Universidad Continental

Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

Tesis

Deslizamiento - flujo de detritos y su incidencia en los medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo - distrito de Vitoc - Chanchamayo Junín, 2021

Percy Moreno Montes

Para optar el Grado Académico de
Maestro en Ciencias con Mención en Gestión de
Riesgos de Desastres y Responsabilidad Social

Lima, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital

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

EVALUACION DE RIESGOS Y SU INCIDENCIA EN LA POBLACION DE VITOC

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	21%	1%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	4%
4	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	3%
5	dimse.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	predes.org.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	documents1.worldbank.org Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	

1 %

10 repositorio.ingemmet.gob.pe 1 %
Fuente de Internet

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Activo		

Asesor

Dr. Santiago Salvador Montenegro Canario

Dedicatoria

A mis queridos padres Edelmira Montes de Moreno y Araldo Moreno Vela y a mis hermanos.

Agradecimiento

A mi asesor Dr. Santiago Salvador Montenegro por sus recomendaciones en el desarrollo la presente tesis, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional.

Índice

Asesor ii
Dedicatoria iii
Agradecimiento iv
Resumen xv
Abstract xvi
Introducción xvii
CAPÍTULO I 19
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO 19
1.1. Planteamiento y formulación del problema 19
1.1.1 Planteamiento del problema 19
1.1.2 Formulación del problema 20
1.2. Determinación de objetivos 20
1.2.1 Objetivo General 20
1.2.2 Objetivos Específicos 20
1.3. Justificación e importancia del estudio 21
1.3.1 Justificación práctica 21
1.3.2 Justificación social 21
1.3.3 Justificación teórica 21
1.3.4 Justificación técnica 22
1.4. Limitaciones de la presente investigación 22
CAPÍTULO II 23
MARCO TEÓRICO 23
2.1 Antecedentes de la investigación 23
2.1.1 Antecedentes nacionales 23
2.1.2 Antecedentes internacionales 24
2.2 Bases teóricas 26
2.1.1 Movimiento en masa 26
2.1.2 Clasificación de movimiento en masa 27
2.1.3 Factores condicionantes y desencadenantes que favorecen el desarrollo de los movimientos en masa 28
2.1.4 Efectos y consecuencias del movimiento en masa 30

2.1.5 Indicadores de áreas propensas a movimiento en masa 31
2.1.6 Medios de vida 32
2.1.7 Vulnerabilidad de los medios de vida 32
2.3 Definición de términos básicos 32
CAPÍTULO III 35
HIPÓTESIS Y VARIABLES 35
3.1 Hipótesis 35
3.1.1 Hipótesis General 35
3.1.2 Hipótesis Específicas 35
3.2 Operacionalización de las Variables 35
3.2.1 Variable independiente 35
3.2.2 Variable dependiente 35
CAPÍTULO IV 37
METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 37
4.1 Método, tipo o alcance de investigación 37
4.1.1 Método 37
4.1.2 Tipo o alcance 37
4.2 Población y Muestra 37
4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 38
4.3.1 Técnicas 38
4.3.2 Instrumentos 38
4.4 Técnicas de análisis de datos 39
4.4.1 Revisión de bibliografía 39
4.4.2 Caracterización y ponderación 39
4.5 Evaluación de la zona en estudio 39
4.5.1 Ubicación del ámbito de estudio 39
4.5.2 Acceso 40
4.5.3 Características sociales 40
4.6 Evaluación de los medios de vida 41
4.6.1 Infraestructura de vivienda 41
4.6.2 Servicios Básicos 42
4.6.3 Alumbrado eléctrico 43

4.6.4 Salud 44
4.6.5 Medio socioeconómico 44
4.6.6 Manejo de residuos sólidos 45
4.6.7 Nivel de pobreza 45
4.7 Características ambientales 45
4.7.1 Parámetros topográficos 45
4.7.2 Red hidrográfica 45
4.7.3 Clima y meteorología 46
4.7.4 Pendientes 51
4.7.5 Unidades Geomorfológicas 52
4.7.6 Unidades geológicas 55
4.7.7 Cobertura vegetal y uso de suelos 57
CAPÍTULO V 60
RESULTADOS Y ANÁLISIS 60
5.1 Información histórica de emergencias registradas 60
5.2 Determinación del nivel del peligro 61
5.2.1. Determinación de la susceptibilidad del territorio 62
5.2.2. Análisis del factor desencadenante 62
5.2.3. Análisis de los factores condicionantes 63
5.2.4. Definición de escenarios de peligro 69
5.2.5. Nivel de peligro 70
5.2.6. Estratificación del nivel de peligro 70
5.2.7. Análisis de los elementos expuestos 71
5.3 Determinación del nivel de vulnerabilidad 72
5.3.1 Análisis de la dimensión social 72
5.3.2 Análisis de la dimensión económica 76
5.3.3 Análisis de la dimensión ambiental 80
5.3.4 Nivel de vulnerabilidad 84
5.3.5 Estratificación del nivel de vulnerabilidad 85
5.4 Determinación del riesgo 86
5.4.1 Nivel de riesgo 87
5.4.2 Estratificación del nivel de riesgo 87

5.4.3 Matriz de riesgo 89
5.5 Cálculo de efectos probables 89
5.6 Propuestas de medidas de control para mitigar los efectos por peligros por deslizamiento y flujo de detritos. 91
5.7 Control de riesgo 93
5.7.1 Aceptabilidad o tolerancia al riesgo 94
5.8 Discusión de resultados 97
CONCLUSIONES 99
RECOMENDACIONES 100
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 102
Anexos 109

Índice de Tablas

Tabla 1 Tipos de movimiento en masa..... 27
Tabla 2 Relación de variables a investigar..... 35
Tabla 3 *Población y viviendas total de la microcuenca Aynamayo* 40
Tabla 4 *Población total por grupo etario*..... 41
Tabla 5 *Identificación de los centros poblados y habitantes en la microcuenca Aynamayo* 41
Tabla 6 *Identificación de la red hídrica de la zona de estudio de la microcuenca Aynamayo* 46
Tabla 7 *Datos de la estación meteorológica de San Ramón*..... 46
Tabla 8 *Resumen de las temperaturas extremas y medias* 47
Tabla 9 *Precipitación total mensual (mm) en la Estación San Ramón periodo 1960-1979* 48
Tabla 10 *Humedad relativa promedio anual en porcentaje (%) en la Estación San Ramón periodo 1960–1979* 50
Tabla 11 *Clasificación de pendientes*..... 51
Tabla 12 *Clasificación de las unidades geomorfológicas* 53
Tabla 13 *Clasificación de las unidades geológicas* 55
Tabla 14 *Clasificación de las unidades de cobertura vegetal y uso de suelos*..... 57
Tabla 15 *Emergencias registradas en la microcuenca Aynamayo periodo 2003-2018* 60
Tabla 16 *Matriz de parámetros para el análisis de la susceptibilidad* 62
Tabla 17 *Matriz de comparación de pares de parámetros de precipitación* 62
Tabla 18 *Matriz de normalización de pares de parámetros de precipitación*..... 63
Tabla 19 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala*..... 63
Tabla 20 *Matriz de comparación de pares de parámetros condicionantes* 63
Tabla 21 *Matriz de normalización de pares de parámetros condicionantes*..... 64
Tabla 22 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los factores condicionantes.*..... 64
Tabla 23 *Matriz de comparación de pares de parámetros de pendiente*..... 65

Tabla 24 *Matriz de normalización de pares de parámetros de pendiente* 65
Tabla 25 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de pendiente* 65
Tabla 26 *Matriz de comparación de pares de parámetros de unidades geomorfológicas* 66
Tabla 27 *Matriz de normalización de pares de parámetros de unidades geomorfológicas* 66
Tabla 28 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de unidades geomorfológicas* 67
Tabla 29 *Matriz de comparación de pares de parámetros de unidades geológicas*. 67
Tabla 30 *Matriz de normalización de pares de parámetros de unidades geológicas* 68
Tabla 31 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de unidades geológicas* 68
Tabla 32 *Matriz de comparación de pares de parámetros de unidades de cobertura vegetal y uso de suelo* 68
Tabla 33 *Matriz de normalización de pares de parámetros de unidades cobertura vegetal y uso de suelo* 69
Tabla 34 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de unidades cobertura vegetal y uso de suelo.* 69
Tabla 35 *Niveles de peligro* 70
Tabla 36 *Estratificación del peligro* 70
Tabla 37 *Número de habitantes expuestos* 71
Tabla 38 *Nivele de peligro de viviendas* 72
Tabla 39 *Parámetros de la dimensión social* 72
Tabla 40 *Parámetros en el factor de exposición de la dimensión social* 72
Tabla 41 *Matriz de comparación de pares de parámetros de centros poblados según el número de viviendas expuestas* 73
Tabla 42 *Matriz de normalización de pares de parámetros de centros poblados según el número de viviendas expuestas* 73

Tabla 43 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de centros poblados según el número de viviendas expuestas* 73
Tabla 44 *Parámetros en el factor de fragilidad de la dimensión social* 74
Tabla 45 *Matriz de comparación de pares de parámetros del estado de conservación de la vivienda* 74
Tabla 46 *Matriz de normalización de pares de parámetros del estado de conservación de la vivienda* 74
Tabla 47 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del estado de conservación de la vivienda* 75
Tabla 48 *Parámetros en el factor de resiliencia de la dimensión social* 75
Tabla 49 *Matriz de comparación de pares de parámetros de capacitación en temas de gestión de riesgos* 75
Tabla 50 *Matriz de normalización de pares de parámetros de capacitación en temas de gestión de riesgos* 75
Tabla 51 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para la capacitación en temas de gestión de riesgos* .. 76
Tabla 52 *Parámetros de la dimensión económica* 76
Tabla 53 *Parámetros de la exposición de edificación a la fuente de peligro* 76
Tabla 54 *Matriz de comparación de pares de parámetros de la exposición de edificación a la fuente de peligro* 77
Tabla 55 *Matriz de normalización de pares de parámetros de la exposición de edificación a la fuente de peligro* 77
Tabla 56 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de la exposición de edificación a la fuente de peligro* 77
Tabla 57 *Parámetros en el factor de fragilidad de la dimensión económica* 78
Tabla 58 *Matriz de comparación de pares parámetros del material predominante de la edificación* 78
Tabla 59 *Matriz de normalización de pares de parámetros material predominante de la edificación* 78

Tabla 60 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del material predominante de la edificación* 79
Tabla 61 *Parámetros en el factor de resiliencia de la dimensión económica* 79
Tabla 62 *Matriz de comparación de pares de parámetros de régimen de tenencia de vivienda* 79
Tabla 63 *Matriz de normalización de pares de parámetros de régimen de tenencia de vivienda* 80
Tabla 64 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el régimen de tenencia de vivienda* 80
Tabla 65 *Parámetros de la dimensión ambiental* 80
Tabla 66 *Parámetros de la deforestación* 81
Tabla 67 *Matriz de normalización de pares de parámetros de deforestación* 81
Tabla 68 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de deforestación* 81
Tabla 69 *Parámetros de explotación de recursos naturales* 82
Tabla 70 *Matriz de normalización de pares de parámetros explotación de recursos naturales* 82
Tabla 71 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de explotación de recursos naturales* 83
Tabla 72 *Parámetros en conocimiento en conservación ambiental* 83
Tabla 73 *Matriz de normalización de pares de parámetros en conocimiento en conservación ambiental* 84
Tabla 74 *Índice (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro en conocimiento en conservación ambiental* 84
Tabla 75 *Niveles de vulnerabilidad* 84
Tabla 76 *Estratificación de vulnerabilidad* 85
Tabla 77 *Nivele de vulnerabilidad de viviendas* 86
Tabla 78 *Niveles de riesgo* 87
Tabla 79 *Estratificación del riesgo* 87

Tabla 80 *Nivele de riesgo de viviendas* 89
Tabla 81 *Matriz de riesgo* 89
Tabla 82 *Cálculo de pérdidas – viviendas riesgo alto* 90
Tabla 83 *Cálculo de pérdidas – Suelos de cultivo con peligro muy alto a alto* 91
Tabla 84 *Valoración de consecuencias* 94
Tabla 85 *Valoración de frecuencia de ocurrencias* 94
Tabla 86 *Matriz de consecuencias y daños* 95
Tabla 87 *Niveles de consecuencia y daño* 95
Tabla 88 *Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia* 96
Tabla 89 *Prioridad de intervención* 96
Tabla 90 *Escala de Saaty* 113
Tabla 91 *Matriz de identificación de parámetros* 114
Tabla 92 *Construcción de matrices de comparación de pares* 114
Tabla 93 *Matriz de comparación de pares con la suma y la inversa de la suma por cada columna* 115
Tabla 94 *Matriz de normalización de pares* 116
Tabla 95 *Generación del vector de priorización* 116
Tabla 96 *Determinación del nivel de peligro* 117
Tabla 97 *Hallando el vector suma ponderada* 118
Tabla 98 *Hallando* λmax 118
Tabla 99 *Tabla de Índices Aleatorios* 119

Índice de Figuras

Figura 1 *Material predominante en la construcción de paredes* 42
Figura 2 *Material predominante en la construcción de techos* 42
Figura 3 *Sistema de abastecimiento de agua en los hogares* 42
Figura 4 *Disposición sanitaria de excretas en los hogares* 43
Figura 5 *Hogares con disposición de alumbrado eléctrico por red pública* 44
Figura 6 *Mapa de anomalía mensual de precipitación del mes de enero 2015* 49
Figura 7 *Mapa de susceptibilidad al movimiento de masas* 61
Figura 8 *Flujo metodológico que seguir para la toma de decisiones* 112

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar los fenómenos de deslizamiento y flujo de detritos y su incidencia en los medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en el departamento de Junín. Se desarrolló una investigación no experimental de tipo transeccional descriptivo y explicativo mediante la evaluación del nivel de peligro y el análisis de los factores condicionantes y desencadenante. Se evaluó el nivel de vulnerabilidad en función a las dimensiones social, económica y ambiental mediante la metodología multicriterio aplicada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) denominada «Proceso de Análisis Jerárquico» (PAJ). Esta metodología permitió la ponderación de los parámetros del fenómeno de origen natural y la vulnerabilidad, lo que ha develado la importancia (peso) de cada uno de los parámetros para el cálculo y la estratificación del riesgo. Para el desarrollo de los mapas temáticos, se empleó el software QGis, herramienta que ayudó en el procesamiento y el análisis. En consecuencia, se obtuvo los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo. Los resultados obtenidos demuestran que los niveles de riesgo son predominantemente alto y medio en la microcuenca, dadas las características del territorio y el nivel de vulnerabilidad presente en los centros poblados asentando en la zona de estudio.

Palabras claves: *deslizamiento*, *flujo de detritos, medios de vida*, *microcuenca*

Abstract

The objective of the research was to evaluate the phenomena of landslides and debris flows and their impact on the livelihoods of the population of the Aynamayo micro-watershed in the district of Vitoc, province of Chanchamayo in the department of Junín. A non-experimental investigation of a descriptive and explanatory transectional type was developed through the evaluation of the level of danger and the analysis of the conditioning and triggering factors. The level of vulnerability was evaluated based on the social, economic and environmental dimensions using the multi-criteria methodology applied by the National Center for Disaster Risk Estimation, Prevention and Reduction (CENEPRED) called "Proceso de Análisis Jerárquico" (PAJ). This methodology allowed the weighting of the parameters of the phenomenon of natural origin and vulnerability, which has revealed the importance (weight) of each one of the parameters for the calculation and risk stratification. For the development of the thematic maps, the QGis software was used, a tool that helped in the processing and analysis. Consequently, the hazard, vulnerability and risk maps were obtained. The results obtained show that the risk levels are predominantly high and medium in the micro-basin, given the characteristics of the territory and the level of vulnerability present in the populated centers settling in the study area.

Keywords: landslide, debris flow, livelihoods, micro-watershed

Introducción

Los pobres y vulnerables son los más afectados por los desastres de origen natural. Desde 1980, a nivel mundial, se han producido más de 2 millones de muertes de personas, con un valor de pérdida de más de 3 billones de dólares y con un incremento al 600% de daños totales. Para el año 2030, el cambio climático amenaza con generar que más de 100 millones de personas sean consideradas como pobres extremas, así como provocar pérdidas cuantiosas y duraderas que afecten a los más vulnerables (Banco Mundial, 2021).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2020) afirma que América Latina y el Caribe engloban la segunda región más proclive en ser afectada por los desastres. Entre los muchos fenómenos naturales, destacan los deslizamientos de tierra, fenómeno que posee diversas causas: precipitaciones, erosión de la corriente, cambios de nivel hídrico, terremotos, actividad volcánica y la actividad humana. Esta última es un factor que agudiza los desastres como la construcción de estructuras y carreteras sin adecuadas propuestas técnicas.

De acuerdo con Molina et al. (2021), los países andinos, entre ellos el Perú, son los más susceptibles a los múltiples fenómenos naturales, como las inundaciones y movimiento en masa (que son los más destructivos por las muertes que provoca). Esto se debe a la topografía escarpada, la alta variabilidad espacial y temporal de las precipitaciones, las diversas composiciones litológicas y las actividades antrópicas que generan un impacto negativo en los cambios en la cobertura vegetal (deforestación) y la construcción de vías de transporte que incrementa la probabilidad de erosión y movimiento en masa. Es de urgencia desarrollar planes de prevención y la reducción de riesgos de desastres, en especial en las cuencas hidrográficas. Estos deben estar enmarcados a la adaptación al cambio climático, considerando que este es un fenómeno que va en aumento (Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENEPRED], 2017).

La microcuenca Aynamayo presenta zonas de deslizamiento y flujo de detritos antiguas y recientes. Cabe mencionar que este tipo de fenómeno presenta el más alto peligro en el área de estudio. Se ha comprobado el impacto de los procesos de la actividad humana: la creciente ocupación urbana en la zona baja de la microcuenca sin la correcta planificación, la deforestación en áreas de pendientes abruptas, el desarrollo de actividades productivas (agricultura, tala y quema de bosques primarios y secundario, y habilitación de vías de transporte por áreas geodinámicamente activas).

La presente investigación evaluó los peligros por deslizamiento y flujo de detritos y su incidencia en los medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín. Por tanto, se considera un aporte al conocimiento de los fenómenos en movimiento de masa, proceso clave en la gestión de riesgos de desastres en la región de la selva en el Perú.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

Los movimientos en masa forman parte de procesos denudativos que configuran el relieve de la tierra. Son procesos importantes que producen una pesada carga en las poblaciones. Como consecuencia de estos movimientos, se interrumpen las actividades normales en las ciudades, pueblos y las vías de comunicación. Esto provoca daños, muertes e innumerables pérdidas económicas (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

Los movimientos en masa en la región de la Selva Alta deben su causa a las pendientes pronunciadas, la deforestación y la saturación hídrica en los suelos. Estas producen la pérdida de estabilidad, desprendimiento y deslizamiento de tierras, lo cual ocurre generalmente en épocas de lluvia (MINAGRI, 2010).

En los centros poblados de la Selva Central ubicados en el distrito de Vitoc, perteneciente a la provincia de Chanchamayo, suceden eventos recurrentes en sus áreas afectadas por eventos desencadenados por la precipitación. Por ello, se presentan fenómenos de movimientos en masa, inundaciones y erosión, los cuales han producido daños a la población por la afectación de los servicios básicos (desagüe, energía eléctrica), la interrupción de vías de transporte, destrucción de áreas agrícolas y puesta en peligro de la integridad y salud de la población (Gobierno Regional Junín, 2019).

En este contexto, la presente investigación busca determinar el nivel de riesgo por deslizamiento y flujo de detritos y su incidencia en los medios de vida de la población que se presenta en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc. La investigación sobre este fenómeno nos permitirá

aproximarnos más a su entendimiento, así como brindar un texto de consulta para la toma de decisiones técnicas y políticas más adecuadas para afrontar estos fenómenos, pues la investigación contribuye al conocimiento en la gestión de riesgos de desastres.

1.1.2 Formulación del problema

A. Problema General

¿De qué manera los deslizamiento y los flujos de detritos pueden incidir en los medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín, 2021?

B. Problema Específico

- ¿Cuál es el nivel de peligro por deslizamiento y los flujos de detritos en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín?

- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad de los medios de vida de la población ubicada en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín?

- ¿Cuál es el nivel de riesgo originado por deslizamientos y flujo de detritos en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín?

1.2. Determinación de objetivos

1.2.1 Objetivo General

Determinar cómo los deslizamientos y flujos de detritos afectarían a los medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín, 2021.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar los niveles de peligro originados por deslizamiento y flujos de detritos que presenta la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín.

- Analizar la vulnerabilidad de los medios de vida de la población ubicada en la microcuenca de Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín.

- Evaluar el nivel de riesgo por deslizamiento y flujo de detritos en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín.

1.3. Justificación e importancia del estudio

1.3.1 Justificación práctica

El trabajo permitirá orientar a las autoridades del distrito de Vitoc en el departamento de Chanchamayo a poder formular planes de contingencia para la población a fin de ser protegidas ante la ocurrencia de eventos adversos ante los deslizamientos y flujo de detritos durante la temporada de precipitación.

1.3.2 Justificación social

La población que se encuentra asentada en la microcuenca de Aynamayo en el distrito de Vitoc consta de 448 habitantes, distribuidos en 16 centros poblados. Según el mapa de pobreza elaborado por el INEI (2020), el distrito de Vitoc se ubica en el puesto 1 632 de 1 874 distritos a nivel nacional. En este contexto, el presente trabajo podrá orientar la toma de decisiones en los planes de prevención con el objetivo de que la población no sea afectada en los aspectos social y económico, y, por tanto, no sea aún más perjudicada.

1.3.3 Justificación teórica

El estudio contribuye al conocimiento de los fenómenos de deslizamientos y flujo de detritos en la región de la Selva Alta en el Perú

mediante el uso de instrumentos para el desarrollo de un diagnóstico. Esto permitirá determinar los niveles de riesgos y el impacto en los medios de vida de la población.

1.3.4 Justificación técnica

El trabajo contribuye con un documento técnico para ser utilizado en el desarrollo de múltiples proyectos privados y estatales. A nivel estatal, sea una guía para que las autoridades locales adopten las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres en el marco estipulado según la normativa vigente a fin de mantener el bienestar, seguridad y desarrollo sostenible de la población.

1.4. Limitaciones de la presente investigación

La investigación tiene como ámbito geográfico la parte baja de la microcuenca de Aynamayo, ubicada en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín. Dicho lugar cuenta con 16 centros poblados. En cuanto al tiempo, el periodo de la investigación se desarrolló fundamentalmente en el año 2021.

El estudio se realiza dentro del marco de la Gestión de Riesgos de Desastres, Ley N.º 29664-Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres (SINAGERD), y su reglamento Decreto Supremo N.º 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres; Ley N.º 27972-Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por la Ley N.º 28268, con la finalidad de poder identificar y reducir los riesgos, gestionando la preparación y la atención ante situaciones de emergencia.

Tanto las limitaciones sobre información registrada en relación a daños como las acciones ejecutadas ante los eventos por deslizamiento y flujo de detritos en años pasados en la zona de estudios son muy escasas.

Las limitaciones en la etapa de campo constan de las condiciones meteorológicas adversas (lluvia) y el difícil acceso a algunos centros poblados, pues sus vías eran agrestes y hubo poca receptividad de los pobladores locales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Los antecedentes de la investigación constan de las siguientes investigaciones previas:

2.1.1 Antecedentes nacionales

Callirgos (2020) desarrolló la investigación titulada «Evaluación de riesgo por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad en el centro poblado de Cuenca – Huancavelica». Este trabajo se centró en determinar el riesgo por deslizamiento usando un método conformado por 3 fases. La primera consistió en identificar el área de influencia del peligro, y definir los parámetros y descriptores. Esto permitió caracterizar, ponderar y evaluar el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo. En la segunda fase, se recopiló información en campo sobre los elementos expuestos mediante una ficha catastral. Finalmente, en la tercera, se unificó la información de las dos fases anteriores para poder determinar los riesgos y estimar las posibles pérdidas ante las ocurrencias de un desastre por deslizamiento rotacional.

Los resultados de la investigación concluyeron que en el centro poblado de Cuenca el nivel de riesgo va de alto a muy alto, lo que causaría cuantiosas pérdidas calculadas aproximadamente en S/. 5 730 183.95.

Tarazona (2018) tituló a su investigación «Estimación del riesgo por movimiento en masa en la subcuenca del río Ancash – Yungay 2016». En ella, se estiman los niveles de riesgo por movimiento en masa en la subcuenca del río Ancash empleando la metodología «Proceso de Análisis Jerárquico» (PAJ). Esta le permitió medir los criterios cuantitativos y cualitativos para obtener el mapa de peligros y el análisis de la vulnerabilidad en las dimensiones social, económica y ambiental. Con ello,

se obtuvo el mapa de riesgo por movimiento en masa, el cual determinó un nivel de riesgo alto.

Para cada nivel de riesgo identificado, fueron recomendadas propuestas de medidas tanto estructurales como no estructurales para la prevención y reducción de los riesgos a fin de garantizar el desarrollo racional de las actividades de la población en la subcuenca.

Carrillo (2015) tituló «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» a la investigación en la que halló que la zona donde se ubica el poblado Carampa se conforma por suelos de tipo limoarcillitas intercaladas con estratos de lutitas y areniscas que pertenecen al Grupo Cabanillas (D-ca) de la era Devónica. Estos suelos son susceptibles a deslizarse. Su evidencia fue la presencia de agrietamientos y formaciones de cárcavas que se atribuyen a las precipitaciones pluviales, por lo que podría convertirse en una zona desencadenante para un evento geodinámico y afectado a la población.

Además, la cobertura de suelos que conforman el lugar está constituida por arenas y gravas limosas, que al contacto con el agua generan saturación e incrementan su presión hidrostática. Esto forma un plano de falla y, por consiguiente, un deslizamiento. Por ello, se elaboró un análisis de estabilidad de taludes para poder contener las zonas inestables.

