

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



TESIS

**EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR
FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI,
COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE
COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN
APURÍMAC – 2021**

PRESENTADA POR:

- **BACH. EDWIN CLIMACO GROVAS LIMA**
- **BACH. ELVIS QUILLAHUAMAN BOLIVAR**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO GEÓLOGO**

ASESOR:

Mg. EDISON SANTIAGO MATTOS OJEDA

CUSCO – PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FIJOS DE DEBRITOS EN LA QUEBRADA DE MILLI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPHÓN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBA, REGIÓN APURÍMAC - 2021"

presentado por: ELVIS QUILLAHUAMAN BOLIVAR con DNI Nro.: 47332411

presentado por: EDWIN CLIMACO GROVAS LINA con DNI Nro.: 45656796

para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO GEOLÓGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

| Porcentaje | Evaluación y Acciones | Marque con una (X) |
|----------------|---|--------------------|
| Del 1 al 10% | No se considera plagio. | X |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones. | |
| Mayor a 31% | El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley. | |

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 22 de ENERO de 2024



Firma

Post firma EDINSON SANTIAGO MATTOS OJEDA

Nro. de DNI 28853084

ORCID del Asesor 0000-0002-3236-025X

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259: 307914256

NOMBRE DEL TRABAJO

Evaluacion de Riesgo de Desastres originados por Flujo de Detritos en la quebrada de Muji, Comunidad

AUTOR

Grovas I.- Quillahuaman E.

RECUENTO DE PALABRAS

54474 Words

RECUENTO DE CARACTERES

286036 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

167 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.0MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 20, 2024 7:06 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 20, 2024 7:12 PM GMT-5

● **8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 8% Base de datos de Internet

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Base de datos de trabajos entregados
- Base de datos de Crossref
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi fortaleza de lograr mis propósitos. A mis padres, por el apoyo incondicional que me brindaron día a día. A a mi querida hija Kendra, quien es mi principal fuente de motivación y la inspiración que necesito para mejorar cada día.

AGRADECIMIENTO

La vida está llena de desafíos, y uno de ellos es la universidad, al encontrarme inmerso en ella, me he dado cuenta de que, más allá de ser un reto, es una base fundamental no solo para mi comprensión de las materias en las que me he sumergido, sino también para mi trayectoria como profesional.

A mis padres, Florencio Quillahuamán A. y Mercedes Bolívar O, quienes me motivaron y apoyaron hasta lograr mi superación profesional.

A mis hermanos; Mauricio, Rimberti, Irma, Pilar, Doris, quienes me han dado la fuerza y la fortaleza para seguir adelante en este camino. Sin su apoyo, no habría llegado hasta aquí.

A mi querido hermano Yuri por su gratitud para ser una persona ejemplar

A la Ing. Carmen Rosa Polo Rodríguez, por su capacidad y conocimiento brindado.

No puedo dejar de agradecer a mis docentes quienes me han apoyado y guiado durante todo el proceso, por su valioso conocimiento impartido para poder avanzar en mi carrera profesional como Ingeniero Geólogo

Finalmente, esta tesis se logró desarrollar gracias a la colaboración de muchas personas incondicionales, quienes me brindaron su apoyo en todo momento.

Elvis Quillahuamán Bolívar.

DEDICATORIA

Quiero expresar mi gratitud hacia mis padres, Alberto Grovas Y. y Hilaria Lima C., así como hacia mi esposa Ros Mery Guillen E. y el amor de mi vida Dirack A. E., por permanecer siempre a mi lado con amor y alegría. Valorizo enormemente su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios por guiarme y darme la fuerza y la sabiduría necesarias para llevar a cabo esta tesis. Sin su amor y protección, nada de esto hubiera sido posible.

También quiero agradecer a mi familia por su amor incondicional y su apoyo constante durante todo el proceso de investigación y redacción de esta tesis. Han sido mi mayor inspiración y motivación para superar cualquier obstáculo que se haya presentado en el camino.

Agradezco a mis padres por su constante estímulo y por creer en mi capacidad para lograr mis metas académicas, su guía y consejo han sido invaluable para mí y siempre estaré agradecido por su presencia en mi vida.

Quiero agradecer a mis hermanos; Teodora, Braulio, Magdulia (Q.E.P.D), Yony, Alberto, Ronal, Marco y Raúl por su aliento y por ser siempre mi fuente de alegría y diversión. Han sido un apoyo emocional fundamental y su compañía me ha dado la fuerza necesaria para seguir adelante en los momentos difíciles.

No puedo olvidar agradecer a mis cuñados, cuñadas, sobrinos, sobrinas, tíos y primos, quienes también han estado presentes en cada paso de este camino, siendo mi soporte moral y siempre han estado dispuestos a brindarme su ayuda y consejo cuando lo he necesitado.

Finalmente, quiero agradecer a todos mis docentes de la escuela profesional, amigos y compañeros de clase por su amistad y por su apoyo constante. Han sido mi soporte académico y emocional, y agradezco profundamente todas las veces que me han ayudado a superar mis dudas y miedos.

Edwin Climaco Grovas Lima

RESUMEN

El distrito de Coyllurqui se caracteriza por su topografía extremadamente accidentada, con pendientes pronunciadas, lo que lo hace susceptible a varios fenómenos naturales. El propósito de este estudio es analizar el riesgo de flujo de detritos que afecta a la localidad de Acpitán, para lo cual es crucial comprender los factores que influyen en este fenómeno. Se generará un mapa de susceptibilidad de flujo de detritos, que reflejará los elementos condicionantes de este peligro. Además, se considerarán las altas precipitaciones y las bajas temperaturas comunes en la región de la sierra peruana, ya que desencadenan este tipo de eventos. En este análisis, se adoptará un período de retorno máximo de 20 años para evaluar la recurrencia del fenómeno.

En esta investigación, se evaluó a un conjunto de 287 personas y 93 hogares que representaron la población y la muestra, respectivamente. Se utilizó información previamente recopilada, verificada en el lugar y procesada en la oficina para determinar el nivel de riesgo.

A partir del análisis de riesgos realizado utilizando el método de la matriz de peligro y vulnerabilidad, se han dividido la quebrada en tres áreas: una zona alta, una zona media y una zona baja.

La vulnerabilidad es otro componente fundamental, ya que proporciona información sobre la manera en el cual la comunidad de Acpitán reaccionará ante el fenómeno estudiado. Se explorarán las dimensiones sociales, económicas y ambientales siguiendo las pautas del Manual del CENEPRED, lo que permitirá determinar el grado de vulnerabilidad de la comunidad de Acpitán. Una vez que se hayan evaluado estos dos factores, peligrosidad y vulnerabilidad, se podrá calcular el riesgo de flujo de detritos al que se enfrenta Acpitán.

Por último, se propondrán proyectos de ingeniería destinados a reducir el riesgo de flujo de detritos y, de esta manera, mejorar la calidad de vida de los residentes y proteger las infraestructuras existentes. Este estudio contribuirá significativamente a la mitigación de este fenómeno que afecta a la región de la sierra peruana.

PALABRAS CLAVES:

- Fenómenos naturales
- Flujo de detritos
- Susceptibilidad
- Condicionantes
- Población
- Peligro
- Vulnerabilidad
- Riesgo
- CENEPRED
- Nivel

ABSTRACT

The Coyllurqui district is characterized by its extremely rugged topography, with steep slopes, which makes it susceptible to various natural phenomena. The purpose of this study is to analyze the risk of debris flow that affects the town of Acpitán, for which it is crucial to understand the factors that influence this phenomenon. A debris flow susceptibility map will be generated, which will reflect the determining elements of this danger. In addition, the high rainfall and low temperatures common in the Peruvian mountain region will be considered, since they trigger this type of events. In this analysis, a maximum return period of 20 years will be adopted to evaluate the recurrence of the phenomenon.

In this research, a set of 287 people and 93 households that represented the population and the sample, respectively, were evaluated. Information previously collected, verified on site and processed in the office was used to determine the level of risk.

Based on the risk analysis carried out using the danger and vulnerability matrix method, the ravine has been divided into three areas: a high zone, a middle zone and a low zone.

Vulnerability is another fundamental component, since it provides information about the way in which the Acpitan community will react to the phenomenon studied. The social, economic and environmental dimensions will be explored following the guidelines of the CENEPRED Manual, which will allow determining the degree of vulnerability of the Acpitán community. Once these two factors, danger and vulnerability, have been evaluated, the debris flow risk that Acpitán faces can be calculated.

Finally, engineering projects will be proposed to reduce the risk of debris flow and, in this way, improve the quality of life of residents and protect existing infrastructure. This study will contribute significantly to the mitigation of this phenomenon that affects the Peruvian highland region.

Contenido

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| CAPÍTULO I | GENERALIDADES | 15 |
| 1.1 | INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1.2 | UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD..... | 16 |
| 1.2.1 | <i>Ubicación de la zona de estudio.</i> | 16 |
| 1.2.2 | <i>Descripción física de la zona a evaluar.</i> | 16 |
| 1.3 | CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONÓMICAS | 17 |
| 1.3.1 | <i>Aspectos Sociales</i> | 17 |
| 1.3.2 | <i>Aspectos Económicos</i> | 25 |
| 1.4 | CLIMA, VEGETACIÓN Y RELIEVE | 32 |
| 1.4.1 | <i>Clima</i> | 32 |
| 1.4.2 | <i>Vegetación</i> | 32 |
| 1.4.3 | <i>Relieve</i> | 33 |
| 1.5 | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 33 |
| 1.5.1 | <i>Descripción de Problema</i> | 33 |
| 1.5.2 | <i>Formulación del Problema</i> | 34 |
| 1.6 | OBJETIVOS. | 34 |
| 1.6.1 | <i>Objetivo General</i> | 34 |
| 1.6.2 | <i>Objetivos Específicos</i> | 34 |
| 1.7 | ANTECEDENTES | 34 |
| 1.7.1 | <i>A Nivel Internacional</i> | 34 |
| 1.7.2 | <i>A nivel Nacional</i> | 35 |
| 1.7.3 | <i>A nivel Local</i> | 36 |
| 1.8 | MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL..... | 38 |
| 1.8.1 | <i>Tipos de movimiento en masa</i> | 38 |
| 1.8.2 | <i>Clasificación de suelos</i> | 45 |
| 1.9 | GEODINAMICA INTERNA | 47 |
| 1.9.1 | <i>SISMOLOGÍA.</i> | 47 |
| 1.9.2 | <i>ZONIFICACION SISMICA</i> | 49 |
| 1.9.3 | <i>Sismicidad</i> | 50 |
| 1.10 | HIPÓTESIS | 52 |
| 1.10.1 | <i>Hipótesis General</i> | 52 |
| 1.10.2 | <i>Hipótesis Específica</i> | 52 |
| 1.11 | JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA..... | 52 |
| 1.12 | ALCANCES Y LIMITACIONES. | 53 |
| 1.12.1 | <i>Alcances</i> | 53 |
| 1.12.2 | <i>Limitaciones</i> | 53 |
| 1.13 | METODOLOGÍA..... | 53 |
| 1.13.1 | <i>Métodos que se emplearán en la Investigación:</i> | 53 |
| 1.13.2 | <i>Tipo de investigación</i> | 54 |
| 1.13.3 | <i>Metodología de trabajo</i> | 54 |
| 1.13.3.1 | <i>Etapas de planeamiento u organización</i> | 54 |
| 1.13.3.2 | <i>Investigación bibliográfica</i> | 54 |
| 1.13.3.3 | <i>Etapas de campo</i> | 55 |
| 1.13.3.4 | <i>Etapas de gabinete</i> | 55 |
| 1.14 | VARIABLES E INDICADORES | 55 |
| 1.15 | EQUIPOS Y MATERIALES | 55 |
| 1.15.1 | <i>Equipos</i> | 55 |
| 1.15.2 | <i>Materiales</i> | 55 |

| | | |
|---------------------|---|-----------|
| 1.15.3 | Procesamiento de datos | 56 |
| 1.16 | MARCO LEGAL Y NORMATIVO | 56 |
| 1.16.1 | Marco Legal..... | 56 |
| 1.16.2 | Marco Normativo | 56 |
| CAPÍTULO II | MARCO GEOMORFOLÓGICO | 58 |
| 2.1 | GENERALIDADES..... | 58 |
| 2.2 | GEOMORFOLOGIA REGIONAL | 58 |
| 2.2.1 | <i>Cordillera occidental</i> | 60 |
| 2.2.1.1 | Laderas de Montaña..... | 60 |
| 2.2.1.2 | Unidades de paisajes | 61 |
| 2.2.2 | <i>Zona de depresiones interandinas</i> | 61 |
| 2.3 | GEOMORFOLOGÍA LOCAL..... | 61 |
| 2.3.1 | <i>Colinas</i> | 62 |
| 2.3.2 | <i>Domos</i> | 62 |
| 2.3.3 | <i>Fondos de valle fluvial</i> | 62 |
| 2.3.4 | <i>Cono aluvial</i> | 63 |
| 2.3.5 | <i>Quebradas</i> | 63 |
| 2.3.6 | <i>Terrazas</i> | 64 |
| CAPÍTULO III | MARCO GEOLÓGICO | 65 |
| 3.1 | GENERALIDADES..... | 65 |
| 3.2 | GEOLOGÍA REGIONAL | 65 |
| 3.2.1 | <i>Grupo Yura. (Jurásico Medio – Cretácico Inferior)</i> | 65 |
| 3.2.1.1 | Formación Puente (Jurásico Medio)..... | 65 |
| 3.2.1.2 | Formación Cachios (Jurásico Medio) Jm-yu/ca..... | 65 |
| 3.2.1.3 | Formación Labra (Jurásico Superior) Js-yu/la | 66 |
| 3.2.1.4 | Formación Gramadal (Jurásico Superior) Js-yu/gr..... | 66 |
| 3.2.1.5 | Formación Hualhuani (Cretácico Inferior) Ki-yu/hu..... | 66 |
| 3.2.2 | <i>Formación Murco (Cretácico Inferior) Ki-Mu</i> | 66 |
| 3.2.3 | <i>Formación Arcurquina. (Cretácico Inferior-Superior) Kis-Ar</i> | 67 |
| 3.2.4 | <i>Intrusivos de Tonalita - GRANODIORITA</i> | 67 |
| 3.3 | GEOLOGÍA LOCAL | 69 |
| 3.3.1 | <i>Formación Arcurquina (Cretácico Inferior) Ki-Ar</i> | 69 |
| 3.3.2 | <i>Depósitos Cuaternarios</i> | 69 |
| CAPÍTULO IV | ASPECTOS HIDROLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS | 70 |
| 4.1 | GENERALIDADES..... | 70 |
| 4.2 | HIDROLOGÍA..... | 70 |
| 4.2.1 | <i>Parámetros Hidromorfométricos de la quebrada Muji</i> | 70 |
| 4.2.1.1 | Superficie de la cuenca | 70 |
| 4.2.1.2 | Forma de la quebrada | 71 |
| 4.2.1.3 | Determinación de elementos del relieve de la Quebrada | 72 |
| 4.2.2 | <i>Precipitación</i> | 73 |
| 4.2.3 | <i>Metodología de Gumbel</i> | 79 |
| 4.3 | HIDROGEOLOGÍA..... | 82 |
| 4.3.1 | <i>INCIDENCIA DE LA HIDROGEOLOGÍA EN FLUJO DE DETRITOS</i> | 83 |
| 4.3.2 | <i>Clasificación de las Unidades Hidrogeológicas</i> | 83 |
| 4.4 | FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS..... | 86 |
| CAPÍTULO V | ASPECTO GEOTÉCNICO..... | 88 |
| 5.1 | GENERALIDADES..... | 88 |

| | | |
|---|--|------------|
| 5.2 | EXPLORACIÓN EN CAMPO | 88 |
| 5.3 | TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN | 88 |
| 5.4 | TRABAJO DE CAMPO..... | 89 |
| 5.4.1 | <i>Ensayos de Laboratorio</i> | 89 |
| 5.4.2 | <i>Ubicación de las Calicatas:</i> | 90 |
| 5.4.3 | <i>Descripción Estratigráfica</i> | 90 |
| CAPÍTULO VI ASPECTO GEODINÁMICO | | 94 |
| 6.1 | GENERALIDADES..... | 94 |
| 6.2 | GEODINÁMICA EXTERNA..... | 96 |
| 6.2.1 | <i>Factores condicionantes</i> | 97 |
| 6.2.2 | <i>Factores desencadenantes</i> | 97 |
| CAPÍTULO VII DETERMINACIÓN DEL PELIGRO | | 99 |
| 7.1 | IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA..... | 99 |
| 7.2 | EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR MOVIMIENTOS EN MASA | 99 |
| 7.3 | DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD | 100 |
| 7.4 | PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO | 101 |
| 7.4.1 | <i>Descriptorios del parámetro periodo de retorno y ponderación.</i> | 101 |
| 7.5 | SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE EL PELIGRO | 103 |
| 7.5.1 | <i>Factores Condicionantes</i> | 103 |
| 7.5.1.1 | Parámetro Pendiente | 105 |
| 7.5.1.2 | Parámetro Geología | 106 |
| 7.5.1.3 | Parámetro Geomorfología..... | 108 |
| 7.5.1.4 | Parámetro Uso de Suelo..... | 109 |
| 7.5.2 | <i>Factores desencadenantes</i> | 110 |
| 7.5.2.1 | Parámetro Intensidad de Precipitación Total Anual (mm) | 110 |
| 7.6 | NIVELES DE PELIGRO..... | 112 |
| 7.7 | ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO | 113 |
| 7.8 | IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN ZONAS SUSCEPTIBLES..... | 114 |
| 7.8.1 | <i>Exposición</i> | 114 |
| 7.8.1.1 | Elementos Expuestos Susceptibles en Dimensión Social..... | 114 |
| 7.8.1.2 | Elementos Expuestos Susceptibles en Dimensión Económica..... | 114 |
| CAPÍTULO VIII ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD..... | | 115 |
| 8.1 | METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD | 115 |
| 8.2 | ANALISIS DE LAS TRES DIMENSIONES | 115 |
| 8.3 | DIMENSIÓN SOCIAL | 116 |
| 8.3.1 | <i>Análisis de la exposición social</i> | 118 |
| 8.3.1.1 | Parámetro del número de personas..... | 118 |
| 8.3.2 | <i>Análisis de la Fragilidad Social</i> | 119 |
| 8.3.2.1 | Parámetro de Grupo Etéreo | 120 |
| 8.3.2.2 | Parámetro de Personas con discapacidad | 122 |
| 8.3.2.3 | Parámetro de Nivel Educativo | 123 |
| 8.3.3 | <i>Análisis de la Resiliencia Social</i> | 124 |
| 8.3.3.1 | Parámetro de Tipo de Seguro..... | 126 |
| 8.3.3.2 | Parámetro de conocimiento en prevención y reducción del riesgo | 127 |
| 8.3.3.3 | Parámetro de Capacitación en Gestión del Riesgo de Desastres | 128 |
| 8.3.3.4 | Parámetro de Actitud Frente al Riesgo..... | 130 |
| 8.4 | DIMENSIÓN ECONOMICA | 131 |
| 8.4.1 | <i>Análisis de la exposición Económica</i> | 133 |
| 8.4.1.1 | Parámetro de Área de Ocupación de Predio..... | 133 |
| 8.4.2 | <i>Análisis de la Fragilidad Económica</i> | 134 |

“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

| | | |
|---|--|------------|
| 8.4.2.1 | Parámetro de Material de Construcción en la Edificación. | 134 |
| 8.4.2.2 | Parámetro de Estado de Conservación en la Edificación..... | 135 |
| 8.4.3 | <i>Análisis de la Resiliencia Económica.....</i> | <i>137</i> |
| 8.4.3.1 | Parámetro de Ingreso Familiar Promedio Mensual por Lote | 138 |
| 8.4.3.2 | Parámetro de Acceso a Servicios Básicos. | 139 |
| 8.4.3.3 | Parámetro de Situación Laboral Familiar | 141 |
| 8.4.3.4 | Parámetro de Ocupación Principal Laboral | 142 |
| 8.5 | DIMENSIÓN AMBIENTAL | 143 |
| 8.5.1 | <i>Análisis de la exposición Ambiental.....</i> | <i>144</i> |
| 8.5.1.1 | Parámetro de Distancia al Botadero de RR.SS..... | 144 |
| 8.5.2 | <i>Análisis de la Fragilidad Ambiental</i> | <i>146</i> |
| 8.5.2.1 | Parámetro de Disposición de RR.SS..... | 146 |
| 8.5.3 | <i>Análisis de la Resiliencia Ambiental.....</i> | <i>147</i> |
| 8.5.3.1 | Parámetro de Capacitación en Temas de Conservación Ambiental | 147 |
| 8.6 | DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD..... | 149 |
| 8.7 | ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD | 151 |
| CAPÍTULO IX CÁLCULO DE NIVELES DE RIESGO | | 152 |
| 9.1 | METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO | 152 |
| 9.2 | NIVELES DEL RIESGO | 152 |
| 9.3 | ESTRATIFICACIÓN DEL RIESGO..... | 152 |
| 9.4 | MATRIZ DE RIESGOS ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI. | 154 |
| 9.5 | CONTROL DEL RIESGO. | 154 |
| 9.5.1 | <i>Aceptabilidad y tolerancia del Riesgo.....</i> | <i>154</i> |
| 9.5.1.1 | Valoración de Consecuencias. | 154 |
| 9.5.1.2 | Valoración de Frecuencia de Ocurrencia Ante el Riesgo. | 155 |
| 9.5.1.3 | Nivel de consecuencia y Daños..... | 155 |
| 9.5.1.4 | Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo..... | 156 |
| 9.5.1.5 | Prioridad de intervención..... | 156 |
| 9.6 | MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES. | 157 |
| 9.6.1 | <i>Medidas de Orden Estructural.....</i> | <i>157</i> |
| CONCLUSIONES | | 157 |
| RECOMENDACIONES | | 158 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 159 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| IMAGEN N° 1. CORTE ESQUEMÁTICO TIPO DE UN FLUJO DE DETRITOS. | 40 |
| IMAGEN N° 2. PUNTO CRÍTICO EN LA PARTE ALTA DE LA QUEBRADA MUJI | 40 |
| IMAGEN N° 3. VISTA DESDE ABAJO DE PUNTO CRÍTICO HACIA LA MARGEN DERECHA | 40 |
| IMAGEN N° 4. ZONAS SISMICAS..... | 51 |
| IMAGEN N° 5. VISTA MORFOESTRUCTURAL DEL PERÚ..... | 59 |
| IMAGEN N° 6. SUBCUENCA DE COYLLURQUI Y LADERAS DE SUNAMPATA Y TINTAYPARO..... | 60 |
| IMAGEN N° 7. MICROCUENCA DE ACPITÁN, OBJETO DE ESTUDIO, ASÍ COMO LADERAS CIRCUNDANTES. | 60 |
| IMAGEN N° 8. VISTA DE GEOFORMAS DE DOMOS. | 62 |
| IMAGEN N° 9. VISTA PANORÁMICA DE GEOFORMAS EN LA ZONA DE ESTUDIO. | 62 |
| IMAGEN N° 10. VISTA PANORÁMICA DEL RÍO NIHUAQUI. | 63 |
| IMAGEN N° 11. VISTA DEL RÍO COYLLURQUI. EN LA DERECHA SE OBSERVA LA DESEMBOCADURA DEL RIO ÑAHUINLLA..... | 63 |
| IMAGEN N° 12. COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL CUADRANGULO DE TAMBOBAMBA 28-R | 68 |
| IMAGEN N° 13. AFLORAMIENTOS DE CALIZAS DE LA FORMACIÓN ARCURQUINA VISTA EN ESTACIÓN DE PRIMAVERA. | 69 |
| IMAGEN N° 14. AFLORAMIENTOS DE CALIZAS CERCA A LA C.C. DE PALLPARO DEL DISTRITO DE COYLLURQUI EN ESTACIÓN DE PRIMAVERA. | 69 |
| IMAGEN N° 15. AFLORAMIENTOS DE CALIZAS DE LA FORMACIÓN ARCURQUINA EN ESTACIÓN DE OTOÑO... .. | 69 |
| IMAGEN N° 16. AFLORAMIENTOS DE CALIZAS CERCA A LA C.C. DE PALLPARO EN EL DISTRITO DE COYLLURQUI EN OTOÑO. | 69 |
| IMAGEN N° 17. COEFICIENTE DE COMPACIDAD | 71 |
| IMAGEN N° 18. DIFERENCIA ENTRE ACUÍFERO LIBRE Y CONFINADO. | 85 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| CUADRO N° 1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO..... | 16 |
| CUADRO N° 2. COORDENADAS MEDIAS DE LA DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO | 16 |
| CUADRO N° 3. VÍAS DE ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO..... | 16 |
| CUADRO N° 4. PERSONAS POR GRUPO ETÁREO EN LA ZONA DE ESTUDIO | 17 |
| CUADRO N° 5. PERSONAS POR GÉNERO EN LA ZONA DE ESTUDIO..... | 18 |
| CUADRO N° 6. NÚMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA EN LA ZONA DE ESTUDIO | 18 |
| CUADRO N° 7. NIVELES DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN LA ZONA DE ESTUDIO | 19 |
| CUADRO N° 8. NÚMERO DE PERSONAS POR TIPO DE SEGURO EN LA ZONA DE ESTUDIO | 20 |
| CUADRO N° 9. PERSONAS SEGÚN NIVEL EDUCATIVO EN LA ZONA DE ESTUDIO. | 21 |
| CUADRO N° 10. PERSONAS CON CONOCIMIENTO EN PRRD EN LA ZONA DE ESTUDIO | 22 |
| CUADRO N° 11. NÚMERO DE PERSONAS CON CAPACITACIÓN EN GRD EN LA ZONA DE ESTUDIO..... | 23 |
| CUADRO N° 12. NÚMERO DE PERSONAS CON AFR DEL DESASTRES EN LA ZONA DE ESTUDIO | 24 |
| CUADRO N° 13. NÚMERO DE VIVIENDAS POR ÁREA DE CONSTRUCCIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO | 25 |
| CUADRO N° 14. MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN EDIFICACIONES EN LA ZONA DE ESTUDIO | 26 |
| CUADRO N° 15. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES EN LA ZONA DE ESTUDIO | 27 |
| CUADRO N° 16. INGRESO FAMILIAR PROMEDIO POR LOTE EN LA ZONA DE ESTUDIO | 28 |
| CUADRO N° 17. SITUACIÓN LABORAL FAMILIAR EN LA ZONA DE ESTUDIO VIVIENDAS | 29 |
| CUADRO N° 18. OCUPACIÓN PRINCIPAL LABORAL FAMILIAR EN LA ZONA DE ESTUDIO. | 30 |
| CUADRO N° 19. ACCESO A LOS SERVICIOS BÁSICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO..... | 31 |
| CUADRO N° 20. TIPOS DE MOVIMIENTO EN MASA..... | 38 |
| CUADRO N° 21. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA. | 39 |
| CUADRO N° 22. INFLUENCIA DE LOS DIFERENTES FACTORES. | 41 |
| CUADRO N° 23. CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE PELIGROS. | 42 |
| CUADRO N° 24. PELIGROS GENERADOS POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL. | 42 |
| CUADRO N° 25. FLUJO METODOLÓGICO DE TOMA DE DECISIONES PARA EVALUACIÓN DE PELIGROS. | 43 |
| CUADRO N° 26. UBICACIÓN DEL CUADRÁNGULO DE COTABAMBAS. | 45 |
| CUADRO N° 27. CLASIFICACIÓN SUCS | 45 |
| CUADRO N° 28. NORMATIVAS..... | 45 |
| CUADRO N° 29. CLASIFICACIÓN DE TIPO DE SUELOS..... | 46 |
| CUADRO N° 30. INTENSIDADES SÍSMICAS EN ESCALA MERCALLI. | 48 |
| CUADRO N° 31. SISMICIDAD HISTÓRICA | 50 |
| CUADRO N° 32. UNIDADES DE PAISAJE..... | 61 |
| CUADRO N° 33. RANGOS DE PENDIENTES | 61 |
| CUADRO N° 34. ROCAS PLUTÓNICAS Y SUS UNIDADES..... | 67 |

| | | |
|---------------|---|-----|
| CUADRO N° 35. | ÁREA Y PERÍMETRO DE LA QUEBRADA MUJI | 71 |
| CUADRO N° 36. | RANGOS APROXIMADOS DE FACTOR DE FORMA | 72 |
| CUADRO N° 37. | CUADRO DE REGIONALIZACIÓN ANUAL | 74 |
| CUADRO N° 38. | COMPARACIÓN DE PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL POR ZONAS..... | 79 |
| CUADRO N° 39. | UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS. | 85 |
| CUADRO N° 40. | REGISTRO DE EVENTOS SUSCITADOS..... | 86 |
| CUADRO N° 41. | NORMATIVA VIGENTE | 89 |
| CUADRO N° 42. | ENSAYOS REALIZADOS SEGÚN NORMATIVA | 89 |
| CUADRO N° 43. | LOCALIZACIÓN DE CALICATAS EN UTM..... | 90 |
| CUADRO N° 44. | FACTORES DE GEODINÁMICA EXTERNA | 95 |
| CUADRO N° 45. | MATRIZ ESCALA DE SAATY PARA COMPARACIÓN DE PARES | 100 |
| CUADRO N° 46. | CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO..... | 101 |
| CUADRO N° 47. | FACTORES CONDICIONANTES..... | 103 |
| CUADRO N° 48. | RANGOS DE INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL | 111 |
| CUADRO N° 49. | DESCRIPCIÓN DE NIVELES DE PELIGRO. | 113 |
| CUADRO N° 50. | ELEMENTOS EXPUESTOS EN LA DIMENSIÓN SOCIAL..... | 114 |
| CUADRO N° 51. | ELEMENTOS EXPUESTOS EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA..... | 114 |
| CUADRO N° 52. | CUADRO DE ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES..... | 115 |
| CUADRO N° 53. | PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL..... | 117 |
| CUADRO N° 54. | PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA | 131 |
| CUADRO N° 55. | ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD | 151 |
| CUADRO N° 56. | NIVELES DE RIESGO | 152 |
| CUADRO N° 57. | ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO | 153 |
| CUADRO N° 58. | NIVELES DE CONSECUENCIA ANTE EL RIESGO | 154 |
| CUADRO N° 59. | NIVELES DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA ANTE EL RIESGO. | 155 |
| CUADRO N° 60. | MATRIZ DE NIVELES DE CONSECUENCIA Y DAÑOS ANTE EL RIESGO. | 155 |
| CUADRO N° 61. | MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIA Y DAÑOS ANTE EL RIESGO. | 155 |
| CUADRO N° 62. | ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO | 156 |
| CUADRO N° 63. | MATRIZ DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO | 156 |
| CUADRO N° 64. | PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN FRENTE AL RIESGO..... | 156 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| GRÁFICO N° 1. PERSONAS POR GRUPO ETÁREO EN LA ZONA DE ESTUDIO | 17 |
| GRÁFICO N° 2. NÚMERO DE PERSONAS POR GÉNERO EN LA ZONA DE ESTUDIO | 18 |
| GRÁFICO N° 3. NÚMERO DE PERSONAS/VIVIENDA EN LA ZONA DE ESTUDIO E | 19 |
| GRÁFICO N° 4. NIVELES DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN LA ZONA DE ESTUDIO | 20 |
| GRÁFICO N° 5. NÚMERO DE PERSONAS POR TIPO DE SEGURO DE SALUD EN LA ZONA DE ESTUDIO. | 20 |
| GRÁFICO N° 6. PERSONAS POR TIPO DE SEGURO DE SALUD EN LA ZONA DE ESTUDIO. | 22 |
| GRÁFICO N° 7. NÚMERO DE PERSONAS CON CONOCIMIENTO EN PRRD EN LA ZONA DE ESTUDIO | 23 |
| GRÁFICO N° 8. NÚMERO DE PERSONAS CON CAPACITACIÓN EN GRD EN LA ZONA DE ESTUDIO | 24 |
| GRÁFICO N° 9. NÚMERO DE PERSONAS CON AFR EN LA ZONA DE ESTUDIO | 25 |
| GRÁFICO N° 10. Nº DE VIVIENDAS POR ÁREA CONSTRUCCIÓN EVALUADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO | 26 |
| GRÁFICO N° 11. MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO..... | 27 |
| GRÁFICO N° 12. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES EVALUADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO . | 28 |
| GRÁFICO N° 13. INGRESO FAMILIAR PROMEDIO POR LOTE EN LA ZONA DE ESTUDIO | 29 |
| GRÁFICO N° 14. SITUACIÓN LABORAL FAMILIAR EN LA ZONA DE ESTUDIO | 30 |
| GRÁFICO N° 15. OCUPACIÓN PRINCIPAL LABORAL FAMILIAR EN LA ZONA DE ESTUDIO. | 31 |
| GRÁFICO N° 16. ACCESO A LOS SERVICIOS BÁSICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO. | 32 |
| GRÁFICO N° 17. LÍMITES DE ATHERBERG. | 46 |
| GRÁFICO N° 18. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA N° 01 | 91 |
| GRÁFICO N° 19. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA N° 02 | 92 |
| GRÁFICO N° 20. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA N°03 | 93 |
| GRÁFICO N° 21. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE RIESGO..... | 152 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|--------------|---|-----|
| TABLA N° 1. | ESCALA DE VELOCIDADES SEGÚN CRUDEN Y VARNES (1996) | 39 |
| TABLA N° 2. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES | 44 |
| TABLA N° 3. | MAGNITUDES SÍSMICAS EN ESCALA RICHTER..... | 49 |
| TABLA N° 4. | CUADRO DE RANGOS DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 75 |
| TABLA N° 5. | ESTACIONES METEOROLÓGICAS CONSIDERADAS PARA EL ESTUDIO HIDROLÓGICO | 75 |
| TABLA N° 6. | COORDENADAS GEOGRÁFICAS ENTRE ESTACIONES BASE Y ZONA DE ESTUDIO | 75 |
| TABLA N° 7. | F.C POR INFLUENCIA ALTITUDINAL, POR DISTANCIA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA..... | 75 |
| TABLA N° 8. | HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN PARA LA PARTE BAJA DE LA ZONA DE ESTUDIO DESDE EL AÑO 1974 AL AÑO 2020 | 76 |
| TABLA N° 9. | HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN PARA LA PARTE MEDIA DE LA ZONA DE ESTUDIO DESDE EL AÑO 1974 AL AÑO 2020 | 77 |
| TABLA N° 10. | HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN PARA LA PARTE ALTA DE LA ZONA DE ESTUDIO DESDE EL AÑO 1974 AL AÑO 2020 | 78 |
| TABLA N° 11. | DETERMINACIÓN DE PERIODOS DE RETORNO EN LA PARTE ALTA DE LA ZONA DE ESTUDIO DESDE EL AÑO 1974 AL AÑO 2020..... | 80 |
| TABLA N° 12. | DETERMINACIÓN DE PERIODO DE RETORNO EN LA PARTE MEDIA DE LA ZONA DE ESTUDIO DESDE EL AÑO 1974 AL AÑO 2020..... | 81 |
| TABLA N° 13. | DETERMINACION DE PERIODO DE RETORNO EN LA PARTE BAJA DE LA ZONA DE ESTUDIO CON PERIODO DE TIEMPO DEL AÑO 1974 AL AÑO 2020. | 82 |
| TABLA N° 14. | EVENTOS SUSCITADOS POR DIVERSOS FENÓMENOS. | 86 |
| TABLA N° 15. | N° DE EVENTOS POR DEPARTAMENTOS. | 87 |
| TABLA N° 16. | N° DE EVENTOS POR PROVINCIAS DE LA REGIÓN APURIMAC..... | 87 |
| TABLA N° 17. | N° DE EVENTOS EN LOS DISTRITOS DE LA PROVINCIA COTABAMBAS. | 87 |
| TABLA N° 18. | CANTIDAD DE CALICATAS REALIZADAS | 89 |
| TABLA N° 19. | ÍNDICE ALEATORIO SEGÚN NÚMERO DE PARÁMETROS Ó DESCRIPTORES “N” | 100 |
| TABLA N° 20. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO PERIODO DE RETORNO | 102 |
| TABLA N° 21. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN PARA EL PARÁMETRO PERIODO DE RETORNO | 102 |
| TABLA N° 22. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO..... | 102 |
| TABLA N° 23. | MATRIZ DE CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA PARA EL PARÁMETRO PERIODO DE RETORNO | 103 |
| TABLA N° 24. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES EL PARÁMETRO FACTORES CONDICIONANTES. | 104 |
| TABLA N° 25. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN PARA EL PARÁMETRO FACTORES CONDICIONANTES. | 104 |
| TABLA N° 26. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO PARA EL PARÁMETRO FACTORES CONDICIONANTES..... | 104 |
| TABLA N° 27. | MATRIZ DE CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA PARA EL PARÁMETRO F. CONDICIONANTES..... | 105 |
| TABLA N° 28. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO PENDIENTE..... | 105 |

| | | |
|--------------|---|-----|
| TABLA N° 29. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO PENDIENTE..... | 105 |
| TABLA N° 30. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO PENDIENTE. | 106 |
| TABLA N° 31. | MATRIZ DE CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA PARA EL PARÁMETRO PENDIENTE... | 106 |
| TABLA N° 32. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GEOLOGÍA..... | 106 |
| TABLA N° 33. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO GEOLOGÍA. | 107 |
| TABLA N° 34. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO GEOLOGÍA. | 107 |
| TABLA N° 35. | MATRIZ DE CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA PARA EL PARÁMETRO GEOLOGÍA. | 107 |
| TABLA N° 36. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA. | 108 |
| TABLA N° 37. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA..... | 108 |
| TABLA N° 38. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA. .. | 108 |
| TABLA N° 39. | MATRIZ DE CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA PARA EL PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA. | 109 |
| TABLA N° 40. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO USO DE SUELO. | 109 |
| TABLA N° 41. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO USO DE SUELO..... | 109 |
| TABLA N° 42. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO USO DE SUELO..... | 110 |
| TABLA N° 43. | MATRIZ DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA PARA EL PARÁMETRO USO DE SUELO..... | 110 |
| TABLA N° 44. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO I.P. TOTAL ANUAL (MM)..... | 111 |
| TABLA N° 45. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (MM). | 111 |
| TABLA N° 46. | VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO INTENSIDAD DE PRECIP. TOTAL ANUAL | 112 |
| TABLA N° 47. | MATRIZ DE R.C. DEL PARÁMETRO INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL. | 112 |
| TABLA N° 48. | MATRIZ DE PELIGRO..... | 112 |
| TABLA N° 49. | CÁLCULO DEL VALOR DEL PELIGRO | 113 |
| TABLA N° 50. | NIVELES DE PELIGRO | 113 |
| TABLA N° 51. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LAS DIMENSIONES DE VULNERABILIDAD | 115 |
| TABLA N° 52. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE VULNERABILIDAD..... | 116 |
| TABLA N° 53. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DE LAS DIMENSIONES DE VULNERABILIDAD..... | 116 |
| TABLA N° 54. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LAS DIMENSIONES DE VULNERABILIDAD | 116 |
| TABLA N° 55. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL..... | 117 |
| TABLA N° 56. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL..... | 117 |
| TABLA N° 57. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE LA DIMENSIÓN SOCIAL | 117 |
| TABLA N° 58. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL | 118 |
| TABLA N° 59. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO NÚMERO DE PERSONAS POR EDIFICACIÓN | 118 |
| TABLA N° 60. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO NÚMERO DE PERSONAS POR EDIFICACIÓN | 118 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| TABLA N° 61. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL N° DE PERSONAS POR EDIFICACIÓN | 119 |
| TABLA N° 62. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO NÚMERO DE PERSONAS POR EDIFICACIÓN | 119 |
| TABLA N° 63. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO FRAGILIDAD SOCIAL | 119 |
| TABLA N° 64. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO FRAGILIDAD SOCIAL | 120 |
| TABLA N° 65. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO PARÁMETRO FRAGILIDAD SOCIAL | 120 |
| TABLA N° 66. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO FRAGILIDAD SOCIAL..... | 120 |
| TABLA N° 67. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GRUPO ETÁREO | 120 |
| TABLA N° 68. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO GRUPO ETÁREO..... | 121 |
| TABLA N° 69. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO GRUPO ETÁREO | 121 |
| TABLA N° 70. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO GRUPO ETÁREO | 121 |
| TABLA N° 71. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO PERSONAS CON DISCAPACIDAD ... | 122 |
| TABLA N° 72. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO PERSONAS CON DISCAPACIDAD | 122 |
| TABLA N° 73. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO PERSONAS CON DISCAPACIDAD..... | 122 |
| TABLA N° 74. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA PARÁMETRO PERSONAS CON DISCAPACIDAD ... | 123 |
| TABLA N° 75. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO NIVEL EDUCATIVO..... | 123 |
| TABLA N° 76. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO NIVEL EDUCATIVO..... | 123 |
| TABLA N° 77. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO NIVEL EDUCATIVO. .. | 124 |
| TABLA N° 78. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO NIVEL EDUCATIVO. | 124 |
| TABLA N° 79. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO RESILIENCIA SOCIAL | 124 |
| TABLA N° 80. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO RESILIENCIA SOCIAL | 125 |
| TABLA N° 81. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO RESILIENCIA SOCIAL. | 125 |
| TABLA N° 82. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO RESILIENCIA SOCIAL | 125 |
| TABLA N° 83. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO TIPO DE SEGURO | 126 |
| TABLA N° 84. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO TIPO DE SEGURO | 126 |
| TABLA N° 85. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO TIPO DE SEGURO | 126 |
| TABLA N° 86. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO TIPO DE SEGURO | 127 |
| TABLA N° 87. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL CONOCIMIENTO EN PRRD | 127 |
| TABLA N° 88. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE CONOCIMIENTO EN PRRD | 127 |
| TABLA N° 89. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE CONOCIMIENTO EN PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO | 128 |
| TABLA N° 90. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE CONOCIMIENTO EN PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO | 128 |
| TABLA N° 91. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE CAPACITACIÓN EN GRD..... | 128 |
| TABLA N° 92. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE CAPACITACIÓN EN GRD..... | 129 |

| | | |
|---------------|---|-----|
| TABLA N° 93. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE CAPACITACIÓN EN GRD 129 | |
| TABLA N° 94. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE CAPACITACIÓN EN GRD | 129 |
| TABLA N° 95. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ACTITUD FRENTE AL RIESGO | 130 |
| TABLA N° 96. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE ACTITUD FRENTE AL RIESGO | 130 |
| TABLA N° 97. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE ACTITUD FRENTE AL RIESGO..... | 130 |
| TABLA N° 98. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO ACTITUD FRENTE AL RIESGO .. | 131 |
| TABLA N° 99. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA... | 131 |
| TABLA N° 100. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA..... | 132 |
| TABLA N° 101. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA | 132 |
| TABLA N° 102. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA . | 132 |
| TABLA N° 103. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ÁREA DE OCUPACIÓN DE PREDIO. | 133 |
| TABLA N° 104. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE ÁREA DE OCUPACIÓN DE PREDIO..... | 133 |
| TABLA N° 105. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE A.O.P..... | 133 |
| TABLA N° 106. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE ÁREA DE OCUPACIÓN DE PREDIO..... | 134 |
| TABLA N° 107. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE M.C.E. | 134 |
| TABLA N° 108. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE M.C.E. | 134 |
| TABLA N° 109. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA EDIFICACIÓN. | 135 |
| TABLA N° 110. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE M.C.E..... | 135 |
| TABLA N° 111. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE E.C.E..... | 135 |
| TABLA N° 112. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE ESTADO DE CONSERVACIÓN EN LA EDIFICACIÓN. | 136 |
| TABLA N° 113. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE E.C.E..... | 136 |
| TABLA N° 114. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE E.C.E | 136 |
| TABLA N° 115. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO RESILIENCIA ECONÓMICA..... | 137 |
| TABLA N° 116. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO RESILIENCIA ECONÓMICA..... | 137 |
| TABLA N° 117. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO RESILIENCIA ECONÓMICA | 137 |
| TABLA N° 118. | CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO RESILIENCIA ECONÓMICA | 138 |
| TABLA N° 119. | MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE I.F.P.M.L..... | 138 |
| TABLA N° 120. | MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE I.F.P.M.L..... | 138 |
| TABLA N° 121. | DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL POR LOTE..... | 139 |

| | |
|--|-----|
| TABLA N° 122. CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL POR LOTE..... | 139 |
| TABLA N° 123. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS. | 139 |
| TABLA N° 124. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS. | 140 |
| TABLA N° 125. DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL A.S.B | 140 |
| TABLA N° 126. CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS | 140 |
| TABLA N° 127. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO SITUACIÓN LABORAL FAMILIAR ... | 141 |
| TABLA N° 128. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE SITUACIÓN LABORAL FAMILIAR | 141 |
| TABLA N° 129. DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE S.L.F..... | 141 |
| TABLA N° 130. CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE SITUACIÓN LABORAL FAMILIAR | 142 |
| TABLA N° 131. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO OCUPACIÓN PRINCIPAL LABORAL | 142 |
| TABLA N° 132. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE OCUPACIÓN PRINCIPAL LABORAL | 142 |
| TABLA N° 133. DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE O.P.L..... | 143 |
| TABLA N° 134. CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE OCUPACIÓN PRINCIPAL LABORAL..... | 143 |
| TABLA N° 135. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL | 143 |
| TABLA N° 136. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL | 144 |
| TABLA N° 137. DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL..... | 144 |
| TABLA N° 138. CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL .. | 144 |
| TABLA N° 139. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE DISTANCIA AL BOTADERO DE RR.SS. 145 | |
| TABLA N° 140. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE DISTANCIA AL BOTADERO DE RR.SS. | 145 |
| TABLA N° 141. DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DE DIST. A BOTADERO DE RR.SS. | 145 |
| TABLA N° 142. CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE DISTANCIA AL BOTADERO DE RR.SS. 146 | |
| TABLA N° 143. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE DISPOSICIÓN DE RR.SS. | 146 |
| TABLA N° 144. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE DISPOSICIÓN DE RR.SS. | 146 |
| TABLA N° 145. DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE DISPOSICIÓN DE RR.SS. 147 | |
| TABLA N° 146. CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE DISPOSICIÓN DE RR.SS. | 147 |
| TABLA N° 147. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL | 147 |
| TABLA N° 148. MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO DE C.T.C.A. | 148 |
| TABLA N° 149. DETERMINACIÓN DEL VECTOR SUMA PONDERADO DEL PARÁMETRO DE CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL. | 148 |

| | |
|--|-----|
| TABLA N° 150. CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL. | 148 |
| TABLA N° 151. PESOS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL..... | 149 |
| TABLA N° 152. PESOS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL..... | 149 |
| TABLA N° 153. PESOS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA..... | 149 |
| TABLA N° 154. PESOS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA..... | 150 |
| TABLA N° 155. PESOS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL..... | 150 |
| TABLA N° 156. PESOS DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL..... | 150 |
| TABLA N° 157. RANGOS DE VALORES DE NIVELES DE VULNERABILIDAD..... | 150 |
| TABLA N° 158. MATRIZ DE RIESGOS..... | 154 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|---|----|
| FOTOGRAFÍA N° 1. IDENTIFICACIÓN DE ZONA PARA ELABORACIÓN DE CALICATA | 91 |
| FOTOGRAFÍA N° 2. APERTURA DE CALICATA PARA DETERMINAR LOS DATOS ESTRATIGRÁFICOS. | 91 |
| FOTOGRAFÍA N° 3. APERTURA DE CALICATA PARA DETERMINAR LOS DATOS ESTRATIGRÁFICOS. | 92 |
| FOTOGRAFÍA N° 4. TOMA DE DATOS ESTRATIGRÁFICOS EN LA ZONA MEDIA DEL ESTUDIO. | 92 |
| FOTOGRAFÍA N° 5. APERTURA DE CALICATA PARA DETERMINAR LOS DATOS ESTRATIGRÁFICOS EN ZONA ALTA. | 93 |
| FOTOGRAFÍA N° 6. TOMA DE DATOS ESTRATIGRÁFICOS EN LA ZONA BAJA DEL ESTUDIO. | 93 |
| FOTOGRAFÍA N° 7. DESLIZAMIENTO EN LA CABECERA DE LA ZONA DE ESTUDIO LLAMADO MUJIPATA. ... | 97 |
| FOTOGRAFÍA N° 8. CAÍDA DE ROCAS EN LA CABECERA DE LA ZONA DE ESTUDIO LLAMADO MUJIPATA.... | 98 |
| FOTOGRAFÍA N° 9. CAÍDA DE ROCA EN LA TRAYECTORIA DEL FLUJO DE DETRITO. | 98 |
| FOTOGRAFÍA N° 10. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE DESLIZAMIENTOS ACTIVOS SUSCEPTIBLE DE REMOCIÓN POR INCREMENTO DE CARGA. | 98 |

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El área de estudio está en Coyllurqui, Cotabambas, Apurímac. Aquí, la configuración del terreno cambia constantemente debido a eventos geodinámicos. Estos eventos crean nuevas características en la superficie terrestre, como pendientes, formaciones geomorfológicas locales, depósitos de rocas y combinaciones de suelos. Estos cambios son resultado de movimientos como deslizamientos, flujos de lodo, detritos, reptaciones y caídas de rocas.

Los movimientos de remoción en masa son originados por diversos factores, la geología estructural, la erosión del suelo, la vegetación circundante, la topografía, las lluvias y la actividad tectónica de las placas. Estos factores contribuyen de manera significativa a la formación de cada clase de evento geodinámico externo. Asimismo, el nivel de peligrosidad y la magnitud de estos eventos se clasifican de acuerdo a la clasificación de movimiento de remoción en masa, siendo los flujos de lodo muy recurrentes en la región de Apurímac.

La reducción del riesgo ligado a estos eventos se logra al entender cómo la probabilidad de suceder (peligro) se relaciona con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, determinando la gravedad de sus impactos. Se pueden emplear acciones tanto estructurales, como la construcción de barreras y fortalecimiento de la resistencia de estos elementos, así como medidas no estructurales, que abarcan regulaciones del uso del suelo, integración de enfoques preventivos en presupuestos públicos y preparación para emergencias. Estas acciones tienen el potencial de minimizar las consecuencias de un evento en una zona o población específica.

1.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

1.2.1 Ubicación de la zona de estudio.

El área de investigación se sitúa en el distrito de Coyllurqui, provincia de Cotabambas, y departamento de Apurímac, en el flanco Este de la Cordillera Occidental Sur de los Andes. Se presenta un cuadro de localización utilizando coordenadas UTM y Geográficas.:

Cuadro N° 1. Ubicación de la zona de estudio

| REGIÓN | PROVINCIA | DISTRITO | LOCALIDAD | ZONA |
|----------|------------|------------|-------------|------------------|
| Apurímac | Cotabambas | Coyllurqui | C.C Acpitán | Quebrada de Muji |

Cuadro N° 2. Coordenadas medias de la delimitación de la zona de estudio

| UBICACIÓN | COORDENADAS UTM | | COORDENADAS GEOGRÁFICAS | | COTA PROM. APROX | SISTEMA DE POSICIÓN |
|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|---------------|------------------|---|
| | X | Y | Latitud | Longitud | | |
| Punto Centroide | 779497.5 | 8469118.5 | 13°50'2.57"S | 72°24'52.08"O | 3692 m.s.n.m. | WGS 1984 UTM Zone 18L Projection Transverse Mercator Datum WGS 1984 |

1.2.2 Descripción física de la zona a evaluar.

- VÍAS DE ACCESO

La red vial existente, cumple la función de soporte de las actividades sociales y económicas desarrolladas por la población. La ruta para llegar al distrito de Coyllurqui, es principalmente por la carretera asfaltada (bicapa) desde la capital de la región Cusco hasta Cotabambas, luego un tramo por carretera afirmada de Cotabambas hasta el distrito de Coyllurqui.

Cuadro N° 3. Vías de acceso a la zona de estudio.

| DESDE | HASTA | DIST. (KM) | TIEMPO (HORA/MIN) | TIPO DE VÍA | ESTADO |
|---------------|---------------|------------|-------------------|------------------|---------|
| CUSCO | ANTA | 23 KM | 45 MIN. | ASFALTADA | BUENO |
| ANTA | CHINCHAYPUJIO | 42 KM | 1 HORA | ASFALTO (BICAPA) | REGULAR |
| CHINCHAYPUJIO | COTABAMBAS | 70 KM | 2.50 H/MIN. | ASFALTO (BICAPA) | REGULAR |
| COTABAMBAS | COYLLURQUI | 43 KM | 2.10 MIN | CARRET. AFIRMADA | REGULAR |
| COYLLURQUI | ACPITAN | 05 KM | 1.20 H/MIN. | CARRET. AFIRMADA | REGULAR |
| ACPITAN | MUJI | 02 KM | 2.00 HORAS | CAMINO HERRADURA | REGULAR |

- LÍMITES.

| Limite Distrital | Norte | Este | Sur | Oeste |
|------------------|---------------------|---------------------|--|--------------------|
| | Dist. de Cotabambas | Dist. de Tambobamba | Dist. de Challhuahuacho y Dist. de Huayllati | y Mariscal Gamarra |

1.3 CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONÓMICAS

1.3.1 Aspectos Sociales

A) GRUPO ETÁREO

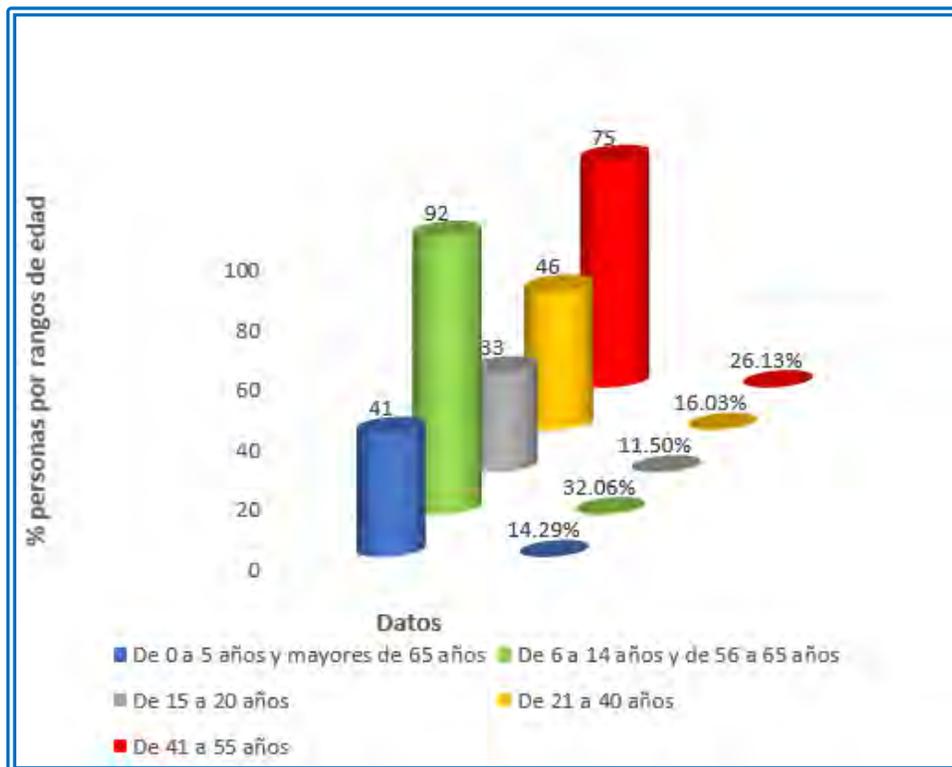
En la zona de estudio, las personas que tiene mayor porcentaje (32.06%) corresponde a los niños y adultos con un rango de edad de 6 a 14 años y entre 56 a 65 años, seguido del grupo entre 41 a 55 años (26.13%), de 21 a 40 años tiene un porcentaje de (16.03%), de 0 a 5 años y mayores de 65 años tiene un porcentaje de (14.29%), y finalmente tenemos de 15 a 20 años un porcentaje de 11.50%). La información específica en el cuadro de abajo:

Cuadro N° 4. Personas por grupo etáreo en la zona de estudio

| GRUPO ETÁREO | N° | % |
|------------------------------------|------------|-------------|
| De 0 a 5 años y mayores de 65 años | 41 | 14.29% |
| De 6 a 14 años y de 56 a 65 años | 92 | 32.06% |
| De 15 a 20 años | 33 | 11.50% |
| De 21 a 40 años | 46 | 16.03% |
| De 41 a 55 años | 75 | 26.13% |
| TOTAL | 287 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 1. Personas por grupo etáreo en la zona de estudio



B) GÉNERO

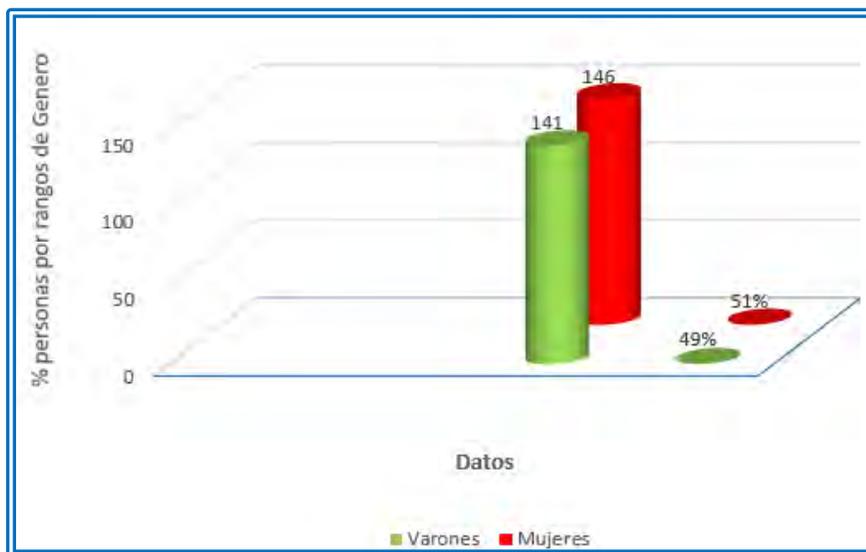
En la zona de investigación del distrito de Coyllurqui existe un mayor porcentaje de Mujeres (51%), Varones (49 %). El detalle en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 5. Personas por género en la zona de estudio.

| N° DE PERSONAS POR GÉNERO | N | % |
|---------------------------|------------|-------------|
| Varones | 141 | 49% |
| Mujeres | 146 | 51% |
| TOTAL | 287 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 2. Número de personas por género en la zona de estudio



C) HABITANTES POR VIVIENDA

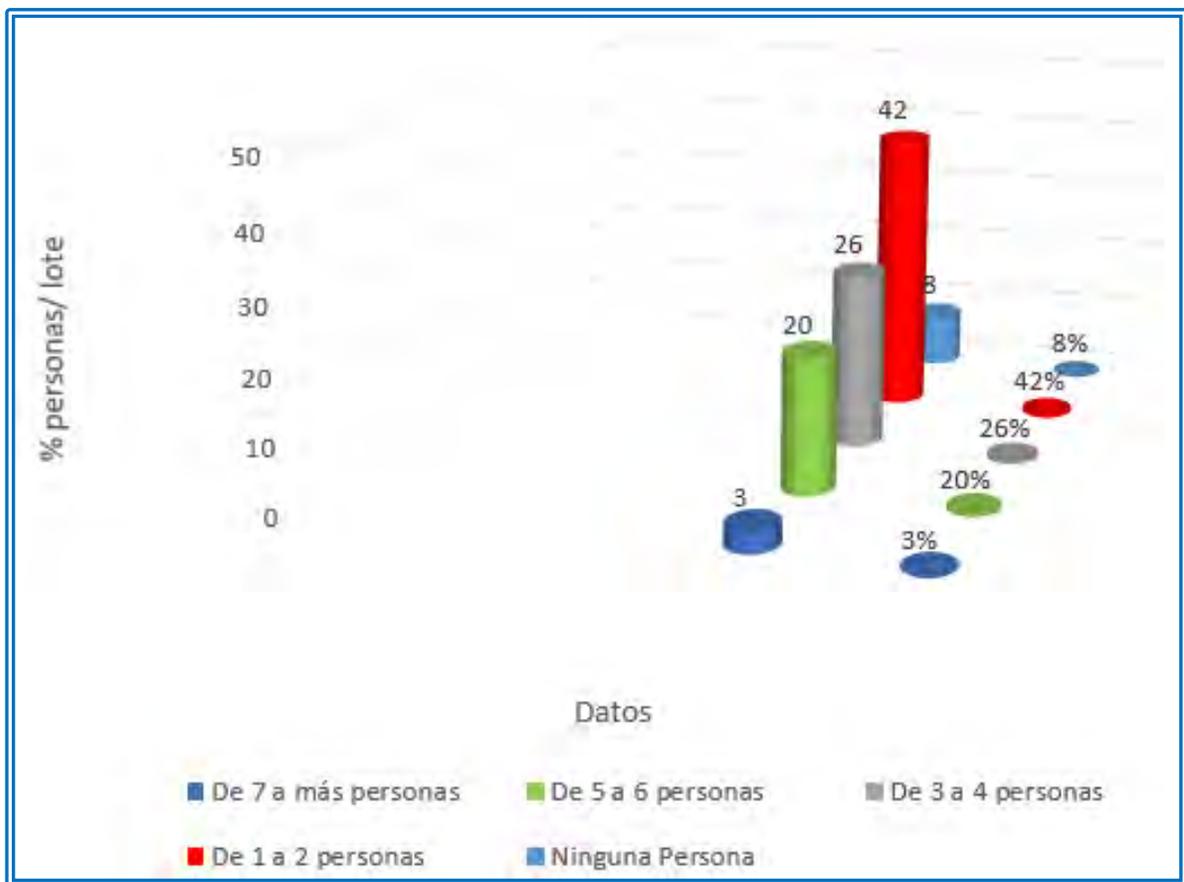
En la zona de estudio, la mayoría de las viviendas albergan de 1 a 2 personas (42 %), y un significativo número de viviendas aloja de 3 a 4 personas (26 %). Hay un 20.0% de viviendas en las que residen de 5 a 6 personas, mientras que un 8.0% de las viviendas no están ocupadas. Por último, un 3.0% de las viviendas tienen más de 7 habitantes. La información específica en el cuadro de abajo:

Cuadro N° 6. Número de habitantes por vivienda en la zona de estudio

| PERSONAS/VIVIENDA | N | % |
|---------------------|-----------|-------------|
| De 7 a más personas | 3 | 3% |
| De 5 a 6 personas | 20 | 20% |
| De 3 a 4 personas | 26 | 26% |
| De 1 a 2 personas | 42 | 42% |
| Ninguna Persona | 8 | 8% |
| TOTAL | 99 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 3. Número de personas/vivienda en la zona de estudio



D) DISCAPACIDAD

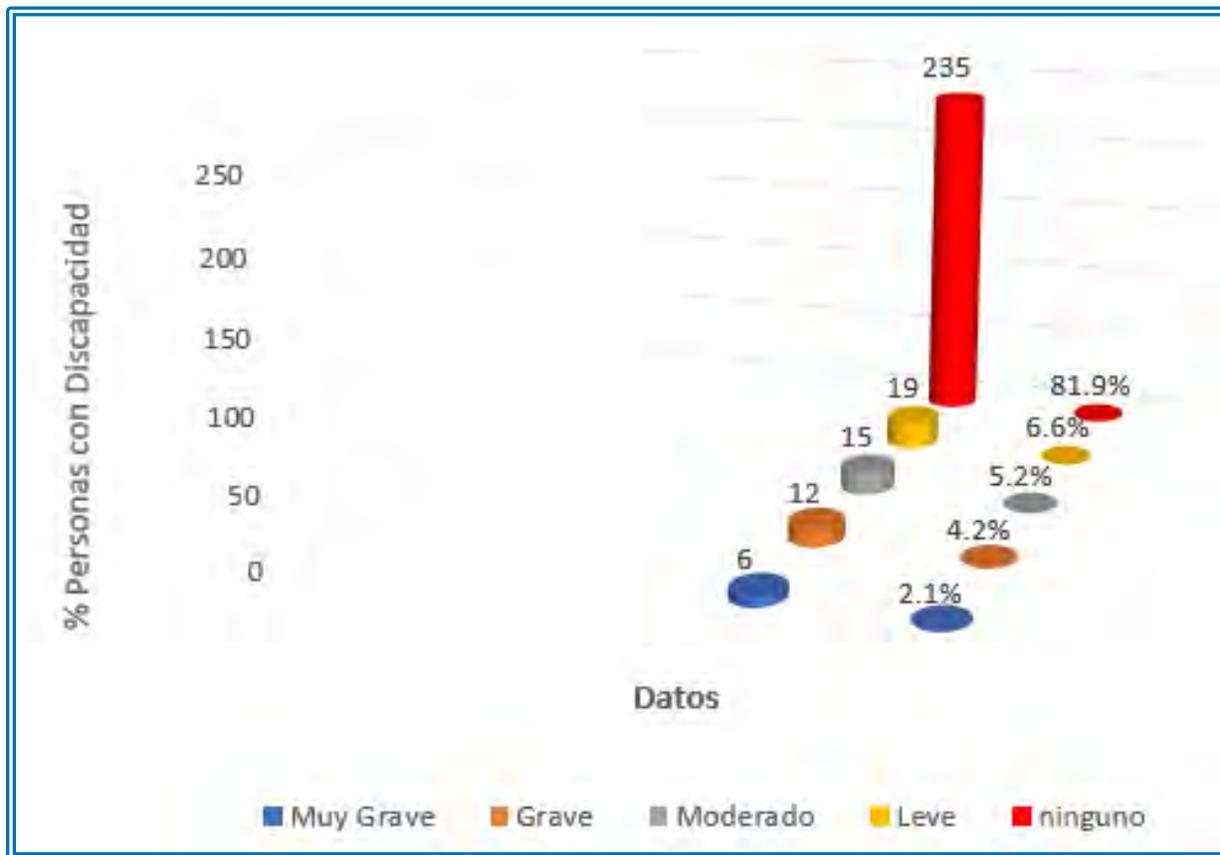
En el área de investigación, se encuentra una población con diversidad de discapacidades. Un 2.1% de las personas presenta discapacidades muy graves, un 4.2% tiene discapacidades graves, un 5.2% muestra discapacidades moderadas, mientras que un 6.6% presenta discapacidades leves. La mayoría de la población, un 81.9%, no tiene ninguna discapacidad. Los diferentes niveles de discapacidad se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 7. Niveles de personas con discapacidad en la zona de estudio

| NIVELES DE DISCAPACIDAD | N° | % |
|-------------------------|------------|-------------|
| Muy Grave | 6 | 2.1% |
| Grave | 12 | 4.2% |
| Moderado | 15 | 5.2% |
| Leve | 19 | 6.6% |
| ninguno | 235 | 81.9% |
| TOTAL | 287 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 4. Niveles de personas con Discapacidad en la zona de estudio



E) TIPO DE SEGURO DE SALUD

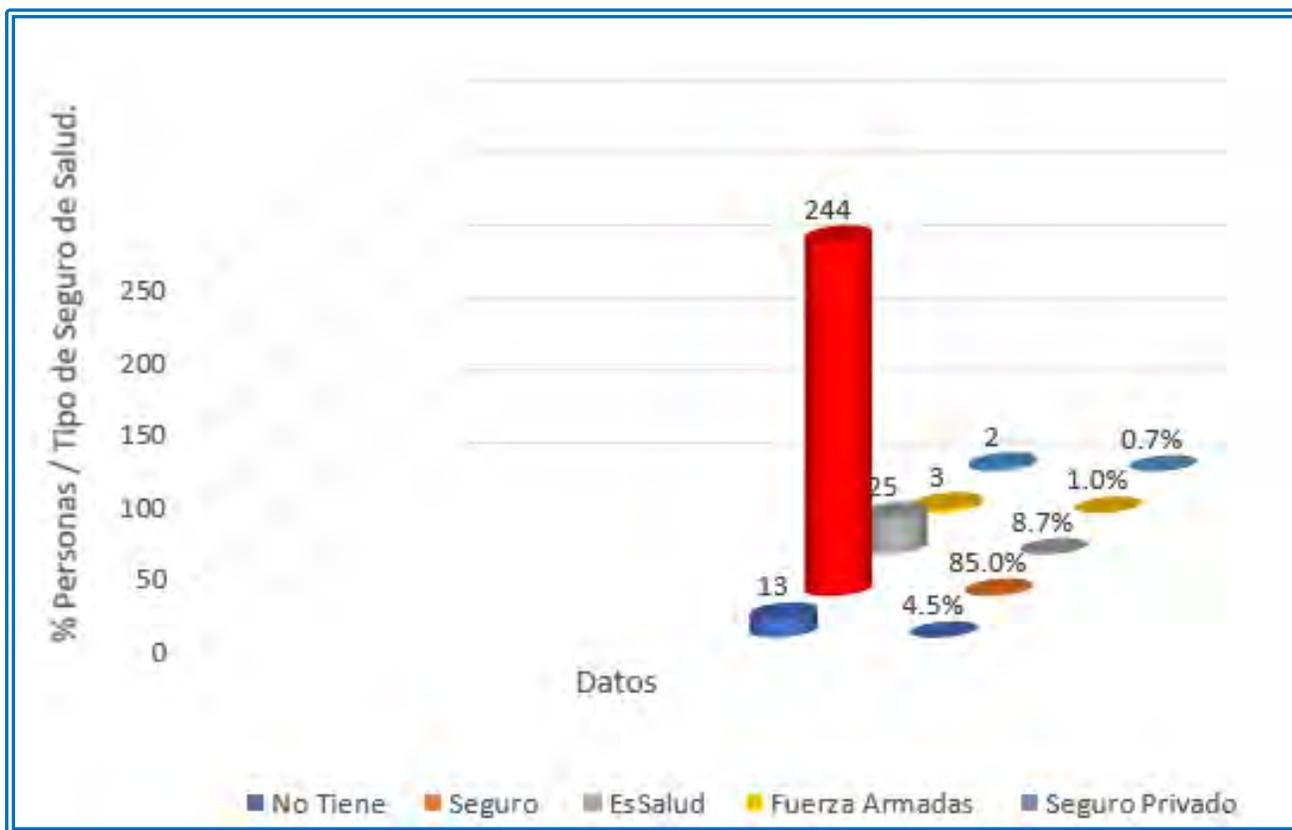
La mayoría de las personas están asegurados a través del SIS-Seguro Integral de Salud (85.0 %), mientras que un grupo menor posee el seguro EsSalud (8.7 %). Una proporción más reducida no cuenta con ningún tipo de seguro (4.5%), y una minoría tiene cobertura a través de las fuerzas armadas (1.0%) o a través de otros seguros privados (0.7%). El detalle en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 8. Número de personas por tipo de seguro en la zona de estudio

| N° DE PERSONAS/ TIPO DE SEGURO DE SALUD | N° | % |
|---|------------|--------------|
| No Tiene | 13 | 4.5% |
| Seguro S.I.S. | 244 | 85.0% |
| EsSalud | 25 | 8.7% |
| Fuerza Armadas | 3 | 1.0% |
| Seguro Privado | 2 | 0.7% |
| TOTAL | 287 | 100 % |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la C.C de Acpitán, del distrito de Coyllurqui.

Gráfico N° 5. Número de personas por tipo de seguro de Salud en la zona de estudio.



F) NIVEL EDUCATIVO

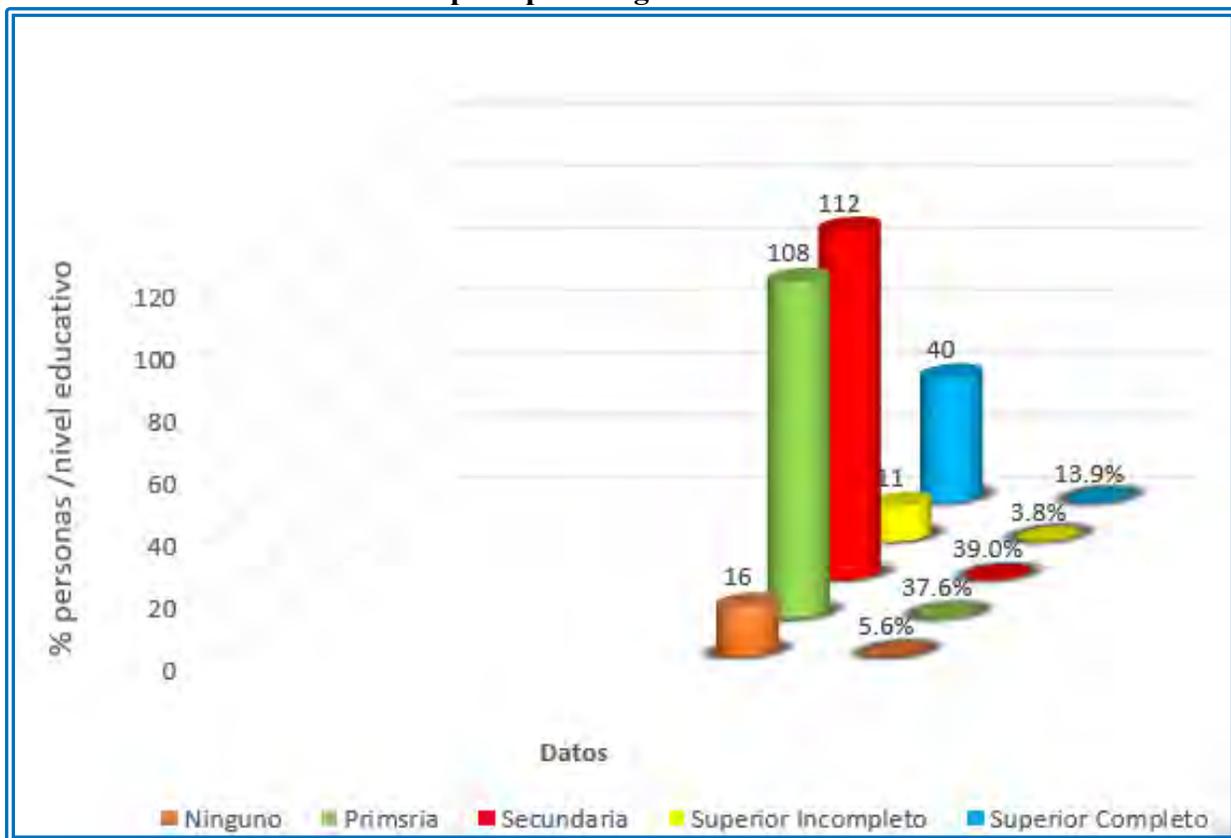
En el área de investigación, la mayoría de las personas han completado la educación secundaria, lo que representa un 39.0%. También es importante destacar que un porcentaje significativo tiene un nivel educativo que se limita a la educación primaria, alcanzando un 37.6%. Hay un 13.9% que ha completado la educación superior, mientras que un 5.6% no tiene ningún grado académico y un 3.8% ha iniciado estudios superiores, pero no los ha completado. La información específica en el cuadro de abajo:

Cuadro N° 9. Personas según nivel educativo en la zona de estudio.

| Personas según nivel educativo | N° | % |
|--------------------------------|------------|-------------|
| Ninguno | 16 | 5.6% |
| Primaria | 108 | 37.6% |
| Secundaria | 112 | 39.0% |
| Superior Incompleto | 11 | 3.8% |
| Superior Completo | 40 | 13.9% |
| TOTAL | 287 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 6. Personas por tipo de seguro de Salud en la zona de estudio.



