



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS

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

TEMA:

DESLIZAMIENTOS EN LA VÍA IBARRA- LITA Y SU INCIDENCIA SOBRE LOS
ELEMENTOS ESENCIALES DE LA PARROQUIA LA CAROLINA PROVINCIA DE
IMBABURA. PERIODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023

AUTOR(ES)

Gricelda Paulina Rosado Calderón

Mishel Estefany Ullrich Salas

TUTOR

Ing. Luis Villacis

Docente

GUARANDA- ECUADOR

2023

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

El suscrito Ingeniero Luis Villacis Taco MsC., Director del Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: “DESLIZAMIENTOS EN LA VÍA IBARRA- LITA Y SU INCIDENCIA SOBRE LOS ELEMENTOS ESENCIALES DE LA PARROQUIA LA CAROLINA PROVINCIA DE IMBABURA. PERIODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023”; realizado por los señores: Gricelda Paulina Rosado Calderón y Mishel Estefany Ullrich Salas, ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad.



Firmado electrónicamente por:
**LUIS HERNAN
VILLACIS TACO**

ING. LUIS VILLACIS TACO.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE PRE GRADO

II. DEDICATORIA

En la vida de una persona existen momentos memorables, momentos que se graban en la memoria del día a día y que nos marcan, para siempre. Esta tesis está dedicada a:

A Dios por su bendición y salud en el camino recorrido, a mis amados padres Cristian y Jeaneth, que, con su amor, sacrificio y entrega, me guiaron por la senda del éxito, ha sido un duro trajinar y hoy llega a su fin.

A mi esposo Fabricio por su apoyo incondicional y motivación cada día, sus palabras de aliento y consejos hicieron de mí una mejor persona, siempre me acompañará en el cumplimiento de todos mis sueños y metas.

Finalmente me gustaría dedicar esta tesis a mis amigas por apoyarme cuando más las necesité, por tenderme la mano en momentos difíciles y por el cariño entregado cada día, les agradezco desde el fondo de mi corazón, siempre las llevare en mi corazón.

Mishel Estefany Ullrich Salas

La presente tesis está dedicada:

A mis abuelos Pedro Calderón y Lucila Suárez por ser mi principal fuente de inspiración que con su amor, apoyo y consejos me han permitido llegar a esta etapa importante de vida.

A mi madre Leonor Calderón y a mi padre Julio Rosado quienes han sido un pilar fundamental en mi vida durante estos años de estudios, quienes con sus palabras aliento, motivación, consejos y valores inculcados nunca permitieron debilitarme y por el cual me esforcé cada día para no rendirme y cumplir con este logro profesional.

A mis hermanas Priscila, Stacy, Geraldine, Michelle y Danna por desmostarme su cariño, paciencia amor y empuje, por estar en los momentos alegres y triste por su confianza depositada e impulsarme a seguir adelante cumpliendo mis objetivos de vida.

A mi familia por creer en mí, por estar en los buenos y malos momentos brindándome su afecto ya apoyo incondicional para que yo pueda alcanzar mis anhelos.

A mis amigas Camila, Mishel, Pavlova y Mitzy por los momentos compartidos e inolvidables durante mi etapa universitaria, gracias por estar conmigo aún cuando los tiempos se veían difícil ustedes me motivaron e inspiraron a seguir.

Gricelda Paulina Rosado Calderón

III. AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido con su bendición culminar mis estudios, a mi esposo Fabricio, a mis padres Cristian y Jeaneth, ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, a toda mi familia, amigas por siempre estar presentes brindándome su cariño y apoyo incondicional, además de darme ejemplos de superación en la vida, de igual manera expreso mi gratitud a la Universidad Estatal de Bolívar, en sus aulas deje parte importante de mi vida y la misma que me permitió aprender y vivir nuevas experiencias por medio del aprendizaje brindado por nuestros docentes de la carrera de Administración para desastres y Gestión de Riesgos a lo largo de mi vida.

Expreso mi gratitud especial al Ing. Luis Villacis en calidad de tutor por tener la predisposición de guiarnos con conocimiento y paciencia en el trabajo realizado durante el desarrollo del proyecto de investigación para una exitosa finalización. Finalmente, Dios nos bendiga en nuestra profesión y nos haga convertir en realidad nuestros anhelos y proyectos.

Mishel Estefany Ullrich Salas

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones, salud , vida, familia y por permitirme culminar mis estudios, por eso mí agradecimiento a mis padres Julio y Leonor, a toda mi familia, amigas y compañeros, por estar allí, presentes brindándome su cariño y respaldo incondicional, además de entregarme valiosos ejemplos de superación en su vida, al mismo tiempo, expreso mi gratitud a la Universidad Estatal de Bolívar, la cual me permitió aprender y vivir nuevas experiencias por medio del aprendizaje brindado por nuestros docentes de la carrera de Administración para desastres y Gestión de Riesgos a lo largo de mi existencia.

Expreso mi gratitud especial al Ing. Luis Villacis en calidad de tutor por tener la voluntad de guiarnos con conocimiento y paciencia durante el desarrollo del proyecto de investigación para una exitosa finalización.

Finalmente, debo reconocer y agradecer a todos y cada uno de quienes han sido parte de mi camino de vida y que me han ido formando, para mí futuro.

Gricelda Paulina Rosado Calderón

IV. DERECHOS DE AUTOR

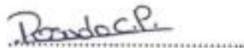
DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Rosado Calderón Gricelda Paulina y Ullrich Salas Mishel Estefany portador/res de la Cédula de Identidad No 1205849985 y 1004602775 en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación:

“Deslizamientos en la vía Ibarra-Lita y su incidencia sobre los elementos esenciales de la parroquia La Carolina provincia de Imbabura. 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.

Los autores declaran 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.



Rosado Calderón Gricelda Paulina



Ullrich Salas Mishel Estefany

V. ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

II. DEDICATORIA.....	iii
III. AGRADECIMIENTO	v
IV. DERECHOS DE AUTOR.....	vii
V. ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
VI. ÍNDICE DE FIGURAS	xii
VII. ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
VIII. ÍNDICE DE TABLAS	xiv
TEMA:	1
RESUMEN	2
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO I EL PROBLEMA.....	6
1.1. Planteamiento del Problema	6
1.2. Formulación del Problema.....	7
1.3. Objetivos.....	8
1.3.1. Objetivo General.....	8
1.3.2. Objetivos Específicos.....	8
1.4. Justificación	8
1.5. Limitaciones.....	9
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	11
2.1. Marco Referencial.....	11
2.1.1. Localización del Área de Estudio	11
2.1.2. Clima y Relieve.....	11
2.1.2.1. Clima.....	11
2.1.2.2. Relieve	11
2.1.3. Geología y Geomorfología	12
2.1.3.1. Las principales formaciones geológicas del lugar son:.....	12
2.1.4. Vía Ibarra- Lita	12
2.2. Antecedentes de la Investigación.....	15
2.3. Bases teóricas.....	18
2.3.1. Deslizamientos.....	18

2.3.2.	Partes que conforman un deslizamiento	19
2.3.2.1.	Cabeza.....	19
2.3.2.2.	Cima.....	19
2.3.2.3.	Corona.....	19
2.3.2.4.	Escarpe principal.....	19
2.3.2.5.	Escarpe secundario.....	19
2.3.2.6.	Superficie de falla	20
2.3.2.7.	Pie de la superficie de falla	20
2.3.2.8.	Base.....	20
2.3.2.9.	Punta o uña.....	20
2.3.2.10.	Cuerpo principal del deslizamiento	20
2.3.2.11.	Superficie original del terreno	20
2.3.2.12.	Costado o flanco	21
2.3.3.	Tipos de deslizamientos.....	21
2.3.3.1.	Deslizamiento rotacional	22
2.3.3.2.	Deslizamiento traslacional.....	23
2.3.4.	Causas de los deslizamientos.....	24
2.3.4.1.	Condiciones originales del talud.....	24
2.3.4.2.	Factores de deterioro.....	24
2.3.4.3.	Factores detonantes.....	24
2.3.4.3.1.	Factores de susceptibilidad.....	24
2.3.4.3.2.	Factores de disparo (detonante).....	24
2.3.5.	Análisis para la estabilidad de taludes	25
2.3.5.1.	Mohr Coulomb.....	25
2.3.5.2.	Criterio de rotura o falla.....	25
2.3.5.3.	Criterio de falla de Mohr Coulomb.....	26
2.3.6.	Método de análisis para la estabilidad de taludes	28
2.3.6.1.	Método de Bishop.....	28
2.3.6.2.	Método de Janbú simplificado.....	28
2.3.6.3.	Método de Janbú Generalizado (1968).....	29
2.3.6.4.	Modelo de estabilidad de taludes SHALSTAB	30
2.3.7.	Redes vitales	30

2.3.8.	Reducción de riesgos de Desastres	31
2.3.8.1.	Subprocesos para la reducción de riesgos.....	32
2.3.8.1.1.	Intervención prospectiva	32
2.3.8.1.2.	Intervención correctiva.....	33
2.3.8.1.3.	Protección financiera.....	33
2.3.8.1.4.	Gestión sectorial y comunitaria.....	33
2.3.9.	Medidas de reducción de riesgos	33
2.3.9.1.	Medidas estructurales.....	33
2.3.9.2.	Medidas no estructurales.....	33
2.3.10.	Medidas para estabilidad de taludes.....	34
2.3.10.1.	Reducción de fuerzas actuantes	34
2.4.	Marco legal	35
2.4.1.	La Constitución de la República del Ecuador, (2008) en la sección novena en relación a Gestión de Riesgos, menciona que:.....	35
2.4.2.	Ley Sistema Nacional de Infraestructura Vial Transporte Terrestre	36
2.4.3.	Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía Descentralización	38
2.5.	Definición de términos.....	39
2.6.	Sistema de variables.....	43
2.6.1.	Operacionalización de variables	44
3.	CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	49
3.1.	Nivel de Investigación	49
3.2.	Diseño de la investigación	50
3.3.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	50
3.4.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	51
3.4.1.	Metodología para el procesamiento de la información del objetivo 1: Identificar las áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, parroquia La Carolina.	52
3.4.2.	Metodología para el procesamiento de la información del objetivo 2: Analizar los elementos esenciales ante la amenaza de deslizamientos.	55
	Metodología para el procesamiento de la información del objetivo 3:.....	65
4.	CAPITULO IV RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	66
4.1.	Resultado según objetivo específico1	66
4.1.1.	Zonas Susceptibles a Deslizamientos en la vía Ibarra- Lita	66

4.1.1.1.	Delimitación de la Cuenca hidrográfica	66
4.1.1.2.	Análisis de Suelo	68
4.1.1.3.	Análisis de recursos en el modelo Shalstab.....	69
4.1.1.4.	Generación de Mapa de Curvas de nivel.....	70
4.1.1.5.	Generación de Mapa de pendientes	71
4.1.1.6.	Generación del Mapa de Zonas de Acumulación de flujo.....	72
4.1.1.7.	Generación del mapa de q/T de zonas inestables	73
4.1.1.8.	Software GEO5 para comprobación de la estabilidad del Talud en el punto crónico inestable.	78
4.2.	Resultados según objetivo 2:	81
4.2.1.	Red vial panamericana.....	81
4.2.2.	Puentes	82
4.2.3.	Sistema de agua potable.....	84
4.2.4.	Sistema eléctrico	89
4.3.	Resultados según objetivo 3.....	93
4.3.1.	Tema:	93
4.3.2.	Justificación:	93
4.3.3.	Objetivos:.....	94
4.3.3.1.	Objetivo General	94
4.3.3.2.	Objetivos Específicos:	94
4.3.4.	Medidas para la reducción de riesgos ante la amenaza de deslizamientos en el área de estudio	95
5.	CÁPITULO V MARCO ADMINISTRATIVO.....	103
5.1.	Cronograma de actividades.....	103
5.2.	Presupuesto de actividades desarrolladas en el proyecto de investigación.....	106
6.	CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
6.1.	Conclusiones	107
6.2.	Recomendaciones	108
7.	BIBLIOGRAFÍA	110
8.	ANEXOS	120
8.1.	Anexos 1; documentación fotográfica	120
8.2.	Anexos 2, Entrevistas de las matrices de elementos esenciales en la vía Ibarra- Lita	126

VI. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes que conforman un deslizamiento.	21
Figura 2 Deslizamiento tipo rotacional.....	22
Figura 3 Deslizamiento tipo traslacional	23
Figura 4 Representación del criterio de rotura:.....	26
Figura 5 Representación del criterio de rotura.....	28
Figura 6 Diagrama de flujo para determinar las áreas susceptibles a deslizamientos	54

VII. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 <i>Mapa de localización geográfica de la vía Ibarra- Lita.</i>	14
Gráfico 2 <i>Delimitación de la cuenca hidrográfica del Río Mira en base al Modelo Digital de Elevación.</i>	67
Gráfico 3 <i>Corte del Mapa Geopedológico del Área delimitado con la Cuenca hidrográfica Río Mira.</i>	69
Gráfico 4 <i>DEM de la cuenca hidrográfica exportada al software ArcView GIS 3.2 EL DEMN.</i> 70	
Gráfico 5 <i>Curvas de nivel de la cuenca hidrográfica del Río Mira con un intervalo de 10m</i>	71
Gráfico 6 <i>Mapa de pendientes de la cuenca hidrográfica del Río Mira.</i>	72
Gráfico 7 <i>Mapa de Zonas de Acumulación de flujo de la cuenca hidrográfica del Río Mira.</i>	73
Gráfico 8 <i>Mapa de q/T de zonas inestables ArcView</i>	75
Gráfico 9 <i>Mapa de áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita</i>	76
Gráfico 10 <i>Mapa de elementos esenciales (sistema de agua potable) susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra-Lita</i>	87
Gráfico 11 <i>Mapa de elementos esenciales (postes eléctricos) susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra-Lita</i>	91

VIII. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de Operacionalización de Variable Independiente.....	44
Tabla 2 Matriz de operacionalización de Variable Dependiente	46
Tabla 3 Densidad relativa del ángulo de fricción interna	53
Tabla 4 Densidad del suelo	53
Tabla 5 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación de la Red vial Panamericana ante deslizamientos.....	56
Tabla 6. Resultados niveles de vulnerabilidad red vial panamericana	56
Tabla 7 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación de Puentes ante deslizamientos.	57
Tabla 8 Resultados niveles de vulnerabilidad de puentes.....	57
Tabla 9 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema de agua potable componente captación ante deslizamientos.	58
Tabla 10 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema de agua potable componente conducción ante deslizamientos.	59
Tabla 11 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema de agua potable componente tratamiento ante deslizamientos.	60
Tabla 12 Resultados para el nivel de vulnerabilidad del sistema de Agua Potable.....	61
Tabla 13 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico componente subestación ante deslizamientos.	61
Tabla 14 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico componente postes ante deslizamientos.	62
Tabla 15 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico componente transformadores ante deslizamientos.....	63
Tabla 16 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico, componentes seccionadores ante deslizamientos.....	63

Tabla 17 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico componente conductor media función ante deslizamientos.....	64
Tabla 18 Resultados para el nivel de vulnerabilidad del sistema eléctrico.....	65
Tabla 19 Densidad relativa Ángulo de fricción	68
Tabla 20 Áreas inestables	77
Tabla 21 Resultados del análisis de estabilidad del talud del punto crónico inestable.....	79
Tabla 22. Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación de la red vial ante deslizamientos en la vía Ibarra Lita, parroquia La Carolina	81
Tabla 23 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación de puentes ante deslizamientos en la vía Ibarra Lita, parroquia La Carolina	82
Tabla 24 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema de agua potable componentes captación, conducción y tratamiento ante deslizamientos en la vía Ibarra Lita, parroquia La Carolina.	84
Tabla 25 Ubicación de los componentes del sistema de agua potable en zonas de susceptibilidad a deslizamientos	88
Tabla 26 Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico componentes subestación, postes, transformadores, seccionadores, conductor media función ante deslizamientos en la vía Ibarra Lita, parroquia La Carolina.	89
Tabla 27 Ubicación de los postes eléctricos en zonas de susceptibilidad a deslizamientos	92
Tabla 28 Medidas para la reducción de riesgos ante la amenaza de deslizamientos en el área de estudio (Medidas estructurales)	95
Tabla 29 Medidas para la reducción de riesgos ante la amenaza de deslizamientos en el área de estudio (Medidas no estructurales)	98
Tabla 30 Medidas y acciones para reducir la exposición de los elementos esenciales frente a la amenaza de deslizamiento en la vía Ibarra- Lita.....	100
Tabla 31 Cronograma de actividades.....	103
Tabla 32 Recursos y materiales	106

TEMA:

DESLIZAMIENTOS EN LA VÍA IBARRA- LITA Y SU INCIDENCIA SOBRE LOS
ELEMENTOS ESENCIALES DE LA PARROQUIA LA CAROLINA PROVINCIA DE
IMBABURA. PERIODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023

RESUMEN

El presente trabajo de titulación denominado “Deslizamientos en la vía Ibarra-Lita y su incidencia sobre los elementos esenciales de la parroquia La Carolina provincia de Imbabura. Periodo mayo- septiembre 2023” tuvo como objetivo determinar las áreas susceptibles a deslizamientos para establecer medidas de reducción de riesgos. La presente investigación es de tipo descriptiva, mixta y de campo, utilizando metodologías cualitativas y cuantitativas, se realizó la determinación de las áreas susceptibles a deslizamientos mediante la metodología en función de la ley Mohr Coulomb que utiliza los factores de la textura de suelo, densidad del suelo y ángulo de fricción, para obtener las características crónica inestable, alto inestable, medio inestable, bajo inestable, poco estable y estable del talud, además de la utilización del software Geo5 para la comprobación del resultado de la estabilidad del talud, en el punto con inestabilidad crónica. Para la obtención de los resultados del grado de susceptibilidad de los elementos esenciales se consideró la metodología del (PNUD; SNGR, 2011) para evaluar las variables del sistema vial, puentes, sistema agua potable y el sistema eléctrico, obteniendo un nivel entre bajo y medio. Finalmente se estableció medidas de reducción de riesgos estructurales y no estructurales en función a la información inicial del primer objetivo, también se diseñaron medidas y acciones que deben considerar las autoridades para reducir el grado de susceptibilidad de los elementos esenciales.

ABSTRACT

The present work entitled "Sliding on the Ibarra-Lita road and its impact on the essential elements of the parish La Carolina province of Imbabura. The period May-September 2023" aimed to determine the areas susceptible to landslides to establish risk reduction measures. The present research is descriptive, mixed and field type, using qualitative and quantitative methodologies, the determination of the areas susceptible to landslides was carried out by means of the methodology according to the Mohr Coulomb law, the factors of soil texture, soil density and friction angle are used, to obtain the chronic unstable characteristic of the slope, in addition to the use of the Geo5 software to check the result of the stability of the slope, at the chronic unstable point. To obtain the results of the degree of susceptibility of the essential elements, the methodology of the (UNDP; SNGR, 2011) was considered to evaluate the variables of the road system, bridges, drinking water system and the electrical system, obtaining a level between low and medium. Finally, structural and non-structural risk reduction measures were established based on the initial information of the first objective, measures and actions were also designed that must be considered by the authorities to reduce the degree of susceptibility of the essential elements.

INTRODUCCIÓN

Los desastres naturales ocurren en todo el mundo, por supuesto de igual manera en Ecuador, ya que es un país propenso a sufrir desastres naturales, debido a su diversidad de condiciones geográficas, que afecta la vida de las personas causando grandes adversidades. Desde la antigüedad se han registrado inundaciones, terremotos, deslizamientos, explosiones volcánicas, entre otros, los mismos que han afectado, no solo a las personas de manera físicamente, socialmente, sino también económica y educativamente. (Vinocunga Viracucha & Cayo Montes, 2016)

Los deslizamientos de tierra son uno de los muchos desastres naturales que causan destrucciones masivas y pérdidas de vidas en todo el mundo. Un deslizamiento de tierra es una falla de pendientes o caídas, es un flujo incontrolable de roca, tierra, escombros o su combinación. Los deslizamientos de tierra son el resultado del fracaso de los materiales que forman las laderas de las colinas y se ven reforzados por la fuerza de la gravedad. (Planeta Tierra, 2020)

En la provincia de Imbabura se ha registrado de modo constante la presencia de movimientos en masa, en específico en la vía Ibarra- Lita, generando la destrucción de la vía y el cierre de la misma, causando pérdidas de producción económicas y en el ámbito social pérdidas de vidas humanas, daños a la salud, trabajo y educación.

El presente proyecto de investigación denominado “Determinación de áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, parroquia La Carolina, cantón Ibarra, provincia de Imbabura” tiene como finalidad la identificación de las áreas susceptibles a deslizamientos y a su vez el planteamiento de medidas que permitan reducir los riesgos.

Mediante la determinación de las áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra-Lita, se podrá obtener mapas realizados mediante la metodología de aplicación del criterio de falla de Mohr Coulomb, indicando la ubicación y el nivel del riesgo que se localizan en estas áreas, que permitirá la realización de un análisis de los elementos expuestos del sector para el planteamiento de medidas adecuadas y encaminadas a la reducción del riesgo.

CAPITULO I EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El cantón Ibarra por su ubicación geográfica se caracteriza por tener una topografía y morfología bastante irregular, es por ello, que se encuentra expuesta a una variedad de amenazas tanto de origen natural como antrópicas, siendo los deslizamientos el evento de mayor periodicidad en la parroquia La Carolina debido a las fuertes pendientes que presenta.

En la parroquia La Carolina existen 65 fallas geológicas que están presentes en casi todo el territorio. Esta situación pone en alto riesgo tanto a la población como a la estructura civil, siendo esto evidente en la vía que conecta a Ibarra y San Lorenzo, donde se puede apreciar varios agrietamientos producto de esta condición. (PDyOT GAD San Pedro de La Carolina, 2015)

Las precipitaciones oscilan entre 750 a 1250 mm en la parroquia La Carolina. En época de invierno de los años 2011 y 2014, las fuertes precipitaciones suscitadas desencadenaron deslizamientos, dejando como consecuencias la acumulación de escombros, taponamiento de alcantarillas, graves afectaciones en la red vial. (PDyOT GAD San Miguel de Ibarra, 2023)

El escenario de deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, es originado por las fuertes precipitaciones y la composición geomorfológica, lo que genera parte de la destrucción en la carretera impidiendo que los habitantes del Norte del país no tengan otra alternativa para viajar entre provincias como; Esmeraldas, Imbabura y Carchi, causando pérdidas de vidas humanas en la producción, recursos, materiales e impidiendo a gran parte de la población acceder a su trabajo, estudios y salud, además de no realizarse estudios recurrentes en la zona, por tal motivo, la presente investigación tiene como finalidad la determinación de las áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, con una distancia aproximada de 45 km entre la Y de

Salinas y la parroquia La Carolina, ya que de esta manera los habitantes del sector contarán con un instrumento que les permita conocer el riesgo al que se encuentran expuestos e implementar las medidas de reducción de riesgos.

1.2. Formulación del Problema

¿La determinación de áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, permitirá proponer medidas de reducción de riesgos?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar las áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, parroquia La Carolina, cantón Ibarra, provincia de Imbabura como medida de reducción de riesgos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Identificar las áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, parroquia La Carolina.
- ✓ Analizar los elementos esenciales ante la amenaza de deslizamientos.
- ✓ Proponer medidas para la reducción de riesgos ante la amenaza de deslizamientos en el área de estudio.

1.4. Justificación

La presente investigación consiste en la determinación de áreas susceptibles, la misma que permite la identificación del nivel de susceptibilidad en el área de estudio, teniendo como objeto principal, desarrollar la capacidad de prevenir afectaciones, evaluar las consecuencias negativas que se producen en la sociedad y disminuir su impacto por medio de estrategias de reducción de riesgos.

Se reconoce la importancia de la implementación de este proyecto por la significancia de la reducción de riesgos, teniendo en cuenta de conformidad con el “artículo 389 de la Constitución de la República del Ecuador, en la sección novena, señala que, es obligación del Estado proteger a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de

desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.” (Asamblea Constituyente, 2008)

Los deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, son originado por las fuertes precipitaciones y la composición geomorfológica, causando la destrucción en la carretera impidiendo el paso de los habitantes del Norte, entre provincias como Esmeraldas, Imbabura, Carchi, cerrando por completo su accesibilidad a la misma, siendo ellos los principales beneficiarios de la investigación, que tiene como prioridad la determinación de áreas susceptibles para la reducción de riesgos.

A través de esta investigación se conseguirá cooperar a la ciudadanía mediante la orientación a aquellas entidades involucradas en la toma de decisiones para reducir el impacto de los daños ocasionados por deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, siendo posible que se pueda llegar a tomar en cuenta dentro de la planificación del desarrollo provincial, correspondientes a los planes de ordenamiento territorial, por parte de la prefectura de Imbabura.

1.5. Limitaciones

Dentro del desarrollo de nuestro proyecto de investigación se encontraron las siguientes limitaciones:

- ✓ La vía de acceso al área de estudio es complicada y peligrosa por la presencia de deslizamientos.
- ✓ Suspensión de las obras de recuperación de la vía Ibarra- Lita por problemas legales.
- ✓ Limitado acceso a la información técnico-científica actualizada.
- ✓ No es posible acceder a la vía en presencia de precipitaciones.

- ✓ Limitado acceso de levantamiento de información en campo, debido deterioro de la vía Ibarra-Lita a la altura del Guadual.
- ✓ Escasez de estudios técnicos de los elementos esenciales (vía, puentes, sistema de agua potable, sistema eléctrico).

