivas, 2022).

Finalmente se consideró como antecedente investigativo el trabajo experimental titulado “Evaluación de la susceptibilidad a movimientos de masa por deslizamientos mediante los índices de vegetación NDVI y SBI del cantón Alausí, provincia de Chimborazo realizado por (Mejía & Troya, 2021) que tuvo la finalidad de identificar zonas que presentan mayor susceptibilidad a deslizamientos a partir de la aplicación de técnicas geomáticas y el uso de imágenes satelitales de la zona de estudio.

Dentro del desarrollo metodológico, se realizó la identificación del estado de actividades de deslizamientos mediante una combinación multi temporal de los mapas temáticos y de pendientes desde los años 2016 a 2021. Se realizó el cálculo de las diferencias de temporalidades mediante un traslape espacial que fue obtenido del mapa de susceptibilidad a deslizamientos mediante las fuentes NDVI y SBI. Como resultado se identificó que las zonas de Guasuntos, Huigra y Sibambe presentan mayor susceptibilidad a deslizamientos con una posible área de afectación de 1185 hectáreas.

Para la validación de los resultados obtenidos, se realizó una verificación a partir de la aplicación de 3 métodos, que fueron: muestreo estratificado, población de deslizamientos históricos y análisis estadístico de Kappa, los mismos que permitieron obtener un margen de error del 9,2%, con lo cual se determina que la evaluación realizada mediante la metodología utilizada, cumple con el nivel de rigurosidad estadística planteada (Mejía & Troya, 2021).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 La amenaza de deslizamiento

2.2.1.1 Definición

Según el concepto propuesto por (Barrentos y otros, 2022) los deslizamientos son movimientos de rocas, tierra y otros materiales artificiales, o a su vez una combinación de ellos, que se produce lo largo de una superficie, a favor de la pendiente. Por otra parte, (Aro, 2020) señala que un deslizamiento es conocido como un movimiento en la masa de la tierra, que es provocado debido a la inestabilidad de un talud y generalmente se origina en una zona inestable, con desplazamiento de volumen y velocidad hacia a una zona estable. De la misma manera, (Morales, 2021) menciona que un deslizamiento es un movimiento de materiales compuestos por rocas suelo y vegetación o relleno de materiales que se desplazan por una pendiente abajo, representando un proceso geológico con grave afectación a los seres humanos.

En este contexto, queda claro que un deslizamiento hace referencia hacia a un movimiento masivo de tierra y otros materiales, provocado por la gravedad y la inestabilidad del suelo. En ciertos casos, puede deberse a otros factores como: lluvias, sismos, erosión del suelo, deforestación, entre otros. Son esencialmente peligrosos cuando se producen en grandes volúmenes y sobre todo provocan afectaciones a la infraestructura pública y privada.

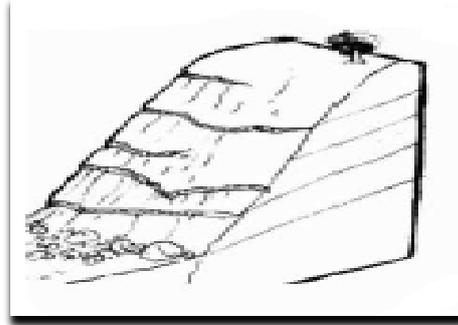
2.2.1.2 Clasificación de los deslizamientos

Los autores (Cedeño & Vela, 2020) señalan que es importante determinar cómo se mueven los distintos materiales para poder clasificar de manera efectiva los tipos de deslizamientos. Es así que se presenta la siguiente clasificación:

- **Caída:** este tipo de deslizamiento, se produce cuando el material del que se compone el suelo se desprende desde una ladera altamente inclinada y su recorrido se realiza a través de gran parte de su superficie. Aunque el volumen del material removido puede ser pequeño, su velocidad de

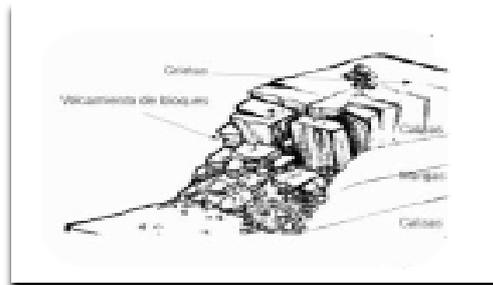
desplazamiento es muy alta, por lo que puede provocar graves afectaciones al momento del impacto.

Gráfico 1: Deslizamiento por caída



- **Volcamiento:** este tipo de deslizamiento se caracteriza porque se produce una lenta inclinación del material del que se compone el suelo. Generalmente la parte superior se conforma de rocas blandas (competentes frágiles) y la parte baja de rocas duras (incompetentes dúctiles), ello contribuye a que se produzca un vuelco rápido de las rocas inclinadas.

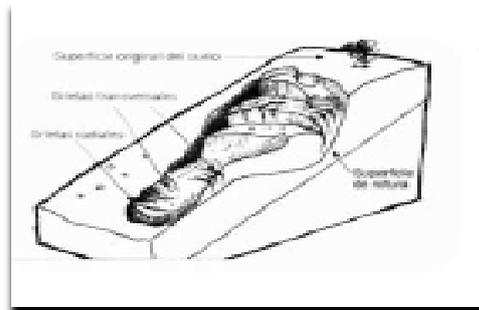
Gráfico 2: Deslizamiento por volcamiento



- **Deslizamientos rotacionales:** están caracterizados porque la superficie del deslizamiento se produce en la parte interna del material, provocando una forma circular o cóncava. Esta ruptura se puede producir en diferentes sectores del talud: al pie del talud y en la superficie de talud. Este tipo de deslizamiento tiene una velocidad de desplazamiento que va de lenta a

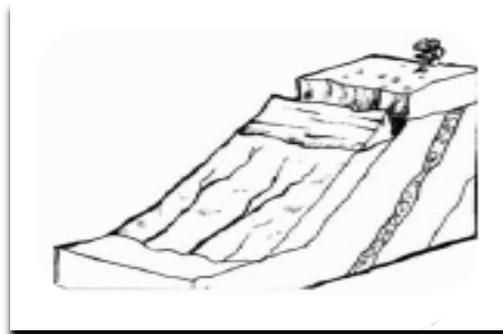
moderada y puede ser acelerada, en el caso de que el suelo se encuentre con alta carga de agua. Por lo general, se produce un pie de superficie de ruptura.

Gráfico 3: Deslizamientos rotacionales



- **Deslizamientos traslacionales:** este tipo de deslizamiento se caracteriza porque el volumen de material se desplaza hacia afuera y para abajo a lo largo de una superficie ligeramente ondulada con la presencia de pequeños movimientos rotacionales. Estos deslizamientos se deben a las fracturas de las rocas y a la resistencia que presentan los materiales generalmente su desplazamiento es muy lento, por lo que puede producirse una zona de acumulación.

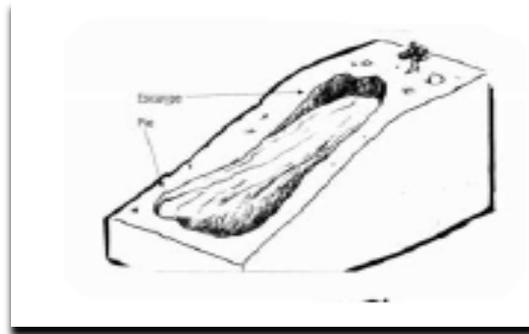
Gráfico 4: Deslizamientos traslacionales



- **Flujos:** Generalmente este tipo de deslizamiento es producido en rocas, escombros y suelos inestables y están relacionados principalmente con la saturación de agua, sobre todo en los períodos de lluvia intensa. El

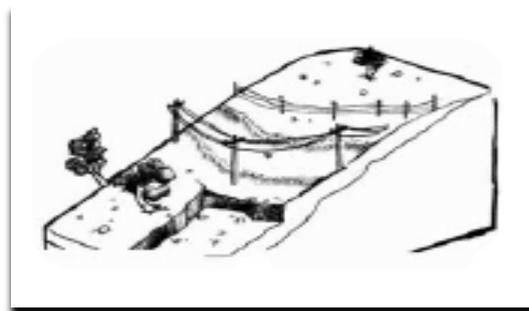
desplazamiento que se produce, generalmente es muy rápido, por lo cual representa un alto nivel de peligrosidad para las zonas de afectación, pues es considerada como una escarpa principal.

Gráfico 5: Deslizamientos por flujos



- **Reptación:** este tipo de desplazamiento se produce debido a la deformación que presenta el suelo o la roca, a causa de los movimientos lentos y persistentes provocados por la acción de la gravedad. Por lo general, se manifiesta en forma de curvatura es evidente en las carreteras debido a la aparición de grietas provocadas por el corrimiento de esta masa de material.

Gráfico 6: Deslizamientos por reptación



En términos generales, los deslizamientos son originados por diversas causas, donde el volumen de material y la velocidad con que se desplazan, pueden cambiar y por ende representan un alto nivel de problemas para la zona de afectación o influencia del evento.

2.2.1.3 Factores o causas

Conocer cuáles son los factores o causas detonantes de los deslizamientos, permite evaluar de manera efectiva el nivel de amenaza existente en la zona de influencia y establecer medidas que permitan evitar, corregir o minimizar los posibles deslizamientos. Por lo tanto, (González y otros, 2019), mencionan que los factores naturales que están asociados a los deslizamientos son los siguientes:

- **Condiciones del suelo y roca:** principalmente se refiere a los suelos que se encuentran saturados de agua, así como suelos conformados por escombros débilmente consolidados y rocas fracturadas que pueden originar algún tipo de deslizamiento.
- **Topografía:** representa un factor importante y está directamente relacionado con el grado de inclinación de las laderas. Por ello, se dice que es un factor altamente determinante en la formación de deslizamientos, en términos generales mientras la pendiente es más elevada y pronunciada, mayor será la amenaza de deslizamientos en la zona.
- **Lluvia:** las zonas o regiones que concentran altos volúmenes de lluvia, van a caracterizarse por tener suelos saturados y, por ende, se va a crear la desestabilización de la ladera, lo cual provocará que el flujo del deslizamiento sea inminente y se realice a una gran velocidad. Este factor natural provoca que el deslizamiento esté caracterizado principalmente por altas concentraciones de lodo.
- **Actividad sísmica:** cuando se originan temblores, se tiende a generar una serie de ondas y vibraciones que afectan de manera directa el equilibrio de las laderas lo cual origina los deslizamientos. En este sentido, cuando la actividad sísmica es intensa, frecuente y de larga duración, es mayor la amenaza de deslizamientos sobre todo en aquellas zonas con pendientes muy pronunciadas.
- **Actividad volcánica y meteorización hidrotermal:** por lo general la actividad volcánica origina una serie de desplazamientos durante o después de un evento eruptivo, en dónde las laderas del volcán son las que tienden a

deslizarse debido a que está conformado por material mínimamente compactado y ofrece una mínima resistencia al movimiento.

Así mismo (Quispe y otros, 2021) señala que los deslizamientos se producen debido a la injerencia de la mano del hombre, es decir, la actividad humana produce una serie de factores que tienden a desestabilizar el suelo y provocar una mayor vulnerabilidad. Por lo tanto, los principales factores humanos se detallan a continuación:

- **Excavaciones:** generalmente se refieren a procesos de extracción de pequeñas o grandes cantidades de material para dar paso a la construcción de viviendas, edificios, carreteras, puentes entre otros. Cuando no es una actividad técnicamente desarrollada, tiende a provocar desestabilización del suelo, lo cual representa un alto riesgo de deslizamiento, sobre todo en aquellas infraestructuras físicas de gran peso y volumen.
- **Actividad minera:** está originada por la extracción de material pétreo que se realiza tanto a cielo abierto como en el interior de la tierra. Esto tiende a generar una serie de pasajes que, con el transcurrir de los procesos mineros se desplazan y por ende originan socavamientos y deslizamientos en la superficie. Además, la utilización de dinamita, provoca que las vibraciones o pequeños temblores fracturen y debiliten las rocas, por lo que la zona tiende a debilitarse, fracturarse y por ende deslizarse.
- **Deforestación:** la pérdida de árboles y de la capa superficial del suelo, provoca la disminución de la compactación y reducción de la infiltración, por ende, se genera un incremento de la escorrentía, lo que a su vez provoca que haya deslizamientos de material a grandes velocidades por las distintas superficies inclinadas.
- **Uso del suelo:** Generalmente está caracterizado por las sobrecargas que se producen en una determinada zona debido al incremento de peso a causa de un mayor número de construcciones. Estas condiciones tienen un mayor impacto, cuando se producen en rellenos, terraplenes o en zonas que tienen una alta acumulación de materiales y de agua (Quispe y otros, 2021).

En este sentido, es difícil saber cuándo se va a producir un deslizamiento, a pesar de que se evalúen los distintos factores que pueden desencadenar esta amenaza. Por ello, se debe conocer de forma técnica, el tipo de suelo y las diferentes características de este, lo cual ayudará a tomar decisiones efectivas y oportunas que permitan minimizar el efecto adverso de esta posible amenaza.

Además, queda claro que una de las principales causas de los deslizamientos a nivel urbano, es provocada por el uso inadecuado del suelo o por la construcción de infraestructura física poco planificada sin considerar la normativa y regulación local.

2.2.1.4 Metodología para evaluación de elementos expuestos a deslizamientos

La evaluación de elementos expuestos a deslizamientos requiere de una metodología adecuada que permita identificar y analizar los riesgos asociados. A continuación, se presenta una metodología general que puede ser utilizada para evaluar elementos expuestos a deslizamientos (Escobar, 2020).

- **Metodología Mora – Vahrson**

Permite identificar áreas con altas probabilidades de presentar deslizamientos, en el caso de la presencia de lluvias intensas, sismos de magnitud considerable o una combinación de ambos. A través de su desarrollo metodológico, se obtiene una zonificación de las áreas susceptibles de deslizamientos. Es una metodología apropiada sobre todo para países en vías de desarrollo, en vista que no se requiere de muchas variables y tiene una aplicación sencilla, sin embargo, se incluyen factores significativos desde el punto de vista de la inestabilidad de las laderas y considera parámetros que pueden determinarse de forma ágil y sin mayor inversión económica (Quispe y otros, 2021)

Se aplica parámetros que se obtienen de la observación y medición de varios indicadores morfodinámicos y su distribución espacial. Estos factores se caracterizan porque establecen la inestabilidad de la ladera como el caso de la litología, humedad y grado de la pendiente; con estos parámetros se llega a

establecer el grado de susceptibilidad debido a los elementos pasivos. Cabe recalcar que esta metodología considera la sismicidad y lluvias intensas como elementos de disparo que interrumpen el normal equilibrio de los materiales de la ladera (Reyes, 2020).

Es importante manifestar que el grado de susceptibilidad al deslizamiento se obtiene del producto de los elementos pasivos y los factores de disparo según se establece en la siguiente fórmula:

$$S = P * D$$

Donde:

S = es el grado de susceptibilidad a deslizamientos

P = producto de la combinación de los diferentes parámetros pasivos

D = valor del factor de disparo de los parámetros activos.

En este sentido la fórmula que caracteriza a los elementos pasivos según los parámetros de evaluación se presenta a continuación:

$$P = P_1 * P_h * P_p$$

Dónde:

P₁ = valor del parámetro de susceptibilidad litológica.

P_h = valor del parámetro humedad del suelo

P_p = valor del parámetro de la pendiente

De la misma manera, la fórmula que se utiliza para determinar el factor de disparo según los parámetros de evaluación se presenta a continuación:

$$D = D_s * D_{II}$$

Dónde:

D_s = valor del parámetro de disparo debido a la sismicidad

D_{II} = valor del parámetro de disparo debido a la lluvia

Por lo tanto, la evaluación mediante la metodología Mora Vahrson permite clasificar la susceptibilidad a deslizamientos mediante los calificativos de: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta. Y en base a ello se realizan las distintas recomendaciones de infraestructuras que permitan minimizar los efectos adversos.

2.2.1.5 Metodología para evaluación y cartografía de amenaza de deslizamiento

En términos generales, los deslizamientos no tienen una evaluación específica, pues no se puede determinar la probabilidad de ocurrencia en un determinado periodo de tiempo, sin embargo, es posible realizar una evaluación del riesgo mediante estimaciones de la susceptibilidad que tiene una determinada área a sufrir deslizamientos debido a varios factores (Rivera y otros, 2020) En este sentido cada uno de estos factores se pueden cartografiar y así obtener diferentes áreas evaluadas con relación a una relativa susceptibilidad a deslizamientos.

En este contexto, se detalla las principales características que tiene el software especializado para evaluar la amenaza de deslizamiento mediante cartografía.

- **Software GEO5**

El software GEO5 es un conjunto de programas geotécnicos que se utilizan para el análisis y diseño de estructuras geotécnicas, como cimentaciones, muros de contención, estabilidad de taludes, pilotes, entre otros. Para el cálculo, permite considerar aspectos específicos de la ingeniería geotécnica, donde se consideran las siguientes características:

1. Slope Stability: Permite evaluar la estabilidad de taludes naturales o artificiales. Se introduce datos geotécnicos, condiciones de carga y

geometría del talud para realizar análisis de estabilidad y determinar los factores de seguridad. Se toma en cuenta la interacción suelo-agua y proporciona resultados detallados sobre la seguridad del talud.

2. **Stability Analysis:** Se centra específicamente en el análisis de estabilidad de taludes y deslizamientos. Permite realizar cálculos detallados utilizando diferentes métodos de análisis, como el método de equilibrio límite, el método de Fellenius y otros. Se puede introducir diferentes tipos de fuerzas y condiciones de carga, y el programa calculará los factores de seguridad y proporcionará gráficos y resultados detallados.
3. **Earth Pressures:** Aunque se enfoca en el diseño de muros de contención, también puede ser útil para evaluar deslizamientos. Permite calcular las presiones del suelo actuando sobre los muros de contención y determinar la estabilidad del terreno adyacente. Esto puede ser relevante para identificar las causas subyacentes de los deslizamientos y evaluar su probabilidad (Escalera, 2022).

Este software puede ser utilizado para la evaluación de los deslizamientos y la determinación de estabilidad de taludes, acorde a las características y factores de la zona de estudio.

- **Software Rocdata**

Es un software especializado en geotecnia, ampliamente utilizado para el análisis y la interpretación de datos geotécnicos, así como para la caracterización y el diseño de macizos rocosos y suelos. Permite recopilar y organizar datos geotécnicos de manera eficiente, como resultados de ensayos de laboratorio, pruebas de campo y registros históricos. Luego, facilita la visualización, el análisis y la interpretación de estos datos para obtener información valiosa sobre la resistencia y las propiedades de los materiales geotécnicos (Guevara, 2019).

Es ampliamente utilizado para la caracterización de materiales, ya que se pueden crear modelos geotécnicos a partir de los datos recopilados, lo que incluye la determinación de parámetros de resistencia, coeficientes de consolidación,

coeficientes de fricción, entre otros. De la misma manera, se utiliza para diseñar estructuras geotécnicas, como cimentaciones, muros de contención y anclajes, teniendo en cuenta las propiedades y características de los materiales geotécnicos involucrados, además cubren diferentes aspectos de la ingeniería geotécnica, como estabilidad de taludes, análisis de cimentaciones, diseño de sostenimiento, entre otros (Guevara, 2019).

En conclusión, es una herramienta importante para evaluar deslizamientos, ya que facilita la recopilación y análisis de datos geotécnicos, la caracterización de materiales, el diseño de medidas de estabilización y la presentación de resultados. Su uso puede ayudar a comprender mejor la causa y el comportamiento de los deslizamientos, así como a desarrollar soluciones efectivas para prevenir o mitigar estos eventos.

2.2.2 La exposición a deslizamiento

2.2.2.1 Definición de exposición

La exposición, se refiere a la medida en que una persona, comunidad o zona, está expuesta a la posibilidad de sufrir pérdidas o consecuencias negativas debido a eventos inciertos o adversos. En otras palabras, es la vulnerabilidad o la probabilidad de que ocurra un evento que pueda tener un impacto negativo (Marín y otros, 2020).

En este sentido, la exposición al riesgo, se determina teniendo en cuenta varios factores, como la probabilidad de ocurrencia de un evento, el impacto potencial de ese evento y las medidas de mitigación o protección existentes. Cuanto mayor sea la exposición al riesgo, mayores serán las posibles pérdidas o impactos negativos en caso de que ocurra el evento, como el caso de los deslizamientos.

Es importante destacar que la exposición al riesgo no es lo mismo que el riesgo en sí mismo. El riesgo se refiere a la probabilidad de que ocurra un evento y su impacto potencial, mientras que la exposición al riesgo se centra en la medida en que una persona o comunidad está expuesta a ese riesgo (Escobar, 2020). Es por

ello que, la gestión del riesgo implica identificar, evaluar y gestionar la exposición al riesgo. Esto involucra tomar medidas para reducir la exposición al riesgo, implementar estrategias de mitigación y establecer mecanismos de control para minimizar el impacto negativo de los eventos adversos.

2.2.2.2 Principales efectos o impactos de los deslizamientos

Los deslizamientos pueden tener diversos efectos o impactos, tanto en el entorno natural como en las comunidades humanas. Algunos de los principales efectos de los deslizamientos son los siguientes:

- **Daños a la infraestructura:** Los deslizamientos pueden causar daños significativos en carreteras, puentes, edificios y otras estructuras. Las masas de tierra en movimiento pueden destruir o bloquear vías de comunicación y servicios públicos, lo que dificulta el acceso a las zonas afectadas y puede interrumpir el suministro de energía, agua y comunicaciones (Reyes, 2020).
- **Pérdida de vidas humanas y lesiones:** Los deslizamientos pueden resultar en la pérdida de vidas humanas y causar lesiones a las personas que se encuentran en el área afectada. La rápida y violenta movilización del suelo puede representar un peligro para la seguridad de las personas, especialmente si ocurren en áreas densamente pobladas (Aro, 2020)
- **Desplazamiento de personas:** Los deslizamientos pueden obligar a las personas a abandonar sus hogares y comunidades debido a la inestabilidad del terreno. Los desplazamientos forzados pueden causar trastornos sociales y económicos significativos, y las personas afectadas pueden enfrentar dificultades para encontrar refugio, servicios básicos y medios de subsistencia (Aristizábal y otros, 2022).
- **Impactos económicos:** Los deslizamientos pueden tener impactos económicos significativos en las áreas afectadas. La destrucción de infraestructuras y la interrupción de actividades comerciales y de transporte

pueden resultar en pérdidas financieras para las empresas y la disminución de la actividad económica en general (Barrentos y otros, 2022).

- **Daños ambientales:** Los deslizamientos pueden tener efectos adversos en el entorno natural. La remoción de grandes volúmenes de suelo puede causar erosión del terreno y la sedimentación de ríos y cuerpos de agua. Además, los deslizamientos pueden afectar la biodiversidad y los ecosistemas locales, alterando los hábitats naturales y provocando la destrucción de la vegetación (Clavijo & Malavé, 2020).
- **Impacto psicológico y emocional:** Los deslizamientos pueden tener un impacto significativo en la salud mental y emocional de las personas afectadas. La pérdida de hogares, bienes y la exposición a situaciones de peligro pueden causar estrés, ansiedad y trauma en las personas afectadas, así como en las comunidades en general (Cabrejo, 2022).

Es importante tener en cuenta que los impactos de los deslizamientos pueden variar dependiendo de la magnitud del evento, las características geológicas y geográficas del área, así como de las medidas de prevención y respuesta implementadas. La gestión adecuada de los riesgos de deslizamientos y la planificación urbana adecuada pueden ayudar a mitigar los impactos negativos de estos eventos.

2.2.2.3 Medidas de reducción ante deslizamientos

Las medidas de reducción ante deslizamientos, también conocidas como medidas de mitigación, son acciones que se pueden implementar para reducir la probabilidad y los impactos de los deslizamientos. Estas medidas buscan proteger la vida humana, las propiedades y las infraestructuras (Maldonado, 2021). A continuación, se presentan algunas medidas comunes de reducción ante deslizamientos:

- **Evaluación y mapeo de áreas de riesgo:** Se realizan estudios geotécnicos y geológicos para identificar las áreas propensas a deslizamientos. Esto permite tener un conocimiento claro de las zonas de riesgo y su alcance, lo que facilita la toma de decisiones y la implementación de medidas adecuadas (Padrón, 2019).
- **Ordenamiento territorial y planificación urbana:** Se establecen regulaciones y normativas que prohíben o limitan la construcción en áreas de alto riesgo de deslizamientos. Además, se promueve una planificación adecuada de las zonas urbanas, evitando construir en pendientes pronunciadas o áreas inestables (Castaño & Lopera, 2021).
- **Estabilización y refuerzo de taludes:** Se implementan técnicas de estabilización y refuerzo de taludes para prevenir o controlar los deslizamientos. Esto puede incluir la construcción de muros de contención, anclajes, sistemas de drenaje y terrazas (Sanz, 2021).
- **Manejo del agua:** Se implementan medidas para controlar el flujo y la acumulación de agua en el suelo. Esto puede incluir la construcción de sistemas de drenaje adecuados, canales de desviación, terraplenes, trincheras de infiltración y la protección de cursos de agua cercanos (Aro, 2020).
- **Reforestación y manejo de la vegetación:** La vegetación adecuada puede ayudar a mejorar la estabilidad del suelo. Se promueve la reforestación con especies adecuadas para las condiciones del terreno, ya que las raíces de los árboles pueden ayudar a retener el suelo y reducir la erosión (Rivas, 2022).
- **Alerta temprana y monitoreo:** Se establecen sistemas de monitoreo para detectar cambios en el terreno, como la inclinación, el movimiento o la humedad del suelo. Esto permite una detección temprana de indicios de deslizamientos y una respuesta rápida ante la posible ocurrencia de eventos (Marín y otros, 2020).
- **Educación y concientización:** Se llevan a cabo campañas de educación y concientización para informar a la población sobre los riesgos de deslizamientos, los signos de alerta y las medidas de seguridad a tomar. Se

busca fomentar una cultura de prevención y promover la adopción de comportamientos seguros (Mejía & Troya, 2021).

En resumen, las medidas de reducción ante deslizamientos son fundamentales para proteger vidas humanas, preservar propiedades e infraestructuras, minimizar los impactos económicos, garantizar la continuidad de los servicios esenciales, proteger el medio ambiente y fomentar la resiliencia comunitaria. Su implementación efectiva requiere una combinación de acciones preventivas, de monitoreo y de respuesta, así como la participación activa de gobiernos, comunidades y expertos en gestión de riesgos.

2.3 Definición de términos (glosario)

Escarpa principal

Es una característica geológica que se refiere a una pendiente abrupta o una ruptura en el terreno causada por una falla geológica. Es una forma de relieve que se origina cuando se produce un desplazamiento a lo largo de una falla, creando una diferencia de elevación entre dos bloques de roca adyacentes (Aponte, 2019).

Meteorización hidrotermal

Es un proceso geológico en el cual las rocas se alteran o descomponen debido a la acción del agua caliente. Este tipo de meteorización ocurre en condiciones de alta temperatura y presión, generalmente asociadas a la actividad volcánica o a la circulación de fluidos geotérmicos (García y otros, 2021).

Pie de superficie de ruptura

Es un término utilizado en geotecnia y geología para referirse a la base o la parte inferior de la zona donde se produce una ruptura o un deslizamiento del suelo. Se refiere al límite inferior de la superficie de falla o de deslizamiento (Viltres y otros, 2019).

Rocas incompetentes dúctiles

Son aquellas que tienen una baja resistencia y muestran una capacidad de deformación plástica o dúctil significativa a los deslizamientos (Reyna y otros, 2020).

Zona de acumulación

Se refiere al área en la cual el material que ha sido desplazado a partir de un deslizamiento queda encima de la superficie original del terreno (Muller y otros, 2020).

2.4 Sistema de variables

2.4.1 Variable independiente

Factor de seguridad ante deslizamiento

2.4.2 Variable dependiente

Elementos expuestos

2.5 Sistemas de variables

2.5.1 Variable independiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala	Instrumento
Estabilidad de taludes ante la amenaza de deslizamientos	Los factores condicionantes y detonantes, se refieren a las causas y eventos que contribuyen a la generación de este evento.	Taludes por tramos	Dip Dip dirección	Grados grados	Ficha de clasificación Geomecánica en Talud
	Los factores condicionantes y detonantes son dos categorías principales de factores que contribuyen a la ocurrencia de un deslizamiento.		Espaciado entre juntas. Longitud entre juntas Altura	(mm) (mm) (m)	
	La amenaza de deslizamiento se define como la potencial ocurrencia de un deslizamiento en una determinada zona a partir de la injerencia de varios factores naturales o antropológicos.		Rugosidad	Muy rugoso Rugoso Lig. Rugoso Ondulada Suabe Asperidad	
			Alteración	Inalterada Lig. Alterada Mod. Alterada Muy alterada descompuesta	
			Relleno	ninguno duro < 5 mm duro > 5 mm blando < 5 mm blando > 5 mm	

			cohesión factor de seguridad con sismo y sin sismo	tm^2 estable: > 1,50 inestable: < 1,50 con sismo 1,05 sin sismo 1,50	
		Taludes por perfiles	Altura Peso unitario Resistencia al corte Estado detención Angulo de fricción interna Cohesión del suelo Peso unitario del suelo saturado Patrón de suelo	m kN/m^3 Mohr Coulomb Efectivo Grados kPa kN/m^3 limo arenoso	Ficha de clasificación Geomecánica en Talud

2.5.2 Variable dependiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Escala	Instrumento
Elementos expuestos	Los elementos expuestos hacen referencia las personas, medios de subsistencia, recursos económicos, sociales, culturales e infraestructuras que pueden verse afectados por una determinada amenaza.	Exposición de infraestructura esencial Exposición de bloque de edificaciones	Red de distribución de agua potable Red de colectores de alcantarillado Vías urbanas Número y tipo de uso de edificaciones	Longitud en km Longitud en km Longitud en km Comercio Edificaciones publicas Edificaciones residenciales Equipamiento Industria Servicios Sin uso Otros	Documentos técnicos facilitados por EMAPAG Documentos técnicos facilitados por el GAD Municipal

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

El desarrollo del trabajo investigativo prevé aplicar un nivel de investigación descriptivo en, ya que se enfoca en describir y analizar las características, propiedades o fenómenos relacionados con la gestión de riesgos en este contexto específico. Este nivel de investigación busca proporcionar una comprensión detallada y precisa de cómo se manifiesta el fenómeno de los deslizamientos en la unidad de estudio y análisis (Corbetta, 2023).

Para llevar a cabo la investigación descriptiva en gestión de riesgos, generalmente se recopilan datos a través de métodos como encuestas, entrevistas, revisión de documentos, observación de campo y análisis de datos históricos. Estos datos se utilizan para proporcionar una descripción detallada de la situación o fenómeno estudiado (Trejo, 2021).

De la misma manera desarrollará un estudio correlacional, ya que se busca identificar y analizar las relaciones entre las diferentes variables o factores relacionados con los riesgos, en vista que los factores condicionantes (pendiente, geología, litología, geomorfología y cobertura vegetal) y detonantes (sismicidad y precipitación) ponderados están correlacionados mediante valores que van de 1 a 10. Además, presentan niveles de amenaza (alto, medio, bajo) por movimientos en masa (Cohen & Gómez, 2019).

3 2. Diseño

El diseño de la investigación, estará contemplada por una investigación de campo, que implica la recopilación de datos directamente en el entorno o contexto en el que ocurre el fenómeno que se está estudiando (Loma de Guaranda), es decir se recopilará datos en una situación de riesgo real (Bautista, 2021)

También se realizará una investigación no experimental, en vista que los investigadores observarán y analizarán los fenómenos y variables tal como se

presentan en su entorno natural, sin intervenir activamente, ni manipular ninguna variable (Fresno, 2019)

3.3. Población

Corresponderá a toda la Unidad Morfológica “Loma de Guaranda” delimitada por un área de estudio de 304252,87 m², correspondiente a 30,43 hectáreas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos es un paso fundamental en el desarrollo de la investigación y en la obtención de información para la toma de decisiones. Existen diversas técnicas para llevar a cabo dentro de esta investigación, dentro de las que se destacan las siguientes:

- **Conversación directa:** Se trata de conversaciones no estructuradas (conversación libre). También podrán ser individuales o grupales y tendrán la finalidad de indagar aspectos relacionados con las infraestructuras esenciales públicas y privadas, para conocer a profundidad sobre sus características de funcionamiento dentro del área de estudio.
- **Observación:** Implica la observación directa de las personas e infraestructura de la zona de estudio (Loma de Guaranda). Esta será de tipo participativa ya que los investigadores interactuarán con el entorno, para la aplicación de los diferentes instrumentos.
- **Análisis documental:** Consistirá en recopilar datos a partir de documentos existentes, como registros de agua potable y alcantarillado, facilitados por los distintos organismos gubernamentales de la ciudad de Guaranda.

De la misma manera, los instrumentos de recolección de la información utilizados para el desarrollo investigativo, fueron:

- **Fichas y/o escalas:** En este caso se utilizará la “Ficha de Clasificación Geomecánica en Talud “propuesta por el Instituto de Investigación

Geológico y Energético del Ecuador. Esta ficha permitirá obtener el Índice de SMR (Slope Mass Rating), (Romana, 1986).

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Para el procesamiento y análisis de datos, se utilizará el software especializado DIPS, RocData, RocPlane, GEO5 y Argis, que ayudó a organizar y analizar los datos numéricos obtenidos, para su posterior interpretación.

3.5.1 Metodología propuesta para el análisis de la información del Objetivo 1

Para determinar el factor de seguridad del talud ante la amenaza de deslizamiento se empleará la clasificación geomecánica SMR (Romana 1980), que es una herramienta que permite tomar decisiones informadas sobre el diseño de estructuras subterráneas, la selección de métodos de excavación y la planificación de medidas de soporte y refuerzo, todo ello en función de la calidad y el comportamiento de las rocas en el lugar de trabajo, ayudará a evaluar y predecir el comportamiento de las rocas en el área de estudio.

Como insumo para la obtención de datos que alimentará la SMR, se empleó el programa DISP, Rocdata y RocPlane, que es un software especializado en geotecnia, para el análisis y la interpretación de datos geotécnicos, así como, para la caracterización y el diseño de macizos rocosos y suelos. Facilita la visualización, el análisis y la interpretación de estos datos para obtener información valiosa sobre la resistencia y las propiedades de los materiales geotécnicos, obtenido el factor de seguridad del tramo o talud.

También se utilizó el software GEO5, que es un conjunto de programas geotécnicos que se utilizan para el análisis y diseño de estructuras geotécnicas, como cimentaciones, muros de contención, estabilidad de taludes, pilotes, entre otros.

3.5.2 Metodología propuesta para el análisis de la información del Objetivo 2

Para identificar los elementos expuestos en la unidad morfológica de la colina “Loma de Guaranda”, se realizará un análisis a partir de documentos existentes, como registros de edificaciones, agua potable, alcantarillado y vías de comunicación, facilitados por el GAD Municipal del cantón Guaranda y la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guaranda (EMAPAG). Posteriormente, se realizó un mapeo con el software ARGIS mediante georreferenciación con relación a los 4 perfiles que conforman la colina Loma de Guaranda.

Finalmente, se desarrolló el trabajo de campo para evidenciar el estado físico estructural de las principales edificaciones e infraestructuras que se encuentran asentadas en la zona de investigación.

3.5.3 Metodología propuesta para el análisis de la información del Objetivo 3

Para el cumplimiento de este objetivo, se realizó visitas de campo a la zona de estudio, en donde a partir de los datos y registros obtenidos del objetivo 1 y objetivo 2, se analizarán que medidas de reducción de la amenaza de deslizamientos son factibles de implementar en la unidad morfológica de la colina “Loma de Guaranda”. Para ello, se elaboró una matriz conformada por los elementos expuestos y las diferentes acciones que se deberán llevar para implementar estas sugerencias.

CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1 Resultados alcanzados según el objetivo 1

Para el cálculo de los factores de seguridad, se procedió a la utilización del software DIPS, Rocdata y Rocplane, en cada uno de los tramos, se obtuvo los siguientes resultados:

- **Tramo 1**

Con base al trabajo de campo realizado, se verificó que en el tramo 1, de la colina Loma de Guaranda, no existe información del Dip y Dip Direction, debido a que se evidenció que no hay presencia de ningún talud, por consiguiente, no se realizó el cálculo del factor de seguridad.

- **Tramo 2**

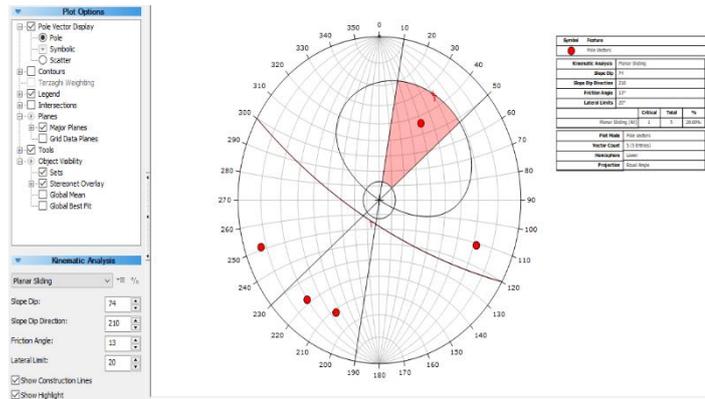
En la tabla 1, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,01755 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,992888 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 1: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 2, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

Software DIPS

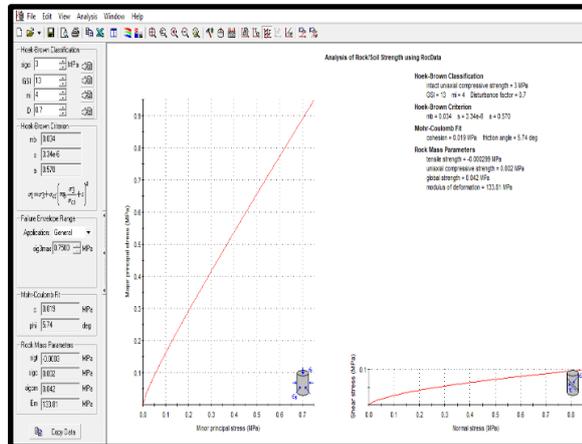
Cada uno de los puntos obtenidos (vectores) en este tramo del talud, se encuentran en la zona baja de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 74 Dip Direction: 210



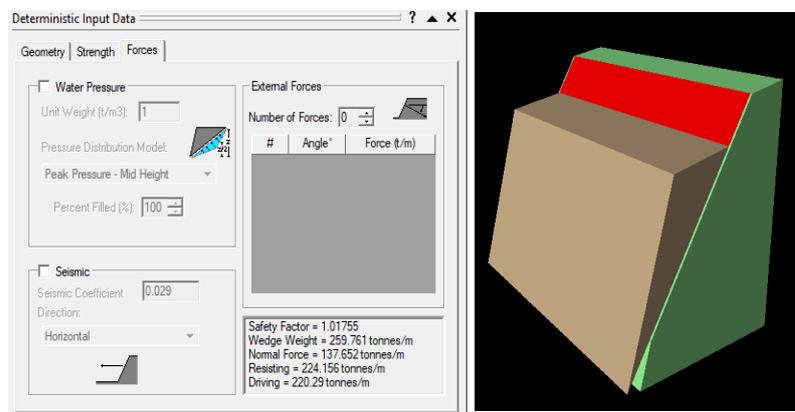
Software Rocdata

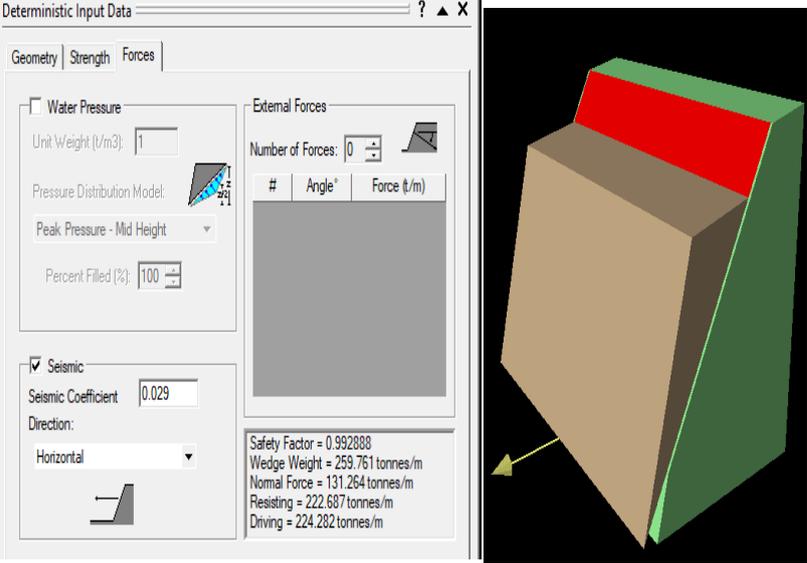
Se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 1,973 t/m² y el ángulo de fricción = 6°.



Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un factor de seguridad = 1,01755 que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este factor de estabilidad es < 1,50, Por lo tanto, la



<p>estabilidad de talud no es aceptable.</p>	
<p>Software Rocplane</p> <p>Con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un factor de seguridad = 0,992888 que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este factor de estabilidad es < 1,05, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable.</p>	

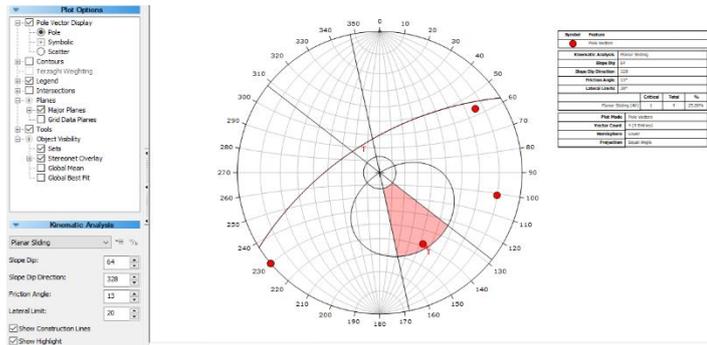
- **Tramo 3**

En la tabla 2, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,04378 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,02071 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 2: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 3, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

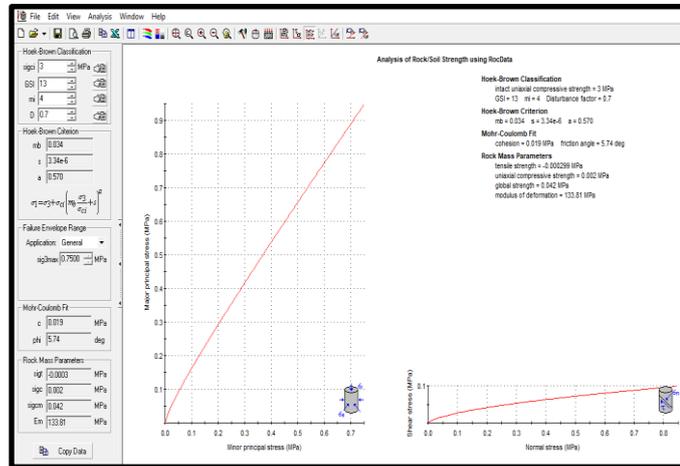
Cada uno de los puntos obtenidos (vectores) en este tramo del talud, se encuentran en la zona baja de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 74 Dip Direction: 210



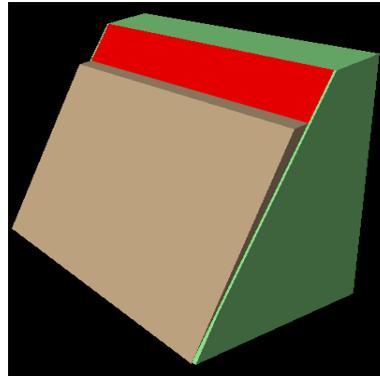
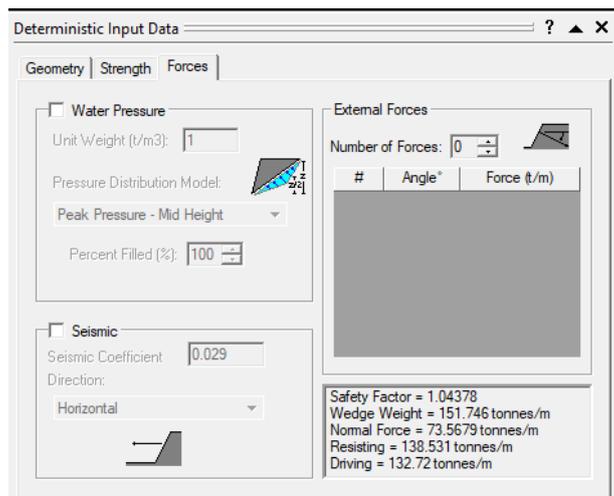
Software Rocdata

Se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 1,973 t/m² y el ángulo de fricción = 6°.



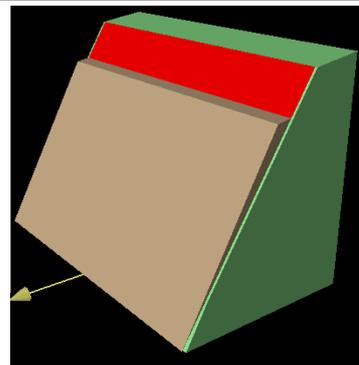
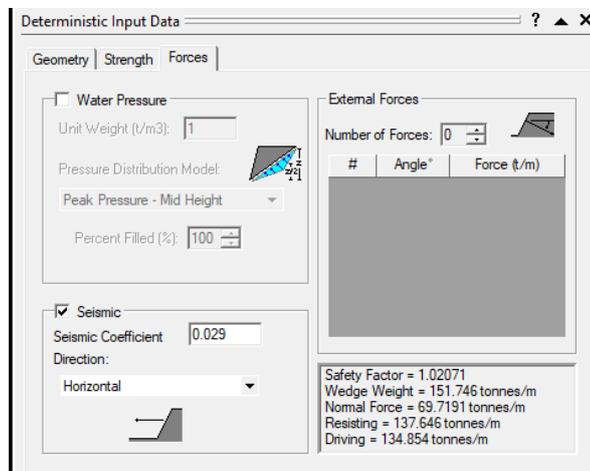
Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,04378$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane con sismo

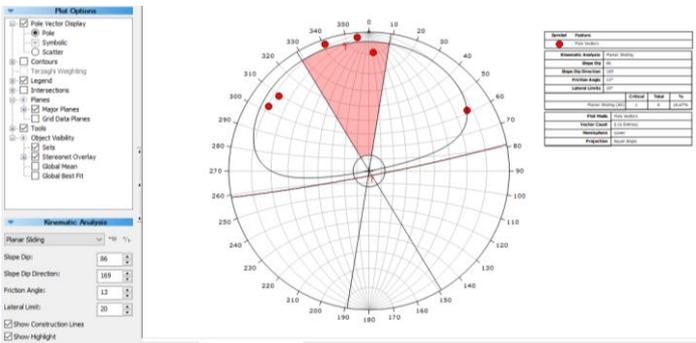
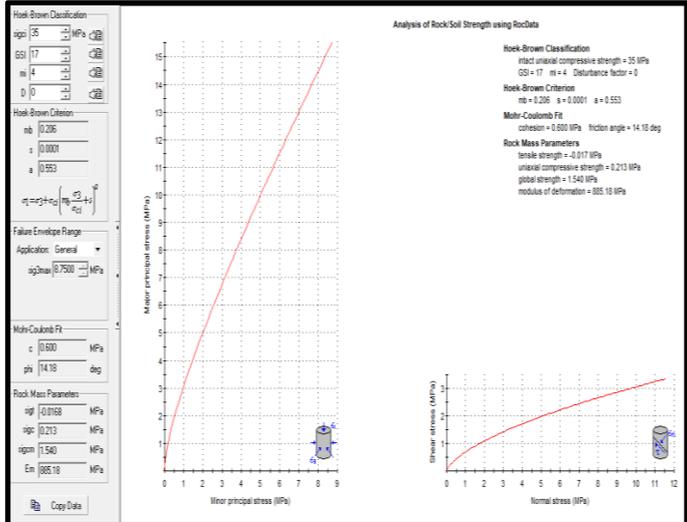
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,02071$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 4**

En la tabla 3, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 0,937743 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,926818 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

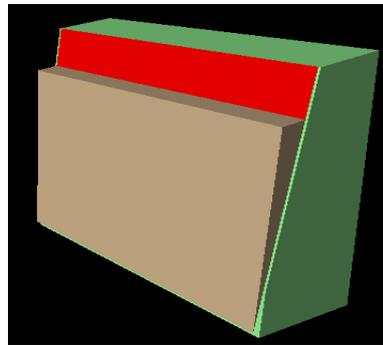
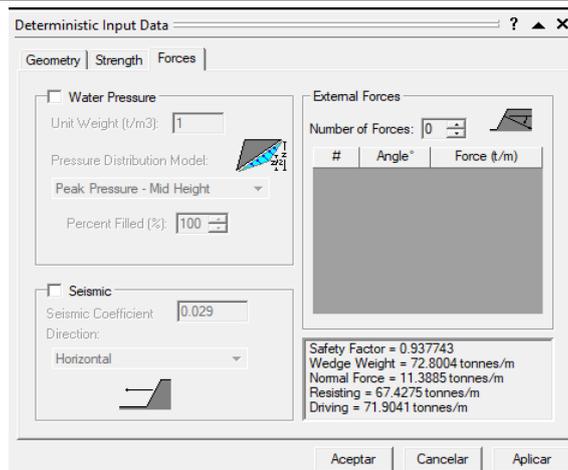
Tabla 3: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 4, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Cada uno de los puntos obtenidos (vectores) en este tramo del talud, se encuentran en la zona baja de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p>Dip: 88 Dip Direction: 169</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 61,18 t/m² y el ángulo de fricción = 14, 18°</p>	

Software Rocplane

Sin sismo

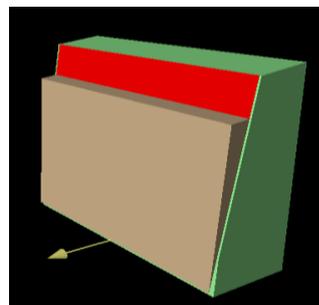
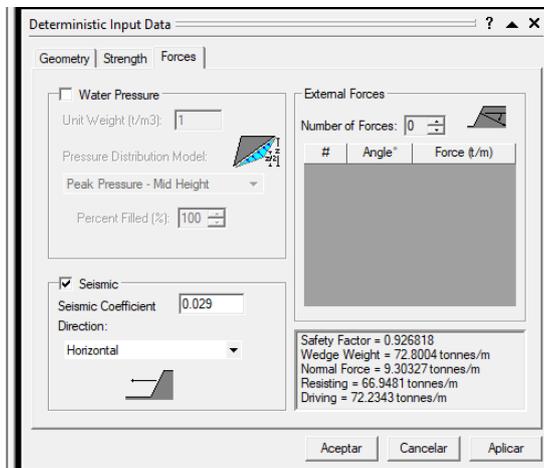
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,937743$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane

con sismo

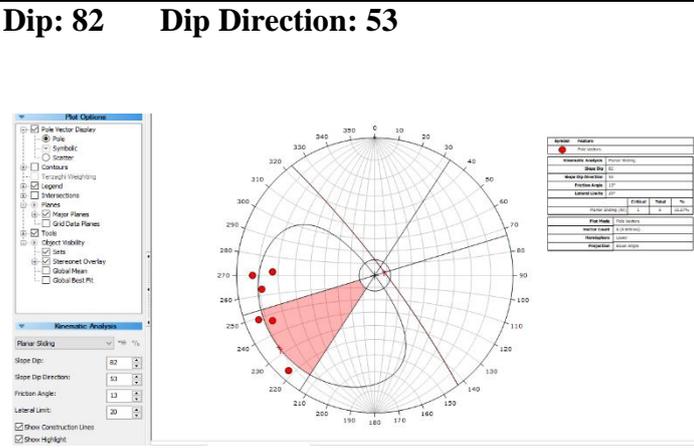
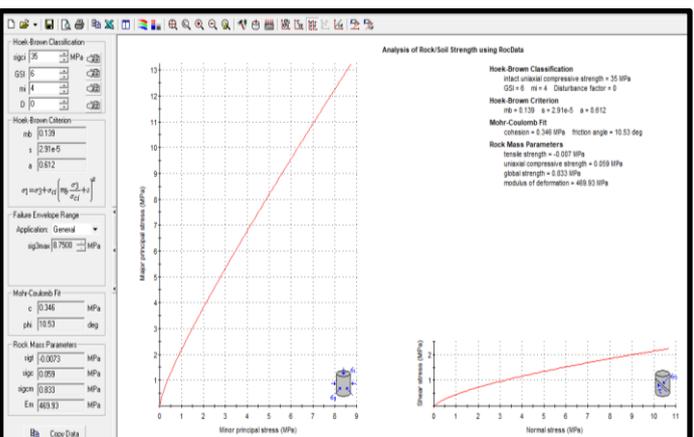
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,926818$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 5**

En la tabla 4, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,17768 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,16384 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 4: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 5, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

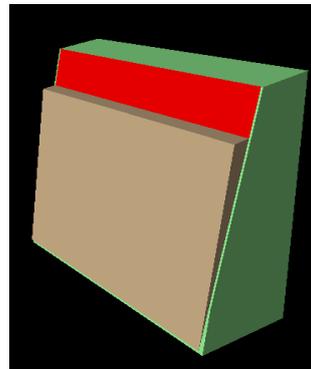
<p>Software DIPS</p> <p>Cada uno de los puntos obtenidos (vectores) en este tramo del talud, se encuentran en la zona baja de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p>Dip: 82 Dip Direction: 53</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 35,8 t/m² y el ángulo de fricción = 10, 53°</p>	

Software Rocplane

Sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,17768$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $> 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.

The screenshot shows the 'Deterministic Input Data' dialog box with the 'Forces' tab selected. The 'Water Pressure' section is unchecked, with 'Unit Weight (t/m3)' set to 1, 'Pressure Distribution Model' set to 'Peak Pressure - Mid Height', and 'Percent Filled (%)' set to 100. The 'Seismic' section is also unchecked, with 'Seismic Coefficient' set to 0.029 and 'Direction' set to 'Horizontal'. The 'External Forces' section shows 'Number of Forces' as 0. The bottom right corner displays the following results: Safety Factor = 1.17768, Wedge Weight = 59.1023 tonnes/m, Normal Force = 12.2381 tonnes/m, Resisting = 68.0828 tonnes/m, and Driving = 57.8108 tonnes/m. Buttons for 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Aplicar' are at the bottom.

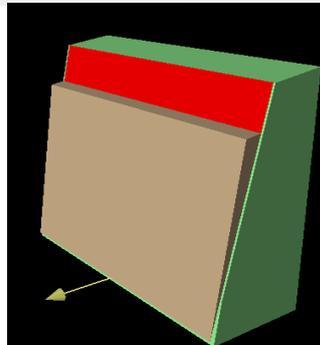


Software Rocplane

Con sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,16384$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.

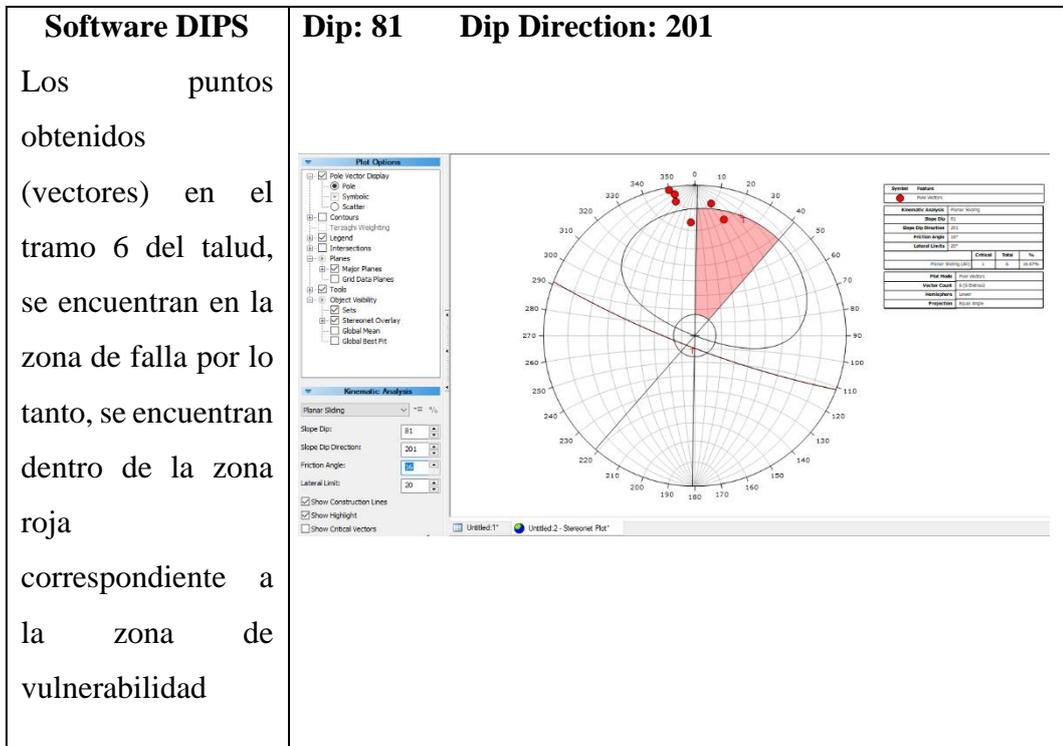
The screenshot shows the 'Deterministic Input Data' dialog box with the 'Forces' tab selected. The 'Water Pressure' section is unchecked, with 'Unit Weight (t/m3)' set to 1, 'Pressure Distribution Model' set to 'Peak Pressure - Mid Height', and 'Percent Filled (%)' set to 100. The 'Seismic' section is checked, with 'Seismic Coefficient' set to 0.029 and 'Direction' set to 'Horizontal'. The 'External Forces' section shows 'Number of Forces' as 0. The bottom right corner displays the following results: Safety Factor = 1.16384, Wedge Weight = 59.1023 tonnes/m, Normal Force = 10.6115 tonnes/m, Resisting = 67.6973 tonnes/m, and Driving = 58.1671 tonnes/m. Buttons for 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Aplicar' are at the bottom.



- **Tramo 6**

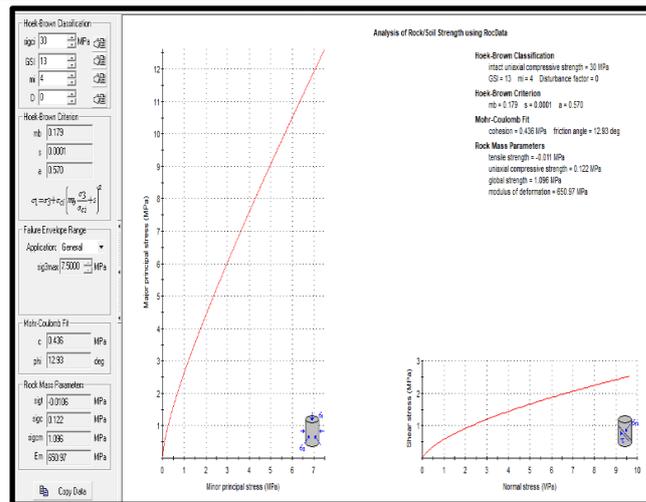
En la tabla 5, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,18332 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,1682 y es mayor a 1,05 por lo tanto el talud es aceptable.

Tabla 5: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 6, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.



Software Rocdata

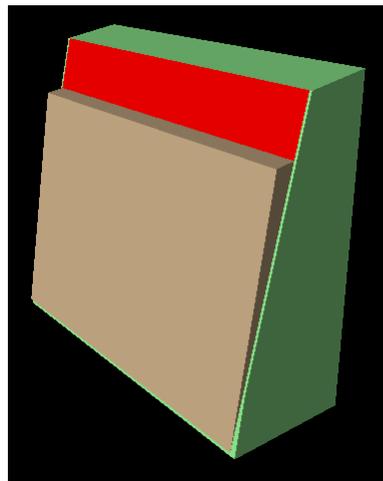
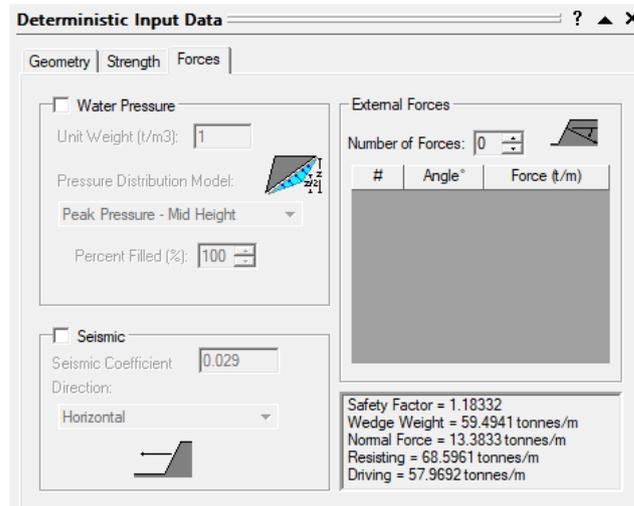
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 44,46 t/m² y el ángulo de fricción = 12,93°



Software Rocplane

Sin sismo

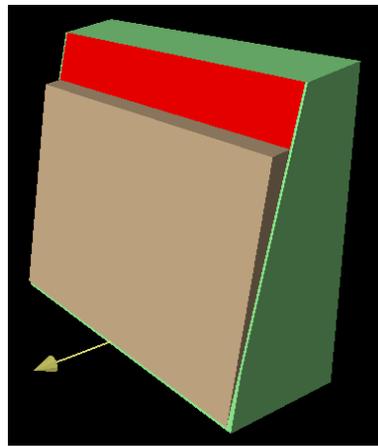
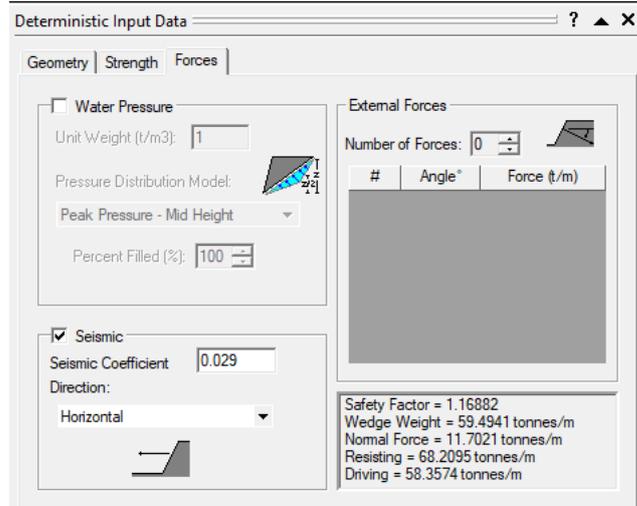
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,18332$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



**Software
Rocplane**

Con sismo

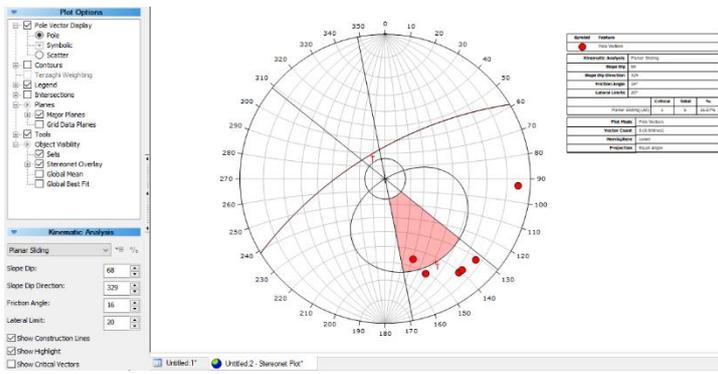
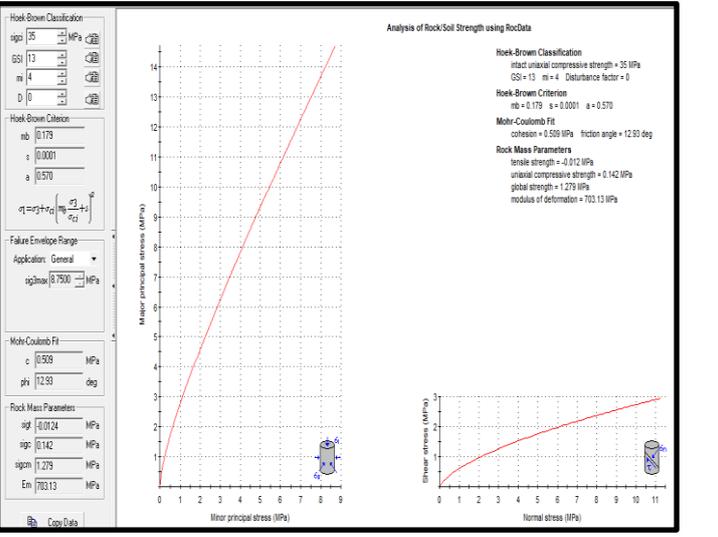
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,1682$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $> 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 7**

En la tabla 6, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,02955 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,00669 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

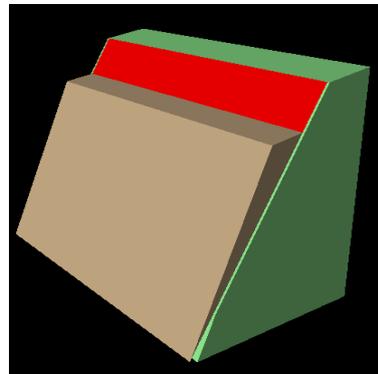
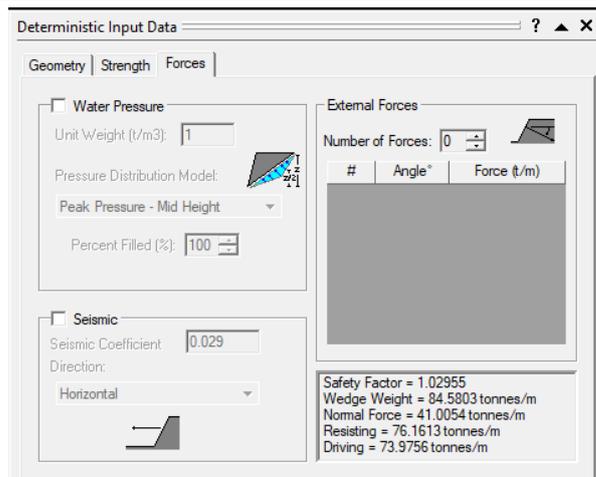
Tabla 6: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 2, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 7 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p>Dip: 68 Dip Direction: 329</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 51.9 t/m² y el ángulo de fricción = 12,93°.</p>	 <p>Analysis of Rock/Soil Strength using Rocdata</p> <p>Hoek-Brown Classification Intact uniaxial compressive strength = 35 MPa GSI = 13 mi = 4 Disturbance factor = 0</p> <p>Hoek-Brown Criterion mb = 0.179 s = 0.0001 a = 0.570</p> <p>Mohr-Coulomb Fit cohesion = 0.509 MPa friction angle = 12.93 deg</p> <p>Rock Mass Parameters tensile strength = -0.012 MPa uniaxial compressive strength = 0.142 MPa global strength = 1.279 MPa modulus of deformation = 703.13 MPa</p>

Software Rocplane

Sin Sismo

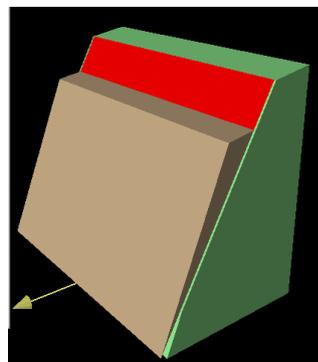
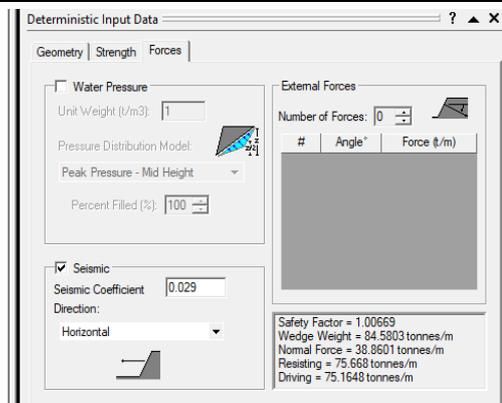
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,02955$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane

Con Sismo

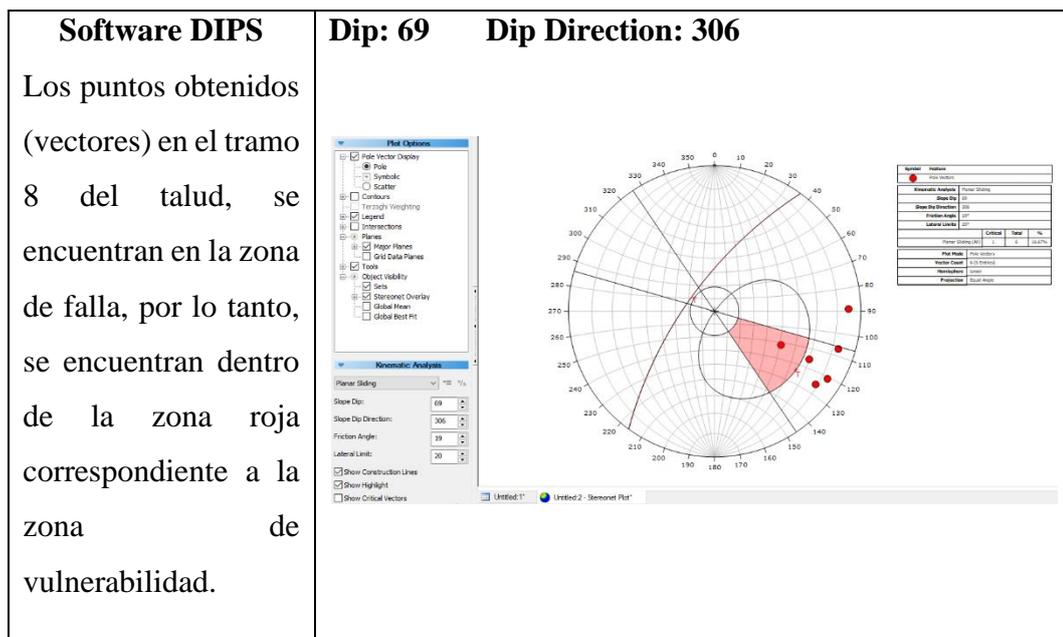
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,00669$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable.



Tramo 8

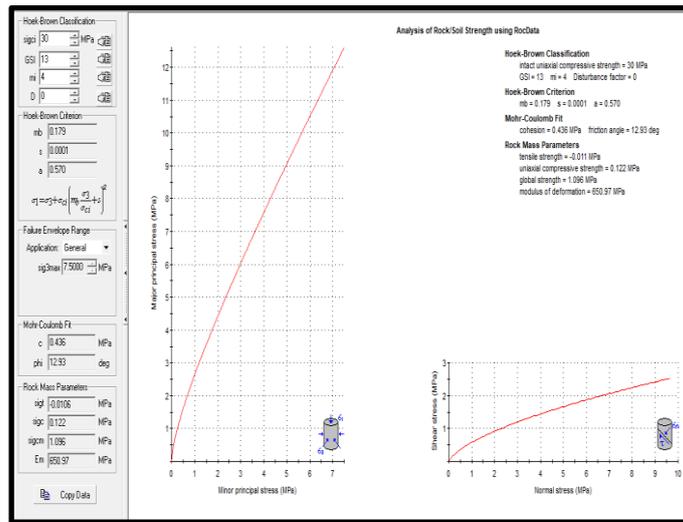
En la tabla 7, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 0,943728 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,914474 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 7: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 2, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.



Software Rocdata

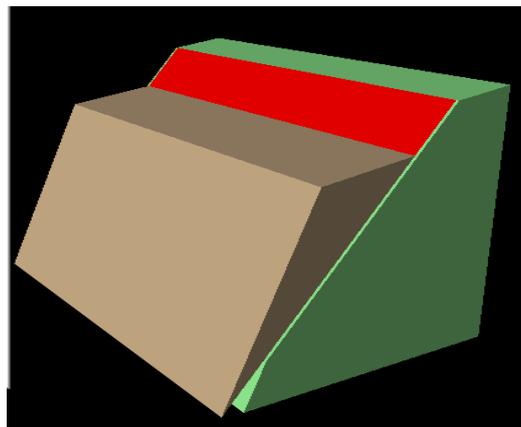
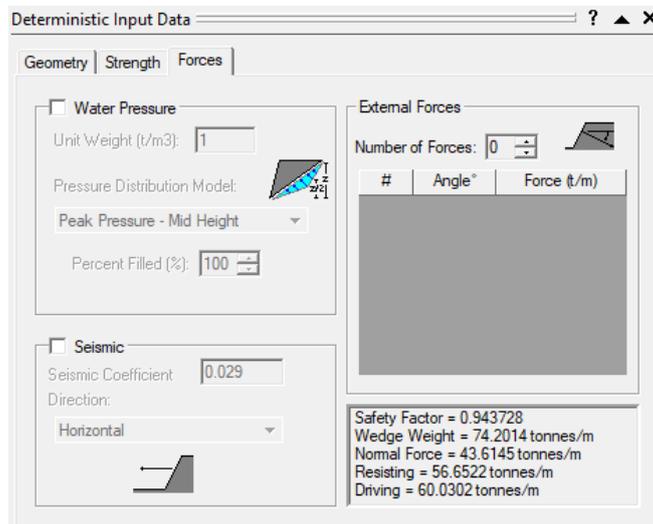
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 44,46 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.



Software Rocplane

Sin Sismo

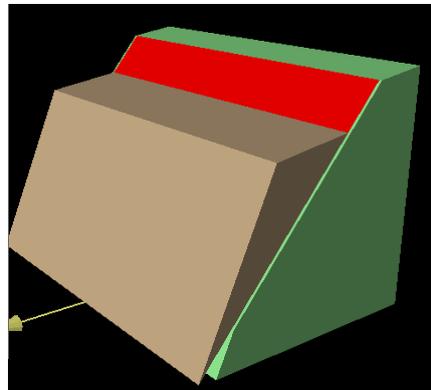
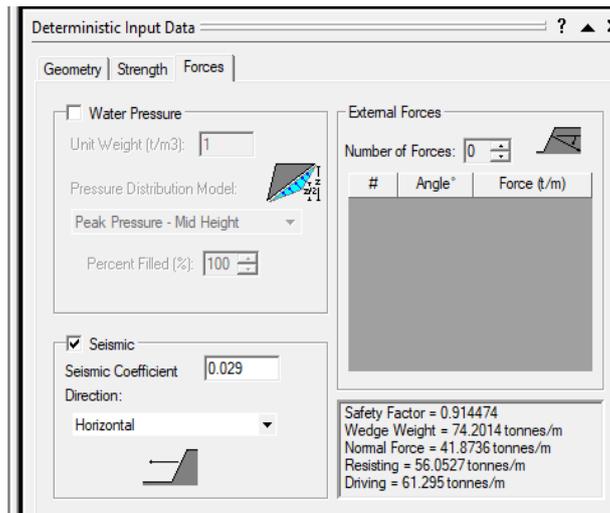
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un Fs = 0,943728 que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este Fs < 1,50, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane

Con Sismo

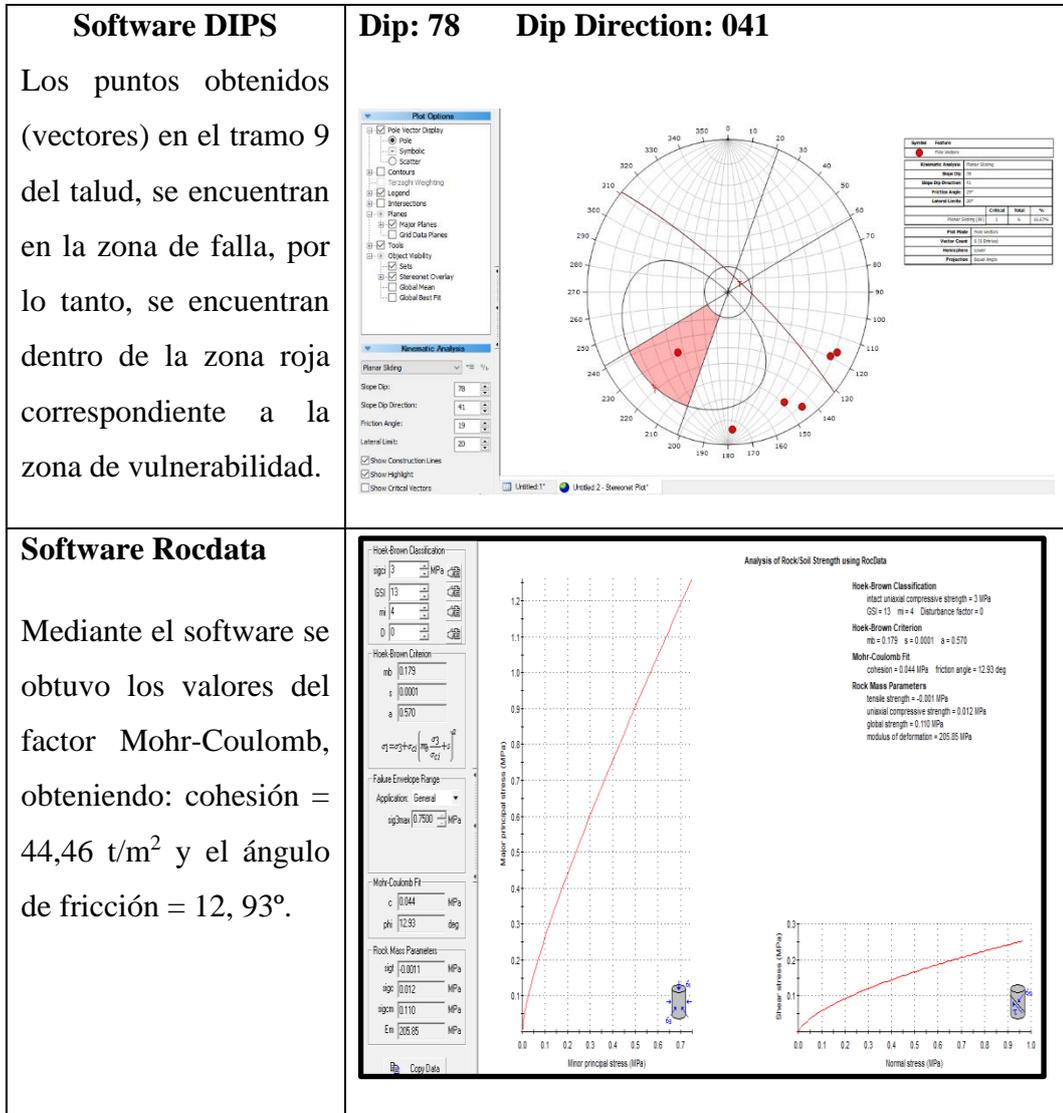
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,914474$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 9**

En la tabla 8, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,03934 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,0096 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

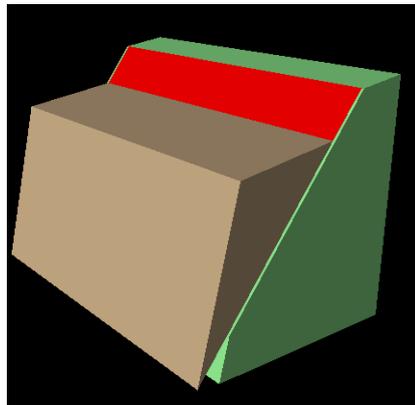
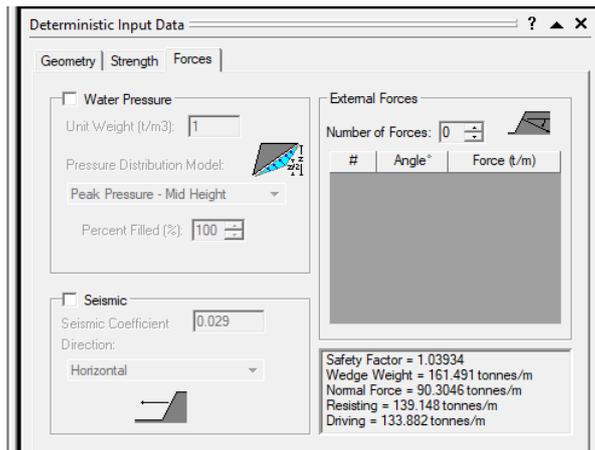
Tabla 8: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 9, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.



Software Rocplane

Sin Sismo

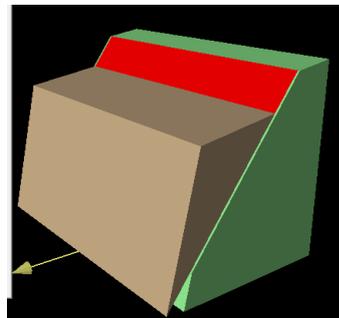
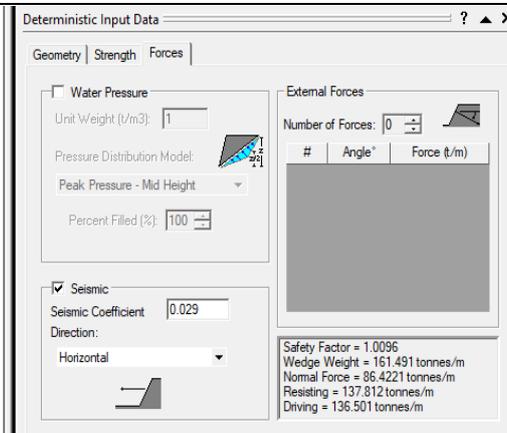
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,03934$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane

Con Sismo

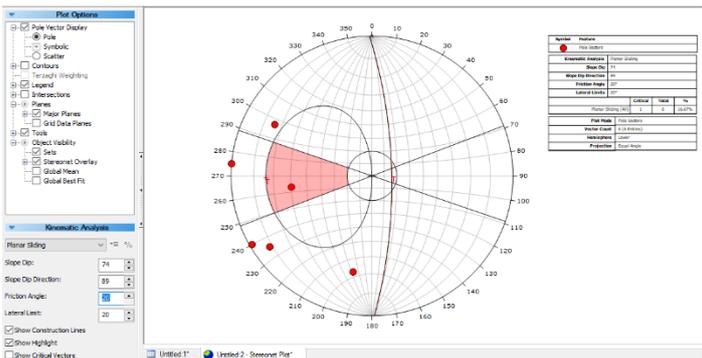
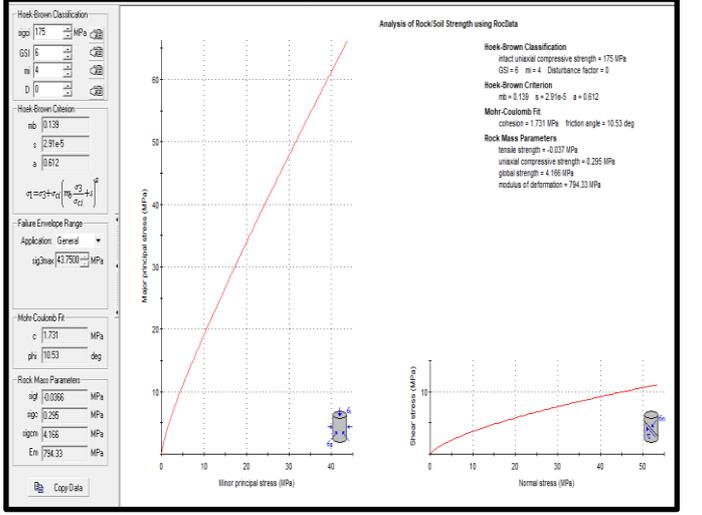
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,0096$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable.