G) NIVEL DE CONOCIMIENTO EN GESTIÓN DEL RIESGO DEL DESASTRES

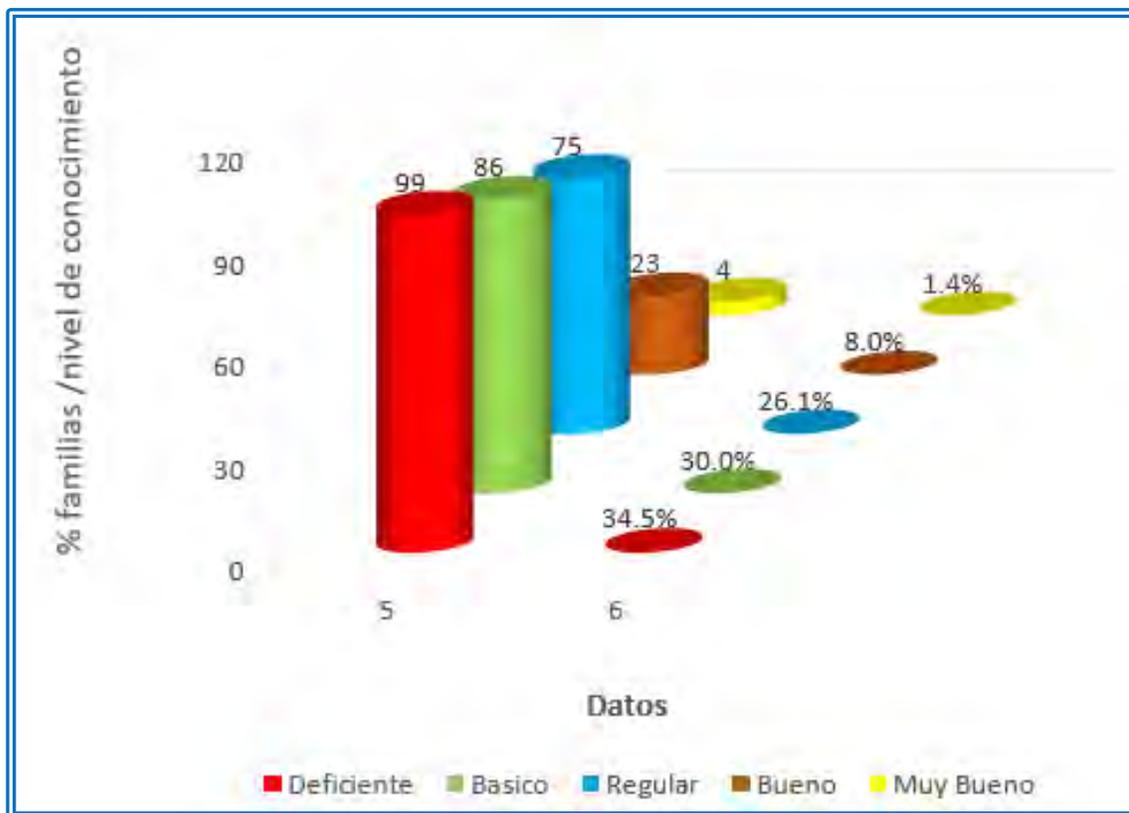
Del análisis poblacional, un 34.5% de las familias evaluadas carecen de conocimiento sobre prevención, reducción y preparación ante el riesgo. El 30.0% de las familias tienen un conocimiento a nivel básico, mientras que un 26.1% posee un conocimiento de nivel regular. Además, un 8.0% de las familias cuentan con un buen conocimiento, y un 1.4% tiene un conocimiento muy bueno en lo que respecta a estas medidas frente al riesgo. El detalle en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 10. Personas con conocimiento en PRRD en la zona de estudio

| Conocimiento en prevención y reducción del riesgo | N° | % |
|---|------------|-------------|
| Deficiente | 99 | 34.5% |
| Básico | 86 | 30.0% |
| Regular | 75 | 26.1% |
| Bueno | 23 | 8.0% |
| Muy Bueno | 4 | 1.4% |
| TOTAL | 287 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 7. Número de personas con conocimiento en PRRD en la zona de estudio



H) FRECUENCIA DE CAPACITACIÓN EN GESTIÓN DEL RIESGO DEL DESASTRES

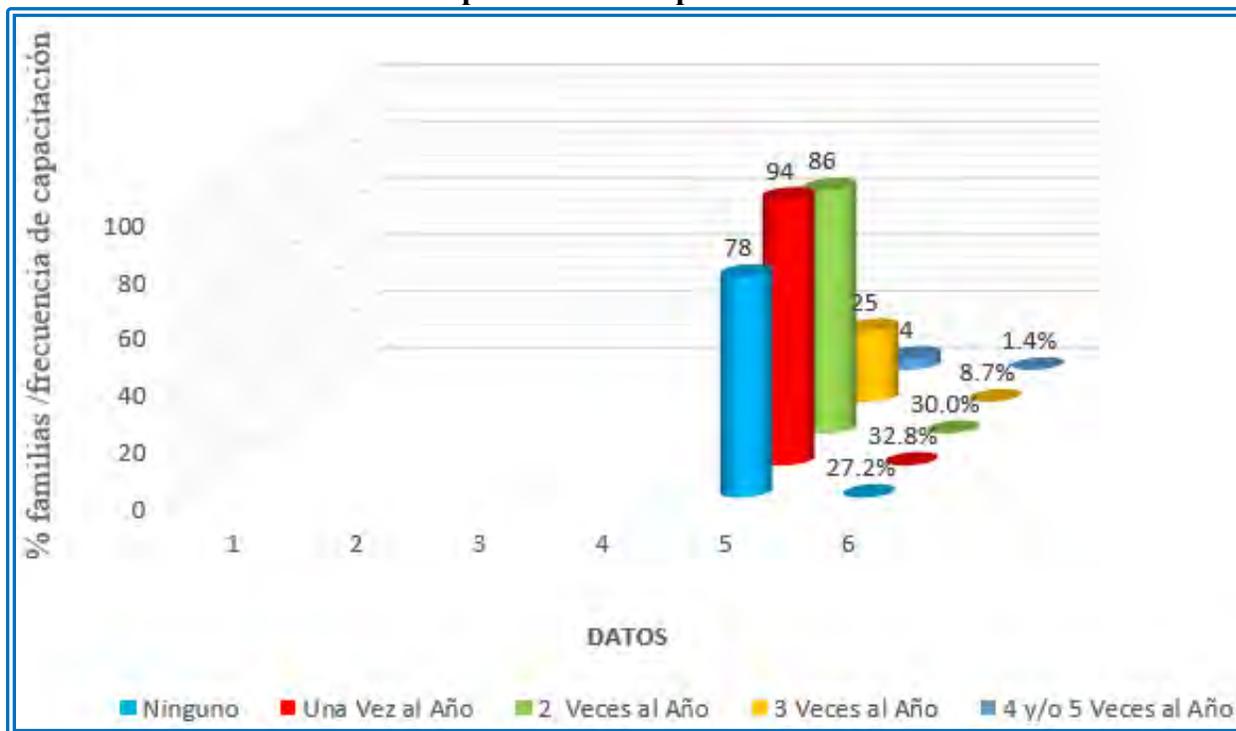
En un 32.8% de las familias en las viviendas evaluadas mencionaron que han recibido capacitación en una sola ocasión. El 30.0% de las familias evaluadas indicaron haberse capacitado dos veces al año, mientras que un 27.2% de las familias dijeron que nunca han recibido capacitación en asuntos relacionados con la prevención, reducción, preparación y respuesta ante el riesgo. La información específica en el cuadro de abajo:

Cuadro N° 11. Número de personas con capacitación en GRD en la zona de estudio

| Capacitación en gestión del riesgo de desastres | N° | % |
|---|------------|-------------|
| Ninguno | 78 | 27.2% |
| 1 vez al Año | 94 | 32.8% |
| 2 veces al Año | 86 | 30.0% |
| 3 veces al Año | 25 | 8.7% |
| 4 y/o 5 Veces al Año | 4 | 1.4% |
| TOTAL | 287 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 8. Número de personas con capacitación en GRD en la zona de estudio



I) ACTITUD FRENTE AL RIESGO DEL DESASTRES

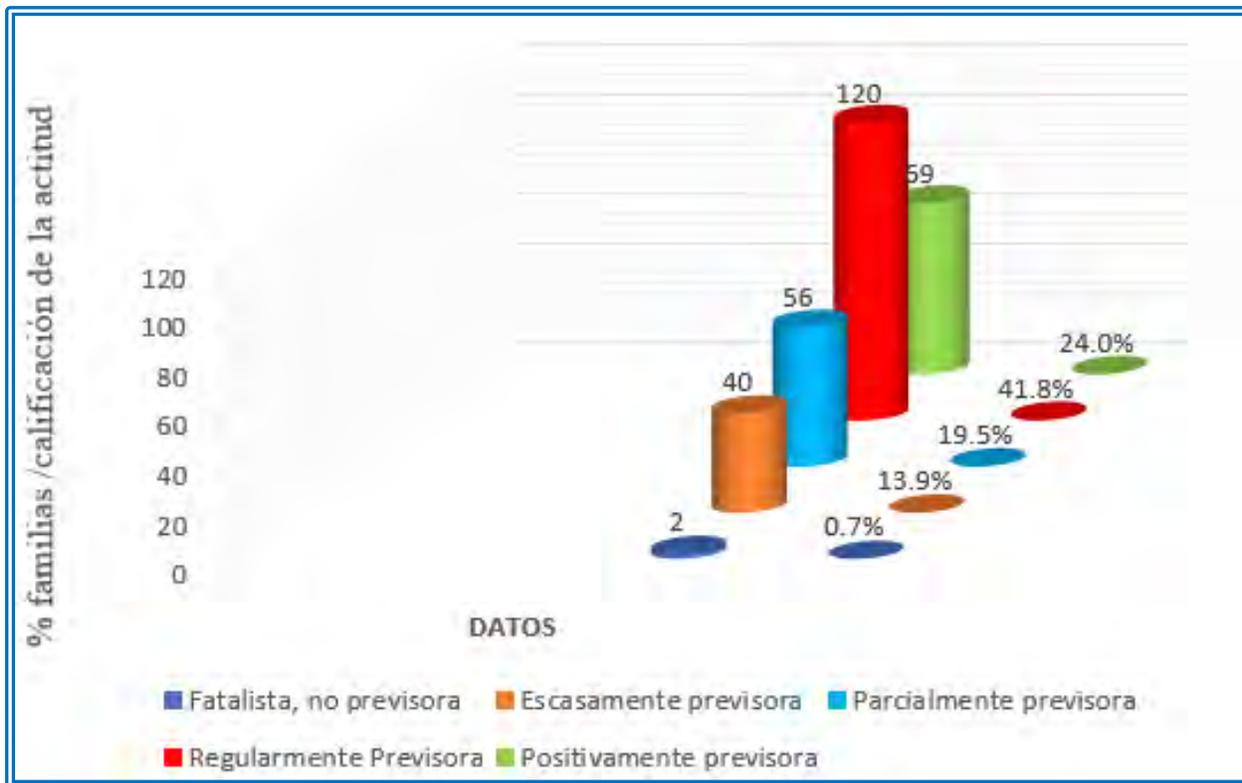
En la C.C. de Acpitán, el mayor porcentaje representa al 41.8 % de las familias encuestadas, las cuales tienen una actitud regularmente previsoras, el 24.0% de las familias evaluadas tienen una actitud positivamente previsoras y el 19.5% de las personas evaluadas tienen una actitud escasamente previsoras frente al riesgo. El detalle en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 12. Número de personas con AFR del desastres en la zona de estudio

| Número de actitud frente al riesgo | N° | % |
|------------------------------------|------------|-------------|
| Fatalista, no previsoras | 2 | 0.7% |
| Escasamente previsoras | 40 | 13.9% |
| Parcialmente previsoras | 56 | 19.5% |
| Regularmente Previsoras | 120 | 41.8% |
| Positivamente previsoras | 69 | 24.0% |
| TOTAL | 287 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 9. Número de personas con AFR en la zona de estudio



1.3.2 Aspectos Económicos

A) ÁREA DE LAS VIVIENDAS

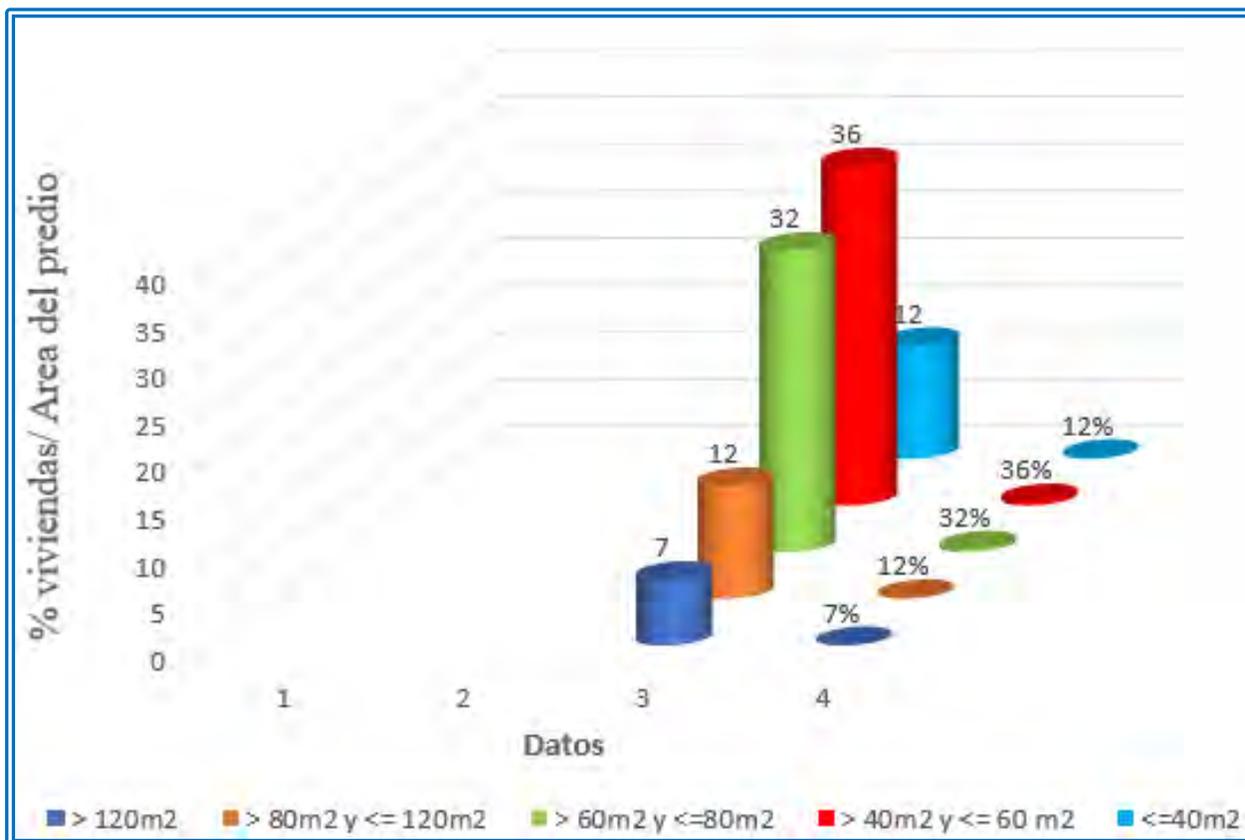
Se tiene que el 36% de las viviendas tienen una construcción de 40 a 60 m², el 32% de las viviendas tienen una construcción de 60 a 80 m², 12% de las viviendas tienen una construcción de 80 a 120 m², e.t.c. La información específica en el cuadro de abajo:

Cuadro N° 13. Número de viviendas por área de construcción en la zona de estudio

| MATERIAL N° DE VIVIENDAS POR AREA | N | % |
|---|-----------|-------------|
| > 120m ² | 7 | 7% |
| > 80m ² y <= 120m ² | 12 | 12% |
| > 60m ² y <=80m ² | 32 | 32% |
| > 40m ² y <= 60 m ² | 36 | 36% |
| <=40m ² | 12 | 12% |
| TOTAL | 99 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 10. N° de viviendas por Área construcción evaluados en la zona de estudio



B) MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS EDIFICACIONES

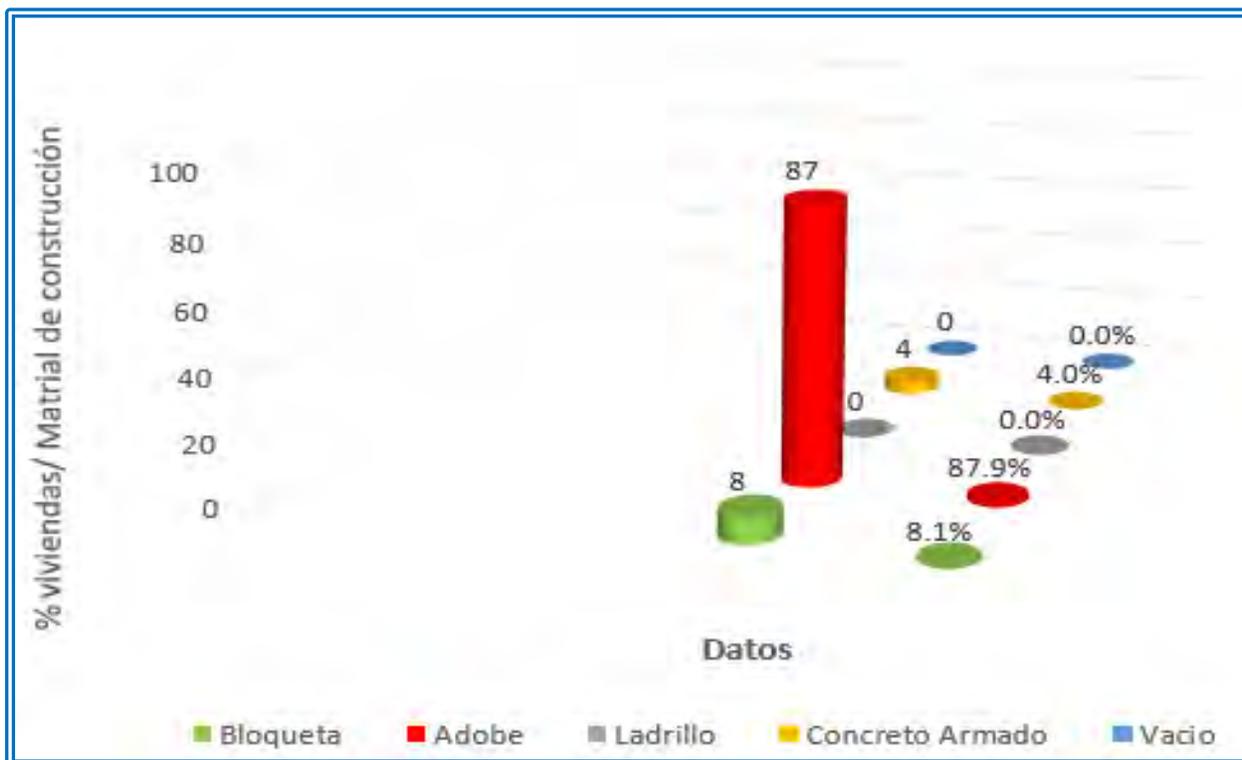
Dentro del análisis realizado, el mayor porcentaje de las viviendas evaluadas están construidas de material adobe con un porcentaje de (87.9%), se puede mencionar también que (8.1%) de las viviendas son de bloqueta y el (4.0 %) de las viviendas son de concreto armado esto en su mayoría son instituciones educativas. El detalle en el cuadro Siguiente:

Cuadro N° 14. Material de construcción en edificaciones en la zona de estudio

| MATERIAL DE CONSTRUCCION EN LA EDIFICACIÓN | Nº | % |
|--|-----------|-------------|
| Adobe | 87 | 87.9% |
| Bloqueta | 8 | 8.1% |
| Concreto Armado | 4 | 4.0% |
| Ladrillo | 0 | 0.0% |
| Vacío | 0 | 0.0% |
| TOTAL | 99 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 11. Material de construcción de la edificación en la zona de estudio.



C) ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES.

En la zona de investigación, la mayoría de las viviendas se encuentran en un estado adecuado, representando un 36.4%. Las viviendas evaluadas que están en una condición regular constituyen un 32.3%. Además, se puede destacar que un 12.1% de las viviendas se encuentran en una condición que oscila entre muy buena y mala, mientras que un 7.1% está en un estado muy malo. La información específica en el cuadro de abajo:

Cuadro N° 15. Estado de conservación de las edificaciones en la zona de estudio

| ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION | N | % |
|--|-----------|-------------|
| Muy Malo | 7 | 7.1% |
| Malo | 12 | 12.1% |
| Regular | 32 | 32.3% |
| Bueno | 36 | 36.4% |
| Muy Bueno | 12 | 12.1% |
| TOTAL | 99 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 12. Estado de conservación de las edificaciones evaluadas en la zona de estudio



D) INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL POR LOTE EN LA ZONA DE ESTUDIO

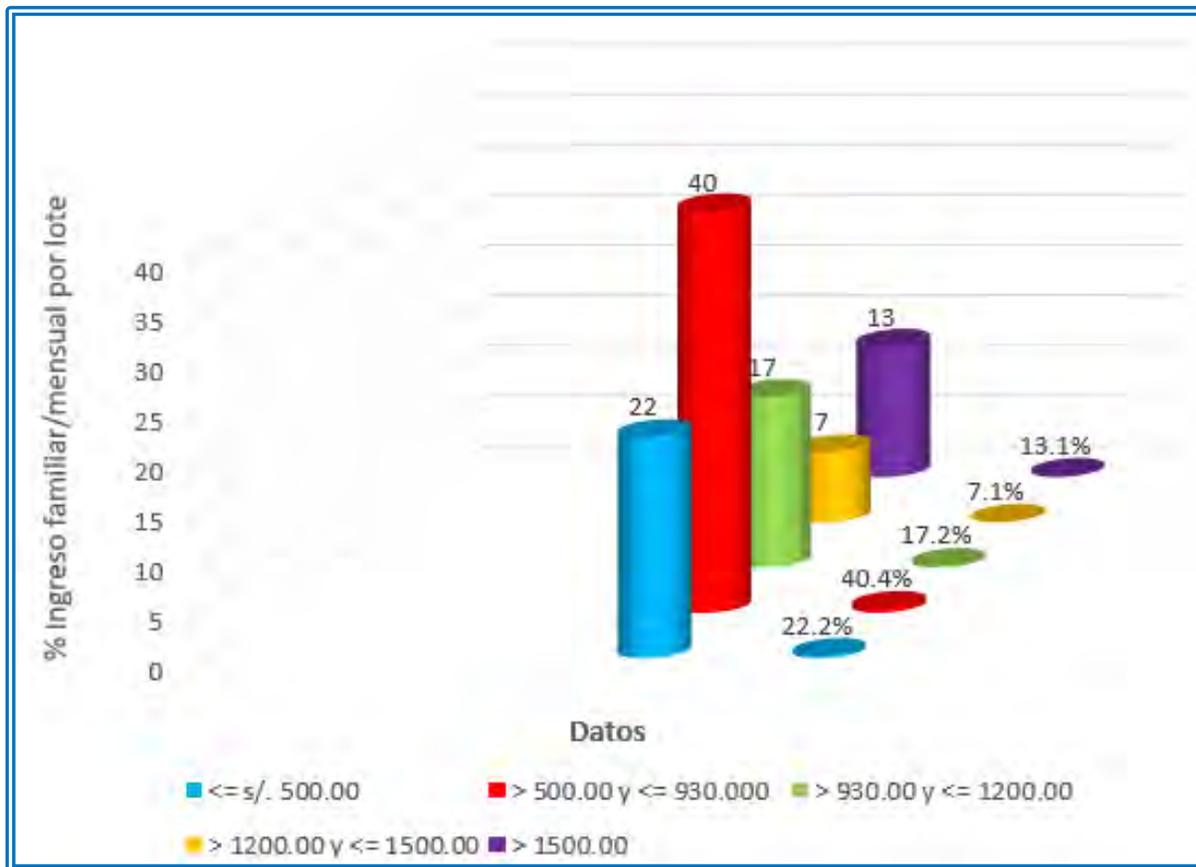
El mayor porcentaje de las familias tienen un ingreso mensual de s/. 500.00 a s/. 1000.000 siendo un (40.4%), cabe mencionar que un (22.2%) de las familias tienen un ingreso menor a s/.500.00, el (17.2%) de las familias un ingreso mensual de s/.1000.00 a s/. 1200.00, (13.1%) un ingreso mensual mayor a s/. 1500.00 y el (7.1%) tiene un ingreso mensual de s/. 1200.00 a s/. 1500.. El detalle en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 16. Ingreso familiar promedio por lote en la zona de estudio

| NÚMERO DE INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL POR LOTE | N° | % |
|--|-----------|-------------|
| <= s/. 500.00 | 22 | 22.2% |
| > 500.00 y <= 1000.000 | 40 | 40.4% |
| > 1000.00 y <= 1200.00 | 17 | 17.2% |
| > 1200.00 y <= 1500.00 | 7 | 7.1% |
| > 1500.00 | 13 | 13.1% |
| TOTAL | 99 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 13. Ingreso familiar promedio por lote en la zona de estudio



E) SITUACIÓN LABORAL FAMILIAR

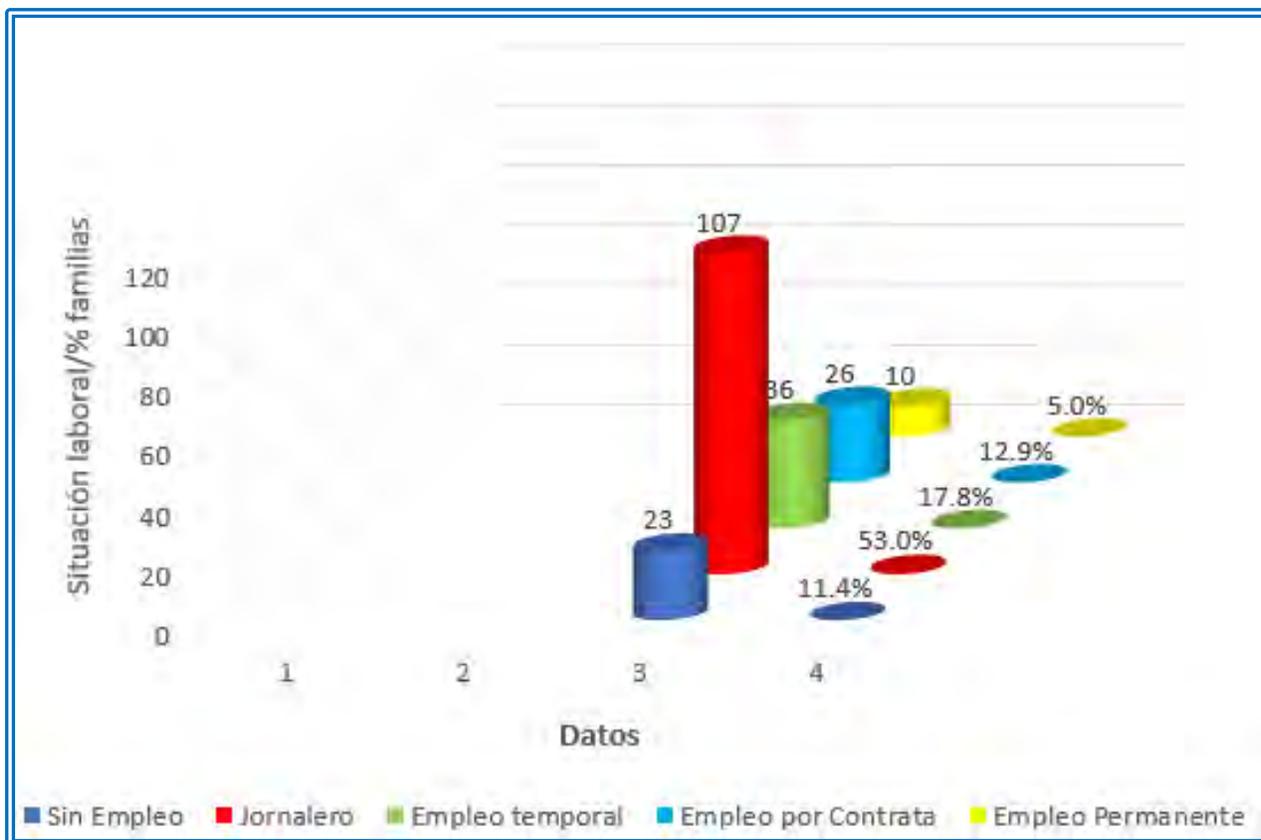
La mayoría de las familias evaluadas se dedican al trabajo por jornada laboral, representando un 53.0%. Existe también un porcentaje considerable de familias que tienen empleos temporales, con un 17.8%. Además, se incluyen familias con empleo bajo contrato, que representan un 12.9%, y familias que no tienen empleo en absoluto, con un 11.4%. Por último, un 5.0% de las familias tienen empleos permanentes. La información específica en el cuadro de abajo:

Cuadro N° 17. Situación laboral familiar en la zona de estudio

| SITUACION LABORAL FAMILIAR | N | % |
|----------------------------|------------|-------------|
| Sin Empleo | 23 | 11.4% |
| Jornalero | 107 | 53.0% |
| Empleo temporal | 36 | 17.8% |
| Empleo por Contrata | 26 | 12.9% |
| Empleo Permanente | 10 | 5.0% |
| TOTAL | 202 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 14. Situación laboral familiar en la zona de estudio



F) OCUPACIÓN PRINCIPAL LABORAL

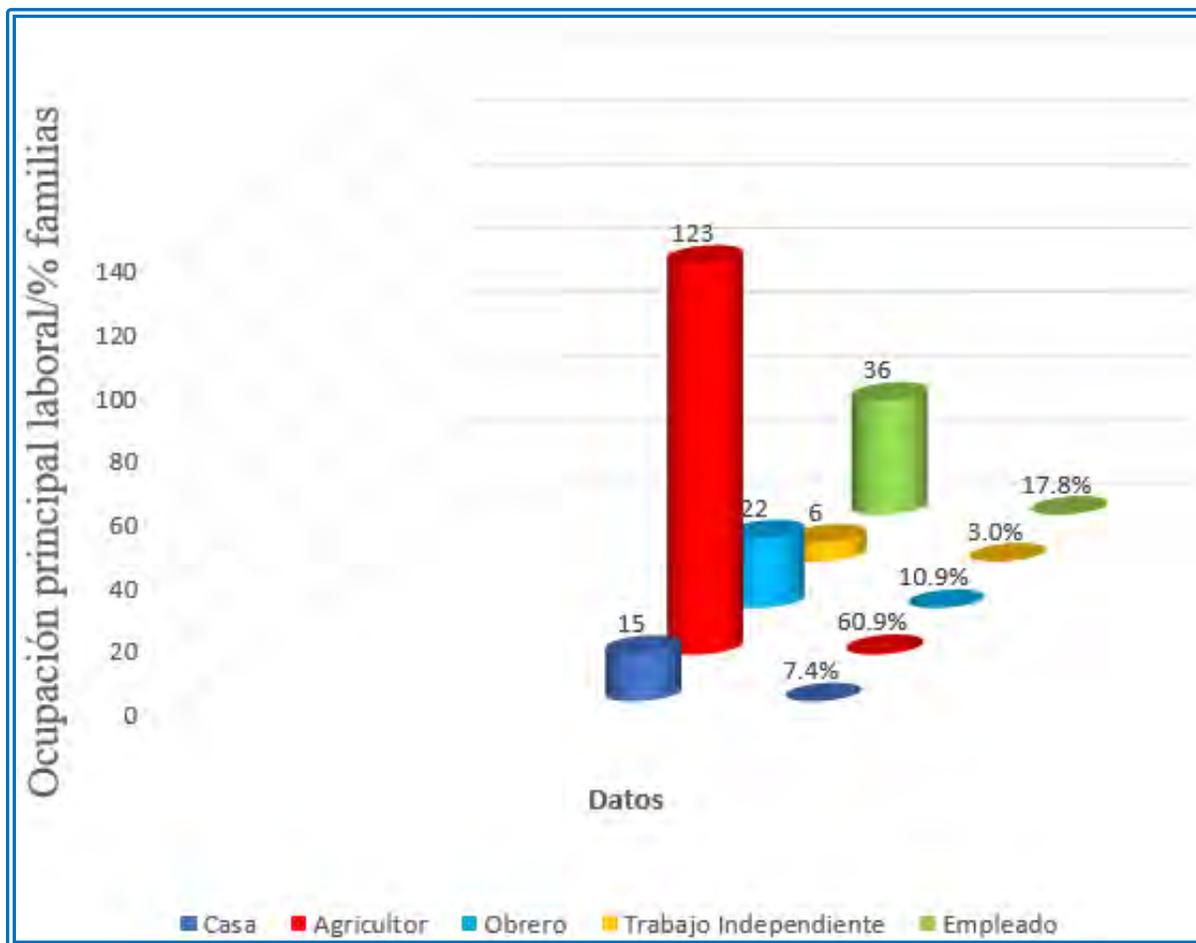
El mayor porcentaje de las ocupaciones está en agricultores con (60.9%), empleados con un porcentaje de (17.8%), obreros en general un porcentaje de (10.9%), familias que se dedican a la casa con un porcentaje (7.4%) y algunos trabajos independientes (3.0%). El detalle en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 18. Ocupación principal laboral familiar en la zona de estudio.

| SITUACIÓN DE OCUPACION PRINCIPAL LABORAL | N | % |
|--|------------|-------------|
| Casa | 15 | 7.4% |
| Agricultor | 123 | 60.9% |
| Obrero | 22 | 10.9% |
| Trabajo Independiente | 6 | 3.0% |
| Empleado | 36 | 17.8% |
| TOTAL | 202 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 15. Ocupación Principal laboral familiar en la zona de estudio.



G) ACCESO A LOS SERVICIOS BÁSICOS

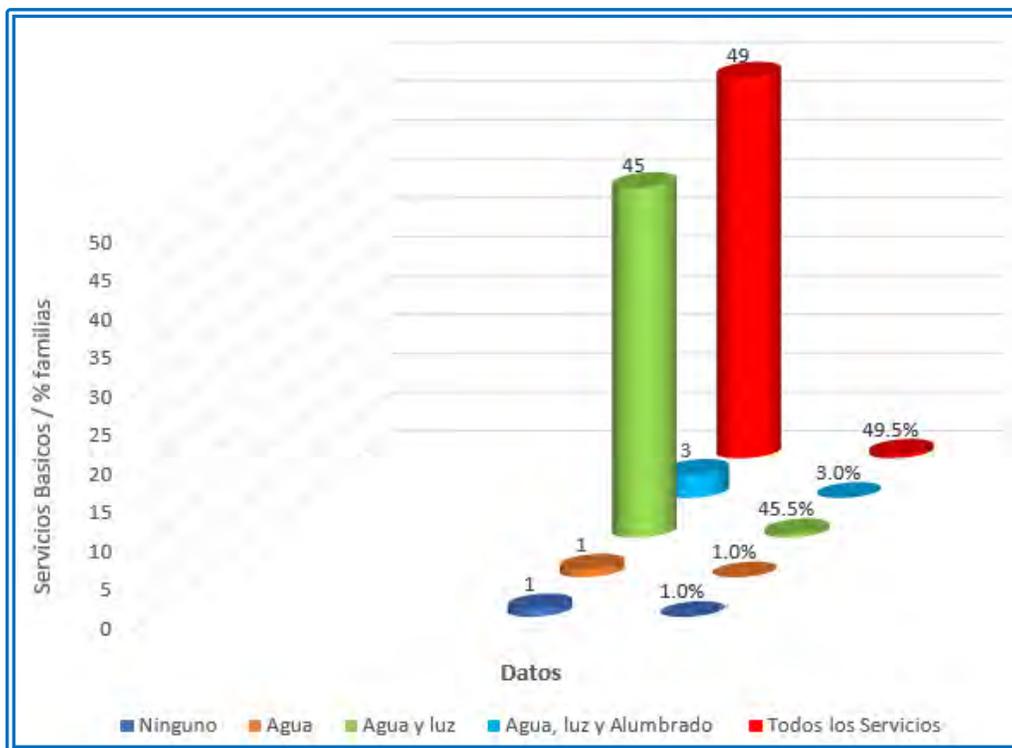
El mayor porcentaje de familias gozan de todos los servicios básicos en un porcentaje (49.0%), las familias que gozan de agua y luz con un porcentaje (45.0%); Agua, luz y alumbrado con un porcentaje de (3.0%). La información específica en el cuadro de abajo:

Cuadro N° 19. Acceso a los servicios básicos en la zona de estudio

| ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS | N | % |
|----------------------------|-----------|-------------|
| Ninguno | 1 | 1% |
| Agua | 1 | 1% |
| Agua y luz | 45 | 45% |
| Agua, luz y Alumbrado | 3 | 3% |
| Todos los Servicios | 49 | 49% |
| TOTAL | 99 | 100% |

Fuente: Elaboración propia, basado en la encuesta realizada a los pobladores de la zona de estudio.

Gráfico N° 16. Acceso a los servicios Básicos en la zona de estudio.



1.4 CLIMA, VEGETACIÓN Y RELIEVE

1.4.1 Clima

La zona de estudio se caracteriza por ser suave, generalmente cálido y templado. En contraste con el invierno, los veranos experimentan un aumento significativo en la cantidad de precipitaciones. Los climas y las temperaturas varían de acuerdo a las estaciones del año y a las distintas altitudes presentes en la zona, que oscilan entre 3309 y 4310 metros sobre el nivel del mar. Esto resulta en un clima frío en las partes más elevadas y templado en las quebradas. Estas condiciones climáticas y la topografía de la zona influyen en las variaciones de temperatura a lo largo del año. Las temperaturas máximas varían desde 25.9°C en febrero hasta 29.1°C en agosto, mientras que las temperaturas mínimas oscilan desde -5.8°C en junio hasta 4.2°C en octubre y noviembre.

1.4.2 Vegetación

La mayor parte del área se caracteriza por estar cubierta principalmente de pajonales, representando aproximadamente el 60% de la vegetación, mientras que los matorrales húmedos y subhúmedos constituyen alrededor del 10%. Estos últimos son más predominantes en las zonas cercanas a la Subcuenca del río Coyllurqui. Debido a la topografía del terreno, hay pocas áreas destinadas al cultivo de granos, siendo la papa el cultivo más común.

La vegetación en la zona de estudio presenta una variedad de características. En las áreas más bajas, prevalecen las tierras agrícolas donde se cultivan maíz, trigo, habas y hortalizas, además

de árboles frutales como capulí, durazno y manzana, así como plantas trepadoras como tumbo y granadilla. En las áreas de altitud media, se encuentran bosques de eucaliptos, alisos, Tayancos y Llaulli. Por último, en las zonas más altas, la vegetación está compuesta por ichus, tayanco y Llaulli Ccayara.

1.4.3 Relieve

El terreno en esta área muestra una diversidad topográfica, incluyendo áreas planas y terreno ondulado, además de algunas zonas con fuertes pendientes. La elevación varía entre 3336 y 4260 m.s.n.m. Durante la temporada de lluvias, que ocurre de diciembre a marzo, las pendientes pronunciadas hacen que el terreno sea especialmente propenso a experimentar erosiones intensas.

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.5.1 Descripción de Problema

En los últimos años, diversas partes del mundo han sido testigos de fenómenos naturales, como terremotos, tsunamis, inundaciones, movimientos de masas y huracanes, entre otros. Estos eventos, al interactuar con las áreas pobladas, han resultado con el deceso de vidas humanas, impactos de la vida silvestre, daños a infraestructura pública como privada, y la consecuente pérdida de hogares para miles de personas, lo que ha generado un desequilibrio económico. Estos sucesos suelen ocurrir debido a la interacción entre factores naturales y actividades antropogénica.

En este contexto, es imperativo que los gobiernos a nivel nacional, regional y local adopten una gestión proactiva y correctiva. Esto implica la implementación de procesos que abarquen la estimación, prevención, reducción del riesgo, reconstrucción, preparación y respuesta, así como la rehabilitación necesaria para afrontar y recuperarse de tales desastres.

Durante la temporada de lluvias de los años 1998, 2005 y 2010, se produjeron huaycos en la comunidad campesina de Acpítan y otras comunidades en el distrito de Coyllurqui, provincia de Cotabambas, en la región de Apurímac. Esto afectó especialmente al sector Muji, causando daños materiales, ambientales y poniendo en riesgo a la población local. Las viviendas de esta localidad están ubicadas en áreas que son cauces de quebradas, que se activan principalmente durante los meses de diciembre a marzo debido al aumento inusual de las precipitaciones pluviales.

Acpítan es una comunidad campesina que forma parte del distrito de Coyllurqui. La quebrada de Muji se encuentra en ladera de elevación media a alta y en cono aluvial. El suelo en esta área es caótico, compuesto principalmente por gravas y arenas suspendidas en una matriz limo arcillosa. Esto ha dado lugar a un peligro y riesgo significativo relacionado con movimientos en masa, como flujos de lodo y flujos de detritos, lo que ha tenido un impacto negativo en la vida cotidiana de la población que reside en esta zona.

La población local es vulnerable a estos fenómenos naturales debido a una planificación rural deficiente y la falta de conocimiento sobre los riesgos asociados con las condiciones

geológicas del área. Esto ha generado un nivel específico de peligro y vulnerabilidad, especialmente en lo que respecta a movimientos en masa, en particular los flujos de detritos.

1.5.2 Formulación del Problema

Dada la problemática planteada previamente, se hace necesario adquirir conocimiento sobre:

A. PROBLEMA GENERAL

¿Qué niveles de riesgo están asociados con los flujos de detritos en la comunidad campesina de Acpitan?

B. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿Cuáles son los niveles de peligros por flujo de detritos en la quebrada de Muji?
2. ¿Cuáles son los niveles de vulnerabilidad por Predios ubicados dentro en la zona de estudio?
3. ¿Cuáles son los niveles de riesgo ubicados en la quebrada de Muji?

1.6 OBJETIVOS.

1.6.1 Objetivo General

- Evaluar los niveles de riesgo causados por el flujo de detritos en la quebrada de Muji, comunidad campesina en Acpitán, del distrito de Coyllurqui, provincia de Cotabambas, región de Apurímac, durante los períodos de lluvias intensas entre diciembre y marzo.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Determinar los niveles de peligro, al que está expuesto la población asentada en la quebrada de Muji.
- Analizar los niveles de vulnerabilidad en las dimensiones social, económica y ambiental por predios ubicados en la quebrada de Muji.
- Calcular los niveles de riesgo, ubicados en la quebrada de Muji.

1.7 ANTECEDENTES

1.7.1 A Nivel Internacional

“Metodología para el Flujo de detritos detonados por Lluvias” manifiestan que estos flujos son uno de los procesos de remoción en masa más destructivos en todo el mundo, dado que se generan en las zonas montañosas y se depositan en abanicos aluviales o llanuras aluviales ocupadas por asentamientos humanos, como ocurre en el caso de aplicación de esta investigación: Utica, en

Cundinamarca, Colombia. En el presente trabajo se realiza una metodología para la evaluación de riesgo por flujo de detritos detonados por lluvia. En primera instancia se emplean sistemas de información geográfica para evaluar las zonas susceptibles a generar flujo de detritos, mediante el método de relación de frecuencias y considerando como factores detonantes la pendiente, litología, cobertura, curvatura y espesor del estrato superficial. La amenaza en zona de la cuenca se evalúa a través de umbrales de lluvia detonante y el mapa de susceptibilidad. **(Sepulveda & Patiño, 2016)**

- En resumen, el párrafo establece claramente el propósito de la investigación y la importancia de abordar el riesgo de flujos de detritos detonados por lluvias, lo que brinda una base sólida para el desarrollo del trabajo

“Evaluación de susceptibilidad a la generación de flujos de detritos, ladera oriental entre las localidades Chancoquín y La Arena, Valle del Tránsito, región de Atacama”, menciona que tras los eventos de precipitaciones ocurridos en las zonas cordilleranas de la Región de Atacama, durante el 26 al 28 de enero de 2020, tuvieron como consecuencia importantes procesos de remoción en masa de tipo flujos, afectando principalmente a la localidad de El Tránsito, comuna de Alto del Carmen. El 27 de enero, dichos procesos se concentraron en la ladera oriental del valle, específicamente por reactivación de las quebradas.

Las consecuencias durante el evento meteorológicos, según reporte del Ministerio de Desarrollo Social y Familia corresponden a daños en 133 hogares, plantaciones, corte de vías de acceso y el fallecimiento de una persona. Si bien, los movimientos en masa son eventos del natural funcionamiento de los procesos exógenos que moldean la superficie, se tornan un problema cuando se ven afectadas la vida de los seres humanos y el desarrollo de sus actividades, pudiendo considerarse como zonas de catástrofes. **(Lecaros, 2021)**

- El párrafo antes mencionado, resalta la necesidad de comprender, prevenir y gestionar adecuadamente estos eventos para proteger a las comunidades y evitar catástrofes de susceptibilidad ante la generación de flujos de detritos. En general, el párrafo enfatiza la importancia de la seguridad y la planificación en áreas propensas a movimientos en masa.

1.7.2 A nivel Nacional

“Evaluación de peligros geológicos, referidas al flujo de detritos en el distrito de cerro colorado” manifiesta que el 15 de febrero del 2018 a horas 18:00 un vehículo menor fue arrastrado al intentar cruzar la vía Añashuayco cubierta por lodo y rocas, teniendo como consecuencia una persona que fue encontrada sin vida en el cauce. Este mismo año 2018 la oficina de Defensa Nacional y Defensa Civil del Gobierno Regional identificó que 20 mil personas habitan en zonas de alto riesgo ante fenómenos naturales; para el 2019 defensa civil de Cerro Colorado detectaron vías destrozadas y alrededor de 15 viviendas inundadas el 2 de febrero. Todos estos acontecimientos tienen en común el desarrollo del flujo de detritos ocasionado por las precipitaciones de cada año en los meses de diciembre a marzo, que en el pasado no tenían

consecuencias fatales, pero que, debido al incremento de la población, el mal uso de suelo y a la mala distribución urbana en la actualidad nos da como resultado catástrofes. **(Gamarra, 2020)**

- En general, el párrafo subraya cómo la población y el uso del suelo han cambiado en la zona, lo que ha aumentado el riesgo y las consecuencias de los flujos de detritos ocasionados por las precipitaciones. Esta situación plantea una preocupación importante y justifica la necesidad de una evaluación más detallada de los peligros geológicos en la región para tomar medidas preventivas y de seguridad adecuadas.

“Modelación del flujo de detritos para el análisis del riesgo en la quebrada los cóndores, provincia de Lima, Perú” menciona que este estudio de investigación para analizar el riesgo generado por flujos de detritos, comúnmente conocidos como huaycos; simulando estos eventos a través del modelo de simulación RAMMS: Debris Flow. El cual proporcionará la información de cuáles son las zonas de riesgo que serán afectadas por un movimiento de masa, y así, mostrar las zonas más adecuadas para la construcción de estructuras preventivas en el cauce. **(Millán, 2018)**

- En el párrafo mencionado se destaca la importancia de esta investigación para analizar y comprender el riesgo asociado a los flujos de detritos, conocidos como huaycos en la región, asimismo el método de estos eventos utilizando el modelo de simulación RAMMS.

1.7.3 A nivel Local

“Evaluación de niveles de riesgos por flujo de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica, distrito Justo Apu Sahuaraura, Aymaraes, Apurímac 2021”, indica que la quebrada Chinchña, un afluente del río Antabamba ubicado en la comunidad de Pacsica, distrito de Justo Apu Sahuaraura, provincia de Aymaraes, experimenta lluvias desde octubre hasta abril. Estas lluvias causan flujos de detritos que descienden desde la parte alta de la cuenca, arrastrando rocas y material suelto, lo que resultó en la destrucción del canal de riego por un huaico. Esta situación interrumpió el suministro de agua para 60 hectáreas de cultivo y afectó a los agricultores del área. Además, una sección del canal de concreto colapsó, creando riesgo de desbordamiento hacia una zona con 60 viviendas y locales de instituciones educativas. Por lo tanto, es necesario la protección del cauce para evitar el desborde de las aguas. En 2018, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) realizó acciones de encauzamiento, limpieza y descolmatación en un tramo de 300 metros de largo, 25 metros de ancho y 1 metro de altura para mitigar estos riesgos. **(Villasante, 2022)**

- En general, el párrafo proporciona una visión completa de los problemas y las necesidades de protección en la quebrada Chinchña, lo que justifica la evaluación de riesgos y la importancia de tomar medidas para evitar futuros desbordes de agua y daños en la comunidad.

“Análisis del Riesgo por Flujo de Detritos del distrito de Haqira provincia de Cotabambas departamento de Apurímac”, menciona que la localidad de Haqira presenta una topografía accidentada, por medio de la misma atraviesa el río Trapiche y el río Buena Voluntad el cual es aprovechado para la irrigación del sector agrícola, pero todo esto se ve afectado por las

precipitaciones presentes desde el mes de octubre hasta el mes de abril las cuales desencadenan el fenómeno de flujo de detritos en todo el distrito afectando el sector agrícola así como las viviendas que se encuentran en zonas altamente vulnerables a este fenómeno; por ende esta investigación lograra analizar la vulnerabilidad así como la peligrosidad a la cual está expuesta la localidad. **(Alvarez & Malaga, 2021)**

- El párrafo subraya la relevancia de la investigación al señalar cómo las precipitaciones desde octubre hasta abril desencadenan flujos de detritos en todo el distrito, lo que afecta tanto a la agricultura como a las viviendas en áreas vulnerables. Además, enfatiza que la investigación tiene como objetivo analizar la vulnerabilidad y la peligrosidad a las que está expuesta la localidad.

"Estudio de riesgo geológico por movimientos en masa, para la construcción del puesto de salud de Huayllati, del distrito de Huayllati, provincia de Grau, región Apurímac". En la zona de estudio se analizaron las propiedades mecánicas y de resistencia del suelo, asimismo se realizó el proceso de análisis jerárquico (AHP) para obtener un mapa de riesgos. Como resultado el lugar de estudio está en una zona de riesgo medio y se emplaza en una unidad geomorfológicamente conocida como un cono aluvial. **(Medina & Zamalloa, 2019).**

Dado que se han realizado previos estudios sobre la evaluación de riesgos causados por flujos de detritos y se ha llegado a la conclusión de que existen riesgo latente por el fenómeno, en consecuencia, se hace evidente la necesidad de implementar medidas para reducir el riesgo en nuestra área de investigación. Por lo tanto, se plantea la importancia de llevar a cabo una evaluación de riesgo en nuestra zona de estudio.

La tesis que se plantea "Evaluación del riesgo de desastres originado por flujos de detritos en la quebrada de Muji, comunidad campesina de Acpitán, distrito de Coyllurqui, provincia de Cotabambas, región Apurímac - 2021", nos proporcionará información cualitativa y cuantitativa para alcanzar este objetivo de investigación.

- Según algunas manifestaciones de comuneros de la comunidad campesina de Acpitan entre los años 1992 y 1993, se produjo un terremoto de magnitud 6.6 en la escala Mercalli, lo cual lamentablemente resultó en la muerte de un niño de aproximadamente 10 años. Además, se presentó un peligro de deslizamientos de tierra en forma de flujo de detritos, que arrasó con bosques, áreas agrícolas y afectó las viviendas de los señores Victor Araranja Ñahui, Felix Carpio, Felix Ccahuana Cusi, Alipio Aviles, Jose Lima Sollasi, Cecilio Mendoza Gonza y sus respectivas familias. Debido a esta situación, tuvieron que ser evacuados a otra parte del pueblo para proteger su salud. Este flujo de detritos fue causado por la sequía que atraviesa la región, afectando viviendas y áreas agrícolas a lo largo de su recorrido, incluso llegando hasta la plaza de armas de la comunidad campesina de Acpitan

Estas áreas afectadas anteriormente eran utilizadas por las familias de José Lima Sollasi, Simeón Jaro Álvarez y Gregorio Lima Cueva como pastizales para su ganado y como zonas de cultivo de papa nativa de la comunidad campesina de Acpitan. Después de ellos, se llevaron a cabo programas nacionales como PLANMERIS PERU y CÁRITAS PERU entre los años 2000 y 2002, quienes se

encargaron de reforestar las áreas con eucaliptos, contando con un número reducido de participantes en cada caso.

El evento más reciente ocurrió entre los años 2003 y 2005, el cual no ha sido registrado oficialmente. Sin embargo, de acuerdo con las autoridades, tuvo lugar aproximadamente entre las 13 y las 14 horas del día debido a fuertes lluvias en la cabecera de la quebrada de Muji. Esto provocó daños en áreas agrícolas como el maíz, la papa, el trigo, entre otros cultivos. Afortunadamente, este evento no causó víctimas mortales, ya que todavía se tenía tiempo para escapar, ya que ocurrió durante el día. Además, el flujo de detritos ya tenía un curso y no perdió mucha velocidad, lo que afectó principalmente las viviendas más cercanas en los sectores de Ccaccapata y Jhuchihutana, ubicados dentro del barrio de Ayacucho, en la comunidad campesina de Acpitan.

Hoy en día, existe la posibilidad de que se produzca un evento de flujo de detritos en la zona de la quebrada de Muji si se presentan lluvias similares a eventos pasados. Por este motivo, es importante considerar el siguiente trabajo realizado y sus recomendaciones.

1.8 MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

1.8.1 Tipos de movimiento en masa

En este apartado se ofrecen los distintos tipos de movimientos en masa, como caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales, reptaciones; también se detalla un tipo específico de deformaciones gravitacionales en profundidad.

Cuadro N° 20. Tipos de movimiento en masa

| Tipo | Subtipo |
|--|---|
| Caída | - Caída de roca (detritos o suelo) |
| Volcamiento | - Volcamiento de roca (bloque) - Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso |
| Deslizamiento de roca o suelo | - Deslizamiento Traslacional y deslizamiento en cuña. - Deslizamiento rotacional. |
| Propagación Lateral | - Propagación Lateral lenta - Propagación lateral por licuación (rápida) |
| Flujo | - Flujo de detritos - Crecida de detritos - Flujo de lodo - Flujo de tierra - Flujo de turba - Avalancha de detritos - Avalancha de rocas - Deslizamiento por flujo o por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada). |
| Reptación | - Reptación de suelos - Soliflucción, Geliflucción (en permafrost) |
| Deformaciones gravitacionales profundas. | |

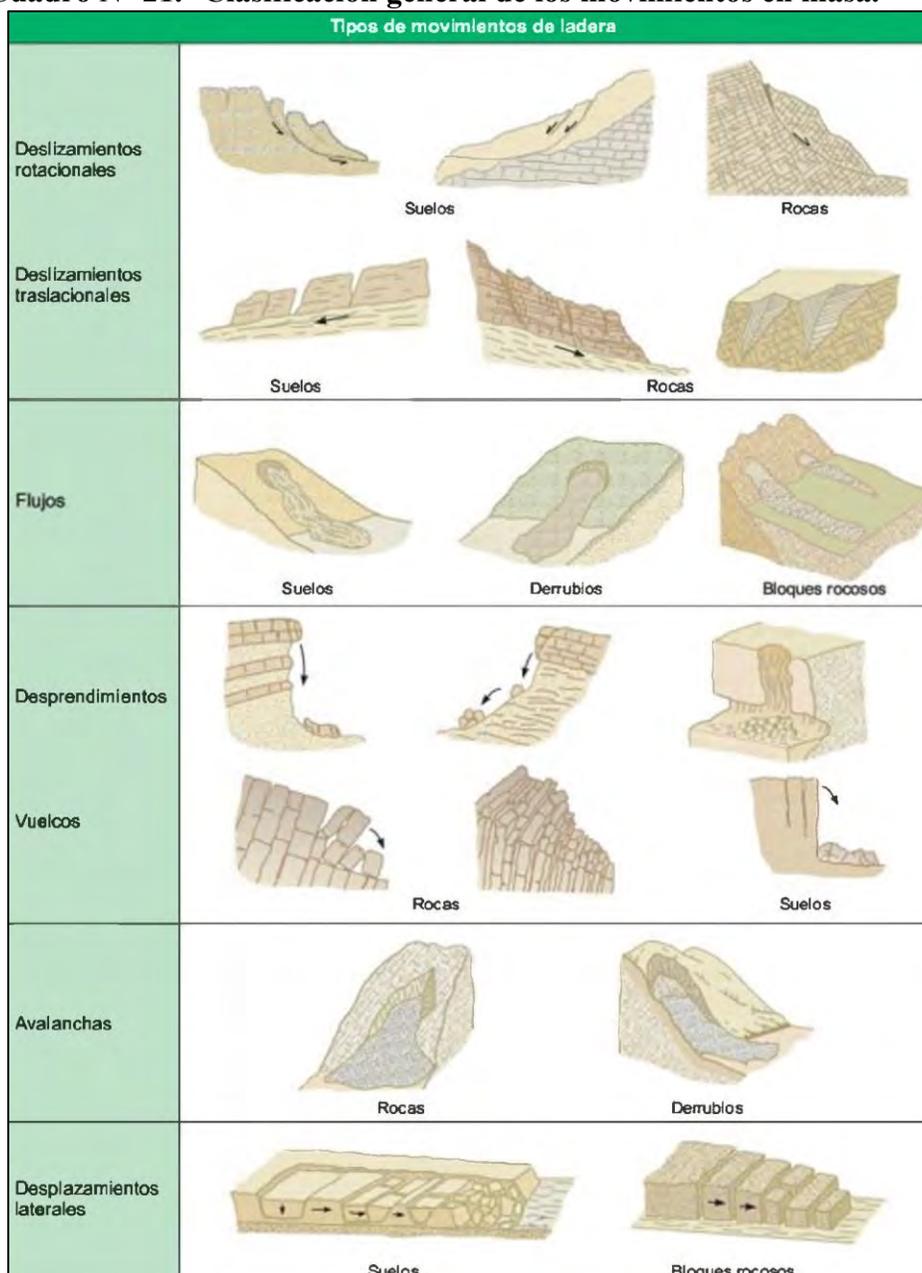
Fuente (GEMMA, 2007)

Tabla N° 1. Escala de velocidades según Cruden y Varnes (1996)

| Clases de velocidad | Descripción | Velocidad (mm/s) | Velocidad típica |
|---------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| 7 | Extremadamente rápido | | |
| | | 5×10^3 | 5 m/s |
| 6 | Muy rápido | | |
| | | 5×10^1 | 3 m/min |
| 5 | Rápido | | |
| | | 5×10^{-1} | 1,8 m/h |
| 4 | Moderada | | |
| | | 5×10^{-3} | 13 m/mes |
| 3 | Lenta | | |
| | | 5×10^{-5} | 1,6 m/año |
| 2 | Muy lenta | | |
| | | 5×10^{-7} | 16 mm/año |
| 1 | Extremadamente lenta | | |

Fuente: (GEMMA, 2007)

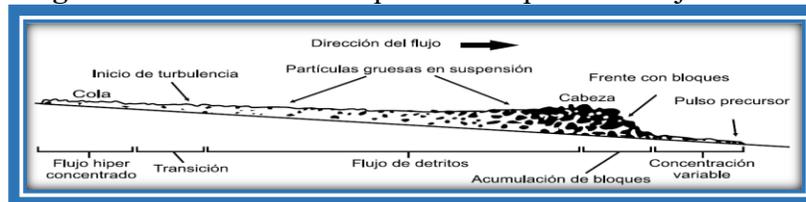
Cuadro N° 21. Clasificación general de los movimientos en masa.



Fuente: (Vallejo, 2002)

El autor, (Hung, 2005), menciona una distinción importante de uso práctico para el estudio de amenazas es aquella entre flujos de detritos y crecidas de detritos (inundaciones o avenidas de detritos). Las crecidas (debris flood) presentan un potencial destructivo relativamente bajo con respecto a los flujos de detritos (debris flow)

Imagen N° 1. Corte esquemático tipo de un flujo de detritos.



Fuente: (GEMMA, 2007)

La descripción de los siguientes tipos de flujo se basa principalmente en los autores ya mencionados, Varnes (1978), Hung et al. (2001), Hung (2005). Frente con bloques de un pulso de flujo de detritos (Diagrama de Pierson, 1986).

- **FLUJO DE DETRITOS (DEBRIS FLOWS)**

Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Comienzan como deslizamientos superficiales de detritos en zonas altas o debido a la inestabilidad de secciones del lecho en cursos de agua con pendientes pronunciadas. Estos flujos de detritos arrastran una gran cantidad de material saturado a medida que descienden por el canal y finalmente lo depositan en abanicos aluviales. (vista de la Imagen N° 04).

La mayoría de los flujos de detritos alcanzan velocidades en el rango de movimiento extremadamente rápido antes descrito en la Tabla N° 01, y por naturaleza son capaces de producir la muerte de personas (Hung, 2005). Las velocidades de los flujos se determinan generalmente en el campo por observación de las super elevaciones del flujo en las curvas del canal las cuales se reflejan en marcas de lodos o de vegetación afectada (GEMMA, 2007).



Imagen N° 2. Punto crítico en la parte alta de la quebrada Muji



Imagen N° 3. Vista desde abajo de punto crítico hacia la margen derecha

Cuadro N° 22. Influencia de los diferentes factores.

| Factores | | Influencias y efectos |
|-----------------|--|---|
| Condicionantes | Relieve (pendientes, geometría) | Distribución del peso del terreno |
| | Litología (composición, textura) | Densidad, resistencia. Comportamiento hidrogeológico. |
| | Estructura geológica y estado tensional | Resistencia, deformabilidad. Comportamiento discontinuo y anisótropo. Zonas de debilidad. |
| | Propiedades geomecánicas de los materiales | Comportamiento hidrogeológico, Generación de presiones intersticiales |
| | Deforestación | Modificaciones en el balance hídrico, Erosión. |
| | Meteorización | Cambios físicos y químicos erosión Externa e interna, generación de zonas de debilidad, |
| Desencadenantes | Precipitaciones y aportes de agua | Variación de las presiones y del peso del terreno |
| | Cambio en las condiciones hidrológicas | Saturación en suelos Erosión |
| | Aplicación de cargas estancas o dinámicas | Cambio en la distribución del peso de los materiales en el estado tensional de la ladera Incremento de presiones intersticiales. |
| | Cambios morfológicos y de geometría a las laderas | Variación de las fuerzas debidas a peso Cambio en el estado tensional |
| | Erosión o socavación del pie | Cambios geométricos en la ladera. Cambios en la distribución del peso de los materiales y del estado tensional de la ladera |
| | Acciones climáticas (proceso de deshielo heladas, sequías) | Cambios en el contenido de agua del terreno. |

Fuente: (Vallejo, 2002)

• **RIESGOS POR MOVIMIENTOS EN MASA**

Para efectos de la investigación, la acción de los movimientos en masa se evaluará en términos de parámetros de intensidad que refleje de forma adecuada la severidad de aquel, que pueda medirse, estimarse, compararse y predecirse con algún grado de confiabilidad. Además, es importante identificar los elementos expuestos que pueden sufrir un determinado efecto o impacto cuando se presentan los movimientos en masa.

En términos matemáticos el riesgo es definido por la siguiente ecuación:

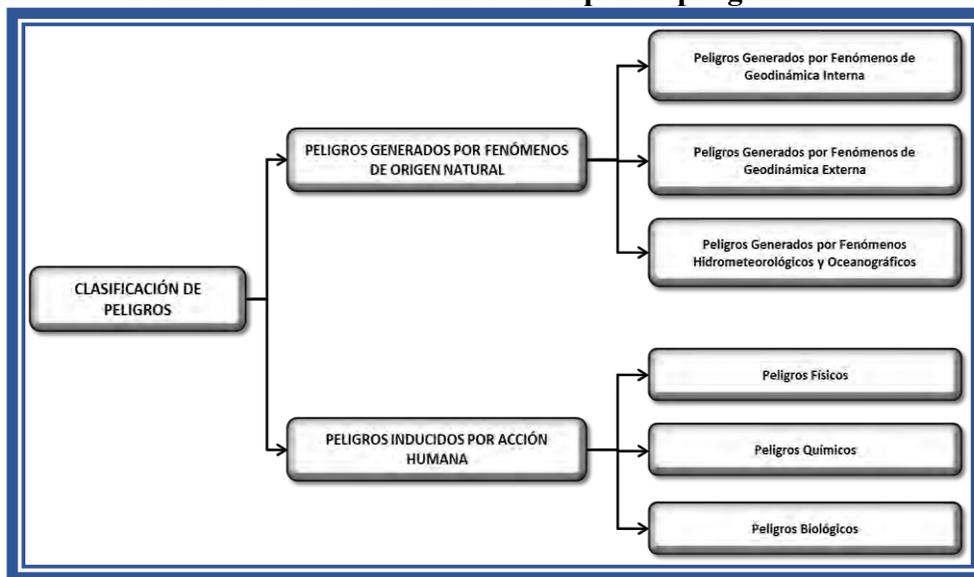
$$R = P \times V; \text{ siendo: } R: \text{ Riesgo; } P: \text{ Peligro; } V: \text{ Vulnerabilidad.}$$

• PELIGRO

Según el SINAGERD el peligro se considera como la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos.

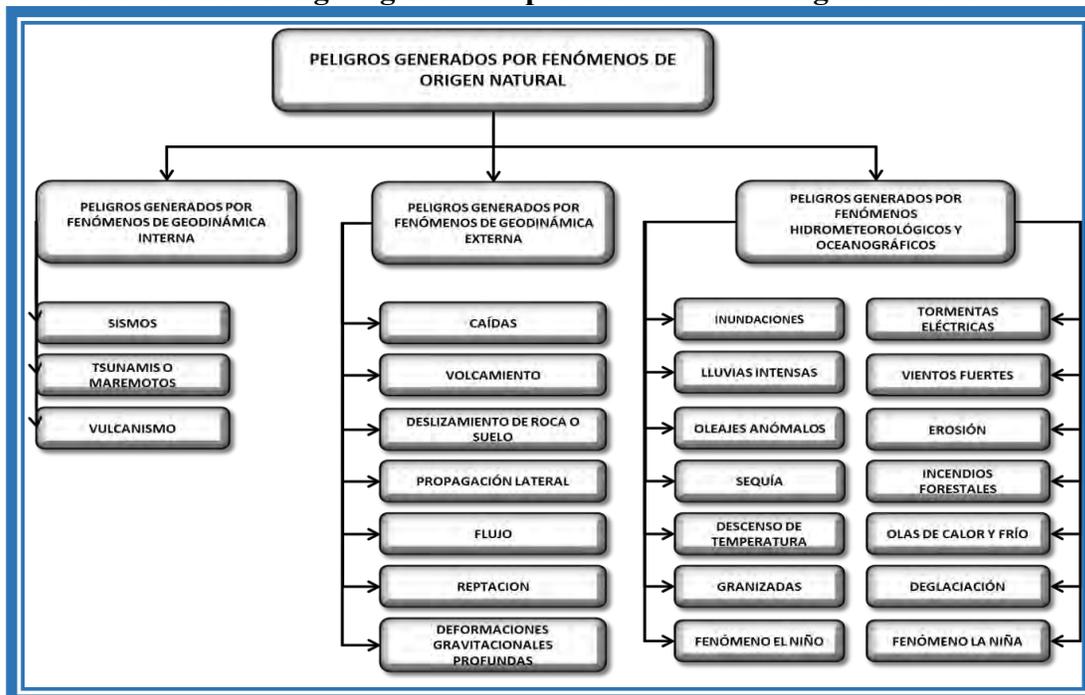
En esta investigación se consideran como fenómenos físicos potencialmente dañinos y de origen natural a los movimientos en masa.

Cuadro N° 23. Clasificación de tipos de peligros.



Fuente: (CENEPRED, 2014).

Cuadro N° 24. Peligros generados por fenómenos de origen Natural.



Fuente: (CENEPRED, 2014)

- **VULNERABILIDAD**

La vulnerabilidad, de acuerdo a la terminología del SINAGERD, es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. Para el desarrollo de este estudio, se han considerado la estructura física de las viviendas dentro a la zona de peligro. (CENEPRED, 2014)

MÉTODO DE ANÁLISIS MULTICRITERIO

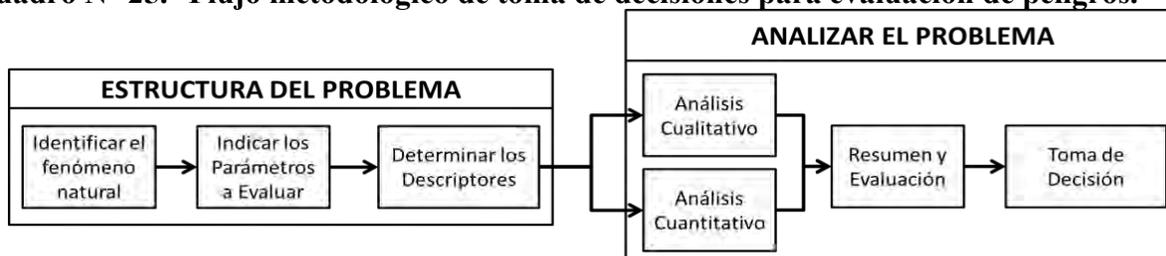
Para la ponderación de los criterios, sub criterios y descriptores se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico el cual es un método multicriterio que permite incorporar criterios cuantitativos (infraestructura expuesta, pérdidas humanas, económicas, etc.) y cualitativos (programas de capacitación, creación y/o aplicación de la normatividad, etc.) que son considerados en la Gestión del Riesgo de Desastres. La matriz que se forma es una matriz cuadrada es decir el mismo número de filas y columnas. (CENEPRED, 2014)

La notación matemática sería: $A = A_{ij}$

- **PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO**

El matemático Thomas L. Saaty (1980) ideó este enfoque para abordar cuestiones con múltiples criterios, utilizando un modelo jerárquico que ayuda a quienes tomen decisiones a estructurar visualmente problemas complejos.

Cuadro N° 25. Flujo metodológico de toma de decisiones para evaluación de peligros.



Fuente: (CENEPRED, 2014)

Permite combinar lo objetivo, tangible y racional de la ciencia clásica con lo subjetivo, intangible y emocional del comportamiento humano. En este sentido, se puede conseguir un tratamiento objetivo de lo subjetivo (Keeney, 1992). La principal idea del PAJ es el proceso de asignar ponderación a los parámetros y descriptores relacionados con una decisión, así como en la evaluación final de las distintas opciones en base a los criterios elegidos.

Para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores se recurre a una metodología de comparación de pares, en este caso se empleó el PAJ (Saaty, 1990) por sus ventajas, flexibilidad y por la facilidad de involucrar a todos los actores en el proceso de decisión (Garfi et al., 2011), la escala es la que se muestra a continuación:

Tabla N° 2. Matriz de comparación de pares

| ESCALA NUMERICA | 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 |
| 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)

- **RIESGO**

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio mediante la evaluación de la intensidad, la magnitud, la frecuencia o periodo de recurrencia, y el nivel de susceptibilidad ante los fenómenos de origen natural, y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por la exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio. El riesgo se origina al relacionar la peligrosidad de los elementos expuestos con su grado de vulnerabilidad, con el propósito de identificar las posibles repercusiones sociales, económicas y ambientales vinculadas a uno o varios eventos peligrosos. Los cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. (CENEPRED, 2014)

- **CUADRÁNGULOS DE INGEMMET**

Los 501 cuadrángulos geológicos del país, han sido editados por el INGEMMET, en formato digital, donde se pueden apreciar todos los mapas geológicos o planos geológicos levantados a la escala en referencia, con su leyenda y columna estratigráfica general; lo que se puede ver claramente en el mapa de los 501 cuadrángulos geológicos del Perú. La zona de estudio se encuentra dentro del cuadrángulo de Cotabambas, la cual a su vez se encuentra limitada por otros cuadrángulos que se ven seguidamente.

Cuadro N° 26. Ubicación del cuadrángulo de Cotabambas.

| | | |
|----------------------|---------------------|------------------|
| 27-q Santa Teresa | 27-r Urubamba | 27-s Calca |
| 28-q Abancay | 28-r Cotabambas | 28-s Cusco |
| 29-q Antabamba | 29-r Santo Tomas | 29-s Liyitaca |

Fuente: (Galdos & Carrasco, 2002)

1.8.2 Clasificación de suelos

Para homogenizar la información recopilada, se ha utilizado el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual es un sistema usado en la ingeniería para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. También se le denomina Clasificación Modificada de Casagrande.