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Referencial

2.1.1. Localización del Área de Estudio

El área de estudio pertenece a la zona rural del cantón de Ibarra, en la provincia de Imbabura, ubicado geográficamente al Norte del país, dónde tiene como límites; al norte la parroquia Lita, al sur la parroquia Salinas y Cahuasqui, al este el río Mira, y al oeste la parroquia la Merced de Buenos Aires. (PDyOT GAD San Pedro de La Carolina, 2015)

2.1.2. Clima y Relieve

2.1.2.1. Clima

El clima predominante en La Carolina es un térmico húmedo subtropical (30% de la localidad), seguido de meso subtropical térmico semi húmedo (20% de la localidad). La temperatura a nivel parroquial se encuentra en un rango de 8-22 ° C. La temperatura más baja se encuentra al sur de la parroquia, claramente en el nivel más alto de 3.000 metros sobre el nivel del mar. Por otro lado, existe la temperatura más alta (20-22 ° C) al norte, correspondiente a áreas bajas, en el cual es un lugar donde se establecen varios centros de población. (PDyOT GAD San Pedro de La Carolina, 2015)

2.1.2.2. Relieve

El lugar de estudio se encuentra asentada principalmente en una zona montañosa. Según la geomorfología del lugar, la mayor área corresponde al relieve escarpado, ocupando el 35,6% de la parroquia, seguidos de pendientes irregulares, que ocupan el 27% de la parroquia, y finalmente relieves montañosos, que ocupan el 21% de la parroquia. Estas fuertes irregularidades

en el territorio limitan la actividad agrícola y son consideradas un grave problema. (PDyOT GAD San Pedro de La Carolina, 2015)

2.1.3. Geología y Geomorfología

2.1.3.1. Las principales formaciones geológicas del lugar son:

- Cayo de la Sierra comprende un área de 6149 ha, teniendo como características; lutitas, cherts, areniscas.
- Volcánico Pisayambo con un área de 5055 ha que tiene como características granodiorita, diorita, pórfido,
- Silante comprende un área de 4480 ha que tiene como características flujos de lava y piroclastos andesíticos a riolíticos. (PDyOT GAD San Pedro de La Carolina, 2015)

En la parroquia La Carolina existen 65 fallas geológicas que cubren casi todo el territorio, especialmente en la parte Centro Norte, donde se ubican la mayoría de los centros poblados. Esta situación pone en gran riesgo tanto a la ciudadanía como a las estructuras civiles, como se evidencia en la vía que une Ibarra con San Lorenzo, donde se aprecian varias grietas producto de esta situación. Por lo tanto, es importante proporcionar áreas seguras para acomodar a las personas en caso de un evento de riesgo potencial. (PDyOT GAD San Pedro de La Carolina, 2015)

2.1.4. Vía Ibarra- Lita

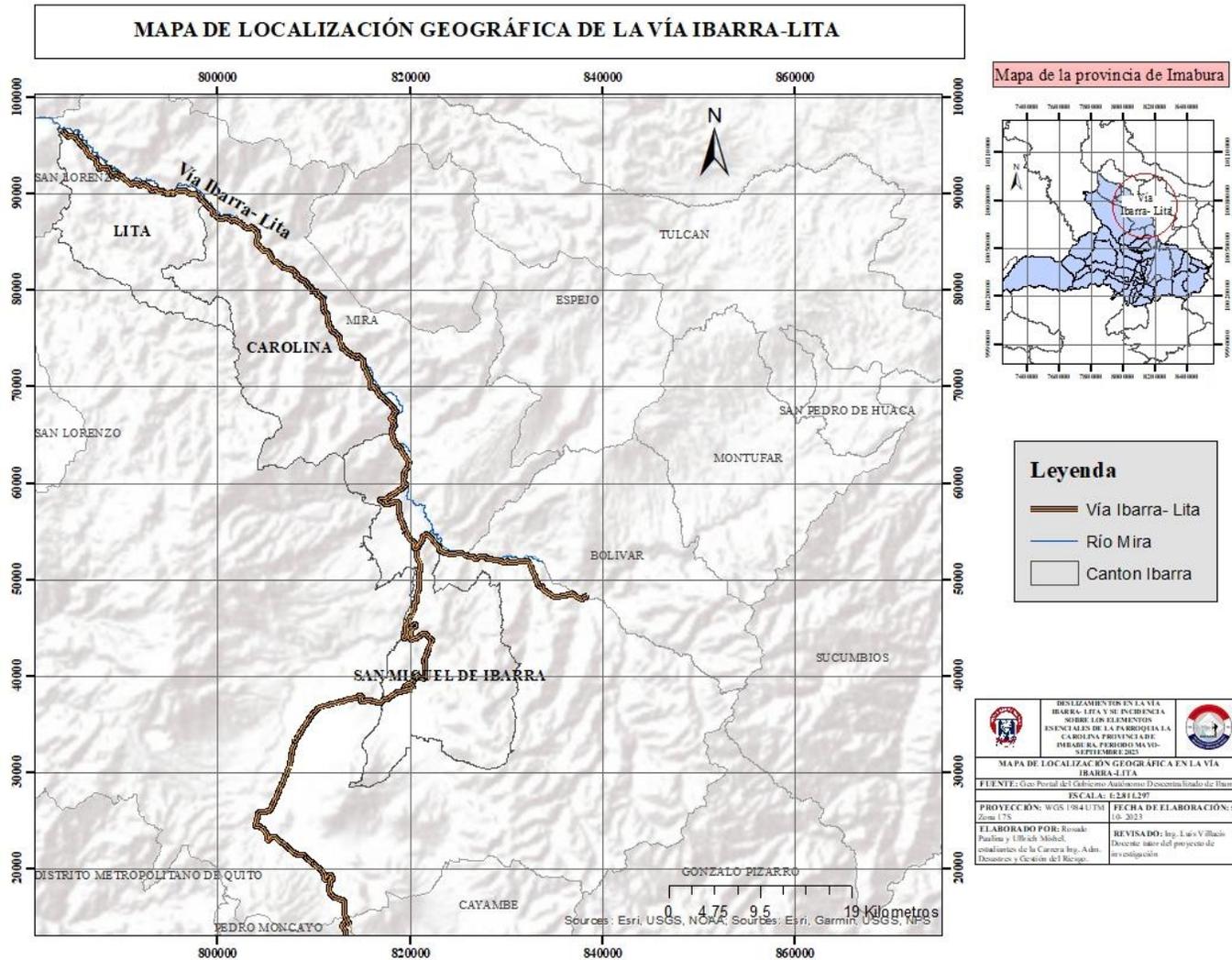
El componente de red vial está establecido por el paso de la vía de primer orden vía San Lorenzo que se encuentra al lado noreste de la franja parroquial y que forma parte de una red vial de primera calidad, carretera E10, la misma que se encuentra ubicada paralela al río Mira, en

relación de la cabecera parroquial las vías son de segundo orden, por otro lado el las vías de acceso a las comunidades son de tercer orden y no se encuentran delimitadas, ya que son accesos hechos por los asentamientos humanos existentes que tienden a ser muy conflictivos y en demora para el traslado de varios puntos del centro de la cabecera parroquial a distintos puntos dificultando la accesibilidad del comercio principalmente. (PDyOt GAD de Lita , 2014)

En el eje vial E10, que conecta la provincia de Imbabura con Esmeraldas, tramo Ibarra-Lita- San Lorenzo, se reportan constantemente la presencia de deslizamientos, que son causados por las fuertes lluvias, tipo de suelo y pendiente del lugar, por tal razón es considerado de alto riesgo. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2018)

Gráfico 1

Mapa de localización geográfica de la vía Ibarra- Lita.



Nota: el mapa de localización se lo elaboró con la información del Geo portal del GAD Provincial de Imbabura, Esri.

2.2. Antecedentes de la Investigación

Aplicación del criterio de falla Mohr – Coulomb para determinar zonas susceptibles a movimientos en masa en la vía Chimbo – El Torneado, en el periodo junio a diciembre 2022

La presente investigación, radicó en aplicar el criterio de Falla de MOHR – COULOMB, p a través de este determinar zonas susceptibles a movimientos en masa en la arteria vial Chimbo – El Torneado. La investigación se realizó, aplicando algunas metodologías, tales como el Criterio MOHR – COULOMB y el Método Simplificado de Bishop, a la par de esto, como técnica de recolección de datos se desarrolló una observación de campo y la revisión bibliográfica – documental, mientras que para el procesamiento de datos e información se usó diferentes aplicaciones informáticas (softwares), principalmente Google Earth Pro, ArcGIS 10.5. Siendo así, en un primer momento se determinó las zonas susceptibles a movimientos en masa en la vía Chimbo – El Torneado, a través del Criterio de Falla de MOHR – COULOMB, para lo cual se analizó la textura, densidad, ángulo de fricción del suelo y se generó mediante el Módulo SHALSTAB de ArcView GIS 3.2, además de realizarse el análisis de estabilidad de los taludes que se localizaron en zonas susceptibles a movimientos en masa, por medio del Software Geotécnico GEO 5 y aplicando el Método Simplificado de Bishop. (Estrada Tigsilema & Pucha Guaila, 2022)

Por último, se formuló medidas de reducción de riesgos ante movimientos en masa, con un enfoque en los taludes, abarcando dos líneas de acción, la parte estructural que incluye las obras físicas que ayudan a mitigar y reducir el riesgo y la parte no estructural, que hace referencia aquellas acciones no físicas que contribuyen a atender los peligros. (Estrada Tigsilema & Pucha Guaila, 2022)

Determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa en el sector norte del área urbana del cantón Gonzanamá

La presente investigación se enfocó en la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitiendo realizar a la determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa en el sector Norte del área urbana del cantón Gonzanamá. Con esta perspectiva se ha llevado a cabo la evaluación de la susceptibilidad en base a un sistema teórico, el cual consiste en evaluar cuantitativamente el mayor número de factores condicionantes del terreno los cuales influyen directamente en la aparición de Movimientos en Masa. Con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica, se trataron en forma digital cada una de las variables analizadas para superponer los mapas temáticos y obtener el mapa donde se muestran las zonas de susceptibilidad a movimientos en masa. (Bravo Mejía & González Sisalima, 2009)

Esta información obtenida, tanto en forma digital como en forma física servirá de base y punto de partida para la implementación de un correcto Ordenamiento Territorial con miras a un Desarrollo Sustentable del sector norte del área urbana del cantón Gonzanamá, facilitando así la toma de decisiones y el adecuado manejo de los recursos tanto humanos, como ambientales y económicos. (Bravo Mejía & González Sisalima, 2009)

Susceptibilidad a deslizamientos en la vía Aloag – Santo domingo, mediante lógica difusa

La presente investigación estudia los deslizamientos ya que son eventos concurrentes en la mayoría de las vías del Ecuador, ya sea por los factores naturales de la topografía, o por causas antrópicas. La vía Aloag – Santo Domingo es una de las más transitadas en el país, ya que por esta conecta la Sierra con la Costa, sin embargo, a pesar de su importancia ha sido históricamente

afectada por deslizamientos con grandes pérdidas materiales y humanas, sin llevar a cabo estudios que coadyuven su prevención. El objetivo de estudio fue determinar la susceptibilidad a deslizamientos en esta importante arteria vial, mediante Lógica Difusa como una propuesta técnica para la zonificación e identificación de puntos críticos de este peligro geológico que ayude en la planificación y toma de decisiones. Se utilizó siete variables; cercanía a ríos, vías, fallas geológicas, cobertura vegetal, tipo de roca; precipitación y pendiente, las cuales fueron normalizadas a través de una función de membresía según su relación con el evento analizado. Dos modelos fueron obtenidos, el primero resultante de un promedio difuso, y el segundo de una mixtura entre lógica difusa, combinación lineal ponderada y matriz de Saaty. (Palacios Orejuela, 2020)

El modelo fue comparado con un registro de deslizamientos, de los cuales en su mayoría coinciden con las zonas críticas identificadas mediante Fuzzy, lo que respalda el correcto modelamiento realizado. Con este estudio, se ofreció una forma económica, precisa e integral de evaluar este evento que puede servir como insumo dentro del ordenamiento territorial y la gestión de riesgos. (Palacios Orejuela, 2020)

Susceptibilidad a deslizamientos en la carretera Jipijapa – Puerto Cayo

La investigación realizó una evaluación de la susceptibilidad a deslizamientos en la carretera Jipijapa-Puerto Cayo, tomando en cuenta la composición y el grado de meteorización de los suelos y las rocas, el clima, la deforestación y las pendientes de taludes en la carretera, se utilizó la metodología con investigación descriptiva, los métodos de campo y bibliográfico y como método científico la observación de la situación actual de la carretera, en zonas con derrumbes y deslizamientos de suelo y rocas. Los resultados permiten concluir que las zonas susceptibles a deslizamientos es el Cerro de Joa que comprende el tramo uno, dos y tres; por

presentar una explotación irracional de material pétreo. Además, en otros tramos, existen derrumbes de rocas porque se meteorizan por acción de las lluvias y el viento y son removidas por tráfico pesado, estas caen en cunetas o carpeta asfáltica obstaculizando el normal tránsito vehicular. (Ponce López, 2017)

Las rocas meteorizadas están en diferentes tramos, la altura de talud está entre 290 y 477 msnm, existiendo una distancia del derrumbe o deslizamiento desde 3,50 m hasta llegar a la carretera obstaculizando el normal flujo vehicular, esto fortalecido por la deforestación que existen en los cerros identificados en 17 tramos evaluados y las pendientes de taludes están entre 66 y 90°. (Ponce López, 2017)

2.3.Bases teóricas

2.3.1. Deslizamientos

Son movimientos gravitacionales de masas de roca o suelo que deslizan sobre una o varias superficies de rotura al superarse la resistencia al corte en estos planos. Características fundamentales de este tipo de inestabilidad son la presencia de planos de rotura más o menos netos y el movimiento del material conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido. (Instituto Geológico y Minero de España, España)

Para (Chacón, 2012), describe a los deslizamientos como una deformación frágil de masas coherentes de suelos geotécnicos o macizos rocosos por el desplazamiento de la masa sobre una superficie plana, cilíndrica o compuesta, sin que se involucre necesariamente ninguna deformación íntima de la masa.

Según mencionan los autores (Corominas & Yagüe, 1997) el deslizamiento es un desplazamiento ladero abajo de una masa de suelo o roca, que tiene lugar predominantemente

sobre una o más superficies de rotura, o zonas relativamente delgadas con intensa deformación de cizalla. Elementos característicos de este tipo de movimiento son la presencia de superficies de rotura definidas y la preservación a grandes rasgos de la forma de la masa desplazada.

2.3.2. Partes que conforman un deslizamiento

2.3.2.1.Cabeza

Parte superior de la masa de material que se mueve. La cabeza del deslizamiento no corresponde necesariamente a la cabeza del talud. Arriba de la cabeza está la corona. (Suárez Díaz, 2012)

2.3.2.2.Cima

El punto más alto de la cabeza, en el contacto entre el material perturbado y el escarpe principal. (Suárez Díaz, 2012)

2.3.2.3.Corona

El material que se encuentra en el sitio, (prácticamente inalterado), adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza. (Suárez Díaz, 2012)

2.3.2.4.Escarpe principal

Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material conforma la superficie de la falla. (Suárez Díaz, 2012)

2.3.2.5.Escarpe secundario

Superficie muy inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve. En un deslizamiento pueden formarse varios escarpes secundarios. (Suárez Díaz, 2012)

2.3.2.6. Superficie de falla

Área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza. En algunos movimientos no hay superficie de falla. (Suárez Díaz, 2012)

2.3.2.7. Pie de la superficie de falla

La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno. (Suárez Díaz, 2012)

2.3.2.8. Base

El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla. (Suárez Díaz, 2012)

2.3.2.9. Punta o uña

El punto de la base que se encuentra más distancia de la cima. (Suárez Díaz, 2012)

2.3.2.10. Cuerpo principal del deslizamiento

El material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla. Se pueden presentar varios cuerpos en movimiento. (Suárez Díaz, 2012)

2.3.2.11. Superficie original del terreno

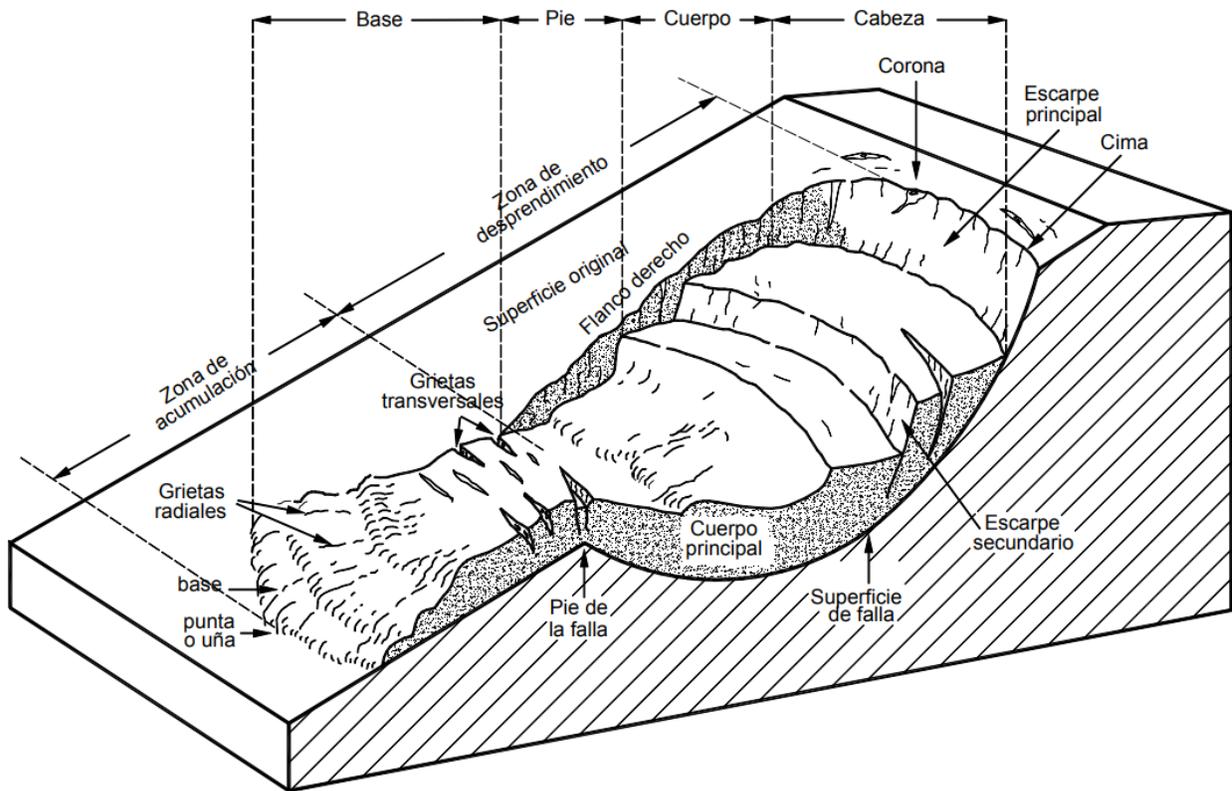
La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento. (Suárez Díaz, 2012)

2.3.2.12. Costado o flanco

Un lado (perfil lateral) del movimiento. Se debe diferenciar el flanco derecho y el izquierdo. (Suárez Díaz, 2012)

Figura 1

Partes que conforman un deslizamiento.



Nota: en la figura se observa las partes que conforman los deslizamientos según (Suárez Díaz, 2012)

2.3.3. Tipos de deslizamientos

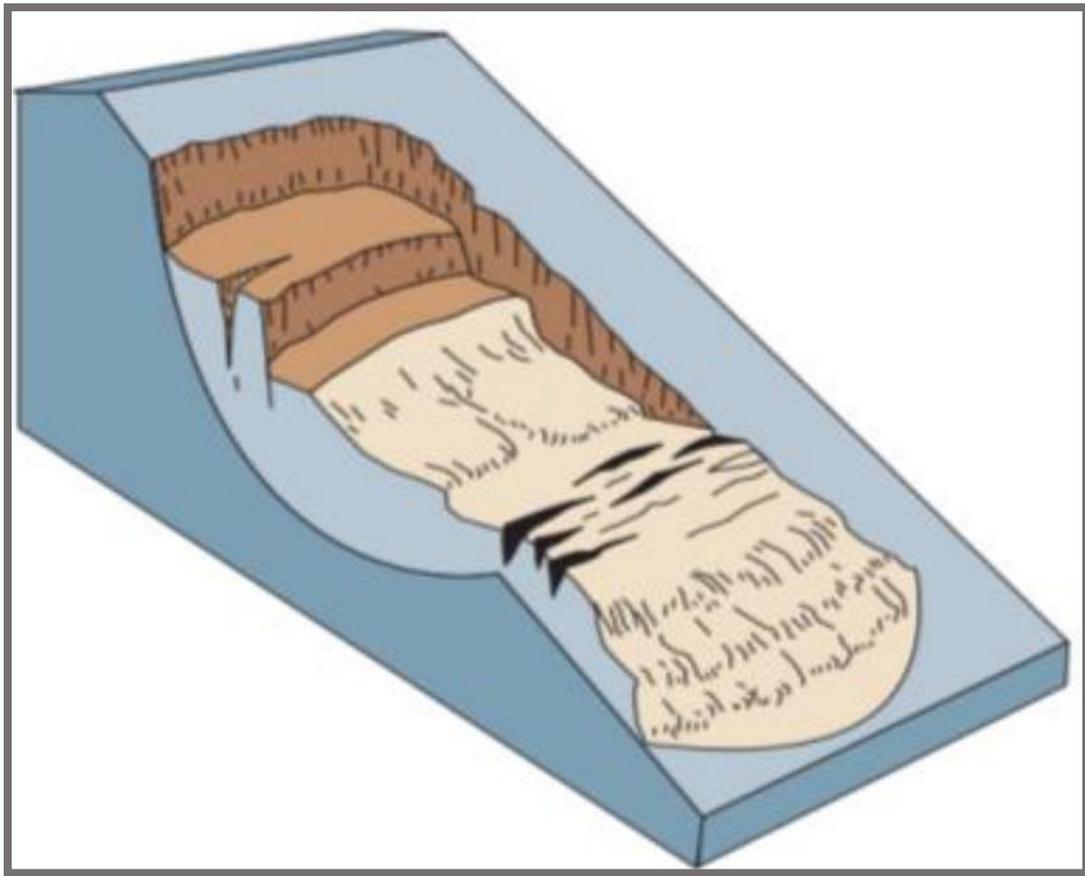
Los deslizamientos pueden ser de tipo rotacional y traslacional:

2.3.3.1. Deslizamiento rotacional

Deslizamientos en los que su superficie principal de falla resulta cóncava hacia arriba (forma de cuchara o concha), definiendo un movimiento rotacional de masa inestable de suelo y/o fragmentos de rocas con centro de giros por encima de su centro de gravedad. A menudo estos deslizamientos rotacionales ocurren en suelos arcillosos blandos, aunque también se presentan en formaciones de rocas blandas muy intemperizadas. (De la Luz, 2011)

Figura 2

Deslizamiento tipo rotacional



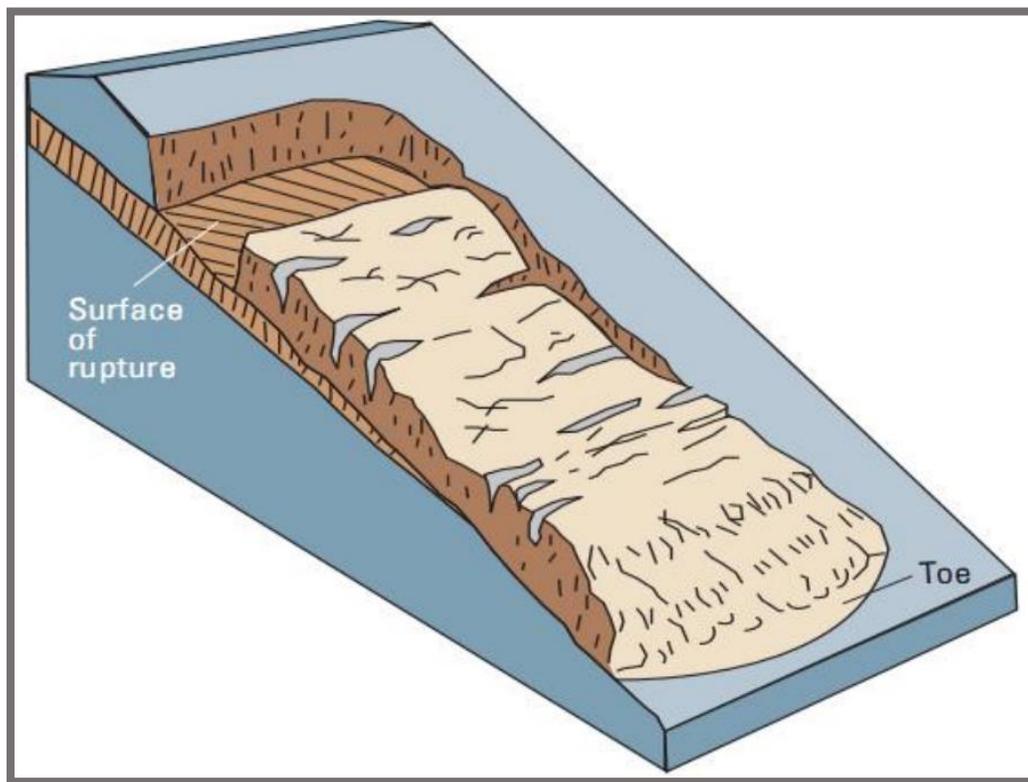
Nota: en la figura se observa cómo es un deslizamiento de tipo rotacional según (De la Luz, 2011)

2.3.3.2.Deslizamiento traslacional

Son deslizamientos en los que la masa de suelos y/o fragmentos de rocas se desplazan hacia abajo, a lo largo de la superficie de falla más o menos plana, con muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Usualmente determinan deslizamientos someros en suelos granulares, o bien están definidos por superficies de debilidad en formaciones rocosas tales como planos de estratificación, juntas y zonas de diferentes alteración o meteorización de las rocas, con echado propicio al deslizamiento (De la Luz, 2011)

Figura 3

Deslizamiento tipo traslacional



Nota: en la figura se observa cómo es un deslizamiento de tipo traslacional según (De la Luz, 2011)

2.3.4. Causas de los deslizamientos

Los movimientos de ladera debido a su distribución temporal y espacial están condicionados por la presencia de factores propios y/o factores externos a ella. (Suaréz Diaz, 1998) clasifica estos factores en tres grupos.

