

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



TESIS

**“EVALUACION DEL RIESGO POR PELIGRO DE
DESLIZAMIENTO, EN LA ASOCIACIÓN LA FLORIDA, AÑO
2023”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. JOSÉ ALFREDO MARIÑO CHALLCHA

Bach. JIMMY ALEXANDER GOMEZ RIOS

TACNA – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**“EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL
POR PELIGRO DE DESLIZAMIENTO, EN LA ASOCIACIÓN LA
FLORIDA, AÑO 2023”**

Tesis sustentada y aprobada el 9 de Julio de 2024; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. RICHARD SABINO LAZO RAMOS

SECRETARIO : Mtro. RICARDO WILLIAM NAVARRO AYALA

VOCAL : Mag. MARCO ALBERTO NAVARRO GUZMÁN

ASESOR : Ing. CARMEN ROSA ROMÁN ARCE

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, José Alfredo Mariño Challcha y Jimmy Alexander Gómez Ríos, egresado, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 70053849 y 71775038 respectivamente, así como Carmen Rosa Román Arce con DNI 42316863; declaramos en calidad de autores y asesor que:

1. Somos los autores de la *tesis* de investigación titulado: *Evaluación del riesgo por peligro de deslizamiento, en la Asociación La Florida, año 2023*, la cual presentamos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la *tesis*, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 20 de mayo de 2024



José Alfredo Mariño Challcha
DNI: 70053849



Jimmy Alexander Gómez Ríos
DNI:71775038



Carmen Rosa Román Arce
DNI:42316863

DEDICATORIA

A mis padres y hermana que siempre confiaron en mi cada momento de este viaje académico, gracias por ser el pilar de fortaleza y un ejemplo para mí, a mi pareja tu presencia en mi vida es un regalo invaluable este es el logro de todos en equipo, gracias a todos ellos que me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

José Alfredo Mariño Challcha

A mi mamá Elsa, que desde el cielo guía mis pasos, su amor y sabiduría siguen siendo mi inspiración. A mis padres y hermana que son pilares fundamentales de mi vida por su apoyo incondicional, sacrificios y amor infinito. Por reflejo de los valores que me han inculcado con todo mi corazón, les dedico este logro.

Jimmy Alexander Gomez Rios

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer en primer lugar a Dios, por brindarnos fortaleza y guiarnos para enfrentar nuestros desafíos.

Deseo expresar nuestra gratitud a nuestros padres por su dedicación y empeño en nuestro beneficio. Anhelamos que perciban como propios los logros alcanzados, reconociendo que su constante respaldo.

Queremos hacer mención a nuestra asesora, Ing. Carmen Román Arce. Su experiencia y profesionalismo han sido fundamentales en nuestro camino académico. Valoramos profundamente su paciencia, confianza en nosotros y el apoyo constante que nos ha brindado, así como las valiosas lecciones que nos ha impartido.

José Alfredo Mariño Challcha
Jimmy Alexander Gomez Rios

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Justificación e importancia	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis general	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Análisis histórico	9
2.2.2. Deslizamiento	10
2.2.3. Peligro	12
2.2.4. Tipos de movimiento en masa	13
2.2.5. Vulnerabilidad	19
2.2.6. Riesgo	23
2.2.7. Marco Normativo.....	27
2.3. Definición de términos	27
2.3.1. Amenaza	27
2.3.2. Desastre	28

2.3.3. Deslizamientos	28
2.3.4. Peligros	28
2.3.5. Peligro Inminente	28
2.3.6. Población	28
2.3.7. Riesgo	28
2.3.8. Vulnerabilidad	29
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. Diseño de la investigación	30
3.2. Acciones y actividades.....	30
3.2.1. Metodología para determinar el peligro.....	30
3.2.2. Metodología para determinar la vulnerabilidad.....	30
3.2.3. Metodología para determinar el riesgo.....	31
3.2.4. Recolección y preparación de datos.	31
3.2.5. Georreferenciación	31
3.2.6. Modelado de datos.	32
3.2.7. Análisis del peligro	32
3.2.8. Análisis de la vulnerabilidad.....	32
3.2.9. Integración y cálculo del riesgo	32
3.3. Materiales y/o instrumentos	32
3.4. Población y/o muestra de estudio	33
3.5. Operacionalización de variables	34
3.6. Procesamiento y análisis de datos	35
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	36
4.1. Análisis de peligro.....	36
4.1.1. Factores condicionantes	36
4.1.2. Factores desencadenantes.....	44
4.1.3. Parámetro de evaluación del peligro	46
4.1.4. Niveles de susceptibilidad.....	48
4.1.5. Niveles de peligro	51
4.2. Vulnerabilidad ambiental.....	53
4.2.1. Análisis de exposición ambiental	53
4.2.2. Análisis de fragilidad ambiental.....	55
4.2.3. Análisis de resiliencia ambiental	56
4.2.3. Niveles de vulnerabilidad ambiental.....	58
4.3. Riesgo	60
4.4. Propuestas de mitigación.....	63
4.4.1. Reforestación y control de la erosión	63

4.4.2. Zonificación y regulaciones de uso del suelo	63
4.4.3. Educación y concienciación comunitaria	63
4.4.4. Monitoreo y alerta temprana	63
4.4.5. Planes de contingencia y respuesta a emergencias.....	64
4.4.6. Creación de comités de gestión de riesgos.....	64
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	65
5.1. Discusión de resultados con otros autores	65
5.2. Discusión de resultado de encuestas	66
CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de peligros geológicos	12
Tabla 2. Tipos de vulnerabilidad de movimiento en masa en laderas.....	21
Tabla 3. Metodología simplificada medir el nivel de riesgo.....	24
Tabla 4. Niveles de riesgo.....	24
Tabla 5. Estratificación del riesgo.....	25
Tabla 6. Distancia de paseo cívico de tacna al sector el mirador (Quebrada del Diablo)	34
Tabla 7. Operacionalización de variables de investigación.....	35
Tabla 8. Matriz de comparación por pares de la unidad geológica	38
Tabla 9. Matriz de normalización de la unidad geológica	38
Tabla 10. Landa máximo de la unidad geológica.....	39
Tabla 11. Matriz de comparación por pares de la unidad geomorfológica	41
Tabla 12. Matriz de normalización de la unidad geomorfológica.....	41
tabla 13. landa máximo de la unidad geomorfológica	42
Tabla 14. Matriz de comparación por pares de la pendiente	43
Tabla 15. Matriz de la normalización de la pendiente	43
Tabla 16. Valor landa máximo	44
Tabla 17. Matriz de comparación por pares del parámetro precipitación.....	45
Tabla 18. Matriz de normalización del parámetro precipitación	45
Tabla 19. Matriz del landa máximo del parámetro precipitación	46
Tabla 20. Matriz de evaluación del peligro	47
Tabla 21. Matriz de normalización de evaluación del peligro.....	47
Tabla 22. Landa máximo de la evaluación de peligro.....	48
Tabla 23. Matriz de comparación por pares.....	48
Tabla 24. Matriz de normalización.....	49
Tabla 25. Landa máximo	49
Tabla 26. Valor de la susceptibilidad	50
Tabla 27. Valor del peligro.....	51
Tabla 28. Niveles de peligro	52
Tabla 29. Matriz de comparación por pares sobre la cercanía a los RR.SS.	53
Tabla 30. Matriz de normalización sobre la cercanía a los RR.SS.....	54
Tabla 31. Landa máximo sobre la cercanía a los residuos sólidos	54
Tabla 32. Matriz de comparación por pares de la frecuencia de recolección de RR.SS.	55

Tabla 33. Matriz de normalización de la frecuencia de recolección de RR.SS.....	55
Tabla 34. Landa máximo de la frecuencia de recolección de RR.SS.....	56
Tabla 35. Matriz de comparación por pares sobre los tratamientos de residuos sólidos.	57
Tabla 36. Matriz de normalización sobre los tratamientos de residuos sólidos	57
Tabla 37. Landa máximo sobre tratamiento de residuos sólidos	58
Tabla 38. Estratificación de la vulnerabilidad ambiental	59
Tabla 39. Valor de riesgo	60
Tabla 40. Niveles de riesgo	61
Tabla 41. Matriz de riesgo	61
Tabla 42. Nivel de consecuencia y daños	61
Tabla 43. Niveles de riesgo	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nomenclatura del proceso de deslizamiento.	11
Figura 2. Movimiento de la caída.....	13
Figura 3. Esquema de vuelco de bloque	14
Figura 4. Esquema de vuelco por flexión.....	15
Figura 5. Movimiento de vuelco del macizo rocoso	15
Figura 6. Movimiento rotacional típico	16
Figura 7. Deslizamiento de traslación en un terreno.....	17
Figura 8. Reptación de suelos	19
Figura 9. Factores de la vulnerabilidad.....	20
Figura 10. Mapa de ubicación	34
Figura 11. Zona de estudio y sus unidades geológicas	37
Figura 12. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio.....	40
Figura 13. Mapa de peligro.....	52
Figura 14. Mapa de vulnerabilidad	60
Figura 15. Mapa de riesgo.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	73
Anexo 2. Modelo de encuesta aplicada en la zona de estudio	74
Anexo 3. Grafico de Encuesta Según Clasificación	77
Anexo 4. Panel Fotográfico	86

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el riesgo de deslizamientos de tierra en la Asociación La Florida, ubicada en el distrito Alto de la Alianza, provincia de Tacna. Este estudio surge ante la necesidad de comprender y mitigar los riesgos asociados a los deslizamientos de tierra, un fenómeno natural que puede tener consecuencias devastadoras para la comunidad, incluyendo pérdidas humanas, daños a la infraestructura y efectos negativos en el desarrollo socioeconómico. Para abordar este problema, se llevó a cabo un análisis exhaustivo que incluyó la evaluación de factores geológicos, geomorfológicos, climáticos y antrópicos, así como la vulnerabilidad social, económica y ambiental de la población. El enfoque metodológico adoptado integró herramientas avanzadas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), modelos predictivos y técnicas de análisis estadístico, permitiendo una identificación precisa de las áreas de mayor riesgo y la formulación de estrategias de mitigación efectivas. A continuación, se presentan los resultados de la investigación, organizados en varias secciones clave. Primero, se detallarán los hallazgos relacionados con el peligro de deslizamientos, incluyendo los factores desencadenantes y condicionantes identificados en la Asociación La Florida. Luego, se discutirá la vulnerabilidad de la población y la infraestructura, evaluada a través de múltiples dimensiones socioeconómicas y ambientales. Posteriormente, se integrarán los resultados de peligro y vulnerabilidad para calcular el nivel de riesgo y desarrollar mapas de riesgo específicos para la zona de estudio. Finalmente, se propondrán estrategias de mitigación y gestión de los riesgos basados en los resultados obtenidos y en las mejores prácticas internacionales. Estos resultados no solo proporcionan una comprensión profunda de los riesgos de deslizamientos en la Asociación La Florida, sino que también ofrecen una base sólida para la implementación de medidas preventivas y de respuesta que puedan proteger a la comunidad y promover un desarrollo sostenible y resiliente.

Palabras clave: deslizamiento, peligro, vulnerabilidad, riesgo, población.

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the risk of landslides in the La Florida Association, located in the Alto de la Alianza district, province of Tacna. This study arises from the need to understand and mitigate the risks associated with landslides, a natural phenomenon that can have devastating consequences for the community, including human losses, damage to infrastructure and negative effects on socioeconomic development. To address this problem, an exhaustive analysis was carried out that included the evaluation of geological, geomorphological, climatic and anthropic factors, as well as the social, economic and environmental vulnerability of the population. The methodological approach adopted integrated advanced tools such as Geographic Information Systems (GIS), predictive models and statistical analysis techniques, allowing accurate identification of the highest risk areas and the formulation of effective mitigation strategies. The research results are presented below, organized into several key sections. First, the findings related to the danger of landslides will be detailed, including the triggering factors and conditioning factors identified in the La Florida Association. Next, population and infrastructure vulnerability will be discussed, assessed across multiple socioeconomic and environmental dimensions. Subsequently, the hazard and vulnerability results will be integrated to calculate the risk level and develop specific risk maps for the study area. Finally, risk mitigation and management strategies will be proposed based on the results obtained and best international practices. These results not only provide a deep understanding of landslide risks in the La Florida Association, but also offer a solid basis for the implementation of preventive and response measures that can protect the community and promote sustainable and resilient development.

Keywords: landslide, danger, vulnerability, risk, population.

INTRODUCCIÓN

La remoción de masa o los movimientos de masa a menudo ocurre como resultado de actividades o mecanismos naturales y antropogénicos impulsados por la precipitación de la cuenca y las condiciones hidrogeológicas de la misma.

Para Suárez Díaz (1998), sugirió que las características relacionadas con la presencia de eventos extremos del tipo de los que ocurren con frecuencia en este país durante la estación lluviosa incluyen la pendiente del terreno, la actividad sísmica, la degradación de las rocas y el exceso de precipitaciones. Los deslizamientos de tierra suelen provocar importantes daños personales, económicos y socioambientales, como en el Valle de Aburrá, en Colombia.

Los riesgos de deslizamiento han aumentado recientemente como consecuencia del desarrollo de infraestructuras y de los asentamientos humanos en las laderas. Se cree que los deslizamientos son responsables del 35 % de las pérdidas en edificios y del 74 % de las muertes provocadas por desastres naturales en el Valle de Aburrá. (Aristizabal y Gómez , 2007).

Uno de los problemas que existe en la región de Tacna es que la mayor parte de la población se está ubicando en quebradas 'secas' o laderas inestables, siendo los deslizamientos de suelos la causa más frecuente en ocasionar situaciones de riesgo de desastres, por ignorar el peligro al vivir en esas áreas. Los residentes de La Asociación La Florida, se han asentado en esta área sin tener consideración de los peligros asociados. Esta ubicación los expone a riesgos significativos, principalmente relacionados con deslizamientos de suelos. Las condiciones geológicas, geográficas, climáticas y sísmicas favorecen el desarrollo de peligros geológicos e hidrogeológicos cíclicos específicos a través de la producción de procesos peligrosos que afectan a diferentes niveles, para la población, vías de comunicación e infraestructura.

Para la región de Tacna, este estado supone un riesgo importante, especialmente en épocas de inundaciones extremas como los fenómenos de El Niño o terremotos importantes. Además, los riesgos de estas poblaciones aumentan debido a la pobre calidad de los materiales y su autoconstrucción, lo que encarece las operaciones de recuperación en las zonas de desastre, atentando a las personas, la infraestructura y perturbando las actividades socioeconómicas. Por ello, se considera muy importante su reconocimiento y evaluación.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

La Asociación La Florida se enfrenta a un riesgo significativo de deslizamientos de masa, un fenómeno que ha aumentado en frecuencia e intensidad debido a diversos factores naturales y antropogénicos. Este problema pone en peligro tanto a la población como a la infraestructura de la zona. Los deslizamientos de masa pueden causar daños severos a viviendas, vías de comunicación y otros servicios esenciales, además de representar una amenaza directa para la vida de los habitantes.

A pesar de la importancia de este problema, la Asociación La Florida carece de una evaluación detallada y sistemática del riesgo asociado con los deslizamientos de masa. No se cuenta con un análisis exhaustivo que identifique las áreas más vulnerables ni con un plan de mitigación adecuado. La falta de información y de medidas preventivas aumenta la vulnerabilidad de la comunidad y dificulta la toma de decisiones informadas para gestionar este riesgo. Existe una carencia de mapas de riesgo actualizados que reflejen las condiciones actuales del terreno y los patrones de asentamiento. Se refleja una limitada conciencia pública sobre los riesgos y las medidas de preparación necesarias.

Esta falta de información y preparación no solo aumenta la vulnerabilidad de la comunidad, sino que también obstaculiza la capacidad de las autoridades locales para tomar decisiones informadas y asignar recursos de manera eficiente. La ausencia de datos confiables dificulta la implementación de políticas de uso del suelo adecuadas, la planificación de infraestructura resiliente y el desarrollo de protocolos de emergencia efectivos.

En este caso, es crucial una evaluación de riesgo por peligro de deslizamiento que permita identificar y caracterizar las áreas más susceptibles a estos eventos, identificar los factores desencadenantes y sugerir estrategias efectivas de mitigación y respuesta. El presente documento de tesis se centra en abordar esta necesidad, proporcionando un análisis detallado del riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida para el año 2023, con el objetivo de contribuir a la seguridad y resiliencia de la comunidad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el nivel del riesgo por peligro de deslizamiento en la Asociación la Florida?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son los factores que determinan el peligro de deslizamientos en la Asociación La Florida?
- b. ¿Cómo se manifiestan la vulnerabilidad ambiental de la población de la Asociación La Florida frente al peligro de deslizamientos?
- c. ¿Cuál es el nivel de riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida, considerando la integración de los análisis de peligro y vulnerabilidad?
- d. ¿Qué estrategias de mitigación y gestión del riesgo de deslizamientos son más efectivas para la Asociación La Florida, basadas en los resultados del análisis de riesgo y en las mejores prácticas internacionales?

1.3. Justificación e importancia

La evaluación del riesgo por peligro de deslizamiento en la Asociación La Florida es una La Asociación La Florida, como muchas otras regiones, enfrenta la amenaza constante de deslizamientos, un fenómeno natural que puede tener consecuencias devastadoras tanto para las personas como para el entorno construido. Estos eventos pueden provocar pérdidas humanas, daños materiales significativos y afectar negativamente el desarrollo socioeconómico de la comunidad. A pesar de su impacto potencial, muchas áreas vulnerables carecen de estudios exhaustivos que evalúen el riesgo y propongan medidas de mitigación adecuadas.

La evaluación del riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida es crucial para entender los factores que contribuyen a estos eventos y para desarrollar estrategias efectivas de prevención y mitigación. Esta investigación proporcionará una base científica sólida para la planificación y gestión del territorio, ayudando a reducir la vulnerabilidad de la comunidad y a proteger los recursos naturales y humanos. Además, el uso de herramientas avanzadas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitirán una identificación precisa de las áreas de mayor riesgo, facilitando la toma de decisiones informadas por parte de las autoridades locales y los planificadores urbanos.

Al identificar y mapear las zonas de mayor riesgo de deslizamientos, esta investigación contribuirá directamente a la protección de vidas humanas al permitir la implementación de medidas preventivas en las áreas más vulnerables.

La investigación proporcionará estrategias específicas y basadas en evidencia para mitigar el riesgo de deslizamientos. Estas estrategias pueden incluir recomendaciones.

Evaluar la vulnerabilidad social, económica y ambiental permitirá diseñar intervenciones que no solo reduzcan el riesgo de deslizamientos, sino que también fortalezcan la resiliencia de la comunidad frente a otros posibles desastres naturales.

Este estudio aportará nuevos datos y análisis al campo de la gestión de riesgos de desastres, sirviendo como referencia para futuras investigaciones y para la implementación de políticas públicas efectivas.

La aplicación de herramientas de modelado y SIG en la evaluación del riesgo de deslizamientos representa una innovación en la metodología de estudios de riesgos, mejorando la precisión y utilidad de los resultados obtenidos.

En resumen, la investigación no solo es fundamental para la seguridad y el bienestar de los habitantes de la Asociación La Florida, sino que también tiene el potencial de influir positivamente en la gestión de riesgos y el desarrollo sostenible de otras regiones con características similares.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el riesgo de deslizamientos de tierra en la Asociación La Florida, con el fin de identificar las áreas de mayor vulnerabilidad y proponer estrategias efectivas de mitigación y gestión del riesgo.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el peligro de deslizamientos de tierra en la Asociación La Florida mediante el análisis de factores, utilizando herramientas de modelado y Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- b. Evaluar la vulnerabilidad ambiental en la Asociación La Florida frente al peligro de deslizamientos.
- c. Calcular el riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida integrando los resultados de los análisis de peligro y vulnerabilidad, y desarrollando mapas de riesgo específicos para la zona de estudio.
- d. Proponer estrategias de mitigación y gestión del riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida, basadas en los resultados del análisis de riesgo y en las mejores prácticas internacionales.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La evaluación detallada de los factores que permitirá identificar con precisión las áreas de mayor riesgo de deslizamiento en la Asociación La Florida, lo que facilitará la implementación de estrategias de mitigación efectivas y la reducción de la vulnerabilidad de la comunidad.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

En la investigación realizada por Perez y Chappa (2021) determinaron el nivel de riesgo de deslizamientos en los suelos de la prolongación Triunfo cuadra 01". La metodología se basó en la guía básica para la evaluación de riesgos del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2006). Se siguieron las instrucciones del manual y se evaluó el nivel de peligro teniendo en cuenta varios elementos, como las características físicas del terreno, la pendiente, la mecánica del suelo, la cubierta vegetal, el uso actual de la tierra, la proximidad a Notas de agua y el nivel de las aguas subterráneas. Para evaluar la vulnerabilidad se examinaron diversas variables ambientales, económicas, sociales, físicas, educativas, culturales, políticas, institucionales y de investigación. La zona de estudio se dividió en distintos grupos después de utilizar un método analítico para calcular los niveles de riesgo tras evaluar estos componentes. Según los resultados, existe un riesgo medio de desprendimientos en el 21,80 % de la región, un riesgo alto en el 75,40 % y un riesgo muy alto en el 2,70 % del territorio

Mientras tanto, Valdivia (2021) realizó un análisis de riesgo por desborde en la Quebrada Sin Nombre, por medio del modelo numérico FLO-2D." Como metodología se utilizó el software FLO-2D, el cual ayudó a determinar el comportamiento del flujo de lodos. Para ello, fue esencial recopilar datos específicos del área de estudio, incluyendo información sobre la topografía, parámetros hidrológicos y características del suelo. Utilizando los datos recopilados, se ejecutaron tres modelos diferentes que simulaban caudales pico de: 17 m³/s, 34,3 m³/s y 40,2 m³/s. Estos caudales pico representan tiempos de retorno de 50 años, 100 años y 200 años respectivamente. De acuerdo con los principios del Manual de Evaluación de Riesgos, que se describen en Fenómenos Naturales, Segunda Edición del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres (CENEPRED), el análisis incluye la creación de mapas de amenazas, vulnerabilidades y riesgos. En estos mapas se dio prioridad a la información de tráfico proveniente de la caseta de peaje de Pozo Redondo. A partir de estas evaluaciones se determinó finalmente que presenta un nivel muy alto de vulnerabilidad, peligro y riesgo de desprendimientos. Esta situación urgente requiere una pronta atención y la adopción de medidas de precaución para aminorar los posibles efectos.

Sin embargo, Reyes (2019) realizó un diseño de estudio utilizado en esta investigación fue transversal. En preparación para la encuesta, se llevó a cabo una fase

de campo que incluyó la preparación de encuestas basadas en datos técnicos para todos los edificios para identificar peligros socioambientales y evaluar daños. La fotografía y el estudio incluyeron una fase de actualización del mapa de la zona de investigación, categorización de peligros e identificación y análisis, y en las fases de la empresa se utilizó el software ArcGIS 10.2. Los resultados indicaron que en Rampac Grande vive una parte de la población socialmente desfavorecida, con un riesgo muy alto de corrimientos de tierras, acceso a servicios esenciales y un nivel de vida muy bajo. La comunidad quería que se le enseñara a hacerles frente y se está trasladando a Hornuyok a pesar de que desconocía los peligros a los que se enfrentaba y carecía de la formación necesaria.