Cuadro N° 27. Clasificación SUCS

| SISTEMA UNIFICADO DE LA CLASIFICACION DE LOS SUELOS | | | |
|---|----------|---------------|--|
| PRIMERA Y/O SEGUNDA LETRA | | SEGUNDA LETRA | |
| G | Grava | P | Pobremente Graduado (Tamaño de partícula uniforme) |
| S | Arena | | |
| M | Limo | W | Bien Graduado(tamaño de Partícula Diversos) |
| C | Arcilla | H | Alta Plasticidad |
| O | Orgánico | L | Baja Plasticidad |

Fuente: Simbologías para la clasificación de suelos de SUCS. Fuente:www. Cbrplusllc.com.

La mayoría de datos obtenidos sobre los ensayos de suelos, a partir de los diversos proyectos y estudios anteriormente ya descritos, se basan en las siguientes normas que a continuación enumeramos: Tipo de Ensayo vigente en los diversos datos recopilados.

Cuadro N° 28. Normativas

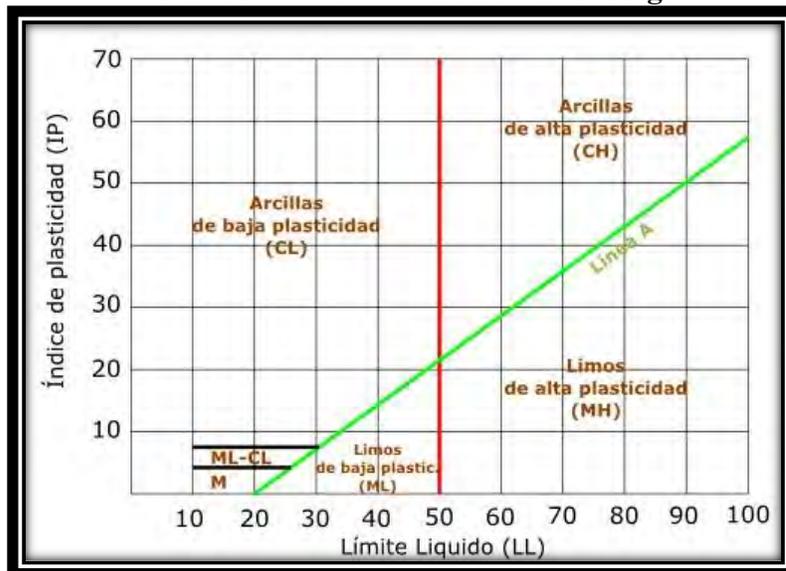
| TIPO DE ESTUDIO | NORMA |
|---------------------------|--------------------|
| Contenido de Humedad | ASTM D 2216 |
| Granulometría | ASTM D 421 y D 422 |
| Limite Líquido | ASTM D 4318 |
| Limite plástico | ASTM D 4318 |
| Densidad IN SITU | ASTM D 1556 |
| Consolidación | ASTM D 2435 |
| Compresión No Confinada | ASTM D 2166 |
| Corte Directo | ASTM D 3080 |
| Ensayo de Penetración PDL | DIN D 4094 |

Cuadro N° 29. Clasificación de tipo de suelos

| Simb. de grupo | Nombre del grupo | Divisiones mayores | | |
|----------------|---|--|---|--|
| GW | Grava bien Graduada, grava Fina a Gruesa. | Grava limpia, menos del 5% pasa tamiz N° 200. | Grava. > 50% de Fracción Gruesa Retenida en el Tamiz N°4(4.75 mm) | Suelos Granulares Gruesos. Más del 50% retenidos en el Tamiz N°200 (0.075mm) |
| GP | Grava pobremente Graduada. | | | |
| GM | Grava Limosa. | | | |
| GC | Grava Arcillosa. | Grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz N° 200. | | |
| SW | Arena bien Graduada, Arena Fina a Gruesa. | Arena Limpia. | Arena ≥50% de Fracción Gruesa que pasa por el Tamiz N° 4. | |
| SP | Arena Pobremente Graduada. | | | |
| SM | Arena Limosa | | | |
| SC | Arena Arcillosa. | Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz N° 200. | | |
| ML | Limo | Inorgánico | Limos y Arcillas, Limite Liquido < 50 | Suelos de Grano Fino. Más de 50% que pasa por el Tamiz N° 200. |
| CL | Arcilla | | | |
| OL | Limo Orgánico, Arcilla Orgánica | Orgánico | | |
| MH | Limo de Alta Plasticidad, Limo Elástico. | Inorgánico | Limos y Arcillas, Limite Liquido ≥50 | |
| CH | Arcilla de Alta Plasticidad. | | | |
| OH | Arcilla Orgánica, Limo Orgánico. | Orgánico | | |
| Pt | Turba. | Suelos Altamente Orgánicos. | | |

Gráfica para determinar los tipos de suelos finos de acuerdo al Limite Liquido y al índice de Plasticidad de dichos materiales, basado en el SUCS.

Gráfico N° 17. Límites de Atterberg.



Fuente: [www. Cbrplusllc.com](http://www.Cbrplusllc.com)

1.9 GEODINAMICA INTERNA

La geodinámica interna, que estudia los fenómenos que tienen lugar en el interior de la corteza terrestre y los resultados que de ellos se derivan (orogénias, vulcanismo y terremotos), está representada por la actividad sísmica de la región y el grado de incidencia de dichos sismos a nivel del área de estudio, por lo que la actividad sísmica está íntimamente ligada al proceso tectónico.

1.9.1 SISMOLOGÍA.

Los terremotos y movimientos sísmicos son eventos de gran complejidad; los avances en sismología nos proporcionarán una comprensión más amplia de cómo funcionan y la frecuencia con la que ocurren a nivel mundial. Uno de los valiosos hallazgos de la sismología podría ser el descubrimiento de la tectónica de placas.

Medida de los sismos: Los sismos y/o terremotos pueden ser medidos cuantitativamente en función a la cantidad de energía la cual libera y cualitativamente de acuerdo al grado de destrucción que genere en un determinado lugar.

Intensidad sísmica: La intensidad representa los efectos generados por un terremoto en una ubicación específica de la superficie terrestre, la percepción violenta del terremoto en esa área en particular. La evaluación de la intensidad es cualitativa y se basa en la observación de los efectos o daños causados por el terremoto en edificaciones, objetos, terrenos y en cómo afecta a las personas. La escala utilizada para medir la intensidad es la Escala de Intensidades Modificada de Mercalli (Tabla 032), que consta de 12 grados descriptivos. Además, existe la escala MSK, desarrollada por sismólogos europeos como Medvedev, Sponhever y Karnik, que ofrece una precisión mayor al evaluar los efectos de un terremoto en estructuras construidas.

La escala de Intensidades Modificada de Mercalli no se basa en los registros sismográficos sino en el efecto o daño producido en las estructuras y en la sensación percibida por la gente; por lo que la intensidad puede ser diferente en los diferentes sitios reportados para un mismo terremoto y dependerá de:

- La energía del terremoto.
- La distancia de la falla donde se produjo el terremoto.
- La forma como las ondas llegan al sitio en donde se registra el terremoto.
- Las características geológicas del material subyacente del sitio donde se registra la intensidad, ya sean rocas o suelos.
- Cómo sintió la población o dejó registros el terremoto, centrándose básicamente en el estado en las que se encuentran las infraestructuras civiles después del terremoto.

Cuadro N° 30. Intensidades sísmicas en Escala Mercalli.

| GRADO | INTENSIDAD | DESCRIPCION |
|-------------------|------------------------|---|
| Grado I | Muy Débil | Sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables. |
| Grado II | Débil | Sacudida sentida sólo por pocas personas en Reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar. |
| Grado III | Leve | Sacudidas sentidas claramente en los interiores de las viviendas, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no los asocian con un temblor. Los vehículos estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración originada por el paso de un carro pesado. Duración estimable. |
| Grado IV | Moderado | Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en los exteriores. Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, Vidrios de ventanas y puertas. Sensación como de un carro pesado chocando contra un edificio, los vehículos de motor estacionados se balancean claramente. |
| Grado V | Poco Fuerte | Sacudida sentida casi por todo el mundo, muchos despiertan. Algunas piezas de vajilla, vidrios de ventana, etc., se rompen, pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables, Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos, se detienen los relojes de péndula. |
| Grado VI | Fuerte | Sacudida sentida por todo el mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio, pocos ejemplos de caídas de aplanados o daños en chimeneas. Daños ligeros. |
| Grado VII | Muy Fuerte | Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcciones. Daños ligeros en las estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; rotura de algunas chimeneas. Estimado por algunas personas conduciendo vehículos en movimiento. |
| Grado VIII | Destructivo | Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial, grandes en las estructuras débilmente construidas. Los muros sales de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Cambio en el nivel de agua de los pozos. Pérdida de control en los conductores de vehículos. |
| Grado IX | Muy Destructivo | Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios sales de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen. |
| Grado X | Desastroso | Destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen con todo y cimientos; agrietamiento considerable de terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Considerables deslizamientos en los márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión de agua en los ríos sobre sus márgenes. |
| Grado XI | Muy Desastroso | Casi ninguna estructura de mampostería queda de pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimiento y derrumbes en terrenos suaves. Gran torsión en vías férreas. |
| Grado XII | Catastrófico | Destrucción total. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel (Ríos, Lagos y Mares). Objetos lanzados en el aire hacia arriba. |

Fuente: www.volcaneshistoricos.com/escala-mercalli/.

Magnitud sísmica: La magnitud es la cuantificación de la energía liberada durante un terremoto. Para una evaluación precisa de la magnitud de los terremotos, es esencial emplear dispositivos adecuados, como sismógrafos y acelerógrafos. Independientemente de dónde estén ubicados estos instrumentos en relación con el epicentro del terremoto, el valor de la magnitud es prácticamente constante. No obstante, un terremoto con una magnitud única puede generar diversas intensidades que se reducirán a medida que se alejen del epicentro sísmico.

La magnitud, se mide en la Escala Richter (Tabla N° 3), la cual crece en forma potencial o semilogarítmica, de manera que cada punto de aumento puede significar un aumento diez veces mayor o más de la magnitud de las ondas. Por lo que una magnitud 4 no es el doble de 2, sino 100 veces mayor. Entonces, la magnitud, por ser una medida objetiva y absoluta de la energía producida en el foco de un terremoto; se calcula en función de la amplitud y de la frecuencia de las ondas sísmicas registradas en los sismogramas.

Tabla N° 3. Magnitudes sísmicas en Escala Richter

| Magnitud Escala Richter | Efectos del Terremoto |
|--------------------------------|--|
| Menos de 3.5 | Generalmente no se siente, pero es registrado |
| 3.5 - 5.4 | A menudo se siente, pero sólo causa daños menores |
| 5.5 - 6.0 | Ocasiona daños ligeros a edificios |
| 6.1 - 6.9 | puede ocasionar daños muy severos en áreas muy pobladas |
| 7.0 -7.9 | Terremoto mayor. Causa graves daños |
| 8 ó mayor | Gran Terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas |

Fuente: <http://www.radioemergencia.cl/escala-richter/>.

1.9.2 ZONIFICACION SISMICA

La sismicidad asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca por debajo de la Placa Continental, existe también otra sismicidad, de carácter local, producida por deformaciones y está asociada a las fallas tectónicas activos existentes en el Perú. Estos sismos locales y regionales tienen una menor frecuencia y magnitudes moderadas, pero por producirse muy cerca de la superficie, tienen un gran poder destructivo. La región de Apurímac se halla dentro del área de influencia de estos últimos tipos de sismos.

En la zona andina, hay una tendencia general al levantamiento de la corteza, como resultado de la compresión lateral que produce por el oeste, la placa de Nazca y por el este, el escudo brasilero. La Cordillera de Ausangate, junto con la cordillera Blanca, Huaytapallana, Vilcabamba, están en un proceso de levantamiento significativo asociados con fallas geológicas activas.

De acuerdo a la Zonificación Sísmica del Perú, establecido en la Norma de Diseño Sismo Resistente E – 030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la zona de estudios se encuentra en la zona 3 (Sismicidad Media), con aceleraciones máximas que varían entre 0.18 a 0.19, del mapa de Aceleraciones Máximas Normalizadas.

La estación sísmica de Chalhuanca, ubicada a 2,900 metros sobre el nivel del mar y a 110 kilómetros al suroeste de Abancay, registra la actividad sísmica de la región. Sus coordenadas geográficas son 14 grados 17 minutos 40 segundos de latitud sur y 73 grados 14 minutos 64 segundos de longitud oeste. Los datos recopilados por el Instituto Geofísico del Perú y otras fuentes, han sido organizados de manera cronológica y se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 31. Sismicidad histórica

| | | | | |
|------------------------|--------|--|--------------------|--|
| Marzo de 1739 | 6.3 Mb | Santa Catalina, hoy en provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac | Aymaraes. | Perecen muchos habitantes. |
| 3 de diciembre de 1869 | 6.0 Mb | Abancay, departamento de Apurímac | Dpto. de Apurímac. | Daños en edificaciones. |
| 4 de noviembre de 1913 | 7.0 Mb | Límites de los dptos. de Apurímac y Cusco. | Dpto. de Apurímac. | Fuerte temblor. Se sintió también en Abancay y Ayacucho. 155 muertos. |
| 14 de octubre de 1971 | 6.5 Mw | Provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac. | Prov. de Aymaraes. | 144 muertos. Se calcula que el 10 % de las viviendas fueron destruidas y un 40 % resultaron bastante dañadas. Los pueblos más afectados fueron: Copaya, Mosecca, Sañayca y Toraya. |

1.9.3 Sismicidad

En el contexto del fenómeno sísmico a nivel global, el Perú se localiza en lo que se conoce como "el Cinturón del Fuego del Pacífico", un área geográfica a nivel mundial donde tienen lugar aproximadamente el 80% de los terremotos. La configuración tectónica del Perú se inserta en lo que se llama "La Tectónica de placas", donde la placa de Nazca se encuentra frente a la placa continental o sudamericana, generando una colisión y subducción de la primera bajo la segunda. Este movimiento convergente de placas explica la formación de la Cordillera de los Andes, la deformación de la masa continental y la presencia de las profundas depresiones en el lecho marino.

Según la norma E-030 sobre diseño sismorresistente, el país se divide en cuatro regiones, determinadas por la distribución geográfica de la actividad sísmica, las características generales de los movimientos terrestres y cómo disminuyen con la distancia desde el epicentro, además de la información neotectónica. A cada región se le asigna un factor Z, que representa la máxima aceleración del terreno que, con una probabilidad del 10% en un lapso de 50 años, podría ser superada. Esta medida se expresa como una fracción de la aceleración gravitacional.

Imagen N° 4. Zonas sísmicas



La región de Apurímac se encuentra en la zona 2, de acuerdo a la zonificación sísmica nacional con un factor de zona de 0.25.

1.10 HIPÓTESIS

1.10.1 Hipótesis General

Los niveles de riesgo geológico en la quebrada de Muji, situada en la comunidad campesina de Acpitán, es considerablemente alto a muy alto debido a las lluvias intensas e inusuales que se producen durante los meses de diciembre a marzo.

1.10.2 Hipótesis Específica

- Dado que la comunidad campesina de Acpitán se encuentra ubicada en una zona propensa a movimientos en masa, como flujos de detritos, y considerando la histórica presencia de lluvias intensas entre los meses de diciembre y marzo, se hipotetiza que los niveles de susceptibilidad son significativamente altos durante dicho período.
- Dado que existen diversas dimensiones sociales, económicas y ambientales que pueden influir en la vulnerabilidad de los predios y parcelas en esta área, se hipotetiza que se identificarán niveles de vulnerabilidad en cada una de estas dimensiones, lo que permitirá revelar la necesidad de estrategias específicas de mitigación y adaptación.
- Dado que la quebrada Muji es propensa a fenómenos, como flujos de detritos, y considerando la ubicación geográfica de los predios en esta área, se hipotetiza que se identificarán niveles variables de riesgo en función de la exposición de cada predio a los peligros naturales y de las condiciones geológicas, topográficas y climáticas locales.

1.11 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Dado que los peligros y desastres naturales tienen un impacto significativo en las áreas urbanas y rurales de nuestro país, y teniendo en cuenta que, en general, la planificación del crecimiento demográfico tiende a pasar por alto la implementación de medidas de reducción de riesgos naturales y antropogénicos, resulta fundamental adoptar medidas destinadas a mitigar y prevenir los desastres que puedan ocasionar daños a la propiedad, pérdidas económicas y pérdida de vidas humanas. En el caso de la quebrada de Muji, las precipitaciones pluviales intensas aumentan la carga de los suelos compuestos por limo y arcilla en sus pendientes, lo que, combinado con el uso inadecuado del terreno, da lugar a eventos catastróficos que generan vulnerabilidad. Esto se debe, en parte, a la ubicación de viviendas en áreas inseguras, donde personas con bajos ingresos económicos residen en laderas que no son adecuadas para la habitación. Además, la falta de educación y capacitación en gestión de riesgos y la insuficiente implementación de sistemas de alerta temprana han dejado a la población en situación de riesgo, lo que podría resultar en pérdidas y daños futuros.

Las precipitaciones presentadas en los últimos años en la provincia de Cotabambas, han dado alerta a fenómenos relacionados a flujos de detritos , que han causado daños a las personas , propiedades y medio ambiente dentro del distrito de Coyllurqui , notándose la importancia del ordenamiento territorial , justifica el valor de un mapa de peligros basado en un mapeo geológico y geomorfológico y de pendientes que permitirá un mejor ordenamiento territorial con el fin de buscar el aplacamiento de los riesgos geológicos y conseguir un desarrollo sostenible ,así mismo se debe hacer el análisis profundo de este mapa y conocer el riesgo que hallamos en la zona de estudio, por lo tanto, consideramos es necesario realizar un estudio que pueda recopilar la información necesaria para evaluar la peligrosidad de la zona y que la autoridad competente pueda tomar las acciones necesarias para la prevención de riesgos.

1.12 ALCANCES Y LIMITACIONES.

1.12.1 Alcances

El presente estudio permitirá obtener un mapa de peligros originado por Flujo de Detritos, de esta manera llegar a prevenir y disminuir los riesgos en el área de investigación.

1.12.2 Limitaciones

La mayor restricción se debe a la limitada disponibilidad financiera de los tesisistas, dado el elevado costo de alquilar equipos de sondeo, además de la dificultad para acceder a la parte alta y media de la quebrada de Muji. Las estaciones utilizadas para analizar el registro meteorológico están ubicadas a una gran distancia y fuera del ámbito provincial. La Municipalidad Distrital de Coyllurqui no ha registrado información de emergencias en el Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres – SINPAD, sobre eventos ocurridos en los últimos 15 años.

1.13 METODOLOGÍA

Para realizar el estudio científico de esta tesis se requiere tener una metodología de investigación y metodología de trabajo, se mencionas los siguientes.

1.13.1 Métodos que se emplearán en la Investigación:

La metodología utilizada en este proyecto de estudio es Descriptivo - Deductivo - Analítico: Descriptiva, porque primeramente se hará una descripción de los distintos parámetros como es la geomorfología, hidrología, pendientes, tipo de uso de suelo.

Deductiva: ya que teniendo los anteriores datos podemos deducir las causas (Factores).

Analítica, para emplear en método de análisis multicriterio con los parámetros obtenidos, según Thomas Saaty, podemos determinar cada uno de ellos en su grado de importancia para generarse un determinado peligro, así obtener los distintos niveles de peligro de la zona de estudio.

1.13.2 Tipo de investigación

- Cuantitativa y cualitativa (mixta).

No hay un autor específico de la metodología mixta en la investigación, ya que es un enfoque que combina tanto métodos cuantitativos como cualitativos. Sin embargo, algunos investigadores destacados en el campo de la metodología mixta incluyen a John Creswell, Vicki L. Plano Clark y Michael D. Fetters, quienes han hecho importantes contribuciones a este enfoque en sus trabajos y publicaciones.

El presente trabajo se ha desarrollado tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Información que se presenta en las fuentes bibliográfica disponibles.
- Exploración y mapeo geológico en el área de investigación.
- Llenado de encuestas por predios, mediante entrevistas a los pobladores y profesionales de la zona sobre eventos pasados y datos socioeconómicos.
- Examinar una muestra In-Situ para su análisis.
- Cálculo e interpretación basado en las directrices del manual del CENEPRED.

1.13.3 Metodología de trabajo

El presente trabajo de tesis de ha desarrollado en cuatro etapas, cada una de ellas llegar a ser muy importantes e imprescindibles y son las siguientes:

1.13.3.1 Etapa de planeamiento u organización

Designar el equipo profesional

Determinar responsabilidad y plazos

Establecer y fundamentar el tipo de metodología para seguir el estudio

1.13.3.2 Investigación bibliográfica

- ✓ Recopilación y análisis de la información bibliográfica local y regional de la zona de estudio, referida al tema destacando aquella relacionada a la geología del lugar, peligros geológicos, medios de vida de la población, así como publicaciones en el ámbito regional.
- ✓ Recopilación de tesis referidas al tipo de estudio y relacionado al tema del mismo.
- ✓ Algunos trabajos relacionados a la tesis sirven de aporte y sobre los puntos más necesarios.
- ✓ Estudio de Riesgo Geológico por Movimientos en Masa, Para la Construcción del Puesto de Salud de Huayllati, del distrito de Huayllati, provincia de Grau, región Apurímac”
- ✓ Manual Para La Evaluación De Riesgos Originados Por Fenómenos Naturales, 2da Versión. CENEPRED (2014).

1.13.3.3 Etapa de campo

- ✓ Mapeo Local
- ✓ Identificación y medición de las diferentes formaciones geológicas
- ✓ Caracterización del tipo y uso de suelo
- ✓ Muestreo de Suelos
- ✓ Identificación e inventario de Peligros por Geodinámica interna y externa
- ✓ Registro Fotográfico

1.13.3.4 Etapa de gabinete

- ✓ Observación de las muestras de suelo tomadas In-Situ.
- ✓ Análisis e interpretación de las muestras tomadas in-Situ.
- ✓ Interpretación de imágenes satelitales y de registro fotográfico.
- ✓ Elaboración de gráficos, cuadros, esquemas, secciones, Mapas.
- ✓ Redacción de un informe final.

1.14 VARIABLES E INDICADORES

- Precipitación
- Uso de suelos
- Vegetación
- Historia de eventos pasados
- Caracterización de la población y de la infraestructura
- Evaluación de riesgos

1.15 EQUIPOS Y MATERIALES

1.15.1 Equipos

A. Instrumentos de campo

GPS, Brújula, Cinta métrica (50 m), Wincha de mano (flexómetro), Cámara, Ficha técnica de encuesta.

B. Instrumentos de gabinete

Laptop, Fotocopiadora, Impresora y Escáner.

1.15.2 Materiales

A. Materiales de campo

Imagen satelital, Ortofotos, Curvas de nivel, Mapa topográfico, Mapa geológico, Mapa estructural, Tablero, Lápiz, Colores, Lupa, Rayador, Poncho de agua y HCl.

B. Materiales de gabinete

Boletines, Recopilación bibliográfica, Computadora, Calculadora, Mapas Carta Nacional (1:100 000 - 1:50000)

1.15.3 Procesamiento de datos

Se utilizarán diferentes programas como:

Microsoft Word, Microsoft Excel para realizar cálculos, Google Earth, ArcGIS 10.4.1 que servirá para la generación de los diversos mapas y SasPlanet.

1.16 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

1.16.1 Marco Legal

En el Perú, se ha instaurado a partir del 19 de febrero del 2011, la ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, la Ley N° 29664, cuya finalidad “es identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres” (SINAGERD, 2011).

1.16.2 Marco Normativo

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Esto con la finalidad de identificar y reducir los riesgos asociados a peligros, minimizar sus efectos y atender situaciones de peligro mediante lineamientos de gestión.
- Ley N° 30831, Ley que modifica la ley N° 29664. Esta ley tiene por objetivo de fortalecer el SINAGERD, a fin de garantizar la acción permanente y el cumplimiento de la gestión Prospectiva, Correctiva y Reactiva de Riesgos de desastres.
- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo. No Mitigable y Decreto Supremo N° 115-2013-PCM. Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869. aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869. Manifiesta declararse de necesidad pública e interés nacional el reasentamiento poblacional de las personas ubicadas en zonas de muy alto riesgo no mitigable dentro de territorio nacional.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión. Mediante dicho manual se tiene la metodología utilizada para determinar los niveles de riesgo.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.

- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 111–2012–PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

En el Perú, se ha instaurado a partir del 19 de febrero del 2011, la ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, la Ley N° 29664, cuya finalidad “es identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres” (SINAGERD, 2011).

CAPÍTULO II

MARCO GEOMORFOLÓGICO

2.1 GENERALIDADES

La región estudiada presenta en parte relieve accidentado, de una cadena de montañas con relieve homogéneo conformado por colinas andinas. De acuerdo a las observaciones de campo se puede señalar que el desarrollo o evolución geomorfológica del área ha sido controlada por factores estructurales como fallas, levantamiento en bloques, erosión de los glaciares y erosión fluvial. Todos estos factores han interactuado modelando la superficie actual.

El desarrollo geomorfológico natural de la superficie de la tierra implica una serie de fenómenos de tipo sedimentario, esto significa que las geoformas como los valles se encuentran en un flanco geológico desarrollado, por lo que deben atravesar por una serie de fenómenos acorde al clima y los cambios climáticos. Desde el punto de vista conceptual, la geomorfología estudia la forma del relieve terrestre teniendo en cuenta su origen, naturaleza de la roca, clima y diferentes fuerzas endógenas y exógenas que actúan modelando dicho relieve, y generando dicho paisaje.

La geomorfología en esta región comprende una fisiografía variada y accidentada, dados por la tectónica, así como la actividad del agua que interviene como agente moderador, la cual ha generado la cadena de montañas de la cordillera oriental y la zona de altiplanicies, en cuya zona de cambio se encuentra ubicada la zona de estudio.

2.2 GEOMORFOLOGIA REGIONAL

Se han reconocido dos unidades geomorfológicas o morfoestructurales Regionales: Cordillera Occidental y Zona de Depresiones Interandinas. (INGEMMET, 2015)

La Cordillera Occidental, en el Perú central está constituida por sucesiones sedimentarias que van desde el Paleozoico al Cuaternario, estas sucesiones conforman, paleogeográficamente, la cuenca marginal mesozoica donde se tiene un gran desarrollo de unidades del Mesozoico y una plataforma estable donde se registra una sedimentación casi continua desde el Paleozoico al Cuaternario.

Imagen N° 5. Vista Morfoestructural del Perú.



Fuente: INGEMMET

2.2.1 Cordillera occidental.

Es la más elevada del sistema andino; su pico más alto es el nevado Huascarán, cuya altitud llega a 6768 m.s.n.m. La línea de cumbres sigue una dirección paralela al litoral pacífico (NO – SE) y es la divisoria continental de las aguas. En el sur del país ambas cordilleras se juntan formando una altiplanicie a los 4200 msnm sobre la cual se levantan los alineamientos de conos volcánicos, algunos activos; precisamente entre Ayacucho y la frontera con Chile, la cordillera occidental alberga una notoria franja de conos volcánicos del Cenozoico que sigue el alineamiento andino. Litológicamente, esta cordillera está constituida principalmente por sedimentos mesozoicos sobre un basamento paleozoico.

2.2.1.1 Laderas de Montaña.

Debido a la configuración actual del relieve comprendido por nuestro estudio, las laderas de montaña representan más del 50% del total de la superficie, lo que además lo convierte en la unidad geomorfológica con mayor importancia, ya que constituye una condicionante para la ocurrencia de eventos de geodinámica externa. Estas unidades constituyen los flancos terminales o declives de las cimas de montaña, las colinas y todo relieve positivo de considerable elevación de la topografía cordillerana, además de ser las unidades dominantes en las vertientes de los valles y quebradas de la Sub Cuenca de Coyllurqui. Su origen es eminentemente tectónico-estructural, pues todos forman parte de los grandes complejos montañosos. Litológicamente se componen de afloramientos de distinta naturaleza y de distintos períodos geológicos, cubiertos muchas veces por capas de depósitos cuaternarios de naturaleza Coluvio-Aluvial y en otros sectores dominados por afloramientos rocosos con escasa a nula presencia de cobertura vegetal.



Imagen N° 6. Subcuenca de Coyllurqui y laderas de Sunampata y Tintayparo.



Imagen N° 7. Microcuenca de Acpitán, objeto de estudio, así como laderas circundantes.

Las pendientes que presentan van desde ligeramente inclinadas a rocosas fuertemente empinadas. Este hecho limita bastante las actividades humanas que se dan en las laderas, especialmente en aquellas donde las pendientes son empinadas, fuertemente empinadas y las pendientes con dominio estrictamente rocoso. Es también por las pendientes empinadas y las grandes alturas de las colinas y montañas, que se pueden apreciar numerosos procesos erosivos

intensos de disección, causantes además de la existencia de gran cantidad de quebradas que se registran dentro de nuestro Proyecto, por las que fluyen todo el material erosivo, los que son transportados por acción gravitatoria e hidrometeorológica.

2.2.1.2 Unidades de paisajes

Estas unidades constituyen la unidad fundamental de los levantamientos de suelos, por cuanto es este nivel al que se definen las clases de suelos con características y propiedades comunes, así mismo se esperan comunidades vegetales relativamente homogéneas o usos similares de la tierra (Villota, 1997).

Cuadro N° 32. Unidades de paisaje.

| Paisajes | Altura desde su base local hasta su cima (m) |
|-----------------|---|
| Colina Baja | Desde 20 hasta 80 |
| Colina Alta | Desde 80 hasta 300 |
| Montaña Baja | Desde 300 hasta 1 000 |
| Montaña Alta | Mayor a 1 000 |

Fuente: Mapa fisiográfico Región Cusco.

Para nuestro estudio, las unidades de ladera se subdividieron de acuerdo a la pendiente que presentan y al predominio, ya sea de material rocoso o suelo que existe en la superficie, tal como a continuación se enumeran:

Cuadro N° 33. Rangos de pendientes

| DESCRIPCIÓN DE PENDIENTE | RANGO (%) | RANGO (°) |
|---------------------------------------|------------------|------------------|
| Laderas ligeramente inclinadas | 0-4 | 0 - 2.29 |
| Laderas moderadamente inclinadas | 4-8 | 2.29 - 4.57 |
| Laderas fuertemente inclinadas | 8-15 | 4.57 – 8.53 |
| Laderas moderadamente empinadas | 15-25 | 8.53 – 14.04 |
| Laderas empinadas | 25-50 | 14.04 – 26.57 |
| Laderas rocosas fuertemente empinadas | 50-75 | 26.57 - 37 |
| Extremadamente Empinadas a escarpada | >75 | > 37 |

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Zona de depresiones interandinas.

Son valles longitudinales profundos representados por los ríos Marañón, Mantaro, Apurímac y Vilcanota, que siguen un curso de SE a NO entre las cordilleras Occidental y Oriental; drenan sus aguas a la Amazonía. Estos valles están controlados por fallas longitudinales que involucran al basamento cristalino proterozoico.

2.3 GEOMORFOLOGÍA LOCAL

Tras la visita de campo, se identificaron 6 unidades geomorfológicas locales que se tomarán en cuenta para la evaluación en este estudio. A continuación, se detallan las unidades de valles y planicies de sedimentación.

2.3.1 Colinas

Se trata de elevaciones naturales del terreno con menor altitud respecto a las cimas de montaña, presentan por lo general perfiles suaves y redondeados como conos truncados. La génesis de esta unidad está asociada básicamente a eventos tectónicos, como la mayoría de los relieves positivos que configuran la topografía de la superficie terrestre; pero también deben su formación a eventos de sedimentación de una cuenca restringida, donde pueden alcanzar tamaños no muy considerables; de esta manera las colinas que se originan a partir de eventos tectónicos son los que alcanzan mayor altitud y tamaño, los cuales posteriormente serán configurados de acuerdo a su ubicación, ya sea por masas glaciares, ríos y quebradas o demás agentes erosivos.

2.3.2 Domos

Se refiere a un relieve con una ligera elevación suavemente ondulado y redondeado, que su origen se debe a diversos agentes geológicos, en ocasiones es formado por fuerzas de compresión que actúan sobre rocas plásticas formando un relieve convexo que estructuralmente adopta la forma de un anticlinal

El domo en nuestra zona de trabajo, debe su origen a un proceso diapírico. Compuesto básicamente por yesos y materiales calcáreos, a dicho domo se le denominó el Domo de Sicuanipata (Imagen 09), debido a la ubicación en el que se encuentra, sector de Acpitán, ubicado en el Sur-Oeste del Poblado de Cotabambas.



Imagen N° 8. Vista de Geoformas de Domos.



Imagen N° 9. Vista panorámica de Geoformas en la zona de estudio.

2.3.3 Fondos de valle fluvial.

Estas unidades se refieren a los cauces o áreas por donde discurren los ríos, en nuestro estudio, se determinó como única unidad, el área por donde cursa sus aguas el río Ñihuaqui de régimen irregular (Imagen 11), que se extiende desde la zona de Paullupata y Misanipampa, hasta desembocar en el río Coyllurqui (Imagen 12); riega con sus aguas durante la temporada de precipitación, la parte del valle aluvial de la Comunidad de Acpitan y Coyllurqui.

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>Imagen N° 10. Vista panorámica del río Nihuaqui.</p> | <p>Imagen N° 11. Vista del río Coyllurqui. En la derecha se observa la desembocadura del Río Ñahuinlla.</p> |

2.3.4 Cono aluvial

El área de proyecto se encuentra en esta unidad geomorfológica, exhibiendo atributos distintivos como pendientes que oscilan entre bajas y muy bajas, de 0° a 12°, vegetación escasa y un tipo de suelo desorganizado típico de depósitos aluviales. Estas características derivan de flujos o deslizamientos que se originan en las áreas elevadas de la zona de estudio.

2.3.5 Quebradas

La ubicación de esta unidad geomorfológica se extiende hacia el sur y el noreste del área de investigación, destacando por sus características morfológicas principales, como pendientes superiores a 15°, escasa vegetación y áreas con intensa erosión laminar. En nuestra área de trabajo, de acuerdo a la configuración actual del relieve que presenta, podemos observar muchísimas quebradas, las cuales muchas de ellas se encuentran muy activas representando así, un peligro para la Comunidad de Acpitán, respecto a eventos de geodinámica externa y eventos hidrometeorológicos.

- LADERAS ESCARPADAS

La unidad principal de interés se localiza en la zona de estudio, donde se observa una mayor incidencia de eventos geodinámicos, como deslizamientos, flujos, derrumbes y caída de rocas. Esta unidad se encuentra al sur del área de estudio y se caracteriza por su origen morfológico exógeno, evidenciando pendientes que varían desde moderadamente inclinadas hasta muy empinadas, superiores a 25°, con una vegetación de nivel medio.

2.3.6 Terrazas

- TERRAZAS FLUVIALES.

Estas unidades se encuentran ubicadas en las llanuras fluviales o los cauces del río. Al igual que los fondos de valle fluvial y las llanuras fluviales; también sólo se las puede hallar en las áreas de influencia del río Coyllurqui, que se encuentra en la zona Sur del Poblado de Cotabambas. Las terrazas fluviales en un principio formaron parte de los fondos de valle fluvial, posteriormente se convirtieron en llanuras fluviales hasta que terminan siendo terrazas fluviales y continuando con la activa dinámica de los ríos, éstos serán de 1°, 2° y 3° orden, y así sucesivamente dependiendo también del proceso orgánico de los andes. Su litología está conformada por sedimentos arenosos, limosos con gravas y clastos redondeados.

- TERRAZAS ALUVIALES.

Son unidades llanas a ligeramente inclinadas de naturaleza sedimentaria y se presentan como áreas depositadas por acción gravitatoria e hidrometeorológica en la zona de desagüe o piedemonte de las quebradas y/o montañas. Tomando en consideración el área de influencia y la topografía de este, clasificamos las terrazas aluviales en: Terrazas aluviales altas y Terrazas aluviales bajas; tomando en cuenta la altura o los metros sobre el nivel del mar a la que se encuentran.

- PLANICIES ANTRÓPICAS.

Se refieren a áreas llanas o ligeramente inclinadas causadas por actividades del hombre. Para nuestro estudio, esta unidad se determinó en la zona de Comumpampa la cual se encuentra ubicada en la parte baja de la comunidad campesina de Acpitán, dicho corte se realizó con la finalidad de realizar ferias agropecuarias y gastronómicas.

CAPÍTULO III

MARCO GEOLÓGICO

3.1 GENERALIDADES

En este capítulo se aborda la geología tanto a nivel regional como local. Se han elaborado mapas detallados de la zona con el propósito de obtener una representación precisa de las características del terreno y facilitar el análisis del fenómeno en estudio. De acuerdo con los principios geológicos, las montañas experimentan un proceso de peniplanización a lo largo de un extenso período de tiempo geológico. Este proceso implica la acción constante de fenómenos como la erosión, el transporte y la sedimentación. Las partículas que componen las rocas pueden variar en tamaño, dependiendo de la energía asociada a los procesos de erosión, transporte y sedimentación. (Galdos & Carrasco, 2002)

3.2 GEOLOGÍA REGIONAL

La geología regional se compone de depósitos sedimentarios que abarcan un rango de edades desde el Jurásico hasta el Cretácico. Estos depósitos incluyen las siguientes unidades geológicas: Grupo Yura, que engloba las Formaciones Puente, Cachíos, Labra, Gramadal y Hualhuani; la Formación Murco; la Formación Arcurquina; y el Intrusivo Coyllurqui.

3.2.1 Grupo Yura. (Jurásico Medio – Cretácico Inferior).

Se refiere a un grupo de unidades litológicas de origen marino, compuesta de sedimentos lutáceos, arenáceos y calcáreos agrupados en 5 formaciones relacionadas cronológicamente: Las formaciones Puente, Cachíos, Labra, Gramadal y Hualhuani, cuyas edades van desde el Jurásico medio hasta el Cretácico inferior. (Salazar, 2016)

3.2.1.1 Formación Puente (Jurásico Medio)

Desde el punto de vista de la litología, se compone principalmente de capas de areniscas con granos de tamaño medio a fino, que están intercaladas con estratos de pelitas que varían en tonalidades desde negro hasta gris, ocasionalmente presentando laminaciones, así como capas de caliza que contienen numerosos fósiles. En cuanto al color, las areniscas pueden mostrar una gama que va desde gris hasta verde y pardo. Esta formación geológica se encuentra predominantemente en la Región de Apurímac, particularmente en la zona sur. (Salazar, 2016)

3.2.1.2 Formación Cachios (Jurásico Medio) Jm-yu/ca.

Esta formación litológicamente está constituida por dos unidades litológicas. La unidad basal se compone de una secuencia de limoarcillitas negras, grises verdes y gris oscuras, intercaladas con algunos niveles delgados de areniscas grises. La unidad superior se compone de una secuencia de lutitas calcáreas muy deleznable, margas, areniscas calcáreas, areniscas cuarzosas y limolitas. Esta unidad aflora al SO de la provincia de Andahuaylas. (Salazar, 2016)

3.2.1.3 Formación Labra (Jurásico Superior) Js-yu/la.

V. Benavides (1962), lo estudió en el cerro Labra, ubicado inmediatamente al sur de la cresta de Hualhuani, en Arequipa. Litológicamente a nivel de la Región presenta una variabilidad en su constitución. En sus niveles basales está constituida principalmente por arenisca cuarzofeldespáticas, de color blanco, marrón amarillento o gris; con intercalaciones milimétricas de arenisca de grano fino a medio o con limoarenitas, limoarcillitas o lutitas negras con contenido fosilífero. A veces la intercalación se da con niveles de calizas o areniscas calcáreas. Esta unidad aflora en la provincia de Cotabambas en los distritos de Chalhahuacho y Haqira. (Salazar, 2016)

3.2.1.4 Formación Gramadal (Jurásico Superior) Js-yu/gr.

V. Benavides (1962) lo denomina Calizas Gramadal y anota que anteriormente habían sido identificadas por W. Jenks. Hacia la parte inferior se presenta una intercalación de sedimentos pelíticos, lutitas o limoarcillitas en colores variables que pueden ser negros, grises o verdes, con areniscas grises oscuras. Sobreyaciendo al nivel inferior tenemos calizas gris azulinas micritas con venillas de calcitas de hasta 7 m de espesor con presencia de fósiles. Hacia el tope, tenemos una secuencia intercalada de lutitas y areniscas con niveles carbonatados restringidos. Esta unidad aflora en la provincia de Grau, en los distritos de Marriscal Gamarra y Huayllati y en la provincia de Cotabambas, en los distritos de Chalhahuacho y Haqira. (Salazar, 2016)

3.2.1.5 Formación Hualhuani (Cretácico Inferior) Ki-yu/hu.

W. Jenks (1948) describió a esta unidad como Cuarcitas de Hualhuani. Esta formación litológicamente está compuesta por sedimentos de areniscas cuarzosas blancas y grises de grano fino, masivas y con laminaciones. Se presentan intercaladas con niveles de pelitas negras carbonosas. Se tiene afloramientos en grandes extensiones es en la provincia de Antabamba. (Salazar, 2016)

3.2.2 Formación Murco (Cretácico Inferior) Ki-Mu

Definida por Jenks, W., (1948), sobreyace concordantemente a la Formación Hualhuani. Litológicamente está constituida en su parte superior por una intercalación de limoareniscas y limoarcillas en estratos delgados centimétrico a subcentimétrico con un grosor promedio de 80 a 200 m. En la parte media se observan intercalaciones de areniscas blanquecinas a rojizas en estratos delgados (centimétrico) con limoareniscas y limoarcillas. Sus mejores afloramientos se observan en las inmediaciones del cerro Sijahui, en el poblado de Huaroco, en las nacientes de la quebrada Ñihuaqui al este del poblado de Coyllurqui, también aflora en la quebrada Chacapampa, en las inmediaciones del cerro Huaroco. Su edad se infiere teniendo en cuenta su posición estratigráfica: Así, al descansar sobre la formación Hualhuani (Grupo Yura) (Neocomiano inferior) e infrayacer a la Formación Arcurquina se le asigna la edad del Aptiano, lo que concuerda con su correlación con la Formación Murco en el cuadrángulo de Arequipa, es de origen marino con depósitos transgresivos en un ambiente de oxidación y tiene un grosor aproximado de 400 m. En muchas zonas no estaba cartografiada, debido a que estaba comprendida como parte del Grupo Yura, por

ejemplo, el afloramiento en la intersección del río Ñahuilla y el río Vilcabamba. Otro afloramiento de esta formación se observa en las nacientes de la quebrada Nihuaqui donde también estaba cartografiada como Grupo Yura. (Salazar, 2016)

3.2.3 Formación Arcurquina. (Cretácico Inferior-Superior) Kis-Ar.

La Formación Arcurquina (Jenks W., 1948), suprayace concordantemente a la Formación Murco. Aflora principalmente en la zona sur del cuadrángulo de Tambobamba, en la zona norte, en las localidades de Huanquite. Estos afloramientos rocosos constituyen las cumbres de una serie de cerros con una morfología suave. Litológicamente se le distingue tres secuencias estratificadas de calizas micríticas grises moderados; se distinguen tres divisiones:

La parte inferior de esta secuencia se caracteriza por la presencia de capas de caliza que pueden alcanzar grosores de hasta 2 metros. En la zona media, se encuentran estratos delgados de caliza intercalados ocasionalmente con niveles de dolomita, mientras que en la parte superior, se observan capas de caliza que pueden llegar a tener grosores de hasta 3 metros, alternando con niveles de caliza de menor tamaño. Esta formación geológica se encuentra por debajo de las unidades volcánicas del Grupo Tacaza y el Grupo Puno, y existe una discordancia entre ellas.

La Formación Arcurquina tiene un origen marino y se depositó en un entorno marino abierto y relativamente poco profundo. En este ambiente, se dieron condiciones propicias para el desarrollo de una abundante vida bentónica, al mismo tiempo que se registraba una intensa agitación y actividad que contribuyeron a la trituración y fragmentación del detritus calcáreo que formó las capas de caliza.

3.2.4 Intrusivos de Tonalita - GRANODIORITA.

Estos cuerpos intrusivos en la Región, tienen un emplazamiento que abarca los distritos de Curahuasi, Cotabambas, Coyllurqui, Gamarra, Huayllati, Curasco, Progreso, Tambobamba y Chalhuhhuacho.

Cuadro N° 34. Rocas Plutónicas y sus Unidades.

| PLUTÓN | UNIDAD |
|-------------------|---|
| Plutón Cotabambas | Intrusivo Cotabambas Cotabambas |
| Plutón Coyllurqui | Intrusivo Coyllurqui Coyllurqui |
| Plutón Progreso | Intrusivo Progreso Progreso Intrusivo Progreso Chalcobamba |

Imagen N° 12. Columna estratigráfica del cuadrángulo de Tambobamba 28-r

| Eratemala | Sistema | Serie | Unidad Litoestratigráfica | Grosor (m) | Litología | Descripción | | |
|-----------|--------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---|--|---|
| CENOZOICA | CUATERNARIO | Holocena | Dep. bofedral | | | Suelos orgánicos con limos y arenas finas | | |
| | | | Dep. aluvial | | | Arenas finas, limos y cantos rodados | | |
| | | | Dep. coluvial | | | Gravas, arenas redondeadas con buena clasificación | | |
| | | Pleistocena | Dep. Fluvioglacial | | | Material fragmentario, heterogéneos en forma y tamaño | | |
| | | | Dep. de morrenas | | | Bloques métricos en matriz arenosa no consolidadas con fragmentos subredondeados. | | |
| | NEÓGENO | Pliocena | Grupo Barroso C. V. Vilcarani | 20-300 | | Depósito pobre de tobas lapillíticas | | |
| | | | Miocena | -Toba Cristalolítica Soldada | 300 | | Secuencias piroclásticas intercaladas con tobas lapillis, retrabajados y volcanosedimentarios, algunos niveles de ceniza. | |
| | | -Toba de Ceniza Cementada | | 200 | | Tobas de cristales y matriz vítrea, Pg, bi, qz. | | |
| | | PALEÓGENO | Oligocena | Grupo Tacaza | -Tobas y Bloques de Ceniza | 400 | | Secuencias piroclásticas estratificadas de tobas brecha lapillis, mayormente retrabajadas (bloques y ceniza). |
| | | | | | -Volcánico Sedimentario | 300 | | Tobas lapilli intercaladas con bloques y ceniza |
| | | | | | -Tobas y Volcanoclasticos | 500 | | Secuencias volcanosedimentarias, niveles lapillíticos rojizos |
| | | | Eocena | | -Lavas, Brechas y Tobas Brecha. | 800 | | Unidad Plutónica Cotabamba |
| | | | | | -Lahares, Brechas Cz y Conglomerados | 500 | | Unidad Plutónica Llajua |
| | | | Paleocena | Gpo. Puno | Formación Soncco | 600 | | Unidad Plutónica Progreso |
| 500 | | | | | | Unidad Plutónica Coyllurqui | | |
| 500 | | Unidad Subvolcánica | | | | | | |
| MESOZOICA | CRETÁCEO | Superior | Formación Auzangate | 600 | | Lavas y brechas, en algunos lugares niveles de brechas de caliza | | |
| | | | Formación Quilque | 200 | | Secuencia volcánica de lahares y volcanoclasticos | | |
| | | | Formación Vilquechico | 100 | | | | |
| | | | Formación Ayavacas | 100 | | | | |
| | | | Formación Maras | 300 | | | | |
| | | Inferior | Formación Arcurquina | Arcurquina Superior | 300 | | Estratos intercalados de areniscas cuarzofeldespáticas volcanogénicas intercalado con niveles de limoarcilla hacia la base, en la parte superior predominancia de estratos de areniscas de grosores métricos y estrato creciente de grano decreciente. | |
| | | | | Arcurquina Medio | 500 | | Intercalación de areniscas métricas y limoarcillas rojizas | |
| | | | | Arcurquina Inferior | 300 | | | |
| | | | Formación Murco | 200 | | | | |
| | | | JURÁSICO | Superior | Grupo Yura | Formación Huahuani | 600 | |
| | Fm. Gramadal | 100 | | | | | Intercalación de areniscas cuarzofeldespáticas y niveles pelíticos rojizos arcillosos | |
| | Media | | | Formación Labra | 800 | | Intercalación de areniscas, arcillas rojas, limoarcillas verdosas y limoarcillas rojizas | |
| | | | | | | | Calizas masivas en estratos deslizados | |

FUENTE: (Galdos & Carrasco, 2002)

3.3 GEOLOGÍA LOCAL

Dentro de la delimitación de la quebrada Muji de la Microcuenca Coyllurqui, dentro de los afloramientos se encuentran la formación Arcurquina, y depósitos cuaternarios.

3.3.1 Formación Arcurquina (Cretácico Inferior) Ki-Ar.

La secuencia inferior destaca por sus estratos de caliza con grosores hasta de 2 m.

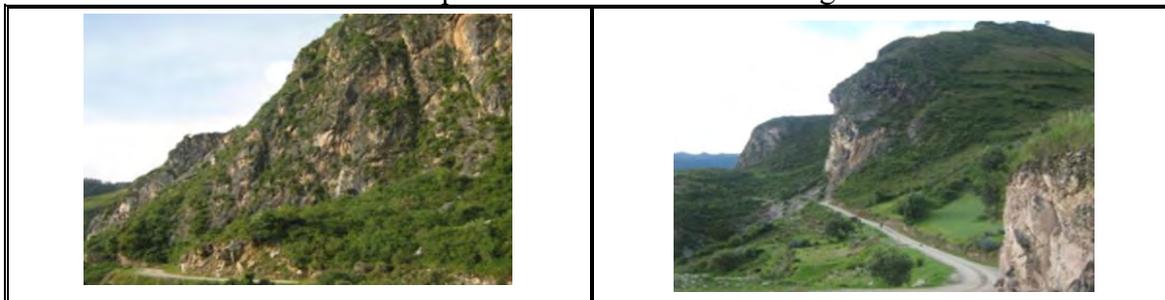


Imagen N° 13. Afloramientos de calizas de la Formación Arcurquina vista en estación de primavera.

Imagen N° 14. Afloramientos de calizas cerca a la C.C. de Pallparo del distrito de Coyllurqui en estación de primavera.



Imagen N° 15. Afloramientos de calizas de la Formación Arcurquina en estación de otoño.

Imagen N° 16. Afloramientos de calizas cerca a la C.C. de Pallparo en el distrito de Coyllurqui en otoño.

3.3.2 Depósitos Cuaternarios

Los depósitos recientes se componen de morrenas (glaciares), materiales fluvioglaciares, depósitos aluviales y coluviales

- **Depósitos glaciares y fluvioglaciares:** Depósitos fluvioglaciares y travertinos están constituidos por conglomerados con bloques y gravas angulosas de diferentes tipos de rocas en una matriz de arena en parte tobáceo.
- **Depósitos aluviales:** Están constituidos principalmente por gravas, cantos angulosos de diferentes tipos de rocas en una matriz areno arcillosa. Se encuentran conformando valles altiplánicos y valles encañonados, formando terrazas en los cauces antiguos y recientes.
- **Depósitos coluviales:** Corresponde a los depósitos de pendiente donde se incluyen los deslizamientos.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS HIDROLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS

4.1 GENERALIDADES

Este capítulo tiene como objetivo principal identificar y describir las características más relevantes de la quebrada. En este sentido, se ha recopilado información hidrológica de diversas estaciones meteorológicas y se procederá a analizar las características morfométricas de la cuenca, además de llevar a cabo el procesamiento de datos en un entorno de trabajo de oficina.

Para el análisis hidrológico, se han empleado metodologías convencionales ampliamente reconocidas, utilizando datos recopilados de cinco estaciones, los cuales provienen de fuentes proporcionadas por SENAMHI. Es importante destacar que se han considerado datos correspondientes a un período de 47 años, lo que brinda una cobertura adecuada para este estudio y es fundamental para comprender el comportamiento de las aguas pluviales en la zona de estudio que estamos investigando.

La hidrogeología, como disciplina, se enfoca en investigar el origen y la formación de las aguas subterráneas, así como en comprender las características de los acuíferos, su movimiento, régimen, reservas, interacción con el suelo y las rocas, estado físico (líquido, sólido y gaseoso) y sus propiedades (físicas, químicas, bacteriológicas y radiactivas). También se abordan las condiciones que influyen en la explotación, regulación y evacuación de estas aguas subterráneas.

4.2 HIDROLOGÍA

Para analizar el ciclo hidrológico de la quebrada Muji, es necesario recopilar información meteorológica relacionada con la cantidad de lluvia y las temperaturas. Los datos utilizados provienen de las estaciones meteorológicas ubicadas en Abancay, Paruro, Andahuaylas, Chalhuanca y Curahuasi.

En cuanto al sistema de drenaje en la zona de estudio, este se caracteriza por tener una orientación predominante de noreste a suroeste, y todos los ríos y quebradas de la región fluyen en dirección a las aguas del río Coyllurqui. Este último, en términos de cuencas hidrográficas a nivel nacional, forma parte de la Hidrografía del Apurímac.

La quebrada de Muji, que es el enfoque de nuestro estudio, recibe aportes hídricos de la laguna C'haquiccocha y el arroyo de Machu Tintayparo, ambos ubicados en la cabecera de la quebrada. Cabe mencionar que ambas fuentes de agua son temporales, y el flujo de sus aguas de escorrentía se dirige de noreste a suroeste.

4.2.1 Parámetros Hidromorfométricos de la quebrada Muji

4.2.1.1 Superficie de la cuenca

Para determinar el área y perímetro del área de estudio se delimitó la quebrada de Muji, en el cual se consideró las líneas de divisoria de aguas superficiales (Divortium Acuarium), el cual pasa por puntos más altos que separan una quebrada de otra.

Cuadro N° 35. Área y perímetro de la quebrada Muji

| | | | |
|------------------|--------------------------|-------|----------------------|
| Quebrada de Muji | Área de la quebrada | A_c | 0.649Km ² |
| | Perímetro de la quebrada | P_c | 6.188Km |

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2 Forma de la quebrada

Para identificar las características de forma se emplean varios parámetros asociados con la relación área, perímetro o la longitud del cauce de agua más largo que se define como la distancia desde el punto de la salida de desembocadura de la cuenca hasta el punto agua arriba más alejada. Los índices más usuales son:

A) Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius

Establece la conexión entre el perímetro de la cuenca y el contorno de una circunferencia con un área igual a la superficie de esa cuenca en particular. Este índice ilustra la forma de la cuenca según su delimitación, y su influencia sobre los escurrimientos y el hidrograma resultante de una precipitación. (Villon, 2002)

De otra manera, este índice se basa en la comparación con una cuenca ideal de forma circular con sus cauces dispuestos radialmente y que desembocan en el punto central (López Cadenas de Llano, 1998). Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Kc = 0.28 \frac{P}{A}$$

$$Kc = 0.28 \frac{6.188}{0.649}, \text{ entonces } Kc = 2.67$$

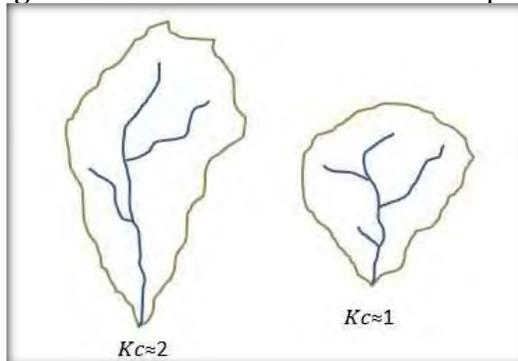
Kc=Coeficiente de Compacidad

P=Perímetro de la cuenca (Km) = 6.188

A=Área de la cuenca (Km²) = 0.649

Cuando el valor de Kc tienda a uno, la cuenca tendrá una forma casi circular. Esto significa que las crecientes tendrán mayor coincidencia debido a que los tiempos de concentración de los diferentes puntos de la cuenca serán iguales. El tiempo de concentración consiste en la duración necesaria para que una gota de agua que cae en el punto más alejado de la cuenca llegue al punto de salida o desembocadura. En cuencas muy alargadas, el valor de Kc sobrepasa a 2.

Imagen N° 17. Coeficiente de Compacidad



B) Factor de forma

Es uno de los parámetros que explica la elongación de una cuenca. Se expresa como la relación entre el área de la cuenca y la longitud de la misma. El parámetro está definido por la siguiente expresión:

$$Ff = \frac{A}{L^2}$$

Ff= Factor de forma

A=Área de la cuenca (Km²) = 0.649

P= Longitud del cauce principal de la Quebrada (Km)=1.685

$$Ff \frac{0.649}{1.685^2}, \text{ entonces } Ff = 0.226$$

Es un parámetro adimensional y la longitud de la cuenca puede considerarse según tres criterios diferentes: la longitud del cauce principal considerando su sinuosidad, la longitud del cauce principal considerando el eje del mismo, o la distancia en línea recta entre el punto de control de la cuenca y el punto más alejado de este. En este artículo, se considera esta última distancia. Si la forma de la cuenca es aproximadamente circular, entonces el valor de Ff se acercará a uno. Mientras que, las cuencas más alargadas, tendrán un Ff menor. En las cuencas alargadas, las descargas son de menor volumen debido a que el cauce de agua principal es más largo que los cauces secundarios y los tiempos de concentración para eventos de precipitación son distintos.

Cuadro N° 36. RANGOS APROXIMADOS DE FACTOR DE FORMA

| Factor de forma (valores aproximados) | Forma de la cuenca |
|---------------------------------------|---------------------------|
| <0.22 | Muy alargada |
| 0.22 a 0.30 | Alargada |
| 0.30 a 0.37 | Ligeramente alargada |
| 0.37 a 0.45 | Ni alargada ni ensanchada |
| 0.45 a 0.60 | Ligeramente ensanchada |
| 0.60 a 0.80 | Ensanchada |
| 0.80 a 1.20 | Muy ensanchada |
| >1.20 | Rodeando el desagüe |

Fuente: Perez 1979

4.2.1.3 Determinación de elementos del relieve de la Quebrada

A) Pendiente de la Quebrada

Guarda una relación significativa y multifacética con la infiltración, el flujo superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al flujo superficial. Regula la duración de la escorrentía y la acumulación de agua en los canales de drenaje. Los factores considerados para evaluar la pendiente incluyen:

- Criterio del rectángulo equivalente

$$S = \frac{H}{L} * 100$$

S = Pendiente de la Quebrada

$$H = (\text{Cota mayor-Cota menor}) / 1000$$

L = Lado mayor del rectángulo equivalente en Km

$$S = \frac{(4260-3336)/1000}{2.868} * 100, \text{ entonces } S = 32.22 \%$$

- Criterio Jusstin

$$S = \frac{H}{\sqrt{A_c}}$$

$$H = (\text{Cota mayor-Cota menor}) / 1000$$

A_c = Área de la Cuenca (Km²)

$$S = \frac{(4260-3336)/1000}{\sqrt{0.649}}, \text{ entonces } S = 114.7 \% = 48.09^\circ$$

4.2.2 Precipitación

Se recopilaron datos de precipitación de 05 estaciones Meteorológicas (Abancay, Paruro, Andahuaylas, Chalhuanca y Curahuasi), aledañas a la zona de estudio, estos registros de datos están comprendidos del año 1974 al 2020

Se calculó la precipitación en la quebrada Muji mediante la regionalización de datos de 5 estaciones meteorológicas ubicadas a una altitud media similar a la de la quebrada Muji. Se utilizaron ecuaciones de regionalización basadas en el método de regresión simple lineal (Lutz Scholz) para estimar la precipitación.

Cuadro N° 37. Cuadro de regionalización anual

| REGIONALIZACION DE LA PRECIPITACION VS ALTITUD | | | | | | | |
|--|--------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------|------------------|-------------|
| NOMBRE DE LA ESTACION | ALTITUD MEDIA msnm | PRECIPITACION TOTAL ANUAL mm/año | ECUACION DE REGRESION | | | | XY |
| | | | X ² | Y ² | X*Y ² | Y ⁴ | |
| ABANCAY | 2398 | 653.106 | 5750404 | 426547.45 | 1022860778 | 1.81943E+11 | 1566148.19 |
| PARURO | 3084 | 866.770 | 9511056 | 751289.50 | 2316976803 | 5.64436E+11 | 2673117.37 |
| ANDAHUAYLAS | 2944 | 642.616 | 8667136 | 412955.04 | 1215739631 | 1.70532E+11 | 1891860.85 |
| CHALHUANCA | 2902 | 769.520 | 8421604 | 592160.38 | 1718449410 | 3.50654E+11 | 2233145.81 |
| CURAHUASI | 2741 | 635.213 | 7513081 | 403496.07 | 1105982725 | 1.62809E+11 | 1741119.94 |
| SUMA | 14069 | 3567.224 | 39863281 | 2586448.42 | 7380009348 | 1.43037E+12 | 10105392.2 |
| n | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| PROMEDIO | 2813.8 | 713.445 | 7972656.2 | 517289.68 | 1476001870 | 2.86075E+11 | |
| FORMULAS DE REGRESION | | | | VALORES DE REGRESION | | | |
| A=SUM X | 14069 | G = C-(A ²)/n | 275928.8 | COEF. INDEPENDIENTE | | B ₀ = | 370.605643 |
| B=SUM Y | 3567.22 | H = E-A*D/n | 102260770.3 | COEF. DEPENDINTE | | B ₁ = | -525520.473 |
| C=SUM X ² | 39863281 | I = F-(D ²)/n | 92430390844 | COEF. DE CORELACION | | r = | 0.64 |
| D=SUM Y ² | 2586448.42 | B ₁ = H/G | 370.6056427 | REGIONALIZACION DE LA PRECIPITACION | | | |
| E=SUM X*Y ² | 7380009348 | B ₀ = (D-J*A)/n | -525520.4726 | | | | |
| F=SUM Y ⁴ | 1.4304E+12 | | | | | | |

Tabla N° 4. Cuadro de rangos de coeficiente de correlación

| COEFICIENTE | INTERPRETACIÓN |
|---|----------------------------------|
| $r = 1$ | Correlación positiva perfecta |
| $0.80 < r < 1$ | Correlación positiva muy alta |
| $0.60 < r < 0.80$ | Correlación positiva alta |
| $0.40 < r < 0.60$ | Correlación positiva moderada |
| $0.20 < r < 0.40$ | Correlación positiva baja |
| $0 < r < 0.20$ | Correlación positiva muy baja |
| $r = 0$ | Correlación nula |
| $-0 < r < -0.20$ | Correlación negativa muy baja |
| $-0.20 < r < -0.40$ | Correlación negativa baja |
| $-0.40 < r < -0.60$ | Correlación negativa moderada |
| $-0.60 < r < -0.80$ | Correlación negativa alta |
| $-0.80 < r < -1$ | Correlación negativa muy alta |
| $r = -1$ | Correlación negativa perfecta |

El tipo de drenaje común de la zona de estudio es detrítico donde las aguas se reúnen al afluente principal con una dirección de NE-SW hasta desembocar al río Coyllurqui y tras un recorrido de aproximadamente de unos 5.386 Km desemboca al río Vilcabamba. Para el desarrollo del presente estudio se utilizaron 5 estaciones que cuentan con información pluviométrica; las cuales son: Abancay, Paruro, Andahuaylas, Chalhuanca Y Curahuasi.