- **Tramo 10**

En la tabla 9, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 0,947838 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,921848 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

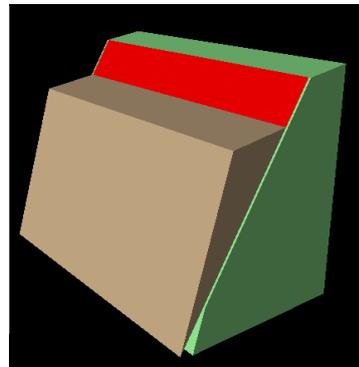
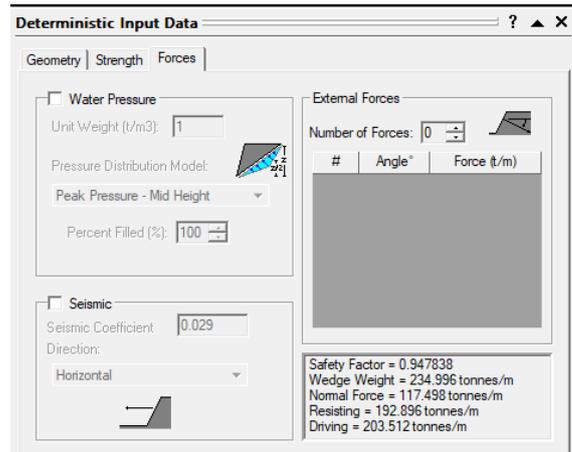
Tabla 9: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 10, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 10 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p>Dip: 74 Dip Direction: 89</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 176,5 t/m² y el ángulo de fricción = 10, 53°.</p>	 <p>Hoek-Brown Classification GSI = 5 m = 4 Disturbance factor = 0 Hoek-Brown Criterion $\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_3^m \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_{ci}} \right)^m$ Mohr-Coulomb Fit cohesion = 1731 MPa friction angle = 10.53 deg Rock Mass Parameters tensile strength = -0.027 MPa uniaxial compressive strength = 0.295 MPa global strength = 4.186 MPa modulus of deformation = 794.33 MPa</p>

Software Rocplane

Sin Sismo

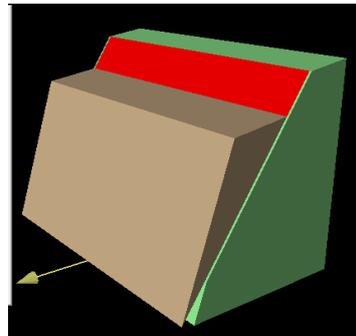
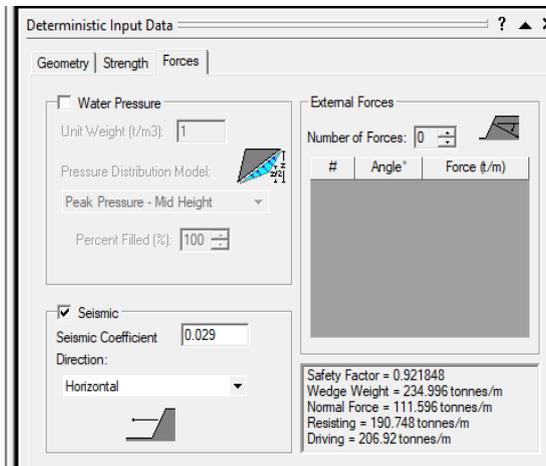
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,947838$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane

Con Sismo

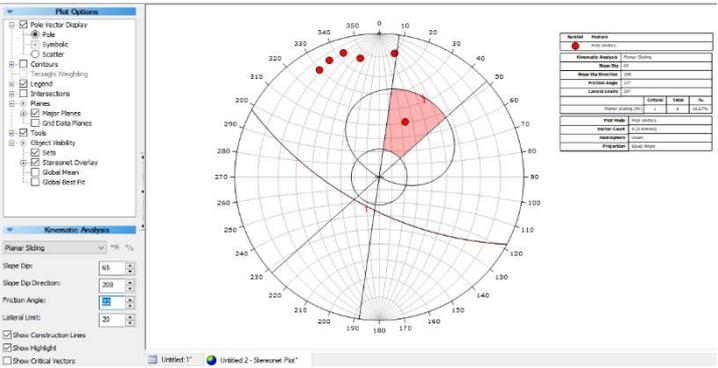
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,921848$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este factor de estabilidad es $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable.



- **Tramo 11**

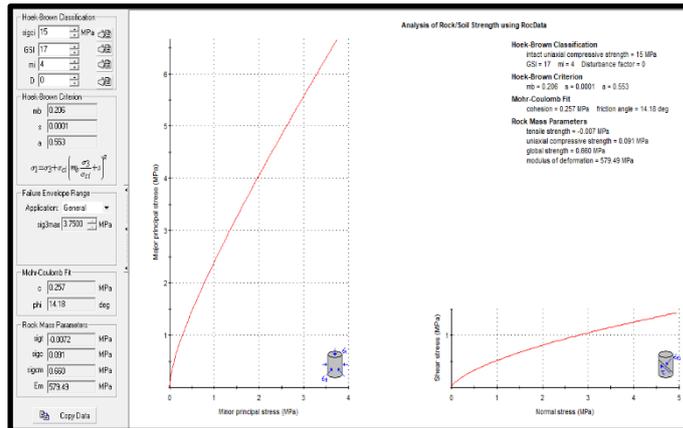
En la tabla 10, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,00693 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,9681 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 10: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 11, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 11 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p>Dip: 65 Dip Direction: 208</p>  <table border="1" data-bbox="1193 1048 1353 1169"> <thead> <tr> <th>Failure Plane</th> <th>Factor Safety</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Failure Plane 1</td> <td>1.00693</td> </tr> <tr> <td>Failure Plane 2</td> <td>0.9681</td> </tr> </tbody> </table>	Failure Plane	Factor Safety	Failure Plane 1	1.00693	Failure Plane 2	0.9681
Failure Plane	Factor Safety						
Failure Plane 1	1.00693						
Failure Plane 2	0.9681						

Software Rocdata

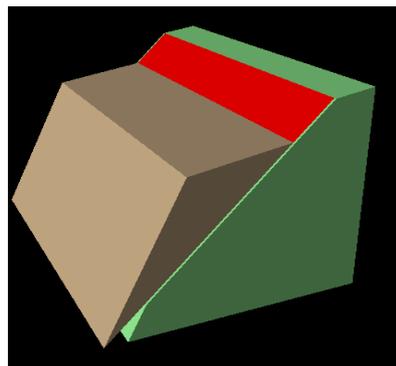
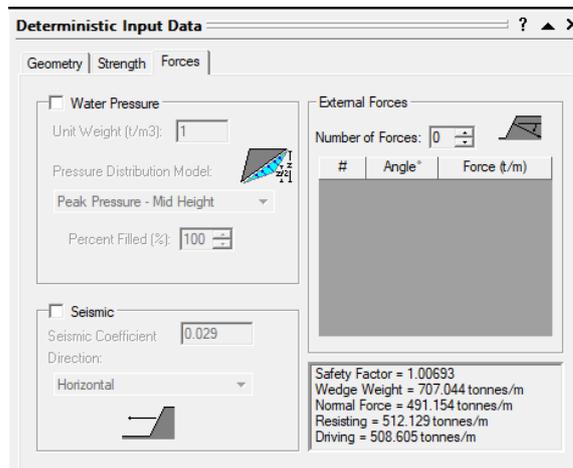
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 26,21 t/m² y el ángulo de fricción = 14,18°.

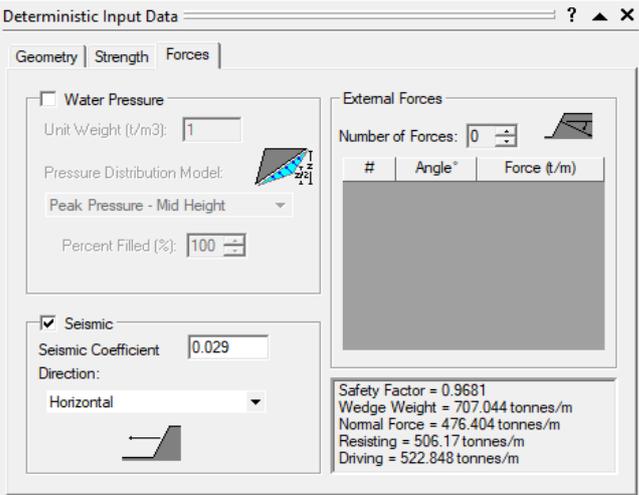
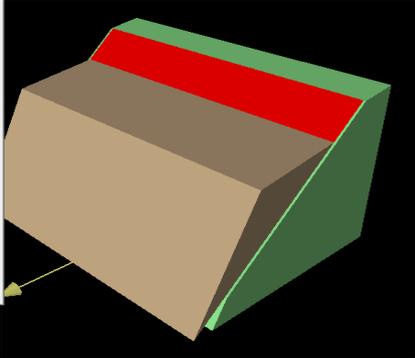


Software Rocplane

Sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,00693$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



<p>Software Rocplane</p> <p>Con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,9681$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	 
--	--

- **Tramo 12**

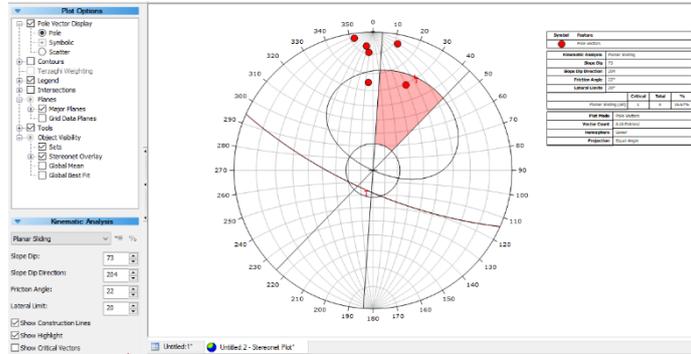
En la tabla 11, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,4387 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,04146 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 11: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 12, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

Software DIPS

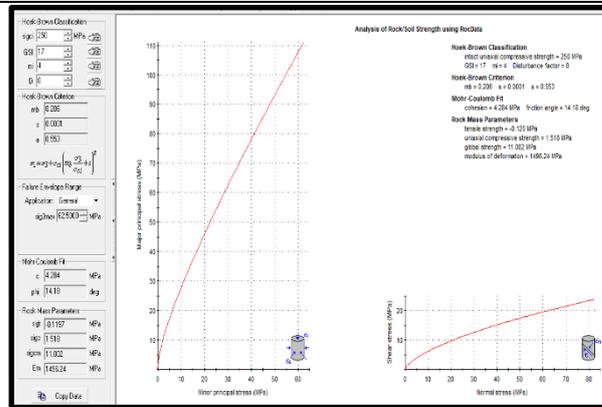
Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 12 del talud, se encuentran en la zona de falla por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 65 Dip Direction: 204



Software Rocdata

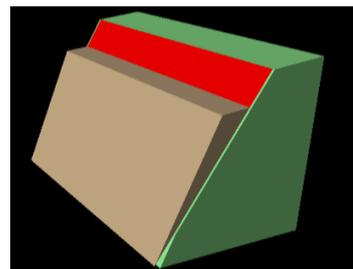
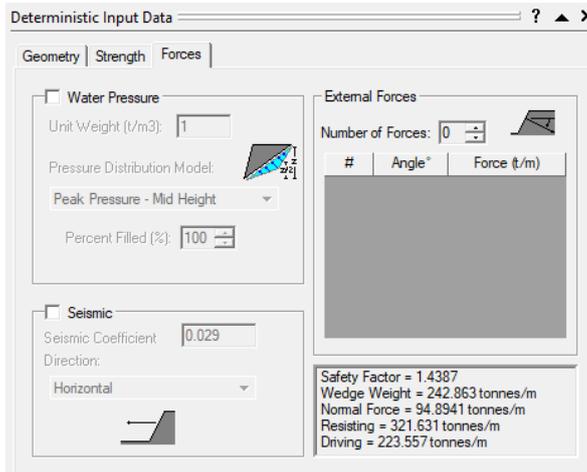
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 436,8 t/m² y el ángulo de fricción = 14, 18°.



Software Rocplane

Sin sismo

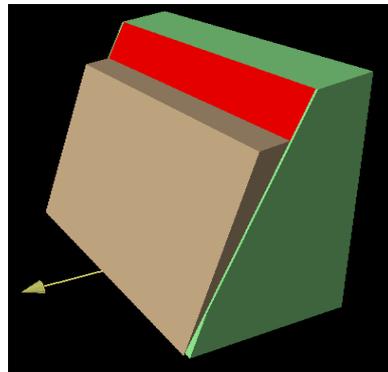
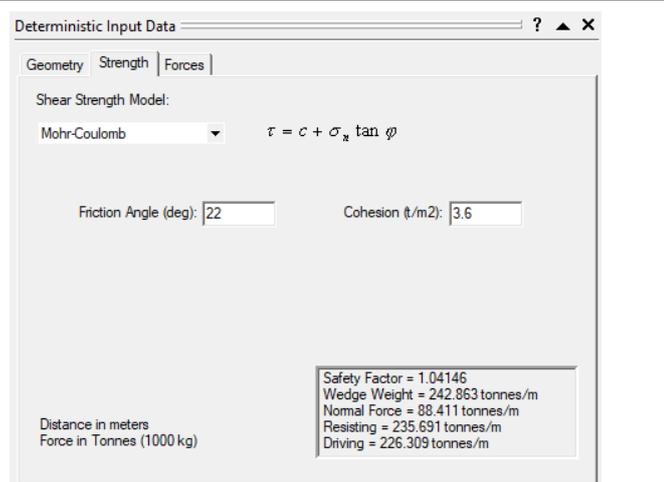
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,4387$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,50$, Por lo tanto, es aceptable.



Software Rocplane

Con sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,04146$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 13**

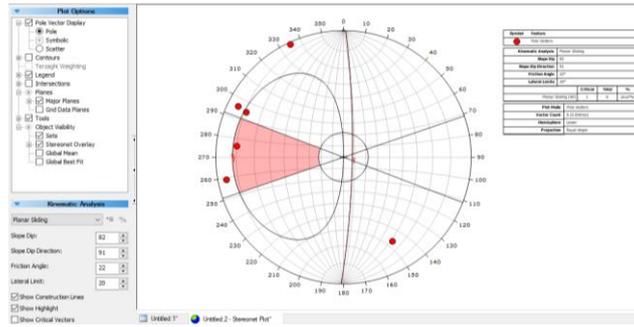
En la tabla 12, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,3855 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,01475 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 12: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 13, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

Software DIPS

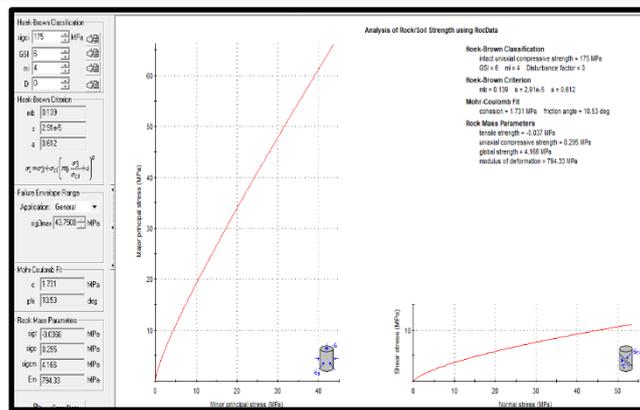
Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 13 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 82 Dip Direction: 91



Software Rocdata

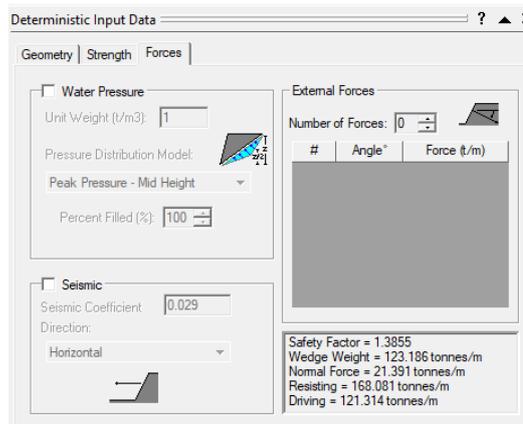
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 176,5 t/m² y el ángulo de fricción = 10,53°.

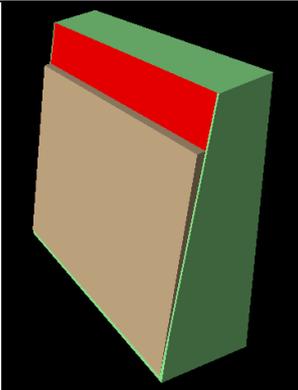
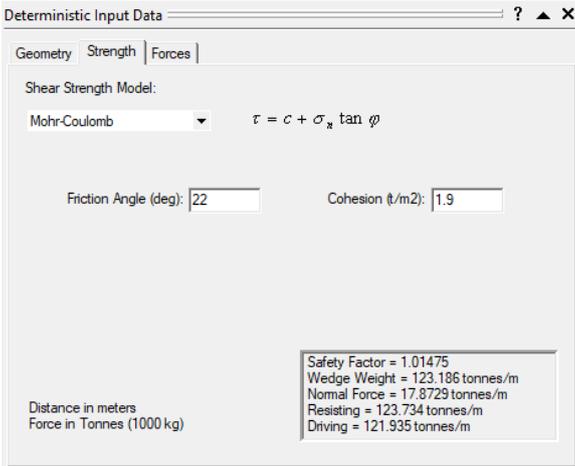
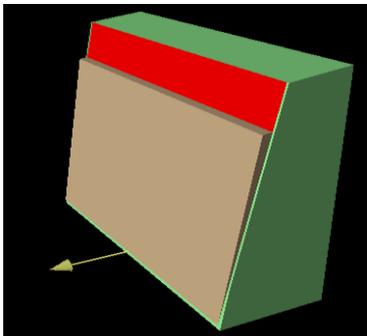


Software Rocplane

Sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,3855$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la

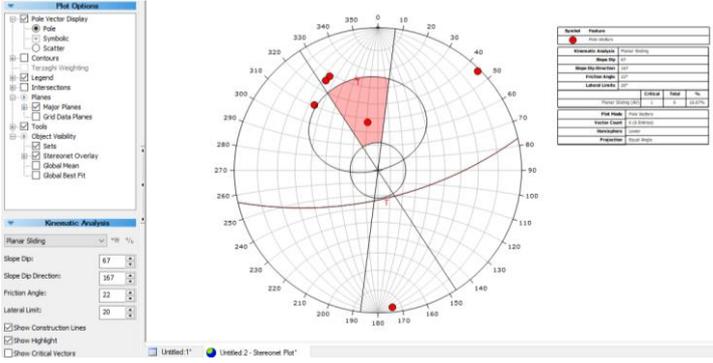
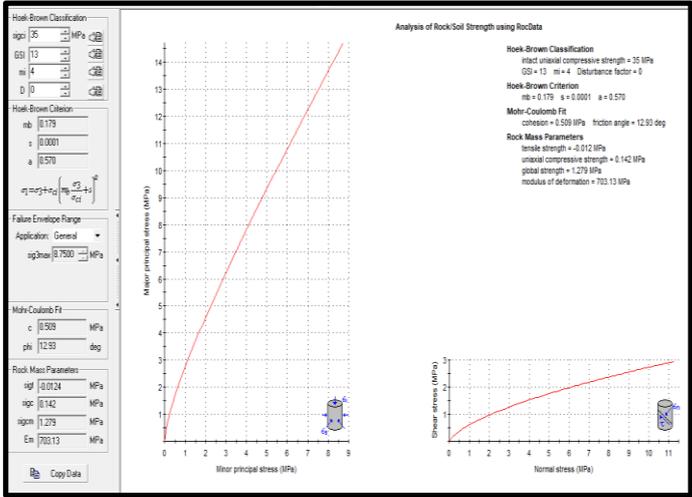


<p>estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	
<p>Software Rocplane</p> <p>Con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,01475$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	 <p>Deterministic Input Data</p> <p>Geometry Strength Forces</p> <p>Shear Strength Model: Mohr-Coulomb $\tau = c + \sigma_n \tan \phi$</p> <p>Friction Angle (deg): 22 Cohesion (t/m2): 1.9</p> <p>Distance in meters Force in Tonnes (1000 kg)</p> <p>Safety Factor = 1.01475 Wedge Weight = 123.186 tonnes/m Normal Force = 17.8729 tonnes/m Resisting = 123.734 tonnes/m Driving = 121.935 tonnes/m</p> 

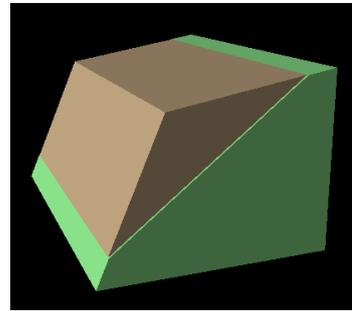
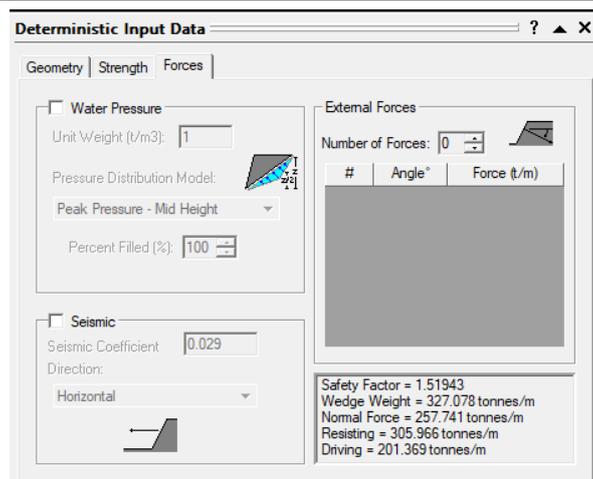
- **Tramo 14**

En la tabla 13, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad con sismo es de 1,51943 que al ser mayor que 1,50 equivale a un talud estable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad sin sismo nos da un valor de 1,08205 y es mayor a 1,05 por lo tanto el talud es aceptable.

Tabla 13: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 14, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

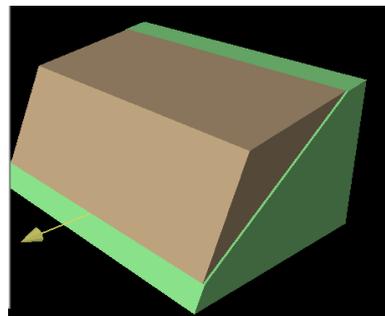
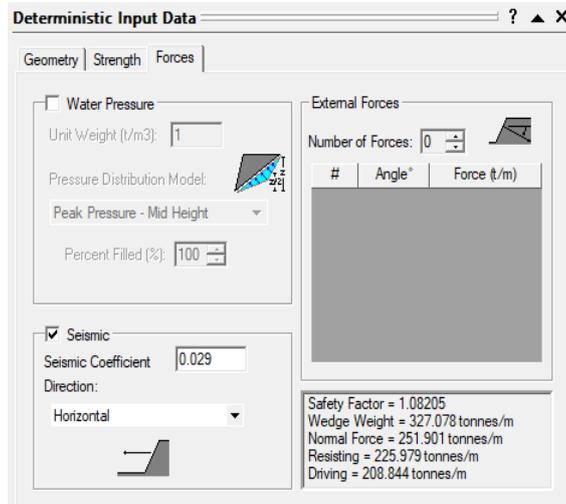
<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 14 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 67 Dip Direction: 167</p>  <p>The screenshot shows the DIPS software interface. On the left, there are menu options like 'Plot Options' and 'Kinematic Analysis'. The main window displays a stereonet plot with a shaded red region representing the failure zone. A table on the right provides failure statistics:</p> <table border="1" data-bbox="1189 577 1343 705"> <thead> <tr> <th>Failure</th> <th>Count</th> <th>Rate</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Failure 1</td> <td>1</td> <td>100%</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Below the plot, the 'Kinematic Analysis' section shows: Slope Dip: 67, Slope Dip Direction: 167, Friction Angle: 22, Lateral Limits: 20.</p>	Failure	Count	Rate	%	Failure 1	1	100%	100%
Failure	Count	Rate	%						
Failure 1	1	100%	100%						
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 0,509 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.</p>	 <p>The screenshot shows the Rocdata software interface. On the left, there are input fields for Mohr-Coulomb parameters: $c = 0.509$ MPa and $\phi = 12.93$ deg. The main window displays a Mohr-Coulomb failure envelope plot with a red line representing the failure envelope. The plot shows the relationship between normal stress (MPa) on the x-axis and shear stress (MPa) on the y-axis. The failure envelope is a straight line with a positive slope. The plot also shows the Mohr-Coulomb failure envelope and the Rock Mass Parameters.</p> <p>Rock-Brown Classification intact uniaxial compressive strength = 35 MPa $GSI = 13$ $m = 4$ Disturbance factor = 0</p> <p>Mohr-Coulomb Fit cohesion = 0.509 MPa friction angle = 12.93 deg</p> <p>Rock Mass Parameters tensile strength = -0.012 MPa uniaxial compressive strength = 0.142 MPa global strength = 1.279 MPa modulus of deformation = 703.13 MPa</p>								
<p>Software Rocplane</p> <p>Sin Sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó</p>									

un $F_s = 1,51943$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane
Con Sismo

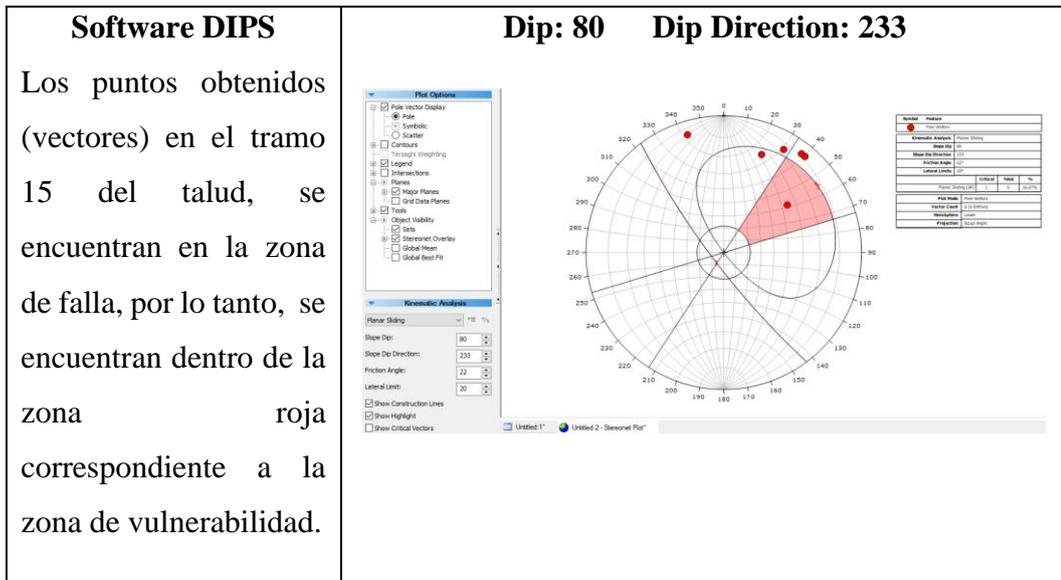
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,08205$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 15**

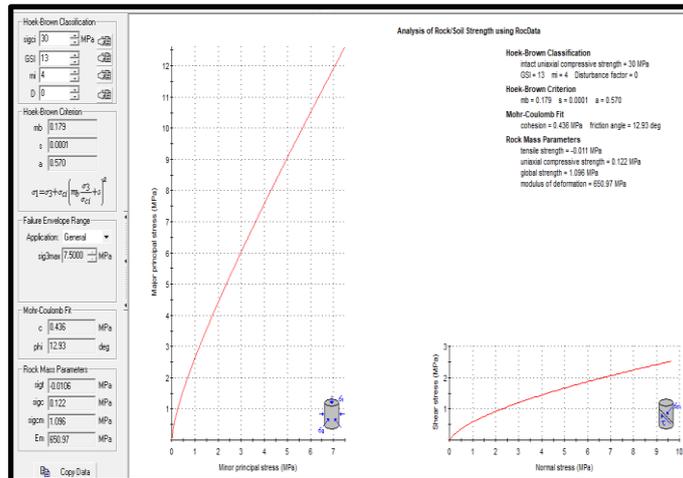
En la tabla 14, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad con sismo de 1,10122 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad sin sismo nos da un valor de 0,933874 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 14: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 15, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.



Software Rocdata

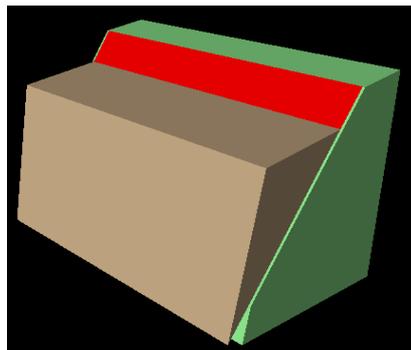
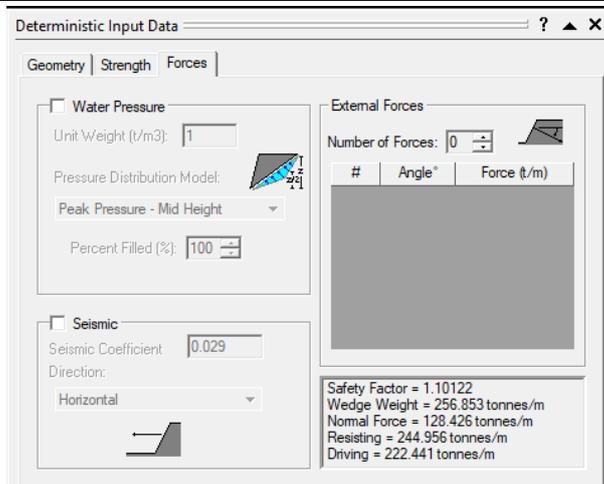
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 0,436 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.



Software Rocplane

Sin sismo

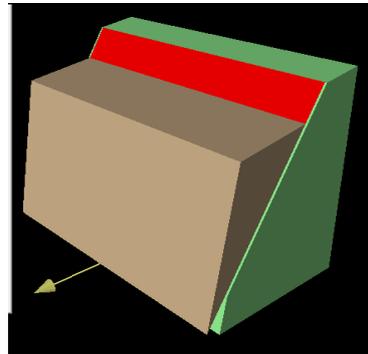
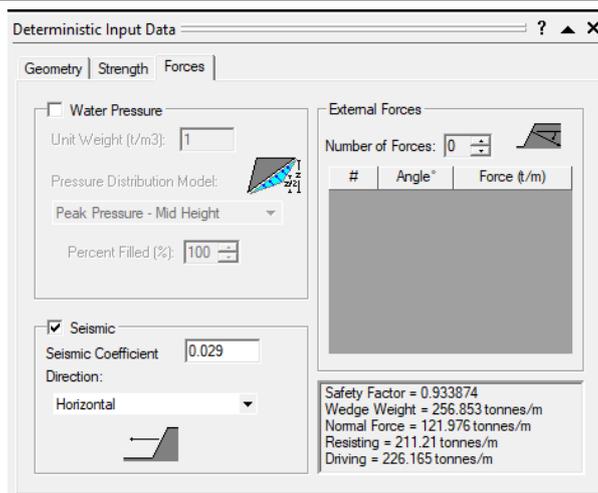
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,10122$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es no aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane

Con sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,933874$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 16 desde aquí esta bien.**

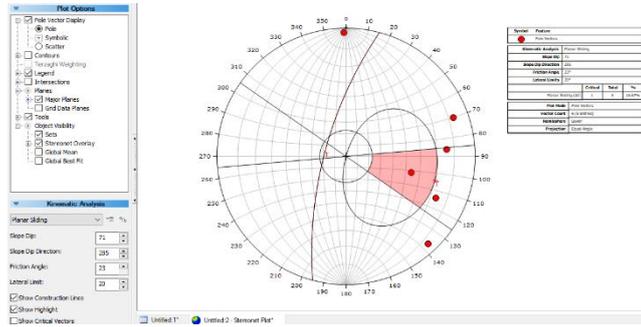
En la tabla 15, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,37168 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,02508 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 15: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 16, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

Software DIPS

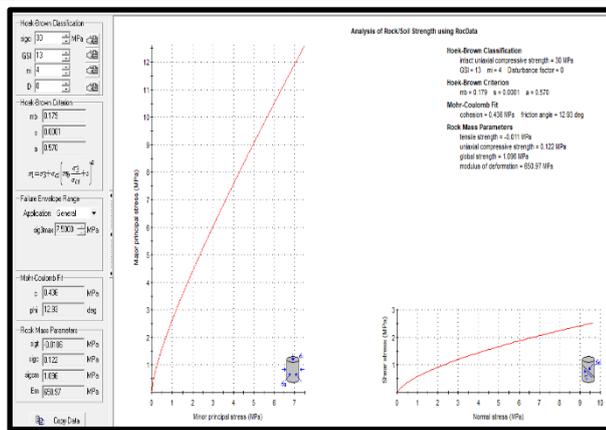
Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 16 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 71 Dip Direction: 285



Software Rocdata

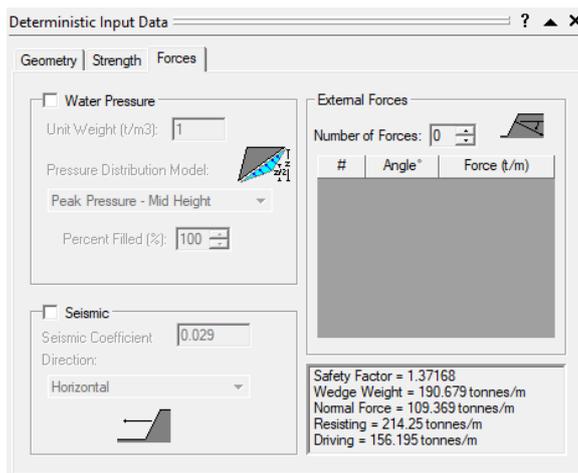
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 44,46 t/m² y el ángulo de fricción = 1,96°.

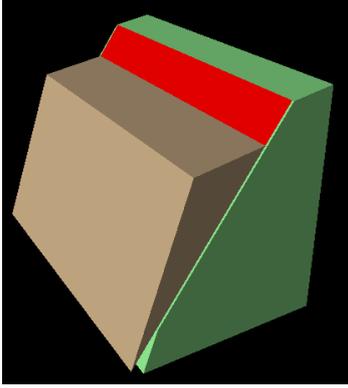
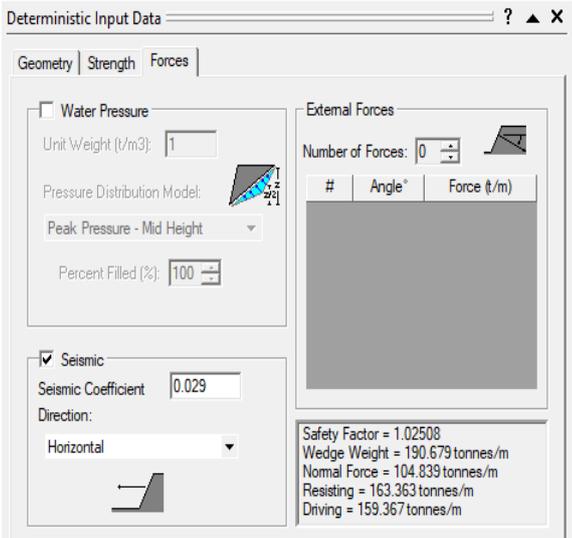
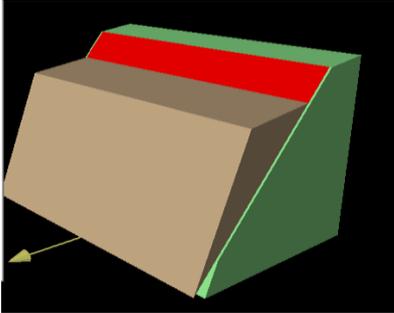


Software Rocplane

Sin Sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1.37168$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1.50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no



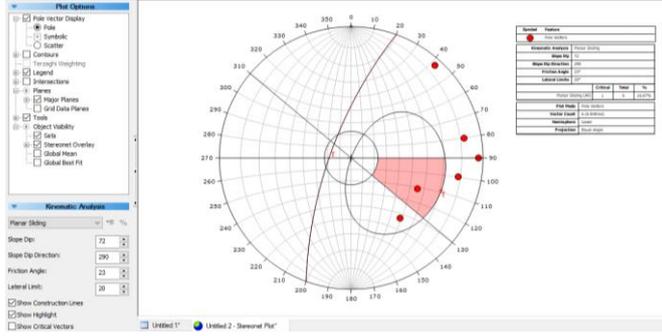
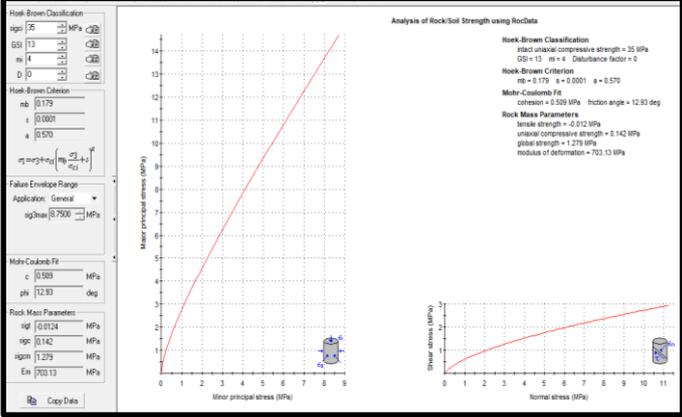
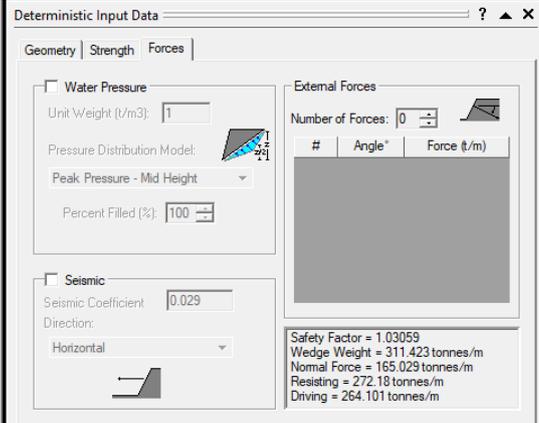
<p>es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	
<p>Software Rocplane</p> <p>Con Sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,02508$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	 <p>The screenshot shows the 'Deterministic Input Data' window in Rocplane. It includes tabs for 'Geometry', 'Strength', and 'Forces'. Under 'Water Pressure', 'Unit Weight (t/m3)' is set to 1, 'Pressure Distribution Model' is 'Peak Pressure - Mid Height', and 'Percent Filled (%)' is 100. Under 'Seismic', 'Seismic Coefficient' is 0.029 and 'Direction' is 'Horizontal'. The 'External Forces' section shows 'Number of Forces' as 0. A summary box at the bottom right displays: Safety Factor = 1.02508, Wedge Weight = 190.679 tonnes/m, Normal Force = 104.839 tonnes/m, Resisting = 163.363 tonnes/m, and Driving = 159.367 tonnes/m.</p> 

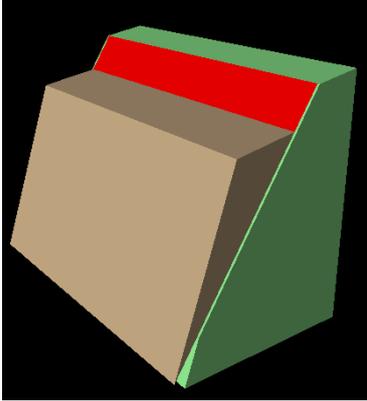
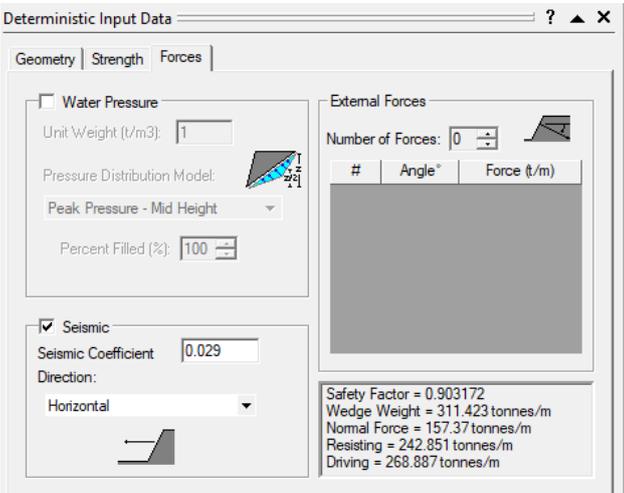
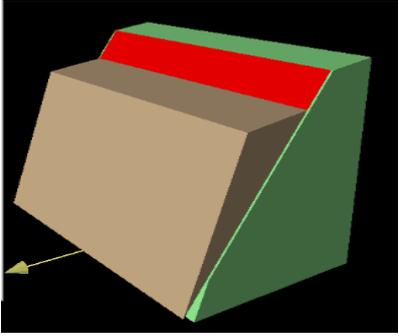
- **Tramo 17**

En la tabla 16, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,03059 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con

sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,903172 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 16: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 17, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

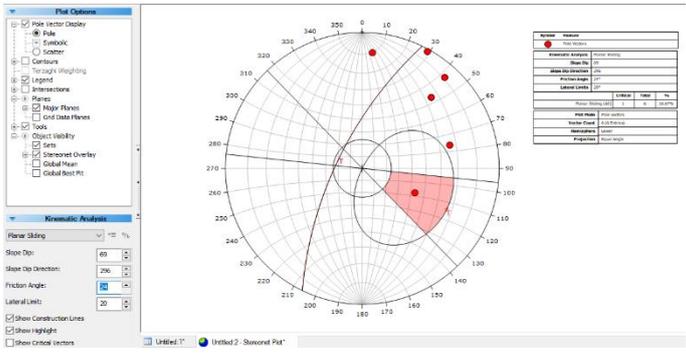
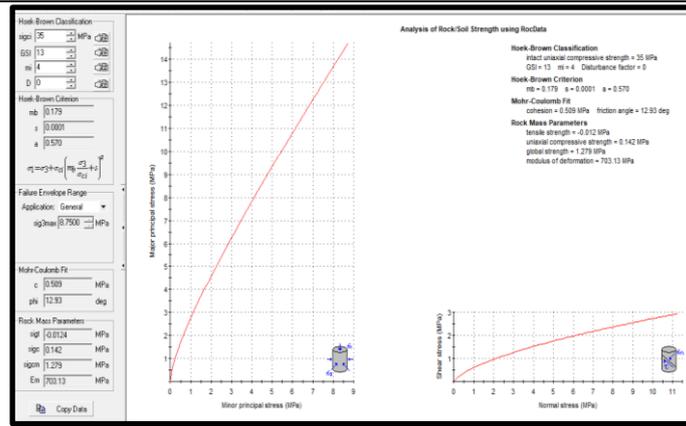
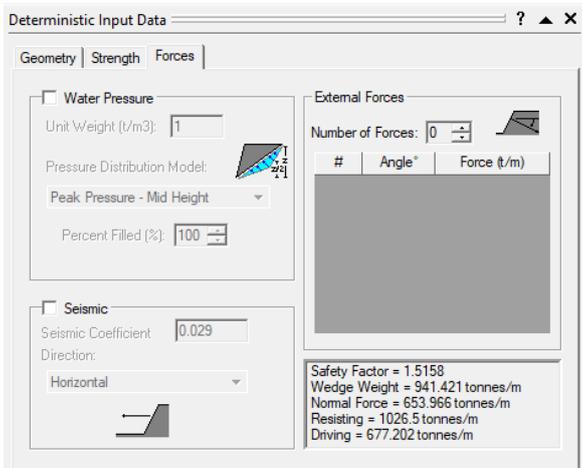
<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 17 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 72 Dip Direction: 290</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 51,9 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.</p>	
<p>Software Rocplane</p> <p>Sin sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,03059$ que contrastado con lo</p>	

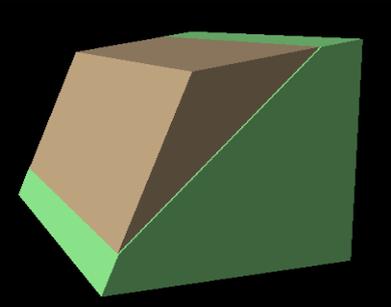
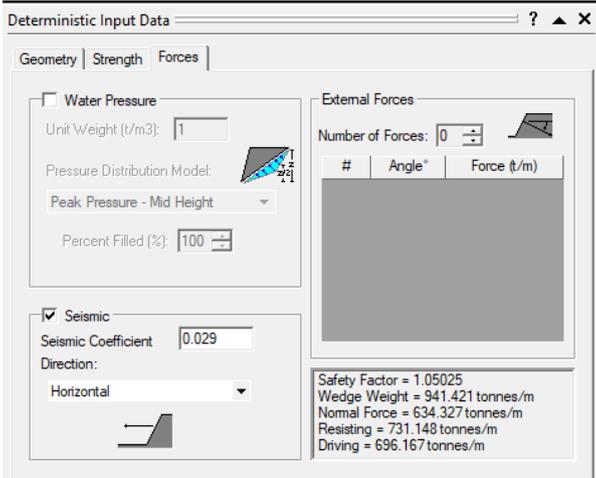
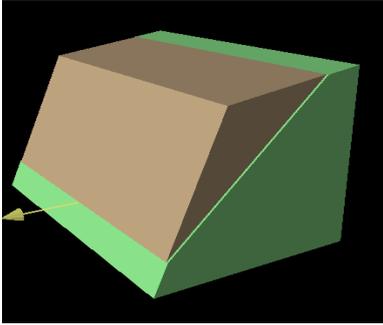
<p>determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>							
<p>Software Rocplane</p> <p>Con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,903172$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	 <p>Deterministic Input Data</p> <p>Geometry Strength Forces</p> <p><input type="checkbox"/> Water Pressure Unit Weight (t/m³): 1 Pressure Distribution Model: Peak Pressure - Mid Height Percent Filled (%): 100</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Seismic Seismic Coefficient: 0.029 Direction: Horizontal</p> <p>External Forces Number of Forces: 0</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Angle°</th> <th>Force (t/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="height: 100px;"> </td> </tr> </tbody> </table> <p>Safety Factor = 0.903172 Wedge Weight = 311.423 tonnes/m Normal Force = 157.37 tonnes/m Resisting = 242.851 tonnes/m Driving = 268.887 tonnes/m</p> 	#	Angle°	Force (t/m)			
#	Angle°	Force (t/m)					

- **Tramo 18**

En la tabla 7, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,5158 que al ser mayor que 1,50 equivale a un talud estable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,05025 no es mayor 1,05 por lo tanto el talud es estable.