2.1.2 Antecedentes internacionales

Guataquira (2018) desarrolló el estudio titulado «Análisis de movimiento en masa mediante la aplicación de SIG en la ciudad de Villavicencio en el sector Cerro de Buenavista». Su objetivo fue desarrollar el mapa de susceptibilidad por movimiento en masa del sector denominado Cerro de Buenavista. Esto se realizó mediante el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante la ponderación de las unidades geomorfológicas, geológicas, uso de suelos e hidrología. Se determinó la

evaluación por cada variable y, posteriormente, se desarrolló la evaluación de todos los factores para poder determinar las áreas con mayor o menor susceptibilidad a movimiento en masa. Se determinó que la zona tiene una geomorfología que está definida por estructuras geológicas de formación llamadas «brechas de Buenavista». Así mismo, presenta un sistema de fallas, las cuales se encuentran activas y presentes en la pendiente. También, la erosión de suelos y la hidrología de la zona generan que esta región tenga una alta susceptibilidad en el movimiento en masa que pueda afectar la zona baja de las montañas.

Caviedes y Chaparro (2021) titularon a su estudio «Zonificación de susceptibilidad a movimiento en masa en el área urbana del sector Este de La UPZ Verbenal, Bogotá D.C.». El objetivo fue ampliar el conocimiento sobre el movimiento en masa al realizar un estudio detallado para identificar las áreas susceptibles a un intervalo de una escala de 1:2 000. Para ello, se aplicaron herramientas de geoprocesamiento y la información primaria y secundaria de la zona. A partir del uso de dos metodologías (la matriz GIS y el índice de frecuencia normalizado), se pudo clasificar la zona en cinco categorías para la susceptibilidad a movimiento en masa. Se halló que solo el 1.35% de la zona posee una probabilidad muy alta, lo cual es favorable para la población asentada en la zona.

El trabajo académico de **Jiménez (2005)** se llamó «Análisis de la susceptibilidad a los movimientos de ladera mediante un SIG en la cuenca vertiente al embalse de Rules Granada». Este se desarrolló mediante el análisis de la susceptibilidad de los movimientos de ladera mediante el uso de la herramienta SIG. En el proceso, se realizó un inventario de los movimientos de ladera que constaron de un total de 252. Así mismo, se describieron las distintas características tipológicas, dinámicas, litológicas, etc. Esta zona está compuesta por micaesquistos, filitas y mármoles. El área impactada por estos movimientos de ladera en la zona representa el 3.21% del área total. Los fenómenos de movimientos que predominan son

los deslizamientos, los flujos de derrubios y —con una mínima representatividad— los desprendimientos y movimientos complejos. En la investigación, se analizaron los factores más relevantes para el análisis de la susceptibilidad, por el método de la matriz, mediante el cruce de estos con los eventos pasados. Una vez calculada la susceptibilidad, se procedió a calcular el grado de ajuste para poder realizar la valoración de la misma.

2.2 Bases teóricas

2.1.1 Movimiento en masa

A. Concepto

El movimiento en masa se refiere a todos los procesos de movimiento de suelo ladera abajo de una masa de rocas, de detritos o tierras por el efecto de la gravedad, así como también la forma del terreno que resulta de ese movimiento (Cruden, 1991; Highland y Bobrowsky, 2008).

Para la Alcaldía de Medellín (2016), los movimientos en masa son desplazamientos de tierra que van a favor de la pendiente por la acción de la fuerza de gravedad. Se pueden generar por factores como el agua, eventos sísmicos, aplicación de carga excesiva, excavaciones para viviendas, apertura de vías de acceso, etc. Estos eventos producen cambios visibles en el entorno como hundimientos, agrietamientos, desprendimiento de suelos y rocas. Como consecuencia, se produce la destrucción y/o deterioro de las viviendas, cultivos, represamiento de causes y quebradas.

Por su parte, INDECI (2011) define el movimiento en masa como un proceso denutativo que forma el relieve de la tierra. Así mismo, se genera por una gran variedad de procesos geológicos, mecánicos, hidrometeorológicos y químicos que se producen en la superficie de la tierra y en la interfaz de la hidrósfera y la atmósfera.

Para el CENEPRED (2014), el movimiento en masa en laderas se corresponde con procesos de movimientos lentos o rápidos de los componentes del suelo, rocas o ambas que son desencadenadas por

el exceso de agua en el terreno y/o por el efecto de la gravedad. Sin embargo, estos movimientos de terreno producen deslizamientos que consisten en descensos masivos o relativamente rápidos; por lo que pueden tener un carácter catastrófico a lo largo de una pendiente.

2.1.2 Clasificación de movimiento en masa

Para la clasificación de los movimientos en masa se considera los sistemas propuestos por Varnes (1978).

Tabla 1

Tipos de movimiento en masa

Tipo	Subtipo
1. Caída	1.1 Caída de roca (detritos o suelo)
2. Volcamiento	2.1 Volcamiento de roca (bloque)
	2.2 Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
3. Deslizamiento de roca o suelo	3.1 Deslizamiento traslacional, deslizamiento de cuña
	3.2 Deslizamiento rotacional
4. Propagación lateral	4.1 Propagación lateral lenta
	4.2 Propagación lateral por licuación (rápida)
5. Flujo	5.1 Flujo de detritos
	5.2 Crecida de detritos
	5.3 Flujo de lodo
	5.4 Flujo de tierra
	5.5 Flujo de turba
	5.6 Avalancha de detritos
	5.7 Avalancha de rocas
	5.8 Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
6. Reptación	6.1 Reptación de suelos
	6.2 Solifluxión, gelifluxión (en permafrost)
7. Deformaciones gravitacionales profundas	

Fuente: Proyecto Multinacional Andino: guía para la evaluación de Amenazas (2007).

Es importante indicar que, en la práctica, es difícil determinar un movimiento en masa a una clase en específico; ya que las causas, en su mayoría, son muy complejas. Estas muestran diferentes comportamientos a lo largo de su recorrido, debido a las propiedades del terreno que está involucrado y también a los factores externos que intervienen en el tipo de movimiento (Glade y Crozier, 2005).

2.1.3 Factores condicionantes y desencadenantes que favorecen el desarrollo de los movimientos en masa

a) Factor condicionante

Son los parámetros que caracterizan un espacio geográfico. Este factor puede contribuir de manera favorable o desfavorable al desarrollo de un fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad). Así mismo, puede estar en una acción estática o pasiva y representa debilitaciones inherentes de los suelos y rocas de las laderas (CENEPRED, 2014; INDECI, 2011).

Los factores condicionantes son de dos tipos:

- **Geológicos:**
  - Litológico: constituye las rocas y su composición fisicoquímica. Además, produce cambios importantes como la dureza, fragilidad, compactación, consolidación, adherencia y meteorización (INDECI, 2011).
  - Estratigráfica: comprende la disposición de las rocas basada en la orientación y el ángulo de inclinación, el espesor y la constitución de los estratos. Va a determinar el periodo de estabilidad o inestabilidad (INDECI, 2011).
  - Comportamiento Geodinámico: comprende la compresibilidad, cohesión y la deformabilidad de los suelos (INDECI, 2011).
- **Geomorfológicas:**
  - Se fundamenta en la geometría de taludes, la topografía irregular, las pendientes pronunciadas y la proximidad a fallas o fisuras progresivas (INDECI, 2011).

b) Factores desencadenantes

Son los parámetros que hacen que se desaten los eventos y/o sucesos que generan peligros en un espacio geográfico (CENEPRED, 2014).

- **Fenómenos de origen natural**

  Este tipo de fenómenos pueden presentarse de forma individual (lluvias, por ejemplo) o en combinación (lluvias y erosión eólica, por ejemplo). Son las precipitaciones pluviales, la filtración de aguas pluviales, las variaciones de temperatura, la erosión eólica, la acción de la gravedad, los movimientos sísmicos, la presión hidrostática por las acciones hidrometeorológicas (INDECI, 2011).

Para la Alcaldía de Medellín (2016), los factores desencadenantes por origen natural son:

- **Clima:** los fenómenos de movimiento en masa están estrechamente relacionados con la ocurrencia de lluvias. Esto se debe a que saturan los suelos, generan alteraciones en sus propiedades mecánicas y la pérdida de resistencia.
- **Actividad sísmica:** los sismos generan vibraciones que pueden alterar el equilibrio de las laderas. Producen grandes deformaciones y roturas, así como deslizamientos.

- **Fenómenos Inducidos por acción humana**

  Se presentan de forma individual o en combinación. Las actividades más comunes son la deforestación, el corte de talud, las socavaciones, las explotaciones mineras, el inadecuado análisis de los riegos, los centros poblados ubicados en terrenos situados en laderas inestables (INDECI, 2011).

Para la Alcaldía de Medellín (2016), los factores desencadenantes por actividades antrópicas son:

- **Excavaciones:** son actividades que se desarrollan para la construcción de infraestructuras. Tienden a alterar el equilibrio del terreno.
- **Sobrecargas:** es la disposición inadecuada de material (escombros, basura, etc.) en zonas de alta pendiente. Genera la pérdida de resistencia del terreno.
- **Deforestación:** es la eliminación de la cobertura vegetal en las pendientes debido a la remoción de vegetación, la tala y la quema. Provoca procesos erosivos y la falla del terreno a causa de la saturación generada por la pérdida progresiva de suelo.
- **Manejo de aguas:** son los flujos no controlados que pueden convertirse en principales detonantes de procesos de erosión y remoción de suelos. Se producen por la falta de captación y conducción de aguas superficiales, fugas de redes de servicios, fallas en tanques de almacenamiento. Como consecuencia, generan la saturación del suelo y la pérdida de resistencia del mismo.

2.1.4 Efectos y consecuencias del movimiento en masa

Los efectos del movimiento en masa se producen en dos ambientes principales: el entorno construido y el entorno natural. No obstante, en ocasiones, hay intersección entre ambos entornos (Highland y Bobrowsky, 2008).

a) Efectos en ambientes construidos

El movimiento de masas puede afectar a las estructuras desarrolladas por la actividad humana que puedan estar cerca de una zona con riesgo. Las estructuras construidas en pendientes inestables pueden experimentar impactos parciales o la destrucción de sus cimientos. También pueden ser afectados los servicios públicos subterráneos y sobre el suelo (como tuberías de aguas, alcantarillas, tendido eléctrico

y vías de comunicación). De igual forma, serán afectados los medios de subsistencia, tales como comercios, residencias, mercados de abastos, los cuales interrumpirán los negocios debido a los daños de las estructuras o las vías de ingreso (Highland y Bobrowsky, 2008).

b) Efectos sobre el ambiente natural

La flora y la fauna son a menudo perjudicadas por los movimientos en masa. Los bosques son los más dañados temporalmente o en raras ocasiones son destruidos por estos fenómenos. No obstante, debido a que estos fenómenos son relativamente locales, se pueden recuperar con el tiempo. Algunos estudios indican que los movimientos en masa pueden beneficiar a la vida silvestre, ya sea directa o indirectamente (Highland y Bobrowsky, 2008).

2.1.5 Indicadores de áreas propensas a movimiento en masa

La evaluación de los factores de peligro de movimiento en masa implica el poder localizar las áreas inestables y las potencialmente inestables. Para ello, se basa en dos indicadores:

a) Indicadores con antecedentes

Este indicador se basa en los cambios sufridos geomorfológicamente en el relieve de la ladera debido a la remoción en masa. Dichos cambios permiten identificar zonas que fueron impactadas con algún tipo de fenómeno por eventos pasados (INDECI, 2011).

b) Indicadores potenciales

Este indicador permite identificar áreas que no han sido impactadas por el movimiento en masa. Sin embargo, el terreno presenta características que lo hacen potencialmente inestable, lo cual está relacionado con los factores condicionantes (litología, geomorfología o la aproximación de alguna falla geológica) y los desencadenantes (como la precipitación). Estos están ligados a indicadores de antecedentes pasados, lo cual los vuelve potencialmente inestable. Con ello, se puede predecir un probable evento (INDECI, 2011).

2.1.6 Medios de vida

Los medios de vida comprenden las capacidades, activos (recursos materiales y sociales) y las actividades de las personas para vivir. También sirven para enfrentar sucesos imprevistos y poderse recuperar. Esto va a permitir mantener y mejorar las capacidades y bienes con el fin de conservar las presentes y futuras generaciones (Chambers y Conway, 1991).

Para Cachapa et al. (2020), los medios de vida comprenden a las capacidades, actividades y activos necesarios para generar ingresos económicos. Así mismo, permiten el mantenimiento de los recursos en beneficio para las presentes y futuras generaciones, en especial para las comunidades más vulnerables.

2.1.7 Vulnerabilidad de los medios de vida

Son los acontecimientos impredecibles que pueden impactar en los medios de vida, lo cual genera que los hogares tiendan a una situación de pobreza. Es importante distinguir entre las rupturas extrínsecas (producidas fuera de la comunidad y que afectan a los que viven en ella) y la ruptura intrínseca (que afecta solo a determinados hogares) (Spicker, 2009).

Estas rupturas están relacionadas con los factores meteorológicos o desastres como, por ejemplo, lluvias intensas, sequias, derrumbes, sismos, huracanes, maremotos, inundaciones heladas, plagas o enfermedades, olas extremas de calor o frio que afecten a las personas. Por otro lado, las rupturas económicas están relacionadas con los cambios bruscos en la economía nacional o local que afectan a los mercados y empleos (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional [USAID], 1991).

2.3 Definición de términos básicos

a) Deslizamiento: es un movimiento de una masa de suelo o roca que va ladera abajo. El desplazamiento se presenta predominante a lo largo de una extensión

de falla o de una estrecha zona en donde ocurre una gran deformación cortante (Varnes, 1978).

b) Evaluación de riesgos: es el procedimiento técnico en el cual se analizan los riesgos. Este paso permite calcular y controlar los riesgos en relación con los peligros y análisis de vulnerabilidades para recomendar medidas preventivas y/o de reducción ante los desastres para poderlos valorar (CENEPRED, 2014).

c) Exposición: es la ubicación y desarrollo de los medios de vida de un determinado grupo humano que puedan ser impactados por un peligro, pues el desarrollo humano en un área geográfica no guarda relación con el ambiente. Esto se debe a procesos no planificados de asentamientos humanos, crecimiento demográfico y procesos de desarrollo migratorio desordenados. Es decir, procesos que carecen de un adecuado manejo del territorio y de políticas de desarrollo económico sostenible. A mayor exposición, existe mayor vulnerabilidad (CENEPRED, 2014).

d) Flujo de detrito: es un tipo de movimiento en masa que, en el transcurso de su desplazamiento, presenta una conducta semejante a la de un fluido. Puede ser rápido o lento, saturado o seco. En la mayoría de los casos, se origina a partir de otro tipo de movimiento, como el deslizamiento o una caída (Varnes, 1978).

e) Fragilidad: es la condición de desventaja de un determinado grupo humano que ha decidido asentar sus medios de vida frente a un peligro. A mayor fragilidad, existe mayor vulnerabilidad (CENEPRED, 2014).

f) Microcuenca: es el territorio del cual se drena el agua hacia el curso principal de una subcuenca, de la que, a su vez, se drena hacia una cuenca. La cuenca está comprendida en subcuencas. Estas, a su vez, en microcuencas (FAO, 2009).

g) Resiliencia: es el nivel de la capacidad de recuperación de un ser humano y sus medios de vida ante el impacto de un peligro. Se encuentra asociada a las condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, existe menor vulnerabilidad (CENEPRED, 2014).

h) Susceptibilidad: es la tendencia de que un evento ocurra en una determinada zona geográfica. Va a depender de los factores condicionantes y desencadenantes (CENEPRED, 2014).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

Los deslizamientos y flujos de detritos inciden en los medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín.

3.1.2 Hipótesis Específicas

- Los peligros originados por deslizamientos y flujos de detritos son altos en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín.
- Existe una alta vulnerabilidad de los medios de vida de la población ubicada en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín.
- Existe un alto riesgo por deslizamiento y flujo de detritos en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín.

3.2 Operacionalización de las Variables

La variable de estudio el peligro por deslizamiento y flujo de detritos. En esta investigación, se considera una relación de causalidad o causa-efecto. Por tanto, se considera que el riesgo está en función al peligro y a la vulnerabilidad.

3.2.1 Variable independiente

X1: deslizamiento y flujo de detritos

3.2.2 Variable dependiente

Y1: medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo

Tabla 2

Relación de variables a investigar

Variable Independiente	Variable Dependiente

X1: deslizamiento y flujo de detritos	Y1: medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

4.1 Método, tipo o alcance de investigación

4.1.1 Método

El método usado para el presente estudio fue el correlacional. Hernández et al. (2014) mencionan que este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que puede existir entre dos o más variables en una muestra en particular.

4.1.2 Tipo o alcance

Es una investigación transeccional o transversal, la cual implica la recolección de datos en un solo momento, en un tiempo único. Esto es así, debido a que su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández et al., 2014).

Diseño de la investigación

Para la investigación se aplicó un diseño no experimental del tipo transeccional descriptivo y explicativo, puesto que no se manipulará ninguna de las variables. El estudio se abocará a describir cómo el peligro por deslizamiento y flujo de detritos puede incidir en los medios de vida de la población ubicada en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc.

4.2 Población y Muestra

Población

Se consideró como población para la investigación a los 16 centros poblados ubicados en la microcuenca de Aynamayo en el distrito de Vitoc.

Muestra

Para la determinación de la muestra, se realizó el análisis geográfico de la zona de la microcuenca de Aynamayo en el distrito de Vitoc y dónde están situadas 16 centros poblados.

4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la investigación, se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos.

4.3.1 Técnicas

La técnica empleada fue la realización de la cartografía temática preliminar mediante el uso de la información de las fuentes de instituciones oficiales. Cada mapa tiene la base de datos con los atributos específicos y relevantes para el análisis espacial.

Los productos obtenidos son el análisis de peligros por deslizamiento y flujo de detritos y la información para la generación de las variables. Esto se obtuvo a partir de la información publicada por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). La evaluación de la vulnerabilidad estuvo en función a los criterios de fragilidad, exposición y resiliencia. Las variables se basaron en la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), de la información recolectada en el proceso de campo y de la entrevista con pobladores locales. La estimación de los riesgos está en función al peligro y la vulnerabilidad. Para el análisis de las variables, se empleó la metodología PAJ, propuesto en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, desarrollado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

4.3.2 Instrumentos

Se usó el Software QGis, versión 3.22–Białowieża para la generación de los mapas temáticos; para la información y generación de los mapas preliminares; para la superposición e intersección de la información y generación de los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo. También se

emplearon las herramientas digitales de Microsoft office (Excel y Word) para la generación de base de datos, matrices, tablas y documentos.

4.4 Técnicas de análisis de datos

4.4.1 Revisión de bibliografía

Se revisó el material bibliográfico y los registros existentes de los gobiernos locales, distrital, provincial, regional y de las instituciones técnico científicas. El propósito fue el obtener la información de los eventos de los fenómenos de origen natural y describir las características físicas, sociales, económicas y ambientales del área estudio.

4.4.2 Caracterización y ponderación

Para la caracterización de los fenómenos de susceptibilidad y vulnerabilidad de los elementos expuestos, se definieron los parámetros y los descriptores basados en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales del CENEPRED (2014).

El procedimiento de la ponderación se realizó para demostrar la importancia o el peso de cada uno de los parámetros y descriptores en la caracterización de la susceptibilidad y vulnerabilidad de los elementos expuestos. (La información recolectada en campo sirvió para la caracterización de vulnerabilidad.) Este procedimiento se realizó mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ), el cual permitió comparar los parámetros o descriptores haciendo uso de la escala de Saaty. El procedimiento matemático se explica en el Anexo 2.

4.5 Evaluación de la zona en estudio

4.5.1 Ubicación del ámbito de estudio

La microcuenca Aynamayo se encuentra localizada en los distritos de Vitoc, Monobamba y Palca, en las provincias de Chanchamayo, Tarma y Jauja en la Región Junín (ver Mapa 1).

Dicha ubicación se corresponde con las coordenadas geográficas -11º25’46” a -11º13´02” Latitud Sur y entre los -75º27’43” a -75º20’03” Longitud Oeste.

Para razón del estudio, se seleccionó la parte baja de la microcuenca, la cual pertenece al distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo. En esta zona es donde se ubica la población existente dentro del territorio.

La microcuenca Aynamayo tiene un área de 177.659 km^2 (17 765.94 ha) y su principal río es el Aynamayo que se compone como una unidad hidrográfica dentro de la microcuenca.

La microcuenca Aynamayo se ubica hidrográficamente en la subcuenca del río Tulumayo, el cual pertenece a la cuenca del Chanchamayo y a la región hidrográfica del Amazonas.

4.5.2 Acceso

El acceso a la microcuenca Aynamayo desde Lima consta de un viaje por la Carretera Central con la ruta Lima–Oroya–Tarma–San Ramón. Dicho traro suma un total de 310 km. No obstante, luego se debe tomar el desvío al distrito de Vitoc compuesto por una carretera afirmada con un tramo de 3 km que permite llegar a la parte baja de la microcuenca.

4.5.3 Características sociales

A. Población y vivienda

La información sobre la distribución espacial de la población y vivienda de los centros poblados de la microcuenca de Aynamayo se presenta en la Tabla 3. Esta ha sido obtenida a partir del Censo Nacional 2017 desarrollado por el INEI.

Tabla 3

Población y viviendas total de la microcuenca Aynamayo

Microcuenca	Población	Vivienda
Aynamayo	448	153

Fuente: INEI (2018)

B. Población según grupo de edades

Se clasifica la población según el rango de edades o por grupos etarios. Esta clasificación se muestra a continuación en la tabla 4.

Tabla 4

Población total por grupo etario

Microcuenca	Total	Población entre 0 a 17 años	Población de 18 a 59 años	Población de 60 años a más
Aynamayo	448	131	237	80

Fuente: INEI (2018)

C. Población según centro poblado

Se clasifica la población según el centro poblado. La clasificación se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Identificación de los centros poblados y habitantes en la microcuenca Aynamayo

Centros Poblados	Total	Centros Poblados	Total
Antaloma	153	Vista Alegre	19
Aynamayo	74	Antaloma Alta	9
La Esperanza Mina	41	Chontabamba	7
Unión Mantus	40	Cinta Verde	6
Nuevo Porvenir	24	Danubio	5
Puntayacu	21	Bellavista	4
Pucara	21	Agua Dulce	3
Santa Clara	20	La Variante	1

Fuente: INEI (2018)

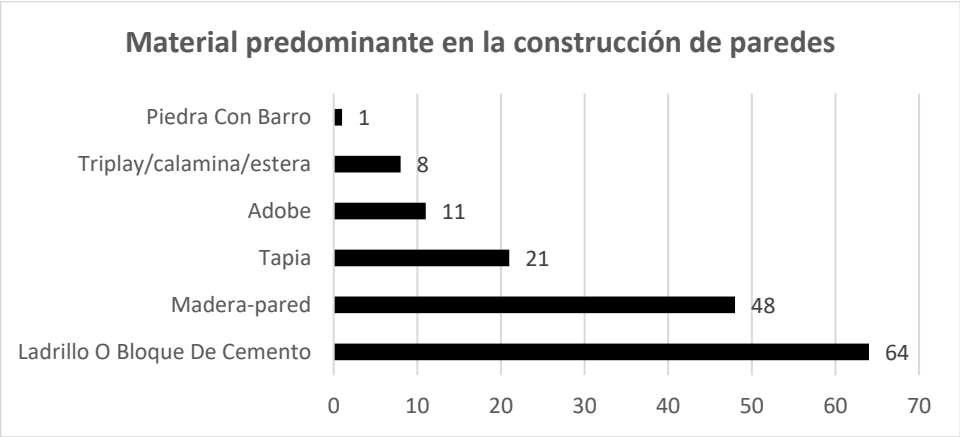
4.6 Evaluación de los medios de vida

4.6.1 Infraestructura de vivienda

El material de construcción predominante en paredes es el ladrillo o bloque de cemento. Luego, en importancia, le siguen las paredes de madera, triplay, adobe, etc.

Figura 1

Material predominante en la construcción de paredes

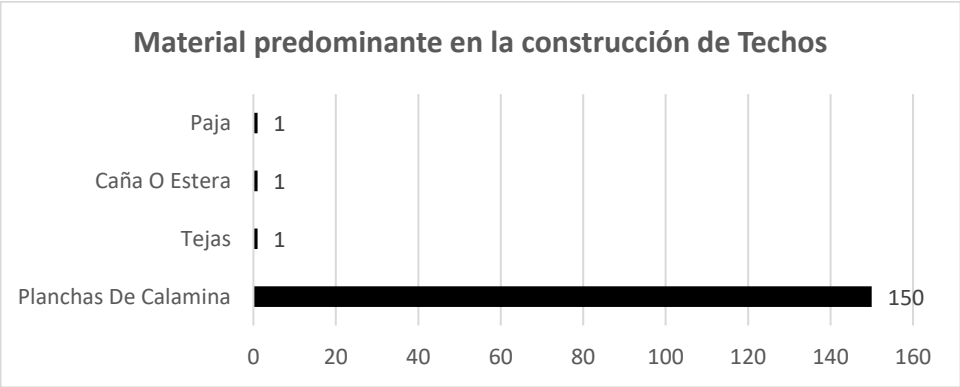


Fuente: INEI (2018)

Para los techos, el material predominante es la calamina; mientras que, en menor medida, están las tejas, estera o paja.

Figura 2

Material predominante en la construcción de techos



Fuente: INEI (2018)

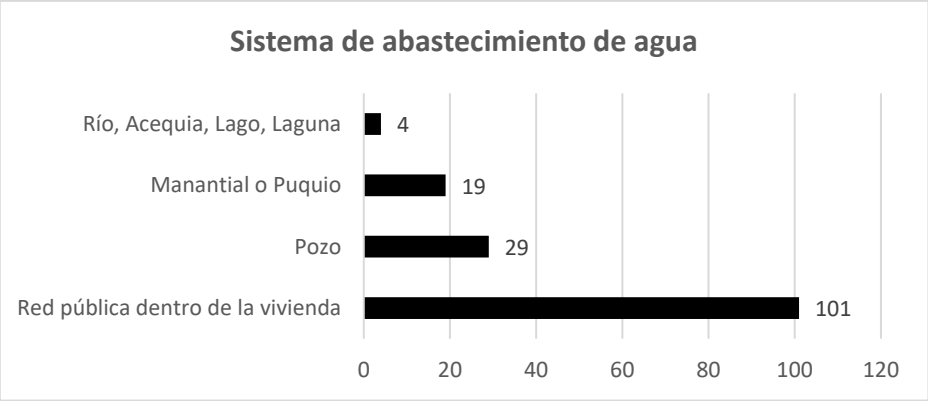
4.6.2 Servicios Básicos

A. Sistema de abastecimiento de agua

La mayor cantidad de hogares tiene acceso a la red de suministro de agua dentro de la vivienda. Una menor proporción se abastece de pozo, manantial o puquio, río o acequia.