Según Muenala (2018), tiene como objetivo general, determinar la vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones de la cuenca del río Blanco-Provincia de Imbabura. En el caso de deslizamientos, se examinaron aspectos como pendiente, geología, vegetación, textura del suelo y precipitación, mientras que para las inundaciones se tomaron en cuenta la pendiente, geomorfología, precipitación, vegetación y profundidad del suelo. Se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar cada una de estas variables. Una vez obtenidos los resultados del análisis para identificar las amenazas y vulnerabilidades, se elaboró una propuesta que incluye soluciones estructurales y no estructurales para la prevención y mitigación de estos riesgos. Para apoyar el desarrollo integral de su población y su zona, los gobiernos locales y otras partes interesadas deben evaluar y aprobar las ideas. La planificación del uso del suelo y de los límites territoriales debe incluir la gestión de riesgos para garantizar un enfoque exhaustivo y eficaz de la gestión de catástrofes.

Según la tesis realizada por Torrejón y Guivin (2017) quienes buscaron determinar el nivel de riesgo en las viviendas por deslizamiento del terreno en función del tipo de suelo, pendiente, cobertura vegetal y el efecto de las lluvias sobre área de estudio comprendida entre la quebrada Santa Lucía y Prolongación Santo Domingo. El nivel de riesgo en el área de estudio se estableció utilizando los métodos específicos señalados por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI-2006) en la Guía Básica para la Evaluación de Riesgos. Para ello fue necesario realizar una evaluación inicial del nivel de probabilidad de la relación entre amenazas, luego de haber identificado y analizado exhaustivamente las vulnerabilidades actuales, y finalmente, el método analítico utilizado para obtener los resultados en el nivel de riesgo, o métodos descriptivos. Además, se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG) para realizar un análisis completo de las vulnerabilidades físicas actuales. Finalmente, se estableció el grado de riesgo y se discuten las medidas preventivas destinadas a salvaguardar la integridad de la población en la región de estudio. Entre Santo Domingo

y la quebrada Santa Luca se encuentra la zona de estudio. Según cálculos basados en las vulnerabilidades y amenazas identificadas, Según los análisis realizados, este sector presenta un nivel de riesgo promedio de 35,50% a deslizamientos de tierra. Este nivel de riesgo depende de factores como el tipo de suelo, la pendiente, la cobertura vegetal y la exposición a la lluvia. Mediante el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG), se determinaron tres niveles de riesgo alternativos que deben considerarse al desarrollar viviendas en la zona: Suelo SP: Riesgo bajo, Suelo CL: Riesgo medio y Suelo CH: Riesgo alto.

Por otro lado Arévalo (2017) realizó el análisis de la vulnerabilidad físico estructural y funcional en edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de deslizamientos e inundaciones generadas por el desborde de la quebrada serrano utilizando como metodología un análisis histórico de sucesos desfavorables, identificando áreas de peligro y susceptibilidad. Se ha utilizado una estrategia minuciosa para detallar los puntos débiles, incluida la vulnerabilidad física y funcional. El Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES) proporcionó la técnica. También se ha reconocido un grado sustancial de vulnerabilidad estructural como resultado de la naturaleza húmeda, blanda o rellenada del suelo, y se han propuesto ciertas medidas de reducción del riesgo para el jardín de infancia, los mercados y el Ministerio de Defensa situados en las laderas. Como consecuencia, corren el riesgo de sufrir desprendimientos. La susceptibilidad operativa a los deslizamientos de tierra y las inundaciones es mínima. Las estructuras no tienen suficientes medidas de seguridad, lo que puede reducir su funcionamiento en una mala situación. Adicionalmente, hay una serie de residencias privadas e instituciones que representan un nivel de vulnerabilidad alto o extremadamente alto, como el bypass en Jr. Comercio, las viviendas aledañas al Jr. Comercio, el campo deportivo, la Escuela Primaria N°081, el Ministerio Público y una parte de Ache Pati. Son vulnerables a deslizamientos e inundaciones debido a su diseño original, disposición interna y ausencia de medidas de mitigación de riesgos.

Esta investigación relevante de Carrillo (2015) que buscó caracterizar la dinámica del deslizamiento de tierra y estimar la peligrosidad haciendo uso del protocolo de CENEPRED. Donde recopilaron información sobre los distintos tipos o variedades de movimientos de masa, sus características y clasificación, basándose en investigaciones de instituciones, así mismo, realizaron un trabajo cartográfico como el de cuadrángulo geológico de Pampas (25 n IV) a escala 1:50000, mapa topográfico ASTER GDEM (Aster Global Digital Elevation Model) que ha sido creado en base a imágenes satelitales, se presenta a escala 1:30000 y con ayuda del programa ARC GIS. Finalizando con el desarrollo del cartografiado geológico, geomorfológico, geodinámico, geotécnico (consistió en la elaboración de seis calicatas o exploraciones a cielo abierto)

y con ayuda de un asistente (geofísico) se realizaron seis (06) sondajes eléctricos verticales (SEVs). Donde los resultados arrojaron que el principal sistema de drenaje en el área de estudio está basado en el río Acrora. Que desde sus nacientes discurre agua con un recorrido de 22 km. Y desde el punto geomorfológico se ha determinado que el Centro Poblado Carampa está asentada sobre la ladera de una montaña que está por encima de los 3000 m.s.n.m, teniendo una pendiente mayor a 30 °, presentándose con relieves escarpados y abruptos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Análisis histórico

Las amenazas naturales siempre han estado vinculadas a los desastres, como lo demuestran los procesos de vulnerabilidad en expansión de la historia de Tacna. Textos del libro de Zora Carbajal "Tacna: Historia y Folclore", de 1987, afirman que, en aquella ocasión, la "lloclla" llegó a eso de las cuatro de la tarde. Una segunda calamidad natural devastó la ciudad noventa y tres años después, matando a tres personas. Según relata Carbajal en su libro, la ciudad vivió un incidente sin precedentes a las diez de la mañana de aquel día de 1927, cuando cayeron sobre ella lluvias torrenciales, truenos y relámpagos.

Después de que dejara de llover a mediodía, el texto afirma que a las cuatro de la tarde se oyó "un ruido sordo, como una tormenta lejana". La Quebrada del Diablo, que se encuentra al noroeste de la ciudad, se activó con la lluvia. "Una lluvia propiciada arrastró numerosos cadáveres, que estaban enterrados -seguramente- en las grietas de la quebrada y se encuentran esparcidos en la planicie, a poca distancia del Cementerio General", dice el relato.

Las parcelas cercanas al arroyo Del Diablo son susceptibles de sufrir flujos de lodo, desprendimientos de tierras, desprendimientos de rocas y otros riesgos, incluidos los movimientos en masa. Estas residencias están construidas sobre depósitos de flujos históricos. Las rocas volcánicas de baja calidad tienen un impacto negativo en el terreno, especialmente cuando se combinan con los procesos de erosión de laderas y movimientos en masa que se generan durante lluvias extraordinarias. La quebrada del Diablo está categorizada como zona de peligro crítico y alto como resultado de estos factores.

La composición litológica del terreno y la pendiente de las laderas influyen en los riesgos geológicos que se han encontrado en la zona examinada. Los desprendimientos de rocas figuran entre los más notables y frecuentes, seguidos de los corrimientos de tierras y la erosión de laderas (cárcavas). En particular, las avalanchas de lodo son motivo de preocupación porque han tenido un gran impacto, como

demuestra la catástrofe ocurrida el 21 de febrero de 2020 tras una tormenta especialmente intensa.

2.2.2. Deslizamiento

Un deslizamiento de tierra se refiere al movimiento de una gran cantidad de suelos, rocas y otros materiales a lo largo de la superficie de una falla o pendiente. Este es un fenómeno que puede ocurrir tanto de manera lenta como rápida.

Los movimientos de deslizamientos pueden tomar diferentes formas, incluyendo:

Movimientos de rotación, Movimientos de traslación, Deslizamientos planos y Deslizamientos complejos. Estos movimientos pueden originarse tanto en la superficie como en profundidad del terreno (Rosales y Centeno, 2009).

Los deslizamientos de tierra son movimientos masivos de grandes cantidades de tierra, rocas y pendientes que se desplazan pendiente abajo a lo largo de superficies de fractura identificables. Estos movimientos de masas pueden tener un carácter tanto lento como repentino. Una de las primeras señales de que se están produciendo estos desplazamientos del suelo suele ser la aparición de fisuras transversales y grietas en la superficie del terreno. Estas fracturas superficiales a menudo marcan las líneas a lo largo de las cuales se producen los deslizamientos de tierra (Ayala, 2000).

Existen dos tipos principales de deslizamientos de tierra:

- Deslizamientos alternantes: En estos, la superficie de la fractura o grieta tiene forma de cuchara.
- Deslizamientos traslacionales: En este caso, la superficie de falla es completamente plana.

Un deslizamiento se define como el movimiento de un bloque de suelo a lo largo de la superficie de fractura, generalmente conservando la estructura interna original. Estos deslizamientos suelen producirse en pendientes con inclinaciones entre 20 y 50 grados, en terrenos con una estructura geológica uniforme y relativamente estable. Los deslizamientos pueden clasificarse en dos tipos principales según la forma de la superficie de falla: alternantes (en forma de cuchara) o traslacionales (planos). En ambos casos, implican el movimiento de bloques de suelo a lo largo de superficies de fractura, en pendientes moderadas con condiciones geológicas uniformes. También son comunes en laderas empinadas que consisten en capas de roca intercaladas con capas delgadas de arcilla o lignito (Copons y Tallada, 2009).

Según Suarez (1998), Los deslizamientos son eventos comunes que ocurren a lo largo de superficies de falla, desencadenados por diversas causas como la erosión,

la caída libre, el movimiento de masas y los flujos. En estos incidentes, ciertas partes de una pendiente pueden ascender mientras que otras se desplazan hacia abajo.

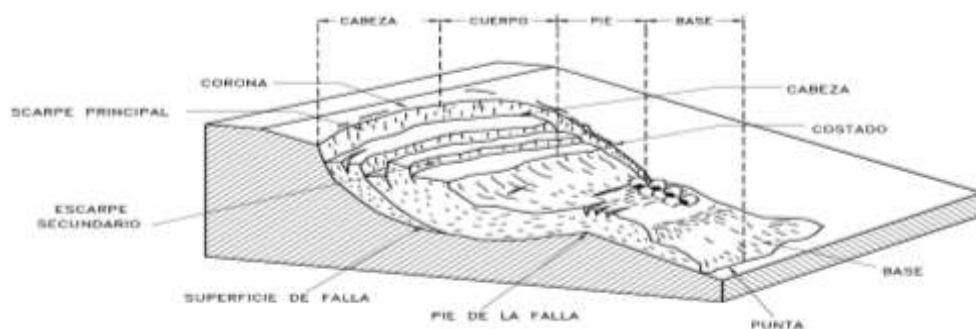
a. Partes de un deslizamiento. Podemos decir que las partes de un deslizamiento son:

- Base: Es la región cubierta por el deslizamiento, situada debajo del pie de la superficie de falla.
- Cabeza: La parte superior del material desplazado, ubicada entre el material perturbado y el escarpe principal.
- Cima: El punto más alto del área de contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.
- Corona: La zona sin alteraciones contigua a la parte más alta del escarpe principal.
- Costado o flanco: El lado del deslizamiento de terreno.
- Escarpe principal: Una superficie fuertemente inclinada en los bordes del área desplazada, resultado del movimiento del material.
- Escarpe secundario: Una pendiente pronunciada que causa el movimiento de la masa desplazada.
- Pie de la superficie de falla: La línea donde se cruzan la superficie de rotura y la superficie original del terreno.
- Punta o uña: El punto de base que está más lejos de la cima.
- Superficie de falla: La región debajo del deslizamiento que delimita el volumen del material desplazado.
- Superficie original del terreno: La superficie que existía antes del deslizamiento del terreno.

Observamos en la Figura 1 que están las nomenclaturas de un deslizamiento como: corona, scarpe principal, escarpe secundario, superficie de falla, pie de la falla, punta, base, costado, cabeza, cuerpo, pie y base.

Figura 1

Nomenclatura del proceso de deslizamiento



Nota. Obtenida de Silva y Acevedo (1998).

2.2.3. Peligro

Un potencial de que se produzca un suceso natural destructivo en una zona determinada, con una fuerza específica, en un plazo determinado y con una frecuencia específica. Este concepto sugiere el potencial de que un suceso físico destructivo, ya sea natural o artificial, ocurra en un lugar determinado, con una magnitud específica, en un momento concreto y con una frecuencia específica. Por estar relacionados con el potencial de un suceso natural, algunos riesgos se consideran naturales (CENEPRED, 2020).

La evaluación implica analizar los posibles impactos de eventos endógenos como terremotos y sus consecuencias, como deslizamientos y tsunamis, así como procesos superficiales como la acción del viento, erosión y lluvias, y sus efectos en cada área rural vulnerable a los riesgos identificados (INDECI, 2011).

Y los peligros geológicos, referentes a nuestra investigación son clasificados en el Tabla 1, que se observa a continuación.

Tabla 1

Clasificación de peligros geológicos

Peligro	Tipo de Peligro
Movimiento en Masa	Caída
	Vuelco
	Deslizamiento
	Propagación lateral
	Flujo
	Reptación de suelos
	Arenamiento
Otros peligros geológicos	Erosión fluvial
	Inundación fluvial
	Erosión marina
	Hundimiento
	Erosión fluvial
Geohidrológicos	Inundaciones fluviales
	Inundaciones lagunar
	Inundaciones pluviales

Nota. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

2.2.4. Tipos de movimiento en masa

Estos se pueden clasificar en:

- a. **Caída.** Un tipo específico de movimiento de ladera es el desprendimiento o caída de roca. En este caso, uno o varios bloques de roca o suelo son desprendidos de la ladera, sin que se vea afectada una superficie de deslizamiento por corte significativa. Una vez desprendidos, estos bloques van cayendo a través del aire, experimentando movimientos de rebote, rodamiento y golpes contra el terreno. Estos desplazamientos por caída se caracterizan por tener velocidades que pueden variar de rápidas a muy rápidas, llegando a alcanzar velocidades de hasta 5 metros por segundo. A diferencia de los deslizamientos, en este caso el movimiento de los bloques se produce principalmente a través del aire. Teniendo como característica importante que su desplazamiento no es masivo ni del tipo flujo. Existiendo una relación mecánica entre la trayectoria y fragmentos individuales, sin embargo, no entre los fragmentos con desplazamiento. Siendo la Nota de caídas de rocas los acantilados, también presentándose en pendientes altas. En la Figura 2 podemos observar el movimiento de la caída de la roca, desde la fuente, seguido de caída libre con su rebote y rodamiento llegando al depósito de detritos.

Figura 2

Movimiento de la caída



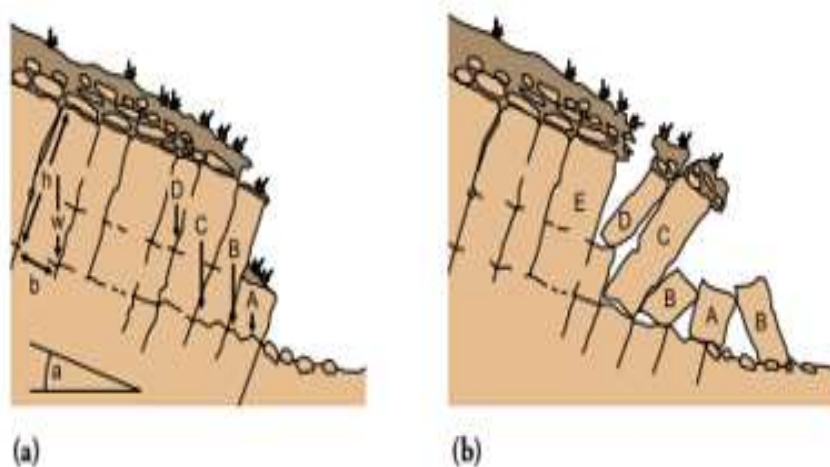
Nota. Adaptado por Corominas & Yagué (1997).

b. Vuelco. Es denominado así cuando existe comúnmente un giro hacia delante de solo uno o distintos bloques de roca o suelo, cerca de un punto de giro en la parte inferior. Siendo la gravedad la que provoca esta acción, por los empujes que provocan las unidades contiguas, también provocado por la presión que emergen los fluidos entre las grietas. El volcamiento se puede dar en bloques, flexional (flexural) y en flexional de masas rocosas. Las diferencias entre volcamiento en bloques y de flexural, es que el volcamiento de bloques tiende a tener a la roca involucrada, donde la falla ocurre por la rotación o pérdida de estabilidad, tanto de uno como de varios bloques, partiendo desde un punto base. A diferencia el volcamiento flexural, está más involucrado con la fragilidad y densidad diaclisada de la roca; siendo las rocas delgadas en formas de columnas las que se doblan. El volcamiento flexional de masas rocosas, es cuando una ladera llega al movimiento a gran escala.

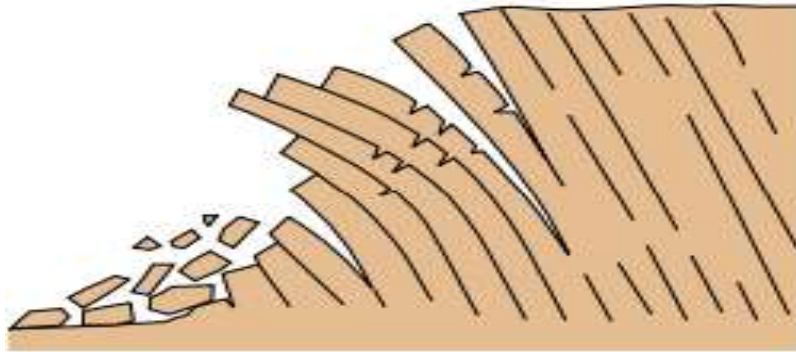
Observamos en los (a) Esquema de vuelco en bloque antes del fallo, (b) vuelco de bloques por motivo de falta de estabilidad y también se observa el esquema de vuelco flexural o flexional por motivos de la fragilidad y densidad diaclisada de la roca. Como se muestra en las Figura 3 y 4. Y así se logra identificar (Figura 5) el movimiento de vuelco macizo rocoso; la ladera tiene una bisagra de volcamiento, llevándolo a una deformación flexional gradual de los estratos densamente fragmentados.

Figura 3

Esquema de vuelco de bloque



Nota. Adaptado por Corominas & Yagué (1997).

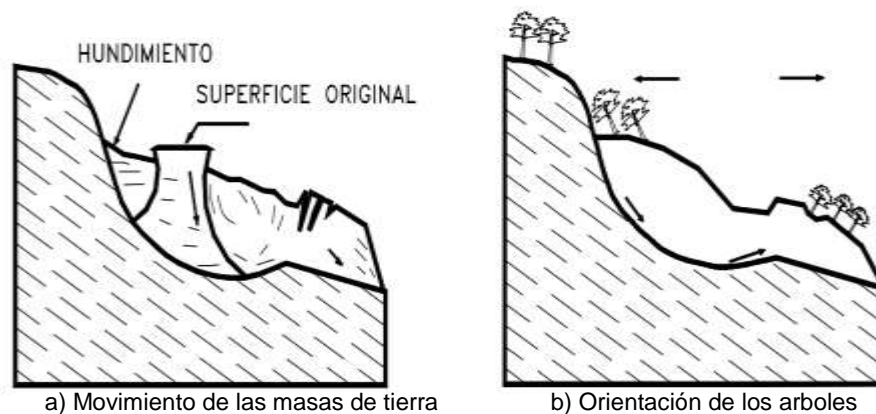
Figura 4*Esquema de vuelco por flexión**Nota. Adaptado de Corominas (1997).***Figura 5***Movimiento de vuelco del macizo rocoso**Nota. Adaptado de Corominas(1976).***c. Deslizamiento.** Podemos encontrar los siguientes tipos:

c.1. Deslizamientos rotacionales. La superficie ruptura presenta una forma curva, con un centro de rotación ubicado por encima del centro de gravedad del material en movimiento. Cuando se observa desde arriba, este tipo de deslizamiento muestra la formación de fisuras concéntricas y cóncavas en la dirección del movimiento. Este patrón de movimiento rotacional provoca que la parte inferior del deslizamiento se desplace pendiente abajo, mientras que la zona superior experimenta un hundimiento. Esto a menudo ocasiona la movilización de flujos de material por debajo de la zona afectada directamente por el deslizamiento. Según la información proporcionada por Suarez Diaz (1998), este comportamiento rotacional se debe a que la superficie de falla se curva siguiendo el centro

de rotación, el cual se ubica por encima del centro de gravedad del cuerpo en movimiento. Observamos en la Figura 6 (a) movimiento de masa de tierra ocasionada por hundimientos o fracturamiento de roca, en la figura (b) se tiene el movimiento de masa en el cual la posición de los árboles indica la orientación del flujo.

Figura 6

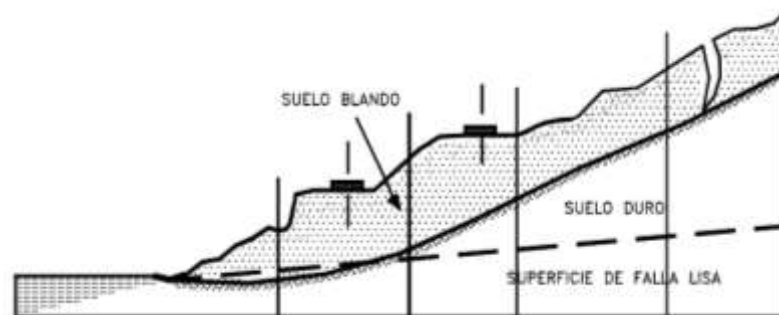
Movimiento rotacional típico



Nota. Adaptado por Silva y Acevedo (1998).

c.2. Deslizamientos traslacionales. Casi siempre son movimientos superficiales que los anteriores y el desplazamiento suele ocurrir a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella. El uso de diversos métodos de estabilización es la principal diferencia entre el movimiento de rotación y el de traslación. En contraste con el movimiento de traslación, que puede caer perpetuamente, el movimiento de rotación tiende a buscar la estabilización. Las regiones debilitadas, como fallas, juntas, grietas, planos de estratificación y zonas vulnerables a las variaciones climáticas, suelen afectar a los movimientos traslacionales. Estas variables se traducen cuantitativamente en cambios en la resistencia al cizallamiento del material, los lugares en los que la roca se encuentra con materiales blandos o las zonas propensas a las inundaciones (Suarez Diaz, 1998).

Observamos en la Figura 7 que el suelo blando sufre una ruptura desplazándose por el suelo duro y por consecuencia un deslizamiento traslacional.