2.3.4.1. Condiciones originales del talud

Determina la susceptibilidad al deterioro, es la acción de los factores detonantes y al fallamiento de la geología, topografía y característica de los materiales y perfiles, condiciones ambientales generales, cobertura vegetal.

2.3.4.2. Factores de deterioro

Pueden producir modificaciones lentas y movimientos en el talud los cuales en ocasiones pueden ser detectados por medio de métodos geoacústicas o por inclinómetros.

2.3.4.3. Factores detonantes

Aumentos en los esfuerzos cortante que activa el movimiento a lo largo de la superficie de falla. Los autores como (Soeters & Van Westen, 1996) y (Mora & Vahrson, 1994) diferencian solo dos grupos de factores, como son los factores de susceptibilidad y de disparo. Estos factores se definen de la siguiente manera:

2.3.4.3.1. Factores de susceptibilidad

Son aquellos de intrínsecamente forman parte de las propiedades y comportamiento del medio, es decir, que constituyen los elementos pasivos. Como es el caso del relieve del terreno, su constitución geológica y las condiciones naturales de humedad.

2.3.4.3.2. Factores de disparo (detonante)

Son aquellos factores exteriores que inducen a un comportamiento dinámico activo y que a partir de las condiciones iniciales generan mayor o menor intensidad del fenómeno.

Fundamentalmente son inherentes a la intensidad del movimiento sísmico y a las lluvias.

2.3.5. Análisis para la estabilidad de taludes

2.3.5.1. Mohr Coulomb

Es uno de los criterios de falla más utilizados a nivel mundial, por su simplicidad y certidumbre. Este criterio omite la importancia de un esfuerzo intermedio (σ_2) y nos brinda una ecuación en la que sólo se relacionan los esfuerzos máximos (σ_1) y mínimos (σ_3) con el coeficiente de fricción interna (q) y la resistencia a la compresión sin confinamiento (UCS).

(Campos Rodríguez, 2019)

$$UCS + q\sigma_3 = \sigma_1$$

En donde el coeficiente de fricción interna puede ser calculado a partir del ángulo de fricción interna de falla (θ_f).

$$q = \frac{1 + \sin \theta_f}{1 - \sin \theta_f}$$

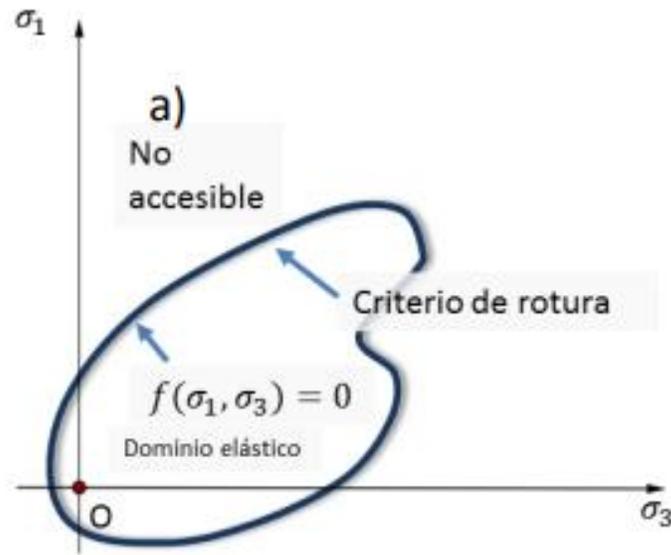
2.3.5.2. Criterio de rotura o falla

(Oyola Guzmán & Vaca Oyola, 2018) mencionan que la falla o rotura de un material se determina en términos de resistencia o deformaciones. Por lo general se suele hacer en términos de resistencia, para ello en un plano σ_3 y σ_1 (Esfuerzo principal menor- esfuerzo principal mayor) se define una superficie f .

Figura 4

Representación del criterio de rotura:

En el plano $\sigma_3 - \sigma_1$



Nota: en la figura describe como es la representación de criterio de rotura de acuerdo a (Oyola Guzmán & Vaca Oyola, 2018)

La expresión para delimitar la superficie de fluencia f , se estila escribir como: $(\sigma_3, \sigma_1) = 0$, donde f es la superficie que delimita el dominio elástico del material en el espacio bidimensional de tensiones principales mayor (σ_1) y menor (σ_3) ver en la figura 4. La ecuación que describe esta superficie de fluencia es el criterio de rotura. Para materiales homogéneos, continuos, isótropos y linealmente elásticos (material ideal) suelen existir diferentes criterios de falla, pero criterio de falla de Mohr-Coulomb define una superficie de fluencia lineal a diferencia de los otros.

2.3.5.3. Criterio de falla de Mohr Coulomb

Es una de las teorías de falla más ampliamente utilizadas en mecánica de suelos, dada la simplicidad, y la relativa facilidad de obtención de los parámetros, además de la vasta literatura desarrollada en torno a este criterio de rotura. En la mayoría de los casos es frecuente definir el criterio de rotura en función de la tensión tangencial (τ) y la tensión normal (σ) en un determinado plano. La superficie de fluencia es de la forma. La expresión matemática que relaciona los esfuerzos de corte con los parámetros de resistencia del suelo está dada por:

$$\tau \leq c + \tan \varphi$$

Siendo:

c: La cohesión

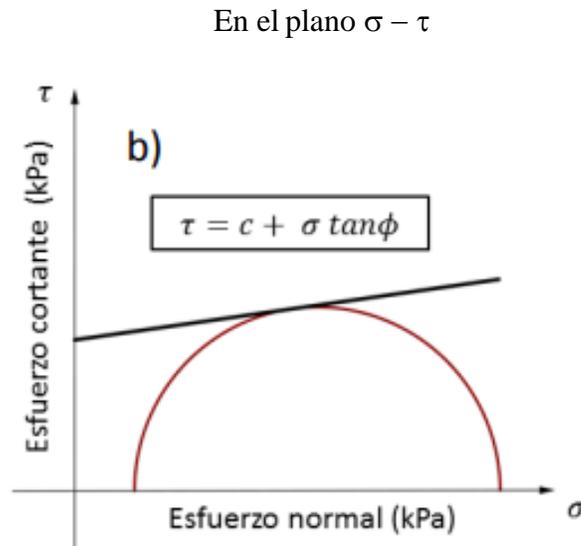
φ : El ángulo de fricción interna del material

τ : Tensión tangencial

En la figura 5 se muestra la recta de “resistencia intrínseca para un determinado suelo del cual se conoce el ángulo de fricción interna (φ) y cohesión (c). Se presenta el estado tensional en varios planos del suelo (círculo de Mohr), en ella se observa que la recta y el círculo son tangentes, en el punto de tangencia, es decir para ese estado tensional del suelo, la rotura del suelo es inminente. Desde un punto de vista geométrico: los puntos que se encuentran por debajo de la recta de resistencia intrínseca están en dominio elástico mientras que los que se sitúan encima se encuentran en el dominio plástico, es decir, un estado de rotura.

Figura 5

Representación del criterio de rotura



Nota: en la figura describe como es la representación de criterio de rotura de acuerdo a (Oyola Guzmán & Vaca Oyola, 2018)

2.3.6. Método de análisis para la estabilidad de taludes

2.3.6.1. Método de Bishop

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

2.3.6.2. Método de Janbú simplificado

El autor (Avila, 2008) describe que el método de Janbú simplificado es muy similar al método de Bishop simplificado, pero en el caso de Janbú solo se cumple el equilibrio total de

fuerzas horizontales, pero no el de momentos. El diagrama de fuerzas actuante en una rebanada es el mismo que el diagrama para el caso de Bishop. El método es una de las primeras rutinas para el análisis de superficies de rotura no circulares, suponiendo que las fuerzas entre elementos son nulas; por lo tanto, la expresión obtenida por la fuerza normal a las rebanadas es la misma que para el método de Bishop. En este caso, el equilibrio de las fuerzas horizontales proporciona un Factor de Seguridad de equilibrio de fuerzas sin considerar las fuerzas entre elementos (F_0). Para incluir el efecto de las fuerzas entre elementos al cálculo se puede aplicar un factor de corrección (f_0) de tal manera que el Factor de Seguridad del equilibrio de Fuerzas horizontales (F_f) es el siguiente:

$$F_f = f_0 \cdot F_0$$

2.3.6.3. Método de Janbú Generalizado (1968)

El método propuesto por Janbú en 1968 describe que el método puede ser aplicado a superficies de deslizamientos circulares como no circulares. La formulación original fue ampliada para cubrir el análisis de la capacidad portante y de los problemas de presión de tierras. Este fue el primer método de rebanadas donde se satisfacían los equilibrios globales de Momentos y Fuerzas.

Janbú a través de la formulación de las ecuaciones generales de equilibrio logro resolver de manera vertical y horizontal respecto a la base de cada rebanada. Considerando el equilibrio global de fuerzas se obtiene una expresión para el Factor de Seguridad F_f . Para que el problema sea estáticamente determinado, se impone la posición de la línea de acción de las fuerzas entre elementos. Haciendo equilibrio de momentos desde el centro de la base de cada elemento, el

equilibrio de momentos global se verifica, y las fuerzas entre elementos se pueden calcular. De hecho, se encuentran insertadas dentro la expresión del factor de seguridad dónde se verifican ambos, el equilibrio global de fuerzas y el de momentos. (Avila, 2008)

2.3.6.4. Modelo de estabilidad de taludes SHALSTAB

SHALSTAB se basa en una forma de pendiente infinita de la ley de falla de Mohr-Coulomb en la que el componente pendiente descendente del peso del suelo justo en el momento de la falla, t , es igual a la fuerza de resistencia causada por la cohesión (cohesión del suelo y/o fuerza de las raíces), c , y por la resistencia a la fricción debida a la tensión normal efectiva en el plano de falla:

$$\tau = c + (\sigma - u) \tan \varphi$$

Dónde:

σ : es la tensión normal

u : la presión de poro que se opone a la carga normal

$\tan \varphi$: es el ángulo de fricción interna de la masa de suelo en el plano de falla.

Este modelo supone que las resistencias al movimiento a lo largo de los lados y extremos del deslizamiento no son significativas (Montgomery & Dietrich, 1998)

2.3.7. Redes vitales

La cobertura de la infraestructura y servicios básicos, constituyen el soporte físico del desarrollo territorial, son herramientas de gestión para el proceso urbanístico, y se constituyen en

instrumentos de fortalecimiento del desarrollo humano, la economía local y regional, por ende, hacen del territorio un espacio competitivo.

Las redes de agua potable, alcantarillado y de vialidad, son infraestructuras esenciales para el desenvolvimiento normal de una población y, en caso de desastres, son primordiales para garantizar el funcionamiento normal, la atención de emergencias, la pronta recuperación y rehabilitación del territorio. (Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo. , 2012)

El análisis de vulnerabilidad física de redes vitales, (agua potable, alcantarillado y vialidad), se realiza para identificar las características y evaluar las condiciones de los sistemas en que la sociedad depende tanto durante su operación normal como durante situaciones de respuesta y recuperación frente a emergencias. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2011)

2.3.8. Reducción de riesgos de Desastres

La reducción del riesgo de Desastres tiene como meta reducir el nivel de riesgos que enfrentan varias comunidades alrededor del mundo. Esto se lleva a cabo mediante la implementación de políticas y otras medidas para mantener bajo control a los impulsores de riesgo subyacentes tales como un desarrollo económico desigual, desarrollo urbano y regional pobremente planificado y gestionado, el declive de los servicios ambientales que brindan los ecosistemas, pobreza y desigualdad, gobernabilidad ineficiente y capacidades locales débiles.

La reducción del riesgo de desastres se realiza implementando medidas que tienen como meta:

- ✓ Reducir el nivel de exposición a amenazas;

- ✓ Reducir el grado de vulnerabilidad de la población, comunidades, infraestructura, bienes, procesos, servicios, etc.;
- ✓ Aumentar el nivel de preparación de las comunidades.

(Naciones Unidas, 2013)

La reducción del riesgo de desastres es el concepto y la práctica de reducirlos a través de esfuerzos sistemáticos para analizar y disminuir los factores que causan los desastres. Entre los ejemplos de tareas para reducir el riesgo de desastres se pueden mencionar la reducción del grado de exposición a las amenazas, la disminución de la vulnerabilidad, tanto de las personas como de sus propiedades, una gestión sensata de los suelos y del medio ambiente, y una mejor preparación y sistemas de alerta temprana para enfrentar eventos adversos. (Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres, 2013)

2.3.8.1. Subprocesos para la reducción de riesgos

2.3.8.1.1. Intervención prospectiva

Mediante la planificación ambiental sostenible, el ordenamiento de territorios, planificaciones sectoriales, regulaciones y especificaciones técnicas, estudios de prefactibilidad y diseños adecuados; se trata de prevenir nuevos escenarios de riesgos impidiendo que los elementos expuestos sean vulnerables o que lleguen a estar expuestos ante posibles eventos desastrosos. (UNGRD, 2014)

2.3.8.1.2. Intervención correctiva

Este subproceso tiene como objetivo reducir el nivel de riesgo existente en la sociedad mediante acciones de mitigación, enfocado en tratar de disminuir las condiciones de amenaza y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos. (UNGRD, 2014)

2.3.8.1.3. Protección financiera

Se promueve la incorporación de instrumentos financieros de Retención o Transferencia del Riesgo. Entre los cuales se encuentran los seguros, uno de los mecanismos más difundidos que ofrece el mercado para transferir el riesgo; también existen otros mecanismos como los bonos para catástrofes y los derivados climáticos. (UNGRD, 2014)

2.3.8.1.4. Gestión sectorial y comunitaria

Esta línea promueve la incorporación de medidas de reducción del riesgo, el uso de lineamientos y estándares, y el desarrollo de políticas de regulación técnica en los ámbitos público, privado y comunitario, a través de esquemas de planificación sectorial, organización social y vida cotidiana. (UNGRD, 2014)

2.3.9. Medidas de reducción de riesgos

2.3.9.1. Medidas estructurales

Cualquier construcción física para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas, o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las amenazas. (ISDR , 2009)

2.3.9.2. Medidas no estructurales

Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación. (ISDR , 2009)

2.3.10. Medidas para estabilidad de taludes

2.3.10.1. Reducción de fuerzas actuantes

Es el procedimiento por medio del cual se tiende a lograr equilibrios de las masas del talud, reduciendo las fuerzas desestabilizadoras que producen el movimiento.

- ✓ *Modificación de la geometría del talud:* se logra redistribuir las fuerzas debidas al peso de los materiales, obteniéndose una nueva configuración más estable
- ✓ *Sistemas de drenaje:* las medidas de drenaje tienen por finalidad eliminar o disminuir el agua presente en el talud y, por tanto, las presiones intersticiales que actúan como factor desestabilizador en las superficies de rotura o grietas de tracción
- ✓ *Protección de la superficie:* la técnica de protección de la superficie o revestimiento es utilizada para la prevención y protección de erosión en los mismo, protegiendo sus zonas críticas y cumpliendo funciones de disminución de infiltración y mantenimiento del suelo en condiciones estables de humedad. Estas estructuras de revestimientos son aplicables a los taludes geotécnicamente estables.
- ✓ *Empleo de materiales ligeros:* lo que se busca es la reducción de las fuerzas motoras empleando en el cuerpo del terraplén materiales de bajo peso volumétrico. El uso de materiales ligeros debe comprenderse claramente cuando se compacten los terraplenes,

pues muchos de ellos se degradan estructuralmente por compactación muy enérgica y pierden su característica de materiales ligeros. (Alberti Arroyo y otros, 2006)

2.4. Marco legal

2.4.1. La Constitución de la República del Ecuador, (2008) en la sección novena en relación a Gestión de Riesgos, menciona que:

Art. 389.- “El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

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

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.

4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo”.

(Asamblea Constitucional, 2008)

Art. 390.- “Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad”. (Asamblea Constitucional, 2008)

2.4.2. Ley Sistema Nacional de Infraestructura Vial Transporte Terrestre

Art. 12.- Planificación de la vialidad. El ministerio rector deberá aprobar el respectivo plan sectorial de infraestructura vial. En el caso de los gobiernos autónomos descentralizados que

tienen la competencia en infraestructura vial, su planificación constará en sus instrumentos de ordenamiento territorial.

En dichos planes se incluirá la infraestructura vial existente y aquella proyectada, en la que se deberá considerar espacios para la construcción de ciclovías cuando las condiciones técnicas lo permitan.

Art. 13.- Proyectos. La infraestructura del transporte terrestre se desarrollará a través de la elaboración de proyectos integrales, que contendrán la documentación necesaria para hacer factible su ejecución, de conformidad con la ley, reglamentos y demás normas vigentes. En caso de tener incidencia en la red vial estatal, el ministerio rector revisará y aprobará la prefactibilidad y factibilidad de los proyectos de infraestructura vial. Todos los proyectos de infraestructura vial, sean nuevos o que supongan la intervención o modificación de anteriores, deberán incluir los estudios de impacto ambiental, social y de seguridad vial de acuerdo con la normativa aplicable para el efecto emitida por la autoridad competente.

Se considerarán además las afectaciones sobre el hábitat construido a los predios y las medidas necesarias para compensar a los propietarios de los mismos. En el proceso de elaboración y previo a la aprobación de los proyectos se informará a los niveles de gobierno sobre los que transcurra la vía para que remitan sus observaciones y sugerencias.

Art. 25.- Responsabilidad. Los funcionarios designados para la supervisión, conservación o mantenimiento del derecho de vía serán legal y pecuniariamente responsables en caso de permitir la ocupación de la vía y de la faja correspondiente del derecho de vía, dentro de su jurisdicción.

(REPUBLICA DEL ECUADOR ASAMBLEA NACIONAL, 2017)

2.4.3. Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía Descentralización

Art. 184.- Fondo especial para mantenimiento vial con el aporte ciudadano. - Los gobiernos autónomos descentralizados provinciales podrán establecer una contribución especial por mejoramiento vial, sobre la base del valor de la matriculación vehicular, cuyos recursos serán invertidos en la competencia de vialidad de la respectiva circunscripción territorial.

Art. 41.- Funciones. - Son funciones del gobierno autónomo descentralizado provincial las siguientes:

- a) Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial provincial, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas provinciales en el marco de sus competencias constitucionales y legales.
- b) Diseñar e implementar políticas de promoción y construcción de equidad e inclusión en su territorio, en el marco de sus competencias constitucionales y legales
- c) Implementar un sistema de participación ciudadana para el ejercicio de los derechos y avanzar en la gestión democrática de la acción provincial
- d) Elaborar y ejecutar el plan provincial de desarrollo, el de ordenamiento territorial y las políticas públicas en el ámbito de sus competencias y en su circunscripción territorial, de manera coordinada con la planificación nacional, regional, cantonal y parroquial, y realizar en forma permanente, el seguimiento y rendición de cuentas sobre el cumplimiento de las metas establecidas
- e) Ejecutar las competencias exclusivas y concurrentes reconocidas por la Constitución y la ley y. en dicho marco prestar los servicios públicos, construir la obra pública provincial, fomentar las actividades provinciales productivas, así como las de vialidad, gestión ambiental, riego, desarrollo agropecuario y otras que le sean expresamente delegadas o

descentralizadas, con criterios de calidad, eficacia y eficiencia, observando los principios de universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, solidaridad, interculturalidad, subsidiariedad, participación y equidad

- f) Fomentar las actividades productivas y agropecuarias provinciales, en coordinación con los demás gobiernos autónomos descentralizados
- g) Promover los sistemas de protección integral a los grupos de atención prioritaria para garantizar los derechos consagrados en la Constitución en el marco de sus competencias
- h) Desarrollar planes y programas de vivienda de interés social en el área rural de la provincia
- i) Promover y patrocinar las culturas, las artes, actividades deportivas y recreativas en beneficio de la colectividad en el área rural, en coordinación con los gobiernos autónomos descentralizados de las parroquiales rurales
- j) Coordinar con la Policía Nacional, la sociedad y otros organismos lo relacionado con la seguridad ciudadana, en el ámbito de sus competencias
- k) Las demás establecidas en la ley.

(COOTAD, 2014)

2.5. Definición de términos

Amenaza: Peligro latente que representa la probabilidad de la ocurrencia de un evento físico se presente con cierta intensidad, en un lugar específico y en un tiempo determinado que puede causar alteraciones y efectos adversos en el ambiente, las personas, bienes, servicios.

(Lavell, 2000)

Basin: en ArcGIS es una herramienta que crea un ráster que delinea todas las cuencas de drenaje (Esri, 2023)

Densidad real del suelo: corresponde al peso de la unidad de volumen de los sólidos del suelo. Se determina obteniendo el peso seco de la muestra del suelo y el volumen ocupado por los sólidos de la muestra. El volumen se halla por medio de un aparato denominado picnómetro, y el procedimiento corresponde a la aplicación del principio de Arquímedes, es decir, determina qué volumen de líquido desplazan los sólidos al ser sumergidos. (Rubio Gutierrez, 2010)

Deslizamientos: son movimientos gravitacionales de masas o roca o suelo que deslizan sobre una o varias superficies de rotura al superarse la resistencia al corte en estos planos. Ocurren cuando caen intensas lluvias, se produce una rápida fusión de la nieve o hielos o un lago de cráter se desborda desprendiendo elementos vulnerables del paisaje en laderas escarpadas y, en consecuencia, grandes cantidades de tierra, rocas, arena o lodo se deslizan rápidamente ladera abajo. (Organización Meteorológica Mundial, 2022)

Desastres: Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción. (Comisión Nacional Técnica Asesora para el Conocimiento del Riesgo, 2017)

Elementos esenciales: Infraestructuras o elementos estratégicos que permiten el funcionamiento del territorio, tales como: vías, sistemas de agua potable, alcantarillado, telecomunicaciones, edificios que albergan funciones importantes de gobierno, zonas de concentración comercial entre otras; los mismos que requieren ser protegidos por su importancia

y para garantizar el funcionamiento normal de una sociedad o comunidad; y sobre los cuales los actores encargados del territorio puedan actuar tanto para su administración en tiempo normal como también para su gestión en caso de emergencia. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020)

Exposición: situación en la que se encuentran las personas, las infraestructuras, las viviendas, las capacidades de producción y otros activos humanos tangibles situados en zonas expuestas a amenazas. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2019)

Fill: en ArcGIS es una herramienta que modifica los diferentes valores de elevación que rellena sumideros en un ráster de superficie para quitar pequeñas imperfecciones en los datos (Esri, 2023).

Flow direction: en ArcGIS es una herramienta que toma una superficie como entrada y proporciona como salida un ráster que muestra la dirección del flujo que sale de cada celda. (Esri, 2023)

Flow accumulation: en ArcGIS es una herramienta que calcula el flujo acumulado como el peso acumulado de todas las celdas que fluyen hacia cada celda con pendiente descendente en el ráster de salida. (Esri, 2023)

Pendiente: Se trata de la pendiente de la ladera definida como el ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal. Su valor se expresa en grados de 0° a 90° o en porcentaje. La pendiente es una variable cuantitativa continua que se deriva del DEM. (Corporación de Cuencas de Tolimas, 2014)

Reducción de riesgos: Medidas compensatorias dirigidas a cambiar o disminuir las condiciones de riesgo existentes. Son medidas de prevención mitigación y preparación que se

adoptan con anterioridad de manera alternativa, prescriptiva o restrictiva, con el fin de evitar que se presente un fenómeno peligroso, o para que no generen daños, o para disminuir sus efectos sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente. (Lavell, 2000)

Riesgos: Es la probable pérdida de vidas o daños ocurridos en una sociedad o comunidad en un período de tiempo específico, que está determinado por la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018)

Talud: Un talud es una porción de tierra elevada, de dimensiones variables, generalmente rematando por una cuneta y caracterizado por una vegetación específica. Puede bordear un camino, abierto como consecuencia del paso de animales y hombres; en este caso, se construye con el tiempo. Pero también puede ser fruto de una construcción artificial con tierra o piedra; en este caso, se trata de una arquitectura concienzuda y sabia, que remonta a una época lejana en el tiempo. (Jacana Mijoy, 2013)

Textura de suelo: La proporción (en porcentaje de peso) de las partículas menores a 2 mm de diámetro (arena, arcilla y limo) existentes en los horizontes del suelo. (Gisbert Balnquer y otros, 2010)

Watershed: Determina el área de contribución por sobre un conjunto de celdas de un ráster (Esri, 2023).

Vulnerabilidad: se refiere a una serie de características diferenciadas de la sociedad, o subconjuntos de la misma que le predisponen a sufrir daños frente al impacto de un evento físico externo, y que dificultan su posterior recuperación. Es sinónimo de debilidad o fragilidad, y la antítesis de la capacidad y fortaleza (Lavell, 2000)

Zonas inestables: es el área que presenta inestabilidad de terreno debido a la combinación de condiciones geológicas, hidrológicas y geomorfológicas y su modificación por

procesos geodinámicos y vegetación, uso de la tierra y actividades humanas, así como la frecuencia e intensidad de precipitación y sismicidad. (Olivia González y otros, 2017)

2.6. Sistema de variables

Variable independiente: Deslizamientos

Variable dependiente: Incidencia de los elementos esenciales ante deslizamientos

2.6.1. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	ITEM - INDICADOR	ESCALAS	INTRUMENTO
Deslizamientos	Proceso en cual se mueve una masa de suelo o roca ladera abajo, cuyo desplazamiento sucede a lo largo de una superficie de falla.	Pendiente	Ángulo	0 -10%	Modelo Digital de Elevación (DEM) ArcView GIS 3.2- Modulo Shalstab
				10 - 20 %	
				20 – 41%	
				41 – 60%	
				60 – 70%	
				70 – 80%	
				80 – 100%	
		Más de 100%			
		Tipo de Suelo	Textura de Suelo	Arena	Ley de Mohr Coulomb, Shapefile
				Arcilla	
Limos					
Granito					
Rocas metamórficas					
Franco					
Franco Arenoso					
Franco Arcilloso					
Angulo de fricción	Esfuerzo de ruptura de un material	Arena muy suelta < 30	ArcView GIS 3.2- Modulo Shalstab		
		suelta 30-32			
		media 32-35			
		densa 35-38			
		muy densa >38			
Arcilla 25					

		Limos 15-20	
		Rocas metamórficas	
		25- 35	
		Granito 40-45	
		Arenosos 1600-2000	
		kg/m ³	
Densidad real del suelo	Representado en kg/m ³	Arcilloso 1460-1650	Método de picnómetro
		kg/m ³	
		Orgánico 250	
		kg/m ³	
Zonas inestables, estables	Inestabilidad, estabilidad de pendientes	Crónico Inestable Alto Inestable Medio Inestable Bajo Inestable Poco inestable Estable	ArcGIS 10.5 Programa ArcView Shalstab

Nota: esta tabla describe la operacionalización de la variable independiente mediante, la definición, dimensión, indicador, escala e instrumento de la variable.