Tabla 17: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 2, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

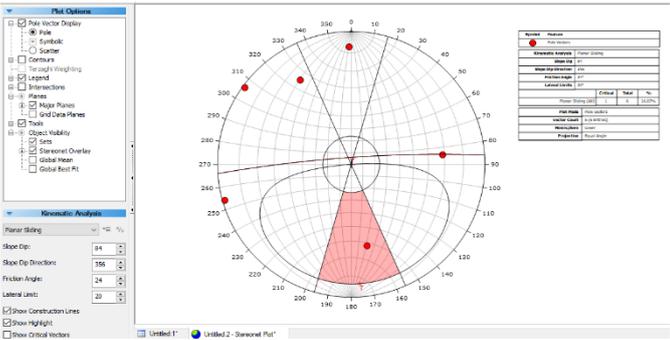
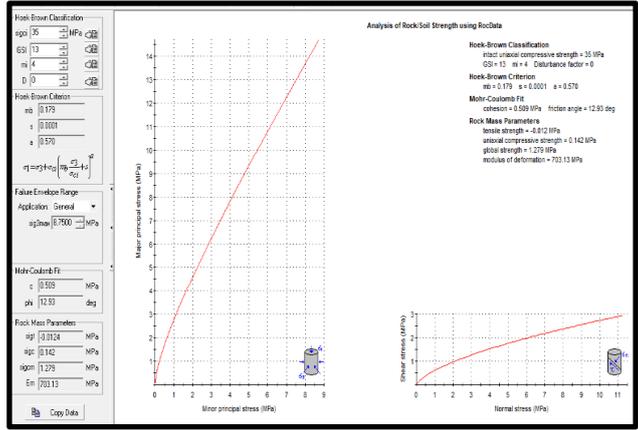
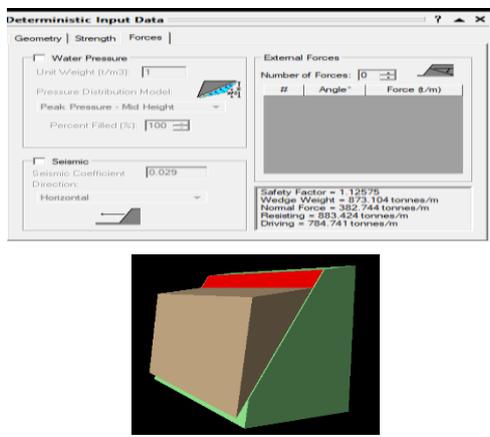
<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 18 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 68 Dip Direction: 296</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 51,9 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.</p>	
<p>Software Rocplane</p> <p>Sin sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,5158$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,50$,</p>	

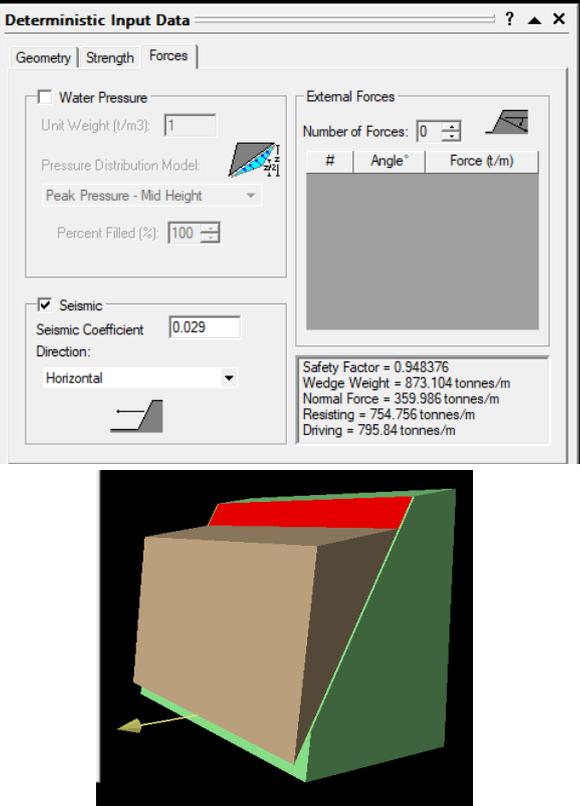
<p>Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.</p>	
<p>Software Rocplane con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,05025$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.</p>	 

- **Tramo 19**

En la tabla 18, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,12575 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,35), el factor de seguridad nos da un valor de 0,948376 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 18: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 19, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 19 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 84 Dip Direction: 356</p>  <p>The screenshot shows the DIPS software interface. On the left, there are control panels for 'Plot Options' and 'Kinematic Analysis'. The 'Kinematic Analysis' panel shows 'Plane Sliding' selected, with 'Slope Dip: 84', 'Slope Dip Direction: 356', 'Friction Angle: 24', and 'Lateral Limit: 20'. The main window displays a stereonet plot with a red shaded failure zone. A table on the right lists parameters: 'Critical' (1), 'Fail' (1), 'Safety Factor' (1.12575), 'Failure Mode' (Plane sliding), 'Failure Location' (Loma de Guaranda), and 'Failure Date' (2023/07/07).</p>
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 51,9 t/m² y el ángulo de fricción = 12,93°.</p>	 <p>The screenshot shows the Rocdata software interface. On the left, there are input fields for 'Mohr-Coulomb' parameters: 'c' (51.9 MPa) and 'phi' (12.93 deg). The main window displays a Mohr-Coulomb failure envelope plot with 'Major principal stress (MPa)' on the y-axis and 'Minor principal stress (MPa)' on the x-axis. A table on the right lists 'Rock Mass Parameters': 'uniaxial strength = 4.812 MPa', 'uniaxial compressive strength = 0.142 MPa', 'tensile strength = 1.279 MPa', and 'modulus of deformation = 703.13 MPa'.</p>
<p>Software Rocplane</p> <p>Sin sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,12575$ que contrastado con lo determinado por</p>	 <p>The screenshot shows the Rocplane software interface. The 'Deterministic Input Data' window is open, showing 'Water Pressure' (Unit Weight: 0, Pressure Distribution Model: Peak Pressure - Mud Height, Percent Filled: 100) and 'External Forces' (Number of Forces: 0). The 'Safety Factor' is calculated as 1.12575. Below the window, a 3D model of a slope is shown with a red failure surface.</p>

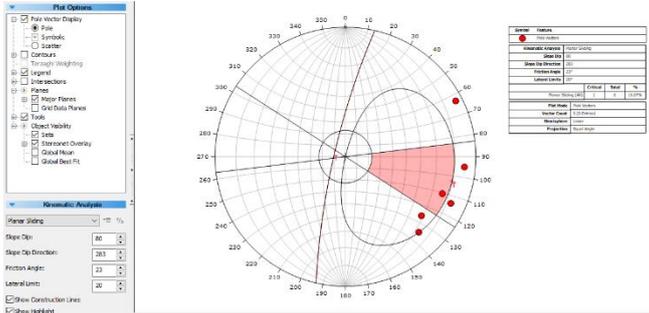
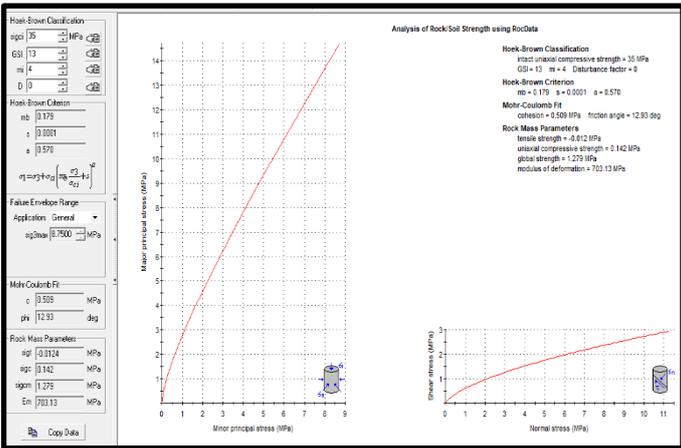
<p>Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	
<p>Software Rocplane</p> <p>Con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,948376$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	

- **Tramo 20**

En la tabla 19, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,45648 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con

sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,02337 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

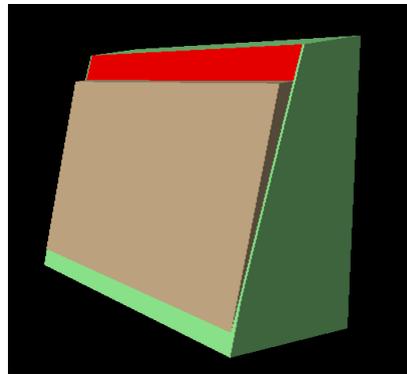
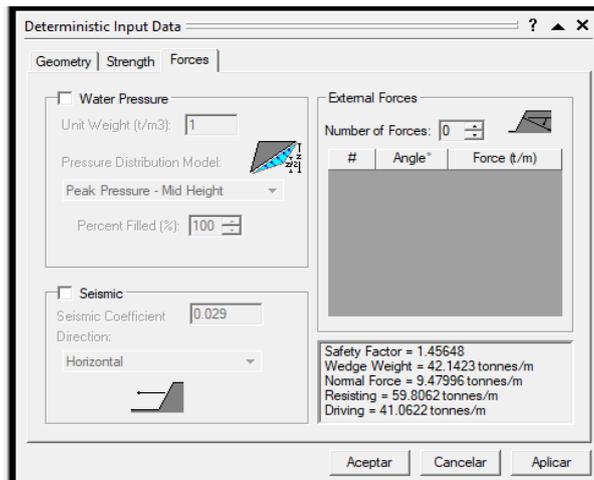
Tabla 19: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 20, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 20 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 80 Dip Direction: 203</p>  <p>The screenshot shows the DIPS software interface. On the left, there are 'File Options' and 'Numerical Analysis' panels. The 'Numerical Analysis' panel shows 'Slip Dip: 80', 'Slip Dip Direction: 203', 'Friction Angle: 23', and 'Lateral Limit: 20'. The main window displays a stereonet plot with a red shaded failure zone. A table on the right shows the following data:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Slip Dip</th> <th>Slip Dip Direction</th> <th>Friction Angle</th> <th>Lateral Limit</th> <th>Factor of Safety</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80</td> <td>203</td> <td>23</td> <td>20</td> <td>1.02337</td> </tr> </tbody> </table>	Slip Dip	Slip Dip Direction	Friction Angle	Lateral Limit	Factor of Safety	80	203	23	20	1.02337
Slip Dip	Slip Dip Direction	Friction Angle	Lateral Limit	Factor of Safety							
80	203	23	20	1.02337							
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 4,487 t/m² y el ángulo de fricción = 12,93°.</p>	 <p>The screenshot shows the Rocdata software interface. The left panel displays 'Mohr-Coulomb Fit' parameters: c = 0.558 MPa, phi = 12.93 deg. The main window shows a Mohr-Coulomb Fit graph with 'Major principal stress (MPa)' on the x-axis and 'Minor principal stress (MPa)' on the y-axis. A red line represents the failure envelope. The right panel shows 'Mohr-Coulomb Fit' results: cohesion = 0.558 MPa, friction angle = 12.93 deg. Below the main graph is a smaller Mohr-Coulomb Fit graph with 'Shear stress (MPa)' on the y-axis and 'Normal stress (MPa)' on the x-axis.</p>										

Software Rocplane

Sin sismo

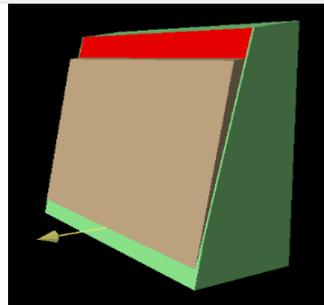
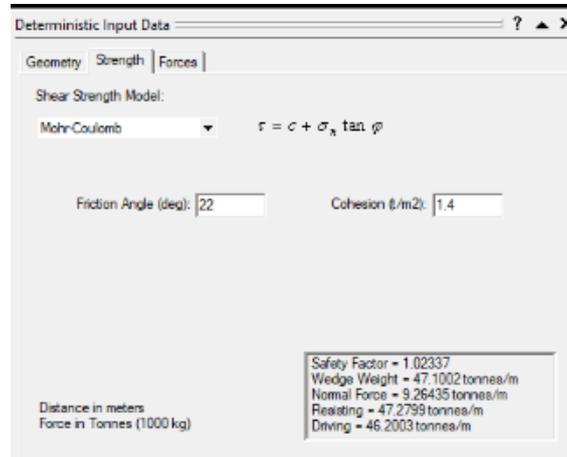
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,45648$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane

con sismo

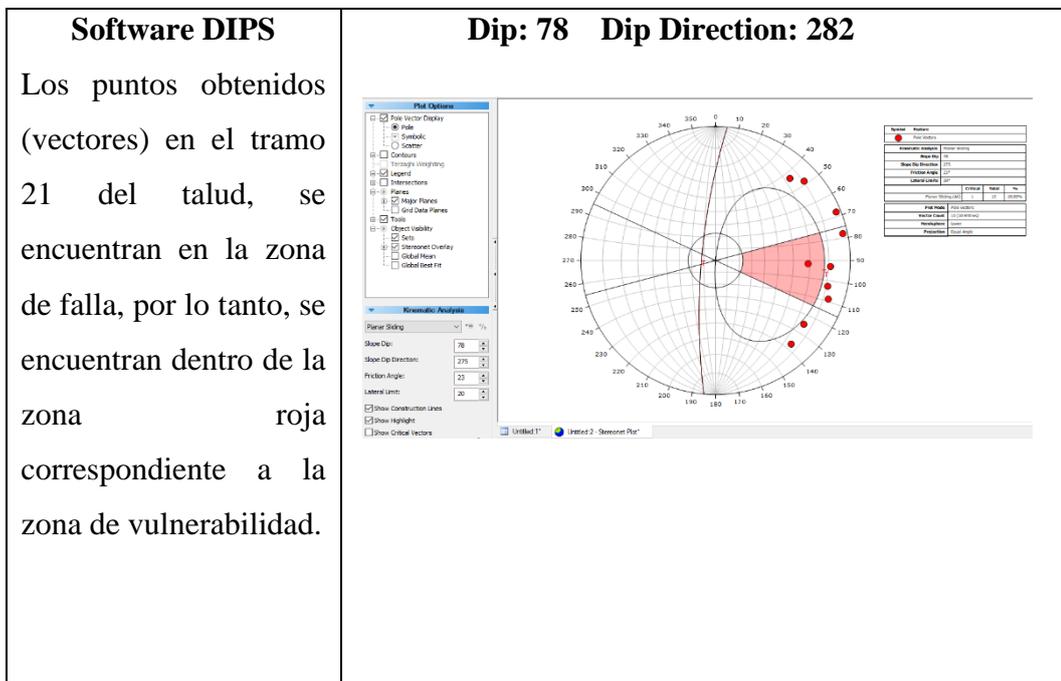
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,02337$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable.



- **Tramo 21**

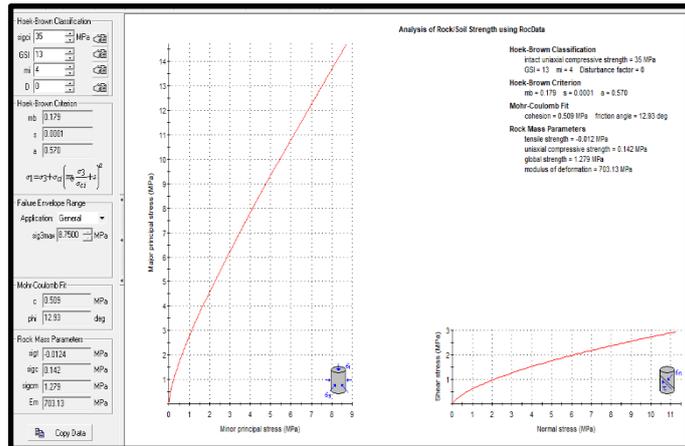
En la tabla 20, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,42411 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,932013 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 20: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 21, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.



Software Rocdata

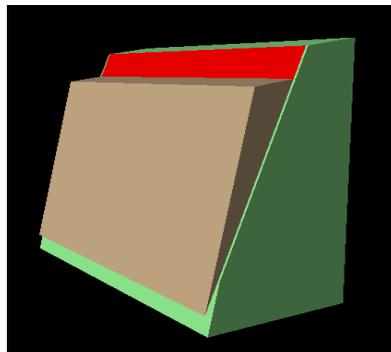
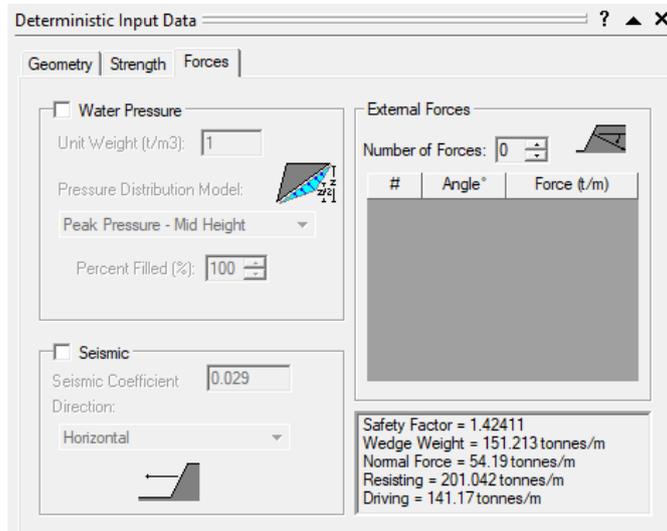
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 22,23 t/m² y el ángulo de fricción = 1,93°.



Software Rocplane

Sin sismo

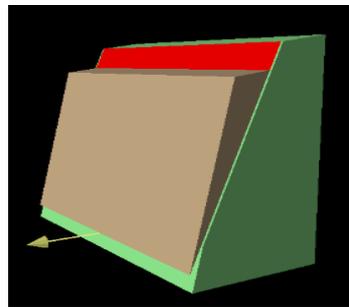
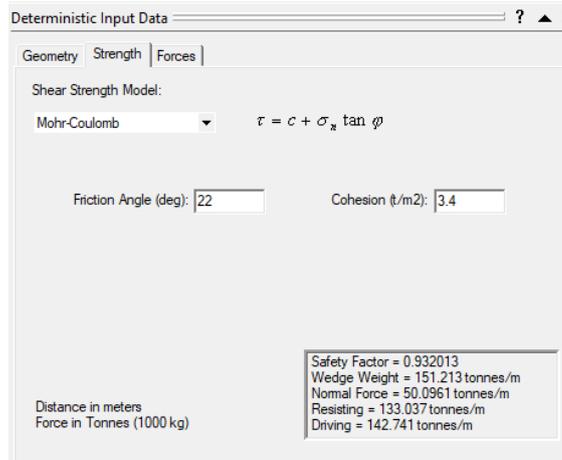
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,42411$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane

con sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,932013$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 22**

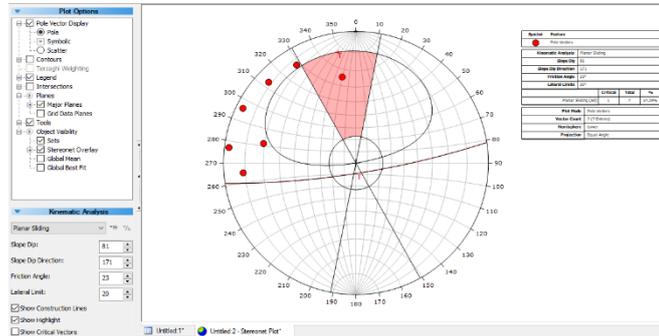
En la tabla 21, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,09082 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,969374 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 21: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 22, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

Software DIPS

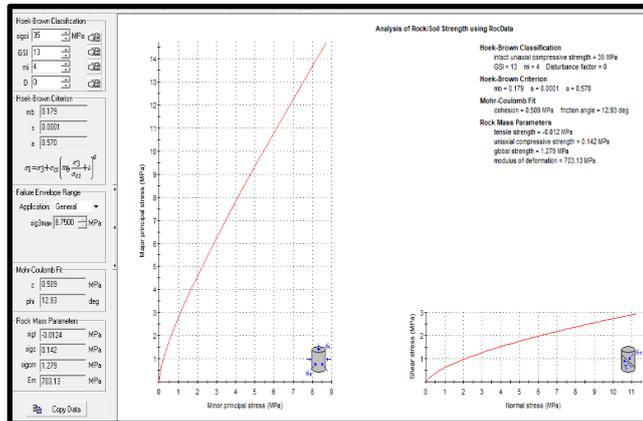
Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 22 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 82 Dip Direction: 170



Software Rocdata

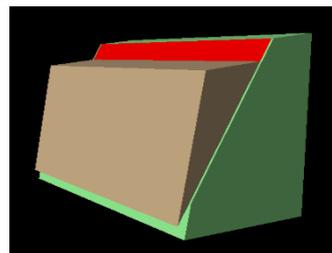
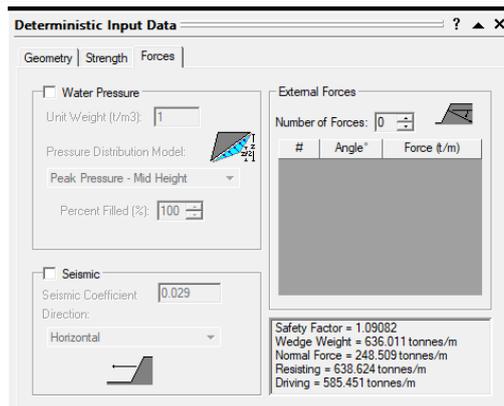
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 51,9 t/m² y el ángulo de fricción = 12,93°.



Software Rocplane

Sin sismo

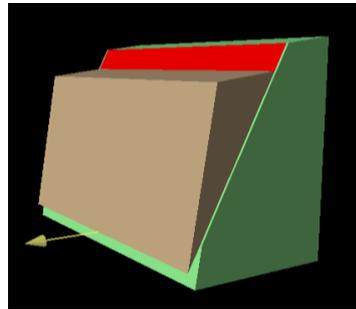
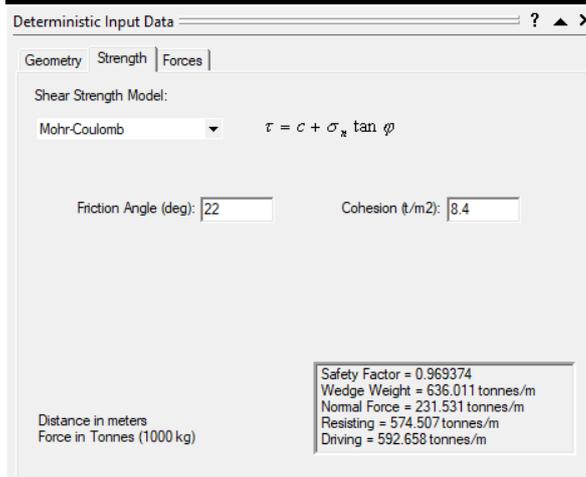
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,09082$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$. Es no aceptable.



Software Rocplane

con sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,969374$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 23**

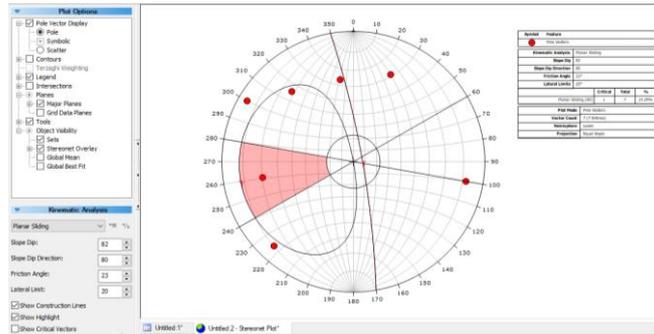
En la tabla 22, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,14885 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,889222 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 22: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 23, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

Software DIPS

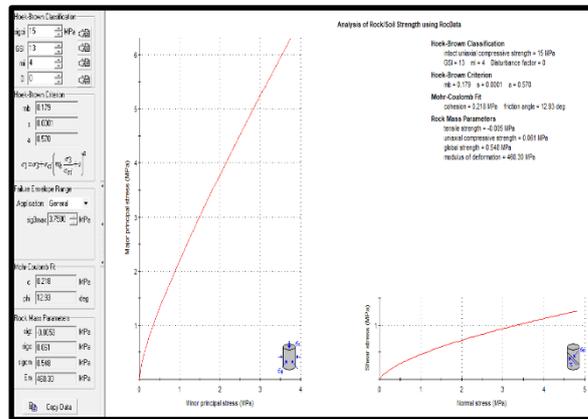
Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 23 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 82 Dip Direction: 80



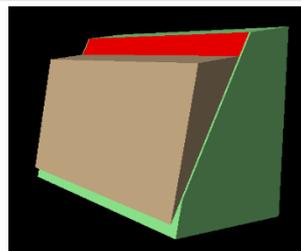
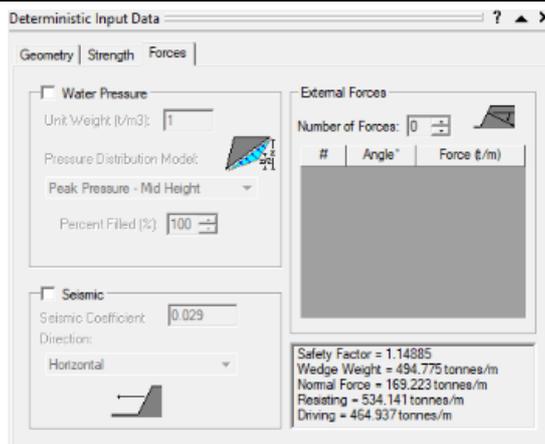
Software Rocdata

Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 22,23 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.



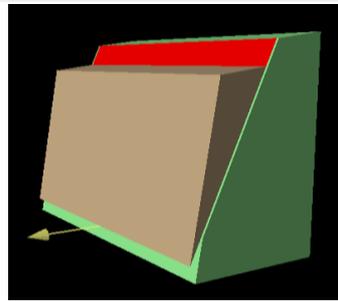
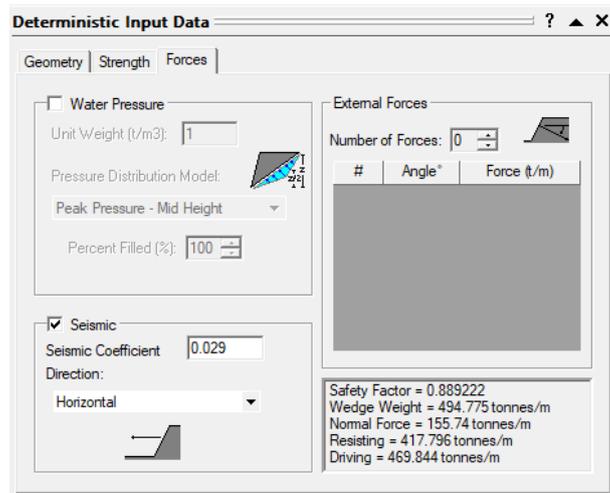
Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,14885$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, no es aceptable.



Software Rocplane con sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,889222$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 24**

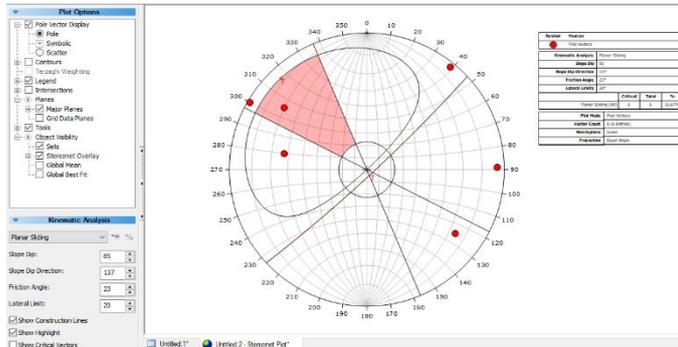
En la tabla 23, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,18933 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,914422 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 23: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 24, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

Software DIPS

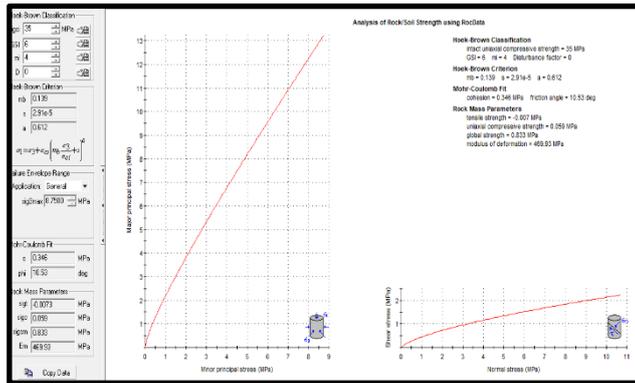
Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 24 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 85 Dip Direction: 137



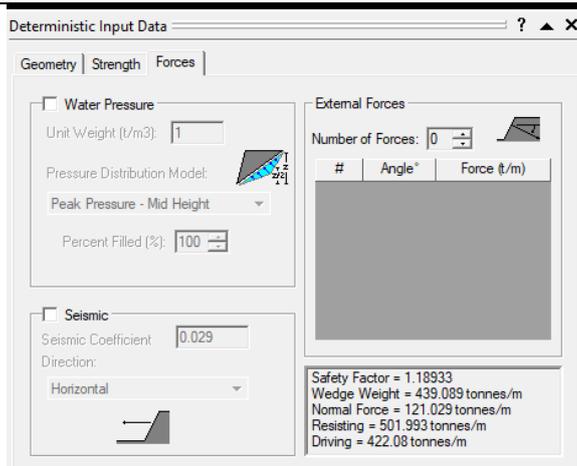
Software Rocdata

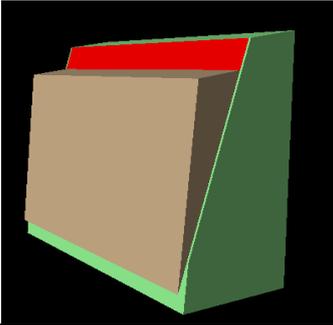
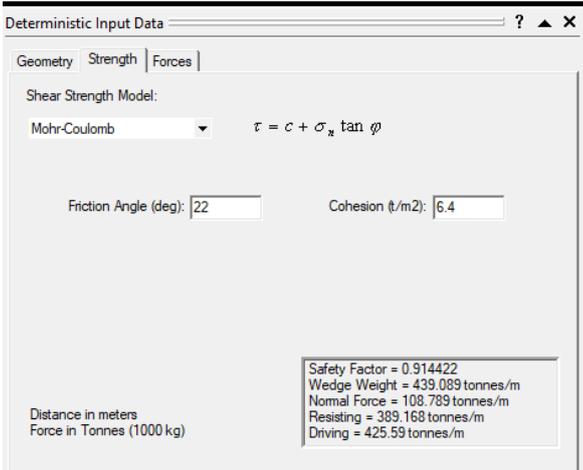
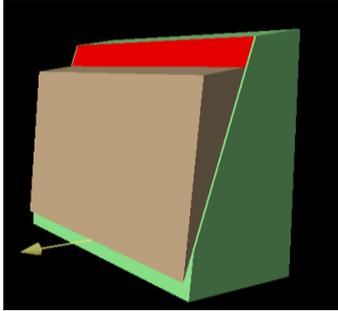
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 35,28 t/m² y el ángulo de fricción = 10, 53°.



Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,18933$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la



<p>estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento</p>	
<p>Software Rocplane con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,914422$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	 <p>Deterministic Input Data</p> <p>Geometry Strength Forces</p> <p>Shear Strength Model: Mohr-Coulomb $\tau = c + \sigma_n \tan \phi$</p> <p>Friction Angle (deg): 22 Cohesion (t/m2): 6,4</p> <p>Distance in meters Force in Tonnes (1000 kg)</p> <p>Safety Factor = 0.914422 Wedge Weight = 439.089 tonnes/m Normal Force = 108.789 tonnes/m Resisting = 389.168 tonnes/m Driving = 425.59 tonnes/m</p> 

- **Tramo 25**

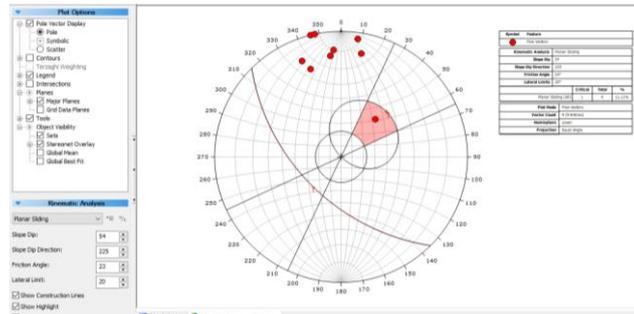
En la tabla 24, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,52303 que al ser mayor que 1,50 equivale a un talud estable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,08424 y es mayor a 1,05 por lo tanto el talud es estable.

Tabla 24: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 25, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

Software DIPS

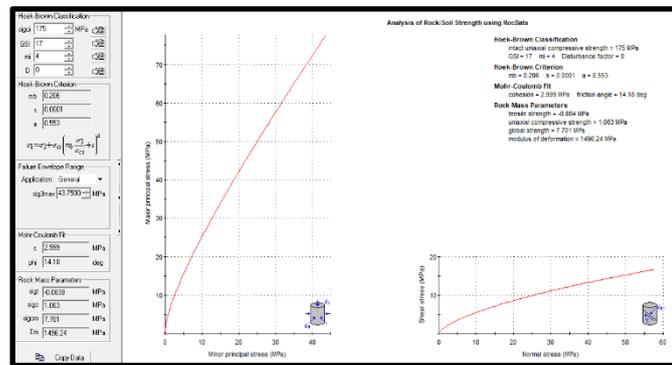
Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 25 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 54 Dip Direction: 225



Software Rocdata

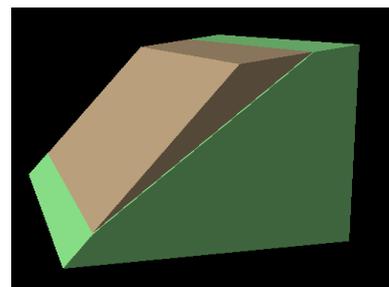
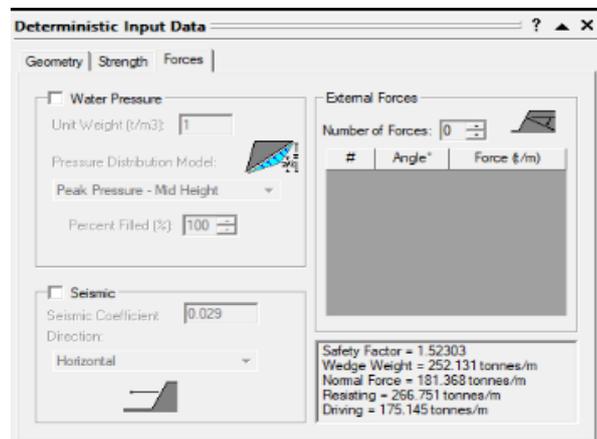
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 305,8 t/m² y el ángulo de fricción = 14, 18°.



Software Rocplane

Sin sismo

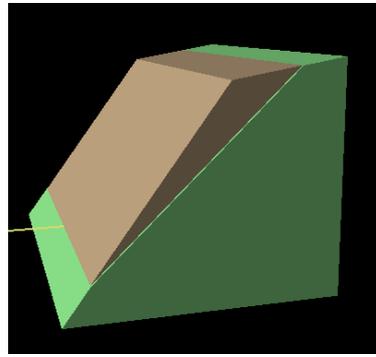
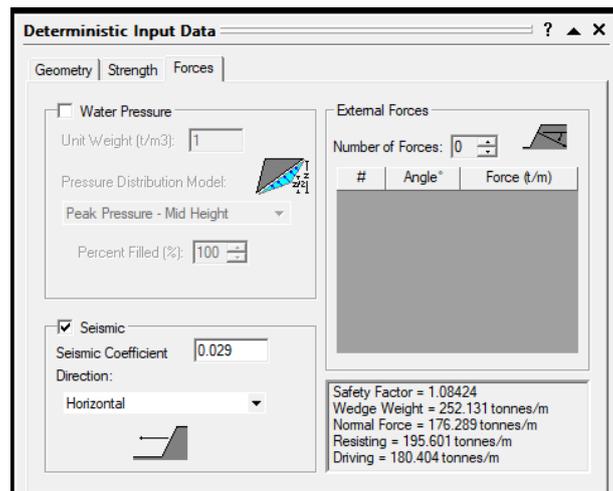
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,52303$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane

con sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,08424$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 26**

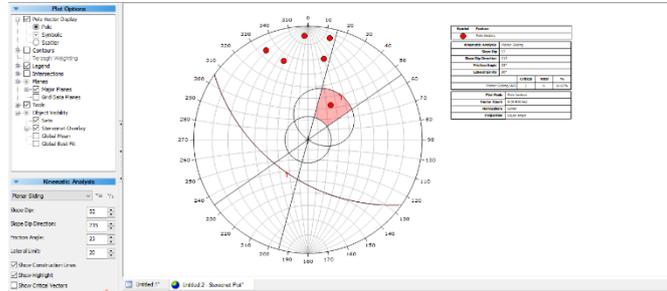
En la tabla 25, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,56828 que al ser mayor que 1,50 equivale a un talud estable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,07432 y es mayor a 1,05 por lo tanto el talud es aceptable.

Tabla 25: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 26, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

Software DIPS

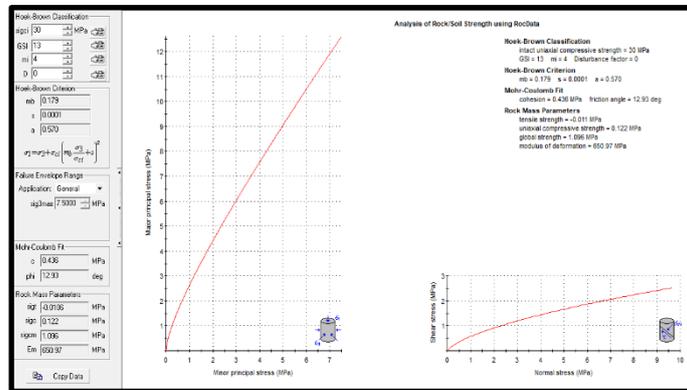
Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 26 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 52 Dip Direction: 215



Software Rocdata

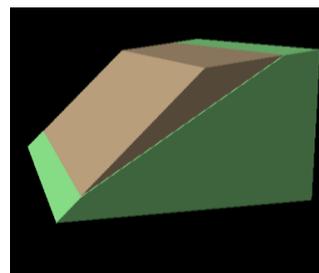
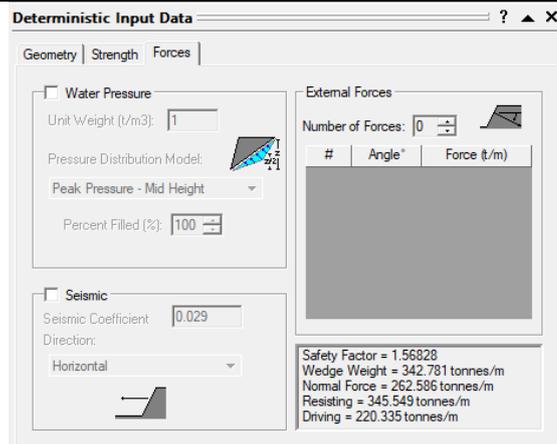
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 44,46 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.