Figura 7*Deslizamiento de traslación en un terreno**Nota. Adaptado de Silva y Acevedo (1998).*

d. Flujo. Es una especie de movimiento de masas que mientras está en movimiento, se comporta algo así como un fluido; esta puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos comienzan como otro tipo de movimiento, como deslizamientos o un percance. Al analizar la amenaza que enfrenta un área, primero es crucial distinguir entre los distintos tipos de flujos cada tipo tiene el potencial de destrucción. Es fundamental también de distinguir entre flujos de detritos y avalancha de detritos. El flujo de detritos se centra en el estudio de amenazas de los escombros (movimiento de masas canalizado) tanto en la zona de deposición o zonas de abanico como en un camino o canal predeterminado posiblemente impactado. Una caída de detritos, por el contrario, puede moverse en terreno abierto e inclinado. Avalanchas de detritos, por supuesto con frecuencia se encuentran un canal existente y se transforman en flujos de escombros.

d.1. Flujos secos. De hecho, dado que el término "flujo" indica la presencia de agua, la mayoría de estos movimientos requieren cierta cantidad de agua. Sin embargo, se han registrado numerosos flujos grandes y catastróficos en materiales secos, y ocasionalmente se han producido pequeños flujos secos de material granular. El flujo de arena seca es esencial para la formación de dunas de arena, mientras que el flujo de taludes secos es esencial para la formación de conos de taludes. Los deslizamientos en barrancos o acantilados escarpados pueden causar flujos de limo.

d.2. Flujo de detritos. Presenta una velocidad de muy rápido a extremadamente rápido de desechos saturados no plásticos, que se produce a lo largo de canales o canales con pendientes pronunciadas. Inician con uno o más escombros de la superficie de deslizamiento en la parte superior

o con la desestabilización de segmentos de canal en canales de fuerte buzamiento. Los flujos de escombros transportaron grandes cantidades de material saturado a través del canal, que finalmente se depositaron en forma de abanicos de escombros. Las características distintivas de estos depósitos suelen incluir cadenas de bloques de roca, canales en forma de U, terraplenes o diques verticales y grandes bloques individuales. El flujo de escombros desarrolla pulsos típicos con acumulación en bloques en el frente de onda debido al desarrollo de pulsos, los flujos máximos de flujos de escombros pueden exceder los flujos máximos de inundaciones importantes en muchas magnitudes. Esta característica confiere a los flujos de escombros un potencial altamente destructivo.

d.3. Flujo de lodo. Se trata de un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados. El material de origen tiene un contenido de agua significativamente menor que el de este. A pesar de que tiene similitudes con el flujo de detritos, la presencia de una fracción arcillosa altera la reología del material. También se distingue de los flujos de arcilla que se combinan con el agua superficial durante el movimiento, mientras que los deslizamientos por flujos ocurren por licuefacción in situ, cuyas funciones el contenido de agua no aumentó significativamente (Hungry et al., 2001).

d.4. Flujo de tierra. Este fenómeno se refiere al movimiento intermitente de la arcilla plástica, ya sea rápido o lento. Pueden tener velocidades moderadas, generalmente de centímetros por año, pero a veces pueden llegar a metros por minuto. El volumen del flujo terrestre puede alcanzar cientos de millones de metros cúbicos. Las velocidades medidas en el flujo superficial suelen oscilar entre 10^{-5} y 10^{-8} mm/s y, por lo tanto, suelen ser lentas o extremadamente lentas (Hungry et al., 2001).

d.5. Deslizamiento por flujo. Ocurre en ciertos tipos de materiales como arena saturada o lodo saturado no compactado o arcillas "extremadamente sensibles". Este tipo de movimiento de masa se denomina "corriente de tierra rápida". Los deslizamientos por flujo está generalmente relacionado por una deformación interna de material, también influye geomorfología de la zona en donde se puede dar este tipo de deslizamientos.

d.6. Avalancha de detritos. Se trata de flujos de detritos no canalizados, que son poco profundos, saturados o parcialmente saturados y se mueven muy rápido a extremadamente rápido. Estos movimientos comienzan con la caída superficial de una masa de escombros que, a medida que avanza, sufre una gran deformación interna y adopta un estado de flujo. Estos

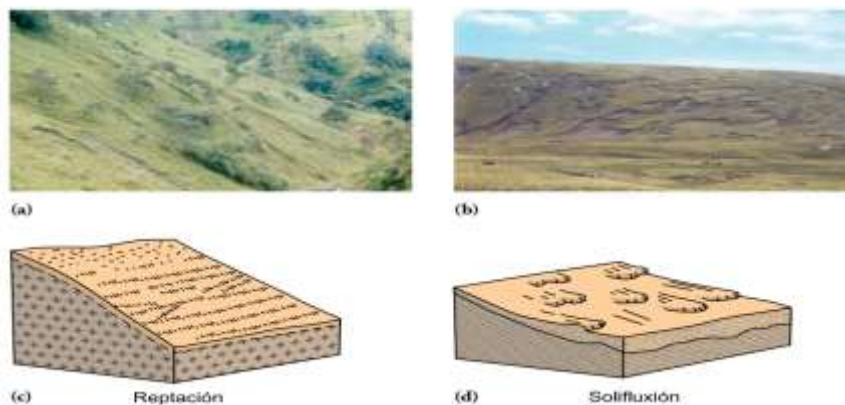
movimientos tienen un menor grado de saturación y no tienen canales como los flujos torrenciales. Además, se mueven en dirección vertical hacia el área remota en lugar de mostrar una granulometría del material en dirección longitudinal o material grueso en la parte delantera.

- e. Reptación de suelos.** Son movimientos superficiales lentos. Estos movimientos pueden ocurrir durante la temporada, motivados por cambios climáticos o niveles excesivos de humedad. Incluyen los procesos de solifluxión y gelifluxión, que se producen en capas superficiales menor a 2 metros de profundidad mientras se produce un ligero movimiento descendente de la superficie. Estos procesos son el resultado de los cambios de volumen que ocurren durante el año. La formación de capas delgadas de terreno coluvial en laderas con pendientes pronunciadas se debe a la reptación de suelos y la solifluxión, que pueden ser la fuente de deslizamientos superficiales y avalanchas de detritos.

Se puede observar en la Figura 8 los Procesos de reptación (a) Ladera en reptación, entre una carretera y la quebrada. b) Reptación de suelos en una ladera en una margen derecha del río. (c) y (d) Esquemas de reptación y solifluxión.

Figura 8

Reptación de suelos



Nota. Adaptado de M. García, L. Fidel (1999), Corominas Dulcet y García Yagué (1997).

2.2.5. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es cuando una persona o comunidad enfrenta peligros naturales o antropológicos, perdiendo elementos frente a tal peligro, existen varios tipos de

vulnerabilidades, los cuales con una parte importante de los peligros. Se precisan tres tipos de vulnerabilidades como social, medioambiental y económico (Cardona, 2001).

En su propuesta Wilches (2011), introdujo la idea de "vulnerabilidad global", que unifica muchos aspectos de la vulnerabilidad como resultado de la interacción de numerosos factores y características convergentes (internos y externos) en una determinada sociedad. Dicha interacción tiene como resultado mantener "contenida" a la comunidad o impedirle actuar adecuadamente cuando se materializa un riesgo específico, es decir, dirige su atención a la denominada investigación. vulnerabilidades individuales.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2011), la vulnerabilidad se puede expresar en un porcentaje que oscila entre 0 y 100 por ciento. En esta situación, la vulnerabilidad surge cuando no se destinan suficientes recursos para la prevención y mitigación, y se percibe un alto nivel de riesgo antes del desastre. El riesgo es el producto de la vulnerabilidad combinada con el peligro, o sea en la probabilidad de que ocurra un desastre. Así como se observa en la Figura 9.

Figura 9

Factores de la vulnerabilidad



Nota. Adaptado de Comunidad Andina de Naciones (CAN, 2014).

a. Factores de vulnerabilidad. Para realizar un análisis completo de la vulnerabilidad, es esencial tener en cuenta tres elementos: exposición, fragilidad y resiliencia, tal como se muestra en la figura 16. Cual nos indica los factores de vulnerabilidad, los cuales se detallan a continuación.

- **Exposición.** Son elecciones y métodos que instalan a las personas y sus formas de vivir en la trayectoria de un peligro. Esta ocurre debido inadecuada conexión con el entorno, que puede salir de un crecimiento demográfico sin planificación, migraciones desordenadas, urbanización sin una gestión territorial adecuada o políticas no sostenibles sobre desarrollo económico. Cuando la exposición es mayor, incrementa la vulnerabilidad.

- **Fragilidad.** Se utiliza este término cuando una persona y su modo de vida se encuentran en desventaja comparativa frente a una amenaza. Se centra sobre todo en las circunstancias físicas de una sociedad y es el resultado de cuestiones internas, que incluyen, entre otras cosas, las técnicas de construcción, el incumplimiento de los códigos de edificación vigentes y el uso de materiales deficientes. Una persona es más vulnerable al peligro cuanto más frágil es..
- **Resiliencia.** Tiene que ver con la capacidad de los seres humanos para recuperarse de los contratiempos, adaptarse y seguir con su vida normal. La organización comunitaria y las variables sociales están relacionadas con esta capacidad. El grado de vulnerabilidad a los peligros está inversamente correlacionado con la resiliencia.

b. Tipos de vulnerabilidad. Los tipos de vulnerabilidades han sido enumeradas por El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2014), se observa en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Tipos de vulnerabilidad de movimiento en masa en laderas

Tipos de Vulnerabilidad	Variables
Vulnerabilidad física	Ubicación de viviendas Materiales que se usan en la construcción de viviendas características geológicas como: tipo y calidad de suelo cumplir con las normas técnicas vigentes de la industria de la construcción
Vulnerabilidad ambiental	Explotación y uso de recursos naturales Emisiones de sustancias peligrosas
Vulnerabilidad económica	Actividades económicas nivel de escasez (conectividad, ingresos y servicios) Niveles organizacionales
Vulnerabilidad social	Relaciones entre las instituciones y organizaciones de la localidad.
Vulnerabilidad educativa	Disponibilidad de formación en las escuelas sobre cuestiones relacionadas con la defensa civil. Disponibilidad en capacitación de la población civil en temas de defensa civil.
Vulnerabilidad política institucional	Campañas informativas y de difusión (TV, radio y prensa) Legal y político Capacidad de la institución y organización
Vulnerabilidad cultural e ideología	Conocimiento de la población sobre los peligros que pasaron anteriormente Conocimiento sobre el riesgo
Vulnerabilidad científica y tecnológica	Carácter individual y grupal frente a riesgos Servicio técnico e información Cumplir las recomendaciones y tener conocimiento

Nota. Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2011).

A continuación se detallan los tipos de vulnerabilidad que se van a considerar en la investigación.

b.1. Vulnerabilidad social. La vulnerabilidad social tiene dos explicaciones. Por un lado, la incertidumbre y vulnerabilidad de las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida como resultado de algunos eventos socioeconómicos traumáticos. Por otro lado, el manejo de recursos y estrategias que deberán ser utilizadas por comunidades, familias e individuos para poder enfrentar las consecuencias del evento o fenómeno. Por otro lado, en las investigaciones de desastres, las personas a menudo evalúan los riesgos para las comunidades y las familias sobre eventos catastróficos y buscan desarrollar estrategias para así sobrellevarlos y enfrentarlos. La vulnerabilidad social está directamente relacionada con los grupos socialmente vulnerables cuya identificación depende de diferentes criterios: un determinado factor contextual los hace más propensos a encontrarse con circunstancias perjudiciales para su integración social y desarrollo personal, realizar conductas asociadas a una mayor exposición a eventos nocivos, o tienen características comunes (edad, sexo, etnia) se espera que presenten un riesgo o problema común para ellos. (Pizarro, 2001)

La vulnerabilidad social consta de tres componentes: primero, recursos, segundo es la estructura de oportunidades, y tercero, instituciones y su relación social. Los recursos también incluyen a la posesión de recursos materiales que permiten al sujeto funcionar en sociedad. La estructura de oportunidades es resultado del estado, la sociedad y el mercado conjuntamente, esta cambia dependiendo de la crisis económica, el cambio tecnológico, la política de empleo, etc. (Ramos, 2019).

b.2. Vulnerabilidad ambiental. Según Esparza y Díaz (2008), es la capacidad de responder a dos grandes problemas ambientales globales: la pérdida de biodiversidad y el calentamiento global, incluida la capacidad del medio ambiente para adaptarse a impactos directos o indirectos. La sensibilidad ambiental radica en el hecho de que la acción humana hacia el ambiente no se basa en la coexistencia mutua, sino en la dominación destructiva: la relación del hombre con el microambiente compromete a este último. La naturaleza como sistema vivo tiene su propia dinámica, su propio ciclo. La forma en que se adapta internamente a sus propios cambios y transformaciones legitima su propio equilibrio. Sin embargo, los ciclos reproductivos humanos transforman la dinámica humana en dinámica de entropía no solo en sí mismos. Pero en su sentido más amplio, en lo que se refiere al medio ambiente, la relación contradictoria entre el hombre y la naturaleza se convierte en entropía.

b.3. Vulnerabilidad Económica. Es referida a los ingresos en distintos niveles gubernamentales interactúan con los impactos de eventos físicos extremos. En términos simples, indica que la pobreza aumenta la probabilidad de sufrir desastres. Además, hay otra dimensión importante de vulnerabilidad: la vulnerabilidad social. Esta dimensión es crucial en la evaluación del riesgo y se analiza detalladamente según diferentes tipos o grupos de personas. Es esencial realizar un análisis completo del riesgo, teniendo en cuenta que las vulnerabilidades individuales varían en función de la capacidad de cada persona para hacer frente a diversas amenazas. Este enfoque detallado reconoce que cada individuo presenta diferentes grados de vulnerabilidad, dependiendo de su habilidad para responder ante situaciones amenazantes (Foschiatti, 2004).

2.2.6. Riesgo

Es la probabilidad que ocurra un peligro, agregándole que también "implica evaluar a una persona expuesta a sus efectos adversos (vulnerabilidad)". Solo puede determinar el riesgo cuando hay suficientes datos para poder calcular la probabilidad, y cuando no tiene esos datos, hay incertidumbre (Aneas de Castro, 2007).

Otro concepto es la perspectiva de futuras pérdidas y daños físicos hasta emocionales o culturales, es lo que define el riesgo en este contexto. Un riesgo natural es la posible aparición de un fenómeno natural que podría afectar a una región y a las comunidades que la habitan (Lavell, 2003).

a. Cálculo de nivel de riesgo. Se identifican las amenazas en el área de estudio y se realiza un análisis de vulnerabilidad.

Según el INDECI (2011), se realiza una evaluación conjunta para calcular los riesgos, es decir, la probabilidad de pérdidas y daños previstos en caso de un evento natural adverso.

La evaluación del riesgo consiste en calcular la magnitud de la probabilidad de que se produzca un determinado peligro utilizando datos teóricos y experimentales para determinar la probabilidad de que ocurra. Los criterios de análisis se basan principalmente en el uso de la siguiente fórmula, que es similar al análisis de vulnerabilidad, que evalúa los elementos de vulnerabilidad en un área específica.

$$R = P * V \quad (1)$$

Dónde:

P = Peligro

V = Vulnerabilidad

R = Riesgo

Las cuales están expresadas en términos de posibilidad.

Podemos valorar el grado de riesgo utilizando la Tabla 3 de doble entrada, teniendo en cuenta nuestra comprensión de los peligros y las vulnerabilidades.

Tabla 3

Metodología simplificada medir el nivel de riesgo

Nivel	Rango de nivel de riesgo				
PMA	0,503	0,034	0,067	0,131	0,253
PA	0,260	0,018	0,035	0,068	0,131
PM	0,134	0,009	0,018	0,035	0,067
PB	0,068	0,005	0,009	0,018	0,034
-		0,068	0,134	0,260	0,503
		VB	VM	VA	VMA

Para cada uno de los niveles de riesgo, se han establecido los niveles en la siguiente Tabla 4:

Tabla 4

Niveles de riesgo

Nivel	Rango				
Muy Alto	0,066	≤	R	≤	0,239
Alto	0,020	≤	R	≤	0,066
Medio	0,005	≤	R	≤	0,020
Bajo	0,002	≤	R	≤	0,005

Nota. Se observa que el color rojo = riesgo muy alto, anaranjado = riesgo, alto, amarillo = riesgo medio y el color verde = riesgo bajo.

Los procesos de planificación y organización del uso del suelo se sirven del conocimiento de lugares con diversos niveles de riesgo (según su vulnerabilidad y peligrosidad). Estos niveles deben tener en cuenta tanto el uso previsto de los materiales como el daño potencial que podría derivarse de ese uso. El examen de los mapas de vulnerabilidad y peligrosidad da lugar a la creación del mapa de riesgos. Y para completar con la información se realiza una estratificación del Riesgo detallada en la Tabla 5

Tabla 5
Estratificación del Riesgo

Nivel	Descripción	Rangos
Riesgo Muy Alto No Mitigable	<p>Se indica que las estrategias para reducir el riesgo son extremadamente costosas o que el proceso del fenómeno es imparable. Estas afirmaciones deben basarse en informes técnicos que establezcan el nivel de peligrosidad, elaborados por las instituciones científicas y técnicas pertinentes. Además, la población enfrenta condiciones de extrema pobreza, con una alta tasa de deserción escolar. En términos geológicos, el suelo presenta una alta fragilidad, con presencia de fallas y fracturas significativas. Además, no se están llevando a cabo esfuerzos significativos para difundir información sobre la Gestión del Riesgo a través de diversos medios de comunicación.</p>	0,068≤R<0,253
Riesgo Muy Alto	<p>Este grupo etario abarca desde los recién nacidos hasta los 5 años y aquellos mayores de 65 años, incluyendo tanto a hombres como mujeres. Tienen un acceso extremadamente limitado y no mantienen una posición laboral estable. La organización social en esta población es prácticamente inexistente. El ingreso familiar mensual promedio es inferior a 149 soles, situando a esta población en condiciones de extrema pobreza. Este grupo tiene una tasa de abandono muy alta. En los medios de comunicación no hay información sobre la gestión de riesgos. Las estructuras están en pésimo estado y se construyeron en su mayoría con materiales inestables como la caña y la quincha, que ofrecen poca resistencia. Las viviendas carecen tanto de suministro de agua como de sistemas de desagüe. El sistema de producción se basa en actividades primarias extractivas y carece de tecnificación. En cuanto a la naturaleza, la zona es estéril y propensa a la erosión provocada por las lluvias torrenciales y la elevada pendiente. Además, hay pérdidas por contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, así como una elevada demanda agrícola. Las distancias entre los núcleos de población, que oscilan entre 0 y 0,20 kilómetros, son muy pequeñas.</p>	
Riesgo Bajo	<p>Población con una economía estable. Baja tasa de abandono escolar. Amplia cobertura mediática de temas relacionados con la gestión de riesgos. Edificaciones en buenas condiciones, construidas con técnicas adecuadas utilizando concreto armado y acero, y con una antigüedad inferior a 15 años. Disponibilidad de agua y sistema de saneamiento en las viviendas. El sistema de producción en el área de estudio muestra una fuerte integración en términos de competitividad. Aspectos ambientales incluyen áreas boscosas, aunque la presencia de sales en el suelo puede dar lugar a la desertificación. La geología del suelo</p>	0,001≤R<0,005

Tabla 5. (Continuación)

Nivel	Descripción	Rangos
Riesgo Alto	<p>En la zona carece de fallas o fracturas significativas y muestra buenas características geotécnicas. La ubicación de los centros de población está a más de 5 km de distancia. La población adopta una postura proactiva y toma varias precauciones para reducir los riesgos. Un elemento clave para el progreso es el desarrollo planificado del territorio.</p> <p>Los grupos de edad de 5 a 12 años, así como de 60 a 65 años, están presentes tanto en hombres como en mujeres. Tienen un acceso limitado y una escasa permanencia en el ámbito laboral.</p> <p>La organización social en esta población es efímera. La población vive en la pobreza, ya que el ingreso familiar medio mensual oscila entre 149 y 264 soles. Hay un elevado índice de deserción educativa en este grupo. La información sobre</p>	0,018≤R<0,068
Riesgo Medio	<p>Gestión de Riesgo es escasamente difundida en diversos medios de comunicación. Las edificaciones se encuentran en estado precario, construidas principalmente con madera y sin refuerzos estructurales. Las viviendas tienen acceso solo al servicio de desagüe. En términos ambientales, se dedican áreas al cultivo, pero se enfrentan a problemas graves como la deforestación y el uso indiscriminado de los suelos. Además, hay prácticas de consumo que aumentan el riesgo, como el uso indiscriminado del suelo. En cuanto a la geología del suelo, la zona presenta una fracturación moderada, y los suelos tienen una capacidad portante baja. La localización de los centros poblados está bastante cercana, a una distancia de 0.20 a 1 kilómetro.</p> <p>Hombres y mujeres de 12 a 15 y 50 a 60 años componen esta franja de edad. La accesibilidad y estabilidad en el mercado laboral son comunes. La estructura social es limitada. El ingreso promedio mensual de una familia oscila entre 264 y 1200 soles, clasificando a la población como clase media baja. La deserción escolar en este grupo es moderada. La información sobre gestión de riesgos se comparte esporádicamente. Las edificaciones, de 16 a 20 años de antigüedad, están en estado regular, construidas con adobe y piedra, sin refuerzos estructurales. Solo el suministro de agua es accesible a las viviendas. El sistema de producción tiene algunas ventajas competitivas, pero la protección de los bordes de los cursos de agua es insuficiente. Además, hay consumo de la minería y la industria, causando pérdidas por evaporación. La zona presenta ligera fracturación y suelos con capacidad portante de nivel medio.</p>	0,005≤R<0,018

Nota. Según el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo del Desastre (CENEPRED, 2020).

2.2.7. Marco Normativo

- a. Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD.
- b. Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- c. Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- d. Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- e. Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- f. Ley N° 30556, Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del Gobierno Nacional frente a desastres y que dispone la creación de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios.
- g. Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- h. Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869.
- i. Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- j. Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- k. Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Amenaza

Se conceptualiza como un evento o circunstancia no deseada que posee el potencial de ocasionar daños o pérdidas a una organización, sistema o individuo. Las amenazas pueden manifestarse de diversas formas, tales como desastres naturales, ataques cibernéticos, entre otros escenarios, y tienen la capacidad de interrumpir operaciones, comprometer a la sociedad o generar pérdidas significativas (Clemen & Reilly, 2013).

2.3.2. Desastre

Alteración significativa en el funcionamiento normal de una comunidad o sociedad a cualquier nivel, causada por la ocurrencia de eventos peligrosos que interactúan con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad de respuesta, lo que resulta en pérdidas humanas, materiales, económicas y ambiental (Comunidad Andina, 2018).

2.3.3. Deslizamientos

Un deslizamiento es un movimiento de tierra que ocurre en las laderas, donde una masa de suelo o roca se desplaza. Este movimiento se caracteriza por realizarse a lo largo de una superficie de falla que puede ser plana u ondulada (en este caso se denomina traslacional), o curva y cóncava (rotacional) (Medina Allicca, 2014).

2.3.4. Peligros

Cualquier acción, circunstancia o elemento que tenga el potencial de afectar negativamente a la salud causando lesiones, enfermedades o daños se denomina peligro. El nivel de riesgo se establece evaluando los efectos potenciales que pueden tener los rasgos o cualidades de los agentes o condiciones, teniendo en cuenta al mismo tiempo los probables efectos secundarios (CENEPRED, 2020).

2.3.5. Peligro Inminente

Acontecimiento que tiene una alta probabilidad de suceder y que tiene un impacto importante en la población y su medio, influyendo en elementos sociales, económicos y medioambientales. Puede ser el resultado tanto de Notas naturales como de actividades humanas. Si la situación actual no mejora, este fenómeno, resultado del deterioro acumulado a lo largo del tiempo, continuará (CENEPRED, 2020).

2.3.6. Población

Es la totalidad de individuos que residen en una zona geográfica, país o territorio, e incluye a personas de todas las edades y géneros (CENEPRED, 2020).