Tabla 2

Matriz de operacionalización de Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	ITEM - INDICADOR	ESCALAS	INTRUMENTO
Incidencia de los elementos esenciales ante deslizamientos	Infraestructuras o elementos estratégicos que permiten el funcionamiento del territorio, tales como: vías, sistemas de agua potable, sistema eléctrico que albergan funciones los mismos que requieren ser protegidos por su importancia y para garantizar el funcionamiento normal de una sociedad o comunidad; y sobre los cuales los actores encargados	Sistema Red Vial Panamericana	Estado Revestimiento	Bueno Regular Malo	Entrevista a técnicos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas - Imbabura
			Mantenimiento	Planificado Esporádico Ninguna	
			Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002 Versión al 2002 No Aplica Normativa	
			Estado actual	Bueno Regular Malo	
	Sistema Agua Potable	Tratamiento Captación, Conducción	Antigüedad	0 a 25 años 25 a 50 años mayor a 50 años	Entrevistas a Técnicos de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado EMAPA-I
			Mantenimiento	Planificado Esporádico Ninguna	

del territorio
puedan actuar tanto
para su
administración en
tiempo normal
como también para
su gestión en caso
de emergencia

Sistema eléctrico	Subestación	Material de construcción	PVC Hormigón Asbesto Cemento Mampostería de piedra y mampostería de ladrillo	
		Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS Entre IEOS y la norma local Luego de la norma	
		Estado actual	Bueno Regular Malo	
	Subestación	Antigüedad	0 a 25 años 25 a 50 años mayor a 50 años	Entrevistas a Técnicos de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado EMAPA-I
		Material de construcción	Hormigón Armado	
		Transformadores mVA (estado)	Bueno Regular Malo	
		Estándar de diseño y estructuración	Norma técnica Ninguna/No cumple	
	Poste	Tipo de material	Hormigón Armado Metálicos Madera	Entrevistas a Técnicos de la operacionalización y mantenimiento del sistema
		Estado de poste	Bueno Malo	

			eléctrico del Cantón Ibarra
Transformadores	Aterramiento	Si No	
	Potencia		25 kVA
			50 kVA
			100 Kva
Estado de trasformador		Bueno Regular Malo	
	Potencia	Con Protección Sin Protección	
Seccionadores	Tipo seccionador	A transformador A red	
	Estado de seccionador	Bueno Regular Malo	
Conductor de Media	Tipo de conductor	A scr # 1/10 A scr # 2 Cobre cableado # 2	
	Estado del conductor	Bueno Regular Malo	

Nota: esta tabla describe la operacionalización de la variable dependiente mediante, la definición, dimensión, indicador, escala e instrumento de la variable

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

El presente trabajo de investigación sobre los “*Deslizamientos en la vía Ibarra – Lita y su incidencia sobre los elementos esenciales de la parroquia La Carolina, provincia Imbabura. Período Mayo- septiembre 2023*” enmarca los niveles de investigación descriptiva, explicativo, de campo y mixta.

- ✓ **Descriptiva:** Se utilizó el nivel de investigación descriptiva ya que, en primer lugar, se procedió a la obtención de información y datos proporcionados por fuentes oficiales (ALASKA FACILITY DEL SENSOR ALOS PALSAR, EMAPA-I, EMELNORTE, MTOP, IGM, ATLAS DE RIESGOS DEL SNGR, MAGAP, GAD DE MUNICIPAL DE IBARRA, GOBIERNO PROVINCIAL DE IMBABURA, ARCOTEL), para posteriormente los investigadores se enfocan en analizar las características de las mismas mediante la observación directa, recopilando y registrando la información.
- ✓ **Mixta:** porque tuvo un enfoque de tipo cualitativo y cuantitativo. Cualitativo, ya que se describirá las características de la estabilidad e inestabilidad de las zonas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra-Lita, además se demostró la incidencia que tienen los deslizamientos sobre los elementos esenciales, lo cual permitió proponer medidas de reducción de riesgos ante los deslizamientos en el área de estudio. Cuantitativa porque se obtuvo los resultados de textura de suelo, ángulo de fricción, densidad real del suelo, pendiente, obteniendo así los valores de las zonas de acumulación y posteriormente obtuvo como resultados el mapa de zonas susceptibles.
- ✓ **De Campo:** se realizó la vista al lugar, entrevistas a actores claves de las instituciones como Empresa Municipal de Agua potable y Alcantarillado (EMAPA I), Ministerio De

Transporte y Obras Públicas (MTOPE), Empresa Eléctrica Regional Norte (EMELNORTE) con la finalidad de desarrollar el objetivo 2 de la investigación.

3.2. Diseño de la investigación

Para llevar a cabo el estudio se consideró el diseño de investigación de tipo transversal debido a que se efectuó en un solo momento y tiempo único con los datos obtenidos se procedió a realizar la observación, descripción y análisis para la identificación de las áreas de susceptibilidad a deslizamientos.

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Objetivo 1

Para el desarrollo del objetivo 1 que hace mención a Identificar las áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, parroquia La Carolina, se realizó la revisión bibliográfica, salidas de campo para obtener las coordenadas y fotografías respectivas de los puntos donde existen deslizamientos a lo largo de vía, se hizo uso de cartografía del Modelo Digital de Elevación (MDE) descargada en la página a ALASKA FACILITY DEL SENSOR ALOS PASAR, shape de geopedología proporcionado por el MAGAP, con esta información se procedió a realizar el ejercicio y de esta manera obtener el mapa de las áreas susceptibles a deslizamientos.

Objetivo 2

En el caso del objetivo 2 que es Analizar los elementos esenciales ante la amenaza de deslizamientos para la obtención de información se realizaron entrevistas a los actores claves de las instituciones EMELNORTE, EMAPA-I, MTOPE, y así se procedió a aplicar la matriz de

evaluación de los elementos esenciales (sistema de agua, red vial panamericana, sistema eléctrico, puentes) para tener como resultado la incidencia de los deslizamientos sobre elementos esenciales y que serán representados en gráficos y tablas.

Objetivo 3

Para continuar con el desarrollo del tercer objetivo 3 *Proponer medidas para la reducción de riesgos ante la amenaza de deslizamientos en el área de estudio*. se procedió a una revisión bibliográfica sobre medidas de reducción de riesgos enfocados deslizamientos y áreas susceptibles, de acuerdo a la realidad del área objeto de investigación, se describió medidas estructurales y no estructurales.

3.4. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

El procesamiento y análisis de datos utilizados en los objetivos específicos ejecutó mediante la utilización de herramientas informáticas (office) y software, los mismos que permitieron el desarrollo de los objetivos planteados para el proyecto de investigación de “Deslizamientos en la vía Ibarra- Lita y su incidencia sobre los elementos esenciales de la parroquia La Carolina provincia de Imbabura, periodo mayo- septiembre 2023” por lo cual se usó de manera específica los siguientes programas:

- ✓ **Microsoft Excel:** utilizado para la realización, procesamiento de las tablas y matrices del proyecto de investigación.
- ✓ **Microsoft Word:** se empleo para la elaboración y procesamiento de datos del proyecto de investigación.
- ✓ **Microsoft Visio:** se realizó del diagrama de flujo.

- ✓ **ArcGIS 10.5:** se utilizó para la delimitación del área de estudio, tomando como punto de partida el modelo digital de elevación (DEM) de la vía Ibarra- Lita.
- ✓ **ArcView GIS 3.2:** será utilizada de forma principal para el análisis q/T en el módulo SHALSTAB, el mismo que nos permitirá realizar curvas de nivel, mapa de pendientes, mapa de acumulación de flujo y finalmente mapa de áreas susceptibles a deslizamientos de la vía Ibarra- Lita.
- ✓ **Google earth:** para el levantamiento de información del área de estudio y datos GIS.
- ✓ **ALOS PALSAR:** herramienta satelital que permitió descargar de forma gratuita el modelo digital de elevación (DEM) del área de estudio a una resolución de 12.5 metros, se encontró en el sitio web de EARTH DATA.
- ✓ **GEO5 Software Geotécnico:** para calcular la estabilidad e inestabilidad del talud del punto crítico.

3.4.1. Metodología para el procesamiento de la información del objetivo 1:

Identificar las áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, parroquia La Carolina.

La determinación de las áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, para su desarrollo, se aplicó el Criterio de Falla MOHR COULOMB, por el cual se realizó la delimitación del área de estudio por medio del modelo digital de elevación (DEM) a 12.5 metros el cual en primera instancia se trabajó con el software ArcGIS con la herramienta del arctoolbox (Mosaico) el mismo que nos permitió unir los ráster descargados, posteriormente se trabajó con las herramientas de fill, flow direction, basin, flow accumulation, watershed, para obtener finalmente la cuenca hidrográfica que se encuentra en la vía Ibarra- Lita. Una vez delimitada la cuenca hidrográfica para el área de estudio, se trabajó por medio del software ArcView GIS 3.2

utilizando el módulo SHALSTAB para generar el mapa de curvas de nivel, mapas de pendientes, mapas de zonas de acumulación y del análisis q/T, el cual finalmente permitió obtener las áreas susceptibles a deslizamientos, para la realización del análisis q/T en el módulo de Shalstab con el Criterio de Falla MOHR COULOMB, se trabajó por medio de la identificación del tipo del suelo para estimar el ángulo de fricción y su densidad, luego de delimitar el área de estudio, se desarrollará mediante el “Mapa Geopedológico del Ecuador Continental, Revisado 2019, Escala 1:25.000, Año 2009-2015”, realizando cortes de la cuenca hidrográfica, con la herramienta clip del software ArcGIS, lo que permitió determinar sus características (textura del suelo), por medio de un análisis de las áreas expuestas en el tipo de suelo del área delimitada.

Tabla 3

Densidad relativa del ángulo de fricción interna

DENSIDAD RELATIVA DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	
Arena	
Muy suelta	< 30
Suelta	30-32
Media	32-35
Densa	35-38
Muy densa	> 38

Nota: en la tabla se describe el valor de la densidad relativa del ángulo de fricción interna según Mohr-Coulomb de acuerdo al estado de la arena.

Tabla 4

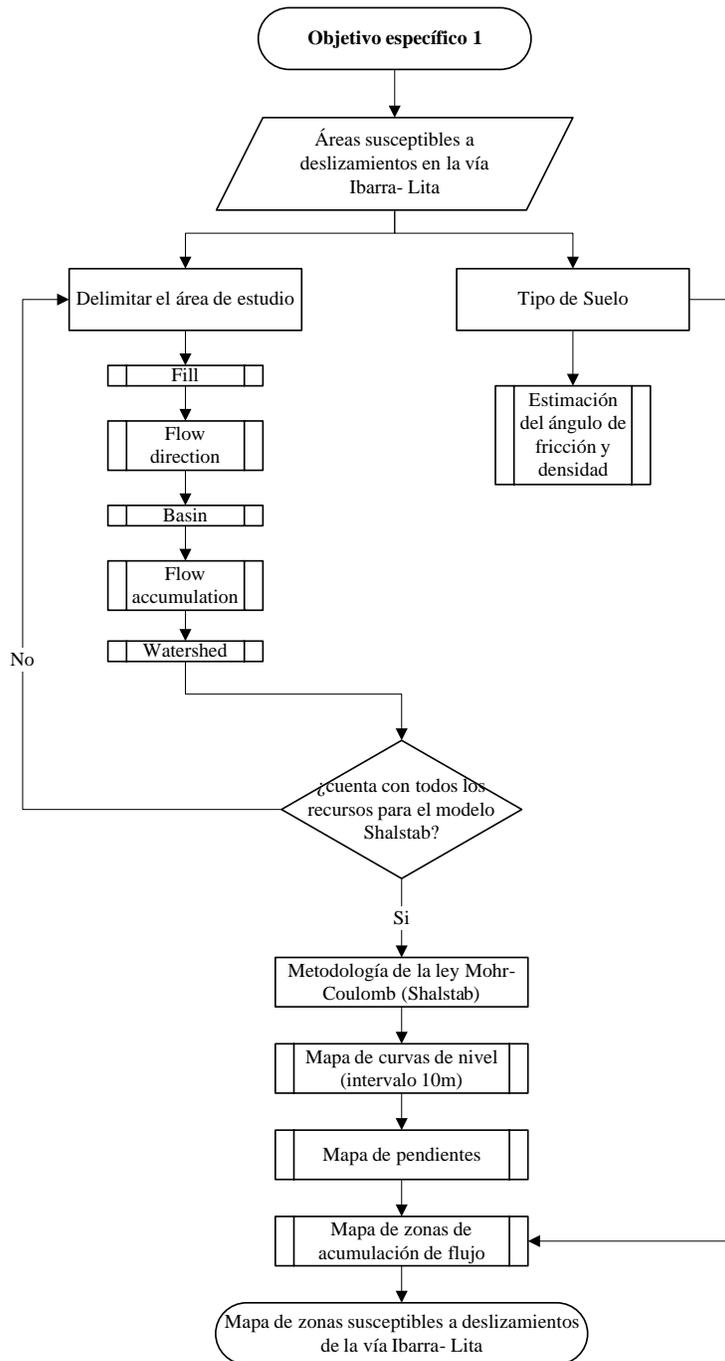
Densidad del suelo

Densidad del suelo	
Arenoso	1600- 2000 kg/m ³
Arcilloso	1460- 1650 kg/m ³
Orgánico	250 kg/m ³

Nota: en la tabla se describe el valor de la densidad del suelo según Mohr-Coulomb de acuerdo al tipo de suelo.

Figura 6

Diagrama de flujo para determinar las áreas susceptibles a deslizamientos



Nota: la figura describe el procedimiento de metodología utilizada para obtener las áreas susceptibles a deslizamientos

Utilización del software GEO 5 para comprobación de la estabilidad del Talud en el punto crónico inestable

El software Geotécnico GEO 5 es aquel que nos permitió el desarrollo del análisis del talud, dispone de infinidad de soluciones para diferentes tareas geotécnicas, en este caso será el módulo de estabilidad de taludes, por su finalidad es necesario la identificación de la textura de suelo que compone el talud, definir el factor de seguridad y la cohesión de suelo.

Factor de seguridad base:

Es un parámetro que indica el valor cuantitativo de amenaza en la condición de deslizamiento y construcción de 1.50 según lo establecido en la Norma Ecuatoriana de Construcción. (NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN- NEC, 2014)

3.4.2. Metodología para el procesamiento de la información del objetivo 2: Analizar los elementos esenciales ante la amenaza de deslizamientos.

Para el desarrollo de este objetivo se ha utilizado los programas, Microsoft Word, Excel para el procesamiento de la información, se hizo uso de la metodología del Programa de las Naciones Unidas debido a que nos permitió evaluar el grado de vulnerabilidad de los elementos esenciales tales como la red vial panamericana, puentes, sistemas de agua potable, sistema eléctrico aplicando las ponderaciones establecidas de acuerdo a los indicadores de cada elemento esencial y considerando la amenaza de deslizamientos.

A continuación, se muestran las matrices que se aplicaron que contienen: factores, variables, indicadores, deslizamientos, ponderador, valor máximo, los valores de las misma dependerán de las características en los diferentes elementos evaluados.

Tabla 5

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación de la Red vial Panamericana ante deslizamientos.

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Red Vial Panamericana	Estado Revestimiento	Bueno	0	2	20
		Regular	5		
		Malo	10		
	Mantenimiento	Planificado	0	4	40
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1	4	40
		Versión al 2002	5		
		No aplica normativa	10		
					TOTAL=

Nota: en la tabla se muestra la matriz de la red vial panamericana a evaluar, los indicadores de acuerdo a la variable en función de la amenaza de deslizamientos, el ponderador establecido por la metodología del (PNUD; SNGR, 2011) y el valor máximo obtenido.

Tabla 6.

Resultados niveles de vulnerabilidad red vial panamericana

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	0 a 25 puntos
Medio	26 a 75 puntos
Alto	Más de 75 puntos

Nota: resultados de los niveles y puntajes de la red vial panamericana, establecidos por la metodología del (PNUD; SNGR, 2011)

Tabla 7

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación de Puentes ante deslizamientos.

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Puentes	Estado Revestimiento	Bueno	1	2	20
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1	3	30
		25 a 50 años	5		
		mayor a 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	1	10
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1	2	20
		Versión al 2002	5		
		No aplica normativa	10		
	Material de construcción	Hormigón	1	2	20
		Piedra	5		
		Mixto (Piedra y cemento)	10		
				TOTAL=	100

Nota: en la tabla se muestra la matriz de puentes a evaluar, los indicadores de acuerdo a la variable en función de la amenaza de deslizamientos, el ponderador establecido por la metodología del (PNUD; SNGR, 2011) y el valor máximo obtenido.

Tabla 8

Resultados niveles de vulnerabilidad de puentes

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	0 a 25 puntos
Medio	26 a 75 puntos
Alto	Más de 75 puntos

Nota: resultados de los niveles y puntajes de los puentes, establecidos por la metodología del (PNUD; SNGR, 2011)

Tabla 9

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema de agua potable componente captación ante deslizamientos.

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Agua Potable Captación	Estado actual	Bueno	5	1	10
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1	1.5	15
		25 a 50 años	5		
		mayor a 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	2	20
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Material de construcción	PVC	1	2,5	25
		Hormigón	1		
		Abdesto Cemento	5		
		Mampostería de piedra y mampostería de ladrillo	10		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1	3	30
		Entre IEOS y la norma local	5		
Luego de la norma local		10			
				TOTAL=	100

Nota: en la tabla se muestra la matriz de agua potable componente de captación, los indicadores de acuerdo a la variable en función de la amenaza de deslizamientos, el ponderador establecido por la metodología del (PNUD; SNGR, 2011) y el valor máximo obtenido.

Tabla 10

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema de agua potable componente conducción ante deslizamientos.

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO	
Agua Potable Conducción	Estado actual	Bueno	1	1	10
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1	1.5	15
		25 a 50 años	5		
		Mayor a 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	2.5	25
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Material de construcción	PVC	5	2	20
		Hormigón	1		
		Abdesto Cemento	5		
		Mampostería de piedra y mampostería de ladrillo	10		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1	3	30
		Entre IEOS y la norma local	5		
		Luego de la norma local	10		
				TOTAL =	100

Nota: en la tabla se muestra la matriz de agua potable componente de conducción, los indicadores de acuerdo a la variable en función de la amenaza de deslizamientos, el ponderador establecido por la metodología del (PNUD; SNGR, 2011) y el valor máximo obtenido.

Tabla 11

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema de agua potable componente tratamiento ante deslizamientos.

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA		PONDERADOR	VALOR MÁXIMO	
	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS			
Agua Potable Tratamiento	Estado actual	Bueno	1	1	10
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1	2	20
		25 a 50 años	5		
		Mayor a 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado		1	10
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Material de construcción	Hormigón Armado	1	3	30
		Abdesto	5		
		Mampostería de ladrillo y Mampostería de piedra	10		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1	3	30
		Entre IEOS y la norma local	5		
Luego de la norma local		10			
			TOTAL=	100	

Nota: en la tabla se muestra la matriz de agua potable componente de tratamiento, los indicadores de acuerdo a la variable en función de la amenaza de deslizamientos, el ponderador establecido por la metodología del (PNUD; SNGR, 2011) y el valor máximo obtenido.

Tabla 12

Resultados para el nivel de vulnerabilidad del sistema de Agua Potable

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	0 a 33 puntos
Medio	34 a 66 puntos
Alto	Más de 67 puntos

Nota: resultados de los niveles y puntajes del sistema de agua potable, establecidos por la metodología del (PNUD; SNGR, 2011)

Tabla 13

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico componente subestación ante deslizamientos.

COMPONENTE SISTEMA ELÉCTRICO	FUNCIÓN QUE CUMPLE CADA ELEMENTO	VARIABLE	INDICADOR	DESGLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Subestación	Facilita el transporte y distribución de energía eléctrica, su equipo principal es el transformador	Estado actual	Bueno	1	1	10
			Regular	5		
			Malo	10		
	Facilita el transporte y distribución de energía eléctrica, su equipo principal es el transformador	Antigüedad	0 a 25 años	1	1.5	15
			26 a 50 años	5		
			Mayor a 51 años	10		
	Facilita el transporte y distribución de energía eléctrica, su equipo principal es el transformador	Mantenimiento	Planificado	1	2	20
			Esporádico	5		
			Ninguna	10		
	Facilita el transporte y distribución de energía eléctrica, su equipo principal es el transformador	Material de construcción	Hormigón	1	2.5	25
			Armado			
			Bueno	1	1	10

Transformadores nova (estado)	Regular	5	2	20
	Malo	10		
Estándar de diseño y estructuración	Norma técnica	1	2	20
	Ninguna/ no cumple la norma	10		
TOTAL =				100

Nota: en la tabla se muestra la matriz del sistema eléctrico componente de subestación, los indicadores de acuerdo a la variable en función de la amenaza de deslizamientos, el ponderador establecido por (Estudiantes y Docentes de la Universidad Estatal de Bolívar, 2014) y el valor máximo obtenido.

Tabla 14

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico componente postes ante deslizamientos.

COMPONENTE SISTEMA ELÉCTRICO	FUNCIÓN QUE CUMPLE CADA ELEMENTO	VARIABLE	INDICADOR	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Poste	Cumple la función de soporte a todos los elementos que conforman el sistema eléctrico	Tipo de material	Hormigón	1	4	40
			Armado	5		
		Metálicos	5			
		Madera	10			
	Estado de poste	Bueno	1	4	40	
		Malo	10			
	Aterramiento	Si	1	2	20	
		No	10			
TOTAL =						100

Nota: en la tabla se muestra la matriz del sistema eléctrico componente de postes, los indicadores de acuerdo a la variable en función de la amenaza de deslizamientos, el ponderador establecido

por (Estudiantes y Docentes de la Universidad Estatal de Bolívar, 2014) y el valor máximo obtenido.

Tabla 15

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico componente transformadores ante deslizamientos.

COMPONENTE SISTEMA ELÉCTRICO	FUNCIÓN QUE CUMPLE CADA ELEMENTO	VARIABLE	INDICADOR	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO	
Transformadores	Cumple la función de disminuir el voltaje de 13.800 voltios a 120 v. 240v. 360v.	Potencia	25 kVA	1	7	70	
			50 kVA	5			
			100 kVA	10			
	Estado de transformador	Bueno	1	2	20		
			Regular			5	
			Malo			10	
	Potencia	Con protección	1	1	10		
		Sin protección	10				
	TOTAL=					100	

Nota: en la tabla se muestra la matriz del sistema eléctrico componente transformadores, los indicadores de acuerdo a la variable en función de la amenaza de deslizamientos, el ponderador establecido por (Estudiantes y Docentes de la Universidad Estatal de Bolívar, 2014) y el valor máximo obtenido.

Tabla 16

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico, componentes seccionadores ante deslizamientos.

COMPONENTE SISTEMA ELÉCTRICO	FUNCIÓN QUE CUMPLE CADA ELEMENTO			DESGLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
	VARIABLE	INDICADOR				
Seccionadores	Dispositivos mecánico capaz de mantener	Tipo seccionador	A transformador	1	3	30
			A red	10		
	aislada una red de alimentación	Estado de seccionador	Bueno	1	7	70
			Regular	5		
			Malo	10		
TOTAL =						100

Nota: en la tabla se muestra la matriz del sistema eléctrico componente de seccionadores, los indicadores de acuerdo a la variable en función de la amenaza de deslizamientos, el ponderador establecido por (Estudiantes y Docentes de la Universidad Estatal de Bolívar, 2014) y el valor máximo obtenido.

Tabla 17

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico componente conductor media función ante deslizamientos.

COMPONENTE SISTEMA ELÉCTRICO	FUNCIÓN QUE CUMPLE CADA ELEMENTO			DESGLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
	VARIABLE	INDICADOR				
Conductor Media Función	Es aquel material que ofrece poca resistencia	Tipo de conductor	A scr # 1/10	1	3	30
			A scr # 2 cobre cableado # 2	5 10		
	al paso de la corriente eléctrica	Estado del conductor	Bueno	1	7	70
			Regular	5		
			Malo	10		
TOTAL=						100

Nota: en la tabla se muestra la matriz del sistema eléctrico componente de conductor media función, los indicadores de acuerdo a la variable en función de la amenaza de deslizamientos, el ponderador establecido por (Estudiantes y Docentes de la Universidad Estatal de Bolívar, 2014) y el valor máximo obtenido.

Tabla 18

Resultados para el nivel de vulnerabilidad del sistema eléctrico

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	0 a 33 puntos
Medio	34 a 66 puntos
Alto	Más de 67 puntos

Nota: resultados de los niveles y puntajes del sistema eléctrico, establecidos (Estudiantes y Docentes de la Universidad Estatal de Bolívar, 2014)

Metodología para el procesamiento de la información del objetivo 3:

Con la información obtenida durante del desarrollo de objetivos 1 y 2 se procede a plantear las medidas para la reducción de riesgos ante la amenaza de deslizamientos en el área sujeta al estudio. BIBLIOGRAFIA – APORTE DE EXPERTOS, diferenciando entre las medidas estructurales y no estructurales.

