

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Evaluación del nivel de riesgo por movimiento de masa
mediante sensoramiento remoto y drone en la localidad
de Antacocha, Huancavelica - 2021**

Isai Pari Quispe

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Steve Dann Camargo Hinostraza
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 18 de Marzo de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR MOVIMIENTO DE MASA MEDIANTE SENSORAMIENTO REMOTO Y DRONE EN LA LOCALIDAD DE ANTACCOCHA, HUANCVELICA - 2021

Autores:

1. Isai Pari Quispe – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas: 15 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

AGRADECIMIENTO

Agradecer a mi familia, en especial a mis padres por siempre apoyarme de manera incondicional, a mi novia por ser mi mayor motivadora para culminar el presente trabajo de investigación, a mi asesor Ing. Steve Dann Camargo Hinostriza por guiarme y por su apoyo incansable durante el desarrollo de la presente te tesis

Al ingeniero Eduardo Condezo Mancilla por su disposición constante durante el desarrollo de mi trabajo de investigación

Por último, agradecer a la universidad continental por darme la oportunidad de concluir mi meta como profesional.

DEDICATORIA

En primer lugar, dedicar a mi madre Leoncia Quispe Huamán por su apoyo incondicional, a mi padre Octavio Antonio Pari Ccencho, por su sacrificio para poder cumplir mis metas, a mis hermanos que siempre me apoyaron y en especial a mi novia e hijo Jeycob Izhan que son mi principal motivación.

Isaí Pari Quispe

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE	iii
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I.....	14
1.1. Planteamiento y formulación de problema.....	14
1.1.1. Planteamiento de problema	14
1.1.2. Formulación de problema.....	15
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo general	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
1.3. Justificación e importancia.....	16
1.3.1. Justificación Ambiental.....	16
1.3.2. Justificación social	16
1.3.3. Justificación Metodológica.....	16
1.3.4. Importancia.....	17
1.4. Hipótesis y descripción de variables	17
1.4.1. Hipótesis de investigación.....	17
1.4.2. Descripción y operacionalización de las variables	17
CAPÍTULO II	18
2.1. Antecedentes del problema	18
2.1.1. Antecedentes internacionales	18
2.1.2. Antecedentes nacionales	20

2.1.3.	Antecedentes locales	22
2.2.	Bases teóricas	23
2.2.1.	Sensores Remotos (Teledetección)	23
2.2.2.	Fotogrametría	24
2.2.3.	Movimientos en masa.....	25
2.2.4.	Clasificación de movimiento de masa.....	25
2.2.5.	Tipos de movimientos de masas.....	26
2.2.6.	Factores que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa	32
2.2.7.	Técnicas cálculo de peligrosidad para movimientos masa.....	33
2.3.	Definición de términos básicos	35
CAPÍTULO III.....		37
3.1.	Método y alcance de la investigación.....	37
3.1.1.	Métodos de la investigación	37
3.1.2.	Tipo de investigación	37
3.1.3.	Nivel de investigación	37
3.2.	Diseño de la investigación.....	38
3.3.	Población y muestra	38
3.3.1.	Población.....	38
3.3.2.	Muestra.....	38
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.4.1.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.5.	Técnicas de análisis y procesamiento de datos	39
3.5.1.	Cálculo del riesgo.....	39
3.5.2.	Determinación del Peligro.....	40
3.5.3.	Análisis y determinación del nivel de la Vulnerabilidad.....	40
3.5.4.	Valoración económica de probables pérdidas	40
3.5.5.	Propuestas de medidas	40
3.6.	Procedimiento	40
3.7.	Metodología	42

3.7.1.	Caracterización y determinación del nivel de peligro	42
3.7.2.	Análisis de la vulnerabilidad	52
3.7.3.	Evaluación de riesgo	73
3.7.4.	Valoración económica de probables pérdidas y daños de los elementos expuestos 73	
3.7.5.	Propuesta de medidas para reducir nivel de riesgos por movimiento en masa ...	74
CAPÍTULO IV		75
4.1.	Presentación de resultados por objetivos específicos	75
4.1.1.	Determinación del nivel de peligrosidad.....	75
4.1.2.	Determinación del nivel de vulnerabilidad.....	80
4.1.3.	Cálculo del nivel de riesgos por movimiento de masa	84
4.1.4.	Valoración de probables pérdidas y daños económicos de los elementos expuestos89	
4.1.5.	Propuesta de medidas de reducción del riesgo de desastres.....	89
4.2.	Discusión de resultados	90
CONCLUSIONES		93
RECOMENDACIONES		95
BIBLIOGRAFÍA.....		96
ANEXOS.....		98

INDICE DE FIGURAS

Figura 8. Mapa de Ubicación	102
Figura 9. Modelo de Elevación de terreno	103
Figura 10. Mapa de Pendientes	104
Figura 11. Mapa de Geomorfología	105
Figura 12. Mapa de Geología.....	106
Figura 13. Mapa de Suelos.....	107
Figura 14. Localización de viviendas.....	108
Figura 15. Programación en Microsoft Excel para encuesta mediante aplicativo ODK Collect	109
Figura 16. Configuración para encuesta mediante aplicativo ODK Collect	109
Figura 17. Captura de pantalla donde se visualiza programación para selección de descriptor por vivienda para análisis de vulnerabilidad	110
Figura 18. Configuración de ajustes para elaborar encuestas mediante aplicativo ODK Collect	110
Figura 19. Para la elaboración de la encuesta se ha tomado dos opciones uno de ellos fue realizado mediante web, pero debido al poco conocimiento de la población no se ha obtenido la encuesta esperada	112
Figura 20. Encuesta para obtención de información mediante aplicativo ODK Collect para el análisis de vulnerabilidad.....	113
Figura 21. Mi persona realiza la encuesta para obtener información en la zona de estudio mediante aplicativo ODK Collect	114
Figura 22. Recopilación de información respecto al área de estudio donde se puede observar que está considerado como zona de movimiento complejo	115

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de las Variables.....	17
Tabla 2. Tipos de Movimiento de Masa.....	26
Tabla 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
Tabla 4. Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor condicionante	45
Tabla 5. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro pendiente.	46
Tabla 6. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro pendiente.	46
Tabla 7. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro geomorfología.	47
Tabla 8. Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología.....	47

Tabla 9. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro geología.....	48
Tabla 10. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro geología.....	49
Tabla 11. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro textura de suelos.....	49
Tabla 12. Matriz de normalización de pares del parámetro de textura de suelos.....	50
Tabla 13. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro precipitación.....	51
Tabla 14. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro precipitación.....	51
Tabla 15. Dimensión Social	54
Tabla 16. Matriz de comparación de pares análisis del parámetro Discapacidad	54
Tabla 17. Matriz de normalización de pares del parámetro Discapacidad.....	54
Tabla 18. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Grupo Etario.....	55
Tabla 19. Matriz de normalización de pares del parámetro Grupo Etario	55
Tabla 20. Matriz de comparación de pares para análisis de la Dimensión (Resiliencia Social) .	56
Tabla 21. Matriz de normalización de pares de la Dimensión (Resiliencia Social).....	56
Tabla 22. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres.....	56
Tabla 23. Matriz de normalización de pares del parámetro Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres.....	57
Tabla 24. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro conocimiento local sobre ocurrencia de desastres.....	58
Tabla 25. Matriz de normalización de pares del parámetro conocimiento local sobre ocurrencia de desastres.....	58
Tabla 26. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro capacitación en gestión de riesgos de desastres	59
Tabla 27. Matriz de normalización de pares del parámetro capacitación en gestión de riesgos de desastres	59
Tabla 28. Parámetros de Dimensión Económica.....	61
Tabla 29. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Fragilidad Económica .	61
Tabla 30. Matriz de normalización de pares del parámetro Fragilidad Económica.....	61
Tabla 31. Matriz de comparación de pares análisis del parámetro tipo de material usado para construcción de viviendas	62
Tabla 32. Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de material usado para construcción de viviendas	62
Tabla 33. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro estado de conservación	62
Tabla 34. Matriz de normalización de pares del parámetro estado de conservación	63
Tabla 35. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Antigüedad de la construcción	63
Tabla 36. Matriz de normalización de pares del parámetro antigüedad de la construcción.....	63

Tabla 37. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Resiliencia Económica	64
Tabla 38. Matriz de normalización de pares del parámetro Resiliencia Económica.....	64
Tabla 39. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Ingreso económico	64
Tabla 40. Matriz de normalización de pares del parámetro Ingreso económico	65
Tabla 41. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Régimen de tenencia ...	65
Tabla 42. Matriz de normalización de pares del parámetro Régimen de tenencia.....	65
Tabla 43. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Tipo de vivienda.....	66
Tabla 44. Matriz de normalización de pares del parámetro Tipo de Vivienda	66
Tabla 45. Factores Dimensión Social.....	69
Tabla 46. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Destino de residuos solidos	69
Tabla 47. Matriz de normalización de pares del parámetro Destino de residuos solidos.....	70
Tabla 48. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental	71
Tabla 49. Matriz de normalización de pares del parámetro Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental	71
Tabla 50: Elementos expuestos	73
Tabla 51: Parámetros y descriptores de movimiento en masa	75
Tabla 52: Calculo del valor de factor condicionantes	76
Tabla 53: cálculo de factor desencadenante	76
Tabla 54. Cálculo susceptibilidad	76
Tabla 55. Cálculo del valor de peligro	77
Tabla 56. Niveles de peligro	77
Tabla 57: Estratificación de los niveles de peligro.....	78
Tabla 58. Cálculo de la vulnerabilidad Social.....	80
Tabla 59. Cálculo de la vulnerabilidad Económica.....	80
Tabla 60. Cálculo de la vulnerabilidad en su Dimensión Ambiental	81
Tabla 61. Cálculo del valor de la Vulnerabilidad.....	81
Tabla 62. Niveles de la Vulnerabilidad	81
Tabla 63: Estratificación de la vulnerabilidad.....	82
Tabla 64. Cálculo del nivel de riesgos por movimiento de masa	85
Tabla 65. Niveles de Riesgo.....	85
Tabla 66: Matriz de riesgos.....	85
Tabla 67: Estratificación del nivel de riesgo	86
Tabla 68: Costo aproximado de pérdidas y daños de elementos expuesto ante movimiento en masa.....	89

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Esquema cartográfico del submodelo de peligros por movimientos de masa.....	43
Gráfico 2. Esquema cartográfico del submodelo de análisis de la vulnerabilidad	53

RESUMEN

Se tuvo como finalidad determinar el nivel de riesgo por deslizamiento de masas en el centro poblado de Antacocha, para la cual se identificó y caracterizó el nivel de peligrosidad, y se analizó la vulnerabilidad en base a información recopilado en campo dentro del centro poblado de Antacocha, donde se utilizó metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Adicional a ello, se utilizó información de diversos artículos para poder conocer el problema general. La muestra fue aleatoria por conveniencia dentro del centro poblado de Antacocha. El instrumento utilizado para la identificación y caracterización del nivel de peligro y análisis de la vulnerabilidad fue el uso de imágenes satelitales. Para el análisis de vulnerabilidad, también, se realizó encuestas mediante aplicativo de ODK Collect, que fueron rellenados considerando diferentes aspectos social, económico y ambiental, para cada vivienda. Luego, se apoyó en el programa Microsoft Excel en el análisis, interpretación y determinación del nivel de vulnerabilidad. Para la determinación del nivel de peligrosidad, se realizó la caracterización de peligros por movimientos de masa, donde se consideró parámetros que influyen en la generación, entre las cuales se consideró parámetros condicionantes, parámetros desencadenantes y parámetros de evaluación. Se asignó un valor y peso ponderado a cada uno de ellos, para obtener así el nivel de peligrosidad. Los resultados obtenidos fueron que el 100% de centro poblado de Antacocha tiene un nivel de peligro alto por deslizamiento de masas. El 100% de las viviendas se encuentran en una vulnerabilidad alta. En conclusión, el centro poblado de Antacocha se encuentra en un nivel de riesgo alto, motivo por la cual se ha realizado recomendación de orden estructural y no estructural para reducir y/o mitigar los efectos probables.

ABSTRACT

The purpose was to determine the level of risk due to mass landslides in the populated center of Antacocha, for which the level of danger was identified and characterized, and vulnerability was analyzed based on information collected in the field within the populated center of Antacocha., where the methodology of the National Center for the Estimation, Prevention and Reduction of Disaster Risk (CENEPRED) was used. In addition to this, information from various articles was used to know the general problem, the sample was random for convenience within the town of Antacocha, the instrument used for the identification and characterization of the level of danger and vulnerability analysis was the use of satellite images, for the vulnerability analysis, surveys were also carried out using the ODK Collect application, which were filled out considering different social, economic and social aspects. environmental, for each home, to then support us in the program ma Microsoft Excel in the analysis, interpretation and determination of the level of vulnerability, for the determination of the level of danger, the characterization of dangers by mass movements was carried out, where parameters that influence the generation were considered, among which parameters were considered determining factors, triggering parameters and evaluation parameters, where a value and weighted weight were assigned to each of them, in order to obtain the level of danger. The results obtained were that 100% of the population center of Antacocha has a high level of danger due to landslides, 100% of the houses are in high vulnerability. In conclusion, the town of Antacocha is at a high-risk level, which is why structural and non-structural recommendations have been made to reduce and / or mitigate the probable effects.

INTRODUCCIÓN

La gestión del riesgo de desastres es un componente esencial para la adaptación al cambio climático, para la gestión integral del territorio y desarrollo de la población, a pesar de ello. Los oficios de gestión del riesgo de desastres han sido hegemonizados desde las visiones parciales de las ciencias naturales y aplicadas, por lo que solo se han centrado especialmente en el análisis de amenazas (peligro), y se ha dado menor importancia a los componentes de la vulnerabilidad.

El Perú es un país de clima muy diverso, con 28 de las 32 zonas climáticas del mundo, geomorfológicamente, ubicadas en el extremo sureste del océano Pacífico y parte del Anillo de Fuego. Como país rico en diversidad étnica y cultural, su gente ha enfrentado muchos escenarios de riesgo a lo largo de su historia en su mayoría sufriendo daños económicos y grandes pérdidas humanas.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), los peligros por deslizamiento en masas, después de fuertes lluvias, representan uno de los mayores números de emergencias ocasionados por fenómenos naturales hasta la actualidad.

A raíz de ello en el 2011, se establece la ley 29664 ley de Sistema Nacional para La Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), donde cuyo fin es la identificación y reducción de los riesgos relacionados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos.

En ese sentido, el primer paso para realizar una correcta gestión del riesgo de desastres es la identificación de peligros. De esta manera, nos permitirá conocer las características del territorio, tales como pendientes, geología, geomorfología, hidrogeología, cobertura vegetal, así como tipo de construcción de las viviendas y los diferentes elementos que conforma un lugar. Así, se identifican los fenómenos naturales ocurrido en el pasado, las cuales no ayudarán a imaginar qué podría ocurrir en un futuro. La vulnerabilidad, en cambio, se determina como el nivel de exposición y la capacidad de respuesta de la población a la generación de un peligro, todo esto medido en número de bienes situados en una zona de peligro.

Actualmente, en el Perú, se han realizado varias evaluaciones del riesgo en los distintos departamentos, donde el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de desastres (CENEPRED). Es la entidad técnica científica, que participa elabora y promueve asistencia técnica, propuestas normativas, lineamientos, guías, manuales en la gestión prospectivas y correctiva como en la evaluación de riesgos por fenómenos naturales y antrópicos

Para el presente trabajo de investigación, se tomó la zona de estudio en el centro poblado de Antacocha, ya que, según el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), esta es una zona que se encuentra actualmente con gran potencial de producir movimiento en masa, que podría afectar poblaciones y sus medios de vida

CAPÍTULO I

1.1. Planteamiento y formulación de problema

1.1.1. Planteamiento de problema

La gestión del riesgo de desastres es un componente esencial para la adaptación al cambio climático, para la gestión integral del territorio y desarrollo de la población, a pesar de ello, los oficios de gestión del riesgo de desastres han sido hegemonizados desde las visiones parciales de las ciencias naturales y aplicadas, por lo que solo se han centrado especialmente en el análisis de amenazas (peligro), y se ha dado menor importancia a los componentes de la vulnerabilidad (1). A nivel internacional En Colombia, el nivel de amenaza a las que se hallan expuestas las viviendas cercanas en la microcuenca de la quebrada Cay es un 35.2% alta, 3.8% baja y 61% media.

Perú es un país de clima muy diverso, con 28 de las 32 zonas climáticas del mundo, geomorfológicamente, ubicadas en el extremo sureste del Océano Pacífico y parte del Anillo de Fuego. Como país es rico en diversidad étnica y cultural, también, es una zona vulnerable a diferentes fenómenos naturales, donde su gente ha enfrentado muchos escenarios de riesgo a lo largo de su historia.

La continuidad e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos están siendo acelerados cada día por el impacto de la acción humana. Las temporadas de lluvias que golpeo Lima y demás regiones, han alcanzado niveles críticos. De acuerdo a investigaciones, en el mes de febrero del 2019, las lluvias han dejado 26 fallecidos, 1.759 damnificados y cerca de 8 mil afectados, mientras que, el Centro Nacional de Estimación y Reducción de Riesgo de Desastres (CENEPRED) perteneciente al Ministerio de Defensa, estimo que muchos distritos de la zona centro y norte están en un riesgo alto ante la ocurrencia de algún desastre. Por esta razón, se puede mencionar que el crecimiento urbano se ha establecido cada vez más en superficies con mayores pendientes, suelos volubles y cercanías de quebradas y/o lechos fluviales menores con una actividad hídrica irregular, que incrementa el riesgo de un desastre natural desencadenados por los terremotos, lluvias intensas en todo el Perú.

En la región de Huancavelica, las localidades se encuentran totalmente expuestos a los diferentes fenómenos, las cuales son causados de forma natural o antrópico, como los movimientos de masa provocadas en épocas de lluvia o ante la ocurrencia de sismos. Causan daños directos en la vida humana, ya que puede costar la vida de personas (cientos, miles o incluso millones, dependiendo de la magnitud del evento). A su vez, estos pueden,

también, desencadenar otros desastres a su paso, por ejemplo, la ocurrencia de sismos que puede generar movimientos en masas. A su vez, arrasar con todo lo que se encuentre en las partes bajas de cuencas, quebradas, etc.

Tomando en cuenta todo lo antes mencionado se ha determinado realizar una evaluación del riesgo de desastres por movimiento en masa en el centro poblado de Antaccoccha debido a que según el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMET) considera dicho lugar como zona de peligro por movimiento complejo es necesario realizar una investigación para determinar las condiciones en las que se encuentra y proponer medidas con el fin de evitar posibles consecuencias.

1.1.2. Formulación de problema

Problema general

¿Cuál es el nivel de riesgo por movimiento en masa mediante sensoramiento remoto y drone en la localidad de Antaccoccha, Huancavelica – 2021?

Problemas específicos

- ¿Cuál es el nivel de peligrosidad por movimiento en masa en la localidad de Antaccoccha, Huancavelica – 2021?
- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad por movimiento en masa en la localidad de Antaccoccha, Huancavelica – 2021?
- ¿Cuáles son las probables pérdidas y daños de los elementos expuestos ante movimiento en masa en la localidad de Antaccoccha, Huancavelica – 2021?
- ¿Qué medidas se pueden proponer para reducir el nivel de riesgo por movimiento en masa en la localidad de Antaccoccha, Huancavelica – 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el nivel riesgo por movimiento en masa mediante sensoramiento remoto y drone en la localidad de Antaccoccha, Huancavelica – 2021

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el nivel de peligrosidad por movimiento en masa en la localidad de Antaccoccha, Huancavelica – 2021

- Determinar el nivel de vulnerabilidad por movimiento en masa en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021
- Valorar las probables pérdidas y daños económicos de los elementos expuestos por movimiento en masa en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021
- Proponer medidas para reducir el nivel de riesgo por movimiento en masa en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación Ambiental

La región de Huancavelica por su ubicación geográfica presenta un variado rango altitudinal, así mismo diferentes unidades geológicas y geomorfológicas, fuertes pendientes, la cual influido por la precipitación pluvial hace de una zona altamente vulnerable ante la ocurrencia de desastres naturales ya sean hidrometeorológicos, de geodinámica interna o externa, la cual si es que no se es atendido de manera preventiva podría afectar áreas donde el hombre intensifica sus diferentes actividades económicas y sociales, degradando la calidad de vida de la población, afectando los recursos renovables existentes, produciendo un desequilibrio ecológico. ocasionando que dichas áreas se vuelvan más vulnerables; es por ello necesario realizar investigaciones con el fin de proponer medidas para la reducción de riesgos.

1.3.2. Justificación social

Respecto a lo social, la presente investigación se justifica ya que, por ser una zona altamente poblado con mala accesibilidad a servicios básicos, con construcción de viviendas no técnicas y sin planificación urbana, esto aunado al desconocimiento de la gestión del riesgo de desastres hace que sean más vulnerables y se encuentren expuestos a peligros constantemente. Inclusive, se desarrollan actividades que aportan al incremento de ocurrencia probable de movimiento de masa. Es necesario poder conocer su situación actual para poder analizar y proponer medidas que ayuden a reducir su vulnerabilidad frente a desastres naturales.

1.3.3. Justificación Metodológica

Respecto a lo metodológico, se tomó el manual para la estimación y evaluación del riesgo de desastres del Centro de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Nos permitirá verificar la valides y la confiabilidad utilizando la guía para determinar el nivel de riesgo por movimiento de masa aplicados a nuestra investigación o en todo caso

proponer alguna variable que nos permita determinar el nivel de riesgo con mayor precisión.

1.3.4. Importancia

El desarrollo del proyecto de investigación es de suma importancia porque se podrá determinar el nivel de riesgo por movimiento de masa en localidad de Antacocha-Huancavelica con información actualizada y utilizan herramientas de sistemas de gestión geográfica (SIG), la cual será de mucha utilidad para implementar medidas estructurales y no estructurales con el fin de prevenir o reducir los riesgos. A su vez, esto permitirá concientizar para un mejor manejo de sus recursos con los que cuenta el centro poblado de Antacocha.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis de investigación

Según Sampieri, en su libro *Metodología de la investigación*, el planteamiento de hipótesis depende de un factor esencial que es el alcance inicial del estudio. Por ello, para este caso, la presente investigación no cuenta con una hipótesis debido a que el alcance de estudio es descriptivo y no intentara pronosticar una cifra o un hecho (2).

1.4.2. Descripción y operacionalización de las variables

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de las Variables

Variable	Dimensiones	Indicador	ítems	Instrumentos
Riesgo	Peligro	Características físicas	Pendiente	Registros y Archivos (información geoespacial, imágenes satelitales y raster)
			Geología	
			Geomorfología	
			Textura de Suelo	
			Uso Actual de Suelos	
			Precipitación	
			Velocidad de deslizamiento	Grabación
	vulnerabilidad	Social	<ul style="list-style-type: none"> ➤ grupo etario ➤ personas con discapacidad ➤ Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres ➤ conocimiento local sobre ocurrencia de desastres ➤ capacitación en gestión del riesgo de desastres 	Cuestionario
		Económica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ tipo de material usado para construcción de viviendas ➤ estado de conservación de las viviendas ➤ antigüedad de la construcción de la vivienda ➤ ingreso económico 	

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ régimen de tenencia ➤ tipo de vivienda 	
		ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Destino de residuos sólidos ➤ Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental 	

Fuente. Elaboración Propia

CAPÍTULO II

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

En la tesis titulada **“Estimación del riesgo por deslizamientos de laderas generados por eventos sísmicos en la ciudad de Medellín usando herramientas de la geomática”**, se planteó como objetivo estimar de forma cuantitativa el nivel de riesgo por deslizamientos de laderas ocasionado por ocurrencia de sismos en la ciudad de Medellín a partir de modelos de base física y probabilísticos mediante el uso de herramientas de la geomática. Con la metodología propuesta, se planteó estimar la amenaza a partir del cálculo de la probabilidad de falla de los taludes. Asimismo, para la estimación de la vulnerabilidad, se calculó la probabilidad de que produzcan daños, dado que se dio una falla. Finalmente, se calculó el riesgo aceptable para el caso de estudio de acuerdo con una ecuación del tipo $R = P[A] \times P[B/A] \times C$, donde $P[A]$ corresponde a la probabilidad de falla, $P[B/A]$ corresponde a la probabilidad de ocurrencia de daños debido a que se produjo la falla, y C a los costos suscitados por dichos daños. Asimismo, se incorporó al modelo el efecto que tiene tanto la profundidad del nivel freático, como el espesor de falla del talud y la probabilidad de que el suelo se encuentre en estado de saturación debido a la lluvia antecedente al evento sísmico. También, se debe destacar que la presente investigación conjuga dos variables principales que actúan conjuntamente como detonante del deslizamiento de masas, como lo son la lluvia y los movimientos sísmicos, mientras que los estudios mencionados para la validación del modelo solo consideran una de ellas en cada caso. La implementación y automatización de este tipo de modelos puede ser empleado como una herramienta de planificación para futuras edificaciones y construcciones, de tal manera que se adopte una actitud crítica hacia el cumplimiento de la normatividad relacionada con las condiciones sismo resistentes y de ordenamiento territorial que estipulen las entidades estatales. Las actividades antrópicas, deben ser también considerados como una variable para estos modelos, ya que las actividades desarrolladas por el hombre, tales como tala indiscriminada de cobertura vegetal, inadecuada disposición de aguas residuales, ineficientes técnicas de construcción de las viviendas, asentamientos irregulares, entre otras, pueden generar cambios en el comportamiento de los suelos e incrementar la susceptibilidad a un posible

movimiento de masa, cuando se conjuguen diferentes parámetros que se consideran adversos para la estabilidad del terreno (3).

En la tesis titulada **“Análisis de amenaza por fenómenos de remoción en masa en la región del boquerón ubicada entre los departamentos de Cundinamarca y Tolima mediante el uso de un sistema de información geográfica de libre distribución”**, se planteó como objetivo desarrollar a través de herramientas de sistemas de información geográfica de libre distribución, un análisis de tipo predictivo la amenaza por peligros de movimiento en masa donde la zona de estudio seleccionada fue la región de Cundinamarca y Tolima denominada como el Boquerón, a partir de la recopilación de información de distribución espacial de las variables a considerar, su correlación y posibles causas de los fenómenos, donde se llegó a las siguientes conclusiones: para el análisis de susceptibilidad por peligros de movimientos en masa se dispone actualmente de un elevado número de métodos y su utilidad depende de la escala del mapa proyectado, El creciente uso de sensores de teledetección aéreos y espaciales, y la creación de software específico para el entorno SIG, hacen que la geoinformática se esté convirtiendo en un complemento de las ciencias de la tierra para el análisis, registro y control de fenómenos opresivos. El mapeo de peligros de desplazamiento masivo, verificable durante el desarrollo de este estudio, permite obtener información más confiable sobre la estabilidad de grandes áreas, que se puede obtener durante la fase de diseño de grandes obras públicas. Es la fase operativa donde se toman las medidas preventivas y correctivas adecuadas de acuerdo al mapa de amenazas, se puede decir que el valor de amenaza generalmente se distribuye muy espacialmente debido al fenómeno de abducción y ocurre en la mayoría de los casos. Cuando la petrografía dominante es incompetente, incluye formaciones con perturbaciones biológicas y contenido de piedra caliza en solución donde se ha desarrollado un grado profundo de meteorización y / o una variedad de factores como la pendiente y la hidrología combinados (4).

En la tesis titulada **“Elaboración de un inventario de movimientos en masa mediante técnicas geomáticas en el Municipio de Villeta Cundinamarca”**, se planteó como objetivo aplicar una metodología para la elaboración de un registro de movimientos en masa a escala local en el municipio de Villeta (Cundinamarca) a partir de imágenes satelitales. Se llegó a las siguientes conclusiones: los movimientos en masa son una de los motivos más habituales de ocurrencia de desastres en el mundo. Las pérdidas económicas vinculadas son cuantiosas, millonarias y se incrementan debido al crecimiento urbano sobre zonas expuesta a riesgos. En el estudio de movimientos en masa, el uso de sensores remotos y herramientas que proporcionan los sistemas de información geográfica, a través de geoprocесamientos, mostro ser muy útil, ya que permite emplear modelos digitales de

elevación para obtener y analizar factores geomorfométricos. También, el uso de este sistema ayuda mucho, ya que se puede realizar en zonas topográficas de difícil acceso. Por eso, el uso de sensores remotos facilita la identificación de movimientos en masa si se realiza un adecuado procesamiento, interpretación y validación de los resultados. Se debe mencionar también que para la presente investigación se ha considerado parámetros índices de vegetación normalizada y de brillantes de suelo estos obtenidos de imagen sentinel 2 y la pendiente obtenido de un modelo digital de terreno (MDT), cabe mencionar que se evidencia la importancia de la resolución en esto (mayor resolución mejora la calidad en los resultados) (5).