2.3.7. Riesgo

El riesgo se describe como el impacto que genera la incertidumbre sobre las metas establecidas. En otras palabras, el riesgo se entiende como una desviación, ya sea positiva o negativa, de lo que se había planificado originalmente, lo cual crea incertidumbre respecto al cumplimiento de los objetivos de una organización. (International Organization for Standardization (ISO), 2018).

2.3.8. Vulnerabilidad

Son características y circunstancias propias de una comunidad, sistema o activo que los vuelven expuestos a sufrir los efectos perjudiciales de una amenaza. Representa la predisposición a ser impactado de manera negativa por un peligro o riesgo. La vulnerabilidad puede estar vinculada a factores como físicos, sociales, económicos y ambientales (Naciones Unidas, 2009).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

En lo que respecta al diseño de la investigación, se trata de un enfoque no experimental, dado que no involucra la manipulación de variables. (*Variable 1. Evaluación de riesgo, Variable 2. Peligro de deslizamiento*)

3.2. Acciones y actividades

Las acciones y actividades fueron basadas en los objetivos propuestos en la investigación.

3.2.1. Metodología para determinar el peligro

Para determinar el peligro se consideró los siguientes aspectos.

a. Factor Desencadenante. Donde se utilizó el proceso jerárquico para evaluar el siguiente factor:

a.1. Precipitación. Se consideraron los umbrales de precipitación registrados por la Estación Meteorológica Jorge Basadre para determinar la influencia de la precipitación en la susceptibilidad a deslizamientos.

b. Factor Condicionante. El análisis jerárquico fue realizado en base a los siguientes factores.

b.1. Geología. Las características geológicas del terreno se determinaron, utilizando la información proporcionada por INGEMMET, específicamente el levantamiento geológico del cuadrángulo de Tacna.

b.2. Geomorfología. Para analizar y determinar las formas de la superficie del terreno, se utilizaron la información del mapa geomorfológico de INGEMMET correspondiente al cuadrángulo de Tacna.

b.3. Pendiente. El grado de inclinación del terreno y su clasificación se determinaron utilizando el manual de Capacidad de Uso Mayor del Suelo.

3.2.2. Metodología para determinar la vulnerabilidad

Para determinar y realizar el análisis de vulnerabilidad, se consideraron los siguientes factores.

- a. **Exposición.** Para determinar el grado de exposición de la población y su relación negativa con el medio ambiente, se tomaron en cuenta los factores social, económico y ambiental.
- b. **Fragilidad.** Para evaluar las condiciones de vida de la población frente a un peligro, se analizaron los aspectos sociales, económicos y ambientales en detalle.
- c. **Resiliencia.** Para determinar el nivel de asimilación o capacidad de recuperación de la población frente a la ocurrencia de un peligro, se siguió el siguiente enfoque:

Estos factores se analizaron mediante la técnica de encuestas a la población, complementadas con imágenes satelitales. La obtención de información específica se basó en el manual correspondiente para y así realizar el análisis de estos factores.

3.2.3. Metodología para determinar el riesgo

Para determinar el riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida, se integraron los resultados de los análisis de peligro y vulnerabilidad.

Se combinaron los datos obtenidos en los análisis de peligro y vulnerabilidad utilizando un enfoque de matriz de riesgo. Esto permitió cuantificar el nivel de riesgo en términos de probabilidad e impacto.

3.2.4. Recolección y preparación de datos.

- a. **Revisión de datos.** Los datos recolectados de diferentes fuentes (encuestas, imágenes satelitales, mapas geológicos, y registros meteorológicos) serán revisados para asegurar su integridad y precisión.
- b. **Limpieza de datos.** Se realizaron una limpieza de datos para eliminar inconsistencias, duplicados y valores atípicos que puedan afectar el análisis.
- c. **Codificación de datos.** Los datos cualitativos de encuestas y entrevistas fueron codificados para su análisis cuantitativo y cualitativo.

3.2.5. Georreferenciación

- a. **Integración en SIG:** Los datos geográficos fueron integrados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para facilitar el análisis espacial y la visualización de las áreas de riesgo.
- b. **Mapeo de factores:** Se crearon capas de información georreferenciada que representen los diferentes factores de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

3.2.6. Modelado de datos.

- a. **Modelos predictivos:** Se desarrollaron modelos predictivos para estimar la probabilidad de deslizamientos basados en los factores desencadenantes y condicionantes identificados.

3.2.7. Análisis del peligro

- a. **Evaluación de factores desencadenantes:** Se analizaron los datos de precipitaciones y otros factores climáticos para determinar su influencia en la ocurrencia de deslizamientos.
- b. **Evaluación de factores condicionantes:** Se evaluaron las características geológicas, geomorfológicas y topográficas del terreno para identificar áreas susceptibles a deslizamientos.

3.2.8. Análisis de la vulnerabilidad

- a. **Exposición:** Se analizaron el grado de exposición de la población y la infraestructura a los deslizamientos, considerando la densidad poblacional y el uso del suelo.
- b. **Fragilidad:** Se evaluaron las condiciones sociales, económicas y ambientales que afectan la capacidad de la población para enfrentar deslizamientos.
- c. **Resiliencia:** Se midieron la capacidad de recuperación de la comunidad frente a deslizamientos, utilizando datos de encuestas y entrevistas.

3.2.9. Integración y cálculo del riesgo

- a. **Matriz de riesgo:** Se utilizaron una matriz de riesgo para combinar los resultados del análisis de peligro y vulnerabilidad, calculando el nivel de riesgo en diferentes áreas.
- b. **Mapas de riesgo:** Se desarrollarán mapas de riesgo que visualicen las áreas de mayor riesgo en la Asociación La Florida, facilitando la identificación de zonas prioritarias para la mitigación.

3.3. Materiales y/o instrumentos

Para llevar a cabo la investigación sobre el riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida, se utilizaron diversos materiales e instrumentos que aseguren la recolección y análisis precisos de datos. A continuación, se detallan los principales:

- Mapas Topográficos y Geológicos. Mapas topográficos de la región de la Asociación La Florida. Mapas geológicos y geomorfológicos proporcionados por INGEMMET, incluyendo el cuadrángulo de Tacna.
- Datos Meteorológicos. Registros del umbral de precipitación de la Estación Meteorológica Jorge Basadre.
- Software y Herramientas de Análisis. Software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la creación y análisis de mapas.
- Materiales de Campo. Equipos de protección personal (EPP) para trabajo de campo, GPS para georreferenciación de puntos críticos, cámaras fotográficas para la captura de imágenes.
- Instrumentos. Cuestionarios estructurados para recolectar datos sobre la percepción del riesgo, condiciones socioeconómicas y prácticas de prevención de la población local.

3.4. Población y/o muestra de estudio

La Asociación La Florida está situada en el distrito Alto de la Alianza, provincia de Tacna, y alberga una población de 34,733 habitantes. Esta zona es accesible tanto por transporte terrestre como aéreo.

Para llegar al sitio de la investigación, siga estos pasos:

- a. **Transporte Terrestre.** Desde el centro de Tacna, diríjase hacia la Avenida Circunvalación Norte. Continúe por esta avenida hasta llegar a la calle Los Lirios. Siga la calle Los Lirios hasta llegar a la Asociación de Vivienda La Florida.
- b. **Transporte Aéreo.** Al aterrizar en el Aeropuerto Internacional Coronel FAP Carlos Ciriani Santa Rosa, tome un taxi o un autobús hacia el centro de Tacna. Desde allí, siga las indicaciones mencionadas en el transporte terrestre.

Las zonas de estudio se encuentran dentro de los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza, ambos en la provincia de Tacna. El recorrido de la investigación comienza en el Paseo Cívico de Tacna, ubicado en el centro histórico de la ciudad.

La accesibilidad y ubicación de la Asociación La Florida son cruciales para el desarrollo de esta investigación, ya que permiten un fácil acceso a las áreas vulnerables y facilitan la recolección de datos de campo (Tabla 6). Además, en la Figura 10 se observa la proximidad de esta área a los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza proporciona un contexto urbano y geográfico variado, enriqueciendo el análisis de los riesgos de deslizamiento en diferentes entornos.

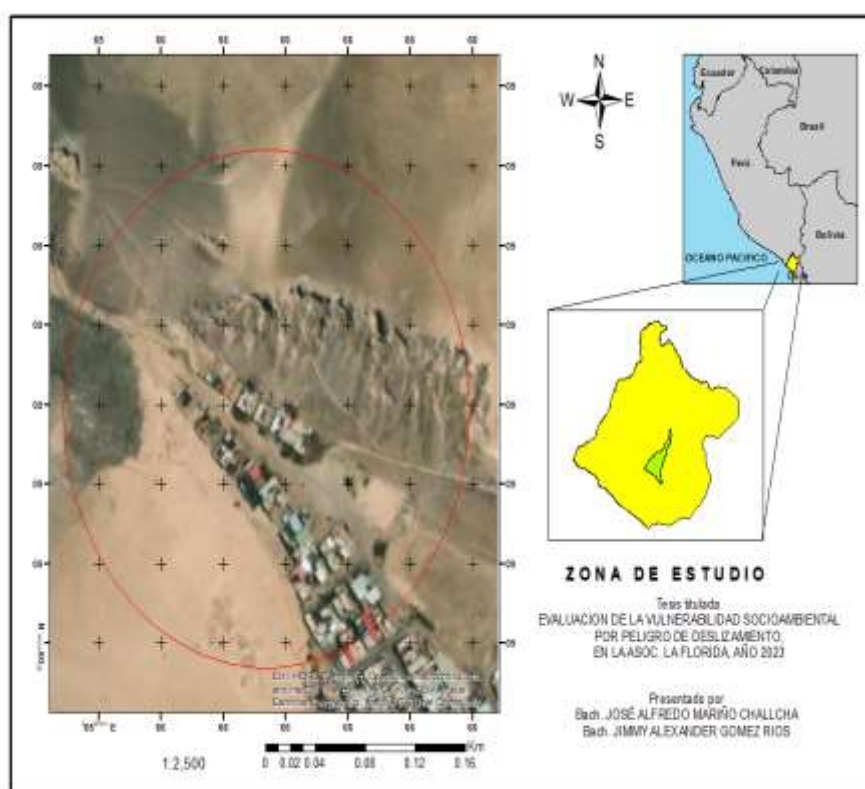
Tabla 6

Distancia de Paseo Cívico de Tacna al Sector El Mirador (Quebrada del Diablo)

Tramo		Km	Tipo de Vía	Duración (min)
Paseo Cívico de Tacna	Plaza de la Asoc. La Florida	3,3	Asfaltada	10
Plaza de la Asoc. La Florida	El Mirador (Quebrada del Diablo)	0,3	Trocha	3

Figura 10

Mapa de Ubicación



3.5. Operacionalización de variables

Se muestra a continuación la Tabla 7 que presenta la operacionalización de las variables.

Tabla 7*Operacionalización de variables de investigación*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Escala	Técnicas o métodos
Evaluación del riesgo	La evaluación de riesgo implica analizar la probabilidad de que ocurra un evento dañino y las posibles consecuencias que surgen debido a la exposición a ciertos riesgos.	Riesgo	Niveles	Muy alto Alto Medio Bajo	Normativa del CENEPRED Sistema de Información Geográfico (SIG)
Peligro por deslizamiento	Constituyen una amenaza importante para las zonas vulnerables a este tipo de sucesos. Estos eventos pueden ser desencadenados por diversos elementos, tales como fuertes lluvias, terremotos, actividad humana, alteraciones en la vegetación o modificaciones en la topografía del terreno.	Factores condicionantes Factores desencadenantes	Pendiente Geología Geomorfología Precipitación	% Unidades Unidades Mm/hora	Normativa del CENEPRED Sistema de Información Geográfico (SIG)

3.6. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos son etapas críticas para interpretar la información recolectada y obtener conclusiones significativas sobre el riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida. A continuación, utilizaron las siguientes herramientas para el procesamiento y análisis de los datos

- Encuestas
- Excel
- ArcGis 10,8
- Imágenes Satelitales Landsat
- Información y Normativa del Cenepred

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis de peligro

4.1.1. Factores condicionantes

a. **Geología.** Las siguientes unidades geológicas.

- **Formación Millo (NP-mi).** Compuesta por secuencias de conglomerados polimícticos que datan del Mioceno superior y Plioceno inferior. En la porción inferior de la microcuenca del arroyo Del Diablo, particularmente alrededor del pie del arroyo, es donde se pueden observar estos conglomerados. La zona geomorfológica de las Llanuras Costeras es el único lugar donde se pueden encontrar los conglomerados que componen la Formación Millo. Por lo tanto, los depósitos que resultaron de la actividad fluvial del río Calina son sedimentos atribuidos a la formación Millo, mientras que el proceso de los sedimentos más recientes se considera de la era Cuaternaria, aunque no es posible establecer un límite claro entre estas dos unidades estratigráficas (Luque y Gómez, 2016).
- **Formación Huaylillas (Nm-hu).** Esta capa inferior, según Acosta et al. (2011), está formada por tobas de color rosáceo rellenas de piedra pómez y fragmentos de roca. Estas tobas están intercaladas con estratos de conglomerados que contienen clastos de rocas sedimentarias volcánicas y subredondeadas. Estos conglomerados se mantienen unidos por una matriz de areniscas que son cuarzo-feldespáticas verdosas y muestran un fuerte efecto ignimbrítico. Además, se observan extensas limolitas con una matriz que varía en tonalidad de gris a rojiza con canales de arcosa de grano medio a grueso.

Una serie de tobas rosadas de composición riolítica y riodacítica constituyen los estratos intermedios de la Formación Huaylillas. Estas capas de tobas alternan entre delgadas capas de areniscas verdes y partículas de piedra pómez y roca lítica. El espesor de estas tobas oscila entre 50 y 250 metros en la región al este del cuadrángulo de Tacna y hacia el noreste del cuadrángulo de Huaylillas, y este espesor tiende a aumentar a medida que nos desplazamos hacia la frontera con Chile. A nivel regional, es evidente que a medida que avanzamos hacia el suroeste y nos acercamos al mar, el espesor de las ignimbritas de este estrato disminuye significativamente.

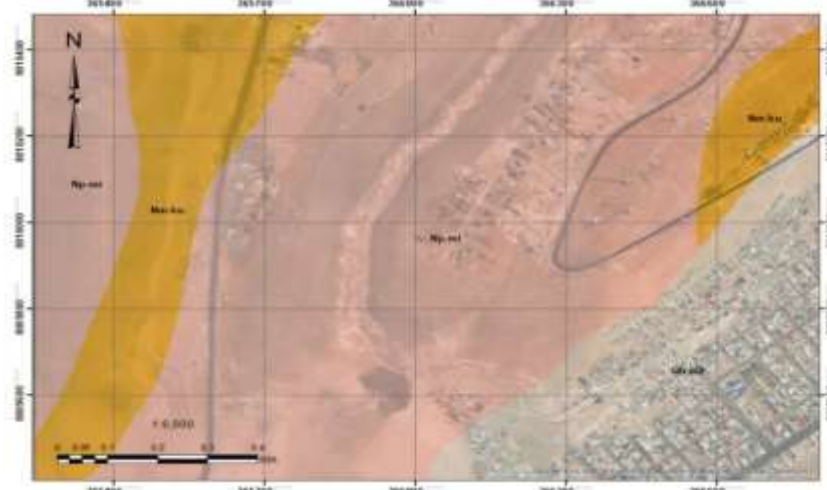
Según las investigaciones realizadas por Flores y Sempere (2002) y Flores y otros (2004), los estratos superiores se refieren a un conjunto de depósitos conocido como Formación Magollo. Este bloque sedimentario está formado por areniscas y conglomerados de color gris oscuro, muchos de ellos de origen andesítico, junto con finas capas de depósitos evaporíticos.

- **Deposito Aluvial (Qh-al2).** Según Luque y Gómez (2016), la región se distingue por una variedad de tipos de sedimentos, como conglomerados, arenas y arcillas que no presentan consolidación y se distribuyen de forma errática. Estos materiales cubren de manera diversa los distintos afloramientos geológicos de la zona. Estos depósitos son típicamente el resultado del material depositado temporalmente en las orillas de los ríos en forma de terrazas aluviales después de haber sido transportado por los arroyos. Estas terrazas, aunque son temporalmente estables, pueden ser erosionadas por la acción de los ríos actuales.

Es importante destacar que las principales fuentes de estos sedimentos aluviales suelen ser las zonas altas o estribaciones de la Cordillera Occidental. Estos depósitos sedimentarios aparecen como haces de forma irregular con una gama de proporciones. Su espesor puede oscilar entre unos pocos metros y varias decenas de metros (Acosta et al., 2011).

Estos sedimentos aluviales cubren las quebradas Caramolle y El Diablo en el valle de Tacna. Estos depósitos están constituidos por limos y arenas de color marrón claro, compactado o no. Estas formaciones sirven de base a la Asociación de Viviendas La Florida, demostrando (Figura 11) la necesidad de comprender la geología local para una buena planificación urbana y gestión del suelo.

Figura 11
Zona de estudio y sus unidades geológicas



A continuación, en la Tabla 8 se presenta la matriz de comparación por pares para evaluar la importancia relativa de diferentes formaciones geológicas en el análisis de riesgo de deslizamientos.

Tabla 8

Matriz de comparación por pares de la unidad geológica

Geología	Depósitos Aluviales	Formación Millo	Formación Huaylilla
Depósitos Aluviales	1,000	3,000	5,000
Formación Millo	0,333	1,000	3,000
Formación Huaylilla	0,200	0,333	1,000
Suma	1,333	4,000	9,000
1/Suma	0,750	0,250	0,111

El procesamiento de la matriz anterior nos da como resultado la siguiente matriz de normalización como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9

Matriz de normalización de la unidad geológica

Geología	Depósitos Aluviales	Formación Millo	Formación Huaylilla
Depósitos Aluviales	0,652	0,692	0,556
Formación Millo	0,217	0,231	0,333
Formación Huaylilla	0,131	0,077	0,111

Para validar la consistencia de la matriz de comparación por pares, utilizaremos el método de Landa Máximo (λ_{\max}) y el Índice de Consistencia (IC). Visualizándose en la Tabla 10.

Tabla 10*Landa máximo de la unidad geológica*

Geología	Depósitos Aluviales	Formación Millo	Formación Huaylilla	Vector promedio	A*B	C/B
Depósitos Aluviales	1,000	3,000	5,000	0,6852	2,093	3,054
Formación Millo	0,333	1,000	3,000	0,2778	0,851	3,062
Formación Huaylilla	0,200	0,333	1,000	0,1148	0,344	3,000
Suma	1,333	4,000	9,000	-	Prom. Landa	3,039

Promedio de λ_{max} : $(3,054 + 3,062 + 3,000) / 3 = 3,039$

El Índice de Consistencia (IC)

IC = 0,0195

Ratio de Consistencia (RC)

RC= 0,0336

Un Ratio de Consistencia (RC) menor que 0,10 (10 %) generalmente indica una consistencia aceptable en la matriz de comparación por pares. En este caso, con un RC de aproximadamente 0,0336 (3,36 %), podemos concluir que la matriz es consistentemente aceptable.

Esto valida la confiabilidad de los pesos obtenidos para las formaciones geológicas en el análisis de riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida.

b. Geomorfología. *En la zona de estudio presenta las siguientes unidades*

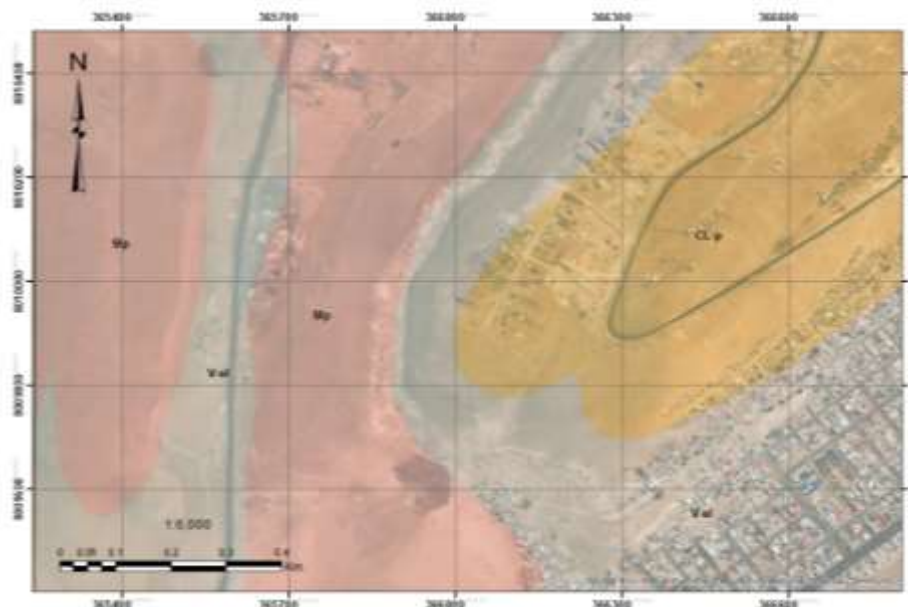
- **Superficie de flujo piroclástico (Sfp).** Está constituido por material piroclástico de la Formación Huaylillas con importantes espesores y sucesivas acumulaciones de capas de toba e importantes flujos piroclásticos, atravesados por varios cauces de ríos y arroyos, han producido un terreno montañoso accidentado con una pendiente del 7 al 10 % con la dirección del viento en dirección suroeste. Además, también representan grandes zonas con barrancos formados por la erosión que se formó sobre el depósito de restos volcánicos.

- **Vertiente o pie de monte aluvial (V-al).** El terreno presenta una inclinación leve a moderada, variando entre 1° y 5° , y está cubierto por material aluvial transportado por las corrientes de agua superficiales. Este material tiene una estructura clástica cuaternaria. Suelen aparecer tanto en las laderas de barrancos o valles, como en terrenos escarpados
- **Colina y lomada piroclástica (CL-p).** Geoformas convexas de material volcánico piroclástico con erosión variable con buzamientos moderadamente pronunciados (de 5° a 25°); Estos materiales suelen ser frágiles y son susceptibles a los movimientos masivos. Las tobas de la Formación Huaylillas y los depósitos de cenizas del Holoceno muestran la litología de estas formas geológicas. Estas divisiones se encuentran en los distritos de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva en los cerros Cripia e Intiorko.

En la Figura 12 se muestra la zona de estudio, con las tonalidades respectivas que representa a las unidades geomorfológicas presentes.

Figura 12

Unidades geomorfológicas de la zona de estudio



A continuación, en la Tabla 11 se presenta la matriz de comparación por pares para evaluar la importancia relativa de diferentes formaciones geomorfológicas en el análisis de riesgo de deslizamientos.

Tabla 11

Matriz de comparación por pares de la unidad geomorfológica

Geomorfología	Colina o lomada piroclástica	Superficie de flujo piroclástico	Vertiente o pie de monte aluvial
Colina o lomada piroclástica	1,000	3,000	5,000
Superficie de flujo piroclástico	0,333	1,000	3,000
Vertiente o pie de monte aluvial	0,200	0,333	1,000
Suma	1,333	4,000	9,000
1/Suma	0,750	0,250	0,111

Se observa ligeramente la importancia de la colina o lomada piroclástica que la Superficie de flujo piroclástico y notablemente más importante que la vertiente o pie de monte aluvial, también, observamos que la Superficie de flujo piroclástico es ligeramente más importante que la vertiente o pie de monte aluvial.