Tabla N° 5. Estaciones meteorológicas consideradas para el estudio hidrológico

| Nombre | Distrito | Provincia | Región | Ubicación | | |
|-------------|-------------|-------------|----------|-----------|----------|---------|
| | | | | Latitud | Longitud | Altitud |
| Abancay | Abancay | Abancay | Apurímac | 13°36' | 72°53' | 2,398 |
| Paruro | Paruro | Paruro | Cusco | 13°46' | 71°51' | 3,084 |
| Andahuaylas | Andahuaylas | Andahuaylas | Apurímac | 13°39' | 73°22' | 2,944 |
| Chalhuanca | Chalhuanca | Aymaraes | Apurímac | 14°17' | 73°15' | 2,902 |
| Curahuasi | Curahuasi | Abancay | Apurímac | 13°34' | 72°44' | 2,741 |

Tabla N° 6. Coordenadas geográficas entre estaciones base y zona de estudio

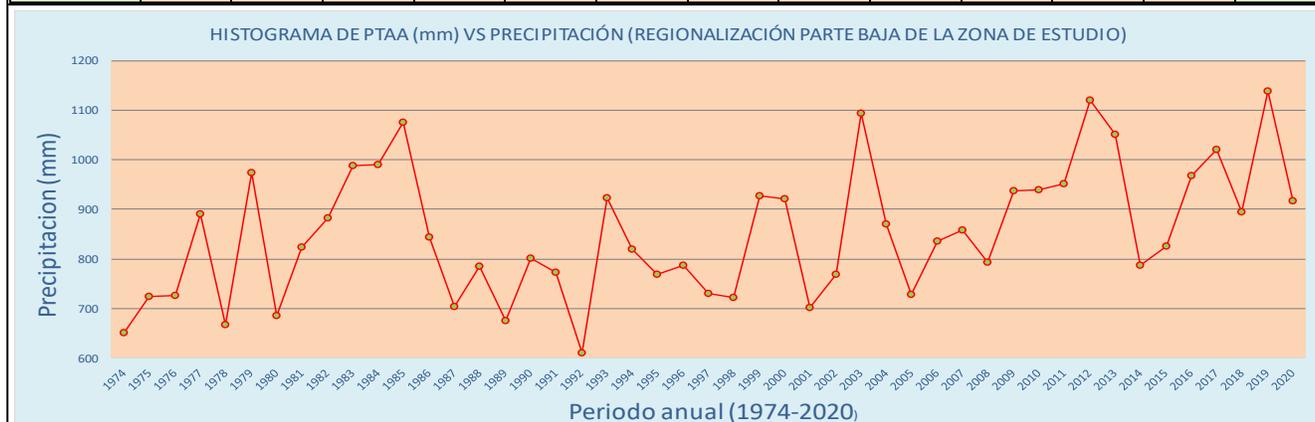
| VARIABLE | ESTACION | CUENCA | LATITUD | | | CONVERSION | LONGITUD | | | CONVERSION | ALTITUD MEDIA | PRECIPIT. TOTAL |
|-----------------------------------|--------------|-----------|---------|----|------|------------|----------|----|------|------------|---------------|-----------------|
| | | | ° | ' | '' | | ° | ' | '' | | | |
| E ₁ | ABANCAY | Vilcanota | 13 | 36 | 0 | 13.60 | 72 | 53 | 0 | 72.88 | 2398 | 653.93 |
| E ₂ | PARURO | Vilcanota | 13 | 45 | 0 | 13.75 | 71 | 51 | 0 | 71.85 | 3084 | 866.77 |
| E ₃ | ANDAHUAYLAS | Vilcanota | 13 | 39 | 0 | 13.65 | 73 | 22 | 0 | 73.37 | 2944 | 642.62 |
| E ₄ | CHALHUANCA | Vilcanota | 14 | 17 | 40 | 14.29 | 73 | 15 | 0 | 73.25 | 2902 | 770.90 |
| E ₅ | CURAHUASI | Vilcanota | 13 | 33 | 9.4 | 13.55 | 72 | 44 | 5.6 | 72.73 | 2741 | 635.21 |
| ESTACIONES EN ESTUDIO (Ei) | | | | | | | | | | | | |
| E ₆ | ALTITUD BAJA | | 13 | 49 | 43.5 | 13.83 | 72 | 24 | 32.8 | 72.41 | 3387 | 854.24 |
| E ₇ | ZONA MEDIA | | 13 | 50 | 2.57 | 13.83 | 72 | 24 | 52.1 | 72.41 | 3692 | 918.02 |
| E ₈ | ZONA ALTA | | 13 | 49 | 31 | 13.83 | 72 | 24 | 27.2 | 72.41 | 3947 | 968.12 |

Tabla N° 7. F.C por influencia altitudinal, por distancia y ubicación geográfica.

| VARIABLE | ESTACION | FACTOR DE INFLUENCIA ALTITUDINAL (a _i) | | | AJUSTE POR DISTANCIA (d _i) | | | FACTOR DE INFLUENCIA GEOGRAFICA (g _i) | | |
|----------------|-------------|--|-------|-------|--|-------|-------|---|-------|-------|
| | | BAJA | MEDIA | ALTA | BAJA | MEDIA | ALTA | BAJA | MEDIA | ALTA |
| E ₁ | ABANCAY | 1.306 | 1.404 | 1.480 | 0.527 | 0.524 | 0.526 | 0.235 | 0.236 | 0.235 |
| E ₂ | PARURO | 0.986 | 1.059 | 1.117 | 0.565 | 0.571 | 0.563 | 0.219 | 0.217 | 0.220 |
| E ₃ | ANDAHUAYLAS | 1.329 | 1.429 | 1.507 | 0.974 | 0.970 | 0.975 | 0.127 | 0.128 | 0.127 |
| E ₄ | CHALHUANCA | 1.108 | 1.191 | 1.256 | 0.961 | 0.954 | 0.964 | 0.129 | 0.130 | 0.128 |
| E ₅ | CURAHUASI | 1.345 | 1.445 | 1.524 | 0.427 | 0.426 | 0.426 | 0.290 | 0.290 | 0.290 |
| | | | | | 8.079 | 8.085 | 8.087 | | | |

Tabla N° 8. Histograma de precipitación para la parte baja de la zona de estudio desde el año 1974 al año 2020

| REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|----------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|------------|--|--|--|
| Zona: | Baja | | | Latitud | 13 | 50 | 2.57 | S | Departamento | | | Apurímac | | | | |
| Cuenca: | Apurímac | | | Longitud | 72 | 24 | 52.08 | W | Provincia | | | Cotabambas | | | | |
| Altitud | | | | 3692 .m.s.n.m. | | | | Distrito | | | Coyllurqui | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL | | | |
| 1974 | 79.56 | 130.40 | 112.23 | 72.78 | 10.55 | 4.48 | 9.03 | 11.20 | 16.55 | 36.46 | 63.98 | 103.95 | 651.172202 | | | |
| 1975 | 76.47 | 141.87 | 117.10 | 44.46 | 8.26 | 2.68 | 6.99 | 2.32 | 18.77 | 79.90 | 66.73 | 157.92 | 723.478875 | | | |
| 1976 | 126.68 | 124.23 | 115.25 | 29.66 | 31.32 | 3.12 | 1.19 | 9.41 | 40.47 | 89.27 | 85.64 | 70.88 | 727.133111 | | | |
| 1977 | 125.23 | 154.99 | 231.57 | 41.90 | 11.26 | 1.07 | 35.16 | 9.50 | 26.88 | 63.71 | 65.86 | 123.69 | 890.83294 | | | |
| 1978 | 154.65 | 101.23 | 146.57 | 22.78 | 4.43 | 4.61 | 10.89 | 17.20 | 19.30 | 45.49 | 70.59 | 68.84 | 666.577093 | | | |
| 1979 | 193.67 | 222.37 | 195.50 | 61.50 | 2.23 | 4.65 | 1.48 | 13.85 | 23.04 | 29.73 | 103.01 | 122.67 | 973.694173 | | | |
| 1980 | 141.96 | 121.16 | 136.15 | 39.91 | 10.09 | 2.48 | 7.43 | 1.27 | 34.62 | 51.46 | 39.07 | 100.61 | 686.213985 | | | |
| 1981 | 150.10 | 187.27 | 124.90 | 61.98 | 2.43 | 11.04 | 1.18 | 10.14 | 16.13 | 50.15 | 85.79 | 122.14 | 823.244885 | | | |
| 1982 | 222.98 | 213.24 | 119.22 | 30.18 | 7.54 | 1.51 | 11.54 | 14.57 | 24.70 | 43.73 | 107.54 | 85.27 | 882.016337 | | | |
| 1983 | 177.10 | 240.58 | 183.20 | 72.97 | 7.10 | 0.57 | 6.73 | 17.46 | 27.34 | 30.44 | 77.90 | 146.88 | 988.265194 | | | |
| 1984 | 286.31 | 299.78 | 144.89 | 42.76 | 1.53 | 8.41 | 7.06 | 31.79 | 21.88 | 29.69 | 70.37 | 46.67 | 991.131273 | | | |
| 1985 | 227.52 | 204.59 | 211.24 | 54.69 | 33.22 | 11.84 | 1.73 | 5.94 | 21.86 | 42.17 | 83.58 | 177.74 | 1076.11422 | | | |
| 1986 | 154.60 | 140.89 | 184.45 | 49.56 | 15.50 | 13.95 | 7.98 | 16.32 | 70.62 | 28.55 | 32.77 | 129.26 | 844.446314 | | | |
| 1987 | 122.41 | 157.87 | 99.79 | 44.20 | 6.38 | 0.67 | 7.24 | 0.33 | 22.38 | 42.71 | 84.78 | 115.75 | 704.518962 | | | |
| 1988 | 225.55 | 140.30 | 138.85 | 59.42 | 14.47 | 0.60 | 2.56 | 4.11 | 19.64 | 55.99 | 57.68 | 66.85 | 786.01739 | | | |
| 1989 | 144.13 | 157.62 | 153.64 | 58.24 | 10.55 | 0.59 | 4.90 | 11.28 | 22.51 | 19.78 | 48.43 | 44.10 | 675.767908 | | | |
| 1990 | 101.62 | 116.01 | 132.39 | 27.56 | 16.39 | 2.30 | 5.52 | 8.50 | 15.02 | 47.35 | 43.68 | 284.52 | 800.861265 | | | |
| 1991 | 135.35 | 180.88 | 82.92 | 52.58 | 18.76 | 7.68 | 1.70 | 23.08 | 30.40 | 39.41 | 90.22 | 109.16 | 772.148626 | | | |
| 1992 | 121.17 | 83.95 | 106.50 | 35.55 | 4.28 | 4.57 | 0.00 | 29.80 | 20.34 | 49.51 | 70.99 | 84.60 | 611.279669 | | | |
| 1993 | 152.60 | 142.83 | 163.78 | 55.88 | 31.32 | 1.81 | 2.64 | 20.84 | 26.71 | 55.05 | 136.37 | 134.09 | 923.934421 | | | |
| 1994 | 218.74 | 115.21 | 112.06 | 29.90 | 7.25 | 6.82 | 0.00 | 1.22 | 26.31 | 102.40 | 82.64 | 117.09 | 819.628172 | | | |
| 1995 | 190.98 | 118.99 | 118.87 | 72.95 | 6.91 | 3.24 | 0.64 | 6.22 | 28.88 | 24.32 | 79.70 | 118.22 | 769.914915 | | | |
| 1996 | 152.23 | 159.73 | 133.06 | 51.12 | 3.05 | 0.14 | 1.51 | 23.22 | 15.62 | 74.91 | 75.14 | 97.41 | 787.15595 | | | |
| 1997 | 182.48 | 108.36 | 123.84 | 32.23 | 15.42 | 6.43 | 6.51 | 12.20 | 16.75 | 46.30 | 72.92 | 106.47 | 729.916861 | | | |
| 1998 | 182.08 | 126.81 | 100.11 | 46.80 | 9.06 | 1.14 | 0.92 | 9.23 | 16.19 | 37.15 | 52.29 | 141.19 | 722.961486 | | | |
| 1999 | 207.19 | 211.28 | 148.32 | 62.63 | 28.11 | 4.56 | 0.78 | 8.34 | 39.65 | 51.50 | 56.06 | 109.62 | 928.022961 | | | |
| 2000 | 198.04 | 158.33 | 120.74 | 43.70 | 12.92 | 28.25 | 15.05 | 17.26 | 26.40 | 62.99 | 108.93 | 128.02 | 920.635403 | | | |
| 2001 | 140.77 | 118.01 | 177.88 | 21.83 | 18.84 | 7.87 | 5.42 | 10.24 | 16.67 | 46.96 | 70.70 | 66.13 | 701.320318 | | | |
| 2002 | 123.41 | 156.98 | 78.28 | 62.82 | 6.49 | 12.11 | 22.98 | 32.35 | 24.61 | 78.85 | 72.88 | 97.98 | 769.744364 | | | |
| 2003 | 163.22 | 221.81 | 239.72 | 60.01 | 21.34 | 9.86 | 2.98 | 31.91 | 24.13 | 51.62 | 107.17 | 160.07 | 1093.84664 | | | |
| 2004 | 188.25 | 193.27 | 124.95 | 48.37 | 9.19 | 3.48 | 5.96 | 6.60 | 28.81 | 35.28 | 68.18 | 158.90 | 871.251007 | | | |
| 2005 | 145.53 | 122.17 | 138.63 | 43.34 | 9.31 | 5.07 | 8.83 | 4.23 | 22.10 | 37.19 | 93.97 | 98.77 | 729.129458 | | | |
| 2006 | 197.81 | 174.01 | 112.62 | 84.34 | 5.25 | 3.10 | 2.64 | 17.68 | 19.69 | 50.99 | 74.21 | 94.59 | 836.91122 | | | |
| 2007 | 155.35 | 177.43 | 138.35 | 45.08 | 14.94 | 1.17 | 4.00 | 28.19 | 21.96 | 38.68 | 98.84 | 133.42 | 797.392458 | | | |
| 2008 | 162.22 | 135.09 | 170.62 | 35.19 | 6.94 | 5.04 | 0.48 | 4.61 | 15.95 | 60.53 | 65.24 | 130.87 | 792.768039 | | | |
| 2009 | 159.26 | 208.18 | 152.81 | 57.97 | 9.56 | 2.70 | 6.19 | 6.39 | 44.91 | 57.67 | 88.67 | 142.69 | 937.001004 | | | |
| 2010 | 188.24 | 213.59 | 169.55 | 38.56 | 7.18 | 10.95 | 10.61 | 14.40 | 13.75 | 77.35 | 56.43 | 139.77 | 940.382693 | | | |
| 2011 | 174.61 | 191.56 | 189.22 | 42.60 | 29.56 | 3.51 | 15.40 | 22.73 | 25.86 | 54.28 | 74.36 | 127.19 | 950.886207 | | | |
| 2012 | 166.78 | 229.78 | 198.32 | 73.80 | 16.49 | 4.57 | 36.48 | 11.58 | 44.38 | 81.03 | 75.38 | 182.38 | 1120.97578 | | | |
| 2013 | 197.99 | 207.66 | 194.60 | 45.61 | 8.68 | 2.25 | 2.84 | 31.83 | 27.52 | 66.98 | 99.32 | 166.59 | 1051.85119 | | | |
| 2014 | 173.53 | 183.52 | 144.97 | 54.30 | 7.16 | 10.78 | 22.37 | 11.07 | 22.81 | 23.31 | 42.98 | 90.29 | 787.09669 | | | |
| 2015 | 161.59 | 140.54 | 110.46 | 57.05 | 27.07 | 0.64 | 8.00 | 9.78 | 28.53 | 63.98 | 72.67 | 145.95 | 826.254203 | | | |
| 2016 | 186.84 | 186.17 | 157.06 | 50.21 | 3.70 | 7.46 | 1.91 | 7.91 | 19.20 | 55.19 | 137.91 | 155.43 | 968.985678 | | | |
| 2017 | 202.26 | 190.10 | 182.78 | 60.12 | 38.60 | 2.75 | 1.73 | 14.82 | 20.01 | 74.95 | 82.84 | 149.78 | 1020.75855 | | | |
| 2018 | 173.41 | 196.51 | 122.14 | 34.54 | 5.06 | 19.62 | 17.47 | 23.62 | 13.51 | 97.91 | 80.60 | 109.71 | 894.091809 | | | |
| 2019 | 231.32 | 218.22 | 170.72 | 39.90 | 36.67 | 0.98 | 8.18 | 5.25 | 17.27 | 49.56 | 165.40 | 195.72 | 1139.18477 | | | |
| 2020 | 156.41 | 206.63 | 165.46 | 44.04 | 10.31 | 14.82 | 0.95 | 4.80 | 7.98 | 65.07 | 41.38 | 199.91 | 917.757677 | | | |
| N° Datos | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | | | |
| Media | 168.08888 | 168.766363 | 146.729234 | 48.8848484 | 13.2486786 | 5.70060751 | 7.3152623 | 13.5438695 | 24.4380751 | 53.1379622 | 78.335878 | 124.675753 | 852.865412 | | | |
| Desviación Estandar | 40.2185034 | 44.391447 | 37.0545971 | 14.2909908 | 9.82729772 | 5.57238913 | 8.20449529 | 9.01908765 | 10.4154253 | 19.3807966 | 25.9029658 | 43.2980786 | 132.184529 | | | |
| Coefficiente Variación | 0.23926927 | 0.26303492 | 0.25253725 | 0.29233988 | 0.74175682 | 0.97750794 | 1.12155859 | 0.66591661 | 0.42619663 | 0.364726 | 0.33066542 | 0.34728548 | 0.15498873 | | | |
| Precipitación Máxima | 286.305504 | 299.779684 | 239.724019 | 84.3365806 | 38.603595 | 28.2485715 | 36.4789439 | 32.3474265 | 70.6223975 | 102.3979 | 165.402067 | 284.521846 | 1139.18477 | | | |
| Precipitación Mínima | 76.471731 | 83.9545309 | 78.2750156 | 21.8315058 | 1.53183864 | 0.14269446 | 0 | 0.33110099 | 7.98106473 | 19.7797751 | 32.7651562 | 44.1007674 | 611.279669 | | | |



Fuente: Elaboración propia

“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

Tabla N° 9. Histograma de precipitación para la parte media de la zona de estudio desde el año 1974 al año 2020

| REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|-------------|------------|------------|----------|
| Zona: | Media | | Latitud | | 13 | 49 | 43.53 | S | Departamento: | | Apurímac | | |
| Cuenca: | Apurímac | | Longitud | | 72 | 24 | 32.78 | W | Provincia: | | Cotabambas | | |
| Altitud: | | | 3692 m.s.n.m. | | | | | | Distrito: | | Coyllurqui | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1974 | 85.61 | 140.11 | 120.79 | 78.33 | 11.38 | 4.81 | 9.70 | 12.07 | 17.84 | 39.06 | 68.64 | 111.57 | 699.910 |
| 1975 | 82.20 | 152.50 | 125.93 | 47.77 | 8.88 | 2.89 | 7.53 | 2.50 | 20.21 | 86.21 | 71.86 | 169.68 | 778.148 |
| 1976 | 136.20 | 133.46 | 123.87 | 31.84 | 33.70 | 3.35 | 1.28 | 10.13 | 43.32 | 95.85 | 91.87 | 76.22 | 781.095 |
| 1977 | 134.79 | 166.71 | 248.90 | 44.98 | 12.10 | 1.16 | 37.93 | 10.23 | 28.96 | 68.46 | 70.77 | 132.74 | 957.721 |
| 1978 | 166.34 | 108.75 | 157.57 | 24.50 | 4.77 | 4.97 | 11.74 | 18.55 | 20.80 | 48.92 | 75.69 | 73.94 | 716.554 |
| 1979 | 207.12 | 237.72 | 209.33 | 66.16 | 2.39 | 5.01 | 1.60 | 14.95 | 24.71 | 31.99 | 110.51 | 131.69 | 1043.181 |
| 1980 | 152.88 | 130.11 | 146.23 | 42.92 | 10.88 | 2.68 | 8.01 | 1.37 | 37.29 | 55.41 | 41.94 | 108.30 | 738.028 |
| 1981 | 161.42 | 201.55 | 134.09 | 66.64 | 2.61 | 11.90 | 1.27 | 10.92 | 17.31 | 53.96 | 92.25 | 131.09 | 885.012 |
| 1982 | 240.19 | 229.16 | 128.14 | 32.49 | 8.06 | 1.62 | 12.46 | 15.69 | 26.51 | 46.96 | 115.44 | 91.65 | 948.377 |
| 1983 | 190.60 | 258.07 | 196.42 | 78.62 | 7.65 | 0.62 | 7.26 | 18.78 | 29.47 | 32.57 | 83.84 | 157.47 | 1061.378 |
| 1984 | 306.99 | 321.51 | 155.31 | 46.18 | 1.66 | 9.08 | 7.54 | 34.33 | 23.54 | 31.86 | 75.27 | 50.05 | 1063.321 |
| 1985 | 243.47 | 219.32 | 226.21 | 58.83 | 35.80 | 12.75 | 1.86 | 6.41 | 23.58 | 45.42 | 89.75 | 190.79 | 1154.215 |
| 1986 | 166.31 | 151.65 | 198.45 | 53.21 | 16.69 | 15.05 | 8.56 | 17.58 | 76.07 | 30.59 | 35.10 | 138.51 | 907.776 |
| 1987 | 131.42 | 169.76 | 107.41 | 47.46 | 6.87 | 0.71 | 7.80 | 0.36 | 24.12 | 45.87 | 91.24 | 124.35 | 757.359 |
| 1988 | 242.47 | 150.99 | 149.38 | 63.88 | 15.58 | 0.65 | 2.73 | 4.36 | 21.10 | 60.27 | 62.05 | 71.78 | 845.244 |
| 1989 | 154.50 | 169.08 | 165.14 | 62.58 | 11.29 | 0.64 | 5.26 | 12.13 | 24.18 | 21.21 | 51.87 | 47.29 | 725.189 |
| 1990 | 109.00 | 124.39 | 141.96 | 29.50 | 17.66 | 2.45 | 5.96 | 9.03 | 16.16 | 50.96 | 46.80 | 305.84 | 859.697 |
| 1991 | 145.51 | 194.48 | 89.05 | 56.55 | 20.13 | 8.28 | 1.84 | 24.93 | 32.71 | 42.31 | 96.95 | 117.05 | 829.785 |
| 1992 | 130.17 | 90.16 | 114.49 | 38.12 | 4.57 | 4.93 | 0.00 | 32.12 | 21.85 | 53.32 | 76.24 | 90.74 | 656.719 |
| 1993 | 164.08 | 153.38 | 175.98 | 59.98 | 33.77 | 1.95 | 2.83 | 22.44 | 28.65 | 59.11 | 146.63 | 144.23 | 993.030 |
| 1994 | 235.04 | 123.95 | 120.06 | 32.07 | 7.77 | 7.34 | 0.00 | 1.31 | 28.22 | 110.11 | 88.58 | 125.75 | 880.210 |
| 1995 | 205.14 | 127.86 | 127.71 | 78.71 | 7.46 | 3.50 | 0.70 | 6.73 | 31.14 | 26.20 | 85.58 | 127.07 | 827.788 |
| 1996 | 163.52 | 171.78 | 143.27 | 55.10 | 3.29 | 0.15 | 1.61 | 25.05 | 16.78 | 80.59 | 80.57 | 104.48 | 846.202 |
| 1997 | 196.12 | 116.43 | 132.75 | 34.63 | 16.62 | 6.93 | 7.03 | 13.10 | 17.97 | 49.80 | 78.42 | 114.54 | 784.339 |
| 1998 | 196.09 | 136.57 | 107.85 | 50.50 | 9.79 | 1.22 | 0.99 | 9.82 | 17.32 | 39.95 | 55.98 | 151.61 | 777.690 |
| 1999 | 222.92 | 226.92 | 159.25 | 67.37 | 30.34 | 4.92 | 0.84 | 9.00 | 42.62 | 55.41 | 60.19 | 117.68 | 997.466 |
| 2000 | 212.99 | 170.03 | 129.68 | 46.99 | 13.93 | 30.46 | 16.11 | 18.62 | 28.45 | 67.77 | 116.96 | 137.59 | 989.573 |
| 2001 | 151.41 | 126.69 | 190.87 | 23.43 | 20.31 | 8.47 | 5.83 | 11.02 | 17.84 | 50.49 | 75.88 | 70.98 | 753.242 |
| 2002 | 132.38 | 168.96 | 84.10 | 67.45 | 6.98 | 13.05 | 24.76 | 34.90 | 26.37 | 84.73 | 78.34 | 105.07 | 827.084 |
| 2003 | 175.36 | 237.91 | 257.13 | 64.66 | 23.01 | 10.64 | 3.21 | 34.41 | 26.02 | 55.63 | 115.31 | 172.27 | 1175.567 |
| 2004 | 202.05 | 207.84 | 134.09 | 51.93 | 9.89 | 3.74 | 6.41 | 7.10 | 30.94 | 37.93 | 73.33 | 170.74 | 936.007 |
| 2005 | 156.60 | 131.34 | 149.09 | 46.58 | 10.01 | 5.46 | 9.51 | 4.56 | 23.79 | 39.97 | 100.71 | 106.21 | 783.837 |
| 2006 | 212.83 | 187.46 | 121.24 | 90.69 | 5.62 | 3.33 | 2.85 | 19.08 | 21.17 | 54.84 | 79.63 | 101.55 | 900.290 |
| 2007 | 167.31 | 190.97 | 148.90 | 48.39 | 16.02 | 1.26 | 4.30 | 30.44 | 23.58 | 41.56 | 106.14 | 143.29 | 922.143 |
| 2008 | 174.47 | 144.97 | 182.98 | 37.72 | 7.45 | 5.42 | 0.51 | 4.96 | 17.06 | 65.04 | 70.11 | 140.78 | 851.478 |
| 2009 | 171.14 | 224.13 | 164.16 | 62.39 | 10.30 | 2.91 | 6.68 | 6.87 | 48.39 | 61.99 | 95.18 | 153.03 | 1007.180 |
| 2010 | 202.67 | 229.57 | 181.99 | 41.52 | 7.73 | 11.81 | 11.46 | 15.53 | 14.80 | 83.23 | 60.63 | 150.23 | 1011.166 |
| 2011 | 188.00 | 205.93 | 203.13 | 45.92 | 31.90 | 3.78 | 16.62 | 24.50 | 27.74 | 58.24 | 79.83 | 136.40 | 1021.995 |
| 2012 | 179.10 | 247.22 | 213.24 | 79.38 | 17.73 | 4.92 | 39.38 | 12.49 | 47.77 | 87.15 | 81.07 | 196.14 | 1205.588 |
| 2013 | 212.60 | 223.24 | 209.14 | 48.93 | 9.36 | 2.42 | 3.05 | 34.30 | 29.66 | 72.05 | 106.50 | 178.99 | 1130.259 |
| 2014 | 186.55 | 197.60 | 155.37 | 58.47 | 7.72 | 11.64 | 24.15 | 11.94 | 24.61 | 25.04 | 46.08 | 97.15 | 846.313 |
| 2015 | 173.60 | 151.21 | 118.81 | 61.34 | 29.18 | 0.69 | 8.64 | 10.51 | 30.66 | 68.83 | 78.20 | 157.00 | 888.656 |
| 2016 | 200.96 | 200.07 | 168.44 | 53.89 | 3.95 | 8.03 | 2.05 | 8.50 | 20.61 | 59.41 | 148.16 | 166.71 | 1040.802 |
| 2017 | 217.64 | 204.29 | 196.44 | 64.58 | 41.58 | 2.96 | 1.86 | 15.96 | 21.54 | 80.65 | 89.02 | 161.10 | 1097.618 |
| 2018 | 186.55 | 211.18 | 131.17 | 37.18 | 5.46 | 21.10 | 18.79 | 25.45 | 14.52 | 105.43 | 86.50 | 117.97 | 961.295 |
| 2019 | 249.06 | 234.91 | 183.43 | 42.86 | 39.15 | 1.06 | 8.81 | 5.65 | 18.63 | 53.21 | 177.70 | 210.34 | 1224.805 |
| 2020 | 168.30 | 222.11 | 177.82 | 47.35 | 11.09 | 15.94 | 1.02 | 5.17 | 8.59 | 70.07 | 44.38 | 215.05 | 986.906 |
| N° Datos | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47.000 |
| Media | 180.674209 | 181.362194 | 157.590898 | 52.5651727 | 14.2568766 | 6.14198655 | 7.87977712 | 14.5928584 | 26.2800282 | 57.14135721 | 84.1213034 | 133.93036 | 916.537 |
| Desviación Estandar | 43.1833676 | 47.6340449 | 39.7190983 | 15.3984586 | 10.5767797 | 6.00588216 | 8.8498297 | 9.73436126 | 11.2165515 | 20.8682454 | 27.8463964 | 46.5572666 | 141.941 |
| Coefficiente Variación | 0.23901235 | 0.26264595 | 0.25203929 | 0.29294032 | 0.74187215 | 0.97784033 | 1.1231066 | 0.66706337 | 0.42680896 | 0.365203881 | 0.33102669 | 0.34762295 | 0.155 |
| Precipitación Máxima | 306.994954 | 321.509552 | 257.132573 | 90.6882726 | 41.5799853 | 30.4640883 | 39.3807563 | 34.8976881 | 76.0653232 | 110.1075371 | 177.703442 | 305.842142 | 1224.805 |
| Precipitación Mínima | 82.1957079 | 90.163982 | 84.095416 | 23.4302575 | 1.6551926 | 0.15440058 | 0 | 0.35755577 | 8.58997087 | 21.20984261 | 35.1043852 | 47.2936615 | 656.719 |

HISTOGRAMA DE PTAA (mm) VS PRECIPITACIÓN (REGIONALIZACIÓN PARTE MEDIA DE LA ZONA DE ESTUDIO)



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10. Histograma de precipitación para la parte alta de la zona de estudio desde el año 1974 al año 2020

| REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|------------|--|
| Zona: | Alta | | | Latitud | 13 | 49 | 30.99 | S | Departamento: | | | | Apurímac | |
| Cuenca: | Apurímac | | | Longitud | 72 | 24 | 27.2 | W | Provincia: | | | | Cotabambas | |
| Altitud: | | | | | | | | Distrito: | | | | | | |
| 3947 m.s.n.m. | | | | | | | | Coyllurqui | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL | |
| 1974 | 90.16 | 147.76 | 127.15 | 82.40 | 11.95 | 5.08 | 10.24 | 12.69 | 18.72 | 41.33 | 72.50 | 117.82 | 737.79 | |
| 1975 | 86.64 | 160.72 | 132.65 | 50.39 | 9.36 | 3.03 | 7.92 | 2.63 | 21.25 | 90.47 | 75.59 | 179.07 | 819.72 | |
| 1976 | 143.60 | 140.82 | 130.66 | 33.64 | 35.47 | 3.54 | 1.35 | 10.66 | 45.93 | 101.18 | 97.08 | 80.33 | 824.25 | |
| 1977 | 141.84 | 175.64 | 262.39 | 47.47 | 12.76 | 1.21 | 39.74 | 10.76 | 30.43 | 72.20 | 74.73 | 140.26 | 1009.42 | |
| 1978 | 175.23 | 114.74 | 166.06 | 25.82 | 5.01 | 5.22 | 12.32 | 19.45 | 21.85 | 51.53 | 80.02 | 78.04 | 755.31 | |
| 1979 | 219.67 | 252.33 | 221.75 | 69.67 | 2.53 | 5.27 | 1.68 | 15.66 | 26.11 | 33.68 | 116.84 | 139.10 | 1104.29 | |
| 1980 | 160.72 | 137.33 | 154.29 | 45.21 | 11.42 | 2.80 | 8.42 | 1.44 | 39.18 | 58.30 | 44.29 | 113.99 | 777.38 | |
| 1981 | 170.07 | 212.14 | 141.56 | 70.23 | 2.75 | 12.50 | 1.34 | 11.49 | 18.30 | 56.83 | 97.31 | 138.47 | 932.99 | |
| 1982 | 252.57 | 241.66 | 135.15 | 34.20 | 8.56 | 1.71 | 13.06 | 16.51 | 27.98 | 49.54 | 121.97 | 96.64 | 999.54 | |
| 1983 | 200.60 | 272.72 | 207.69 | 82.63 | 8.05 | 0.64 | 7.61 | 19.77 | 30.93 | 34.51 | 88.26 | 166.56 | 1119.97 | |
| 1984 | 324.63 | 339.86 | 164.21 | 48.36 | 1.73 | 9.51 | 8.01 | 35.94 | 24.75 | 33.64 | 79.82 | 52.88 | 1123.31 | |
| 1985 | 258.08 | 231.98 | 239.55 | 62.01 | 37.63 | 13.42 | 1.96 | 6.72 | 24.74 | 47.76 | 94.78 | 201.48 | 1220.11 | |
| 1986 | 175.15 | 159.60 | 208.99 | 56.19 | 17.55 | 15.78 | 9.04 | 18.48 | 79.95 | 32.40 | 37.17 | 146.58 | 956.87 | |
| 1987 | 138.83 | 178.83 | 112.99 | 50.12 | 7.24 | 0.76 | 8.20 | 0.37 | 25.33 | 48.43 | 96.04 | 131.18 | 798.32 | |
| 1988 | 255.61 | 158.89 | 157.31 | 67.36 | 16.40 | 0.67 | 2.90 | 4.66 | 22.26 | 63.43 | 65.32 | 75.73 | 890.54 | |
| 1989 | 163.47 | 178.74 | 174.12 | 66.01 | 11.96 | 0.67 | 5.56 | 12.77 | 25.51 | 22.42 | 54.91 | 49.97 | 766.10 | |
| 1990 | 115.21 | 131.54 | 150.03 | 31.27 | 18.57 | 2.62 | 6.25 | 9.65 | 17.02 | 53.59 | 49.51 | 322.84 | 908.10 | |
| 1991 | 153.30 | 204.89 | 93.96 | 59.54 | 21.25 | 8.70 | 1.93 | 26.09 | 34.41 | 44.66 | 102.25 | 123.72 | 874.69 | |
| 1992 | 137.30 | 95.16 | 120.65 | 40.33 | 4.86 | 5.17 | 0.00 | 33.74 | 23.05 | 56.07 | 80.48 | 95.96 | 692.77 | |
| 1993 | 172.97 | 161.93 | 185.63 | 63.39 | 35.47 | 2.04 | 2.99 | 23.63 | 30.26 | 62.40 | 154.55 | 152.02 | 1047.29 | |
| 1994 | 247.91 | 130.51 | 127.09 | 33.89 | 8.21 | 7.71 | 0.00 | 1.37 | 29.82 | 116.19 | 93.77 | 132.78 | 929.26 | |
| 1995 | 216.42 | 134.84 | 134.78 | 82.54 | 7.82 | 3.67 | 0.73 | 7.03 | 32.67 | 27.52 | 90.39 | 134.01 | 872.42 | |
| 1996 | 172.53 | 181.03 | 150.69 | 57.89 | 3.46 | 0.16 | 1.72 | 26.28 | 17.71 | 84.90 | 85.24 | 110.43 | 892.05 | |
| 1997 | 206.80 | 122.88 | 140.46 | 36.53 | 17.47 | 7.28 | 7.37 | 13.84 | 18.98 | 52.43 | 82.67 | 120.69 | 827.41 | |
| 1998 | 206.25 | 143.66 | 113.39 | 52.96 | 10.25 | 1.29 | 1.04 | 10.48 | 18.35 | 42.10 | 59.33 | 160.06 | 819.17 | |
| 1999 | 234.75 | 239.50 | 168.11 | 70.97 | 31.78 | 5.17 | 0.88 | 9.44 | 44.92 | 58.38 | 63.57 | 124.28 | 1051.76 | |
| 2000 | 224.44 | 179.49 | 136.83 | 49.51 | 14.63 | 31.98 | 17.09 | 19.55 | 29.88 | 71.37 | 123.44 | 145.14 | 1043.35 | |
| 2001 | 159.59 | 133.74 | 201.64 | 24.76 | 21.33 | 8.91 | 6.15 | 11.62 | 18.90 | 53.24 | 80.19 | 74.98 | 795.05 | |
| 2002 | 139.92 | 177.84 | 88.77 | 71.25 | 7.37 | 13.72 | 26.05 | 36.61 | 27.92 | 89.42 | 82.64 | 111.15 | 872.65 | |
| 2003 | 185.04 | 251.59 | 271.83 | 67.96 | 24.17 | 11.17 | 3.37 | 36.12 | 27.30 | 58.45 | 121.44 | 181.40 | 1239.83 | |
| 2004 | 213.42 | 218.97 | 141.65 | 54.83 | 10.42 | 3.95 | 6.76 | 7.48 | 32.67 | 40.00 | 77.28 | 180.17 | 987.61 | |
| 2005 | 164.84 | 138.46 | 157.08 | 49.12 | 10.55 | 5.74 | 10.01 | 4.79 | 25.02 | 42.15 | 106.58 | 111.98 | 826.33 | |
| 2006 | 224.15 | 197.03 | 127.58 | 95.56 | 5.95 | 3.51 | 2.99 | 19.99 | 22.30 | 57.79 | 84.17 | 107.27 | 948.30 | |
| 2007 | 175.90 | 200.98 | 156.78 | 51.10 | 16.94 | 1.32 | 4.53 | 31.86 | 24.87 | 43.86 | 112.04 | 151.31 | 971.51 | |
| 2008 | 183.76 | 153.19 | 193.47 | 39.90 | 7.87 | 5.71 | 0.54 | 5.23 | 18.09 | 68.61 | 73.99 | 148.31 | 898.68 | |
| 2009 | 180.46 | 235.82 | 173.16 | 65.67 | 10.84 | 3.04 | 7.01 | 7.23 | 50.84 | 65.34 | 100.58 | 161.80 | 1061.80 | |
| 2010 | 213.24 | 241.97 | 192.17 | 43.69 | 8.13 | 12.39 | 12.01 | 16.30 | 15.58 | 87.63 | 63.98 | 158.42 | 1065.50 | |
| 2011 | 197.69 | 217.10 | 214.52 | 48.25 | 33.45 | 3.98 | 17.43 | 25.74 | 29.33 | 61.53 | 84.32 | 144.24 | 1077.59 | |
| 2012 | 189.07 | 260.42 | 224.78 | 83.64 | 18.68 | 5.17 | 41.27 | 13.10 | 50.27 | 91.81 | 85.40 | 206.77 | 1270.40 | |
| 2013 | 224.43 | 235.38 | 220.46 | 51.69 | 9.82 | 2.54 | 3.21 | 36.06 | 31.15 | 75.91 | 112.69 | 188.85 | 1192.19 | |
| 2014 | 196.71 | 207.87 | 164.47 | 61.53 | 8.11 | 12.20 | 25.31 | 12.52 | 25.81 | 26.41 | 48.72 | 102.26 | 891.91 | |
| 2015 | 183.19 | 159.28 | 125.21 | 64.67 | 30.67 | 0.73 | 9.06 | 11.08 | 32.31 | 72.48 | 82.36 | 165.36 | 936.40 | |
| 2016 | 211.63 | 211.07 | 178.02 | 56.93 | 4.20 | 8.45 | 2.17 | 8.97 | 21.77 | 62.53 | 156.29 | 176.27 | 1098.29 | |
| 2017 | 229.13 | 215.48 | 207.15 | 68.13 | 43.70 | 3.11 | 1.96 | 16.77 | 22.67 | 84.92 | 93.92 | 169.70 | 1156.63 | |
| 2018 | 196.46 | 222.63 | 138.38 | 39.11 | 5.72 | 22.22 | 19.78 | 26.74 | 15.30 | 110.96 | 91.41 | 124.32 | 1013.03 | |
| 2019 | 262.02 | 247.17 | 193.51 | 45.21 | 41.62 | 1.11 | 9.27 | 5.95 | 19.54 | 56.19 | 187.52 | 221.86 | 1290.97 | |
| 2020 | 177.14 | 234.17 | 187.55 | 49.89 | 11.69 | 16.79 | 1.08 | 5.43 | 9.04 | 73.73 | 46.91 | 226.54 | 1039.96 | |
| N° Datos | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | |
| Media | 190.479702 | 191.26269 | 166.304873 | 55.3923811 | 15.0075107 | 6.45507739 | 8.28262881 | 15.3344005 | 27.6803837 | 60.2173323 | 88.8137499 | 141.339918 | 966.570647 | |
| Desviación Estandar | 45.5883416 | 50.3246842 | 42.0171684 | 16.1842075 | 11.1295873 | 6.30972087 | 9.28183889 | 10.2046632 | 11.7919993 | 21.9699647 | 29.3627052 | 49.1084426 | 149.846388 | |
| Coficiente Variación | 0.23933438 | 0.26311814 | 0.25265146 | 0.29217389 | 0.74160116 | 0.97748183 | 1.12063924 | 0.6654752 | 0.42600563 | 0.36484454 | 0.3306099 | 0.34744921 | 0.1550289 | |
| Precipitación Máxima | 324.62696 | 339.856511 | 271.828921 | 95.5597455 | 43.6982283 | 31.984224 | 41.267844 | 36.6121956 | 79.9462188 | 116.189134 | 187.52226 | 322.842772 | 1290.96923 | |
| Precipitación Mínima | 86.6382427 | 95.1558634 | 88.7726448 | 24.7557001 | 1.73052186 | 0.16104232 | 0 | 0.37422803 | 9.03634978 | 22.4171025 | 37.1676506 | 49.969295 | 692.766951 | |



Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 38. Comparación de precipitación promedio anual por zonas

| ZONA | MÍNIMA | MÁXIMA |
|------------|--------|---------|
| BAJA | 611.28 | 1139.18 |
| ZONA MEDIA | 655.72 | 1224.81 |
| ZONA ALTA | 692.77 | 1290.97 |

4.2.3 Metodología de Gumbel

La distribución de Gumbel ha sido utilizada con buenos resultados para valores extremos independientes de variables meteorológicas y parece ajustarse bastante bien a los valores máximos de la precipitación en diferentes intervalos de tiempo y después de muchos años de uso parece también confirmarse su utilidad en los problemas prácticos de ingeniería de dimensionamiento de redes de drenaje y diversas obras hidráulicas. En nuestro trabajo, se ha empleado para el estudio de los períodos de retorno de las precipitaciones máximas registradas en periodo de años.

$$\text{Media} \quad \bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

$$\text{Desviación Standar} \quad S = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

$$S_x = \frac{\beta\pi}{\sqrt{6}} \quad \bar{x} = \mu + \beta \left[-\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right]$$

$$\beta = Sx \sqrt{6} / \pi \quad Xt = \mu + y\beta$$

$$y_T = \left[-\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right] \cdot \quad F(x; u, \beta) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\beta}\right)}}$$

$$x_{Tc} = 1.13 * Xt$$

- Se determina el valor de dispersión ($\beta = 33.007$) para el periodo de retorna en la parte alta de la zona de estudio.
- Se obtiene un valor medio ($\mu = 198.912$) para el periodo de retorno en la parte alta de la zona de estudio.

Tabla N° 11. Determinación de periodos de retorno en la parte alta de la zona de estudio desde el año 1974 al año 2020.

DETERMINACIÓN DE PERIODOS DE RETORNO DE ZONA ALTA

| N° DE DATOS | AÑO | PRE. AMX. ANUAL |
|-------------|------|-----------------|
| 1 | 1974 | 147.73 |
| 2 | 1975 | 179.03 |
| 3 | 1976 | 143.57 |
| 4 | 1977 | 262.33 |
| 5 | 1978 | 175.19 |
| 6 | 1979 | 252.27 |
| 7 | 1980 | 160.69 |
| 8 | 1981 | 212.09 |
| 9 | 1982 | 252.51 |
| 10 | 1983 | 272.66 |
| 11 | 1984 | 339.78 |
| 12 | 1985 | 258.02 |
| 13 | 1986 | 208.94 |
| 14 | 1987 | 178.79 |
| 15 | 1988 | 255.55 |
| 16 | 1989 | 178.70 |
| 17 | 1990 | 322.77 |
| 18 | 1991 | 204.84 |
| 19 | 1992 | 137.27 |
| 20 | 1993 | 185.59 |
| 21 | 1994 | 247.85 |
| 22 | 1995 | 216.37 |
| 23 | 1996 | 180.99 |
| 24 | 1997 | 206.75 |
| 25 | 1998 | 206.21 |
| 26 | 1999 | 239.45 |
| 27 | 2000 | 224.39 |
| 28 | 2001 | 201.60 |
| 29 | 2002 | 177.79 |
| 30 | 2003 | 271.77 |
| 31 | 2004 | 218.92 |
| 32 | 2005 | 164.80 |
| 33 | 2006 | 224.10 |
| 34 | 2007 | 200.94 |
| 35 | 2008 | 193.43 |
| 36 | 2009 | 235.76 |
| 37 | 2010 | 241.92 |
| 38 | 2011 | 217.05 |
| 39 | 2012 | 260.36 |
| 40 | 2013 | 235.32 |
| 41 | 2014 | 207.82 |
| 42 | 2015 | 183.15 |
| 43 | 2016 | 211.58 |
| 44 | 2017 | 229.08 |
| 45 | 2018 | 222.58 |
| 46 | 2019 | 261.96 |
| 47 | 2020 | 234.11 |

$$y_T = \left[-\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right] \cdot X_t = \mu + \gamma\beta \quad F(x; u, \beta) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\beta}\right)}} \quad x_{Tc} = 1.13 * X_t$$

| PERIODO DE RETORNO | Yt | Xt | F(x) | Xt corregido |
|--------------------|------|--------|------|--------------|
| 2 | 0.37 | 211.01 | 0.50 | 238.44 |
| 5 | 1.50 | 248.42 | 0.80 | 280.72 |
| 10 | 2.25 | 273.19 | 0.90 | 308.71 |
| 13 | 2.53 | 282.26 | 0.92 | 318.96 |
| 15 | 2.67 | 287.17 | 0.93 | 324.50 |
| 20 | 2.97 | 296.95 | 0.95 | 335.55 |
| 25 | 3.20 | 304.49 | 0.96 | 344.07 |
| 50 | 3.90 | 327.70 | 0.98 | 370.31 |
| 100 | 4.60 | 350.75 | 0.99 | 396.35 |
| 200 | 5.30 | 373.71 | 1.00 | 422.30 |
| 500 | 6.21 | 404.01 | 1.00 | 456.53 |

| | |
|----------------|--------|
| N° Datos | 47 |
| Media | 217.96 |
| Desv. Estandar | 42.33 |
| Cof. Variacion | 0.19 |
| Prec. Max. | 339.78 |
| Prec. Min. | 137.27 |

| | |
|---------|---------|
| β | 33.007 |
| μ | 198.912 |

Tabla N° 12. Determinación de periodo de retorno en la parte media de la zona de estudio desde el año 1974 al año 2020.

DETERMINACION DE PERIODO DE RETORNO EN ZONA MEDIA

| N° DE DATOS | AÑO | PRE. AMX. ANUAL |
|-------------|------|-----------------|
| 1 | 1974 | 140.11 |
| 2 | 1975 | 169.68 |
| 3 | 1976 | 136.20 |
| 4 | 1977 | 248.90 |
| 5 | 1978 | 166.34 |
| 6 | 1979 | 237.72 |
| 7 | 1980 | 152.88 |
| 8 | 1981 | 201.55 |
| 9 | 1982 | 240.19 |
| 10 | 1983 | 258.07 |
| 11 | 1984 | 321.51 |
| 12 | 1985 | 243.47 |
| 13 | 1986 | 198.45 |
| 14 | 1987 | 169.76 |
| 15 | 1988 | 242.47 |
| 16 | 1989 | 169.08 |
| 17 | 1990 | 305.84 |
| 18 | 1991 | 194.48 |
| 19 | 1992 | 130.17 |
| 20 | 1993 | 175.98 |
| 21 | 1994 | 235.04 |
| 22 | 1995 | 205.14 |
| 23 | 1996 | 171.78 |
| 24 | 1997 | 196.12 |
| 25 | 1998 | 196.09 |
| 26 | 1999 | 226.92 |
| 27 | 2000 | 212.99 |
| 28 | 2001 | 190.87 |
| 29 | 2002 | 168.96 |
| 30 | 2003 | 257.13 |
| 31 | 2004 | 207.84 |
| 32 | 2005 | 156.60 |
| 33 | 2006 | 212.83 |
| 34 | 2007 | 190.97 |
| 35 | 2008 | 182.98 |
| 36 | 2009 | 224.13 |
| 37 | 2010 | 229.57 |
| 38 | 2011 | 205.93 |
| 39 | 2012 | 247.22 |
| 40 | 2013 | 223.24 |
| 41 | 2014 | 197.60 |
| 42 | 2015 | 173.60 |
| 43 | 2016 | 200.96 |
| 44 | 2017 | 217.64 |
| 45 | 2018 | 211.18 |
| 46 | 2019 | 249.06 |
| 47 | 2020 | 222.11 |

$$y_T = \left[-\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right] \cdot X_t = \mu + y\beta \quad F(x; u, \beta) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\beta}\right)^2}} \quad x_{Tc} = 1.13 * X_t$$

| PERIODO DE RETORNO | Yt | Xt | F(x) | Xt corregido |
|--------------------|------|--------|------|--------------|
| 2 | 0.37 | 198.56 | 0.50 | 224.37 |
| 5 | 1.50 | 233.93 | 0.80 | 264.34 |
| 10 | 2.25 | 257.34 | 0.90 | 290.80 |
| 13 | 2.53 | 265.92 | 0.92 | 300.49 |
| 15 | 2.67 | 270.55 | 0.93 | 305.73 |
| 20 | 2.97 | 279.80 | 0.95 | 316.18 |
| 25 | 3.20 | 286.93 | 0.96 | 324.23 |
| 50 | 3.90 | 308.88 | 0.98 | 349.03 |
| 100 | 4.60 | 330.66 | 0.99 | 373.65 |
| 200 | 5.30 | 352.37 | 1.00 | 398.18 |
| 500 | 6.21 | 381.01 | 1.00 | 430.54 |

| | |
|-----------------|--------|
| N° Datos | 47.00 |
| Media | 205.14 |
| Desv. Estandar | 40.02 |
| Coef. Variacion | 0.20 |
| Prec. Max. | 321.51 |
| Prec. Min. | 130.17 |

| | |
|---------|---------|
| β | 31.203 |
| μ | 187.125 |

Tabla N° 13. Determinación de periodo de retorno en la parte baja de la zona de estudio con periodo de tiempo del año 1974 al año 2020.

DETERMINACIÓN DE PERIODOS DE RETORNO EN ZONA BAJA

| N° DE DATOS | AÑO | PRE. AMX. ANUAL |
|-------------|------|-----------------|
| 1 | 1974 | 130.40 |
| 2 | 1975 | 157.92 |
| 3 | 1976 | 126.68 |
| 4 | 1977 | 231.57 |
| 5 | 1978 | 154.65 |
| 6 | 1979 | 222.37 |
| 7 | 1980 | 141.96 |
| 8 | 1981 | 187.27 |
| 9 | 1982 | 222.98 |
| 10 | 1983 | 240.58 |
| 11 | 1984 | 299.78 |
| 12 | 1985 | 227.52 |
| 13 | 1986 | 184.45 |
| 14 | 1987 | 157.87 |
| 15 | 1988 | 225.55 |
| 16 | 1989 | 157.62 |
| 17 | 1990 | 284.52 |
| 18 | 1991 | 180.88 |
| 19 | 1992 | 121.17 |
| 20 | 1993 | 163.78 |
| 21 | 1994 | 218.74 |
| 22 | 1995 | 190.98 |
| 23 | 1996 | 159.73 |
| 24 | 1997 | 182.48 |
| 25 | 1998 | 182.08 |
| 26 | 1999 | 211.28 |
| 27 | 2000 | 198.04 |
| 28 | 2001 | 177.88 |
| 29 | 2002 | 156.98 |
| 30 | 2003 | 239.72 |
| 31 | 2004 | 193.27 |
| 32 | 2005 | 145.53 |
| 33 | 2006 | 197.81 |
| 34 | 2007 | 177.43 |
| 35 | 2008 | 170.62 |
| 36 | 2009 | 208.18 |
| 37 | 2010 | 213.59 |
| 38 | 2011 | 191.56 |
| 39 | 2012 | 229.78 |
| 40 | 2013 | 207.66 |
| 41 | 2014 | 183.52 |
| 42 | 2015 | 161.59 |
| 43 | 2016 | 186.84 |
| 44 | 2017 | 202.26 |
| 45 | 2018 | 196.51 |
| 46 | 2019 | 231.32 |
| 47 | 2020 | 206.63 |

$$y_T = \left[-\ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right] \cdot X_t = \mu + y\beta \quad F(x; u, \beta) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\beta}\right)^2}} \quad x_{Tc} = 1.13 * X_t$$

| PERIODO DE RETORNO | Yt | Xt | F(x) | Xt corregido |
|--------------------|------|--------|------|--------------|
| 2 | 0.37 | 182.99 | 0.50 | 206.78 |
| 5 | 0.91 | 198.82 | 0.67 | 224.67 |
| 10 | 1.36 | 212.00 | 0.77 | 239.56 |
| 13 | 1.54 | 217.23 | 0.81 | 245.47 |
| 15 | 1.64 | 220.14 | 0.82 | 248.75 |
| 20 | 1.85 | 226.08 | 0.85 | 255.48 |
| 25 | 2.01 | 230.79 | 0.87 | 260.80 |
| 50 | 2.53 | 245.89 | 0.92 | 277.85 |
| 100 | 3.07 | 261.61 | 0.95 | 295.62 |
| 200 | 3.63 | 277.85 | 0.97 | 313.97 |
| 500 | 4.39 | 299.96 | 0.99 | 338.95 |

| | |
|-----------------|--------|
| N° Datos | 47 |
| Media | 189.12 |
| Desv. Estandar | 37.32 |
| Coef. Variacion | 0.20 |
| Prec. Max. | 299.78 |
| Prec. Min. | 121.17 |

| | |
|---------|---------|
| β | 29.102 |
| μ | 172.327 |

4.3 HIDROGEOLOGÍA

Este aspecto se enfoca en la investigación de la hidrología subterránea, lo que implica principalmente analizar las características de las rocas y suelos según su porosidad y permeabilidad que se encuentran bajo la superficie terrestre. En esta investigación, se lleva a cabo la caracterización hidrogeológica de las unidades geológicas más relevantes en términos de la generación de aguas subterráneas

4.3.1 INCIDENCIA DE LA HIDROGEOLOGÍA EN FLUJO DE DETRITOS

La hidrogeología juega un papel importante en los eventos de flujo de detritos, ya que se enfoca en el estudio de las aguas subterráneas y cómo interactúan con los suelos y rocas en el subsuelo.

Durante un evento de flujo de detritos, que es un movimiento rápido de mezcla de agua, rocas y sedimentos, el agua subterránea puede desempeñar un papel crucial. Cuando llueve intensamente, el agua puede infiltrarse en el suelo y saturar los espacios vacíos dentro de las capas de roca o sedimento. Esto puede provocar un aumento en la presión del agua subterránea y debilitar la cohesión del material, lo que puede desencadenar un flujo de detritos.

Además, la hidrogeología también puede influir en la propagación y el comportamiento de los flujos de detritos. Los sistemas de agua subterránea pueden afectar la erosión y el transporte de los sedimentos, así como la velocidad y la dirección del flujo. El agua subterránea puede afectar la estabilidad de las pendientes y contribuir a la formación de canales dentro del flujo de detritos.

Por lo tanto, comprender la hidrogeología de una región particular puede ayudar a predecir y mitigar los efectos de los eventos de flujo de detritos. Esto puede incluir la identificación y monitoreo de las áreas propensas a estos eventos, así como la implementación de medidas de gestión adecuadas, como la construcción de sistemas de drenaje o la reforestación de áreas vulnerables.

4.3.2 Clasificación de las Unidades Hidrogeológicas.

Para entender un mapa hidrogeológico, es necesario conocer la clasificación de las formaciones geológicas según su comportamiento hidrogeológico. Las unidades hidrogeológicas se clasifican en: acuíferos, acuicludos y acuitardos. Así en el área de estudio se han determinado diversos acuíferos: kársticos, fisurados, porosos no consolidados y sedimentarios.

➤ ACUÍFEROS

Se refiere a cualquier formación geológica con la capacidad de retener y transportar agua subterránea, como gravas, arenas, calizas, etc. Esto significa que puede permitir el flujo de agua por gravedad bajo condiciones que lo hagan económicamente viable.

En realidad, no existen formaciones geológicas completamente impermeables ni completamente sin porosidad en la naturaleza. Por lo tanto, en la hidrogeología se emplea comúnmente la clasificación de acuíferos y acuitardos. La clasificación más convencional de los acuíferos se basa en la litología y la porosidad media de la formación en la que se desarrollan. El funcionamiento hidrogeológico de un acuífero puede variar significativamente en comparación con otro tipo de ambiente hidrogeológico. Por lo tanto, se pueden identificar tres tipos principales:

a) Acuífero en depósitos inconsolidados (Cuaternario)

- Acuífero poroso no consolidado.

b) Acuífero en rocas sedimentarias

- Acuífero fisurado sedimentario (alta, media o baja productividad).
- Acuífero kárstico (por disolución).
- Acuífero fisurado kárstico.
- Acuífero sedimentario (alta, media o baja productividad).

c) Acuífero en rocas cristalinas

- Acuífero fisurado intrusivo (limitaciones).
- Acuífero fisurado kárstico.
- Acuífero sedimentario (alta, media o baja productividad).

- **TIPOS DE ACUÍFEROS**

De acuerdo a su comportamiento, se pueden categorizar los acuíferos en tres tipos principales: los acuíferos libres, no confinados y freáticos, que tienen una superficie de agua libre en contacto con la atmósfera y, por lo tanto, a presión atmosférica; los acuíferos cautivos, confinados o bajo presión, en los que la superficie superior del agua se encuentra sometida a una presión mayor que la atmosférica; y los acuíferos semicautivos o semiconfinados.

A. Acuíferos porosos semiconsolidados

Grava, arena y limos semiconsolidados, la característica fundamental es la porosidad primaria intergranular, la alta porosidad de estos acuíferos hacen presumir que la transmisión del flujo subterránea del agua es violenta con fuertes avenidas espontaneas después de una precipitación es por ello que el uso de estos acuíferos es poco o nada aprovechado.

B. Acuíferos fisurados

Presenta una porosidad secundaria (fisuras, fracturas y diaclasamientos), en su mayoría ocurre en las partes altas donde el constante cambio de la cobertura de suelo por erosión y los constantes esfuerzos tectónicos hacen las fracturas y fisuras sean óptimas para la infiltración. La manifestación de estos acuíferos se produce en pequeños fuentes y manantiales que originan los pequeños ríos permanentes de primer orden que en su mayoría utilizan el agua en forma directa e indirecta de las fuentes para el consumo potable.

Imagen N° 18. Diferencia entre acuífero libre y confinado.



➤ **ACUITARDOS**

Son rocas o suelos que tienen la capacidad de almacenar agua en cantidades muy importantes, pero las transmiten con dificultad o muy lentamente en su estructura interna o en forma localizada debido a su poca permeabilidad. Los acuitardos más conocidos son los depósitos de conos aluviales y depósitos lacustres; sin embargo, en estos materiales hay niveles de arenas que corresponde a acuíferos confinados.

➤ **ACUICLUDOS**

Son un tipo de formación capaz de almacenar agua en grandes cantidades, incluso poder llegar hasta un punto de saturación, pero no tienen la capacidad de trasmitirla y se drenan con mucha dificultad. Este tipo de material se caracteriza por ser poroso, pero no permeable, como las arcillas.

Cuadro N° 39. Unidades hidrogeológicas.

| UNIDAD HIDROGEOLÓGICA | CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO | CAPACIDAD DE DRENAJE | CAPACIDAD DE TRANSMISIBILIDAD | FORMACIONES CARACTERÍSTICAS |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Acuífero | Alta | Alta | Alta | Grava, arena y caliza |
| Acuitardo | Alta | Media / baja | Baja | Limos, arenas limosas, arcillas |
| Acuicludo | Alta | Muy baja | Nula | Arcillas |

4.4 FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

Cuadro N° 40. Registro de eventos suscitados

| TIPO DE EVENTO | TOTAL DE EVENTOS |
|-------------------------|------------------|
| TORMENTA ELÉCTRICA | 5 |
| SEQUÍA | 6 |
| LLUVIA INTENSA | 32 |
| INCENDIO URB. E INDUST. | 26 |
| INCENDIO FORESTAL | 7 |
| DESLIZAMIENTO | 2 |
| BAJAS TEMPERATURAS | 24 |
| OTROS | 1 |
| VIENTOS FUERTES | 21 |
| TOTAL | 124 |

Fuente: SINPAD -IINDECI

Tabla N° 14. Eventos suscitados por diversos fenómenos.



Fuente: SINPAD -IINDECI

Tabla N° 15. N° de eventos por departamentos.



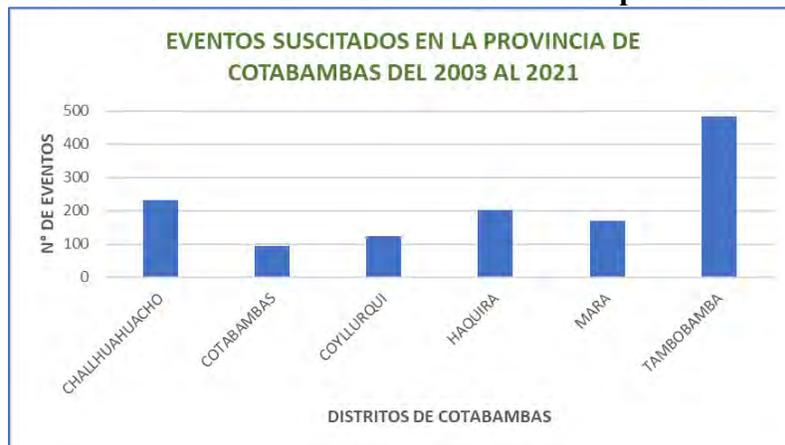
Fuente: SINPAD -IINDECI

Tabla N° 16. N° de eventos por provincias de la región Apurímac



Fuente: SINPAD -IINDECI

Tabla N° 17. N° de eventos en los distritos de la provincia Cotabambas.



CAPÍTULO V

ASPECTO GEOTÉCNICO

5.1 GENERALIDADES

Es crucial identificar las propiedades geomecánicas de los materiales geológicos en el área de estudio para lograr una descripción precisa de las laderas. Esta caracterización “geomecánica” ayudará a encontrar, con una mayor precisión, las causas de la inestabilidad de los taludes y o laderas, esto nos ayudará a conocer las propiedades geomecánicas que favorecen al movimiento de flujo de detritos, con los análisis necesarios en la quebrada de Muji se podrá plantear soluciones adecuadas para cada fenómeno geodinámico. (Juarez & Rico, 2006)

5.2 EXPLORACIÓN EN CAMPO

Las evaluaciones geotécnicas con fines de determinar el tipo de suelo se fundamentan a través de excavaciones exploratorias de calicatas, ensayos de mecánica de suelos, con la finalidad de determinar los parámetros geotécnicos de los materiales a lo largo del perfil del suelo, y en especial al material de fundación. Para ello es necesario tener en cuenta las características geológicas y geomorfológicas del lugar procediéndose a ejecutar:

- Excavaciones exploratorias de calicatas.
- Descripción de perfil de suelo.
- Muestreo y codificación de las muestras de suelo para ensayos de laboratorio.
- Ensayos de granulometría
- Ensayo de limite liquido
- Ensayo de limite plástico
- Ensayo de corte directo
- Ensayo de contenido de humedad.

5.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue realizada por medio de Calicatas o pozos a cielo abierto (ASTM D420), con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico en puntos estratégicos de la zona de investigación, teniendo tres calicatas distribuidas convenientemente en la zona de estudio.

El tamizado se efectúa con un movimiento lateral y vertical del tamiz acompañado con un golpeteo para mantener la muestra moviéndose continuamente sobre la superficie. En ningún caso se ayudará con la mano a pasar el tamiz. Se continúa tamizando hasta que el residuo que pase después de un minuto, sea inferior al 1% en peso de lo tamizado. Cuando se efectúa el tamizado mecánico se comprobará la efectividad del mismo con el procedimiento manual descrito en el párrafo anterior.

Se determina la masa de cada fracción con las balanzas debidamente calibradas. Al término de las pesadas, la suma de las masas retenidas sobre la totalidad de los tamices usados y de la

porción que pasa el último tamiz debe ser aproximadamente igual a la masa original. El cuadro siguiente resume las profundidades alcanzadas de acuerdo a la técnica de investigación:

Tabla N° 18. Cantidad de calicatas realizadas

| Calicatas | Profundidad de excavación(m) |
|-----------|------------------------------|
| C _01 | 1.50 |
| C _02 | 1.50 |
| C _03 | 1.50 |

5.4 TRABAJO DE CAMPO.

Las actividades de campo se llevaron a cabo siguiendo este proceso:

Prospecciones. Se realizaron los muestreos a partir de 03 calicatas a cielo abierto hasta los 1.50 m.

Muestreo. Se tomaron muestras alteradas por estrato identificado para determinar sus propiedades índices, y a una profundidad de 1.50 m.

Estratigrafía. Se realizó la descripción de las capas de sedimentación del suelo excavado y observado en los cortes existentes en la zona de trabajo.

Cuadro N° 41. Normativa vigente

| TECNICAS AUXILIARES | NORMAS APLICABLES |
|--|------------------------------|
| Pozos o Calicatas y Trinchera | ASTM D 420, UNE 7- 371: 1975 |
| Técnicas de Muestreo | ASTM D 420, UNE 7- 371: 1975 |
| Descripción Visual de suelos y rocas | ASTM D 2487 - ISRM Methods |
| Standard Practice for soil Investigation and Sampling by Auger Borings | ASTM D1452 - 80(200) |

5.4.1 Ensayos de Laboratorio

Para determinar la caracterización del terreno en cuanto a sus propiedades índices y estructurales, se realizaron los siguientes ensayos normalizados:

Cuadro N° 42. Ensayos realizados según Normativa

| ENSAYO DE LABORATORIO | NORMAS APLICABLES |
|--|-----------------------------|
| Preparación de Muestras | ASTM D420-69, UNE103-100-95 |
| Análisis Granulométrico | ASTM D 422, UNE 103-101-95 |
| Determinación of Water (Moisture) content of soil and Rock | ASTM D 4643, WK 14112 |
| Límite Líquido y Plástico | ASTM D 4318, UNE 103-103-94 |
| Clasificación Unificada de Suelos SUCS – AASHTO | ASTM D 2487/00 |

5.4.2 Ubicación de las Calicatas:

Se realizó la prospección de 03 calicatas a cielo abierto de forma rectangular, con la finalidad de determinar el tipo de Suelo. A las calicatas realizadas se les denominó C-01, C-02 y C_03, y se procedido a la evaluación de acuerdo a la norma ASTM D – 420.

Cuadro N° 43. Localización de calicatas en UTM

| NOMBRE | CÓD. | COORDENADAS UTM | | | TIPO DE EXPLORACIÓN |
|----------|--------|-----------------|---------|--------------|---------------------|
| | | NORTE | ESTE | ALTITUD | |
| CALICATA | C - 01 | 779900 | 8468837 | 3562 m.s.n.m | CALICATA |
| CALICATA | C - 02 | 780120 | 8469181 | 3752 m.s.n.m | CALICATA |
| CALICATA | C - 03 | 780301 | 8469687 | 4089 m.s.n.m | CALICATA |

5.4.3 Descripción Estratigráfica.

En base a la información obtenida de las excavaciones y observaciones adicionales, se presenta el perfil estratigráfico característico del terreno en estudio.

Los suelos más susceptibles a flujo de detritos son aquellos que contienen una gran proporción de partículas finas, como arcilla y limo, ya que son más propensos a volverse fluidos cuando están saturados de agua. Además, la pendiente del terreno, la vegetación y la presencia de material suelto también pueden aumentar la susceptibilidad al flujo de detritos.

CALICATA 01:

- Primer Estrato de **0.00 a - 0.40 m.** corresponde a un relleno constituido por gravas, arenas, limos, piedras, raíces y materia orgánica en matriz arcillosa
- Segundo Estrato de **-0.40 m. a -1.50 m.** corresponde a un suelo granular identificado como **GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA A-2-6 (0)**, según AASHTO y como una **GRAVA ARCILLOSA CON ARENA GC**, según SUCS, presenta coloración marrón.
- No se ha evidenciado nivel freático superficial.



Fotografía N° 1. Identificación de zona para elaboración de calicata



Fotografía N° 2. Apertura de Calicata para determinar los datos estratigráficos.

Gráfico N° 18. Perfil estratigráfico de la calicata N° 01

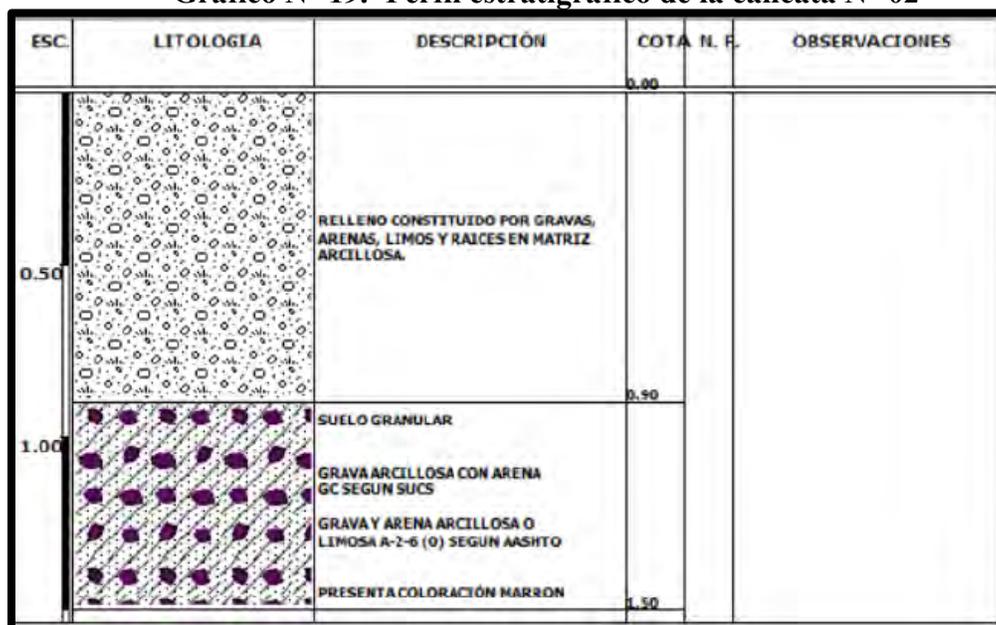
| ESC. | LITOLOGIA | DESCRIPCIÓN | COTA N. F. | OBSERVACIONES |
|------|-----------|--|--------------|---------------|
| | | RELLENO CONSTITUIDO POR GRAVAS, ARENAS, LIMOS Y RAICES EN MATRIZ ARCILLOSA. | 0.00 | |
| | | SUELO GRANULAR GRAVA ARCILLOSA CON ARENA GC SEGUN SUCS GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA A-2-6 (0) SEGUN AASHTO PRESENTA COLORACIÓN MARRON | 0.40 1.50 | |

CALICATA 02:

- Primer Estrato de **0.00 a -0.90 m.** corresponde a un relleno constituido por gravas, arenas, limos, piedras, raíces y materia orgánica en matriz arcillosa
- Segundo Estrato de **-0.90 m. a -1.50 m.** corresponde a un suelo granular identificado como **GRAVA Y ARENA ARCILLOSA O LIMOSA A-2-6 (0)**, según AASHTO y como una **GRAVA ARCILLOSA CON ARENA GC**, según SUCS, presencia de Bolonería y de coloración marrón.
- No se ha evidenciado nivel freático superficial.



Gráfico N° 19. Perfil estratigráfico de la calicata N° 02



CALICATA 03:

- Primer Estrato de **0.00 a -0.80 m.** corresponde a un relleno constituido por gravas, arenas, limos, piedras, raíces y materia orgánica en matriz arcillosa.
- Segundo Estrato de **-0.80 m. a -1.50 m.** corresponde a un suelo fino identificado como **SUELO ARCILLOSO A-6 (5)**, según **AASHTO** y como una **ARCILLA DE MEDIA PLASTICIDAD ARENOSA CL**, según **SUCS**, que presenta una coloración marrón.
- No se ha evidenciado nivel freático superficial.

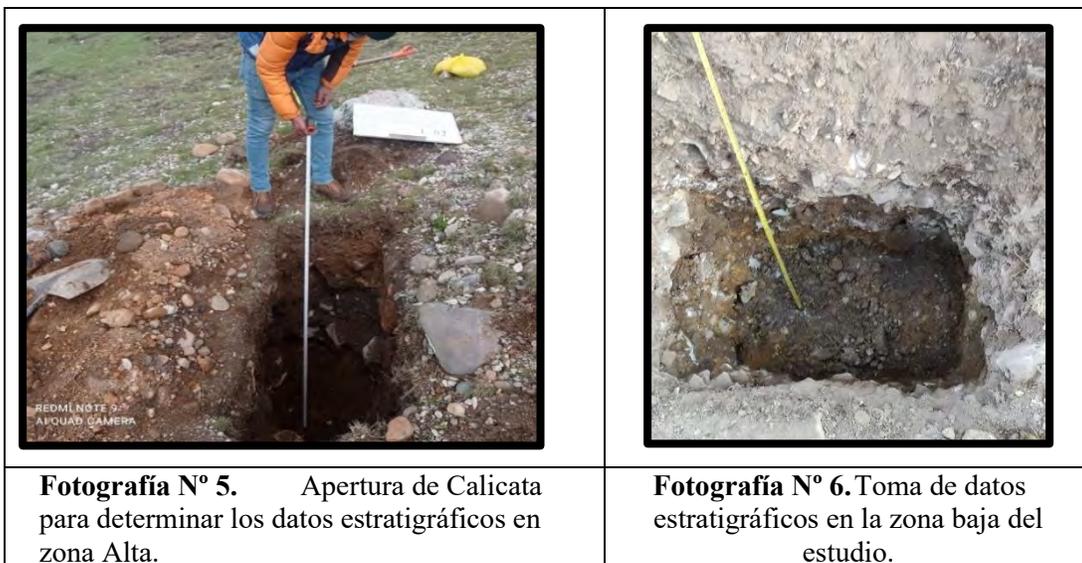
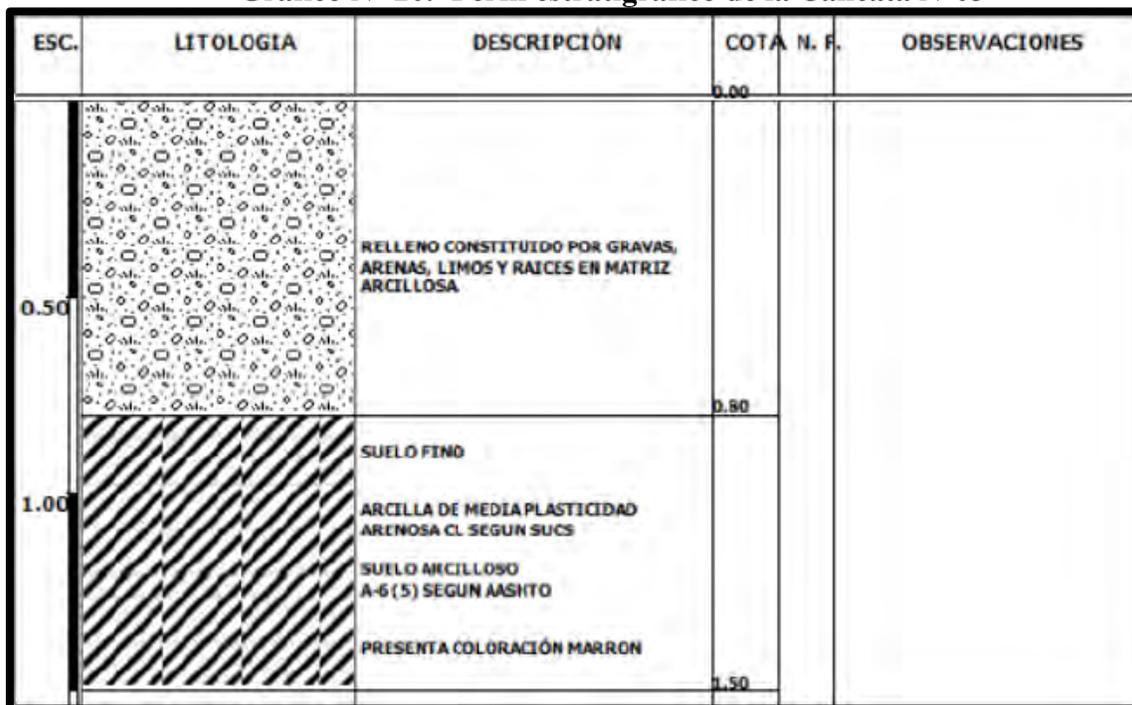


Gráfico N° 20. Perfil estratigráfico de la Calicata N°03



CAPÍTULO VI

ASPECTO GEODINÁMICO

6.1 GENERALIDADES

El desarrollo geomorfológico natural de la superficie de la tierra implica una serie de fenómenos de tipo sedimentario, esto significa que las geoformas como los valles se encuentran en un franco desarrollado geológico, por lo que deben atravesar por una serie de fenómenos acorde al clima y los cambios climáticos. Según el principio geológico las montañas deben peniplanizarse en un periodo prolongado de tiempo geológico, esto significa que existió, existen y existirán fenómenos como la erosión, transporte, sedimentación, etc.

De las partículas que conforman una roca, las que pueden alcanzar diversas magnitudes dependiendo de la energía de los factores de erosión, transporte, etc.

Todo cuerpo es susceptible a generar un peligro mientras exista un agente detonante del mismo; por ejemplo, un sismo ocurrirá si hay fuerzas internas actuantes, y la liberación de una fuerza es la que produce el sismo, de la misma manera un talud puede ser estable por siempre mientras no haya agentes detonantes que lo activen como el agua., un sismo, proyectos antrópicos al ser ejecutadas etc.

Es una rama muy importante de la Ciencia Geológica, su metodología nos permite entender cómo ocurren los fenómenos, sus causas y sus factores que los generan, las condiciones en que se desarrollan y sus efectos en el globo terrestre: los procesos geodinámicos pueden dividirse en dos grandes grupos:

LOS ENDÓGENOS O INTERNOS: Constituyen las manifestaciones de la energía interna del planeta que crea nuevas estructuras y da origen a los fenómenos sísmicos (terremotos, temblores, tsunamis), fenómenos magmáticos (volcanes) y fenómenos tectónicos (formaciones de cadenas y montañas, elevaciones y depresiones), que conforman los relieves de la tierra y su consiguiente evolución a través del tiempo.

LOS EXÓGENOS O EXTERNOS: Estos fenómenos se refieren a los procesos que impactan la superficie terrestre, siendo en su mayoría agentes destructivos del relieve original creado por procesos internos de la Tierra. Su influencia se manifiesta en extensos periodos de erosión que moldean y desgastan la superficie, y en periodos de sedimentación que originan nuevas formaciones rocosas.

Cuadro N° 44. Factores de geodinámica externa

| TIPO DE FENÓMENO | ÁMBITO | MECANISMO | RASGOS/CARACTERÍSTICAS. |
|--|--|--|---|
| DESLIZAMIENTOS EN ROCAS | Laderas muy abruptas de roca en capa inclinadas, rocas fracturadas | Desplazamiento lento de losas rocosas a lo largo de los planos rocosos. Pueden ser rápidos. | Capas rocosas inclinadas en favor de la pendiente del terreno. |
| | | | Grietas semicirculares y escarpes en la superficie. |
| DESLIZAMIENTOS DE TIERRAS | Laderas de Montañas, acantilados marinos, escarpes ribereños, constituidos por materiales sueltos o inconsolidados. | Desplazamiento lento de terrenos a lo largo de superficies curvadas. | Arboles con troncos torcidos. Surgencia de agua en la base de las laderas. |
| | | | Cercos y caminos desplazados. Paredes agrietadas |
| DERRUMBES Y DESPRENDIMIENTO DE ROCA | Laderas inclinadas escarpadas o acantilados de rocas muy fracturadas o suelos inconsolidados inestables | Desplazamiento violento de rocas o suelo de modo caótico con bastante ruido. | Terrenos escarpados con escombros rocosos al pie del talud en forma de conos. |
| | | | Cambios de pendiente del terreno. Taludes rocosos verticales con cornisas en rocas fracturadas. |
| HUNDIMIENTOS Y SUMIDROS | Rocas fracturadas y solubles (calizas travertinos). | Infiltración de aguas de lluvias y riachuelos con sustancias ácidas a través de fracturas y poros de la roca. Precipitación del carbonato en las riberas lecho de ríos y manantiales | Depresiones circulares en la superficie. Cavidades en la superficie rocosa con aspecto reniforme. Disminución y/o desaparición del caudal de los cursos de aguas. Surgencia de agua en manantiales fríos o calientes. |
| | Zonas de manantiales, lecho de riachuelos y lagunas cordilleranas o valles profundos. | | |
| FLUJOS TORRENCIALES, HUAYCOS O ALUVIONES. | Quebradas o torrenteras afluentes de un río con escasa cobertura vegetal y signos de intensa erosión de terrenos con inclinación en la parte media superior. | Precipitación de lluvias intensas y erosión de suelos. | Quebradas o depresiones topográficas en estado de abandono sin cobertura vegetal, fuertes pendientes. |
| | Torrenteras relacionadas con lagunas o nevados. | Concentración de arroyos en el cauce principal. | Canal de fondo con huellas de flujos cubierta de lodo y piedras a lo largo del canal. |
| | | Flujo de lodo violento con gran energía que destruye todo su desplazamiento. | Desembocadura o afluentes de quebradas con poca pendiente, cubiertas de lodo, mezcla de barro con piedras, dispersas en toda la llanura. |
| | | Acumulación de lodo y piedras en llanuras. | Terrenos llanos y ondulados cortados por canales de antiguos huaicos y otros flujos anteriores. |
| | | Desborde y/o desembalse de lagunas cordilleranas. | |

Fuente: Gonzales de Vallejo et. Al. 2002

6.2 GEODINÁMICA EXTERNA

Los fenómenos geodinámicos y riesgos geológicos que impactan la superficie terrestre generan movimientos de tierra con diversas magnitudes y características. Estos movimientos pueden representar peligros geológicos al afectar directa o indirectamente las actividades humanas. Una amplia gama de eventos como disoluciones, movimientos sísmicos, erupciones volcánicas y precipitaciones tienen el potencial de desencadenar deslizamientos, desprendimientos en las laderas, flujos de detritos, asentamientos del terreno y deslizamiento de suelos. Estos movimientos del terreno reflejan la naturaleza dinámica del medio geológico y la evolución natural del relieve, pero también pueden ser resultado de la intervención humana al modificar las condiciones naturales.

A lo largo de estos últimos años, el estudio sobre los peligros geológicos e hidrometeorológicos han venido tomando mucha importancia debido a que el conocimiento, prevención y mitigación de estos, sirven para una mejor planificación en el crecimiento de grandes urbanizaciones o en la creación de nuevas ciudades; además, que permite salvaguardar la economía de un pueblo, prevenir pérdidas humanas, infraestructuras civiles y demás aspectos socioeconómicos. Son por estas razones, que se gesta y desarrolla el presente trabajo considerando que durante los últimos años, la comunidad campesina de Acpitán así como el distrito de Coyllurqui al igual que muchos distritos importantes del departamento de Apurímac, vienen siendo afectados con este tipo de eventos naturales, siendo afectados en el crecimiento planificado a sus proyecciones urbanísticas y de desarrollo socioeconómico.

Es así que debido a la gran ocurrencia de eventos de geodinámica externa “Peligos Geológicos” y peligros hidrometeorológicos, se hace importante el hecho de determinar las principales causas que activan dichos eventos y los daños que podrían provocar en la población de la comunidad campesina de Acpitán.

La zona de estudio está controlada por los agentes de geodinámica externa activa, las mismas que interactúan y participan en el modelado de la superficie terrestre. Ocurren bajo diferentes modalidades o mecanismos dependiendo de las características del agente y las condiciones inherentes al medio, ellos son:

A: Agentes de geodinámica externa:

- El sol, el agua, la gravedad, el viento, los organismos vivos y acción antrópica.

B: Factores que detonan los eventos geodinámicos

- Obras geotécnicas sobre la quebrada, el suelo coluvial – aluvial inestable, estratigráficos, tectónicos, topográficos, climatológicos e hidrológicos.

6.2.1 Factores condicionantes

Se refiere al estado natural del relieve, como sus características morfológicas y geométricas, y a las propiedades físicas y resistentes de los materiales (directamente relacionadas con la litología), los que sumados a agentes externos meteorológicos o geológicos, propician y/o facilitan la generación de peligros geológicos e hidrometeorológicos. Por ello se considera al relieve como factor determinante, ya que es necesaria cierta pendiente para la ocurrencia de los movimientos gravitacionales.