En la tesis titulada **“Construcción de un indicador de riesgo de movimientos en masa en la comuna de San Clemente, región Del Maule”**, se planteó como objetivo construir un indicador de riesgo de movimientos en masa para la comuna de San Clemente. Se llegó a las siguientes conclusiones: según este estudio, las variables más influyentes en la formación de movimiento de masas son la intensidad de precipitación, gradiente máximo, y los efectos antropológicos, y las variables menos relevantes son profundidad de la raíz y la presencia de rocas. Se basó en los resultados obtenidos a partir del índice de riesgo de desplazamiento de masas. donde se determinó que la variable precipitación tiene el efecto más fuerte sobre el aumento del riesgo en el punto de comparación con la transferencia de masa por lo que, las zonas con alta precipitación se encuentran en mayor riesgo. A si mismo establece una evaluación de cada variable que pertenece a este modelo lineal y proporciona a las autoridades municipales información que permite el tiempo necesario para realizar el trabajo técnico necesario, estabilizar la zona, o simplemente obtener la información necesaria para saber cuándo hay que intervenir (6).

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la tesis titulada **“Análisis de peligros y vulnerabilidades para la gestión del riesgo de desastres, utilizando el sistema de información geográfica (sig) en la localidad de Acopampa – Carhuaz, Ancash”**, se planteó como objetivo Analizar los peligros y vulnerabilidades para la gestión del riesgo de desastres. Este trabajo consistió en calificar, identificar y analizar su incidencia en un contexto dado. Se llegó a las siguientes conclusiones: se identificaron dos tipos de peligros naturales en la zona urbana del distrito de Acopampa: Ocurrencias de sismos e inundaciones, se han identificado 4 niveles de peligro (bajo, medio, alto y muy alto), también, vulnerabilidad bajo, medio, alto y muy alto, finalmente, se ha determinado riesgo medio, alto y muy alto (7).

En la tesis titulada **“Estimación del riesgo por movimientos en masa en la subcuenca del río Ancash - Yungay 2016”**, se planteó como objetivo Estimar los niveles de riesgo por

movimientos en masa en la subcuenca del río Ancash, y se llegó a las siguientes conclusiones: en la subcuenca del río Ancash se ha identificado 32 sectores críticos por peligro de movimientos en masa que se activan con las lluvias intensas, de los cuales 13 son por flujo de detritos, 5 por deslizamiento, 4 por caída de rocas, 8 por erosión de laderas y 2 por movimientos complejos. La susceptibilidad y peligro por movimientos en masa de la subcuenca del río Ancash analizados con el factor detonante 'precipitación' obtuvo el valor de 0.281 categorizado como peligro muy alto, principalmente por flujo de detritos y erosión de laderas. El mapa de peligros por movimientos en masa estratificado en 4 niveles bajo, medio, alto y muy alto está representado por: 9.07% equivalente a 563.55 Ha. como peligro bajo, 39.17% equivalente a 2433.55 Ha. como peligro medio, 32.59% equivalente a 2024.63 Ha. como peligro alto y 19.19% equivalente a 1191.18 Ha. del área total como peligro muy alto. El Mapa de vulnerabilidad por movimientos en masa se ha estratificado en 4 niveles, representado por: 35.15% equivalente a 2184.89 Ha. como de vulnerabilidad baja, el 60.54% equivalente a 3763.49 Ha, como de vulnerabilidad media, el 2.16% equivalente a 134.56 Ha. como de vulnerabilidad alta y 2.15% equivalente a 133.64 Ha. como de vulnerabilidad muy alta. El riesgo por movimientos en masa en la subcuenca en relación con el peligro y vulnerabilidad ha dado el valor de 0.063, que, en la estratificación de los niveles de riesgo equivalente a riesgo alto, el mapa de riesgos por movimientos en masa de la subcuenca del río Ancash estratificado en los 4 niveles de riesgo revela un área de 312.77 Ha., equivalente al 5.04% del territorio en riesgo bajo, 4233.42 Ha. equivalente a 68.17% del territorio en riesgo medio, 1621.14 Ha. equivalente a 26.11% del territorio en riesgo alto y 42.44 Ha. equivalente a 0.68% del territorio en riesgo muy alto. La estimación del impacto de la materialización del riesgo para los niveles alto y muy alto revela los efectos o daños probables en 87 viviendas de material noble, 1052 viviendas de material precario (adobe, tapial y piedra), las instituciones educativas públicas de material precario, 01 institución educativa de material noble, 5 iglesias y 23.71 kilómetros de vías vecinales carrozables, con un costo aproximado de S/. 17,100,807 Soles y las medidas de control para mitigar los daños a causa del impacto del fenómeno por movimientos en masa son de dos tipos: las medidas estructurales como la construcción de muros de contención en las carreteras, forestación y reforestación en sectores muy erodables y sistemas de drenaje pluvial; como medidas no estructurales se establecieron el fortalecimiento institucional en gestión del riesgo, elaboración de planes, estrategias, así como proyectos para la prevención y reducción del riesgo, realizar capacitaciones, y formar comités de gestión de riesgo a la población que se encuentra en los sectores estratificados con nivel de riesgo alto y muy alto e incorporar el mapa de riesgos en la gestión territorial (8).

En la tesis titulada “Evaluación del riesgo originado por movimiento de masa, quebrada Thuniyoc, distrito de San Sebastián Y San Jerónimo, Cusco”, se planteó como objetivo evaluar y zonificar los sectores expuestos al riesgo originado por movimientos en masa en la quebrada Thuniyoc, que toma en cuenta la vulnerabilidad física. Se llega a las siguientes conclusiones: geomorfológicamente y regionalmente la zona de estudios pertenece a montañas de cusco y localmente a la zona de estudio está dividido en 6 unidades claramente definidas las cuales son cono aluvial, laderas escarpadas, laderas medias, laderas suaves, plataforma estructural y terrazas aluviales, geológicamente la zona de estudios está emplazada sobre rocas sedimentarias del grupo San Jerónimo – Formación Kayra, parte basal a intermedia, las cuales son paquetes de areniscas y lutitas cuyas potencias son variables que pueden alcanzar hasta 3.000 m, y en las zonas bajas de la zona de estudios se ha podido identificar suelos cuaternarios como aluviales y coluviales. Estructuralmente la zona de estudios está alienada con la trayectoria de la falla Tambomachay, el cual es considerado como falla normal; sin embargo, dentro del contexto de la zona de estudios se evidenció la existencia de falla Pícol, 04 alineamientos en sistema NE-SO Y 03 alineamientos en sistema NO-SE (9).

2.1.3. Antecedentes locales

En la tesis titulada “Evaluación del nivel del riesgo físico por caída de rocas en el sector de quinta boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica”, se planteó como objetivo determinar el nivel de riesgo físico por caída de rocas en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica, se llegó a las siguientes conclusiones: el nivel de peligro es alto con 64.8% que se encuentra en un rango (51 a 75) %, el nivel de vulnerabilidad es alta con 66.66 % que se encuentra en un rango (51 a 75) % y el nivel de riesgo es alto con 65.73% que se encuentra en un rango (51 a 75) % (10).

En la tesis titulada “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”, se planteó como objetivo caracterizar la dinámica del deslizamiento de tierra y estimar la peligrosidad haciendo uso del protocolo de CENEPRED. Se llegó a las siguientes conclusiones: estructuralmente, no se han identificado estructuras de consideración que condicionan la ocurrencia del deslizamiento; sin embargo, es necesario conocer que la zona de estudio se encuentra influenciada por el dominio estructural de la Cordillera Occidental principalmente, así como, en menor proporción la Cordillera Oriental. Por ello, las rocas limo arcillitas, lutitas y pizarras se muestran muy deleznable, meteorizadas, plegadas y buzando con rumbo andino. Además, a lo largo del río Acrora se determinó la ubicación de

un eje anticlinal, La parte baja del C.P Carampa viene siendo afectada por la ocurrencia de un deslizamiento de tierra del tipo rotacional regresivo que se activa durante los períodos lluviosos, desde el año 2013 a la fecha se han mostrado evidencias como: 02 cárcavas, grietas y fisuras en el suelo, viviendas, parte central de Carampa (iglesia, plaza principal y municipalidad). Entre los factores detonantes o desencadenantes que generan los eventos geodinámicos en la zona estudiada, se encuentran las precipitaciones pluviales y las actividades antrópicas (sistemas de riego no adecuados), mientras que los factores que condicionan la ocurrencia del deslizamiento de tierra son la topografía (relieve abrupto y escarpado), debido a que superan pendientes mayores a los 30 y 45° (11).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sensores Remotos (Teledetección)

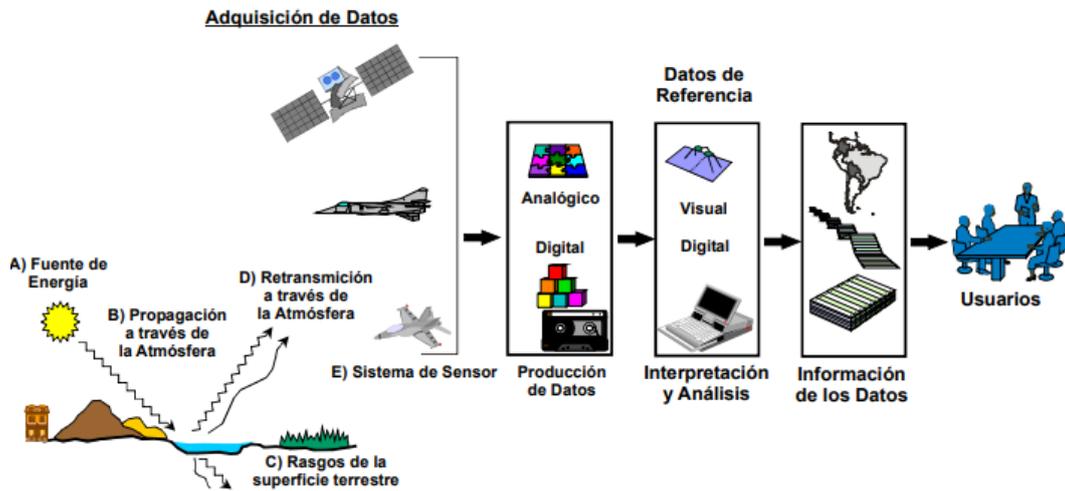
Es una ciencia y un arte que nos permite la obtención de información (RASTER) de un lugar, objeto, mediante un dispositivo, a pesar de que este no se encuentra en contacto directo con el objeto o lugar donde se está desarrollando la investigación (12). Para realizar la obtención de estos datos, es necesario el uso de instrumentos cuyo nombre son sensores. Estos tienen la capacidad de poder ver y captar la relación espectral y espacial de objetos a diferentes distancias con variación en la resolución.

Para la adquisición de datos y análisis de datos, es necesario contar con lo siguiente:

- Fuente de energía
- Propagación de energía a través de la atmosfera
- Sensores orbitales o aerotransportados (satélites o drone)
- La generación de datos digitales o analógicos

Figura 1

Sensores remotos electromagnéticos de recursos terrestres



Nota. Introducción a los sensores remotos, aplicados en geología – Daniel J. Pérez, 2007, p. 02.

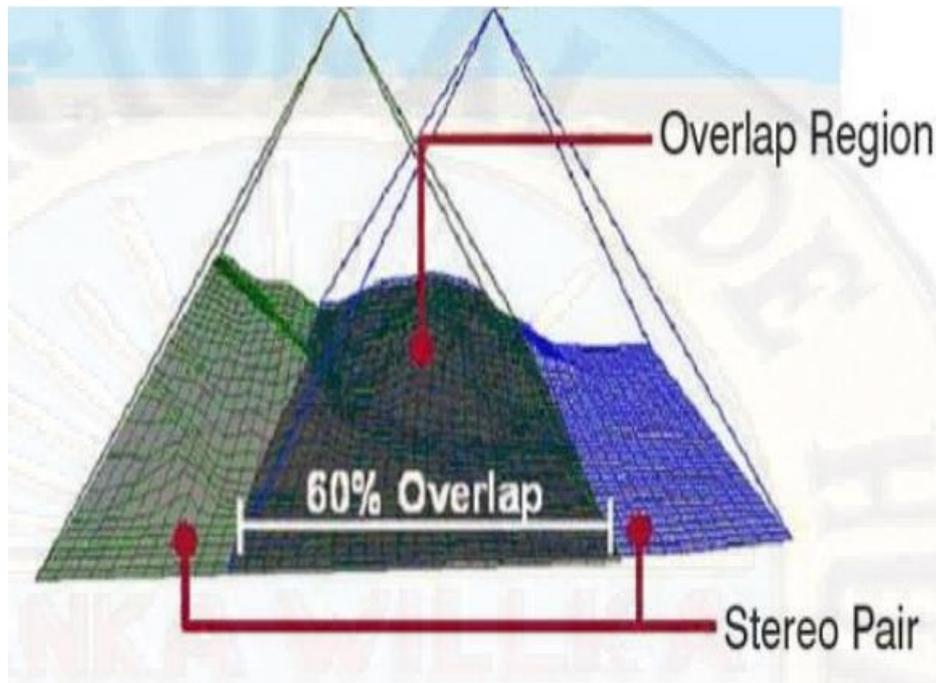
2.2.2. Fotogrametría

La fotogrametría es, también, una técnica cuyo objetivo es calcular la dimensión y forma de los diferentes objetos. Su finalidad es la representación real de un lugar que, a su vez, almacena una gran cantidad de información. Algunos productos que se obtiene a partir de esta técnica son modelo de elevación digital, modelo de elevación de superficie, la ortofoto, etc. Entre las ventajas que se cuenta respecto a otra técnica, se encuentran la rapidez, precisión, y mayor accesibilidad.

Las restricciones mayormente están en relación con el tiempo (condiciones climáticas) el horario, ya que recomiendan que la proyección de sombra, las nubes no deberían cubrir mayor del 5% de la zona a evaluar. También, el ángulo de la altura del sol, en relación con el horizonte no debería ser menor a 45° y no mayor a 75° . Esto dependerá de la topografía del terreno, por lo que se considera este rango como ideal (13).

Figura 2

El uso del GPS en restitución fotogramétrica y de las poligonales



Fuente. Tesis de restitución fotogramétrica y de las poligonales

2.2.3. Movimientos en masa

Según Cruden (1991) “Los movimientos en masa, son procesos de transportes de materiales ya sea pausada o acelerada donde se ven implicados el suelo, la roca o en algunos casos ambos, estos desencadenados por el pleonismo del agua (precipitación o uso inadecuado de agua) en el terreno o por fuerza de la gravedad (pendiente)” (14). Estos eventos geológicos son frecuentemente una de las causas más devastadoras de pérdidas de vidas humanas, así como económicas en todo el mundo. Por ello, la evaluación de la conminación por la circulación de una masa y poder pronosticar dichos movimientos ha sido y sigue siendo un tema de gran beneficio para la sociedad científica.

2.2.4. Clasificación de movimiento de masa

Hasta la actualidad, en la literaturas científicas, existen diversas clasificaciones de los Movimientos en Masa, en muchos casos se han realizado teniendo en cuenta el tipo de materiales, mecanismos de movimientos, grado de deformación de materiales y el grado de saturación (15). De acuerdo a lo vertido en líneas anteriores, se puede afirmar que los movimientos en masa son fricciones de las sucesiones denotativos que muestra el relieve de la tierra. Esta causa cede a una gran diversidad de cambios geológicos,

hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre y en la interface entre esta, la hidrósfera y la atmósfera”.

Hoy en día, la clasificación de Movimientos en Masa realizada por Varnes (1958, 1978) y Hutchinson (1968, 1988), constituye la clasificación más usada en el mundo. Cruden y Varnes (1996) introduce un marco taxonómico multidimensional donde clasifica dos criterios: el tipo de material desplazado y del tipo de movimiento además divide los tipos de movimientos en 5 clases caída, volcamiento, deslizamiento, flujo y propagación lateral. Dentro de los materiales, se consideran rocas y suelos. Estos últimos están subdivididos en detritos y tierras (15), de acuerdo al tipo de movimiento de masa el impacto que va a causar en un desastre natural la cual va ser mayor o mejor ocasionando pérdidas materiales y de vidas humanas así mismos menos cabos económicos.

2.2.5. Tipos de movimientos de masas

Según Cruden y Varnes (1996), determino los siguientes tipos de movimientos en masa (15).

Tabla 2
Tipos de Movimiento de Masa

Tipo	Subtipo
Caídas	Caída de rocas, detritos o suelos
Volcamientos	Volcamiento de roca (bloque) Volcamiento flexural de roca
Deslizamientos	Deslizamiento traslacional Deslizamiento rotacional Deslizamiento en cuña
Propagación lateral	Propagación lateral lenta Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos Flujo de lodos Flujo de tierra Avalancha de detritos Avalancha de rocas Deslizamiento por flujo Deslizamiento por licuación

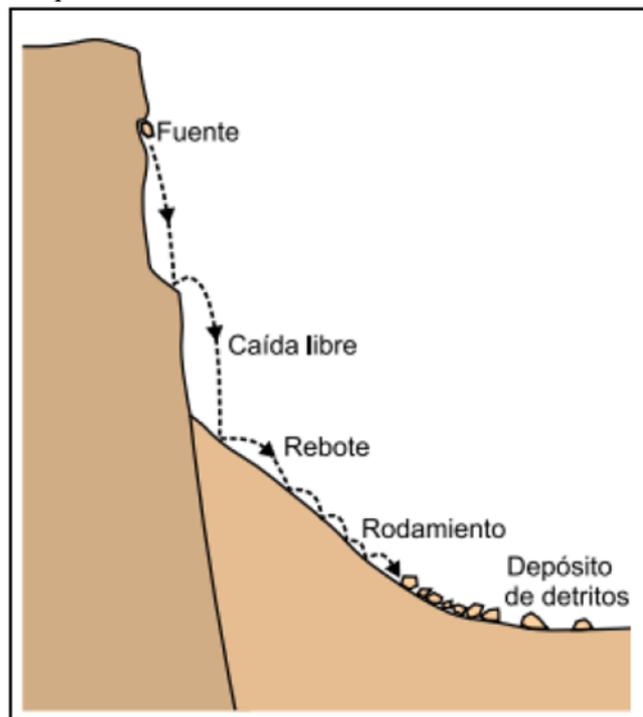
Reptación	Reptación de suelos
	Soliflucción
	Geliflucción

Nota: Tipos y subtipos de movimiento de masa. Tomado de Cruden y Varnes, 1996, p. 84.

a. Caída

La caída es un tipo de movimiento en masa donde bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable (15). De acuerdo a lo que manifiesta el autor, afirmo que la caída ocurre cuando se desprende una masa, parte de una roca y el traslado es a través del aire o de la caída libre, a saltos o rodando. Esto se va producir por rocas muy meteorizadas y fracturadas, sismos.

Figura 3
Esquema de Caída de Rocas



Tomada de Tomada de «Landslide Types and Processes» por Cruden y Varnes, 1996, p. 36.

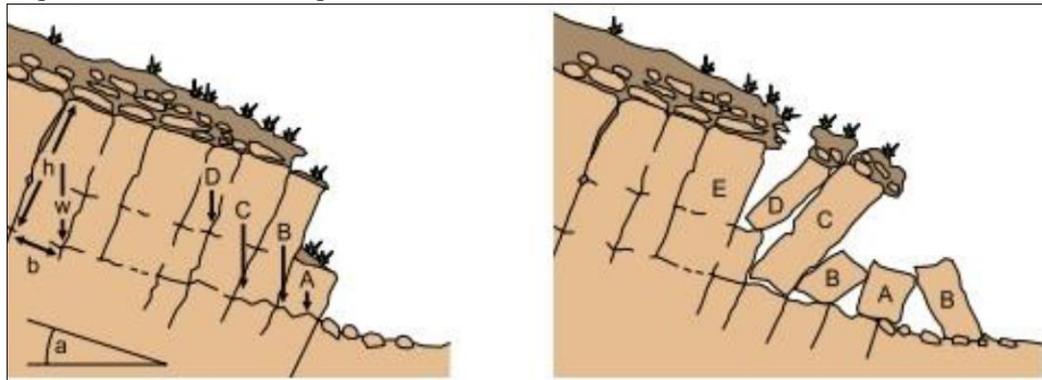
b. Volcamiento

Es un tipo de movimiento en masa donde existen rotación hacia delante de uno o varios bloques de roca, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior. Este tipo de movimiento mayormente ocurre por acción de la gravedad, por presión de fluidos en grietas o por empujes de las unidades adyacentes (16). El volcamiento puede ser en

bloque y flexional (o flexural). Goodman y Bray (1976). El primero mayormente involucra rocas, no necesita entibación, donde el fallamiento ocurre por pérdida de estabilidad y rotación de uno o varios bloques a partir de un punto en su base, semejante al vuelco de libros en un estante. Sin embargo, el vuelco flexural, involucra roca más frágil y densamente diaclasada (11).

Figura 4

Esquema de vuelco en bloque



Fuente. Tomada de «Landslide Types and Processes» por Cruden y Varnes, 1996, p. 41.

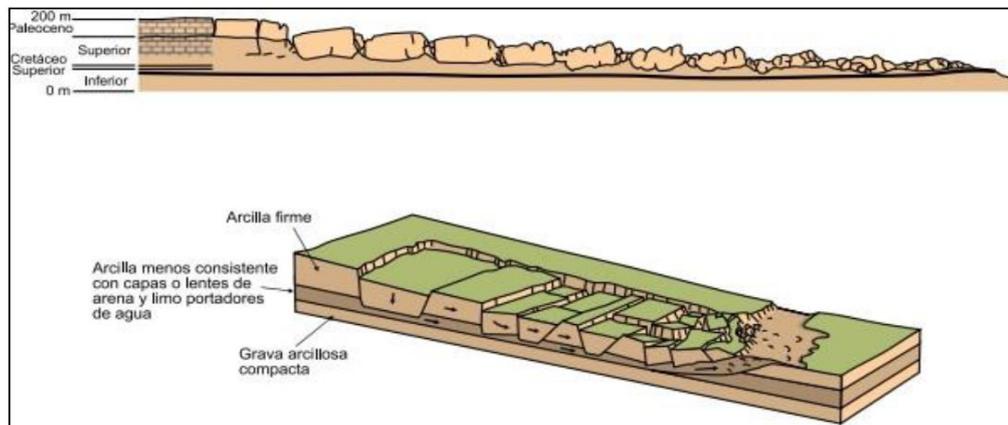
c. Propagación lateral

Es un tipo de movimiento en masa donde su desplazamiento ocurre mayormente por deformación interna (expansión) del material (11).

Varnes (1978) menciona que existe dos tipos de propagación, el primer movimiento donde afecta a todo el material sin distinguir la zona basal de cizalla, típico de masas rocosas, y otro que se realiza en suelos cohesivos que sobreyacen a materiales que han sufrido licuefacción o a materiales en flujo plástico (16).

Figura 5

Esquema de expansiones laterales



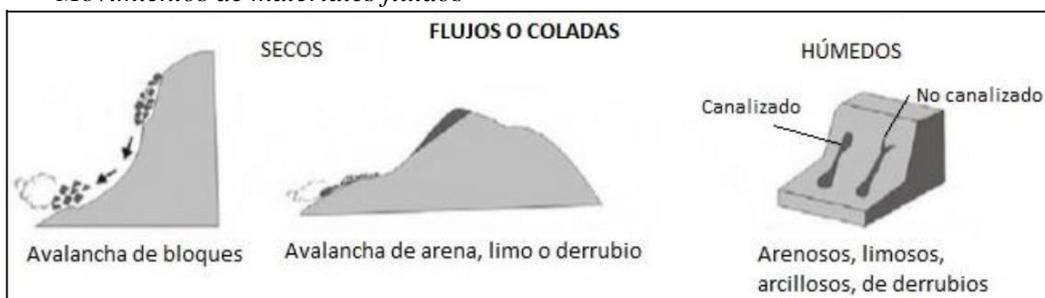
Nota. Tomada de «Tipos y procesos de movimiento de pendientes.» por Varnes, 1978, p. 15

d. Flujo

Este tipo de movimiento exhibe comportamiento similar al de un fluido mientras se desplaza; estos pueden ser saturado, seco, rápido o lento. En la mayoría de las veces, se generan a partir de otros tipos de movimientos, puede ser una caída o deslizamientos (16).

Ahora bien, según Hungr, los flujos se pueden clasificar de acuerdo con la propiedad y el tipo material que contiene, la humedad, velocidad, el confinamiento lateral y otras características se pueden distinguir (16).

Figura 6
Movimientos de materiales fluidos



Nota. Tomado de «Review of the classification of landslides of the flow type» por Hungr, 2001, p. 68.

Flujo de detritos

Es un flujo muy rápido o extremadamente rápido que discurre por un cauce donde la pendiente es muy pronunciada se pueden y considerar como un movimiento canalizado de detritos saturados no plásticos (índice de plasticidad menor al 5 % de arenas y finos (17).

Flujo de lodo

Flujo canalizado muy rápido de detritos saturados plásticos, donde el contenido de agua es mucho mayor al del material fuente (Índice de Plasticidad mayor al 5%). El carácter de este tipo de movimiento es similar al del flujo de detritos, pero la fracción arcillosa modifica la reología del material (11).

Flujo de tierra

Es un movimiento intermitente, rápido o lento, de suelo arcilloso plástico (18).

Avalancha de detritos

Flujo no canalizado de detritos saturados o parcialmente saturados, poco profundos, muy rápidos a extremadamente rápidos. Estos movimientos comienzan como un deslizamiento superficial de una masa de detritos que al desplazarse sufre una considerable distorsión interna y toma la condición de flujo (11). Por lo citado, se afirma que la avalancha de detritos, van a depender de la evasión de tierras que pueden ser superficiales o profundos a consecuencia de la velocidad del desplazamiento puede ser lenta o rápida, pero nunca muy lenta.

Avalancha de rocas

Las avalanchas de rocas son flujos de gran longitud extremadamente rápidos, de roca fracturada, que resultan de deslizamientos de roca de magnitud (tamaño considerable) (18). La extensión afectada puede llegar a ser kilométrica y muchas avalanchas se han asociado a represamientos de ríos y quebradas. (17). Por lo aludido se puede decir que la avalancha de rocas es el resultado por el deterioro o meteorización del suelo, o la degradación del suelo permanentemente helado.

e. Reptación

Es un movimiento que se da desde lento hasta extremadamente lento (se pueden dar unos pocos centímetros por año) del suelo subsuperficial, sin una superficie de falla definida (19). Estos afectan grandes áreas por si solos y en muchos casos evolucionar a distintos tipos de movimiento de ladera

La reptación puede darse de dos formas, ya sea de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y del tipo verdadera cuando existe un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo (11). De la cita anterior, se puede deducir que estos movimientos se deben a ciclos húmedos y secos (congelamiento y descongelamiento) del suelo superficial. Asimismo, pueden preceder a un movimiento más rápido o violento como otro flujo, deslizamiento, derrumbe o movimiento complejo.

f. Deslizamientos

Los deslizamientos (“Landslides”) consisten en “movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud” (14). En el término “deslizamiento” se incluyen tanto los procesos de erosión como los procesos denudacionales. La naturaleza precisa del proceso no está incluida en la definición e incluye procesos que son producto

de la acción de las fuerzas gravitacionales, hidráulicas, etc. En el presente texto no se utiliza la denominación “Fenómeno de remoción en masa” (Mass Wasting), por considerarlo poco universal. Sin embargo, en Colombia, este término es utilizado regularmente. Algunos países utilizan otros nombres autóctonos como “deslaves” (20).

Este tipo de movimientos suceden normalmente en las superficies de falla, por caída libre, movimientos en masa, erosión o flujos. Algunos segmentos del talud o ladera pueden desplazarse en dirección hacia la parte baja mientras otros se desplazan hacia la parte de arriba. Estos fenómenos de inestabilidad también incluyen, normalmente, combinaciones de procesos erosionales y denudacionales interrelacionados entre sí y a menudo mezclados (20).