CAPITULO IV RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Se dio a conocer los resultados obtenidos después de la recolección de información, análisis y procesamiento de los datos utilizados en el proyecto de investigación, detallando cada uno de los objetivos específicos, donde los resultados obtenidos permitieron la determinación de las áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita y su incidencia sobre los elementos esenciales, permitiendo proponer medidas de reducción de riesgos.

4.1. Resultado según objetivo específico1

Identificar las áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, parroquia La Carolina.

La identificación de las áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, tuvo para su realización la unión de actividades que permitieron el cumplimiento del mismo objetivo específico, mediante la aplicación del criterio de falla MOHR- COULOMB.

4.1.1. Zonas Susceptibles a Deslizamientos en la vía Ibarra- Lita

4.1.1.1. Delimitación de la Cuenca hidrográfica

La delimitación de la cuenca hidrográfica se llevó a cabo con la ayuda de las herramientas del ArcGIS, ya que dentro del área de estudio en la vía Ibarra- Lita se encuentra de manera paralelo el río Mira. Se realizó la delimitación de la cuenca hidrográfica por medio del Modelo Digital de Elevación (DEM), descargado de ALOS PALSAR, posee un pixel de 12.5 metros, el mismo que es un producto ofrecido por Alaska Satellite Facility, a continuación, en el programa ArcGis 10.5, realizamos la elaboración de un mosaico de los DEM descargados,

posteriormente efectuamos un fill para modificar los valores de elevación rellenando los sumideros del ráster, a continuación efectuamos un flow direction a fin de definir la dirección del flujo de cada celda, con el mismo fue posible realizar; un basin que permitió determinar todas las cuencas de drenaje y un flow accumulation para calcular el flujo acumulado, finalmente es posible definir watershed que determina el área de contribución, es decir las cuencas hidrográficas, la misma que fue identificada como la cuenca hidrográfica del Río Mira.

Gráfico 2

Delimitación de la cuenca hidrográfica del Río Mira en base al Modelo Digital de Elevación.



Nota: para la delimitación de cuenca hidrográfica del Rio mira se utilizó la información del DEM descargado de ALOS PALSAR

4.1.1.2. Análisis de Suelo

Con el objetivo de definir las áreas susceptibles a deslizamientos por medio del análisis q/T en el módulo SHALSTAB del software ArcView GIS 3.2. fue necesario el análisis del suelo, para poder estimar el ángulo de fricción y la densidad del mismo, para esto, delimitada la cuenca se trabajó con el “*Mapa Geopedológico del Ecuador continental, versión editada en el año 2019, escala 1:25.000, año 2009-2015*”, realizando un corte con el shape del área delimitada de la cuenca hidrográfica en el programa ArcGIS con la herramienta clip, se puede observar en el Gráfico 3, el mismo que nos permitió determinar sus características, se identificó principalmente como textura del suelo franco arenoso- arcilloso.

Tabla 19

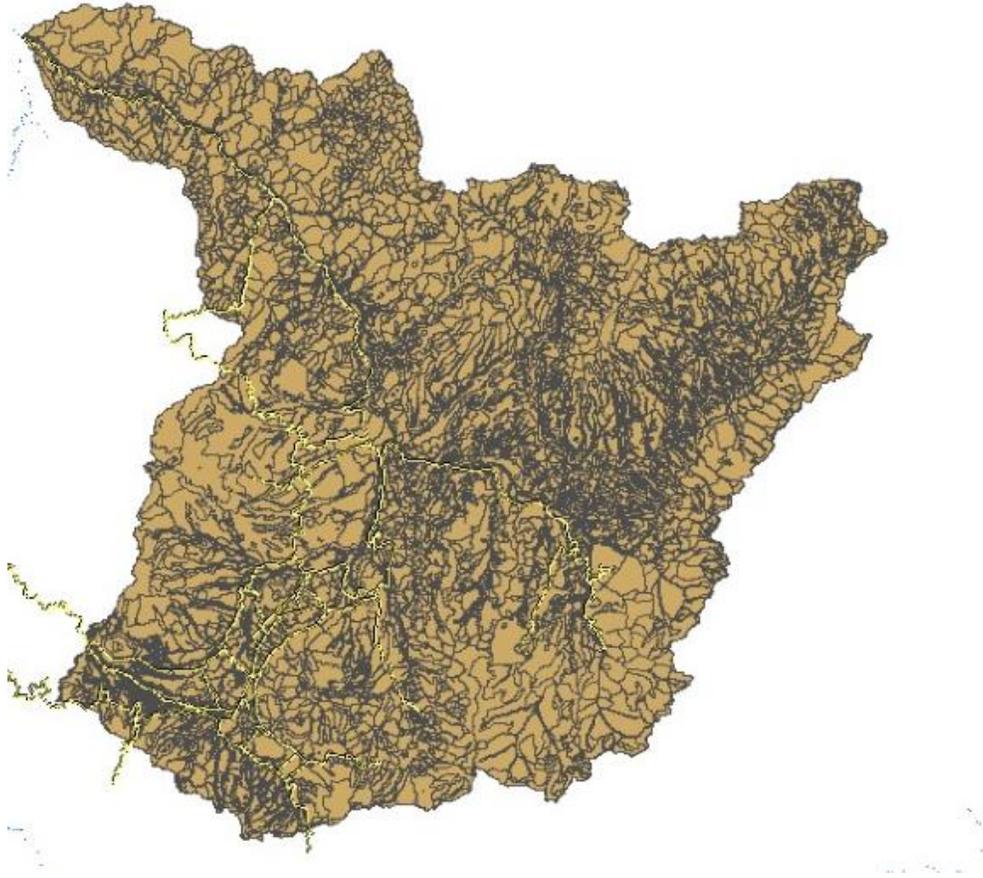
Densidad relativa Ángulo de fricción

Parámetro	Descripción	Valor
<i>Ángulo de fricción</i>	Arena	33
<i>Densidad del suelo</i>	Arcilloso	1460- 1650 kg/m ³

Nota: de acuerdo a Mohr Coulomb en la tabla se describe el valor de la densidad relativa del ángulo de fricción interna y el valor de la densidad del suelo conforme al tipo suelo del área objeto de estudio.

Gráfico 3

Corte del Mapa Geopedológico del Área delimitado con la Cuenca hidrográfica Río Mira



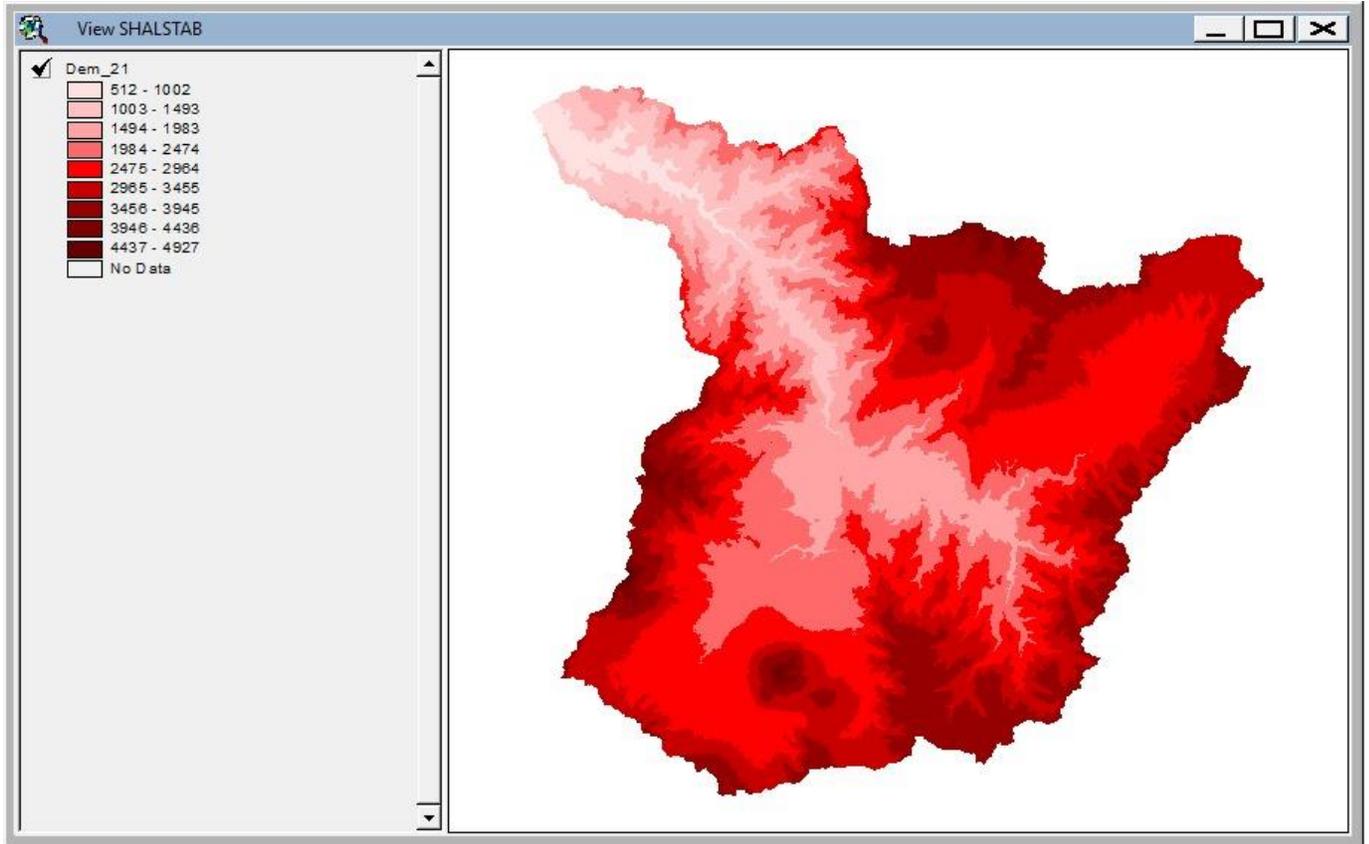
Nota: se hizo uso de información del shp geopedológico proporcionado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

4.1.1.3. Análisis de recursos en el modelo Shalstab

Delimitada el área de estudio en la vía Ibarra- Lita con el software ArcGIS, se cuenta previamente con el recurso para desarrollar el modelo de Shalstab, como se puede observar en el Gráfico 4, mediante el software ArcView GIS 3.2, se identificó la cuenca hidrográfica del Río Mira, la misma que permitió determinar las zonas susceptibles a deslizamientos, a su vez continuando con el procedimiento descrito en el diagrama de flujo Figura 6.

Gráfico 4

DEM de la cuenca hidrográfica exportada al software ArcView GIS 3.2 EL DEMN



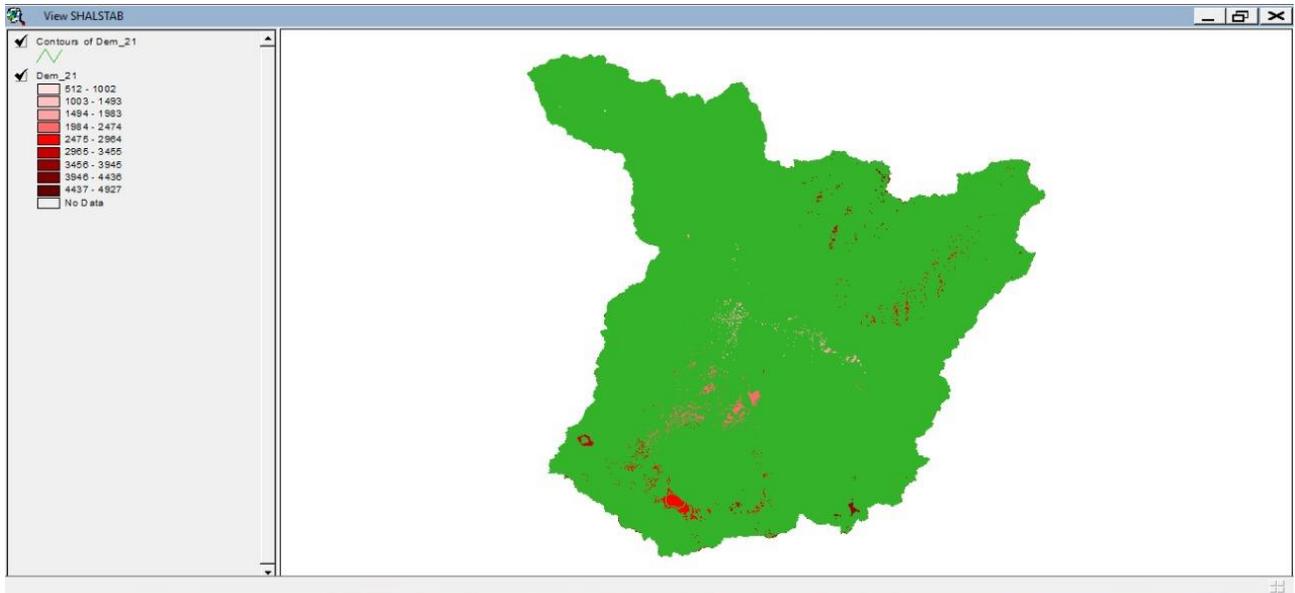
Nota: se hizo uso del ArcView GIS 3.2 –SHALSTAB para el modelo digital de elevación de la cuenca hidrográfica, se utilizó la información del DEM descargado de ALOS PALSAR

4.1.1.4. Generación de Mapa de Curvas de nivel

En el desarrollo del Modelo de deslizamiento en función de la ley de Mohr-Coulomb de Shalstab, se debe generó el mapa de curvas de nivel del área delimitada, la cuenca hidrográfica del Rio Mira con un intervalo de 10m para una mejor precisión de su resultado Gráfico 5, el mismo que permitirió visualizar las áreas de menor y mayor elevación en el territorio.

Gráfico 5

Curvas de nivel de la cuenca hidrográfica del Rio Mira con un intervalo de 10m



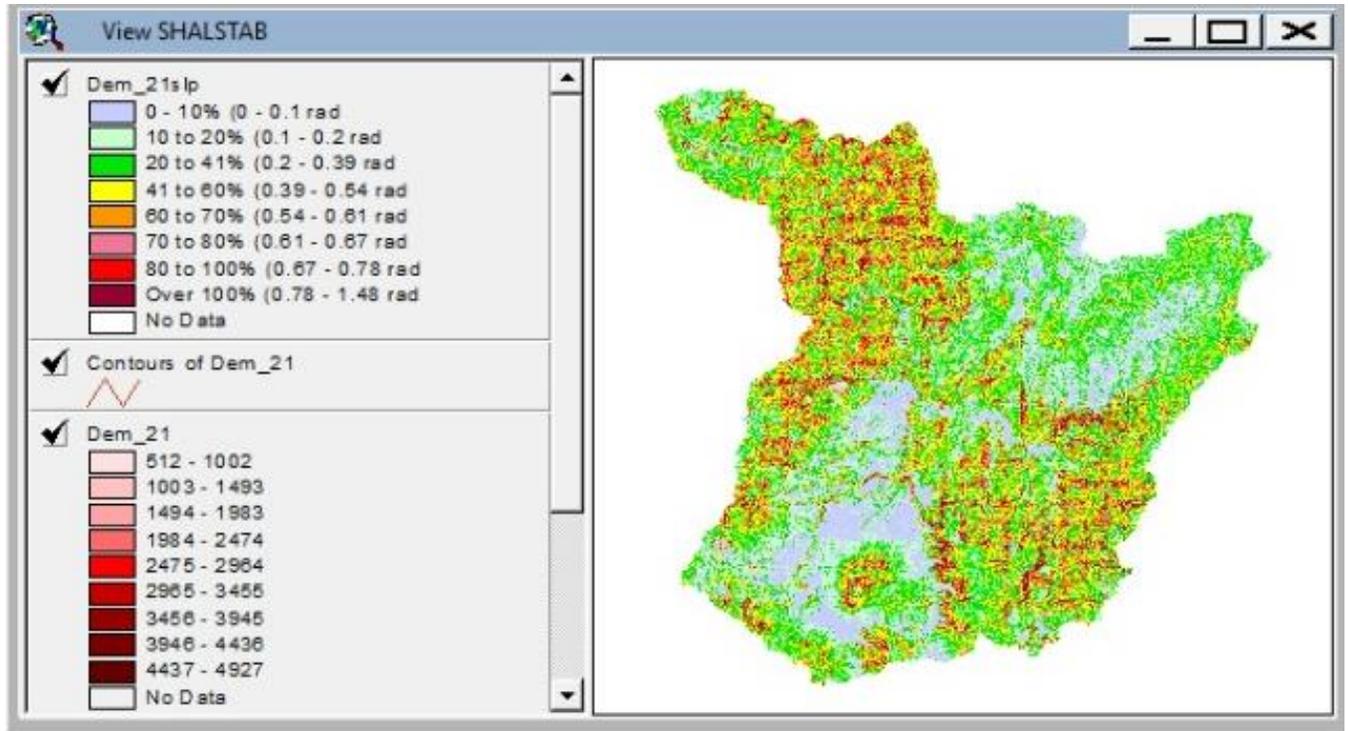
Nota: se obtuvo las curvas de nivel en un intervalo de 10m utilizando la herramienta del ArcView GIS 3.2 –SHALSTAB.

4.1.1.5. Generación de Mapa de pendientes

Con la finalidad de continuar con el desarrollo del Modelo de deslizamiento en función de la ley de Mohr-Coulomb de Shalstab, se genera el mapa de pendientes (Slope) como se puede visualizar en el Gráfico 6, se pudo evidenciar las pendientes expuestas, para su identificación de las áreas críticas, donde el porcentaje de pendiente que destaca es de 20 a 40%, 40 a 60% y 80 a 100% de inclinación, lo que significa que el área de estudio es mayormente propensa a la ocurrencia de deslizamientos, el mapa de pendientes además permitió la identificación del gradiente en el área delimitada, poniendo en evidencia la presencia de pendientes suaves, moderadas, fuertes, muy fuertes y verticales.

Gráfico 6

Mapa de pendientes de la cuenca hidrográfica del Rio Mira.



Nota: se obtuvo mapa de pendiente utilizando la herramienta del ArcView GIS 3.2 –

SHALSTAB- Slope.

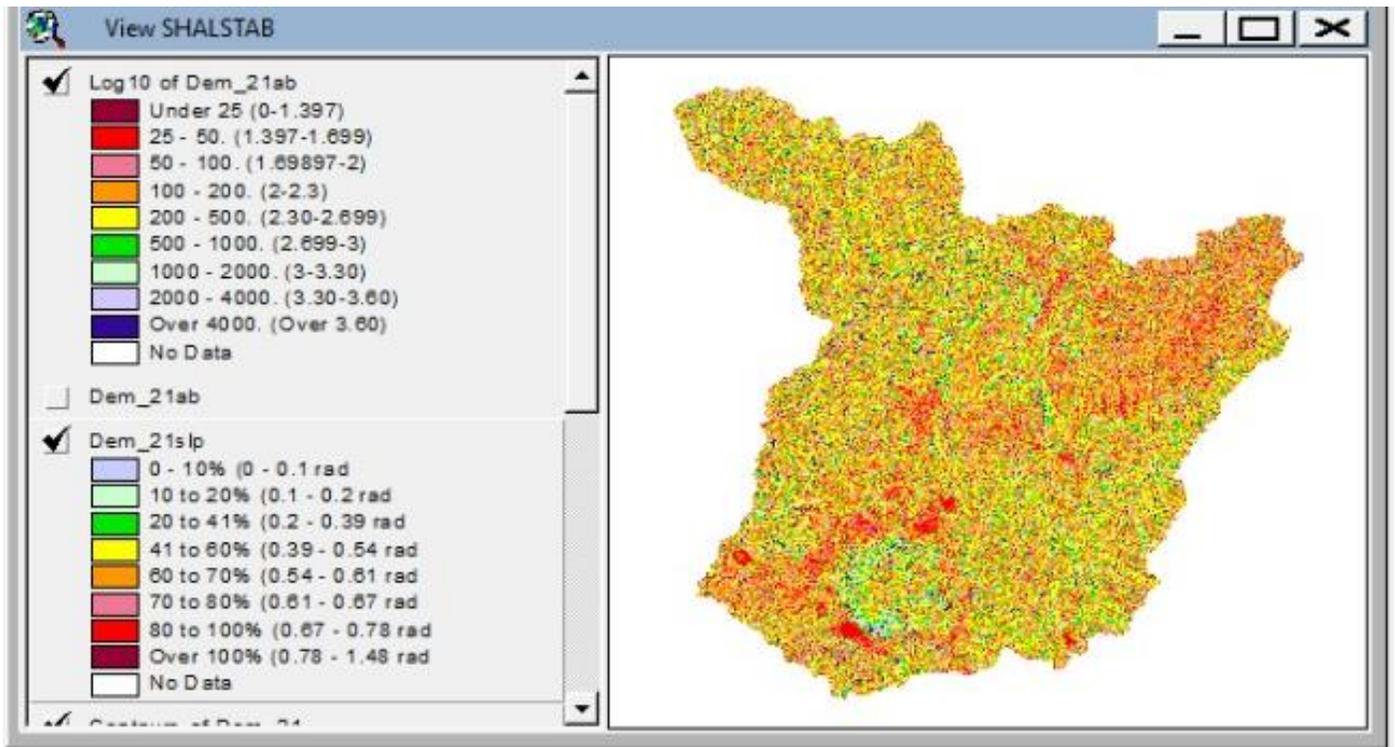
4.1.1.6. Generación del Mapa de Zonas de Acumulación de flujo

Con el objeto de continuar en el desarrollo del Modelo de deslizamiento en función de la ley de Mohr-Coulomb de Shalstab es imprescindible establecer zonas de acumulación de flujo existentes en el área delimitada de la vía Ibarra- Lita, tomando en cuenta el mapa de pendientes y curvas de nivel es posible visualizar las zonas de flujo acumulado, las mismas que pueden representar una mayor probabilidad de deslizamientos.

Es posible visualizar en el Gráfico 7 las zonas de acumulación de la cuenca hidrográfica del Río Mira por la cual cruza la vía Ibarra- Lita, donde se contemplan cordilleras, colinas y barrancos a las orillas del río.

Gráfico 7

Mapa de Zonas de Acumulación de flujo de la cuenca hidrográfica del Rio Mira.



Nota: con la información de los mapas de pendientes y curvas de nivel se procedió a realizar las zonas de flujo de acumulación en el ArcView GIS 3.2 –SHALSTAB.

4.1.1.7. Generación del mapa de q/T de zonas inestables

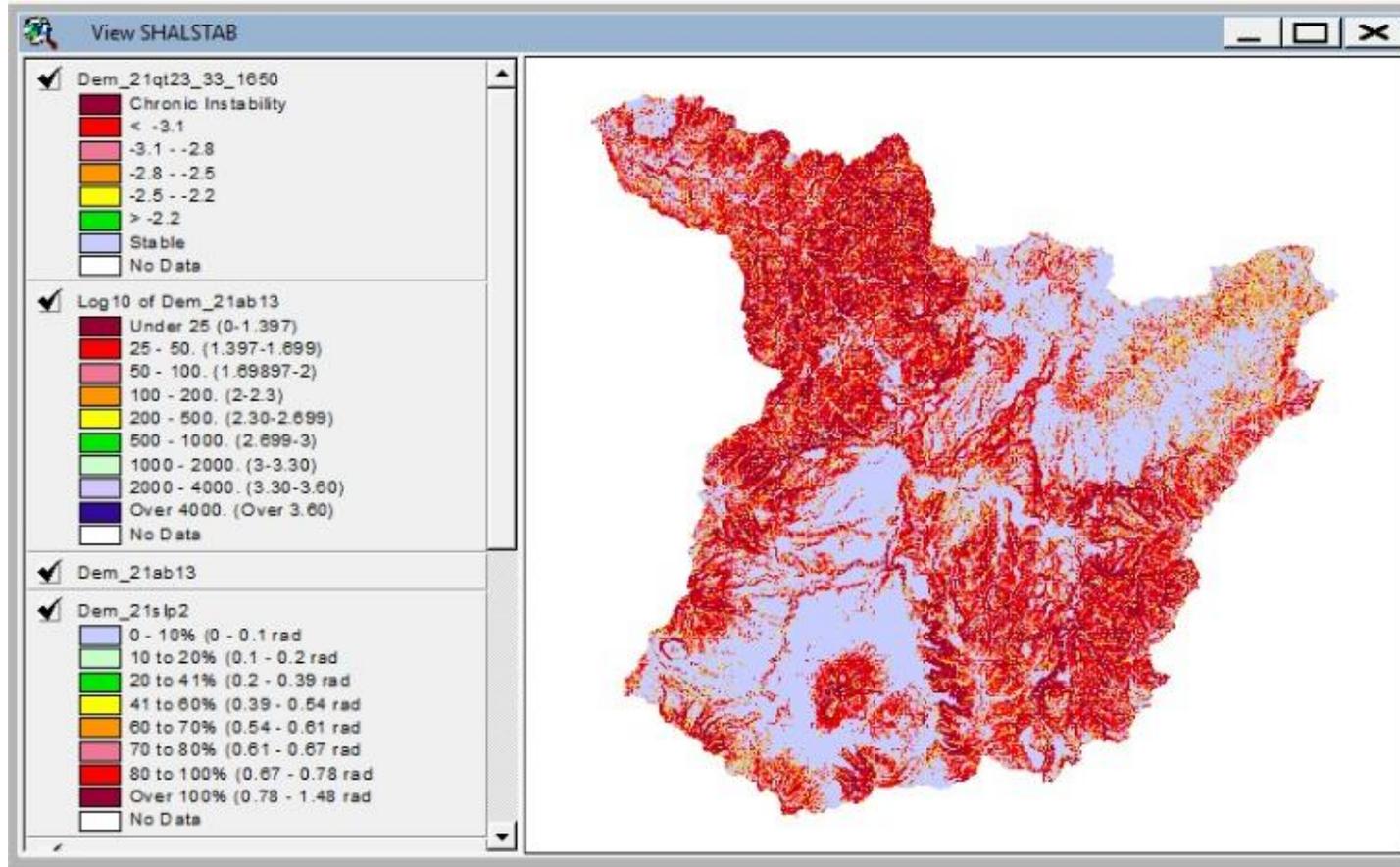
El Modelo de deslizamiento en función de la ley de Mohr-Coulomb de Shalstab nos permite visualizar las zonas inestables desde crónico, alto, medio, bajo, poco estable, donde los valores más altos en positivo son las áreas estables y los valores en negativo son las áreas crónicas mayormente propensas a deslizamientos.