El procesamiento de la matriz anterior nos da como resultado la siguiente matriz de normalización como se observa en la Tabla 12.

Tabla 12

Matriz de normalización de la unidad geomorfológica

Geomorfología	Colina o lomada piroclástica	Superficie de flujo piroclástico	Vertiente o pie de monte aluvial	Vector promedio
Colina o lomada piroclástica	0,7500	0,7500	0,5556	0,6852
Superficie de flujo piroclástico	0,2500	0,2500	0,3333	0,2778
Vertiente o pie de monte aluvial	0,1500	0,0833	0,1111	0,1148
Suma	1,000	1,000	1,000	-

Para validar la consistencia de la matriz de comparación por pares, utilizaremos el método de Landa Máximo (λ_{\max}) y el Índice de Consistencia (IC). Como observamos en la Tabla 13.

Tabla 13*Landa máximo de la unidad geomorfológica*

Geomorfología	Colina o lomada piroclástica	Superficie de flujo piroclástico	Vertiente o pie de monte aluvial	Vector promedio	A*B	C/B
Colina o lomada piroclástica	1,000	3,000	5,000	0,6852	2,093	3,054
Superficie de flujo piroclástico	0,333	1,000	3,000	0,2778	0,851	3,062
Vertiente o pie de monte aluvial	0,200	0,333	1,000	0,1148	0,344	3,000
Suma	1,333	4,000	9,000	-	Prom Land a	3,039

Promedio de λ_{max} : $(3,054 + 3,062 + 3,000) / 3 = 3,039$

Índice de Consistencia (IC)

IC = 0,0195

Ratio de Consistencia (RC)

RC = 0,0336

Un Ratio de Consistencia (RC) menor que 0.10 (10 %) generalmente indica una consistencia aceptable en la matriz de comparación por pares. En este caso, con un RC de aproximadamente 0.0336 (3.36 %), podemos concluir que la matriz es consistentemente aceptable. Esto valida la confiabilidad de los pesos obtenidos para las diferentes formaciones geomorfológicas en el análisis de riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida.

- c. **Pendiente.** En cuanto se realizó la siguiente clasificación, mencionado en la Tabla 14.

Tabla 14*Matriz de comparación por pares de la pendiente*

Pendiente	Pendiente suave < 5 °	Pendiente moderada entre 5 ° y 15 °	Pendiente fuerte entre 15 ° y 25 °	Pendiente moderadamente empinada entre 25 ° y 48 °	Vector Promedio
Pendiente suave < 5 °	1,000	3,000	5,000	7,000	0,558
Pendiente moderada entre 5 ° y 15 °	0,333	1,000	3,000	5,000	0,263
Pendiente fuerte entre 15 ° y 25 °	0,200	0,333	1,000	3,000	0,122
Pendiente moderadamente empinada entre 25 ° y 48 °	0,143	0,200	0,333	1,000	0,057
Suma	1,676	4,533	9,333	16,000	1,000

El procesamiento de la matriz anterior nos da como resultado la siguiente matriz de normalización como se observa en la Tabla 15.

Tabla 15*Matriz de la normalización de la pendiente*

Pendiente	Pendiente suave < 5 °	Pendiente moderada entre 5 ° y 15 °	Pendiente fuerte entre 15 ° y 25 °	Pendiente moderadamente empinada entre 25 ° y 48 °
Pendiente suave < 5 °	1,000	3,000	5,000	7,000
Pendiente moderada entre 5 ° y 15 °	0,333	1,000	3,000	5,000
Pendiente fuerte entre 15 ° y 25 °	0,200	0,333	1,000	3,000
Pendiente moderadamente empinada entre 25 ° y 48 °	0,143	0,200	0,333	1,000
Suma	1,676	4,533	9,333	16,000
1/Suma	0,597	0,221	0,107	0,063

Para validar la consistencia de la matriz de comparación por pares, utilizaremos el método de Landa Máximo (λ_{\max}) y el Índice de Consistencia (IC). Como visualizamos en la Tabla 16.

Tabla 16

Valor landa máximo de la pendiente

Pendiente	Pendiente suave < 5 °	Pendiente moderada entre 5 ° y 15 °	Pendiente fuerte entre 15 ° y 25 °	Pendiente moderadamente empinada entre 25 ° y 48 °	Vector Promedio	A*B	C/B
Pendiente suave < 5 °	1,000	3,000	5,000	7,000	0,558	2,356	4,222
Pendiente moderada entre 5 ° y 15 °	0,333	1,000	3,000	5,000	0,263	1,099	4,175
Pendiente fuerte entre 15 ° y 25 °	0,200	0,333	1,000	3,000	0,122	0,492	4,036
Pendiente moderadamente empinada entre 25 ° y 48 °	0,143	0,200	0,333	1,000	0,057	0,230	4,041
Suma	1,676	4,533	9,333	16,000	1,000	4,177	4,118

Promedio de λ_{\max} : $(4,884 + 4,282 + 4,249 + 5,439) / 4 = 4,714$

Índice de Consistencia (IC)

IC = 0,238

Ratio de Consistencia (RC)

.RC = 0,264

Un Ratio de Consistencia (RC) menor que 0,10 (10 %) generalmente indica una consistencia aceptable en la matriz de comparación por pares. En este caso, con un RC de aproximadamente 0,264 (26,4 %), podemos concluir que la matriz tiene una consistencia aceptable.

4.1.2. Factores desencadenantes

- a. **Precipitación.** En cuanto a los resultados de precipitación se muestra la tabla 17 de comparación de pare para validar la información.

Tabla 17

Matriz de comparación por pares del parámetro precipitación

Precipitación	Extremadamente lluvioso (0 a 2)	Muy lluvioso (2 a 4)	Lluvioso (4 a 8)	Moderadamente lluvioso (8 a 15)	Mayor a 15
Extremadamente lluvioso (0 a 2)	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000
Muy lluvioso (2 a 4)	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000
Lluvioso (4 a 8)	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000
Moderadamente lluvioso (8 a 15)	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000
Mayor a 15	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000
Suma	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000
1/Suma	0,560	0,214	0,105	0,061	0,040

El procesamiento de la matriz anterior nos da como resultado la siguiente matriz de normalización como se observa en la Tabla 18.

Tabla 18

Matriz de normalización del parámetro precipitación

Precipitación	Extre. lluvioso (0 a 2)	Muy lluvioso (2 a 4)	Lluvioso (4 a 8)	Moderadamente lluvioso (8 a 15)	Mayor a 15	Vector Promedio
Extremadamente lluvioso (0 a 2)	0,5595	0,6415	0,5245	0,4286	0,3600	0,5028
Muy lluvioso (2 a 4)	0,1865	0,2138	0,3147	0,3061	0,2800	0,2602
Lluvioso (4 a 8)	0,1119	0,0713	0,1049	0,1837	0,2000	0,1344
Moderadamente lluvioso (8 a 15)	0,0799	0,0428	0,0350	0,0612	0,1200	0,0678
Mayor a 15	0,0622	0,0305	0,0210	0,0204	0,0400	0,0348
Suma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Para validar la consistencia de la matriz de comparación por pares, utilizaremos el método de Landa Máximo (λ_{max}) y el Índice de Consistencia (IC). Como visualizamos en la Tabla 19.

Tabla 19*Matriz del landa máximo del parámetro precipitación*

Precipitación	Extremo (0 a 2)	Muy lluvioso (2 a 4)	Lluvioso (4 a 8)	Moderadamente lluvioso (8 a 15)	Mayor a 15	Vector Promedio	A*B	C/B
Extremadamente lluvioso (0 a 2)	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	0,5028	2,743	5,455
Muy lluvioso (2 a 4)	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000	0,2602	1,414	5,432
Lluvioso (4 a 8)	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000	0,1344	0,699	5,204
Moderadamente lluvioso (8 a 15)	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000	0,0678	0,341	5,030
Mayor a 15	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000	0,0348	0,177	5,093
	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000	0,763	Prom. Landa	5,243

Promedio de λ_{max} : $(7,439 + 6,665 + 7,437 + 10,029 + 8,660) / 5 = 8,046$

Índice de Consistencia (IC)

IC = 0,762

Ratio de Consistencia (RC)

IC = 0,680

Un Ratio de Consistencia (RC) menor que 0.10 (10%) generalmente indica una consistencia aceptable en la matriz de comparación por pares.

4.1.3. Parámetro de evaluación del peligro

Se presentan los resultados obtenidos en las Tablas 20, 21 y 22, para la gestión del riesgo en la Asociación La Florida. Este análisis integral de los parámetros de evaluación del peligro es un paso fundamental para avanzar en la prevención y mitigación de desastres naturales en la región.

Tabla 20*Matriz de evaluación del peligro*

Frecuencia	Por lo menos 1 vez al año cada evento de el niño y/o superior a 5 eventos al año en promedio	3 a 4 eventos por año en promedio	De 2 a 3 eventos por año en promedio	De 1 a 2 eventos por año en promedio	De 1 evento por año en promedio o inferior
Por lo menos 1 vez al año cada evento de el niño y/o superior a 5 eventos al año en promedio	1,00	3,00	1,00	0,33	1,00
3 a 4 eventos por año en promedio	0,33	1,00	3,00	1,00	0,33
De 2 a 3 eventos por año en promedio	0,20	0,33	1,00	3,00	1,00
De 1 a 2 eventos por año en promedio	0,14	0,20	0,33	1,00	2,00
De 1 evento por año en promedio o inferior	0,11	0,14	0,20	0,50	1,00
Suma	1,79	4,68	5,53	5,83	5,33
1/suma	0,56	0,21	0,18	0,17	0,19

Tabla 21*Matriz de normalización de evaluación del peligro*

Frecuencia	Por lo menos 1 vez al año cada evento de el niño y/o superior a 5 eventos al año en promedio	3 a 4 eventos por año en promedio	De 2 a 3 eventos por año en promedio	De 1 a 2 eventos por año en promedio	De 1 evento por año en promedio o inferior
Por lo menos 1 vez al año cada evento de el niño y/o superior a 5 eventos al año en promedio	1,00	3,00	1,00	0,33	1,00
3 a 4 eventos por año en promedio	0,33	1,00	3,00	1,00	0,33
De 2 a 3 eventos por año en promedio	0,20	0,33	1,00	3,00	1,00
De 1 a 2 eventos por año en promedio	0,14	0,20	0,33	1,00	2,00
De 1 evento por año en promedio o inferior	0,11	0,14	0,20	0,50	1,00
Suma	1,79	4,68	5,53	5,83	5,33
1/suma	0,56	0,21	0,18	0,17	0,19

Para validar la consistencia de la matriz de comparación por pares, utilizamos el método de Landa Máximo (λ_{\max}).

Tabla 22*Landa máximo de la evaluación de peligro*

Frecuencia	Por lo menos 1 vez al año cada evento de el niño	3 a 4 eventos por año	De 2 a 3 eventos por año	De 1 a 2 eventos por año	De 1 evento por año	Vector Promedio	A*B	C/B
Por lo menos 1 vez al año cada evento de el niño	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	0,5028	2,743	5,455
3 a 4 eventos por año	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000	0,2602	1,414	5,432
De 2 a 3 eventos por año	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000	0,1344	0,699	5,204
De 1 a 2 eventos por año	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000	0,0678	0,341	5,030
De 1 evento por año	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000	0,0348	0,177	5,093
Suma	1.787	4,676	9,533	16,333	25,000	0,763	Prom. Landa	5,243

Promedio de λ_{max} : $(5,644 + 4,646 + 5,620 + 6,014 + 6,783) / 5 = 5,741$

Índice de Consistencia (IC)

IC = 0,185

Ratio de Consistencia (RC)

IC = 0,165

Un Ratio de Consistencia (RC) menor que 0.10 (10 %) generalmente indica una consistencia aceptable en la matriz de comparación por pares.

4.1.4. Niveles de susceptibilidad

A continuación, en la siguiente Tabla 23, se presentan los niveles de susceptibilidad identificados en la Asociación La Florida,

Tabla 23*Matriz de comparación por pares*

Parámetro	Pendiente	Geología	Geomorfología
Pendiente	1,000	3,000	5,000
Geología	0,333	1,000	3,000
Geomorfología	0,200	0,333	1,000
Suma	1,333	4,000	9,000

Para validar la consistencia de la matriz de comparación por pares, utilizamos la matriz de normalización y el método de Landa Máximo (λ_{max}). Como se observa en las Tablas 24 Y 25.

Tabla 24

Matriz de normalización

Parámetro	Pendiente	Geología	Geomorfología	Vector promedio
Pendiente	0,7500	0,7500	0,5556	0,6852
Geología	0,2500	0,2500	0,3333	0,2778
Geomorfología	0,1500	0,0833	0,1111	0,1148
Suma	1,000	1,000	1,000	-

Tabla 25

Landa máximo

Parámetro	Pendiente	Geología	Geomorfología	Vector promedio	A*B	C/B
Pendiente	1,000	3,000	5,000	0,6852	2,093	3,054
Geología	0,333	1,000	3,000	0,2778	0,851	3,062
Geomorfología	0,200	0,333	1,000	0,1148	0,344	3,000
Suma	1,333	4,000	9,000	-	Prom. Landa	3,039

Promedio de λ_{max} : = 3,860

Índice de Consistencia (IC)

IC = 30,430

Ratio de Consistencia (RC)

RC = 0,741

Un Ratio de Consistencia (RC) menor que 0,10 (10 %) generalmente indica una consistencia aceptable en la matriz de comparación por pares.

La tabla 26 de Valor de la Susceptibilidad proporciona una evaluación cuantitativa de la susceptibilidad a deslizamientos de tierra en diferentes escenarios, combinando factores condicionantes y factores desencadenantes.

Tabla 26*Valor de la susceptibilidad*

Factor condicionante						Factor desencadenante				Suceptibilidad
Pendiente		Geología		Geomorfología		Valor	Peso	Precipitación		
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Valor	Peso	Valor
0,685	0,503	0,278	0,694	0,115	0,503	0,60	0,80	0,503	0,20	0,577
0,685	0,260	0,278	0,278	0,115	0,260	0,29	0,80	0,503	0,20	0,329
0,685	0,134	0,278	0,108	0,115	0,134	0,14	0,80	0,503	0,20	0,211
0,685	0,068	0,278	0,000	0,115	0,068	0,05	0,80	0,503	0,20	0,144
0,685	0,035	0,278	0,000	0,115	0,035	0,03	0,80	0,503	0,20	0,123

La susceptibilidad total (S) se calcula combinando los valores ponderados de los factores condicionantes y el factor desencadenante. Los resultados indican la probabilidad relativa de deslizamientos en diferentes escenarios.

- Susceptibilidad (S): 0,577. Alta susceptibilidad. Este escenario presenta la combinación más crítica de factores, sugiriendo una alta probabilidad de deslizamientos.
- Susceptibilidad (S): 0,329. Interpretación: Moderada susceptibilidad. Este escenario tiene una probabilidad moderada de deslizamientos, influenciada principalmente por una pendiente más baja comparada con la primera fila.
- Susceptibilidad (S): 0,211. Interpretación: Baja susceptibilidad. Una menor pendiente reduce significativamente la probabilidad de deslizamientos en este escenario.
- Susceptibilidad (S): 0,144. Interpretación: Muy baja susceptibilidad. La combinación de una pendiente aún menor con otros factores contribuye a una probabilidad muy baja de deslizamientos.
- Susceptibilidad (S): 0,123. Interpretación: Muy baja susceptibilidad. Este escenario muestra la menor probabilidad de deslizamientos debido a la combinación de una pendiente mínima y otros factores.

El Valor del Peligro presenta una evaluación cuantitativa del peligro de deslizamientos, combinando la susceptibilidad con los parámetros de evaluación (frecuencia y valor) para determinar el nivel de peligro. A continuación, se detalla la interpretación de los valores presentados en la siguiente Tabla 27:

Tabla 27*Valor del Peligro*

Susceptibilidad (S)		Parámetros de evaluación			Peligro	
Valor	Peso	Frecuencia		Valor de frecuencia	Peso	Valor
		Valor	Peso			
0,577	0,80	0,000	1,00	0,000	0,20	0,461
0,329	0,80	0,000	1,00	0,000	0,20	0,263
0,211	0,80	0,000	1,00	0,000	0,20	0,168
0,144	0,80	0,000	1,00	0,000	0,20	0,115
0,123	0,80	0,318	1,00	0,000	0,20	0,098

- Peligro (P) = 0,461. Alto peligro. La alta susceptibilidad contribuye significativamente al nivel de peligro, a pesar de la ausencia de frecuencia de eventos.
- Peligro (P) = 0,263. Moderado peligro. La susceptibilidad moderada indica un nivel de peligro significativo, aunque la frecuencia de eventos es nula.
- Peligro (P) = 0,168. Bajo peligro. La baja susceptibilidad resulta en un nivel de peligro reducido.
- Peligro (P) = 0,115. Muy bajo peligro. La combinación de una susceptibilidad muy baja y la ausencia de frecuencia de eventos resulta en un nivel de peligro muy bajo.

4.1.5. Niveles de peligro

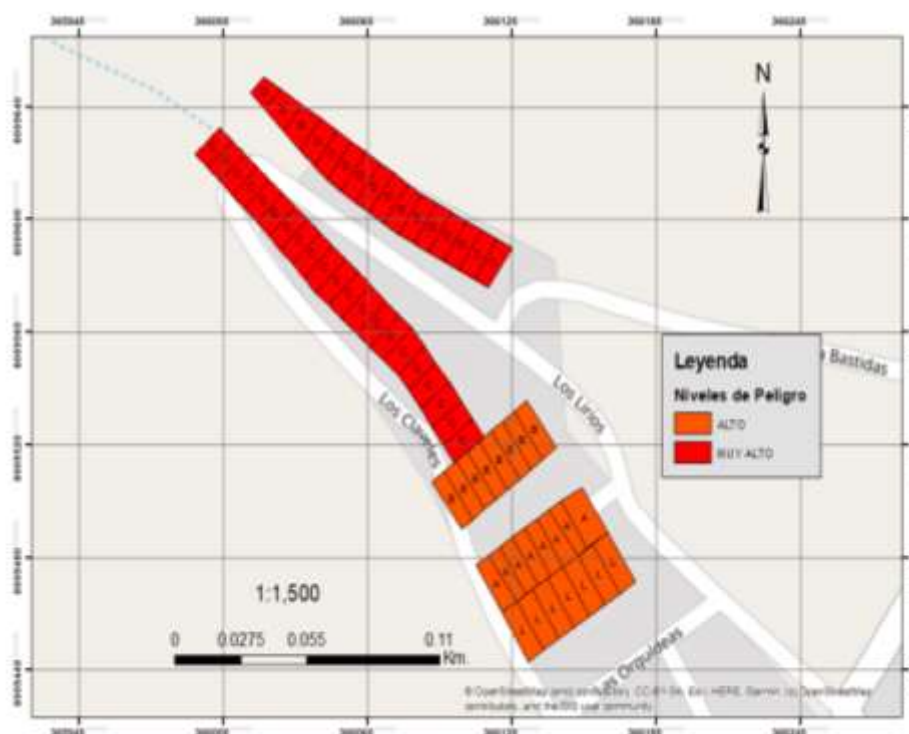
Rango		Niveles De Peligro	
0,263	≤ P ≤	0,461	Peligro Muy Alto
0,168	≤ P <	0,263	Peligro Alto
0,115	≤ P <	0,168	Peligro Medio
0,098	≤ P <	0,115	Peligro Bajo

También se detalla los niveles de peligro con los rangos entre 0,416 a 0,115 como se visualiza en la tabla 28 y en la figura 13 se detalla las viviendas que tienen un peligro *muy alto* y *alto*.

Tabla 28*Niveles de peligro*

Niveles De Peligro	Descripción	Rangos
Peligro Muy Alto	Predomina precipitación superior al percentil 95, frecuencia por lo menos una vez al año, cada evento el niño y/o superior a 5 eventos al año en promedio, asociados a la unidad geológica de Formación Huaylilla, con pendiente suave menor a 15° y una geomorfología Piedemonte coluvio-deluvial (V - cd).	0,263 ≤ P ≤ 0,461
Peligro Alto	Predomina anomalía de lluvias mayor al percentil 95, la frecuencia del evento es alta por lo menos 1 vez cada 1 a 5 años y de 3 a 4 eventos por año en promedio, asociados a la unidad geológica de Formación Chimú (Ki-chi), con pendiente moderada entre 5° y 15° y una geomorfología Terraza aluvial (T - al).	0,168 ≤ P < 0,263
Peligro Medio	Predomina anomalía de lluvias mayor a percentil 95, la frecuencia del evento es alta por lo menos de 2 a 3 eventos por año en promedio, asociados a la unidad geológica Formación Santa, Carhuaz (Ki-s,ca), con Pendiente fuerte entre 15° y 25° y una geomorfología Abanico de piedemonte (Ab).	0,115 ≤ P < 0,168
Peligro Bajo	Predomina anomalía de lluvias mayor a percentil 95, la frecuencia del evento es de 1 a 2 y de 1 evento por año en promedio, asociados a la unidad geológica de Depósito Coluvial, con pendiente moderadamente empinada entre 25° a 45° una de geomorfología Montaña estructural en roca sedimentaria (RME - rs).	0,098 ≤ P < 0,115

Nota. Se observa que el color rojo = peligro muy alto, anaranjado = peligro Alto, amarillo = peligro medio y el color verde = peligro bajo.

Figura 13*Mapa de peligro*

4.2. Vulnerabilidad ambiental

En cuanto al análisis de vulnerabilidad ambiental, estas se basan:

- Exposición: cercanía a los residuos sólidos
- Fragilidad: Frecuencia de recolección de residuos sólidos
- Resiliencia: Tratamiento de residuos sólidos

4.2.1. Análisis de exposición ambiental

El procesamiento de datos es una etapa crucial en cualquier investigación, ya que garantiza que la información recopilada sea analizada de manera efectiva para obtener resultados significativos. En este estudio, se procesaron los datos obtenidos mediante encuestas a la población de la Asociación La Florida con el objetivo de evaluar la susceptibilidad y el peligro de deslizamientos. Con los datos recolectados se realizó una Matriz de Comparación por Pares, como se visualiza en la Tabla 29.

Tabla 29

Matriz de comparación por pares sobre la cercanía a los RR.SS.

Matriz de comparación por pares					
-					
Cercanía a los residuos sólidos	0 - 10 metros	10 - 20 metros	20 a 50 metros	50 a 100 metros	Muy Alejada > 100 metros
0 - 10 metros	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000
10 - 20 metros	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000
20 a 50 metros	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000
50 a 100 metros	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000
Muy Alejada > 100 metros	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000
Suma	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000
1/Suma	0,560	0,214	0,105	0,061	0,040

Para validar la información que se utilizó en la matriz de comparación por pares sobre la Cercanía de los Residuos Sólidos se utilizaron las siguientes Tablas 30 y 31.