Partes de un deslizamiento

Cabeza. Es la parte superior de la masa del material que se mueve. La cabeza del deslizamiento no corresponde necesariamente a la cabeza del talud. Arriba de la cabeza está la corona (20).

Cima. El punto más alto de la cabeza, en el contacto entre el material perturbado y el escarpe principal (20).

Corona. El material que se encuentra en el sitio, (prácticamente inalterado), adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza (20).

Escarpe principal. Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material conforma la superficie de la falla (20).

Escarpe secundario. Superficie muy inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve. En un deslizamiento pueden formarse varios escarpes secundarios (20).

Superficie de falla. También, conocido superficie de ruptura, es un área donde la parte baja del movimiento delimita el volumen del material desplazado. Es una de las características que diferencia a otros movimientos. En esta superficie, el suelo que está por debajo de la superficie de la falla no se desplaza; sin embargo, el que se encuentra por encima de esta sí se desplaza. Cabe mencionar que, en algunos movimientos, no se encuentra una superficie de falla (20).

Pie de la superficie de falla. La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno (20).

Base. El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.

Punta o uña. El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima (20).

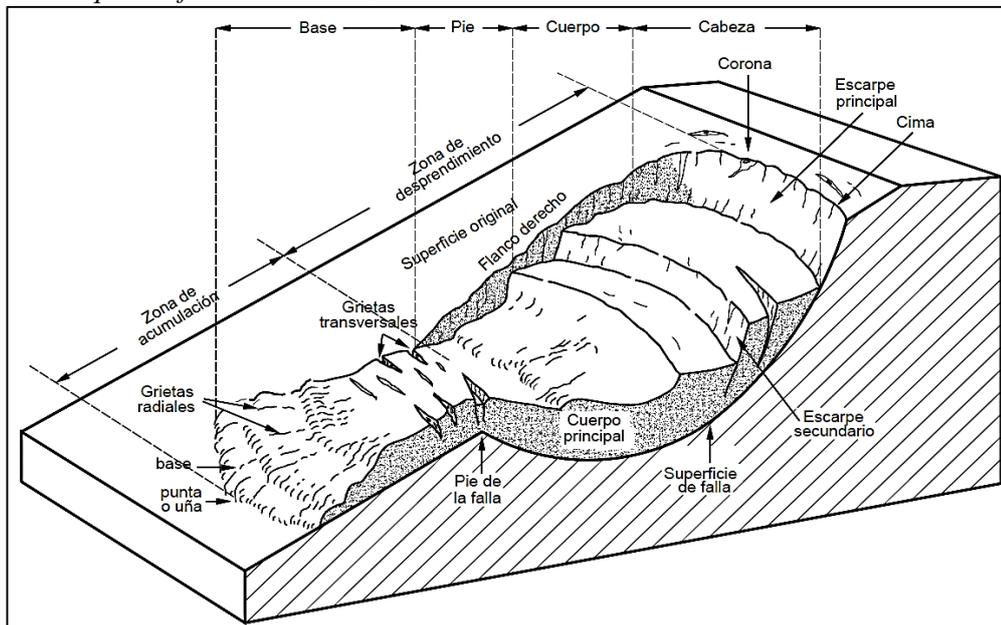
Cuerpo principal de deslizamiento. El material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla. Se pueden presentar varios cuerpos en movimiento (20).

Superficie original del terreno. La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento (20)

Costado o flanco. Un lado (perfil lateral) del movimiento. Se debe diferenciar el flanco derecho y el izquierdo. (20).

Derecha e izquierda. Para describir un deslizamiento se recomienda utilizar la orientación geográfica (Norte, Sur, Este, Oeste); pero si se emplean las palabras derecha e izquierda, deben referirse al deslizamiento observado desde la corona hacia el pie (20).

Figura 7
Partes que conforman un deslizamiento



Nota. Tomado de «Deslizamientos: Análisis Geotécnico» por Suarez, 2008, p. 45.

2.2.6. Factores que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa

La ocurrencia de movimientos en masa está condicionada por una serie de factores entre los cuales se cuenta: factores condicionantes y factores desencadenantes, que es así que los factores condicionantes los que hacen susceptibles y los factores desencadenantes los que generan, así mismo para su determinación de nivel de peligrosidad se considera los

parámetros de evaluación, ya que ayuda a caracterizar el peligro por movimiento de masa (11).

A. Factores condicionantes

Son variables que se muestra con una evolución lenta a través del tiempo que contribuye a que el fenómeno sea mayor o menor.

De acuerdo con la bibliografía verificada, se considera que los factores que hacen susceptible una determinada área son:

- Pendiente
- Uso actual de suelos
- geomorfología
- suelo
- geología

B. Factores desencadenantes

Son variables que generan la ocurrencia de un movimiento en masa:

Entre los factores que agilizan la variación rápida de un lugar y así generar un desastre en un determinado lugar son los siguientes:

- Sismos
- Actividad volcánica
- Precipitación

C. Parámetros de evaluación

Son las variables o indicadores que permiten definir las características del peligro

- Velocidad de desplazamiento

2.2.7. Técnicas cálculo de peligrosidad para movimientos masa

a) Método multicriterio

Es un método que se encuentra dentro del análisis estadístico, donde los factores se califican mediante el uso de puntajes ponderados y se combinan con ecuaciones matemáticas que determinan la probabilidad de ocurrencia del fenómeno. En el análisis estadístico multivariado, a cada uno de los factores importantes relacionados con la ocurrencia de deslizamientos, se le asigna una contribución relativa a la amenaza total dentro de una unidad definida de área. Por lo expuesto, se puede

mencionar que esta técnica vaya a necesitar de un análisis estadístico multivariable para los factores que tienen una conexión de un mismo suceso de deslizamiento la cual puede ser una gran amenaza dentro del área lugar del suceso.

El Método Heurístico en términos generales, los análisis multicriterio involucran la utilización de datos geográficos, que se deben establecer las preferencias y combinaciones (0 agregaciones) de los datos, de acuerdo a reglas de decisiones específicas (reglas de decisión), que han sido implementados en ambiente SIG. De acuerdo a lo establecido, en líneas anteriores, se puede afirmar que es de gran importancia este método en el espacio geográfico para poder establecer nuevos patrones para las determinaciones específicas.

Asimismo, los métodos semicuantitativos son metodologías cualitativas que utilizan procedimientos de ponderación y calificación (Hutchinson y Cahndler, 1991; Sindle *et al*, 1991; Luna et al, 1992; Fell et al, 1996; Ayalew y Yamagushi, 2005). A esta metodología, pertenece el proceso analítico jerárquico (PAJ) aplicado por Saaty

Dentro de esta metodología, se puede mencionar el Método Multicriterio, que integra factores condicionantes y desencadenantes de movimientos en masa, así como técnicas de evaluación multicriterio basadas en jerarquías analíticas y sumas lineales, ponderados de pesos de factores y clases.

b) Método heurístico

Esta metodología integra factores condicionantes y desencadenantes y parámetros de evaluación para determinar el nivel de peligros por movimientos en masa, como técnicas de evaluación multicriterio basadas en jerarquías analíticas y sumas lineales, ponderados de pesos de factores y clases

El Proceso de Jerarquía Analítica es un modelo para Toma de Decisiones, que fue desarrollado en el año de 1980, por el profesor Thomas Saaty, de la Universidad de Pittsburgh y es considerada como una técnica multicriterio y multiatributo. La mecánica de aplicación es relativamente simple: 1) descomponer el problema; 2) realizar juicios comparativos; y 3) sintetizar los resultados

Para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores, se recurre a una metodología de comparación de pares, en este caso se empleó el PAJ (Saaty, 1980); Toskano (2005) presenta algunas de las ventajas del PAJ frente a otros métodos de Decisión Multicriterio y son (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2015):

- Presenta un sustento matemático
- Permite desglosar y analizar un problema por partes
- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común
- Incluye la participación de equipos multidisciplinarios y genera un consenso
- Permite verificar el índice de consistencia (IC) y hacer las correcciones, si fuere el caso
- Genera una síntesis y da la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad
- Ser de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización

Utilizando la tabla propuesta por Saaty y Vargas para la asignación de importancias o preferencias, se puede asignar un puntaje de importancia relativa por parejas de indicadores, teniendo como referencia qué tanto, en forma comparativa, cada indicador refleja el aspecto que se desea representar

2.3. Definición de términos básicos

Drone

Denominación del ámbito militar. La etimología de ‘drone’ viene de dran o draen, abeja macho o zángano, el cual hace referencia al zumbido producido por sus motores, similares al de los zánganos volando (21).

Aeronave pilotada a distancia (Remotely Piloted Aircraft - RPA)

Una RPA es una aeronave pilotada por un “piloto remoto”, emplazado en una “estación de piloto remoto” ubicada fuera de la aeronave (es decir en tierra, en barco, en otra aeronave, en el espacio), quien monitorea la aeronave en todo momento y tiene responsabilidad directa de la conducción segura de la aeronave durante todo su vuelo. Una RPA puede poseer varios tipos de tecnología de piloto automático, pero, en todo momento, el piloto remoto puede intervenir en la gestión del vuelo (21).

Sensoramiento remoto

Es la colección de información de un objeto sin estar en contacto físico con el objeto. Aeroplanos, aviones y satélites son las plataformas más comunes desde donde las observaciones remotas son realizadas (21). Se puede mencionar que este tipo de técnica nos va permitir capturar imágenes desde el satélite asimismo involucrar la percepción de la energía que va ser emitida y el empleo de los sensores que no pueden producir imágenes.

Movimiento de masa

Los movimientos en masa, son procesos de movilización lenta o rápida que involucran suelo, roca o ambos, causados por exceso de agua en el terreno y/o por efecto de la fuerza de gravedad (22). Por lo mencionado, se afirma que el movimiento de masa, va permitir determinar los deslizamientos, hundimiento del terreno, caída de rocas y avalanchas de nieve o rocas. El origen de este suceso se va regir al proceso de los movimientos de masa fundamentalmente por la acción de la gravedad.

Peligro

Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos (22). De lo expuesto, se podría inferir que el peligro que azota a la humanidad por desconocimiento o por imprudencia nos conduce a desafiar a la naturaleza donde ella vaya a ganar. En el Perú, no estamos libres de estos fenómenos por estar ubicados principalmente en el cinturón del fuego del pacifico la zona con mayor actividad sísmica y volcánica.

Vulnerabilidad

Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza (22). De lo mencionado, se asevera que somos susceptibles a los sismos erupciones volcánicas. Por sus características geológicas, geomorfológicas y climáticas el territorio peruano, es afectado por fenómenos como movimientos en masa, inundaciones y los huaycos.

Desastre

Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta. (22). De la cita anterior, se puede deducir que un desastre geológico por movimiento de masas va tener mayor impacto, dependiendo la ubicación de las viviendas a orillas de los ríos y al pie de los cerros, viviendas ubicadas en pendientes peligrosas. El material y las bases de la construcción de las viviendas incrementan el riesgo de un desastre.

Amenaza

Peligro Inminente. (22)

CAPÍTULO III

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Métodos de la investigación

Según Sampieri menciona que un estudio de alcance descriptivo consiste en describir fenómenos para luego detallar como son y cómo se manifiestan. También, busca especificar características de personas, grupos o comunidades, etc. para un posterior análisis (2).

Por ello, en el presente estudio, se usó el método descriptivo, porque en la presente investigación se utilizará los métodos descriptivo y explicativo, ya que se describe las características generales de un territorio, así como se explicará el porqué de la ocurrencia de los fenómenos naturales

3.1.2. Tipo de investigación

En su libro Metodologías de la Investigación (6ta edición), Hernández Sampieri menciona que toda clase de investigación cumple dos propósitos fundamentales que es de producir conocimiento y teoría denominado (investigación básica) y resolver problemas (investigación aplicada), que son estos dos tipos de investigación (2).

Asimismo, Martínez menciona que la investigación básica, pura o fundamental sirve de cimiento a la investigación aplicada o tecnológica y fundamental porque es esencial para el desarrollo de la ciencia (23).

Por ello, en la presente investigación el tipo de investigación, es básica porque se pretende describir, recoger informaciones tanto físicas y socioeconómica del centro poblado de Antacocha sector 3, la cual nos sirvió para determinar el nivel de riesgo ante movimientos en masa.

3.1.3. Nivel de investigación

De acuerdo a su libro Metodología de la Investigación de Martínez la investigación descriptiva o de levantamiento de datos cuyo objetivo, es recopilar datos e información sobre características clasificación de objetos para responder preguntas concernientes a la situación corriente de los sujetos del estudio, determina e informa los modos de ser de los objetos (23).

Por ello, en la presente investigación, se ha considerado El nivel de investigación descriptivo por que se pretende describir las características físicas del área, así mismo explicar los factores que podrían desencadenar un desastre en el área de estudio.

3.2. Diseño de la investigación

De acuerdo a Hernández Sampieri, el presente trabajo de investigación será de un diseño no experimental, ya que no se manipulará ninguna variable. Se basará en la observación, recolección de datos en un solo momento y tiempo único para su posterior analizas en un determinado contexto.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La información que se recolectó contiene características únicas e individuales y no se pueden generalizar para las demás viviendas dentro de la zona de estudio, por lo que se realizó la investigación con toda la población que se encuentra dentro de la zona de estudio en el centro poblado de Antacocha. La población, para el presente estudio, está constituida por el lote 3 del centro poblado de Antacocha delimitado en un área de 237 ha.

3.3.2. Muestra

De acuerdo a Sampieri, en su libro metodologías de la investigación, clasifica dos tipos de muestra (probabilística y no probabilística). Donde la muestra no probabilística dice que selección casos para uno o varios propósitos, así como no pretenden que sean estadísticamente representativos de la población (2).

La muestra estará contemplada del tipo no probabilística (será de acuerdo a la decisión que tome el investigador), porque fue seleccionado en función de accesibilidad y criterio personal. En este caso, se tomó del centro poblado de Antacocha lote 3 delimitado en un área de 237 HAs

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Durante la presente investigación se utilizaron tres tipos de técnicas para la recolección de datos, las cuales fueron el análisis documental, observación y la encuesta. Ello permitió analizar e interpretar las diferentes características tanto físicas y socioeconómicas.

Tabla 3*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Variable	Dimensiones	Indicador	ítems	Técnica	Instrumentos
Nivel de Riesgo	Peligro	Características físicas	Pendiente	Análisis documental - Observación	Registros y Archivos
			Geología	Análisis documental	Registros y Archivos
			Geomorfología	Observación Análisis Documental	Registros y Archivos
			Textura de Suelo	Análisis documental - Observación	Registros y Archivos
			Uso Actual de Suelo	- Análisis documental	Registros y Archivos
			Precipitación	-	Grabación
			Velocidad de deslizamiento	Observación - Entrevista	
	vulnerabilidad	Social	<ul style="list-style-type: none"> ➤ grupo etario ➤ personas con discapacidad ➤ actitud de la población frente a riesgo de desastres ➤ conocimiento local del riesgo ➤ capacitación en gestión del riesgo de desastres 	Encuesta	Cuestionario
		Económica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ tipo de material de construcción de vivienda ➤ estado de conservación de las viviendas ➤ antigüedad de la construcción ➤ ingreso económico ➤ régimen de tenencia ➤ tipo de vivienda 	Encuesta	Cuestionario
		ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ➤ manejo de residuos sólidos ➤ Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental 	encuesta	Cuestionario

Fuente. Elaboración Propia

3.5. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

3.5.1. Cálculo del riesgo

Tal como señala la Ley N° 29664, ley que creó el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres), el riesgo se expresa en función del peligro y la vulnerabilidad, y ha sido ampliamente aceptado en el campo científico.

En ese sentido, se realizó el análisis de riesgo ante movimiento en masa, la cual se realizó Combinando los resultados de los análisis de peligro y vulnerabilidad para obtener una evaluación integral del riesgo ante movimientos en masa en la localidad. Esto se realizó mediante la técnica de superposición espacial de capas.

3.5.2. Determinación del Peligro

Comprendió en primer lugar el análisis y determinación de la susceptibilidad ante deslizamientos, tomando en cuenta los factores condicionantes y desencadenantes; para, finalmente, junto al parámetro de evaluación obtener los niveles de peligro ante MOVIMIENTOS EN MASA. Para ello, se utilizó la matriz de jerarquización analítica de Saaty y, posterior a ello, se realizó el análisis espacial utilizando el Software SIG ArcGIS.

3.5.3. Análisis y determinación del nivel de la Vulnerabilidad

Comprendió el análisis y determinación de la vulnerabilidad social, económica y ambiental, en función de la exposición, fragilidad y resiliencia, de los cuales, finalmente, se obtuvo, los niveles de vulnerabilidad, para la cual se utilizó la matriz de jerarquización analítica de Saaty y análisis espacial utilizando el Software SIG ArcGIS.

3.5.4. Valoración económica de probables pérdidas

Comprendió la estimación y cuantificación del costo económico estimado en soles (S/) que implica la afectación de los elementos expuestos; en otros términos, las pérdidas y/o destrucción de las viviendas, la trocha carrézale y áreas de cultivo. Toma en cuenta las zonas con riesgo alto y muy alto ante movimiento en masa, para la cual se realizó el análisis espacial utilizando el Software SIG ArcGIS, posterior a ello, mediante la técnica de análisis documental, se obtuvo la valoración económica de las probables pérdidas y daños de los elementos expuestos ante movimiento en masa.

3.5.5. Propuestas de medidas

Posterior a la obtención de los resultados, se realizó revisión documental y consultas con expertos y partes interesadas para identificar medidas que contribuya a la reducción de los riesgos.

3.6. Procedimiento

a. Fase I: trabajo preliminar

- revisión bibliográfica sobre peligro, vulnerabilidad y riesgo en el área de estudio

- recopilación y análisis de información física espacial y documentaria del área de estudio, para describir preliminarmente las características físicas del área de estudio para luego delimitar el área de estudio preliminar
- elaboración de mapas cartográficos preliminares
- establecimiento de parámetros y descriptores adecuando a la realidad de la zona de estudios para la caracterización del peligro y la vulnerabilidad, para la cual se tomó en cuenta el manual de CENEPRED
- elaboración de un cuestionario para levantamiento de información socioeconómica en campo

b. Fase II: Trabajo de Campo

Luego de recopilar información y su posterior revisión, se procedió a

- Visita a campo para realizar las coordinaciones de permisos
- Reconocimiento de lugar, corroboración de información, levantamiento de información fotogramétrica
- Recolección de información (entrevistas y cuestionario) para el análisis de la vulnerabilidad e identificación de elementos expuestos
- Inspección de infraestructuras, fotografía y documentación visual para evidenciar las condiciones actuales
- Delimitación final del área de estudio

c. Fase III: Trabajo de gabinete

- Análisis y validación final de datos mediante el software (ArcGis) herramienta para análisis espacial de datos en formato Shape
- Modelado y simulación de susceptibilidad, vulnerabilidad y riesgos por movimiento en masa
- Determinación de niveles de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgos por movimiento en masa
- Elaboración de mapas de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgos donde se identifican sus respectivos niveles
- Evaluación de medidas de mitigación y/o reducción
- Elaboración de informe fina.

3.7. Metodología

3.7.1. Caracterización y determinación del nivel de peligro

Se recolectaron datos relevantes sobre la geología, la pendiente, la cobertura vegetal, geomorfología, suelo, la precipitación pluvial, eventos pasados de movimientos en masa, entre otros, que utilizan fuentes como mapas, informes técnicos, imágenes satelitales y datos de teledetección.

Luego de la recopilación de información y su posterior revisión, se procedió a realizar la visita a campo para realizar las coordinaciones de permisos. Reconocimiento de lugar, corroboración de información, levantamiento de información fotogramétrica e identificación de elementos expuestos para la delimitación final del área de estudio.

Figura 8
Delimitación de área de estudio

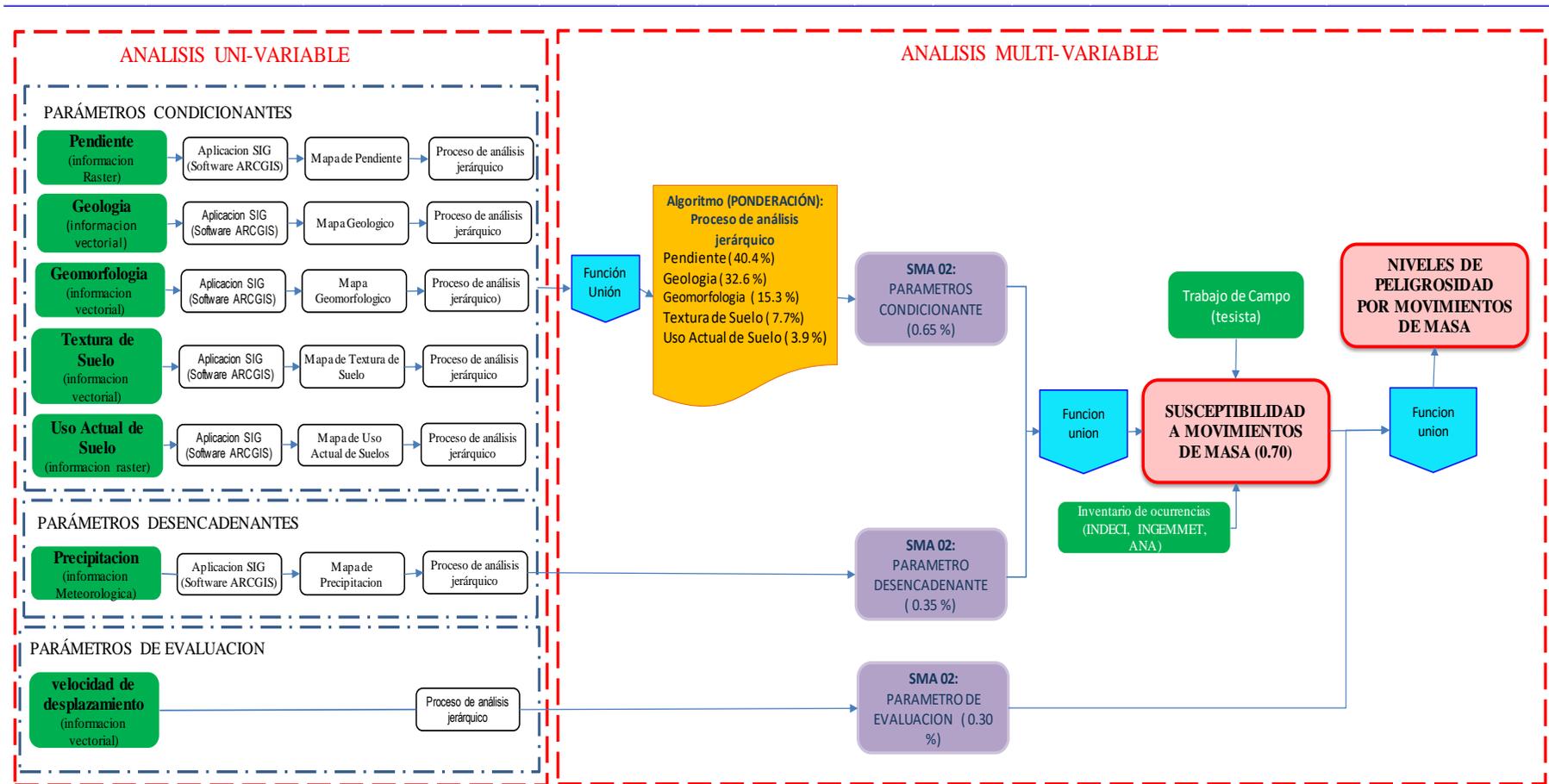


Fuente. Elaboración Propia (a través de Google Earth)

Para caracterizar y determinar el nivel de peligro por movimiento en masa en el centro poblado de Antacocha, se tomó en cuenta el siguiente gráfico:

Gráfico 1

Esquema cartográfico del submodelo de peligros por movimientos de masa



Fuente.

Elaboración

Propio

3.7.1.1. Caracterización de parámetro de evaluación

Se ha identificado y determinado como único parámetro de evaluación la velocidad de desplazamiento debido a que este factor es medible y visible durante el tiempo, para ello se tomando en cuenta el “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales elaborado por el CENEPRED (2014)” se realiza la comparación de pares obteniendo los siguientes valores.

En la etapa de campo, se realizó entrevistas, debido a que se ha identificado movimientos en masa, donde la población informó que el desplazamiento es constante cada año para la cual se ha tomado una escala de velocidades, la cual se ha optado adaptar de CENEPRED

Tabla 14

Matriz de comparación de pares del parámetro velocidad de desplazamiento

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO	Extremadamente rápido (v= 5m/s)	Muy rápido (v= 0.05m/s)	Rápido (v= 0.0033 m/s)	Moderada (v=3.009x10-4 m/s)	Lenta a extremadamente lenta (v=5.144x10-8 m/año a 5.144x10-10 m/año)
Extremadamente rápido (v= 5m/s)	1.00	2.00	5.00	7.00	8.00
Muy rápido (v= 0.05m/s)	0.50	1.00	3.00	4.00	6.00
Rápido (v= 0.0033 m/s)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Moderada (v=3.009x10-4 m/s)	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Lenta a extremadamente lenta (v=5.144x10-8 m/año a 5.144x10-10 m/año)	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.97	3.75	9.53	15.33	23.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.07	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro velocidad de desplazamiento. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 15

Matriz de normalización de pares del parámetro velocidad de desplazamiento

VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO	Extremadamente rápido (v= 5m/s)	Muy rápido (v= 0.05m/s)	Rápido (v= 0.0033 m/s)	Moderada (v=3.009x10-4 m/s)	Lenta a extremadamente lenta (v=5.144x10-8 m/año a 5.144x10-10 m/año)	Vector Priorización
Extremadamente rápido (v= 5m/s)	0.508	0.533	0.524	0.457	0.348	0.474
Muy rápido (v= 0.05m/s)	0.254	0.267	0.315	0.261	0.261	0.271
Rápido (v= 0.0033 m/s)	0.102	0.089	0.105	0.196	0.217	0.142
Moderada (v=3.009x10-4 m/s)	0.073	0.067	0.035	0.065	0.130	0.074
Lenta a extremadamente lenta (v=5.144x10-8 m/año a 5.144x10-10 m/año)	0.064	0.044	0.021	0.022	0.043	0.039

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro velocidad de desplazamiento. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Índice (IC) Y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro velocidad de desplazamiento:

IC:	0.056
RC:	0.050

El resultado obtenido indica que las decisiones tomadas son las adecuadas debido a que el valor para matrices mayores a 4 deben ser menores a 0.10.

Por las características de los movimientos en masa y mediciones, por la población durante los últimos años, se asume que es de tipo lenta a moderada.

3.7.1.2. Caracterización de parámetros de los factores condicionantes

La metodología utilizada es el procedimiento de análisis jerárquico mencionado en el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, 2da versión.

A continuación, se desarrolla la matriz de comparación de pares, la matriz de normalización, índice de consistencia a los pesos ponderados de cada descriptor. Para el proceso de pesos ponderados, se utilizó la tabla desarrollada por Saaty.

Para obtener los pesos ponderados, se ha utilizado el proceso de análisis jerárquico.

Luego, se desarrolla la matriz de comparación de pares y la matriz de normalización para obtener los pesos ponderados y su índice de consistencia. Este proceso se repite para todos los descriptores que corresponde a los parámetros de cada uno de los factores condicionantes. Este mismo proceso se hará para el parámetro precipitación y los descriptores del factor desencadenantes.

Tabla 14

Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor condicionante

Parámetro	Pendiente	Geología	Geomorfología	Suelos	Uso Actual de Suelos
Pendiente	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Geología	0.50	1.00	4.00	5.00	7.00
Geomorfología	0.33	0.25	1.00	3.00	5.00
Textura de Suelos	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
Uso Actual de Suelos	0.14	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.18	3.59	8.53	14.33	23.00
1/SUMA	0.46	0.28	0.12	0.07	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Susceptibilidad. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión-

Tabla 17*Matriz de normalización de pares de los parámetros del factor condicionante*

Parámetro	Pendiente	Geomorfología	Geología	Suelos	Uso Actual de Suelos	Vector Priorización
Pendiente	0.460	0.557	0.352	0.349	0.304	0.404
Geología	0.230	0.278	0.469	0.349	0.304	0.326
Geomorfología	0.153	0.070	0.117	0.209	0.217	0.153
Suelos	0.092	0.056	0.039	0.070	0.130	0.077
Uso Actual de Suelos	0.066	0.040	0.023	0.023	0.043	0.039

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Susceptibilidad. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro condicionante.