Es posible desarrollar el Modelo de deslizamiento en función de la ley de Mohr-Coulomb de Shalstab habiendo culminado con los recursos necesarios, es decir, el mapa de curvas de nivel, el mapa de pendientes y el mapa de zonas de acumulación de flujo, es importante tomar en cuenta para su desarrollo los valores estimados del ángulo de fricción textura del suelo de 33 y la densidad del suelo arcilloso de 1650 kg/m³, estableciendo así las áreas más propensas a deslizamientos de la vía Ibarra- Lita Gráfico 8.

En base a la Tabla 20, se puede establecer que la mayor parte del territorio de la cuenca hidrográfica del Río Mira, se sitúa en un área moderada a crónica inestabilidad ante la presencia de deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, cuyo índice q/T va en su mayoría en crónico inestable < 3.1 con un área de 1674,94 km² (38% de la zona de estudio) y estable > 2.2 con un área de 1750,13 km² (40% de la zona de estudio), siendo prioritario la implementación de medidas de reducción de riesgos en las áreas de crónico inestable por donde atraviesa la vía.

Gráfico 8

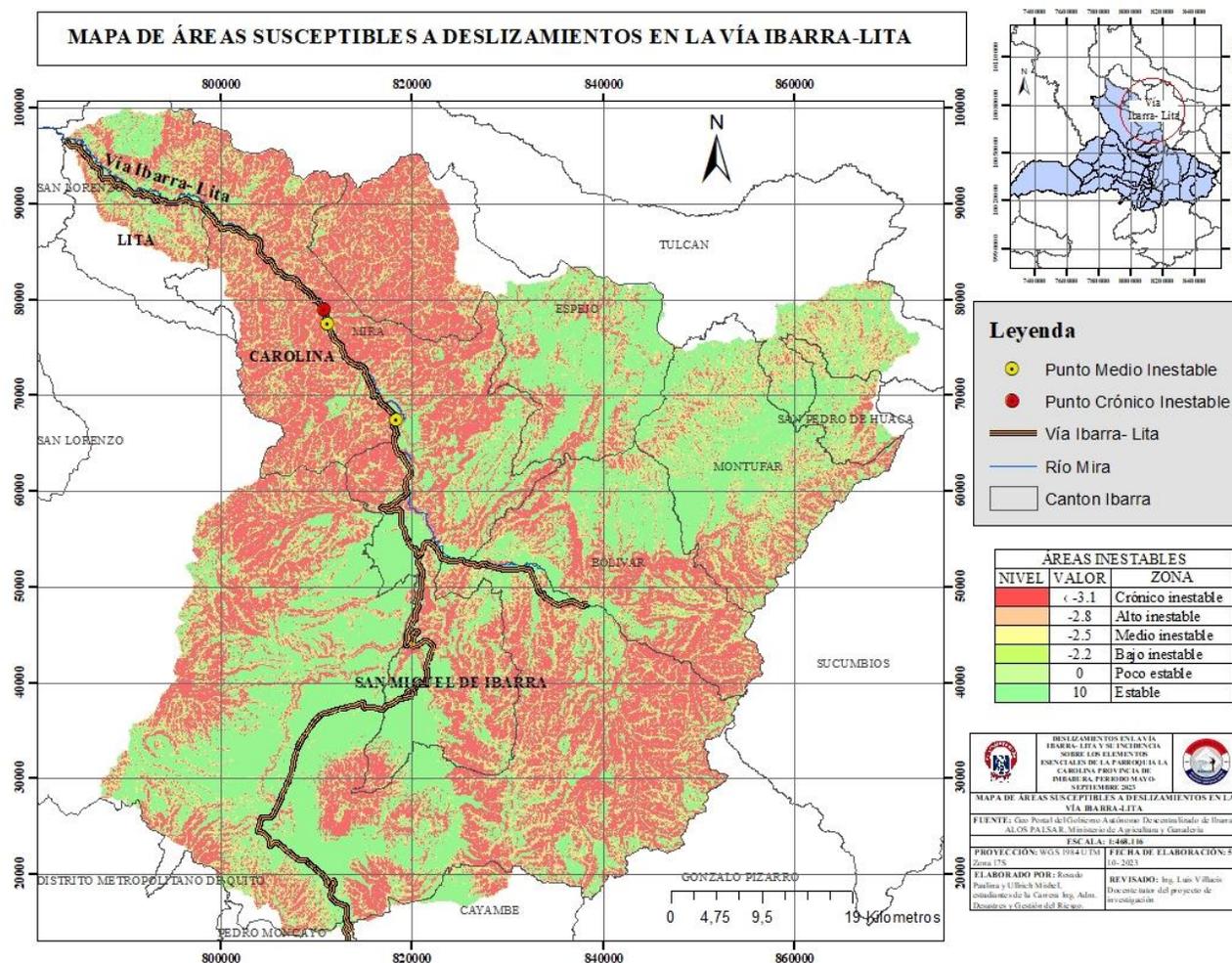
Mapa de q/T de zonas inestables ArcView



Nota: con la información de los mapas de pendientes, mapa de curvas de nivel, se procedió a realizar las zonas de flujo de acumulación en el ArcView GIS 3.2 –SHALSTAB.

Gráfico 9

Mapa de áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita



Nota: en el grafico se muestra el resultado final de la aplicación de la metodología en función de la Ley de Mohr Coulomb, es decir el mapa de áreas susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita realizado en el ArcView GIS 3.2 –SHALSTAB

Tabla 20*Áreas inestables*

ÁREAS INESTABLES						
NIVEL	VALOR	ZONAS	ÁREA Km ²	PORCENTAJE	DISTANCIA Km	PORCENTAJE
	< -3.1	Crónico inestable	1674,94	38%	16,92	37%
	-2.8	Alto inestable	430,9	10%	4,81	10%
	-2.5	Medio inestable	354,46	8%	2,50	5%
	-2.2	Bajo inestable	163,8	4%	0,48	1%
	0	Poco estable	14,62	0,30%	0,02	0%
	10	Estable	1750,13	40%	21,19	46%
	Total		4388,85	100%	45,92	100%

Nota: se describen los valores correspondientes a las zonas de estabilidad e inestabilidad, el área km², el porcentaje, y la distancia de la vía.

Análisis: en la vía Ibarra-Lita existe un total de 45km de vía de las cuales se obtuvo que 16,9 km de vía se encuentran en zonas crónico inestable con un valor de < -3.1, en zonas alto inestable hay 4,8 km de vía, mientras que en zonas medio inestable hay un total de 2,49km de vía, 0,48 km de vía en zonas bajo inestable, 0,02 km poco estable y 21,1 km de vía en zonas estable con un valor de 10.

4.1.1.8. Software GEO5 para comprobación de la estabilidad del Talud en el punto crónico inestable.

El análisis de la estabilidad del talud del punto crónico inestable en la vía Ibarra- Lita, a la altura del Guadual, se realizó por medio del método Bishop basado en el método de rebanadas, del software GEO5, permitió el análisis de la estabilidad del talud de manera completa utilizando herramientas informáticas, para su posterior comprobación en el punto crónico inestable.

De manera previa al análisis del grado de estabilidad del talud, por medio del análisis en las salidas de campo en el territorio correspondiente de la vía Ibarra- Lita, se recolectó y se tomó datos necesarios, se ingresó el tipo de suelo (arena arcillosa), y factor de seguridad base (1.50), cohesión de suelo (0.29 kPa), peso unitario de suelo (1.70 kN/m³), ángulo de fricción interna (33) , la zona de sismicidad (V) (1.40) y coeficiente sísmico horizontal (0,29) para lo cual se realizó su desarrollo.

Calculo para el coeficiente sísmico horizontal

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

$$a_{max} = 0.40 * 1.2 = 0.48$$

$$Kh = \frac{0.6 (a_{max})}{g}$$

$$Kh = 0.6 * ZFa$$

$$Kh = 0.6 * 0.48 = 0.29$$

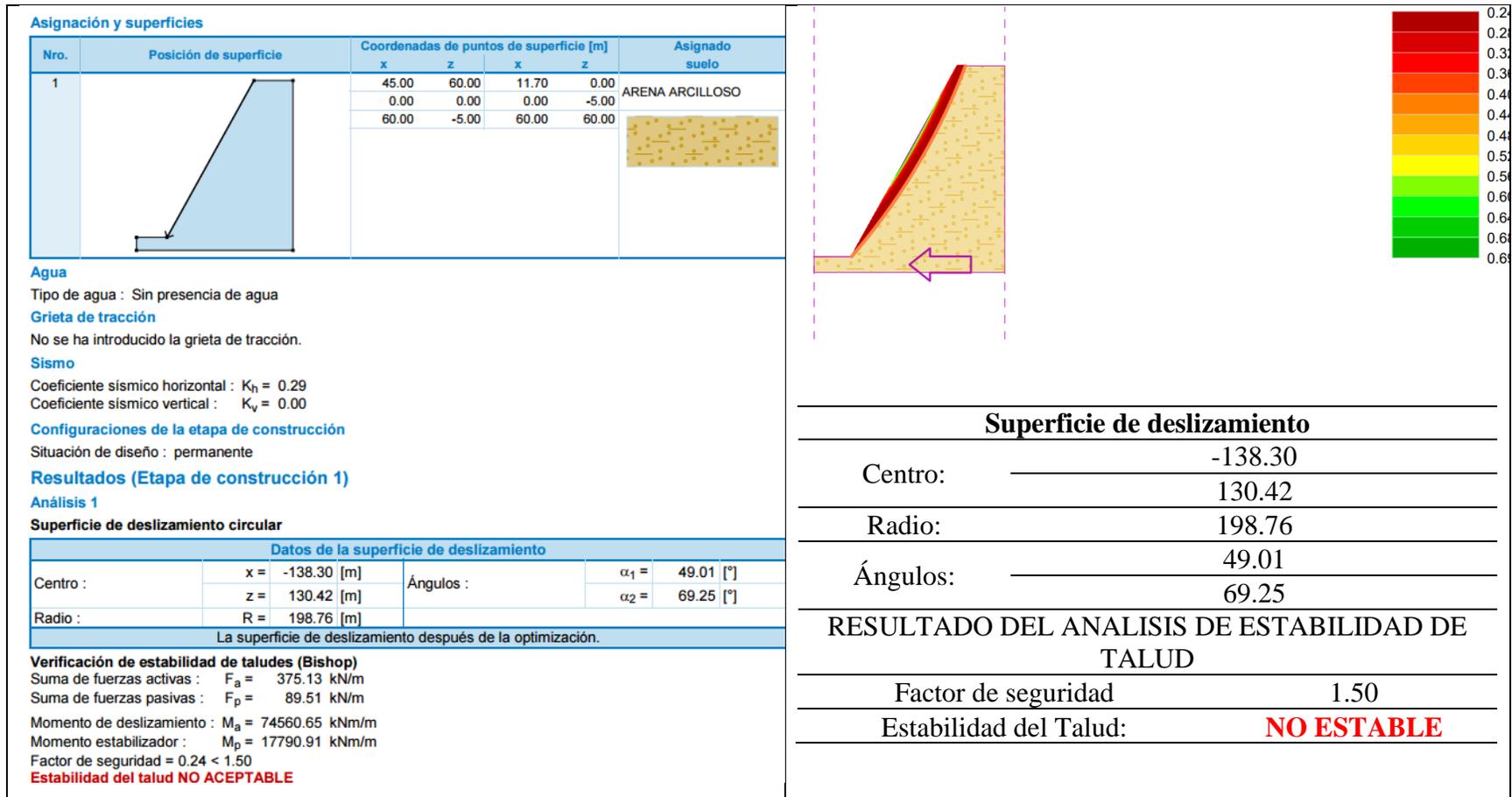
Donde:

- Kh: coeficiente sísmico horizontal.
- Amax: aceleración máxima horizontal.
- Z: factor de zona (el valor Z de la parroquia La Carolina es de 0.40).
- Fa: factor de amplificación del suelo (el tipo de subsuelo C, posee un factor de 1.2).

Tabla 21

Resultados del análisis de estabilidad del talud del punto crónico inestable

<i>Descripción del Talud</i>	Datos- Resultado																																																													
	Coordenadas WGS 1984 UTM Zone 17 N																																																													
	Este: 78989,2	Norte: 810928,1																																																												
	<p>Análisis de estabilidad de taludes Entrada de datos Proyecto Fecha : 14/11/2023 Configuración Estándar - Factor de seguridad Análisis de estabilidad Análisis sísmico : Estándar Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Factores de seguridad</th> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Situación de diseño permanente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Factor de seguridad :</td> <td style="text-align: right;">SF_s = 1.50 [-]</td> </tr> </tbody> </table> <p>Interfaz</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nro.</th> <th rowspan="2">Ubicación de la Interfaz</th> <th colspan="6">Coordenadas de puntos de interfaz [m]</th> </tr> <tr> <th>x</th> <th>z</th> <th>x</th> <th>z</th> <th>x</th> <th>z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td style="text-align: center;">  </td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>11.70</td> <td>0.00</td> <td>45.00</td> <td>60.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>60.00</td> <td>60.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nro.</th> <th>Nombre</th> <th>Trama</th> <th>φ_{ef} [°]</th> <th>c_{ef} [kPa]</th> <th>γ [kN/m³]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ARENA ARCILLOSO</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">33.00</td> <td style="text-align: center;">0.29</td> <td style="text-align: center;">1.70</td> </tr> </tbody> </table> <p>Parámetros de suelo - subpresión</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nro.</th> <th>Nombre</th> <th>Trama</th> <th>γ_{sat} [kN/m³]</th> <th>γ_s [kN/m³]</th> <th>n [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ARENA ARCILLOSO</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">1.70</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Datos del suelo ARENA ARCILLOSO Peso unitario : γ = 1.70 kN/m³ Estado de tensión : efectivo Ángulo de fricción interna : φ_{ef} = 33.00 ° Cohesión de suelo : c_{ef} = 0.29 kPa Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 1.70 kN/m³</p>		Factores de seguridad		Situación de diseño permanente		Factor de seguridad :	SF _s = 1.50 [-]	Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]						x	z	x	z	x	z	1		0.00	0.00	11.70	0.00	45.00	60.00			60.00	60.00					Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	1	ARENA ARCILLOSO		33.00	0.29	1.70	Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]	1	ARENA ARCILLOSO		1.70		
Factores de seguridad																																																														
Situación de diseño permanente																																																														
Factor de seguridad :	SF _s = 1.50 [-]																																																													
Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]																																																												
		x	z	x	z	x	z																																																							
1		0.00	0.00	11.70	0.00	45.00	60.00																																																							
		60.00	60.00																																																											
Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]																																																									
1	ARENA ARCILLOSO		33.00	0.29	1.70																																																									
Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]																																																									
1	ARENA ARCILLOSO		1.70																																																											
<p>El presente talud se evidencia a lo largo de la vía Ibarra- Lita, a la altura del Guadual, en el mismo es posible identificar una pendiente pronunciada que deja como consecuencia la destrucción de la misma, impidiendo su paso.</p>																																																														



Nota: se utilizó el programa GEO5 para calcular la estabilidad del talud del punto crónico inestable.

4.2. Resultados según objetivo 2:

Analizar los elementos esenciales ante la amenaza de deslizamientos.

4.2.1. Red vial panamericana

Tabla 22.

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación de la red vial ante deslizamientos en la vía Ibarra Lita, parroquia La Carolina

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Vía Ibarra - Lita	Estado Revestimiento	Bueno	0	2	10
		Regular	5		
		Malo	10		
	Mantenimiento	Planificado	0	4	20
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1	4	4
		Versión al 2002	5		
		No aplica normativa	10		
			TOTAL=	MEDIO	34

Nota: se utilizó la información obtenida de las entrevistas al (MTOPI-Imbabura, 2023) para evaluar el sistema vial de acuerdo a la matriz de (PNUD; SNGR, 2011)

Análisis: Al analizar todos los valores de los indicadores de la matriz propuesta por (Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo. , 2012) se evaluó la red vial panamericana de la vía Ibarra- Lita frente al riesgos de deslizamiento y se obtuvo un valor máximo de 34 considerando como un nivel medio de exposición. No obstante, es importante

mencionar que en el sector El Guadual existe un punto crítico cuando ocurren los deslizamientos en épocas de invierno destruye parte de la vía.

4.2.2. Puentes

Tabla 23

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación de puentes ante deslizamientos en la vía Ibarra Lita, parroquia La Carolina

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
PUENTE LITA	Estado Revestimiento	Bueno	1	2	10
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1	3	3
		25 a 50 años	5		
		mayor a 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	1	5
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1	2	2
		Versión al 2002	5		
		No aplica normativa	10		
	Material de construcción	Hormigón	1	2	2
		Piedra	5		
		Mixto (Piedra y cemento)	10		
			TOTAL=	BAJO	22
FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
PUENTE EL GUADUAL	Estado Revestimiento	Bueno	1	2	20
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1	3	3

	25 a 50 años	5		
	mayor a 50 años	10		
Mantenimiento	Planificado	1		
	Esporádico	5	1	5
	Ninguna	10		
Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1		
	Versión al 2002	5	2	2
	No aplica normativa	10		
Material de construcción	Hormigón	1		
	Piedra	5	2	2
	Mixto (Piedra y cemento)	10		
		TOTAL=	MEDIO	32

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESGLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
PUENTE LA CAROLINA	Estado Revestimiento	Bueno	1		
		Regular	5	2	10
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1		
		25 a 50 años	5	3	3
		mayor a 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado	1		
		Esporádico	5	1	5
		Ninguna	10		
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1		
		Versión al 2002	5	2	2
		No aplica normativa	10		
	Material de construcción	Hormigón	1		
		Piedra	5	2	2
		Mixto (Piedra y cemento)	10		
		TOTAL=	BAJO	22	

Nota: se hizo uso de la información obtenida de las entrevistas al (MTOPI-Imbabura, 2023) para evaluar el los puentes de acuerdo a la matriz de (PNUD; SNGR, 2011)

Análisis: A lo largo de vía Ibarra- Lita se logró identificar 3 puentes, de los cuales aplicando la metodología de (Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo. , 2012) se procedió a calcular el nivel de exposición de cada uno de acuerdo a las características de los mismos y se obtuvo que en el puente de Lita y el puente de La Carolina tienen un valor máximo de 22 es decir presentan un nivel bajo, mientras que el puente de El guadual el valor máximo es de 32 dando como resultado un nivel medio.

4.2.3. Sistema de agua potable

Tabla 24

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema de agua potable componentes captación, conducción y tratamiento ante deslizamientos en la vía Ibarra Lita, parroquia La Carolina.

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESGLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Agua Potable Captación	Estado actual	Bueno	1	1	10
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1	1.5	7.5
		25 a 50 años	5		
		mayor a 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	2	10
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Material de construcción	PVC	1	2,5	2,5
		Hormigón	1		
		Abdesto	5		
Cemento		5			
Mampostería de piedra y mampostería de ladrillo		10			
	Antes de IEOS	1	3	15	

Estándares de diseño y construcción	Entre IEOS y la norma local	5		
	Luego de la norma local	10		
			TOTAL=	MEDIO 42.5

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Agua Potable Conducción	Estado actual	Bueno	1		
		Regular	5	1	10
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1		
		25 a 50 años	5	1.5	7.5
		Mayor a 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado	1		
		Esporádico	5	2.5	2,5
		Ninguna	10		
	Material de construcción	PVC	5		
		Hormigón	1		
		Abdesto	5		
		Cemento	5	2	10
		Mampostería de piedra y mampostería de ladrillo	10		
	Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1		
		Entre IEOS y la norma local	5	3	15
		Luego de la norma local	10		
				TOTAL=	MEDIO 42.5

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Agua Potable Tratamiento	Estado actual	Bueno	1		
		Regular	5	1	10
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1		
		25 a 50 años	5	2	10
		Mayor a 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado	1		
		Esporádico	5	1	5

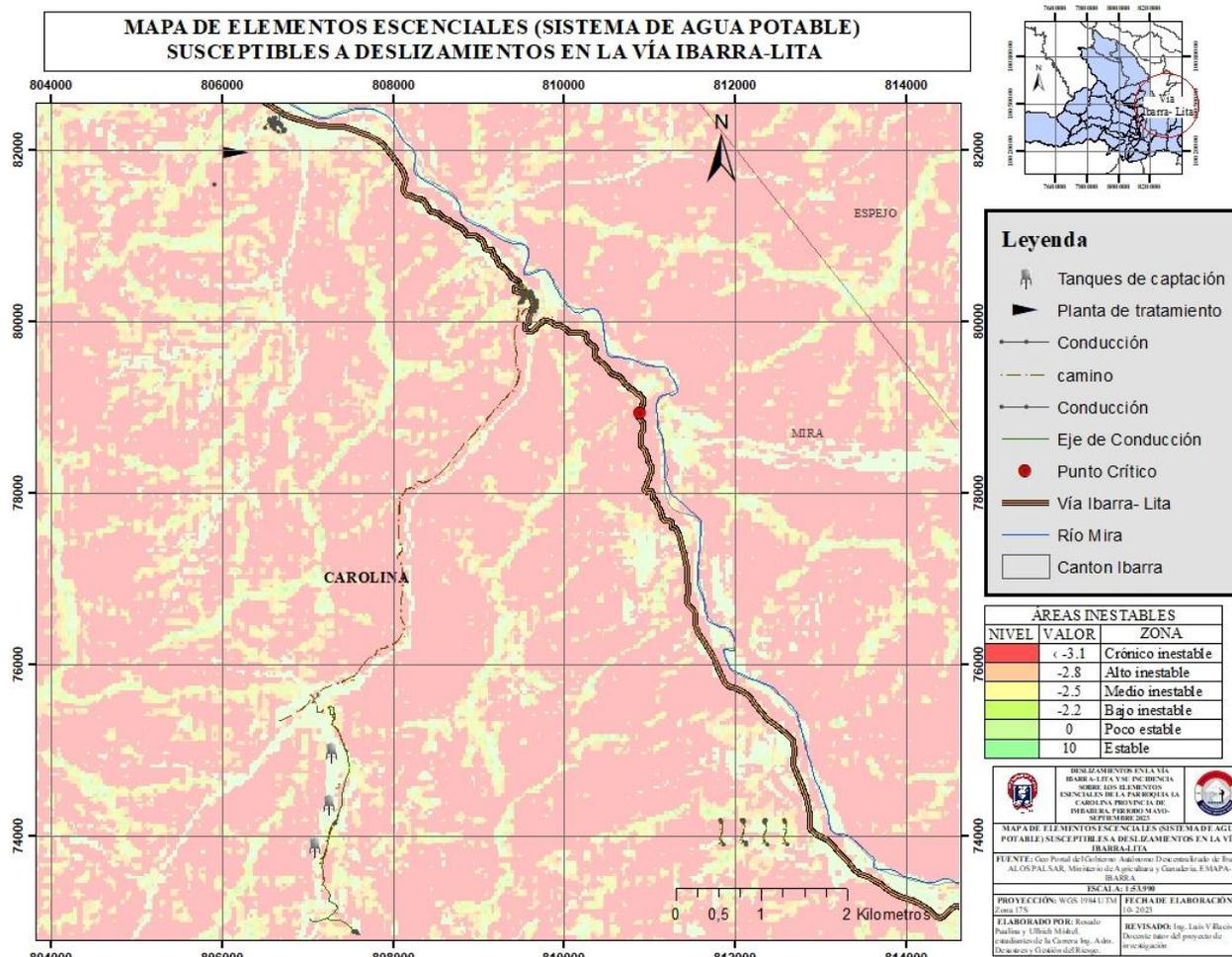
	Ninguna	10		
Material de construcción	Hormigón Armado	1		
	Abesto	5		
	Cemento		3	3
	Mampostería de ladrillo y Mampostería de piedra	10		
Estándares de diseño y construcción	Antes de IEOS	1		
	Entre IEOS y la norma local	5	3	15
	Luego de la norma local	10		
		TOTAL=	MEDIO	43

Nota: se hizo uso de la información obtenida de las entrevistas a (EMAPA-I, 2023) para evaluar el sistema de agua potable componentes, captación, conducción, tratamiento de acuerdo a la matriz de (PNUD; SNGR, 2011)

Análisis: para determinar el nivel de exposición del sistema de agua potable componentes captación, conducción y tratamiento frente a deslizamientos se llevó a cabo la multiplicación de los indicadores de las variables y el peso de la ponderación luego se hizo la suma de los valores máximos de variables y se obtuvo que el componente de captación y conducción tiene un valor total de 42,5 dando un nivel medio, y el componente de tratamiento es de 43 y su nivel de exposición es de medio.

Gráfico 10

Mapa de elementos esenciales (sistema de agua potable) susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra-Lita



Nota: en el mapa se evidencia los componentes del sistema de agua potable, la información de los shp utilizados fueron conseguidos gracias a (EMAPA-I, 2023)

Tabla 25

Ubicación de los componentes del sistema de agua potable en zonas de susceptibilidad a deslizamientos

ÁREAS INESTABLES						
NIVEL	VALOR	ZONAS	Tanques de captación	Planta de tratamiento	Conducción	Eje de conducción
	< -3.1	Crónico inestable	1	0	36	149
	-2.8	Alto inestable	0	1	28	106
	-2.5	Medio inestable	0	0	57	109
	-2.2	Bajo inestable	0	0	3	29
	0	Poco estable	0	0	0	0
	10	Estable	2	0	49	129
	Total		3,00	1	173	522

Nota: en el programa ArcGIS 10.5 se procedió a calcular en que zonas de susceptibilidad de deslizamientos se encuentran los componentes del sistema de agua potable

Análisis: existen 3 tanques de captación de los cual 1 se encuentran una zona crónico inestable, y lo otros 2 tanques están en zonas estables; existe 1 planta de tratamiento y se encuentra en una zona alto inestable, en el componente de conducción hay 173 intersecciones con las zonas de susceptibilidad estas zonas van desde lo crónico inestable hasta las zonas estables.