Tabla 30*Matriz de normalización sobre la cercanía a los RR.SS.*

Cercanía a los residuos sólidos	0 - 10 metros	10 - 20 metros	20 a 50 metros	50 a 100 metros	Muy Alejada > 100 metros	Vector promedio
0 - 10 metros	0,5595	0,6415	0,5245	0,4286	0,3600	0,5028
10 - 20 metros	0,1865	0,2138	0,3147	0,3061	0,2800	0,2602
20 a 50 metros	0,1119	0,0713	0,1049	0,1837	0,2000	0,1344
50 a 100 metros	0,0799	0,0428	0,0350	0,0612	0,1200	0,0678
Muy Alejada > 100 metros	0,0622	0,0305	0,0210	0,0204	0,0400	0,0348
Suma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabla 31*Landa máximo sobre la cercanía a los residuos sólidos*

Cercanía a los residuos sólidos	0 - 10 metros	10 - 20 metros	20 a 50 metros	50 a 100 metros	Muy Alejada > 100 metros	Vector Promedio	A*B	C/B
0 - 10 metros	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	0,5028	2,743	5,455
10 - 20 metros	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000	0,2602	1,414	5,432
20 a 50 metros	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000	0,1344	0,699	5,204
50 a 100 metros	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000	0,0678	0,341	5,030
Muy Alejada > 100 metros	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000	0,0348	0,177	5,093
Suma	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000	0,763	Prom. Landa	5,243

Índice de Consistencia (IC)

IC=0,06075

Ratio de Consistencia (RC)

RC = 0,0542

Tabla 34

Landa máximo de la frecuencia de recolección de RR.SS.

Frecuencia	Ninguna	1 vez por semana	2 veces por semana	3 veces por semana	Diario	Vector Prom	A*B	C/B
Ninguna	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	0,5028	2,743	5,455
1 vez por semana	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000	0,2602	1,414	5,432
2 veces por semana	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000	0,1344	0,699	5,204
3 veces por semana	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000	0,0678	0,341	5,030
Diario	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000	0,0348	0,177	5,093
Suma	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000	0,763	Prom. Landa	5,243

Índice de Consistencia (IC)

$$IC = 0,06075$$

Ratio de Consistencia (RC)

$$RC = 0,0542$$

Un Ratio de Consistencia (RC) menor que 0.10 (10 %) generalmente indica una consistencia aceptable en la matriz de comparación por pares. En este caso, con un RC de aproximadamente 0.0542 (5.42 %), podemos concluir que la matriz es consistentemente aceptable. Esto significa que las comparaciones realizadas son razonablemente consistentes y reflejan de manera adecuada la importancia relativa de cada frecuencia de recolección de residuos sólidos.

4.2.3. Análisis de resiliencia ambiental

La resiliencia ambiental se refiere a la disposición final de residuos sólidos.

En las tablas consideramos los siguientes ítems

- Quema de basura (1)
- Deposita la basura en puntos de acopio no autorizados (2)
- Deposita la basura en puntos de acopio autorizados (3)
- Deposita y clasifica los residuos antes de dejarlos en el camión. (4)

Tabla 37*Landa máximo sobre tratamiento de residuos sólidos*

Tratamiento de residuos sólidos	1	2	3	4	5	Vector Prom.	A*B	C/B
1	1,000	3,000	5,000	7,000	9,000	0,5028	2,743	5,455
2	0,333	1,000	3,000	5,000	7,000	0,2602	1,414	5,432
3	0,200	0,333	1,000	3,000	5,000	0,1344	0,699	5,204
4	0,143	0,200	0,333	1,000	3,000	0,0678	0,341	5,030
5	0,111	0,143	0,200	0,333	1,000	0,0348	0,177	5,093
Suma	1,787	4,676	9,533	16,333	25,000	0,763	Prom. Landa	5,243

Índice de Consistencia (IC)

IC = 0,06075

Ratio de Consistencia (RC)

RC = 0,0542

Un Ratio de Consistencia (RC) menor que 0,10 (10 %) generalmente indica una consistencia aceptable en la matriz de comparación por pares. En este caso, con un RC de aproximadamente 0,0542 (5,42 %), podemos concluir que la matriz es consistentemente aceptable. Esto significa que las comparaciones realizadas son razonablemente consistentes y reflejan de manera adecuada la importancia relativa de cada práctica de tratamiento de residuos sólidos.

4.2.3. Niveles de vulnerabilidad ambiental

En cuanto a los niveles de vulnerabilidad se utiliza la matriz de identificación con los pesos ponderados, haciendo una clasificación cualitativa y cuantitativa. Observado en la siguiente Tabla 37.

Tabla 37*Niveles de vulnerabilidad ambiental*

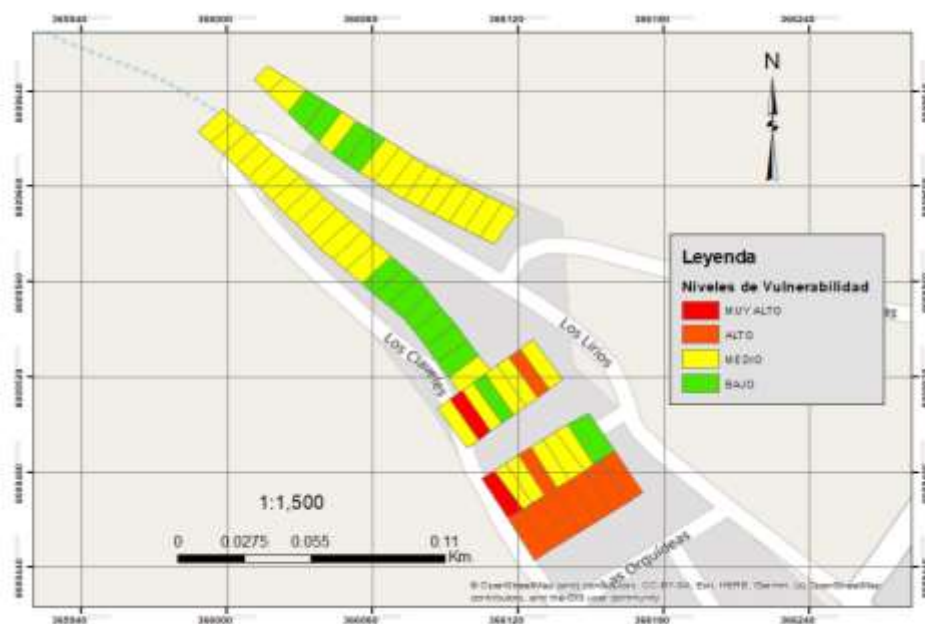
Niveles de vulnerabilidad			
Nivel de vulnerabilidad		Rangos	
Vulnerabilidad Muy Alta	0,294	$\leq v <$	0,499
Vulnerabilidad Alta	0,169	$\leq v <$	0,294
Vulnerabilidad Media	0,089	$\leq v <$	0,169
Vulnerabilidad Baja	0,045	$\leq v <$	0,089

Nota. Se observa que el color rojo = vulnerabilidad muy alto, anaranjado = vulnerabilidad alto, amarillo = vulnerabilidad medio y el color verde = vulnerabilidad bajo.

Finalmente se tiene la estratificación de la vulnerabilidad ambiental (Tabla 38) con respecto a la descripción de la vulnerabilidad en los tres aspectos, así como los valores obtenidos de forma cualitativa y cuantitativa. Y en la Figura 14 se obtiene el mapa de vulnerabilidad

Tabla 38*Estratificación de la vulnerabilidad ambiental*

Nivel	Descripción	Rango	
Vulnerabilidad muy alta	Ubicación del botadero de basura (Menor a 20 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Sin recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	0,294	$\leq V <$ 0,499
Vulnerabilidad alta	Ubicación del botadero de basura (Entre 50 a 100 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Botadero en cauce de la quebrada). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	0,169	$\leq V <$ 0,294
Vulnerabilidad media	Ubicación del botadero de basura (De 50 a 100 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Con recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	0,089	$\leq V <$ 0,169
Vulnerabilidad baja	Ubicación del botadero de basura (Menor a 20 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Sin recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	0,045	$\leq V <$ 0,089

Figura 14*Mapa de vulnerabilidad***4.3. Riesgo**

Se trabajó con la matriz simplificada para determinar el nivel de riesgo. Considerando la normativa sabemos que para determinar este valor depende del nivel de peligro y vulnerabilidad trabajándose de la siguiente manera. Observándose en las Tablas 39 al 43

Tabla 39*Valor de riesgo*

Valor del peligro	Valor de la vulnerabilidad	Valor del riesgo (P*V=R)
0,495	0,479	0,237
0,264	0,277	0,073
0,134	0,136	0,018
0,070	0,068	0,005
0,038	0,039	0,001

La tabla de valor de riesgo proporciona una clara comprensión de las zonas que requieren atención inmediata y medidas de mitigación en la Asociación La Florida. Las áreas con valores de riesgo más altos (0,237 y 0,073) son prioritarias para la implementación de estrategias de gestión del riesgo y la intervención. Las zonas con valores de riesgo bajos (0,018, 0,005 y 0,001) deben ser monitoreadas y mantenidas con prácticas preventivas adecuadas para asegurar su seguridad continua.

Tabla 40*Niveles de riesgo*

Rango				Nivel de riesgo	
0,073	≤	R	≤	0,237	Muy Alto
0,018	≤	R	<	0,073	Alto
0,005	≤	R	<	0,018	Medio
0,001	≤	R	<	0,005	Bajo

Tabla 41*Matriz de riesgo*

Niveles		Rango de riesgo			
PMA	0,495	0,034	0,067	0,137	0,237
PA	0,264	0,018	0,036	0,073	0,126
PM	0,134	0,009	0,018	0,037	0,064
PB	0,070	0,005	0,009	0,019	0,033
		0,068	0,136	0,277	0,479
		VB	VM	VA	VMA

Tabla 42*Nivel de consecuencia y daños*

Consecuencias	Nivel	Zona de consecuencias y daños			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
-	Nivel	1	2	3	4
-	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

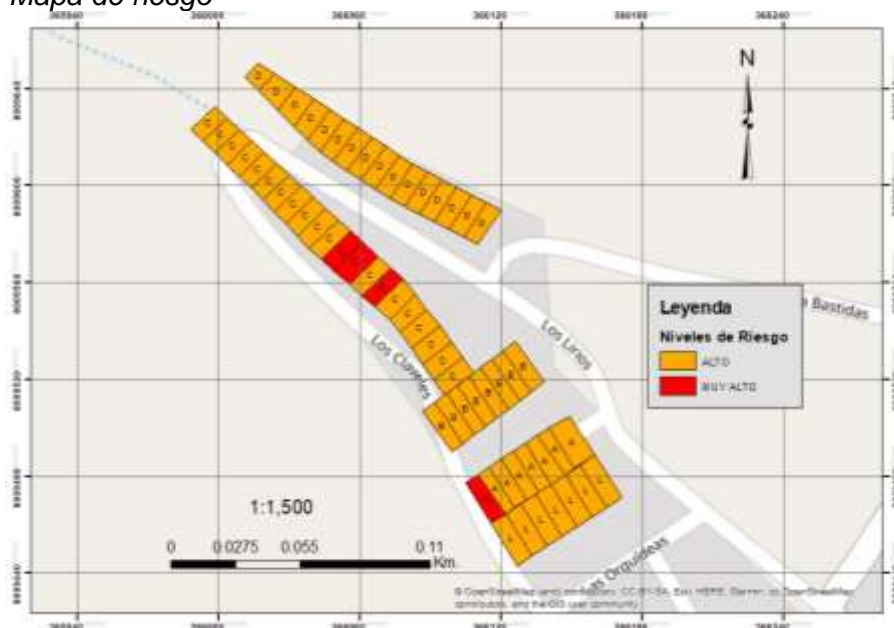
Tabla 43*Niveles de riesgo*

Niveles de riesgo	Descripción	Rangos	
Riesgo muy alto	Predomina precipitación superior al percentil 95, frecuencia por lo menos una vez al año, cada evento el niño y/o superior a 5 eventos al año en promedio.	0,073	$\leq S$ \leq 0,237
Riesgo alto	Predomina anomalía de lluvias mayor al percentil 95, la frecuencia del evento es alta por lo menos 1 vez cada 1 a 5 años y de 3 a 4 eventos por año en promedio.	0,018	$\leq S$ <
Riesgo medio	Predomina anomalía de lluvias mayor a percentil 95, la frecuencia del evento es alta por lo menos de 2 a 3 eventos por año en promedio.	0,001	$\leq S$ <
Riesgo bajo	Predomina anomalía de lluvias mayor a percentil 95, la frecuencia del evento es de 1 a 2 y de 1 evento por año en promedio, asociados a la unidad	0,001	$\leq S$ <

Nota. Se observa que el color rojo = muy alto, anaranjado = alto, amarillo = medio y el color verde = bajo.

Y después de tener los resultados de las matrices considerando la normativa se obtiene el Mapa de Riesgo en la Figura 15, donde nos indica que la población de la Asociación La Florida tiene un riesgo ALTO Y MUY ALTO con respecto a los deslizamientos.

Figura 15
Mapa de riesgo



4.4. Propuestas de mitigación

En base a los resultados del análisis de riesgo y considerando las mejores prácticas internacionales, se proponen las siguientes estrategias de mitigación y gestión del riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida.

4.4.1. Reforestación y control de la erosión

- **Descripción:** Plantar vegetación nativa en áreas desnudas y propensas a la erosión para estabilizar el suelo.
- **Beneficios:** Mejora la cohesión del suelo, reduce la erosión y promueve la biodiversidad.
- **Consideraciones:** Selección de especies adecuadas y mantenimiento a largo plazo.

4.4.2. Zonificación y regulaciones de uso del suelo

- **Descripción:** Establecer regulaciones que restrinjan el desarrollo en áreas de alto riesgo y promuevan el uso seguro del suelo.
- **Beneficios:** Minimiza la exposición de personas y propiedades a deslizamientos.
- **Consideraciones:** Participación comunitaria y cumplimiento estricto de las regulaciones.

4.4.3. Educación y concienciación comunitaria

- **Descripción:** Implementar programas de educación y capacitación para la comunidad sobre los riesgos de deslizamientos y las medidas de prevención.
- **Beneficios:** Aumenta la preparación y la resiliencia de la comunidad.
- **Consideraciones:** Programas continuos y accesibles para todos los miembros de la comunidad.

4.4.4. Monitoreo y alerta temprana

- **Descripción:** Desarrollar e implementar un sistema de alerta temprana para avisar a la comunidad en caso de deslizamientos inminentes.
- **Beneficios:** Permite evacuaciones rápidas y seguras, reduciendo el riesgo de víctimas.
- **Consideraciones:** Coordinación con las autoridades locales y simulacros periódicos.

4.4.5. Planes de contingencia y respuesta a emergencias

- **Descripción:** Diseñar y practicar planes de evacuación para situaciones de emergencia relacionadas con deslizamientos.
- **Beneficios:** Asegura una respuesta rápida y organizada, minimizando el riesgo para la vida humana.
- **Consideraciones:** Actualización regular y participación de toda la comunidad.

4.4.6. Creación de comités de gestión de riesgos

- **Descripción:** Formar comités locales responsables de la gestión del riesgo de deslizamientos y la implementación de estrategias de mitigación.
- **Beneficios:** Facilita la coordinación y la respuesta efectiva a eventos de deslizamientos.
- **Consideraciones:** Capacitación continua y fortalecimiento institucional.

La implementación de estas estrategias de mitigación y gestión del riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida contribuirá a reducir significativamente la vulnerabilidad de la comunidad y mejorar la resiliencia frente a desastres naturales. Es fundamental que estas medidas se integren en la planificación y gestión territorial, y que se cuente con la colaboración activa de las autoridades locales y la comunidad para asegurar su éxito y sostenibilidad a largo plazo.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados con otros autores

En la investigación realizada por Muenala (2018), determinar la vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones en la cuenca del río Blanco, Provincia de Imbabura. La metodología utilizada fueron los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para procesar las variables. En los resultados identificó de áreas vulnerables a deslizamientos e inundaciones, realizó propuestas de Mitigación considerando soluciones estructurales y no estructurales, incluyendo evaluaciones y aprobaciones por parte de gobiernos locales y otras partes interesadas.

Ambas investigaciones proporcionan evaluaciones valiosas del riesgo de deslizamientos, pero con enfoques y escalas diferentes. Nuestra investigación se centra en un análisis más granular y específico de áreas pequeñas dentro de la Asociación La Florida, proporcionando resultados detallados y propuestas de mitigación concretas. En contraste, la investigación de Manuela ofrece una evaluación integral que abarca tanto deslizamientos como inundaciones en una cuenca más grande, utilizando un enfoque amplio y detallado que incluye múltiples variables y SIG para el mapeo preciso de riesgos.

Los resultados de nuestra investigación son útiles para intervenciones específicas y detalladas en la Asociación La Florida, mientras que los resultados de Manuela son adecuados para una planificación y gestión integral de múltiples amenazas en la cuenca del río Blanco. Ambas metodologías son complementarias y pueden ser utilizadas conjuntamente para una gestión integral del riesgo de deslizamientos e inundaciones, considerando tanto soluciones estructurales como no estructurales y asegurando la colaboración de las autoridades locales y la comunidad para un enfoque efectivo y sostenible en la gestión de desastres.

Al realizar la comparación con el estudio realizados por Torrejón & Guivin (2017), quienes determinaron niveles de riesgo en las viviendas por deslizamiento del terreno en función del tipo de suelo, pendiente, cobertura vegetal y efecto de las lluvias, utilizaron el método analítico basado en la probabilidad de la relación entre amenazas y vulnerabilidades, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) para análisis de vulnerabilidades físicas. Los resultados obtenidos fueron que el nivel de riesgo promedio de 35,50 % a deslizamientos.

Las investigaciones realizadas en la Asociación La Florida y la zona comprendida entre la quebrada Santa Lucía y Prolongación Santo Domingo presentan enfoques metodológicos y resultados que, aunque diferentes en escala y detalle, convergen en la

importancia de una evaluación exhaustiva del riesgo de deslizamientos, nuestra investigación realiza la evaluación específica de áreas pequeña, se emplearon Sistemas de Información Geográfica (SIG) para procesar las variables y obtener resultados detallados. Se identificaron valores de riesgo específicos, que varían de muy bajos (0,001) a relativamente altos (0,237), proporcionando una base sólida para intervenciones localizadas.

5.2. Discusión de resultado de encuestas

Para la toma de datos según encuestas realizadas en la zona de estudio se hizo una clasificación de rangos y parámetros para una mayor eficiencia. A continuación, se presentará un breve resumen de los datos obtenidos en las encuestas mostrándose en el Anexo 3:

Se obtuvo que; Grupo etéreo, la población en su mayoría está conformada por personas que su edad oscila entre los 15 a 50 años y que por vivienda está conformada por más de 6 habitantes; abastecimiento de agua, coordinan entre los habitantes para el abastecimiento de este recurso, ya que cuentan con un solo grifo; acceso a la red de desagüe, casi el 100 % si cuenta con su este servicio, pero fuera de la vivienda; acceso a servicio de alumbrado, no cuentan con red de alumbrado público, pero si en sus hogares; capacitación de temas de riesgo, solo tiene charla 1 vez al año; interés por participar en campañas de prevención de riesgos, si les gusta participar; uso del suelo o lotes, sin construcción; material de paredes, en su mayoría con ladrillo; altura de vivienda, 1 piso; estado de conservación de la vivienda, regular; techo, calamina; piso, tierra; ocupación, independiente; cuenta con obras de mitigación, ninguna; punto de entrega de residuos sólidos, cuentan con un contenedor a más de 50 metros; manejo y disponibilidad de residuos sólidos, recojo municipal (compactadora); conocimiento de reciclaje, conoce pero no participan en su mayoría.

CONCLUSIONES

La evaluación integral del riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida ha permitido identificar de manera precisa las áreas de mayor vulnerabilidad. La combinación de factores condicionantes y desencadenantes ha proporcionado una visión completa de las condiciones que contribuyen al deslizamiento. Esta evaluación ha sido crucial para desarrollar un mapa detallado de riesgo y formular estrategias de mitigación efectiva y basada en las mejores prácticas internacionales.

El análisis del peligro de deslizamientos utilizando herramientas de modelado y Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha permitido identificar las áreas con mayor susceptibilidad a deslizamientos. Factores como la pendiente, la geología, la geomorfología y las precipitaciones han sido fundamentales para determinar las zonas de peligro. Los resultados obtenidos han proporcionado una base sólida para la siguiente fase del análisis, centrada en la evaluación de la vulnerabilidad.

La evaluación de la vulnerabilidad ambiental ha revelado que la Asociación La Florida presenta diferentes grados de vulnerabilidad, identificando áreas más expuestas y menos resilientes ante los deslizamientos. Este análisis ha sido esencial para comprender cómo las condiciones locales contribuyen a la vulnerabilidad global del área.

La integración de los resultados de peligro y vulnerabilidad ha permitido calcular con precisión el riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida. Los mapas de riesgo desarrollados ofrecen una representación visual clara de las áreas más críticas, facilitando la identificación de zonas prioritarias para la intervención. Estos mapas son herramientas esenciales para la planificación y gestión del riesgo, permitiendo una respuesta más efectiva y dirigida.

Basándose en los resultados del análisis de riesgo, se han propuesto estrategias de mitigación y gestión del riesgo de deslizamientos que incluyen reforestación, zonificación y regulaciones de uso del suelo, educación y concienciación comunitaria, monitoreo y alerta temprana, y la creación de planes de contingencia y comités de gestión de riesgos. Estas estrategias están diseñadas para reducir significativamente la vulnerabilidad de la comunidad y aumentar su resiliencia frente a los deslizamientos. La implementación efectiva de estas medidas requiere la colaboración activa de las autoridades locales y la comunidad, asegurando un enfoque integral y sostenible para la gestión de riesgos.

RECOMENDACIONES

El análisis revela una brecha significativa en el conocimiento comunitario sobre estrategias de autoprotección. Este panorama subraya la importancia de que los entes gubernamentales locales impulsen programas de concientización integral. Dichas iniciativas podrían abarcar talleres prácticos sobre manejo de crisis y fomento de una mentalidad previsoras ante potenciales amenazas, entre otras temáticas cruciales. El propósito fundamental es arraigar en el tejido social una cultura de anticipación y resiliencia.

Considerando que la evaluación de riesgos ha arrojado resultados preocupantes, clasificados como *alto* y *muy alto*, se aconseja al gobierno local de Alto de la Alianza establecer vínculos de cooperación con las autoridades regionales de Tacna. Asimismo, es crucial involucrar a instituciones especializadas como CENEPRED e INDECI para llevar a cabo investigaciones exhaustivas. Estas colaboraciones tienen como propósito diseñar e implementar estrategias efectivas que reduzcan el impacto de futuros eventos adversos en el área residencial de la Florida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Pereira, H., Alván de la Cruz, A., Mamani Huisa, M., Rodríguez Manrique, J., & Cutipa Cornejo, M. (2012). *Geología de los cuadrángulos de la Yarada, Tacna y Huaylillas Hojas 37-u, 37-v y 37-x*. INGEMMET.
- Acosta, H., Alván, A., Mamani, M., Oviedo, M., & Rodríguez, J. (2011). Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca. *INGEMMET*, 139, 96.
- Alcantara Ayala, I. (2000). *Investigaciones geograficas*. UNAM.
- Aneas de Castro, s. (2007). *Riesgos y peligros: una visión desde la geografía*. España: Universidad de Barcelona.
- Aristizabal, E., & Gómez, J. (2007). *Inventario de emergencias y desastres en el valle de aburrá. originados por fenómenos naturales y antropicos en el periodo 1880-2007*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Cardona A, O. d. (2001). *los conceptos de vulnerabilidad y riesgo*. Bogota: CEDERI.
- Carrillo Elizalde, R. P. (2015). Evaluación de Zonas Susceptibles a Movimientos en masa del Tipo Deslizamiento en el Centro Poblado de Carampa, Distrito de Pazos, Provincia de Tayacaja, Región Huancavelica, Aplicando el Protocolo de CENEPRED. Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura .
- CENEPRED. (2020). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, 2da versión*.
- Clemen, R. T., & Reilly, T. (2013). *Making Hard Decisions with Decision Tools* (3rd ed.). Cengage Learning.
- Comunidad Andina. (2018). Glosario de Términos y conceptos de la Gestión del Riesgo de Desastres para los países miembros de la Comunidad Andina . *Decisión 825*. Bolivia / Colombia / Ecuador / Perú: Biblioteca Nacional del Perú.
- Comunidad Andina de Naciones. (2014). *Marco de Acción de Hyogo - EIRD*. <https://www.comunidadandina.org/>
- Copons Llorens, R., & Tallada Masquef, A. (2009). *movimiento de ladera*.