IC:	0.064
RC:	0.058

Pendiente

La información vectorial de pendientes obtenido a través de levantamiento fotogramétrico (DRONE), donde se ha determinado que las pendientes con mayor inclinación representan mayor probabilidad de sufrir movimientos en masa, así como las zonas planas representan áreas con menos probabilidad de ocasionar movimientos en masa

Tabla 5*Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro pendiente.*

Pendientes	Mayor a 35°	Entre 25° y 35°	Entre 15° a 25°	Entre 5° y 15°	Menor a 5°
Mayor a 35°	1.00	4.00	5.00	7.00	9.00
Entre 25° y 35°	0.25	1.00	4.00	6.00	8.00
Entre 15° a 25°	0.20	0.25	1.00	3.00	5.00
Entre 5° y 15°	0.14	0.17	0.33	1.00	3.00
Menor a 5°	0.11	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.70	5.54	10.53	17.33	26.00
1/SUMA	0.59	0.18	0.09	0.06	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro pendiente. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 6*Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro pendiente.*

Pendiente	Mayor 35°	Entre 25° y 35°	Entre 15° a 25°	Entre 5° y 15°	Menor a 5°	Vector priorización
Mayor 35°	0.587	0.722	0.475	0.404	0.346	0.507
Entre 25° y 35°	0.147	0.180	0.380	0.346	0.308	0.272
Entre 15° a 25°	0.117	0.045	0.095	0.173	0.192	0.125
Entre 5° y 15°	0.084	0.030	0.032	0.058	0.115	0.064
Mayor 35°	0.065	0.023	0.019	0.019	0.038	0.033

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro pendiente. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro pendiente.

IC:	0.096
RC:	0.086

El resultado obtenido nos indica que las decisiones tomadas son las adecuadas debido a que el valor para matrices mayores a 4 deben ser menores a 0.10.

Geomorfología

La información geomorfológica se tomó información referencial del proyecto de la dirección de Geología Ambiental, compilado de los mapas regionales. Geomorfología, tumbes, Piura, Lambayeque, Amazonas, Ucayali, Ancash, Cajamarca, Huánuco, La libertad, San Martín. Dicha información se realizó un recorte y se digitalizo en el área de estudio realizándose el ajuste correspondiente a la escala de trabajo.

Tabla 7

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro geomorfología.

Unid. Geomorfológica	Vertiente con depósito de Deslizamiento	Abanicos deluvio-columiales	Ladera de Montaña empinado	Ladera de Montaña con moderada pendiente	terrazas indiferenciadas
Vertiente con depósito de Deslizamiento	1.00	4.00	7.00	8.00	9.00
Abanicos deluvio-columiales	0.25	1.00	3.00	5.00	7.00
Ladera de Montaña empinado	0.14	0.33	1.00	3.00	5.00
Ladera de Montaña con moderada pendiente	0.13	0.20	0.33	1.00	3.00
terrazas indiferenciadas	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.63	5.68	11.53	17.33	25.00
1/SUMA	0.61	0.18	0.09	0.06	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro geomorfología. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 8

Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología

Unid. Geomorfológica	Vertiente con depósito de Deslizamiento	Abanicos deluvio-columiales	Ladera de Montaña empinado	Ladera de Montaña con moderada pendiente	terrazas indiferenciadas	Vector Priorización

Vertiente con depósito de Deslizamiento	0.614	0.705	0.607	0.462	0.360	0.549
Abanicos deluvio-coluviales	0.153	0.176	0.260	0.288	0.280	0.232
Ladera de Montaña empinado	0.088	0.059	0.087	0.173	0.200	0.121
Ladera de Montaña con moderada pendiente	0.077	0.035	0.029	0.058	0.120	0.064
terrazas indiferenciadas	0.068	0.025	0.017	0.019	0.040	0.034

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro geomorfología. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro geomorfología

IC:	0.029
RC:	0.026

El resultado obtenido nos indica que las decisiones tomadas son las adecuadas debido a que el valor para matrices mayores a 4 deben ser menores a 0.10.

Geología

La información geológica en formato vectorial se utilizaron la información del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – 48 INGEMMET, información descargada del portal web a una escala de 1: 50 000 en coordenadas UTM-WGS84, los cuadrantes 26 – n III Y 26 – n IV.

Tabla 9

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro geología.

Geología	depósitos Morrénicos	Fm. Chulec - Pariatambo	Fm. Casapalca	Formación Huambo Miembro Superior	Formación Huambo Miembro Inferior
depósitos Morrénicos	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Fm. Chulec - Pariatambo	0.33	1.00	4.00	6.00	7.00
Fm. Casapalca	0.20	0.25	1.00	3.00	5.00
Formación Huambo Miembro Superior	0.14	0.17	0.33	1.00	4.00
Formación Huambo Miembro Inferior	0.11	0.14	0.20	0.25	1.00
SUMA	1.79	4.56	10.53	17.25	26.00
1/SUMA	0.48	0.27	0.11	0.08	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro geología. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 10*Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro geología*

Geología	depósitos Morrénicos	Fm. Chulec - Pariatambo	Fm. Casapalca	Formación Huambo Miembro Superior	Formación Huambo Miembro Inferior	Vector Priorización
depósitos Morrénicos	0.560	0.658	0.475	0.406	0.346	0.489
Fm. Chulec - Pariatambo	0.187	0.219	0.380	0.348	0.269	0.281
Fm. Casapalca	0.112	0.055	0.095	0.174	0.192	0.126
Formación Huambo Miembro Superior	0.080	0.037	0.032	0.058	0.154	0.072
Formación Huambo Miembro Inferior	0.062	0.031	0.019	0.014	0.038	0.033

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro geología. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro geología:

IC:	0.098
RC:	0.088

El resultado obtenido indica que las decisiones tomadas son las adecuadas debido a que el valor para matrices mayores a 4 deben ser menores a 0.10.

Textura de Suelo

La obtención de la presente información vectorial ha sido de la zonificación económica y ecológica de la región Huancavelica, tomando en cuenta matriz del MANUAL Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales. 2da Versión.

Tabla 11*Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro textura de suelo*

SUELO	Franco arenoso	Franco	Franco Arcilloso	Franco Arcillo limoso	Arcillo limosa Arcillosa
Franco arenoso	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Franco	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Franco Arcilloso	0.20	0.33	1.00	2.00	7.00
Franco Arcillo limoso	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Arcillo limosa Arcillosa	0.11	0.14	0.14	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.64	15.33	27.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro suelos. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 12

Matriz de normalización de pares del parámetro de textura de suelos

SUELO	Franco arenoso	Franco	Franco Arcilloso	Franco Arcillo limoso	Arcillo limosa Arcillosa	Vector Priorización
Franco arenoso	0.560	0.642	0.519	0.457	0.333	0.502
Franco	0.187	0.214	0.311	0.326	0.259	0.259
Franco Arcilloso	0.112	0.071	0.104	0.130	0.259	0.135
Franco Arcillo limoso	0.080	0.043	0.052	0.065	0.111	0.070
Arcillo limosa Arcillosa	0.062	0.031	0.015	0.022	0.037	0.033

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro suelos. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro suelos:

IC:	0.065
RC:	0.058

El resultado obtenido nos indica que las decisiones tomadas son las adecuadas debido a que el valor para matrices mayores a 4 deben ser menores a 0.10.

Uso Actual de Suelo

Se realizó a través de la clasificación de imágenes satelitales, de manera supervisada, que consistió en asignar a dichas zonas la categoría de uso que le corresponda, en base a observación y toma de puntos geográficos en campo.

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro uso actual de suelos

FRECUENCIA	tejido urbano discontinuo	Mosaico de pastos y cultivos	mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	plantación forestal	Herbazal abierto
tejido urbano discontinuo	1.00	4.00	6.00	7.00	9.00
Mosaico de pastos y cultivos	0.25	1.00	3.00	4.00	6.00
mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	0.17	0.33	1.00	3.00	5.00
plantación forestal	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Herbazal abierto	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.67	5.75	10.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.60	0.17	0.09	0.07	0.04

Nota. Elaborado por tesista

Matriz de normalización de pares del parámetro uso actual de suelos.

FRECUENCIA	tejido urbano discontinuo	Mosaico de pastos y cultivos	mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	plantación forestal	Herbaza l abierto	Vector Priorización
tejido urbano discontinuo	0.599	0.696	0.570	0.457	0.375	0.539
Mosaico de pastos y cultivos	0.150	0.174	0.285	0.261	0.250	0.224
mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	0.100	0.058	0.095	0.196	0.208	0.131
plantación forestal	0.086	0.043	0.032	0.065	0.125	0.070
Herbazal abierto	0.067	0.029	0.019	0.022	0.042	0.036

Nota. Elaborado por tesista

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro suelos:

IC	0.079
RC	0.071

3.7.1.3. Caracterización de parámetro del Factor Desencadenante

Para obtener los pesos ponderados de cada parámetro, se ha utilizado el proceso de análisis jerárquico, en la cual se consideró los datos de umbrales y precipitaciones absolutas del SENAMHI.

Tabla 13

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro precipitación

Precipitación mm/día	Extremadamente lluvioso	Muy lluvioso	Lluvioso	Moderadamente lluvioso	Ligeramente lluvioso
Extremadamente lluvioso	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Muy lluvioso	0.50	1.00	3.00	4.00	7.00
Lluvioso	0.33	0.33	1.00	2.00	5.00
Moderadamente lluvioso	0.20	0.25	0.50	1.00	3.00
Ligeramente lluvioso	0.14	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.18	3.73	7.70	12.33	23.00
1/SUMA	0.46	0.27	0.13	0.08	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro precipitación. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 14

Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro precipitación

Precipitaciones (P99)	Extremadamente lluvioso	Muy lluvioso	Lluvioso	Moderadamente lluvioso	Ligeramente lluvioso	Vector Priorización
Extremadamente lluvioso	0.460	0.537	0.390	0.405	0.304	0.419
Muy lluvioso	0.230	0.268	0.390	0.324	0.304	0.303

Lluvioso	0.153	0.089	0.130	0.162	0.217	0.150
Moderadamente lluvioso	0.092	0.067	0.065	0.081	0.130	0.087
Ligeramente lluvioso	0.066	0.038	0.026	0.027	0.043	0.040

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro precipitación. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro precipitación:

IC:	0.035
RC:	0.032

El resultado obtenido nos indica que las decisiones tomadas son las adecuadas debido a que el valor para matrices mayores a 4 deben ser menores a 0.10.

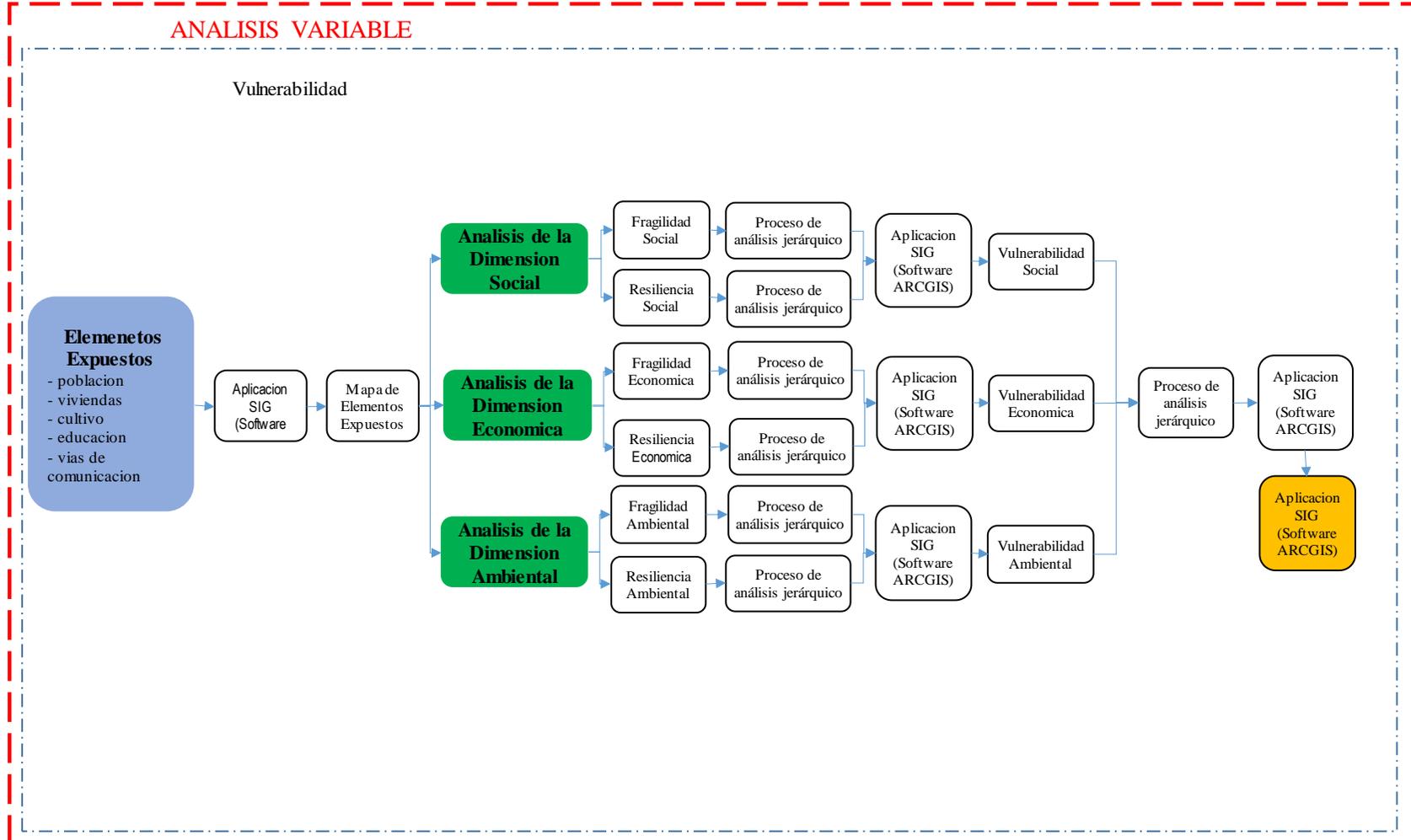
3.7.2. Análisis de la vulnerabilidad

Para el análisis de la vulnerabilidad se identificaron los factores de fragilidad y resiliencia de acuerdo con la cuantificación de elementos expuestos al peligro por movimiento en masa.

Para el análisis de la vulnerabilidad, se consideró la dimensión social económica y ambiental habiendo además utilizado información cartográfica digitalizada a nivel de lotes, la base de datos de información levantados en campo elaboradas y procesadas por el componente digital construido, así como datos primarios obtenidos del trabajo de campo realizado en el área de evaluación, la metodología se basa en el siguiente gráfico.

Gráfico 2

Esquema cartográfico del submodelo de análisis de la vulnerabilidad



Fuente. Elaboración Propia

3.7.2.1. Análisis de la Vulnerabilidad en la dimensión social

Para realizar el análisis de la vulnerabilidad en la dimensión social, se ha considerado a la población del sector 3 del centro poblado de Antacocha, que toma en cuenta su exposición en su totalidad, para la cual se ha tomado los siguientes parámetros:

Tabla 15
Dimensión Social

Fragilidad Social		Resiliencia social		
Discapacidad	Grupo Etario	Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres	Conocimiento local sobre la ocurrencia de desastres	Capacitación en gestión del riesgo de desastre

Nota. Factores de la dimensión social

fragilidad social

a. Parámetro: Discapacidad

Tabla 16
Matriz de comparación de pares análisis del parámetro Discapacidad

DISCAPACIDAD	Para usar brazos y piernas	Visual	Mental o intelectual	Otras discapacidades	No tiene
Para usar brazos y piernas	1.00	3.00	6.00	7.00	9.00
Visual	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Mental o intelectual	0.17	0.33	1.00	3.00	5.00
Otras discapacidades	0.14	0.20	0.33	1.00	5.00
No tiene	0.11	0.14	0.20	0.20	1.00
SUMA	1.75	4.68	10.53	16.20	27.00
1/SUMA	0.57	0.21	0.09	0.06	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Discapacidad. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 17
Matriz de normalización de pares del parámetro Discapacidad

DISCAPACIDAD	Para usar brazos y piernas	Visual	Mental o intelectual	Otras discapacidades	No tiene	Vector Priorización
Para usar brazos y piernas	0.57	0.64	0.57	0.43	0.33	0.509
Visual	0.19	0.21	0.28	0.31	0.26	0.251
Mental o intelectual	0.10	0.07	0.09	0.19	0.19	0.126
Otras discapacidades	0.08	0.04	0.03	0.06	0.19	0.081
No tiene	0.06	0.03	0.02	0.01	0.04	0.032

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Discapacidad. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Discapacidad:

IC:	0.103
RC:	0.092

b. Parámetro: Grupo Etario

Tabla 18

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Grupo Etario

GRUPO ETARIO	De 0 a 5 años y mayores de 65 años	De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	De 30 a 44 años	De 18 a 29 años
De 0 a 5 años y mayores de 65 años	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
De 30 a 44 años	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
De 18 a 29 años	0.11	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.03	3.92	7.75	13.50	22.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Grupo Etario. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 19

Matriz de normalización de pares del parámetro Grupo Etario

GRUPO ETARIO	De 0 a 5 años y mayores de 65 años	De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	De 30 a 44 años	De 18 a 29 años	Vector Priorización
De 0 a 5 años y mayores de 65 años	0.49	0.51	0.52	0.44	0.41	0.475
De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	0.25	0.26	0.26	0.30	0.27	0.266
De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	0.12	0.13	0.13	0.15	0.18	0.142
De 30 a 44 años	0.08	0.06	0.06	0.07	0.09	0.075
De 18 a 29 años	0.05	0.04	0.03	0.04	0.05	0.042

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Grupo Etario. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Grupo Etario

IC:	0.008
RC:	0.007

PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESILIENCIA SOCIAL

Para poder obtener el grado de importancia de los parámetros del factor resiliencia de la dimensión social, se ha utilizado el proceso de análisis jerárquico, los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

Matriz de 3x3 resiliencia social

Tabla 20

Matriz de comparación de pares para análisis de la Dimensión (Resiliencia Social)

PARÁMETROS DEL FACTOR RESILIENCIA ((DIMENSIÓN SOCIAL))	Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres	conocimiento local sobre ocurrencia de desastres	capacitación en gestión de riesgos de desastres
Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres	1.00	2.00	5.00
conocimiento local sobre ocurrencia de desastres	0.50	1.00	3.00
capacitación en gestión de riesgos de desastres	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.70	3.33	9.00
1/SUMA	0.59	0.30	0.11

Nota: Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Resiliencia Social. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 21

Matriz de normalización de pares de la Dimensión (Resiliencia Social)

PARÁMETROS DEL FACTOR RESILIENCIA ((DIMENSIÓN SOCIAL))	Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres	conocimiento local sobre ocurrencia de desastres	capacitación en gestión de riesgos de desastres	Vector Priorización
Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres	0.588	0.600	0.556	0.581
conocimiento local sobre ocurrencia de desastres	0.294	0.300	0.333	0.309
capacitación en gestión de riesgos de desastres	0.118	0.100	0.111	0.110

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Resiliencia Social. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para la matriz 3X3 de la Dimensión Resiliencia Social:

IC:	0.026
RC:	0.049

a. Parámetro: Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres

Tabla 22

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres

Actitud de la población frente a la ocurrencia	Actitud fatalista, conformista	Actitud escasamente previsor	Actitud parcialmente previsor	Actitud parcialmente previsor	Actitud previsor de toda la
--	--------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-----------------------------

de desastres	y con desidia		de medidas para prevenir riesgo		población
Actitud fatalista, conformista y con desidia	1.00	4.00	5.00	6.00	7.00
Actitud escasamente previsoras	0.25	1.00	3.00	5.00	8.00
Actitud parcialmente previsoras asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Actitud parcialmente previsoras	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Actitud previsoras de toda la población	0.14	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.76	5.66	9.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.57	0.18	0.10	0.07	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 23

Matriz de normalización de pares del parámetro Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres

Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres	Actitud fatalista, conformista y con desidia	Actitud escasamente previsoras	Actitud parcialmente previsoras asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo	Actitud parcialmente previsoras	Actitud previsoras de toda la población	Vector Priorización
Actitud fatalista, conformista y con desidia	0.57	0.71	0.52	0.39	0.29	0.497
Actitud escasamente previsoras	0.14	0.18	0.31	0.33	0.33	0.259
Actitud parcialmente previsoras asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo	0.11	0.06	0.10	0.20	0.21	0.136
Actitud parcialmente previsoras	0.09	0.04	0.03	0.07	0.13	0.071
Actitud previsoras de toda la población	0.08	0.02	0.02	0.02	0.04	0.038

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres:

IC:	0.098
RC:	0.088

b. Parámetro: conocimiento local sobre ocurrencia de desastres

Tabla 24

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro conocimiento local sobre ocurrencia de desastres

CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA DE DESASTRES	Existe desconocimiento total	Existe un escaso conocimiento	Existe regular conocimiento	La mayoría tiene conocimiento	Todos tienen conocimiento
Existe desconocimiento total	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Existe un escaso conocimiento	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Existe regular conocimiento	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
La mayoría tiene conocimiento	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Todos tienen conocimiento	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Nota: Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro conocimiento local sobre ocurrencia de desastres. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 25

Matriz de normalización de pares del parámetro conocimiento local sobre ocurrencia de desastres

CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA DE DESASTRES	Existe desconocimiento total	Existe un escaso conocimiento	Existe regular conocimiento	La mayoría tiene conocimiento	Todos tienen conocimiento	Vector Priorización
Existe desconocimiento total	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
Existe un escaso conocimiento	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
Existe regular conocimiento	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
La mayoría tiene conocimiento	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
Todos tienen conocimiento	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro conocimiento local sobre ocurrencia de desastres. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro conocimiento local sobre ocurrencia de desastres:

IC:	0.061
RC:	0.054

c. Parámetro: capacitación en gestión de riesgos de desastres

Tabla 26

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro capacitación en gestión de riesgos de desastres

CAPACITACION EN GESTION DE RIESGOS DE DESASTRES	Desconoce	Básica	Intermedia	Avanzada	Capacitación continua
Desconoce	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Básica	0.33	1.00	3.00	6.00	7.00
Intermedia	0.25	0.33	1.00	2.00	5.00
Avanzada	0.20	0.17	0.50	1.00	3.00
Capacitación continua	0.17	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	4.64	8.70	14.33	22.00
1/SUMA	0.51	0.22	0.11	0.07	0.05

Nota: Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Capacitación en gestión de riesgos de desastres. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

Tabla 27

Matriz de normalización de pares del parámetro capacitación en gestión de riesgos de desastres

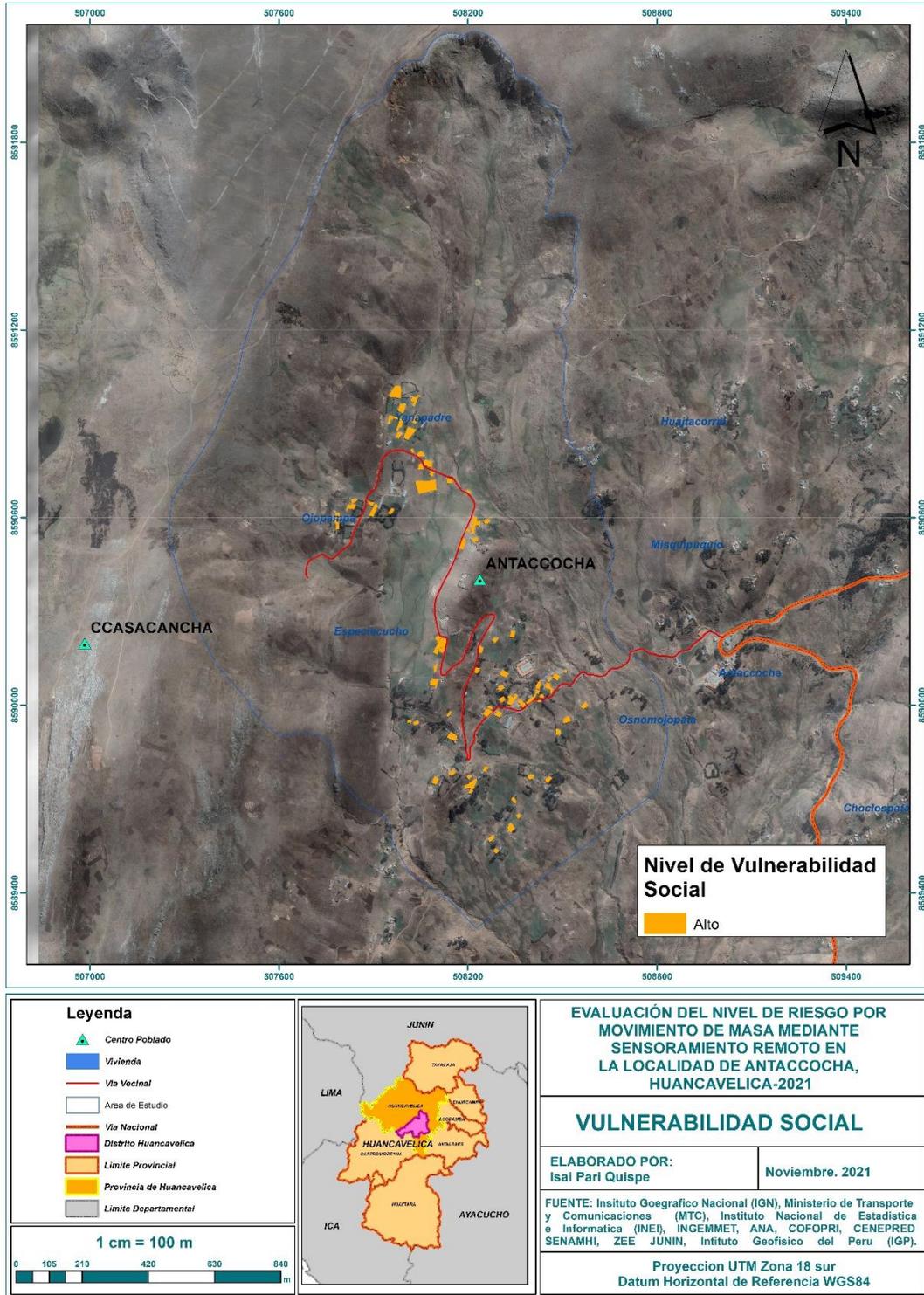
CAPACITACION EN GESTION DE RIESGOS DE DESASTRES	Desconoce	Básica	Intermedia	Avanzada	Capacitación continua	Vector priorización
Desconoce	0.51	0.65	0.46	0.35	0.27	0.448
Básica	0.17	0.22	0.34	0.42	0.32	0.294
Intermedia	0.13	0.07	0.11	0.14	0.23	0.136
Avanzada	0.10	0.04	0.06	0.07	0.14	0.080
Capacitación continua	0.09	0.03	0.02	0.02	0.05	0.042

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Capacitación en gestión de riesgos de desastres. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro capacitación en gestión de riesgos de desastres:

IC:	0.082
RC:	0.074

Figura 9
Vulnerabilidad social sector 3 del centro poblado de Antacocha



Fuente. Elaboración Propia

Análisis de la Vulnerabilidad económica

Para poder realizar el análisis de la vulnerabilidad, en su dimensión económica, se ha considerado y evaluado los siguientes parámetros:

Tabla 28
Parámetros de Dimensión Económica

Fragilidad económica			Resiliencia económica		
tipo de material usado para construcción de viviendas	estado de conservación	antigüedad de la construcción	Ingreso económico	Régimen de Tenencia	Tipo de Vivienda

Nota. Parámetros respecto la dimensión Económica. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

Ponderación de los parámetros de fragilidad económica

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico, los resultados obtenidos son los siguiente:

Tabla 29
Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Fragilidad Económica

PARÁMETROS DEL FACTOR FRAGILIDAD ECONOMICA (DIMENSIÓN ECONOMICA)	tipo de material usado para construcción de viviendas	estado de conservación	antigüedad de la construcción
tipo de material usado para construcción de viviendas	1.00	2.00	5.00
estado de conservación	0.50	1.00	3.00
antigüedad de la construcción	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.70	3.33	9.00
1/SUMA	0.59	0.30	0.11

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Fragilidad Económica. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 30
Matriz de normalización de pares del parámetro Fragilidad Económica