4.2.4. Sistema eléctrico

Tabla 26

Matriz de variables, indicadores y pesos de ponderación para la evaluación del sistema eléctrico componentes subestación, postes, transformadores, seccionadores, conductor media función ante deslizamientos en la vía Ibarra Lita, parroquia La Carolina.

COMPONENTE SISTEMA ELÉCTRICO	FUNCIÓN QUE CUMPLE CADA ELEMENTO	VARIABLE	INDICADOR	DESPLAZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Subestación	Facilita el transporte y distribución de energía eléctrica, su equipo principal es el transformador	Estado actual	Bueno	1	1	1
			Regular	5		
			Malo	10		
		Antigüedad	0 a 25 años	1	1.5	1.5
			26 a 50 años	5		
			Mayor a 51 años	10		
		Mantenimiento	Planificado	1	2	10
			Esporádico	5		
			Ninguna	10		
		Material de construcción	Hormigón Armado	1	2.5	2.5
		Transformadores nova (estado)	Bueno	1	1	1
			Regular	5		
Malo	10					
Estándar de diseño y estructuración	Norma técnica	1	2	2		
	Ninguna/ no cumple la norma	10				
				TOTAL=	BAJO	18
Poste	Cumple la función de soporte a todos los elementos que conforman el sistema eléctrico	Tipo de material	Hormigón Armado	1	4	4
			Metálicos	5		
			Madera	10		
		Estado de poste	Bueno	1	4	4
			Malo	10		
		Aterramiento	Si	1	2	2
			No	10		
				TOTAL=	BAJO	10
Transformadores	Cumple la función de	Potencia	25 kVA	1	7	7
			50 kVA	5		

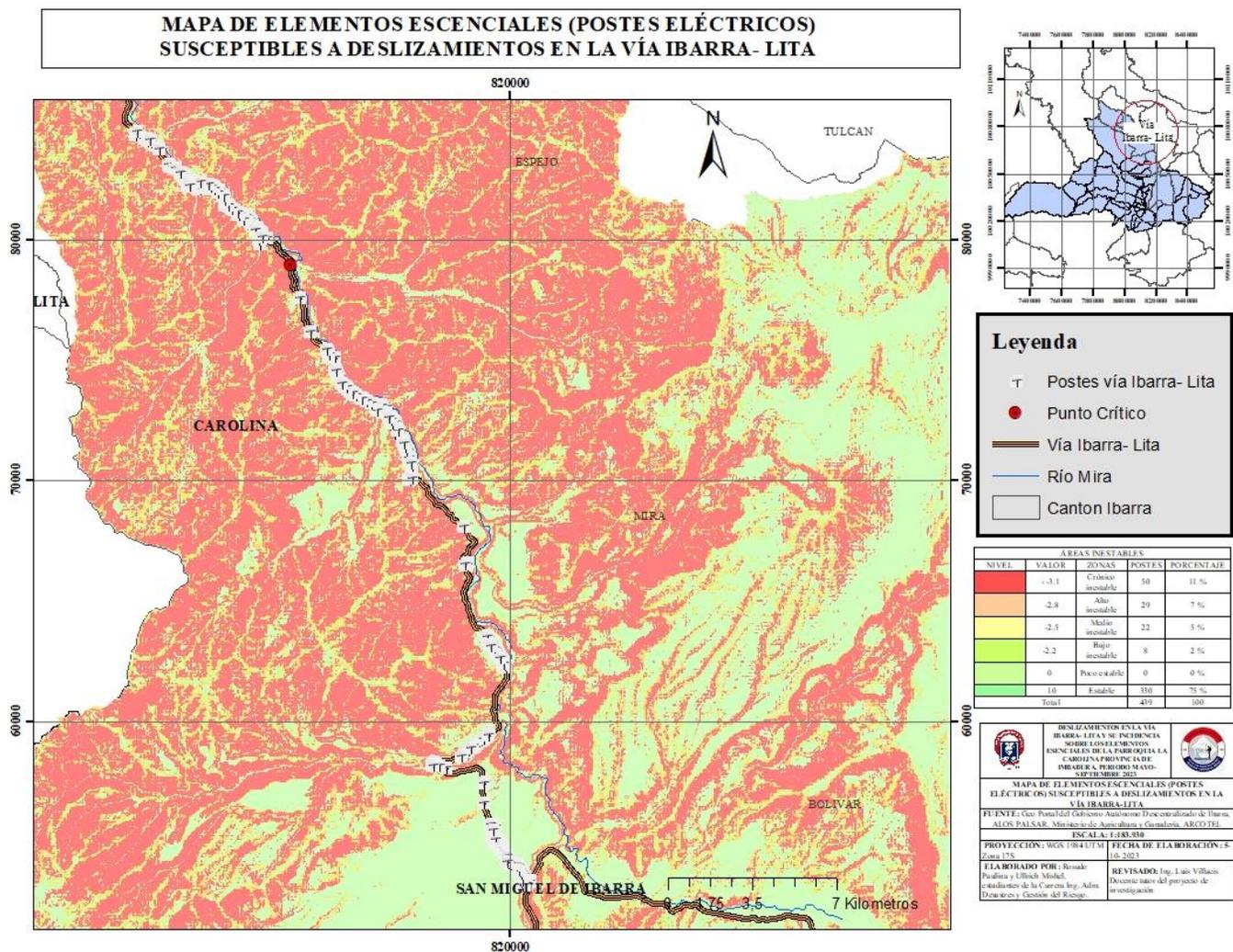
	disminuir el voltaje de 13.800 voltios a 120 v. 240v. 360v.		100 kVA	10		
		Estado de transformador	Bueno	1		
			Regular	5	2	2
			Malo	10		
		Potencia	Con protección	1		
			Sin protección	10	1	1
				TOTAL=	BAJO	10
Seccionadores	Dispositivos mecánico capaz de mantener aislada una red de alimentación	Tipo seccionador	A transformador	1		
			A red	10	3	3
		Estado de seccionador	Bueno	1		
			Regular	5	7	7
			Malo	10		
						TOTAL=
Conductor media función	Es aquel material que ofrece poca resistencia al paso de la corriente eléctrica	Tipo de conductor	A scr # 1/10	1		
			A scr # 2	5		
			cobre cableado # 2	10	3	15
		Estado del conductor	Bueno	1		
			Regular	5	7	7
			Malo	10		
				TOTAL=	BAJO	22

Nota: se hizo uso de la información obtenida de las entrevistas a (EMELNORTE, 2023) para evaluar el sistema eléctrico componentes subestación, postes, transformadores, seccionadores y conductor de media función acuerdo a la matriz de establecidas por (Estudiantes y Docentes de la Universidad Estatal de Bolívar, 2014)

Análisis: en el sistema eléctrico se evaluó los componentes de: subestación, postes, transformadores, seccionadores y conductor de media función. De acuerdo a la información recolectada y el procedimiento respectivo para calcular el nivel de exposición dio como resultado un valor de 18 para la subestación, de 10 en postes, transformadores, seccionadores y de 22 en conductor de media función dando así un nivel medio según la tabla de nivel de establecida.

Gráfico 11

Mapa de elementos esenciales (postes eléctricos) susceptibles a deslizamientos en la vía Ibarra-Lita



Nota: para la realización del mapa se utilizó el programa ArcGis 10.5

Tabla 27*Ubicación de los postes eléctricos en zonas de susceptibilidad a deslizamientos*

NIVEL	VALOR	ZONAS	POSTES	PORCENTAJE
	< -3.1	Crónico inestable	50	11%
	-2.8	Alto inestable	29	7%
	-2.5	Medio inestable	22	5%
	-2.2	Bajo inestable	8	2%
	0	Poco estable	0	0%
	10	Estable	330	75%
	Total		439	100%

Nota: es posible visualizar en el programa ArcGis 10.5 se procedió a calcular en que zonas de susceptibilidad a deslizamientos se encuentran los postes eléctricos

Análisis: hay un total de 439 postes eléctricos a lo largo de la vía Ibarra-Lita, de los cuales 50 postes se encuentran en zonas crónico inestables, 29 en zonas alto inestable, 22 postes en zonas medio inestables, 8 en bajo inestable, y 330 en zonas estables

4.3.Resultados según objetivo 3

4.3.1. Tema:

Proponer medidas para la reducción de riesgos ante la amenaza de deslizamientos en el área de estudio

4.3.2. Justificación:

La vía de primer orden Ibarra- Lita por su ubicación geográfica tiene como finalidad la conectividad entre la costa y sierra, es sobre todo un escenario de deslizamientos, impidiendo que los habitantes del Norte del país no tengan otra alternativa para viajar entre provincias como; Esmeraldas, Imbabura y Carchi, generando una inestabilidad y requiriendo de obras que ayuden a minimizar el riesgo, por ende, la presente investigación tiene como objetivo proponer medidas para la reducción de riesgos ante la amenaza de deslizamientos en el área de estudio.

Se llevará a cabo por medio del planteamiento de medidas estructurales y no estructurales encaminadas a la reducción de riesgos, además de enfocar las mismas hacia el indicador que fue previamente planteado para su análisis, junto con una breve descripción, la medida, la acción y los responsables de los elementos esenciales que se han identificado en la vía Ibarra- Lita.

4.3.3. Objetivos:

4.3.3.1.Objetivo General

Formular medidas encaminadas a la reducción de riesgos ante deslizamientos

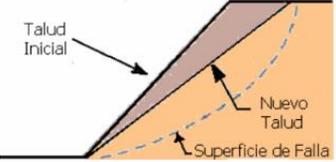
4.3.3.2.Objetivos Específicos:

- ✓ Establecer medidas de reducción de riesgos estructurales y no estructurales ante deslizamientos
- ✓ Determinar medidas para minimizar la susceptibilidad de los elementos esenciales ante deslizamientos

4.3.4. Medidas para la reducción de riesgos ante la amenaza de deslizamientos en el área de estudio

Tabla 28

Medidas para la reducción de riesgos ante la amenaza de deslizamientos en el área de estudio (Medidas estructurales)

MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS			
Medidas estructurales			
Lugar	MEDIDAS	RESPONSABLE	FOTO/EJEMPLO
Punto Crónico inestable	Modificar la geometría del talud mediante el abatimiento de la pendiente con la finalidad de reducir y redistribuir las fuerzas debido al peso del material y de esta manera aumentar la estabilidad.	Ministerio de transporte y Obras Públicas	
		El Estado (Gobierno Nacional)	
Punto Crónico inestable	Remoción de una suficiente cantidad de materiales en parte superior del talud, para obtener un equilibrio de fuerzas y mejorar la estabilidad	Ministerio de transporte y Obras Públicas	
		El Estado (Gobierno Nacional)	

Punto Crónico Inestable, punto medio inestable

Construir un sistema de drenaje superficial (cunetas, contracunetas, cajas) de acuerdo a las características del talud para evitar la acumulación del agua.

Ministerio de transporte y Obras Pública (MTOB)

El Estado (Gobierno Nacional)

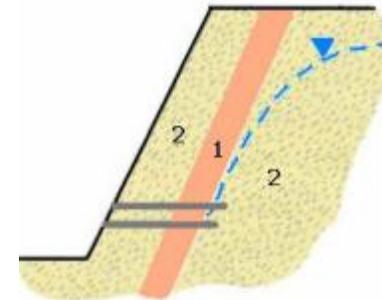


Punto Crónico Inestable, punto medio inestable

Construir un sistema de drenaje subterráneo sub horizontal, actuando como un método preventivo en taludes inestables, son efectivos por interceptar aguas subterráneas profundas.

Ministerio de transporte y Obras Pública (MTOB)

El Estado (Gobierno Nacional)

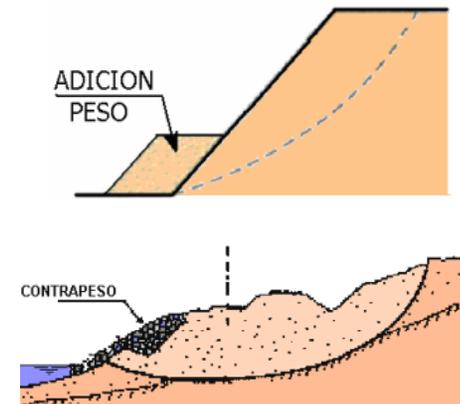


Punto Crónico inestable, Punto medio inestable.

Emplear contrapesos al pie del talud. Construir muros de concreto que refuercen el pie de las pendientes cumpliendo así la función de sostenimiento del material posible a deslizarse.

Ministerio de transporte y Obras Pública (MTOB)

El Estado (Gobierno Nacional)

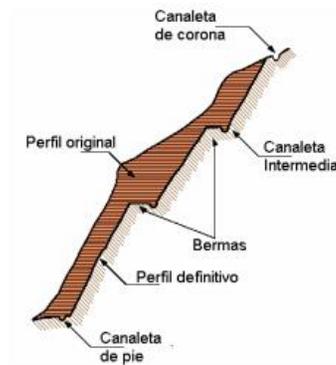


Punto
Crónico
Inestable,
punto medio
inestable

Realizar un escalonamiento del talud, que consiste en crear un sistema de bermas en la pendiente, construyendo diversas terrazas y una conducción superficial de aguas

Ministerio de
transporte y
Obras Pública
(MTOB)

El Estado
(Gobierno
Nacional)



Nota: las medidas fueron planteadas de acuerdo a la estabilidad de los puntos crónicamente inestables y puntos medio inestables.

Tabla 29

Medidas para la reducción de riesgos ante la amenaza de deslizamientos en el área de estudio (Medidas no estructurales)

MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS		
Medidas no estructurales		
MEDIDAS	RESPONSABLE	FOTO/EJEMPLO
<p>Dar a conocer al GAD y a la población las áreas propensas a deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, Parroquia La Carolina</p>	<p>GAD Parroquial</p> <hr style="width: 100%;"/> <p>Población</p>	
<p>Incluir en la planificación y ordenamiento territorial la Gestión de Riesgos.</p>	<p>GAD Parroquial</p>	

Realizar constantes capacitaciones sobre gestión de riesgos con la participación de entidades de emergencias a la población.

GAD Parroquial



Evitar el esparcimiento agrícola en las áreas susceptibles a deslizamientos

Población



Crear sistemas de alerta comunitaria que permitan dar a conocer el inicio de los deslizamientos.

GAD Parroquial



Delimitar las áreas susceptibles a deslizamientos y declarar áreas no aptas para la construcción de edificaciones.

GAD Parroquial



De manera conjunta entre autoridades y la comunidad realizar mingas de reforestación en las áreas susceptibles a deslizamientos.

GAD Parroquial

Población



Nota: se establecieron las medidas no estructurales de manera general.

Tabla 30

Medidas y acciones para reducir la exposición de los elementos esenciales frente a la amenaza de deslizamiento en la vía Ibarra- Lita

Indicador	Descripción	Medidas de Reducción de riesgos	Acción	Responsables
Red vial panamericana Vía Ibarra-Lita	El sistema de la vía Ibarra Lita presenta un nivel de exposición medio, tomando en cuenta que existe un tramo de vía que se destruye debido a la ocurrencia de deslizamientos.	Mejorar el sistema vial debido a que existe inaccesibilidad en épocas de lluvias y hay limitadas rutas alternas.	Solucionar el problema legal (juicio) -Construir muros de contención, bajar material pétreo de la montaña reconfirmando la vía y haciendo una nueva cama con base, sub base y asfalto nuevo.	Ministerio de Transporte y Obras Públicas. El Estado (Gobierno Nacional)

			Realizar canales de paso de agua y ductos de desfogue de agua para evitar la saturación de la montaña. A largo plazo realizar de manera definitiva la construcción de una variante vial por la parte alta de la Montaña, aprovechando las bondades del piso de la montaña y asegurando de manera definitiva la conectividad entre Imbabura y Esmeraldas.	
Puentes	A lo largo de vía existen 3 puentes de los cuales 1 de ellos presentan un nivel medio y los otros 2 se encuentran en un nivel bajo.	Realizar mantenimiento de los puentes	Mejorar la calidad de revestimiento de los puentes, aplicando la normativa vigente	Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
Sistema de agua potable	Los componentes de captación, conducción, y tratamiento del sistema de agua potable tienen un nivel medio frente a deslizamientos. De acuerdo al mapa de	Diseñar un plan de mantenimiento, evaluación y ejecución obras del sistema	Realizar periódicamente monitoreos en las líneas de conducción. Construir tanques de reserva de agua para ser utilizados en caso de	GAD parroquial de La Carolina. Empresa Municipal de Agua Potable de Ibarra (EMAPA-I)

	susceptibilidad de deslizamientos.		que la captación se vea afectada por deslizamientos. Realizar mantenimiento y limpieza en los tanques de aguas y plantas de tratamiento para tener así una mejor calidad de agua.	
Sistema Eléctrico	En el sistema eléctrico los componentes de subestación, postes, transformadores, seccionadores y el conductor medio función presenta un nivel de vulnerabilidad baja.	Realizar un diagnóstico del estado de las conexiones del sistema.	Evaluar el estado del sistema eléctrico. Tener en consideración las normativas para realizar el mantenimiento del sistema.	Empresa Eléctrica Regional del Norte (EMELNORTRE) GAD parroquial La Carolina

Nota: se establecieron las medidas y acciones de acuerdo a las necesidades de cada elemento esencial establecido.

CÁPITULO V MARCO ADMINISTRATIVO

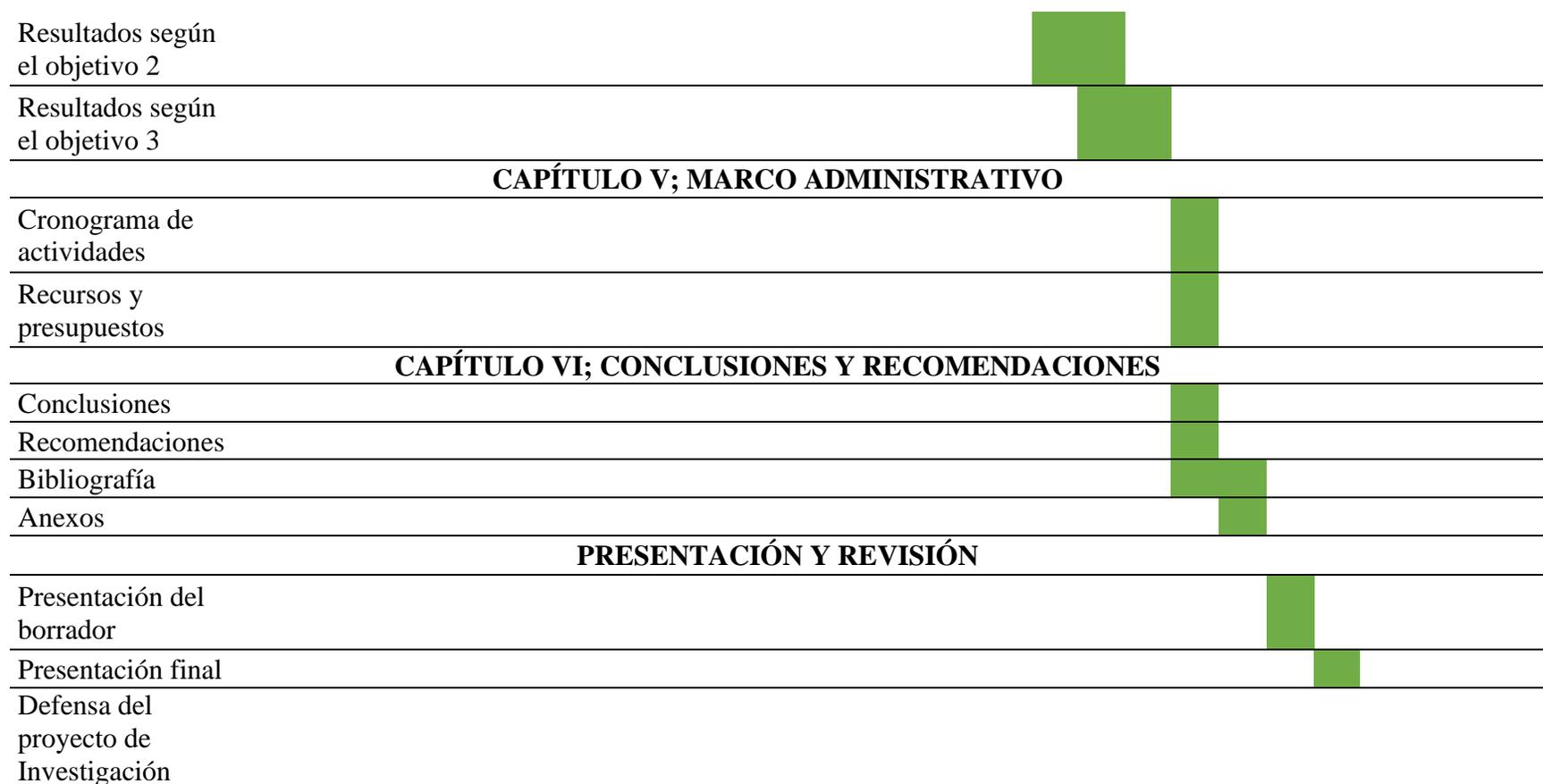
5.1. Cronograma de actividades

Tabla 31

Cronograma de actividades

Actividades desarrolladas en el proyecto de investigación	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	<i>Semanas</i>				<i>Semanas</i>				<i>Semanas</i>				<i>Semanas</i>				<i>Semanas</i>				<i>Semanas</i>							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Investigación y selección del tema																												
Aprobación del tema escogido																												
Planteamiento del problema																												
Establecimiento de objetivos																												
Selección de la metodología																												
Asignación formal del tutor/a																												

CAPÍTULO I; EL PROBLEMA



Nota: se diseñó el cronograma de actividades de acuerdo a las semanas de trabajo en las que se realizó cada actividad necesaria para el cumplimiento del trabajo de investigación

5.2.Presupuesto de actividades desarrolladas en el proyecto de investigación

Tabla 32

Recursos y materiales

N°	Recursos y materiales	Valor
1	Salidas de campo (transporte)	30\$
2	Materiales y Suministros	5\$
3	Alimentación	5\$
4	Impresiones, anillados, empastado	100\$

Nota: se describe el valor económico de los recursos y materiales utilizados para la realización del trabajo de investigación.

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- ✓ Los análisis realizados, donde se identificaron los factores que interviene para desencadenar deslizamientos, se pudo obtener el “MAPA DE ÁREAS SUCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS EN LA VÍA IBARRA- LITA” por medio de la metodología de MOHR- COULOMB, el mismo que permitió concluir, que la vía Ibarra- Lita con una extensión de 45 km², tiene una distancia de 16 km en crónico inestable siendo el equivalente al 37% del área, por otra parte se identifica una distancia de 4 km en alto inestable correspondiente al 10%, seguido se puede visualizar 2 km en medio inestable siendo el 5% de susceptibilidad, en cuanto a bajo inestable se determinó 0,48 km que representa al 1%, por consiguiente en poco estable se identificó 0,02 km que es el 0 % de la distancia, de las zonas estables se puede visualizar 21 km de distancia siendo el equivalente al 40%, estableciendo así las áreas más propensas a deslizamientos, además con la utilización del software GEO 5 se pudo llevar a cabo el análisis de la estabilidad del talud, dando como resultado NO ACEPTABLE en el punto crónico inestable, siendo necesario proponer medidas de reducción de riesgos.
- ✓ Se logró identificar los elementos esenciales que se encuentran expuestos ante la amenaza de deslizamientos en la vía Ibarra- Lita luego se analizó el grado de susceptibilidad que tienen cada uno de estos elementos mediante parámetros cualitativos, determinamos a través de la metodología del PNUD que no existe un grado alto de susceptibilidad, la red vial comprende un puntaje 34 siendo un nivel medio de susceptibilidad, los puentes tienen un nivel bajo (0 a 25 puntos) y medio (26 a 75 puntos), el sistema de agua potable componentes captación, conducción, y tratamiento tiene un nivel medio de

susceptibilidad, y por último el sistema eléctrico varía entre los 0 a 33 puntos dando como resultado un nivel bajo de susceptibilidad antes deslizamientos. Se evidenció que la planta de tratamiento tiene un nivel medio de susceptibilidad frente a deslizamientos, pero sin embargo se encuentra en una zona de alto inestable, la conducción cruza en todas las zonas de estabilidad e inestabilidad, mientras que los tanques de captación 1 está en una zona crónica inestable y los otros 2 tanques están en zonas estables; los postes eléctricos un total de 50 postes se encuentran en zonas crónico inestables, 29 en zonas alto inestable, 22 postes en zonas medio inestables, 8 en bajo inestable, y 330 en zonas estables.

- ✓ De acuerdo la ubicación de las zonas de deslizamientos se planteó medidas de reducción de riesgos bajo dos directrices de acción que son las medidas estructurales y no estructurales de acuerdo a la identificación de las características de las áreas inestables, estas medidas permitirán minimizar la susceptibilidad a deslizamiento en la vía Ibarra-Lita. Además, de acuerdo a los elementos esenciales situados en las áreas de crónico inestable, alto inestable, medio inestable, bajo inestable, poco estable y estable inestabilidad, mencionadas se plantearon medidas y acciones que las autoridades y la población deben tener en consideración para su respectiva aplicación y de esta manera disminuir la exposición de los elementos.