Figura 3

Sistema de abastecimiento de agua en los hogares



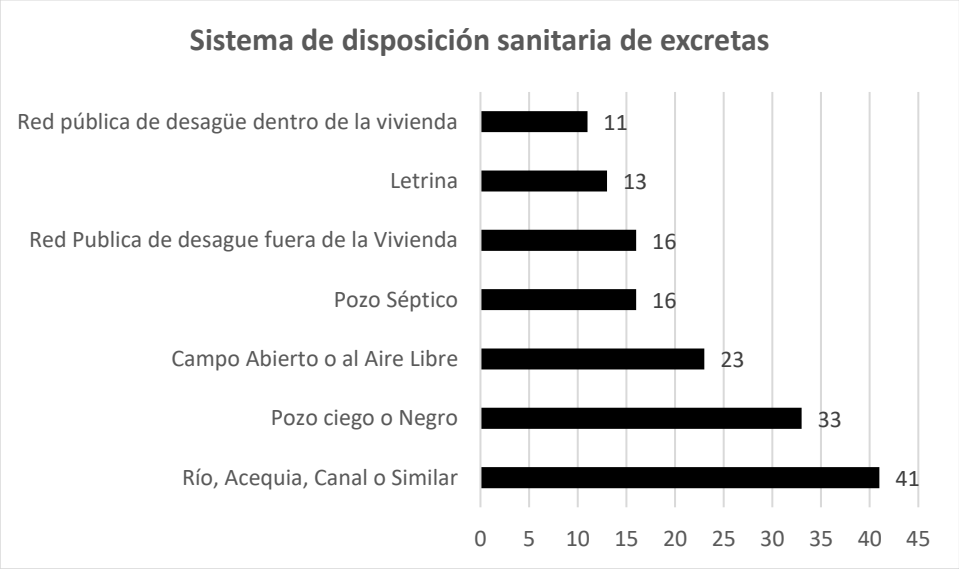
Fuente: INEI (2018)

B. Disposición sanitaria de excretas

La disposición de excretas se realiza de diferentes maneras. Las de mayor uso son las deposiciones en ríos, acequias o canales; las deposiciones al aire libre o pozos sépticos. En menor proporción, se tiene una red pública o letrinas. Esto quiere decir que un gran número de personas no cuenta con ningún tipo de disposición sanitaria adecuada, lo que convierte su situación en un nivel muy vulnerable a enfermedades. Las cifras se reflejan en la Figura 4.

Figura 4

Disposición sanitaria de excretas en los hogares



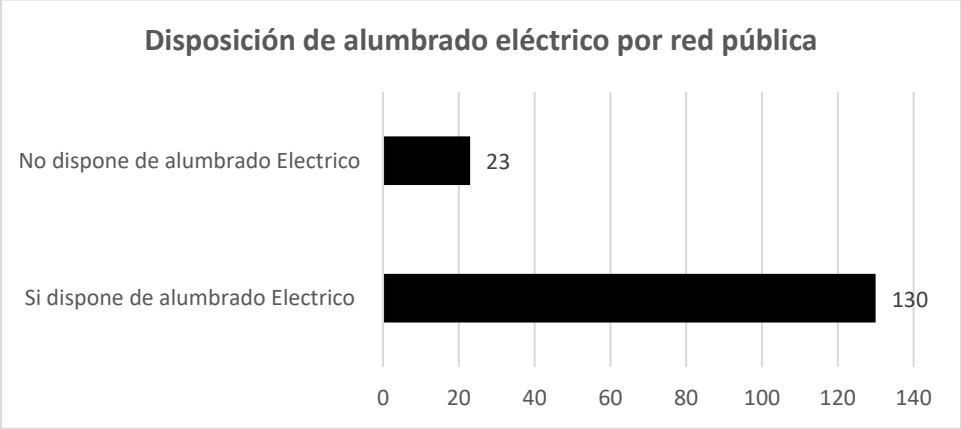
Fuente: INEI (2018)

4.6.3 Alumbrado eléctrico

La mayoría de los hogares cuenta con alumbrado eléctrico de la red pública cubierto por el proyecto de electrificación rural dirigida por el Ministerio de Energía y Minas en el año 2012.

Figura 5

Hogares con disposición de alumbrado eléctrico por red pública



Fuente: INEI (2018)

4.6.4 Salud

El distrito de Vitoc tiene un puesto de salud perteneciente a la Microred «San Ramón» del Ministerio de Salud (MINSA) que cuenta con una farmacia y ambulancia. Existen 5 puestos de salud del MINSA ubicados en Antaloma, Viscatán, Utcuyacu, La Florencia y Don Bosco. También, la Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A. (SIMSA) cuenta con una posta médica para la atención de sus trabajadores (Viceversa Consulting S.A., 2007).

4.6.5 Medio socioeconómico

La actividad económica predominante en la zona es la agricultura, cuyos principales productos son el café, plátano, palta, maíz amiláceo y la yuca. El distrito de Vitoc está considerado como una zona cafetera por excelencia; por lo que su economía se desarrolla sobre la base de este producto, aunque también de la producción de frutas como los naranjos, tanyarina, la piña, mandarina. Sin embargo, también desarrollan la

producción agropecuaria, la crianza de ganado vacuno, ovino, caprino y porcino sin considerar el mejoramiento de las razas, sanidad ni alimentación. Existe un menor porcentaje de la población que realiza servicios como personal obrero para la extracción de Zinc y Plomo en la Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A. (SIMSA), que se encuentra dentro de la zona de estudio. Otro grupo realiza actividades en el transporte público (Viceversa Consulting S.A., 2007).

4.6.6 Manejo de residuos sólidos

El distrito de Vitoc no cuenta con un relleno sanitario. La disposición final de los residuos sólidos se ejecuta en un botadero a cielo abierto llamado «Piedra blanca» que está ubicado al ingreso por la vía que va al distrito de San Ramón, a una distancia aproximada de 1 200 metros de su parque principal. El tratamiento que se realiza a los residuos sólidos antes de ser dispuestos en el botadero consta del esparcimiento de cal para luego ser cubiertos con tierra y material de cantera (Barzola, 2018).

4.6.7 Nivel de pobreza

Conforme con el mapa de pobreza monetaria provincial y distrital elaborado por el INEI (2020), el distrito de Vitoc se ubica en el puesto 112 de 124 a nivel de la región Junín; mientras que, a nivel nacional, ocupa el puesto 1632 de 1874.

4.7 Características ambientales

4.7.1 Parámetros topográficos

La provincia de Chanchamayo muestra un paisaje montañoso y con una topografía muy compleja ocasionada por contrafuertes de la cordillera oriental Andina. Presenta pendientes marcadas o muy marcadas que va desde los 60% a 100%. Las extensiones planas, de origen aluvial, se ubican en las márgenes de los ríos y son proporcionalmente escasas (Palacios et al., 2012).

4.7.2 Red hidrográfica

La red hidrográfica en la parte baja de la microcuenca tiene como principal cause el río Aynamayo y comprende dos quebradas permanentes (ver Mapa 2). Estos se describen en la Tabla 6.

Tabla 6

Identificación de la red hídrica de la zona de estudio de la microcuenca Aynamayo

Tipo	Nombre
Río	R. Aynamayo (principal)
Quebradas	Q. Puntayacu
	Q. Ulcushsanto

Fuente: Instituto Geográfico Nacional–IGN

El caudal del río Aynamayo es de aproximadamente de 4.86 m^3/s. Su caudal es de carácter estacional permanente, pero sus mayores caudales se presentan entre los meses de noviembre a abril (CESEL Ingenieros, 2011).

4.7.3 Clima y meteorología

De acuerdo con el mapa de clasificación climática del Perú basado en la metodología de clasificación climática de Thornthwaite y con algunas adaptaciones por parte del equipo técnico de SENAMHI, se puede caracterizar dos tipos de climas (SENAMHI, 2020). Estos se pueden ver en el Mapa 3.

B (r) B': Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado.

C (r) B': Semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado.

Para la investigación se emplearon los datos de la estación meteorológica de San Ramón, registrados entre el periodo de 1960-1979 por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y presentado en el Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica Tulumayo IV y Líneas de Transmisión Eléctrica Asociadas (INSIDEO, 2013).

Tabla 7

Datos de la estación meteorológica de San Ramón

Estación	Parámetros	Periodo de registro	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (m.s.n.m.)
			Este	Norte	
San Ramón	- Temperatura - Precipitación - Humedad relativa	1960-1979	462 006	8 770 011	800

Fuente: INSIDEO (2013).

A. Temperatura

El análisis de la temperatura se basa en los registros de temperaturas extremas (máximas y mínimas) y medias. La temperatura máxima promedio es de 29.7 °C; mientras que la mínima promedio es de 18.2 °C. La temperatura promedio es de 23.7 °C (INSIDEO, 2013).

Tabla 8

Resumen de las temperaturas extremas y medias

Mes	Temperatura Máxima Promedio Mensuales (°C)	Temperatura Mínima Promedio Mensuales (°C)	Temperatura Promedio Mensual (°C)
enero	29.4	19.3	24.1
febrero	29.0	19.3	23.7
marzo	29.4	18.9	23.7
abril	29.7	18.2	23.6
mayo	29.2	17.4	23.2
junio	29.2	16.8	22.5
julio	29.2	16.2	22.6
agosto	29.9	17.1	23.4
setiembre	30.3	17.9	23.9
octubre	30.5	18.8	24.4
noviembre	30.5	19.2	24.6
diciembre	29.9	19.4	24.4
PROMEDIO	29.7	18.2	23.7

Fuente: INSIDEO (2013).

B. Precipitación

La precipitación tiene un promedio mensual para la temporada húmeda de 205.7 mm. En la temporada seca, se registró un promedio 92.8 mm. La precipitación total anual para el periodo comprendido entre los años 1960-1979 fue de 1 900.0 mm, siendo la mínima de 761.9 mm y el máximo 3 373.3 mm (INSIDEO, 2013).

Tabla 9

Precipitación total mensual (mm) en la Estación San Ramón para el periodo 1960-1979

Año	Precipitación Mensual (mm)												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	(mm)
1960	163.1	203.1	153.9	118.2	68.1	66.1	13.8	157.9	128.6	232.4	262.6	163.1	1730.9
1961	318.1	229.3	217.2	373.0	192.7	37.1	55.2	1.4	127.4	206.7	142.9	331.8	2232.8
1962	205.0	263.9	344.5	88.5	124.2	63.5	56.7	29.0	59.2	153.8	70.3	353.0	1811.6
1963	426.1	231.0	197.0	185.7	66.0	83.0	101.4	21.6	106.8	138.5	162.8	147.8	1867.7
1964	206.1	165.2	389.8	153.5	136.5	36.8	85.7	200.4	212.2	139.5	107.4	140.2	1973.3
1965	158.4	268.6	265.9	157.7	72.5	43.6	89.9	133.7	146.9	105.6	202.5	241.3	1886.6
1966	315.2	155.2	201.4	123.9	190.8	34.1	29.6	25.0	97.9	158.1	157.2	295.7	1784.1
1967	300.5	286.1	311.1	111.7	197.1	19.6	123.9	72.9	73.5	242.4	102.6	121.5	1962.9
1968	363.7	202.5	221.9	172.8	6.5	36.8	73.5	104.2	80.6	185.9	137.1	158.6	1744.1
1969	77.3	193.0	215.8	229.8	99.4	58.2	6.7	90.1	113.2	163.1	117.1	245.2	1608.9
1970	251.8	167.0	190.7	381.0	123.0	80.0	54.8	73.0	126.8	196.6	85.5	224.3	1954.5
1971	214.3	183.2	163.7	102.4	107.3	105.5	76.0	144.0	81.3	298.0	168.0	246.3	1890.0
1972	200.6	196.0	206.4	331.4	134.3	53.1	75.8	70.3	184.2	234.2	253.9	234.7	2174.9
1973	251.8	230.8	238.1	220.6	151.2	157.6	86.1	157.0	120.8	100.4	89.6	202.6	2006.6
1974	249.9	225.7	262.5	275.7	23.3	96.4	122.8	142.4	28.6	213.2	81.0	278.4	1999.9
1975	303.2	260.9	334.1	207.4	221.5	202.4	42.5	131.1	167.3	204.5	151.1	163.1	2389.1
1976	349.8	216.5	228.2	106.0	133.9	130.1	32.2	129.1	121.7	49.0	60.9	216.2	1773.6
1977	150.5	302.4	183.7	244.8	42.7	64.2	93.8	88.7	94.5	127.1	247.1	132.8	1772.3
1978	249.9	175.7	259.9	179.9	87.2	32.1	36.8	54.7	139.6	122.3	96.1	257.6	1691.8
1979	125.4	197.5	286.3	251.9	168.2	12.4	81.9	71.5	79.0	130.4	132.6	206.9	1744.0
Máx	426.1	302.4	389.8	381.0	221.5	202.4	123.9	200.4	212.2	298.0	262.6	353.0	3373.3
Mín	77.3	155.2	153.9	88.5	6.5	12.4	6.7	1.4	28.6	49.0	60.9	121.5	761.9
Media	244.0	217.7	243.6	200.8	117.3	70.6	67.0	94.9	114.5	170.1	141.4	218.1	1900.0

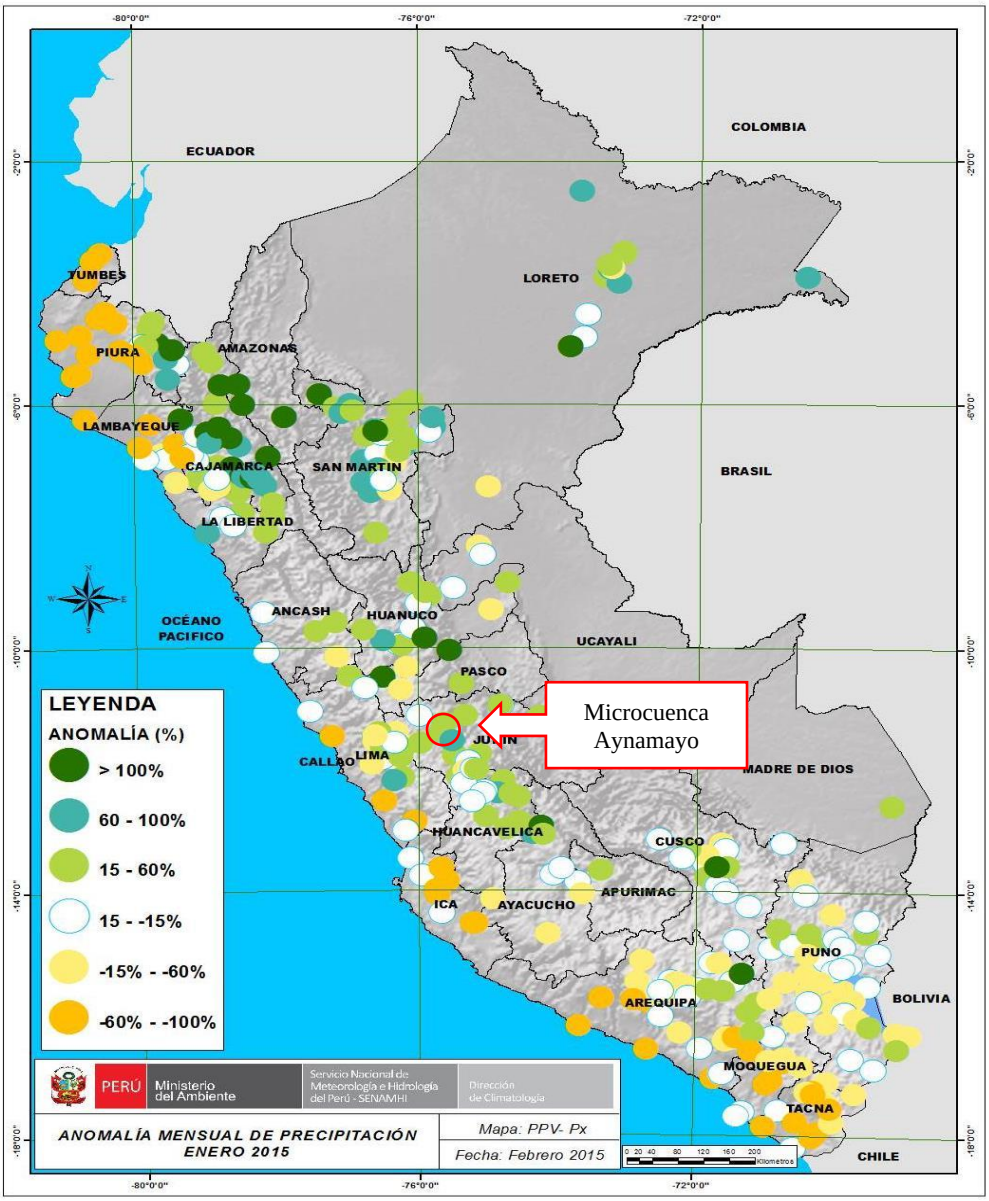
Fuente: INSIDEO (2013)

C. Precipitaciones extremas

La distribución de anomalías de precipitación mensual que fue registrada por las estaciones del SENAMHI se puede observar en la Figura 6. Se evidencia que las lluvias superaron su valor normal durante el mes de enero del 2015 (anomalías positivas) y se representan con el color verde. Aquellas que registraron deficiencias (lluvias que no alcanzaron su valor promedio) están representadas con el color amarillo; mientras que las que registraron un comportamiento promedio están representados por el color blanco. En ese contexto, la microcuenca de Aynamayo presentó para el mes de enero del año 2015 lluvias intensas cuyo promedio normal oscila entre el 15% y 60%.

Figura 6

Mapa de anomalía mensual de precipitación del mes de enero 2015



Fuente: SENAMHI (2015)

D. Humedad Relativa

De la evaluación de la humedad relativa, se obtuvo como resultado que el promedio anual es de 77.2 %.

Tabla 10

Humedad relativa promedio anual en porcentaje (%) en la Estación San Ramón - Periodo 1960 – 1979

Mes	Humedad Relativa Promedio Mensual (%)

enero	77.7
febrero	80.2
marzo	80.2
abril	80.6
mayo	78.5
junio	78.3
julio	75.4
agosto	73.3
setiembre	74.7
octubre	74.3
noviembre	75.1
diciembre	77.8
PROMEDIO	77.2

Fuente: INSIDEO (2013)

4.7.4 Pendientes

La pendiente es uno de los factores más importantes y dinámicos en lo que representa el peligro por movimientos en masa, ya que este factor es el que va a determinar la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez et al., 2002).

El mapa de pendientes fue generado sobre la base de la información de datos topográficos del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), a escala 1:100 000 y con espaciamiento de curvas de nivel cada 50 m. Esta información fue procesada con ayuda del software QGis 3.22, por lo que se obtuvo un modelo de elevación digital y, a la vez, polígonos que presentan igual pendiente o inclinación en diferentes sectores de la microcuenca.

Se tomaron en consideración cinco rangos o grados de pendiente: baja, media, fuerte, muy fuerte y abrupta (ver Mapa 4). Estos se describen a continuación:

Tabla 11

Clasificación de pendientes

Pendientes	Rango
Baja	0-5%

Media	5-15%
Fuerte	15-25%
Muy fuerte	25-45%
Abrupta	>45%

A. Pendiente baja (0–5%)

Son terrenos llanos y ligeramente inclinados que se distribuyen en la zona de planicies disectadas o elevadas, en planicies antiguas y terrazas altas, en conos de deyección, zonas de lomadas y colinas bajas de la Faja Subandina. Están sujetos a la ocurrencia de inundaciones y erosión fluvial (Luque et al., 2020).

B. Pendiente media (5–15%)

Son terrenos que presentan una buena distribución en la zona de montañas y colinas de la Faja Subandina. Están sujetos a la reptación de suelos, deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos (Luque et al., 2020).

C. Pendiente fuerte (15–25%)

Son terrenos con pendiente fuerte que ocupan una amplia distribución indistintamente en las laderas de la Faja Subandina, como en los valles tributarios en la zona de montañas. Estos terrenos son propensos a la ocurrencia de deslizamientos y a movimientos complejos (Luque et al., 2020).

D. Pendiente muy fuerte (25–45%)

Son terrenos que están distribuidos principalmente en las laderas de montañas de la Cordillera Oriental. Los deslizamientos, movimientos complejos, avalancha de rocas, huaicos y erosión de laderas ocurren en terrenos con pendiente de este tipo (Luque et al., 2020).

E. Pendiente abrupta (>45%)

Son terrenos que se encuentran localizados indistintamente a lo largo de las zonas más altas de la Cordillera Oriental. Las avalanchas, caídas de rocas y derrumbes están presente en este tipo de pendiente (Luque et al., 2020).

4.7.5 Unidades Geomorfológicas

Las formaciones geomorfológicas son producidas por agentes tectónicos, erosiónales y deposicionales a lo largo de la historia geológica. Para la zona de estudio, se describió la geomorfología de la zona de acuerdo con el estudio de peligro geológico en la región Junín desarrollado por Luque et al. (2020). (ver Mapa 5).

Tabla 12

Clasificación de las unidades geomorfológicas

Descripción	Símbolo
Terraza aluvial	T-al
Relieve de colinas en roca intrusiva	RC-ri
Relieve montañoso en roca intrusiva	RM-ri
Relieve montañoso en roca sedimentaria	RM-rs
Relieve montañoso en roca metamórfica	RM-rm

Fuente: Luque, et al. (2020).

A. Terraza aluvial (T-al)

Estas unidades son planicies diferenciables adyacentes a la llanura de inundación principal y presentan una altura ya diferenciada. Su formación consta de bancos conglomerados sueltos y cantos rodados de hasta 20 cm de diámetro y lentes de arena. Resultan de la erosión de los antiguos fondos de valles o también de depósitos de grava muy cerca de ríos y que a menudo acompañan por varios kilómetros los cursos de los valles. No obstante, las terrazas aluviales están siempre sujetas a la erosión fluvial (Luque et al., 2020), es decir, pueden erosionarse cuando se activa o se incrementa el caudal hídrico. Sobre estos terrenos, se viene desarrollando extensos cultivos, carreteras.

B. Relieve de colinas en roca intrusiva (RC-ri)

Estas unidades son áreas que se presentan de maneras discontinuas y se reducen al lado oeste de la región Junín. Son afloramientos de rocas intrusivas, las del tipo granitos y mozogranitos de la unidad San Ramón. Esta unidad está afectada por erosiones en ladera, caída de rocas, deslizamiento y derrumbes (Luque et al., 2020).

C. Relieve montañoso en roca intrusiva (RM-ri)

Estas unidades están conformadas por laderas y crestas de abrupta topografía. Están constituidas por roca intrusiva de una composición intermedia a ácida tipo monzogranito de la unidad San Ramón. Los afloramientos de cuerpos ígneos intrusivos se instalan como plutones y stocks de forma alargadas e irregulares. En áreas de zonas húmedas, la roca se encuentra meteorizada, lo cual origina suelos arcillosos y arenosos. Esto, a su vez, provoca la erosión de laderas, deslizamientos, flujo de detritos y derrumbes (Luque et al., 2020). La litología del relieve montañoso origina geoformas con laderas subredondeadas a cóncavas hasta llegar a escarpadas por el resultado de la erosión pluvia, mientras que su drenaje se caracteriza por ser de tipo dendrítico rectangular por las diaclasas o fracturas presentes.

D. Relieve montañoso en rocas sedimentarias (RM-rs)

Está compuesto por afloramientos de roca sedimentaria que son impactados por procesos tectónicos y erosivos. Las rocas que componen este tipo de relieve son de tipo lutitas, limolitas, areniscas y lodolitas de la era cretácica; así mismo, corresponden a la formación La Merced (constituida por laderas con pendientes medianas a fuertes). La geodinámica del RM-rs está asociada a deslizamientos por reptación de suelos, cárcavas, flujo de detritos y derrumbes (Luque et al., 2020).

E. Relieve montañoso en roca metamórfica (RM-rm)

Esta unidad presenta cadenas de montañas antiguas por el lado central y suroriental de la región Junín. Su morfología se relaciona a procesos denudacionales; alcanza alturas de 4 500 m. s. n. m., lo cual origina superficies de ligera a moderadamente abruptas; mientras que sus cimas son alargadas y redondeadas. Así mismo, su drenaje es denso y de tipo detrítico con valles en forma en V. Finalmente,

presenta procesos geodinámico asociados a la erosión de cárcavas, flujo de detritos, deslizamiento y derrumbes (Luque et al., 2020).

4.7.6 Unidades geológicas

El marco geológico de la zona de estudio se fundamentó en el mapa geológico a escala 1:100 000 elaborado por el INGEMMET (1996) del cuadrángulo La Merced, hoja 23-m, publicado en el boletín N.º 78 (como se muestra en el Mapa 6). Las unidades geológicas se describen a continuación:

Tabla 13

Clasificación de las unidades geológicas

Eratema	Sistema	Serie	Unidades Litoestratigráficas		Símbolo
Cenozoico	Cuaternario	Holocena	Depósitos aluviales-Gravas y arenas limo arenosa		Qh-al
		Pleistocena	Formación La Merced		NQ-lm
	Neógeno	Pliocena			
Mesozoico	Triásico	Superior	Grupo Pucará	Formación Chambará	Trs-ch
		Inferior	Monzogranito, sienogranito, San Ramón		PsTr-mzg/sg-sr
Paleozoico	Permiano	Superior	Grupo Mitu		Ps-m

Fuente: INGEMMET (1996)

A. Grupo Mitu (Ps-m)

La unidad del Grupo Mitu presenta una variada composición litológica, constituida por areniscas, conglomerados y limoarcilitas alternadas con vulcanitas (lavas andesíticas) y piroclastitas de color verdoso a violáceo (INGEMMET, 1996). Ha generado relieves suaves conformados por cerros con cimas subredondeadas y flancos

moderados. Así mismo, el grupo Mitu se conforma mayormente por series elásticas de origen continental, está agrupado a eventos vulcanoclásticos y se ha desarrollado en ambientes epicontinentales.