PARÁMETROS DEL FACTOR FRAGILIDAD ECONOMICA (DIMENSIÓN ECONOMICA)	tipo de material usado para construcción de viviendas	estado de conservación	antigüedad de la construcción	Vector Priorización
tipo de material usado para construcción de viviendas	0.588	0.600	0.556	0.581
estado de conservación	0.294	0.300	0.333	0.309
antigüedad de la construcción	0.118	0.100	0.111	0.110

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Fragilidad Económica. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Fragilidad Económica:

IC:	0.026
RC:	0.049

a. Parámetro: Tipo de material usado para construcción de viviendas

Tabla 31

Matriz de comparación de pares análisis del parámetro tipo de material usado para construcción de viviendas

TIPO DE MATERIAL USADO PARA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS	Estera	Madera	Quincha (caña con barro)	Adobe	Ladrillo
Estera	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Madera	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Quincha (caña con barro)	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Adobe	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ladrillo	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.84	4.68	8.53	16.33	25.00

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Tipo de material usado para construcción de viviendas. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

Tabla 32

Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de material usado para construcción de viviendas

TIPO DE MATERIAL USADO PARA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS	Estera	Madera	Quincha (caña con barro)	Adobe	Ladrillo	Vector Priorización
Estera	0.54	0.64	0.47	0.43	0.36	0.489
Madera	0.18	0.21	0.35	0.31	0.28	0.267
Quincha (caña con barro)	0.14	0.07	0.12	0.18	0.20	0.142
Adobe	0.08	0.04	0.04	0.06	0.12	0.068
Ladrillo	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Tipo de material usado para construcción de viviendas. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro tipo de material usado para construcción de viviendas:

IC:	0.056
RC:	0.050

b. Parámetro: estado de conservación

Tabla 33

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACION	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
Muy Malo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Malo	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Bueno	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy Bueno	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro estado de conservación. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 34

Matriz de normalización de pares del parámetro estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACION	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	Vector Priorización
Muy Malo	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
Malo	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
Regular	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
Bueno	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
Muy Bueno	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro estado de conservación. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro estado de conservación:

IC:	0.056
RC:	0.050

c. Parámetro: antigüedad de la construcción

Tabla 35

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Antigüedad de la construcción

ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCION	De 40 a más años	De 30 a 40 años	De 20 a 30 años	De 10 a 20 años	De 0 a 10 años
De 40 a más años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 30 a 40 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 20 a 30 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 10 a 20 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
De 0 a 10 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Antigüedad de la construcción. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

Tabla 36

Matriz de normalización de pares del parámetro antigüedad de la construcción

ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCION	De 40 a más años	De 30 a 40 años	De 20 a 30 años	De 10 a 20 años	De 0 a 10 años	Vector Priorización
De 40 a más años	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
De 30 a 40 años	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
De 20 a 30 años	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
De 10 a 20 años	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
De 0 a 10 años	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Antigüedad de la construcción. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro antigüedad de la construcción:

IC:	0.061
RC:	0.054

Ponderación de los Parámetros de resiliencia económica

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de resiliencia económica en la Dimensión económica, se ha considerado 3 factores de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 37

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Resiliencia Económica

PARÁMETROS DEL FACTOR RESILIENCIA ECONÓMICA (DIMENSIÓN SOCIAL)	Ingreso económico	Régimen de tenencia	Tipo de vivienda
Ingreso económico	1.00	2.00	6.00
Régimen de tenencia	0.50	1.00	3.00
Tipo de vivienda	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.67	3.33	10.00
1/SUMA	0.60	0.30	0.10

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Resiliencia Económica. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 38

Matriz de normalización de pares del parámetro Resiliencia Económica

PARÁMETROS DEL FACTOR RESILIENCIA ((DIMENSIÓN SOCIAL))	Ingreso económico	Régimen de tenencia	Tipo de vivienda	Vector Priorización
Ingreso económico	0.600	0.600	0.600	0.600
Régimen de tenencia	0.300	0.300	0.300	0.300
Tipo de vivienda	0.100	0.100	0.100	0.100

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Resiliencia Económica. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Fragilidad Económica:

IC:	0.000
RC:	0.000

a. Parámetro: Ingreso económico

Tabla 39

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Ingreso económico

INGRESO ECONOMICO	Menor 930	Entre 931 a 1500	Entre 1501 a 2000	Entre 2001 a 5000	Mayor 5000
Menor 930	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00

Entre 931 a 1500	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre 1501 a 2000	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre 2001 a 5000	0.14	0.20	0.33	1.00	4.00
Mayor 5000	0.11	0.14	0.20	0.25	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.25	26.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Ingreso económico. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

Tabla 40

Matriz de normalización de pares del parámetro Ingreso económico

INGRESO ECONOMICO	Menor 930	Entre 931 a 1500	Entre 1501 a 2000	Entre 2001 a 5000	Mayor 5000	Vector Priorización
Menor 930	0.56	0.64	0.52	0.43	0.35	0.500
Entre 931 a 1500	0.19	0.21	0.31	0.31	0.27	0.258
Entre 1501 a 2000	0.11	0.07	0.10	0.18	0.19	0.133
Entre 2001 a 5000	0.08	0.04	0.03	0.06	0.15	0.075
Mayor 5000	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.034

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Ingreso económico. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Ingreso económico:

IC:	0.078
RC:	0.070

b. Parámetro: Régimen de tenencia

Tabla 41

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Régimen de tenencia

REGIMEN DE TENENCIA	Alquilada	Cedida por el centro de trabajo y/u otro hogar o institución	Propia, pagándola a plazos	Propia, por invasión	Propia, totalmente pagada y otros
Alquilada	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Cedida por el centro de trabajo y/u otro hogar o institución	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Propia, pagándola a plazos	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Propia, por invasión	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Propia, totalmente pagada y otros	0.11	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.03	3.92	7.75	13.50	22.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Régimen de tenencia. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

Tabla 42

Matriz de normalización de pares del parámetro Régimen de tenencia

REGIMEN	Alquilada	Cedida por el centro	Propia,	Propia,	Propia,	Vector
---------	-----------	----------------------	---------	---------	---------	--------

DE TENENCIA		de trabajo y/u otro hogar o institución	pagándola a plazos	por invasión	totalmente pagada y otros	Priorización
Alquilada	0.49	0.51	0.52	0.44	0.41	0.475
Cedida por el centro de trabajo y/u otro hogar o institución	0.25	0.26	0.26	0.30	0.27	0.266
Propia, pagándola a plazos	0.12	0.13	0.13	0.15	0.18	0.142
Propia, por invasión	0.08	0.06	0.06	0.07	0.09	0.075
Propia, totalmente pagada y otros	0.05	0.04	0.03	0.04	0.05	0.042

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Régimen de tenencia. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Régimen de tenencia:

IC:	0.008
RC:	0.007

c. Parámetro: Tipo de vivienda

Tabla 43

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Tipo de vivienda

TIPO DE VIVIENDA	No destinado para habitación, otro tipo	choza o vivienda improvisada	vivienda en quinta o casa vecindad	departamento en edificio	casa independiente
No destinado para habitación, otro tipo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
choza o vivienda improvisada	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
vivienda en quinta o casa vecindad	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
departamento en edificio	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
casa independiente	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Tipo de vivienda. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión.

Tabla 44

Matriz de normalización de pares del parámetro Tipo de Vivienda

TIPO DE VIVIENDA	No destinado para habitación,	choza o vivienda improvisada	vivienda en quinta o casa vecindad	departamento en edificio	casa independiente	Vector Priorización
------------------	-------------------------------	------------------------------	------------------------------------	--------------------------	--------------------	---------------------

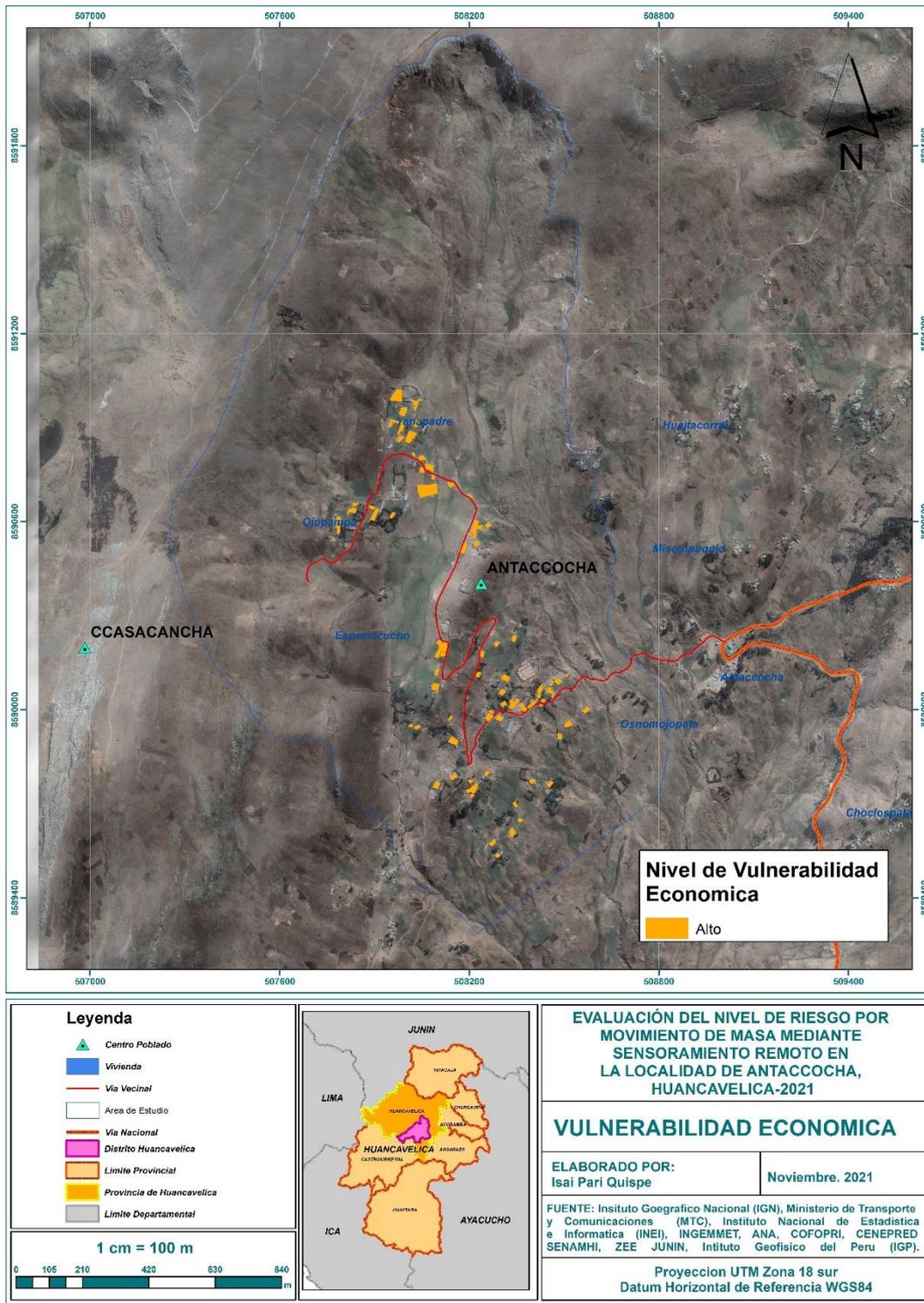
	otro tipo					
No destinado para habitación, otro tipo	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503
choza o vivienda improvisada	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260
vivienda en quinta o casa vecindad	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134
departamento en edificio	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068
casa independiente	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Tipo de vivienda. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Tipo de Vivienda:

IC:	0.061
RC:	0.054

Figura 10
Vulnerabilidad económica sector 3 del centro poblado de Antacocha



Fuente. Elaboración Propia

Análisis de la Vulnerabilidad ambiental

Para realizar el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión ambiental, se ha considerado un solo parámetro tanto para análisis de la fragilidad y resiliencia ambiental de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 45
Factores Dimensión Social

Fragilidad Ambiental	Resiliencia Ambiental
Perdida de Agua	Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental

Nota. Factores de la dimensión social

Ponderación de los parámetros de fragilidad ambiental

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión Ambiental, se utilizó el proceso de análisis jerárquico, los resultados obtenidos son los siguiente:

a. Parámetro: Destino de residuos solidos

Tabla 46
Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Destino de residuos solidos

Perdida de Agua	Demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales	Uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	Pérdidas por evaporación, fugas y otros.	Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío en tierra.	Prácticas de uso del cauce y márgenes del río con problemas de conservación y mantenimiento.
Demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Pérdidas por evaporación, fugas y otros.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío en tierra.	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Prácticas de uso del cauce y márgenes del río con problemas de conservación y mantenimiento.	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00

1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04
---------------	------	------	------	------	------

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Destino de residuos sólidos. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 47

Matriz de normalización de pares del parámetro Destino de residuos sólidos

Destino de residuos sólidos	Demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales	Uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	Pérdidas por evaporación, fugas y otros.	Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío en tierra.	Prácticas de uso del cauce y márgenes del río con problemas de conservación y mantenimiento.	Vector Priorización
Demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales	0.56	0.64	0.52	0.42	0.38	0.505
Uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	0.19	0.21	0.31	0.30	0.29	0.262
Pérdidas por evaporación, fugas y otros.	0.11	0.07	0.10	0.18	0.21	0.136
Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío en tierra.	0.08	0.04	0.03	0.06	0.08	0.060
Prácticas de uso del cauce y márgenes del río con problemas de conservación y mantenimiento.	0.06	0.03	0.02	0.03	0.04	0.037

Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Destino de residuos sólidos. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Destino de residuos sólidos:

IC:	0.061
RC:	0.054

Ponderación de los parámetros de resiliencia ambiental

Para el análisis y poder obtener los pesos ponderados de los parámetros del factor Resiliencia de la Dimensión Ambiental, se ha utilizado el proceso de análisis jerárquico, los resultados que se obtuvieron se muestran son los siguientes:

a. Parámetro: Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental

Tabla 48

Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental

Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental	Desconoce	Básico	Intermedio	Avanzado y aplica	Continuo
Desconoce	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Básico	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Intermedio	0.25	0.33	1.00	2.00	4.00
Avanzado y aplica	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Continuo	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.75	15.50	23.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.11	0.06	0.04

Nota. Matriz de comparación de pares para análisis del parámetro Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

Tabla 49

Matriz de normalización de pares del parámetro Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental

Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental	Desconoce	Básico	Intermedio	Avanzado y aplica	Continuo	Vector Priorización
Desconoce	0.50	0.54	0.46	0.45	0.39	0.469
Básico	0.25	0.27	0.34	0.32	0.30	0.298
Intermedio	0.12	0.09	0.11	0.13	0.17	0.127
Avanzado y aplica	0.07	0.05	0.06	0.06	0.09	0.067
Continuo	0.06	0.04	0.03	0.03	0.04	0.040

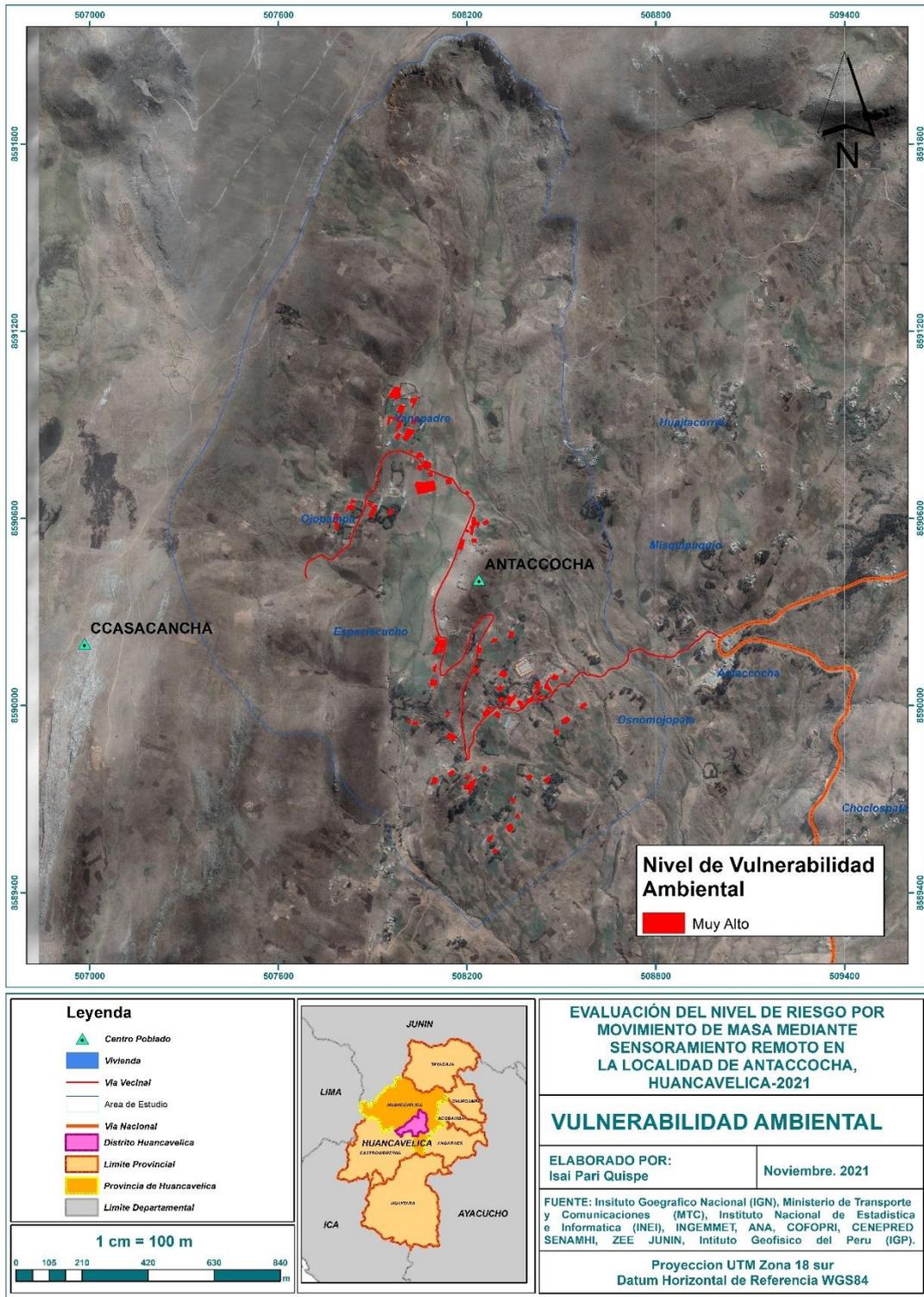
Nota. Matriz de normalización de pares para análisis del parámetro Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental. Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, 02 Versión

El Índice de consistencia (IC) Y Relación de Consistencia (RC) fueron obtenidos del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Conocimiento, capacitación y cumplimiento en conservación ambiental:

IC:	0.015
RC:	0.013

Figura 11

Vulnerabilidad ambiental sector 3 del centro poblado de Antacocha



Fuente. Elaboración Propia

3.7.3. Evaluación de riesgo

Para la identificación de los riesgos, se tomó en cuenta los espacios geográficos que presenta altos niveles de peligro y vulnerabilidad, mayor ocurrencia de peligros múltiples y mayores afectaciones. Como resultado de esta evaluación, se obtuvo el mapa temático de riesgos del área urbana del distrito.

Las calificaciones de los niveles de riesgos utilizados fueron las siguientes:

- Riesgo muy alto
- Riesgo alto
- Riesgo medio
- Riesgo bajo

3.7.4. Valoración económica de probables pérdidas y daños de los elementos expuestos

El primer paso fue identificar y cuantificar las infraestructuras que se encuentra dentro del área de estudio. Luego, se estimó los efectos probables ante la a ocurrencia del desastre, en el área de estudio, a consecuencia de peligro por movimiento en masa planteada como escenario para el presente estudio

Se tomó en cuenta la guía para la evaluación de los efectos probables frente al impacto del peligro originado por fenómenos naturales del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED)

en total se ha identificado:

Tabla 50
Elementos expuestos

Efectos probables	Cantidad	Medida
Daños probables		
Vivienda	71	Und
Vivienda 2	6	Und
Institución educativa	2	Und
Cementerio	1	Und
Vía vecinal	3.12	km
Cultivo	155	Ha
Perdidas probables		
Costos de adquisición de carpas	10	Und
Gastos de Atención de Emergencia	1	Global
Total		

Nota. Elaboración propia

3.7.5. Propuesta de medidas para reducir nivel de riesgos por movimiento en masa

Para la propuesta de medidas de carácter no estructural, se ha evaluado el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente, a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación. Estas medidas serán activas.

Para la propuesta de medidas de carácter estructural, representan una intervención física mediante el desarrollo o refuerzo de obras de ingeniería para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas para lograr de esa manera la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas, y, de esa manera, proteger a la población y sus bienes.

CAPÍTULO IV

La evaluación del nivel de riesgo por movimiento en masa en el centro poblado de Antacocha se ha elaborado tomando en cuenta la metodología del CENEPRED, que ha sido una guía importante para poder realizar la presente investigación

Se presenta los resultados de manera cuantitativa de cada uno de los objetivos específicos, la cual nos permitió determinar el nivel de riesgo por deslizamiento en el centro poblado de Antacocha, Provincia de Huancavelica, Departamento de Huanxavelica-2021.

4.1. Presentación de resultados por objetivos específicos

4.1.1. Determinación del nivel de peligrosidad

Para determinar los niveles de peligro, se ha tomado en cuenta la velocidad de desplazamiento como parámetros de evaluación del fenómeno, debido a reporte de pobladores.

En los factores condicionantes, se ha considerado la geología, geomorfología, pendientes, texturas de suelos y uso actual de suelos, como factor desencadenante se ha considerado la precipitación.

Cada parámetro considera 5 descriptores, las cuales tienen sus propios pesos detallados en tablas anteriores.

A continuación, se muestra el resultado del nivel de peligro por movimiento en masa.

a. Cálculo del valor de parámetro de evaluación

Tabla 51: Parámetros y descriptores de movimiento en masa

Velocidad de Desplazamiento		
Parámetro	Descriptor	Valor
1.000	0.074	0.074

Fuente: adaptado de CENEPRED

En la tabla 48, el parámetro de evaluación se tomó el valor de 0.074, que tiene como velocidad de desplazamiento moderado con ($v=5.144 \times 10^{-8}$ m/año a 5.144×10^{-10} m/año) en el área de estudio

b. Cálculo de factores condicionantes y desencadenantes ante movimiento en masa

Se determinó los parámetros de susceptibilidad y sus respectivos descriptores. Y se calculó el valor del peso para la evaluación del fenómeno.

Tabla 52

Calculo del valor de factor condicionantes

FACTORES CONDICIONANTES										
Pendiente		Geología		Geomorfología		Textura de Suelo		Actual de Suelos		Valor
Parámetro	descriptor	Parámetro	descriptor	Parámetro	descriptor	Parámetro	descriptor	Parámetro	descriptor	
0.404	0.507	0.326	0.489	0.153	0.549	0.077	0.502	0.039	0.539	0.508
0.404	0.272	0.326	0.281	0.153	0.232	0.077	0.259	0.039	0.224	0.266
0.404	0.125	0.326	0.126	0.153	0.121	0.077	0.135	0.039	0.131	0.125
0.404	0.064	0.326	0.072	0.153	0.064	0.077	0.070	0.039	0.070	0.067
0.404	0.033	0.326	0.033	0.153	0.034	0.077	0.033	0.039	0.036	0.033

Fuente. adaptado de CENEPRED

En la tabla 49, se obtuvieron valores desde 0.033 a 0.508 para los factores condicionantes, que toma en cuenta que los valores altos representan zonas con mayores condiciones para originarse el peligro por movimiento en masa, así como los valores bajos representan áreas con menores condiciones para la generación de peligro

Tabla 53*Cálculo de factor desencadenante*

Velocidad de Desplazamiento		
Parámetro	Descriptor	Valor
1.000	0.471	0.471

Fuente. adaptado de CENEPRED

En la tabla 50, se obtuvo y tomo el valor más alto de 0.471 para el factor desencadenante, tomando en cuenta que el escenario tiene que ser el más alto

c. Cálculo de susceptibilidad a movimientos en masa

Se realizó el cálculo de la susceptibilidad a movimientos en masa, considerando los factores condicionantes y desencadenantes, obteniendo los siguientes valores

Tabla 54*Cálculo susceptibilidad*

Susceptibilidad		
Factor Condicionantes	Factor Desencadenante	Valor Susceptibilidad

VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.508	0.650	0.471	0.350	0.495
0.266	0.650	0.471	0.350	0.338
0.125	0.650	0.471	0.350	0.246
0.067	0.650	0.471	0.350	0.208
0.033	0.650	0.471	0.350	0.186

Fuente: adaptado de CENEPRED

En la tabla 51, se obtuvieron valores entre 0.186 a 0.495, donde indica que los mayores valores son más susceptibles a movimientos en masa, y los valores menores son menos susceptibles.

d. Cálculo del valor de Peligro

Tabla 55

Cálculo del valor de peligro

Peligro				
Velocidad de desplazamiento		valor de susceptibilidad		Valor Peligro
Valor	peso	valor	peso	
0.465	0.300	0.495	0.700	0.486
0.274	0.300	0.338	0.700	0.319
0.144	0.300	0.246	0.700	0.216
0.077	0.300	0.208	0.700	0.169
0.039	0.300	0.186	0.700	0.142

Fuente. adaptado de CENEPRED

En la tabla 52, se obtuvieron valores entre 0.142 a 0.486, donde indica que los mayores valores presentan peligros con mayor probabilidad de ocurrencia por movimientos en masa, y los menores valores presentan menor probabilidad de ocurrencia de peligro por movimiento en masa.

e. Niveles de peligro

Una vez obtenidos el valor de peligro, presentamos niveles de peligro y sus respectivos rangos

Tabla 56

Niveles de peligro

Rango de peligro			Nivel de peligro
0.268	≤ P	0.486	MUY ALTO
0.137	≤ P	0.268	ALTO
0.072	≤ P	0.137	MEDIO
0.036	≤ P	0.072	BAJO

Fuente. Adaptado de CENEPRED

En la tabla 53, Con la finalidad de analizar y determinar el nivel de peligro, se ha adaptado la metodología de CENEPRED, en 4 niveles de vulnerabilidad, donde valores de 0.486 a 0.268 son muy altos, de 0.137 a 0.268 alto, de 0.072 a 0.137 medio y 0.036 a 0.072 como peligro bajo.

f. Estratificación de los niveles de peligro

Tabla 57

Estratificación de los niveles de peligro

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Precipitación Extremadamente lluviosa, presenta una geomorfología Vertiente con depósito de Deslizamiento, con pendiente mayor a 35°, unidad litológica de depósitos Morrénicos, textura de suelos Franco arenoso, con uso actual de suelos tejido urbano discontinuo y con velocidad de desplazamiento de Extremadamente rápido ($v= 5\text{m/s}$)	$0.268 \leq P \leq 0.486$
PELIGRO ALTO	Precipitación Extremadamente lluviosa, presenta una geomorfología Abanicos deluvio-columbales, con pendiente Entre 25° y 35°, unidad litológica de Fm. Chulec - Pariatambo, textura de suelos Franco, con uso actual de suelos Mosaico de pastos y cultivos y con velocidad de desplazamiento de Muy rápido ($v= 0.05\text{m/s}$)	$0.137 \leq P < 0.268$
PELIGRO MEDIO	Precipitación Extremadamente lluviosa, presenta una geomorfología Ladera de Montaña empinado, con pendiente Entre 15° y 25°, unidad litológica de Fm. Casapalca, textura de suelos Franco Arcilloso, con uso actual de suelos Mosaico de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y con velocidad de desplazamiento de Rápido ($v= 0.0033 \text{ m/s}$)	$0.072 \leq P < 0.137$
PELIGRO BAJO	Precipitación Extremadamente lluviosa, presenta una geomorfología Ladera de Montaña con moderada pendiente, con pendiente menor a 15°, unidad litológica de Formación Huambo, textura de suelos Franco Arcillo limoso, con uso actual de suelos plantación forestal y con Moderada ($v=3.009 \times 10^{-4} \text{ m/s}$)	$0.036 \leq P < 0.072$