- Cornejo A, L., Marchán P, R., & Gines T, E. (2018). *Riesgo por deslizamiento en el sector de "Mal Paso", Tumbes, Perú*. Tumbes: Revista de Investigación Científica Universidad Nacional de Tumbes, Perú.
- Corominas Dulcet, J., & Yagué García, A. (n.d.). Terminología de los movimientos de laderas. *IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables*. Granada, España: 1997.
- Diaz Barragan, M., & Esparza Flores, M. (2008). *Vulnerabilidad ambiental y región algunos elementos para la reflexión*. observatorio del desarrollo.
- Flores, A., & Sempere, T. (2002). *Avances sobre la historia geológica del valle de Tacna*. Sociedad Geológica del Perú.
- Flores, A., Sempere, T., & Fornari, M. (2004). *Síntesis actualizada de la estratigrafía del Cenozoico en el extremo sur del Perú*. Sociedad Geológica del Perú,.
- Foschiatti, A. M. (2004, Julio - Diciembre). Vulnerabilidad global y pobreza. *Revista Geográfica Digital* . IGUNNE- Facultad de Humanidades. UNNE. Año 1- Nº 2 .
- Hidalgo Montoya, C. A., & Vega Gutierrez, J. A. (2014). *Estimación de la amenaza por terremotos y deslizamientos por lluvia (valle de aburrá-colombia)*. Colombia: EIA técnico-científica Escuela de Ingeniería de Antioquia.
- Hungr, O., Evans, S., & Hutchinson, J. (01 de agosto de 2001). *Una revisión de la clasificación de los deslizamientos de tierra del tipo de flujo*. GeoScienceWorld: <https://pubs.geoscienceworld.org/aeg/eeg/article-abstract/7/3/221/60609/A-review-of-the-classification-of-landslides-of>
- INDECI. (2011). *plan familiar de emergencia*.
- Institucionacional de Estadística e Informática. (2017). INE.
- International Organization for Standardization (ISO). (2018). ISO 31000:2018 Gestión de Riesgos. Online Browsing Platform (OBP).
- Lagos Enriquez, P. (2000). *El Medio Ambiente en el Perú*. Lima: IGP.
- Lavell, A. (2003). *la gestión local del riesgo*. guatemala: CEPREDENAC.
- Luque Poma, G., & Gómez Velázquez, D. (2016). *Evaluación Geológica-Geodinámica en la Quebrada del Diablo*. INGEMMET.

- Medina Allcca, L. (2014, Setiembre). Peligros Geológicos en la comunidad campesina Jarahuaña. *Informe técnico A6660*. Sandia, Puno, Perú: INGEMMET.
- Muenala Muenala, M. D. (2018, mayo 17). *Vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones de la cuenca del río blanco, provincia de Imbabura-Ecuador*.
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8212>
- Naciones Unidas. (2009). Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. *Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas* (UNISDR).
https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Padilla Gil, L. L., & Huape Padilla, G. A. (2021). *La Vulnerabilidad Socio-Ambiental como perdida del Bienestar*. Mexico: UMSNH.
- Pizarro, R. (2001). *la vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde America Latina*. Santiago: CEPAL.
- Ramos ojeda, D. (2019). *Entendiendo la vulnerabilidad social: una mirada desde sus principales teóricos*. Cuba: UNISS.
- Reyes Rosas, H. C. (2019). *Determinación De Los Factores De Vulnerabilidad Socioambiental, Frente Al Deslizamiento – Sector Rampac Grande, Distrito Y Provincia De Carhuaz, Año 2018*. Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo.
- Rosales Sanchez, U. B., & Centeno Alvarez, Y. d. (2009). *Vulnerabilidad potencial de los suelos a deslizamientos de*. Nicaragua.
- Suarez Diaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Tirado silva, M. k. (2018). *evaluacion del riesgo asociado a la vulnerabilidad fisica por laderas inestables en el tramo carretera cajamarca*. Cajamarca: UNC.
- Wilches chaux, g. (2011). *Riesgos naturales: evolucion y modelos conceptuales*. Concepcion.

ANEXOS

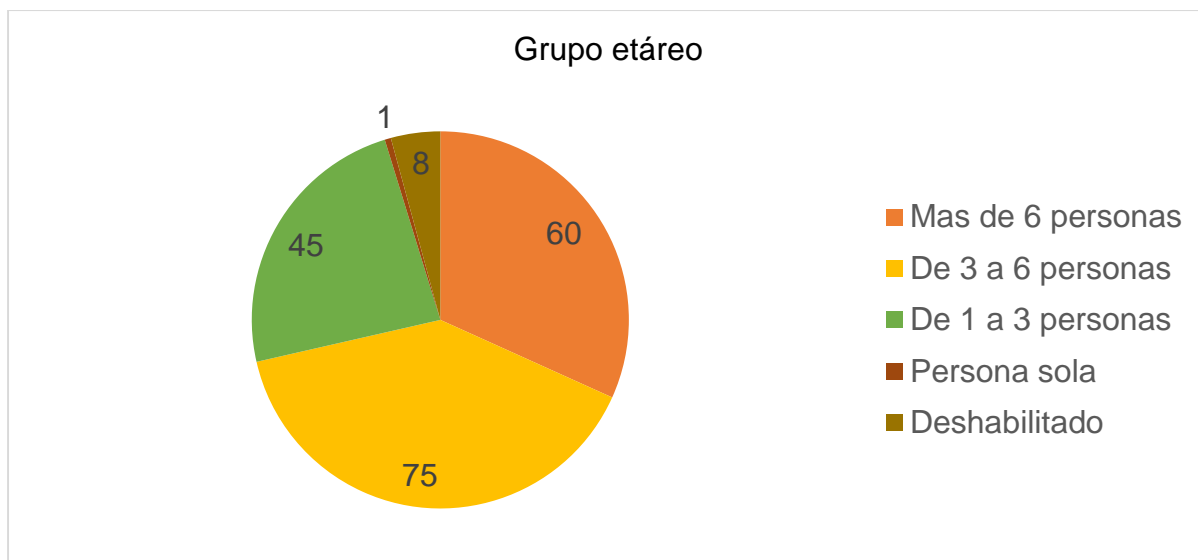
Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADOR	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el nivel del riesgo por peligro de deslizamiento en la Asociación La Florida?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar el riesgo de deslizamientos de tierra en la Asociación La Florida, con el fin de identificar las áreas de mayor vulnerabilidad y proponer estrategias efectivas de mitigación y gestión del riesgo.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La evaluación detallada de los factores que permitirá identificar con precisión las áreas de mayor riesgo de deslizamiento en la Asociación La Florida, lo que facilitará la implementación de estrategias de mitigación efectivas y la reducción de la vulnerabilidad de la comunidad.</p>	<p>Variable 1</p> <p>- Evaluación del riesgo.</p>	<p>- Niveles</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>- Investigación básica</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>- Descriptivo</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>a. ¿Cuáles son los factores que determinan el peligro de deslizamientos en la Asociación La Florida?</p> <p>b. ¿Cómo se manifiestan la vulnerabilidad ambiental de la población de la Asociación La Florida frente al peligro de deslizamientos?</p> <p>c. ¿Cuál es el nivel de riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida, considerando la integración de los análisis de peligro y vulnerabilidad?</p> <p>d. ¿Qué estrategias de mitigación y gestión del riesgo de deslizamientos son más efectivas para la Asociación La Florida, basadas en los resultados del análisis de riesgo y en las mejores prácticas internacionales?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>a. Determinar el peligro de deslizamientos de tierra en la Asociación La Florida mediante el análisis de factores, utilizando herramientas de modelado y Sistemas de Información Geográfica (SIG).</p> <p>b. Evaluar la vulnerabilidad ambiental en la Asociación La Florida frente al peligro de deslizamientos.</p> <p>c. Calcular el riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida integrando los resultados de los análisis de peligro y vulnerabilidad, y desarrollando mapas de riesgo específicos para la zona de estudio.</p> <p>d. Proponer estrategias de mitigación y gestión del riesgo de deslizamientos en la Asociación La Florida, basadas en los resultados del análisis de riesgo y en las mejores prácticas internacionales.</p>		<p>Variable dependiente</p> <p>- Peligro deslizamiento por</p>	<p>- Pendiente</p> <p>- Geología</p> <p>- Geomorfología</p> <p>- Precipitación</p>	<p>Diseño de investigación</p> <p>- No Experimental</p>

Anexo 3: Gráfico de encuesta según clasificación

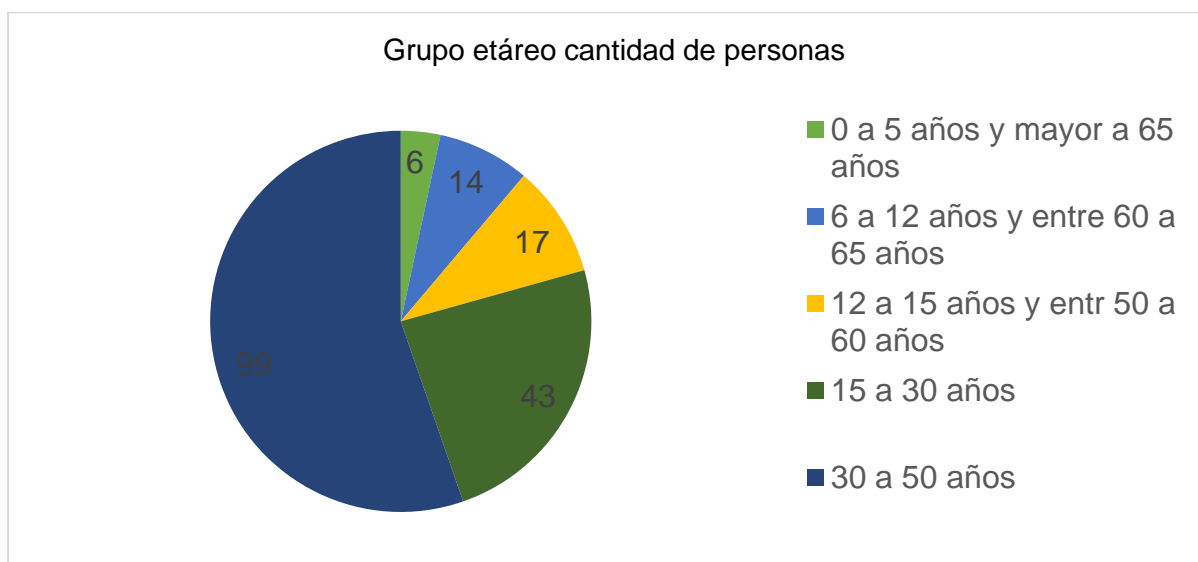
A. Grupo etéreo

Se muestra la distribución de grupo etéreo en un formato de gráfico circular, siendo más de 6 personas 60 % y deshabilitado el 8 %.



B. Grupo etéreo cantidad de personas

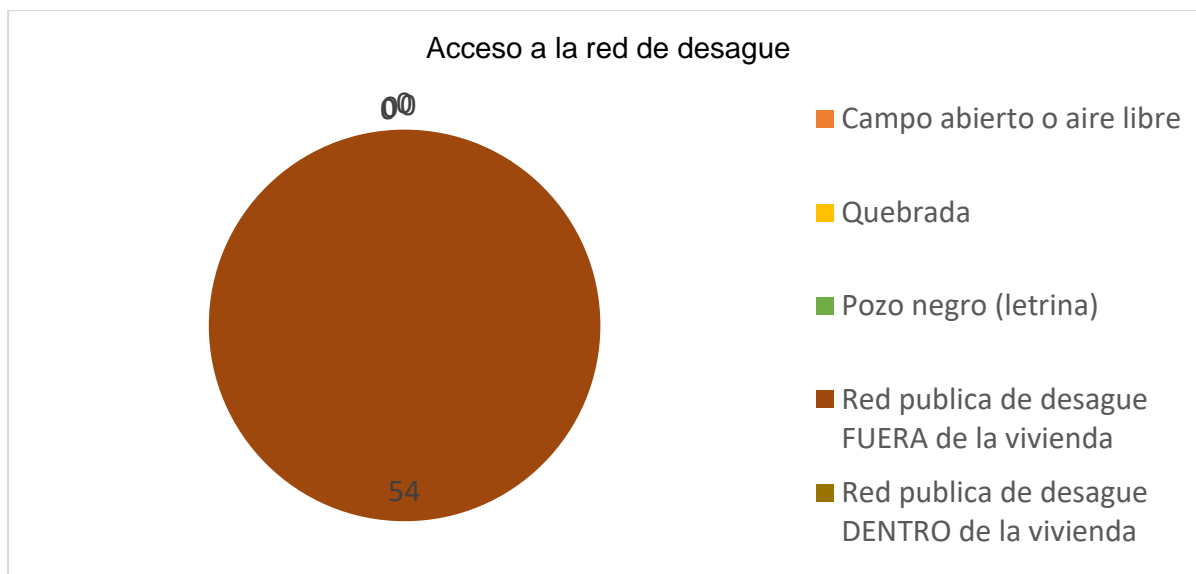
En el siguiente se observa muestra la distribución de personas por grupos etarios. Donde predomina con 92 personas de 30 a 50 años.



C. Servicios públicos

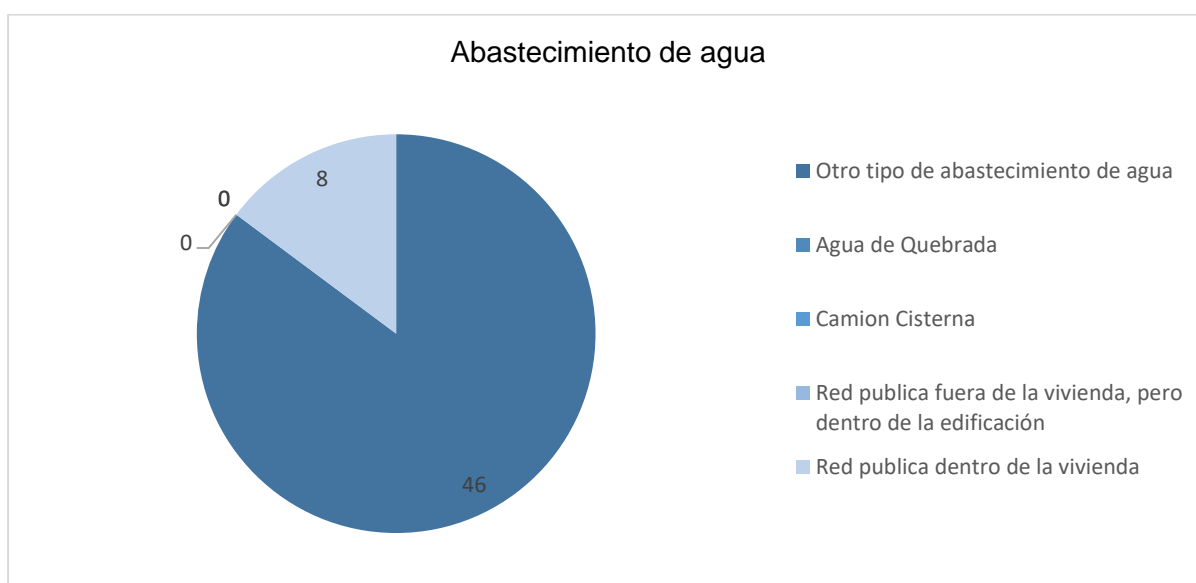
i. Acceso a la red de desagüe

En el siguiente gráfico circular se observa que las 54 viviendas tienen su red de desagüe afuera de la vivienda.



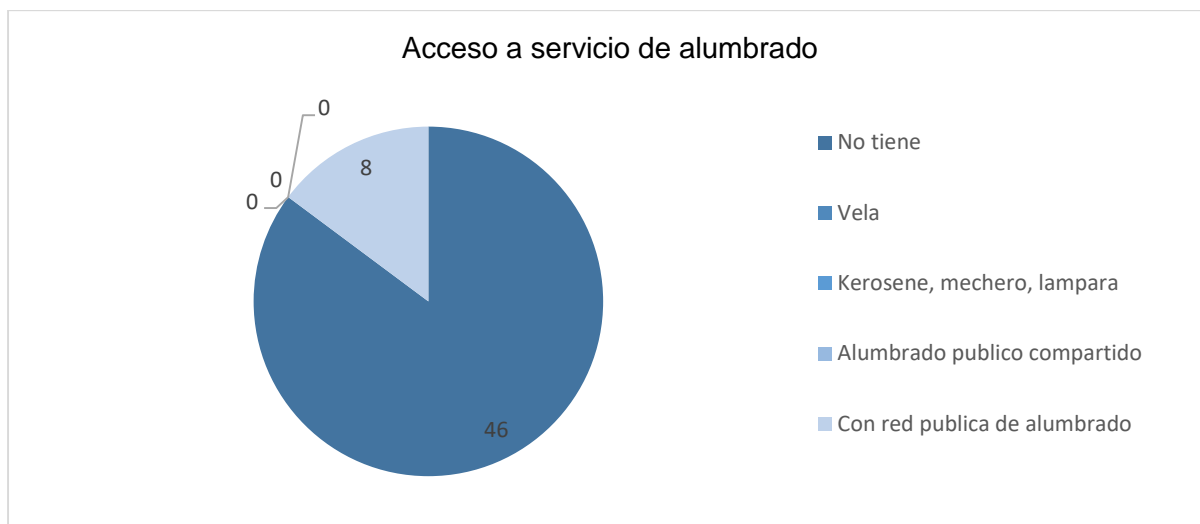
ii. Abastecimiento de agua

Se observa que la mayoría del abastecimiento (46 unidades) proviene de "Otro tipo de abastecimiento de agua", lo que representa la mayor parte del gráfico. La segunda fuente más común es la "Red pública dentro de la vivienda" con 8 unidades.



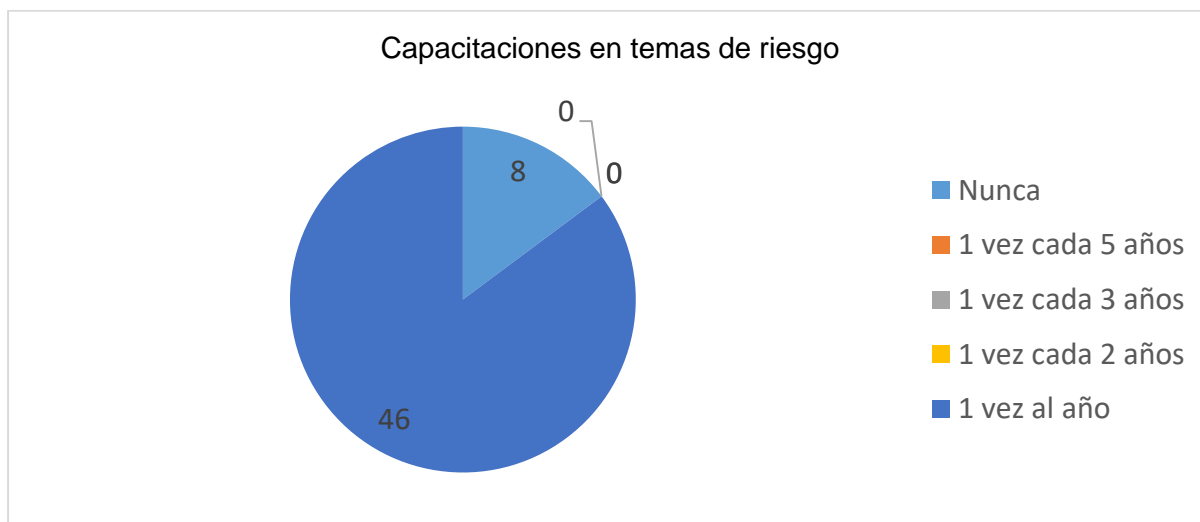
iii. Acceso a servicio de alumbrado

Se observa que la mayoría del abastecimiento (46 unidades) proviene de "No tiene", lo que representa la mayor parte del gráfico. La segunda fuente más común es la "Con red pública de alumbrado" con 8 unidades.



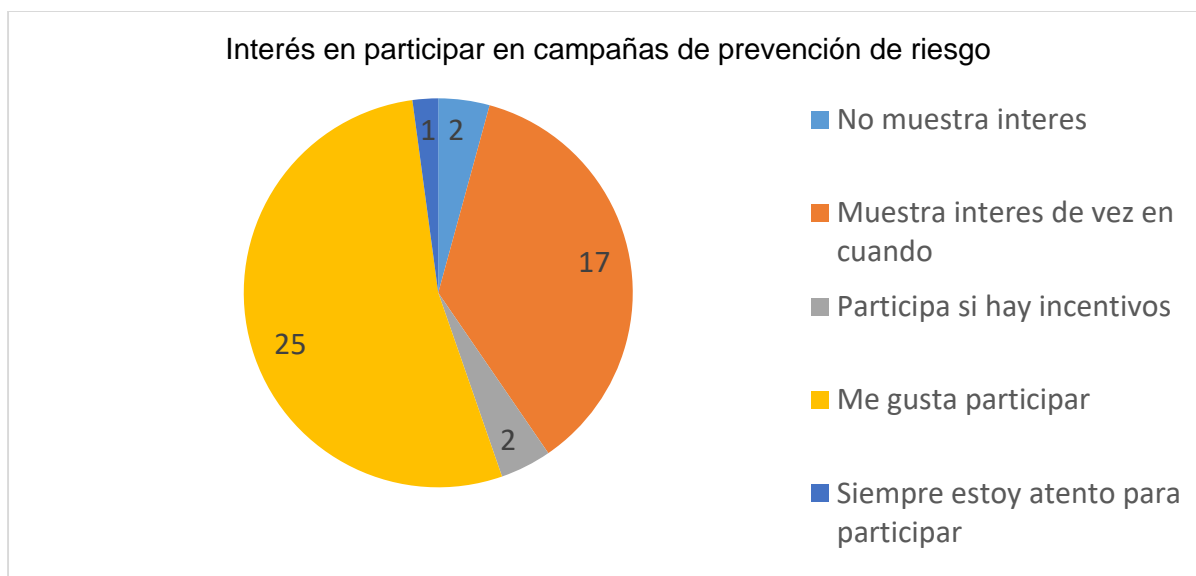
D. Prevención de riesgos

Se observa que la mayoría del abastecimiento (46 unidades) proviene de "Nunca", lo que representa la mayor parte del gráfico. La segunda fuente más común es la "Una vez al año" con 8 unidades.