B. Monzogranito, sienogranito, San Ramón (PsTr-mzg/sg-sr)

Esta unidad se compone por granitos de biotita y hornblenda. Además, está formada por dos facies: el granito rojo (cuya alcalinidad alcanza el 60% de feldespato potásico) y el granito gris (compuesto en su mayoría por plagioclasas) (INGEMMET, 2019).

C. Grupo Pucará

En esta unidad, la morfología se encuentra representada por relieves dolinas, cársticos y escarpas pronunciadas que la caracterizan en su conjunto.

- **Formación Chambará (Trs-ch)**

  La Formación Chambará muestra dolomías y calizas intraclásticas laminares (con cuantioso contenido de cuarzo detrítico, dolomicritas, limolitas calcáreas, calizas chérticas y micríticas gris oscuras), dolomías gris plomizas ferruginosas (con contenido de relleno de seudomorfos de dolomitas y calcita), brechas calcáreas, dolomías ooides, grainstone gris oscuro, dolomías porosas y dolomías finas carstificadas (INGEMMET, 1996).

D. Formación La Merced (NQ-lm)

Esta unidad es una secuencia conglomerática del tipo piedemonte. Está conformada por conglomerados polimícticos cuyos fragmentos de roca existentes corresponden a granitos, calizas, areniscas, andesitas y metamórficos. Estos conglomerados poseen formas subredondeadas a redondeadas con diámetros de hasta 50 cm y cubiertos con una matriz limo arenosa con cemento arcilloso o calcáreo. Así mismo, el NQ-Im presenta estratos de lodolitas de color gris y arenisca de grano grueso. La roca que la constituye se encuentra de moderada a altamente meteorizada; mientras que los

afloramientos de esta unidad están conformados morfológicamente por colinas bajas con pendientes moderadas y crestas redondeadas. Sobre la unidad descrita, se desarrolla una intensa actividad agrícola en la cual se generan procesos de deslizamientos, erosiones de ladera y derrumbes (INGEMMET, 2018).

E. Depósitos aluviales (Qh-al)

Esta unidad contiene materiales aluvionales que se encuentran distribuidos en quebradas tributarias y valles. Esto genera que se deposite material de escombro de gravas y conglomerados polimícticos mal clasificados y unidos por una matriz de característica arcillosa a arenosa. Estos son susceptibles a ser removidos por actividades de erosiones fluviales (INGEMMET, 2018).

4.7.7 Cobertura vegetal y uso de suelos

El Gobierno Regional de Junín ha desarrollado el estudio de uso actual de las tierras del departamento con igual nombre con una escala de 1:100 000. Según dicho documento, en el área de estudio de la presente investigación, se han identificado cinco unidades de cobertura vegetal (Gobierno Regional de Junín, 2015). Estas unidades se basan en las categorías indicadas por la Unión Geográfica Internacional (UGI) (ver Mapa 7).

Tabla 14

Clasificación de las unidades de cobertura vegetal y uso de suelos

Descripción	Símbolo
Terraza sin uso y/o improductivos	Tsu
Terrenos con cultivos extensivos en secano	TCes
Terrenos con cultivo extensivo y bordes forestales en secano	TCes-BF
Centros poblados	Cpo
Bosques primarios fragmentados	BP-f

Fuente: Gobierno Regional de Junín (2015)

A. **Terraza sin uso y/o improductivos (Tsu)**

   Está constituido por terrenos agrícolas sin uso, suelos desnudos y masas de agua (Gobierno Regional de Junín, 2015).

B. **Terrenos con cultivos extensivos en secano (TCes)**

   Esta unidad la conforman terrenos con cultivos en extensión en secano, ya que la irrigación no es aplicada por procesos antrópicos, sino que proviene de las precipitaciones pluviales (Gobierno Regional de Junín, 2015).

C. **Terrenos con cultivo extensivo y bordes forestales en secano (TCes-BF)**

   Esta unidad tiene una asociación conformada por especies forestales y cultivos permanentes. Su principal irrigación se da por origen pluvial (Gobierno Regional de Junín, 2015).

D. **Centros poblados (Cpo)**

   Esta unidad está representada por áreas ocupadas por infraestructura urbana: casas, parques, plazas, etc. (Gobierno Regional de Junín, 2015).

E. **Bosques primarios fragmentados (BP-f)**

   Esta unidad la conforman bosques primarios con especies nativas, arbustos y helechos; lo cual brinda una cobertura densa a la zona (Gobierno Regional de Junín, 2015).

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Información histórica de emergencias registradas

En la microcuenca de Aynamayo, entre los años 2003 y 2018, según Sistema de Información para la Gestión de Riesgo de Desastres (SIGRID), se registraron 8 fenómenos de geodinámica externa, 3 fenómenos meteorológico y 1 incendio urbano. (Se pueden consultar los datos en la dirección web https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/).

Tabla 15

Emergencias registradas en la microcuenca Aynamayo periodo 2003-2018

Fenómeno	Daños registrados	Fecha de emergencia
Huayco	---	14/02/2003
Huayco	26 damnificados,10 afectados, 5 viviendas destruidas y 2 viviendas afectadas	23/10/2003
Deslizamiento	6 damnificados y 1 vivienda destruida	10/04/2004
Inundación	---	11/02/2004
Vientos fuertes	49 damnificados, 6 afectados, 8 viviendas destruidas y 4 viviendas afectada	27/09/2008
Vientos fuertes	29 afectados y 9 viviendas afectadas	09/09/2009
Vientos fuertes	6 damnificados y 1 vivienda afectada	04/01/2010
Deslizamiento	---	20/04/2010
Huayco	---	17/12/2010
Incendio urbano	4 damnificados	03/08/2012
Deslizamiento	---	08/04/2013
Derrumbe	1 fallecido	05/01/2015

Fuente: SIGRID (2020)

De acuerdo con la información obtenida en campo a través de entrevistas a los pobladores locales, las emergencias de mayor ocurrencia en la zona son los deslizamientos en época de lluvia (enero-abril). Ellos testifican que, por la ocurrencia de este tipo de fenómeno, se registró el deceso de un trabajador del municipio en el 2015, el impacto a sus áreas de sembrío, la obstrucción de vías de

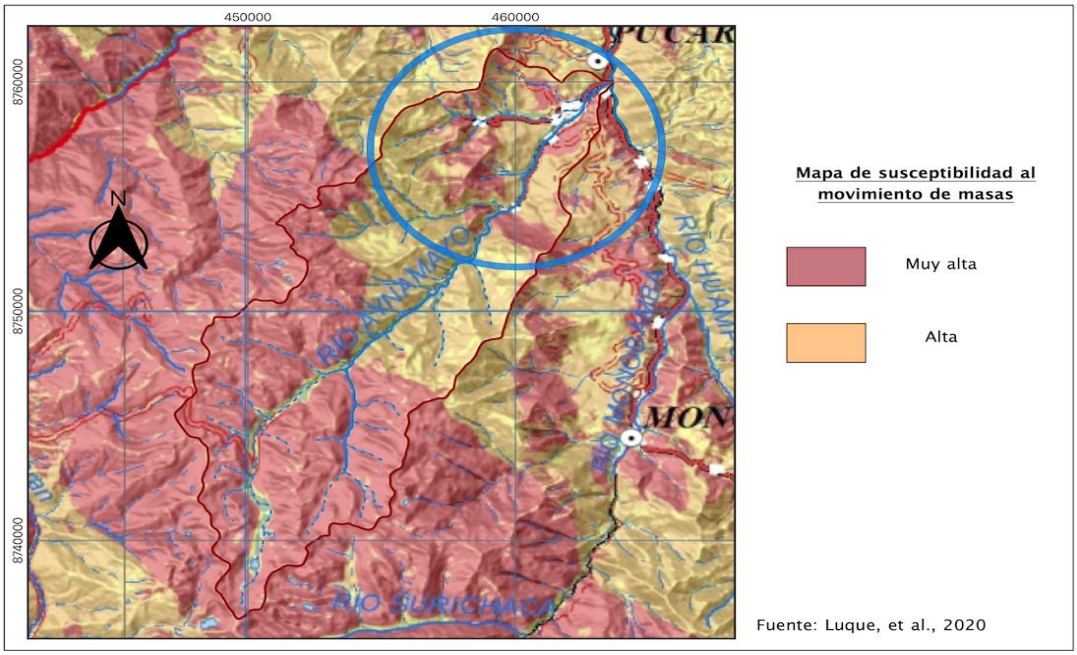
acceso. De igual manera, las personas (en vehículos motorizados o a pie) tienden a sortear estas áreas; por lo que ponen en peligro su integridad.

5.2 Determinación del nivel del peligro

De acuerdo con Luque et al. (2020), en la zona de la microcuenca de Aynamayo para el distrito de Vitoc, los movimientos en masas están identificados en el rango de alta a muy alta susceptibilidad. Para esta categorización, los autores emplearon los factores de geomorfología, cobertura vegetal, litología, pendientes e hidrogeología.

Figura 7

Mapa de susceptibilidad al movimiento de masas



Fuente: Luque et al. (2020)

Para identificar y caracterizar el peligro —además de la información generada por las entidades técnicas científicas—, se realizó un cartografiado en campo con el objetivo de establecer los principales peligros de origen por fenómenos naturales que podrían afectar el área de estudio.

Por lo observado en la inspección de campo, el área está geodinámicamente activa; ya que se han identificado procesos de movimiento de masas antiguas y

recientes. Cabe mencionar que estos movimientos en masas constituyen los eventos geodinámicos de más alto peligro en el área de estudio. En el recorrido, se identifica dos (2) tipos de peligro originados por fenómenos naturales: deslizamiento y flujo de detritos.

5.2.1. Determinación de la susceptibilidad del territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de estudio, se consideraron los factores que se describen en la Tabla 16:

Tabla 16

Matriz de parámetros para el análisis de la susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes
Umbrales de precipitación	Pendiente Unidades Geomorfológicas Unidades Geológicas Cobertura Vegetal y uso de suelos

5.2.2. Análisis del factor desencadenante

Para evaluar el peligro por deslizamiento y flujo de detritos, se ha considerado como parámetro desencadenante la precipitación. La información se obtiene de la estación meteorológica más cerca de la zona de estudio, la cual es la estación «San Ramón». Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro de factor desencadénate, se utilizó el PAJ.

Parámetro: Umbrales de precipitación

Tabla 17

Matriz de comparación de pares de parámetros de precipitación

Precipitación	S60	S40	S30	S25	S20
Extremadamente lluvioso	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Muy lluvioso	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Lluvioso	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Moderadamente lluvioso	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Ligeramente lluvioso	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Tabla 18

Matriz de normalización de pares de parámetros de precipitación

Precipitación	S60	S40	S30	S25	S20	Vector priorización	%
Extremadamente lluvioso	0.44	0.49	0.44	0.38	0.33	0.416	41.62
Muy lluvioso	0.22	0.24	0.29	0.29	0.27	**0.262**	26.18
Lluvioso	0.15	0.12	0.15	0.19	0.20	0.161	16.11
Moderadamente lluvioso	0.11	0.08	0.07	0.10	0.13	0.099	9.86
Ligeramente lluvioso	0.09	0.06	0.05	0.05	0.07	0.062	6.24
						1.00	100.00

Tabla 19

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de precipitación anómala

IC	0.017
RC	0.015

5.2.3. Análisis de los factores condicionantes

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes, se utilizó el PAJ.

Tabla 20

Matriz de comparación de pares de parámetros condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente	Unidad Geomorfológica	Unidad Geológica	Cobertura vegetal y uso de suelos
Pendiente	1.00	3.00	4.00	5.00
Unidad Geomorfológica	0.333	1.00	3.00	4.00
Unidad Geológica	0.250	0.333	1.00	3.00
Cobertura vegetal y uso de suelos	0.200	0.250	0.333	1.00
SUMA	1.78	4.58	8.33	13.00
1/SUMA	0.56	0.22	0.12	0.08

Tabla 21

Matriz de normalización de pares de parámetros condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente	Unidad Geomorfológica	Unidad Geológica	Cobertura vegetal y uso de suelos	Vector priorización	%
Pendiente	0.56	0.65	0.48	0.38	0.520	52.00
Unidad Geomorfológica	0.19	0.22	0.36	0.31	0.268	26.82
Unidad Geológica	0.14	0.07	0.12	0.23	0.141	14.09
Cobertura vegetal y uso de suelos	0.11	0.05	0.04	0.08	0.071	7.09
					1.000	100.00

Tabla 22

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los factores condicionantes.

IC	0.061
RC	0.069

A. Parámetro de pendiente

Se ha considerado que las zonas con mayor pendiente serían las más susceptibles a ser afectadas, debido a que las áreas presentan mayor predisposición de que se presenten flujos de masa y de que se generen con mayor intensidad.

Tabla 23

Matriz de comparación de pares de parámetros de pendiente

Pendiente	>45%	25-45%	15-25%	5-15%	0-5%
Muy alta (>45%)	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
Alta (25-45%)	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
Moderada (15-25%)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Baja (5-15%)	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy baja (0-5%)	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.81	4.70	9.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Tabla 24

Matriz de normalización de pares de parámetros de pendiente

Pendiente	>45%	25-45%	15-25%	5-15%	0-5%	Vector priorización	%
Muy alta (>45%)	0.55	0.64	0.52	0.39	0.38	0.496	49.62
Alta (25-45%)	0.18	0.21	0.31	0.33	0.25	0.258	25.75
Moderada (15-25%)	0.11	0.07	0.10	0.20	0.21	0.138	13.80
Baja (5-15%)	0.09	0.04	0.03	0.07	0.13	0.072	7.20
Muy baja (0-5%)	0.06	0.04	0.02	0.02	0.04	0.036	3.62
						1.00	100.00

Tabla 25

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de pendiente

IC	0.066
RC	0.060

B. Parámetro de unidades geomorfológicas

Los valores de priorización de las unidades geomorfológicas se han obtenido en función al desplazamiento de las masas por sus distintas geoformas.

Tabla 26

Matriz de comparación de pares de parámetros de unidades geomorfológicas

Unidad Geomorfológica	T-al	RM-rs	RC-ri	RM-ri	RM-rm
Terraza aluvial	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
Relieve montañoso en roca sedimentaria	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
Relieve de colinas en roca intrusiva	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Relieve montañoso en roca intrusiva	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Relieve montañoso en roca metamórfica	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.81	4.70	9.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Tabla 27

Matriz de normalización de pares de parámetros de unidades geomorfológicas

Unidad Geomorfológica	T-al	RM-rs	RC-ri	RM-ri	RM-rm	Vector priorización	%
Terraza aluvial	0.55	0.64	0.52	0.39	0.38	0.496	49.62
Relieve montañoso en roca sedimentaria	0.18	0.21	0.31	0.33	0.25	0.258	25.75

Relieve de colinas en roca intrusiva	0.11	0.07	0.10	0.20	0.21	0.138	13.80
Relieve montañoso en roca intrusiva	0.09	0.04	0.03	0.07	0.13	0.072	7.20
Relieve montañoso en roca metamórfica	0.06	0.04	0.02	0.02	0.04	0.036	3.62
						1.00	100.00

Tabla 28

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de unidades geomorfológicas

IC	0.066
RC	0.060

C. Parámetro de unidades geológicas

Se ha considerado que las unidades geológicas que presentan menos consistencia y disposición a ser erosionadas y transportadas son las que tienen mayor valor de priorización a ocurrencias de deslizamientos y flujo de detritos.

Tabla 29

Matriz de comparación de pares de parámetros de unidades geológicas

Unidad Geológica	Qh-al	NQ-lm	PsTr-mzg/sg-sr	Ps-m	Trs-ch
Depósitos Aluviales	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Fm. La Merced	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Monzogranito, sienogranito, San Ramón	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Grupo Mitu	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Fm. Chambará	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

Tabla 30

Matriz de normalización de pares de parámetros de unidades geológicas

Unidad Geológica	Qh-al	NQ-lm	PsTr-mzg/sg-sr	Ps-m	Trs-ch	Vector priorización	%
Depósitos Aluviales	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	0.503	50.28
Fm. La Merced	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	0.260	26.02
Monzogranito, sienogranito, San Ramón	0.11	0.07	0.10	0.18	0.20	0.134	13.44
Grupo Mitu	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	0.068	6.78
Fm. Chambará	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	0.035	3.48
						1.00	100.00

Tabla 31

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de unidades geológicas

IC	0.061
RC	0.054

D. Parámetro de unidades de cobertura vegetal y uso de suelos

Se ha considerado que las unidades de cobertura vegetal y uso de suelos que presentan menos cobertura y disposición a que el suelo pueda ser erosionado y trasportado son las que tienen mayor valor de priorización a ocurrencias de deslizamientos y flujo de detritos.

Tabla 32

Matriz de comparación de pares de parámetros de unidades de cobertura vegetal y uso de suelo

Unidad de cobertura vegetal y uso de suelos	Tsu	TCes	Tces-BF	Cpo	BP-f

Terrenos sin uso y/o improductivos	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Terrenos con cultivos extensivos en secano	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
Terrenos con cultivos extensivos y bordes forestales en secano	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Centros Poblados	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Bosques primarios fragmentados	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.93	4.78	8.58	13.33	20.00
1/SUMA	0.52	0.21	0.12	0.08	0.05

Tabla 33

Matriz de normalización de pares de parámetros de unidades cobertura vegetal y uso de suelo

Unidad de cobertura vegetal y uso de suelos	Tsu	Tces	Tces-BF	Cpo	BP-f	Vector priorización	%
Terrenos sin uso y/o improductivos	0.52	0.63	0.47	0.38	0.35	0.467	46.75
Terrenos con cultivos extensivos en secano	0.17	0.21	0.35	0.30	0.25	0.256	25.63
Terrenos con cultivos extensivos y bordes forestales en secano	0.13	0.07	0.12	0.23	0.20	0.148	14.82
Centros Poblados	0.10	0.05	0.04	0.08	0.15	0.084	8.40
Bosques primarios fragmentados	0.07	0.04	0.03	0.03	0.05	0.044	4.40
						1.00	100.00

Tabla 34

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de unidades cobertura vegetal y uso de suelo.

IC	0.072
RC	0.064

5.2.4. Definición de escenarios de peligro

La definición del escenario de peligro se basó en los umbrales de precipitación calculados. Se eligió el vector de priorización de 0.262 (descrito como *muy lluvioso*); ya que, ante la probabilidad de que ocurra un deslizamiento y flujo de detritos del sector en estudio, se consideró

una precipitación máxima del 40% al 59%. Esto se corresponde con el normal climático, ya que se pueden superar los 205.7 mm de lluvia en temporada húmeda (enero-abril).

5.2.5. Nivel de peligro

En la Tabla 35, se muestran los niveles de peligro con sus respectivos rangos obtenidos a través del PAJ.

Tabla 35

Niveles de peligro

Nivel de Peligro	Rango		
Peligro Muy Alto	0.283	≤P≤	0.454
Peligro Alto	0.197	≤P <	0.283
Peligro Medio	0.149	≤P <	0.197
Peligro Bajo	0.124	≤P <	0.149

5.2.6. Estratificación del nivel de peligro

Tabla 36

Estratificación del peligro

Nivel de peligro	Descripción	Rango
Peligro Muy Alto	Precipitación entre el 40-60% superior a su normal climático. Pendientes entre los 15 a 45%. Unidades geomorfológicas de terrazas aluvial. Unidades geológicas de depósitos aluviales. Terrenos con ninguna o escasa cobertura vegetal.	0.283 ≤ P < 0.454
Peligro Alto	Precipitación entre 40-60% superior a su normal climático. Pendientes de mediana a fuerte entre 15 a 45%. Unidades geomorfológicas de relieve montañoso y de colina de roca intrusiva y sedimentaria. Unidades geológicas principalmente de la formación La Merced y grupo Mitu. Terrenos con una cobertura vegetal con cultivos extensivos en secano con borde forestal y bosques fragmentados.	0.197 ≤ P < 0.283

Peligro Medio	Pendiente entre media a baja de entre 5 a 15%. Unidades geomorfológicas de relieve montañosos y de colina de roca ígneas y sedimentaria. Unidades geológicas del Grupo Mitu con una cobertura vegetal con cultivos extensivos en secano con borde forestal y con un nivel de precipitación lluvioso.	0.149 ≤ P < 0.197
Peligro Bajo	Pendiente baja de 0 a 5%. Unidades geomorfológicas de Montaña en roca intrusiva. Unidades geológicas: Monzogranito, sienogranito, San Ramón, con cobertura Vegetal con cultivos extensivos en secano con borde foresta y con un nivel de precipitación lluvioso.	0.124 ≤ P < 0.149

5.2.7. Análisis de los elementos expuestos

A continuación, se presentan los principales elementos expuestos susceptibles, a nivel social, ubicados en la microcuenca Aynamayo.

a. Población y medios de vida

La población y sus medios de vida que se ubica en el área de influencia de la microcuenca Aynamayo es calificada como «elementos expuestos susceptibles ante el impacto por deslizamiento o flujo de detritos» y los centros poblados y sus medios de vida con mayor susceptibilidad a ser afectadas son: Santa Clara, Cinta Verde, Unión Mantus y Puntayacu.

Tabla 37

Número de habitantes expuestos

Categoría	Descripción por edad	Población Total	Porcentaje
Rural	0 a 17 años	131	29.24
	28 a 59 años	237	52.90
	>60 años	80	17.86
TOTAL		448	100

Fuente: INEI (2018).

b. Vivienda

El área de influencia de la microcuenca Aynamayo cuenta con un total de 153 viviendas. Para determinar cuántas de estas se encuentran expuestas a los niveles de peligro, se realizó la sobreposición de la ubicación georreferenciada de las viviendas sobre el mapa de peligros.

Tabla 38

Nivele de peligro de viviendas

Nivel de Peligro	Viviendas	Porcentaje
Peligro Muy Alto	5	3.27
Peligro Alto	148	96.73
TOTAL	153	100

5.3 Determinación del nivel de vulnerabilidad

Para analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos en la microcuenca Aynamayo, se consideraron los parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia con el fin de calcular las dimensiones social, económica y ambiental.

5.3.1 Análisis de la dimensión social

Para el análisis de la vulnerabilidad en la dimensión social, se evaluaron los parámetros descritos en la Tabla 39.

Tabla 39

Parámetros de la dimensión social

Dimensión Social		
Exposición	**Fragilidad**	**Resiliencia**
Centros poblados por el número de viviendas expuestas	Estado de conservación de la vivienda	Capacitación en temas de gestión de riesgos

A. Análisis de la exposición de la dimensión social

Parámetro: Centros poblado por el número de viviendas expuestas

Tabla 40

Parámetros en el factor de exposición de la dimensión social

Exposición Social	Vector Priorización

Centros poblados según el número de viviendas expuestas	1.00

Tabla 41

Matriz de comparación de pares de parámetros de centros poblados según el número de viviendas expuestas

Centros poblados según el número de viviendas expuestas	Mayor a 50 viviendas	30 a 49 viviendas	15 a 29 viviendas	5 a 14 viviendas	1 a 4 viviendas
Mayor a 50 viviendas	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
30 a 49 viviendas	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
15 a 29 viviendas	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
5 a 14 viviendas	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
1 a 4 viviendas	0.17	0.20	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.20	4.03	6.70	11.33	20.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.05

Tabla 42

Matriz de normalización de pares de parámetros de centros poblados según el número de viviendas expuestas

Centros poblados según el número de viviendas expuestas	Mayor a 50 viviendas	30 a 49 viviendas	15 a 29 viviendas	5 a 14 viviendas	1 a 4 viviendas	Vector Priorización
Mayor a 50 viviendas	0.455	0.496	0.448	0.441	0.300	0.428
30 a 49 viviendas	0.227	0.248	0.299	0.265	0.250	0.258
15 a 29 viviendas	0.152	0.124	0.149	0.176	0.250	0.170
5 a 14 viviendas	0.091	0.083	0.075	0.088	0.150	0.097
1 a 4 viviendas	0.076	0.050	0.030	0.029	0.050	0.047
					SUMA	1.000

Tabla 43

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de centros poblados según el número de viviendas expuestas

IC	0.031
RC	0.03

B. Análisis de la fragilidad de la dimensión social

Tabla 44

Parámetros en el factor de fragilidad de la dimensión social

Fragilidad Económica	Vector Priorización
Estado de conservación de la vivienda	1.00
SUMA	1.00

B.1 Parámetro: Estado de conservación de la vivienda

Tabla 45

Matriz de comparación de pares de parámetros del estado de conservación de la vivienda

Estado de conservación de la vivienda	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Malo	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Bueno	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Muy Bueno	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.07	0.04

Tabla 46

Matriz de normalización de pares de parámetros del estado de conservación de la vivienda

Estado de conservación de la vivienda	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector Priorización
Muy malo	0.512	0.520	0.575	0.457	0.360	0.485
Malo	0.256	0.260	0.230	0.326	0.280	0.270
Regular	0.102	0.130	0.115	0.130	0.200	0.136

Bueno	0.073	0.052	0.057	0.065	0.120	0.074
Muy Bueno	0.057	0.037	0.023	0.022	0.040	0.036
					SUMA	1.000

Tabla 47

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del estado de conservación de la vivienda

IC	0.041
RC	0.04

C. Análisis de la resiliencia de la dimensión social

Tabla 48

Parámetros en el factor de resiliencia de la dimensión social

Exposición Social	Vector Priorización
Capacitación en temas de gestión de riesgos	1.00

C.1 Parámetro: Capacitación en temas de gestión de riesgos

Tabla 49

Matriz de comparación de pares de parámetros de capacitación en temas de gestión de riesgos

Capacitación en temas de gestión de riesgos	Nunca	1 vez cada 5 años	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año
Nunca	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
1 vez cada 5 años	0.33	1.00	2.00	5.00	8.00
1 vez cada 3 años	0.20	0.50	1.00	3.00	7.00
1 vez cada 2 años	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
1 vez al año	0.11	0.14	0.14	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.48	16.50	27.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

Tabla 50

Matriz de normalización de pares de parámetros de capacitación en temas de gestión de riesgos

Capacitación en temas de gestión de riesgos	Nunca	1 vez cada 5 años	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año	Nunca
Nunca	0.560	0.619	0.590	0.424	0.333	0.505
1 vez cada 5 años	0.187	0.206	0.236	0.303	0.296	0.246
1 vez cada 3 años	0.112	0.103	0.118	0.182	0.259	0.155
1 vez cada 2 años	0.080	0.041	0.039	0.061	0.074	0.059
1 vez al año	0.062	0.029	0.017	0.030	0.037	0.035
					SUMA	1.000

Tabla 51

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para la capacitación en temas de gestión de riesgos

IC	0.058
RC	0.05

5.3.2 Análisis de la dimensión económica

Para el análisis de la vulnerabilidad en la dimensión económica, se evaluaron los parámetros descritos en la Tabla 52.