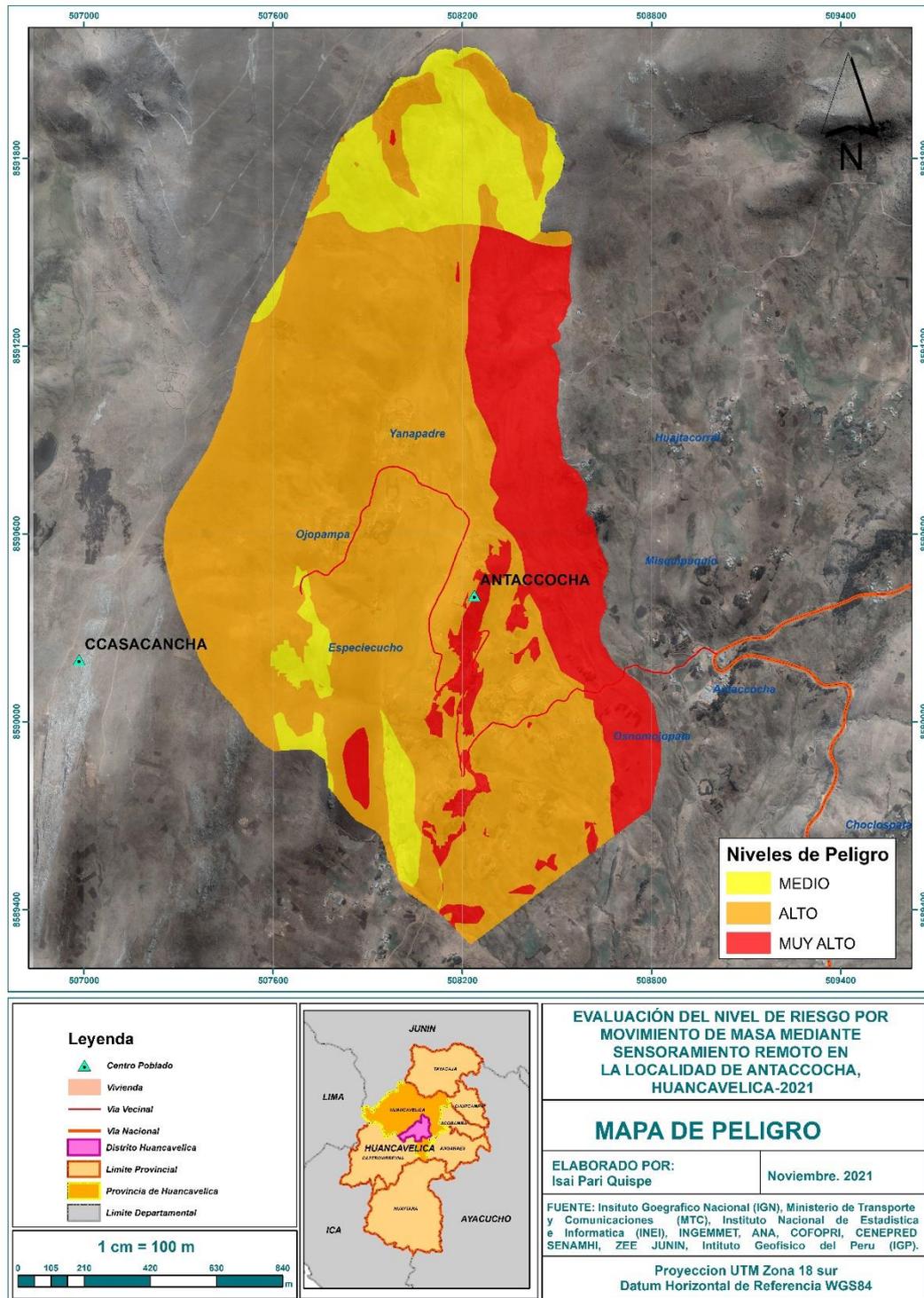
Fuente. adaptado de CENEPRED

En la tabla 54, se obtiene los resultados de la estratificación de los niveles de peligro, estos luego de analizar los factores condicionantes y desencadenantes, así como el parámetro de evaluación.

g. Mapa de peligro

Figura 12

Mapa de nivel de peligro



Fuente. Elaboración propia

Dentro del área de estudio se ha identificado los cuatro niveles de peligro, cada uno representados por uno color. Se ha evidenciado que el 69.61 % de territorio se encuentra

en nivel alto así mismo el 13.08 % en nivel medio y el 17.31 % en nivel Muy alto, cabe mencionar que los elementos expuestos al 100% se encuentran en zonas de peligro alto

4.1.2. Determinación del nivel de vulnerabilidad

a. Dimensión social

El valor de la vulnerabilidad social se muestra a continuación:

Tabla 58

Cálculo de la vulnerabilidad Social

Vulnerabilidad social					
Fragilidad		Resiliencia		Valor	Peso
Valor	Peso	Valor	Peso		
0.501	0.500	0.493	0.500	0.497	0.400
0.258	0.500	0.263	0.500	0.261	0.400
0.133	0.500	0.136	0.500	0.134	0.400
0.074	0.500	0.071	0.500	0.073	0.400
0.034	0.500	0.037	0.500	0.035	0.400

Fuente. Adaptado de CENEPRED

En la tabla 55, se obtuvieron valores entre 0.035 a 0.497, donde indica que 0.497 es de mayor vulnerabilidad social y 0.035 menor vulnerabilidad social.

b. Dimensión económica

El valor de la vulnerabilidad económica se muestra a continuación.

Tabla 59

Cálculo de la vulnerabilidad Económica

Vulnerabilidad Económica					
Fragilidad		Resiliencia		Valor	Peso
Valor	Peso	Valor	Peso		
0.495	0.500	0.493	0.500	0.494	0.400
0.264	0.500	0.261	0.500	0.262	0.400
0.139	0.500	0.136	0.500	0.137	0.400
0.068	0.500	0.074	0.500	0.071	0.400
0.035	0.500	0.036	0.500	0.036	0.400

Fuente: adaptado de CENEPRED

En la tabla 56, se obtuvieron valores entre 0.036 a 0.494, donde indica que 0.494 es de mayor vulnerabilidad económica y 0.036 menor vulnerabilidad social.

c. Dimensión ambiental

El valor de la vulnerabilidad ambiental se muestra a continuación.

Tabla 60*Cálculo de la vulnerabilidad en su Dimensión Ambiental*

Vulnerabilidad Ambiental					
Fragilidad		Resiliencia		Valor	Peso
Valor	Peso	Valor	Peso		
0.505	0.500	0.469	0.500	0.487	0.200
0.262	0.500	0.298	0.500	0.280	0.200
0.136	0.500	0.127	0.500	0.131	0.200
0.060	0.500	0.067	0.500	0.064	0.200
0.037	0.500	0.040	0.500	0.038	0.200

Fuente. Adaptado de CENEPRED

En la tabla 57, se obtuvieron valores entre 0.038 a 0.487, donde indica que 0.487 es de mayor vulnerabilidad ambiental y 0.038 menor vulnerabilidad ambiental.

d. Valor de la vulnerabilidad

El valor de la vulnerabilidad se muestra a continuación:

Tabla 61*Cálculo del valor de la Vulnerabilidad*

Vulnerabilidad						
Vulnerabilidad Social		Vulnerabilidad Económica		Vulnerabilidad Ambiental		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.497	0.400	0.494	0.400	0.487	0.200	0.494
0.261	0.400	0.262	0.400	0.280	0.200	0.265
0.134	0.400	0.137	0.400	0.131	0.200	0.135
0.073	0.400	0.071	0.400	0.064	0.200	0.070
0.035	0.400	0.036	0.400	0.038	0.200	0.036

Fuente. Adaptado de CENEPRED

En la tabla 58, se obtuvieron valores entre 0.036 a 0.494, donde indica que 0.494 es de mayor vulnerabilidad y 0.036 menor vulnerabilidad.

e. Nivel de la vulnerabilidad**Tabla 62**

Niveles de la Vulnerabilidad

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.265	≤ V ≤	0.494
ALTO	0.135	≤ V <	0.265
MEDIO	0.070	≤ V <	0.135
BAJO	0.036	≤ V <	0.070

Fuente: adaptado de CENEPRED

En la tabla 59, con la finalidad de analizar y determinar el nivel de la vulnerabilidad, se ha adaptado la metodología de CENEPRED, en 4 niveles de vulnerabilidad, donde los valores mayores o igual a 0.265 y menor o igual a 0.494 son muy altos, mayor o igual a 0.135 y menor a 0.265 son alto, mayor o igual a 0.070 y menor a 0.135 son medio y mayor o igual a 0.036 y menor a 0.070 son bajo.

f. Estratificación de la vulnerabilidad

Para la presente evaluación, la vulnerabilidad se ha estratificado en 4 niveles: bajo medio, alto y muy alto. Donde se hace una descripción detallada, estos, luego de analizar los factores condicionantes y desencadenantes, así como el parámetro de evaluación

Tabla 63

Estratificación de la vulnerabilidad

Nivel de vulnerabilidad	Descripción	Rango
MUY ALTO	Población Grupo etario de 0 a 5 años y mayores de 65 años, discapacidad Para usar brazos y piernas, estado de conservación de las viviendas muy malas, viviendas construidas con estera, viviendas con antigüedad de 40 años a más, Demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales. No tiene capacitación en gestión del riesgo de desastres, Actitud fatalista, conformista y con desidia frente a la ocurrencia de desastres, Existe desconocimiento total sobre ocurrencia de desastres, régimen de tenencia de vivienda alquiladas, viviendas destinadas para otro tipo, ingreso económico menor a 930, no tiene conocimiento y no cumple con la conservación ambiental.	$0.265 \leq V < 0.494$
ALTO	Población Grupo etario De 6 a 11 años y de 60 a 64 años, discapacidad Visual, estado de conservación de las viviendas malas, viviendas construidas con madera, viviendas con antigüedad entre 30 a 40 años, Uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo. tiene capacitación básica en gestión del riesgo de desastres, Actitud escasamente previsoras frente a la ocurrencia de desastres, Existe escaso conocimiento sobre ocurrencia de desastres, régimen de tenencia de vivienda cedida por el centro de trabajo y/u otro hogar o institución, viviendas improvisadas, ingreso económico entre 931 – 1500, conocimiento y cumplimiento básico en conservación ambiental.	$0.135 \leq V < 0.265$
MEDIO	Población Grupo etario De 12 a 17 años y de 45 a 59 años, discapacidad Mental o intelectual, estado de conservación de las viviendas regular, viviendas construidas con quincha y adobe, viviendas con antigüedad entre 20 a 30 años, Pérdidas por evaporación, fugas y otros. tiene capacitación intermedia en gestión del riesgo de desastres, actitud parcialmente previsoras asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo, Existe regular conocimiento sobre ocurrencia de desastres, régimen de tenencia de vivienda propia, pagándola a plazos, viviendas en quinta o casa vecindad, ingreso económico entre 1501 – 2000, conocimiento y cumplimiento intermedio en conservación ambiental.	$0.070 \leq V < 0.135$
MEDIO	Población Grupo etario De 18 a 44 años, otras discapacidades o no tienen, Existe conocimiento sobre ocurrencia de desastres, estado de conservación de las viviendas buenos, viviendas construidas con ladrillo y cemento viviendas con antigüedad menores a 20 años, Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío en tierra. tiene capacitación avanzada en gestión del riesgo de desastres, Actitud previsoras frente a la ocurrencia de desastres, régimen de tenencia de vivienda propio totalmente pagado, viviendas departamentos en edificio o casa independiente, ingreso económico mayores a 2001 conocimiento y cumplimiento avanzado en conservación ambiental	$0.036 \leq V < 0.070$

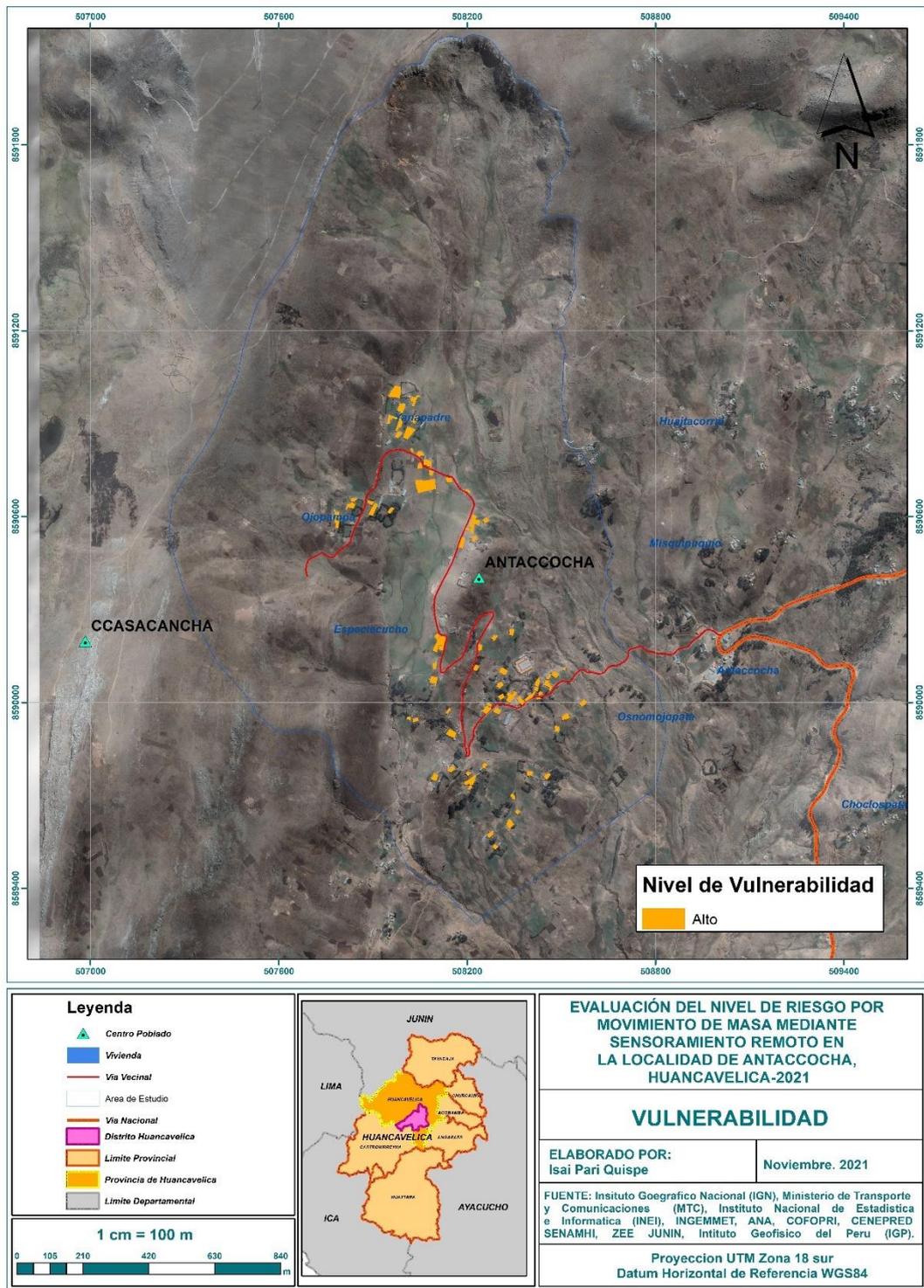
Fuente. Adaptado de CENEPRED

g. Mapa de vulnerabilidad

Se ha determinado el nivel de vulnerabilidad, para la cual se ha tomado en cuenta el de fragilidad y la resiliencia, en sus tres dimensiones, de acuerdo con el centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (social, económico y ambiental). En la siguiente imagen se muestra el nivel de vulnerabilidad del centro poblado de Antacocha (sector 3) donde el 100% de viviendas es de nivel alto.

Figura 13

Mapa de Nivel de Vulnerabilidad



Fuente. Adaptado de CENE RED

4.1.3. Cálculo del nivel de riesgos por movimiento de masa

El nivel de riesgo se obtiene en función al peligro por la vulnerabilidad

Tabla 64*Cálculo del nivel de riesgos por movimiento de masa*

Riesgo por Movimiento en Masa		
Peligro	Vulnerabilidad	Valor
0.486	0.494	0.240
0.268	0.265	0.071
0.137	0.135	0.018
0.072	0.070	0.005
0.036	0.036	0.001

Fuente. Adaptado de CENEPRED

En la tabla 61, se obtuvieron valores entre 0.035 a 0.497, donde indica que 0.497 es de mayor vulnerabilidad social y 0.035 menor vulnerabilidad social.

Niveles de riesgo

Tabla 65. Niveles de Riesgo

Rango de RIESGO			Nivel de RIESGO
0.071	$\leq R \leq$	0.240	MUY ALTO
0.018	$\leq R <$	0.071	ALTO
0.005	$\leq R <$	0.018	MEDIO
0.001	$\leq R <$	0.005	BAJO

Fuente: adaptado de CENEPRED

En la tabla 62, Con la finalidad de analizar y determinar el nivel de riesgos, se ha adaptado la metodología de CENEPRED, en 4 niveles de riesgo, obteniendo valores donde mayor o igual a 0.071 y menor o igual a 0.240 es muy alto, mayor o igual a 0.018 y menor a 0.071 es alto, mayor o igual a 0.005 y menor a 0.018 es medio y mayor o igual a 0.001 y menor a 0.005 es bajo.

Matriz de riesgos

Tabla 66: Matriz de riesgos

		PELIGRO				
		BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	
		0.072	0.137	0.268	0.486	
VULNERABILIDAD	MUY ALTO	0.494	0.036	0.068	0.132	0.240
	ALTO	0.265	0.019	0.036	0.071	0.129
	MEDIO	0.146	0.011	0.020	0.039	0.071
	BAJO	0.070	0.005	0.010	0.019	0.034

Fuente. adaptado de CENEPRED

En la tabla 63, se presenta la matriz de riesgo en el área de estudio, la que sirve para determinar el riesgo de manera simplificada en base al conocimiento de peligro y vulnerabilidad.

Estratificación del nivel de riesgo

En la tabla 64 se ha estratificado en 4 niveles de riesgo: bajo medio, alto y muy alto. Donde se hace una descripción detallada, estos luego de analizar el peligro y la vulnerabilidad

Tabla 67

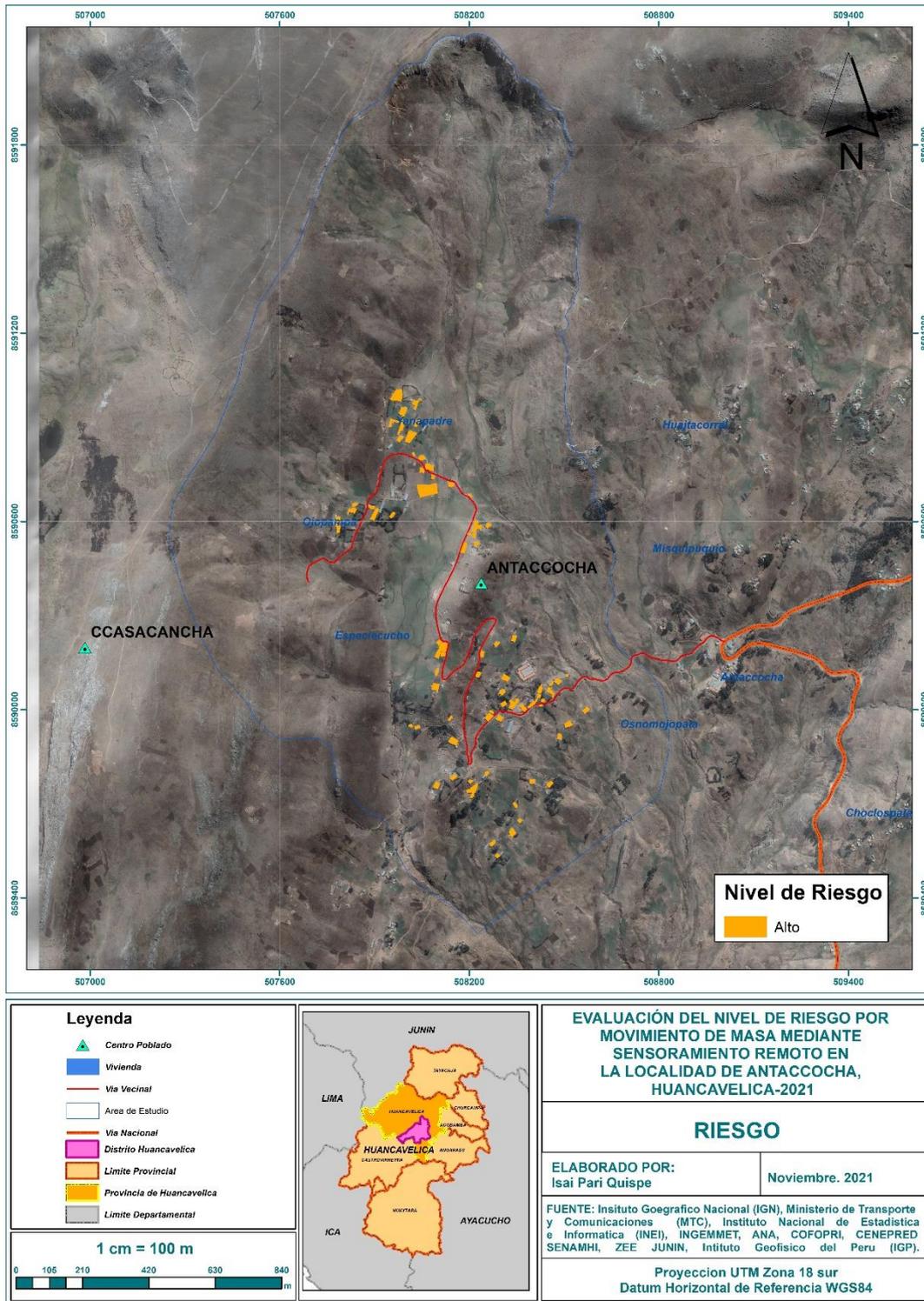
Estratificación del nivel de riesgo

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO MUY ALTO	<p>Precipitación Extremadamente lluviosa, presenta una geomorfología Vertiente con depósito de Deslizamiento, con pendiente mayor a 35°, unidad litológica de depósitos Morrénicos, textura de suelos Franco arenoso, con uso actual de suelos tejido urbano discontinuo y con velocidad de desplazamiento de Extremadamente rápido ($v= 5\text{m/s}$). Población Grupo etario de 0 a 5 años y mayores de 65 años, discapacidad Para usar brazos y piernas, estado de conservación de las viviendas muy malas, viviendas construidas con estera, viviendas con antigüedad de 40 años a más, Demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales</p> <p>No tiene capacitación en gestión del riesgo de desastres, Actitud fatalista, conformista y con desidia frente a la ocurrencia de desastres, Existe desconocimiento total sobre ocurrencia de desastres, régimen de tenencia de vivienda alquiladas, viviendas destinadas para otro tipo, ingreso económico menor a 930, no tiene conocimiento y no cumple con la conservación ambiental.</p>	$0.268 \leq P \leq 0.486$
RIESGO ALTO	<p>Precipitación Extremadamente lluviosa, presenta una geomorfología Abanicos deluvio-coluviales, con pendiente Entre 25° y 35°, unidad litológica de Fm. Chulec - Pariatambo, textura de suelos Franco, con uso actual de suelos Mosaico de pastos y cultivos y con velocidad de desplazamiento de Muy rápido ($v= 0.05\text{m/s}$). Población Grupo etario De 6 a 11 años y de 60 a 64 años, discapacidad Visual, estado de conservación de las viviendas malas, viviendas construidas con madera, viviendas con antigüedad entre 30 a 40 años, Uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.</p> <p>Tiene capacitación básica en gestión del riesgo de desastres, Actitud escasamente previsoras frente a la ocurrencia de desastres, Existe escaso conocimiento sobre ocurrencia de desastres, régimen de tenencia de vivienda cedida por el centro de trabajo y/u otro hogar o institución, viviendas improvisadas, ingreso económico entre 931 – 1500, conocimiento y cumplimiento básico en conservación ambiental.</p>	$0.137 \leq P < 0.268$
RIESGO MEDIO	<p>Precipitación Extremadamente lluviosa, presenta una geomorfología Ladera de Montaña empinado, con pendiente Entre 15° y 25°, unidad litológica de Fm. Casapalca, textura de suelos Franco Arcilloso, con uso actual de suelos Mosaico de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y con velocidad de desplazamiento de Rápido ($v= 0.0033 \text{ m/s}$). Población Grupo etario De 12 a 17 años y de 45 a 59 años, discapacidad Mental o intelectual, estado de conservación de las viviendas regular, viviendas construidas con quincha y adobe, viviendas con antigüedad entre 20 a 30 años, Pérdidas por evaporación, fugas y otros.</p> <p>Tiene capacitación intermedia en gestión del riesgo de desastres, actitud parcialmente previsoras asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo, Existe regular conocimiento sobre ocurrencia de desastres, régimen de tenencia de vivienda propia, pagándola a plazos, viviendas en quinta o casa vecindad, ingreso económico entre 1501 – 2000, conocimiento y cumplimiento intermedio en conservación ambiental.</p>	$0.072 \leq P < 0.137$

RIESGO BAJO	<p>Precipitación Extremadamente lluviosa, presenta una geomorfología Ladera de Montaña con moderada pendiente, con pendiente menor a 15°, unidad litológica de Formación Huambo, textura de suelos Franco Arcillo limoso, con uso actual de suelos plantación forestal y con Moderada ($v=3.009 \times 10^{-4}$ m/s). Población Grupo etario De 18 a 44 años, otras discapacidades o no tienen, Existe conocimiento sobre ocurrencia de desastres, estado de conservación de las viviendas buenos, viviendas construidas con ladrillo y cemento viviendas con antigüedad menores a 20 años, Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío en tierra.</p> <p>tiene capacitación avanzada en gestión del riesgo de desastres, Actitud previsoras frente a la ocurrencia de desastres, régimen de tenencia de vivienda propio totalmente pagado, viviendas departamentos en edificio o casa independiente, ingreso económico mayores a 2001 conocimiento y cumplimiento avanzado en conservación ambiental</p>	$0.036 \leq P < 0.072$
------------------------	---	------------------------

Fuente. Adaptado de CENEPRED

Figura 14: Mapa de nivel de Riesgo



Fuente: adaptado de CENEPRED

En el siguiente mapa, se muestra áreas con los cuatro niveles de riesgo, donde el nivel rojo representa como riesgo muy alto, naranjado como nivel alto, amarillo nivel medio y verde nivel medio.

4.1.4. Valoración de probables pérdidas y daños económicos de los elementos expuestos

A continuación, se muestra el costo aproximado de cada uno de los elementos expuestos (viviendas, instituciones educativas, cementerio, vía vecinal, y campos de cultivo), ante movimiento en masas, para la cual se ha considerado elementos expuestos con nivel de riesgo alto y muy alto

Tabla 68

Costo aproximado de pérdidas y daños de elementos expuesto ante movimiento en masa

Efectos probables	Cantidad	Medida	Total	Daños probables	Pérdidas probables
Daños probables					
Vivienda	71	Und	S/759,700.00	S/759,700.00	
Vivienda 2	6	Und	S/336,000.00	S/336,000.00	
Institución educativa	2	Und	S/3,211,016.06	S/3,211,016.06	
Cementerio	1	Und	S/10,000.00	S/10,000.00	
Vía vecinal	3.12	km	S/46,800.00	S/46,800.00	
Cultivo	155	Ha	S/155,000.00	S/155,000.00	
Perdidas probables					
Costos de adquisición de carpas	10	Und	S/20,000.00		S/20,000.00
Gastos de Atención de Emergencia	1	Global	S/10,000.00		S/10,000.00
Total			4,548,516.06	4,518,516.06	30,000.00

Fuente. Adaptado de CENEPRED

Respecto al costo total ante la posible ocurrencia de un movimiento en masa para los elementos expuestos, se tuvo como resultado total el monto de **S/ 4,548,516.06** soles, de las cuales las instituciones educativas tienen un costo de daños total de S/3,211,016.06 soles, el costo de daños de las viviendas de material rustico son de S/759,700.00 soles, el costo total de viviendas de material noble son S/336,000.00 soles, respecto al costo total de vivas vecinal son S/46,800.00 soles y el costo total de cultivo llega a S/155,000.00 soles.

4.1.5. Propuesta de medidas de reducción del riesgo de desastres

- realizar estudio más detallado para determinar con mayor exactitud el nivel de riesgos y las consecuencias probables ante la ocurrencia, ya que en los últimos años se ha observado movimientos de masa en su mayoría de tipo lenta afecta infraestructuras como vía nacionales zonas de cultivos y viviendas.
- realizar charlas y capacitaciones mediante diferentes plataformas a la población a cerca de la gestión del riesgo de desastres. Asimismo, se debe elaborar e identificar rutas de evacuación y zonas seguras ante posibles deslizamientos

- elaborar el plan de preparación y contingencias por movimiento en masa, para para una respuesta oportuna ante la ocurrencia de desastres
- brindar asesoría técnica así mismos estudios específicos de tipo de suelos por parte de la municipalidad provincial de Huancavelica para reforzamiento y mejoramiento de viviendas con fines de mejorar la resiliencia de la población frente a la ocurrencia de fenómenos naturales.