6.2.2 Factores desencadenantes

Son los factores que determinan la ocurrencia de los movimientos en masa, ya que su producción en el medio geográfico, termina aumentando o disminuyendo hasta llevar al límite los diferentes parámetros de los factores condicionantes. Así, dentro de los agentes desencadenantes tenemos como el más importante a las precipitaciones, caudal de los manantes y quebradas, cambios en las condiciones hidrogeológicas, erosión de laderas y los terremotos.

□ DESLIZAMIENTO

Años atrás, se reportaron deslizamientos, causando daños significativos, y en la actualidad presenta cobertura de vegetación. Estos deslizamientos están localizados en la parte media y alta de la quebrada de Muji a una altitud de entre los 3336 y 4260 metros sobre el nivel del mar, tiene una extensión aproximada de 920 metros en diferencia de altitud, desde la base hasta la cima. Esta situación implica una gran masa susceptible a procesos de desplazamiento, pero se observa que ha alcanzado un estado de estabilidad en términos de sus características geométricas y propiedades del suelo. Los deslizamientos se ven fuertemente influenciados por la configuración del terreno, especialmente por factores topográficos, climáticos e hidrogeológicos.



Fotografía N° 7. Deslizamiento en la cabecera de la zona de estudio llamado Mujipata.

□ CAIDA DE ROCAS

En el área de investigación, se pueden apreciar fragmentos de roca caliza que probablemente se desprendieron de niveles superiores. Estos fragmentos muestran intensas fracturas y alteraciones, y su movilización puede ser resultado de la fuerza gravitatoria, fuertes lluvias o movimientos sísmicos.



□ DERRUMBES

El derrumbe de suelo es un fenómeno en el que una masa de suelo y otros materiales sueltos ceden repentinamente y se desplazan hacia abajo en una pendiente o ladera. Este movimiento puede ser causado por diversos factores, como la saturación del suelo debido a lluvias intensas, cambios en la estructura del terreno, actividad sísmica, la erosión excesiva o la alteración de la vegetación que sostiene el suelo.



CAPÍTULO VII

DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

7.1 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Las particularidades del área investigada se fundamentan en la recolección de datos en terreno mediante un mapeo detallado. Esto se lleva a cabo para evaluar el riesgo asociado a diferentes tipos de flujos de detritos, tanto antiguos como recientes, presentes en la región. Se identifican los depósitos en movimiento, así como las acumulaciones de rocas y material suelto de origen cuaternario. Estos depósitos actúan como receptores de agua, lo que puede desencadenar finalmente un flujo de detritos.

7.2 EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR MOVIMIENTOS EN MASA

Para la evaluación del peligro, se utilizó el análisis multicriterio, denominado proceso de análisis jerárquico (AHP – Analytic Hierarchy Process), que desarrolla el cálculo de los pesos ponderados de los parámetros que caracterizan el peligro (Saaty, 1980) cuyo resultado busca indicar la importancia relativa de comparación de pares.

Para emplear este método, se comienza elaborando una estructura jerárquica del problema. Esto implica organizar los elementos de manera que aquellos en el mismo nivel tengan una magnitud similar y puedan relacionarse con algunos o todos los elementos del nivel siguiente.

Después de establecer la estructura jerárquica del problema, se procede a evaluar los parámetros o elementos. Esta evaluación implica comparar los elementos entre sí, utilizando factores cuantitativos o cualitativos en una escala del 1 al 9, según lo propuesto por Saaty. En esta escala, cuando dos elementos tienen la misma preferencia o importancia, se les asigna un valor de "1"; si la preferencia es moderada, se asigna un "3"; si es fuerte, un "5"; y si es extrema, un "9". Los números pares se utilizan para expresar situaciones intermedias. Los detalles de esta escala se encuentran detallados en la siguiente tabla:

Cuadro N° 45. Matriz escala de SAATY para comparación de pares

| ESCALA NUMERICA | ESCALA VERBAL | EXPLICACION |
|-----------------|---|--|
| 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 es ligeramente más importante o preferido que el segundo. |
| 1 | Igual o diferente a | 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 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. | |

Tabla N° 19. Índice aleatorio según número de parámetros ó descriptores “N”

| N° | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| IA | 0.525 | 0.882 | 1.115 | 1.252 | 1.341 | 1.404 | 1.452 | 1.484 | 1.513 | 1.535 | 1.555 | 1.57 | 1.583 | 1.595 |

Fuente: Aguarón y Moreno, 2001

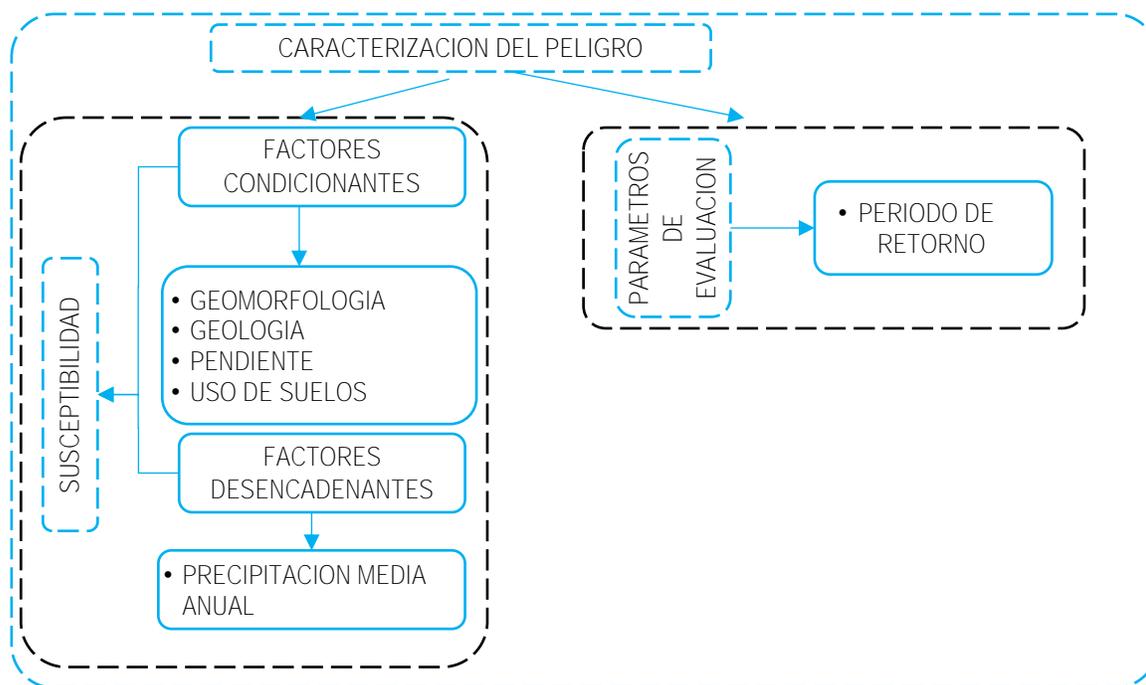
Para el presente estudio se trabajó con “n” (N° de parámetros en la matriz) = 3, por lo que se utiliza el IA:0.525, “n” (N° de parámetros en la matriz) = 4, por lo que se utiliza el IA:0.882; y con un “n” (N° descriptores en la matriz) = 5, por lo que se utiliza el IA: 1.115. (*Fuente: Aguarón y Moreno, 2001*).

7.3 DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

Para determinar el nivel de peligrosidad por flujo de detritos en la quebrada de Muji, se empleó la metodología propuesta por el CENEPRED en el manual de Evaluación de Riesgo Originado por Fenómenos Naturales EVAR (segunda versión). Esta evaluación requirió estimar los niveles de peligro, teniendo en cuenta los parámetros de evaluación, la susceptibilidad basada en los factores que condicionan y desencadenan el fenómeno, y los elementos expuestos y

susceptibles. Este proceso se realiza considerando diferentes parámetros y sus respectivos descriptores, y se pondera utilizando el método de SAATY.

Cuadro N° 46. Caracterización del peligro.



7.4 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO

En la determinación de peligro asociado al flujo de detritos, se ha tomado en cuenta el factor del Periodo de Retorno, el cual cuenta con 5 descriptores fundamentados en datos recolectados en el terreno. En este caso específico, se ha empleado el periodo de retorno como parámetro de evaluación. Se ha aplicado un análisis jerárquico que facilita la estimación de los valores relativos de importancia de cada descriptor mediante la comparación de pares, y como resultado se han obtenido los siguientes datos.

7.4.1 Descriptores del parámetro periodo de retorno y ponderación.

Para el peligro de flujo de detritos, se ha considerado el parámetro periodo de retorno, para el cual se ha considerado 5 descriptores basado en información levantada en campo.

Tabla N° 20. Matriz de comparación de pares del parámetro periodo de retorno

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Periodo de retorno | CADA 20 AÑOS | CADA 15 AÑOS | CADA 10 AÑOS | CADA 5 AÑOS | CADA 2 AÑOS |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| CADA 20 AÑOS | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 8.00 |
| CADA 15 AÑOS | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 |
| CADA 10 AÑOS | 0.33 | 0.33 | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| CADA 5 AÑOS | 0.25 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 3.00 |
| CADA 2 AÑOS | 0.17 | 0.20 | 0.33 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 2.25 | 3.78 | 7.83 | 11.33 | 20.00 |
| 1/SUMA | 0.44 | 0.26 | 0.13 | 0.09 | 0.05 |

Tabla N° 21. Matriz de normalización para el parámetro periodo de retorno

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Periodo de retorno | CADA 20 AÑOS | CADA 15 AÑOS | CADA 10 AÑOS | CADA 5 AÑOS | CADA 2 AÑOS | Vector Priorizacion |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|
| CADA 20 AÑOS | 0.444 | 0.529 | 0.383 | 0.353 | 0.400 | 0.422 |
| CADA 15 AÑOS | 0.222 | 0.264 | 0.383 | 0.353 | 0.250 | 0.294 |
| CADA 10 AÑOS | 0.148 | 0.088 | 0.128 | 0.176 | 0.150 | 0.138 |
| CADA 5 AÑOS | 0.111 | 0.066 | 0.064 | 0.088 | 0.150 | 0.096 |
| CADA 2 AÑOS | 0.074 | 0.053 | 0.043 | 0.029 | 0.050 | 0.050 |
| SUMA | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Tabla N° 22. Determinación del vector suma ponderado.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.422 | 0.589 | 0.414 | 0.383 | 0.398 | 2.207 |
| 0.211 | 0.294 | 0.414 | 0.383 | 0.249 | 1.552 |
| 0.141 | 0.098 | 0.138 | 0.192 | 0.149 | 0.718 |
| 0.105 | 0.074 | 0.069 | 0.096 | 0.149 | 0.493 |
| 0.070 | 0.059 | 0.046 | 0.032 | 0.050 | 0.257 |

Tabla N° 23. Matriz de cálculo de relación de consistencia para el parámetro periodo de retorno

| | | | | |
|----------|--------------------------------|------------------------------------|----|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | Vector Suma Ponderado / | | | |
| | 5.232 | | | |
| | 5.270 | | | |
| | 5.199 | | | |
| | 5.147 | | | |
| | 5.162 | | | |
| SUMA | 26.009 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.050 |
| PROMEDIO | 5.202 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.045 |

7.5 SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE EL PELIGRO

7.5.1 Factores Condicionantes

Para el peligro flujo de detritos, se consideró los factores condicionantes basado en los siguientes aspectos: geológico, geomorfológico, pendiente y uso de suelos del ámbito de influencia.

Cuadro N° 47. Factores condicionantes

| PARÁMETROS DE FACTORES CONDICIONANTES | DESCRIPTORES |
|---------------------------------------|---|
| Pendiente | Pendiente abrupta. > a 37° |
| | Pendiente fuertemente inclinada de 25 A 37° |
| | Pendiente fuerte. De 14 A 25° |
| | Pendiente moderada De 4° A 14° |
| | Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente Suave de 0° a 4° |
| Geología | Deposito Glacial-Fluvial y Glacial |
| | Deposito Aluvial - Coluvial |
| | Fm Murco |
| | Fm Arcurquina inferior y Arcurquina Medio |
| Geomorfología | Formación Coyllurqui |
| | Montaña en roca sedimentaria |
| | Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial |
| | Montaña en roca intrusiva |
| | Valle glaciar |
| Uso de Suelo | Terraza Indiferenciada y Morrena |
| | Escasa cobertura vegetal |
| | Suelo Agrícola |
| | Cobertura Vegetal |
| | Uso Poblacional |
| | Afloramiento Rocoso |

Tabla N° 24. Matriz de comparación de pares el parámetro factores condicionantes.

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Factores condicionantes | Pendiente | Geología | Geomorfología | Tipo de suelo |
|-------------------------|-----------|----------|---------------|---------------|
| Pendiente | 1.00 | 4.00 | 4.00 | 6.00 |
| Geología | 0.25 | 1.00 | 2.00 | 2.00 |
| Geomorfología | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 1.00 |
| Tipo de suelo | 0.17 | 0.50 | 1.00 | 1.00 |
| SUMA | 1.67 | 6.00 | 8.00 | 10.00 |
| 1/SUMA | 0.60 | 0.17 | 0.13 | 0.10 |

Tabla N° 25. Matriz de normalización para el parámetro factores condicionantes.

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| Factores condicionantes | Pendiente | Geología | Geomorfología | Tipo de suelo | Vector Priorización |
|-------------------------|-----------|----------|---------------|---------------|---------------------|
| Pendiente | 0.600 | 0.667 | 0.500 | 0.600 | 0.592 |
| Geología | 0.150 | 0.167 | 0.250 | 0.200 | 0.192 |
| Geomorfología | 0.150 | 0.083 | 0.125 | 0.100 | 0.115 |
| Tipo de suelo | 0.100 | 0.083 | 0.125 | 0.100 | 0.102 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 26. Determinación del vector suma ponderado para el parámetro factores condicionantes.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.592 | 0.767 | 0.688 | 0.613 | 2.658 |
| 0.148 | 0.192 | 0.229 | 0.204 | 0.773 |
| 0.148 | 0.096 | 0.115 | 0.102 | 0.460 |
| 0.099 | 0.096 | 0.115 | 0.102 | 0.411 |

Tabla N° 27. Matriz de cálculo de relación de consistencia para el parámetro F. condicionantes.

| | | | | |
|----------|--------------------------------|---|-----------|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | VSPMP | | | |
| | 4.493 | | | |
| | 4.033 | | | |
| | 4.018 | | | |
| | 4.027 | | | |
| SUMA | 16.571 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.048 |
| PROMEDIO | 4.143 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.08 (*) | RC | 0.054 |

7.5.1.1 Parámetro Pendiente

Tabla N° 28. Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente.

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Pendiente | > a 37° | De 25 A 37° | De 14 A 25° | De 4° A 14° | De 0° a 4° |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|------------|
| > a 37° | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 7.00 | 8.00 |
| De 25 A 37° | 0.50 | 1.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 |
| De 14 A 25° | 0.20 | 0.25 | 1.00 | 2.00 | 4.00 |
| De 4° A 14° | 0.14 | 0.20 | 0.50 | 1.00 | 3.00 |
| De 0° a 4° | 0.13 | 0.25 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.97 | 3.70 | 10.75 | 15.33 | 22.00 |
| 1/SUMA | 0.51 | 0.27 | 0.09 | 0.07 | 0.05 |

Tabla N° 29. Matriz de normalización del parámetro pendiente.

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Pendiente | > a 37° | De 25 A 37° | De 14 A 25° | De 4° A 14° | De 0° a 4° | Vector Priorización |
|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|------------|------------------------|
| > a 37° | 0.51 | 0.54 | 0.47 | 0.46 | 0.36 | 0.467 |
| De 25 A 37° | 0.25 | 0.27 | 0.37 | 0.33 | 0.27 | 0.299 |
| De 14 A 25° | 0.10 | 0.07 | 0.09 | 0.13 | 0.18 | 0.115 |
| De 4° A 14° | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.14 | 0.075 |
| De 0° a 4° | 0.06 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.044 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 30. Determinación del vector suma ponderado del parámetro pendiente.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderado |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.467 | 0.598 | 0.574 | 0.525 | 0.354 | 2.518 |
| 0.233 | 0.299 | 0.460 | 0.375 | 0.266 | 1.633 |
| 0.093 | 0.075 | 0.115 | 0.150 | 0.177 | 0.610 |
| 0.067 | 0.060 | 0.057 | 0.075 | 0.133 | 0.392 |
| 0.058 | 0.075 | 0.029 | 0.025 | 0.044 | 0.231 |

Tabla N° 31. Matriz de cálculo de relación de consistencia para el parámetro pendiente

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|--------|--------------------------------|----|-------|
| VSP/VP | | | | |
| 5.395 | | | | |
| 5.459 | | | | |
| 5.310 | | | | |
| 5.228 | | | | |
| 5.216 | | | | |
| SUMA | 26.609 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.080 |
| PROMEDIO | 5.322 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 | RC | 0.072 |

7.5.1.2 Parámetro Geología

Tabla N° 32. Matriz de comparación de pares del parámetro geología.

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Geología | Dep. Aluvial Coluvial | Dep. GIFl y Glacial | Ki-mu3 | Ki-a/i4 y Ks-a/m4 | PN-coy2-tn,gd |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------|-------------------|---------------|
| Dep. Aluvial Coluvial | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 7.00 | 8.00 |
| Dep. GIFl y Glacial | 0.50 | 1.00 | 4.00 | 7.00 | 6.00 |
| Ki-mu3 | 0.20 | 0.25 | 1.00 | 5.00 | 4.00 |
| Ki-a/i4 y Ks-a/m4 | 0.14 | 0.14 | 0.20 | 1.00 | 3.00 |
| PN-coy2-tn,gd | 0.13 | 0.17 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.97 | 3.56 | 10.45 | 20.33 | 22.00 |
| 1/SUMA | 0.51 | 0.28 | 0.10 | 0.05 | 0.05 |

Tabla N° 33. Matriz de normalización del parámetro geología.

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Geología | Dep. Aluvial Coluvial | Dep. GIFl y Glacial | Ki-mu3 | Ki-a/l4 y Ks-a/m4 | PN-coy2-tn,gd | Vector Priorización |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------|-------------------|---------------|---------------------|
| Dep. Aluvial Coluvial | 0.508 | 0.562 | 0.478 | 0.344 | 0.364 | 0.451 |
| Dep. GIFl y Glacial | 0.254 | 0.281 | 0.383 | 0.344 | 0.273 | 0.307 |
| Ki-mu3 | 0.102 | 0.070 | 0.096 | 0.246 | 0.182 | 0.139 |
| Ki-a/l4 y Ks-a/m4 | 0.073 | 0.040 | 0.019 | 0.049 | 0.136 | 0.063 |
| PN-coy2-tn,gd | 0.064 | 0.047 | 0.024 | 0.016 | 0.045 | 0.039 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 34. Determinación del vector suma ponderado del parámetro geología.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderado |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.451 | 0.614 | 0.695 | 0.444 | 0.314 | 2.519 |
| 0.226 | 0.307 | 0.556 | 0.444 | 0.235 | 1.769 |
| 0.090 | 0.077 | 0.139 | 0.317 | 0.157 | 0.780 |
| 0.064 | 0.044 | 0.028 | 0.063 | 0.118 | 0.317 |
| 0.056 | 0.051 | 0.035 | 0.021 | 0.039 | 0.203 |

Tabla N° 35. Matriz de cálculo de relación de consistencia para el parámetro geología.

| HALLANDO λ_{max} | | | | |
|--------------------------|--------|--------------------------------|----|-------|
| VSP/VP | | | | |
| 5.581 | | | | |
| 5.762 | | | | |
| 5.612 | | | | |
| 4.998 | | | | |
| 5.168 | | | | |
| SUMA | 27.121 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.106 |
| PROMEDIO | 5.424 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 | RC | 0.095 |

7.5.1.3 Parámetro Geomorfología

Tabla N° 36. Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología.

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Geomorfología | Montaña en roca sedimentaria | Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial | Montaña en roca intrusiva | Valle glaciar | Terraza Indiferenciada y Morrena |
|---|------------------------------|---|---------------------------|---------------|----------------------------------|
| Montaña en roca sedimentaria | 1.00 | 2.00 | 6.00 | 7.00 | 9.00 |
| Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 6.00 |
| Montaña en roca intrusiva | 0.17 | 0.33 | 1.00 | 2.00 | 4.00 |
| Valle glaciar | 0.14 | 0.20 | 0.50 | 1.00 | 3.00 |
| Terraza Indiferenciada y Morrena | 0.11 | 0.17 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.92 | 3.70 | 10.75 | 15.33 | 23.00 |
| 1/SUMA | 0.52 | 0.27 | 0.09 | 0.07 | 0.04 |

Tabla N° 37. Matriz de normalización del parámetro geomorfología.

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Geomorfología | Montaña en roca sedimentaria | Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial | Montaña en roca intrusiva | Valle glaciar | Terraza Indiferenciada y Morrena | Vector Priorización |
|---|------------------------------|---|---------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------|
| Montaña en roca sedimentaria | 0.521 | 0.541 | 0.558 | 0.457 | 0.391 | 0.493 |
| Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial | 0.260 | 0.270 | 0.279 | 0.326 | 0.261 | 0.279 |
| Montaña en roca intrusiva | 0.087 | 0.090 | 0.093 | 0.130 | 0.174 | 0.115 |
| Valle glaciar | 0.074 | 0.054 | 0.047 | 0.065 | 0.130 | 0.074 |
| Terraza Indiferenciada y Morrena | 0.058 | 0.045 | 0.023 | 0.022 | 0.043 | 0.038 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 38. Determinación del vector suma ponderado del parámetro geomorfología.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderado |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.493 | 0.559 | 0.689 | 0.519 | 0.344 | 2.604 |
| 0.247 | 0.279 | 0.345 | 0.371 | 0.230 | 1.471 |
| 0.082 | 0.093 | 0.115 | 0.148 | 0.153 | 0.592 |
| 0.070 | 0.056 | 0.057 | 0.074 | 0.115 | 0.373 |
| 0.055 | 0.047 | 0.029 | 0.025 | 0.038 | 0.193 |

Tabla N° 39. Matriz de cálculo de relación de consistencia para el parámetro geomorfología.

| | | | | |
|----------|-----------------------------|--------------------------------|----|-------|
| | HALLANDO λ_{max} | | | |
| | VSP/VP | | | |
| | 5.278 | | | |
| | 5.266 | | | |
| | 5.151 | | | |
| | 5.029 | | | |
| | 5.044 | | | |
| SUMA | 25.768 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.038 |
| PROMEDIO | 5.154 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 | RC | 0.034 |

7.5.1.4 Parámetro Uso de Suelo

Tabla N° 40. Matriz de comparación de pares del parámetro uso de suelo.

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| Uso de Suelo | Escasa cobertura vegetal | Suelo Agrícola | Cobertura Vegetal | Uso Poblacional | Afloramiento Rocoso |
|--------------------------|--------------------------|----------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| Escasa cobertura vegetal | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 6.00 | 8.00 |
| Suelo Agrícola | 0.33 | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 5.00 |
| Cobertura Vegetal | 0.20 | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 3.00 |
| Uso Poblacional | 0.17 | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 2.00 |
| Afloramiento Rocoso | 0.13 | 0.20 | 0.33 | 0.50 | 1.00 |
| SUMA | 1.83 | 4.95 | 8.67 | 14.50 | 19.00 |
| 1/SUMA | 0.55 | 0.20 | 0.12 | 0.07 | 0.05 |

Tabla N° 41. Matriz de normalización del parámetro uso de suelo.

MATRIZ DE NORMALIZACION

| Uso de Suelo | Escasa cobertura vegetal | Suelo Agrícola | Cobertura Vegetal | Uso Poblacional | Afloramiento Rocoso | Vector Priorización |
|--------------------------|--------------------------|----------------|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Escasa cobertura vegetal | 0.548 | 0.606 | 0.577 | 0.414 | 0.421 | 0.513 |
| Suelo Agrícola | 0.183 | 0.202 | 0.231 | 0.276 | 0.263 | 0.231 |
| Cobertura Vegetal | 0.110 | 0.101 | 0.115 | 0.207 | 0.158 | 0.138 |
| Uso Poblacional | 0.091 | 0.051 | 0.038 | 0.069 | 0.105 | 0.071 |
| Afloramiento Rocoso | 0.068 | 0.040 | 0.038 | 0.034 | 0.053 | 0.047 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 42. Determinación del vector suma ponderado del parámetro uso de suelo.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderado |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.513 | 0.693 | 0.691 | 0.425 | 0.375 | 2.697 |
| 0.171 | 0.231 | 0.276 | 0.284 | 0.234 | 1.196 |
| 0.103 | 0.115 | 0.138 | 0.213 | 0.141 | 0.710 |
| 0.086 | 0.058 | 0.046 | 0.071 | 0.094 | 0.354 |
| 0.064 | 0.046 | 0.046 | 0.035 | 0.047 | 0.239 |

Tabla N° 43. Matriz de relación de consistencia para el parámetro uso de suelo.

| HALLANDO λ_{max} | | | | |
|--------------------------|--------|--------------------------------|----|-------|
| VSP/VP | | | | |
| 5.256 | | | | |
| 5.181 | | | | |
| 5.136 | | | | |
| 4.993 | | | | |
| 5.091 | | | | |
| SUMA | 25.657 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.033 |
| PROMEDIO | 5.131 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1 | RC | 0.029 |

7.5.2 Factores desencadenantes

Descriptores del parámetro factor desencadenante y ponderación.

Para el peligro de flujo de detritos, se ha considerado el parámetro de factor desencadenante a la intensidad de precipitación media anual, para lo cual se ha considerado 5 descriptores basado en información levantada de campo.

7.5.2.1 Parámetro Intensidad de Precipitación Total Anual (mm)

Las precipitaciones suscitadas en la zona de investigación, según los valores obtenidos de regionalización para la zona alta en un total de 47 Años (desde el año 1974 hasta el año 2020) se tiene un valor mínimo de precipitación anual acumulada de 692.77 mm, el cual corresponde al año 1993, asimismo se tiene un valor máximo de precipitación anual acumulada de 1290.97 mm, el cual corresponde al año 2019. Dichos valores fueron clasificados en cinco rangos de valores, los cuales se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 48. Rangos de intensidad de precipitación total Anual

| RANGOS DE VALORES DE PRECIPITACIÓN | | |
|------------------------------------|---------|---------|
| Escasamente lluvioso | 692.77 | 812.41 |
| Moderadamente lluvioso | 812.41 | 932.05 |
| lluvioso | 932.05 | 1051.69 |
| Muy lluvioso | 1051.69 | 1171.33 |
| Extremadamente lluvioso | 1171.33 | 1290.97 |

Tabla N° 44. Matriz de comparación de pares del parámetro I.P. total anual (mm).

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| INTENSIDAD TOTAL ANUAL (mm) | Extremadamente lluvioso | Muy lluvioso | lluvioso | Moderadamente lluvioso | Escasamente lluvioso |
|-----------------------------|-------------------------|--------------|----------|------------------------|----------------------|
| Extremadamente lluvioso | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 6.00 | 7.00 |
| Muy lluvioso | 0.33 | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 6.00 |
| lluvioso | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| Moderadamente lluvioso | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 2.00 |
| Escasamente lluvioso | 0.13 | 0.20 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.85 | 4.90 | 7.53 | 15.33 | 21.00 |
| 1/SUMA | 0.54 | 0.20 | 0.13 | 0.07 | 0.05 |

Tabla N° 45. Matriz de normalización del parámetro intensidad de precipitación total anual (mm).

MATRIZ DE NORMALIZACION

| INTENSIDAD TOTAL ANUAL (mm) | Extremadamente lluvioso | Muy lluvioso | lluvioso | Moderadamente lluvioso | Escasamente lluvioso | Vector Priorizacion |
|-----------------------------|-------------------------|--------------|----------|------------------------|----------------------|---------------------|
| Extremadamente lluvioso | 0.540 | 0.612 | 0.531 | 0.391 | 0.333 | 0.482 |
| Muy lluvioso | 0.180 | 0.204 | 0.265 | 0.326 | 0.286 | 0.252 |
| lluvioso | 0.135 | 0.102 | 0.133 | 0.196 | 0.238 | 0.161 |
| Moderadamente lluvioso | 0.077 | 0.041 | 0.044 | 0.065 | 0.095 | 0.065 |
| Escasamente lluvioso | 0.068 | 0.041 | 0.027 | 0.022 | 0.048 | 0.041 |
| SUMA | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

Tabla N° 46. Vector suma ponderado del parámetro intensidad de precip. total anual

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.482 | 0.757 | 0.643 | 0.387 | 0.286 | 2.555 |
| 0.161 | 0.252 | 0.321 | 0.323 | 0.245 | 1.302 |
| 0.120 | 0.126 | 0.161 | 0.194 | 0.204 | 0.805 |
| 0.069 | 0.050 | 0.054 | 0.065 | 0.082 | 0.319 |
| 0.060 | 0.050 | 0.032 | 0.022 | 0.041 | 0.205 |

Tabla N° 47. Matriz de R.C. del parámetro intensidad de precipitación total anual.

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|--------|------------------------------------|----|-------|
| VSP/VP | | | | |
| | 5.304 | | | |
| | 5.161 | | | |
| | 5.010 | | | |
| | 4.944 | | | |
| | 5.022 | | | |
| SUMA | 25.441 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.022 |
| PROMEDIO | 5.088 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.020 |

7.6 NIVELES DE PELIGRO

Los niveles de peligro determinados para el peligro de flujo de detritos se describen en la tabla N°50

Tabla N° 48. Matriz de peligro

| FACTOR CONDICIONANTE | | | | | | | | FACTOR DESENCADENANTE | | | |
|----------------------|-------|----------|-------|---------------|-------|--------------|-------|-----------------------|------|---------------|------|
| Pendiente | | Geología | | Geomorfología | | Uso de suelo | | VALOR | PESO | PRECIPITACION | |
| Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | | | VALOR | PESO |
| 0.592 | 0.467 | 0.192 | 0.451 | 0.115 | 0.493 | 0.102 | 0.513 | 0.472 | 0.85 | 0.482 | 0.15 |
| 0.592 | 0.299 | 0.192 | 0.307 | 0.115 | 0.279 | 0.102 | 0.231 | 0.291 | 0.85 | 0.482 | 0.15 |
| 0.592 | 0.115 | 0.192 | 0.139 | 0.115 | 0.115 | 0.102 | 0.138 | 0.122 | 0.85 | 0.482 | 0.15 |
| 0.592 | 0.075 | 0.192 | 0.063 | 0.115 | 0.074 | 0.102 | 0.071 | 0.072 | 0.85 | 0.482 | 0.15 |
| 0.592 | 0.044 | 0.192 | 0.039 | 0.115 | 0.038 | 0.102 | 0.047 | 0.043 | 0.85 | 0.482 | 0.15 |

Tabla N° 49. Cálculo del valor del peligro

| SUSCEPTIBILIDAD (S) | | PARÁMETROS DE EVALUACIÓN | | | | VALOR DE PELIGRO |
|---|------|--------------------------|-------|-------|------|------------------------------------|
| VALOR (VALOR FC*PESO FC)+(VALOR FD*PESO FD) | PESO | Periodo de retorno | | VALOR | PESO | |
| | | VALOR | PESO | | | |
| 0.473 | 0.02 | 0.422 | 1.000 | 0.422 | 0.98 | (VALOR S*PESO S+(VALOR PE*PESO PE) |
| 0.320 | 0.02 | 0.294 | 1.000 | 0.294 | 0.98 | 0.423 |
| 0.176 | 0.02 | 0.138 | 1.000 | 0.138 | 0.98 | 0.295 |
| 0.134 | 0.02 | 0.096 | 1.000 | 0.096 | 0.98 | 0.139 |
| 0.109 | 0.02 | 0.050 | 1.000 | 0.050 | 0.98 | 0.097 |
| | | | | | | 0.051 |

Tabla N° 50. Niveles de peligro

| Rango | Nivel de Peligro |
|---------------------------|------------------|
| $0.295 \leq P \leq 0.423$ | MUY ALTO |
| $0.139 \leq P < 0.295$ | ALTO |
| $0.097 \leq P < 0.139$ | MEDIO |
| $0.051 \leq P < 0.097$ | BAJO |

7.7 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO

Cuadro N° 49. Descripción de niveles de peligro.

| NIVEL | DESCRIPCIÓN | RANGO |
|-------------------------|--|---|
| PELIGRO MUY ALTO | Se presenta en depósitos cuaternarios con escasa cobertura vegetal, en depósitos coluviales y aluviales con una geomorfología de Montaña baja empinada en roca intrusiva con pendiente superior a 37°, presentando precipitaciones anuales Extremadamente lluviosas (>1290mm), y periodo de retorno anual el tipo de suelos erosionados o sin cobertura vegetal. En condiciones desfavorables en temporadas de lluvia. | $0.295 \leq P \leq 0.423$ |
| PELIGRO ALTO | Se presenta en depósitos aluviales con abundante cobertura vegetal y una geomorfología de Vertiente o Piedemonte Coluvio - Deluvial, con pendiente que varían desde 25° a 37° y de 14° a 25°, presentan precipitaciones anuales Muy lluvioso (>1051mm Y ≤ 1290 mm), y periodo de retorno bianual. | $0.139 \leq P < 0.295$ |
| PELIGRO MEDIO | Se presenta en depósitos Glacio-fluviales en terrenos de uso agrícola y de expansión con una geomorfología de Montaña baja disectada con pendiente que varían desde 4° a 14°, presentan precipitaciones anuales Muy lluvioso (>812mm Y ≤ 1051 mm), y periodo de retorno de cada 10 años. | $0.097 \leq P < 0.139$ |
| PELIGRO BAJO | Se presenta la formación Coyllurqui escasamente en el área de influencia y presenta únicamente variabilidad de precipitaciones anuales acumuladas Escasamente lluvioso ≤ 812 mm, y periodo de retorno de cada 20 años. | $0.051 \leq P < 0.097$ |

7.8 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN ZONAS SUSCEPTIBLES

7.8.1 Exposición

7.8.1.1 Elementos Expuestos Susceptibles en Dimensión Social

Los elementos expuestos susceptibles del área de estudio comprenden (Población, vivienda, servicios públicos básicos, espacios públicos, entre otros) que se encuentran en la zona potencial del impacto al peligro de fenómeno de Flujo de Detritos de sufrir los efectos ante la ocurrencia o manifestación del peligro.

Cuadro N° 50. Elementos expuestos en la dimensión social

| | | |
|----------------|--|-----|
| POBLACION N | GRUPO ETAREO DE NIÑOS Y ADULTOS MAYORES (VARONES Y MUJERES) | 287 |
| | PERSONAS CON DISCAPACIDAD (GRAVE A MUY GRAVE) | 18 |
| EDUCACION N | CENTROS EDUCATIVOS | 3 |

7.8.1.2 Elementos Expuestos Susceptibles en Dimensión Económica

En la zona de estudio, la mayoría de las viviendas son de material adobe; en general se hallan entre pésimo a regular estado de conservación; debido a que además de que son edificaciones antiguas, no reciben ningún tipo de mantenimiento. Las redes de agua, desagüe y los servicios eléctricos son en su mayoría precarios y/o muy antiguos; asimismo, sus vías de comunicación; pistas y veredas son muy estrechas.

Cuadro N° 51. Elementos expuestos en la dimensión económica

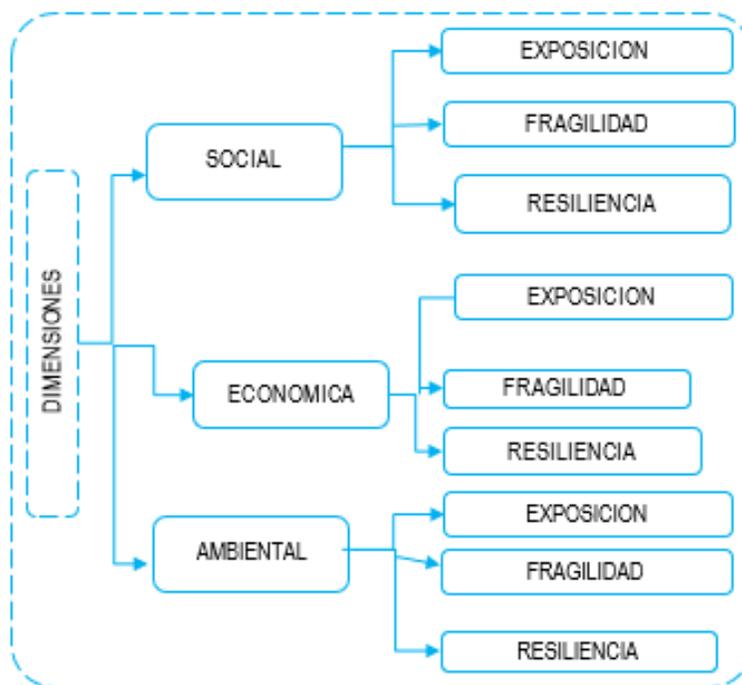
| | | |
|-----------------------|------------------------------------|-------|
| VIVIENDA | Número total de predios | 99 |
| Establecimientos | Tiendas/depósito/Almacén | 10 |
| | Hotel/Hospedaje | 1 |
| | Servicio de comida | 2 |
| | Talleres mecánicos | 02 |
| | Otros (salón de eventos) | 1 |
| Postes | Número de postes ubicados cada 50m | 5 |
| Agua y Saneamiento | Tuberías (perímetro de manzanas) | 472 m |

CAPÍTULO VIII ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

8.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en la zona de estudio; se ha realizado un análisis a partir de la recopilación y procesamiento de la información, identificando los factores de la vulnerabilidad tanto en la dimensión social, económica y ambiental. Estos factores han sido caracterizados por la exposición, fragilidad y resiliencia; en cada caso respectivamente. Para analizar la vulnerabilidad se ha seguido la metodología propuesta por CENEPRED.

Cuadro N° 52. Cuadro de análisis de las dimensiones.



8.2 ANÁLISIS DE LAS TRES DIMENSIONES

Tabla N° 51. Matriz de comparación de pares de las dimensiones de vulnerabilidad

| PARÁMETRO | Social | Económica | Ambiental |
|-----------|--------|-----------|-----------|
| Social | 1.00 | 3.00 | 7.00 |
| Económica | 0.33 | 1.00 | 4.00 |
| Ambiental | 0.14 | 0.25 | 1.00 |
| SUMA | 1.48 | 4.25 | 12.00 |
| 1/SUMA | 0.68 | 0.24 | 0.08 |

Tabla N° 52. Matriz de normalización de las dimensiones de vulnerabilidad

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| PARÁMETRO | Social | Económica | Ambiental | Vector Priorización |
|-----------|--------|-----------|-----------|---------------------|
| Social | 0.677 | 0.706 | 0.583 | 0.656 |
| Económica | 0.226 | 0.235 | 0.333 | 0.265 |
| Ambiental | 0.097 | 0.059 | 0.083 | 0.080 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 53. Determinación del vector suma ponderado de las dimensiones de vulnerabilidad

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-----------------------|
| 0.656 | 0.794 | 0.558 | 2.007 |
| 0.219 | 0.265 | 0.319 | 0.802 |
| 0.094 | 0.066 | 0.080 | 0.239 |

Tabla N° 54. Cálculo de relación de consistencia de las dimensiones de vulnerabilidad

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|-------|---|-----------|-------|
| VSP/VP | | | | |
| | 3.062 | | | |
| | 3.028 | | | |
| | 3.007 | | | |
| SUMA | 9.098 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.016 |
| PROMEDIO | 3.033 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*) | RC | 0.031 |

8.3 DIMENSIÓN SOCIAL

El análisis de la dimensión social identifica las características de la población del área de estudio. Para determinar los niveles de vulnerabilidad del área de estudio, se realizó la respectiva toma de datos In-Situ mediante encuestas realizadas y verificación directa de cada una de las viviendas, recopilación de información. Esto se ha desarrollado de acuerdo a la metodología realizada por el CENEPRED.

Cuadro N° 53. Parámetros de la dimensión social.

| DIMENSION SOCIAL | |
|-------------------------|--|
| EXPOSICION SOCIAL | Número de personas |
| FRAGILIDAD SOCIAL | Grupo Etéreo |
| | Personas con discapacidad. |
| | Nivel Educativo |
| RESILIENCIA SOCIAL | Tipo de seguro |
| | Conocimiento en prevención y reducción del riesgo. |
| | Capacitación en gestión de riesgos de desastres. |
| | Actitud frente al riesgo |

Tabla N° 55. Matriz de comparación de pares de los parámetros de la dimensión social

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Exposición | Fragilidad | Resiliencia |
|------------------|-------------|-------------|-------------|
| Exposición | 1.00 | 4.00 | 7.00 |
| Fragilidad | 0.25 | 1.00 | 3.00 |
| Resiliencia | 0.14 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.39 | 5.33 | 11.00 |
| 1/SUMA | 0.72 | 0.19 | 0.09 |

Tabla N° 56. Matriz de normalización de parámetros de la dimensión social

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| PARÁMETRO | Exposición | Fragilidad | Resiliencia | Vector Priorización |
|------------------|------------|------------|-------------|----------------------------|
| Exposición | 0.718 | 0.750 | 0.636 | 0.701 |
| Fragilidad | 0.179 | 0.188 | 0.273 | 0.213 |
| Resiliencia | 0.103 | 0.063 | 0.091 | 0.085 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 57. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de la dimensión social

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | Vector Suma Ponderada |
|---|-------|-------|------------------------------|
| 0.701 | 0.853 | 0.597 | 2.152 |
| 0.175 | 0.213 | 0.256 | 0.645 |
| 0.100 | 0.071 | 0.085 | 0.257 |

Tabla N° 58. Cálculo de relación de consistencia parámetros de la dimensión social

| | | | | |
|-----------------|--------------------|---|-----------|-------|
| | HALLANDO EL | | | |
| | λ_{max} | | | |
| | VSP/VP | | | |
| | 3.068 | | | |
| | 3.023 | | | |
| | 3.007 | | | |
| SUMA | 9.098 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.016 |
| PROMEDIO | 3.033 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*) | RC | 0.031 |

8.3.1 Análisis de la exposición social

8.3.1.1 Parámetro del número de personas.

Tabla N° 59. Matriz de comparación de pares del parámetro número de personas por edificación

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Mas de 10 personas | De 7 a 10 personas | De 5 a 6 personas | De 3 a 4 personas | Menor a 3 personas |
|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Mas de 10 personas | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| De 7 a 10 personas | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| De 5 a 6 personas | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| De 3 a 4 personas | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| Menor a 3 personas | 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 N° 60. Matriz de normalización del parámetro número de personas por edificación

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | Mas de 10 personas | De 7 a 10 personas | De 5 a 6 personas | De 3 a 4 personas | Menor a 3 personas | Vector Priorizacion |
|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|
| Mas de 10 personas | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.429 | 0.360 | 0.503 |
| De 7 a 10 personas | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.306 | 0.280 | 0.260 |
| De 5 a 6 personas | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.184 | 0.200 | 0.134 |
| De 3 a 4 personas | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.120 | 0.068 |
| Menor a 3 personas | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.020 | 0.040 | 0.035 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 61. Determinación del vector suma ponderado del N° de personas por edificación

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.503 | 0.781 | 0.672 | 0.474 | 0.313 | 2.743 |
| 0.168 | 0.260 | 0.403 | 0.339 | 0.244 | 1.414 |
| 0.101 | 0.087 | 0.134 | 0.203 | 0.174 | 0.699 |
| 0.072 | 0.052 | 0.045 | 0.068 | 0.104 | 0.341 |
| 0.056 | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.035 | 0.177 |

Tabla N° 62. Cálculo de relación de consistencia del parámetro número de personas por edificación

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|--------|------------------------------------|----|-------|
| VSP/VP | | | | |
| 5.455 | | | | |
| 5.432 | | | | |
| 5.204 | | | | |
| 5.030 | | | | |
| 5.093 | | | | |
| SUMA | 26.213 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.061 |
| PROMEDIO | 5.243 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.054 |

8.3.2 Análisis de la Fragilidad Social

Tabla N° 63. Matriz de comparación de pares del parámetro fragilidad social

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Grupo Etereo | Personas con Discapacidad | Nivel Educativo |
|---------------------------|--------------|---------------------------|-----------------|
| Grupo Etereo | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| Personas con Discapacidad | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| Nivel Educativo | 0.20 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.53 | 4.33 | 9.00 |
| 1/SUMA | 0.65 | 0.23 | 0.11 |

Tabla N° 64. Matriz de normalización del parámetro fragilidad social

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| PARÁMETRO | Grupo Etareo | Personas con Discapacidad | Nivel Educativo | Vector Priorización |
|---------------------------|--------------|---------------------------|-----------------|---------------------|
| Grupo Etareo | 0.652 | 0.692 | 0.556 | 0.633 |
| Personas con Discapacidad | 0.217 | 0.231 | 0.333 | 0.260 |
| Nivel Educativo | 0.130 | 0.077 | 0.111 | 0.106 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 65. Determinación del vector suma ponderado parámetro fragilidad social

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-----------------------|
| 0.633 | 0.781 | 0.531 | 1.946 |
| 0.211 | 0.260 | 0.318 | 0.790 |
| 0.127 | 0.087 | 0.106 | 0.320 |

Tabla N° 66. Cálculo de relación de consistencia del parámetro fragilidad social

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|-------|---|-----------|-------|
| VSP/VP | | | | |
| | 3.072 | | | |
| | 3.033 | | | |
| | 3.011 | | | |
| SUMA | 9.116 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.019 |
| PROMEDIO | 3.039 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*) | RC | 0.037 |

8.3.2.1 Parámetro de Grupo Etáreo

Tabla N° 67. Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etáreo

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | De 0 a 5 años y > de 65 años | De 6 a 14 y de 54 a 65 años | De 15 a 20 años | De 21 a 40 años | De 41 a 55 años |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| De 0 a 5 años y > de 65 años | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 | 9.00 |
| De 6 a 14 y de 54 a 65 años | 0.33 | 1.00 | 4.00 | 5.00 | 7.00 |
| De 15 a 20 años | 0.20 | 0.25 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| De 21 a 40 años | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| De 41 a 55 años | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.79 | 4.59 | 10.53 | 16.33 | 25.00 |
| 1/SUMA | 0.56 | 0.22 | 0.09 | 0.06 | 0.04 |

Tabla N° 68. Matriz de normalización del parámetro grupo etáreo

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | De 0 a 5 años y > de 65 años | De 6 a 14 y de 54 a 65 años | De 15 a 20 años | De 21 a 40 años | De 41 a 55 años | Vector Priorizacion |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| De 0 a 5 años y > de 65 años | 0.560 | 0.653 | 0.475 | 0.429 | 0.360 | 0.495 |
| De 6 a 14 y de 54 a 65 años | 0.187 | 0.218 | 0.380 | 0.306 | 0.280 | 0.274 |
| De 15 a 20 años | 0.112 | 0.054 | 0.095 | 0.184 | 0.200 | 0.129 |
| De 21 a 40 años | 0.080 | 0.044 | 0.032 | 0.061 | 0.120 | 0.067 |
| De 41 a 55 años | 0.062 | 0.031 | 0.019 | 0.020 | 0.040 | 0.035 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 69. Determinación del vector suma ponderado del parámetro grupo etáreo

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.495 | 0.822 | 0.645 | 0.471 | 0.311 | 2.744 |
| 0.165 | 0.274 | 0.516 | 0.336 | 0.242 | 1.533 |
| 0.099 | 0.069 | 0.129 | 0.202 | 0.173 | 0.671 |
| 0.071 | 0.055 | 0.043 | 0.067 | 0.104 | 0.339 |
| 0.055 | 0.039 | 0.026 | 0.022 | 0.035 | 0.177 |

Tabla N° 70. Cálculo de relación de consistencia del parámetro grupo etáreo

| | | | | |
|-----------------|---|--|-----------|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | VSP/VP | | | |
| | 5.541 | | | |
| | 5.595 | | | |
| | 5.202 | | | |
| | 5.046 | | | |
| | 5.123 | | | |
| SUMA | 26.507 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.075 |
| PROMEDIO | 5.301 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.068 |

8.3.2.2 Parámetro de Personas con discapacidad

Tabla N° 71. Matriz de comparación de pares del parámetro personas con discapacidad

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | MUY GRAVE | GRAVE | MODERADO | LEVE | NINGUNO |
|---------------|-----------|-------|----------|-------|---------|
| MUY GRAVE | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 6.00 | 7.00 |
| GRAVE | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 6.00 |
| MODERADO | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 2.00 | 3.00 |
| LEVE | 0.17 | 0.20 | 0.50 | 1.00 | 3.00 |
| NINGUNO | 0.14 | 0.17 | 0.33 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.89 | 4.70 | 8.83 | 14.33 | 20.00 |
| 1/SUMA | 0.53 | 0.21 | 0.11 | 0.07 | 0.05 |

Tabla N° 72. Matriz de normalización del parámetro personas con discapacidad

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | MUY GRAVE | GRAVE | MODERADO | LEVE | NINGUNO | Vector Priorizacion |
|-------------|-----------|-------|----------|-------|---------|---------------------|
| MUY GRAVE | 0.528 | 0.638 | 0.453 | 0.419 | 0.350 | 0.478 |
| GRAVE | 0.176 | 0.213 | 0.340 | 0.349 | 0.300 | 0.275 |
| MODERADO | 0.132 | 0.071 | 0.113 | 0.140 | 0.150 | 0.121 |
| LEVE | 0.088 | 0.043 | 0.057 | 0.070 | 0.150 | 0.081 |
| NINGUNO | 0.075 | 0.035 | 0.038 | 0.023 | 0.050 | 0.044 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 73. Determinación del vector suma ponderado del parámetro personas con discapacidad

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.478 | 0.826 | 0.485 | 0.488 | 0.311 | 2.588 |
| 0.159 | 0.275 | 0.363 | 0.407 | 0.266 | 1.471 |
| 0.119 | 0.092 | 0.121 | 0.163 | 0.133 | 0.628 |
| 0.080 | 0.055 | 0.061 | 0.081 | 0.133 | 0.410 |
| 0.068 | 0.046 | 0.040 | 0.027 | 0.044 | 0.226 |

Tabla N° 74. Cálculo de relación de consistencia parámetro personas con discapacidad

| | | | | |
|-----------------|---|--|-----------|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | VSP/VP | | | |
| | 5.418 | | | |
| | 5.341 | | | |
| | 5.186 | | | |
| | 5.035 | | | |
| | 5.093 | | | |
| SUMA | 26.073 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.054 |
| PROMEDIO | 5.215 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.048 |

8.3.2.3 Parámetro de Nivel Educativo

Tabla N° 75. Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Nivel Educativo.

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Ninguno | Primaria | Secundaria | Superior Incompleta | Superior Completa |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------------|
| Ninguno | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| Primaria | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 7.00 |
| Secundaria | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 6.00 |
| Superior Incompleta | 0.20 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 5.00 |
| Superior Completa | 0.14 | 0.14 | 0.17 | 0.20 | 1.00 |
| SUMA | 2.18 | 3.84 | 6.50 | 14.20 | 26.00 |
| 1/SUMA | 0.46 | 0.26 | 0.15 | 0.07 | 0.04 |

Tabla N° 76. Matriz de normalización del parámetro nivel educativo.

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | Ninguno | Primaria | Secundaria | Superior Incompleta | Superior Completa | Vector Priorizacion |
|---------------------|---------|----------|------------|---------------------|-------------------|----------------------------|
| Ninguno | 0.460 | 0.520 | 0.462 | 0.352 | 0.269 | 0.413 |
| Primaria | 0.230 | 0.260 | 0.308 | 0.352 | 0.269 | 0.284 |
| Secundaria | 0.153 | 0.130 | 0.154 | 0.211 | 0.231 | 0.176 |
| Superior Incompleta | 0.092 | 0.052 | 0.051 | 0.070 | 0.192 | 0.092 |
| Superior Completa | 0.066 | 0.037 | 0.026 | 0.014 | 0.038 | 0.036 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 77. Determinación del vector suma ponderado del parámetro nivel educativo.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.413 | 0.568 | 0.528 | 0.458 | 0.253 | 2.219 |
| 0.206 | 0.284 | 0.352 | 0.458 | 0.253 | 1.553 |
| 0.138 | 0.142 | 0.176 | 0.275 | 0.217 | 0.947 |
| 0.083 | 0.057 | 0.059 | 0.092 | 0.181 | 0.470 |
| 0.059 | 0.041 | 0.029 | 0.018 | 0.036 | 0.183 |

Tabla N° 78. Cálculo de relación de consistencia del parámetro nivel educativo.

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|--------|------------------------------------|----|-------|
| VSP/VP | | | | |
| 5.379 | | | | |
| 5.473 | | | | |
| 5.387 | | | | |
| 5.137 | | | | |
| 5.064 | | | | |
| SUMA | 26.439 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.072 |
| PROMEDIO | 5.288 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.065 |

8.3.3 Análisis de la Resiliencia Social

Tabla N° 79. Matriz de comparación de pares del parámetro resiliencia social

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Tipo de Seguro | CPRR | CGRD | AFRD |
|----------------|----------------|------|------|-------|
| Tipo de Seguro | 1.00 | 4.00 | 4.00 | 7.00 |
| CPRR | 0.25 | 1.00 | 2.00 | 2.00 |
| CGRD | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 1.00 |
| AFRD | 0.14 | 0.50 | 1.00 | 1.00 |
| SUMA | 1.64 | 6.00 | 8.00 | 11.00 |
| 1/SUMA | 0.61 | 0.17 | 0.13 | 0.09 |

Tabla N° 80. Matriz de normalización del parámetro resiliencia social

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| PARÁMETRO | Tipo de Seguro | CPRR | CGRD | AFRD | Vector Priorización |
|----------------|----------------|-------|-------|-------|---------------------|
| Tipo de Seguro | 0.609 | 0.667 | 0.500 | 0.636 | 0.603 |
| CPRR | 0.152 | 0.167 | 0.250 | 0.182 | 0.188 |
| CGRD | 0.152 | 0.083 | 0.125 | 0.091 | 0.113 |
| AFRD | 0.087 | 0.083 | 0.125 | 0.091 | 0.097 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 81. determinación del vector suma ponderado del parámetro resiliencia social

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.603 | 0.751 | 0.790 | 0.676 | 2.819 |
| 0.151 | 0.188 | 0.226 | 0.193 | 0.757 |
| 0.151 | 0.094 | 0.113 | 0.097 | 0.454 |
| 0.086 | 0.094 | 0.113 | 0.097 | 0.389 |

Tabla N° 82. Cálculo de relación de consistencia del parámetro resiliencia social

| | | | | |
|----------|--------------------------------|---|-----------|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | VSPVP | | | |
| | 4.676 | | | |
| | 4.035 | | | |
| | 4.023 | | | |
| | 4.033 | | | |
| SUMA | 16.767 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.064 |
| PROMEDIO | 4.192 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.08 (*) | RC | 0.072 |

8.3.3.1 Parámetro de Tipo de Seguro

Tabla N° 83. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de seguro

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | No tiene | SIS | ESSALUD | Fuerzas Armadas | Seguro Privado |
|-----------------|----------|------|---------|-----------------|----------------|
| No tiene | 1.00 | 4.00 | 6.00 | 8.00 | 9.00 |
| SIS | 0.25 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 8.00 |
| ESSALUD | 0.17 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 6.00 |
| Fuerzas Armadas | 0.13 | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 4.00 |
| Seguro Privado | 0.11 | 0.13 | 0.17 | 0.25 | 1.00 |
| SUMA | 1.65 | 5.71 | 10.50 | 16.25 | 28.00 |
| 1/SUMA | 0.61 | 0.18 | 0.10 | 0.06 | 0.04 |

Tabla N° 84. Matriz de normalización del parámetro tipo de seguro

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | No tiene | SIS | ESSALUD | Fuerzas Armadas | Seguro Privado | Vector Priorizacion |
|-----------------|----------|-------|---------|-----------------|----------------|---------------------|
| No tiene | 0.605 | 0.701 | 0.571 | 0.492 | 0.321 | 0.538 |
| SIS | 0.151 | 0.175 | 0.286 | 0.246 | 0.286 | 0.229 |
| ESSALUD | 0.101 | 0.058 | 0.095 | 0.185 | 0.214 | 0.131 |
| Fuerzas Armadas | 0.076 | 0.044 | 0.032 | 0.062 | 0.143 | 0.071 |
| Seguro Privado | 0.067 | 0.022 | 0.016 | 0.015 | 0.036 | 0.031 |
| suma | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 85. Determinación del vector suma ponderado del Parámetro Tipo de Seguro

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.538 | 0.915 | 0.784 | 0.569 | 0.281 | 3.087 |
| 0.135 | 0.229 | 0.392 | 0.284 | 0.250 | 1.290 |
| 0.090 | 0.076 | 0.131 | 0.213 | 0.187 | 0.697 |
| 0.067 | 0.057 | 0.044 | 0.071 | 0.125 | 0.364 |
| 0.060 | 0.029 | 0.022 | 0.018 | 0.031 | 0.159 |

Tabla N° 86. Cálculo de relación de consistencia del parámetro tipo de seguro

| | | | | |
|-----------------|---|--|-----------|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | VSP/VP | | | |
| | 5.737 | | | |
| | 5.636 | | | |
| | 5.336 | | | |
| | 5.119 | | | |
| | 5.099 | | | |
| SUMA | 26.926 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.096 |
| PROMEDIO | 5.385 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.086 |

8.3.3.2 Parámetro de conocimiento en prevención y reducción del riesgo

Tabla N° 87. Matriz de Comparación de Pares del Conocimiento en PRRD

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Deficiente | Basico | Regular | Bueno | Muy Bueno |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Deficiente | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 8.00 | 9.00 |
| Basico | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 7.00 | 8.00 |
| Regular | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| Bueno | 0.13 | 0.14 | 0.33 | 1.00 | 4.00 |
| Muy Bueno | 0.11 | 0.13 | 0.20 | 0.25 | 1.00 |
| SUMA | 1.94 | 3.60 | 9.53 | 19.25 | 27.00 |
| 1/SUMA | 0.52 | 0.28 | 0.10 | 0.05 | 0.04 |

Tabla N° 88. Matriz de normalización del parámetro de conocimiento en PRRD

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | Deficiente | Basico | Regular | Bueno | Muy Bueno | Vector Priorizacion |
|------------------|------------|--------|---------|-------|-----------|----------------------------|
| Deficiente | 0.516 | 0.555 | 0.524 | 0.416 | 0.333 | 0.469 |
| Basico | 0.258 | 0.278 | 0.315 | 0.364 | 0.296 | 0.302 |
| Regular | 0.103 | 0.093 | 0.105 | 0.156 | 0.185 | 0.128 |
| Bueno | 0.065 | 0.040 | 0.035 | 0.052 | 0.148 | 0.068 |
| Muy Bueno | 0.057 | 0.035 | 0.021 | 0.013 | 0.037 | 0.033 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 89. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de conocimiento en prevención y reducción del riesgo

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.469 | 0.604 | 0.642 | 0.543 | 0.294 | 2.552 |
| 0.235 | 0.302 | 0.385 | 0.475 | 0.261 | 1.658 |
| 0.094 | 0.101 | 0.128 | 0.204 | 0.163 | 0.690 |
| 0.059 | 0.043 | 0.043 | 0.068 | 0.130 | 0.343 |
| 0.052 | 0.038 | 0.026 | 0.017 | 0.033 | 0.165 |

Tabla N° 90. Cálculo de relación de consistencia del parámetro de conocimiento en prevención y reducción del riesgo

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|--------|--|-----------|-------|
| VSP/VP | | | | |
| 5.440 | | | | |
| 5.487 | | | | |
| 5.372 | | | | |
| 5.053 | | | | |
| 5.062 | | | | |
| SUMA | 26.415 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.071 |
| PROMEDIO | 5.283 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.063 |

8.3.3.3 Parámetro de Capacitación en Gestión del Riesgo de Desastres

Tabla N° 91. Matriz de comparación de pares del parámetro de capacitación en GRD

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Nunca | Una vez por año | 2 veces al año | 3 veces al año | 4 y/o 5 veces al año |
|----------------------|-------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------|
| Nunca | 1.00 | 4.00 | 6.00 | 7.00 | 9.00 |
| Una vez por año | 0.25 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| 2 veces al año | 0.17 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| 3 veces al año | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| 4 y/o 5 veces al año | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.67 | 5.68 | 10.53 | 16.33 | 25.00 |
| 1/SUMA | 0.60 | 0.18 | 0.09 | 0.06 | 0.04 |

Tabla N° 92. Matriz de normalización del parámetro de capacitación en GRD

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | Nunca | Una vez por año | Cada 2 años | Cada 3 años | Cada 4 y/o 5 años | Vector Priorizacion |
|-------------------|-------|-----------------|-------------|-------------|-------------------|---------------------|
| Nunca | 0.599 | 0.705 | 0.570 | 0.429 | 0.360 | 0.532 |
| Una vez por año | 0.150 | 0.176 | 0.285 | 0.306 | 0.280 | 0.239 |
| Cada 2 años | 0.100 | 0.059 | 0.095 | 0.184 | 0.200 | 0.127 |
| Cada 3 años | 0.086 | 0.035 | 0.032 | 0.061 | 0.120 | 0.067 |
| Cada 4 y/o 5 años | 0.067 | 0.025 | 0.019 | 0.020 | 0.040 | 0.034 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 93. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de capacitación en GRD

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.532 | 0.957 | 0.765 | 0.467 | 0.308 | 3.029 |
| 0.133 | 0.239 | 0.382 | 0.334 | 0.240 | 1.328 |
| 0.089 | 0.080 | 0.127 | 0.200 | 0.171 | 0.667 |
| 0.076 | 0.048 | 0.042 | 0.067 | 0.103 | 0.336 |
| 0.059 | 0.034 | 0.025 | 0.022 | 0.034 | 0.175 |

Tabla N° 94. Cálculo de relación de consistencia del parámetro de capacitación en GRD

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|--------|--|-----------|-------|
| VSP/VP | | | | |
| | 5.691 | | | |
| | 5.548 | | | |
| | 5.236 | | | |
| | 5.032 | | | |
| | 5.123 | | | |
| SUMA | 26.629 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.081 |
| PROMEDIO | 5.326 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.073 |

8.3.3.4 Parámetro de Actitud Frente al Riesgo

Tabla N° 95. Matriz de comparación de pares del parámetro actitud frente al riesgo

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Fatalista, no previsor | Escasamente previsor | Parcialmente previsor | Regularmente previsor | Positivamente previsor |
|------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Fatalista, no previsor | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 7.00 | 9.00 |
| Escasamente previsor | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 6.00 | 8.00 |
| Parcialmente previsor | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 7.00 |
| Regularmente Previsor | 0.14 | 0.17 | 0.33 | 1.00 | 5.00 |
| Positivamente previsor | 0.11 | 0.13 | 0.14 | 0.20 | 1.00 |
| SUMA | 2.09 | 3.79 | 6.48 | 17.20 | 30.00 |
| 1/SUMA | 0.48 | 0.26 | 0.15 | 0.06 | 0.03 |

Tabla N° 96. Matriz de normalización del parámetro de actitud frente al riesgo

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Fatalista, no previsor | Escasamente previsor | Parcialmente previsor | Regularmente previsor | Positivamente previsor |
|------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Fatalista, no previsor | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 7.00 | 9.00 |
| Escasamente previsor | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 6.00 | 8.00 |
| Parcialmente previsor | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 7.00 |
| Regularmente Previsor | 0.14 | 0.17 | 0.33 | 1.00 | 5.00 |
| Positivamente previsor | 0.11 | 0.13 | 0.14 | 0.20 | 1.00 |
| SUMA | 2.09 | 3.79 | 6.48 | 17.20 | 30.00 |
| 1/SUMA | 0.48 | 0.26 | 0.15 | 0.06 | 0.03 |

Tabla N° 97. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de actitud frente al riesgo

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.435 | 0.571 | 0.512 | 0.544 | 0.276 | 2.339 |
| 0.218 | 0.286 | 0.341 | 0.466 | 0.245 | 1.556 |
| 0.145 | 0.143 | 0.171 | 0.233 | 0.215 | 0.906 |
| 0.062 | 0.048 | 0.057 | 0.078 | 0.153 | 0.398 |
| 0.048 | 0.036 | 0.024 | 0.016 | 0.031 | 0.155 |

Tabla N° 98. Cálculo de relación de consistencia del parámetro actitud frente al riesgo

| | | | | |
|-----------------|---|--|-----------|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | VSP/VP | | | |
| | 5.372 | | | |
| | 5.451 | | | |
| | 5.308 | | | |
| | 5.115 | | | |
| | 5.047 | | | |
| SUMA | 26.292 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.065 |
| PROMEDIO | 5.258 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.058 |

8.4 DIMENSIÓN ECONOMICA

El análisis de la dimensión económica consiste en identificar las características económicas en cuanto a la localización e infraestructura de las viviendas y bienes económicos de la población del área de estudio:

Cuadro N° 54. Parámetros de la dimensión económica

| DIMENSION ECONOMICA | |
|----------------------------|--|
| EXPOSICION ECONOMICA | Área de ocupación de Predio. |
| FRAGILIDAD ECONOMICA | Material de construcción de la edificación |
| | Estado de conservación de la edificación |
| RESILIENCIA ECONOMICA | Ingreso promedio familiar mensual |
| | Acceso a servicios básicos. |
| | Situación laboral familiar |
| | Ocupación. |

Tabla N° 99. Matriz de comparación de pares de parámetros de la dimensión económica

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Exposición | Fragilidad | Resiliencia |
|------------------|-------------|-------------|-------------|
| Exposición | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| Fragilidad | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| Resiliencia | 0.20 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.53 | 4.33 | 9.00 |
| 1/SUMA | 0.65 | 0.23 | 0.11 |

Tabla N° 100. Matriz de normalización de parámetros de la dimensión económica

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| PARÁMETRO | Exposición | Fragilidad | Resiliencia | Vector Priorización |
|-------------|------------|------------|-------------|---------------------|
| Exposición | 0.652 | 0.692 | 0.556 | 0.633 |
| Fragilidad | 0.217 | 0.231 | 0.333 | 0.260 |
| Resiliencia | 0.130 | 0.077 | 0.111 | 0.106 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 101. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de la dimensión económica

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-----------------------|
| 0.633 | 0.781 | 0.531 | 1.946 |
| 0.211 | 0.260 | 0.318 | 0.790 |
| 0.127 | 0.087 | 0.106 | 0.320 |

Tabla N° 102. Cálculo de relación de consistencia parámetros de la dimensión económica

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|-------|---|-----------|-------|
| VSP/VP | | | | |
| 3.072 | | | | |
| 3.033 | | | | |
| 3.011 | | | | |
| SUMA | 9.116 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.019 |
| PROMEDIO | 3.039 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*) | RC | 0.037 |

8.4.1 Análisis de la exposición Económica

8.4.1.1 Parámetro de Área de Ocupación de Predio.

Tabla N° 103. Matriz de comparación de pares del parámetro área de ocupación de predio

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | >200 m2 | >150 m2 y <= 200m2 | > 100 m2 y <= 150 m2 | > 60 m2 y <= 100 m2 | < 60 |
|----------------------|---------|--------------------|----------------------|---------------------|-------|
| >200 m2 | 1.00 | 3.00 | 6.00 | 8.00 | 9.00 |
| >150 m2 y <= 200m2 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 6.00 |
| > 100 m2 y <= 150 m2 | 0.17 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 4.00 |
| > 60 m2 y <= 100 m2 | 0.13 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| < 60 | 0.11 | 0.17 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.74 | 4.70 | 10.58 | 17.33 | 23.00 |
| 1/SUMA | 0.58 | 0.21 | 0.09 | 0.06 | 0.04 |

Tabla N° 104. Matriz de normalización del parámetro de área de ocupación de predio

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARAMETRO | >200 m2 | >150 m2 y <= 200m2 | > 100 m2 y <= 150 m2 | > 60 m2 y <= 100 m2 | < 60 | Vector Priorizacion |
|----------------------|---------|--------------------|----------------------|---------------------|-------|---------------------|
| >200 m2 | 0.576 | 0.638 | 0.567 | 0.462 | 0.391 | 0.527 |
| >150 m2 y <= 200m2 | 0.192 | 0.213 | 0.283 | 0.288 | 0.261 | 0.248 |
| > 100 m2 y <= 150 m2 | 0.096 | 0.071 | 0.094 | 0.173 | 0.174 | 0.122 |
| > 60 m2 y <= 100 m2 | 0.072 | 0.043 | 0.031 | 0.058 | 0.130 | 0.067 |
| < 60 | 0.064 | 0.035 | 0.024 | 0.019 | 0.043 | 0.037 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 105. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de A.O.P.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.527 | 0.743 | 0.730 | 0.535 | 0.334 | 2.869 |
| 0.176 | 0.248 | 0.365 | 0.334 | 0.223 | 1.345 |
| 0.088 | 0.083 | 0.122 | 0.201 | 0.149 | 0.641 |
| 0.066 | 0.050 | 0.041 | 0.067 | 0.111 | 0.334 |
| 0.059 | 0.041 | 0.030 | 0.022 | 0.037 | 0.190 |

Tabla N° 106. Cálculo de relación de consistencia del parámetro de área de ocupación de predio

| HALLANDO EL λ_{max} | | INDICE DE CONSISTENCIA | |
|-----------------------------|--------|--|-------|
| VSP/VP | | IC | 0.063 |
| | 5.445 | | |
| | 5.435 | | |
| | 5.269 | | |
| | 5.001 | | |
| | 5.104 | | |
| SUMA | 26.254 | RC | 0.056 |
| PROMEDIO | 5.251 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | |

8.4.2 Análisis de la Fragilidad Económica

8.4.2.1 Parámetro de Material de Construcción en la Edificación.

Tabla N° 107. Matriz de comparación de pares del parámetro de M.C.E.

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Bloqueta | Adobe | Ladrillo | Concreto armado | Vacío |
|-----------------|----------|-------|----------|-----------------|-------|
| Bloqueta | 1.00 | 5.00 | 5.00 | 7.00 | 8.00 |
| Adobe | 0.20 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 6.00 |
| Ladrillo | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 4.00 |
| Concreto armado | 0.14 | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| Vacío | 0.13 | 0.17 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.67 | 6.75 | 9.58 | 15.33 | 22.00 |
| 1/SUMA | 0.60 | 0.15 | 0.10 | 0.07 | 0.05 |

Tabla N° 108. Matriz de normalización del parámetro de M.C.E.

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | Bloqueta | Adobe | Ladrillo | Concreto armado | Vacío | Vector Priorizacion |
|-----------------|----------|-------|----------|-----------------|-------|---------------------|
| Bloqueta | 0.600 | 0.741 | 0.522 | 0.457 | 0.364 | 0.536 |
| Adobe | 0.120 | 0.148 | 0.313 | 0.261 | 0.273 | 0.223 |
| Ladrillo | 0.120 | 0.049 | 0.104 | 0.196 | 0.182 | 0.130 |
| Concreto armado | 0.086 | 0.037 | 0.035 | 0.065 | 0.136 | 0.072 |
| Vacío | 0.075 | 0.025 | 0.026 | 0.022 | 0.045 | 0.039 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 109. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de material de construcción en la edificación.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.536 | 1.115 | 0.651 | 0.503 | 0.309 | 3.114 |
| 0.107 | 0.223 | 0.391 | 0.287 | 0.232 | 1.240 |
| 0.107 | 0.074 | 0.130 | 0.215 | 0.154 | 0.682 |
| 0.077 | 0.056 | 0.043 | 0.072 | 0.116 | 0.363 |
| 0.067 | 0.037 | 0.033 | 0.024 | 0.039 | 0.199 |

Tabla N° 110. Cálculo de relación de consistencia del Parámetro de M.C.E

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|--------|------------------------------------|----|-------|
| VSP/VP | | | | |
| 5.804 | | | | |
| 5.560 | | | | |
| 5.234 | | | | |
| 5.060 | | | | |
| 5.165 | | | | |
| SUMA | 26.823 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.091 |
| PROMEDIO | 5.365 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.082 |

8.4.2.2 Parámetro de Estado de Conservación en la Edificación.

Tabla N° 111. Matriz de comparación de pares del parámetro de E.C.E.

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Muy malo | Malo | Regular | Bueno | Muy bueno |
|-----------|----------|------|---------|-------|-----------|
| Muy malo | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 7.00 | 9.00 |
| Malo | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| Regular | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 2.00 | 4.00 |
| Bueno | 0.14 | 0.20 | 0.50 | 1.00 | 3.00 |
| Muy bueno | 0.11 | 0.14 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.84 | 4.68 | 8.75 | 15.33 | 24.00 |
| 1/SUMA | 0.54 | 0.21 | 0.11 | 0.07 | 0.04 |

Tabla N° 112. Matriz de normalización del parámetro de estado de conservación en la edificación.