Tabla 52

Parámetros de la dimensión económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición de la edificación a la fuente de peligro	Material predominante de la edificación	Régimen de tenencia de vivienda

A. Análisis de la exposición de la dimensión económica

A.1 Parámetro: Exposición económica

Tabla 53

Parámetros de la exposición de edificación a la fuente de peligro

Exposición económica	Vector Priorización
Exposición de edificación a la fuente de peligro	1.00

Tabla 54

Matriz de comparación de pares de parámetros de la exposición de edificación a la fuente de peligro

Exposición de edificación a la fuente de peligro	Muy alta	Alta	Media	Baja	No se encuentra expuesta
Muy alta	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Alta	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Media	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Baja	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
No se encuentra expuesta	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.75	8.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.12	0.07	0.04

Tabla 55

Matriz de normalización de pares de parámetros de la exposición de edificación a la fuente de peligro

Exposición de edificación a la fuente de peligro	Muy alta	Alta	Media	Baja	No se encuentra expuesta	Vivienda
Muy alta	0.490	0.533	0.469	0.391	0.333	0.443
Alta	0.245	0.267	0.352	0.326	0.292	0.296
Media	0.122	0.089	0.117	0.196	0.208	0.147
Baja	0.082	0.067	0.039	0.065	0.125	0.076
No se encuentra expuesta	0.061	0.044	0.023	0.022	0.042	0.39
					SUMA	1.000

Tabla 56

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de la exposición de edificación a la fuente de peligro

IC	0.068
RC	0.06

B. Análisis de la fragilidad de la dimensión económica

Tabla 57

Parámetros en el factor de fragilidad de la dimensión económica

Fragilidad Social	Vector Priorización
Material predominante de la edificación	1.00
SUMA	1.00

B.1 Parámetro: Material de construcción de la edificación

Tabla 58

Matriz de comparación de pares parámetros del material predominante de la edificación

Material predominante de la edificación	Piedra con mortero de barro	Adobe	Tapia	Adobe con recubrimiento	Ladrillo y/o bloqueta de cemento
Piedra con mortero de barro	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Adobe	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Tapia	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Madera	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Tabla 59

Matriz de normalización de pares de parámetros material predominante de la edificación

Material predominante de la edificación	Piedra con mortero de barro	Adobe	Tapia	Adobe con recubrimiento	Ladrillo y/o bloqueta de cemento	Vector Priorización
Piedra con mortero de barro	0.490	0.511	0.531	0.391	0.333	0.451
Adobe	0.245	0.255	0.265	0.326	0.292	0.277
Tapia	0.122	0.128	0.133	0.196	0.208	0.157
Madera	0.082	0.064	0.044	0.065	0.125	0.076
Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.061	0.043	0.027	0.022	0.042	0.039
					SUMA	1.000

Tabla 60

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del material predominante de la edificación

IC	0.054
RC	0.05

C. Análisis de la resiliencia de la dimensión económica

Tabla 61

Parámetros en el factor de resiliencia de la dimensión económica

Resiliencia Económica	Vector de Priorización
Régimen de tenencia de vivienda	1.00

C.1 Parámetro: Régimen de tenencia de vivienda

Tabla 62

Matriz de comparación de pares de parámetros de régimen de tenencia de vivienda

Régimen de tenencia de vivienda	Alquilada	Propia por invasión	Propia pagado por plazos	Cedida	Propia totalmente pagado
Alquilada	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00

Propia por invasión	0.33	1.00	2.00	5.00	8.00
Propia pagado por plazos	0.20	0.50	1.00	3.00	7.00
Cedida	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Propia totalmente pagado	0.11	0.14	0.14	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.48	16.50	27.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

Tabla 63

Matriz de normalización de pares de parámetros de régimen de tenencia de vivienda

Régimen de tenencia de vivienda	Alquilada	Propia por invasión	Propia pagado por plazos	Cedida	Propia totalmente pagado	Alquilada
Alquilada	0.560	0.619	0.590	0.424	0.333	0.505
Propia por invasión	0.187	0.206	0.236	0.303	0.296	0.246
Propia pagado por plazos	0.112	0.103	0.118	0.182	0.259	0.155
Cedida	0.080	0.041	0.039	0.061	0.074	0.059
Propia totalmente pagado	0.062	0.029	0.017	0.030	0.037	0.035
					SUMA	1.000

Tabla 64

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el régimen de tenencia de vivienda

IC	0.053
RC	0.05

5.3.3 Análisis de la dimensión ambiental

Para el análisis de la vulnerabilidad en la dimensión ambiental, se evaluaron los parámetros descritos en la Tabla 65.

Tabla 65

Parámetros de la dimensión ambiental

Dimensión Ambiental		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Deforestación	Explotación de recursos naturales	Conocimiento en conservación ambiental

A. Análisis de la Exposición de la Dimensión Ambiental

A.1 Parámetro: Deforestación

Tabla 66

Parámetros de la deforestación

Deforestación	Área sin vegetación	Áreas con cultivo	Áreas con pastos	Áreas con cultivos y árboles	Áreas con bosque
Área sin vegetación	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
Áreas de cultivo	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Áreas de pastos	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Áreas cultivos y árboles	0.25	0.33	0.50	1.00	3.00
Áreas con bosque	0.17	0.25	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.25	4.08	6.75	10.33	19.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.05

Tabla 67

Matriz de normalización de pares de parámetros de deforestación

Deforestación	Área sin vegetación	Áreas con cultivo	Áreas con pastos	Áreas con cultivos y árboles	Áreas con bosque	Deforestación
Área sin vegetación	0.444	0.490	0.444	0.387	0.316	0.416
Áreas de cultivo	0.222	0.245	0.296	0.290	0.263	0.263
Áreas con pastos	0.148	0.122	0.148	0.194	0.211	0.165
Áreas con cultivos y árboles	0.111	0.082	0.074	0.097	0.158	0.104
Áreas con bosque	0.074	0.061	0.037	0.032	0.053	0.051
					SUMA	1.000

Tabla 68

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de deforestación

IC	0.039
RC	0.03

B. Análisis de la fragilidad de la dimensión ambiental

B.1 Parámetro: Explotación de recursos naturales

Tabla 69

Parámetros de explotación de recursos naturales

Explotación de recursos naturales	Prácticas negligentes intensas	Prácticas negligentes periódicas	Prácticas sin asesoramiento	Prácticas con asesoramiento	Conocimiento de prácticas sostenibles
Prácticas negligentes intensas	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
Prácticas negligentes periódicas	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Prácticas sin asesoramiento	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
Prácticas con asesoramiento	0.20	0.33	0.33	1.00	2.00
Conocimiento de prácticas sostenibles	0.13	0.20	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.16	4.03	6.53	14.50	23.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.07	0.04

Tabla 70

Matriz de normalización de pares de parámetros explotación de recursos naturales

Explotación de recursos naturales	Prácticas negligentes intensas	Prácticas negligentes periódicas	Prácticas sin asesoramiento	Prácticas con asesoramiento	Prácticas sostenibles	Conocimiento de prácticas sostenibles
Prácticas negligentes intensas	0.463	0.496	0.459	0.345	0.348	0.422

Prácticas negligentes periódicas	0.232	0.248	0.306	0.345	0.304	0.287
Prácticas sin asesoramiento	0.154	0.124	0.153	0.207	0.217	0.171
Prácticas con asesoramiento	0.093	0.083	0.051	0.069	0.087	0.076
Conocimiento de prácticas sostenibles	0.058	0.050	0.031	0.034	0.043	0.043
					SUMA	1.000

Tabla 71

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de explotación de recursos naturales

IC	0.065
RC	0.06

C. Análisis de la Resiliencia de la Dimensión Ambiental

C.1 Parámetro: Conocimiento en conservación ambiental

Tabla 72

Parámetros en conocimiento en conservación ambiental

Conocimiento en conservación ambiental	No conoce	Tiene ligeras nociones	Conoce por comentarios de sus vecinos	Solo tiene conocimientos	Conoce y practica la conservación ambiental
No conoce	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
Tiene ligeras nociones	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Conoce por comentarios de sus vecinos	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00
Solo tiene conocimientos	0.20	0.33	0.33	1.00	3.00
Conoce y practica la conservación ambiental	0.11	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.14	4.03	6.58	13.33	22.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.08	0.05

Tabla 73

Matriz de normalización de pares de parámetros en conocimiento en conservación ambiental

Conocimiento en conservación ambiental	No conoce	Tiene ligeras nociones	Conoce por comentarios de sus vecinos	Solo tiene conocimientos	Conoce y practica la conservación ambiental	Vector Priorización
No conoce	0.466	0.496	0.456	0.375	0.409	0.440
Tiene ligeras nociones	0.233	0.248	0.304	0.300	0.227	0.262
Conoce por comentarios de sus vecinos	0.155	0.124	0.152	0.225	0.182	0.168
Solo tiene conocimientos	0.093	0.083	0.051	0.075	0.136	0.088
Conoce y practica la conservación ambiental	0.052	0.050	0.038	0.025	0.045	0.042
					SUMA	1.000

Tabla 74

Índice de consistencia (IC) y la Relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro en conocimiento en conservación ambiental

IC	0.042
RC	0.04

5.3.4 Nivel de vulnerabilidad

En la Tabla 75, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos, los cuales se obtuvieron a través del PAJ.

Tabla 75

Niveles de vulnerabilidad

Nivel de vulnerabilidad	Rangos		
Vulnerabilidad Muy Alta	0.337	≤ v <	0.521

Vulnerabilidad Alta	0.225	≤ v <	0.337
Vulnerabilidad Media	0.151	≤ v <	0.225
Vulnerabilidad Baja	0.110	≤ v <	0.151

5.3.5 Estratificación del nivel de vulnerabilidad

El análisis de la vulnerabilidad en sus tres dimensiones (social, económico y ambiental) consiste en la estratificación en cuatro niveles: baja, media, alta y muy alta. La descripción que aparece en la Tabla 76 es una síntesis de los parámetros con su respectiva selección del vector de priorización y las características resumidas de acuerdo con el nivel de vulnerabilidad.

Tabla 76

Estratificación de vulnerabilidad

Nivel	Descripción	Rango
Vulnerabilidad muy alta	Número de viviendas expuestas mayor a 50. El estado de vivienda es muy malo. No se cuenta con una capacitación sobre gestión de riesgos. La exposición de la edificación a fuentes de peligro es de muy alta. El material de construcción predominante es de piedra con mortero y/o adobe. La tenencia de vivienda es alquilada. El área está sin vegetación. Se realizan prácticas negligentes intensas o periódicas sobre la explotación de recursos naturales. No se posee conocimientos en conservación ambiental.	0.337 ≤ v < 0.521
Vulnerabilidad alta	Número de viviendas expuestas entre los 30 a 49. El estado de vivienda es malo. Se cuenta con capacitación sobre gestión de riesgos de hace más de 5 años. La exposición de la edificación a fuentes de peligro es alta. Los materiales de construcción predominante son el adobe y la tapia. La tenencia de vivienda es propia por invasión. Su área está con cultivos o pastos. Se realizan prácticas negligentes periódicas o sin asesoría en la explotación de recursos naturales. Se posee nociones de conservación ambiental.	0.225 ≤ v < 0.337

Vulnerabilidad media	Número de viviendas expuestas entre los 15 a 29. El estado de vivienda es regular. Se cuenta con capacitación sobre gestión de riesgos de hace 3 años. La exposición de la edificación a fuentes de peligro es media. El material de construcción predominante es tapia o madera. La tenencia de la vivienda es propia por pago a plazos. Su área está con cultivos y árboles. Desarrolla prácticas con asesoría en la explotación de recursos naturales. Posee conocimientos en conservación ambiental.	0.151 ≤ v < 0.225
Vulnerabilidad baja	Número de viviendas expuestas está entre 1 a 14. El estado de vivienda es muy bueno. Se cuenta con una capacitación sobre gestión de riesgos entre 1 y 2 años. La exposición de la edificación a fuentes de peligro es baja o no se encuentra expuesta. Los materiales de construcción predominantes son ladrillos y/o bloquetas de cemento. La tenencia de la vivienda es propia o cedida. Su área está cubierta de bosque. Se posee conocimientos en la explotación sostenibles de recursos naturales. Se conoce y practica la conservación ambiental.	0.110 ≤ v < 0.151

Análisis de vulnerabilidad de viviendas expuestas

El área de influencia de la microcuenca Aynamayo en vulnerabilidad cuenta con un total de 153 viviendas, cuyos niveles de vulnerabilidad se muestran en la Tabla 77 (ver Mapas 9-1 y 9-2).

Tabla 77

Nivele de vulnerabilidad de viviendas

Nivel de vulnerabilidad	Viviendas	Porcentaje
Vulnerabilidad Muy Alta	2	1.31
Vulnerabilidad Alta	83	54.25
Vulnerabilidad Media	68	44.44
TOTAL	153	100.00

5.4 Determinación del riesgo

Una vez determinados los niveles de peligro y realizado el análisis de vulnerabilidad, se procede a la conjunción de estos para calcular el nivel de riesgo en el área de estudio.

5.4.1 Nivel de riesgo

La Tabla 78 muestra los niveles de riesgo y sus respectivos rangos, los que se obtuvieron a través de la conjunción del peligro por la vulnerabilidad.

Tabla 78

Niveles de riesgo

Nivel del Riesgo	Rango
Riesgo Muy alto	0.095 ≤ R ≤ 0.237
Riesgo Alto	0.044 ≤ R < 0.095
Riesgo Medio	0.023 ≤ R < 0.044
Riesgo Bajo	0.014 ≤ R < 0.023

De la relación del peligro por la vulnerabilidad para el nivel mayor de riesgo, se obtiene el valor 0.087. Este se ubica en los intervalos de 0.044 ≤ R < 0,095, el cual es de nivel de riego alto.

5.4.2 Estratificación del nivel de riesgo

Tabla 79

Estratificación del riesgo

Nivel	Descripción	Rango
Riesgo muy alto	Precipitación entre el 40 y 60% superior a su normal climático. Las pendientes están entre los 15 y 45 %. Unidades geomorfológicas de terrazas aluvial. Unidades geológicas de depósitos aluviales y terrenos con ninguna o escasa cobertura vegetal. El número de viviendas expuestas es mayor a 50. El estado de vivienda es de muy mala. No se cuenta con una capacitación sobre gestión de riesgos. La exposición de la edificación a fuentes de peligro es de muy alta. El material de construcción predominante es la piedra con mortero y/o adobe. La tenencia de la vivienda es alquilada. Su área está sin vegetación. Se posee prácticas	0.095 ≤ R ≤ 0.237

	negligentes intensas o periódicas sobre la explotación de recursos naturales. No se posee conocimientos en conservación ambiental.	
Riesgo alto	Precipitación entre 40 y 60% superior a su normal climático. Pendientes de mediana a fuerte entre 15 y 45%. Unidades geomorfológicas de relieve montañoso y con colina de roca intrusiva y sedimentaria. Unidades geológicas principalmente de la formación La Merced y grupo Mitu. Terrenos con una cobertura vegetal con cultivos extensivos en secano con borde forestal y bosques fragmentados. El número de viviendas expuestas está entre los 30 y 49. El estado de vivienda es malo. Se cuenta con capacitación sobre gestión de riesgos de hace más de 5 años. La exposición de la edificación a fuentes de peligro es alta. Los materiales de construcción predominantes son adobe y tapia. La tenencia de vivienda es propia por invasión. El área está con cultivos o pastos. Se desarrollan prácticas negligentes periódicas o sin asesoría en la explotación de recursos naturales. Se posee nociones en conservación ambiental.	0.044 ≤ R < 0.095
Riesgo medio	Pendiente de media a baja entre 5 y 15%. Unidades geomorfológicas de relieve montañoso y de colina de rocas ígneas y sedimentarias. Unidades geológicas del Grupo Mitu con una cobertura vegetal de cultivos extensivos en secano con borde forestal y con un nivel de precipitación lluvioso. El número de viviendas expuestas está entre los 15 y 29. El estado de vivienda es regular. Se cuenta con capacitación sobre gestión de riesgos de hace 3 años. La exposición de la edificación a fuentes de peligro es media. El material de construcción predominante es la tapia o madera. La tenencia de la vivienda es propia por pago a plazos. El área está con cultivos y árboles. Aplica prácticas con asesoría en la explotación de recursos naturales. Posee conocimientos en conservación ambiental.	0.022 ≤ R < 0.044
Riesgo bajo	Pendiente baja entre 0 y 5%. Unidades geomorfológicas de Montaña en roca intrusiva. Unidades geológicas: monzogranito, sienogranito, San Ramón. Posee cobertura vegetal con cultivos extensivos en secano con borde foresta y con un nivel de precipitación lluvioso. El número de viviendas expuestas está entre 1 y 14. El estado de vivienda es muy bueno. Se cuenta con capacitación sobre gestión de riesgos de 1 o 2 años. La exposición de la edificación a fuentes de peligro es baja o no se encuentra expuesta. Los materiales de construcción predominante son ladrillos y/o bloquetas de cemento. La tenencia de la vivienda es propia o cedida. El área está cubierta de bosque. Se posee conocimientos en la explotación sostenibles de recursos naturales. Se conoce y practica la conservación ambiental.	0.014 ≤ R < 0.022

Análisis de riesgo de viviendas expuestas

El área de influencia de la microcuenca Aynamayo, conforme a la evaluación de riesgos, cuenta con un total de 153 viviendas. Los niveles de riesgos se muestran en la Tabla 80 (ver Mapas 10-1 y 10-2).

Tabla 80

Nivele de riesgo de viviendas

Nivel de riesgo	Viviendas	Porcentaje
Riesgo Alto	75	49.02
Riesgo Medio	78	50.98
TOTAL	153	100.00

5.4.3 Matriz de riesgo

La matriz de riesgo originado por el deslizamiento y flujo de detritos en la microcuenca Aynamayo se describe en la Tabla 81.

Tabla 81

Matriz de riesgo

Peligro	Muy alto	**0.455**	0.069	0.102	0.153	0.237
	Alto	**0.283**	0.043	0.064	**0.095**	0.147
	Medio	**0.197**	0.030	0.044	0.066	0.102
	Bajo	**0.149**	0.022	0.034	0.050	0.078
			0.151	**0.225**	**0.337**	**0.521**
			Bajo	Medio	Alto	Muy alto
				Vulnerabilidad		

5.5 Cálculo de efectos probables

El cálculo se estimó a través de los efectos ante el impacto de un fenómeno de geodinámica externa por deslizamiento y flujo de detritos. Así mismo, se

analizaron los elementos expuestos (viviendas y medios de vida). Para esto, se identificaron los medios de vida, de los cuales se cuantificó las áreas agrícolas afectadas que se encuentran en el nivel de riesgo respectivo.

Para realizar el cálculo de edificaciones con probabilidad de daño, se utilizó la fórmula de la Guía para la Evaluación de los Efectos Probables Frente al Impacto de Peligros Originados por Fenómenos Naturales (CENEPRED, 2020).

$$Costo\ de\ reposición\ probable = (A * B) * C$$

Donde:

A = Área aproximada construida (m^2)

B = Costo promedio de construcción por metro cuadrado

C = Número de edificaciones con probabilidad de daño

Para obtener el promedio de la construcción por metro cuadrado, se analizaron los valores de estructuras, de acabados y de instalaciones eléctricas y sanitarias por metro cuadrado. Para ello, se utilizó el área techada de edificaciones para el año fiscal 2021 cuyos valores unitarios oficiales de edificaciones son especificados para la zona de la selva (Resolución Ministerial N.º 270-2020-Vivienda, 2020).

El cálculo del costo estimado de pérdidas de las viviendas que se encuentran en un nivel de riesgo alto seria de un monto de S/. 4 342 916.25.

Tabla 82

Cálculo de pérdidas–viviendas riesgo alto

Uso	N.º	Promedio de área construida por m^2	Valor Unitario por m^2 (S/.)	Valor unitario por el promedio del área construida (S/.)	Total (S/.)
Vivienda	75	135.00	428.93	S/ 57,905.55	S/ 4 342 916.25

Para el cálculo de pérdidas de suelos con cultivo en la microcuenca Aynamayo que es el medio para el principal sustento de los medios de vida de la población, se realizó el proceso de intercepción entre el uso actual de suelos y el peligro por deslizamiento y flujo de detritos. Para lo ello, se consideraron los tipos de suelos con cultivo extendido en secano con y sin borde forestal, y el nivel de peligro entre muy alto y alto. Para el cálculo promedio del valor de costo de producción por hectárea, se consideraron los principales cultivos que se producen en el distrito de Vitoc (café, plátano, palta, maíz amiláceo y yuca). Esto se determinó según el trabajo de Grozo (2018), el cual se titula *Costos de Producción para la Actividad agricultura, ganadería, caza y silvicultura en base a la encuesta nacional agraria (ENA-2018)*.

Tabla 83

Cálculo de pérdidas–Suelos de cultivo con peligro muy alto a alto

Tipo de suelo	Área (ha)	Valor unitario promedio por ha de cultivo (S/)	Total (S/)
Suelos con cultivos extensivos en secano con y sin borde forestal	1 740.39	S/ 3 123.74	S/ 5 436 244.72

El cálculo total de las pérdidas económicas de los elementos expuestos al fenómeno por deslizamiento y flujo de detritos asciende a S/. 9 779 160.97.

5.6 Propuestas de medidas de control para mitigar los efectos por peligros por deslizamiento y flujo de detritos.

Las medidas de control son aquellas acciones que se implementan con anterioridad ante la ocurrencia de un evento peligroso con el propósito de minimizar los efectos. Por ello, es necesario aplicar medidas estructurales (intervenciones físicas) y no estructurales (legislación, planificación, capacitaciones, simulacros y campañas). Estas medidas pueden ser gestionadas

por las municipalidades, el gobierno regional y la empresa privada, como la empresa minera SIMSA (Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A.A.).

a. Medidas estructurales

Se deben implementar un conjunto de medidas a fin de reducir los efectos perjudiciales de las condiciones actuales de ciertas zonas:

- Analizar la estructura del muro de contención de rocas de aproximadamente de 63 metros en la curva que va del puente que cruza el río Aynamayo hacia el centro poblado de Cinta Verde.
- Construir muros de contención al ingreso del centro poblado de Puntayacu. Ahí existe un área al lado derecho de la carreta con una pendiente pronunciada y actividad de deslizamiento que mide aproximadamente 86 metros lineales.
- Construir muros de contención en la zona que va camino al poblado de Nuevo Porvenir desde Puntayacu. Ahí se puede apreciar un área de aproximadamente 89 metros lineales de deslizamiento en masa.
- Construir muros de contención en la vía que conecta los poblados de Cinta Verde y Unión Matus. En este lugar, se aprecia un área con actividades de deslizamientos recientes y antiguos. Existen 2 puntos críticos, uno de casi 130 metros y el otro de 53 metros lineales. Son críticos, pues existen reportes de que en esta zona hubo un fallecido en el 2015 a causa de deslizamiento de masa y la obstrucción de la carreta.
- Forestar y reforestar las zonas depredadas por la actividad antrópica. Esto se debe realizar previa selección de especies forestales endémicas (con raíces más profundas y que toleren lluvias intensas) y priorización de las zonas en los sectores de Vista Alegre (1.56 ha), Puntayacu (7.2 ha), la zona de Cinta Verde (1.72 ha); así como las zonas altas de los poblados de Cinta Verde hasta Unión Matus.

- Reubicar las viviendas con mayor exposición al peligro y las que se encuentran cerca de las laderas.
- Demoler estructuras abandonadas y colocar señaléticas de zonas con posibles deslizamientos y flujo de detritos.

b. Medidas no estructurales

Es urgente que la población pueda conocer los riesgos por deslizamiento y flujo de detritos a los que está expuesta con el objetivo de tomar acciones y, con ello, reducir impactos. Por ello, la Municipalidad de Vitoc debe:

- Desarrollar y fortalecer institucionalmente su centro de operaciones de emergencia mediante la incorporación de profesionales capacitados en la gestión de riesgos de desastres y de evaluadores de riesgo.
- Fortalecer las capacidades de la población en materia de gestión prospectiva, correctiva y reactiva del riesgo de desastres.
- Elaborar planes de contingencia, prevención y reducción del riesgo de desastres.
- Implementar un sistema de alerta temprana (SAT), de acuerdo con el análisis de evaluación del riesgo, realizando un monitoreo a través de sensores, difundiendo un plan de alertas y estrategias de respuesta.

5.7 Control de riesgo

El control de riesgo para los deslizamiento y flujo de detritos en la microcuenca de Aynamayo depende de la decisión de las autoridades y la población local. Ellos decidirán sobre el análisis y la intervención de los programas y proyectos que justifiquen las medidas de control. Esto permitirá disminuir los impactos ante este fenómeno de geodinámica externa.

5.7.1 Aceptabilidad o tolerancia al riesgo

Para CENEPRED (2014), las medidas preventivas que se puedan aplicar no garantizan una confianza del 100% de que no haya consecuencias, por lo que el riesgo no puede ser eliminado en su totalidad. El valor, por más pequeño que parezca, nunca será nulo. Como resultado, siempre va a existir un límite hasta el cual pueda considerarse que el riesgo es controlable. A partir de esto, no se justificaría aplicar medidas preventivas; ya que, cuando el valor supere los límites, se catalogará como riesgo no tolerable.

Tabla 84

Valoración de consecuencias

Valor	Nivel de riesgo	Descripción
4	Riesgo Muy alto	Las consecuencias debido a un impacto por movimiento en masa son catastróficas para la infraestructura existente, la salud y la vida humana.
3	Riesgo Alto	Las consecuencias debido a un impacto de peligro por movimiento en masa pueden ser gestionadas con apoyo externo (Gobierno Provincial, Gobierno Regional y/o población).
2	Riesgo Medio	Las consecuencias debido a un impacto por movimiento en masa pueden ser gestionadas con los recursos disponibles y apoyo de la población.
1	Riesgo Bajo	Las consecuencias debido a un impacto por movimiento en masa pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRED

De acuerdo con la tabla anterior, se obtiene que el nivel de consecuencias ante un fenómeno por movimiento en masas es de tipo 3. Esto es inaceptable, por lo que se deben desarrollar acciones inmediatas y prioritarias para el manejo del riesgo.