4.2. Discusión de resultados

- a. Determinar del nivel de peligrosidad, se ha tomado en cuenta la velocidad de desplazamiento como parámetro de evaluación del fenómeno, esto debido a información de pobladores que realizan el monitoreo de movimiento en masa durante los últimos años. En los factores condicionantes se ha considerado la geología, geomorfología, pendientes, texturas de suelos y uso actual de suelos, mientras que como factor desencadenante se ha considerado la precipitación.

Aunque el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, elaborado por CENEPRED, propone ciertos parámetros para el factor condicionante en la caracterización del fenómeno de movimiento en masa, en este estudio se han propuesto nuevos parámetros. Esta decisión se fundamenta en la disponibilidad de información de dichos parámetros para el área de estudio y también a que diversos autores como Vega (2013) menciona que es necesario considerar parámetros como uso actual de suelos, ya que pueden generar cambios en el comportamiento de los suelos y alterar la susceptibilidad.

La caracterización del fenómeno de deslizamiento rotacional y su susceptibilidad se llevó a cabo utilizando el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), que implicó la ponderación de parámetros. Esto posibilitó la comparación entre los diversos parámetros de evaluación del deslizamiento y su susceptibilidad. De acuerdo con Saaty (1980), el AHP es una teoría general que trata sobre juicios y valoraciones, permitiendo la combinación de aspectos científicos y racionales con elementos intangibles. En este proceso, la experiencia y el conocimiento del evaluador juegan un papel crucial.

- b. Análisis y determinación del nivel de vulnerabilidad, se tomó en cuenta al Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales elaborado por CENEPRED, donde contemplo factores de Exposición, Fragilidad y resiliencia en sus dimensiones sociales, económicos y ambientales, en la que la discapacidad, grupo etario, actitud de la población, conocimiento, capacitación, son parámetros fundamentales al igual que tipo, estado y antigüedad de la infraestructura, nivel de ingreso, tipo de vivienda, régimen de tenencia y la pérdida de suelo para el análisis.

Mientras que otros autores como Carrillo (2015) hace el análisis de la vulnerabilidad tomando en cuenta solo las dimensiones sociales y económicas.

El análisis y determinación del nivel de la vulnerabilidad nos permite entender la situación de vulnerabilidad de los elementos expuestos, para realizar trabajos de fortalecimiento de resiliencia. Esto nos permitirá realizar acciones oportunas en la prevención, reducción, preparación y respuesta antes de desastres por movimiento en masa en la localidad de Antacocha.

- c. Valorar económicamente las probables pérdidas y daños de los elementos expuestos, Para el desarrollo del presente estudio, se tomó en cuenta el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales elaborado por CENEPRED. Al utilizar esta metodología, es importante tener en cuenta la variabilidad en los precios de la infraestructura y la necesidad de adaptar los valores según las características específicas de la localidad de Antacocha. Además, es fundamental considerar otros aspectos más allá de los daños materiales, como los impactos sociales, ambientales y en la salud de la población afectada, para obtener una evaluación integral del riesgo y desarrollar estrategias de reducción de riesgos más efectivas y centradas en las necesidades de la comunidad.

La cuantificación de los daños en función del precio por metro cuadrado de área techada de las viviendas es una práctica común y útil para estimar el impacto económico de los movimientos en masa. Esta metodología permite calcular de manera objetiva y sistemática los costos asociados a los daños en la infraestructura, lo que facilita la evaluación de la magnitud del daño.

Callirgos (2020) toma en cuenta los valores de estructuras, acabados e instalaciones eléctricas y sanitarias por metro cuadrado de área techada de edificaciones para el año 2017, elaborado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, publicado en el diario El Peruano, cabe mencionar tomando en cuenta todo lo mencionado los resultados obtenidos fueron más objetivos.

- d. Medidas para reducir el nivel de riesgo, según el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales elaborado por CENEPRED se proponen dos medidas para la reducción del riesgo: medida estructural y no estructural. Las medidas estructurales implican la construcción de infraestructuras físicas para mitigar los efectos de los fenómenos naturales. Estas medidas en su mayoría son costosas y requieren un diseño y construcción cuidadosos para garantizar su efectividad y seguridad por lo que no se tomó en cuenta para la presente investigación. Las medidas no estructurales propuestas en los estudios referenciados en esta investigación coinciden debido al desconocimiento de la gestión del riesgo de desastres en el Perú y poca importancia que se le dio durante los últimos años.

- e. Evaluar el nivel de riesgo, Los resultados de la evaluación del nivel de riesgo en la localidad de Antacocha revelan una situación preocupante en términos de la susceptibilidad de la zona a los movimientos en masa. Se identificaron varios factores clave que contribuyen al riesgo, destacando la pendiente pronunciada, la geomorfología con vertientes de depósito, la geología caracterizada por depósitos morrénicos y la presencia de suelos franco arenosos. Además, se observó que las precipitaciones extremadamente lluviosas son el principal desencadenante de los movimientos en masa en esta área.

La pendiente mayor a 30° se presenta como un factor de alto riesgo, ya que aumenta la probabilidad de deslizamientos de tierra y rocas, especialmente durante períodos de lluvias intensas. Las vertientes de depósito y los depósitos morrénicos también contribuyen significativamente al riesgo, ya que estos tipos de formaciones geológicas son más propensos a deslizamientos y colapsos.

Los suelos franco arenosos, característicos de la zona, añaden una capa adicional de vulnerabilidad, ya que tienen una menor capacidad para retener el agua y son más propensos a la erosión. Por lo tanto, durante períodos de lluvias intensas, estos suelos pueden volverse saturados y susceptibles a movimientos en masa.

CONCLUSIONES

- Determinar del nivel de peligrosidad, Se ha obtenido que los factores que tienen mayor influencia en la generación de movimientos de masa son las pendientes mayores a 30°, la geomorfología con vertientes de depósito, la geología con depósitos morrénicos, suelos franco arenosos y con uso actual de suelos de tejido urbano, así mismo se ha evidenciado que las precipitaciones extremadamente lluviosas son los que desencadenan el peligro por movimiento en masas.

Asimismo, se observó en cuanto el nivel de peligrosidad que el 40 % de territorio se encuentra en peligro de nivel alto así mismo el 40 % en peligro de nivel medio y el 20 % en peligro de nivel bajo, cabe mencionar que los elementos expuestos al 100% se encuentran en zonas de peligro alto. Resaltar que la agricultura y ganadería incide en la generación del peligro, debido a que en la zona se realizan prácticas inadecuadas, saturando el suelo, que ocasionan una sobrecarga en el terreno.

- Análisis y determinación del nivel de vulnerabilidad, Se ha determinado que el nivel de vulnerabilidad por movimiento de masa en el centro poblado de Antacocha es Alto. Debido a que se ha visto que dentro de la vulnerabilidad social la resiliencia es mínima debido a que la mayor parte de la población no cuenta con conocimientos básicos en gestión del riesgo de desastres, así mismo no cuenta con una adecuada capacitación relacionado a estos temas, por tanto, las actitudes frente a estos peligros son negativos, en lo que respecta al análisis de la vulnerabilidad económica la fragilidad de la población es alta debido a que el material usado para la construcción de las viviendas no es el adecuado, así mismo estado de conservación es malo, también se puede evidenciar que la resiliencia es baja debido a que la capacidad de respuesta es casi nula por ingresos económicos bajo, finalmente la vulnerabilidad ambiental es medio debido a conocimientos básicos en gestión ambiental y manejo de residuos sólidos.
- Valorar económicamente las probables pérdidas y daños, realizado el cálculo asciende a S4,548,516.06 (cuatro millones quinientos cuarenta y ocho mil quinientos dieciséis con soles con 00/100 soles), lo que indica que el costo ante la ocurrencia de un desastre por movimiento en masa podría ser de gran impacto a nivel económico ocasionando una dificultad para el restablecimiento y reconstrucción de la zona evaluada.
- Medidas para reducir el nivel de riesgo, se ha propuesto medidas no estructurales a corto plazo con la finalidad de concientizar y preparar a la población de riesgos y desastres en caso continúen con sus actividades diarias. Asimismo, se hace propuestas estructurales que se debe tener en cuenta previa evaluación para la implementación de

medidas más afectivas para la reducción o reasentamiento de la población y sus medios de vida

- Evaluar el nivel de riesgos, se ha identificado que por sus características similares de las viviendas se encuentran en nivel alto. Respecto a las infraestructuras existentes dentro de la zona evaluada, también, se observa que se encuentran en zonas de riesgo alto, también se puede observar que el nivel de peligro y el nivel de vulnerabilidad influyen casi equitativamente en el nivel de riesgo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo un estudio más detallado para determinar con mayor precisión el nivel de riesgos y las posibles consecuencias ante la ocurrencia de movimientos de masa. Esto se debe a que en los últimos años se han observado movimientos de masa en su mayoría de tipo lento, los cuales han afectado infraestructuras como vías nacionales, zonas de cultivos y viviendas. Es crucial entender la magnitud y la frecuencia de estos eventos para poder implementar medidas efectivas de mitigación y adaptación en la localidad de Antacocha.
- Se recomienda a la municipalidad provincial de Huancavelica llevar a cabo charlas y capacitaciones dirigidas a la población sobre la gestión del riesgo de desastres, utilizando diversas plataformas para su difusión. Asimismo, es importante que se elaboren y se identifiquen rutas de evacuación y zonas seguras ante posibles deslizamientos. Estas medidas contribuirán a aumentar la conciencia y preparación de la comunidad frente a los riesgos asociados a los movimientos en masa, así como a mejorar la capacidad de respuesta ante emergencias en la localidad de Antacocha.
- La municipalidad provincial de Huancavelica debería desarrollar un plan de contingencias que identifique las zonas críticas ante la ocurrencia de fenómenos naturales, con el fin de llevar a cabo una gestión adecuada del riesgo de desastres. Este plan permitiría una respuesta organizada y eficiente ante eventos como movimientos en masa, facilitando la protección de la población y la infraestructura en la localidad de Antacocha.
- Es fundamental que la municipalidad provincial de Huancavelica proporcione asesoría técnica y realice estudios específicos sobre el tipo de suelos en la localidad de Antacocha. Esto permitirá identificar las necesidades de refuerzo y mejora de las viviendas, con el objetivo de aumentar la resiliencia de la población ante la ocurrencia de fenómenos naturales como los movimientos en masa. Estas acciones contribuirán a reducir los riesgos y a proteger la vida y los bienes de los habitantes de la zona.
- Es importante realizar el ordenamiento territorial ya que en base a esto se podrá restringir el asentamiento y la construcción de infraestructuras en áreas de alto y muy alto riesgo que además permitirá promover el desarrollo sostenible y seguro.
- Establecer mecanismos de coordinación entre las autoridades locales, regionales y nacionales, así como con organizaciones de la sociedad civil y la comunidad, para garantizar una respuesta integral y efectiva ante emergencias.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Vera Rodriguez, Joerge Mario y Albarracion Calderon, Adriana Paola.** Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. s.l. : Ciencia e Ingenieria Neogranadina, 2016. Vol. 27, 2.
2. **Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio , Pilar.** *Metodologia de la Investigacion.* Mexico : Mc Graw Hill, 2014.
3. **Vega Gutierrez, Alexander Johnny.** Estimacion del Riesgo por Deslizamientos de Laderas Generados por Eventos Sismico en la Ciudad de Medellin Usando Herramienta de la Geomatica. La Plata : s.n., 2013.
4. **ARÉVALO CHAVES, DIEGO ALEXANDER y PARIAS VILLALBA, JUAN PABLO.** Analisis de Amenaza por Fenomenos de Remosion en Masa en la Region del Boqueron Ubicada entre los Departamentos de Cundinamarca y Tolima Mediante el Uso de un Sistema de Informacion Geografica de Libre Distribucion. BOGOTA : s.n., 2013.
5. *Elaboracion de un Inventario de Movimientos en Masa Mediante Tecnicas Goematicas en el Municipio de Villeta Cundinamarca.* **Rincon, Beltran.** Bogota : s.n., 2019.
6. **Ibarra Gonzales , Jairo Hernan.** Construccion de un indicador de Riesgo de Movimientos en Masa en la Comuna de San Clemente, Region del Maule. Talca : s.n., 2008.
7. **Lazaro Barreto, Marco Rafael.** Analisis de Peligros y Vulnerabilidades para la gestion del riesgo de desastres, utilizando el sistema de informacion geografica (SIG) en la localidad de acopampa-carhuaz, Ancash. Huaraz : s.n., 2015.
8. **Tarazon Mendoza, Jhonor Pedro.** Estimacion del Riesgo por Movimiento en Masa en la Subcuenca del Rio Ancash - Yungay 2016. Huaraz : s.n., 2018.
9. **Vasquez Quenaya, Walther Javier.** Evaluacion del Riesgo Originado por Movimientos en Masa, Quebrada Thuniyoc, Distritos de San Sebastian y San Jeronimo, Cusco. Cusco : s.n., 2016.
10. **Ancasi Esteban, Cinthia Elizabeth.** Evaluacion del Nivel del Riesgo Fisico por Caida de Rocas en el Sector de Quinta Boliviana, Distrito de Ascencion, Huancavelica. Huancavelica : s.n., 2019.
11. **Carrillo Elizalde, Roberth Paul.** “Evaluacion de Zonas Susceptibles a Movimientos de Masa del tipo Deslizamiento en el Centro Poblado Carampa , Distrito de Pazos , Provincia de Tayacaja,Region de Huancavelica, Aplicando el Protocolo de CENEPRED. Piura : s.n., 2015.

12. **LILLESAND, Thomas y KIEFER, R.** *Sensoramiento remoto e interpretación de imágenes.* 1994.
13. **CRUZ FUENTES, Elpidio.** *El uso del GPS en restitución fotogramétrica y de las poligonales de referencias en el proyecto de carreteras.* 2014.
14. **Cruden D M .** A Simple Definition of a Landslide Bullen of the International Association of Engineering Geology. 1991. Vol. 43, 27-29.
15. *Landslide Types and Processes, Special Report, Transportatio Research Borad.* **Cruden , DM y Varnes, DJ.** 36-75, 1996, Vol. 247.
16. **Varnes, David J.** Tipos y procesos de movimiento de pendientes. 1978. Vol. 176, 11-33.
17. **Proyecto Multinacional Andino.** Movimiento en Masa en la Region Andina. Canada : s.n., 2007. 4. ISSN 0717-3722.
18. **Hungr Oldrich, y otros.** Review of the classification of landslides of the flow type. s.l. : Enviromental and Engineering Geoscience, 2001. Vol. 7, 221-238. 10.2113/gseegeosci.7.3.221.
19. *Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales.* **Suarez Diaz, Jaime.** 2001.
20. **Suarez , Jaime.** *Deslizamientos: Analisis Geotecnico.*
21. **Dirección General de Aeronáutica Civil.** Norma Técnica Complementaria "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronavez Pilotadas a Distancia. Lima : s.n., 2015.
22. **CENEPRED.** Glosario de Términos. Lima : s.n., 2014.
23. **Martinez Ruiz, Hector.** *Metodologia de la Investigacion.* Mexico : CENGAGE Learning, 2012.

ANEXOS

Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	INDICADORES	DISEÑO DE MÉTODO
¿Cuál es el nivel de riesgo por movimiento en masa mediante sensoramiento remoto y dron en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021?	Evaluar el nivel riesgo por movimiento en masa por movimiento de masa mediante sensoramiento remoto y dron en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021.	La presente investigación no cuenta con una hipótesis debido a que el alcance de estudio es descriptivo y no intentara pronosticar una cifra o un hecho	Riesgo	<ul style="list-style-type: none"> – Características físicas – Social – Económico – ambiental 	<p>Tipo Básica</p> <p>Nivel Descriptivo</p> <p>Técnicas e Instrumentos de recolección de datos Análisis documental Observación Registro y archivos, grabación, cuestionario</p>
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA			
¿Cuál es el nivel de peligrosidad por movimiento en masa en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021?	Determinar el nivel de peligrosidad por movimiento en masa en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021	La presente investigación no cuenta con una hipótesis debido a que el alcance de estudio es descriptivo y no intentara pronosticar una cifra o un hecho			
¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad por movimiento en masa en la localidad de Antacocha,	Determinar el nivel de vulnerabilidad por movimiento en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021				

Huancavelica – 2021?					
¿Cuáles son las probables pérdidas y daños de los elementos expuestos ante movimiento en masa en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021?	Valorar las probables pérdidas y daños económicos de los elementos expuestos por movimiento en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021				
¿Qué medidas se pueden proponer para reducir el nivel de riesgo por movimiento en masa en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021?	Proponer medidas para reducir el nivel de riesgo por movimiento en la localidad de Antacocha, Huancavelica – 2021				