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | Muy malo | Malo | Regular | Bueno | Muy bueno | Vector Priorizacion |
|-------------|----------|-------|---------|-------|-----------|---------------------|
| Muy malo | 0.544 | 0.642 | 0.457 | 0.457 | 0.375 | 0.495 |
| Malo | 0.181 | 0.214 | 0.343 | 0.326 | 0.292 | 0.271 |
| Regular | 0.136 | 0.071 | 0.114 | 0.130 | 0.167 | 0.124 |
| Bueno | 0.078 | 0.043 | 0.057 | 0.065 | 0.125 | 0.074 |
| Muy bueno | 0.060 | 0.031 | 0.029 | 0.022 | 0.042 | 0.037 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 113. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de E.C.E

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.495 | 0.814 | 0.495 | 0.515 | 0.329 | 2.648 |
| 0.165 | 0.271 | 0.371 | 0.368 | 0.256 | 1.431 |
| 0.124 | 0.090 | 0.124 | 0.147 | 0.146 | 0.631 |
| 0.071 | 0.054 | 0.062 | 0.074 | 0.110 | 0.370 |
| 0.055 | 0.039 | 0.031 | 0.025 | 0.037 | 0.186 |

Tabla N° 114. Cálculo de relación de consistencia del parámetro de E.C.E

| | | | | |
|-----------------|---|--|-----------|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | VSP/VP | | | |
| | 5.350 | | | |
| | 5.279 | | | |
| | 5.102 | | | |
| | 5.031 | | | |
| | 5.076 | | | |
| SUMA | 25.839 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.042 |
| PROMEDIO | 5.168 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.038 |

8.4.3 Análisis de la Resiliencia Económica

Tabla N° 115. Matriz de comparación de pares del parámetro resiliencia económica

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Ingreso promedio familiar mensual | Acceso a servicios básicos | Situación laboral familiar | Ocupación |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|
| Ingreso promedio familiar mensual | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 |
| Acceso a servicios básicos | 0.33 | 1.00 | 2.00 | 2.00 |
| Situación laboral familiar | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 1.00 |
| Ocupación | 0.20 | 0.50 | 1.00 | 1.00 |
| SUMA | 1.78 | 5.00 | 8.00 | 9.00 |
| 1/SUMA | 0.56 | 0.20 | 0.13 | 0.11 |

Tabla N° 116. Matriz de normalización del parámetro resiliencia Económica

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| PARÁMETRO | Ingreso promedio familiar mensual | Acceso a servicios básicos | Situación laboral familiar | Ocupación | Vector Priorización |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|---------------------|
| Ingreso promedio familiar mensual | 0.561 | 0.600 | 0.500 | 0.556 | 0.554 |
| Acceso a servicios básicos | 0.187 | 0.200 | 0.250 | 0.222 | 0.215 |
| Situación laboral familiar | 0.140 | 0.100 | 0.125 | 0.111 | 0.119 |
| Ocupación | 0.112 | 0.100 | 0.125 | 0.111 | 0.112 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 117. Determinación del vector suma ponderado del Parámetro Resiliencia económica

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.554 | 0.644 | 0.595 | 0.560 | 2.354 |
| 0.185 | 0.215 | 0.238 | 0.224 | 0.862 |
| 0.139 | 0.107 | 0.119 | 0.112 | 0.477 |
| 0.111 | 0.107 | 0.119 | 0.112 | 0.449 |

Tabla N° 118. Cálculo de Relación de Consistencia del Parámetro Resiliencia Económica

| | | | | |
|----------|--------------------------------|-------------------------------------|----|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | VSP/VP | | | |
| | 4.249 | | | |
| | 4.012 | | | |
| | 4.006 | | | |
| | 4.010 | | | |
| SUMA | 16.277 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.023 |
| PROMEDIO | 4.069 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.08 (*) | RC | 0.026 |

8.4.3.1 Parámetro de Ingreso Familiar Promedio Mensual por Lote

Tabla N° 119. Matriz de comparación de pares del parámetro de I.F.P.M.L

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | <=S/ 500 | > 500 y <= 1000 soles | > 1000 y <= 1200 soles | > 1200 - <= 1500 soles | >1500 soles |
|------------------------|-------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------|
| <=S/ 500 | 1.00 | 5.00 | 5.00 | 6.00 | 7.00 |
| > 500 y <= 1000 soles | 0.20 | 1.00 | 4.00 | 3.00 | 5.00 |
| > 1000 y <= 1200 soles | 0.20 | 0.25 | 1.00 | 2.00 | 4.00 |
| > 1200 - <= 1500 soles | 0.17 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00 |
| >1500 soles | 0.14 | 0.20 | 0.25 | 0.50 | 1.00 |
| SUMA | 1.71 | 6.78 | 10.75 | 12.50 | 19.00 |
| 1/SUMA | 0.58 | 0.15 | 0.09 | 0.08 | 0.05 |

Tabla N° 120. Matriz de normalización del parámetro de I.F.P.M.L

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | <=S/ 500 | > 500 y <= 1000 soles | > 1000 y <= 1200 soles | > 1200 - <= 1500 soles | >1500 soles | Vector Priorizacion |
|------------------------|----------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------|---------------------|
| <=S/ 500 | 0.585 | 0.737 | 0.465 | 0.480 | 0.368 | 0.527 |
| > 500 y <= 1000 soles | 0.117 | 0.147 | 0.372 | 0.240 | 0.263 | 0.228 |
| > 1000 y <= 1200 soles | 0.117 | 0.037 | 0.093 | 0.160 | 0.211 | 0.123 |
| > 1200 - <= 1500 soles | 0.097 | 0.049 | 0.047 | 0.080 | 0.105 | 0.076 |
| >1500 soles | 0.084 | 0.029 | 0.023 | 0.040 | 0.053 | 0.046 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 121. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de ingreso familiar promedio mensual por lote

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.527 | 1.140 | 0.617 | 0.454 | 0.321 | 3.059 |
| 0.105 | 0.228 | 0.494 | 0.227 | 0.229 | 1.283 |
| 0.105 | 0.057 | 0.123 | 0.151 | 0.183 | 0.620 |
| 0.088 | 0.076 | 0.062 | 0.076 | 0.092 | 0.393 |
| 0.075 | 0.046 | 0.031 | 0.038 | 0.046 | 0.235 |

Tabla N° 122. Cálculo de relación de consistencia del parámetro de ingreso familiar promedio mensual por lote

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|--------|------------------------------------|----|-------|
| VSP/VP | | | | |
| 5.803 | | | | |
| 5.630 | | | | |
| 5.024 | | | | |
| 5.191 | | | | |
| 5.141 | | | | |
| SUMA | 26.789 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.089 |
| PROMEDIO | 5.358 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.080 |

8.4.3.2 Parámetro de Acceso a Servicios Básicos.

Tabla N° 123. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios básicos.

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | NINGUNO | LUZ | AGUA | AGUA Y LUZ | TODOS LOS SERVICIOS |
|---------------------|---------|------|------|------------|---------------------|
| NINGUNO | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 6.00 | 9.00 |
| LUZ | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 6.00 |
| AGUA | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 4.00 | 5.00 |
| AGUA Y LUZ | 0.17 | 0.20 | 0.25 | 1.00 | 3.00 |
| TODOS LOS SERVICIOS | 0.11 | 0.17 | 0.20 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.86 | 4.70 | 8.45 | 16.33 | 24.00 |
| 1/SUMA | 0.54 | 0.21 | 0.12 | 0.06 | 0.04 |

Tabla N° 124. Matriz de normalización del parámetro de acceso a servicios Básicos.

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | NINGUNO | LUZ | AGUA | AGUA Y LUZ | TODOS LOS SERVICIOS | VECTOR PRIORIZACION |
|---------------------|---------|-------|-------|------------|---------------------|---------------------|
| NINGUNO | 0.537 | 0.638 | 0.473 | 0.367 | 0.375 | 0.478 |
| LUZ | 0.179 | 0.213 | 0.355 | 0.306 | 0.250 | 0.261 |
| AGUA | 0.134 | 0.071 | 0.118 | 0.245 | 0.208 | 0.155 |
| AGUA Y LUZ | 0.090 | 0.043 | 0.030 | 0.061 | 0.125 | 0.070 |
| TODOS LOS SERVICIOS | 0.060 | 0.035 | 0.024 | 0.020 | 0.042 | 0.036 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 125. Determinación del vector suma ponderado del A.S.B

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.478 | 0.782 | 0.621 | 0.417 | 0.326 | 2.625 |
| 0.159 | 0.261 | 0.466 | 0.348 | 0.217 | 1.451 |
| 0.120 | 0.087 | 0.155 | 0.278 | 0.181 | 0.821 |
| 0.080 | 0.052 | 0.039 | 0.070 | 0.109 | 0.349 |
| 0.053 | 0.043 | 0.031 | 0.023 | 0.036 | 0.187 |

Tabla N° 126. Cálculo de relación de consistencia del parámetro acceso a servicios básicos

| | | | | |
|-----------------|---|--|-----------|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | VSP/VP | | | |
| | 5.488 | | | |
| | 5.568 | | | |
| | 5.285 | | | |
| | 5.013 | | | |
| | 5.169 | | | |
| SUMA | 26.523 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.076 |
| PROMEDIO | 5.305 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.068 |

8.4.3.3 Parámetro de Situación Laboral Familiar

Tabla N° 127. Matriz de comparación de pares del parámetro situación laboral familiar

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Sin empleo | Jornalero | Empleo temporal | Empleo por contrata | Empleo permanente |
|---------------------|-------------|-------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| Sin empleo | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 |
| Jornalero | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 |
| Empleo temporal | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 2.00 | 4.00 |
| Empleo por contrata | 0.20 | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 3.00 |
| Empleo permanente | 0.17 | 0.20 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.95 | 4.78 | 8.75 | 12.33 | 19.00 |
| 1/SUMA | 0.51 | 0.21 | 0.11 | 0.08 | 0.05 |

Tabla N° 128. Matriz de normalización del parámetro de situación laboral familiar

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | Sin empleo | Jornalero | Empleo temporal | Empleo por contrata | Empleo permanente | Vector Priorizacion |
|---------------------|------------|-----------|-----------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Sin empleo | 0.513 | 0.627 | 0.457 | 0.405 | 0.316 | 0.464 |
| Jornalero | 0.171 | 0.209 | 0.343 | 0.324 | 0.263 | 0.262 |
| Empleo temporal | 0.128 | 0.070 | 0.114 | 0.162 | 0.211 | 0.137 |
| Empleo por contrata | 0.103 | 0.052 | 0.057 | 0.081 | 0.158 | 0.090 |
| Empleo permanente | 0.085 | 0.042 | 0.029 | 0.027 | 0.053 | 0.047 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 129. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de S.L.F.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.464 | 0.786 | 0.548 | 0.451 | 0.283 | 2.531 |
| 0.155 | 0.262 | 0.411 | 0.361 | 0.236 | 1.424 |
| 0.116 | 0.087 | 0.137 | 0.180 | 0.188 | 0.709 |
| 0.093 | 0.066 | 0.068 | 0.090 | 0.141 | 0.458 |
| 0.077 | 0.052 | 0.034 | 0.030 | 0.047 | 0.241 |

Tabla N° 130. Cálculo de relación de consistencia del parámetro de situación laboral familiar

| | | | | |
|-----------------|---|--|-----------|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | VSP/VP | | | |
| | 5.459 | | | |
| | 5.433 | | | |
| | 5.176 | | | |
| | 5.081 | | | |
| | 5.119 | | | |
| SUMA | 26.268 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.063 |
| PROMEDIO | 5.254 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.057 |

8.4.3.4 Parámetro de Ocupación Principal Laboral

Tabla N° 131. Matriz de comparación de pares del parámetro ocupación principal laboral

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Casa | Agricultor | Obrero | Trabajador independiente | Empleado |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------|
| Casa | 1.00 | 3.00 | 6.00 | 7.00 | 9.00 |
| Agricultor | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| Obrero | 0.17 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 4.00 |
| Trabajador independiente | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 2.00 |
| Empleado | 0.11 | 0.14 | 0.25 | 0.50 | 1.00 |
| SUMA | 1.75 | 4.68 | 10.58 | 16.50 | 23.00 |
| 1/SUMA | 0.57 | 0.21 | 0.09 | 0.06 | 0.04 |

Tabla N° 132. Matriz de normalización del parámetro de ocupación principal laboral

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | Casa | Agricultor | Obrero | Trabajador independiente | Empleado | Vector Priorizacion |
|--------------------------|-------|------------|--------|--------------------------|----------|----------------------------|
| Casa | 0.570 | 0.642 | 0.567 | 0.424 | 0.391 | 0.519 |
| Agricultor | 0.190 | 0.214 | 0.283 | 0.303 | 0.304 | 0.259 |
| Obrero | 0.095 | 0.071 | 0.094 | 0.182 | 0.174 | 0.123 |
| Trabajador independiente | 0.081 | 0.043 | 0.031 | 0.061 | 0.087 | 0.061 |
| Empleado | 0.063 | 0.031 | 0.024 | 0.030 | 0.043 | 0.038 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 133. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de O.P.L.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.519 | 0.777 | 0.740 | 0.425 | 0.344 | 2.804 |
| 0.173 | 0.259 | 0.370 | 0.303 | 0.268 | 1.373 |
| 0.086 | 0.086 | 0.123 | 0.182 | 0.153 | 0.631 |
| 0.074 | 0.052 | 0.041 | 0.061 | 0.077 | 0.304 |
| 0.058 | 0.037 | 0.031 | 0.030 | 0.038 | 0.194 |

Tabla N° 134. Cálculo de relación de consistencia del parámetro de ocupación principal laboral

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|--------|--|-----------|-------|
| VSP/VP | | | | |
| | 5.405 | | | |
| | 5.302 | | | |
| | 5.118 | | | |
| | 5.015 | | | |
| | 5.072 | | | |
| SUMA | 25.912 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.046 |
| PROMEDIO | 5.182 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.041 |

8.5 DIMENSIÓN AMBIENTAL

| DIMENSION AMBIENTAL | |
|-----------------------|--|
| EXPOSICION AMBIENTAL | Distancia a Botadero de Residuos Solidos |
| FRAGILIDAD AMBIENTAL | Disposición de Residuos Sólidos. |
| RESILIENCIA AMBIENTAL | Capacitación en Temas de Conservación Ambiental. |

Tabla N° 135. Matriz de comparación de pares de parámetros de la dimensión ambiental

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Exposición | Fragilidad | Resiliencia |
|---------------|------------|------------|-------------|
| Exposición | 1.00 | 2.00 | 4.00 |
| Fragilidad | 0.50 | 1.00 | 3.00 |
| Resiliencia | 0.25 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.75 | 3.33 | 8.00 |
| 1/SUMA | 0.57 | 0.30 | 0.13 |

Tabla N° 136. Matriz de normalización de parámetros de la dimensión ambiental

MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

| PARÁMETRO | Exposición | Fragilidad | Resiliencia | Vector Priorización |
|-------------|------------|------------|-------------|---------------------|
| Exposición | 0.571 | 0.600 | 0.500 | 0.557 |
| Fragilidad | 0.286 | 0.300 | 0.375 | 0.320 |
| Resiliencia | 0.143 | 0.100 | 0.125 | 0.123 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 137. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de la dimensión ambiental

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-----------------------|
| 0.557 | 0.640 | 0.490 | 1.688 |
| 0.279 | 0.320 | 0.368 | 0.967 |
| 0.139 | 0.107 | 0.123 | 0.369 |

Tabla N° 138. Cálculo de relación de consistencia parámetros de la dimensión ambiental

| | | | | |
|-----------------|---|---|-----------|-------|
| | HALLANDO EL λ_{max} | | | |
| | VSP/VP | | | |
| | 3.030 | | | |
| | 3.019 | | | |
| | 3.006 | | | |
| SUMA | 9.055 | ÍNDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.009 |
| PROMEDIO | 3.018 | RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04 (*) | RC | 0.017 |

8.5.1 Análisis de la exposición Ambiental

8.5.1.1 Parámetro de Distancia al Botadero de RR.SS.

Tabla N° 139. Matriz de comparación de pares del parámetro de distancia al botadero de RR.SS.

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Menor a 1Km | De 1 a 2 Km | De 2 a 3Km | De 3 a 4 Km | > 4 Km |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Menor a 1Km | 1.00 | 4.00 | 4.00 | 5.00 | 9.00 |
| De 1 a 2 Km | 0.25 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 |
| De 2 a 3Km | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 4.00 |
| De 3 a 4 Km | 0.20 | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| > 4 Km | 0.11 | 0.20 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.81 | 5.78 | 8.58 | 13.33 | 22.00 |
| 1/SUMA | 0.55 | 0.17 | 0.12 | 0.08 | 0.05 |

Tabla N° 140. Matriz de normalización del parámetro de distancia al botadero de RR.SS.

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | Menor a 1Km | De 1 a 2 Km | De 2 a 3Km | De 3 a 4 Km | > 4 Km | Vector Priorizacion |
|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------|---------------------|
| Menor a 1Km | 0.552 | 0.692 | 0.466 | 0.375 | 0.409 | 0.499 |
| De 1 a 2 Km | 0.138 | 0.173 | 0.350 | 0.300 | 0.227 | 0.238 |
| De 2 a 3Km | 0.138 | 0.058 | 0.117 | 0.225 | 0.182 | 0.144 |
| De 3 a 4 Km | 0.110 | 0.043 | 0.039 | 0.075 | 0.136 | 0.081 |
| > 4 Km | 0.061 | 0.035 | 0.029 | 0.025 | 0.045 | 0.039 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 141. Determinación del vector suma ponderado de dist. a botadero de RR.SS.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.499 | 0.950 | 0.575 | 0.404 | 0.352 | 2.780 |
| 0.125 | 0.238 | 0.431 | 0.323 | 0.196 | 1.312 |
| 0.125 | 0.079 | 0.144 | 0.242 | 0.156 | 0.746 |
| 0.100 | 0.059 | 0.048 | 0.081 | 0.117 | 0.405 |
| 0.055 | 0.048 | 0.036 | 0.027 | 0.039 | 0.205 |

Tabla N° 142. cálculo de relación de consistencia del parámetro de distancia al botadero de RR.SS.

| HALLANDO EL λ_{max} | | INDICE DE CONSISTENCIA | |
|---|--------|--|-----------|
| VSP/VP | | IC | 0.077 |
| | 5.573 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC |
| | 5.524 | | |
| | 5.191 | | |
| | 5.016 | | |
| | 5.240 | | |
| SUMA | 26.544 | | |
| PROMEDIO | 5.309 | | |

8.5.2 Análisis de la Fragilidad Ambiental

8.5.2.1 Parámetro de Disposición de RR.SS.

Tabla N° 143. Matriz de comparación de pares del parámetro de disposición de RR.SS.

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Desechos en Ambiente Libre | Quema de RR.SS. | Desechos en Ríos y Quebradas | Desechos en Botaderos | Desechos en Carro Recolector |
|------------------------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Desechos en Ambiente Libre | 1.00 | 4.00 | 5.00 | 7.00 | 8.00 |
| Quema de RR.SS. | 0.25 | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00 |
| Desechos en Ríos y Quebradas | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 4.00 |
| Desechos en Botaderos | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| Desechos en Carro Recolector | 0.13 | 0.14 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.72 | 5.68 | 9.58 | 16.33 | 23.00 |
| 1/SUMA | 0.58 | 0.18 | 0.10 | 0.06 | 0.04 |

Tabla N° 144. Matriz de normalización del parámetro de disposición de RR.SS.

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | Desechos en Ambiente Libre | Quema de RR.SS. | Desechos en Ríos y Quebradas | Desechos en Botaderos | Desechos en Carro Recolector | Vector Priorizacion |
|------------------------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|
| Desechos en Ambiente Libre | 0.582 | 0.705 | 0.522 | 0.429 | 0.348 | 0.517 |
| Quema de RR.SS. | 0.146 | 0.176 | 0.313 | 0.306 | 0.304 | 0.249 |
| Desechos en Ríos y Quebradas | 0.116 | 0.059 | 0.104 | 0.184 | 0.174 | 0.127 |
| Desechos en Botaderos | 0.083 | 0.035 | 0.035 | 0.061 | 0.130 | 0.069 |
| Desechos en Carro Recolector | 0.073 | 0.025 | 0.026 | 0.020 | 0.043 | 0.038 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 145. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de disposición de RR.SS.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.517 | 0.996 | 0.637 | 0.483 | 0.301 | 2.934 |
| 0.129 | 0.249 | 0.382 | 0.345 | 0.263 | 1.368 |
| 0.103 | 0.083 | 0.127 | 0.207 | 0.150 | 0.671 |
| 0.074 | 0.050 | 0.042 | 0.069 | 0.113 | 0.348 |
| 0.065 | 0.036 | 0.032 | 0.023 | 0.038 | 0.193 |

Tabla N° 146. Cálculo de relación de consistencia del parámetro de disposición de RR.SS.

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|--------|------------------------------------|----|-------|
| VSP/VP | | | | |
| 5.675 | | | | |
| 5.495 | | | | |
| 5.267 | | | | |
| 5.044 | | | | |
| 5.126 | | | | |
| SUMA | 26.605 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.080 |
| PROMEDIO | 5.321 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.072 |

8.5.3 Análisis de la Resiliencia Ambiental

8.5.3.1 Parámetro de Capacitación en Temas de Conservación Ambiental

Tabla N° 147. Matriz de comparación de pares del parámetro de capacitación en temas de conservación ambiental

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

| PARÁMETRO | Ninguno | Mediante otras personas | Mediante canales de comunicación | Mediante internet | Mediante la Municipalidad |
|----------------------------------|-------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Ninguno | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 6.00 | 9.00 |
| Mediante otras personas | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 6.00 |
| Mediante canales de comunicación | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 4.00 |
| Mediante internet | 0.17 | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| Mediante la Municipalidad | 0.11 | 0.17 | 0.25 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA | 1.98 | 3.75 | 9.58 | 14.33 | 23.00 |
| 1/SUMA | 0.51 | 0.27 | 0.10 | 0.07 | 0.04 |

Tabla N° 148. Matriz de normalización del parámetro de C.T.C.A.

MATRIZ DE NORMALIZACION

| PARÁMETRO | Ninguno | Mediante otras personas | Mediante canales de comunicación | Mediante internet | Mediante la Municipalidad | Vector Priorización |
|----------------------------------|---------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| Ninguno | 0.506 | 0.533 | 0.522 | 0.419 | 0.391 | 0.474 |
| Mediante otras personas | 0.253 | 0.267 | 0.313 | 0.279 | 0.261 | 0.274 |
| Mediante canales de comunicación | 0.101 | 0.089 | 0.104 | 0.209 | 0.174 | 0.136 |
| Mediante internet | 0.084 | 0.067 | 0.035 | 0.070 | 0.130 | 0.077 |
| Mediante la Municipalidad | 0.056 | 0.044 | 0.026 | 0.023 | 0.043 | 0.039 |
| SUMA | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Tabla N° 149. Determinación del vector suma ponderado del parámetro de capacitación en temas de conservación ambiental.

HALLANDO EL VECTOR SUMA PONDERADO

| Resultados de la operación de matrices | | | | | Vector Suma Ponderada |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 0.474 | 0.549 | 0.678 | 0.463 | 0.348 | 2.512 |
| 0.237 | 0.274 | 0.407 | 0.309 | 0.232 | 1.459 |
| 0.095 | 0.091 | 0.136 | 0.232 | 0.155 | 0.708 |
| 0.079 | 0.069 | 0.045 | 0.077 | 0.116 | 0.386 |
| 0.053 | 0.046 | 0.034 | 0.026 | 0.039 | 0.197 |

Tabla N° 150. Cálculo de relación de consistencia del parámetro de capacitación en temas de conservación ambiental.

| HALLANDO EL λ_{max} | | | | |
|-----------------------------|--------|--|-----------|-------|
| VSP/VP | | | | |
| | 5.298 | | | |
| | 5.315 | | | |
| | 5.226 | | | |
| | 5.002 | | | |
| | 5.085 | | | |
| SUMA | 25.926 | INDICE DE CONSISTENCIA | IC | 0.046 |
| PROMEDIO | 5.185 | RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*) | RC | 0.042 |

8.6 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD

El siguiente cuadro es resultado de la interacción de los valores ponderados (proceso de análisis jerárquico de Saaty-1980) entre la dimensión social y económica con sus respectivos componentes (exposición, fragilidad y resiliencia). El análisis de los niveles de vulnerabilidad se desarrolla en base a parámetros de orden social y económico.

Por lo tanto; se muestran los rangos de los niveles de vulnerabilidad, que fueron obtenidos a través del proceso de análisis jerárquico, en base a la metodología del CENEPRED.

Tabla N° 151. Pesos de los factores de la dimensión social

| EXPOSICION SOCIAL | | Valor Exposición Social | Peso Exposición Social | FRAGILIDAD SOCIAL | | | | | | Valor Fragilidad Social | Peso Fragilidad Social |
|-------------------|-------|-------------------------|------------------------|-------------------|-------|-----------|-------|-------------|-------|-------------------------|------------------------|
| N° PERS | | | | GRUPO ETAREO | | PERS.DISC | | NIV. EDUCAT | | | |
| Ppar | Pdesc | | | Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | | |
| 1.000 | 0.503 | 0.503 | 0.701 | 0.633 | 0.495 | 0.260 | 0.478 | 0.106 | 0.413 | 0.482 | 0.213 |
| 1.000 | 0.260 | 0.260 | 0.701 | 0.633 | 0.274 | 0.260 | 0.275 | 0.106 | 0.284 | 0.275 | 0.213 |
| 1.000 | 0.134 | 0.134 | 0.701 | 0.633 | 0.129 | 0.260 | 0.121 | 0.106 | 0.176 | 0.132 | 0.213 |
| 1.000 | 0.068 | 0.068 | 0.701 | 0.633 | 0.067 | 0.260 | 0.081 | 0.106 | 0.092 | 0.074 | 0.213 |
| 1.000 | 0.035 | 0.035 | 0.701 | 0.633 | 0.035 | 0.260 | 0.044 | 0.106 | 0.036 | 0.037 | 0.213 |

Tabla N° 152. Pesos de los factores de la dimensión social

| RESILIENCIA SOCIAL | | | | | | | | Valor Resiliencia Social | Peso Resiliencia Social | VALOR DIMENSIÓN SOCIAL | PESO DIMENSIÓN SOCIAL |
|--------------------|-------|-------|-------|-----------|-------|----------|-------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| SEGURO | | CPRR | | CAPAC GRD | | ACT. FRD | | | | | |
| Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | | | | |
| 0.603 | 0.538 | 0.188 | 0.469 | 0.113 | 0.532 | 0.097 | 0.435 | 0.515 | 0.085 | 0.499 | 0.709 |
| 0.603 | 0.229 | 0.188 | 0.302 | 0.113 | 0.532 | 0.097 | 0.286 | 0.282 | 0.085 | 0.265 | 0.709 |
| 0.603 | 0.131 | 0.188 | 0.128 | 0.113 | 0.532 | 0.097 | 0.171 | 0.179 | 0.085 | 0.138 | 0.709 |
| 0.603 | 0.071 | 0.188 | 0.068 | 0.113 | 0.532 | 0.097 | 0.078 | 0.123 | 0.085 | 0.074 | 0.709 |
| 0.603 | 0.031 | 0.188 | 0.033 | 0.113 | 0.532 | 0.097 | 0.031 | 0.088 | 0.085 | 0.040 | 0.709 |

Tabla N° 153. Pesos de los factores de la dimensión económica

| EXPOSICIÓN ECONÓMICA | | Valor Exposición Ecnómica | Peso Exposición Económica | FRAGILIDAD ECONÓMICA | | | | Valor Fragilidad Económica | Peso Fragilidad Económica |
|----------------------|-------|---------------------------|---------------------------|----------------------|-------|-------|-------|----------------------------|---------------------------|
| AREAS CONSTRUIDA | | | | MCE | | ECE | | | |
| Ppar | Pdesc | | | Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | | |
| 1.000 | 0.527 | 0.527 | 0.633 | 0.600 | 0.536 | 0.400 | 0.495 | 0.520 | 0.260 |
| 1.000 | 0.248 | 0.248 | 0.633 | 0.600 | 0.223 | 0.400 | 0.271 | 0.242 | 0.260 |
| 1.000 | 0.122 | 0.122 | 0.633 | 0.600 | 0.130 | 0.400 | 0.124 | 0.128 | 0.260 |
| 1.000 | 0.067 | 0.067 | 0.633 | 0.600 | 0.072 | 0.400 | 0.074 | 0.073 | 0.260 |
| 1.000 | 0.037 | 0.037 | 0.633 | 0.600 | 0.039 | 0.400 | 0.037 | 0.038 | 0.260 |

Tabla N° 154. Pesos de los factores de la dimensión económica

| RESILIENCIA ECONOMICA | | | | | | | | Valor Resiliencia Económica | Peso Resiliencia Económica | VALOR DIMENSIÓN ECONOMICA | PESO DIMENSIÓN ECONOMICA |
|-----------------------|-------|---------------------|-------|----------------|-------|-----------|-------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| IPFM | | ACC. A SERV BASICOS | | SIT. LAB. FAM. | | OCUPACION | | | | | |
| Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | Ppar | Pdesc | | | | |
| 0.554 | 0.527 | 0.215 | 0.478 | 0.119 | 0.464 | 0.112 | 0.519 | 0.508 | 0.106 | 0.523 | 0.214 |
| 0.554 | 0.228 | 0.215 | 0.261 | 0.119 | 0.262 | 0.112 | 0.259 | 0.242 | 0.106 | 0.246 | 0.214 |
| 0.554 | 0.123 | 0.215 | 0.155 | 0.119 | 0.137 | 0.112 | 0.123 | 0.132 | 0.106 | 0.124 | 0.214 |
| 0.554 | 0.076 | 0.215 | 0.070 | 0.119 | 0.090 | 0.112 | 0.061 | 0.074 | 0.106 | 0.069 | 0.214 |
| 0.554 | 0.046 | 0.215 | 0.036 | 0.119 | 0.047 | 0.112 | 0.038 | 0.043 | 0.106 | 0.038 | 0.214 |

Tabla N° 155. Pesos de los factores de la dimensión ambiental

| EXPOSICIÓN AMBIENTAL | | Valor Exposición Ambiental | Peso Exposición Ambiental | FRAGILIDAD AMBIENTAL | | Valor Fragilidad Ambiental | Peso Fragilidad Ambiental |
|----------------------|-------|----------------------------|---------------------------|----------------------|-------|----------------------------|---------------------------|
| DISTA. A RRSS | | | | DISPOSIC DE RRSS | | | |
| Ppar | Pdesc | | | Ppar | Pdesc | | |
| 1.000 | 0.499 | 0.499 | 0.557 | 1.000 | 0.517 | 0.517 | 0.320 |
| 1.000 | 0.238 | 0.238 | 0.557 | 1.000 | 0.249 | 0.249 | 0.320 |
| 1.000 | 0.144 | 0.144 | 0.557 | 1.000 | 0.127 | 0.127 | 0.320 |
| 1.000 | 0.081 | 0.081 | 0.557 | 1.000 | 0.069 | 0.069 | 0.320 |
| 1.000 | 0.039 | 0.039 | 0.557 | 1.000 | 0.038 | 0.038 | 0.320 |

Tabla N° 156. Pesos de los factores de la dimensión ambiental

| RESILIENCIA AMBIENTAL | | Valor Resiliencia Ambiental | Peso Resiliencia Ambiental | VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL | PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL | VALOR DE LA VULNERABILIDAD |
|------------------------|-------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| CAPAC. EN CONSERV.AMB. | | | | | | |
| Ppar | Pdesc | | | | | |
| 1.000 | 0.474 | 0.474 | 0.123 | 0.502 | 0.077 | 0.505 |
| 1.000 | 0.274 | 0.274 | 0.123 | 0.246 | 0.077 | 0.260 |
| 1.000 | 0.136 | 0.136 | 0.123 | 0.138 | 0.077 | 0.135 |
| 1.000 | 0.077 | 0.077 | 0.123 | 0.077 | 0.077 | 0.073 |
| 1.000 | 0.039 | 0.039 | 0.123 | 0.039 | 0.077 | 0.039 |

Tabla N° 157. Rangos de valores de niveles de vulnerabilidad

| Niveles de Vulnerabilidad | | | |
|---------------------------|-------|---------------|-------|
| Muy alto | 0.260 | $\leq V \leq$ | 0.505 |
| Alto | 0.135 | $\leq V <$ | 0.260 |
| Medio | 0.073 | $\leq V <$ | 0.135 |
| Bajo | 0.039 | $\leq V <$ | 0.073 |

Los niveles de vulnerabilidades evaluadas en las Dimensiones Social, Económica y Ambiental, tomando en cuenta el primer orden los campos de exposición, fragilidad y resiliencia por movimiento en masa del tipo Flujo de Detritos, obteniéndose un total de 3 Predios con vulnerabilidad Muy Alta. 54 predios con Vulnerabilidad Alta, 42 Predios con Vulnerabilidad Media.

8.7 ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD

Cuadro N° 55. Estratificación del nivel de vulnerabilidad

| NIVEL | DESCRIPCIÓN | RANGO |
|-------------------------|---|---------------------------|
| VULNERABILIDAD MUY ALTA | De 10 a más personas por vivienda. El grupo Etéreo De 0 a 5 años y mayor a 65 años, donde la población está escasamente capacitada en temas concernientes a prevención reducción y preparación, siendo su difusión y cobertura escasa y poco frecuente. El ingreso promedio familiar mensual de la población es menor al ingreso básico o menor a S/ 500. La población económicamente activa tiene bajo acceso y nula permanencia a un puesto de trabajo. El material constructivo predominante es el de adobe, el estado de conservación es de malo a muy malo, existiendo incumplimiento del proceso constructivo. La población es parcial o escasamente previsora, sin medidas para prevenir. | $0.260 \leq V \leq 0.505$ |
| VULNERABILIDAD ALTA | De 10 a más personas por vivienda. El grupo Etéreo de 6 a 14 y de 54 a 65 años, donde la población está escasamente capacitada en temas concernientes a prevención reducción y preparación, siendo su difusión y cobertura escasa y poco frecuente. El ingreso promedio familiar de la población es de > 500 y ≤ 1000 soles. La población económicamente activa tiene regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. El material constructivo predominante es el de adobe, con antigüedad de la construcción de la edificación mala; el estado de conservación de la edificación es regular a buena, existiendo incumplimiento del proceso constructivo. La población escasa o parcialmente previsora sin medidas o con escasas medidas para prevenir. | $0.135 < V \leq 0.260$ |
| VULNERABILIDAD MEDIA | El grupo Etéreo es variable, donde la población está escasamente capacitada en temas concernientes a prevención reducción y preparación, siendo su difusión y cobertura escasa y poco frecuente. El ingreso promedio familiar de la población es variable de > 1000 - ≤ 1500 soles. La población económicamente activa tiene acceso y permanencia a un puesto de trabajo. El material constructivo predominante es el de adobe y el de concreto armado con muros de ladrillo, con antigüedad de la construcción de la edificación es variable, desde 15 hasta 60; el estado de conservación de la edificación es buena, existiendo incumplimiento del proceso constructivo en menor proporción. La población es parcialmente previsora a regularmente previsora, implementando medidas para prevenir | $0.073 < V \leq 0.135$ |
| VULNERABILIDAD BAJA | Corresponden a los Predios que están en proceso de construcción y recientemente construidas. Donde no se encuentra identificada población vulnerable. | $0.039 \leq V < 0.073$ |

CAPÍTULO IX CÁLCULO DE NIVELES DE RIESGO

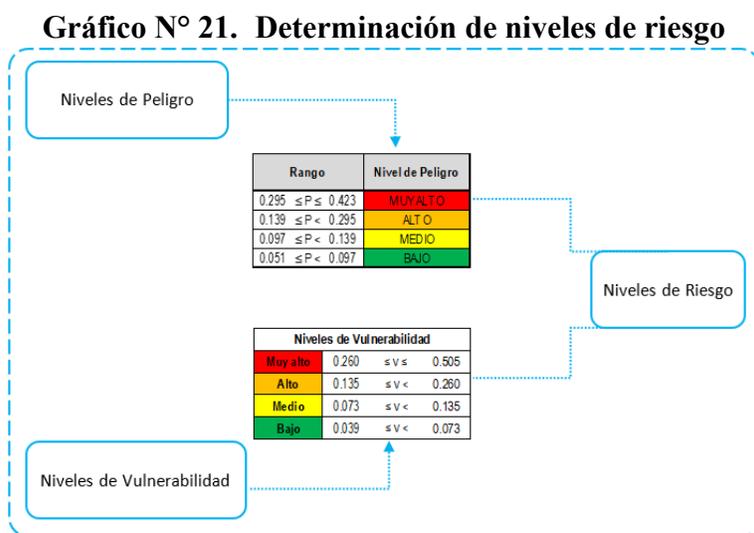
9.1 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO

La estimación del riesgo se obtiene a partir del conocimiento y caracterización del peligro, junto con la identificación de los factores de vulnerabilidad en una zona determinada.

$$Rie|t=f(Pi,Ve)|t$$

El Riesgo se expresa como la probabilidad de que ocurra la pérdida de un elemento expuesto “e”, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno con una intensidad mayor o igual a “i”, en un tiempo determinado, según la siguiente función:

Para calcular el riesgo en el área de estudio, se utiliza el siguiente procedimiento:



9.2 NIVELES DEL RIESGO

Los niveles del riesgo producido fenómeno natural de Flujo de Detritos en la Quebrada de Muji dentro del ámbito de estudio son:

Cuadro N° 56. Niveles de riesgo

| Rango | | | | Nivel de Riesgo | |
|-------|---|---|---|-----------------|----------|
| 0.077 | ≤ | R | ≤ | 0.213 | MUY ALTO |
| 0.019 | ≤ | R | < | 0.077 | ALTO |
| 0.007 | ≤ | R | < | 0.019 | MEDIO |
| 0.002 | ≤ | R | < | 0.007 | BAJO |

9.3 ESTRATIFICACIÓN DEL RIESGO

La estratificación del Riesgo se detalla en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 57. Estratificación del nivel del riesgo

| NIVEL | DESCRIPCIÓN | RANGO |
|------------------------|--|-------------------------|
| RIESGO MUY ALTO | <p>Presenta una geoforma de fondo de valle, con pendiente Abrupta ($>37^\circ$) a fuertemente empinada (25°-37°), respectivamente, en depósitos cuaternarios, presentando precipitaciones anuales en un promedio de 47 años (1974-2020), desde 1170 a 1290 mm por año, y periodo de retorno cada 2 años.</p> <p>El grupo Etéreo es variable, donde la población está escasamente capacitada en temas concernientes a prevención reducción y preparación, siendo su difusión y cobertura escasa y poco frecuente. El ingreso promedio familiar de la población es menor a menor a S/ 500. La población económicamente activa tiene bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Existe un porcentaje de discapacitados muy grave de 2.1% y grave 4.2%. El material constructivo predominante es el de adobe con un porcentaje de 87.9%, con antigüedad de la construcción de la edificación de más de 60 años, el estado de conservación es de malo a muy malo, existiendo incumplimiento del proceso constructivo. La población es parcial o escasamente previsora, sin medidas para prevenir.</p> | 0.077<V≤0.207 |
| RIESGO ALTO | <p>Se presenta en depósitos aluviales con abundante cobertura vegetal y una geomorfología de Vertiente o Piedemonte Coluvio - Deluvial, con pendiente que varían desde 25° a 37° y de 14° a 25°, presentan precipitaciones anuales Muy lluvioso ($>1051\text{mm}$ Y $\leq 1290\text{mm}$), y periodo de retorno bianual.</p> <p>El grupo Etéreo es variable, donde la población está escasamente capacitada en temas concernientes a prevención reducción y preparación, siendo su difusión y cobertura escasa y poco frecuente. El ingreso promedio familiar de la población es de s/ 500 a S/ 1000. La población económicamente activa tiene regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Existe un porcentaje de discapacitados moderado de 5.2% El material constructivo predominante es el de adobe, con antigüedad de la construcción de la edificación es variable, desde 30 hasta 120 años; el estado de conservación de la edificación es regular a buena, existiendo incumplimiento del proceso constructivo. La población escasa o parcialmente previsora sin medidas o con escasas medidas para prevenir.</p> | 0.019<V≤0.077 |
| RIESGO MEDIO | <p>Se presenta en depósitos Glacio-fluviales en terrenos de uso agrícola y de expansión con una geomorfología de Montaña baja disectada con pendiente que varían desde 4° a 14°, presentan precipitaciones anuales Muy lluvioso ($>812\text{mm}$ Y $\leq 1051\text{mm}$), y periodo de retorno de cada 10 años.</p> <p>El grupo Etéreo es variable, donde la población está escasamente capacitada en temas concernientes a prevención reducción y preparación, siendo su difusión y cobertura escasa y poco frecuente. El ingreso promedio familiar de la población es de S/1000 a S/1500. La población económicamente activa tiene acceso y permanencia a un puesto de trabajo. El material constructivo predominante es el de adobe y el de concreto armado con muros de ladrillo, con antigüedad de la construcción de la edificación es variable, desde 15 hasta 60; el estado de conservación de la edificación es buena, existiendo incumplimiento del proceso constructivo en menor proporción. La población es parcialmente previsora a previsora, implementando medidas para prevenir medidas para prevenir.</p> | 0.007<V≤0.019 |
| RIESGO BAJO | <p>Se presenta la formación Coyllurqui escasamente en el área de influencia y presenta únicamente variabilidad de precipitaciones anuales acumuladas Escasamente lluvioso $\leq 812\text{mm}$, y periodo de retorno de cada 20 años.</p> <p>Corresponden a los lotes que están en proceso de construcción o sin construir. Donde no se encuentra identificada población vulnerable.</p> | 0.002<V≤0.007 |

9.4 MATRIZ DE RIESGOS ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI.

La matriz de riesgos originados por derrumbe en el Asentamiento Humano La Milla, distrito de San Martín de

Porres se detallan en el cuadro siguiente:

Tabla N° 158. Matriz de riesgos.

Matriz del Riesgo

| | | | | | | |
|----------------|-----|-------|-----------------------|-------|-------|-------|
| PELIGRO | PMA | 0.423 | 0.031 | 0.057 | 0.110 | 0.213 |
| | PA | 0.295 | 0.022 | 0.040 | 0.077 | 0.149 |
| | PM | 0.139 | 0.010 | 0.019 | 0.036 | 0.070 |
| | PB | 0.097 | 0.007 | 0.013 | 0.025 | 0.049 |
| | | | 0.073 | 0.135 | 0.260 | 0.505 |
| | | | VB | VM | VA | VMA |
| | | | VULNERABILIDAD | | | |

9.5 CONTROL DEL RIESGO.

9.5.1 Aceptabilidad y tolerancia del Riesgo

9.5.1.1 Valoración de Consecuencias.

| | |
|-----------------|-------------------|
| Tipo de Peligro | Flujo |
| Subtipo | Flujo de Detritos |

Cuadro N° 58. Niveles de consecuencia ante el riesgo

| Valor | NIVELES | DESCRIPCIÓN |
|-------|----------|---|
| 4 | MUY ALTA | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas |
| 3 | ALTA | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo Externo (Municipalidad Distrital de Coyllurqui y Gobierno Regional de Apurímac) |
| 2 | MEDIA | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles de la Municipalidad Distrital de Coyllurqui |
| 1 | BAJO | Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad |

Fuente: Adaptación del CENEPRED.

De la tabla anterior obtenemos que las consecuencias debido al impacto del peligro Flujo de Detritos en la Quebrada de Muji, pueden ser gestionadas con apoyo externo, es decir, posee el NIVEL 3 – ALTA.

9.5.1.2 Valoración de Frecuencia de Ocurrencia Ante el Riesgo.

Cuadro N° 59. Niveles de frecuencia de ocurrencia ante el riesgo.

| Valor | NIVELES | DESCRIPCIÓN |
|-------|----------|--|
| 4 | MUY ALTA | Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias |
| 3 | ALTA | Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según circunstancias |
| 2 | MEDIA | Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según circunstancias |
| 1 | BAJO | Puede ocurrir en circunstancias excepcionales |

De la tabla anterior, se obtiene que el Nivel de Frecuencia de ocurrencia del riesgo para el peligro flujo de detritos en la quebrada de Muji, puede ocurrir en periodo de tiempo medianamente largos según las circunstancias, es decir, posee el **nivel 3 – Alta**.

9.5.1.3 Nivel de consecuencia y Daños

Cuadro N° 60. Matriz de niveles de consecuencia y daños ante el riesgo.

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

De la tabla anterior, se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de **nivel 3 – Alta**.

Cuadro N° 61. Medidas cualitativas de consecuencia y daños ante el riesgo.

| Valor | NIVELES | DESCRIPCIÓN |
|-------|----------|---|
| 4 | MUY ALTA | Muerte de personas, enorme pérdida y bienes y financieros |
| 3 | ALTA | Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad |
| 2 | MEDIA | Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas |
| 1 | BAJA | tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas |

De la tabla anterior, se obtiene que el nivel de consecuencia y daño para el Peligro flujo de detritos en la quebrada de Muji, es de nivel 3 – alta y nivel 2 media.

9.5.1.4 Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo.

Cuadro N° 62. Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

| Valor | NIVELES | DESCRIPCIÓN |
|-------|-------------|--|
| 4 | INADMISIBLE | Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de se posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos. |
| 3 | INACEPTABLE | Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos. (mayor cantidad de las viviendas), con consecuencia alta, frecuencia alta, por su mayor cercanía a la zona de estudio ante el flujo de detritos. |
| 2 | TOLERABLE | Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas. Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos. |
| 1 | ACEPTABLE | El riesgo no presenta un peligro significativo |

De la tabla anterior, se obtiene que la aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo para el peligro flujo de detritos en la quebrada de Muji, es de valor 3 – Inaceptable y de valor 2- Tolerable, por ende, se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo del riesgo.

Cuadro N° 63. Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

| | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Riesgo Inaceptable | Riesgo Inaceptable | Riesgo Inadmisible | Riesgo Inadmisible |
| Riesgo Inaceptable | Riesgo Inaceptable | Riesgo Inaceptable | Riesgo Inadmisible |
| Riesgo Tolerable | Riesgo Tolerable | Riesgo Inaceptable | Riesgo Inaceptable |
| Riesgo Aceptable | Riesgo Tolerable | Riesgo Tolerable | Riesgo Inaceptable |

9.5.1.5 Prioridad de intervención

Cuadro N° 64. Prioridad de intervención frente al riesgo.

| Valor | DESCRIPTOR | NIVEL DE PRIORIZACIÓN |
|-------|-------------|-----------------------|
| 4 | INADMISIBLE | I |
| 3 | INACEPTABLE | II |
| 2 | TOLERABLE | III |
| 1 | ACEPTABLE | IV |

De la tabla anterior se obtiene que el nivel de priorización es de II, el cual constituye el soporte para desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos.

9.6 Medidas de Prevención y Mitigación del Riesgo de Desastres.

9.6.1 Medidas de Orden Estructural

Ejecución de obras de construcción de muro de gaviones al borde de las franjas de la curva denominada Atoquachana localizadas en la zona media de la zona de estudio.

Reforestación y agroforestación con árboles altos y de raíces profundas en los sectores de la zona media y alta, con el fin de crear barreras naturales en caso ocurra la activación de posibles deslizamientos.

Realizar actividades de limpieza manual en puntos críticos de acumulación de depósitos residuales, desde la zona de arranque del flujo de detritos hasta la parte baja donde se encuentra localizada la población de Acpitán.

CONCLUSIONES

- Dentro de la superficie total de 64.9 hectáreas; 3.5 hectáreas están catalogadas como peligro muy alto, 51.9 hectáreas presentan un nivel de peligro alto, 4 hectáreas se ubican en un nivel de peligro medio y 5.5 hectáreas se consideran en nivel de peligro bajo. Estas clasificaciones se basan en los parámetros de pendiente, geomorfología, geología y uso del suelo, que son factores determinantes.
- Entre los principales elementos expuestos se encuentran una población de 287 personas, 93 viviendas, 03 Centros Educativos, 02 capillas y 01 Casa Comunal.
- En relación a los elementos expuestos de la zona de investigación, se concluye que, del total de 287 personas, y de un conjunto de 99 predios evaluados; se tiene en categoría de peligro alto 65 predios y 430 metros de carretera afirmada, en nivel de peligro medio se tiene 13 predios, y finalmente en nivel de peligro bajo un total de 21 predios.
- De acuerdo a los niveles de vulnerabilidad en las dimensiones social, económica y ambiental, considerando los indicadores de exposición, fragilidad y resiliencia ante el peligro determinado, se ha identificado un total de 03 predios con nivel de vulnerabilidad muy alta, 54 predios con vulnerabilidad alta y 42 predios con vulnerabilidad de nivel medio.
- A partir de la determinación del peligro y análisis de la vulnerabilidad, se ha calculado los niveles de riesgo por flujo de detritos para la zona de investigación. Como resultado se han identificado 5 predios en nivel de riesgo muy alto, 45 predios en nivel de riesgo alto, 48 predios en nivel de riesgo medio y 1 predio en nivel de riesgo bajo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la conformación de un equipo de gestión encabezado por el gobierno local, organizaciones sin fines de lucro y residentes de la comunidad, con el objetivo de diseñar estrategias de manejo de riesgos para la quebrada de Muji en la comunidad campesina de Acpitan.
- Realizar una evaluación detallada de los niveles de riesgo causados por el flujo de detritos en la quebrada de Muji durante los períodos de lluvias intensas. Esto se puede lograr a través de estudios geotécnicos y geohidrológicos para determinar la calidad del suelo, la estabilidad de las laderas y el comportamiento del agua en la quebrada.
- Implementar medidas de prevención y mitigación, como la construcción de muros de contención, la limpieza y desbroce de la quebrada para evitar la obstrucción del flujo de agua, y la reforestación de las laderas para fortalecer el suelo y evitar la erosión.
- Establecer un sistema de monitoreo y alerta temprana para advertir a la comunidad sobre la posibilidad de inundaciones o deslizamientos de tierra durante los períodos de lluvias intensas. Esto puede incluir la instalación de sensores de lluvia, estaciones meteorológicas y sistemas de comunicación efectivos.
- Involucrar a la comunidad campesina en todo el proceso, educándolos sobre los riesgos asociados con los flujos de detritos y las medidas de prevención a implementar. Además, se deben establecer protocolos de evacuación en caso de emergencia.
- Llevar a cabo investigaciones geofísicas utilizando técnicas como el MASW y/o REFRACCIÓN SÍSMICA para identificar la existencia de cavidades, fracturas o discontinuidades en el subsuelo. Además, estas técnicas permitirán conocer la composición interna de la Tierra y ubicar distintas capas de roca o estructuras geológicas, como depósitos de aguas subterráneas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, J., & Malaga, K. (2021). *Analisis de riesgo por flujo de detritos en el distrito de Haqira, provincia Cotabambas, Departamento de Apurimac [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]*. Arequipa, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/094810d7-832a-4db3-be32-d2dd0f9a1f0b>
- CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluacion de riesgos originados por fenomenos naturales*. Perú.
- Elmes, M. (2006). *Analisis y evaluacion de riesgos por Movimiento en Masa, Inundacion y Sismicidad en el piedemonte de la comuna de Puesto Alto [Tesis de PreGrado, Universidad de Chile]*. Biblioteca Virtual. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/100928/analisis-y-evaluacion-de-riesgos-por-movimientos-en-masa.pdf?sequence=3>
- Galdos, J., & Carrasco, S. (2002). *Memoria descriptiva de la revision y actualizacion de cuadrangulo de tambobamba 28R*. Lima, Perú: INGEMMET.
- Gamarra, M. (2020). *Evaluacion de peligros geologicos, referidas al flujo de detritos en el distro de Cerro Colorado, [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]*. Repositorio Universitario, Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f5528340-87e7-48e5-87d1-2e5387e54dbd/content>
- GEMMA, G. d. (2007). *Movimiento en Masa en la region Andina*. GSC-LANDSLIDE.
- INGEMMET. (2015). *Guía para la elaboracion de mapas y boletines de la carta geologica nacional*. Lima, Peru. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2170406/Gu%C3%ADa_Elaboracion_Carta_Geologica_.pdf.pdf
- Juarez, E., & Rico, A. (2006). *Fundamentos de la Mecanica de Suelos 3ra Edicion*. Limusa. Obtenido de <https://veteranos1927.files.wordpress.com/2014/05/mecanica-de-suelos-tomo-1-juarez-badillo.pdf>
- Lecaros, Y. (2021). *Evaluacion de Susceptibilidad a la generacion de flujos de detritos ladere oriental, entre las localidades Chancoquin y la Arena Valle del transito, region Atacama [Tesis de Pregrado, Universidad Andres Bello]*. Repositorio Universitario, Villa del Mar. Obtenido de <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/20605>
- Medina, L., & Zamalloa, M. (2019). *Estudio de riesgo geologico por movimiento en masa, para la construccion del puesto de salud de Huayllati, del ditrito de Huayllati, provincia de Grau, región Apurimac. [Tesis de Pregrado, UNSAAC]*. Repositorio Universitario, Cusco, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4128>
- Millán, C. (2018). *Modelación del flujo de detritos para el analisis del riesgo en la quebrada los condores, provincia de Lima, Perú. [Tesis de Pregrado, Universidad Agraria la Molina]*. Repositorio Universitario, Lima, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3733>
- Salazar, E. (2016). *Zonificacion Ecologica Economica de la Region Apurimac*. Apurimac, Peru. Obtenido de https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Estudio_geologico_de_la_region_Apurimac_ZEE.pdf
- Sepulveda, A., & Patiño, J. (2016). *Metodologia para la Evaluacio de Riesgo por flujo de detritos detonado por lluvia [Tesis de Post Grado, Pontificia Universidad Javeriana]*. Repositorio Universitario, Bogota. Obtenido de <https://repositorio.javeriana.edu.co/handle/10554/18828>

Vallejo, L. (2002). *Ingeniería Geologica*. (Pearson, Ed.) Obtenido de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5540850/mod_resource/content/1/Livro%202.pdf

Villasante, A. (2022). *Evaluación de niveles de riesgos por flujo de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica, distrito Justo Apu Sahuaraura, Aymaraes, Apurímac 2021 [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]*. Repositorio Universitario, Abancay, Peru. Obtenido de <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/476/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20niveles%20de%20riesgos%20por%20flujo%20de%20detritos-Villasante%20Escalante%2C%20Angie%20B..pdf>

Villon, M. (2002). *Hidrologia* (Vol. 2). Lima: Max Soft. Obtenido de <http://www.itcr.ac.cr/carreras/agricola>

Consultas web:

<https://www.geospatialworld.net/article/using-gis-rs-for-soil-erosion-mapping/>

<http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigrid>

<http://www.ingemmet.gob.pe/carta-geologica-nacional>

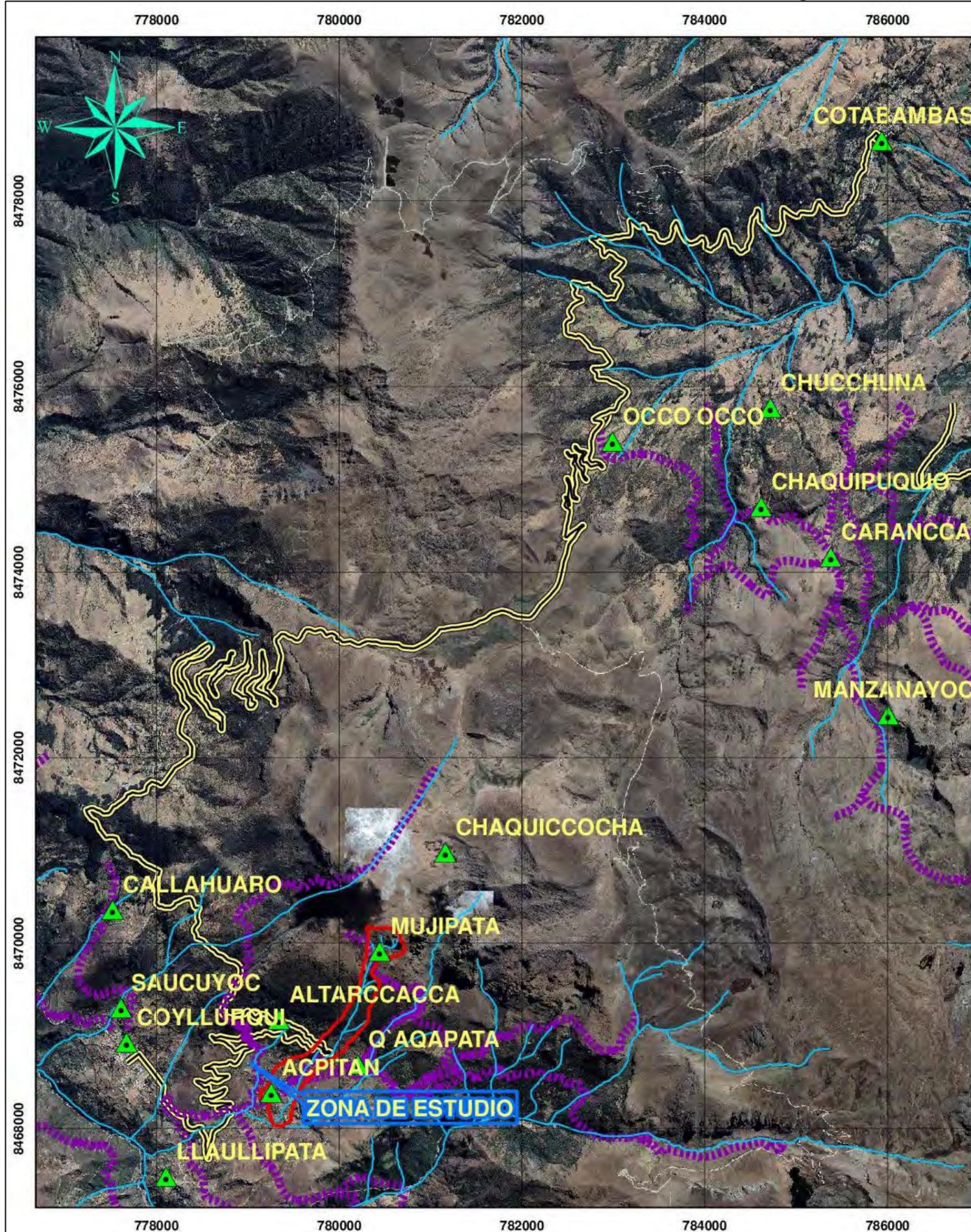
http://earthquake.usgs.gov/learning/topics/mag_vs_int.php

<http://igp.gob.pe>

https://esdac.jrc.ec.europa.eu/projects/SOTER/Soter_Model.html

ANEXO 1: MAPAS

Mapa N° 1. UBICACIÓN



SIMBOLOGÍA

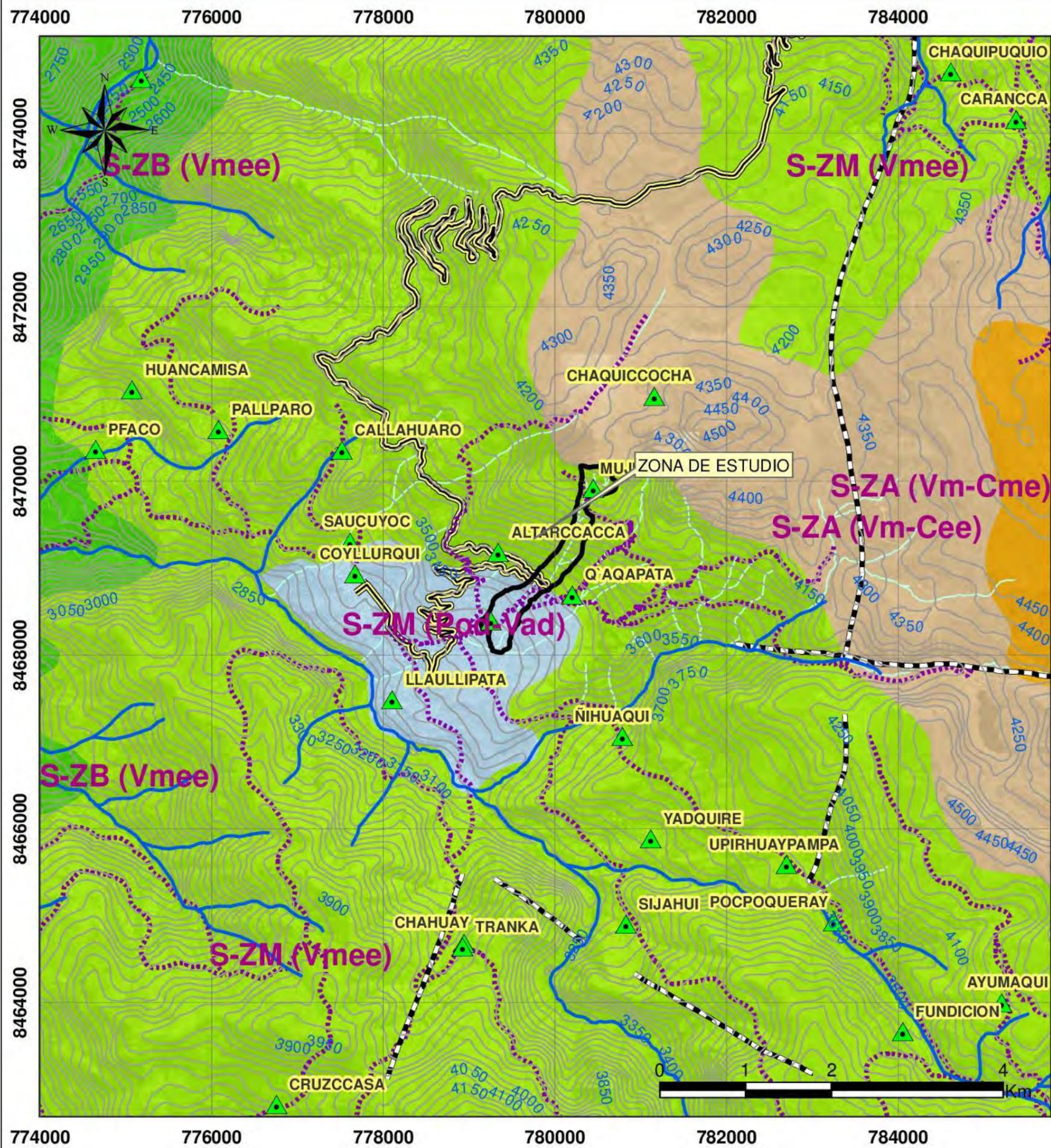
- Distritos
- ▲ Pueblos
- Red Hidrografica
- Quebrada de Muji
- - - - - Camino de herradura
- Carretera afirmada, transitable

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN. DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021

| MAPA DE UBICACIÓN | | |
|---|---|---|
| LOCALIZACIÓN LOCALIDAD: <i>Comunidad Campesina de Acpitán</i> DISTRITO: <i>Coyllurqui</i> PROVINCIA: <i>Cotabambas</i> REGIÓN: <i>Apurímac</i> | ASESOR <i>Mgt. Ing. Edison Santiago Mattos Ojeda</i> TESISTAS: <i>Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar</i> <i>Bach. Edwin Climaco Grovas Lima</i> | SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM/WGS84 ZONA 18 Sur Escala: 1:50,000 Fecha: Agosto, 2022 Código: UBIC 01 |

Mapa N° 2. GEOMORFOLÓGICO REGIONAL



LEYENDA

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

- S-ZA - Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada
- S-ZA - Vertiente montañosa y colina moderadamente empinada
- S-ZB - Vertiente montañosa empinada a escarpada
- S-ZM - Planicie Ondulada a Disectada - Vertiente allanada a disectada
- S-ZM - Vertiente montañosa empinada a escarpada

SIMBOLOGÍA

- Pueblos
- Drenajes
- Curvas_50m
- Falla
- Camino de herradura
- Carretera afirmada, transitable
- Delimitación Quebrada Muji

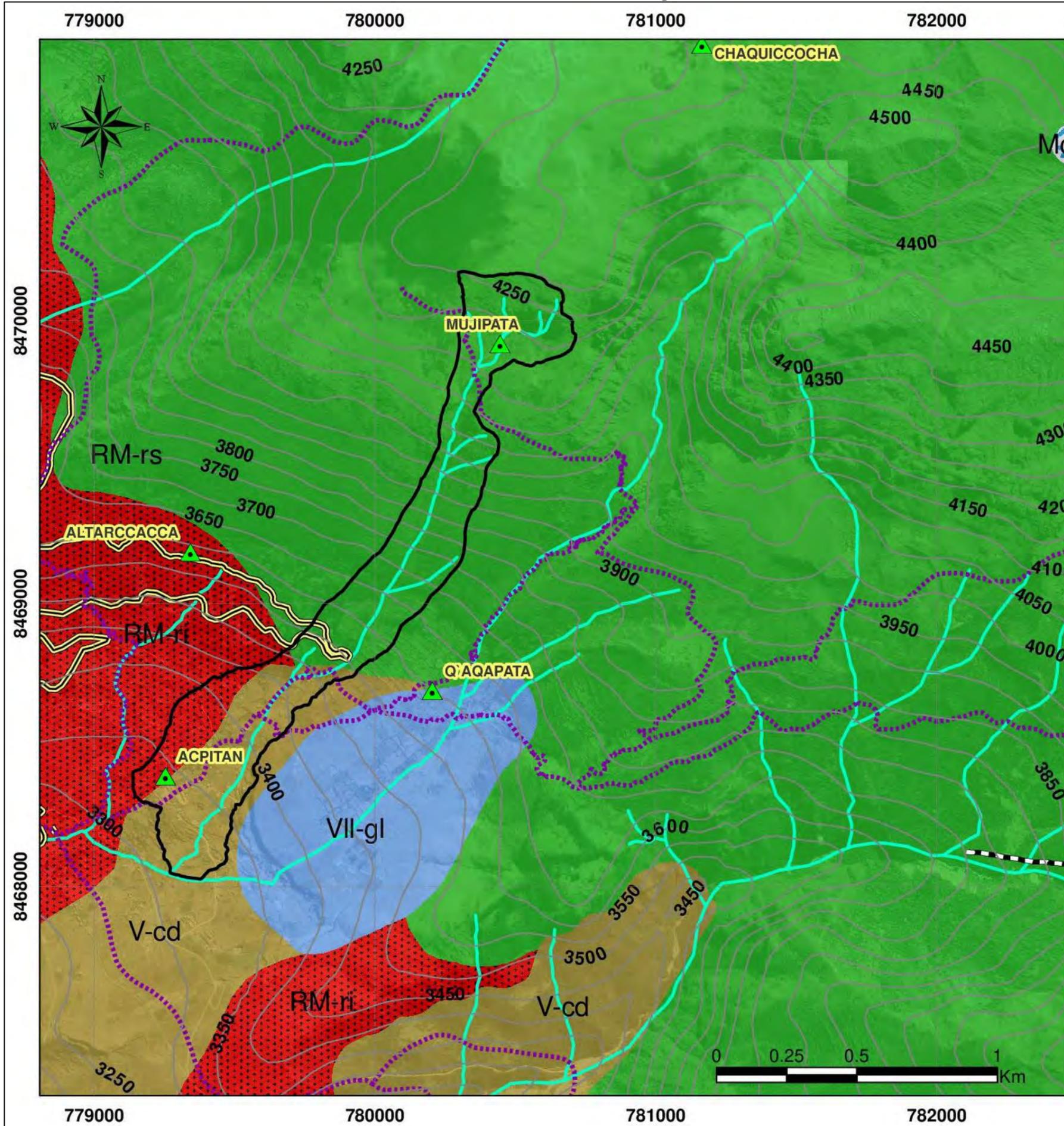
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN. DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021

MAPA GEOMORFOLÓGICO REGIONAL

| | | |
|---|--|---|
| <p>LOCALIZACIÓN LOCALIDAD: C.C. de Acpitán DISTRITO: Coyllurqui PROVINCIA: Cotabambas REGIÓN: Apurímac</p> | <p>ASESOR Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda</p> <p>TESISTAS: Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar Bach. Edwin Climaco Grovas Lima</p> | <p>SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM/WGS84 ZONA 18 Sur</p> <p>Escala: 1:50,000</p> <p>Fecha: Agosto, 2022</p> <p style="text-align: right;">Código: GEOMR 02</p> |
|---|--|---|

Mapa N° 3. GEOMORFOLÓGICO LOCAL



LEYENDA

Geomorfología SUB UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

-  Montaña en roca intrusiva
-  Montaña en roca sedimentaria
-  Morrenas
-  Valle glaciar
-  Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial

SIMBOLOGÍA

-  Pueblos
-  Curvas_50m
-  Falla
-  Camino de herradura
-  Carretera afirmada, transitable
-  Delimitación Quebrada Muji
-  Drenajes



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS
EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN. DISTRITO
DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBA, REGION APURÍMAC - 2021

MAPA GEOMORFOLÓGICO LOCAL

LOCALIZACIÓN
LOCALIDAD:
C.C. de Acpitán
DISTRITO:
Coyllurqui
PROVINCIA:
Cotabamba
REGIÓN:
Apurímac

ASESOR
Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda

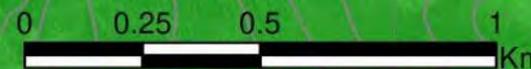
TESISTAS:
Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar
Bach. Edwin Climaco Grovas Lima

SISTEMA DE PROYECCIÓN:
UTM/WGS84
ZONA 18 Sur

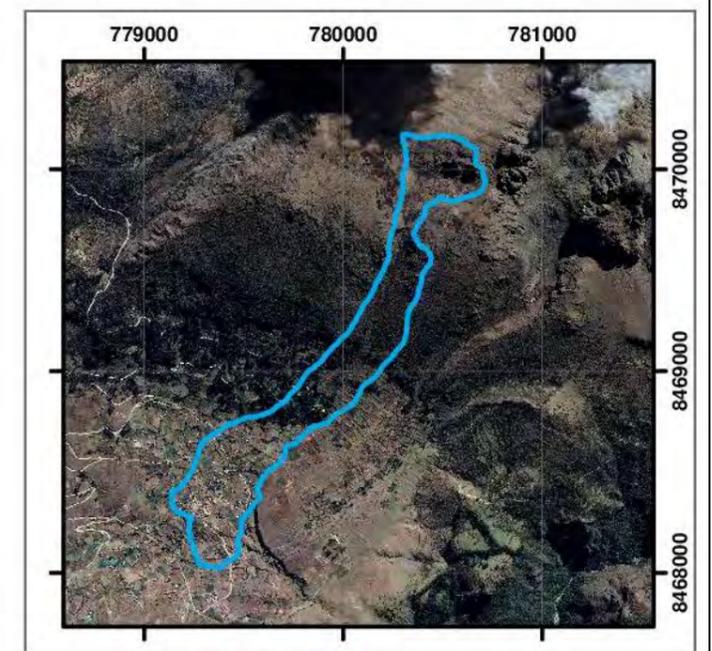
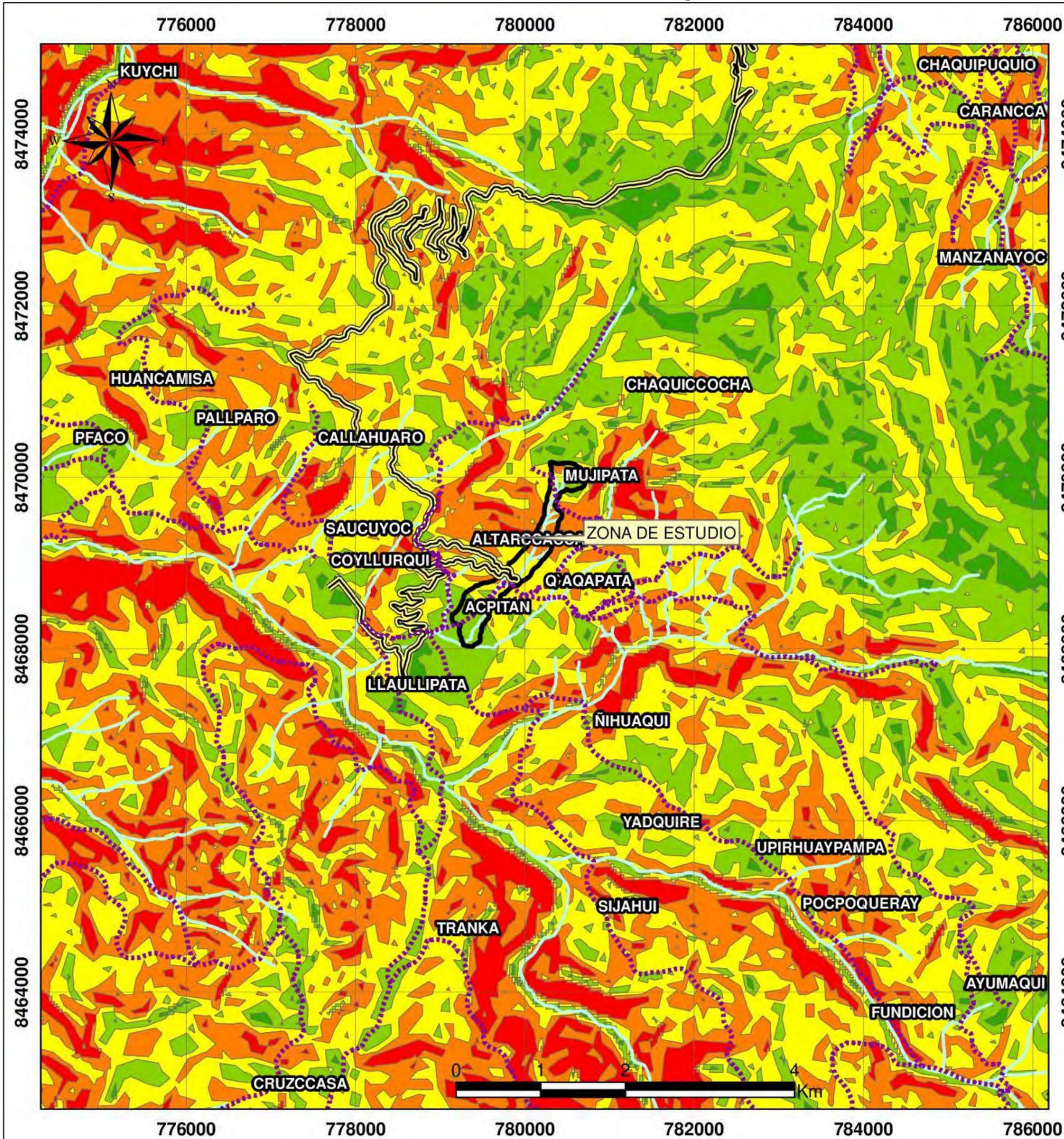
Escala:
1:15,000

Fecha:
Agosto, 2022

Código:
GEOML
03



Mapa N° 4. PENDIENTES REGIONAL



LEYENDA

| RANGOS_° | |
|----------|---|
| 0-4° | Ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas |
| 4°-14° | Fuertemente inclinadas a moderadamente empinadas |
| 14°-25° | Empinadas |
| 25°-37° | Fuertemente empinadas |
| >37° | Extremadamente empinadas a escarpada |