Software Rocplane

Sin sismo

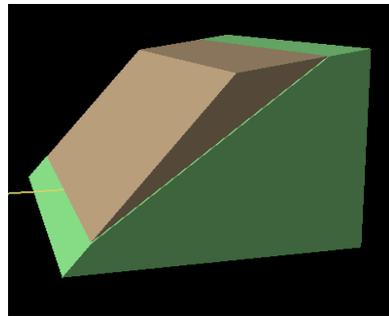
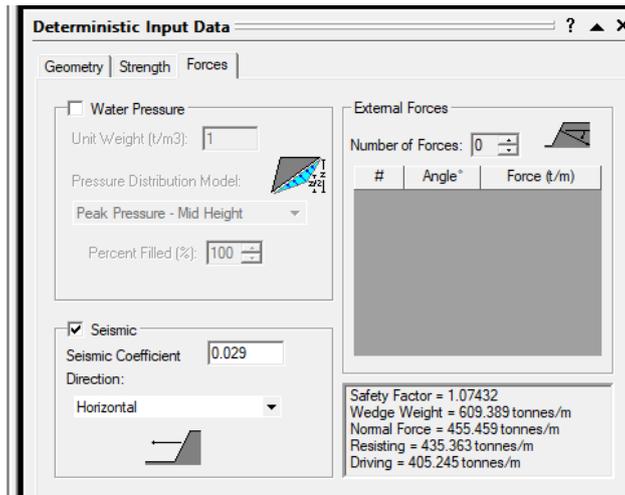
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,56828$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,50$, Por lo tanto, es aceptable.



Software Rocplane

con sismo

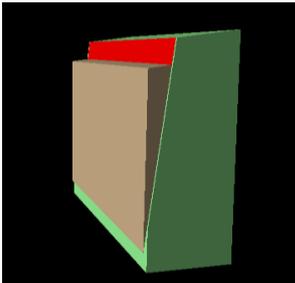
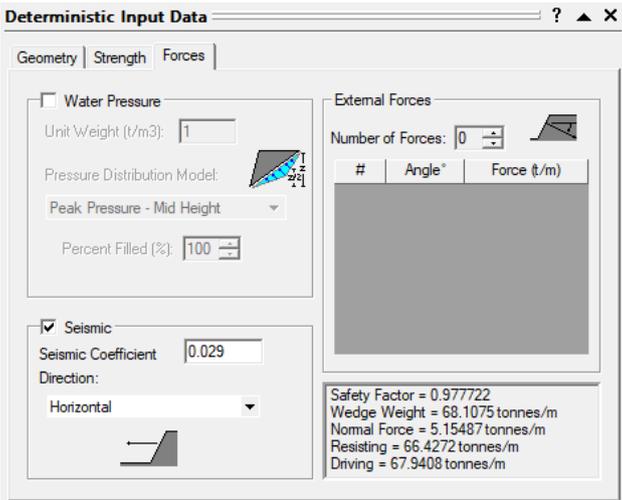
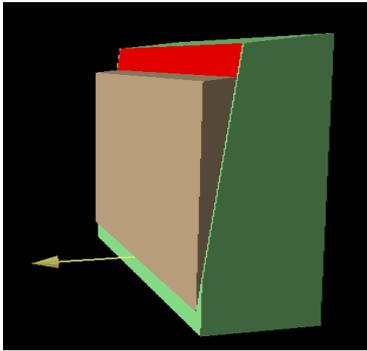
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,07432$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 27**

En la tabla 26, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,26383 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,977722 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

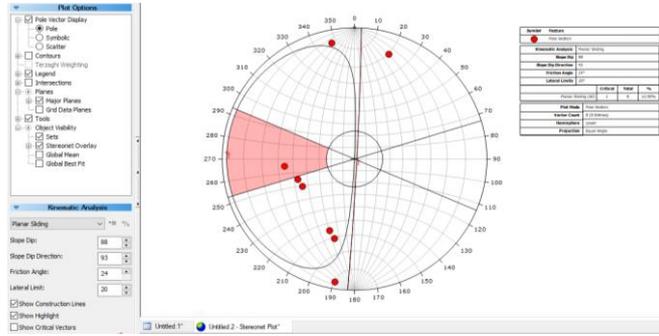
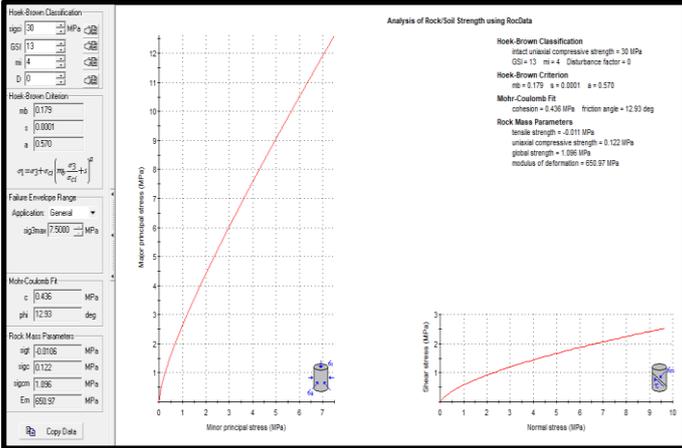
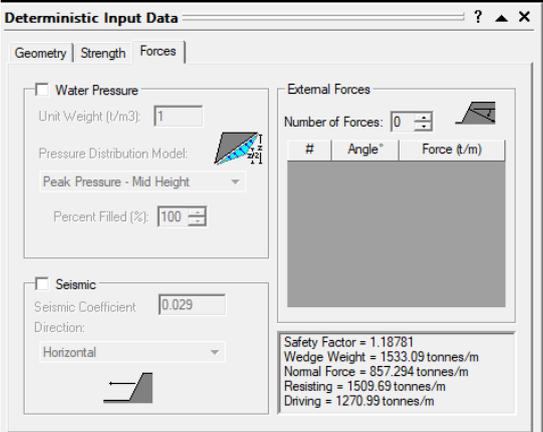
Tabla 26: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 27, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

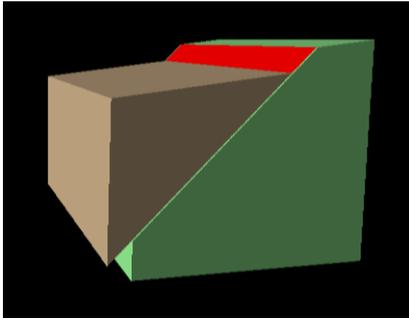
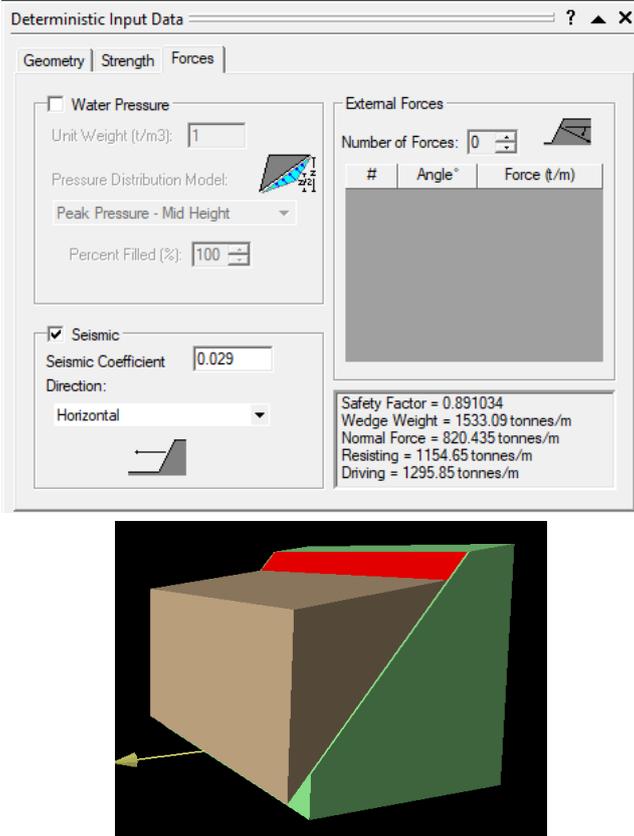
<p>provocaría un desplazamiento.</p>							
<p>Software Rocplane con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,977722$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	 <p>Deterministic Input Data</p> <p>Geometry Strength Forces</p> <p><input type="checkbox"/> Water Pressure</p> <p>Unit Weight (t/m3): 1</p> <p>Pressure Distribution Model: Peak Pressure - Mid Height</p> <p>Percent Filled (%): 100</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Seismic</p> <p>Seismic Coefficient: 0.029</p> <p>Direction: Horizontal</p> <p>External Forces</p> <p>Number of Forces: 0</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Angle°</th> <th>Force (t/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">(Empty table)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Safety Factor = 0.977722 Wedge Weight = 68.1075 tonnes/m Normal Force = 5.15487 tonnes/m Resisting = 66.4272 tonnes/m Driving = 67.9408 tonnes/m</p> 	#	Angle°	Force (t/m)	(Empty table)		
#	Angle°	Force (t/m)					
(Empty table)							

- **Tramo 28**

En la tabla 27, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,18781 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,891034 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 27: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 28, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

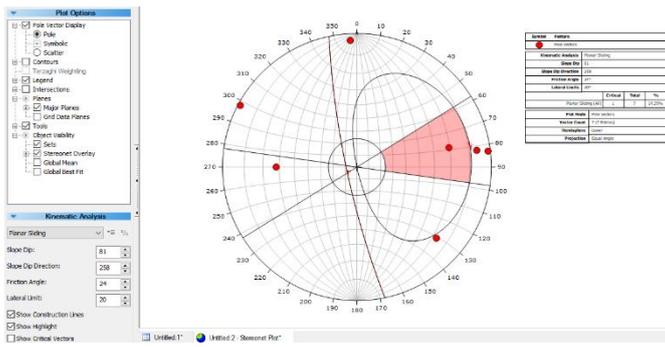
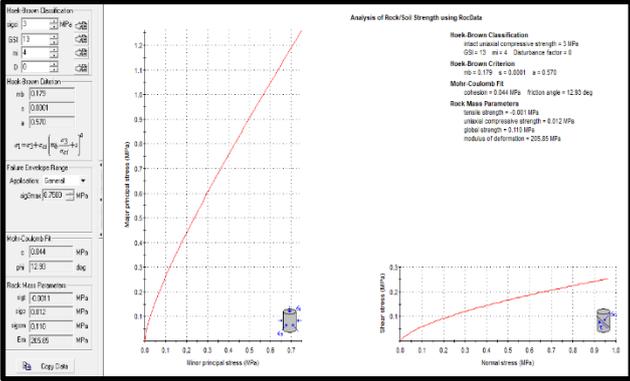
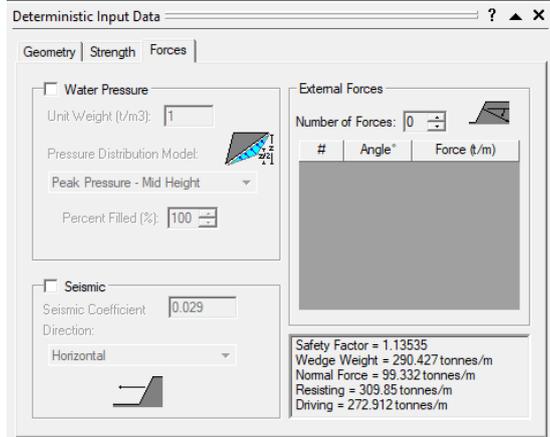
<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 28 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 88 Dip Direction: 93</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 44,46 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.</p>	
<p>Software Rocplane</p> <p>Sin sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,18781$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo</p>	

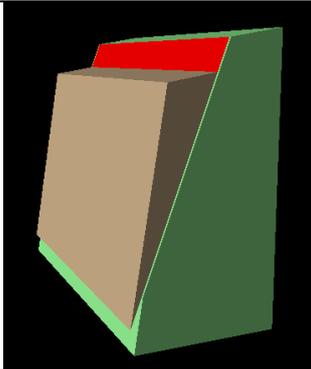
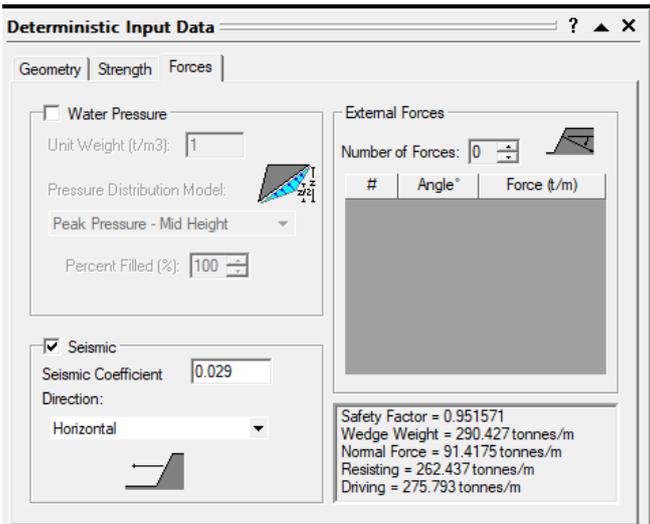
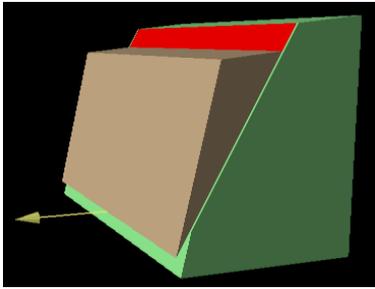
<p>(2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento</p>	
<p>Software Rocplane</p> <p>Con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,891034$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	 <p>The screenshot shows the 'Deterministic Input Data' window in Rocplane. It includes tabs for 'Geometry', 'Strength', and 'Forces'. Under 'Water Pressure', 'Unit Weight (t/m3)' is set to 1, 'Pressure Distribution Model' is 'Peak Pressure - Mid Height', and 'Percent Filled (%)' is 100. Under 'Seismic', 'Seismic Coefficient' is 0.029 and 'Direction' is 'Horizontal'. The 'External Forces' section shows 'Number of Forces' as 0. A summary box at the bottom right displays: Safety Factor = 0.891034, Wedge Weight = 1533.09 tonnes/m, Normal Force = 820.435 tonnes/m, Resisting = 1154.65 tonnes/m, and Driving = 1295.85 tonnes/m. Below the screenshot is a 3D model of a slope failure wedge with a yellow arrow indicating the direction of seismic force.</p>

- **Tramo 29**

En la tabla 28, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,13535 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,951571 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 28: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 29, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

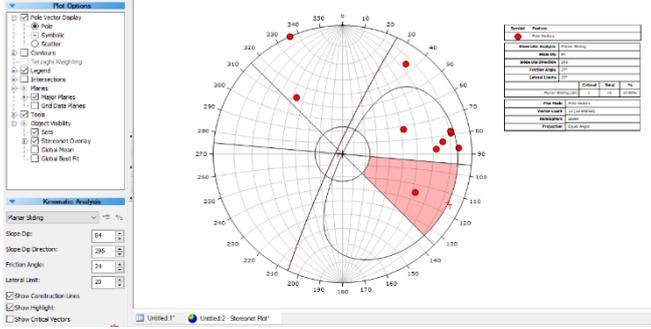
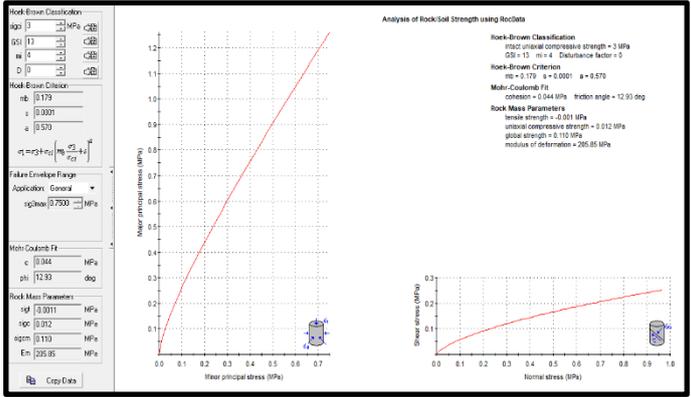
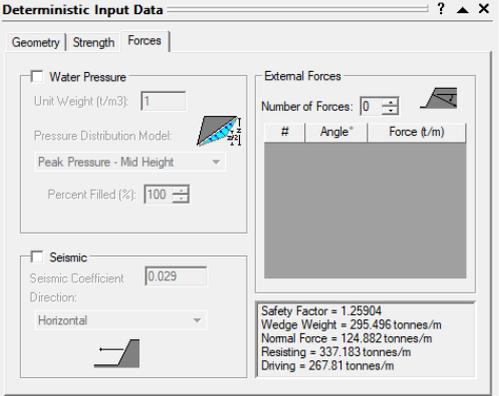
<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 29 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 81 Dip Direction: 258</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 4,487 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.</p>	
<p>Software Rocplane</p> <p>Sin sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,13535$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo</p>	

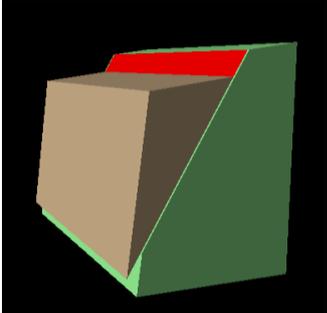
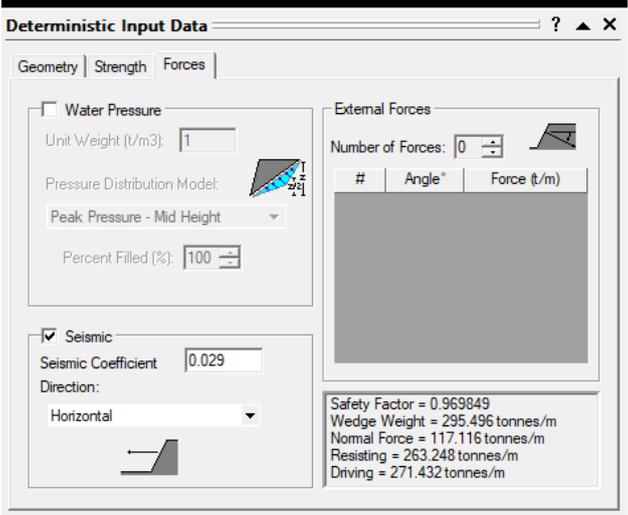
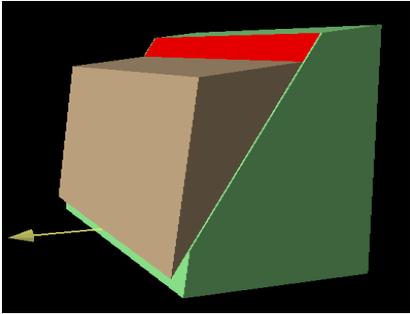
<p>(2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>							
<p>Software Rocplane con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,951571$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	 <p>Deterministic Input Data</p> <p>Geometry Strength Forces</p> <p><input type="checkbox"/> Water Pressure Unit Weight (t/m³): 1 Pressure Distribution Model: Peak Pressure - Mid Height Percent Filled (%): 100</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Seismic Seismic Coefficient: 0.029 Direction: Horizontal</p> <p>External Forces Number of Forces: 0</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Angle°</th> <th>Force (t/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="height: 100px;"> </td> </tr> </tbody> </table> <p>Safety Factor = 0.951571 Wedge Weight = 290.427 tonnes/m Normal Force = 91.4175 tonnes/m Resisting = 262.437 tonnes/m Driving = 275.793 tonnes/m</p> 	#	Angle°	Force (t/m)			
#	Angle°	Force (t/m)					

- **Tramo 30**

En la tabla 29, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,25904 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,969849 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 29: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 30, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 30 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 84 Dip Direction: 246</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 40,79 t/m² y el ángulo de fricción = 14, 18°.</p>	
<p>Software Rocplane sin sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,25904$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$,</p>	

<p>Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>							
<p>Software Rocplane con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,969849$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	 <p>Deterministic Input Data</p> <p>Geometry Strength Forces</p> <p><input type="checkbox"/> Water Pressure</p> <p>Unit Weight (t/m³): 1</p> <p>Pressure Distribution Model: Peak Pressure - Mid Height</p> <p>Percent Filled (%): 100</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Seismic</p> <p>Seismic Coefficient: 0.029</p> <p>Direction: Horizontal</p> <p>External Forces</p> <p>Number of Forces: 0</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Angle°</th> <th>Force (t/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="height: 100px;"> </td> </tr> </tbody> </table> <p>Safety Factor = 0.969849 Wedge Weight = 295.496 tonnes/m Normal Force = 117.116 tonnes/m Resisting = 263.248 tonnes/m Driving = 271.432 tonnes/m</p> 	#	Angle°	Force (t/m)			
#	Angle°	Force (t/m)					

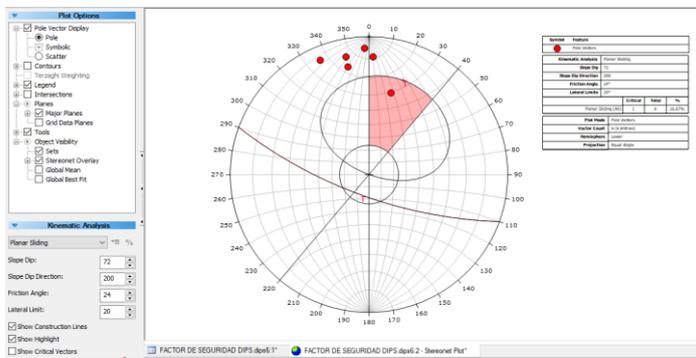
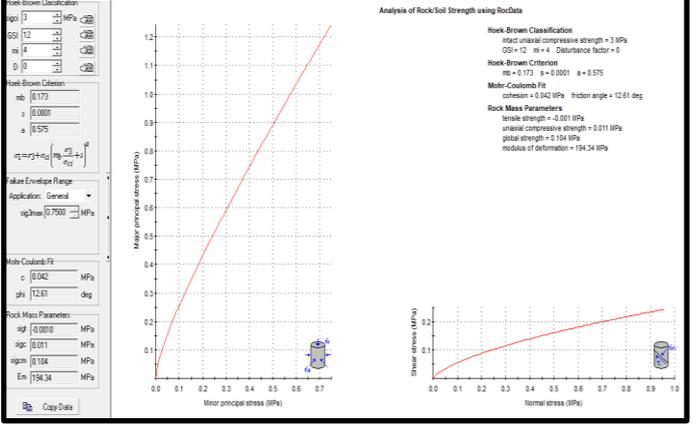
- **Tramo 31**

Con base al trabajo de campo realizado, se verificó que en el tramo 31, de la colina Loma de Guaranda, no existe información del Dip y Dip Direction, debido a que se evidenció que no hay presencia de ningún talud, por consiguiente, no se realizó el cálculo del factor de seguridad.

- **Tramo 32**

En la tabla 30, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,1852 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,998189 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

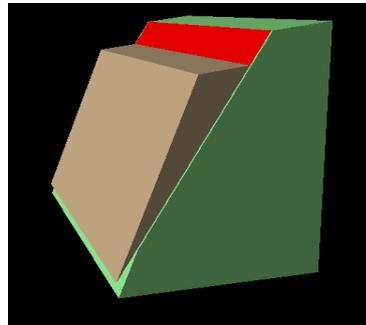
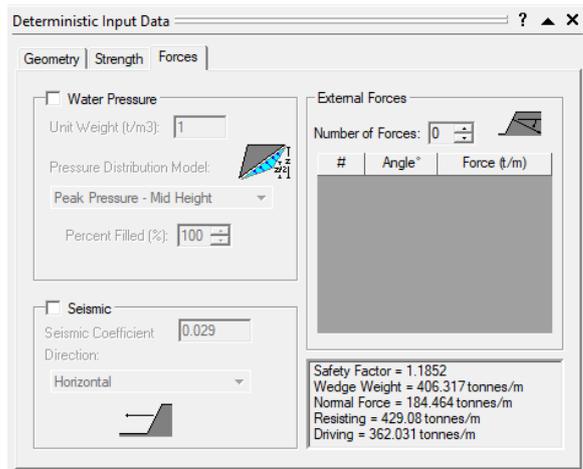
Tabla 30: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 32, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 32 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p>Dip: 50 Dip Direction: 215</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 4,283 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 61°.</p>	

Software Rocplane

Sin sismo

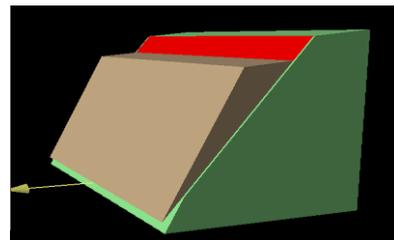
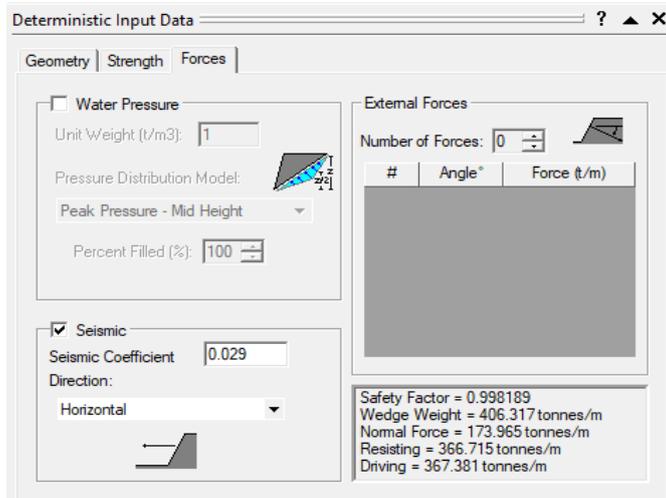
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,1852$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane

con sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,998189$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.

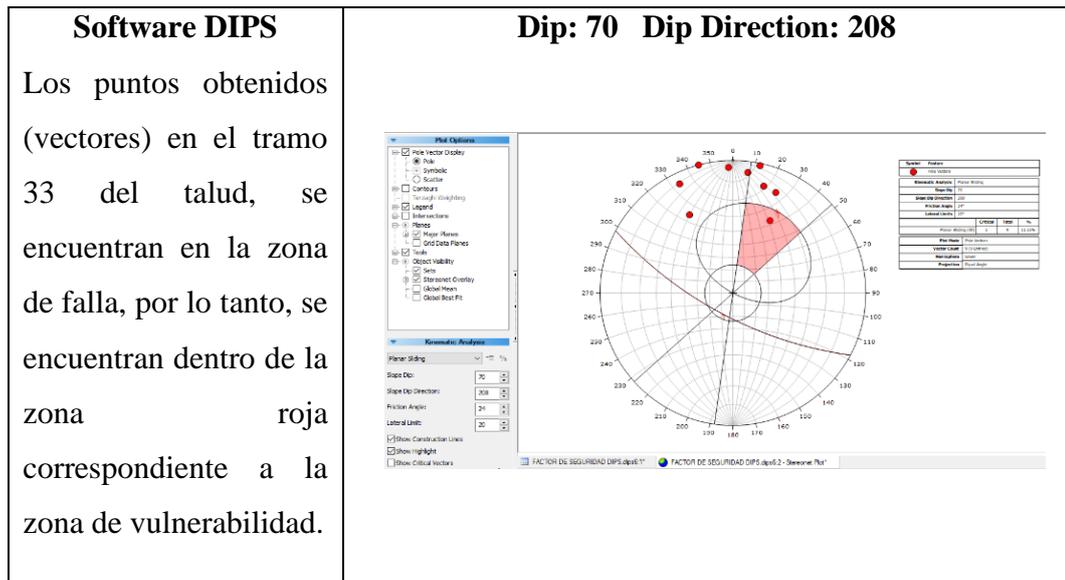


--	--

- **Tramo 33**

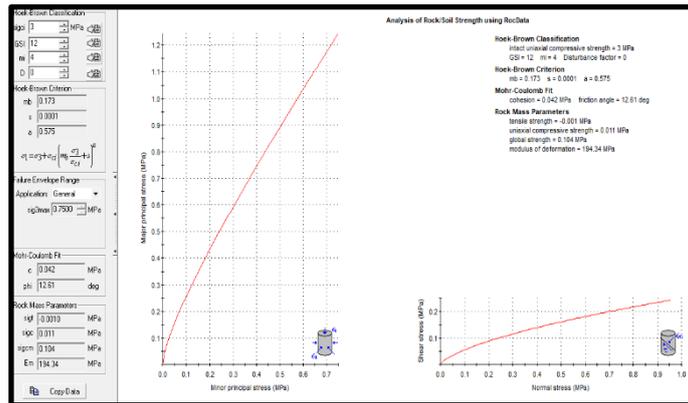
En la tabla 31, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,50394 que al ser igual que 1,50 equivale a un talud estable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,06919 y es mayor a 1,05 por lo tanto el talud es aceptable.

Tabla 31: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 33, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.



Software Rocdata

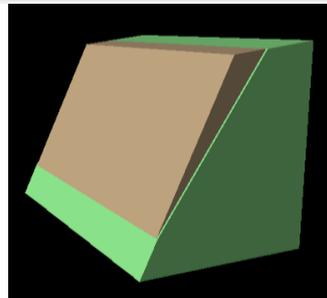
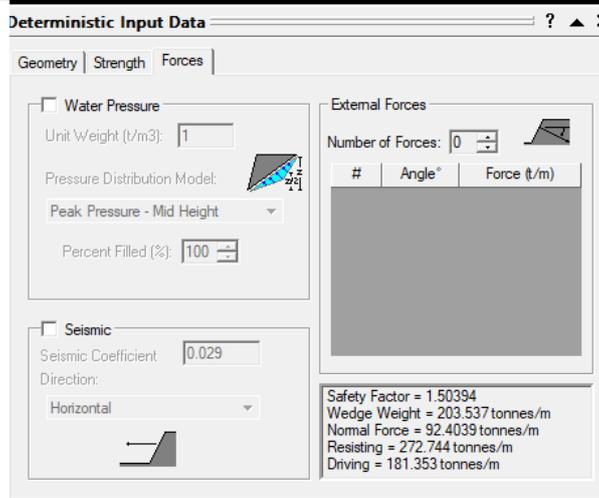
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 259,5 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.



Software Rocplane

Sin sismo

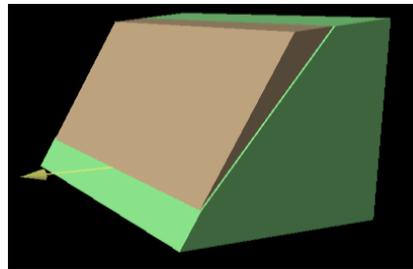
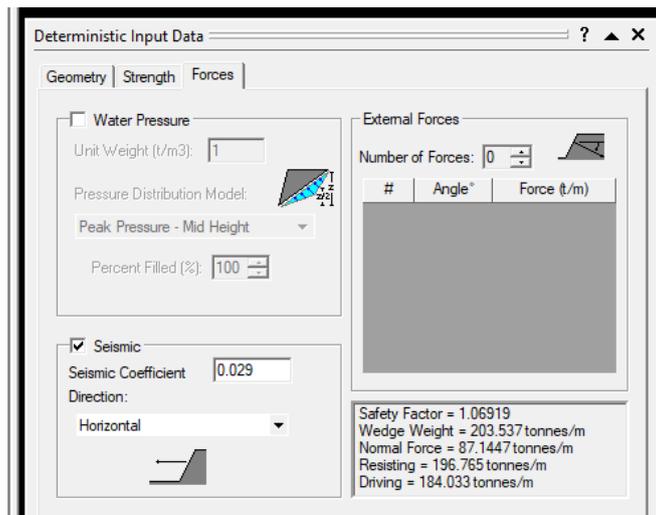
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,50394$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento



Software Rocplane

con sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,06919$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 34**

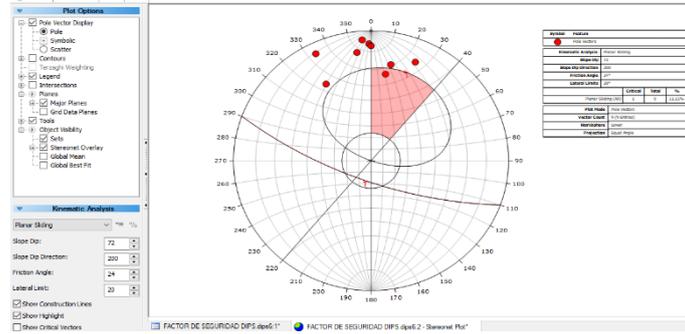
En la tabla 32, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,37421 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,00473 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 32: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 34, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

Software DIPS

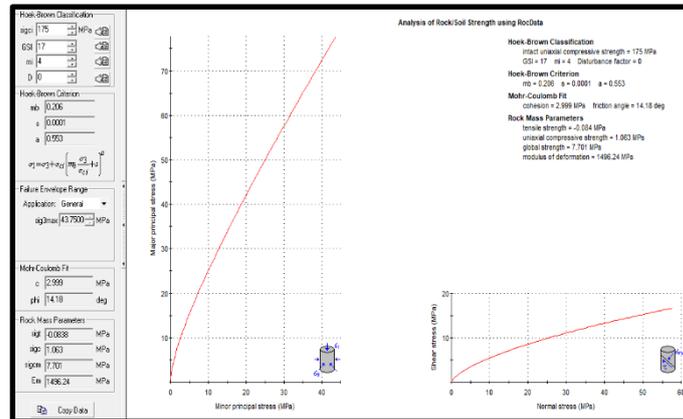
Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 34 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 72 Dip Direction: 200



Software Rocdata

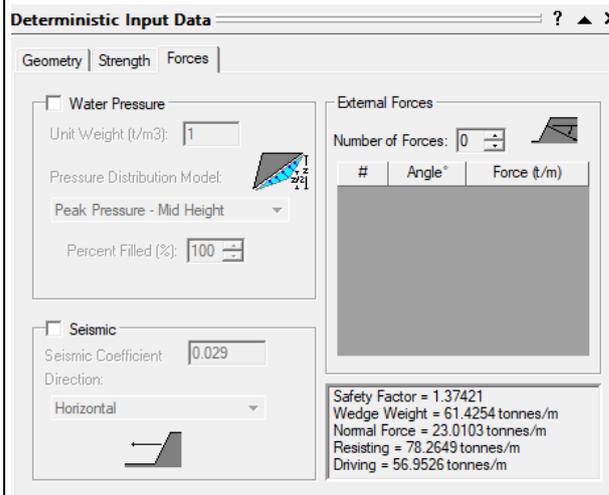
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 305,8 t/m² y el ángulo de fricción = 14, 18°.

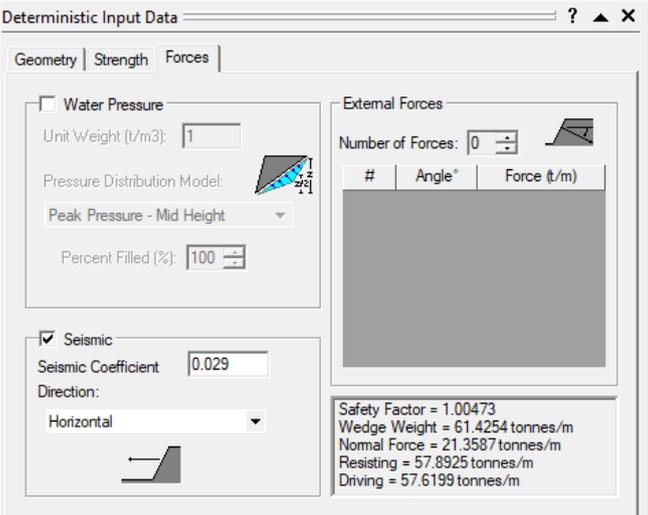
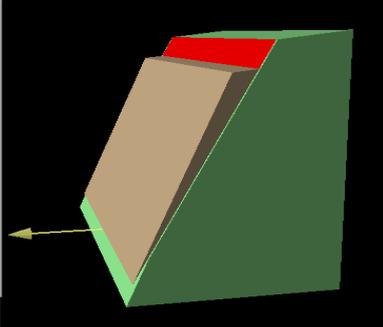


Software Rocplane

Sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,37421$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la



<p>estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	
<p>Software Rocplane</p> <p>con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,00473$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	 

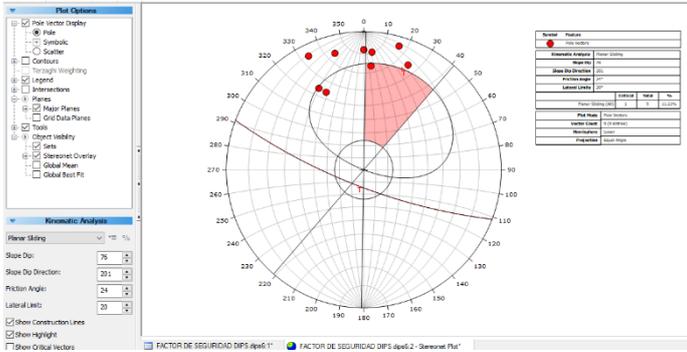
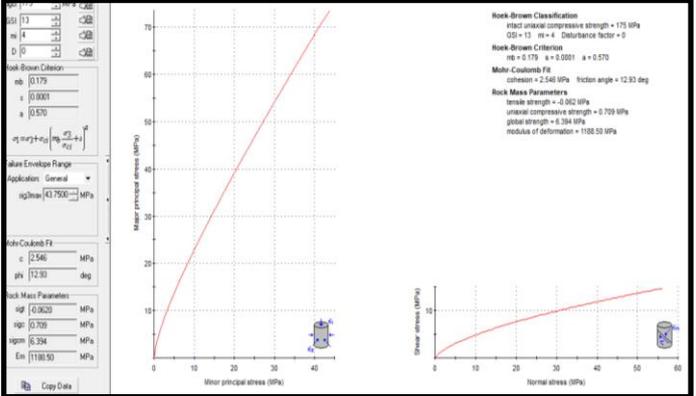
- **Tramo 35**

Con base al trabajo de campo realizado, se verificó que en el tramo 35, de la colina Loma de Guaranda, no existe información del Dip y Dip Direction, debido a que se evidenció que no hay presencia de ningún talud, por consiguiente, no se realizó el cálculo del factor de seguridad.

- **Tramo 36**

En la tabla 33, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,34083 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,980684 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

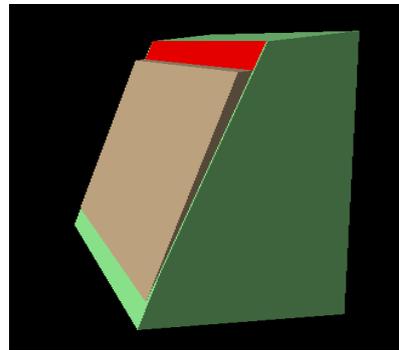
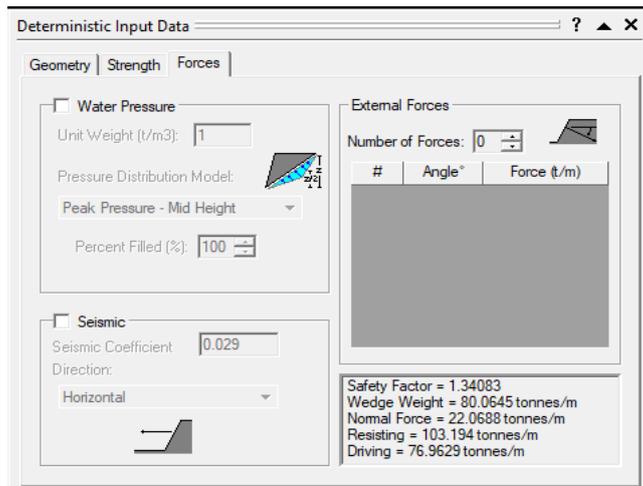
Tabla 33: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 36, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 36 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p>Dip: 76 Dip Direction: 201</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 259,6 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.</p>	

Software Rocplane

Sin sismo

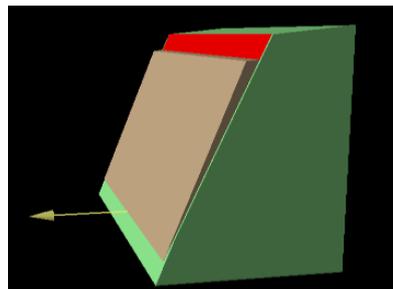
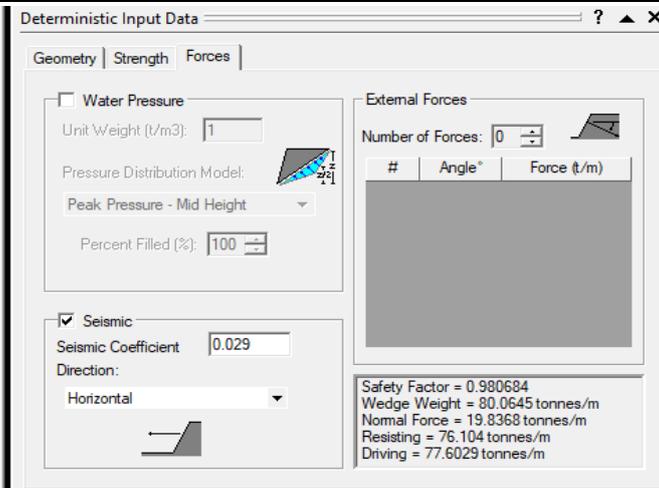
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,34083$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento



Software Rocplane

con sismo

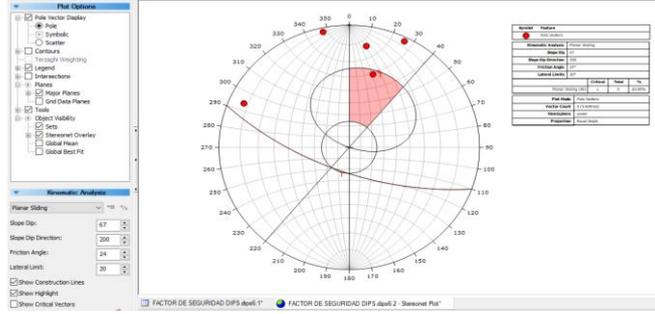
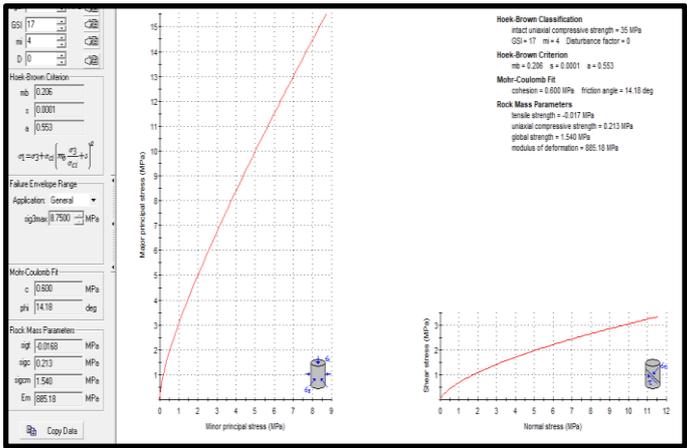
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,980684$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable.