6.2. Recomendaciones

- ✓ Es necesario desarrollar de manera amplia los levantamientos de información con mayor precisión por medio de estudios e investigaciones topográficas que sean a escala y tengan actualización de la información georreferenciadas para una mejor identificación de factores detonantes de toda el área de la vía Ibarra- Lita, además de considerar áreas

susceptibles en crónico inestable para proteger el bienestar de los residentes, bienes y servicios.6

- ✓ A los encargados del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) tengan en consideración las normativas vigentes, al momento de ejecutar las obras de recuperación de la vía y el mantenimiento necesario para la vía y los puentes, a las autoridades de la EMAPA- I y el GAD Parroquial La Carolina incluyan medidas de mitigación para reducir la susceptibilidad del sistema del agua potable, a los representantes de EMELNORTE realicen evaluaciones y mantenimientos constante del sistema eléctrico y por último que las autoridades tomen en consideración la información de la susceptibilidad de los elementos esenciales ante deslizamientos para los proyectos de desarrollo.
- ✓ A las autoridades de acuerdo a sus competencias implementar las medidas de reducción de riesgos ante deslizamientos en la vía Ibarra- Lita, las medidas y acciones para los elementos esenciales con el objetivo de mejorar el tránsito, la seguridad e integridad y calidad de vida de los ciudadanos. Se recomienda señalar las pendientes naturales y superficiales que presentan altos niveles de susceptibilidad a deslizamientos para que los transeúntes reconozcan estos sitios de riesgos y estén atentos antes la presencia de deslizamientos.

BIBLIOGRAFÍA

ISDR . (Mayo de 2009). https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf.

Recuperado el Agosto de 2023, de

https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf:

https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf

Alberti Arroyo, J. R., Canales Bernal , R. E., & Sandoval , B. (Octubre de 2006). Técnicas de

mitigación para el control de deslizamientos en taludes y su aplicación a un caso

específico. El Salvador . Obtenido de

[https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4514/1/T%C3%A9cnicas%20de%20mitigaci%C3%B3n%20para%20el%20control%20de%20deslizamientos%20en%20taludes%20y%20su%20apli](https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4514/1/T%C3%A9cnicas%20de%20mitigaci%C3%B3n%20para%20el%20control%20de%20deslizamientos%20en%20taludes%20y%20su%20aplicaci%C3%B3n%20a%20un%20caso%20espec%C3%ADfico.pdf)

[caci%C3%B3n%20a%20un%20caso%20espec%C3%ADfico.pdf](https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4514/1/T%C3%A9cnicas%20de%20mitigaci%C3%B3n%20para%20el%20control%20de%20deslizamientos%20en%20taludes%20y%20su%20apli)

[caci%C3%B3n%20a%20un%20caso%20espec%C3%ADfico.pdf](https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4514/1/T%C3%A9cnicas%20de%20mitigaci%C3%B3n%20para%20el%20control%20de%20deslizamientos%20en%20taludes%20y%20su%20apli)

Asamblea Constitucional. (2008). CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR. Ecuador. Recuperado el

1 de agosto de 2023, de

<https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf>

Asamblea Constituyente. (20 de Octubre de 2008). Constitución de la República del Ecuador.

Recuperado el 1 de Abril de 2023, de

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiC5uqvnI_-AhXjZzABHVeWDZoQFnoECC8QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ecuadorencifras.gob.ec%2FLOTAIP%2F2017%2FDIJU%2Foctubre%2FLA2_OCT_DIJU_Constitucion.pdf&usg=AOvVaw0gUtdbIx7)

[8&ved=2ahUKEwiC5uqvnI_-](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiC5uqvnI_-AhXjZzABHVeWDZoQFnoECC8QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ecuadorencifras.gob.ec%2FLOTAIP%2F2017%2FDIJU%2Foctubre%2FLA2_OCT_DIJU_Constitucion.pdf&usg=AOvVaw0gUtdbIx7)

[AhXjZzABHVeWDZoQFnoECC8QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ecuadorencifras.g](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiC5uqvnI_-AhXjZzABHVeWDZoQFnoECC8QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ecuadorencifras.gob.ec%2FLOTAIP%2F2017%2FDIJU%2Foctubre%2FLA2_OCT_DIJU_Constitucion.pdf&usg=AOvVaw0gUtdbIx7)

[ob.ec%2FLOTAIP%2F2017%2FDIJU%2Foctubre%2FLA2_OCT_DIJU_Constitucion.p](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiC5uqvnI_-AhXjZzABHVeWDZoQFnoECC8QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ecuadorencifras.gob.ec%2FLOTAIP%2F2017%2FDIJU%2Foctubre%2FLA2_OCT_DIJU_Constitucion.pdf&usg=AOvVaw0gUtdbIx7)

[df&usg=AOvVaw0gUtdbIx7](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiC5uqvnI_-AhXjZzABHVeWDZoQFnoECC8QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ecuadorencifras.gob.ec%2FLOTAIP%2F2017%2FDIJU%2Foctubre%2FLA2_OCT_DIJU_Constitucion.pdf&usg=AOvVaw0gUtdbIx7)

Avila, J. R. (2008). *UPCommons. Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC.*

Recuperado el Julio de 2023, de UPCommons. Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC : <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/6529>

Bravo Mejía, P., & González Sisalima, F. (2009). Determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa en el sector Norte del área urbana del cantón Gonzanamá.

Universidad Nacional de Loja. Loja, Loja, Ecuador. Recuperado el 22 de julio de 2023, de

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/16362/1/Bravo%20Mejía%2C%20Pablo%20Javier%2C%20González%20Sisalima%2C%20Fermín%20Alexander.pdf>

Campos Rodríguez, L. Y. (Agosto de 2019). *Repositorio DSpace.* Recuperado el Julio de 2023, de DSpace Tesis:

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/28126/Aplicaci%3b3n%20de%20criterios%20de%20falla%20para%20determinar%20el%20inicio%20de%20arenamiento%20de%20yacimientos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chacón, J. (2012). Movimientos de ladera: clasificación descripción y evolución espacial y temporal. *Dialnet*, 75. Recuperado el Junio de 2023, de

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7404769.pdf>

Comisión Nacional Técnica Asesora para el Conocimiento del Riesgo. (2017). *Terminología sobre gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes.* Bogotá, Colombia.

Recuperado el Agosto de 2023, de

<http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminol>

ogia-GRD-

2017.pdf;jsessionid=662409A07EEABAC57D1632FD3EAC771D?sequence=2

COOTAD. (2014). CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIAL AUTONOMIA DESCENTRALIZACION. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 1 de agosto de 2023, de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

Corominas, J., & Yagüe, G. (1997). Tipo de roturas en laderas y taludes. Barcelona, Cataluña, España. Recuperado el Junio de 2023, de <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/7716/1/108%20-%20RI000386.PDF>

Corporación de Cuencas de Tolimas. (2014). Pendientes. *Tomo 3.6 Pendientes*. Colombia. Recuperado el Agosto de 2023, de https://cortolima.gov.co/images/POMCA/Rio_Luisa/IIIFase_de_Diagnostico/3.6%20PENDIENTES.pdf

De la Luz, A. R. (Noviembre de 2011). Análisis y definición de los tipos de deslizamientos y sus zonas de susceptibilidad en la microcuenca El Ventilador, Angangueo, Michoacán, México. Santiago de Querétaro, Querétaro, México. Recuperado el Junio de 2023, de <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/7716/1/108%20-%20RI000386.PDF>

EMAPA-I. (Agosto de 2023). (G. Rosado, & M. Ullrich, Entrevistadores)

EMELNORTE. (Agosto de 2023). (G. Rosado, & M. Ullrich, Entrevistadores)

Esri. (2023). ArcGis Pro. *Relleno*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2023, de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/fill.htm>

Esri. (2023). ArcGIS Pro. *Cuenca (Spatial Analyst)*. Recuperado el 27 de septiembre de 2023, de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/basin.htm>

Esri. (2023). ArcGIS Pro. *Cómo funciona Dirección de flujo*. Recuperado el 27 de septiembre de 2023, de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-flow-direction-works.htm>

Esri. (2023). ArcGIS Pro. *Cómo funciona Acumulación de flujo*. Recuperado el 28 de septiembre de 2023, de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-flow-accumulation-works.htm>

Esri. (2023). ArcGIS Pro. *Cuenca hidrográfica (Spatial Analyst)*. Recuperado el 28 de septiembre de 2023, de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/watershed.htm>

Estrada Tigsilema, K., & Pucha Guaila, E. (2022). REPOSITORIO DIGITAL DE TESIS Universidad Estatal de Bolívar. *Aplicación del criterio de falla Mohr – Coulomb para determinar zonas susceptibles a movimientos en masa en la vía Chimbo – el Torneado, en el periodo junio a diciembre 2022*. Recuperado el 20 de julio de 2023, de <https://www.dspace.ueb.edu.ec/browse?type=author&value=Estrada+Tigsilema%2C+Katherin+Janeth>

Estudiantes y Docentes de la Universidad Estatal de Bolívar. (2014). *Metodología para el Análisis de Riesgos (Sismos, Deslizamientos, e Inundaciones de la Ciudad de Guaranda)*. Guaranda , Bolívar, Ecuador. Recuperado el Septiembre de 2023

Gisbert Balnquer, J. M., Ibañez Asensio, S., & Moreno Ramón, H. (2010). La Textura de un suelo. *RiuNet UPV*, 1-8. Recuperado el Agosto de 2023, de

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7775/Textura.pdf>

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial, L. C., & PDOT. (2015). *GAD Provincial de Imbabura*. Recuperado el Septiembre de 2023, de GAD Provincial de Imbabura:

<https://www.imbabura.gob.ec/index.php/componente-territorial/instrumentos-de-planificacion/pdot-parroquial/file/522-pdot-la-carolina>

Instituto Geologico y Minero de España. (España). *Riesgos geologicos*. Madrid. Recuperado el Junio de 2023, de

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BhlDV88yvzWC&oi=fnd&pg=PA175&dq=que+son+los+deslizamientos+&ots=F-](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BhlDV88yvzWC&oi=fnd&pg=PA175&dq=que+son+los+deslizamientos+&ots=F-MERkHWcv&sig=bIokOC2hkU59BaaKhqm6WB1pQSE#v=onepage&q&f=false)

[MERkHWcv&sig=bIokOC2hkU59BaaKhqm6WB1pQSE#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BhlDV88yvzWC&oi=fnd&pg=PA175&dq=que+son+los+deslizamientos+&ots=F-MERkHWcv&sig=bIokOC2hkU59BaaKhqm6WB1pQSE#v=onepage&q&f=false)

Jacana Mijoy, I. (5 de Abril de 2013). *Scrib*. Recuperado el Agosto de 2023, de Scrib:

<https://es.scribd.com/doc/134125015/Definicion-de-talud>

Lavell, A. (2000). *Academia.edu*. Recuperado el Julio de 2023, de Academia.edu:

https://www.academia.edu/en/56908828/Una_Visi%C3%B3n_de_Futuro_La_Gesti%C3%B3n_del_Riesgo

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (28 de febrero de 2018). Gobierno del Encuentro. *La red vial estatal de las cuatro provincias de la zona norte se encuentra en buenas condiciones*. Ibarra, Imbabura, Ecuador. Recuperado el 10 de julio de 2023, de

<https://www.obraspublicas.gob.ec/la-red-vial-estatal-de-las-cuatro-provincias-de-la-zona-norte-se-encuentra-en-buenas-condiciones/>

Montgomery, D., & Dietrich, W. (1 de Febrero de 1998). *Geo Berkeley Edu*. Recuperado el Julio de 2023, de Geo Berkeley Edu:

<http://calm.geo.berkeley.edu/geomorph/shalstab/index.htm>

Mora, S., & Vahrson, W. G. (1994). Macrozonation Methodology for Landslide Hazard Determination. 49-58. Recuperado el Junio de 2023, de

https://www.researchgate.net/publication/275971541_Macrozonation_Methodology_for_Landslide_Hazard_Determination

MTOP-Imbabura. (Agosto de 2023). (G. Rosado, & M. Ullrich, Entrevistadores)

Naciones Unidas. (2013). <https://www.un-spider.org/es/riesgos-y-desastres/gestion-del-riesgo-de-desastres>. Recuperado el Agosto de 2023, de <https://www.un-spider.org/es/riesgos-y-desastres/gestion-del-riesgo-de-desastres>: <https://www.un-spider.org/es/riesgos-y-desastres/gestion-del-riesgo-de-desastres>

Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres. (2013).

<https://www.eird.org/americas/we/que-es-la-reduccion-del-riesgo-de-desastres.html>.

Recuperado el Agosto de 2023, de <https://www.eird.org/americas/we/que-es-la-reduccion-del-riesgo-de-desastres.html>: <https://www.eird.org/americas/we/que-es-la-reduccion-del-riesgo-de-desastres.html>

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN - NEC. (2014). CARGAS SÍSMICAS DISEÑO SISMO RESISTENTE. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 19 de septiembre de 2023, de <http://cici.org.ec/wp-content/uploads/2017/12/NEC-SE-DS.pdf>

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN- NEC. (2014). GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES. Quito, Pichincha, Ecuador.

<https://doi.org/https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/7.-NEC-SE-GC-Geotecnia-y-Cimentaciones.pdf>

Olivia Gonzáles, A. O., Ruiz Pozo, A. F., & Gallardo Amaya, R. J. (2017). Inestabilidad del terreno en zonas de actividad minera: caso ciudad de Zaruma, Ecuador. *Redes de Ingeniería*, 69-81. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/2248762X.12116>.

Organización Meteorológica Mundial. (2022). *Organización Meteorológica Mundial*.

Recuperado el Julio de 2023, de Organización Meteorológica Mundial:

<https://public.wmo.int/es/peligros-naturales-y-reducci%C3%B3n-de-riesgos-de-desastre>

Oyola Guzmán, R. D., & Vaca Oyola, L. S. (2018). Uso de la teoría de Mohr-Coulomb para explicar el mejoramiento de suelos mediante el proceso de compactación. *Dialnet* , 1-11.

Palacios Orejuela, I. (2020). SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS EN LA VÍA ALOAG – SANTO DOMINGO, MEDIANTE LÓGICA DIFUSA. *17*, 2. Obtenido de <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-geoespacial/article/view/1571>

PDyOt GAD de Lita . (2014). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de Lita. Ibarra, Imbabura, Ecuador. Recuperado el 19 de julio de 2023, de <https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Parroquial/PDOT%20LITA.pdf>

PDyOT GAD San Miguel de Ibarra. (2023). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Ibarra*. Ibarra, Imbabura, Ecuador. Recuperado el 2 de Abril de 2023, de <https://multimedia.planificacion.gob.ec/PDOT/descargas.html>

- PDyOT GAD San Pedro de La Carolina. (2015). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San Pedro de la Carolina*. IBARRA, Imbabura, Ecuador. Recuperado el 02 de Abril de 2023, de <https://multimedia.planificacion.gob.ec/PDOT/descargas.html>
- Planeta Tierra. (17 de junio de 2020). Planeta Tierra. Recuperado el 06 de julio de 2023, de <https://planeta-tierra.info/desastres-naturales/causas-efectos-y-tipos-de-deslizamientos-de-tierra/>
- PNUD; SNGR. (2011). *Guía de Implementar el análisis de vulnerabilidades a nivel cantonal*. Ecuador. Recuperado el Septiembre de 2023
- Ponce López, J. (2017). Susceptibilidad a deslizamientos en la carretera Jipijapa – Puerto Cayo. Jipijapa, Manabí, Ecuador. Recuperado el 25 de julio de 2023, de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1052/1/TESIS%20DE%20SUSCEPTIBILIDAD%20A%20DESLIZAMIETO%20EN%20LA%20CARRETERA%20J%20-%20P%20C.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2011). *Guía para implementar el análisis de vulnerabilidades a nivel cantonal*. (A. Hallo, & N. Hallo, Edits.) Quito, Ecuador. Recuperado el Julio de 2023, de <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/des-19138>
- Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo. . (2012). *ROPUESTA METODOLÓGICA - Análisis de Vulnerabilidades a nivel Municipal*. (A. Hallo, & N. Hallo, Edits.) Quito, Ecuador : AH/editorial. Recuperado el Julio de 2023, de https://issuu.com/comitedepartamentalnarino/docs/propuesta_metodologica_analisis_de_

REPUBLICA DEL ECUADOR ASAMBLEA NACIONAL. (27 de abril de 2017). LEY SISTEMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA VIAL TRANSPORTE TERRESTRE. Recuperado el 25 de julio de 2023, de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/LOTAIP_5_LEY-DE-INFRAESTRUCTURA.pdf

Rubio Gutierrez, A. M. (Julio de 2010). La densidad aparente en suelos forestales del parque natural lo alcornocales. *DIGITAL.CSIC*, 19-22. Obtenido de <https://digital.csic.es/handle/10261/57951>

Sanhueza Plaza, C., & Rodríguez Cifuentes, L. (2013). Análisis comparativo de métodos de calculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales . *Revista de la Construcción* , 17-29. Recuperado el Julio de 2023, de <https://www.scielo.cl/pdf/rconst/v12n1/art03.pdf>

Secretaría de Gestión de Riesgos. (2018). *Glosario de Términos de gestión de riesgos de desastres- Guía de Consulta*. Samboronbdón, Guayas, Ecuador. Recuperado el Agosto de 2023, de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-T%3%89RMINOS-DE-GESTI%3%93N-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf>

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2019). *Lineamientos para incluir la gestión de riesgos de desastres en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial* (Primera ed.). Samborondón, Guayas, Ecuador. Recuperado el Agosto de 2023, de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/02/RESOLUCION-Nro.-SNGRE-005-2020.pdf>

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2020). *Glosario de términos asociados a la gestión de riesgos y desastres*. Samborondón, Guayas, Ecuador. Recuperado el Agosto de 2023, de <https://biblioteca.gestionderiesgos.gob.ec:8443/files/original/fb3a5ca71935d5ed89beed899ece3ef2.pdf>

Soeters, R., & Van Westen, C. (1996). Slope Instability recognition, analysis and zonation. *National Research Council*, 129-177. Obtenido de <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/sr/sr247/sr247-008.pdf>

Suaréz Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales* . Bucaramanga: Instituto de investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos . Recuperado el Junio de 2023, de <https://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101-parte01.pdf>

Suárez Díaz, J. (Marzo de 2012). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico*. Colombia. Recuperado el Junio de 2023, de <https://es.scribd.com/document/282417273/ANALISIS-GEOTECNICO#>

UNGRD. (Abril de 2014). <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx#:~:text=Es%20un%20proceso%20que%20busca,los%20medios%20de%20subsistencia%2C%20los>. Recuperado el Agosto de 2023, de <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx#:~:text=Es%20un%20proceso%20que%20busca,los%20medios%20de%20subsistencia%2C%20los>: <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx#:~:text=Es%20un%20proceso%20que%20busca,los%20medios%20de%20subsistencia%2C%20los>

Riesgo-

Desastres.aspx#:~:text=Es%20un%20proceso%20que%20busca,los%20medios%20de%20subsistencia%2C%20los

Vinocunga Viracucha, E., & Cayo Montes, M. (2016). Importancia del plan de reducción de riesgos como medida de prevención ante emergencias y desastres naturales en la escuela Rafael Cajiao Enríquez de la parroquia Pastocalle, cantón Latacunga. Educación Básica. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador. Recuperado el 06 de julio de 2023, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3173/1/T-UTC-4031.pdf>

ANEXOS

8.1. Anexos 1; documentación fotográfica

Fotografía 1.	Salida de campo en la vía Ibarra- Lita, identificación del área de estudio.
	
Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023	

Fotografía 2.	Salida de campo en la vía Ibarra- Lita, recolección de información de las características y coordenadas.
	
Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023	

Fotografía 3.	Salida de campo en la vía Ibarra- Lita, punto crónico inestable.
Coordenadas WGS 1984 UTM Zone 17 N	Este: 78989,2
	Norte: 810928,1



Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023

Fotografía 4.

Salida de campo en la vía Ibarra- Lita, punto medio inestable.

**Coordenadas
WGS 1984
UTM Zone 17
N**

Este: 67478

Norte: 818514



Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023

Fotografía 5.	Salida de campo en la vía Ibarra- Lita, punto medio inestable.
Coordenadas WGS 1984 UTM Zone 17 N	Este: 77450
	Norte: 811350
	
Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023	

Fotografía 6.	Salida de campo en Ibarra, entrevista en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
	
Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023	

Fotografía 7. Salida de campo en Ibarra, entrevista en EMAPA-I



Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023

Fotografía 8. Salida de campo en Ibarra, entrevista en EMELNORTE

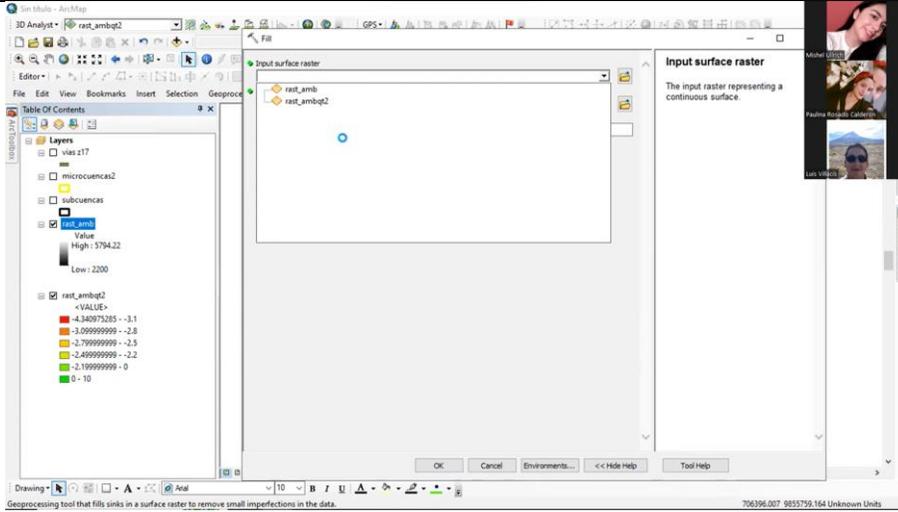


Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023

Fotografía 9.	Recolección de información de las características y coordenadas. Captación de la parroquia La Carolina.
	
Fuente: EMAPA, 2015	

Fotografía 10.	Recolección de información de las características y coordenadas. Postes en la vía Ibarra- Lita
	
Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023	

Fotografía 11. Captura de imagen de las revisiones periódicas del proyecto de investigación por parte del tutor.



Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023

8.2. Anexos 2, Entrevistas de las matrices de elementos esenciales en la vía Ibarra- Lita

	<p>UNIVERSIDAD ESTADAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO</p>
---	--

TEMA: DESLIZAMIENTOS EN LA VÍA IBARRA- LITA Y SU INCIDENCIA SOBRE LOS ELEMENTOS ESENCIALES DE LA PARROQUIA LA CAROLINA PROVINCIA DE IMBABURA. PERIODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Vía Ibarra - Lita	Estado Revestimiento	Bueno	0	2	10
		Regular	5		
		Malo	10		
	Mantenimiento	Planificado	0	4	20
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1	4	4
		Versión al 2002	5		
		No aplica normativa	10		
TOTAL=			MEDIO	34	

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	0 a 25 puntos
Medio	26 a 75 puntos
Alto	Más de 75 puntos

Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023

	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO
---	---

TEMA: DESLIZAMIENTOS EN LA VÍA IBARRA- LITA Y SU INCIDENCIA SOBRE LOS ELEMENTOS ESENCIALES DE LA PARROQUIA LA CAROLINA PROVINCIA DE IMBABURA. PERIODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
PUNTES	Estado Revestimiento	Bueno	1	2	10
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1	3	3
		25 a 50 años	5		
		mayor a 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	1	5
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Estándares de diseño y construcción	Aplica la normativa MOP 2002	1	2	2
		Versión al 2002	5		
		No aplica normativa	10		

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	0 a 25 puntos
Medio	26 a 75 puntos
Alto	Más de 75 puntos

Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023

	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO
--	---

TEMA: DESLIZAMIENTOS EN LA VÍA IBARRA- LITA Y SU INCIDENCIA SOBRE LOS ELEMENTOS ESENCIALES DE LA PARROQUIA LA CAROLINA PROVINCIA DE IMBABURA. PERIODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023

COMPONENTE SISTEMA ELÉCTRICO	FUNCIÓN QUE CUMPLE CADA ELEMENTO	VARIABLE	INDICADOR	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Subestación	Facilita el transporte y distribución de energía eléctrica, su equipo principal es el transformador	Estado actual	Bueno	1	1	1
			Regular	5		
			Malo	10		
		Antigüedad	0 a 25 años	1	1,5	1,5
			26 a 50 años	5		
			Mayor a 51 años	10		
		Mantenimiento	Planificado	1	2	10
			Esporádico	5		
			Ninguna	10		
	Material de construcción	Hormigón Armado	1	2,5	2,5	
		Transformadores nova (estado)	Bueno	1	1	1
	Regular	5				
	Malo	10				
	Estándar de diseño y estructuración	Norma técnica	1	2	2	
		Ninguna/ no cumple la norma	10			
TOTAL=					BAJO	18

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	0 a 33 puntos
Medio	34 a 66 puntos

Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023

	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TEMA: DESLIZAMIENTOS EN LA VÍA IBARRA- LITA Y SU INCIDENCIA SOBRE LOS ELEMENTOS ESENCIALES DE LA PARROQUIA LA CAROLINA PROVINCIA DE IMBABURA. PERIODO MAYO- SEPTIEMBRE 2023

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	INDICADORES	DESLIZAMIENTOS	PONDERADOR	VALOR MÁXIMO
Agua Potable Captación	Estado actual	Bueno	5	1	10
		Regular	5		
		Malo	10		
	Antigüedad	0 a 25 años	1	1,5	7,5
		25 a 50 años	5		
		mayor a 50 años	10		
	Mantenimiento	Planificado	1	2	10
		Esporádico	5		
		Ninguna	10		
	Material de construcción	PVC	1	2,5	2,5
		Hormigón	1		
		Abesto Cemento	5		
Manpostería de piedra y mampostería		10			

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	0 a 33 puntos
Medio	34 a 66 puntos
Alto	Más de 67 puntos

Fuente: Rosado P & Ullrich M, 2023