SIMBOLOGÍA

- Camino de herradura
- Carretera afirmada, transitable
- Contorno Calles CC.PP. Coyllurqui
- Delimitación Quebrada Muji
- Drenajes

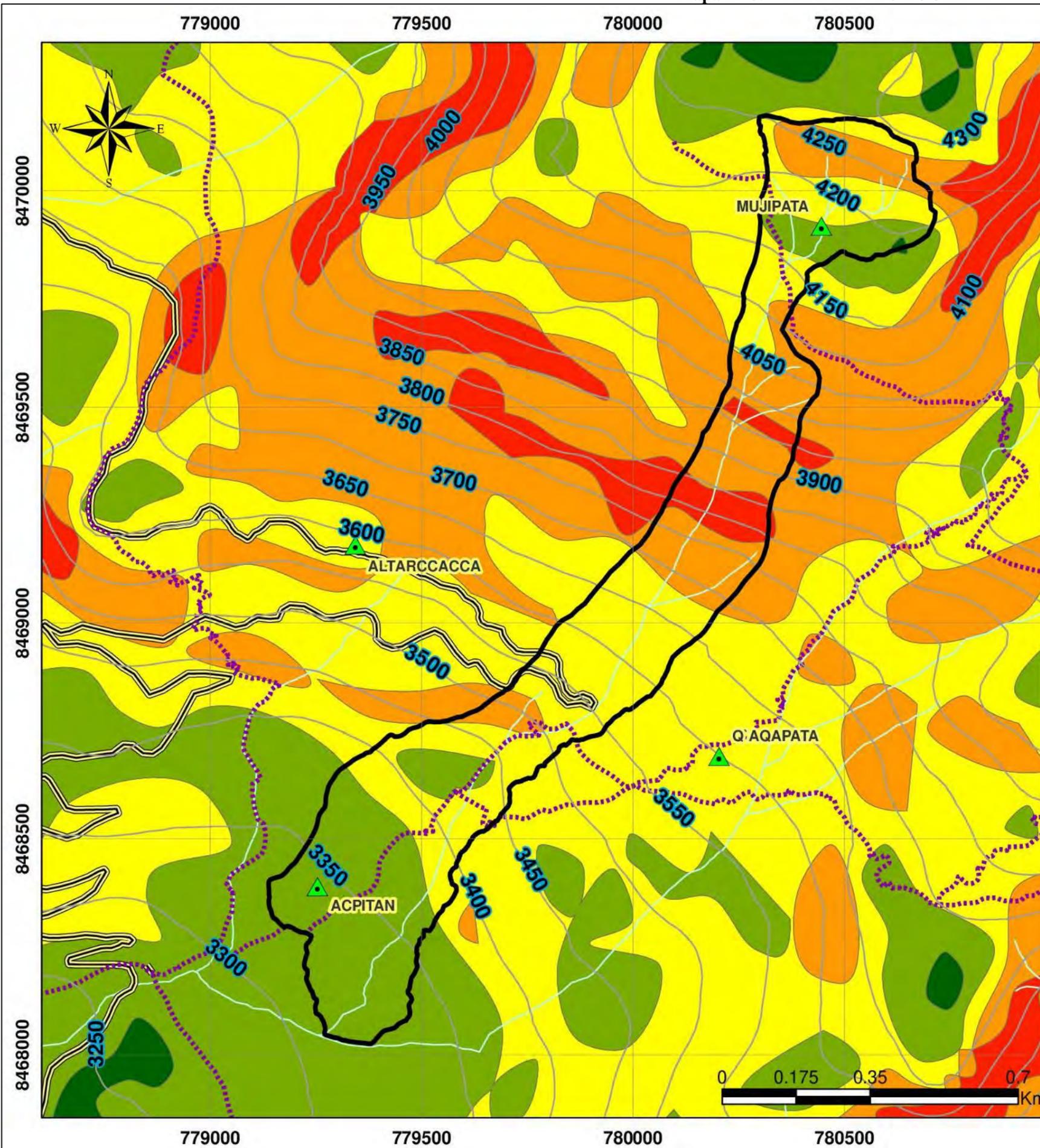
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS
 EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN. DISTRITO
 DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021

MAPA DE PENDIENTES REGIONAL

| | | |
|--|---|---|
| LOCALIZACIÓN LOCALIDAD: C.C. de Acpitán DISTRITO: Coyllurqui PROVINCIA: Cotabambas REGIÓN: Apurímac | ASESOR Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda | SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM/WGS84 ZONA 18 Sur |
| | TESISTAS: Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar Bach. Edwin Climaco Grovas Lima | Escala: 1:50,000 |
| | | Fecha: Agosto, 2022 |

Mapa N° 5. PENDIENTES LOCAL



LEYENDA

| RANGOS_° | |
|----------|---|
| 0 - 4 | Ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas |
| 4 - 14 | Fuertemente inclinadas a moderadamente empinadas |
| 14 - 25 | Empinadas |
| 25 - 37 | Fuertemente empinadas |
| >37 | Extremadamente empinadas a escarpada |

SIMBOLOGÍA

| | |
|--|---------------------------------|
| | Pueblos |
| | curvas_50m |
| | Camino de herradura |
| | Carretera afirmada, transitable |
| | Area_Influencia |
| | Delimitación Quebrada Muji |
| | Drenajes |

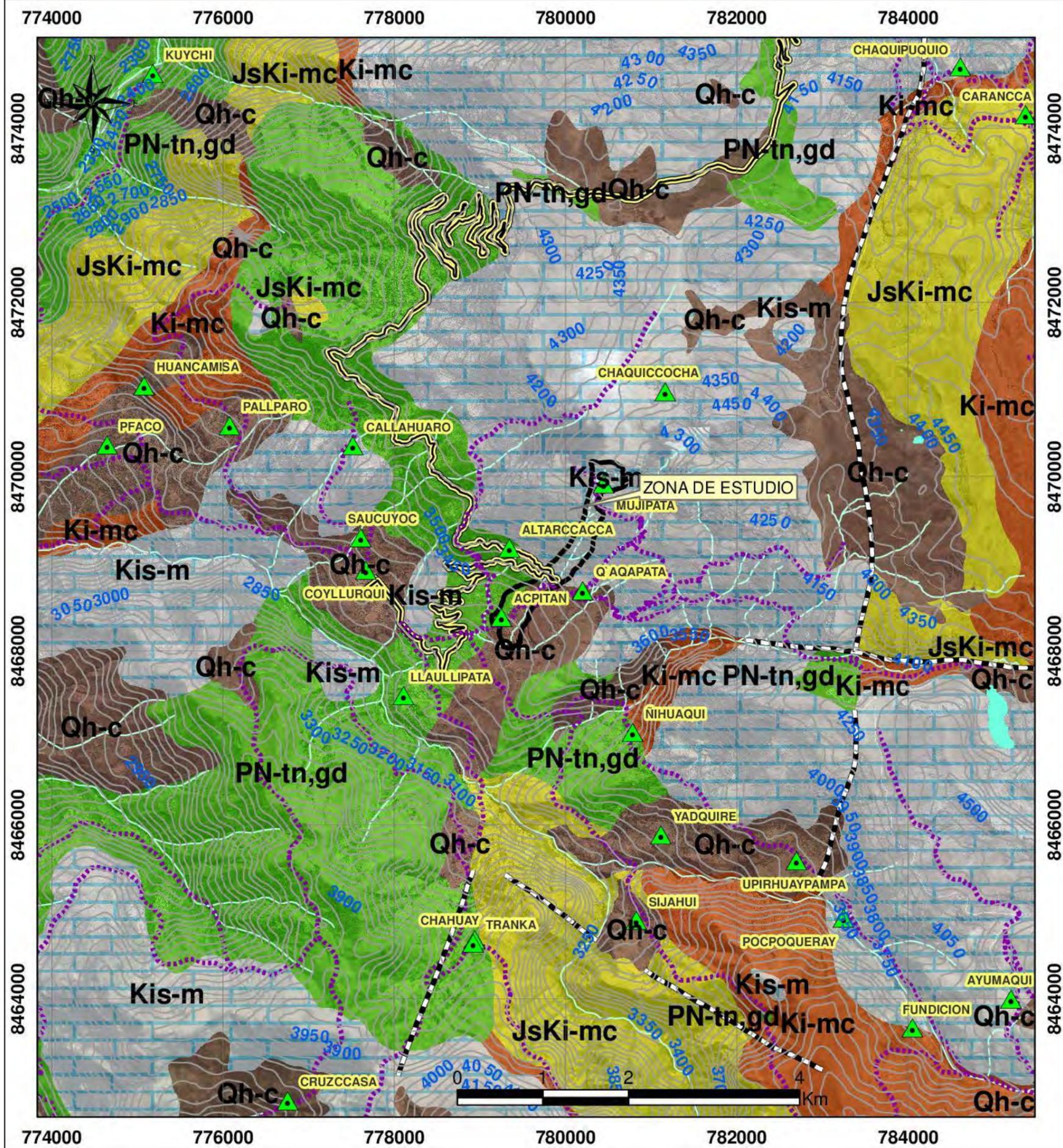
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS
 EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DISTRITO
 DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021

MAPA DE PENDIENTES LOCAL

| | | |
|--|---|---|
| LOCALIZACIÓN LOCALIDAD: C.C. de Acpitán DISTRITO: Coyllurqui PROVINCIA: Cotabambas REGION: Apurimac | ASESOR Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda | SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM/WGS84 ZONA 18 Sur |
| TESISTAS: Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar Bach. Edwin Climaco Grovas Lima | Escala: 1:10,000 | Código: PENL 05 |
| | Fecha: Agosto, 2022 | |

Mapa N° 6. GEOLÓGICO REGIONAL



LEYENDA

UNIDADES GEOLÓGICAS REGIONALES

- Jurásico superior, Cretáceo inferior - marino, continental
- Cretáceo inferior - marino, continental
- Cretáceo inferior, superior - marino
- Paleógeno, Neógeno - pórfidos y subvolcánicos
- Paleógeno, Neógeno - plutones
- Paleógeno, Neógeno - volcanosedimentario
- Cuaternario holocena - continental

SIMBOLOGÍA

- Pueblos
- Curva_50m
- Falla
- Camino de herradura
- Carretera afirmada, transitable
- Delimitación Quebrada Muji
- Lagunas
- Drenajes

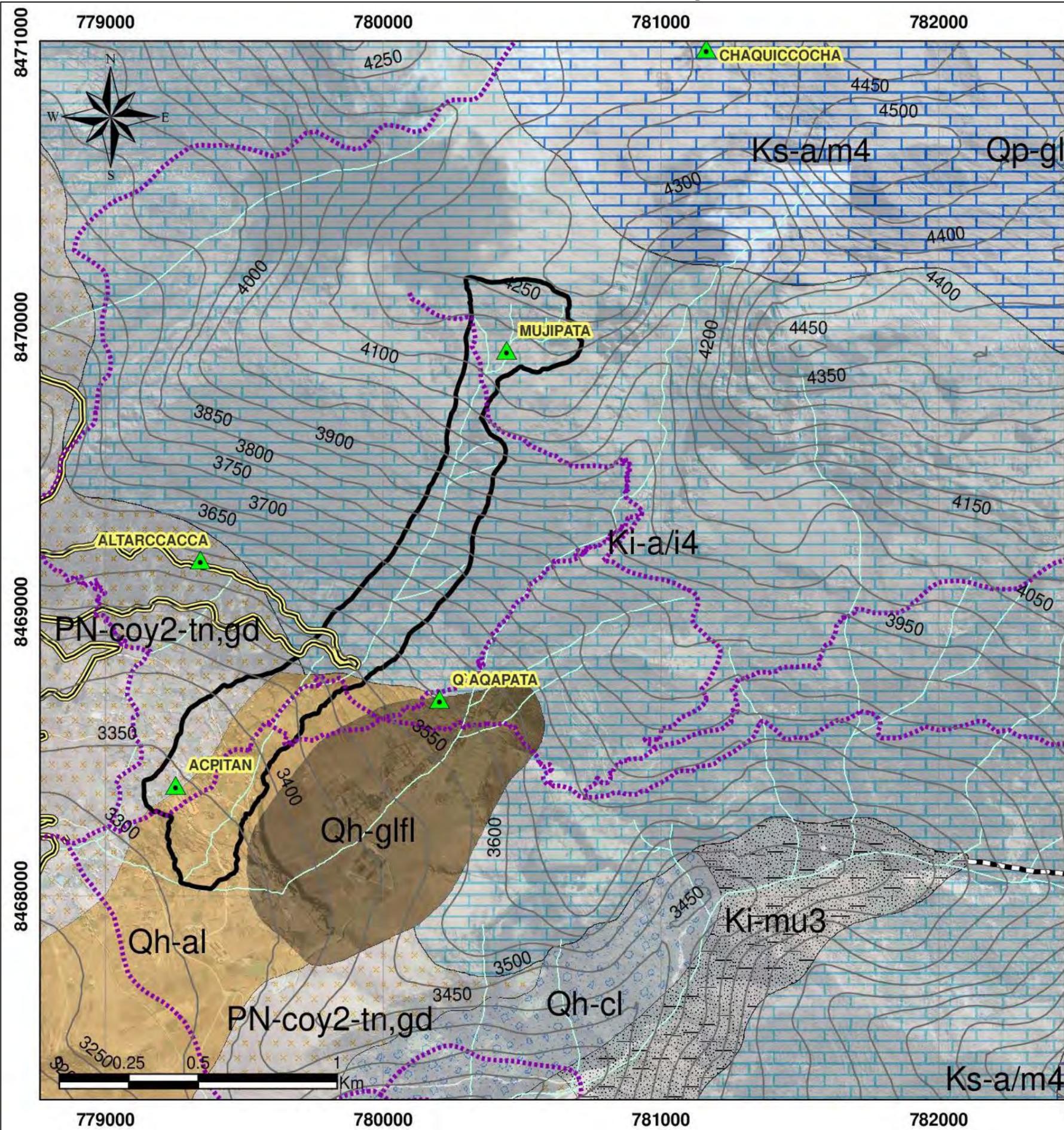


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN. DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021

| | | |
|--|---|---|
| MAPA GEOLOGICO REGIONAL | | |
| LOCALIZACIÓN LOCALIDAD: C.C. de Acpitán DISTRITO: Coyllurqui PROVINCIA: Cotabambas REGIÓN: Apurímac | ASESOR Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda | SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM/WGS84 ZONA 18 Sur |
| TESISTAS: Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar Bach. Edwin Climaco Grovas Lima | Escala: 1:50,000 | Código: GEOLR 06 |
| | Fecha: Agosto, 2022 | |

Mapa N° 7. GEOLÓGICO LOCAL



LEYENDA

Geología

SUB UNIDADES GEOLÓGICAS

-  Depósito aluvial
-  Depósito coluvial
-  Depósito glaciario
-  Depósito glaciario, fluvial
-  Unidad Coyllurqui
-  Formación Arcurquina - Miembro Medio
-  Formación Arcurquina - Miembro inferior
-  Formación Murco

SIMBOLOGÍA

-  Pueblos
-  Curvas_50m
-  Falla
-  Camino de herradura
-  Carretera afirmada, transitable
-  Contorno Calles CC.PP. Coyllurqui
-  Delimitación Quebrada Muji
-  Lagunas
-  Drenajes

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS
 EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN. DISTRITO
 DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBA, REGION APURÍMAC - 2021

MAPA GEOLÓGICO LOCAL

LOCALIZACIÓN
 LOCALIDAD:
 C.C. de Acpitán
 DISTRITO:
 Coyllurqui
 PROVINCIA:
 Cotabamba
 REGIÓN:
 Apurímac

ASESOR
 Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda

TESISTAS:
 Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar
 Bach. Edwin Climaco Grovas Lima

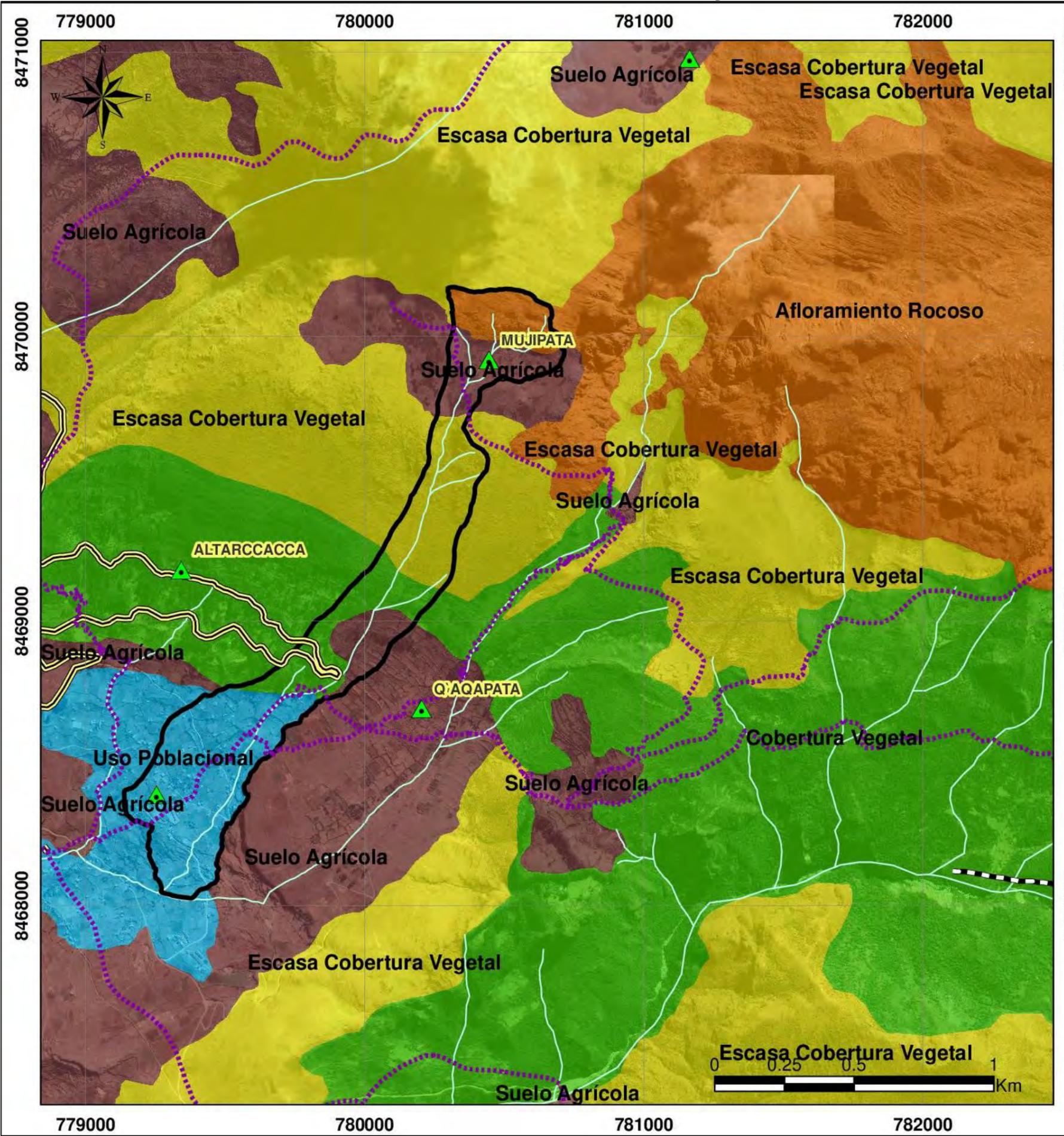
SISTEMA DE PROYECCIÓN:
 UTM/WGS84
 ZONA 18 Sur

Escala:
 1:15,000

Fecha:
 Agosto, 2022

Código:
GEOLL
07

Mapa N° 8. USO DE SUELOS



LEYENDA

Uso de Suelos

- Afloramiento Rocoso
- Cobertura Vegetal
- Escasa Cobertura Vegetal
- Suelo Agrícola
- Uso Poblacional

SIMBOLOGÍA

- Pueblos
- Falla
- Camino de herradura
- Carretera afirmada, transitable
- Contorno Calles CC.PP. Coyllurqui
- Delimitación Quebrada Muji
- Drenajes

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPIÁN. DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021

MAPA DE USO DE SUELOS

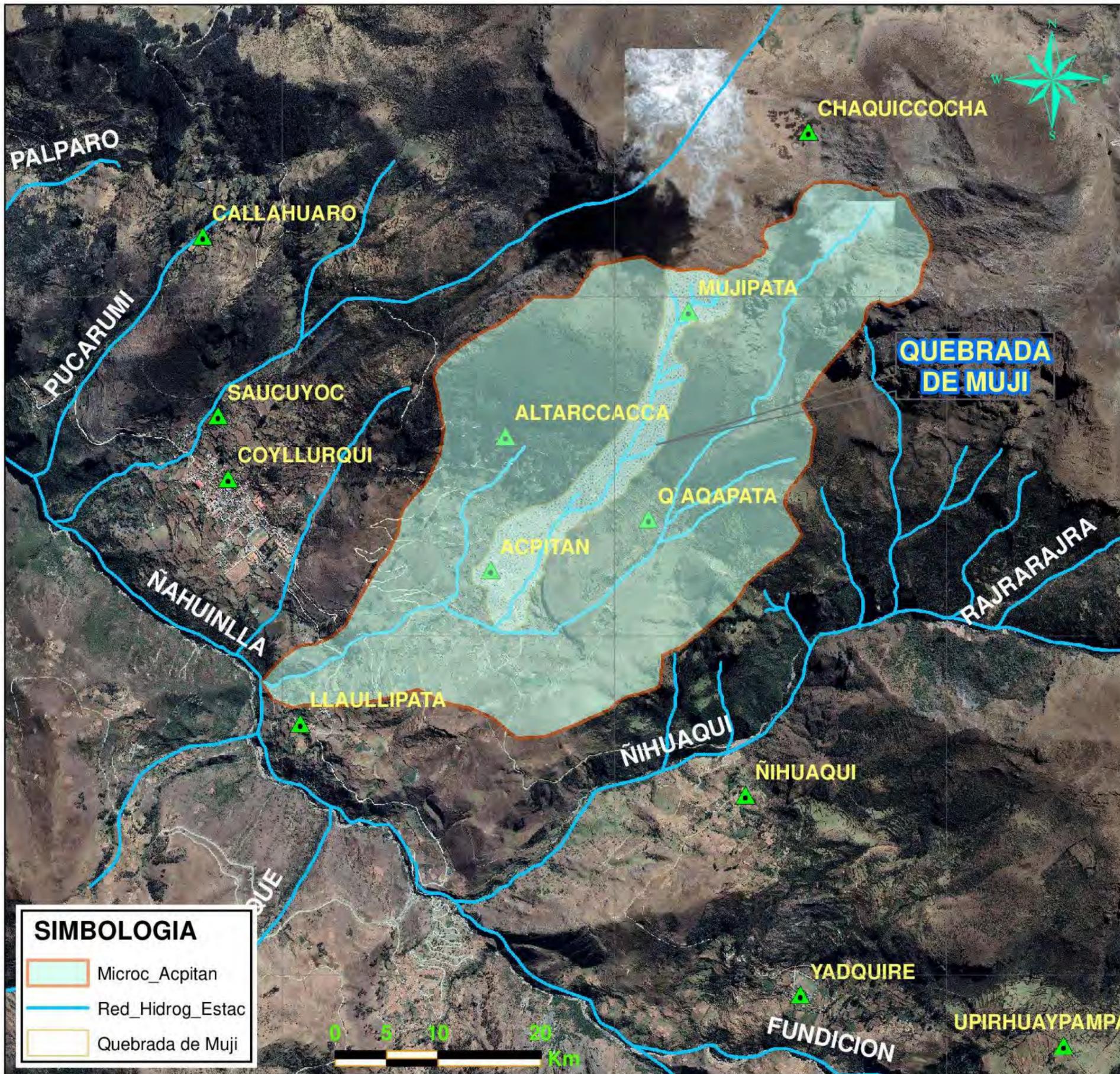
| | | | |
|---|---|---|----------------------------|
| LOCALIZACIÓN LOCALIDAD: C.C. de Acpián DISTRITO: Coyllurqui PROVINCIA: Cotabambas REGIÓN: Apurímac | ASESOR Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda | SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM/WGS84 ZONA 18 Sur | |
| | TESISTAS: Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar Bach. Edwin Climaco Grovas Lima | Escala: 1:15,000 | Código: USOSU 08 |
| | | Fecha: Agosto, 2022 | |

Mapa N° 9. HIDROLÓGICO

778000

780000

782000



8470000

8468000

8466000

778000

780000

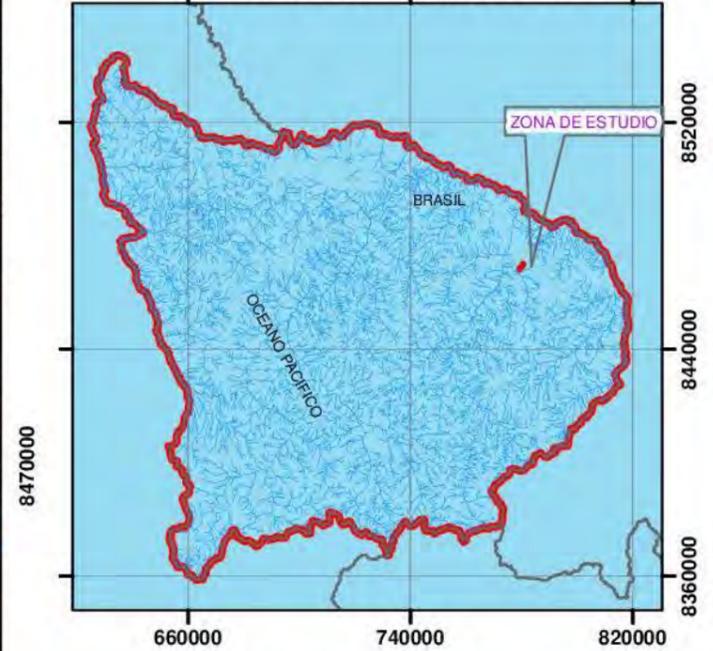
782000

SIMBOLOGIA

- Microc_Acpitan
- Red_Hidrog_Estac
- Quebrada de Muji



UNIDAD HIDROGRÁFICA VILCABAMBA

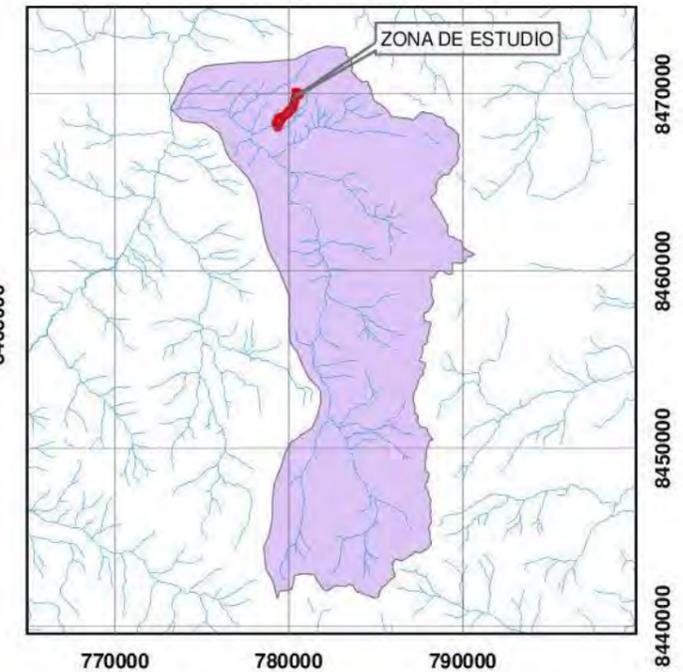


8470000

8468000

8466000

SUB CUENCA COYLLURQUI



770000

780000

790000

8470000

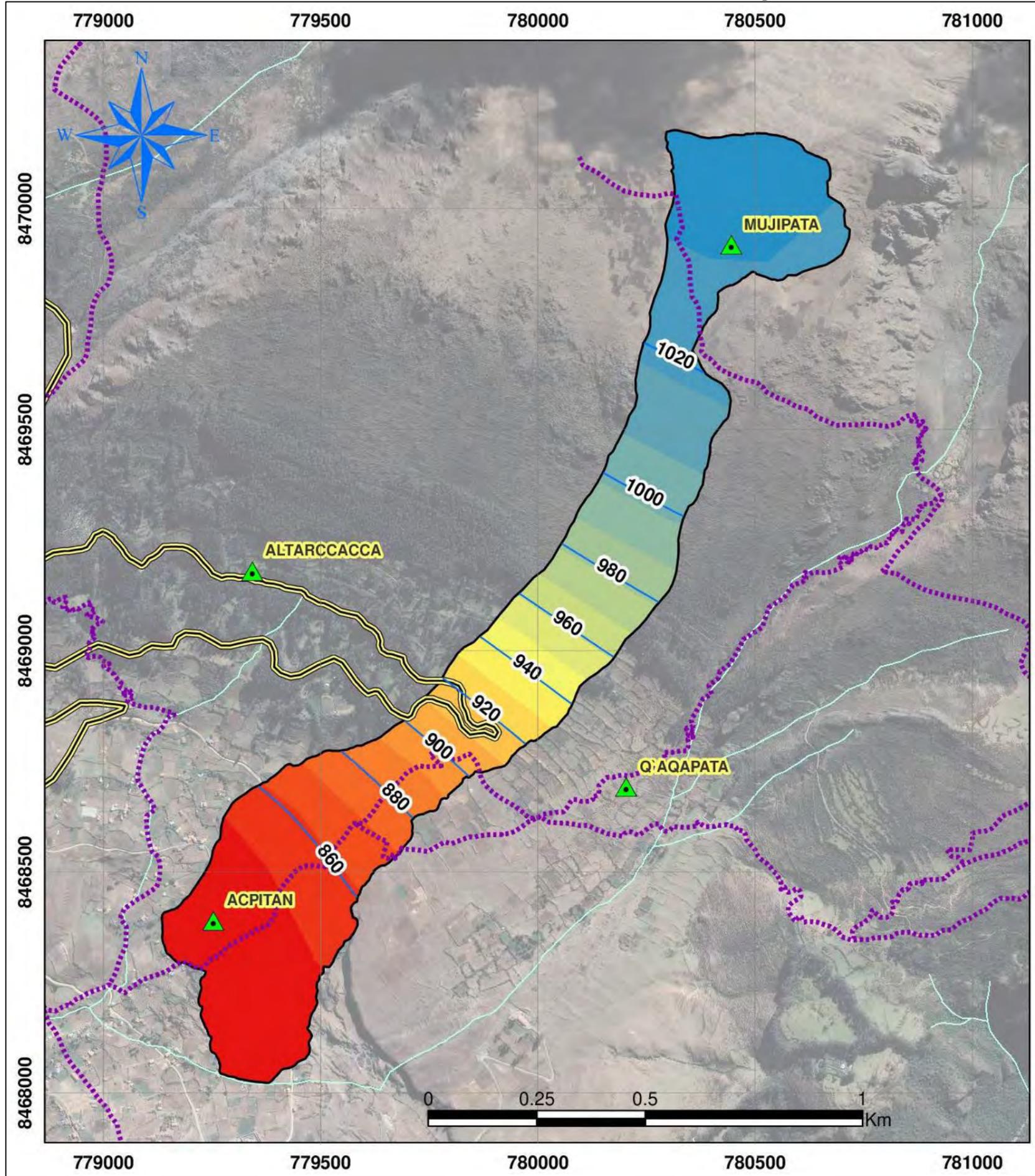
8468000

8466000

8440000

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA</p> | | | |
| <p>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBA, REGIÓN APURÍMAC - 2021</p> | | | |
| MAPA HIDROLÓGICO | | | |
| <p>LOCALIZACIÓN</p> <p>LOCALIDAD: Comunidad Campesina de Acpitán DISTRITO: Coyllurqui PROVINCIA: Cotabamba REGION: Apurimac</p> | <p>ASESOR</p> <p>Mgt. Ing. Edison Santiago Mattos Ojeda</p> | <p>SISTEMA DE PROYECCIÓN:</p> <p>UTM WGS84 ZONA 18 Sur</p> | <p>Código:</p> <p>HIDROL 09</p> |
| <p>TESISTAS:</p> <p>Bach. Elvis Quilahuaman Bolivar Bach. Edwin Climaco Grovas Lima</p> | <p>Escala:</p> <p>1:25,000</p> | <p>Fecha:</p> <p>Agosto, 2022</p> | |

Mapa N° 10. ISOYETAS



LEYENDA

High : 1037.45

Low : 841.452

SIMBOLOGÍA

- Pueblos
- Isoyeta_20mm
- Camino de herradura
- Carretera afirmada, transitable
- Delimitación Quebrada Muji
- Lagunas
- Drenajes

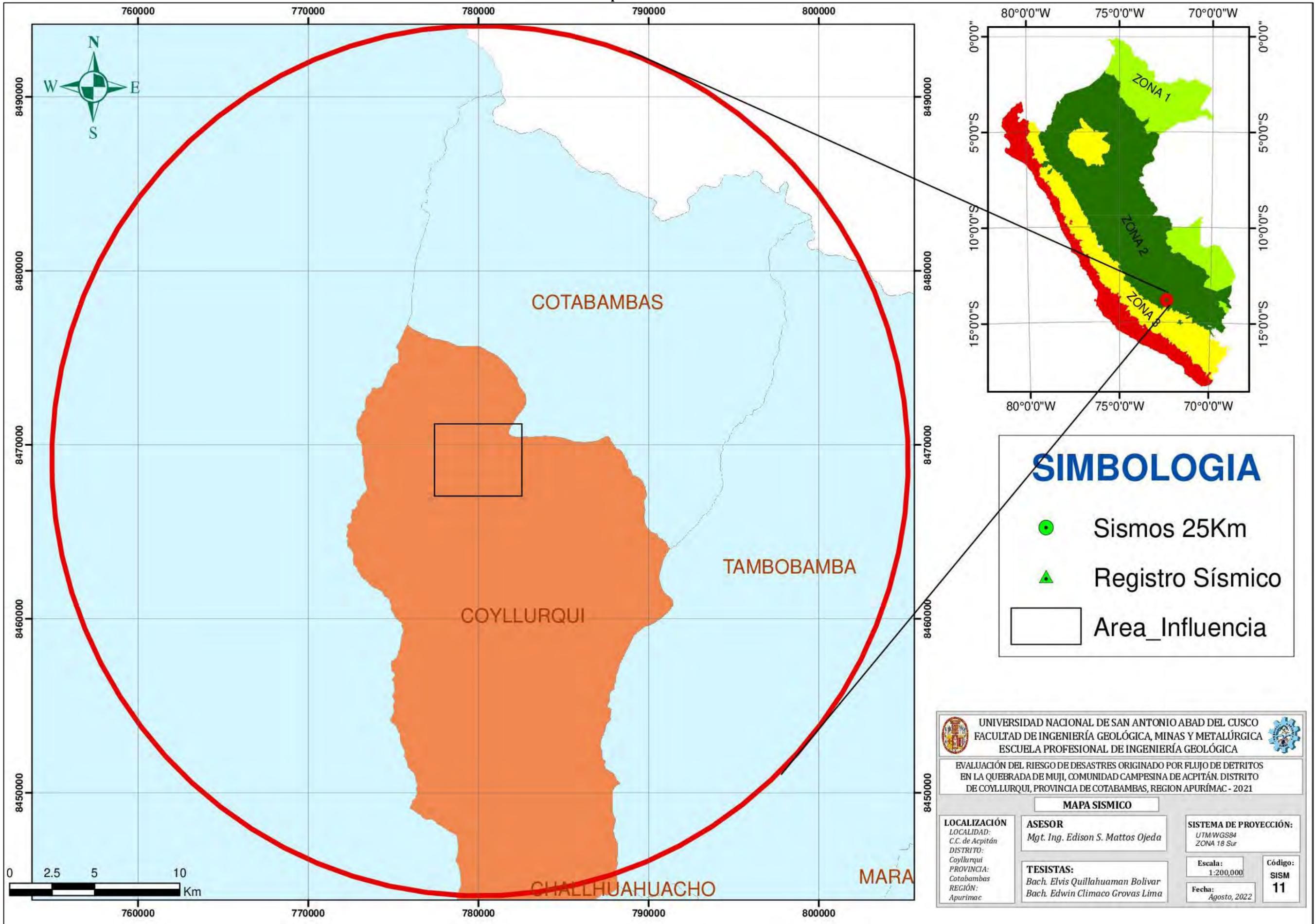
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN. DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021

MAPA DE ISOYETAS

| | | |
|---|---|--|
| <p>LOCALIZACIÓN</p> <p>LOCALIDAD: C.C. de Acpitán</p> <p>DISTRITO: Coyllurquí</p> <p>PROVINCIA: Cotabambas</p> <p>REGIÓN: Apurimac</p> | <p>ASESOR</p> <p>Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda</p> <p>TESISTAS:</p> <p>Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar</p> <p>Bach. Edwin Climaco Grovas Lima</p> | <p>SISTEMA DE PROYECCIÓN:</p> <p>UTM/WGS84 ZONA 18 Sur</p> <p>Escala:</p> <p>1:10,000</p> <p>Fecha:</p> <p>Agosto, 2022</p> |
| | | <p>Código:</p> <p>MISOY</p> <p>10</p> |

Mapa N° 11. SÍSMICO

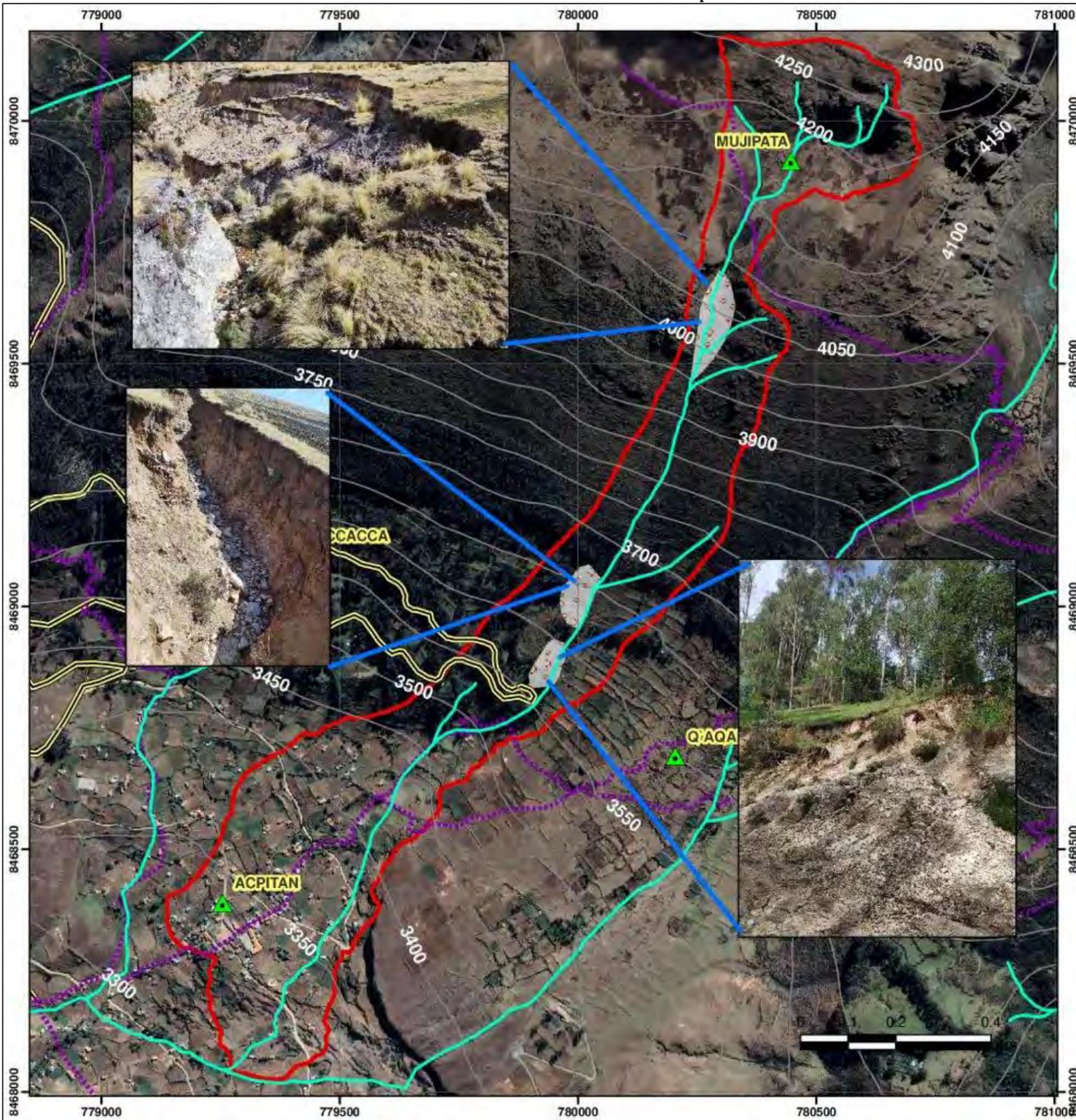


SIMBOLOGIA

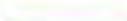
- Sismos 25Km
- ▲ Registro Sísmico
- Area_Influencia

| | | |
|---|---|---|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA | | |
| EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN. DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBA, REGION APURÍMAC - 2021 | | |
| MAPA SISMICO | | |
| LOCALIZACIÓN LOCALIDAD: C.C. de Acpitán DISTRITO: Coyllurqui PROVINCIA: Cotabamba REGIÓN: Apurímac | ASESOR Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda | SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM/WGS84 ZONA 18 Sur |
| TESISTAS: Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar Bach. Edwin Climaco Grovas Lima | Escala: 1:200,000 | Código: SISM 11 |
| | Fecha: Agosto, 2022 | |

Mapa N° 12. DESLIZAMIENTO

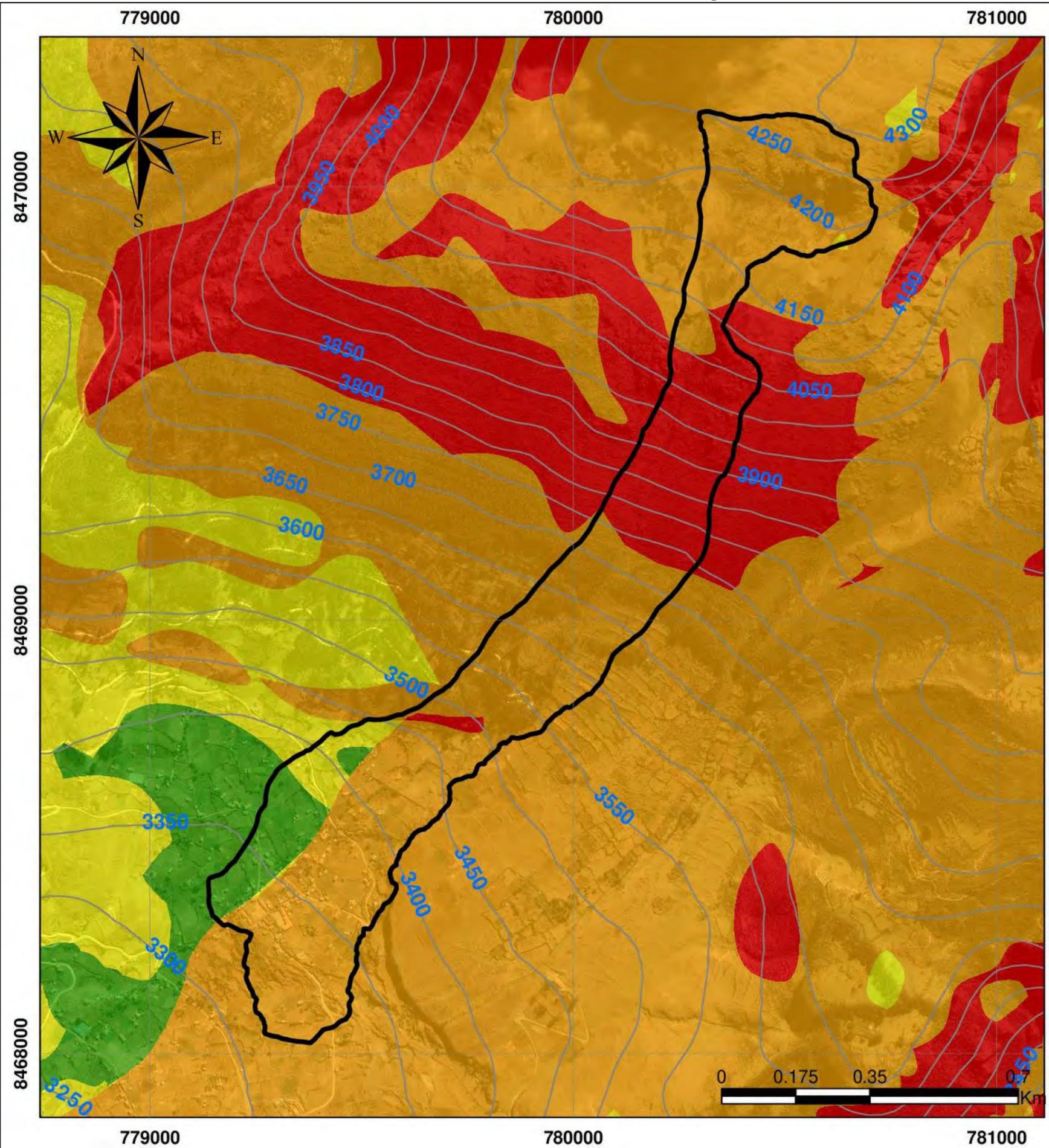


SIMBOLOGIA

-  Pueblos
-  Drenajes
-  Curvas_50m
-  Camino de herradura
-  Carretera afirmada, transitable
-  Contorno Calles CC.PP. Coyllurqui
-  Deslizamientos
-  Quebrada Muji

| | | |
|---|---|---|
|  UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA | | |
| EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021 | | |
| MAPA DE DESLIZAMIENTOS ACTIVOS | | |
| LOCALIZACIÓN LOCALIDAD: C.C. de Acpitán DISTRITO: Coyllurqui PROVINCIA: Cotabambas REGIÓN: Apurímac | ASESOR Mg. Ing. Edison S. Mattos Ojeda | SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM/WGS84 ZONA 18 Sur |
| | TESISTAS: Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar Bach. Edwin Climaco Grovas Lima | Escala: 1:8,723 |
| | | Fecha: Agosto, 2022 |
| | | Código: DESL 12 |

Mapa N° 13. SUSCEPTIBILIDAD



SIMBOLOGÍA



Quebrada Muji



curvas_50

| Rango | Nivel de Susceptibilidad |
|---------------------------|--------------------------|
| $0.320 \leq P \leq 0.473$ | MUY ALTO |
| $0.176 \leq P < 0.320$ | ALTO |
| $0.134 \leq P < 0.176$ | MEDIO |
| $0.109 \leq P < 0.134$ | BAJO |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS
 EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN. DISTRITO
 DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBA, REGION APURÍMAC - 2021

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD

LOCALIZACIÓN
 LOCALIDAD:
 C.C. de Acpitán
 DISTRITO:
 Coyllurqui
 PROVINCIA:
 Cotabamba
 REGIÓN:
 Apurimac

ASESOR
 Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda

TESISTAS:
 Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar
 Bach. Edwin Climaco Grovas Lima

SISTEMA DE PROYECCIÓN:
 UTM/WGS84
 ZONA 18 Sur

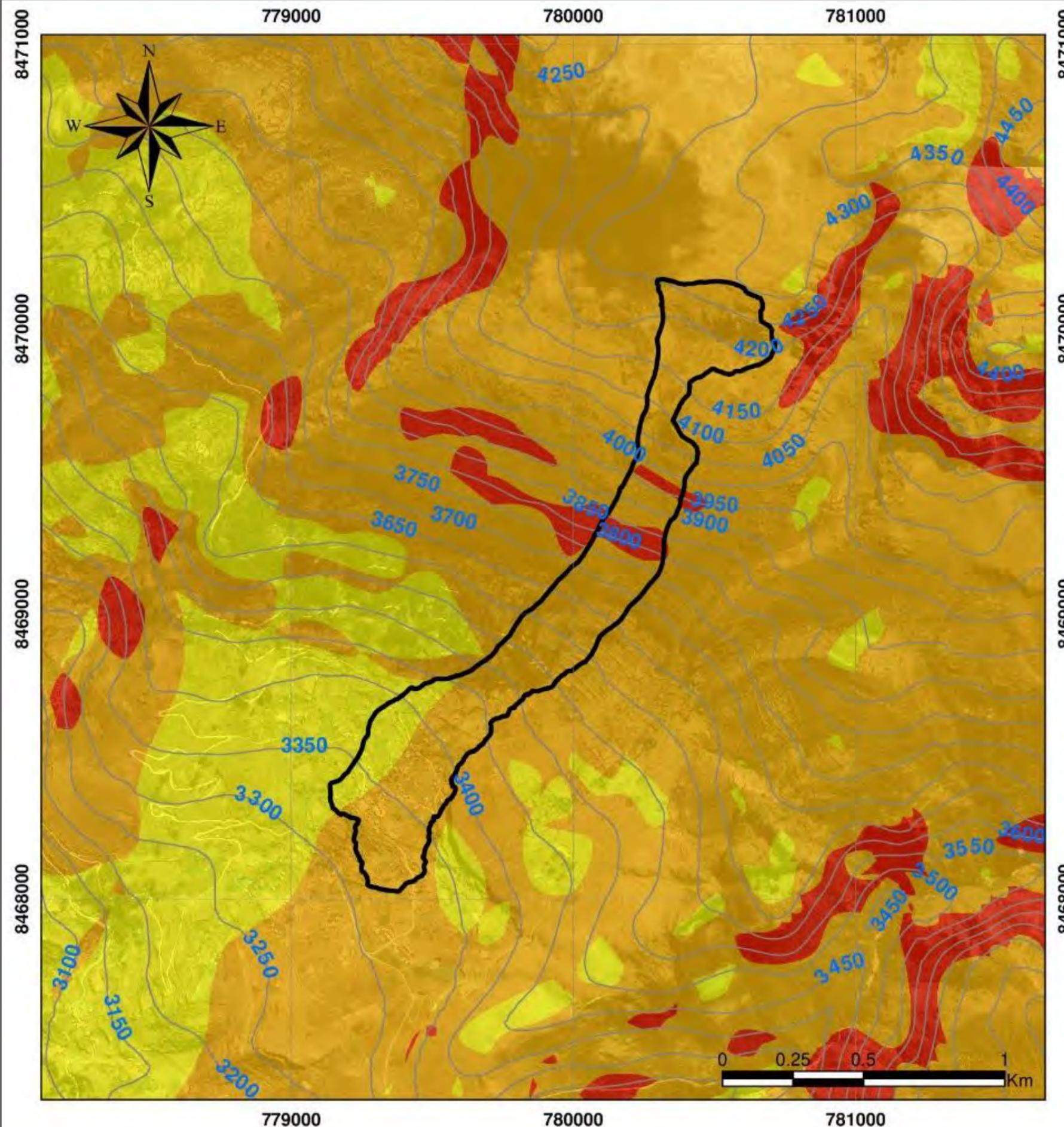
Escala:
 1:10,000

Fecha:
 Agosto, 2022

Código:
**SUSCEP
 13**



Mapa N° 14. PELIGROS



SIMBOLOGÍA

Quebrada Muji

curvas_50m

| Rango | Nivel de Peligro |
|---------------------------|------------------|
| $0.295 \leq P \leq 0.423$ | MUY ALTO |
| $0.139 \leq P < 0.295$ | ALTO |
| $0.097 \leq P < 0.139$ | MEDIO |
| $0.051 \leq P < 0.097$ | BAJO |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN. DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021

MAPA DE PELIGROS

LOCALIZACIÓN
LOCALIDAD:
C.C. de Acpitán
DISTRITO:
Coyllurqui
PROVINCIA:
Cotabambas
REGION:
Apurímac

ASESOR
Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda

TESISTAS:
Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar
Bach. Edwin Climaco Grovas Lima

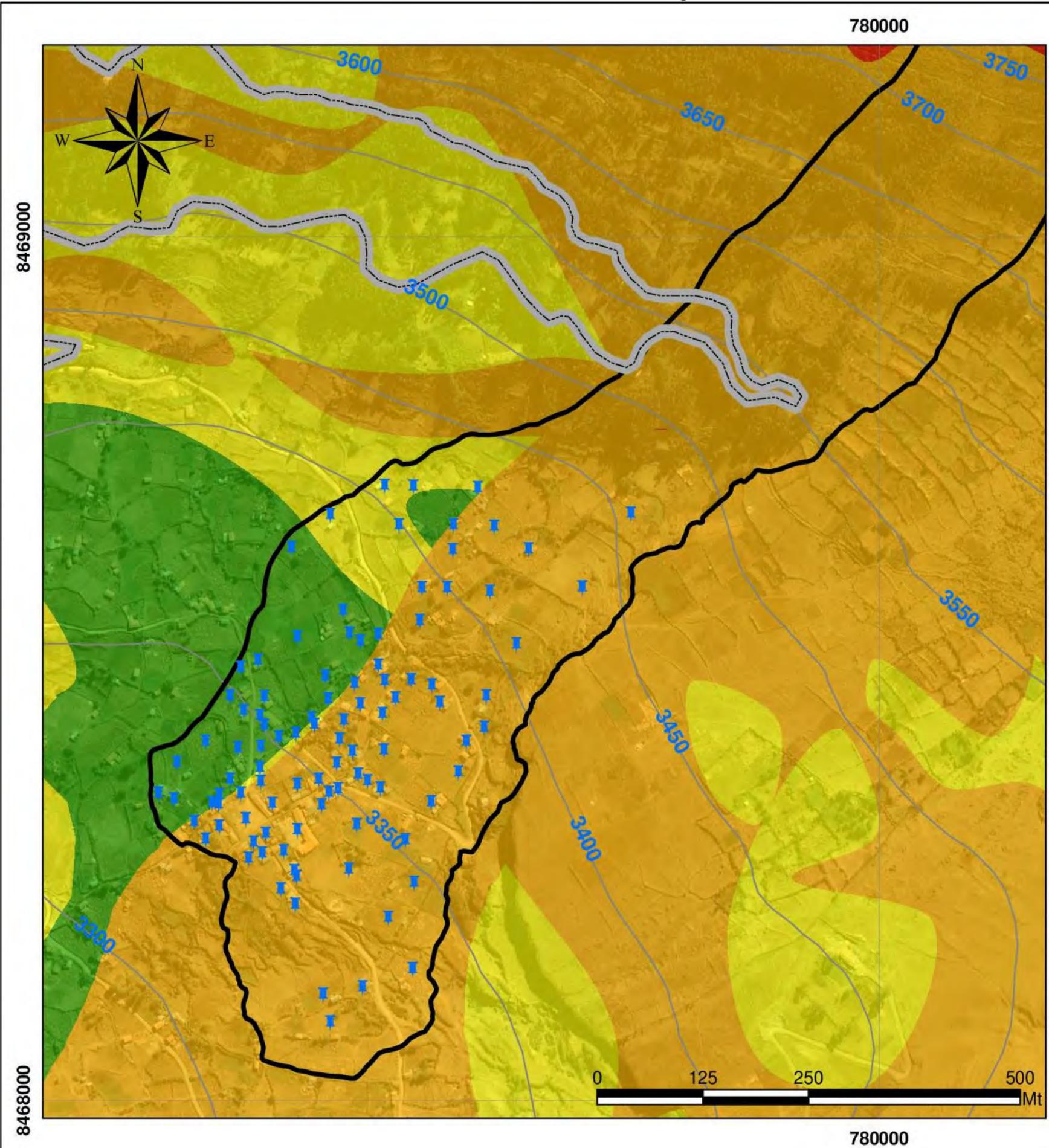
SISTEMA DE PROYECCIÓN:
UTM/WGS84
ZONA 18 Sur

Escala:
1:15,000

Fecha:
Agosto, 2022

Código:
PEL
14

Mapa N° 15. ELEMENTOS EXPUESTOS



SIMBOLOGÍA

-  Via_Afirmada
-  Quebrada Muji
-  curvas_50m
-  Infraestructura

| Nivel de Peligro | Predios | Casa Comunal y Capilla | I.E | Via Afirmada (m) |
|------------------|---------|------------------------|-----|------------------|
| MUY ALTO | - | - | - | - |
| ALTO | 61 | 2 | 2 | 430 |
| MEDIO | 11 | 1 | 1 | - |
| BAJO | 21 | - | - | - |

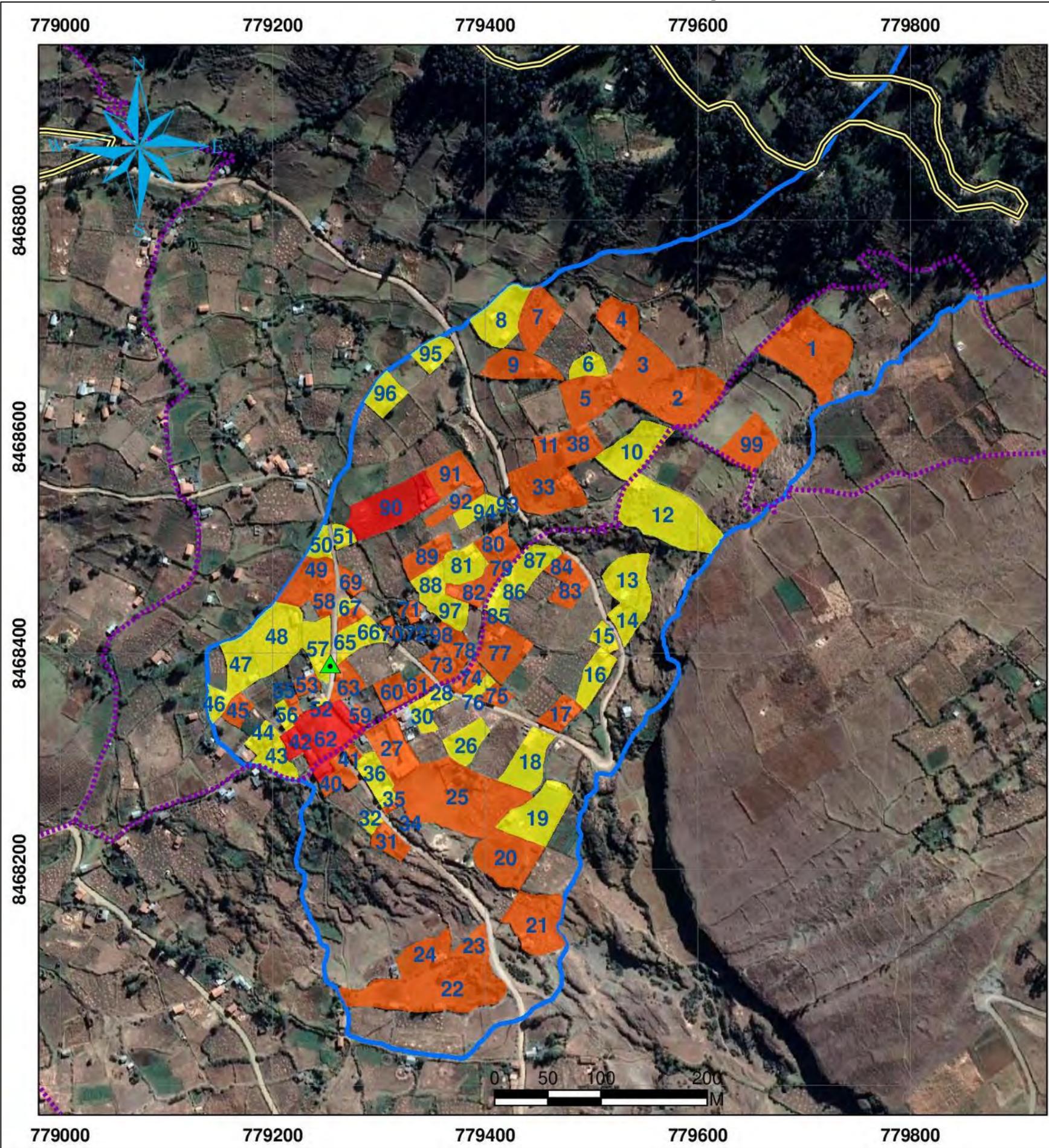

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN. DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021

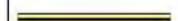
MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

| | | |
|--|---|---|
| LOCALIZACIÓN LOCALIDAD: C.C. de Acpitán DISTRITO: Coyllurqui PROVINCIA: Cotabambas REGIÓN: Apurímac | ASESOR Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda | SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM/WGS84 ZONA 18 Sur |
| TESISTAS: Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar Bach. Edwin Climaco Grovas Lima | Escala: 1:5,000 | Código: EXP 15 |
| | | Fecha: Agosto, 2022 |

Mapa N° 16. VULNERABILIDAD

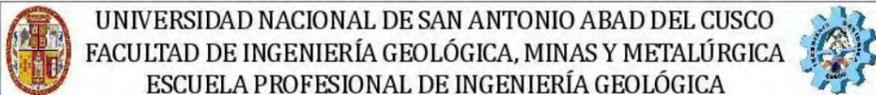


SIMBOLOGÍA

-  Pueblos
-  Camino de herradura
-  Carretera afirmada, transitable
-  Quebrada Muji

Niveles de Vulnerabilidad

| | | | |
|-----------------|-------|---------------|-------|
| Muy alto | 0.259 | $\leq V \leq$ | 0.505 |
| Alto | 0.134 | $\leq V <$ | 0.259 |
| Medio | 0.072 | $\leq V <$ | 0.134 |
| Bajo | 0.038 | $\leq V <$ | 0.072 |

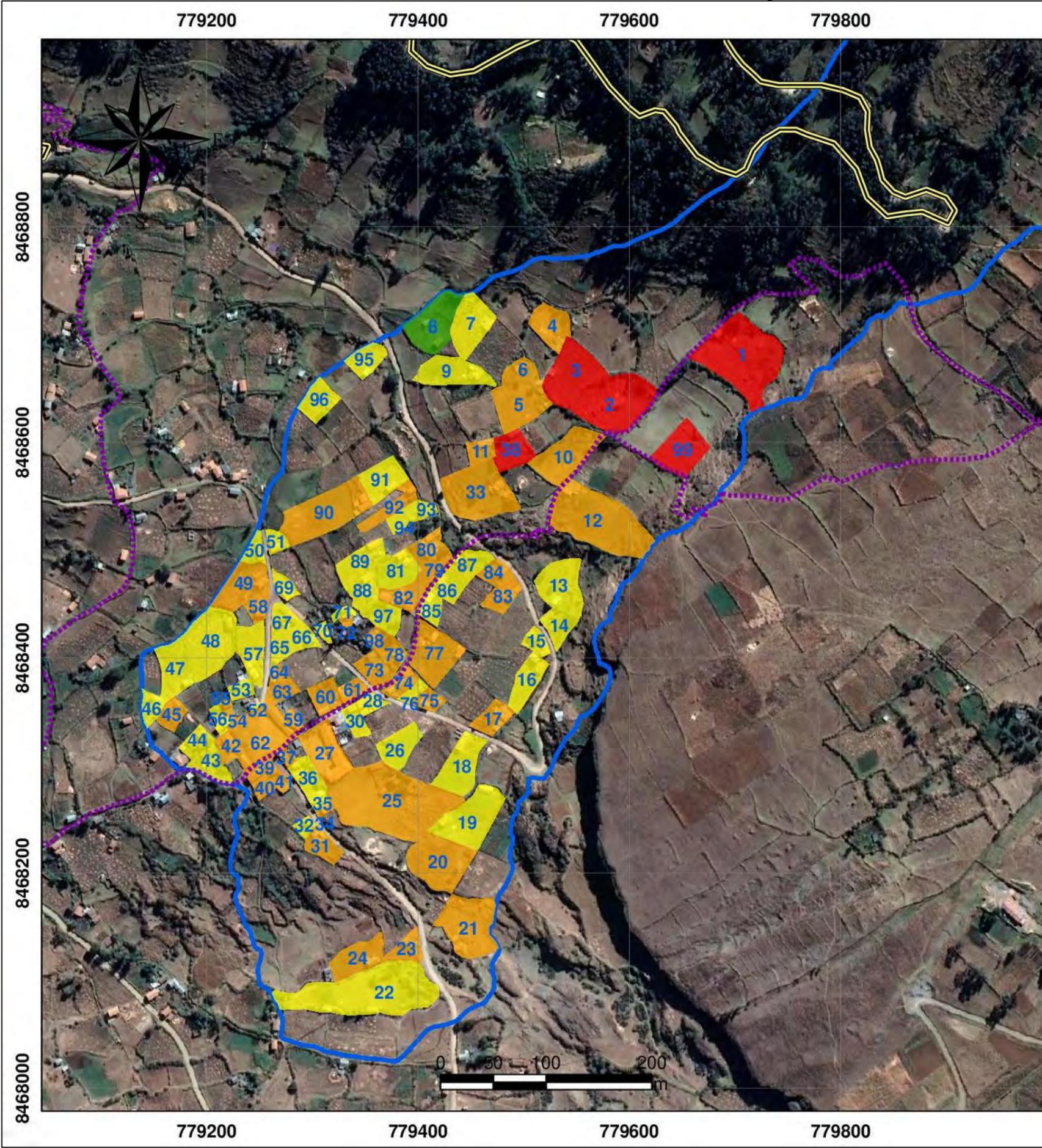

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021

MAPA DE VULNERABILIDAD

| | | |
|--|---|---|
| LOCALIZACIÓN LOCALIDAD: C.C. de Acpitán DISTRITO: Coyllurqui PROVINCIA: Cotabambas REGIÓN: Apurímac | ASESOR Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda | SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM/WGS84 ZONA 18 Sur |
| TESISTAS: Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar Bach. Edwin Climaco Grovas Lima | Escala: 1:4,000 | Código: VULNER 16 |
| | | Fecha: Agosto, 2022 |

Mapa N° 17. RIESGO



SIMBOLOGÍA

- ⋯⋯⋯ Camino de herradura
- Carretera afirmada, transitable
- Quebrada Muji

| Rango | | Niveles de Riesgo |
|-------|-------------|-------------------|
| 0.077 | ≤ R ≤ 0.213 | MUY ALTO |
| 0.019 | ≤ R < 0.077 | ALTO |
| 0.007 | ≤ R < 0.019 | MEDIO |
| 0.002 | ≤ R < 0.007 | BAJO |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA DE COTABAMBAS, REGION APURÍMAC - 2021

MAPA DE RIESGOS

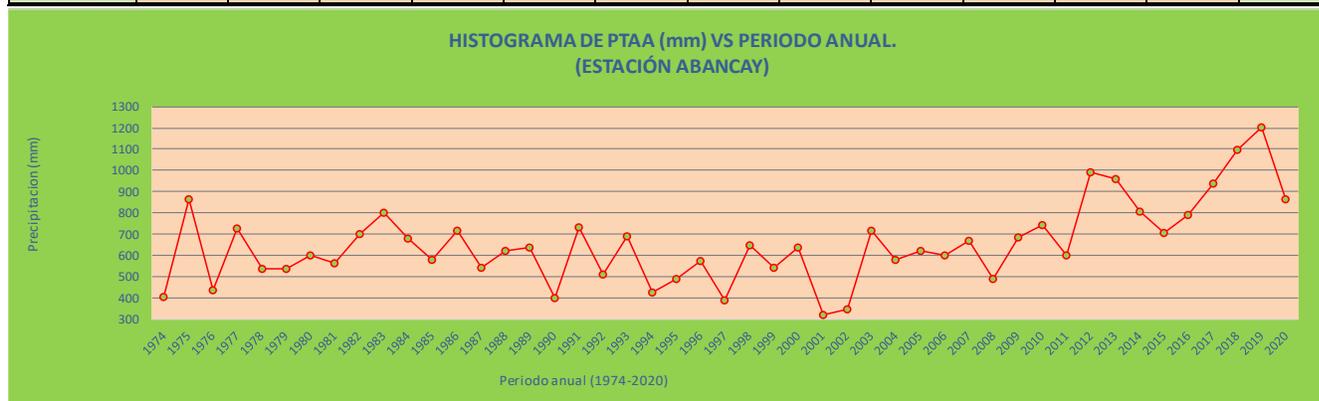
| | | |
|--|---|---|
| LOCALIZACIÓN LOCALIDAD: C.C. de Acpitán DISTRITO: Coyllurqui PROVINCIA: Cotabambas REGIÓN: Apurímac | ASESOR Mgt. Ing. Edison S. Mattos Ojeda | SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM/WGS84 ZONA 18 Sur |
| | TESISTAS: Bach. Elvis Quillahuaman Bolivar Bach. Edwin Climaco Grovas Lima | Escala: 1:4,000 |
| | | Fecha: Agosto, 2022 |