Mapas

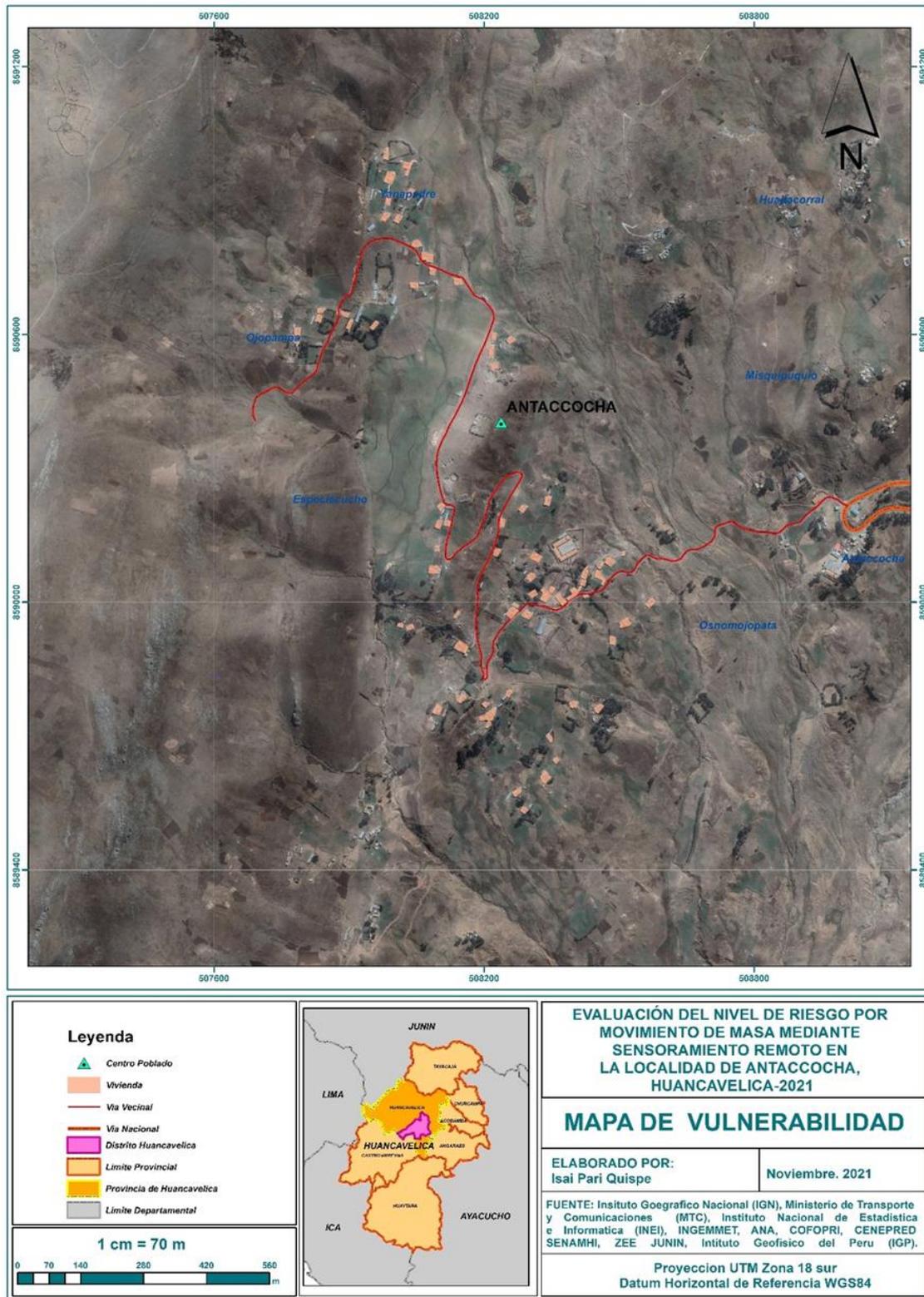


Figura 1. Mapa de Ubicación

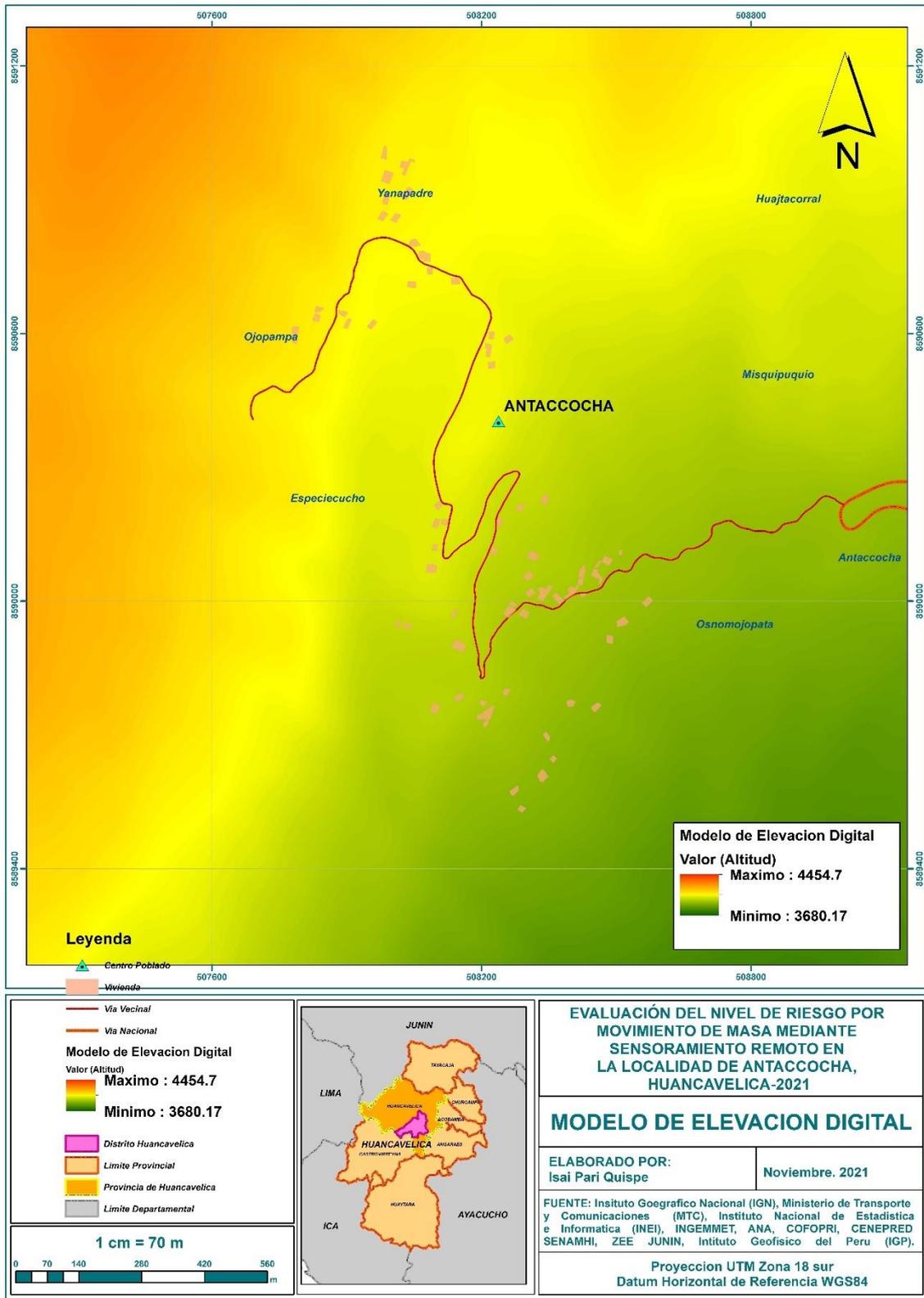


Figura 2. Modelo de Elevación de terreno

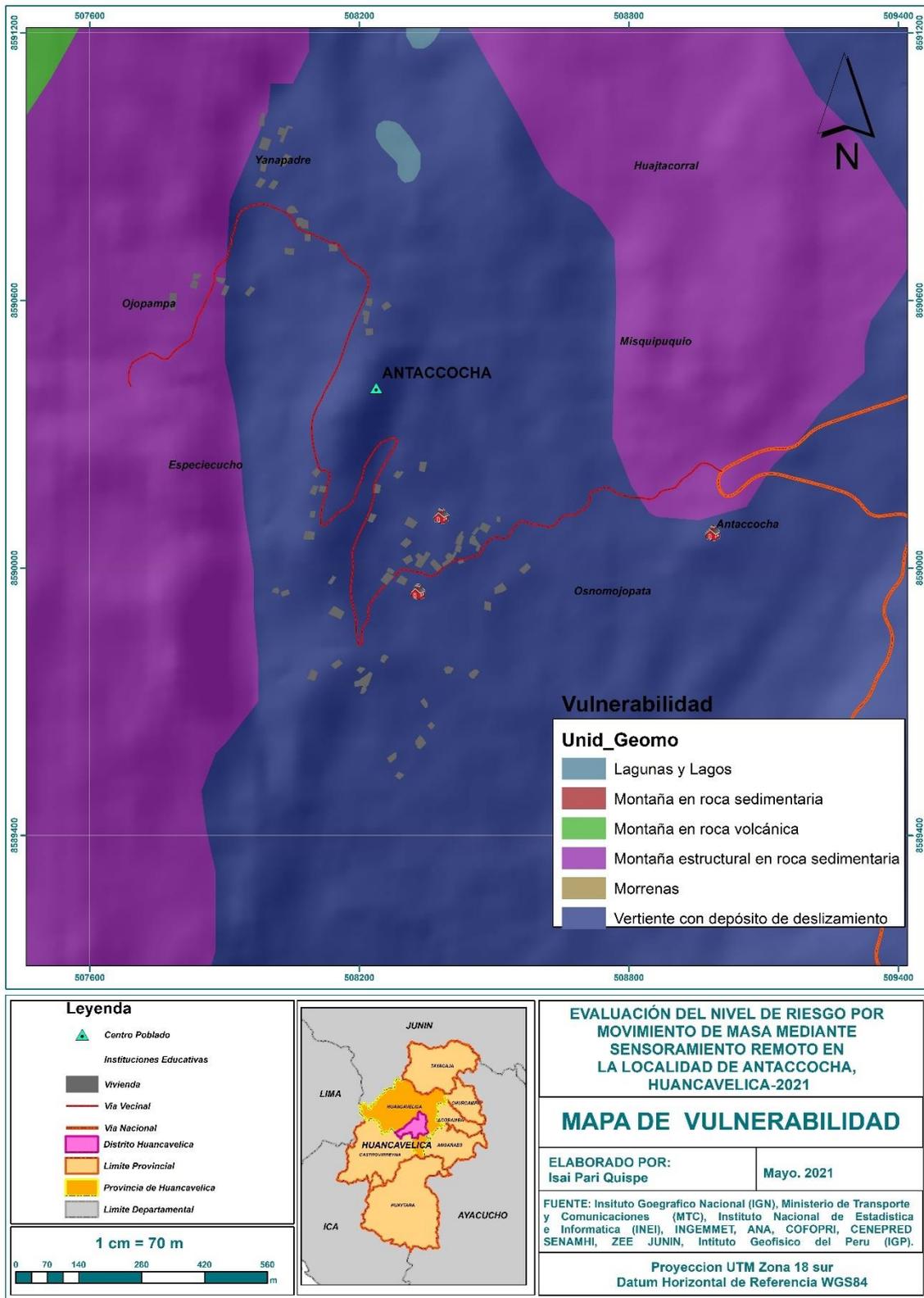


Figura 4. Mapa de Geomorfología

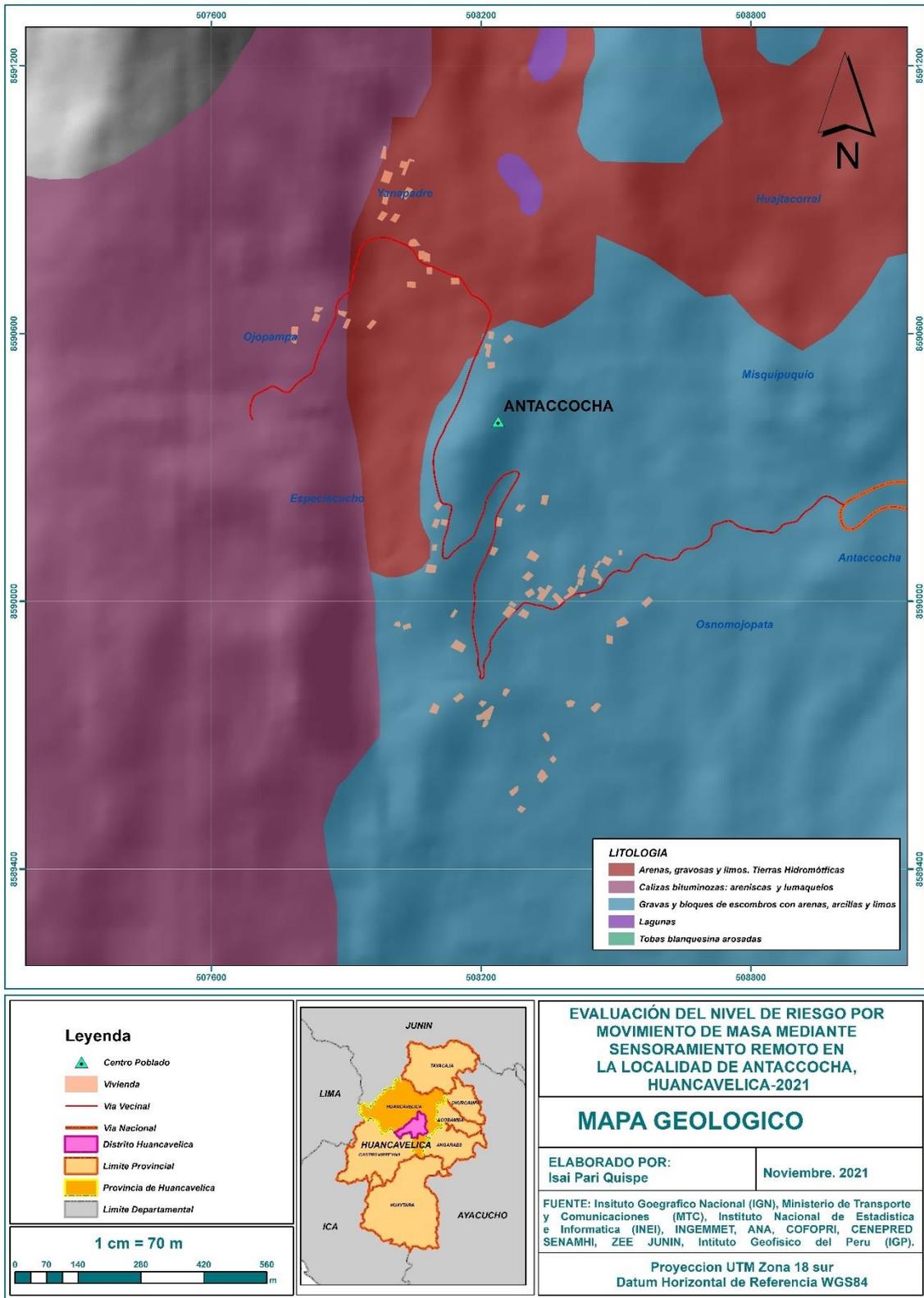


Figura 5. Mapa de Geología

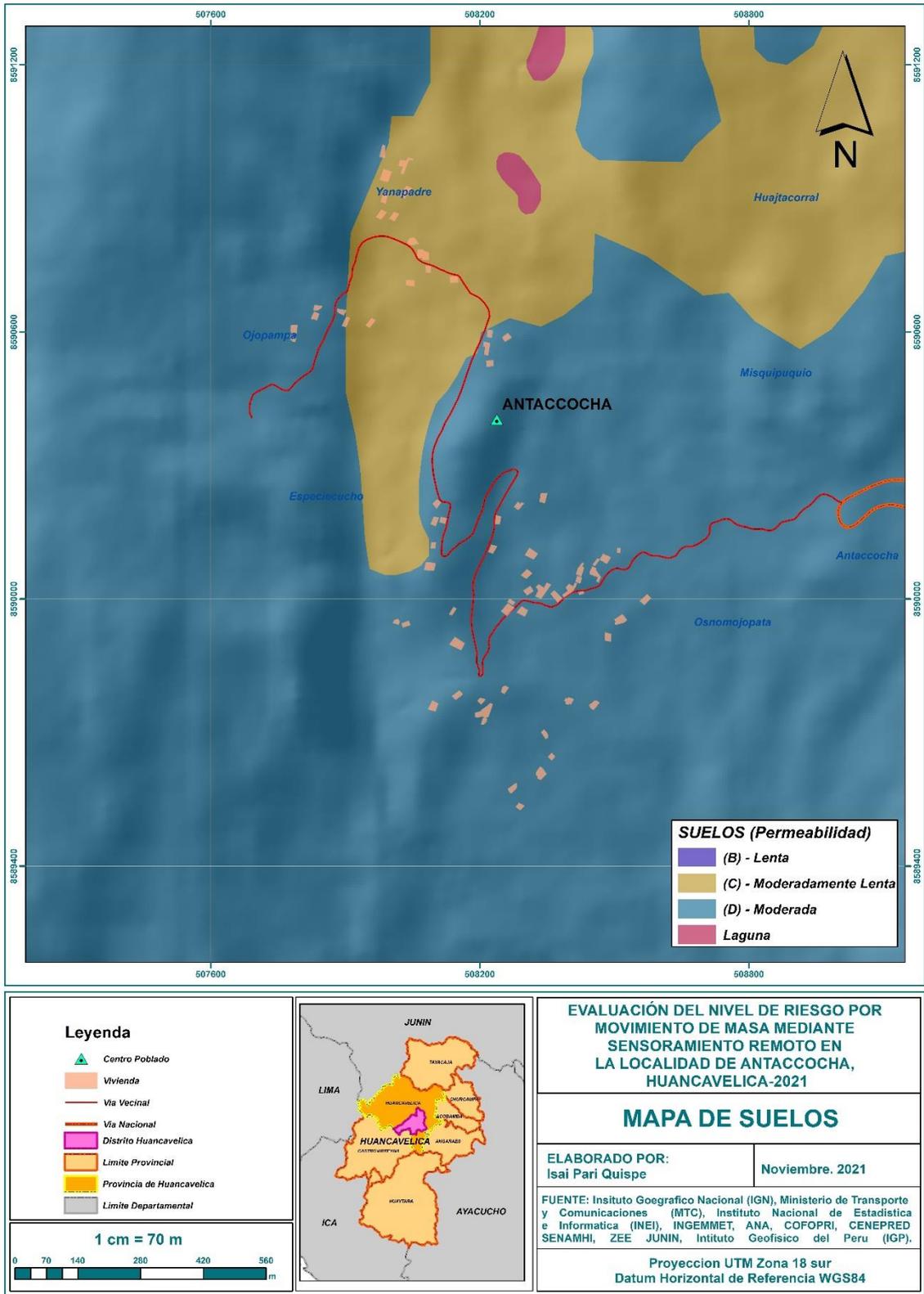


Figura 6. Mapa de Suelos

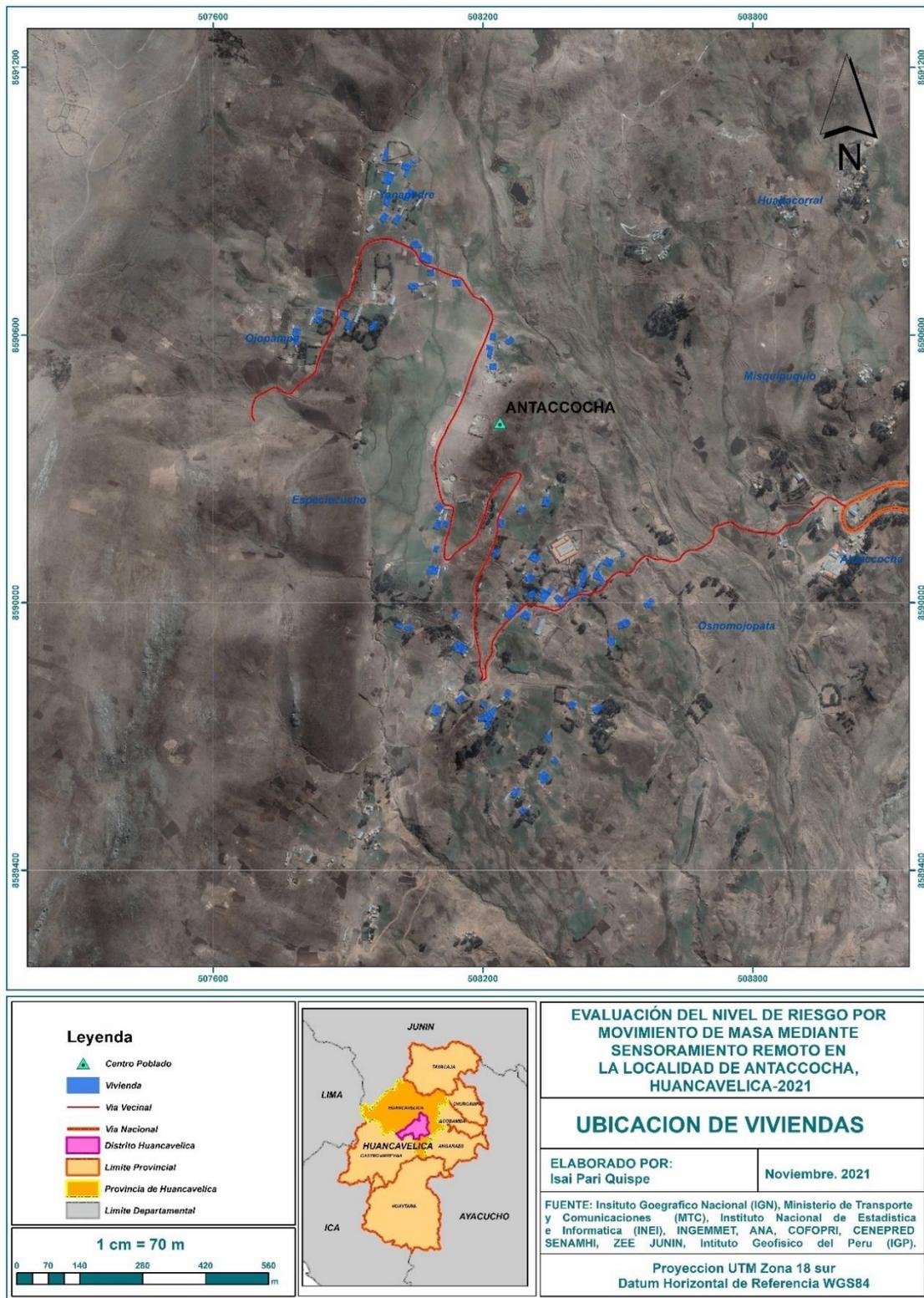


Figura 7. Localización de viviendas

Capturas de pantalla de programación de encuestas para ODK COLLECT

	A	B	C	D	E	F	G
1	type	name	label	hint	constraint	constraint_message	required
2	start	horaInicio					
3	end	horaFin					
4	phonenumber	numeroCelular					
5	begin_group	Lote	Datos del lote				
6	select_one ambitoEstudio	ambito	AMBITO	Información obligatoria			
7	text	posesionInformal	NUCLEO URBANO / POSESION INFORMAL				yes
8	text	manzana	MANZANA				yes
9	integer	NroLote	NRO. DE LOTE		\$[NroLote] > 0 and \$[NroLote] < 225	Lote fuera de rango	yes
10	note	vulnerabilidadSocial	VULNERABILIDAD SOCIAL				
11	select_one grupoEtareo	grupoEtareo	GRUPO ETAREO				yes
12	select_one discapacidad	discapacidad	DISCAPACIDAD				
13	select_one actitudPoblacion	actitudPoblacion	ACTITUD DE LA POBLACION FRENTE AL RIESGO				
14	select_one conocimientoRiesgo	conocimientoRiesgo	CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE EL RIESGO				
15	select_one capacitacionRiesgos	capacitacionRiesgos	CAPACITACIONES EN GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES				
16	note	vulnerabilidadEconomica	VULNERABILIDAD ECONOMICA				
17	select_one configuracionElevacion	elevacionEdificacion	TIPO DE MATERIAL				yes
18	select_one materialPredominante	materialEdificacion	ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCION				yes
19	select_one estadoConservacion	conservacionEdificacion	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE EDIFICACIÓN				yes
20	select_one ingresoEconomico	ingresoEconomico	INGRESO ECONOMICO				
21	select_one regimenTenencia	regimenTenencia	REGIMEN DE TENENCIA				
22	select_one tipoVivienda	tipoVivienda	TIPO DE VIVIENDA				
23	note	vulnerabilidadAmbienta	VULNERABILIDAD AMBIENTAL				

Figura 8. Programación en Microsoft Excel para encuesta mediante aplicativo ODK Collect

	A	B	C	D	E	F	G
1	type	name	label	hint	constraint	constraint_message	required
8	text	manzana	MANZANA				yes
9	integer	NroLote	NRO. DE LOTE		\$[NroLote] > 0 and \$[NroLote] < 225	Lote fuera de rango	yes
10	note	vulnerabilidadSocial	VULNERABILIDAD SOCIAL				
11	select_one grupoEtareo	grupoEtareo	GRUPO ETAREO				yes
12	select_one discapacidad	discapacidad	DISCAPACIDAD				
13	select_one actitudPoblacion	actitudPoblacion	ACTITUD DE LA POBLACION FRENTE AL RIESGO				
14	select_one conocimientoRiesgo	conocimientoRiesgo	CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE EL RIESGO				
15	select_one capacitacionRiesgos	capacitacionRiesgos	CAPACITACIONES EN GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES				
16	note	vulnerabilidadEconomica	VULNERABILIDAD ECONOMICA				
17	select_one configuracionElevacion	elevacionEdificacion	TIPO DE MATERIAL				yes
18	select_one materialPredominante	materialEdificacion	ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCION				yes
19	select_one estadoConservacion	conservacionEdificacion	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE EDIFICACIÓN				yes
20	select_one ingresoEconomico	ingresoEconomico	INGRESO ECONOMICO				
21	select_one regimenTenencia	regimenTenencia	REGIMEN DE TENENCIA				
22	select_one tipoVivienda	tipoVivienda	TIPO DE VIVIENDA				
23	note	vulnerabilidadAmbienta	VULNERABILIDAD AMBIENTAL				
24	select_one regimenTenencia	tenenciaInfraestructura	DESTINO DE RESIDUOS SOLIDOS				yes
25	select_one capacitacionGRD	conocimientoAmbiental	CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO EN CONSERVACION AMBIENTAL				yes
26	calculate	Vulnerabilidad	VALOR DE LA VULNERABILIDAD				
27	geopoint	coordenada	UBICACIÓN GEOGRAFICA	Para la correcta captura de las coordenadas ubicarse fuera de la vivienda			
28	image	imagen1	FOTOGRAFIA 1 DE LA VIVIENDA				yes
29	image	imagen2	FOTOGRAFIA 2 DE LA VIVIENDA				yes

Figura 9. Configuración para encuesta mediante aplicativo ODK Collect

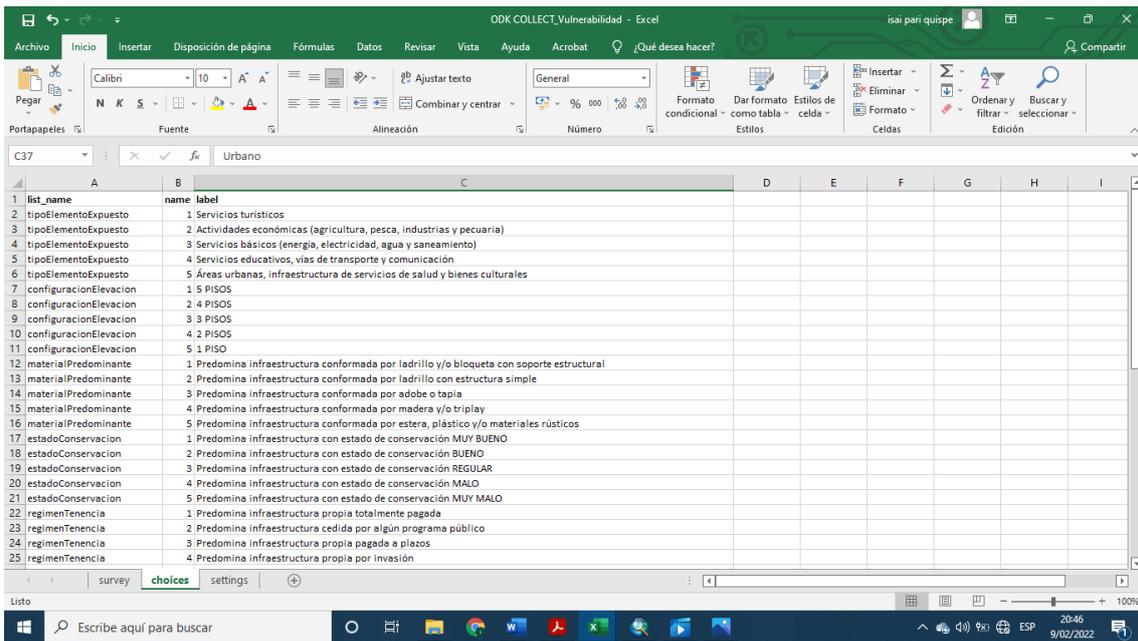


Figura 10. Captura de pantalla donde se visualiza programación para selección de descriptor por vivienda para análisis de vulnerabilidad

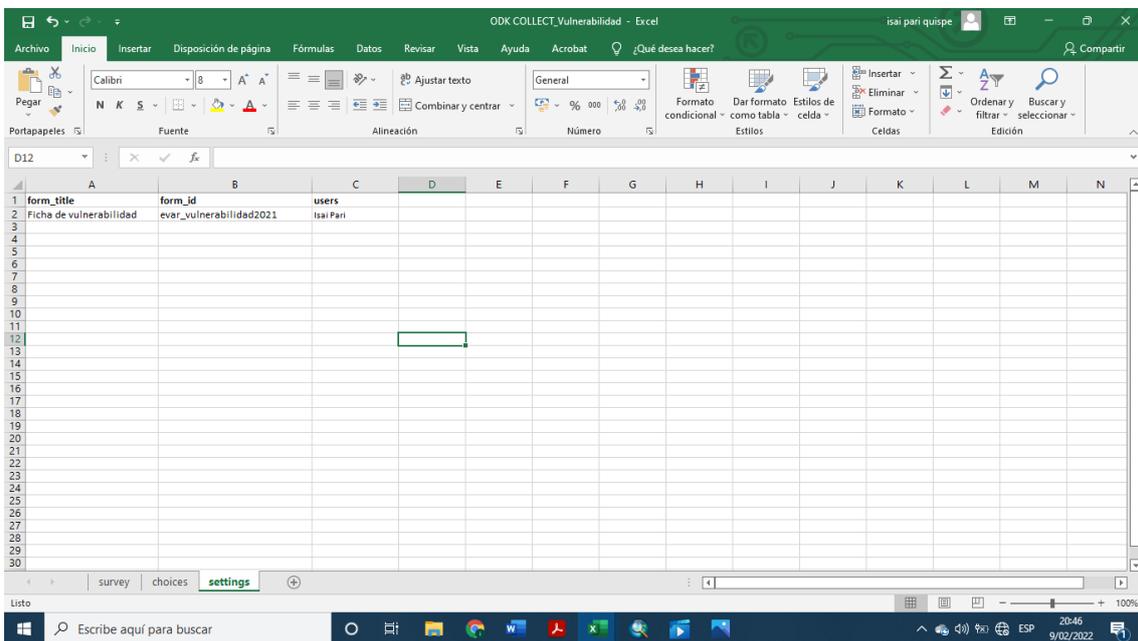


Figura 11. Configuración de ajustes para elaborar encuestas mediante aplicativo ODK Collect

Publicar un Formulario

Cargar FormularioXLS

For a quick introduction on how to publish a form try do download [tutorial.xls](#) and publish it.

Learn about the XLSForm syntax [here](#) along with more [form examples](#).

Carga [URL](#) [Dropbox](#)

Archivo XLS: ADR_Vu...idad.xlsx

 **isai** | ISAI
Ver Página de Perfil

2	0	4
FORMULARIOS	FORMULARIOS COMPARTIDOS	ENVÍOS

Published Forms

Export, map, and view submissions.

Mostrar inactivos: Buscar:

enketo.ona.io quiere Determinar tu ubicación

FRAGILIDAD

* CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE EDIFICACIÓN

* MAT

* ESTA

RESILIENCIA

* REGIMEN DE TENENCIA DE INFRAESTRUCTURA

* CAPACITACIONES EN GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES

* CUMPLIMIENTO DE NORMA TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN Y/O EDIFICACIÓN

Submission Successful

Your data was submitted!

The screenshot shows a web browser window with the URL 'enketo.ona.io/Waved4P'. The page title is 'Ficha de vulnerabilidad'. Below the title is a section 'Datos del lote' with several form fields:

- * AMBITO**: A dropdown menu with 'Rural' selected.
- * NUCLEO URBANO / POSESION INFORMAL**: An empty text input field.
- * MANZANA**: An empty text input field.
- * NRO. DE LOTE**: An empty text input field.
- EXPOSICION**: An empty text input field.
- * TIPO DE ELEMENTO EXPUESTO**: A dropdown menu with 'none selected' selected.

Figura 12. Para la elaboración de la encuesta se ha tomado dos opciones uno de ellos fue realizado mediante web, pero debido al poco conocimiento de la población no se ha obtenido la encuesta esperada

The screenshot shows an 'Excel Exports' interface for 'adr_vulnerabilidad2020'. It includes a table with columns for '#', 'Filename', 'Date Created', and 'Eliminar'. There are two tabs: 'New Export' and 'Advanced Export'. The table contains three rows of export data.

#	Filename	Date Created	Eliminar
1	adr_vulnerabilidad2020_2022_02_08_16_25_20_934110.xlsx	8 de Febrero de 2022 a las 16:25	
2	adr_vulnerabilidad2020_2020_06_24_21_38_54_395920-group-name-removed.xlsx	24 de Junio de 2020 a las 21:38	
3	adr_vulnerabilidad2020_2020_06_24_21_38_25_163173.xlsx	24 de Junio de 2020 a las 21:38	

Ficha de vulnerabilidad

Datos del lote

* **AMBITO**

Urbano

* **NUCLEO URBANO / POSESION INFORMAL**

* **MANZANA**

* **NRO. DE LOTE**

EXPOSICION

* **TIPO DE ELEMENTO EXPUESTO**

Seleccione una respuesta

FRAGILIDAD

odk.ona.io

Llenar Nuevo Formulario

Editar Formulario Guardado (1)

Enviar Formulario Finalizado

Ver Formularios Enviados (1)

Obtener Formulario en Blanco

Borrar Formularios Guardados

ODK Collect v2021.3.4

Ficha de vulnerabilidad

FRAGILIDAD

* **CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE EDIFICACIÓN**

Seleccione una respuesta

* **MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS EDIFICACIONES**

Seleccione una respuesta

* **ESTADO DE CONSERVACIÓN DE EDIFICACIÓN**

Seleccione una respuesta

RESILIENCIA

* **REGIMEN DE TENENCIA DE INFRAESTRUCTURA**

Seleccione una respuesta

* **CAPACITACIONES EN GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA**

←

Predomina infraestructura con estado de conservación MUY BUENO

Predomina infraestructura con estado de conservación BUENO

Predomina infraestructura con estado de conservación REGULAR

Predomina infraestructura con estado de conservación MALO

Predomina infraestructura con estado de conservación MUY MALO

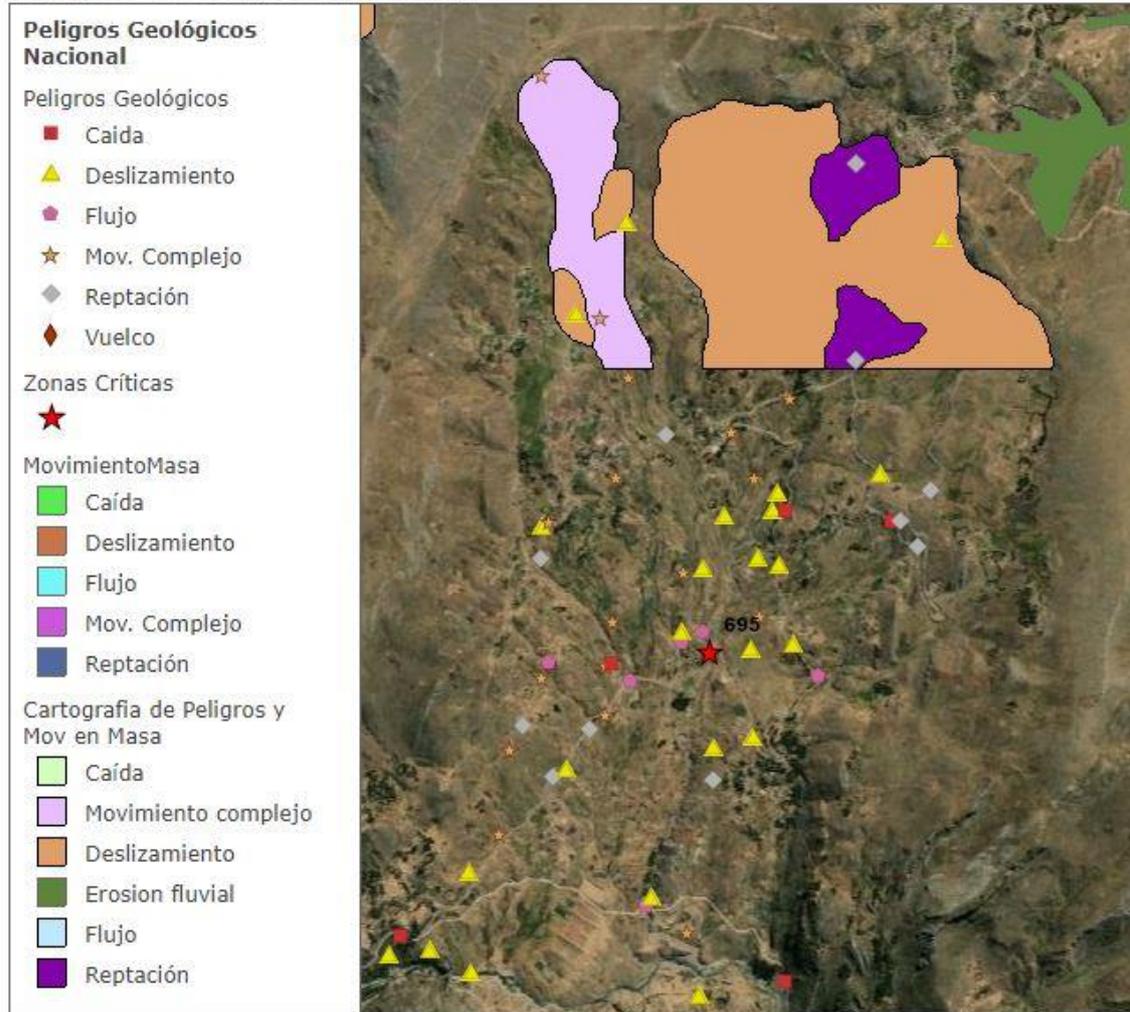
Figura 13. Encuesta para obtención de información mediante aplicativo ODK Collect para el análisis de vulnerabilidad.

Fotografías de trabajo de campo en la zona de estudio



Figura 14. Mi persona realiza la encuesta para obtener información en la zona de estudio mediante aplicativo ODK Collect

Peligros Geológicos Nacional



GEOCATMIN: Peligros Geológicos del Perú - Feb 2013 Contiene información sobre los peligros geológicos

Figura 15. Recopilación de información respecto al área de estudio donde se puede observar que está considerado como zona de movimiento complejo