- **Tramo 37**

En la tabla 34, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,23306 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,920541 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

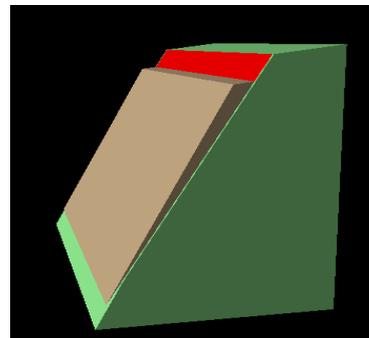
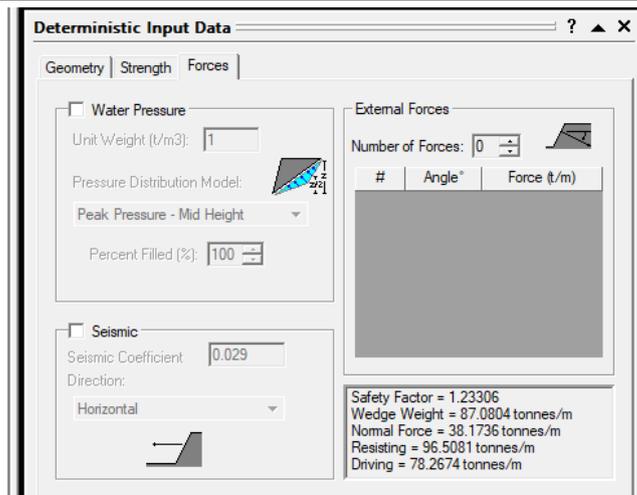
Tabla 34: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 37, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 37 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 67 Dip Direction: 303</p>  <p>FACTOR DE SEGURIDAD DIPS: 1.23306</p>
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 61,18 t/m² y el ángulo de fricción = 14, 18°.</p>	 <p>Rock-Brown Classification intact uniaxial compressive strength = 35 MPa OSI = 17 m = 4 Disturbance factor = 0</p> <p>Hoek-Brown Criterion m = 0.209 s = 0.0001 σ = 0.553</p> <p>Mohr-Coulomb Fit cohesion = 0.600 MPa friction angle = 14.18 deg</p> <p>Rock Mass Parameters σ_{ci} = 0.0188 MPa σ_{pc} = 0.213 MPa σ_{gm} = 1.540 MPa E_m = 885.18 MPa</p>

Software Rocplane

Sin sismo

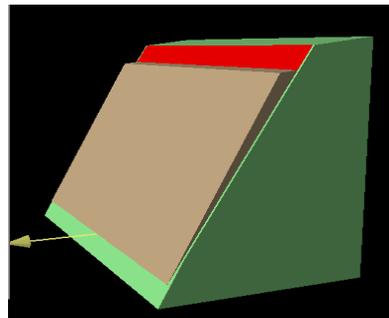
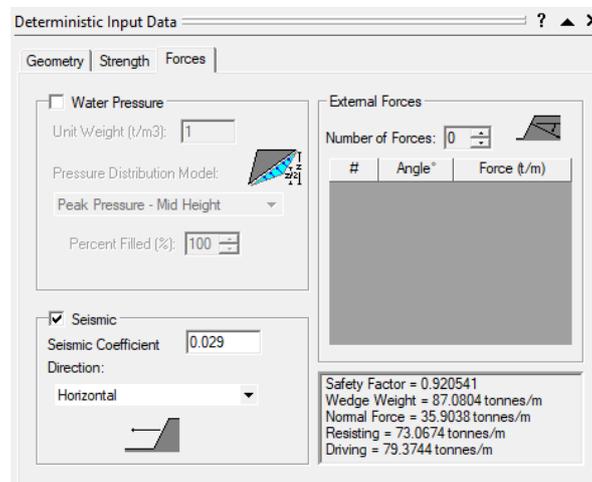
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,23306$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane

con sismo

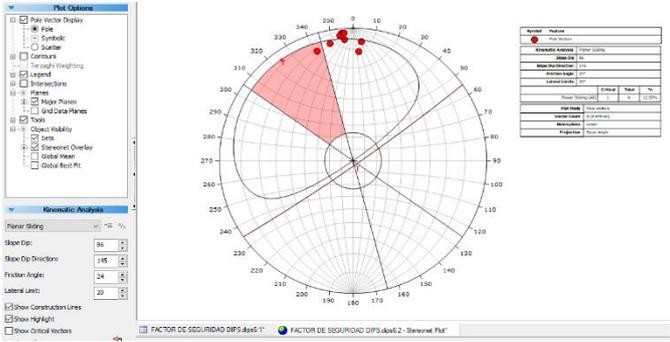
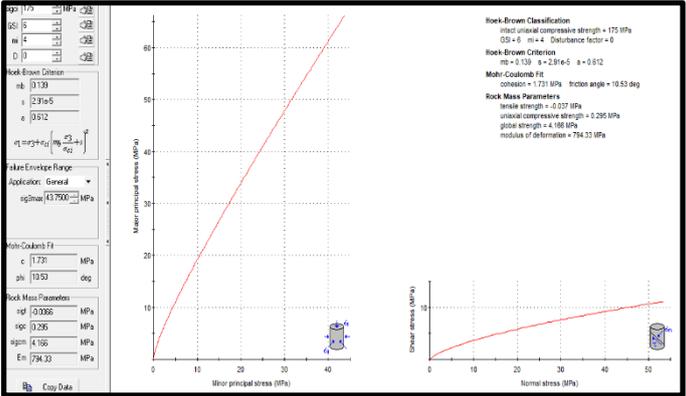
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,920541$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable.



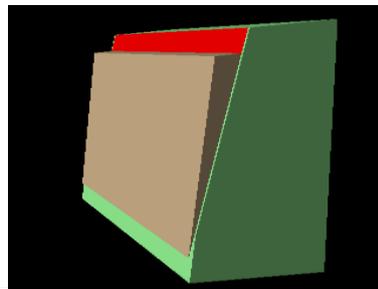
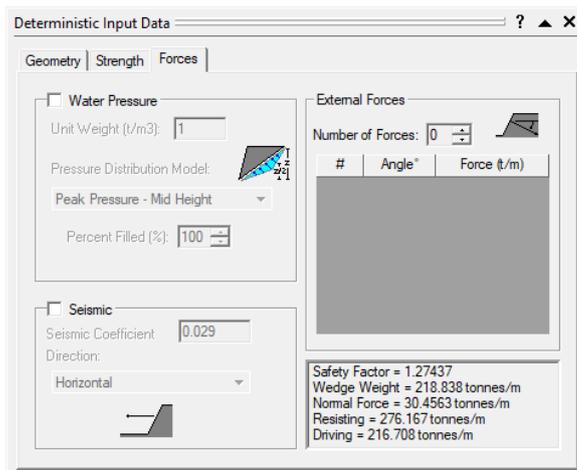
- **Tramo 38**

En la tabla 35, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,27437 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,975521 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 35: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 38, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

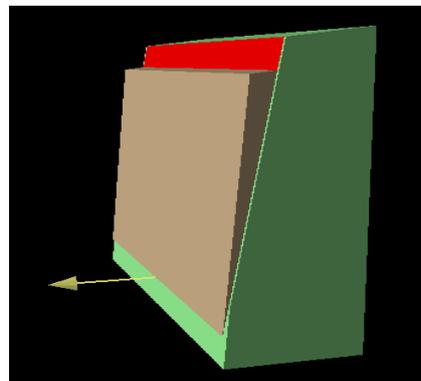
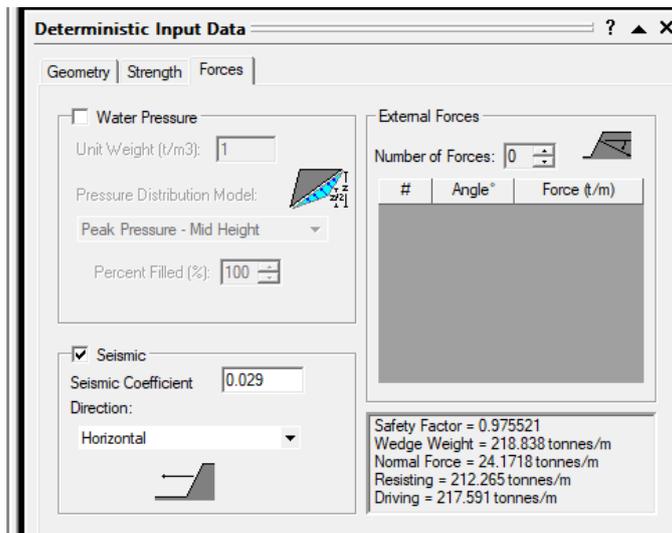
<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 38 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p>Dip: 86 Dip Direction: 101</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 176,5 t/m² y el ángulo de fricción = 10, 53°.</p>	
<p>Software Rocplane sin sismo</p>	

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,27437$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane con sismo

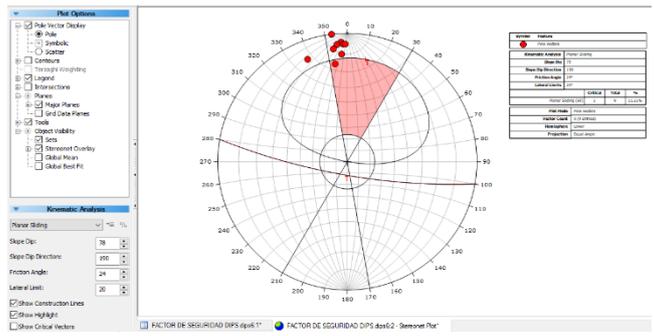
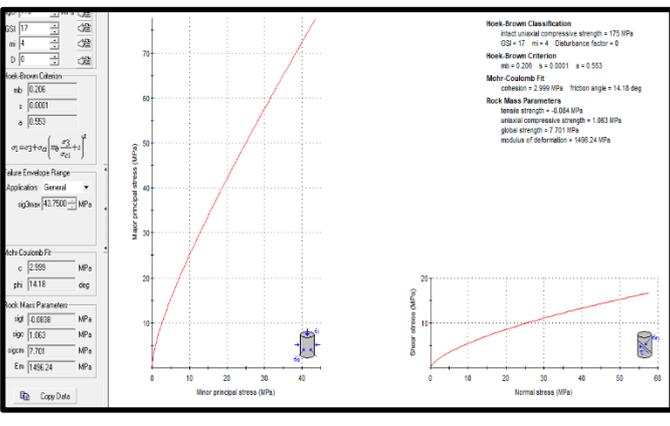
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,975521$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 39**

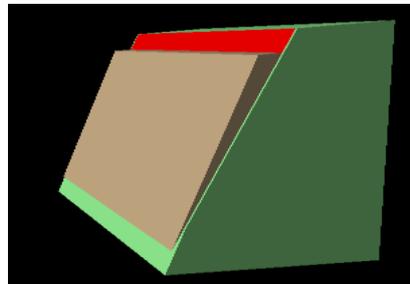
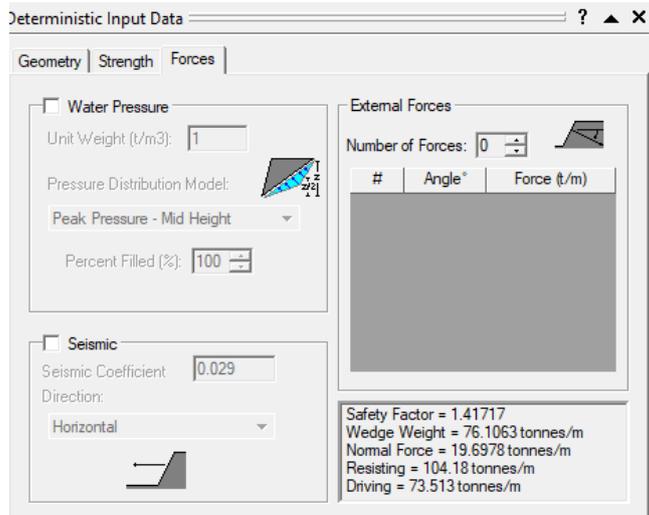
En la tabla 36, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,41717 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,999322 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 36: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 39, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 39 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 78 Dip Direction: 205</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 304,9 t/m² y el ángulo de fricción = 14, 18°.</p>	

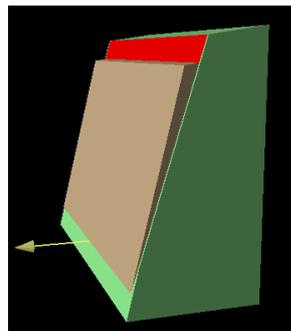
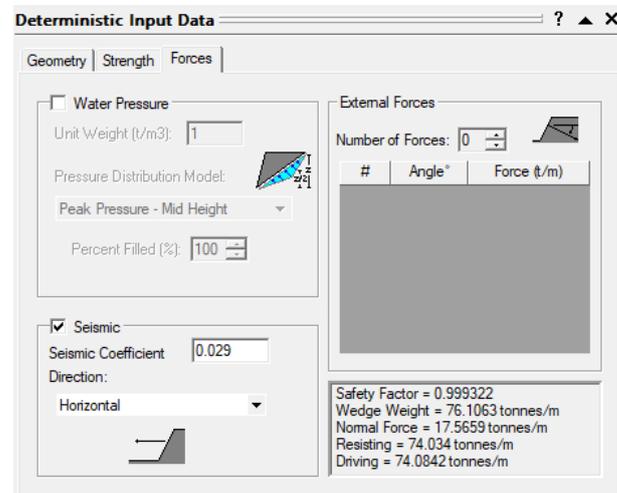
Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,41717$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane con sismo

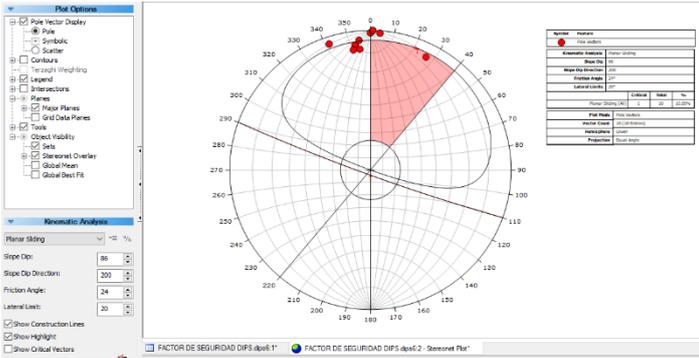
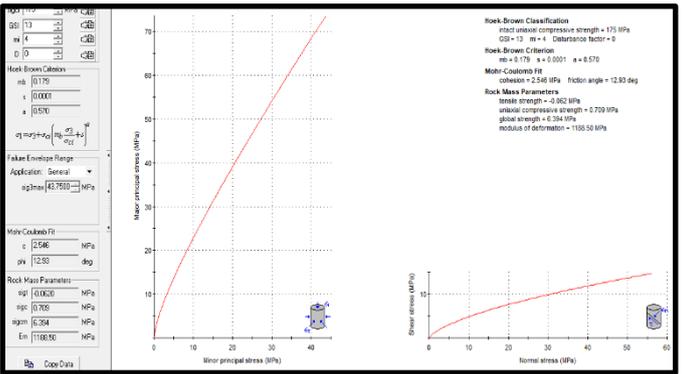
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,999322$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



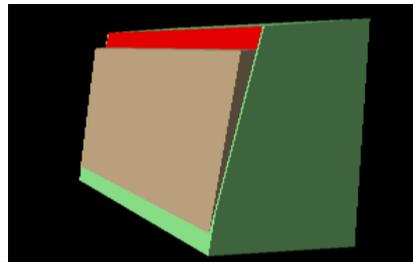
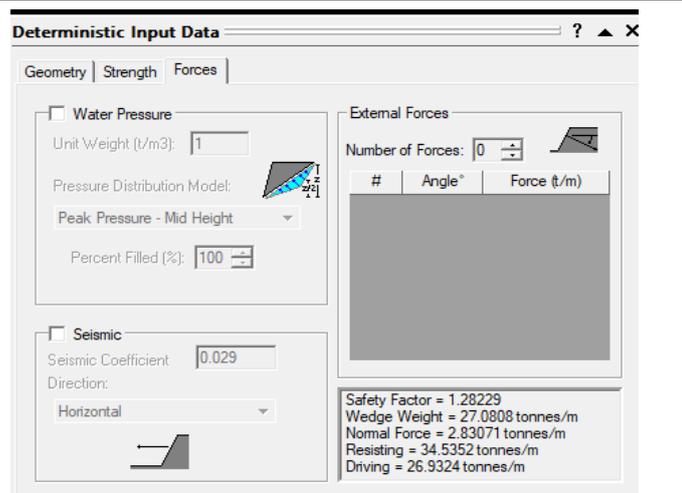
- **Tramo 40**

En la tabla 37, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,28229 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,929604 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 37: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 40, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

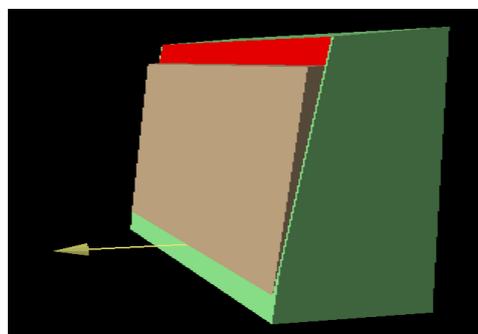
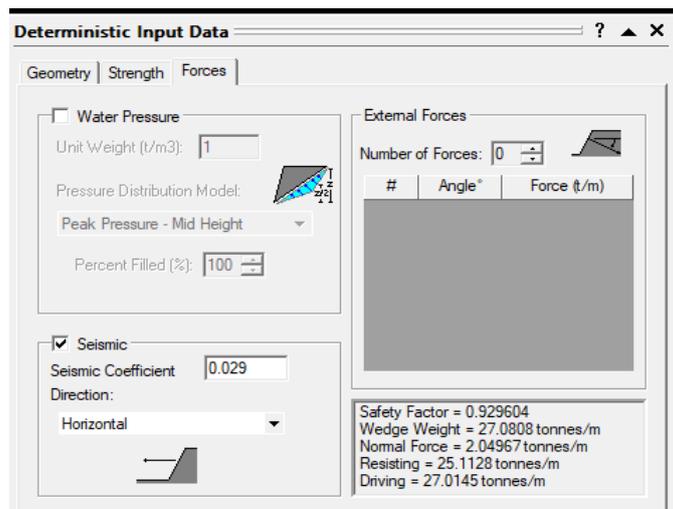
<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 40 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 79 Dip Direction: 123</p>  <p>The screenshot shows the DIPS software interface. On the left, there are 'Plot Options' and 'Kinematic Analysis' panels. The main area is a stereonet plot with a red shaded region representing the failure zone. A table on the right lists parameters for the failure zone.</p> <table border="1" data-bbox="1204 913 1361 1041"> <thead> <tr> <th>System</th> <th>Failure</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Failure Name</td> <td>Failure 1</td> </tr> <tr> <td>Block ID</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>Block</td> </tr> <tr> <td>Failure Area</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>Failure Length</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>Failure Volume</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>Failure Weight</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>Failure Moment</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>Failure Position</td> <td>27</td> </tr> </tbody> </table> <p>At the bottom, it shows: FACTOR DE SEGURIDAD DIPS.dip611* and FACTOR DE SEGURIDAD DIPS.dip612 - 'Borenet Plot'</p>	System	Failure	Failure Name	Failure 1	Block ID	1	Material	Block	Failure Area	27	Failure Length	27	Failure Volume	27	Failure Weight	27	Failure Moment	27	Failure Position	27
System	Failure																				
Failure Name	Failure 1																				
Block ID	1																				
Material	Block																				
Failure Area	27																				
Failure Length	27																				
Failure Volume	27																				
Failure Weight	27																				
Failure Moment	27																				
Failure Position	27																				
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 250,4 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.</p>	 <p>The screenshot shows the Rocdata software interface. On the left, there are 'Mohr-Coulomb Fit' and 'Rock Mass Parameters' panels. The main area shows a Mohr-Coulomb failure envelope plot with a red line. A table on the right lists Rock Mass Parameters.</p> <table border="1" data-bbox="1141 1355 1361 1489"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rock-Brown Classification</td> <td>intact uniaxial compressive strength = 175 MPa</td> </tr> <tr> <td>CSH</td> <td>10 m = 4 Distance factor = 0</td> </tr> <tr> <td>Rock-Brown Criterion</td> <td>m = 0.179 s = 0.0001 a = 0.570</td> </tr> <tr> <td>Mohr-Coulomb Fit</td> <td>cohesion = 250.4 MPa Friction angle = 12.93 deg</td> </tr> <tr> <td>Rock Mass Parameters</td> <td>tensile strength = -0.002 MPa</td> </tr> <tr> <td></td> <td>uniaxial compressive strength = 0.700 MPa</td> </tr> <tr> <td></td> <td>joint strength = 0.284 MPa</td> </tr> <tr> <td></td> <td>modulus of deformation = 1100.00 MPa</td> </tr> </tbody> </table>	Parameter	Value	Rock-Brown Classification	intact uniaxial compressive strength = 175 MPa	CSH	10 m = 4 Distance factor = 0	Rock-Brown Criterion	m = 0.179 s = 0.0001 a = 0.570	Mohr-Coulomb Fit	cohesion = 250.4 MPa Friction angle = 12.93 deg	Rock Mass Parameters	tensile strength = -0.002 MPa		uniaxial compressive strength = 0.700 MPa		joint strength = 0.284 MPa		modulus of deformation = 1100.00 MPa		
Parameter	Value																				
Rock-Brown Classification	intact uniaxial compressive strength = 175 MPa																				
CSH	10 m = 4 Distance factor = 0																				
Rock-Brown Criterion	m = 0.179 s = 0.0001 a = 0.570																				
Mohr-Coulomb Fit	cohesion = 250.4 MPa Friction angle = 12.93 deg																				
Rock Mass Parameters	tensile strength = -0.002 MPa																				
	uniaxial compressive strength = 0.700 MPa																				
	joint strength = 0.284 MPa																				
	modulus of deformation = 1100.00 MPa																				
<p>Software Rocplane sin sismo</p>																					

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,28229$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane con sismo

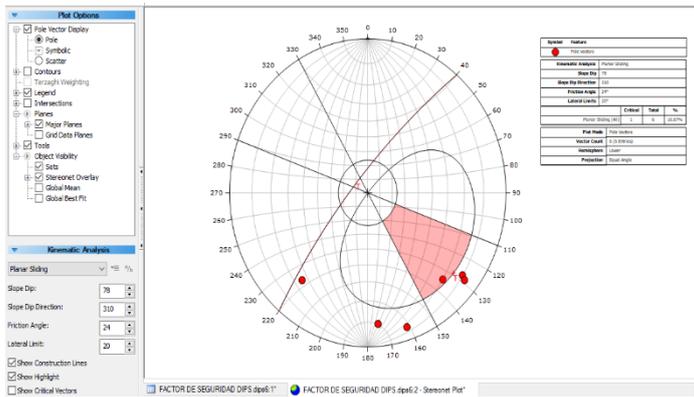
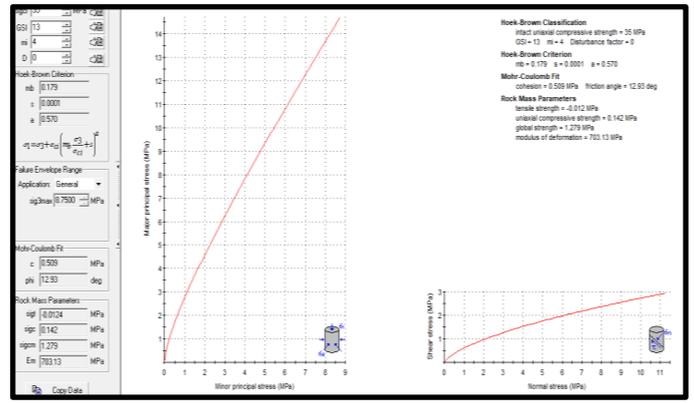
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,929604$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 41**

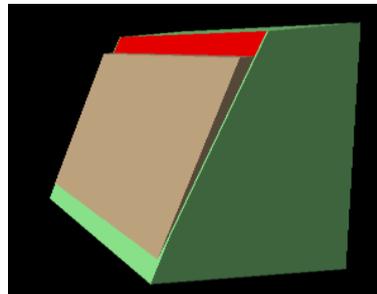
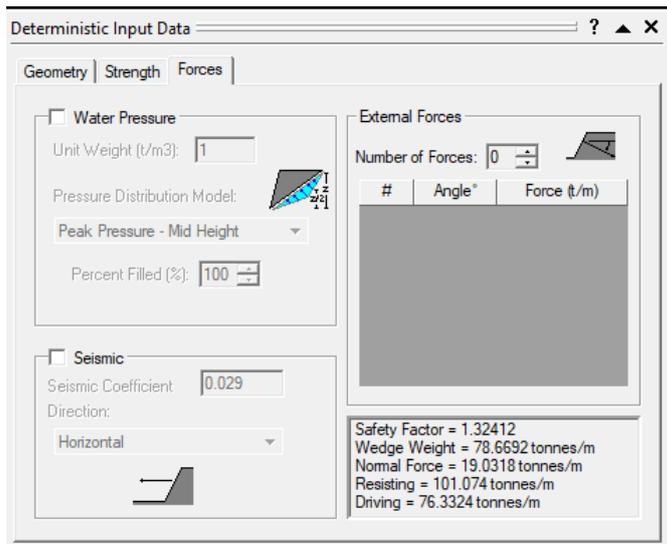
En la tabla 38, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,32412 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,965595 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 38: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 41, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 41 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 70 Dip Direction: 294</p>  <table border="1" data-bbox="1181 918 1332 1064"> <thead> <tr> <th>Factor</th> <th>Material</th> <th>Factor de Seguridad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Factor de Seguridad</td> <td>Factor de Seguridad</td> <td>1.32412</td> </tr> <tr> <td>Factor de Seguridad</td> <td>Factor de Seguridad</td> <td>0.965595</td> </tr> </tbody> </table>	Factor	Material	Factor de Seguridad	Factor de Seguridad	Factor de Seguridad	1.32412	Factor de Seguridad	Factor de Seguridad	0.965595							
Factor	Material	Factor de Seguridad															
Factor de Seguridad	Factor de Seguridad	1.32412															
Factor de Seguridad	Factor de Seguridad	0.965595															
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = $51,9t/m^2$ y el ángulo de fricción = $12,93^\circ$.</p>	 <table border="1" data-bbox="1141 1411 1332 1556"> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cohesion</td> <td>51.9 MPa</td> </tr> <tr> <td>Friction Angle</td> <td>12.93 deg</td> </tr> <tr> <td>Rock Mass Parameters</td> <td></td> </tr> <tr> <td>mp</td> <td>0.0124 MPa</td> </tr> <tr> <td>mpc</td> <td>0.142 MPa</td> </tr> <tr> <td>mpg</td> <td>1.279 MPa</td> </tr> <tr> <td>Em</td> <td>702.13 MPa</td> </tr> </tbody> </table>	Parameter	Value	Cohesion	51.9 MPa	Friction Angle	12.93 deg	Rock Mass Parameters		mp	0.0124 MPa	mpc	0.142 MPa	mpg	1.279 MPa	Em	702.13 MPa
Parameter	Value																
Cohesion	51.9 MPa																
Friction Angle	12.93 deg																
Rock Mass Parameters																	
mp	0.0124 MPa																
mpc	0.142 MPa																
mpg	1.279 MPa																
Em	702.13 MPa																

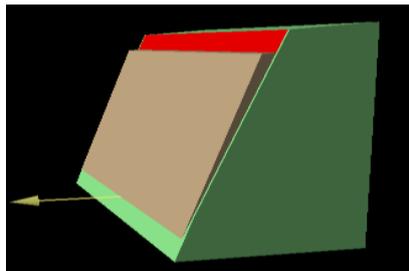
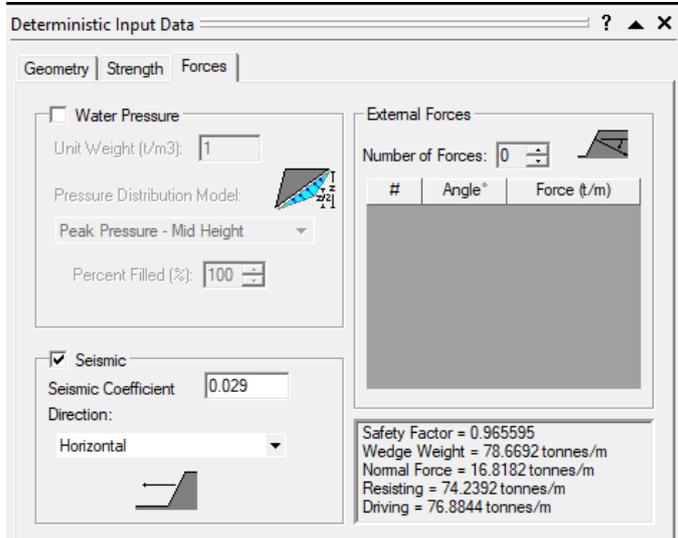
Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,32412$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane con sismo

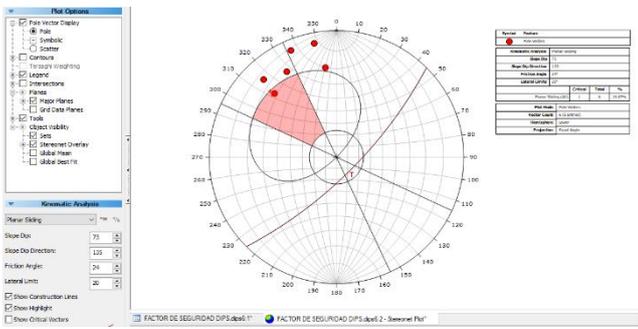
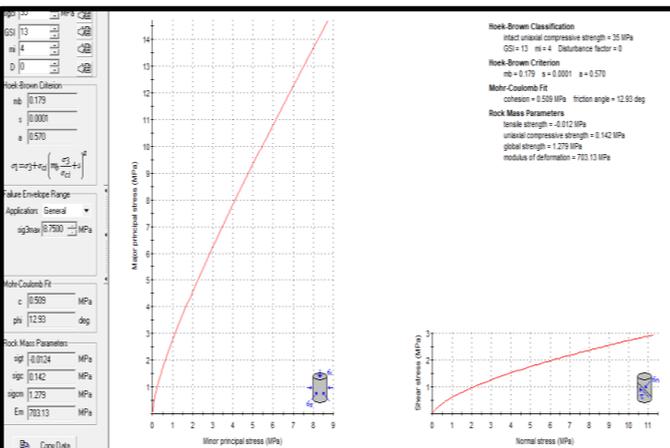
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,965595$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 42**

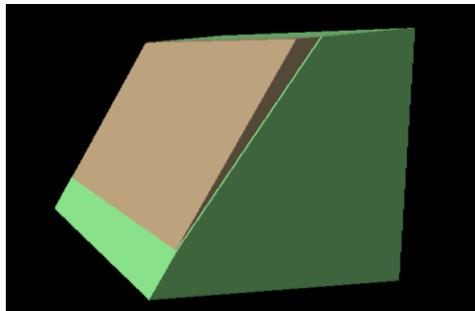
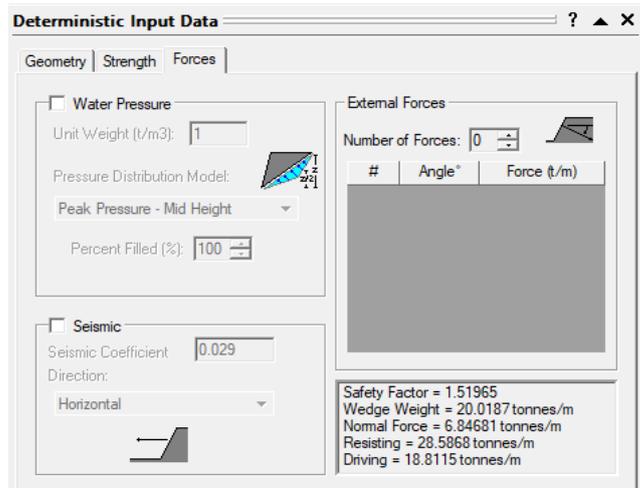
En la tabla 39, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,51965 que al ser mayor que 1,50 equivale a un talud estable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 1,15262 y es mayor a 1,05 por lo tanto el talud es aceptable.

Tabla 39: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 42, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 42 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p>Dip: 39 Dip Direction: 207</p>  <p>The screenshot shows the DIPS software interface. On the left, there are 'Plot Options' and 'Kinematic Parameters' panels. The main window displays a stereonet plot with a red shaded area representing the failure zone. A table on the right lists parameters such as 'Failure Plane', 'Safety Factor', and 'Critical Vectors'.</p>
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 51,9 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.</p>	 <p>The screenshot shows the Rocdata software interface. On the left, there are input fields for 'Mohr-Coulomb' and 'Mohr-Coulomb Fit' parameters. The main window displays two graphs: 'Mohr-Coulomb' and 'Mohr-Coulomb Fit'. The 'Mohr-Coulomb' graph shows the relationship between normal and shear stress, and the 'Mohr-Coulomb Fit' graph shows the relationship between normal and shear stress with a fitted curve.</p>

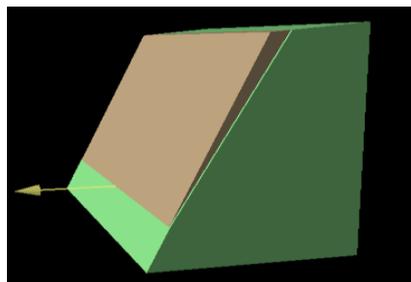
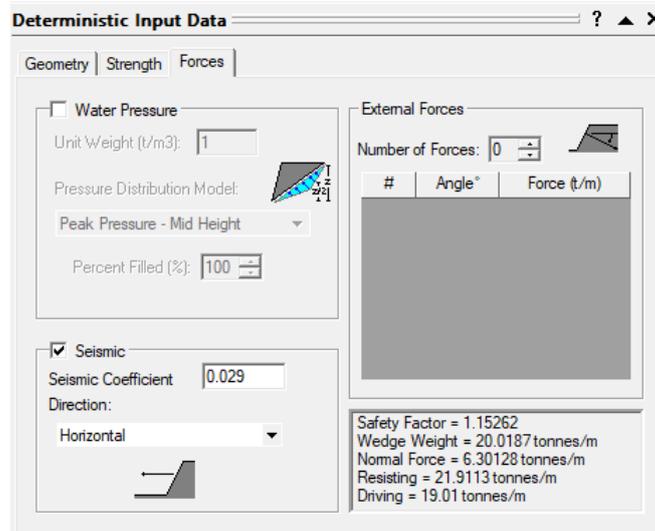
Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó $F_s = 1,51965$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane con sismo

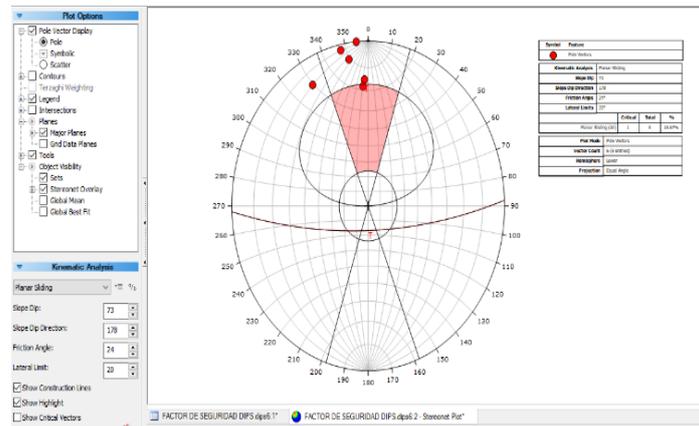
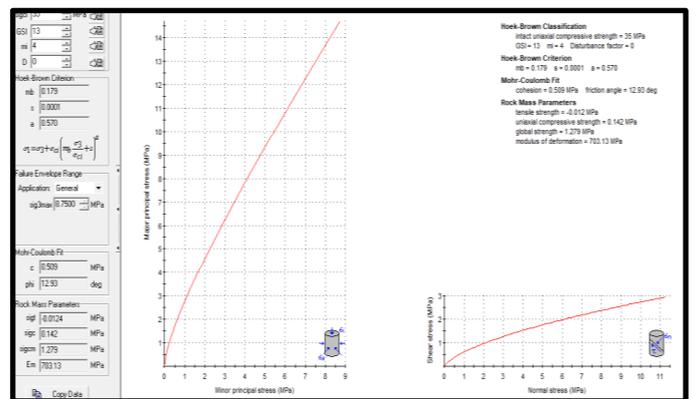
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,15262$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s > 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud es aceptable, lo que no provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 43**

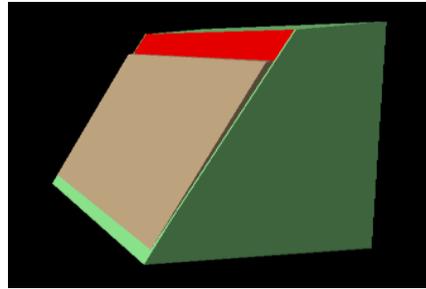
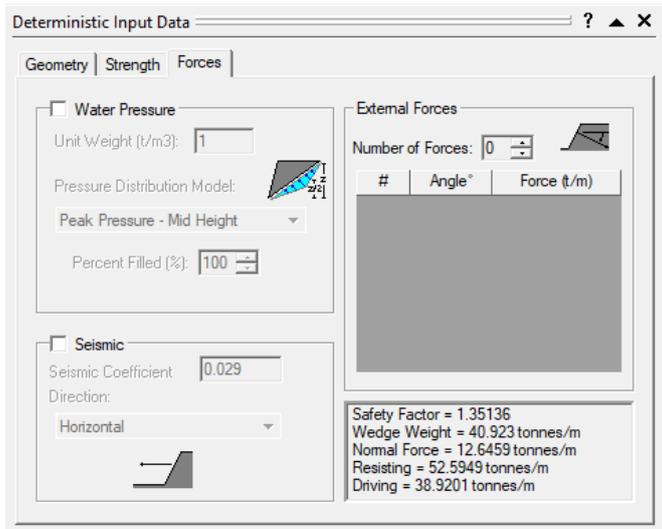
En la tabla 40, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,35136 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,936316 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 40: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 43, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 43 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 56 Dip Direction: 198</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 51,9 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.</p>	

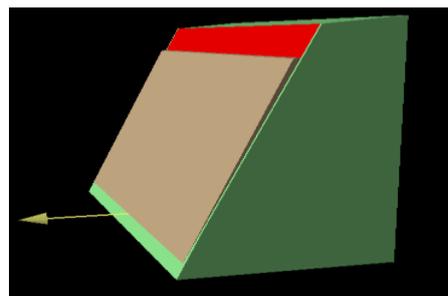
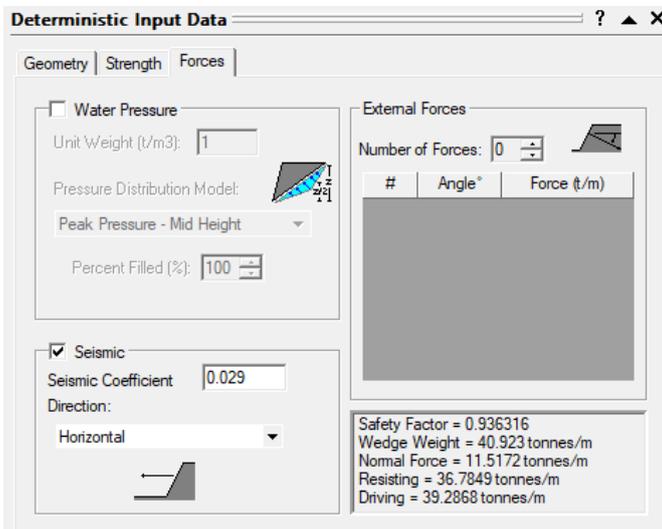
Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,35136$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane con sismo

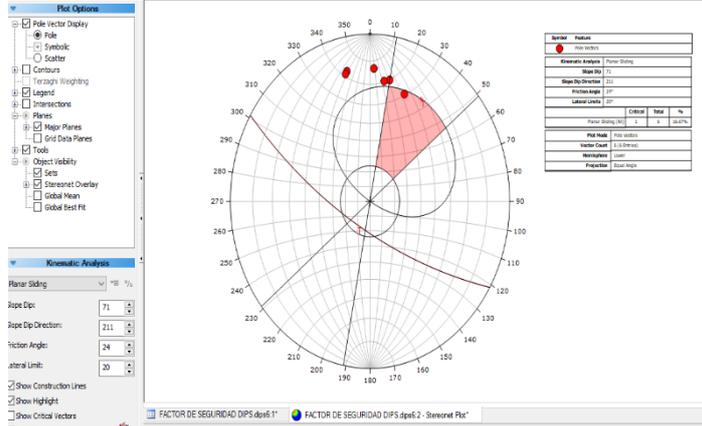
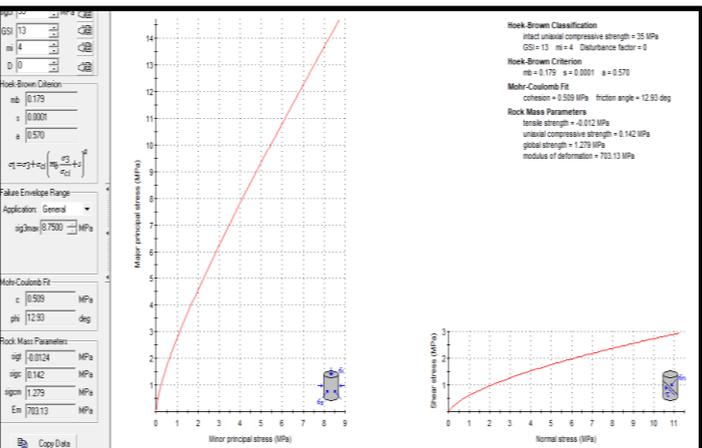
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,936316$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 44**