Valoración de frecuencia de ocurrencias por deslizamiento y flujo de detritos en la microcuenca Aynamayo

Tabla 85

Valoración de frecuencia de ocurrencias

Valor	Nivel de riesgo	Descripción
4	Riesgo Muy alto	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Riesgo Alto	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Riesgo Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según circunstancias.
1	Riesgo Bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED (2014)

De acuerdo con la tabla anterior, el valor 3 se corresponde con un nivel de riesgo alto con la probabilidad de que el peligro por deslizamiento y flujo de detritos puede ocurrir en periodos medianamente largos de acuerdo con las circunstancias.

Consecuencias y daños por peligro de deslizamiento y flujo de detritos en la subcuenca Aynamayo

Tabla 86

Matriz de consecuencias y daños

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

Fuente: CENEPRED (2014)

De acuerdo con la tabla anterior, se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de nivel 3 (alta).

Niveles de consecuencia y daño por peligro de deslizamiento y flujo de detritos en la microcuenca Aynamayo

Tabla 87

Niveles de consecuencia y daño

Valor	Nivel	Descripción
4	INADMISIBLE	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y, de posible, transferir recursos económicos para reducir riesgos.
3	INACEPTABLE	Se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos ante movimiento en masa.
2	TOLERABLE	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	ACEPTABLE	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Fuente: CENEPRED (2014)

De acuerdo con la tabla anterior, se obtiene que el nivel de aceptabilidad o tolerancia del riesgo por movimiento en masa es de tipo 3 (inaceptable).

Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por deslizamiento y flujo de detritos en la microcuenca Aynamayo

Tabla 88

Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia

Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo inaceptable

Fuente: CENEPRED (2014)

Tabla 89

Prioridad de intervención

Valor	Nivel del Riesgo	Descripción
4	INADMISIBLE	I
3	INACEPTABLE	II
2	TOLERABLE	III

1	ACEPTABLE	IV

Fuente: CENEPRED (2014)

De acuerdo con la tabla anterior, se obtiene que el nivel de priorización es de nivel II. Este constituye el soporte para priorizar las acciones, actividades y proyectos de inversión que son vinculados en la prevención y reducción del riesgo por peligro de deslizamiento y flujo de detritos en la microcuenca de Aynamayo.

5.8 Discusión de resultados

A partir de los resultados encontrados, se acepta la hipótesis alternativa general. Esta establece que los deslizamientos y los flujos de detritos incide significativamente en los medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc.

La investigación se enfocó en estudiar el fenómeno por deslizamiento y flujo de detritos y su impacto a los medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo. Para ello, se analizaron las circunstancias desencadenantes de la zona (precipitaciones pluviales anómalas) y los condicionantes (pendientes, geomorfología, geología, cobertura vegetal y uso de suelos). Estos se pudieron ponderar mediante el uso de la metodología del PAJ, conforme el CENEPRED (2014). Esta metodología establece juicios y valoraciones, se basa en escalas de razones indicadas, y permite realizar la combinación entre lo científico y racional con lo intangible. Es decir, permite la verificación complementada con la experiencia y conocimiento de la persona responsables de la evaluación.

Se usaron los valores establecidos por los estudios del INGEMMET como ente rector de estudios de riesgos. Con los valores obtenidos, se generó el mapa de peligro por . Para el análisis de vulnerabilidad, se utilizó la información del censo del 2017 elaborado por el INEI y la información obtenida en la visita a campo. Se analizó la vulnerabilidad mediante las dimensiones (social, económica y ambiental), los factores (exposición, fragilidad y resiliencia) y la aplicación de la metodología PAJ; lo cual permitió generar el mapa de vulnerabilidad. Por otra parte, se estimó el riesgo realizando los cálculos en

base a los niveles de peligro y vulnerabilidad, por lo que se obtuvo que el riesgo en la microcuenca de Aynamayo en alto. Es importante recordar que los niveles de riesgos varían de acuerdo con el área de estudio; ya que las características físicas, sociales, económicas y ambientales son distintas. Por tanto, requieren un análisis de parámetros propios del área en estudio.

Los resultados obtenidos guardan relación con lo que sostienen Callirgos (2020), Carrillo (2015), Tarazona (2018), Guataquira (2018), Caviedes y Chaparro (2021), y Jiménez (2005) sobre los fenómenos de movimiento en masa. Ellos coinciden en que estos movimientos generan gran impacto en la infraestructura civil y la población. Esto se debe a que las variaciones de precipitación son el principal desencadenante junto con los condicionantes que se presentan (pendientes pronunciadas, unidades geológicas, geomorfología de la zona, cobertura de suelos y modificaciones derivadas por actividades antrópicas). Los estudios convergen en que la exposición de los elementos presentes y las prácticas de desarrollo humano dentro del medio físico acrecientan las condiciones para que los pobladores y sus medios de vida puedan ser afectados por los fenómenos de deslizamiento y flujo de detritos. Esto es acorde con lo que el estudio halla.

El análisis del presente estudio nos permite comprender la situación de vulnerabilidad de los elementos expuestos en la microcuenca Aynamayo. Esto permitirá que las autoridades correspondientes puedan trabajar en desarrollar la resiliencia en cuencas. Esto servirá para lograr la prevención, mitigación; así como para elaborar y aplicar medidas adecuadas de preparación y respuesta eficaz en casos de desastre por deslizamiento y flujo de detritos (incluido el riesgo de epidemias y desplazamientos) (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNISDR], 2015).

CONCLUSIONES

1. La evaluación por deslizamientos y flujo de detritos originados por lluvias intensas, incidirían en los medios de vida de la población, basado predominante en la agricultura y que se estimaría que afectaría a 1 740.93 ha de tierra de cultivo. El cálculo monetario probable de perdidas ascendería a S/ 5 436 244.72.
2. Del análisis de peligro, se determinó que la susceptibilidad por deslizamientos y flujo de detritos se presentaría por precipitaciones que variaran entre un 40 al 60% superior a su normal climático, con pendientes entre los 15 a 45%, con unidades geológicas de depósitos aluviales, formación La Merced y grupo Mitu, con geomorfología de tipos terrazas aluviales, relieves montañosos de colina de roca intrusiva y sedimentaria y con los suelos con ninguna o escasa cobertura vegetal. Siendo los centros poblados de Santa Clara, Cinta Verde, Unión Mantus y Puntayacu presentan un nivel de peligro alto a muy alto.
3. Del análisis de la vulnerabilidad, identificó áreas de cultivo ubicadas cerca o en zonas de peligro por deslizamientos y flujo de detritos antiguas y recientes, los pobladores no cuentan con capacitación en gestión de riesgo de desastres o es mayor a 5 años, cuentan con áreas sin vegetación o con cultivos en secano, realizan prácticas negligentes y sin asesoría en la explotación de recursos naturales, y no poseen conocimientos de conservación ambiental. Siendo los centros poblados de Antaloma, Santa Clara, Cinta Verde, Unión Mantus y Danubio con un nivel de vulnerabilidad a sus medios de vida, alto.
4. Bajo el escenario, se determinó que la microcuenca de Aynamayo presenta un nivel de riego alto en los centros poblados de Antaloma, Cinta Verde, Unión Matus, Danubio, Puntayacu, Santa Clara y Aynamayo, por el cual, la frecuencia de ocurrencias de deslizamientos y flujo de detritos y su afectación a los medios de vida puede presentarse en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias y para los niveles de consecuencia y daño son INACEPTABLES, por ende, se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo del riesgo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las autoridades municipales y regionales actualizar de manera constante la información estadística y georreferenciada para que permita caracterizar los fenómenos y los elementos expuestos. Luego, realizar de manera dinámica la evaluación de peligros y vulnerabilidad, lo cual permitirá actualizar el nivel de riesgo. Toda esta información obtenida permitirá una mejor toma de decisiones para la gestión de riesgos de desastres en la zona y que sus medios de vida de la población tenga un menor impacto.
2. Las autoridades municipales junto con el apoyo de la compañía minera San Ignacio de Morococha S.A. (SIMSA) debe de evaluar la implementación de medidas para la reducción de riesgo, como son las obras de estructura de contención (mallas geodinámicas, muros de contención, entre otros). Esto se debe al alto riesgo ante la ocurrencia de deslizamientos y flujos de detritos y la permanente vulnerabilidad de la población y su afectación a los medios de vida.
3. La Municipalidad Distrital de Vitoc debe implementar un sistema de alerta temprana, desarrollar capacitaciones, talleres y simulacros en temas relacionados a la gestión de riesgo de desastres y conservación ambiental a los pobladores para que, de esta manera, ellos puedan desarrollar la prevención y la resiliencia.
4. Reubicar a los pobladores con mayor exposición al peligro en especial las que se encuentran cerca de laderas, demoler estructuras abandonadas, realizar programas de forestación y reforestación con árboles nativos, con la finalidad de darle mayor estabilidad a los taludes y reducir el impacto en las áreas agrícolas, asesorar en la explotación de recursos naturales y conservación ambiental. Estas labores deben ser desarrolladas por las municipalidades de Vitoc y Chanchamayo con el apoyo de la población local.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Aguarón, J. y Moreno-Jiménez, J. (2003). *The geometric consistency index: Approximated thresholds*. European Journal of Operational Research. 147(1). 137-145.

Alcaldía de Medellín. (2016). *Movimientos en masa*. https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_8/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2016/CartillaMovMasa.pdf

Banco Mundial. (16 de marzo de 2021). *Gestión de riesgos de desastres. https://www.bancomundial.org/es/topic/disasterriskmanagement/overview#1*

Barzola, J. (2018). *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo, región Junín -2018* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/413/1/T026_47843057_T.pdf

Cachapa, A.; Kamota Abel, M. y De Oliveira, L. (2020). O papel da educação ambiental na protecção e valorização de um recurso natural: Caso das águas termais da Montipa, Bibala-Angola. *Revista Sociedad y Tecnología*; *3*(2), 51-61. http://institutojubones.edu.ec/ojs/index.php/societec/article/view/86/190

Callirgos, L. (2020). *Evaluación de riesgos por deslizamiento rotacional de tierra mediante el análisis de peligrosidad y vulnerabilidad en el centro poblado de Cuenca - Huancavelica* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Federico Villareal]. http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4446

Carrillos, R. (2015). *Evaluación de zonas susceptibles a movimientos en masa del tipo deslizamiento en el centro poblado de Carampa, distrito de Pazos, provincia de Tayacaja, región Huancavelica, aplicando el protocolo de CENPRED* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Piura]. https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/938

Caviedes, L. y Chaparro, F. (2021). *Análisis Zonificación de susceptibilidad a movimiento en masa en el área urbana del sector Este de La UPZ Verbenal, Bogotá D.C.* [Tesis de licenciatura, Universidad de Ciencias Aplicadas y

Ambientales]. https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/4168/Caviedes_Chaparro_TI.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión*. https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf

CENEPRED. (2016). *Guía para la formulación del informe de evaluación del impacto de emergencias o desastres.* https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/cenepred/docs/XIX-GUI-guia-EEIED.pdf

CENEPRED. (2017). *Guía metodológica para la formulación de planes de prevención y reducción del riesgo de desastre a nivel cuenca.* https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Guia%20PPRRD%20en%20Cuenca.pdf

CENEPRED. (2019). *Informe de evaluación de riesgo por deslizamiento de tierra en el sector 5 del distrito de San Miguel del Faique, provincia de Huancabamba, departamento de Piura*. https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/7403

CENEPRED. (2020). *Guía para la evaluación de los efectos probables frente al impacto del peligro originado por fenómenos naturales*. https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Normatividad/Resoluciones/2020/jefaturales/RJ-080-2020-CENEPRED-J_GUIA.pdf

CESEL Ingenieros. (2011). *Estudio de impacto ambiental y social del proyecto "Línea de transmisión en 220 kV central hidroeléctrica Curibamba – subestación Oroya Nueva". Ministerio de Energía y Minas - MINEM*. http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/4_4_5%20HidrologÃ%C2%ADa%20Rev%200(1).pdf

Chamber, R. y Conway, R. (1991). Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. *IDS Discussion Paper 296, Brighton: IDS*. https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/775

Cruden, D. (1991). Simple definition of a Landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*.

https://www.researchgate.net/publication/257144374_A_simple_definition_of_a_landslide

Decreto Supremo N.° 048-2011-PCM. [Poder Ejecutivo]. Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley Nº 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). 26 de mayo de 2011 https://www.gob.pe/institucion/indeci/informes-publicaciones/1093199-decreto-supremo-n-048-2011-pcm-y-su-modificatoria

Diaz, A. (2004). *Manejo de cuencas y gestión del riesgo a desastres naturales, en el área de la mancomunidad de los municipios del centro de Atlántida, honduras.* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE] http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0285E/A0285E.PDF

FAO. (2021). *Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS).* http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/watershed-management/basic-knowledge/es/

FAO. (2009). *Guía para la elaboración de planes de manejo de microcuencas*. https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F8F2E9D4DD18AF4D05257BA3005F6F42/$FILE/Guia_elaboracion_planes_microcuencas_UICN.pdf

Glade, T. y Crozier, M. (2005). A review of scale dependency in landslide hazard and risk analysis. *Landslide hazard and risk*; 75, 75-138. https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.503.1578&rep=rep1&type=pdf

Gobierno Regional Junín. (2015). *Memoria descriptiva del estudio de uso actual de las tierras en el departamento de Junín.* http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Junin/Memoria_Descriptiva_Uso_Actual.pdf

Gobierno Regional Junín. (2019). *Plan de contingencias ante el peligro de lluvias intensas - Región Junín 2019.*

Grozo, J. (2018). *Costo de producción para actividad: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura en base a la encuesta nacional agraria -ENA 2018.* Instituto Nacional de Estadística e Informática.

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/costos-de-produccion-v7.pdf

Guataquira, M. (2018). *Análisis de movimiento en masa mediante la aplicación de SIG en la ciudad de Villavicencio en el sector Cerro de Buenavista* [Tesis de licenciatura, Universidad Santo Tomás] https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12019/2018manuelguataquira.pdf?sequence=1

Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación.* McGRAW-HILL.

Highland, L. y Bobrowsky, P. (2008). *Manual de derrumbes. Guía para entender todo sobre los derrumbes.* Sistema Geológico de EUA. http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2665/doc2665-contenido.pdf

Hungr, O.; Evans, S.; Bovis, M. y Hutchinson, J. (2001). Review of the classification of landslides of the flow type. *Environmental and Engineering Geoscience*, 7(3), 221-238 https://www.researchgate.net/publication/279333490_Review_of_the_classification_of_landslides_of_the_flow_type

INDECI. (2011). *Manual de estimación de riesgos ante movimientos de masa en laderas.* http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1744/doc1744-contenido.pdf

INEI. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII Vivienda y III de Comunidades Indígenas – Tomo 3*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm

INEI. (2020). *Mapa de pobreza monetaria provincial y distrital 2018*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1718/Libro.pdf

INGEMMET. (1996). *Boletín Nº78 Geología de los Cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced.* https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/201

INGEMMET. (2018). *Peligros Geológicos en las Localidades de San Genaro San Bernardo y Loma Linda*.

http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//5431_informe-tecnico-n0-a6822-peligros-geologicos-en-las-localidades-de-san-genaro-san-bernardo-y-loma-linda-del-distrito-y-provincia-de-chanchamayo-junin.pdf

INGEMMET. (2019). *Evaluación de Peligros Geológicos en los Sectores de Callas y Cedruyoc*. http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//7192_informe-tecnico-n0a6940-evaluacion-de-peligros-geologicos-en-los-sectores-de-callas-y-cedruyoc-distrito-de-monobamba-junin.pdf

INSIDEO. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Central Hidroeléctrica Tulumayo IV y Líneas de Transmisión Eléctrica Asociadas*. Ministerio de Energía y Minas. http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/EIA-TULUMAYO-IV-2014/Volumen%20II_EIA%20CH%20Tulumayo%20IV.pdf

Jiménez, J. (2005). *Análisis de la susceptibilidad a los movimientos de ladera mediante un SIG en la cuenca vertiente al embalse de Rules Granada* [Tesis de doctorado, Universidad de Granada] https://www.ugr.es/~ren03366/DEA/TEMAS/memoria/DEA_J.Jimenez.pdf

Luque, G.; Rosado, M.; Pari, W.; Peña, F. y Huamán, M. (2020). Peligros geológicos en la región Junín. *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. 72*. 9 mapas. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2545?locale=es

MINAGRI. (2010). *Plan de prevención ante la presencia de fenómenos naturales por inundación, deslizamientos, huaycos y sequias*. http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/ANA/Plan%20de%20prevencion%20ante%20la%20presencia%20de%20fenomenos%20naturales%20por%20inundaciones,%20deslizamientos,%20huaycos%20y%20sequias.pdf

Molina, A.; Vanacker, V.; Rosas, M.; Bonnesoeur, V.; Román, F.; Ochoa, B. y Buytaert, W, (2021). *Infraestructura natural para la gestión de riesgos de erosión e inundaciones en los Andes: ¿Qué sabemos?* https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2021/06/Infraestructura-natural-para-la-gestion-de-riesgos-de-erosion-e-inundaciones-en-los-Andes.pdf

Organización de las Naciones Unidas (3 de enero de 2020). *Cambio climático y medioambiente.* https://news.un.org/es/story/2020/01/1467501

Palacios, S.; Reynel, C. y Pennington, R. (2011). *Una formación vegetal subxerófila en el Valle de Chanchamayo, Dp. De Junín*. Universidad Nacional Agraria La Molina. https://docplayer.es/42068982-Una-formacion-vegetal-subxerofila-en-el-valle-de-chanchamayo-dp-junin-peru.html

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las comunidades andinas. (2007). *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas.* Servicio Nacional de Geología y Minería. *https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2830#files*

Resolución Ministerial N.º 270-2020-Vivienda. [Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento]. Aprueban los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para las localidades de Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, la Costa, la Sierra y la Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2021 y dictan diversas disposiciones. 29 de octubre 2020. https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-los-valores-unitarios-oficiales-de-edificacion-para-resolucion-ministerial-n-270-2020-vivienda-1898559-1

Sánchez, R.; Mayorga, R.; Urrego, L. y Vargas, G. (2002). *Modelo para el pronóstico de la amenaza por deslizamiento en tiempo real*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá–Colombia. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/18821

Sánchez, V. (2003). *Gestión ambiental participativa de microcuencas.* Universidad Nacional - Costa Rica.

SENAMHI. (2015). *Clima/condiciones climáticas actuales*. https://www.senamhi.gob.pe/?&p=condiciones-climaticas#

SENAMHI. (31 de diciembre de 2020). *Mapa de clasificación climática del Perú*. https://idesep.senamhi.gob.pe/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/9f18b911-64af-4e6b-bbef-272bb20195e4

Tarazona, J. (2018). *Estimación del riesgo por movimientos de masa en la subcuenca del río Ancash – Yungay 2016* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional

Santiago Antúnez de Mayolo]. http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2227

UNISDR (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.* https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

USAID. (1991). *Desastres, planificación y desarrollo: Manejo de amenazas naturales para reducir los daños*. Washington, D.C:USAID. https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/oea57s.pdf

Varnes, D. (1978). *Slope movement types and processes.* Washington D.C: National Research Council. http://www.engr.hk/T05/176-002.pdf

Viceversa Consulting S.A. (2007). *Línea de Base Social en Educación, Salud y Nutrición Unidad San Vicente Chanchamayo / SIMSA*. Ministerio de Energía y Minas. http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/LB_68.pdf

Anexos

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Título: DESLIZAMIENTO–FLUJO DE DETRITOS Y SU INCIDENCIA EN LOS MEDIOS DE VIDA DE LA POBLACIÓN DE LA MICROCUENCA AYNAMAYO-DISTRITO DE VITOC-CHANCHAMAYO-JUNÍN, 2021.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema General: ¿De qué manera los deslizamientos y flujo de detritos pueden incidir en los medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín, 2021? **Problemas Específicos** a. ¿Cuál es el nivel de peligro por deslizamiento y flujo de detritos en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la Región Junín? b. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad de los medios	**Objetivo General.** Determinar cómo los deslizamientos y flujos de detritos afectarían a los medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín, 2021. **Objetivos Específicos.** a. Determinar los niveles de peligro originados por deslizamiento y flujo de detritos que presenta la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín.	**Hipótesis General** Los deslizamientos y flujos de detritos inciden en los medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín. **Hipótesis Específicas** a. Los peligros originados por deslizamiento y flujo de detrito son altos en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín. b. Existe una alta vulnerabilidad de los medios de vida de la	**V. INDEPENDIENTE** X1: deslizamiento y flujo de detritos **V. DEPENDIENTE** Y1: medios de vida de la población de la microcuenca Aynamayo	**TIPO:** Es una investigación transeccional o transversal. **MÉTODO:** correlacional y explicativo. **DISEÑO:** No experimental **VARIABLES DE ESTUDIO:** Los medios de vida de la población asentada en la microcuenca Aynamayo y los peligros por deslizamiento y flujo de detritos. **POBLACIÓN** Conformada por 16 centros poblados, conformado por 153 viviendas y la unidad minera denominada “SIMSA”. **MUESTRA** Conformado por los 16 centros poblados. **TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:**

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
de vida de la población ubicada en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín? c. ¿Cuál es el nivel de riesgo originado por deslizamientos y flujo de detritos en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín?	b. Analizar la vulnerabilidad de los medios de vida de la población ubicada en la microcuenca de Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín. c. Evaluar el nivel de riesgos por deslizamiento y flujo de detritos en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín.	población ubicada en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín. c. Existe un alto riesgo por deslizamiento y flujo de detritos en la microcuenca Aynamayo en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo en la región Junín.		Los datos se recopilaron a partir de información disponible como estudios publicados por entidades técnico científicas de acuerdo con sus competencias (IGN, INGEMMET, SENAMHI, entre otros) donde se detalla la información histórica, estudios de susceptibilidad, cartografía, hidrología, geología, geomorfología, cobertura vegetal y uso actual de suelos para poder evaluar la zona. La toma de datos en campo se realizó con el recorrido de transeptos previamente seleccionados en la microcuenca. **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:** Lista de chequeo de mapas temáticas espaciales y fuentes temáticas. Matrices de análisis y descripción de información. **TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:** Se utilizará la metodología del «Proceso de Análisis Jerárquico»

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
				(PAJ) y la herramienta SIG con el software QGis para el procesamiento geoespacial.

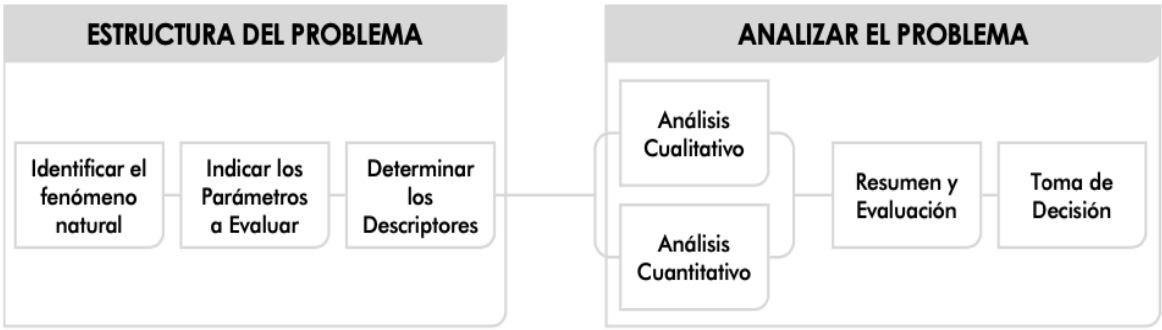
Anexo 2: Proceso de Análisis Jerárquico

1. Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ)

Es un método elaborado por el matemático Thomas L. Saaty (1980), quien lo desarrolló para poder solucionar problemas complejos de múltiples criterios. En el método, se emplea el diseño de un modelo jerárquico (utilizado por analistas o tomadores de decisiones para estructurar el problema de forma visual y comprensible). Para poder desarrollar el método multicriterio, se debe comprender que este reúne criterios cuantitativos (pérdidas humanas, infraestructura expuesta, etc.) y cualitativos (Conocimiento en temas de gestión de riesgos, aplicación de normativa, etc.); los cuales son incluidos en la Gestión de Riesgos de Desastres. En cuanto a la matriz, esta se forma a partir de una matriz cuadrada (CENEPRED, 2014).

Figura 8

Flujo metodológico que seguir para la toma de decisiones



Fuente: CENEPRED (2014)

EL análisis central del PAJ consta de asignar ponderación a los parámetros y a los descriptores que se relacionan con una decisión o calificación final de los diferentes criterios elegidos. Para poder estimar los valores de la importancia relativa para cada uno de los indicadores, se emplea la metodología de pares por sus ventajas de flexibilidad y de poder involucrar absolutamente a todos los actores en el proceso de decisión (CENEPRED, 2014). Para el desarrollo del PAJ, se usó la escala Saaty.

Tabla 90

Escala de Saaty

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que…	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que…	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que…	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que…	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
1	Igual…	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que…	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que…	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que…	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que…	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: CENEPRED (2014)

2. Proceso de los parámetros descriptores: caso movimiento en masa

Paso 1: Parámetros. Se identifican los parámetros que puedan caracterizar el fenómeno de movimiento en masa. Va a estar en función al número de parámetros identificados la cual tendrá la misma cantidad de filas y columnas. Este debe estar jerarquizado de acuerdo con el nivel de importancia o protagonismos en la ocurrencia del fenómeno.

- Pendiente
- Unidad Geomorfológica
- Unidad Geológica
- Cobertura vegetal y uso de suelos

Tabla 91

Matriz de identificación de parámetros

Parámetro	Pendiente	Unidad Geomorfológica	Unidad Geológica	Cobertura vegetal y uso de suelos
Pendiente				
Unidad Geomorfológica				
Unidad Geológica				
Cobertura vegetal y uso de suelos				

Paso 2: Matriz de comparación de pares. Se realiza la comparación de pares usando la escala Saaty y determinando la importancia relativa.