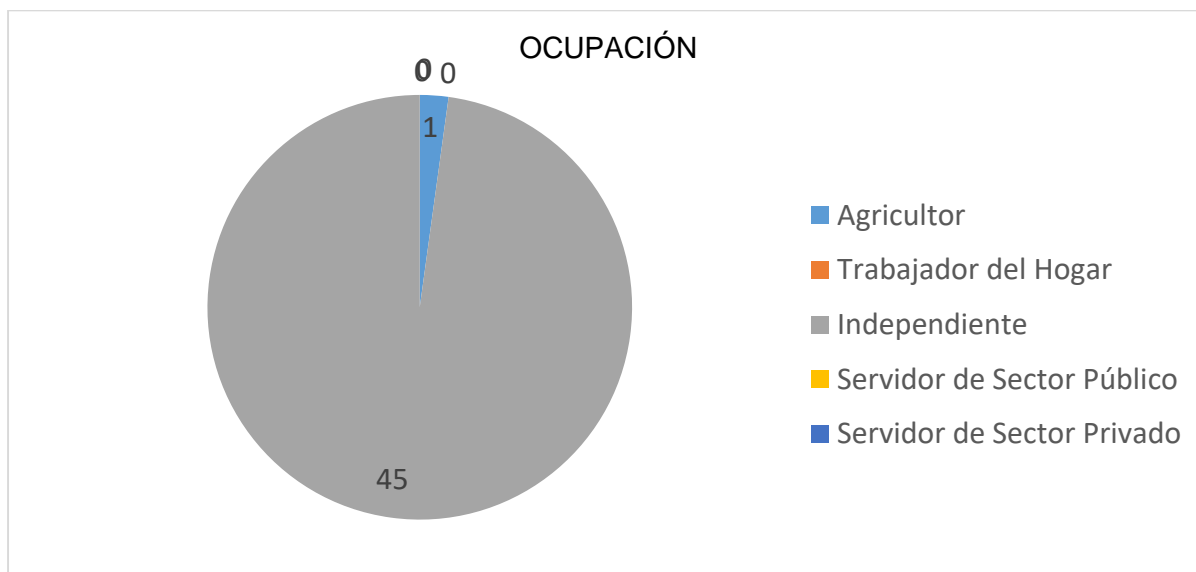
iv. Interés en participar en campañas de prevención de riesgo

Se observa que la mayoría del abastecimiento (25 unidades) proviene de "Me gusta participar", lo que representa la mayor parte del gráfico. La segunda fuente más común es la "Muestra interés de vez en cuando" con 17 unidades.



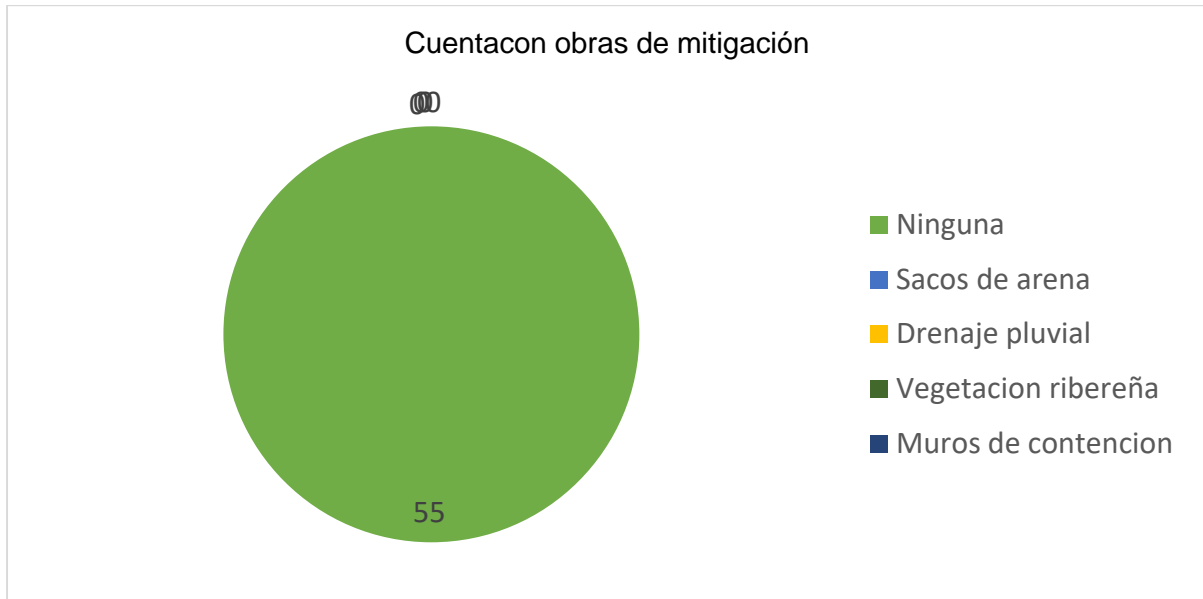
E. Ocupación

Se observa que la mayoría del abastecimiento (45 unidades) proviene de "trabajador independiente", lo que representa la mayor parte del gráfico. La segunda fuente más común es la "Agricultor" con 1 unidades.



F. Obras de mitigación

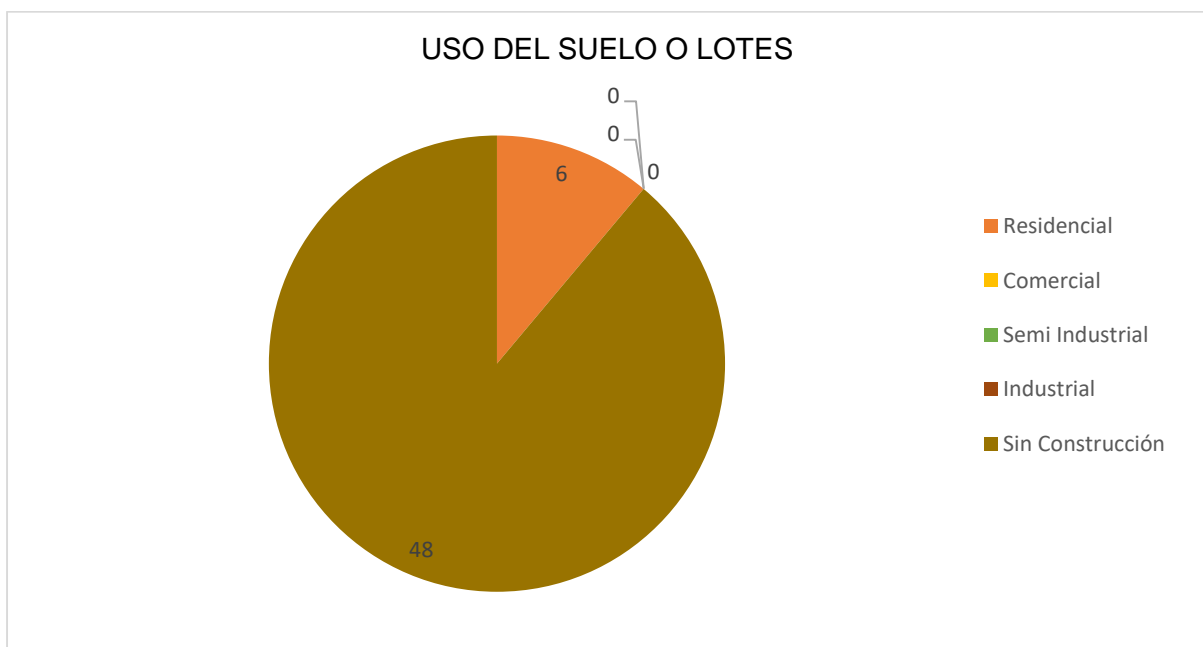
Es preocupante que las viviendas no cuenten con ninguna obra de mitigación.



G. Características de la vivienda

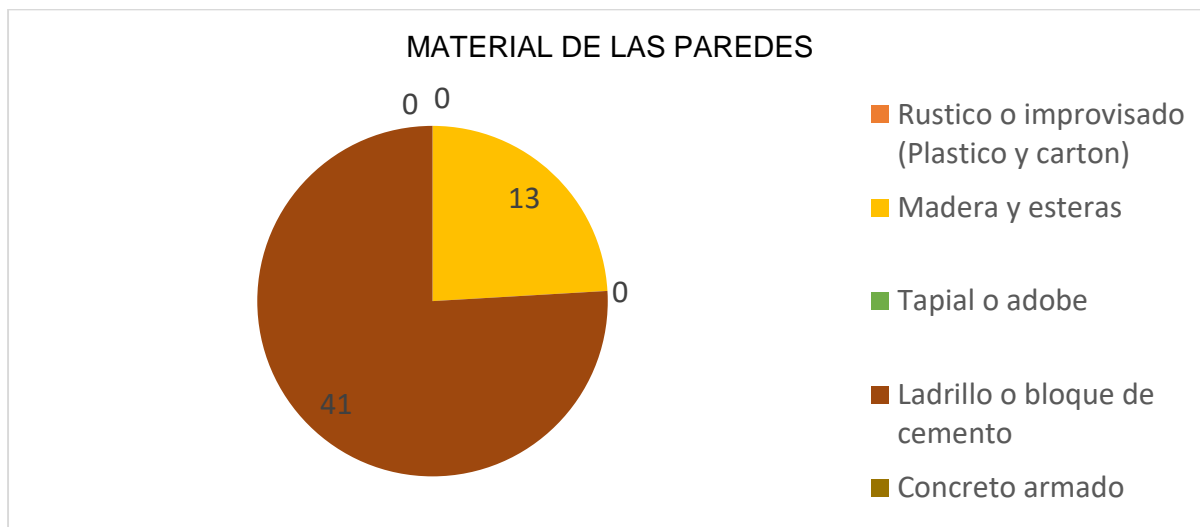
v. Uso del suelo o lotes

Según lo observado es dependiendo del uso del terreno y solo 6 viviendas están como zona residencial y 48 viviendas como sin construcción.



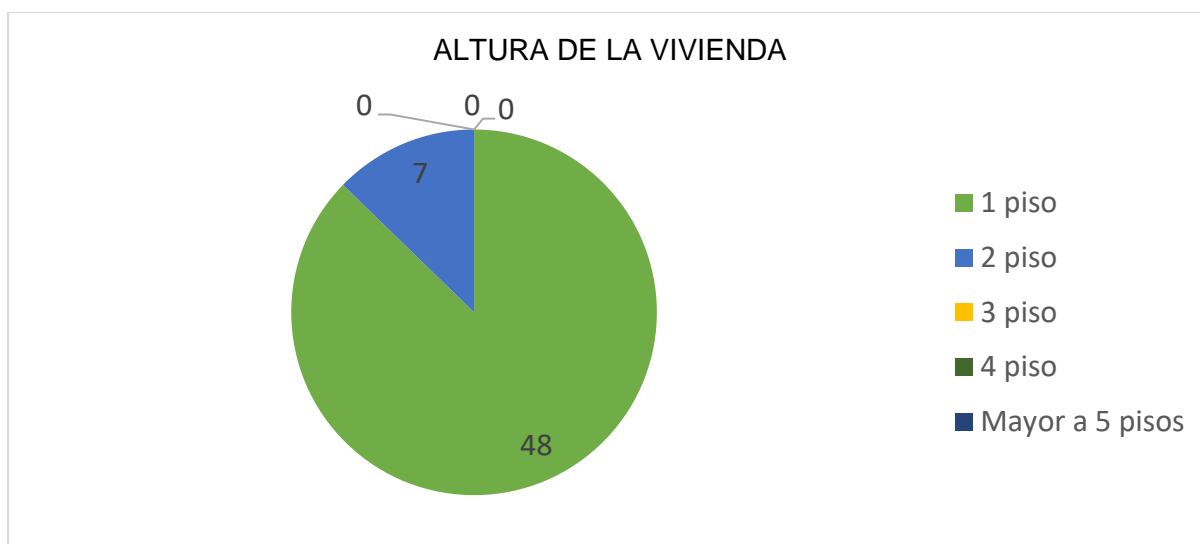
vi. Material de las paredes

Esta distribución sugiere que la mayoría de las viviendas en esta área están construidas con materiales más sólidos y duraderos como ladrillo o bloque de cemento, mientras que una porción menor utiliza madera y esteras.



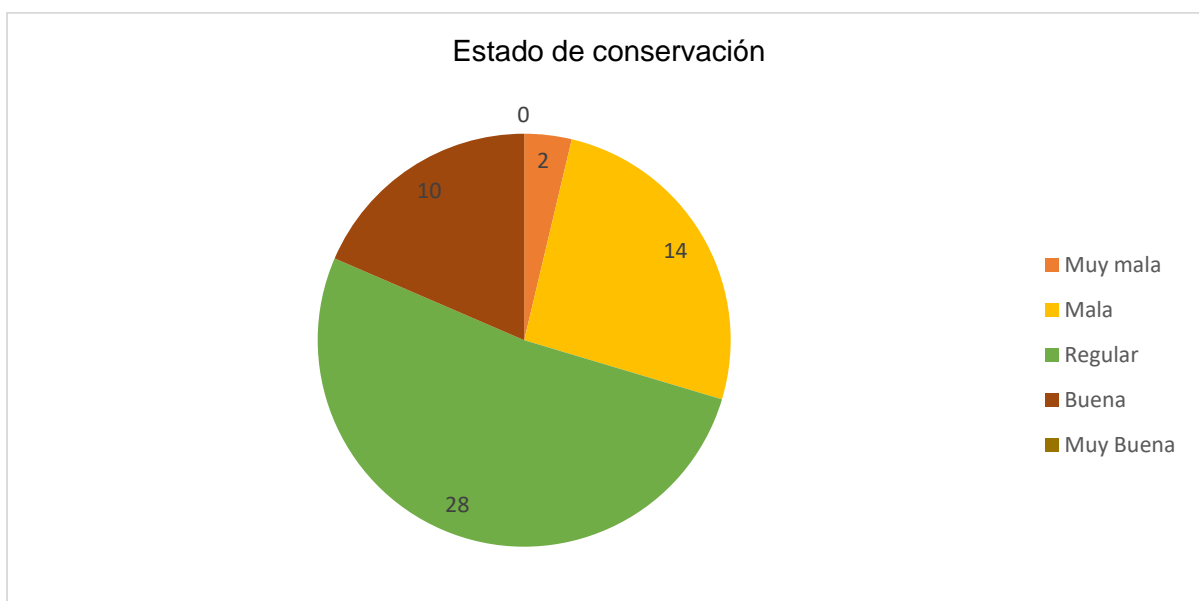
vii. Altura de la vivienda

Esta distribución indica que la zona representada está dominada por construcciones bajas, principalmente casas de un piso, con algunas de dos pisos. La ausencia de edificios más altos sugiere que podría ser un área residencial de baja densidad o rural.



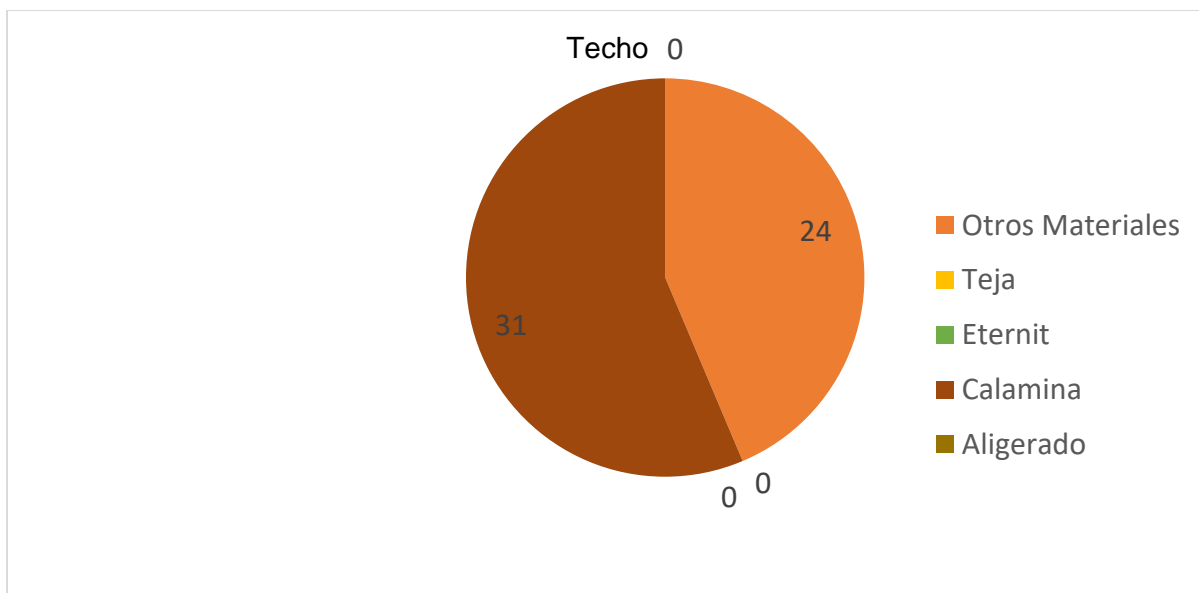
viii. Estado de conservación

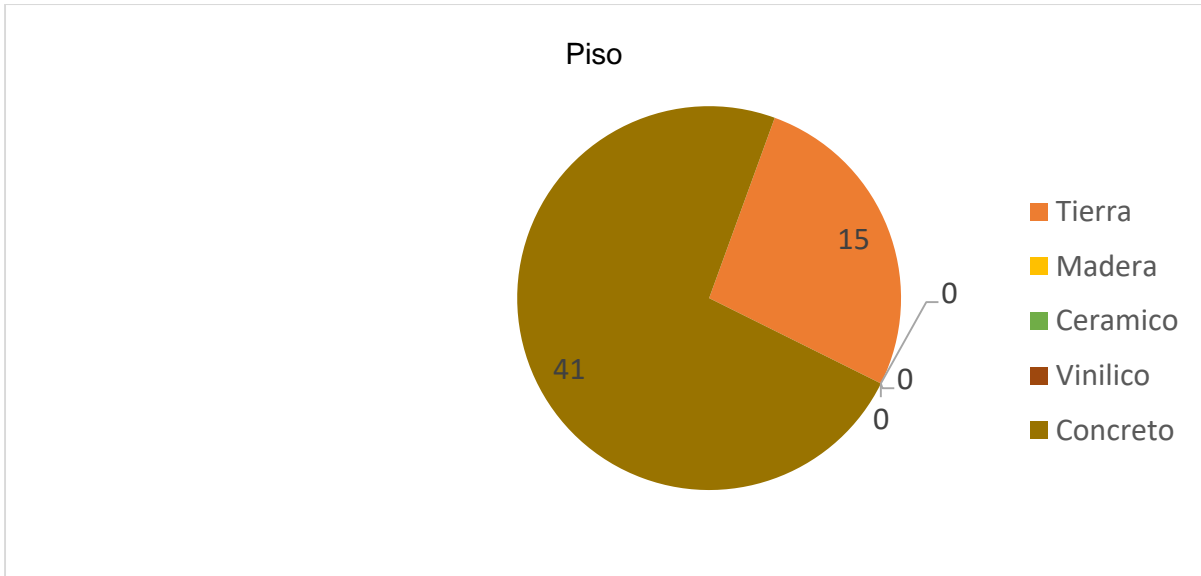
Según lo observado en el gráfico 28 viviendas tienen un estado regular, 10 buena y 14 mala, por último se tiene 2 viviendas que están en un estado muy mala.



ix. Techo y piso

Según las características de los materiales de las viviendas, 13 viviendas usan calamina y 24 otros materiales. Respecto al piso de las viviendas la mayoría son de concreto y 15 viviendas de tierra.





H. Conocimiento y practica del manejo de sus residuos sólidos

x. Punto de recolección de residuos

Dado el grafico 16 viviendas tienen su punto de recolección de 20 a 50 metros, 14 de 50 a 100 metro, 10 de 100 a 200 metros, 8 menor a 20 metros y solo 6 viviendas mayor a 200 metros.



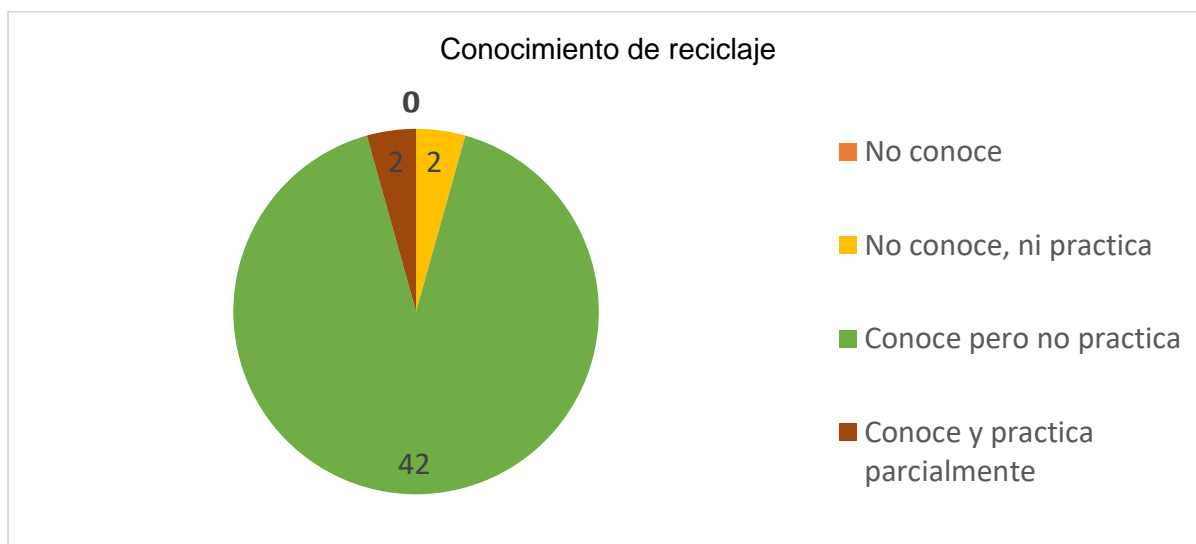
xi. Manejo y disposición de residuos

Según la gráfico mostrado la compactadora por parte de la municipalidad, es la que se encarga de todas las viviendas del recojo de sus residuos.



xii. Conocimientos sobre reciclaje

En el siguiente gráfico resalta que 42 unidades conocen, pero no practican el reciclaje, así como 2 conoce y lo practica, pero hay 2 no conoce y ni práctica.



Anexo 4: Panel fotográfico

a) Fotos de las viviendas encuestadas

“Evaluación del riesgo por peligro de deslizamiento, en la asociación La Florida, año 2023”

- Reconocimiento de Puntos Críticos
- Vista Panorámica de Talud

“Evaluación del riesgo por peligro de deslizamiento, en la asociación La Florida, año 2023”

- Reconocimiento de Puntos Críticos
- Coordinación con la Población

“Evaluación del riesgo por peligro de deslizamiento, en la asociación La Florida, año 2023”



- Vista Panorámica de Talud
- Punto Crítico de la Zona del Mirador

“Evaluación del riesgo por peligro de deslizamiento, en la asociación La Florida, año 2023”



- Quebrada del Diablo

“Evaluación del riesgo por peligro de deslizamiento, en la asociación La Florida, año 2023”



- Encuestando Viviendas del Sector