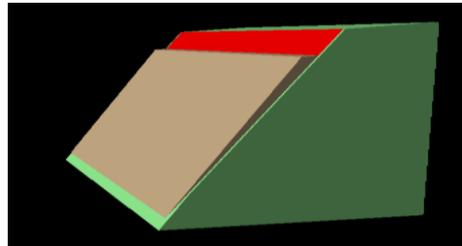
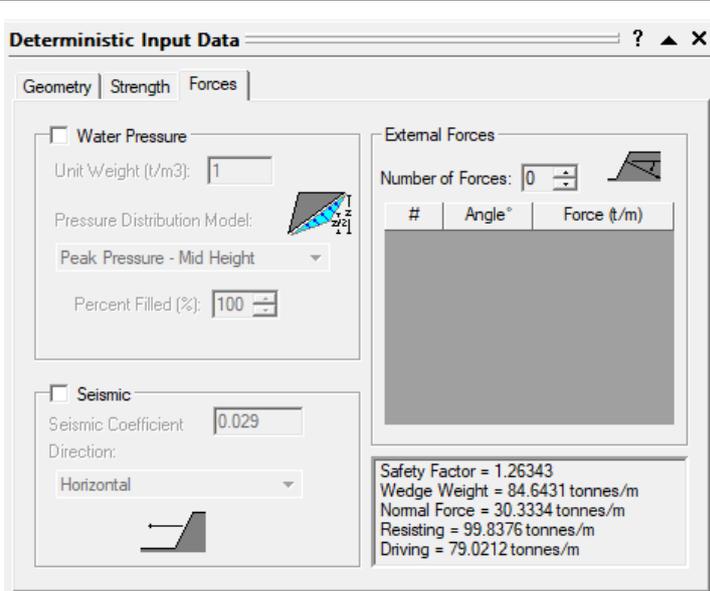
En la tabla 41, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,26343 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,966627 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 41: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 44, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 44 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 63 Dip Direction: 211</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 51,9 t/m² y el ángulo de fricción = 12, 93°.</p>	 <p>Rock-Brown Classification Intact uniaxial compressive strength = 35 MPa GSI = 13 m = 4 Disturbance factor = 0</p> <p>Rock-Brown Criterion m = 0.179 a = 0.0001 a = 0.570</p> <p>Mohr-Coulomb Fit cohesion = 0.559 MPa friction angle = 12.93 deg</p> <p>Rock Mass Parameters tensile strength = -0.912 MPa uniaxial compressive strength = 0.142 MPa global strength = 1.279 MPa modulus of deformation = 703.13 MPa</p>

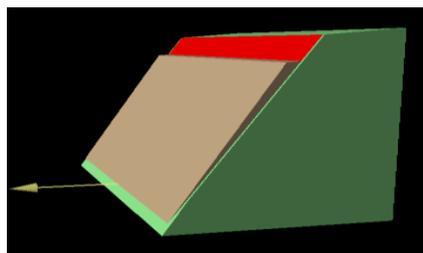
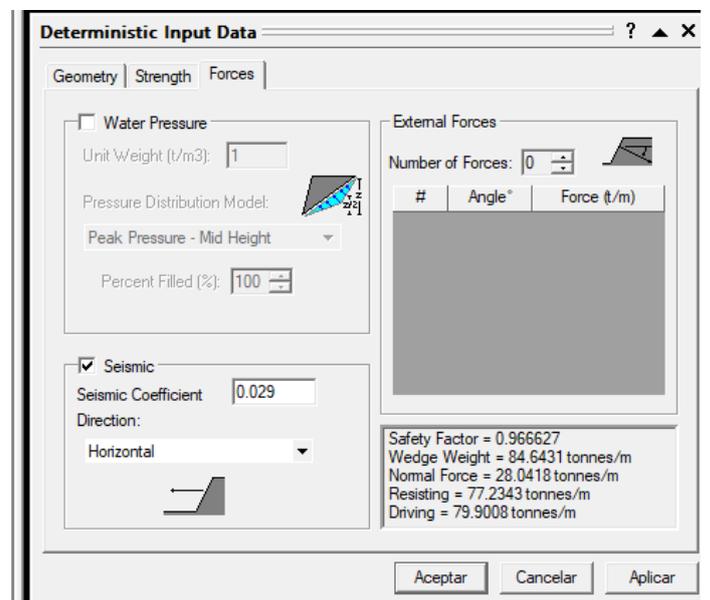
Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,26343$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane con sismo

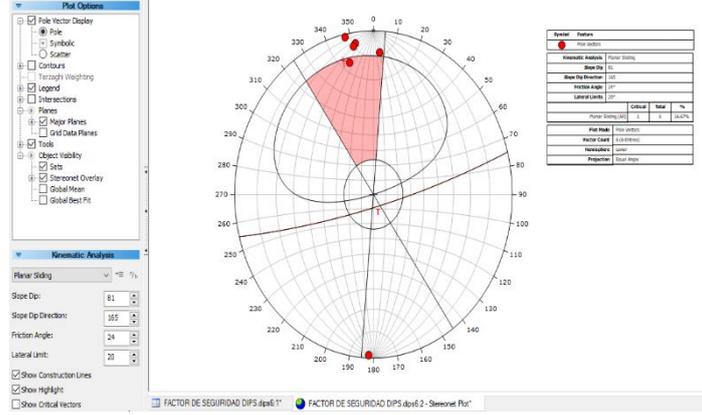
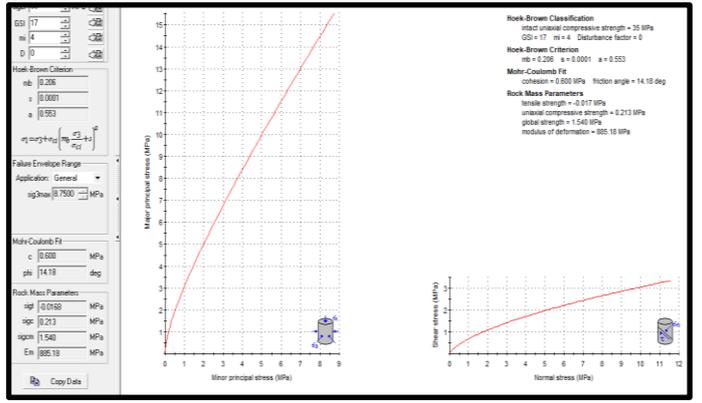
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,966627$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 45**

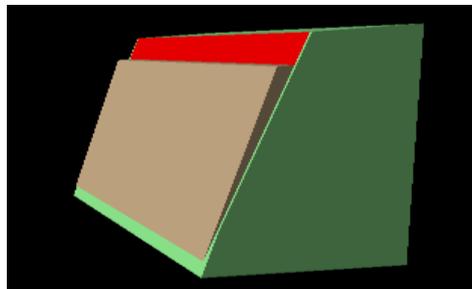
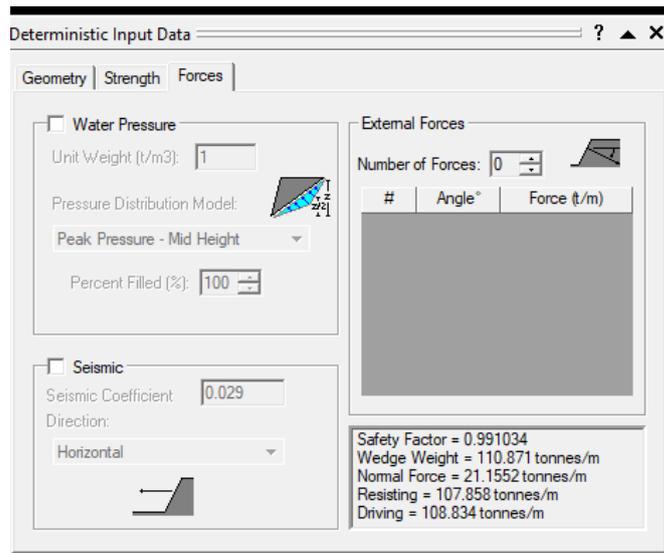
En la tabla 42, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 0,991034 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,803998 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 42: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 45, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 45 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 65 Dip Direction: 209</p>  <p>The screenshot shows the DIPS software interface. At the top, it displays 'Dip: 65 Dip Direction: 209'. Below this is a stereonet plot with a red shaded area representing the failure zone. To the left of the plot is a 'Plot Options' panel with various checkboxes. To the right is a 'Result' table with columns for 'Failure', 'Factor of Safety', 'Calculation', and 'Total'. The table shows a factor of safety of 0.991034 for the 'DIPS' calculation.</p>
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 61,18 t/m² y el ángulo de fricción = 14, 18°.</p>	 <p>The screenshot shows the Rocdata software interface. On the left, there are input fields for 'Mohr-Coulomb Fit' parameters: 'c' (0.600 MPa) and 'phi' (14.18 deg). Below these are 'Rock Mass Parameters' including 'sig0' (0.0768 MPa), 'sigc' (0.213 MPa), 'sigm' (1.540 MPa), and 'Em' (885.18 MPa). The main part of the screenshot shows a Mohr-Coulomb failure envelope plot with 'Major principal stress (MPa)' on the x-axis and 'Minor principal stress (MPa)' on the y-axis. A red line represents the failure envelope. To the right of the plot, there is a 'Rock Mass Classification' section with parameters like 'intact uniaxial compressive strength = 25 MPa', 'Hoek-Brown Criterion' parameters, and 'Rock Mass Parameters' including 'tensile strength = 0.217 MPa', 'uniaxial compressive strength = 0.213 MPa', 'global strength = 1.540 MPa', and 'modulus of deformation = 885.18 MPa'.</p>

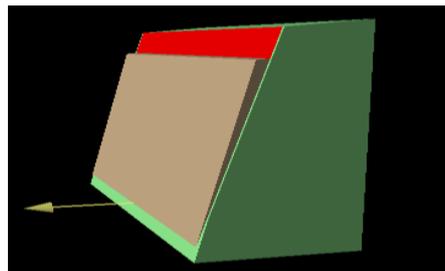
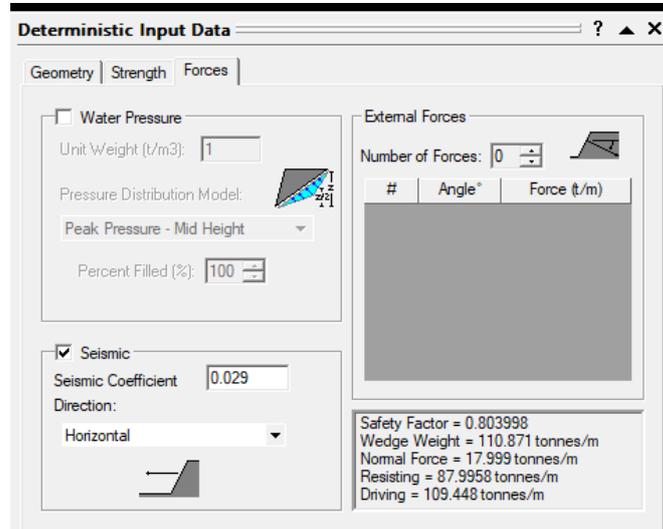
Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,991034$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane con sismo

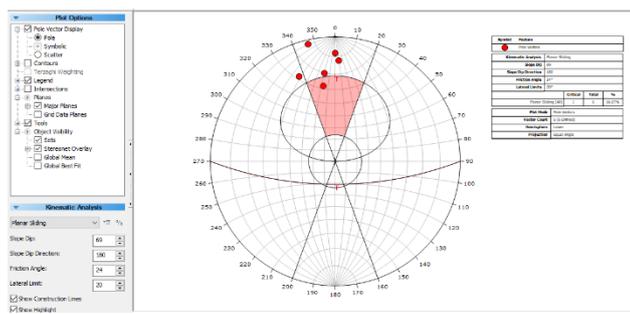
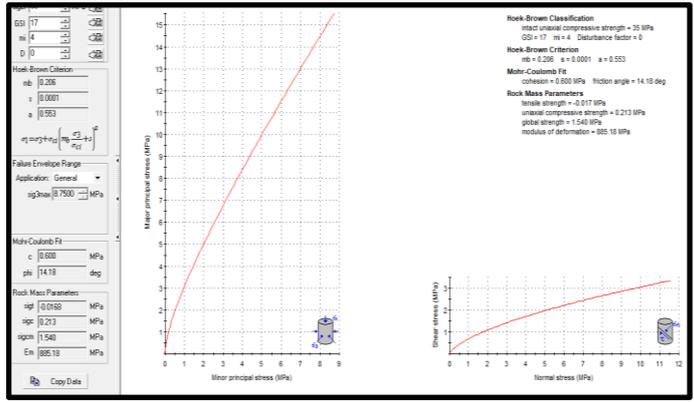
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,803998$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este $F_s < 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 46**

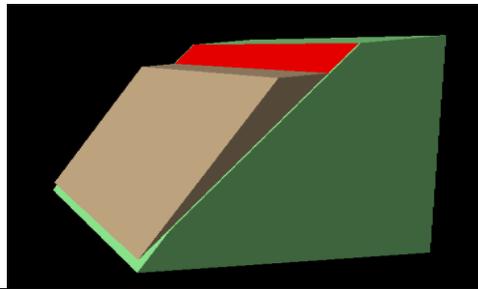
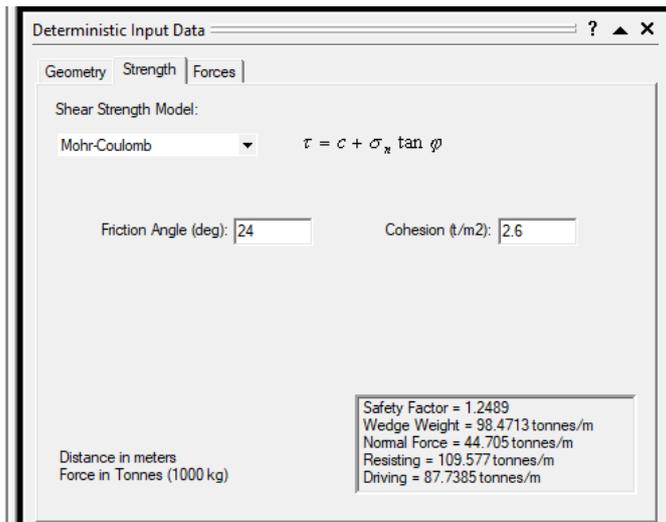
En la tabla 33, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,2489 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,985568 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 43: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 46, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 46 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 54 Dip Direction: 192</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 61,18 t/m² y el ángulo de fricción = 14, 18°.</p>	

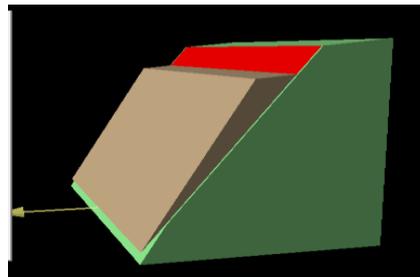
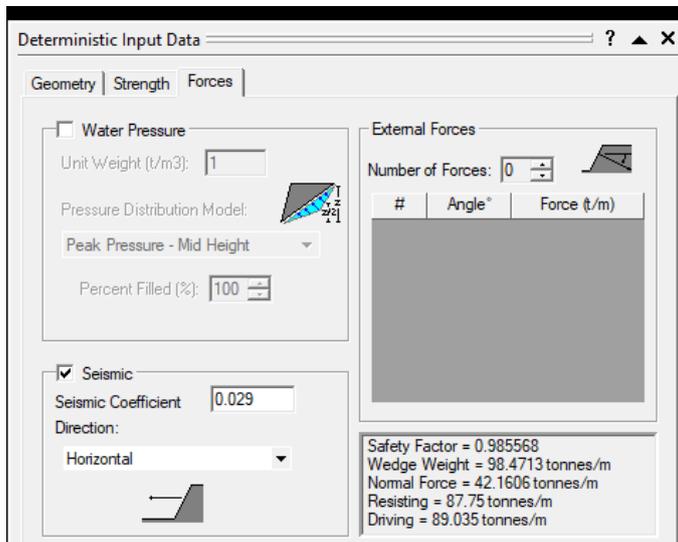
Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,2489$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane con sismo

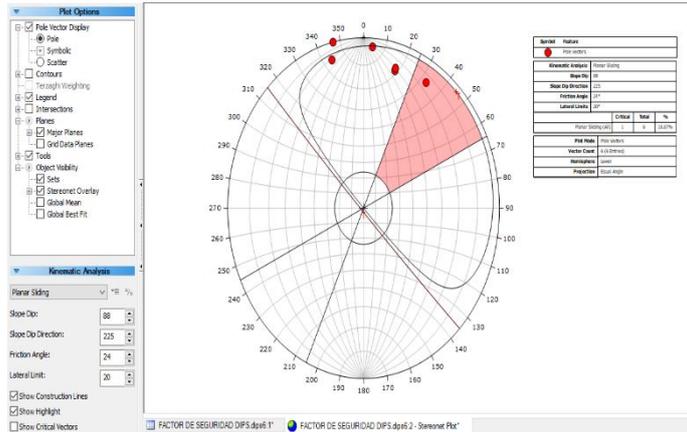
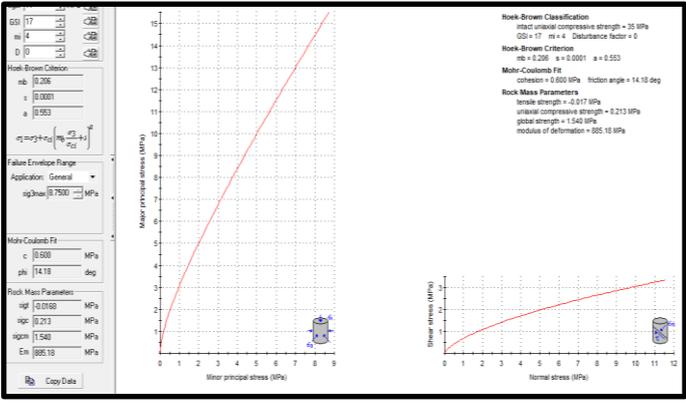
Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,985568$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



- **Tramo 47**

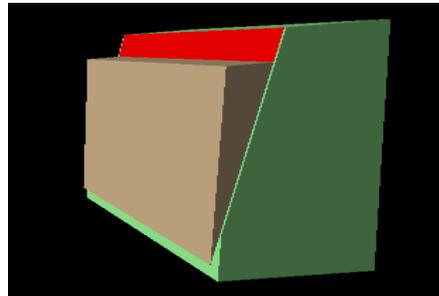
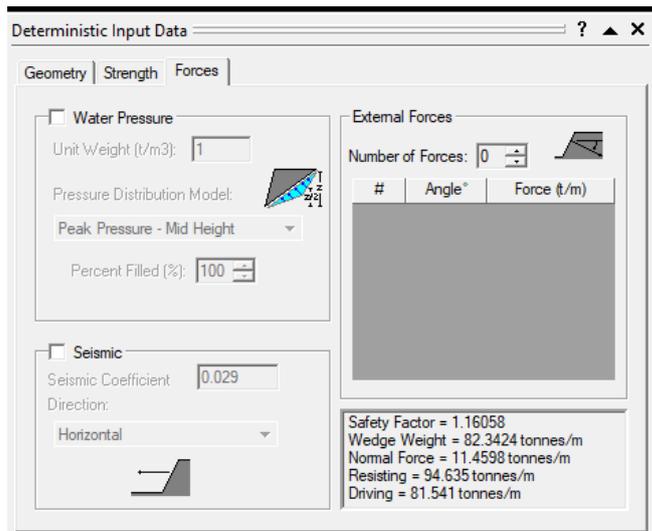
En la tabla 44, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,16058 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,992177 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 44: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 47, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

<p>Software DIPS</p> <p>Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 47 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.</p>	<p style="text-align: center;">Dip: 88 Dip Direction: 205</p> 
<p>Software Rocdata</p> <p>Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 51,9 t/m² y el ángulo de fricción = 14, 18°.</p>	

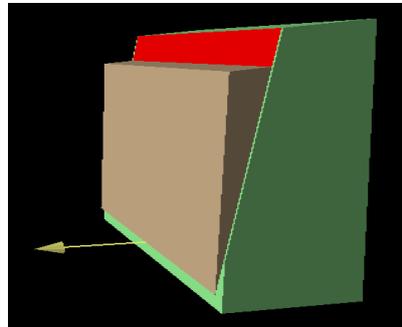
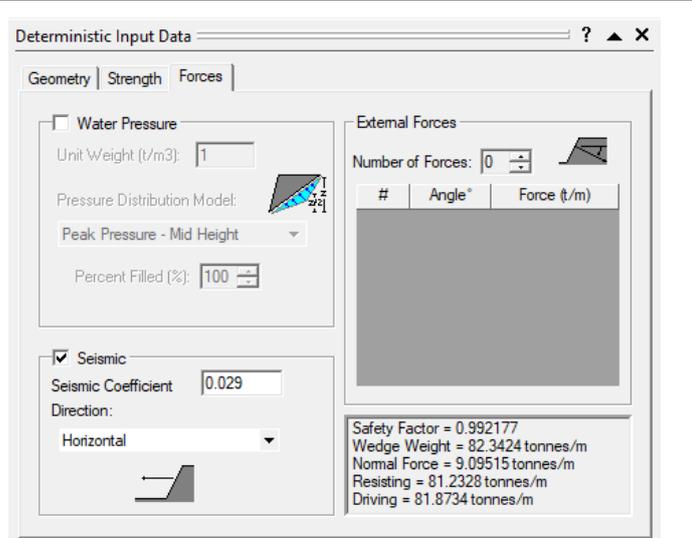
Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,16058$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,50$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Software Rocplane con sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,992177$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.



Tramo 48

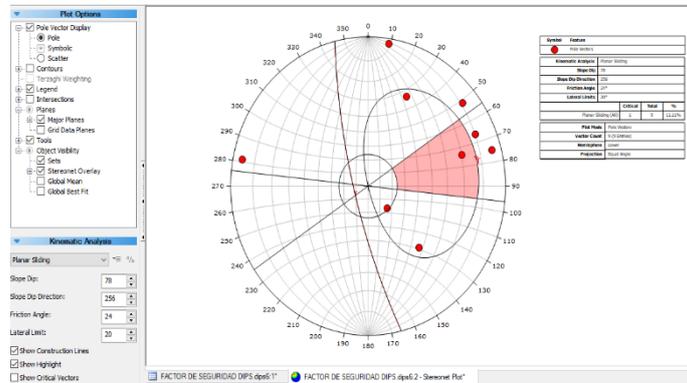
En la tabla 45, se da a conocer mediante el DIPS que el talud 2 se encuentra ubicado en una zona de falla. Al realizar el modelamiento con el software Rocdata y Rocplane se obtuvo el factor de seguridad de 1,05211 que al ser menor que 1,50 equivale a un talud inestable, además al realizar el cálculo con un escenario con sismo (0,029), el factor de seguridad nos da un valor de 0,831161 y es menor a 1,05 por lo tanto el talud es no aceptable.

Tabla 45: Resultado del factor de seguridad del talud, tramo 48, de la colina Loma de Guaranda, con DIPS, Rocdata y Rocplane.

Software DIPS

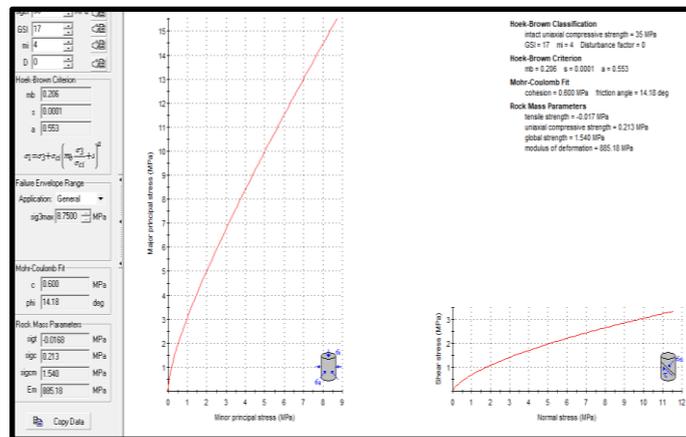
Los puntos obtenidos (vectores) en el tramo 48 del talud, se encuentran en la zona de falla, por lo tanto, se encuentran dentro de la zona roja correspondiente a la zona de vulnerabilidad.

Dip: 59 Dip Direction: 256



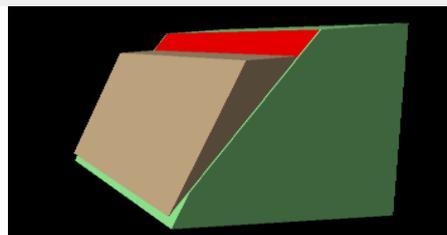
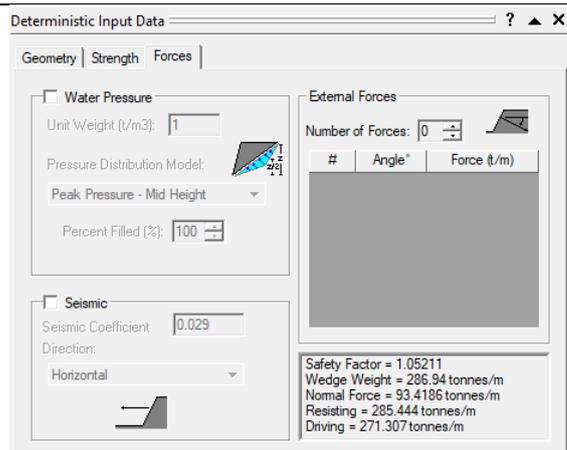
Software Rocdata

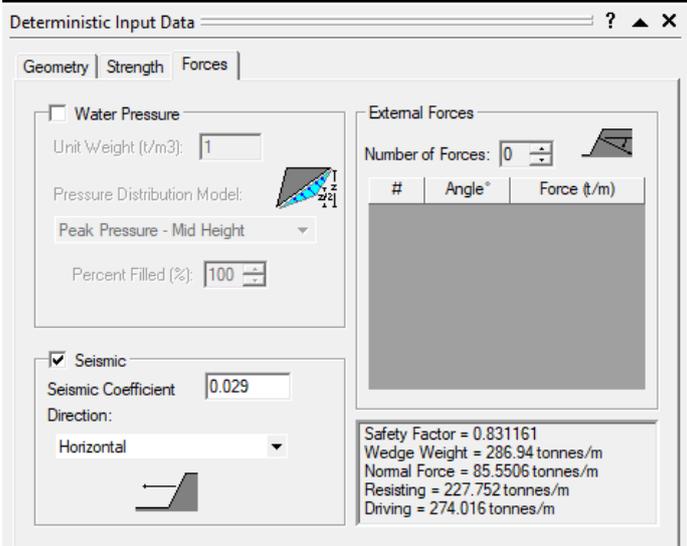
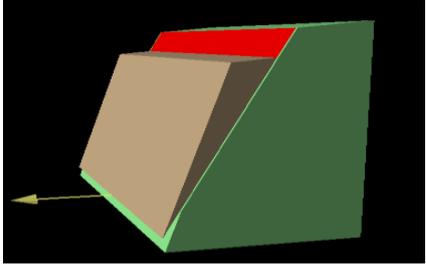
Mediante el software se obtuvo los valores del factor Mohr-Coulomb, obteniendo: cohesión = 51,9 t/m² y el ángulo de fricción = 14, 18°.



Software Rocplane sin sismo

Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 1,05211$ que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este factor de estabilidad es $< 1,50$, Por lo tanto, la



<p>estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	
<p>Software Rocplane con sismo</p> <p>Los datos obtenidos en el software Rocplane, determinó un $F_s = 0,831161$, que contrastado con lo determinado por Barrionuevo y Chillo (2022), este F_s es $< 1,05$, Por lo tanto, la estabilidad de talud no es aceptable, lo que provocaría un desplazamiento.</p>	 

4.1.1 Identificación de los factores de seguridad por tramos

Una vez evaluados cada uno de los 48 tramos que corresponden a la colina Loma de Guaranda, se realiza una tabla resumen que permita identificar cada uno de los valores del factor de seguridad obtenidos mediante la aplicación del software especializado, según el detalle que se presenta a continuación:

Tabla 46: Resumen del factor de seguridad por tramo

Tramo	Factor de seguridad (con Coef. Sísmico)	Condición Con simo 1,05	Factor de seguridad (sin Coef. Sísmico)	Condición sin simo 1,50
1	No hay datos	Estable	No hay datos	Estable
2	0,992888	Inestable	1,01755	Inestable
3	1,02071	Inestable	1,04378	Inestable
4	0,926818	Inestable	0,937743	Inestable
5	1,16384	Estable	1,17768	Inestable
6	1,1682	Estable	1,18332	Inestable
7	1,00669	Inestable	1,02955	Inestable
8	0,914474	Inestable	0,943728	Inestable
9	1,0096	Inestable	1,03934	Inestable
10	0,921848	Inestable	0,947838	Inestable
11	0,9681	Inestable	1,00693	Inestable
12	1,04146	Inestable	1,4387	Inestable
13	1,01475	Inestable	1,3855	Inestable
14	1,08205	Estable	1,51943	Estable
15	0,933874	Inestable	1,10122	Inestable
16	1,02508	Inestable	1,37168	Inestable
17	0,903172	Inestable	1,03059	Inestable
18	1,05025	Estable	1,5158	Estable
19	0,948376	Inestable	1,12575	Inestable
20	1,02337	Inestable	1,45648	Inestable
21	0,932013	Inestable	1,42411	Inestable
22	0,969374	Inestable	1,09082	Inestable
23	0,889222	Inestable	1,14885	Inestable
24	0,914422	Inestable	1,18933	Inestable
25	1,08424	Estable	1,52303	Estable
26	1,07432	Estable	1,56828	Estable
27	0,977722	Inestable	1,26383	Inestable
28	0,891034	Inestable	1,18781	Inestable
29	0,951571	Inestable	1,13535	Inestable
30	0,969849	Inestable	1,25904	Inestable
31	No hay datos	Estable	No hay datos	Estable
32	0,998189	Inestable	1,1852	Inestable
33	1,06919	Estable	1,50394	Estable
34	1,00473	Inestable	1,37421	Inestable
35	No hay datos	Estable	No hay datos	Estable
36	0,980684	Inestable	1,34083	Inestable
37	0,920541	Inestable	1,23306	Inestable

38	0,975521	Inestable	1,27437	Inestable
39	0,999322	Inestable	1,41717	Inestable
40	0,929604	Inestable	1,28229	Inestable
41	0,965595	Inestable	1,32412	Inestable
42	1,15262	Estable	1,51965	Estable
43	0,936316	Inestable	1,35136	Inestable
44	0,966627	Inestable	1,26343	Inestable
45	0,803998	Inestable	0,991034	Inestable
46	0,985568	Inestable	1,2489	Inestable
47	0,992177	Inestable	1,16058	Inestable
48	0,831161	Inestable	1,05211	Inestable

Análisis: Mediante la metodología DIPS, se identificó que la colina Loma de Guaranda se componen de 48 tramos a lo largo y ancho de toda su superficie. De ello, se evidenció que unicamente existen 45 tramos que tienen presencia de talud, en vista que en 3 de los tramos evaluados no existe información del Dip y Dip Direction, por consiguiente, no se realizó el cálculo del factor de seguridad.

De los 45 taludes evaluados, en la gran mayoría de ellos (37), se obtuvieron valores del factor de seguridad inferiores a (1,50) tanto en la evaluación con y sin coeficiente sísmico. Por lo tanto, se determina que corresponden a taludes inestables y por ende presentan susceptibilidad a sufrir deslizamientos.

Finalmente, uno de los 11 taludes evaluados, tiene un valor de factor de seguridad superior a 1,05, por lo tanto, se determinó que la estabilidad de talud es estable, lo que no provocaría un desplazamiento.

En conclusión, considerando que 44 de los 45 taludes tienen valores de factor de seguridad con y sin coeficiente sísmico menor a 1,05 y 1,5, correspondientes a taludes inestables, se determina que la colina Loma de Guaranda tiene un 80% de estabilidad inestables, lo que le hace altamente propensa a sufrir un deslizamiento.

4.1.2 Análisis de estabilidad de taludes por el método Bishop

De la misma manera, otra metodología utilizada para analizar el grado de estabilidad de taludes, es el método Bishop mediante el software GEO5, el mismo que se utiliza para determinar la seguridad de un talud frente a deslizamientos y colapsos.

- **Análisis del factor de seguridad de la colina Loma de Guaranda en el Perfil 1**

Para el análisis de factor de seguridad, se realizó una segmentación de la colina Loma de Guaranda en 4 perfiles, para tener un mejor análisis e interpretación. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Gráfico 7: Perfil 1 de la colina Loma de Guaranda



- **Análisis del factor de seguridad, con coeficiente sísmico**

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 18/12/2023

Configuración

(entrada para tarea actual)

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _s = 1,05 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	2767,00	101,00	2768,00	231,00	2779,00
		340,00	2788,00	495,00	2794,00	557,00	2799,00
		628,00	2804,00	682,00	2810,00	773,00	2812,00
		827,00	2801,00	975,00	2772,00	983,00	2770,43

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	Φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arcillo Limoso		15,00	147,00	1,50

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Arcillo Limoso		1,50		

Datos del suelo

Arcillo Limoso

Peso unitario : γ = 1,50 kN/m³

Estado de tensión : efectivo

Angulo de fricción interna : Φ_{ef} = 15,00 °

Cohesión de suelo : c_{ef} = 147,00 kPa

Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 1,50 kN/m³

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		975,00	2772,00	827,00	2801,00	Arcillo Limoso
		773,00	2812,00	682,00	2810,00	
		628,00	2804,00	557,00	2799,00	
		495,00	2794,00	340,00	2788,00	
		231,00	2779,00	101,00	2768,00	
		0,00	2767,00	0,00	2762,00	
		983,00	2762,00	983,00	2770,43	

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : K_h = 0,03

Coefficiente sísmico vertical : K_v = 0,00

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	799,75 [m]	Ángulos :	α ₁ =	-25,83 [°]
	z =	2899,95 [m]		α ₂ =	9,60 [°]
Radio :	R =	98,11 [m]			

Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : F_a = 70,59 kN/m

Suma de fuerzas pasivas : F_p = 9023,94 kN/m

Momento de deslizamiento : M_a = 6926,05 kNm/m

Momento estabilizador : M_p = 885338,61 kNm/m

Factor de seguridad = 127,83 > 1,05

Estabilidad del talud ACEPTABLE

Factor de seguridad = 127,83 > 1,05

Estado del talud = Estable

- **Análisis del factor de seguridad, sin coeficiente sísmico**

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 18/12/2023

Configuración

Estándar - Factor de seguridad

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _s = 1,50 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	2767,00	101,00	2768,00	231,00	2779,00
		340,00	2788,00	495,00	2794,00	557,00	2799,00
		628,00	2804,00	682,00	2810,00	773,00	2812,00
		827,00	2801,00	975,00	2772,00	983,00	2770,43

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	Φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arcillo Limoso		15,00	147,00	1,50

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Arcillo Limoso		1,50		

Datos del suelo

Arcillo Limoso

Peso unitario :

γ = 1,50 kN/m³

Estado de tensión :

efectivo

Ángulo de fricción interna :

Φ_{ef} = 15,00 °

Cohesión de suelo :

c_{ef} = 147,00 kPa

Peso unitario de suelo saturado :

γ_{sat} = 1,50 kN/m³

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		975,00	2772,00	827,00	2801,00	Arcillo Limoso
		773,00	2812,00	682,00	2810,00	
		628,00	2804,00	557,00	2799,00	
		495,00	2794,00	340,00	2788,00	
		231,00	2779,00	101,00	2768,00	
		0,00	2767,00	0,00	2762,00	
		983,00	2762,00	983,00	2770,43	

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Sismo no incluido.

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 799,75 [m]	Ángulos :	α ₁ = -25,83 [°]
	z = 2899,95 [m]		α ₂ = 9,60 [°]
Radio :	R = 98,11 [m]		
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.			

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : F_a = 59,26 kN/m

Suma de fuerzas pasivas : F_p = 9024,22 kN/m

Momento de deslizamiento : M_a = 5813,59 kNm/m

Momento estabilizador : M_p = 885361,25 kNm/m

Factor de seguridad = 152,29 > 1,50

Estabilidad del talud ACEPTABLE

Factor de seguridad = 152,29 > 1,50

Estado del talud = Estable

- **Análisis del factor de seguridad de la colina Loma de Guaranda en el Perfil 2**

El gráfico que corresponde a la segmentación de la colina Loma de Guaranda con relación al perfil 2, se presenta a continuación:

Gráfico 8: Perfil 2 de la colina Loma de Guaranda



- **Análisis del factor de seguridad, con coeficiente sísmico**

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 18/12/2023

Configuración

(entrada para tarea actual)

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico :

Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad

Situación de diseño permanente

Factor de seguridad : $SF_s = 1,05 [-]$

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	2748,00	21,50	2749,00	38,50	2749,40
		70,80	2753,00	100,00	2757,00	128,00	2762,00
		163,00	2769,00	192,00	2774,00	225,00	2782,00
		254,00	2789,00	300,00	2798,00	364,00	2808,00
		442,00	2812,00	519,00	2804,00	584,00	2784,00
		724,00	2730,00	798,00	2693,00	884,00	2663,00
		953,00	2653,00	998,00	2652,00	1103,66	2650,00
		1580,40	2640,94	2070,27	2631,64	2812,00	2617,56

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	arcillo limoso		15,00	147,00	1,50

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	arcillo limoso		1,50		

Datos del suelo

arcillo limoso

Peso unitario : $\gamma = 1,50 \text{ kN/m}^3$
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 15,00^\circ$
 Cohesión de suelo : $c_{ef} = 147,00 \text{ kPa}$
 Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 1,50 \text{ kN/m}^3$

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		2070,27	2631,64	1580,40	2640,94	arcillo limoso 
		1103,66	2650,00	998,00	2652,00	
		953,00	2653,00	884,00	2663,00	
		798,00	2693,00	724,00	2730,00	
		584,00	2784,00	519,00	2804,00	
		442,00	2812,00	364,00	2808,00	
		300,00	2798,00	254,00	2789,00	
		225,00	2782,00	192,00	2774,00	
		163,00	2769,00	128,00	2762,00	
		100,00	2757,00	70,80	2753,00	
		38,50	2749,40	21,50	2749,00	
		0,00	2748,00	0,00	2617,55	
		2812,00	2617,55	2812,00	2617,56	

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0,03$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0,00$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x =	796,23 [m]	Ángulos :
	z =	2844,31 [m]	
Radio :	R =	157,68 [m]	$\alpha_2 =$ 6,30 [°]
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.			

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 1454,91$ kN/m

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 25209,11$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_a = 229410,97$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 3974971,71$ kNm/m

Factor de seguridad = 17,33 > 1,05

Estabilidad del talud ACEPTABLE

Factor de seguridad = 17,33 > 1,05

Estado del talud = Estable

- **Análisis del factor de seguridad, sin coeficiente sísmico**

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 18/12/2023

Configuración

Estándar - Factor de seguridad

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Factor de seguridad :	SF _s =	1,50 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	2748,00	21,50	2749,00	38,50	2749,40
		70,80	2753,00	100,00	2757,00	128,00	2762,00
		163,00	2769,00	192,00	2774,00	225,00	2782,00
		254,00	2789,00	300,00	2798,00	364,00	2808,00
		442,00	2812,00	519,00	2804,00	584,00	2784,00
		724,00	2730,00	798,00	2693,00	884,00	2663,00
		953,00	2653,00	998,00	2652,00	1103,66	2650,00
		1680,40	2640,94	2070,27	2631,64	2812,00	2617,56

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	arcillo limoso		15,00	147,00	1,50

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	arcillo limoso		1,50		

Datos del suelo

arcillo limoso
 Peso unitario : γ = 1,50 kN/m³
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : φ_{ef} = 15,00 °
 Cohesión de suelo : c_{ef} = 147,00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 1,50 kN/m³

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		2070,27	2631,64	1580,40	2640,94	arcillo limoso
		1103,66	2650,00	998,00	2652,00	
		953,00	2653,00	884,00	2663,00	
		798,00	2693,00	724,00	2730,00	
		584,00	2784,00	519,00	2804,00	
		442,00	2812,00	364,00	2808,00	
		300,00	2798,00	254,00	2789,00	
		225,00	2782,00	192,00	2774,00	
		163,00	2769,00	128,00	2762,00	
		100,00	2757,00	70,80	2753,00	
		38,50	2749,40	21,50	2749,00	
		0,00	2748,00	0,00	2617,55	
		2812,00	2617,55	2812,00	2617,56	

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Sismo no incluido.

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 796,23 [m]	Ángulos :	α ₁ = -53,82 [°]
	z = 2844,31 [m]		α ₂ = 6,30 [°]
Radio :	R = 157,68 [m]		

Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : F_a = 1365,39 kN/m

Suma de fuerzas pasivas : F_p = 25221,54 kN/m

Momento de deslizamiento : M_a = 215300,70 kNm/m

Momento estabilizador : M_p = 3977030,39 kNm/m

Factor de seguridad = 18,47 > 1,50

Estabilidad del talud ACEPTABLE

Factor de seguridad = 18,47 > 1,50

Estado del talud = estable

- **Análisis del factor de seguridad de la colina Loma de Guaranda en el Perfil 3**

El gráfico que corresponde a la segmentación de la colina Loma de Guaranda con relación al perfil 3, se presenta a continuación:

Gráfico 9: Perfil 3 de la colina Loma de Guaranda



- **Análisis del factor de seguridad, con coeficiente sísmico**

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 18/12/2023

Configuración

(entrada para tarea actual)

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Factor de seguridad :	SF _s =	1,05 [-]

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]			
		x	z	x	z
1		0,00	2670,00	42,00	2681,00
		120,00	2718,00	172,00	2745,00
		291,00	2788,00	353,00	2806,00
		474,00	2810,00	527,00	2800,00
		674,00	2762,00	749,00	2739,00
		930,00	2702,00	989,00	2694,41

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arcillo Limoso		15,00	147,00	1,50

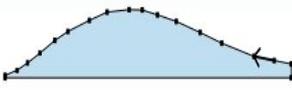
Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Arcillo Limoso		1,50		

Datos del suelo

Arcillo Limoso
 Peso unitario : γ = 1,50 kN/m³
 Estado de tensión : efectivo φ_{ef} = 15,00 °
 Ángulo de fricción interna : φ_{ef} = 15,00 °
 Cohesión de suelo : c_{ef} = 147,00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 1,50 kN/m³

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		930,00	2702,00	860,00	2711,00	Arcillo Limoso
		749,00	2739,00	674,00	2762,00	
		592,00	2786,00	527,00	2800,00	
		474,00	2810,00	429,00	2811,00	
		353,00	2806,00	291,00	2788,00	
		217,00	2764,00	172,00	2745,00	
		120,00	2718,00	77,70	2697,00	
		42,00	2681,00	0,00	2670,00	
		0,00	2665,00	989,00	2665,00	
		989,00	2694,41			

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0,03$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0,00$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	610,74 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-39,71 [°]
	z =	2873,50 [m]		$\alpha_2 =$	11,54 [°]
Radio :	R =	100,94 [m]			
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.					