Tabla 92

Construcción de matrices de comparación de pares

La comparación de dos parámetros iguales siempre dará la unidad

Parámetro	Pendiente	Unidad Geomorfológica	Unidad Geológica	Cobertura vegetal y uso de suelos
Pendiente	1.00			
Unidad Geomorfológica		1.00		
Unidad Geológica			1.00	
Cobertura vegetal y uso de suelos				1.00

La unidad geomorfológica será 3 veces más importante que la pendiente (moderadamente más importante)

Parámetro	Pendiente	Unidad Geomorfológica	Unidad Geológica	Cobertura vegetal y uso de suelos
Pendiente	1.00	3.00		5.00
Unidad Geomorfológica	0.33	1.00		
Unidad Geológica			1.00	
Cobertura vegetal y uso de suelos				1.00

La unidad geomorfológica será 1/3 menos importante que la pendiente (moderadamente menos importante

La cobertura vegetal será 5 veces más importante que la pendiente (mucho más importante)

Parámetro	Pendiente	Unidad Geomorfológica	Unidad Geológica	Cobertura vegetal y uso de suelos
Pendiente	1.00	3.00	4.00	5.00
Unidad Geomorfológica	0.33	1.00	3.00	4.00
Unidad Geológica	0.25	0.33	1.00	3.00
Cobertura vegetal y uso de suelos	0.20	0.25	0.33	1.00

La cobertura vegetal y uso de suelo será 1/5 menos importante que la pendiente (mucho menos importante)

Paso 3: Se realiza la suma de cada columna para poder obtener la inversa de las sumas totales.

Tabla 93

Matriz de comparación de pares con la suma y la inversa de la suma por cada columna

Parámetro	Pendiente	Unidad Geomorfológica	Unidad Geológica	Cobertura vegetal y uso de suelos
Pendiente	1.00	3.00	4.00	5.00
Unidad Geomorfológica	0.33	1.00	3.00	4.00

0.56 * 1.00 = 0.56

Unidad Geológica	0.25	0.33	1.00	3.00
Cobertura vegetal y uso de suelos	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.78	4.58	8.33	13.00
1/SUMA	0.56	0.22	0.12	0.08

Paso 4: Matriz de normalización. Se desarrolla multiplicando la inversa de las sumas totales de cada elemento de su columna que corresponde.

Tabla 94

Matriz de normalización de pares

Parámetro	Pendiente	Unidad Geomorfológica	Unidad Geológica	Cobertura vegetal y uso de suelos
Pendiente	0.56	0.65	0.48	0.38
Unidad Geomorfológica	0.19	0.22	0.36	0.31
Unidad Geológica	0.14	0.07	0.12	0.23
Cobertura vegetal y uso de suelos	0.11	0.05	0.04	0.08

Paso 5: Vector de priorización (ponderación). Es el promedio de la suma de cada fila y debe cumplir que la suma de cada columna sea igual a la unidad.

Tabla 95

Generación del vector de priorización

Parámetro	Pendiente	Unidad Geomorfológica	Unidad Geológica	Cobertura vegetal y uso de suelos	Vector de priorización (Ponderación)
Pendiente	0.56	0.65	0.48	0.38	0.52

Unidad Geomorfológica	0.19	0.22	0.36	0.31	0.27
Unidad Geológica	0.14	0.07	0.12	0.23	0.14
Cobertura vegetal y uso de suelos	0.11	0.05	0.04	0.08	0.07
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

(0.56 + 0.65 + 0.48 + 0.38) / 4 = 0.52

El vector de priorización indica la importancia (peso) por cada parámetro en la determinación para el nivel de peligro.

Tabla 96

Determinación del nivel de peligro

Parámetro	Vector de priorización (Ponderación)	Porcentaje
Pendiente	0.52	52.00
Unidad Geomorfológica	0.27	26.82
Unidad Geológica	0.14	14.09
Cobertura vegetal y uso de suelos	0.07	7.09
	1.00	100.00

Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% (RC < 0.1), el cual nos indica que los criterios que se emplearon para la realizar la comparación de pares fue la adecuada.

Paso 1: Hallando el vector suma ponderada. Se genera por la multiplicación de los datos de matriz de comparación de pares de cada columna con el vector de priorización de cada fila y el resultado de cada fila se suma dando como resultado el vector.

Tabla 97

Hallando el vector suma ponderada

Parámetro	Pendiente	Unidad Geomorfológica	Unidad Geológica	Cobertura vegetal y uso de suelos	Vector suma ponderada
Pendiente	0.52	0.80	0.56	0.35	2.24
Unidad Geomorfológica	0.17	0.27	0.42	0.28	1.15
Unidad Geológica	0.13	0.09	0.14	0.21	0.57
Cobertura vegetal y uso de suelos	0.10	0.07	0.05	0.07	0.29

1.00			3.00			4.00			5.00		
0.33	X	0.52	1.00	X	0.27	3.00	X	0.14	4.00	X	0.07
0.25			0.33			1.00			3.00		
0.20			0.25			0.33			1.00		

Paso 2: Hallando λ_{max}. Se determina al dividir los resultados del Vector suma ponderada y el Vector de Priorización.

Tabla 98

Hallando λ_{max}

Vector suma ponderada		Vector de priorización (Ponderación)		λ_{max}
2.24	:	0.52	=	4.31
1.15		0.27		4.28
0.57		0.14		4.07

0.29 0.07 4.07

$$\lambda_{max} = \frac{4.31 + 4.28 + 4.07 + 4.07}{4} = 4.18$$

Paso 3: Hallando el Índice de consistencia (IC). Se resta el resultado de λ_{max} con la cantidad de los parámetros y se divide entre la cantidad de parámetros meno uno

$$IC = \frac{4.18 - 4}{4 - 1} = 0.061$$

Paso 4: Hallando la relación de consistencia (RC). Se divide el Índice de Consistencia entre el Índice Aleatorio

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0.061}{0.882} = 0.069$$

Para hallar los valores del Índice Aleatorio (IA) para los diferentes "n" (cantidad de parámetros) obtenidos mediante simulación de 100 000 matrices (Aguarón y Moreno-Jiménez, 2003) son:

Tabla 99

Tabla de Índices Aleatorios

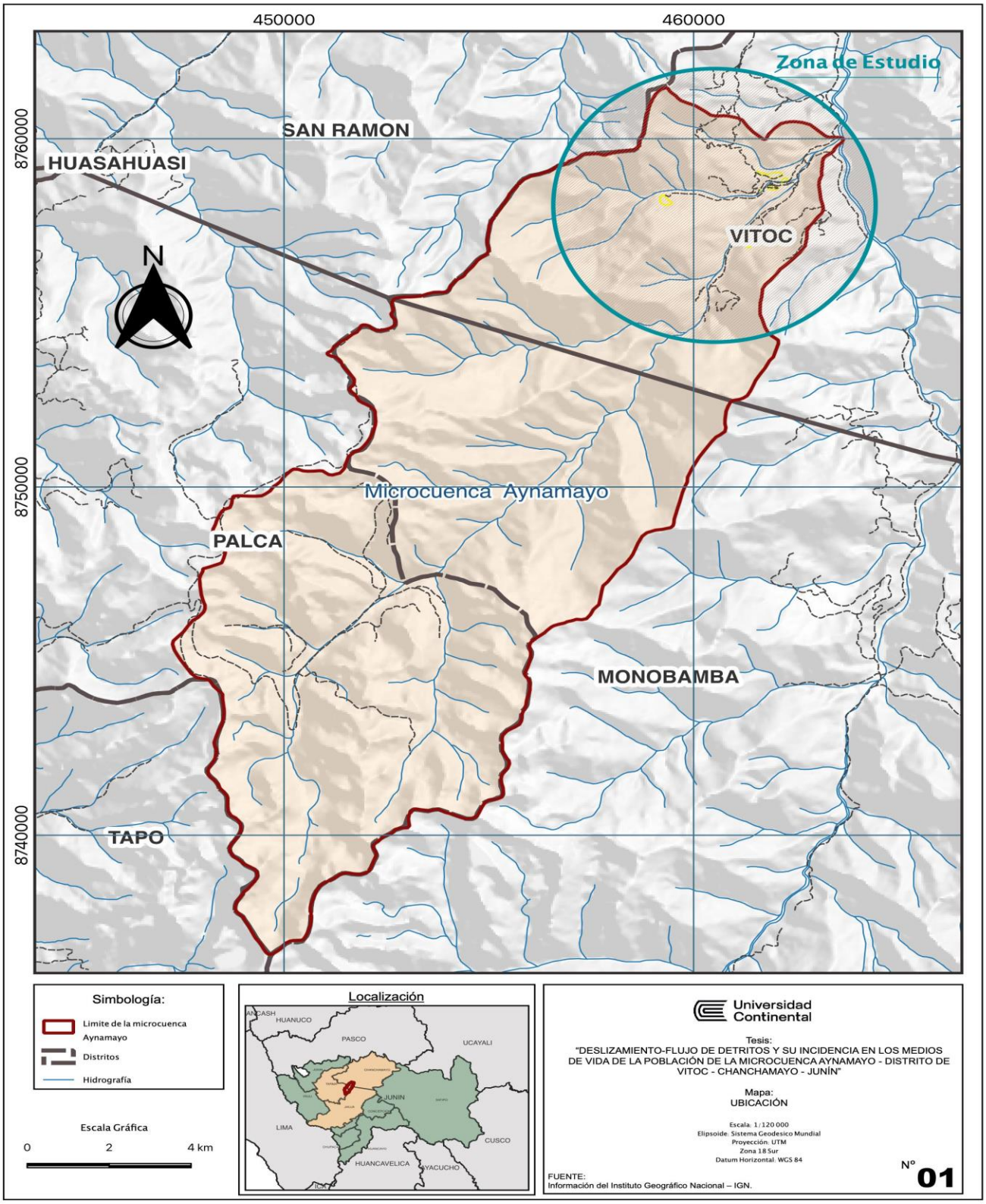
n	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513

Cabe destacar que para las matrices con tres parámetros la RC serán menores a 0.04, para matrices de cuatro parámetros la RC será menor a 0.08 y para matrices mayores a cuatro la RC debe ser menor a 0.10.