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 248,20$ kN/m

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 13529,23$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_a = 25053,42$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 1365640,51$ kNm/m

Factor de seguridad = 54,51 > 1,05

Estabilidad del talud ACEPTABLE

Factor de seguridad = 54,51 > 1,50

Estado del talud = Estable

- **Análisis del factor de seguridad, sin coeficiente sísmico**

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 18/12/2023

Configuración

Estándar - Factor de seguridad

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _s = 1,50 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	2670,00	42,00	2681,00	77,70	2697,00
		120,00	2718,00	172,00	2745,00	217,00	2764,00
		291,00	2788,00	353,00	2806,00	429,00	2811,00
		474,00	2810,00	527,00	2800,00	592,00	2786,00
		674,00	2762,00	749,00	2739,00	860,00	2711,00
		930,00	2702,00	989,00	2694,41		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	Φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arcillo Limoso		15,00	147,00	1,50

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Arcillo Limoso		1,50		

Datos del suelo

Arcillo Limoso

Peso unitario : γ = 1,50 kN/m³

Estado de tensión : efectivo

Ángulo de fricción interna : Φ_{ef} = 15,00 °

Cohesión de suelo : c_{ef} = 147,00 kPa

Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 1,50 kN/m³

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		930,00	2702,00	860,00	2711,00	Arcillo Limoso
		749,00	2739,00	674,00	2762,00	
		592,00	2786,00	527,00	2800,00	
		474,00	2810,00	429,00	2811,00	
		353,00	2806,00	291,00	2788,00	
		217,00	2764,00	172,00	2745,00	
		120,00	2718,00	77,70	2697,00	
		42,00	2681,00	0,00	2670,00	
		0,00	2665,00	989,00	2665,00	
		989,00	2694,41			

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Sismo no incluido.

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 610,74 [m]	Ángulos :	α ₁ = -39,71 [°]
	z = 2873,50 [m]		α ₂ = 11,54 [°]
Radio :	R = 100,94 [m]		

Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : F_a = 221,46 kN/m

Suma de fuerzas pasivas : F_p = 13531,19 kN/m

Momento de deslizamiento : M_a = 22354,37 kNm/m

Momento estabilizador : M_p = 1365855,94 kNm/m

Factor de seguridad = 61,10 > 1,50

Estabilidad del talud ACEPTABLE

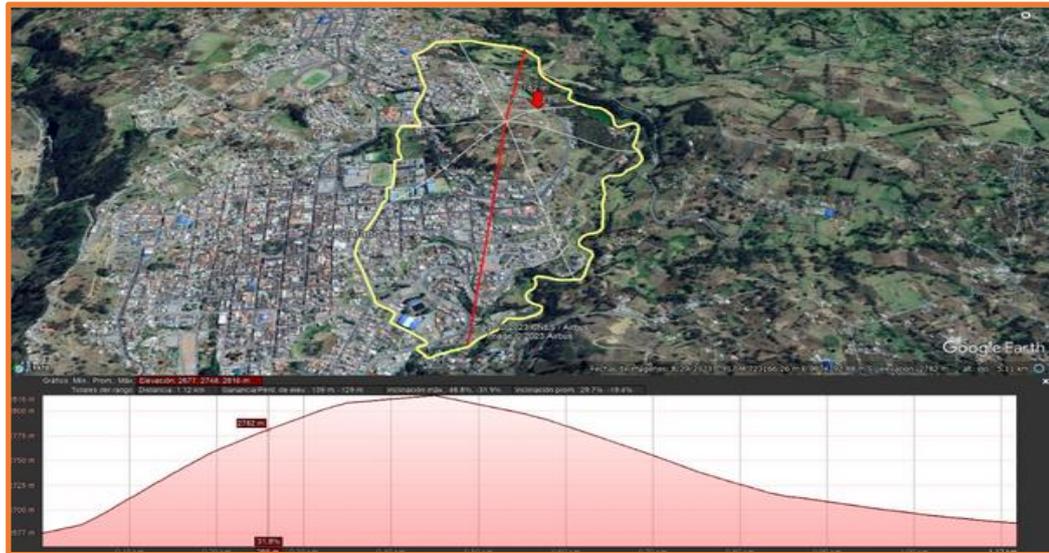
Factor de seguridad = 61,10 > 1,50

Estado del talud = Estable

- **Análisis del factor de seguridad de la colina Loma de Guaranda en el Perfil 4**

El gráfico que corresponde a la segmentación de la colina Loma de Guaranda con relación al perfil 4, se presenta a continuación:

Gráfico 10: Perfil 4 de la colina Loma de Guaranda



- **Análisis del factor de seguridad, con coeficiente sísmico**

Análisis de estabilidad de taludes
Entrada de datos
Proyecto
 Fecha : 18/12/2023
Configuración
 (entrada para tarea actual)
Análisis de estabilidad
 Análisis sísmico : Estándar
 Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Factor de seguridad :	SF _s =	1,05 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]			
		X	Z	X	Z
1		0,00	2720,00	74,70	2716,00
		234,00	2739,00	297,00	2749,00
		461,00	2769,00	559,00	2790,00
		725,00	2813,00	816,00	2795,00
		964,00	2747,85	970,00	2745,94

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

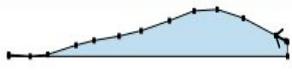
Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arcillo limoso		15,00	147,00	1,50

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Arcillo limoso		1,50		

Datos del suelo
Arcillo limoso
 Peso unitario : γ = 1,50 kN/m³
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : φ_{ef} = 15,00 °
 Cohesión de suelo : c_{ef} = 147,00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 1,50 kN/m³

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		964,00	2747,85	929,00	2759,00	Arcillo limoso
		816,00	2795,00	725,00	2813,00	
		645,00	2810,00	559,00	2790,00	
		461,00	2769,00	384,00	2758,00	
		297,00	2749,00	234,00	2739,00	
		136,00	2720,00	74,70	2716,00	
		0,00	2720,00	0,00	2715,99	
		970,00	2715,99	970,00	2745,94	

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_H = 0,03$

Coefficiente sísmico vertical : $K_V = 0,00$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	775,69 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-54,51 [°]
	z =	2852,94 [m]		$\alpha_2 =$	33,67 [°]
Radio :	R =	69,15 [m]			
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.					

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 368,02$ kN/m

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 16201,63$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_a = 25448,72$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 1120342,50$ kNm/m

Factor de seguridad = 44,02 > 1,05

Estabilidad del talud ACEPTABLE

Factor de seguridad = 44,02 > 1,05

Estado del talud = estable

- **Análisis del factor de seguridad, sin coeficiente sísmico**

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 18/12/2023

Configuración

Estándar - Factor de seguridad

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico :

Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _s = 1,50 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	2720,00	74,70	2716,00	136,00	2720,00
		234,00	2739,00	297,00	2749,00	384,00	2758,00
		461,00	2769,00	559,00	2790,00	645,00	2810,00
		725,00	2813,00	816,00	2795,00	929,00	2759,00
		964,00	2747,85	970,00	2745,94		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m³]
1	Arcillo limoso		15,00	147,00	1,50

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m³]	γ _s [kN/m³]	n [-]
1	Arcillo limoso		1,50		

Datos del suelo

Arcillo limoso

Peso unitario :

γ = 1,50 kN/m³

Estado de tensión :

efectivo

Ángulo de fricción interna :

φ_{ef} = 15,00 °

Cohesión de suelo :

c_{ef} = 147,00 kPa

Peso unitario de suelo saturado :

γ_{sat} = 1,50 kN/m³

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		964,00	2747,85	929,00	2759,00	Arcillo limoso
		816,00	2795,00	725,00	2813,00	
		645,00	2810,00	559,00	2790,00	
		461,00	2769,00	384,00	2758,00	
		297,00	2749,00	234,00	2739,00	
		136,00	2720,00	74,70	2716,00	
		0,00	2720,00	0,00	2715,99	
		970,00	2715,99	970,00	2745,94	

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Sismo no incluido.

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x = 775,69 [m]	Ángulos :	α ₁ = -54,51 [°]
	z = 2852,94 [m]		α ₂ = 33,67 [°]
Radio :	R = 69,15 [m]		

Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : F_a = 318,91 kN/m

Suma de fuerzas pasivas : F_p = 16204,58 kN/m

Momento de deslizamiento : M_d = 22052,68 kNm/m

Momento estabilizador : M_p = 1120539,32 kNm/m

Factor de seguridad = 50,81 > 1,50

Estabilidad del talud ACEPTABLE

Factor de seguridad = 50,81 > 1,50

Estado del talud = Estable

Una vez que se realizó el análisis del factor de seguridad de cada uno de los 4 perfiles de los que se compone la colina Loma de Guaranda, considerando y no el coeficiente sísmico, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 47: Coeficiente de seguridad por el método Bishop para los perfiles de la colina Loma de Guaranda

Factor de seguridad sin coeficiente sísmico			
Perfil	Resultado	Indicador	Estado
1	152,29	> 1,50	Talud estable
2	18,47	> 1,50	Talud estable
3	61,10	> 1,50	Talud estable
4	50,81	> 1,50	Talud estable
Factor de seguridad con coeficiente sísmico			
1	127,83	> 1,05	Talud estable
2	17,33	> 1,05	Talud estable
3	54,51	> 1,05	Talud estable
4	44,02	> 1,05	Talud estable

Análisis: Los resultados obtenidos del factor de seguridad obtenido en cada uno de los 4 perfiles de la colina Loma de Guaranda, mediante el método Bishop por el software GEO5, permiten determinar que en las 2 condiciones (con y sin coeficiente sísmico) los taludes presentan un estado estable, es decir no hay riesgo de deslizamiento.

4.2 Resultados alcanzados según el objetivo 2

Para identificar los elementos expuestos que se encuentran ubicados en la zona morfológica de la colina Loma de Guaranda, se utilizó el mapa de tramos de evaluación de estabilidad elaborado con el programa RocData, que fue georreferenciado, el mismo que se interceptó con los mapas de elementos expuestos (edificaciones, red de distribución de agua, alcantarillado y vías urbanas) localizados en la unidad morfológica de la colina Loma de Guaranda. A continuación, se presentan los resultados:

4.2.1 Análisis de la exposición de bloques de edificaciones por estabilidad de tramos en la colina loma de Guaranda

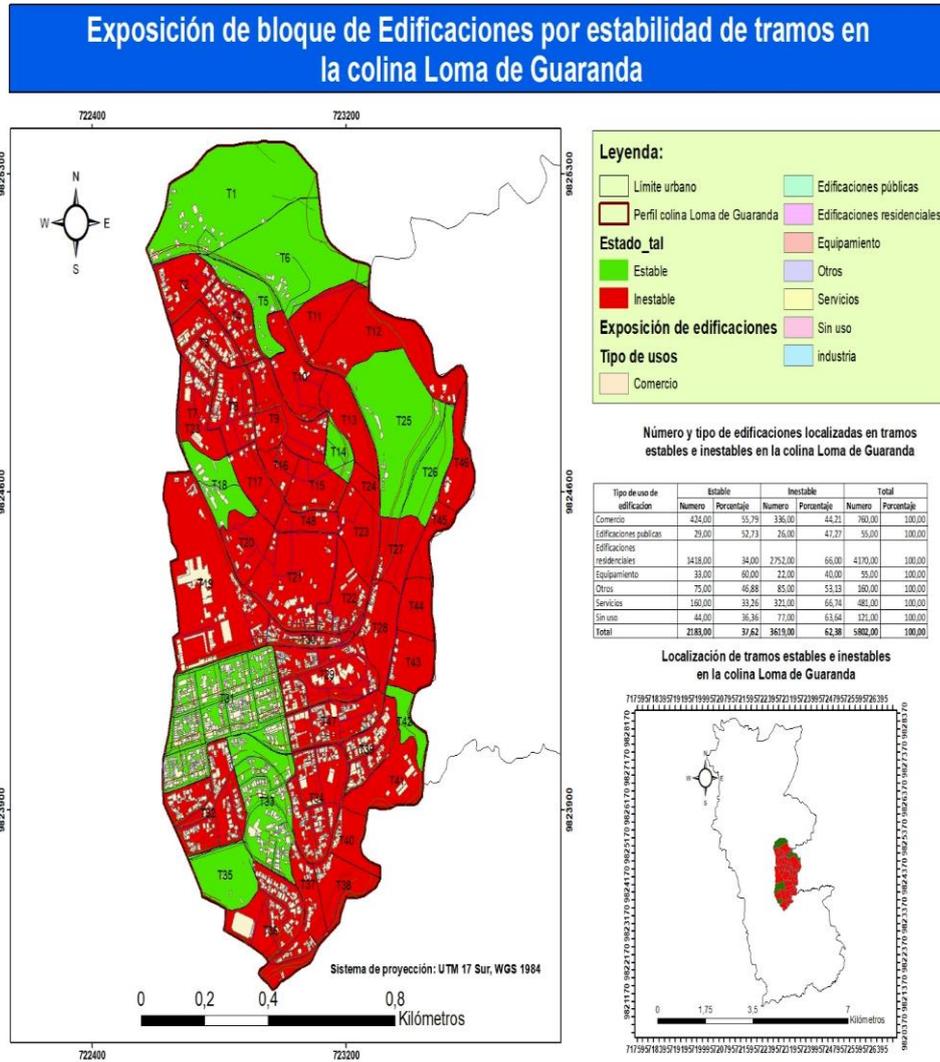
El mapeo realizado permitió determinar el tipo y número de edificaciones que se encuentran localizadas tanto en los tramos estables e inestables en la colina Loma de Guaranda, según el detalle que se presenta a continuación:

Tabla 48: Número y tipo de edificaciones ubicadas en los tramos estables e inestables

Tipo de uso de edificación	Estable		Inestable		Total	
	Numero	Porcentaje	Numero	Porcentaje	Numero	Porcentaje
Comercio	424,00	55,79	336,00	44,21	760,00	100,00
Edificaciones publicas	29,00	52,73	26,00	47,27	55,00	100,00
Edificaciones residenciales	1418,00	34,00	2752,00	66,00	4170,00	100,00
Equipamiento	33,00	60,00	22,00	40,00	55,00	100,00
Otros	75,00	46,88	85,00	53,13	160,00	100,00
Servicios	160,00	33,26	321,00	66,74	481,00	100,00
Sin uso	44,00	36,36	77,00	63,64	121,00	100,00
Total	2183,00	37,62	3619,00	62,38	5802,00	100,00

Tabla 49

Exposición de bloques de edificaciones por estabilidad de tramos



Debido al nivel de importancia, se evidencia que la mayor afectación producida ante la presencia de un deslizamiento en la colina Loma de Guaranda se produciría a las edificaciones residenciales ya que de las 4170 edificaciones estimadas, el 66% que corresponde a 2752, sufrirían daño por encontrarse dentro de los perfiles inestables y solo el 34% correspondiente a 1418 edificaciones no tendrían problema por estar ubicadas dentro de los perfiles estables.

Por otra parte, las infraestructuras que tienen un especial interés para la sociedad son las edificaciones públicas, que fueron identificadas en un total de 55 edificaciones. Por lo que, ante un eventual deslizamiento en la zona de estudio, existiría una afectación del 47% que corresponde a 26 edificaciones y solamente el 53% que corresponde a 29 edificaciones públicas no sufrirían algún tipo de daño.

De la misma manera, otras de las edificaciones que podrían sufrir algún tipo de daño ante un deslizamiento y que son catalogadas como importantes para el normal desarrollo de las actividades comunitarias, son las denominadas edificaciones de servicios que corresponde a: asistencia social, baterías sanitarias, educación, hotel, lavandería, parqueadero, salas de hospitalización, sala de culto, restaurant, hostel, que se contabilizan en un número de 481, de las cuales el 67% correspondiente a 321 edificaciones que están ubicadas en los perfiles inestables podrían sufrir daños y solo el 33% que corresponde a 160 edificaciones no presentarían problemas por encontrarse en los perfiles estables.

Finalmente, debido a su nivel de importancia, se identificaron 760 edificaciones de comercio ubicadas en la colina Loma de Guaranda, de las cuales el 44% correspondiente a 336 edificaciones podrían sufrir daños ante un deslizamiento debido a que se encuentran situadas dentro de los perfiles inestables y la mayoría de ellas con el 56% que corresponde a 424 edificaciones no representan problemas por encontrarse dentro de los perfiles estables.

En conclusión, el mapeo realizado permitió identificar un total de 5802 edificaciones distribuidas a lo largo y ancho de la colina Loma de Guaranda, de las cuales el 62% que corresponde a 3619 edificaciones podrían sufrir daños ante un deslizamiento debido a que se encuentran ubicadas en zonas consideradas como perfil inestable y únicamente el 38% correspondiente a 2183 edificaciones no tendrían afectación por estar ubicadas en zonas de perfil estable.

4.2.2 Análisis de la exposición de infraestructura esencial (red de distribución de agua, alcantarillado y vías urbanas) por estabilidad de tramos en la colina Loma de Guaranda

Se realizó la evaluación de la exposición de la infraestructura esencial por estabilidad de tramos correspondiente a la red de agua potable, alcantarillado y vías, los resultados se resumen en la tabla 50 y gráfico 11.

El perfil de estudio correspondiente a la colina Loma de Guaranda está conformada por 48 tramos, de los cuales se determinó que 11 tramos son estables y los restantes 37 corresponden a tramos inestables. Con base en los resultados obtenidos, se determinó la longitud (km) de las infraestructuras esenciales (red de agua, alcantarillado y vías) que se encuentran localizadas en los tramos estables e inestables.

En primera instancia, se determinó que el perfil de la colina Loma de Guaranda está conformada por 18,81 kilómetros de red de distribución de agua potable, de ellos, 65% correspondiente a 12,32 kilómetros de esta infraestructura, se encuentra ubicada en tramos inestables y solo el 34% que corresponde a 6,49 kilómetros, está ubicada en tramos estables. En este sentido, se determina que ante un eventual deslizamiento en la colina Loma de Guaranda, existirá una afectación muy alta a esta importante red vital.

Con respecto a los colectores de alcantarillado, se determinó que esta red está conformada por 20,51 kilómetros, distribuidos en los 48 tramos del perfil colina Loma de Guaranda, de los cuales el 71% que corresponde a 4,58 kilómetros, están ubicados en tramos inestables. Estos resultados evidencian que, ante un probable deslizamiento en esta zona de estudio, se produciría una grave afectación a esta infraestructura vital.

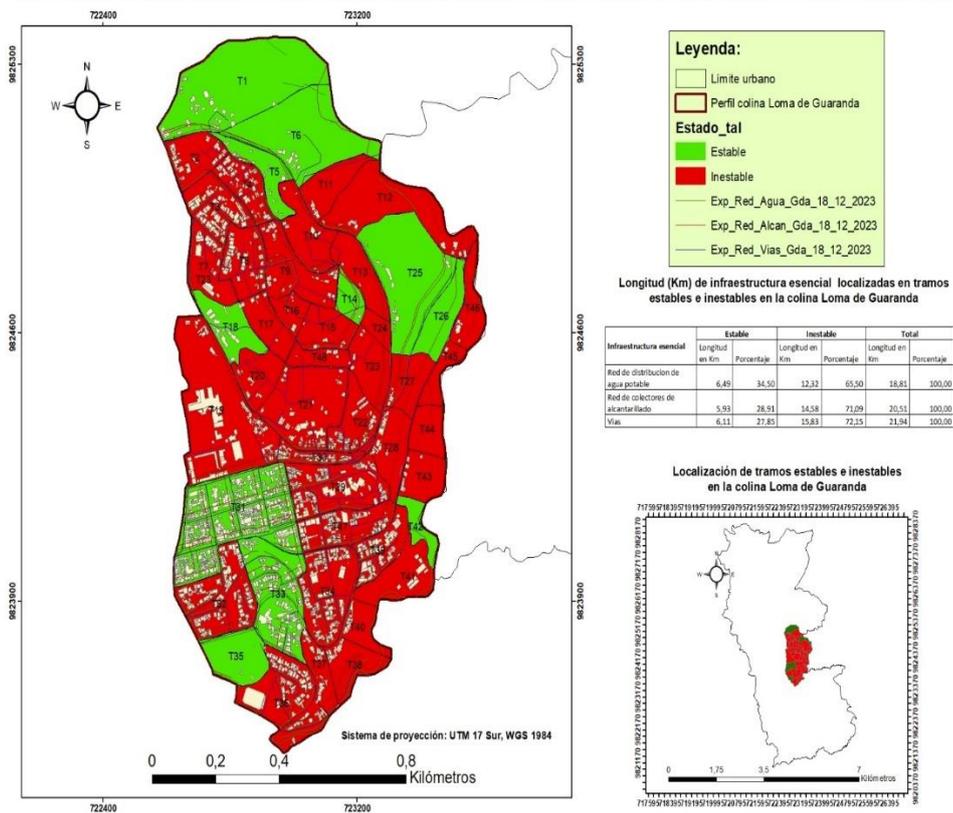
Así mismo, se determinó que existen 21,94 km de vías urbanas distribuidas en los distintos tramos de la colina Loma de Guaranda. En este sentido, el 72% de las vías que corresponden a 15,83 Km están ubicadas dentro de los tramos considerados inestables, mientras que únicamente el 28% correspondiente a 6,11 Km de vía urbanas se encuentran ubicados dentro de los tramos estables

Tabla 50: Longitud de infraestructura esencial localizadas en tramos estables e inestables

Infraestructura esencial	Estable		Inestable		Total	
	Longitud en Km	Porcentaje	Longitud en Km	Porcentaje	Longitud en Km	Porcentaje
Red de distribución de agua potable	6,49	34,50	12,32	65,50	18,81	100,00
Red de colectores de alcantarillado	5,93	28,91	14,58	71,09	20,51	100,00
Vías	6,11	27,85	15,83	72,15	21,94	100,00

Gráfico 11: Exposición de infraestructura esencial (red de agua potable, alcantarillado, vías de comunicación).

Exposición de infraestructura esencial (red de agua, alcantarillado y vías) por estabilidad de tramos en la colina Loma de Guaranda



4.3 RESULTADOS ALCANZADOS SEGÚN EL OBJETIVO 3

La mitigación de la amenaza de deslizamientos en la unidad morfológica colina Loma de Guaranda, es crucial para prevenir daños en las redes de agua potable, alcantarillado, vías de comunicación, edificaciones públicas y privadas. Por ello, se proponen las siguientes medidas.

Tabla 51: Matriz de medidas de reducción de elementos expuestos por estabilidad de taludes en la colina Loma de Guaranda

Elemento expuesto	Escenario / Tramos	Medidas de reducción	Responsable / colaboradores	Tiempo estimado
Edificaciones	3619 (62%) edificaciones se encuentran en laderas inestables.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Realizar estudios para construcción de muros de contención. 2) Reforestar áreas inestables. 3) Control municipal para edificios en altura. 4) Establecer regulaciones y ordenanzas locales que restrinjan el desarrollo en áreas de alto riesgo de deslizamientos y promuevan prácticas de construcción seguras. 	GAD Municipal de Guaranda / Dirección de Planificación MIDUVI	1 año
Red de agua	12,32 Km de red de agua potable (65,50%) se encuentran en zonas de talud inestable.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Realizar mantenimiento preventivo en tuberías, válvulas y otros equipos, para prevenir fugas y roturas inesperadas. 2) Actualizar las tuberías y equipos obsoletos para garantizar la integridad de la red y reducir las pérdidas de agua. 3) Tener un equipo de respuesta a emergencias listo para abordar rápidamente cualquier problema en la red y restaurar el suministro lo antes posible. 	GAD Municipal de Guaranda EMAPAG	1 año
Alcantarillado	14,58 Km de red de alcantarillado (71,09%) se encuentran en zonas de talud inestable.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Diseñar sistemas de alcantarillado que tengan en cuenta la topografía y la geología locales para evitar zonas propensas a deslizamientos. 2) Realizar inspecciones periódicas de las estructuras de alcantarillado y las áreas circundantes para identificar signos de deslizamientos potenciales. 	GAD Municipal de Guaranda EMAPAG	1 año

		<p>3) Llevar a cabo labores de mantenimiento preventivo para garantizar el buen funcionamiento del sistema.</p> <p>4)</p>		
Vías urbanas	15,83Km de vías urbanas (72,15%) se encuentran en zonas de talud inestable.	<p>1) Implementar medidas de control de erosión en áreas de riesgo, como la revegetación, la construcción de barreras de contención y la estabilización de taludes.</p> <p>2) Realizar estudios geotécnicos y geológicos para identificar áreas de alto riesgo de deslizamientos en las vías existentes y planificadas.</p> <p>3) Incorporar sistemas de drenaje adecuados para desviar el agua lejos de la vía y evitar la saturación del suelo.</p> <p>4) Realizar inspecciones regulares de las vías y las áreas circundantes para identificar signos de erosión y deslizamientos potenciales.</p> <p>5) Establecer regulaciones que restrinjan la construcción y el desarrollo en áreas de alto riesgo de deslizamientos en las proximidades de las vías.</p>	<p>GAD Municipal de Guaranda</p> <p>GAD de la provincia Bolívar</p> <p>MTOP de la provincia Bolívar</p>	1 año
Control de Taludes	37 tramos de la colina se encuentran en zona de talud inestable.	<p>1) Realizar estudios geotécnicos y geológicos para identificar taludes en áreas de alto riesgo de deslizamientos.</p> <p>2) Estudios y construcción de cunetas de coronación para protección de taludes y drenajes.</p> <p>3) Diseñar y construir taludes con las pendientes apropiadas y con sistemas de drenaje efectivos para evitar la acumulación de agua que puede desencadenar deslizamientos.</p> <p>4) Instalar muros de contención, anclajes y sistemas de estabilización en los taludes para aumentar su resistencia y prevenir deslizamientos.</p> <p>5) Implementar técnicas de control de erosión en los taludes para prevenir la erosión del suelo, reforestación con las plantas nativas, la instalación de mantas de erosión y la colocación de barreras de contención.</p>	<p>GAD Municipal de Guaranda</p> <p>GAD Guaranda y MTOP Bolívar</p> <p>GAD de la provincia Bolívar</p> <p>MTOP de la provincia Bolívar</p>	1 año

4.3.1 Análisis de factibilidad política, económica, técnica y social de las medidas a implementar.

El análisis de factibilidad de implementar medidas de reducción ante deslizamientos en la unidad morfológica colina Loma de Guaranda, implica evaluar cuatro aspectos clave: la factibilidad: política, económica, técnica y social. A continuación, se detallan estos aspectos:

- **Factibilidad Política**

Al ser la gestión de riesgos una política de Estado y competencia de los GAD's cantonales según la normativa nacional (Art. 140 del COOTAD, así como, en los documentos de planificación del PDOT y PUGS del cantón Guaranda, se considera que existe interés y el compromiso de las autoridades e instituciones locales para trabajar en la reducción de riesgos en el territorio. Por tal razón existiría el apoyo del GAD Guaranda e instituciones locales para la implementación de la propuesta.

- **Factibilidad Económica**

Recursos financieros: Evaluar la disponibilidad de fondos y recursos necesarios para llevar a cabo las medidas de reducción de deslizamientos. Esto incluye la inversión inicial con presupuesto del GAD Guaranda, para que se incluya en el Plan Operativo Anual – POA, para la implementación y sostenibilidad de la propuesta.

De igual manera, es necesario realizar estudios de costo - beneficios de la reducción de deslizamientos superan los costos asociados. Esto puede incluir la prevención de daños a la infraestructura, vidas humanas y la economía en general.

Adicionalmente, por parte del GAD Guaranda, debe gestionar fuentes de financiamiento potenciales, como: subvenciones gubernamentales, préstamos (Banco Mundial), cooperación internacional (PNUD) o fondos locales. También, es importante considerar la posibilidad de inversión del sector privado local.

- **Factibilidad Técnica**

Para el desarrollo de la presente propuesta, el GAD Guaranda cuenta con técnicos de la Dirección de Planificación, Unidad de Gestión de Riesgos, Obras Públicas, entre otras, quienes podrán implementar las acciones y medidas que se propone.

De igual manera, se contaría con apoyo de técnicos de la secretaria de Gestión de Riesgos de Bolívar, Ministerio de Obras Públicas, así como, profesores y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar; quienes constituyen en el apoyo técnico para el desarrollo de la presente propuesta.

- **Factibilidad Social:**

Se considera, que existe el interés y el apoyo por parte de la población local que habitan en la Loma de Guaranda, ya que se considera necesario la implementación de las medidas de reducción de deslizamientos en el área de estudio. De igual forma, es importante la comunicación efectiva y la participación pública son fundamentales.

Por consiguiente, se considera que la presente propuesta es viable (político, económico, técnico y social), ya que existiría el interés de las autoridades locales, se podría contar con recursos económicos del GAD cantonal e instituciones en territorio, se contaría con técnicos de las instituciones locales, existiría el interés y apoyo de la población local para que desarrolle las medidas de reducción elaboradas en la presente propuesta.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se determinó el factor de estabilidad del talud ante deslizamientos en la colina Loma de Guaranda mediante el software DIPS, Roc data y RocPlane, en donde se pudo identificar que 37 tramos presentan un estado de talud inestable y 11 son estables ya que los valores obtenidos son inferiores a 1,5 y 1,05, de la misma forma 8 tramos presenta estado de talud estable ($1,56 > 1,5$ y $1,05$) y en 3 tramos no hay talud. De la misma manera, a partir del método Bishop mediante el software GEO5 se determinó el factor de seguridad con y sin coeficiente sísmico obteniendo resultados mayores a 1,5, estableciendo que los 4 perfiles tienen talud estable.
- Se identificaron los elementos expuestos en la unidad morfológica de la colina Loma de Guaranda mediante georreferenciación, en primera instancia se realizó el análisis de la exposición de bloques de edificaciones por estabilidad de tramos, se obtuvo que, la mayor afectación por deslizamiento se presentaría en las edificaciones públicas con el 47,27%, en la infraestructura esencial, se encuentran expuestas en tramos inestables el 72,15% de vías urbanas, el 65,50% de red de distribución de agua y el 71,09% de red de alcantarillado, las mismas que podrían verse afectadas en caso de un posible deslizamiento.
- Se propone una matriz de medidas para la reducción del riesgo de elementos expuestos con relación a edificaciones, red de agua potable, red de alcantarillado y vías urbanas, según la estabilidad en tramos de los taludes. Se incluyen estrategias factibles de aplicar como una medida de mitigación de la amenaza de deslizamientos en la unidad morfológica colina Loma de Guaranda, se considera que será viable, ya que existiría el apoyo de las autoridades locales, se podría gestionar recursos económicos del GAD Guaranda, se cuenta con técnicos locales viables y existe el interés de la población que habita en la colina Loma de Guaranda.

5.2 Recomendaciones

- La elección del método de análisis de estabilidad de taludes es un paso crítico en la ingeniería geotécnica y juega un papel fundamental en la seguridad de las estructuras y el entorno circundante, por lo tanto, los métodos DIPS y Bishop sean socializadas a las autoridades y a las instituciones locales para que puedan implementar estudios y replicar en otras colinas y en otros sitios del cantón Guaranda y de la provincia Bolívar, por que ofrecen diferentes perspectivas para evaluar la estabilidad de un talud, por ello, antes de seleccionar un método, es fundamental realizar una evaluación inicial del sitio que incluya la geología, la topografía, las condiciones de carga y otros factores relevantes. Esta información ayudará a determinar cuál de los dos métodos es más apropiado para la situación específica.
- Realizar estudios detallados de la geología regional y sobre todo de las formaciones geológicas presentes en la unidad morfológica colina Loma de Guaranda, pues ayudará a identificar y comprender mejor los elementos expuestos y su contexto geológico. Además, dependiendo de la escala y la naturaleza de los elementos expuestos, se pueden emplear diversas herramientas y técnicas, como la cartografía geológica, la fotointerpretación, la teledetección, la prospección geofísica y la observación en el terreno.
- Antes de implementar medidas de reducción de riesgos, es esencial llevar a cabo un análisis geotécnico detallado del área. Este análisis proporcionará información crucial sobre la estabilidad del suelo y las condiciones geológicas que contribuyen a los deslizamientos, con ello, se podrá establecer adecuadamente las medidas de reducción para detectar signos tempranos de deslizamientos y así garantizar la seguridad de las personas y las propiedades.

BIBLIOGRAFÍA

- Aponte, M. (2019). *Percepción del riesgo a deslizamientos de la comunidad del barrio Lleras Camargo de Santiago de Cali. Una aproximación metodológica desde la geografía*. Universidad del Valle - Colombia. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10893/18766>
- Aristizábal, E., Paula, M., Vásquez, M., Ruíz, D., & Palacio, J. (2022). Metodologías para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa como parte de los estudios básico de amenaza: caso de estudio municipio de Andes, Antioquia, Colombia. *Boletín de Geología*, 44(3), 199-217. <https://doi.org/https://doi.org/10.18273/revbol.v44n3-2022009>
- Aro, R. (2020). *Efecto de la infiltración del agua en los deslizamientos de las laderas de Quilahuani provincia de Candarave – Tacna*. Universidad Nacional Jorge Basadre - Perú. <https://doi.org/http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4151>
- Baena, S., Paz, J., & Fernández, D. (2019). *Reducción del riesgo y amenaza de deslizamientos en vías principales de Colombia*. Congreso Latinoamericano de Ingeniería.
- Barrentos, L., Yegres, L., Aragón, A., Rodríguez, M., & Cruz, A. (2022). Caracterización del deslizamiento de ladera de la colonia Vista Alamar, Tijuana, Baja California México. *Revista GEOS*, 42(2), 345-352.
- Cabrejo, S. (2022). *Evaluación de amenaza por movimiento en masa a escala 1:5000 para el polígono oriental del Municipio de Santiago, Norte de Santander, conformado por los barrios La Cruz y Centro*. Universidad Católica de Manizales - Colombia. <https://doi.org/https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/4130>
- Castaño, A., & Lopera, N. (2021). *Caracterización de los elementos expuestos en los sectores camino a la estancia y vereda Ceballos del municipio de Manizales – Caldas*. Universidad Católica de Manizales. <https://doi.org/https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/3210>
- Cedeño, J., & Vela, J. (2020). *Reconocimiento digitalización y caracterización visual en campo de deslizamiento de laderas o taludes*. Universidad de La Salle - Colombia. https://doi.org/https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/566

- Clavijo, A., & Malavé, J. (2020). *Evaluación de amenazas por deslizamientos asociados a factores hidroclimáticos en sectores de Loja y Manabí*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://doi.org/http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/54871>
- Escalera, R. (2022). *Aplicación del software geo 5 para el cálculo y diseño de pilotes hincados en suelos cohesivos*. Universidad Mayor de San Simón - Bolivia. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/123456789/33322>
- Escobar, B. (2020). *Hoy plan de gestión de riesgos ante deslizamientos escuela de educación general básica Demetrio Aguilera Malta*. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- García, W., Ledezma, M., Arevalo, B., & Delfín, M. (2021). Integrando métodos de evaluación de riesgos de deslizamientos e inundaciones en cuencas del Tunari y zona de Alto Cochabamba. *Revista Acta Nova*, 10(1), 222-230.
- González, J., Sennett, S., & Soriano, A. A. (2019). *Aprendizaje basado en retos en el campo de la geotecnia: reparación de un deslizamiento de ladera*. Universidad Politécnica de Madrid. <https://doi.org/>
<https://doi.org/10.26754/CINAIC.2019>.
- Guevara, E. (2019). *Comportamiento geotécnico de suelos y rocas en los alrededores del poblado de San Juan - Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca - Perú. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.14074/2765>
- Maldonado, Á. (2021). *Identificación de zonas de riesgo por deslizamientos de laderas debido a la saturación de suelos en la microcuenca Mariño, Abancay*. Universidad Nacional Agraria la Molina - Colombia. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12996/4744>
- Marín, R., Matos, A., & Marín, J. (2020). Análisis y evaluación del riesgo de deslizamientos superficiales en un terreno montañoso tropical: implementación de modelos físicos simples. *Revista Scientia Et Technica*, 25(1), 164–171. <https://doi.org/https://doi.org/10.22517/23447214.22171>
- Mejía, L., & Troya, J. (2021). *evaluación de la susceptibilidad a movimientos de masa por deslizamientos mediante los índices de vegetación NDBI SVI del cantón Alausí, provincia de Chimborazo*. Universidad Politécnica

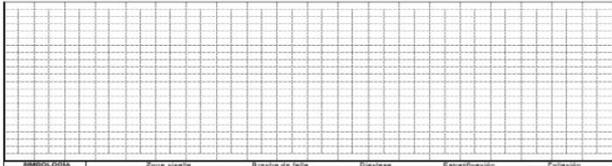
<https://doi.org/https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21413/1/UPS-CT009411.pdf>

- Morales, K. (2021). *Caracterización geoelectrica de la zona de deslizamiento de ladera en el cañón de Yerbabuena, Ahualulco, San Luis Potosí*. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/11627/5700>
- Muller, C., Pacheco, J., Angarita, M., & Alvarado, G. (2020). *El deslizamiento de las Torres del Irazú del 2020 (Costa Rica): antecedentes, colapso y situación actual*. Universidad Nacional de Costa Rica. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/11056/18054>
- Padrón, C. (2019). Evaluación del riesgo de desastres por deslizamientos de activados por lluvias. *Revista Terra Nueva Etapa*, 15(57), 123-136. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72163802004>
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. (2020-2025). *PDOT 2020-2025*. Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda.
- Quispe, R., Enríquez, N., Herrera, C., & Hinojoza, R. (2021). Susceptibilidad a Deslizamiento de Ladera mediante el Sistema de Información Geográfica. *Revista Científica del Centro de Investigación y Desarrollo Intelectual*, 2(1), 78-91. <https://doi.org/https://doi.org/10.53942/srjci.v1i2.62>
- Reyes, H. (2020). *Determinación de los factores de vulnerabilidad socioambiental, frente al deslizamiento – sector Rampac grande, distrito y provincia de Carhuaz, año 2018*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. <https://doi.org/http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3633>
- Reyna, A., Moreira, D., Bonilla, A., Pisco, J., & Macías, C. (2020). Asentamientos humanos en zonas susceptibles a riesgos por inundación y deslizamiento de la ciudad de Portoviejo. *Revista San Gregorio*, 43(1), 88-94.
- Rivas, M. (2022). *Riesgo por deslizamientos en la ciudadela Cevallos de la parroquia Francisco Pacheco, ciudad de Portoviejo*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Rivera, J., Cruz, B., & Morales, J. (2020). Zonificación de la susceptibilidad ante el deslizamiento de laderas en la región de Bahía de Banderas asociados a

- fenómenos naturales. . *Revista Biociencias*, 7(1), 345-356.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15741/revbio.07.e892>
- Romero, W., Ramos, R., Vázquez, R., & Arrogante, P. (2019). *Identificación de deslizamientos de laderas por diferencia de imágenes Aster*. Universidad autónoma de Guerrero - México.
- Sanz, P. (2021). *Análisis retrospectivo de grandes paleo-deslizamientos de ladera: estudio de tres casos en España*. Universidad Politécnica de Madrid.
<https://doi.org/https://oa.upm.es/69383/>
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2022). *Medidas de prevención y seguridad ante deslaves* . Secretaría de Gestión de Riesgos.
<https://doi.org/https://www.gestionderiesgos.gob.ec/deslaves/>
- Viltres, Y., Guardado, R., & Alfonso, L. (2019). Cartografía de la peligrosidad por deslizamientos en el municipio de Mayarí, Holguín. *Revista Minería y Geología*, 35(2), 126-146.

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de clasificación geomecánica en talud de la colina Loma de Guaranda

FICHA DE CAMPO																					
	Provincia											Registrado por			Fecha						
	cantón											coordenadas			Orientación del talud	Dip	Dip Direction				
	sector																				
MEDIDAS												Fin. Grupo, Unidad: _____									
Tipo de plano												Litología: _____									
Dip												PLANEO FF: Falla E: Estrato V: Veta									
Dip direction												C: Capatamiento D: Dobleces V: Veta									
Numero de fracturas por metro lineal																					
Conteo ()																					
Espacio entre juntas																					
>2000 mm																					
600-2000 mm																					
200-600 mm																					
60-200 mm																					
<60 mm																					
RM4 ESTADO DE LAS JUNTAS												RM1 RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA									
Longitud												Compr Simple									
<1 m												>250		250-100		50-25		25-5		<1	
1-3 m												15		12		7		4		2	
3-10 m												2									
10-20 m												1									
>20 m												0									
												RM2 INDICE RQD									
Porcentaje												90%-100%		75%-90%		50%-75%		25%-50%		<25%	
puntuacion												20		17		13		6		3	
RM5 CONDICION HIDROGEOLOGICA																					
Abertura												Estado									
Nada												Seco		Lig. Humedo		Húmedo		Goteando		Fluyendo	
<0,1 mm												5		10		7		4		0	
0,1-1,0 mm												3									
1,5 mm												1									
>5 mm												0									
Rugosidad												RMRb=RM1+RM2+RM3+RM4+RM5									
Muy rugoso												Resist. A composición simple (Mpa)									
Rugoso												Índice RQD									
Lig. Rugoso												Espaciado mm									
Ondulada												Longitud									
Suave												Abertura									
Asperidad												Rugosidad									
JRC												Alteración									
Alteración												Relleno									
Inalterada												Suma									
Lig. Alterada												Presencia de agua									
Mod. aleturada												RMR Básico									
Muy alterada												FIRMAS DE RESPONSABILIDAD									
Descompuesta																					
Relleno																					
Ninguno																					
Duro < 5 mm																					
Duro > 5 mm																					
Blando < 5 mm												Johnny Pasto		Alex Simaliza		Ing Abelardo Paucar					
Blando > 5 mm												Estudiante de titulación		Estudiante de titulación		Docente-tutor					

Anexo 2: Memoria fotográfica



Foto 1: Delimitación del lugar de estudio, agosto/2023



Foto 2: Verificación de tramos específicos, agosto/2023



Foto 3: Llenado la ficha técnica, agosto/2023

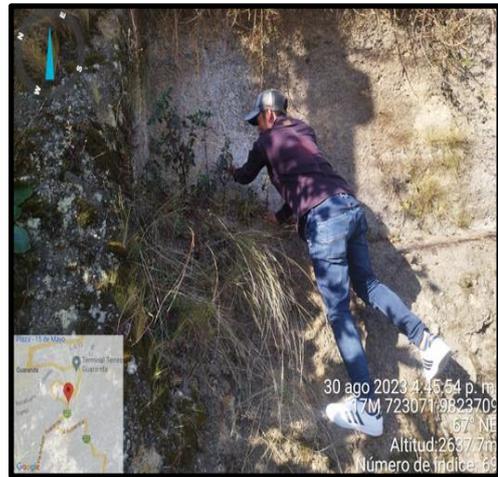


Foto 4: Utilizando la aplicación Clíno, agosto/2023



foto 5: Inspección en campo, agosto/2023



Foto 6: Recorrido por los tramos, agosto/2023 identificados