Anexo 3: Mapas temáticos

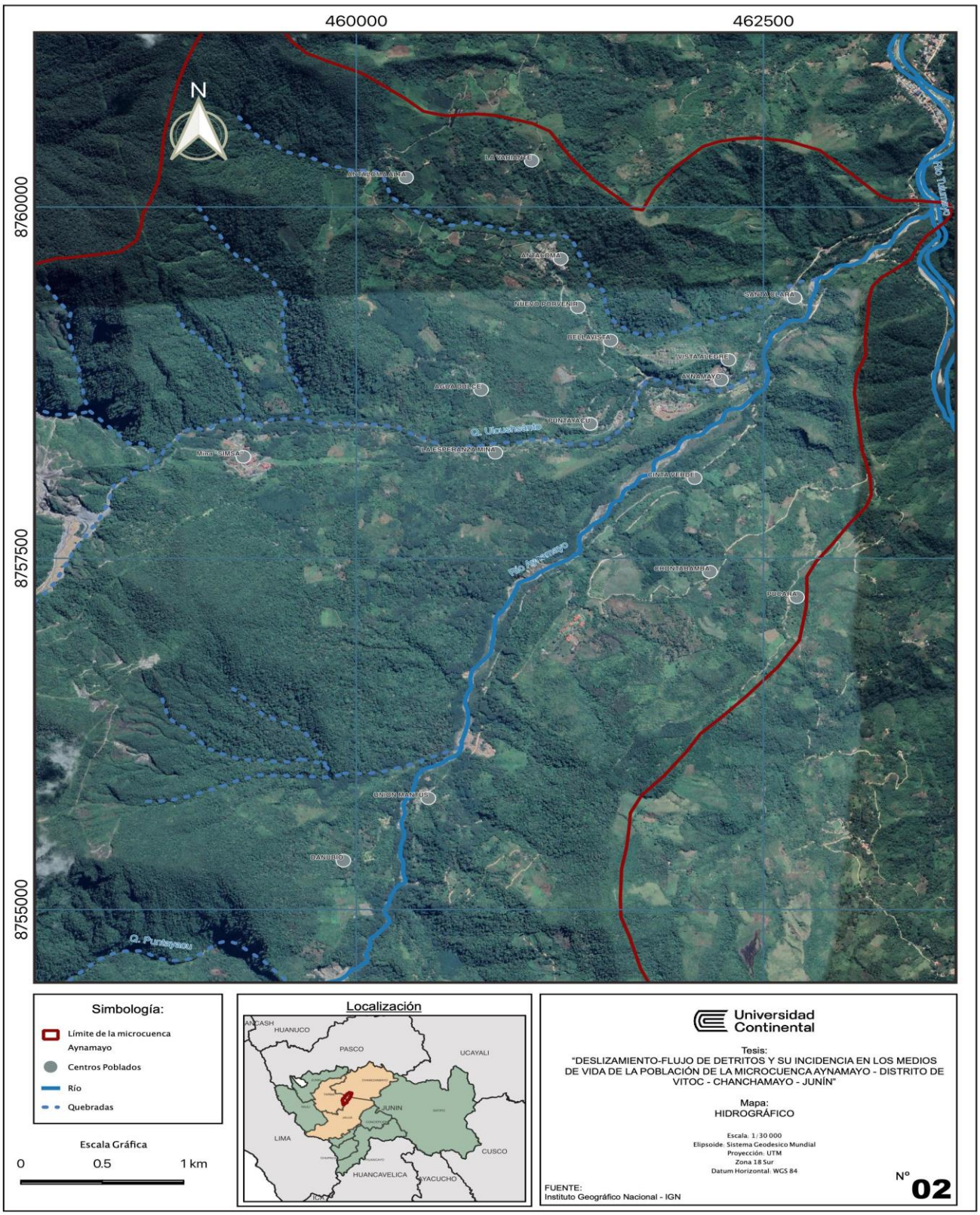
Mapa 1

Ubicación de la microcuenca de Aynamayo



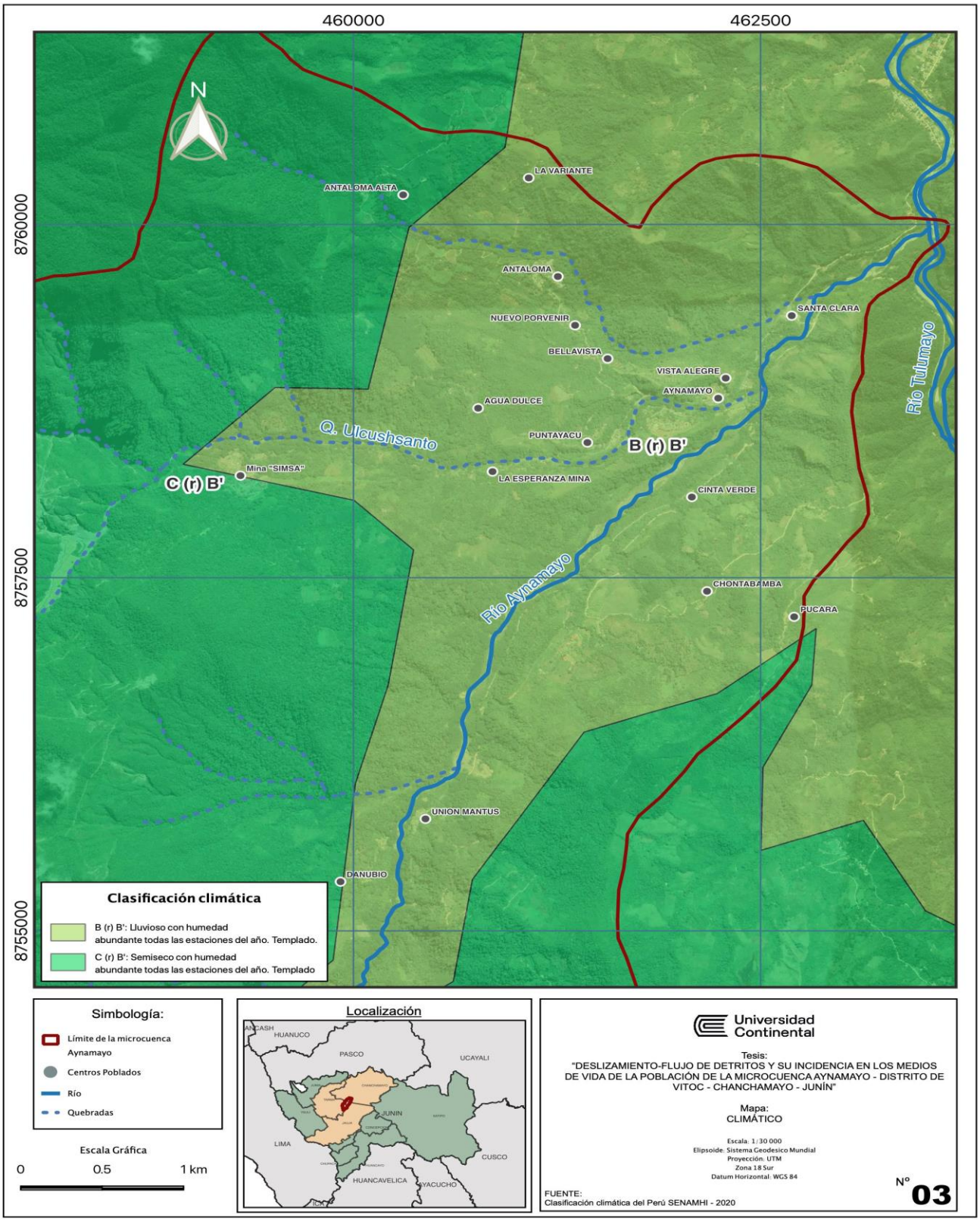
Mapa 2

Red hidrográfica de la microcuenca de Aynamayo



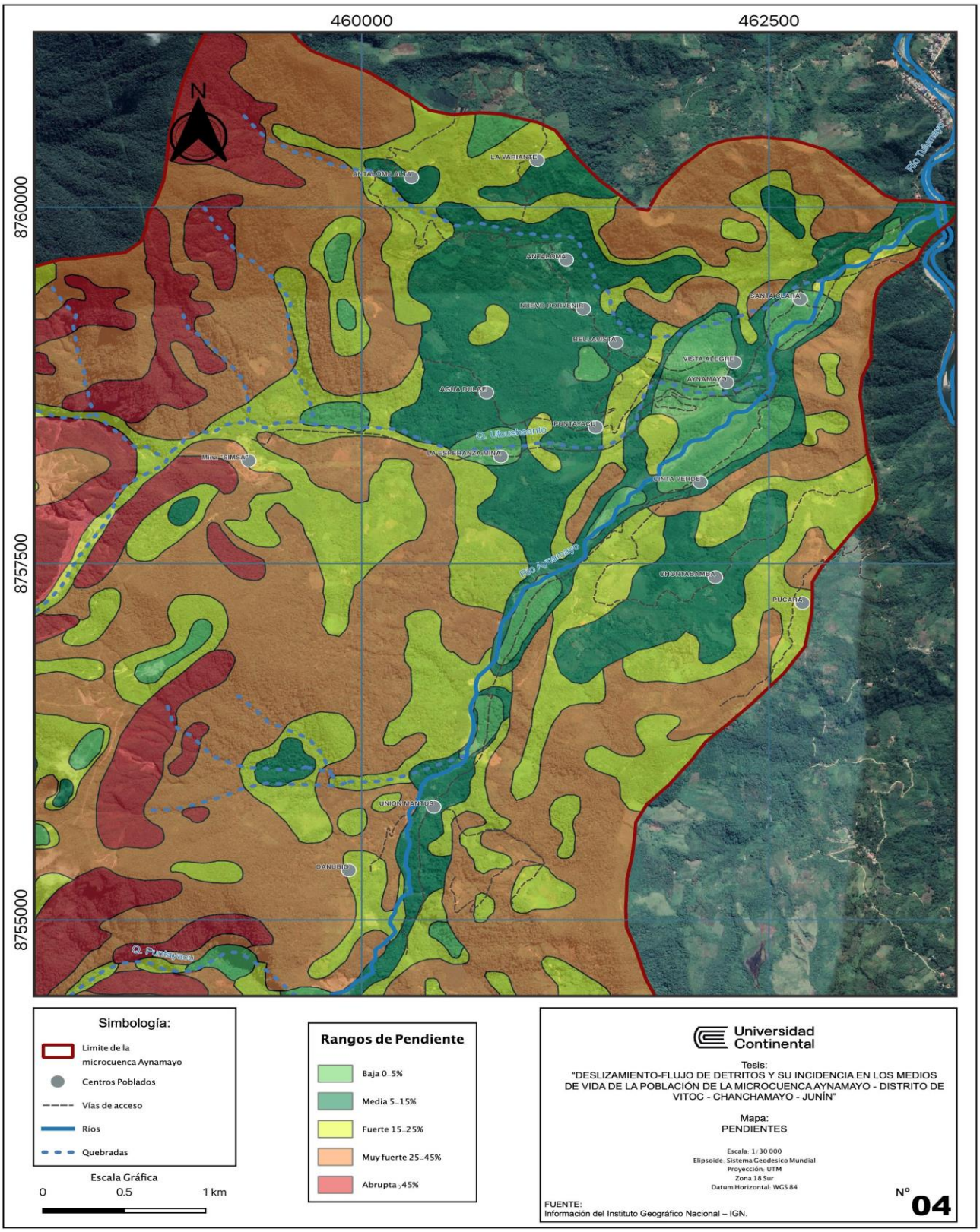
Mapa 3

Climático de la microcuenca de Aynamayo



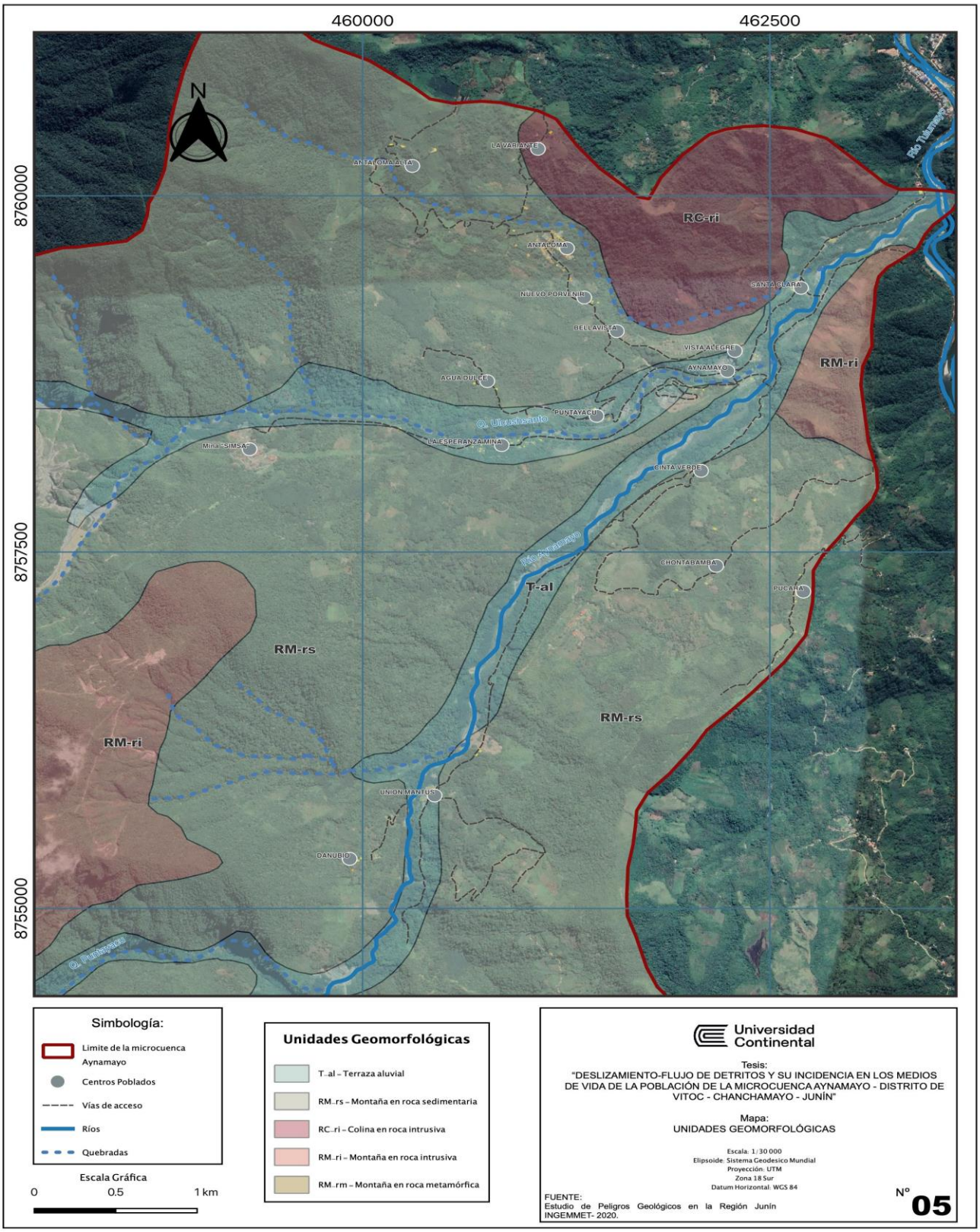
Mapa 4

Pendientes de la microcuenca de Aynamayo



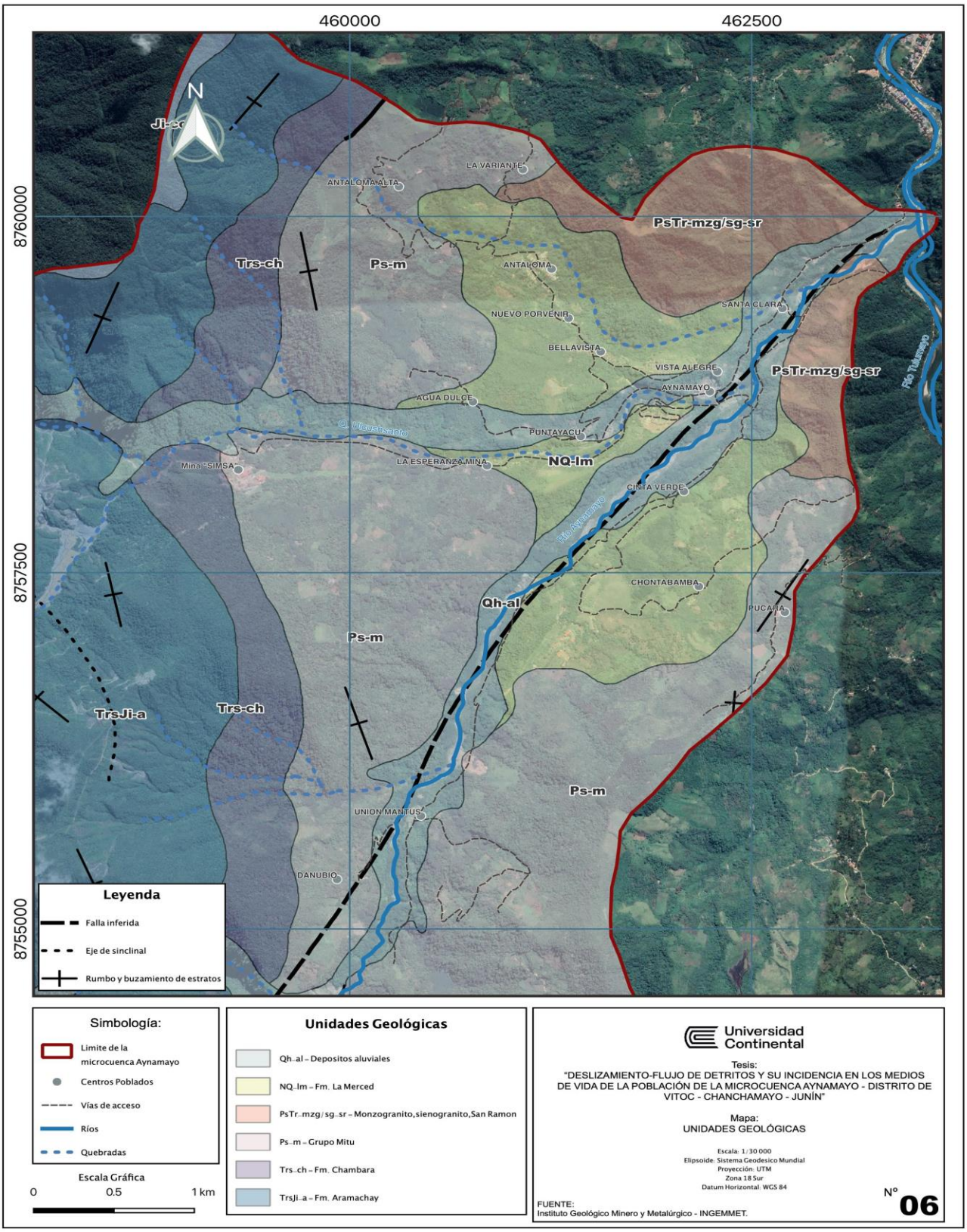
Mapa 5

Unidades Geomorfológicas de la microcuenca de Aynamayo



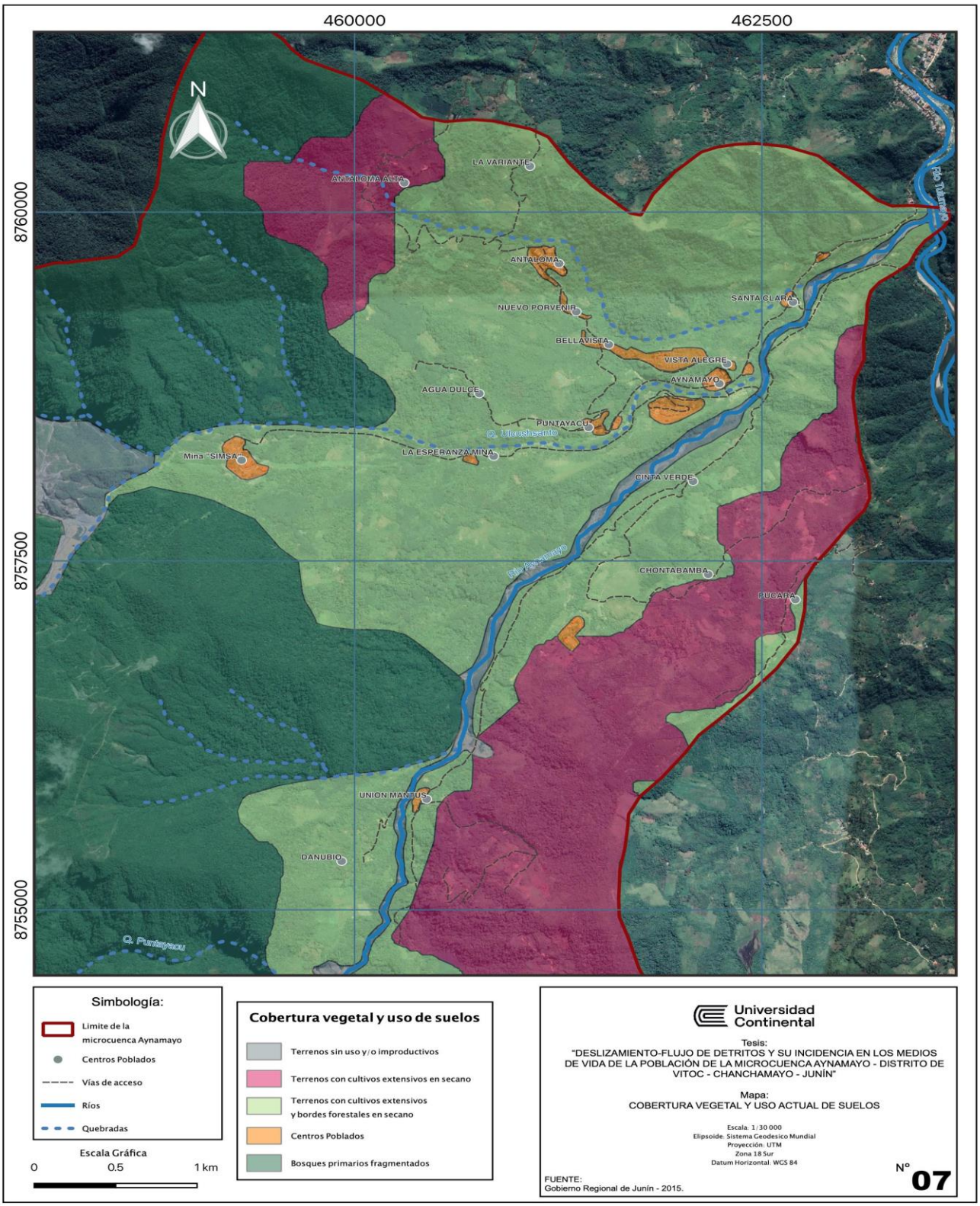
Mapa 6

Unidades Geológicas de la microcuenca de Aynamayo



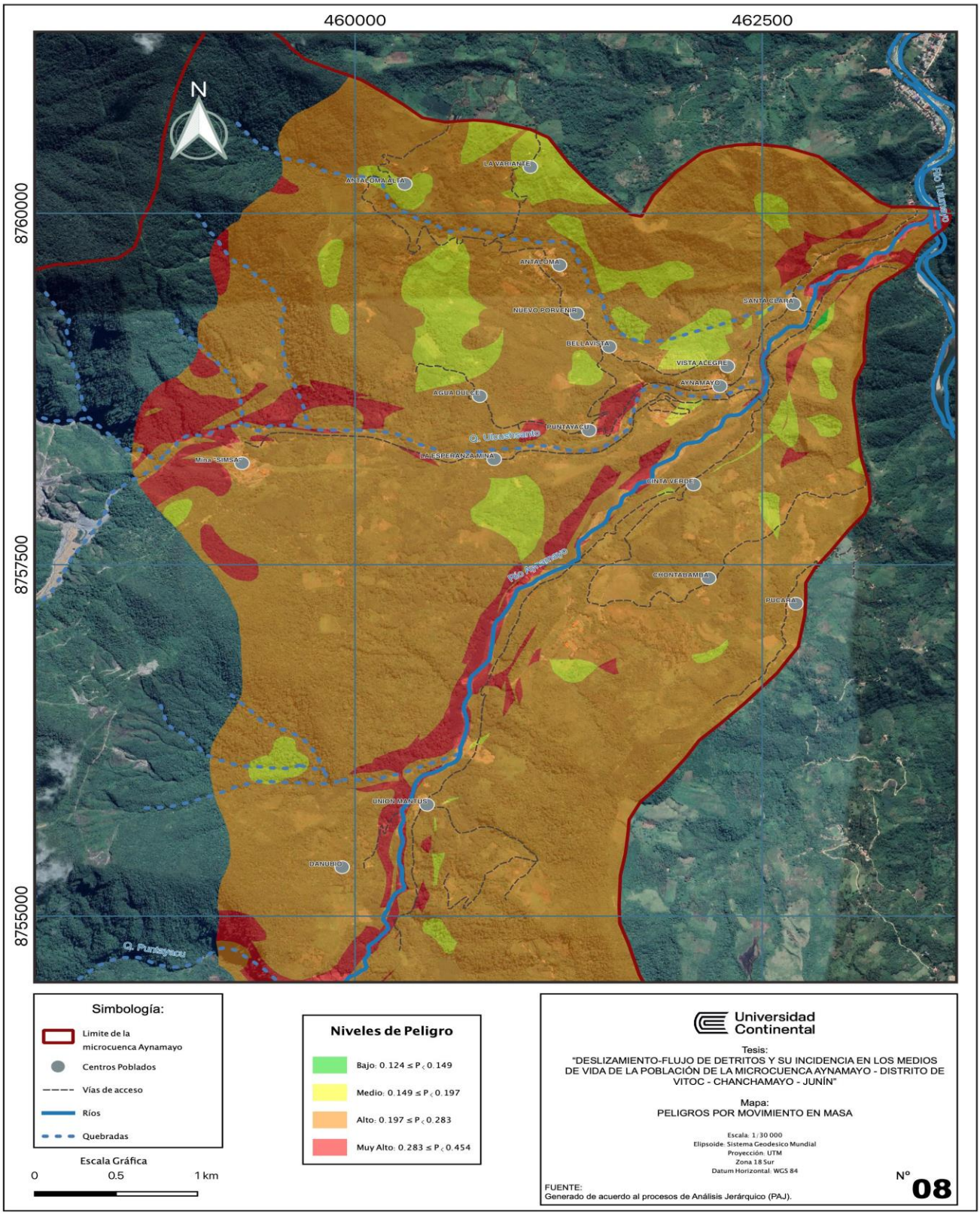
Mapa 7

Cobertura vegetal y uso de suelos en la microcuenca de Aynamayo



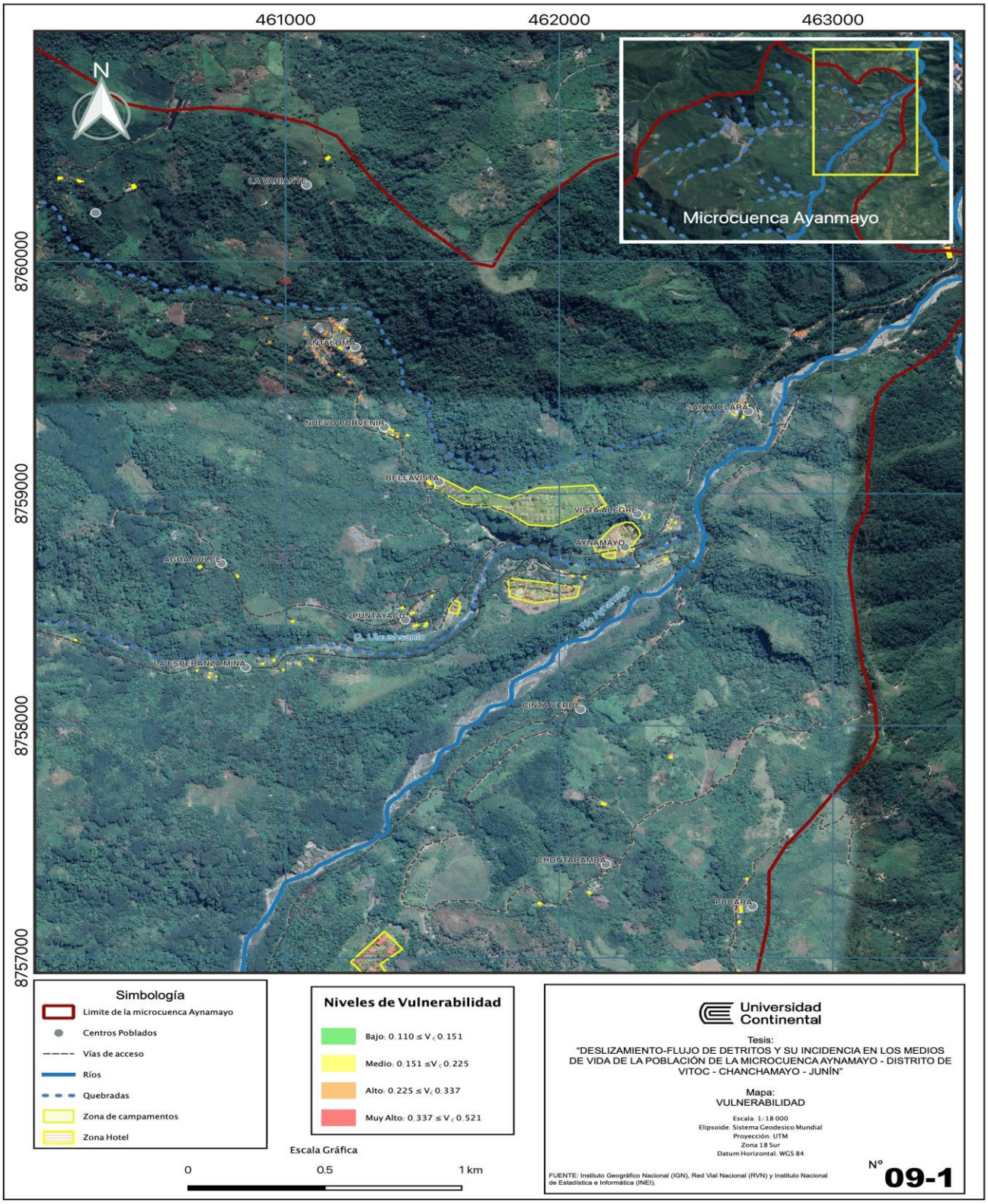
Mapa 8

Peligro por movimiento en masa en la microcuenca de Aynamayo



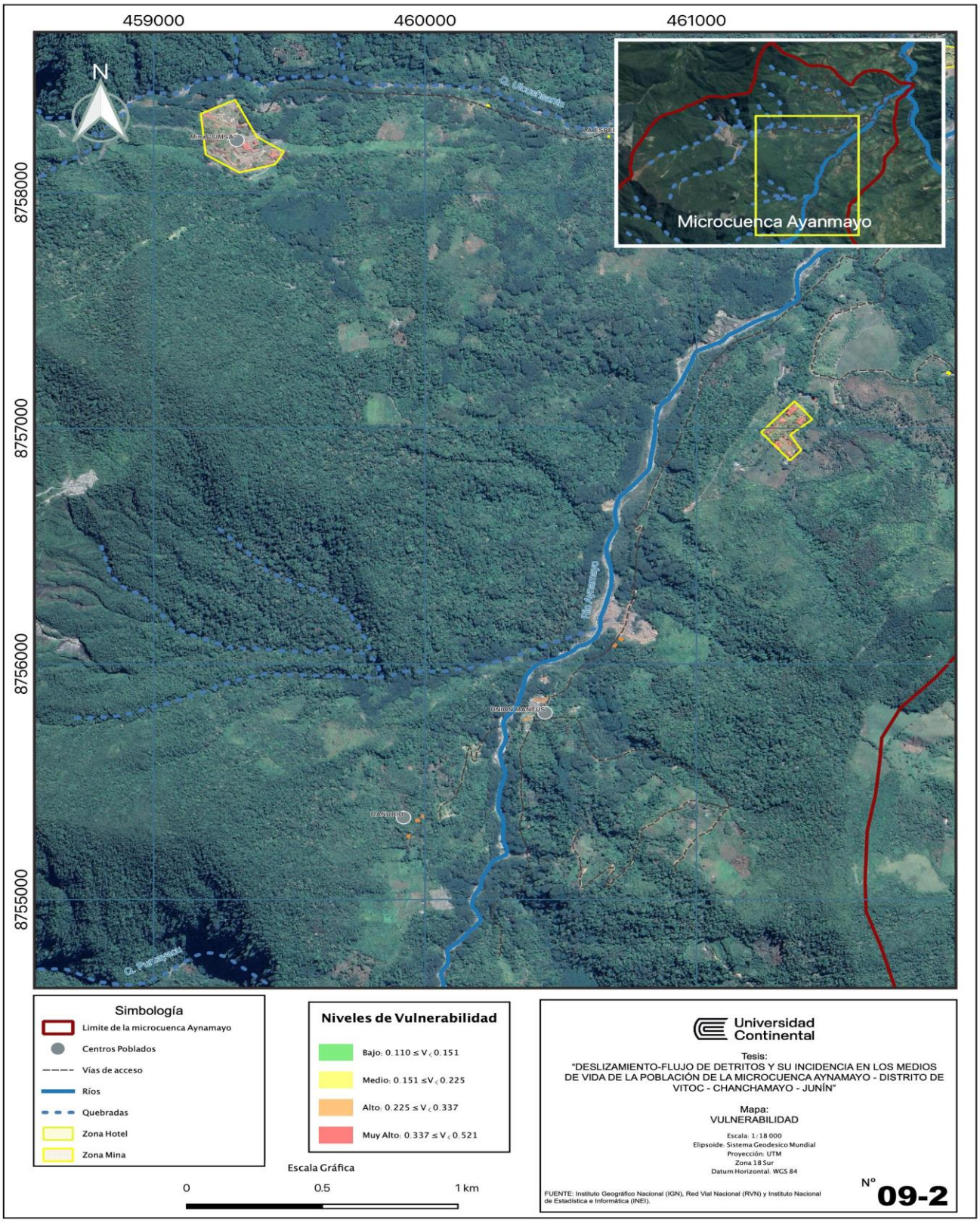
Mapa 9-1

Niveles de vulnerabilidad en la microcuenca de Aynamayo



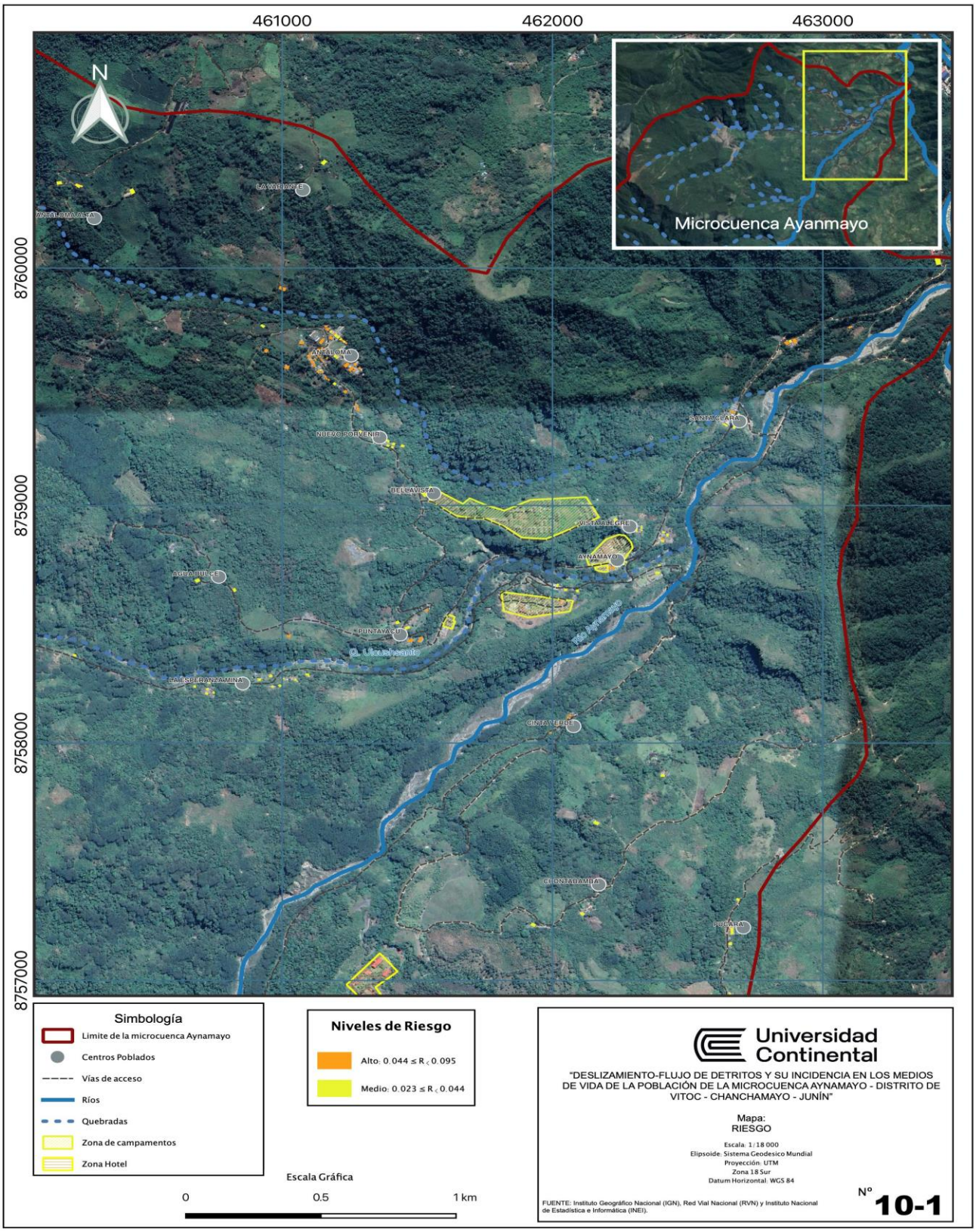
Mapa 9-2

Niveles de vulnerabilidad en la microcuenca de Aynamayo



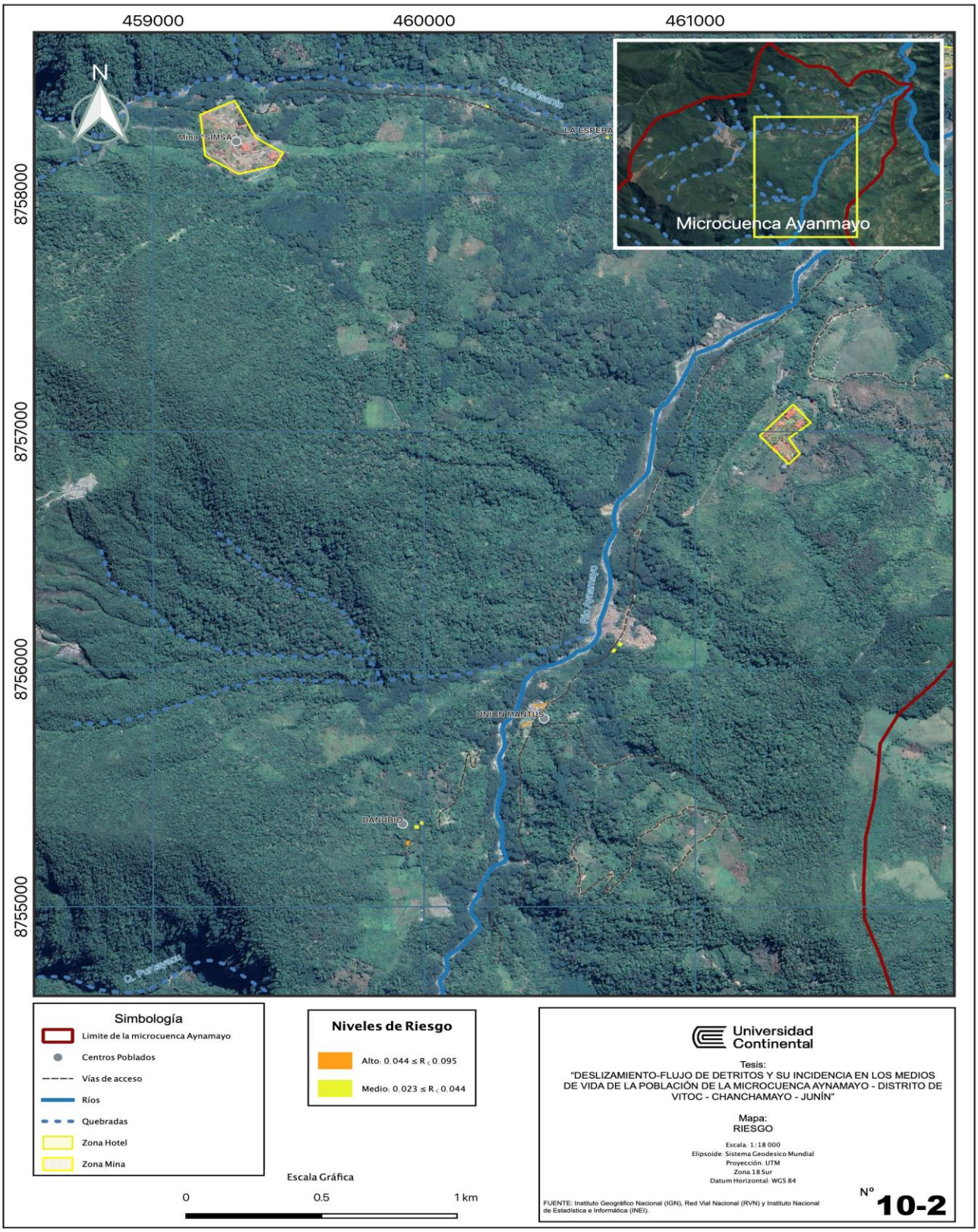
Mapa 10-1

Nivel de riesgo en la microcuenca de Aynamayo



Mapa 10-2

Nivel de riesgo en la microcuenca de Aynamayo



Anexo 4: Imágenes de la zona de estudio

Imagen 1

Centro poblado de Antaloma

Imagen 2

Zonas de movimiento de detritos centro poblado Puntayacuy

Imagen 3

Viviendas con riesgos de colapso en el centro poblado Aynamayo

Imagen 4

Antigua construcción para el control de deslizamientos en vía de transporte

Imagen 5

Zona de deslizamiento por la vía que une los centros poblados de Cinta Verde a Unión Mantus

Imagen 6

Zona de deslizamiento por centro poblado Puntayacu

Imagen 7

Zona de deslizamiento por la vía al centro poblado de Unión Mantus

Imagen 8

Entrevista con los pobladores locales de Cinta Verde