Código:
RIESG
17

**ANEXO 2:
REGISTRO DE
PRECIPITACIÓN
MENSUAL POR
ESTACIÓN**

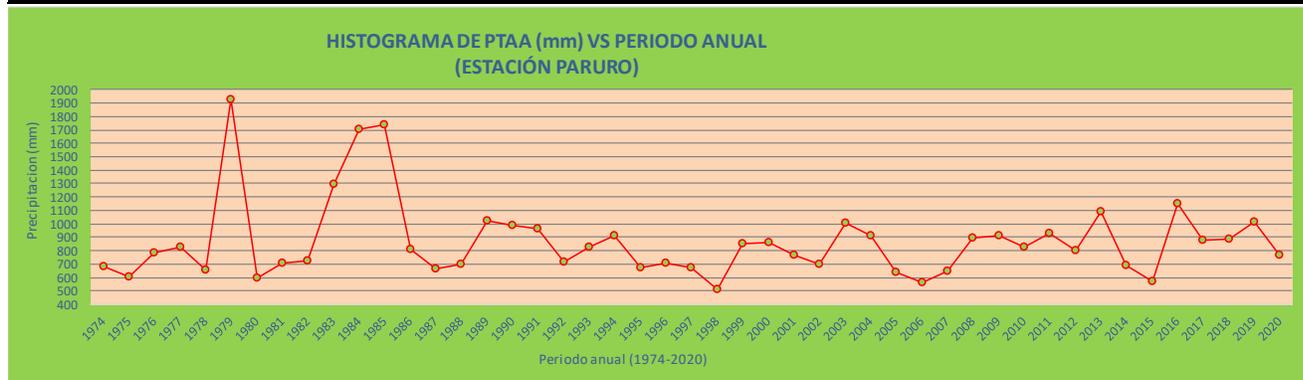
“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

| REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---------|---------|---------------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|----------|---------|
| Estación: | ABANCAY | | | Latitud: | 13 | 36 | S | Departamento | | | | Apurimac | |
| Cuenca: | Apurimac | | | Longitud: | 72 | 53 | W | Provincia | | | | Abancay | |
| Altitud: | | | | 2398 m.s.n.m. | | | | | | | | | |
| Distrito | | | | | | | | | | | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
| 1974 | 51.00 | 52.00 | 77.00 | 55.00 | 10.00 | 2.00 | 7.00 | 4.00 | 8.00 | 17.00 | 30.00 | 91.00 | 404 |
| 1975 | 80.00 | 158.00 | 105.00 | 39.00 | 8.00 | 5.00 | 13.00 | 0.00 | 5.00 | 201.00 | 169.00 | 82.00 | 865 |
| 1976 | 43.00 | 51.00 | 40.00 | 3.00 | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 8.00 | 23.00 | 95.00 | 91.00 | 42.00 | 436 |
| 1977 | 118.00 | 165.00 | 241.00 | 28.00 | 5.00 | 1.00 | 13.00 | 9.00 | 21.00 | 67.00 | 10.00 | 47.00 | 725 |
| 1978 | 140.00 | 79.00 | 106.00 | 10.00 | 9.00 | 1.00 | 13.00 | 10.00 | 14.00 | 40.00 | 76.00 | 39.00 | 537 |
| 1979 | 83.00 | 86.00 | 102.00 | 69.00 | 0.00 | 8.00 | 1.00 | 7.00 | 3.00 | 31.00 | 54.00 | 91.00 | 535 |
| 1980 | 154.00 | 67.00 | 79.00 | 39.00 | 8.00 | 3.00 | 15.00 | 0.00 | 32.00 | 77.00 | 39.00 | 89.00 | 602 |
| 1981 | 109.00 | 180.00 | 90.00 | 41.00 | 4.00 | 16.00 | 0.00 | 3.00 | 2.00 | 30.00 | 41.00 | 48.00 | 564 |
| 1982 | 210.00 | 128.00 | 100.00 | 25.00 | 2.00 | 0.00 | 23.00 | 20.00 | 16.00 | 34.00 | 55.00 | 88.00 | 701 |
| 1983 | 126.00 | 202.00 | 120.00 | 70.00 | 11.00 | 0.00 | 11.00 | 26.00 | 27.00 | 22.00 | 102.00 | 83.00 | 800 |
| 1984 | 152.00 | 178.00 | 117.00 | 52.00 | 0.00 | 12.00 | 4.00 | 36.00 | 2.00 | 33.00 | 68.00 | 28.00 | 682 |
| 1985 | 53.00 | 100.00 | 93.00 | 9.00 | 31.00 | 11.00 | 2.00 | 10.00 | 15.00 | 44.00 | 70.00 | 142.00 | 580 |
| 1986 | 155.00 | 132.00 | 146.00 | 53.00 | 12.00 | 21.00 | 3.00 | 22.00 | 55.00 | 15.00 | 6.00 | 96.00 | 716 |
| 1987 | 58.00 | 106.00 | 99.00 | 7.00 | 3.00 | 0.00 | 11.00 | 0.00 | 28.00 | 27.00 | 107.00 | 95.00 | 541 |
| 1988 | 172.00 | 59.00 | 86.00 | 18.00 | 31.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 32.00 | 63.00 | 84.00 | 73.00 | 620 |
| 1989 | 90.00 | 123.00 | 187.00 | 68.00 | 8.00 | 1.00 | 3.00 | 7.00 | 39.00 | 23.00 | 51.00 | 36.00 | 636 |
| 1990 | 100.00 | 92.00 | 75.00 | 3.00 | 1.00 | 0.00 | 14.00 | 0.00 | 0.00 | 49.00 | 41.00 | 25.00 | 400 |
| 1991 | 142.00 | 143.00 | 77.00 | 49.00 | 3.00 | 0.00 | 5.00 | 18.00 | 29.00 | 57.00 | 76.00 | 132.00 | 731 |
| 1992 | 152.00 | 57.00 | 124.00 | 12.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 13.00 | 12.00 | 31.00 | 58.00 | 47.00 | 509 |
| 1993 | 93.00 | 120.00 | 136.00 | 11.00 | 72.00 | 2.00 | 0.00 | 10.00 | 10.00 | 28.00 | 94.00 | 117.00 | 693 |
| 1994 | 165.00 | 94.00 | 68.00 | 3.00 | 8.00 | 6.00 | 0.00 | 1.00 | 15.00 | 17.00 | 25.00 | 25.00 | 427 |
| 1995 | 95.00 | 60.00 | 65.00 | 7.00 | 0.00 | 10.00 | 1.00 | 1.00 | 25.00 | 33.00 | 32.00 | 89.00 | 488 |
| 1996 | 77.00 | 100.00 | 131.00 | 36.00 | 8.00 | 0.00 | 0.00 | 6.00 | 2.00 | 95.00 | 73.00 | 47.00 | 575 |
| 1997 | 78.00 | 61.00 | 3.00 | 17.00 | 16.00 | 12.00 | 16.00 | 0.00 | 0.00 | 40.00 | 62.00 | 83.00 | 388 |
| 1998 | 158.00 | 136.00 | 103.00 | 84.00 | 14.00 | 3.00 | 3.00 | 0.00 | 2.00 | 32.00 | 22.00 | 90.00 | 647 |
| 1999 | 130.00 | 146.00 | 16.00 | 37.00 | 25.00 | 8.00 | 0.00 | 17.00 | 28.00 | 45.00 | 38.00 | 50.00 | 540 |
| 2000 | 135.00 | 30.00 | 75.00 | 46.00 | 15.00 | 46.00 | 4.00 | 16.00 | 8.00 | 61.00 | 90.00 | 113.00 | 639 |
| 2001 | 51.00 | 49.00 | 94.00 | 0.00 | 14.00 | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 9.00 | 42.00 | 32.00 | 22.00 | 322 |
| 2002 | 15.00 | 79.00 | 37.00 | 19.00 | 0.00 | 15.00 | 16.00 | 46.00 | 0.00 | 44.00 | 24.00 | 50.00 | 345 |
| 2003 | 73.00 | 88.00 | 100.00 | 73.00 | 36.00 | 28.00 | 2.00 | 47.00 | 5.00 | 39.00 | 53.00 | 171.00 | 715 |
| 2004 | 141.00 | 153.00 | 92.00 | 14.00 | 2.00 | 0.00 | 1.00 | 3.00 | 3.00 | 18.00 | 38.00 | 112.00 | 577 |
| 2005 | 154.00 | 104.00 | 112.00 | 45.00 | 20.00 | 10.00 | 3.00 | 4.00 | 31.00 | 34.00 | 50.00 | 53.00 | 620 |
| 2006 | 168.00 | 157.00 | 73.00 | 41.00 | 3.00 | 2.00 | 4.00 | 19.00 | 15.00 | 43.00 | 34.00 | 40.00 | 599 |
| 2007 | 146.00 | 187.00 | 114.00 | 37.00 | 14.00 | 2.00 | 1.00 | 23.00 | 17.00 | 17.00 | 55.00 | 58.00 | 671 |
| 2008 | 104.00 | 65.00 | 119.00 | 15.00 | 7.00 | 3.00 | 1.00 | 1.00 | 17.00 | 59.00 | 34.00 | 63.00 | 488 |
| 2009 | 133.00 | 166.00 | 104.00 | 47.00 | 8.00 | 1.00 | 3.00 | 1.00 | 46.00 | 53.00 | 47.00 | 76.00 | 685 |
| 2010 | 136.00 | 188.00 | 74.00 | 34.00 | 5.00 | 23.00 | 13.00 | 21.00 | 11.00 | 81.00 | 33.00 | 123.00 | 742 |
| 2011 | 163.00 | 114.00 | 116.00 | 25.00 | 33.00 | 1.00 | 19.00 | 16.00 | 6.00 | 21.00 | 21.00 | 66.00 | 601 |
| 2012 | 126.00 | 202.00 | 134.00 | 68.00 | 23.00 | 3.00 | 58.00 | 16.00 | 63.00 | 82.00 | 86.00 | 130.00 | 991 |
| 2013 | 208.00 | 182.00 | 200.00 | 21.00 | 7.00 | 0.00 | 1.00 | 36.00 | 36.00 | 95.00 | 36.00 | 137.00 | 959 |
| 2014 | 136.00 | 217.00 | 82.00 | 39.00 | 11.00 | 22.00 | 37.00 | 18.00 | 35.00 | 23.00 | 40.00 | 145.00 | 805 |
| 2015 | 79.00 | 131.00 | 37.00 | 57.00 | 71.00 | 0.00 | 16.00 | 0.00 | 25.00 | 83.00 | 69.00 | 137.00 | 705 |
| 2016 | 210.00 | 143.00 | 107.00 | 37.00 | 0.00 | 13.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 24.00 | 129.00 | 122.00 | 789 |
| 2017 | 138.40 | 219.00 | 171.20 | 52.40 | 42.50 | 1.60 | 0.70 | 19.50 | 21.50 | 57.10 | 67.80 | 145.90 | 937.6 |
| 2018 | 176.00 | 287.30 | 177.60 | 47.70 | 11.40 | 35.60 | 17.60 | 53.20 | 16.10 | 102.30 | 59.00 | 114.90 | 1098.7 |
| 2019 | 298.90 | 297.60 | 141.90 | 30.50 | 21.30 | 0.50 | 12.40 | 0.30 | 21.90 | 61.70 | 140.40 | 173.30 | 1200.7 |
| 2020 | 139.60 | 165.70 | 215.00 | 46.40 | 1.20 | 24.00 | 0.00 | 2.80 | 10.20 | 53.70 | 11.40 | 194.00 | 864 |
| N° Datos | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 |
| Media | 128.531 | 130.880 | 106.216 | 35.911 | 14.653 | 7.882 | 7.771 | 12.596 | 18.504 | 47.151 | 56.102 | 87.736 | 653.106 |
| Desviación Estandar | 52.234 | 61.162 | 48.686 | 22.443 | 16.841 | 10.619 | 11.123 | 13.799 | 14.879 | 24.043 | 30.258 | 44.542 | 186.579 |
| Coefficiente Variación | 0.406 | 0.467 | 0.458 | 0.625 | 1.149 | 1.347 | 1.431 | 1.096 | 0.804 | 0.510 | 0.539 | 0.508 | 0.286 |
| Precipitación Máxima | 298.9 | 297.6 | 241.0 | 84.0 | 72.0 | 46.0 | 58.0 | 53.2 | 63.0 | 102.3 | 140.4 | 194.0 | 1200.7 |
| Precipitación Mínima | 15.0 | 30.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 6.0 | 22.0 | 322.0 |



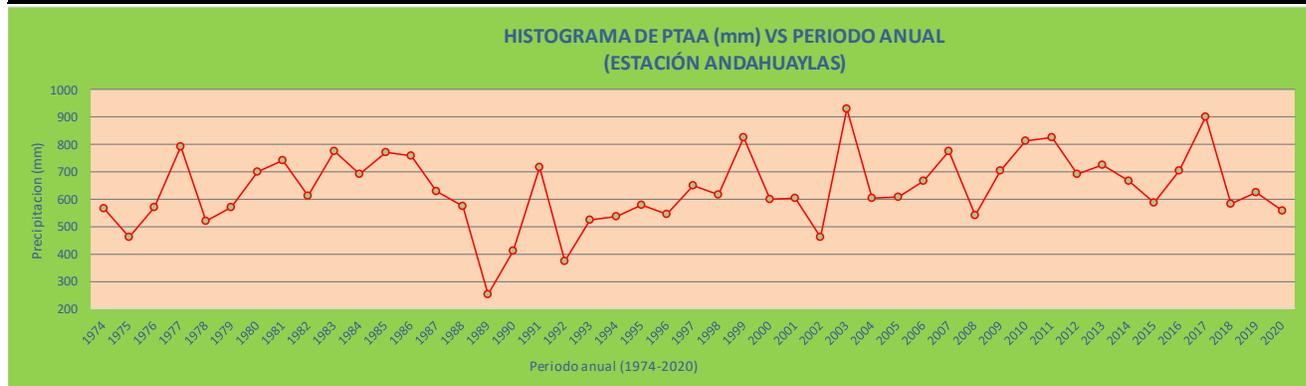
“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

| REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| Estación | Paruro | | | Latitud: | 13 | 45 | S | Departamento: | | | Cusco | | | |
| Cuenca | Apurímac | | | Longitud: | 71 | 51 | W | Provincia: | | | Paruro | | | |
| Altitud | | | | 3084 m.s.n.m. | | | | | Distrito: | | Paruro | | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL | |
| 1974 | 40.00 | 148.00 | 64.00 | 59.00 | 2.00 | 3.00 | 10.00 | 1.00 | 7.00 | 78.00 | 111.00 | 158.00 | 681 | |
| 1975 | 85.00 | 159.00 | 113.00 | 48.00 | 8.00 | 0.00 | 5.00 | 0.00 | 10.00 | 0.00 | 38.00 | 136.00 | 602 | |
| 1976 | 87.00 | 134.00 | 89.00 | 27.00 | 31.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 86.00 | 128.00 | 141.00 | 54.00 | 781 | |
| 1977 | 84.00 | 106.00 | 252.00 | 67.00 | 16.00 | 0.00 | 19.00 | 6.00 | 14.00 | 69.00 | 33.00 | 158.00 | 824 | |
| 1978 | 115.00 | 116.00 | 143.00 | 14.00 | 0.00 | 0.00 | 7.00 | 7.00 | 5.00 | 42.00 | 132.00 | 71.00 | 652 | |
| 1979 | 513.00 | 591.00 | 426.00 | 45.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 40.00 | 24.00 | 137.00 | 145.00 | 1927 | |
| 1980 | 77.00 | 149.00 | 174.00 | 38.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.00 | 29.00 | 60.00 | 45.00 | 597 | |
| 1981 | 122.00 | 113.00 | 174.00 | 53.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 20.00 | 24.00 | 32.00 | 167.00 | 707 | |
| 1982 | 65.00 | 212.00 | 97.00 | 13.00 | 23.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 40.00 | 65.00 | 123.00 | 83.00 | 725 | |
| 1983 | 108.00 | 409.00 | 345.00 | 22.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 18.00 | 14.00 | 78.00 | 46.00 | 253.00 | 1296 | |
| 1984 | 498.00 | 514.00 | 307.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 21.00 | 4.00 | 25.00 | 50.00 | 190.00 | 92.00 | 1701 | |
| 1985 | 534.00 | 370.00 | 465.00 | 16.00 | 10.00 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 10.00 | 92.00 | 252.00 | 1742 | |
| 1986 | 121.00 | 80.00 | 115.00 | 65.00 | 6.00 | 2.00 | 15.00 | 5.00 | 40.00 | 51.00 | 59.00 | 251.00 | 810 | |
| 1987 | 132.00 | 157.00 | 78.00 | 47.00 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 8.00 | 49.00 | 49.00 | 142.00 | 665 | |
| 1988 | 205.00 | 96.00 | 98.00 | 42.00 | 5.00 | 0.00 | 9.00 | 19.00 | 28.00 | 28.00 | 57.00 | 108.00 | 695 | |
| 1989 | 251.00 | 242.00 | 150.00 | 61.00 | 24.00 | 0.00 | 9.00 | 13.00 | 31.00 | 40.00 | 112.00 | 90.00 | 1023 | |
| 1990 | 177.00 | 205.00 | 255.00 | 62.00 | 0.00 | 10.00 | 0.00 | 38.00 | 9.00 | 49.00 | 98.00 | 84.00 | 987 | |
| 1991 | 159.00 | 188.00 | 117.00 | 56.00 | 30.00 | 4.00 | 0.00 | 2.00 | 28.00 | 63.00 | 97.00 | 219.00 | 963 | |
| 1992 | 155.00 | 106.00 | 118.00 | 57.00 | 14.00 | 4.00 | 0.00 | 1.00 | 28.00 | 23.00 | 85.00 | 121.00 | 712 | |
| 1993 | 112.00 | 171.00 | 175.00 | 60.00 | 3.00 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 55.00 | 76.00 | 107.00 | 63.00 | 825 | |
| 1994 | 230.00 | 83.00 | 223.00 | 46.00 | 12.00 | 5.00 | 0.00 | 0.00 | 49.00 | 17.00 | 130.00 | 114.00 | 909 | |
| 1995 | 235.00 | 136.00 | 102.00 | 6.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.00 | 13.00 | 78.00 | 95.00 | 673 | |
| 1996 | 175.00 | 112.00 | 73.00 | 7.00 | 0.00 | 0.00 | 7.00 | 0.00 | 14.00 | 42.00 | 117.00 | 163.00 | 710 | |
| 1997 | 174.00 | 89.00 | 206.00 | 34.00 | 0.00 | 4.00 | 0.00 | 12.00 | 26.00 | 42.00 | 41.00 | 45.00 | 673 | |
| 1998 | 60.00 | 40.00 | 24.00 | 4.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 37.00 | 41.00 | 24.00 | 113.00 | 169.00 | 513 | |
| 1999 | 120.00 | 242.00 | 188.00 | 43.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 41.00 | 18.00 | 58.00 | 138.00 | 851 | |
| 2000 | 135.00 | 183.00 | 152.00 | 43.00 | 0.00 | 0.00 | 32.00 | 0.00 | 11.00 | 36.00 | 158.00 | 111.00 | 861 | |
| 2001 | 65.00 | 164.00 | 268.00 | 26.00 | 0.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 40.00 | 32.00 | 82.00 | 80.00 | 763 | |
| 2002 | 190.00 | 83.00 | 61.00 | 65.00 | 3.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 40.00 | 63.00 | 46.00 | 143.00 | 695 | |
| 2003 | 156.00 | 314.00 | 371.00 | 13.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 3.00 | 12.00 | 60.00 | 74.00 | 1008 | |
| 2004 | 267.00 | 169.00 | 186.00 | 56.00 | 2.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 25.00 | 21.00 | 40.00 | 142.00 | 910 | |
| 2005 | 106.00 | 106.00 | 105.00 | 42.00 | 9.00 | 3.00 | 0.00 | 2.00 | 15.00 | 33.00 | 167.00 | 49.00 | 637 | |
| 2006 | 115.00 | 66.00 | 52.00 | 70.00 | 13.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 25.00 | 33.00 | 89.00 | 101.00 | 564 | |
| 2007 | 76.00 | 114.00 | 56.00 | 68.00 | 25.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 34.00 | 33.00 | 115.00 | 128.00 | 650 | |
| 2008 | 138.00 | 181.00 | 282.00 | 62.00 | 7.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 39.00 | 58.00 | 44.00 | 79.00 | 893 | |
| 2009 | 185.00 | 93.00 | 188.00 | 35.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.00 | 18.00 | 57.00 | 90.00 | 239.00 | 910 | |
| 2010 | 83.00 | 239.00 | 243.00 | 18.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 7.00 | 50.00 | 54.00 | 129.00 | 827 | |
| 2011 | 121.00 | 163.00 | 241.00 | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 5.00 | 33.00 | 85.00 | 80.00 | 197.00 | 928 | |
| 2012 | 201.00 | 126.00 | 142.00 | 51.00 | 17.00 | 1.00 | 0.00 | 2.00 | 29.00 | 65.00 | 69.00 | 99.00 | 802 | |
| 2013 | 254.00 | 170.00 | 233.00 | 72.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 4.00 | 7.00 | 43.00 | 140.00 | 166.00 | 1091 | |
| 2014 | 132.00 | 89.00 | 243.00 | 15.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3.00 | 35.00 | 86.00 | 83.00 | 687 | |
| 2015 | 161.00 | 79.00 | 51.00 | 43.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 4.00 | 39.00 | 45.00 | 35.00 | 107.00 | 569 | |
| 2016 | 171.00 | 162.00 | 284.00 | 69.00 | 11.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 21.00 | 20.00 | 164.00 | 243.00 | 1149 | |
| 2017 | 127.40 | 185.60 | 185.20 | 82.50 | 25.80 | 2.20 | 2.30 | 11.60 | 14.90 | 43.10 | 78.20 | 117.20 | 876 | |
| 2018 | 134.20 | 245.50 | 190.80 | 31.70 | 0.50 | 22.60 | 20.10 | 13.40 | 11.10 | 22.10 | 104.60 | 91.60 | 888.2 | |
| 2019 | 121.30 | 134.40 | 178.50 | 50.00 | 112.10 | 0.00 | 5.80 | 0.50 | 4.10 | 67.80 | 160.30 | 181.00 | 1015.8 | |
| 2020 | 129.70 | 197.10 | 164.00 | 41.31 | 8.46 | 7.60 | 1.20 | 0.00 | 7.00 | 15.60 | 64.60 | 133.60 | 770.17 | |
| N° Datos | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | |
| Media | 163.885106 | 175.140426 | 179.734043 | 41.3938298 | 9.18851064 | 2.00851064 | 3.56170213 | 4.88297872 | 23.7042553 | 42.587234 | 90.6957447 | 129.987234 | 866.769574 | |
| Desviación Estandar | 107.050451 | 109.677239 | 99.5463193 | 21.9671426 | 17.722941 | 3.78140932 | 7.06207117 | 8.45155811 | 16.9687175 | 24.222076 | 41.3878524 | 57.2762855 | 293.827679 | |
| Coefficiente Variación | 0.65320427 | 0.62622458 | 0.55385345 | 0.5306864 | 1.92881542 | 1.8826932 | 1.98277984 | 1.73082018 | 0.71585111 | 0.56876377 | 0.45633731 | 0.44063008 | 0.33899169 | |
| Precipitación Máxima | 534 | 591 | 465 | 82.5 | 112.1 | 22.6 | 32 | 38 | 86 | 128 | 190 | 253 | 1927 | |
| Precipitación Mínima | 40 | 40 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 45 | 513 | |



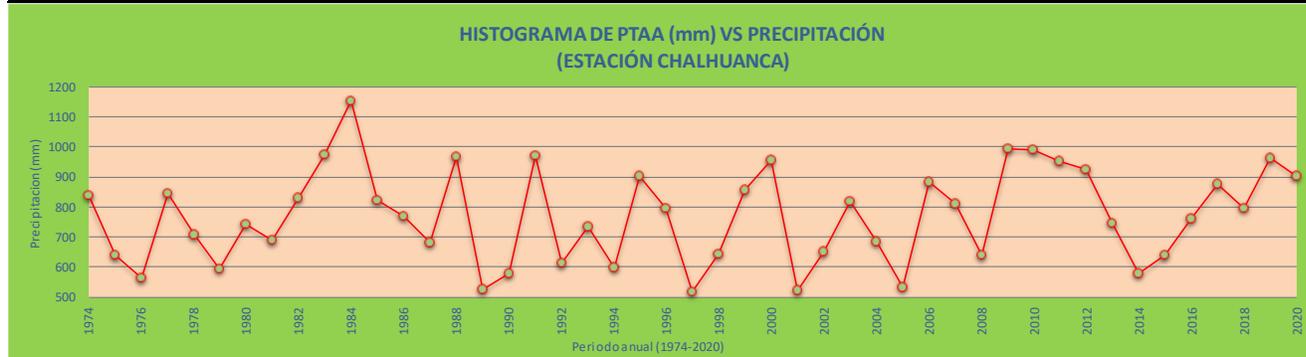
“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

| REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---------|---------------|-----------|--------|--------|-------|---------------|--------|-----------|-------------|--------|---------|--|-------------|--|
| Estación | Andahuaylas | | | Latitud: | 13 | 39 | S | Departamento: | | | Apurímac | | | | | |
| Cuenca | Apurímac | | | Longitud: | 73 | 22 | W | Provincia: | | | Andahuaylas | | | | | |
| Altitud | | | 2944 m.s.n.m. | | | | | | | Distrito: | | | | | Andahuaylas | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL | | | |
| 1974 | 97 | 49 | 67 | 60 | 3 | 0 | 11 | 6 | 51 | 8 | 79 | 135 | 566 | | | |
| 1975 | 77 | 124 | 76 | 32 | 11 | 0 | 5 | 1 | 45 | 7 | 20 | 65 | 463 | | | |
| 1976 | 99 | 84 | 93 | 6 | 42 | 0 | 1 | 12 | 12 | 84 | 73 | 66 | 572 | | | |
| 1977 | 96 | 131 | 177 | 28 | 8 | 2 | 17 | 28 | 40 | 65 | 23 | 177 | 792 | | | |
| 1978 | 93.00 | 65.00 | 134.00 | 24.00 | 6.00 | 14.00 | 8.00 | 36.00 | 13.00 | 54.00 | 38.00 | 37.00 | 522 | | | |
| 1979 | 120.00 | 60.00 | 115.00 | 53.00 | 0.00 | 6.00 | 3.00 | 6.00 | 33.00 | 31.00 | 83.00 | 60.00 | 570 | | | |
| 1980 | 211.00 | 53.00 | 114.00 | 65.00 | 15.00 | 5.00 | 0.00 | 0.00 | 70.00 | 33.00 | 21.00 | 114.00 | 701 | | | |
| 1981 | 140.00 | 204.00 | 110.00 | 71.00 | 2.00 | 13.00 | 4.00 | 1.00 | 0.00 | 61.00 | 47.00 | 89.00 | 742 | | | |
| 1982 | 120.00 | 161.00 | 103.00 | 18.00 | 8.00 | 0.00 | 13.00 | 8.00 | 24.00 | 45.00 | 47.00 | 64.00 | 611 | | | |
| 1983 | 149.00 | 175.00 | 117.00 | 99.00 | 0.00 | 0.00 | 8.00 | 17.00 | 45.00 | 18.00 | 41.00 | 108.00 | 777 | | | |
| 1984 | 133.00 | 194.00 | 102.00 | 73.00 | 4.00 | 6.00 | 2.00 | 34.00 | 39.00 | 29.00 | 17.00 | 57.00 | 690 | | | |
| 1985 | 153.00 | 119.00 | 104.00 | 45.00 | 33.00 | 18.00 | 0.00 | 7.00 | 67.00 | 53.00 | 51.00 | 122.00 | 772 | | | |
| 1986 | 106.00 | 145.00 | 166.00 | 7.00 | 35.00 | 30.00 | 19.00 | 11.00 | 91.00 | 13.00 | 36.00 | 99.00 | 758 | | | |
| 1987 | 54.00 | 160.00 | 126.00 | 40.00 | 5.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 31.00 | 16.00 | 117.00 | 79.00 | 630 | | | |
| 1988 | 167.00 | 101.00 | 75.00 | 16.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 13.00 | 89.00 | 66.00 | 46.00 | 574 | | | |
| 1989 | 34.00 | 58.00 | 50.00 | 20.00 | 13.00 | 0.00 | 7.00 | 18.00 | 7.00 | 3.00 | 22.00 | 18.00 | 250 | | | |
| 1990 | 40.00 | 104.00 | 110.00 | 0.00 | 42.00 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 39.00 | 12.00 | 63.00 | 413 | | | |
| 1991 | 126.00 | 170.00 | 76.00 | 48.00 | 63.00 | 37.00 | 1.00 | 38.00 | 61.00 | 17.00 | 62.00 | 18.00 | 717 | | | |
| 1992 | 55.00 | 29.00 | 99.00 | 6.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 70.00 | 7.00 | 36.00 | 33.00 | 37.00 | 374 | | | |
| 1993 | 97.00 | 71.00 | 101.00 | 9.00 | 34.00 | 2.00 | 0.00 | 3.00 | 24.00 | 16.00 | 65.00 | 102.00 | 524 | | | |
| 1994 | 131.00 | 96.00 | 51.00 | 55.00 | 13.00 | 7.00 | 0.00 | 2.00 | 54.00 | 16.00 | 42.00 | 68.00 | 535 | | | |
| 1995 | 154.00 | 60.00 | 93.00 | 60.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 8.00 | 59.00 | 20.00 | 39.00 | 82.00 | 580 | | | |
| 1996 | 120.00 | 105.00 | 130.00 | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 34.00 | 20.00 | 52.00 | 14.00 | 32.00 | 547 | | | |
| 1997 | 130.00 | 59.00 | 140.00 | 51.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 4.00 | 54.00 | 80.00 | 21.00 | 106.00 | 649 | | | |
| 1998 | 107.00 | 132.00 | 88.00 | 15.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 22.00 | 34.00 | 23.00 | 194.00 | 617 | | | |
| 1999 | 275.00 | 145.00 | 202.00 | 56.00 | 19.00 | 2.00 | 0.00 | 10.00 | 10.00 | 41.00 | 24.00 | 40.00 | 824 | | | |
| 2000 | 125.00 | 43.00 | 50.00 | 19.00 | 32.00 | 51.00 | 4.00 | 22.00 | 37.00 | 65.00 | 86.00 | 64.00 | 598 | | | |
| 2001 | 129.00 | 73.00 | 135.00 | 38.00 | 49.00 | 23.00 | 3.00 | 1.00 | 16.00 | 37.00 | 54.00 | 47.00 | 605 | | | |
| 2002 | 69.00 | 107.00 | 53.00 | 12.00 | 0.00 | 24.00 | 20.00 | 46.00 | 22.00 | 37.00 | 35.00 | 38.00 | 463 | | | |
| 2003 | 153.00 | 107.00 | 141.00 | 57.00 | 40.00 | 2.00 | 8.00 | 44.00 | 38.00 | 90.00 | 110.00 | 142.00 | 932 | | | |
| 2004 | 111.00 | 136.00 | 104.00 | 50.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 5.00 | 9.00 | 25.00 | 73.00 | 90.00 | 604 | | | |
| 2005 | 118.00 | 95.00 | 168.00 | 32.00 | 1.00 | 8.00 | 21.00 | 7.00 | 9.00 | 24.00 | 67.00 | 58.00 | 608 | | | |
| 2006 | 156.00 | 154.00 | 112.00 | 57.00 | 9.00 | 0.00 | 5.00 | 38.00 | 24.00 | 35.00 | 45.00 | 33.00 | 668 | | | |
| 2007 | 217.00 | 138.00 | 105.00 | 39.00 | 14.00 | 2.00 | 3.00 | 54.00 | 33.00 | 33.00 | 84.00 | 53.00 | 775 | | | |
| 2008 | 160.00 | 82.00 | 86.00 | 51.00 | 0.00 | 6.00 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 42.00 | 41.00 | 68.00 | 541 | | | |
| 2009 | 113.00 | 156.00 | 126.00 | 46.00 | 7.00 | 4.00 | 13.00 | 1.00 | 85.00 | 33.00 | 37.00 | 82.00 | 703 | | | |
| 2010 | 144.00 | 197.00 | 114.00 | 21.00 | 6.00 | 23.00 | 19.00 | 17.00 | 22.00 | 112.00 | 40.00 | 97.00 | 812 | | | |
| 2011 | 214.00 | 109.00 | 148.00 | 28.00 | 73.00 | 10.00 | 19.00 | 30.00 | 6.00 | 32.00 | 59.00 | 99.00 | 827 | | | |
| 2012 | 74.00 | 125.00 | 126.00 | 39.00 | 29.00 | 4.00 | 31.00 | 21.00 | 48.00 | 45.00 | 50.00 | 100.00 | 692 | | | |
| 2013 | 109.00 | 145.00 | 142.00 | 60.00 | 17.00 | 11.00 | 5.00 | 37.00 | 50.00 | 25.00 | 29.00 | 94.00 | 724 | | | |
| 2014 | 100.00 | 129.00 | 71.00 | 54.00 | 10.00 | 12.00 | 39.00 | 18.00 | 38.00 | 32.00 | 54.00 | 109.00 | 666 | | | |
| 2015 | 84.00 | 71.00 | 112.00 | 18.00 | 3.00 | 0.00 | 12.00 | 7.00 | 26.00 | 92.00 | 65.00 | 97.00 | 587 | | | |
| 2016 | 194.00 | 97.00 | 139.00 | 20.00 | 4.00 | 7.00 | 0.00 | 5.00 | 27.00 | 45.00 | 105.00 | 62.00 | 705 | | | |
| 2017 | 270.10 | 145.10 | 155.80 | 6.00 | 6.50 | 1.10 | 1.40 | 11.40 | 1.80 | 72.70 | 26.30 | 204.20 | 902.4 | | | |
| 2018 | 104.40 | 158.20 | 32.40 | 36.00 | 6.80 | 1.30 | 14.30 | 0.60 | 20.60 | 33.50 | 48.00 | 127.70 | 583.8 | | | |
| 2019 | 78.80 | 157.00 | 50.40 | 30.10 | 1.20 | 0.00 | 0.80 | 0.50 | 22.30 | 8.60 | 114.80 | 159.00 | 623.5 | | | |
| 2020 | 102.10 | 164.50 | 68.10 | 23.30 | 10.70 | 7.00 | 4.10 | 15.80 | 5.60 | 25.27 | 51.19 | 79.35 | 557.01 | | | |
| N° Datos | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | | | |
| Media | 125.732 | 115.804 | 107.611 | 36.881 | 14.557 | 7.264 | 7.013 | 15.687 | 30.538 | 40.512 | 50.857 | 84.707 | 637.164 | | | |
| Desviación Estandar | 51.946 | 44.596 | 37.052 | 21.636 | 17.732 | 10.915 | 8.856 | 16.926 | 22.435 | 25.340 | 27.116 | 43.100 | 133.710 | | | |
| Coefficiente Variación | 0.413 | 0.385 | 0.344 | 0.587 | 1.218 | 1.503 | 1.263 | 1.079 | 0.735 | 0.626 | 0.533 | 0.509 | 0.210 | | | |
| Precipitación Máxima | 275 | 204 | 202 | 99 | 73 | 51 | 39 | 70 | 91 | 112 | 117 | 204.2 | 932 | | | |
| Precipitación Mínima | 34 | 29 | 32.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 12 | 18 | 250 | | | |



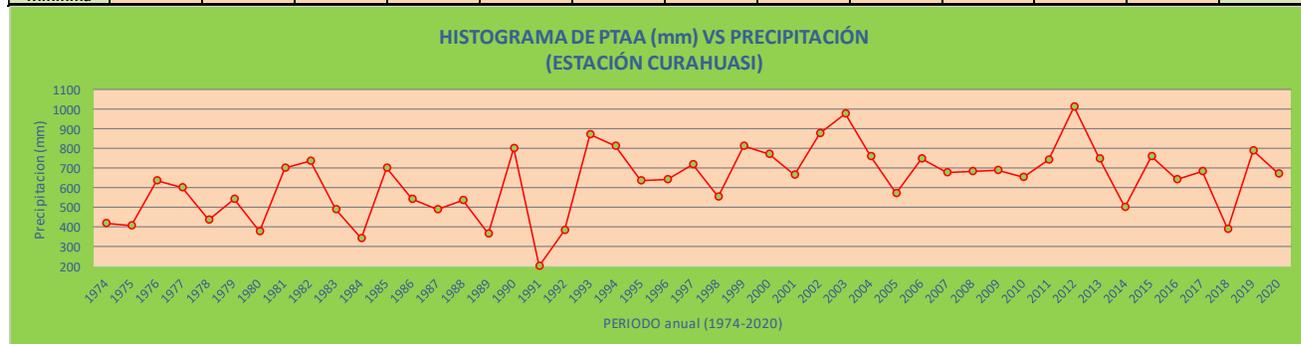
“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

| REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|--|--|
| Estación: | | Chalhuanca | | | Latitud: 14 | | 17 | | S | | Departamento: | | Apurimac | | |
| Cuenca: | | Apurimac | | | Longitud: 73 | | 15 | | W | | Provincia: | | Aymaraes | | |
| Altitud: | | | | | 2902 m.s.n.m. | | | | | | Distrito: | | Chalhuanca | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL | | |
| 1974 | 52 | 224 | 159 | 145 | 24 | 0 | 6 | 21 | 26 | 58 | 74 | 50 | 839 | | |
| 1975 | 70 | 150 | 170 | 32 | 2 | 2 | 4 | 1 | 26 | 62 | 10 | 109 | 638 | | |
| 1976 | 112.00 | 138.00 | 89.00 | 19.00 | 35.00 | 0.00 | 1.00 | 8.00 | 6.00 | 52.00 | 35.00 | 67.00 | 562 | | |
| 1977 | 177.00 | 84.00 | 220.00 | 66.00 | 20.00 | 3.00 | 159.00 | 5.00 | 45.00 | 34.00 | 12.00 | 20.00 | 845 | | |
| 1978 | 159.00 | 94.00 | 169.00 | 19.00 | 1.00 | 5.00 | 28.00 | 45.00 | 36.00 | 50.00 | 49.00 | 52.00 | 707 | | |
| 1979 | 143.00 | 118.00 | 105.00 | 53.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 53.00 | 23.00 | 32.00 | 11.00 | 55.00 | 594 | | |
| 1980 | 167.00 | 145.00 | 162.00 | 30.00 | 20.00 | 5.00 | 6.00 | 4.00 | 51.00 | 43.00 | 38.00 | 72.00 | 743 | | |
| 1981 | 153.00 | 177.00 | 112.00 | 54.00 | 3.00 | 11.00 | 0.00 | 13.00 | 11.00 | 33.00 | 9.00 | 112.00 | 688 | | |
| 1982 | 306.00 | 223.00 | 42.00 | 33.00 | 4.00 | 1.00 | 16.00 | 6.00 | 36.00 | 57.00 | 51.00 | 55.00 | 830 | | |
| 1983 | 251.00 | 185.00 | 179.00 | 85.00 | 9.00 | 4.00 | 14.00 | 19.00 | 59.00 | 26.00 | 61.00 | 83.00 | 975 | | |
| 1984 | 270.00 | 278.00 | 178.00 | 100.00 | 6.00 | 26.00 | 6.00 | 99.00 | 65.00 | 27.00 | 39.00 | 60.00 | 1154 | | |
| 1985 | 160.00 | 177.00 | 198.00 | 31.00 | 28.00 | 3.00 | 0.00 | 11.00 | 21.00 | 31.00 | 21.00 | 141.00 | 822 | | |
| 1986 | 172.00 | 145.00 | 177.00 | 33.00 | 13.00 | 14.00 | 4.00 | 21.00 | 127.00 | 2.00 | 8.00 | 53.00 | 769 | | |
| 1987 | 58.00 | 227.00 | 145.00 | 28.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 27.00 | 35.00 | 33.00 | 123.00 | 681 | | |
| 1988 | 214.00 | 281.00 | 211.00 | 72.00 | 2.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 11.00 | 20.00 | 59.00 | 93.00 | 966 | | |
| 1989 | 97.00 | 90.00 | 117.00 | 42.00 | 4.00 | 2.00 | 6.00 | 23.00 | 10.00 | 25.00 | 34.00 | 74.00 | 524 | | |
| 1990 | 77.00 | 49.00 | 176.00 | 27.00 | 4.00 | 1.00 | 5.00 | 2.00 | 34.00 | 106.00 | 55.00 | 44.00 | 580 | | |
| 1991 | 185.00 | 252.00 | 80.00 | 87.00 | 5.00 | 4.00 | 0.00 | 75.00 | 36.00 | 38.00 | 81.00 | 128.00 | 971 | | |
| 1992 | 112.00 | 103.00 | 104.00 | 26.00 | 0.00 | 26.00 | 0.00 | 29.00 | 36.00 | 87.00 | 57.00 | 32.00 | 612 | | |
| 1993 | 135.00 | 90.00 | 144.00 | 37.00 | 2.00 | 6.00 | 0.00 | 15.00 | 54.00 | 82.00 | 148.00 | 22.00 | 735 | | |
| 1994 | 216.00 | 143.00 | 72.00 | 16.00 | 0.00 | 19.00 | 0.00 | 4.00 | 14.00 | 10.00 | 17.00 | 87.00 | 598 | | |
| 1995 | 243.00 | 182.00 | 47.00 | 171.00 | 26.00 | 0.00 | 0.00 | 32.00 | 52.00 | 44.00 | 36.00 | 70.00 | 903 | | |
| 1996 | 163.00 | 157.00 | 175.00 | 89.00 | 2.00 | 1.00 | 0.00 | 51.00 | 11.00 | 20.00 | 5.00 | 122.00 | 796 | | |
| 1997 | 225.00 | 50.00 | 69.00 | 19.00 | 21.00 | 12.00 | 10.00 | 10.00 | 1.00 | 41.00 | 41.00 | 20.00 | 519 | | |
| 1998 | 237.00 | 88.00 | 105.00 | 88.00 | 25.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 15.00 | 19.00 | 23.00 | 39.00 | 643 | | |
| 1999 | 167.00 | 161.00 | 154.00 | 64.00 | 94.00 | 2.00 | 0.00 | 7.00 | 68.00 | 11.00 | 17.00 | 112.00 | 857 | | |
| 2000 | 191.00 | 224.00 | 161.00 | 59.00 | 1.00 | 8.00 | 0.00 | 22.00 | 65.00 | 38.00 | 118.00 | 69.00 | 956 | | |
| 2001 | 87.00 | 162.00 | 167.00 | 5.00 | 7.00 | 1.00 | 0.00 | 6.00 | 7.00 | 14.00 | 17.00 | 50.00 | 523 | | |
| 2002 | 151.00 | 244.00 | 21.00 | 48.00 | 0.00 | 3.00 | 15.00 | 38.00 | 11.00 | 39.00 | 53.00 | 28.00 | 651 | | |
| 2003 | 110.00 | 109.00 | 195.00 | 58.00 | 3.00 | 1.00 | 6.00 | 28.00 | 58.00 | 63.00 | 110.00 | 77.00 | 818 | | |
| 2004 | 142.00 | 242.00 | 88.00 | 34.00 | 7.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 27.00 | 19.00 | 42.00 | 82.00 | 685 | | |
| 2005 | 176.00 | 92.00 | 94.00 | 27.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 31.00 | 23.00 | 36.00 | 49.00 | 532 | | |
| 2006 | 166.00 | 280.00 | 137.00 | 119.00 | 0.00 | 1.00 | 4.00 | 35.00 | 31.00 | 33.00 | 19.00 | 57.00 | 882 | | |
| 2007 | 196.00 | 207.00 | 101.00 | 35.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 80.00 | 24.00 | 16.00 | 71.00 | 77.00 | 809 | | |
| 2008 | 221.00 | 88.00 | 112.00 | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 28.00 | 14.00 | 166.00 | 638 | | |
| 2009 | 186.00 | 270.00 | 177.00 | 69.00 | 6.00 | 12.00 | 9.00 | 18.00 | 51.00 | 65.00 | 14.00 | 118.00 | 995 | | |
| 2010 | 251.00 | 248.00 | 213.00 | 48.00 | 10.00 | 0.00 | 19.00 | 20.00 | 9.00 | 42.00 | 35.00 | 96.00 | 991 | | |
| 2011 | 276.00 | 214.00 | 120.00 | 69.00 | 35.00 | 2.00 | 26.00 | 31.00 | 20.00 | 67.00 | 38.00 | 53.00 | 951 | | |
| 2012 | 135.00 | 181.00 | 165.00 | 59.00 | 6.00 | 4.00 | 75.00 | 15.00 | 28.00 | 84.00 | 79.00 | 92.00 | 923 | | |
| 2013 | 117.00 | 124.00 | 236.00 | 34.00 | 14.00 | 0.00 | 4.00 | 22.00 | 24.00 | 29.00 | 33.00 | 109.00 | 746 | | |
| 2014 | 108.00 | 200.00 | 19.00 | 45.00 | 1.00 | 14.00 | 31.00 | 16.00 | 35.00 | 23.00 | 21.00 | 66.00 | 579 | | |
| 2015 | 148.00 | 112.00 | 73.00 | 38.00 | 0.00 | 0.00 | 5.00 | 8.00 | 50.00 | 14.00 | 38.00 | 152.00 | 638 | | |
| 2016 | 194.00 | 108.00 | 148.00 | 37.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 4.00 | 74.00 | 118.00 | 77.00 | 762 | | |
| 2017 | 198.60 | 61.20 | 125.60 | 92.70 | 92.70 | 11.20 | 5.50 | 30.80 | 34.60 | 70.20 | 62.50 | 89.20 | 874.8 | | |
| 2018 | 204.30 | 151.20 | 146.50 | 48.80 | 2.10 | 25.10 | 37.20 | 30.00 | 1.60 | 70.00 | 23.00 | 54.70 | 794.5 | | |
| 2019 | 286.20 | 214.00 | 163.90 | 45.80 | 8.00 | 3.60 | 13.00 | 9.10 | 30.10 | 27.40 | 65.90 | 97.70 | 964.7 | | |
| 2020 | 261.30 | 185.30 | 74.50 | 51.97 | 14.45 | 0.70 | 0.00 | 1.80 | 13.20 | 73.30 | 27.80 | 199.10 | 903.42 | | |
| N° Datos | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | | |
| Media | 172.902128 | 164.419149 | 133.968085 | 53.1546809 | 11.8989362 | 5.07659574 | 11.0787234 | 20.7382979 | 30.9680851 | 41.6361702 | 43.812766 | 79.8659574 | 769.519574 | | |
| Desviación Estandar | 62.1650555 | 65.5467163 | 52.8914027 | 33.8203394 | 19.928144 | 7.1195143 | 25.8227229 | 21.9515628 | 23.4946442 | 23.8518382 | 31.9747361 | 38.9227176 | 157.310233 | | |
| Coficiente Variación | 0.35953899 | 0.39865622 | 0.39480599 | 0.63626267 | 1.67478367 | 1.40241899 | 2.33083921 | 1.05850359 | 0.75867281 | 0.5728634 | 0.7298041 | 0.48735054 | 0.20442655 | | |
| Precipitación Máxima | 306 | 281 | 236 | 171 | 94 | 26 | 159 | 99 | 127 | 106 | 148 | 199.1 | 1154 | | |
| Precipitación Mínima | 52 | 49 | 19 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 20 | 519 | | |



“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

| REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--|--|
| Estación | | Curahuasi | | | Latitud: | 13 | 33 | 9.4 | S | Departamento | | | Apurímac | | |
| Cuenca | | Apurímac | | | Longitud: | 72 | 44 | 5.6 | W | Provincia | | | Abancay | | |
| Altitud: | | | | | 2741 m.s.n.m. | | | | | Distrito | | | Curahuasi | | |
| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SET | OCT | NOV | DIC | TOTAL | | |
| 1974 | 80.7 | 108.3 | 104.55 | 31.6 | 8 | 8.25 | 5.15 | 14.75 | 0.65 | 12.2 | 17.65 | 30.6 | 422.4 | | |
| 1975 | 27.05 | 42.7 | 59.9 | 31.15 | 4.95 | 2.2 | 1.3 | 5.15 | 9.65 | 20.9 | 4.65 | 197.1 | 406.7 | | |
| 1976 | 159.00 | 117.35 | 141.95 | 49.20 | 0.65 | 8.00 | 2.25 | 7.50 | 30.65 | 27.80 | 25.40 | 65.70 | 635.45 | | |
| 1977 | 75.35 | 121.35 | 107.30 | 12.00 | 5.30 | 0.00 | 3.85 | 0.00 | 10.85 | 31.80 | 128.45 | 108.70 | 604.95 | | |
| 1978 | 124.20 | 70.60 | 93.30 | 25.45 | 1.30 | 3.15 | 0.10 | 0.30 | 16.90 | 20.20 | 13.65 | 71.45 | 440.6 | | |
| 1979 | 42.75 | 105.95 | 96.80 | 36.10 | 4.60 | 3.03 | 1.35 | 5.80 | 11.85 | 13.40 | 105.80 | 116.50 | 543.93 | | |
| 1980 | 47.60 | 99.40 | 81.90 | 11.45 | 4.10 | 0.00 | 5.05 | 1.80 | 2.40 | 25.25 | 13.25 | 87.30 | 379.5 | | |
| 1981 | 114.90 | 122.80 | 64.40 | 46.80 | 0.00 | 6.05 | 1.30 | 18.45 | 24.70 | 53.20 | 146.40 | 103.40 | 702.4 | | |
| 1982 | 206.55 | 177.30 | 113.30 | 30.65 | 0.10 | 3.50 | 0.00 | 13.75 | 5.00 | 9.00 | 125.35 | 55.55 | 740.05 | | |
| 1983 | 138.75 | 87.80 | 68.00 | 45.85 | 4.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 53.90 | 94.00 | 493.1 | | |
| 1984 | 182.25 | 158.10 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 341.1 | | |
| 1985 | 121.08 | 124.63 | 93.37 | 93.50 | 36.25 | 11.15 | 2.85 | 0.30 | 7.55 | 33.65 | 78.50 | 99.95 | 702.78 | | |
| 1986 | 98.55 | 97.20 | 157.70 | 34.25 | 7.05 | 0.00 | 0.10 | 9.30 | 29.75 | 26.80 | 28.10 | 54.55 | 543.35 | | |
| 1987 | 150.55 | 82.05 | 27.10 | 54.25 | 11.85 | 0.05 | 8.00 | 0.05 | 7.60 | 41.40 | 43.25 | 64.15 | 490.3 | | |
| 1988 | 178.80 | 113.60 | 124.40 | 81.70 | 9.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 32.60 | 0.00 | 0.15 | 540.45 | | |
| 1989 | 109.49 | 115.25 | 99.18 | 37.98 | 0.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 365.4 | | |
| 1990 | 38.30 | 48.50 | 27.10 | 24.10 | 21.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 21.10 | 0.00 | 0.10 | 620.30 | 801.1 | | |
| 1991 | 24.90 | 81.25 | 25.00 | 12.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 61.30 | 0.00 | 205.05 | | |
| 1992 | 40.35 | 61.45 | 29.15 | 38.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.70 | 11.00 | 42.40 | 54.15 | 85.20 | 386.45 | | |
| 1993 | 164.70 | 113.40 | 119.55 | 84.00 | 6.50 | 0.00 | 5.10 | 38.80 | 0.00 | 40.10 | 134.15 | 164.65 | 870.95 | | |
| 1994 | 167.85 | 81.55 | 61.85 | 19.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 229.30 | 95.85 | 156.20 | 811.75 | | |
| 1995 | 129.15 | 90.00 | 139.70 | 34.55 | 6.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.90 | 4.40 | 105.95 | 119.35 | 635.8 | | |
| 1996 | 121.20 | 165.95 | 77.30 | 49.00 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 21.45 | 18.05 | 64.20 | 62.50 | 64.00 | 644.45 | | |
| 1997 | 171.55 | 136.75 | 115.25 | 21.40 | 18.40 | 0.00 | 0.00 | 19.25 | 4.80 | 14.30 | 91.40 | 129.55 | 722.65 | | |
| 1998 | 176.25 | 106.60 | 85.80 | 12.95 | 2.20 | 0.00 | 0.00 | 1.70 | 2.20 | 35.10 | 35.80 | 99.30 | 557.9 | | |
| 1999 | 182.30 | 171.10 | 119.80 | 60.00 | 8.10 | 3.80 | 2.00 | 1.10 | 27.70 | 64.90 | 65.10 | 107.00 | 812.9 | | |
| 2000 | 202.80 | 180.50 | 85.80 | 22.20 | 7.10 | 11.20 | 16.00 | 14.10 | 15.50 | 51.50 | 40.50 | 124.90 | 772.1 | | |
| 2001 | 197.20 | 82.30 | 114.10 | 23.30 | 13.50 | 0.00 | 12.60 | 23.10 | 4.00 | 48.50 | 81.10 | 69.30 | 669 | | |
| 2002 | 114.30 | 158.80 | 107.20 | 87.40 | 15.00 | 7.20 | 32.20 | 12.90 | 27.40 | 102.40 | 108.00 | 106.00 | 878.8 | | |
| 2003 | 168.20 | 239.40 | 198.10 | 43.30 | 6.30 | 2.00 | 0.40 | 14.40 | 18.60 | 33.00 | 112.00 | 145.20 | 980.9 | | |
| 2004 | 123.80 | 134.10 | 67.70 | 47.90 | 17.90 | 7.10 | 14.50 | 12.40 | 43.90 | 46.90 | 75.80 | 171.70 | 763.7 | | |
| 2005 | 77.70 | 97.90 | 102.00 | 28.70 | 2.70 | 0.00 | 11.20 | 2.10 | 8.70 | 31.50 | 66.90 | 141.40 | 570.8 | | |
| 2006 | 183.00 | 116.90 | 103.90 | 77.00 | 0.00 | 6.00 | 0.00 | 1.10 | 3.10 | 51.40 | 87.80 | 120.00 | 750.2 | | |
| 2007 | 75.60 | 109.10 | 151.60 | 19.10 | 7.00 | 0.00 | 7.80 | 1.50 | 1.00 | 47.40 | 84.10 | 174.50 | 678.7 | | |
| 2008 | 107.50 | 127.30 | 109.40 | 18.70 | 8.40 | 6.30 | 0.00 | 10.60 | 4.60 | 48.20 | 93.30 | 152.10 | 686.4 | | |
| 2009 | 84.20 | 185.30 | 86.50 | 47.10 | 13.00 | 0.00 | 4.60 | 5.80 | 13.50 | 36.50 | 119.40 | 95.00 | 690.9 | | |
| 2010 | 175.50 | 91.20 | 114.60 | 35.50 | 7.10 | 0.00 | 1.80 | 4.60 | 9.90 | 43.00 | 58.70 | 113.00 | 654.9 | | |
| 2011 | 58.70 | 185.70 | 152.40 | 52.20 | 5.40 | 1.50 | 6.80 | 18.60 | 33.40 | 37.20 | 90.40 | 102.80 | 745.1 | | |
| 2012 | 135.70 | 240.10 | 209.50 | 69.00 | 0.00 | 5.60 | 7.00 | 1.40 | 17.10 | 57.00 | 36.80 | 233.60 | 1012.8 | | |
| 2013 | 113.20 | 186.90 | 64.60 | 22.10 | 3.70 | 1.00 | 2.30 | 27.00 | 7.90 | 51.70 | 124.20 | 146.80 | 751.4 | | |
| 2014 | 182.00 | 121.40 | 134.90 | 60.40 | 5.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 503.7 | | |
| 2015 | 172.50 | 141.80 | 150.70 | 55.90 | 10.00 | 1.10 | 0.90 | 16.90 | 2.30 | 28.80 | 70.60 | 109.50 | 761 | | |
| 2016 | 64.00 | 193.60 | 46.80 | 39.20 | 1.30 | 4.20 | 4.90 | 17.20 | 21.30 | 65.00 | 72.57 | 112.90 | 642.97 | | |
| 2017 | 149.50 | 127.00 | 117.90 | 30.70 | 14.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.70 | 66.20 | 81.50 | 83.20 | 683.2 | | |
| 2018 | 111.80 | 17.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.30 | 118.20 | 73.10 | 64.80 | 392 | | |
| 2019 | 151.80 | 104.50 | 145.40 | 20.80 | 11.70 | 0.80 | 2.90 | 9.40 | 4.10 | 27.20 | 151.00 | 160.60 | 790.2 | | |
| 2020 | 79.50 | 151.20 | 107.40 | 24.40 | 10.90 | 11.60 | 0.00 | 2.60 | 1.30 | 78.20 | 29.00 | 178.70 | 674.8 | | |
| N° Datos | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | | |
| Media | 123.46 | 123.270851 | 97.9606383 | 38.3644681 | 6.87659574 | 2.44212766 | 3.50106383 | 8.08191489 | 10.8095745 | 40.7 | 66.966383 | 112.779787 | 635.213404 | | |
| Desviación Estandar | 51.5028627 | 47.0372456 | 45.5460497 | 22.4197819 | 7.08410538 | 3.48710665 | 5.91548713 | 9.35089176 | 10.7078275 | 38.1032507 | 42.9052823 | 92.8207849 | 173.420033 | | |
| Coefficiente Variación | 0.41716234 | 0.38157638 | 0.46494235 | 0.58438923 | 1.03017622 | 1.42789695 | 1.68962562 | 1.15701438 | 0.99058733 | 0.93619781 | 0.64069882 | 0.82302678 | 0.27301066 | | |
| Precipitación Máxima | 206.55 | 240.1 | 209.5 | 93.5 | 36.25 | 11.6 | 32.2 | 38.8 | 43.9 | 229.3 | 151 | 620.3 | 1012.8 | | |
| Precipitación Mínima | 24.9 | 17.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 205.05 | | |



**ANEXO 3:
ENSAYOS
GEOTÉCNICOS
DE CAMPO Y
LABORATORIO**

“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E-107 - ASTM D 422

PROYECTO DE TESIS: “EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC - 2021”

UBICACIÓN: APURIMAC- COTABAMBAS- COYLLURQUI

MUESTRA: M- 01

SOLICITANTE: TESISTAS

CALICATA: C -01

FECHA: APURIMAC, OCTUBRE DEL 2022.

ZONA DE ESTUDIO: CC.PP. ACPITÁN

| Tamiz | Pasa | Pasante | Retenido | Retenido |
|----------|--------|---------|----------|--------------|
| Tamiz N° | (mm) | (%) | (%) | Acumulado(%) |
| 3" | 75.000 | 100.00 | 100.00 | 0.00 |
| 2" | 50.800 | 100.00 | 100.00 | 0.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 91.13 | 91.13 | 8.87 |
| 1" | 25.400 | 84.60 | 84.60 | 15.40 |
| 3/4" | 19.000 | 75.07 | 75.07 | 24.93 |
| 3/8" | 9.500 | 61.26 | 61.26 | 38.74 |
| 4 | 4.760 | 50.57 | 50.57 | 49.43 |
| 10 | 2.000 | 40.76 | 40.76 | 59.24 |
| 20 | 0.840 | 34.09 | 34.09 | 65.91 |
| 40 | 0.425 | 29.36 | 29.36 | 70.64 |
| 60 | 0.260 | 25.46 | 25.46 | 74.54 |
| 140 | 0.106 | 20.90 | 20.90 | 79.10 |
| 200 | 0.075 | 18.87 | 18.87 | 81.13 |
| | | | | 100.00 |

| | | |
|--------------------------|----|---|
| Límite Líquido LL | 35 | % |
| Límite Plástico LP | 22 | % |
| Índice de Plasticidad IP | 13 | % |

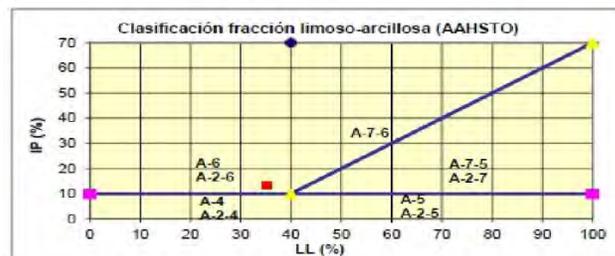
| | |
|----------------------------------|---------|
| Pasa Tamiz N° 4 (5mm) | 50.57% |
| Pasa Tamiz N° 200 (0.080mm) | 18.87% |
| D60 | 8.94 mm |
| D30 | 0.48 mm |
| D10 (Diámetro Efectivo) | mm |
| Coefficiente de uniformidad (Cu) | |
| Grado de curvatura (Cc) | |

| | |
|-----------------|---------|
| Grava: | 49.43% |
| Arena: | 29.67% |
| limo y Arcilla: | 20.90% |
| | 100.00% |

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

| SUELO DE GRANO GRUESO 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 200 | GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% más del 50% para la malla n° 4 | GW | Gravas bien Gradadas |
|---|---|---|--|
| | | | GP |
| SUELO DE GRANO RETENIDO EN LA MALLA N° 200 | ARENAS Y SUELO ARENOSO, más del 50% para la malla n° 4 | GM | Gravas limosas |
| | | GC | Gravas Arcillosas |
| SUELO DE GRANO RETENIDO EN LA MALLA N° 200 | LIMOS Y ARCILLAS ASLL < 50 (EL > 50) | SW | Arenas bien Gradadas |
| | | SP | Arenas mal Gradadas |
| | | SM | Arenas Limosas |
| | | SC | Arenas Arcillosas |
| | | ML | Limo Inorgánico |
| | | CL | Arcilla Inorgánica de baja Plasticidad |
| | | OL | Limo Orgánico y Arcillas Limosas Orgánicas |
| | | MH | Limos Inorgánicos |
| | | CH | Arcillas Inorgánicas de alta Plasticidad |
| | | OH | Arcilla Orgánica de media a alta Plasticidad |
| Altamente Orgánico | PT | Tuba y otros suelos altamente orgánicos | |

Clasificación AASHTO



Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S)

Suelo de partículas gruesas. Suelos de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

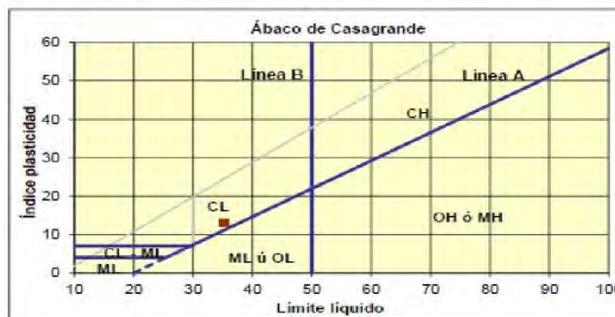
Grava Arcillosa con Arena GC

Material Granular.

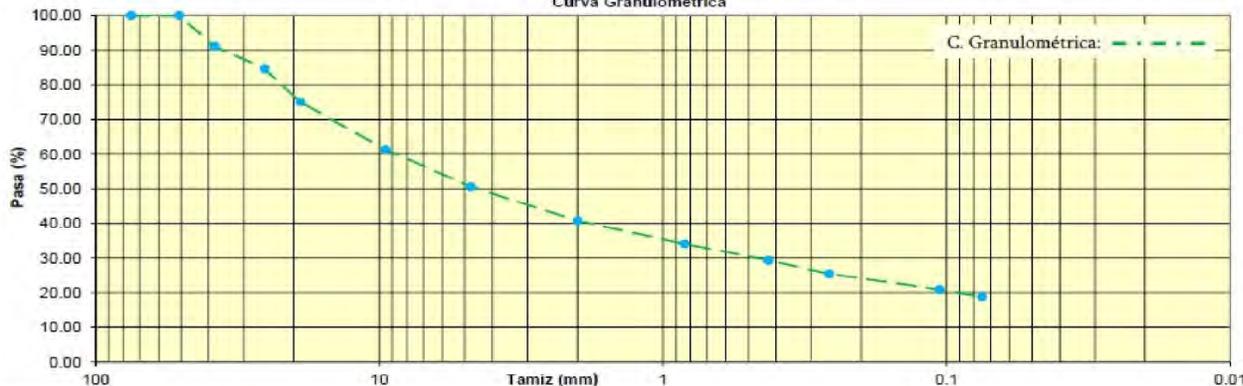
Excelente a bueno en subgrado
A-2-6 Grava y Arena Arcillosa o Limosa

Valor del Índice de Grupo (IG):

0

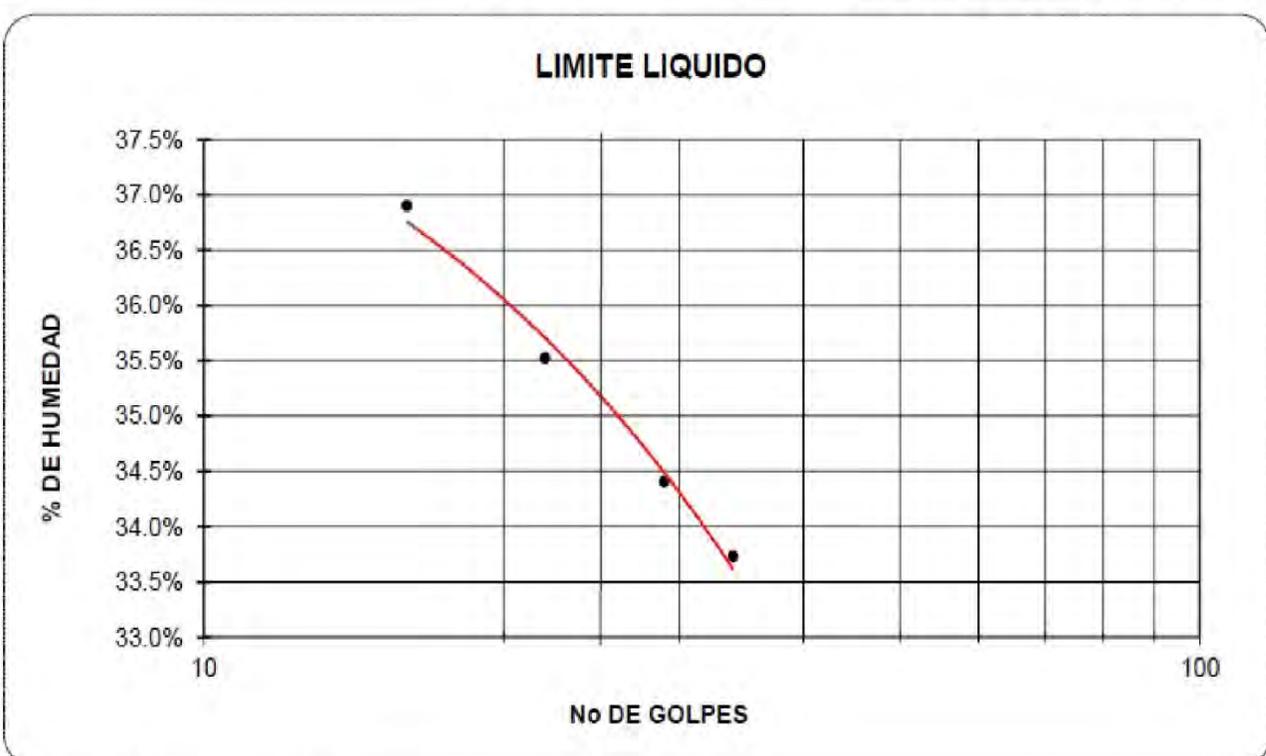


Curva Granulométrica



OBSERVACIONES: El Material Muestreado es IN SITU.

"EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021"

| DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG) | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|----------|--|-----------------|---|--|-----------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|
| LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 339.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 339.129) | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC - 2021" | | | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN: APURIMAC- COTABAMBAS- COYLLURQUI | | | MUESTRA: M- 01 | | | | | | | | | |
| SOLICITANTE: TESISISTAS | | | CALICATA: C -01 | | | | | | | | | |
| FECHA: APURIMAC, OCTUBRE DEL 2022. | | | ZONA DE ESTUDIO: CC.PP. ACPITÁN | | | | | | | | | |
| LIMITE LIQUIDO | | | | | | | | | | | | |
| Muestra N° | 1 | 2 | 3 | 4 |  | | | | | | | |
| peso de la capsula | 19.28 | 21.71 | 19.11 | 17.84 | | | | | | | | |
| Peso capsula + Suelo Humedo | 38.23 | 44.25 | 44.86 | 33.2 | | | | | | | | |
| Peso Capsula + Suelo Seco | 33.45 | 38.48 | 38.11 | 29.06 | | | | | | | | |
| Numero de Golpes | 34 | 29 | 22 | 16 | | | | | | | | |
| Peso Suelo Seco | 14.17 | 16.77 | 19 | 11.22 | | | | | | | | |
| Peso Agua | 4.78 | 5.77 | 6.75 | 4.14 | | | | | | | | |
| % Humedad | 33.73% | 34.41% | 35.53% | 36.90% | | | | | | | | |
| LIMETE PLASTICO | | | | | | RESULTADOS <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">LIMITE LIQUIDO</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">35%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">LIMITE PLASTICO</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">22%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">INDICE PLASTICO</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">13%</td> </tr> </table> | LIMITE LIQUIDO | 35% | LIMITE PLASTICO | 22% | INDICE PLASTICO | 13% |
| LIMITE LIQUIDO | 35% | | | | | | | | | | | |
| LIMITE PLASTICO | 22% | | | | | | | | | | | |
| INDICE PLASTICO | 13% | | | | | | | | | | | |
| Muestra N° | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO | | | | | | | | |
| peso de la capsula | 12.75 | 12.09 | 11.13 | | | | | | | | | |
| Peso capsula + Suelo Humedo | 21.61 | 23.76 | 25.92 | | | | | | | | | |
| Peso Capsula + Suelo Seco | 19.99 | 21.69 | 23.25 | | | | | | | | | |
| Peso Suelo Seco | 7.24 | 9.6 | 12.12 | | | | | | | | | |
| Peso Agua | 1.62 | 2.07 | 2.67 | | | | | | | | | |
| % Humedad | 22.38% | 21.56% | 22.02% | | 21.99% | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: Material Muestreado IN SITU. | | | | | | | | | | | | |

“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

CALICATA N° 02

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E-107 - ASTM D 422

PROYECTO DE TESIS: “EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC - 2021”

UBICACIÓN: APURIMAC- COTABAMBAS- COYLLURQUI.

MUESTRA: M- 01

SOLICITANTE: TESISTAS

CALICATA: C -02

FECHA: APURIMAC, OCTUBRE DEL 2022.

ZONA DE ESTUDIO: CC.PP. ACPITÁN

| Tamiz | Pasa | Pasante | Retenido | Retenido |
|----------|--------|---------|----------|--------------|
| Tamiz N° | (mm) | (%) | (%) | Acumulado(%) |
| 3" | 75.000 | 100.00 | 100.00 | 0.00 |
| 2" | 50.800 | 100.00 | 100.00 | 0.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.00 | 100.00 | 0.00 |
| 1" | 25.400 | 86.39 | 86.39 | 13.61 |
| 3/4" | 19.000 | 80.96 | 80.96 | 19.04 |
| 3/8" | 9.500 | 74.38 | 74.38 | 25.62 |
| 4 | 4.760 | 65.77 | 65.77 | 34.23 |
| 10 | 2.000 | 55.82 | 55.82 | 44.18 |
| 20 | 0.840 | 46.40 | 46.40 | 53.60 |
| 40 | 0.425 | 38.46 | 38.46 | 61.54 |
| 60 | 0.260 | 33.10 | 33.10 | 66.90 |
| 140 | 0.106 | 28.30 | 28.30 | 71.70 |
| 200 | 0.075 | 24.69 | 24.69 | 75.31 |
| | | | | 100.00 |

| | | |
|--------------------------|----|---|
| Límite Líquido LL | 36 | % |
| Límite Plástico LP | 27 | % |
| Índice de Plasticidad IP | 9 | % |

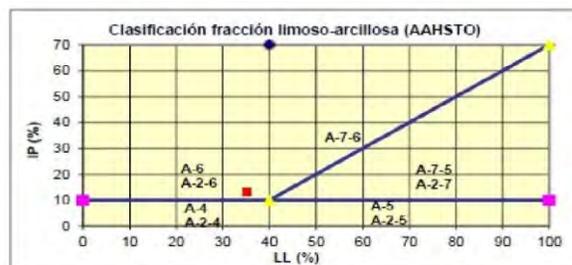
| | |
|---------------------------------|---------|
| Pasa Tamiz N° 4 (5mm): | 65.77% |
| Pasa Tamiz N° 200 (0.08mm): | 24.69% |
| D60: | 3.16mm |
| D30: | 0.16 mm |
| D10 (Diámetro Efectivo): | mm |
| Coficiente de uniformidad (Cu): | |
| Grado de curvatura (Cc): | |

| | |
|-----------------|---------|
| Grava: | 34.23% |
| Arena: | 37.47% |
| limo y Arcilla: | 28.30% |
| | 100.00% |

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

| SUELO DE GRANO GRUESO 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 200 | GRAVA Y SUELO GRAVOSO, más del 50% pasa la malla n° 3 | GW | Gravas bien Gradadas | |
|---|---|--|---|--|
| | | SUELO DE GRANO REFINADO EN LA MALLA N° 201 | ARENA Y SUELO ARCILLOSO, más del 50% pasa la malla n° 3 | GP |
| GM | Gravas limosas | | | |
| SUELO DE GRANO REFINADO EN LA MALLA N° 201 | LIMOS Y ARCILLAS INORGANICAS (LL < 50) | GC | Gravas Arcillosas | |
| | | SW | Arenas bien Gradadas | |
| | | SP | Arenas mal Graduadas | |
| | | SM | Arenas Limosas | |
| | | SC | Arenas Arcillosas | |
| | | LIMOS Y ARCILLAS ORGANICAS (LL > 50) | ML | Limo Inorganico |
| | | | CL | arcilla Inorganica de baja Plasticidad |
| | | | OL | Limo Organico y Arcillas Limosas Organicas |
| | | | MH | Limos Inorganicos |
| | | Altamente Orgánico | CH | Arcillas Inorganicas de alta Plasticidad |
| OH | Arcilla Organica de media a alta Plasticidad | | | |
| PT | Tuba y otros suelos altamente orgánicos | | | |

Clasificación AASHTO



Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelos de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

Grava Arcillosa con Arena GC

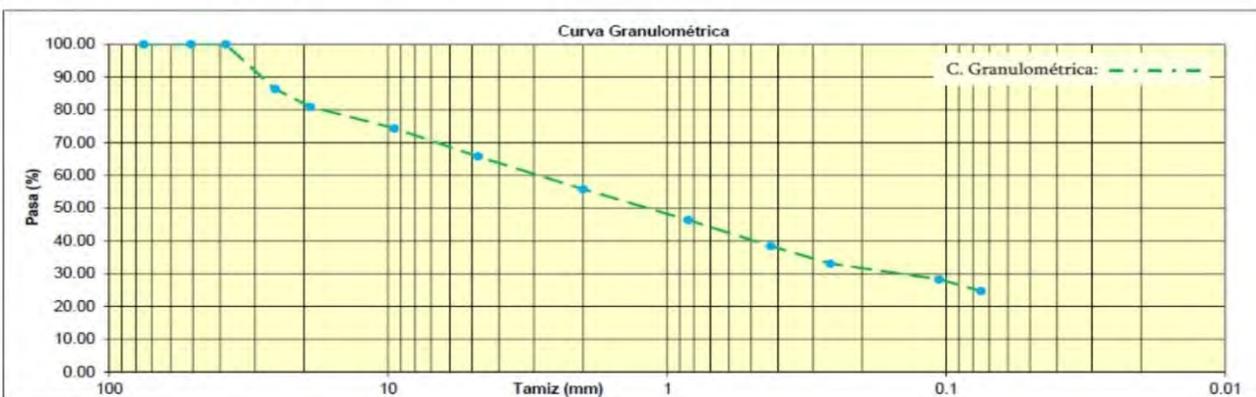
Material Granular.

Excelente a bueno en subgrado

A-2-6 Grava y Arena Arcillosa o Limosa

Valor del Índice de Grupo (IG):

0



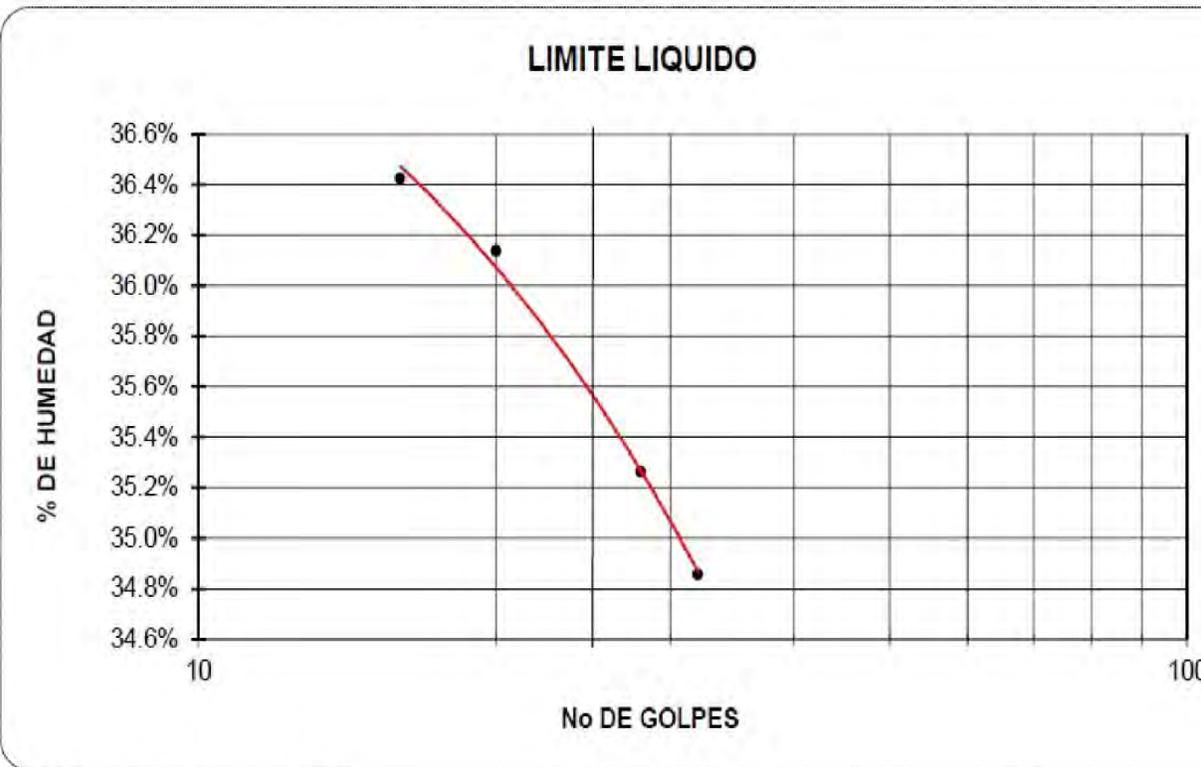
OBSERVACIONES: El Material Muestreado es IN SITU.

| DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG) | | | | |
|--|--------|---------------------------------|--------|-----------------|
| LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 339.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 339.129) | | | | |
| PROYECTO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC - 2021" | | | | |
| UBICACIÓN: APURIMAC- COTABAMBAS- COYLLURQUI. | | MUESTRA: M- 01 | | |
| SOLICITANTE: TESISTAS | | CALICATA: C -02 | | |
| FECHA: APURIMAC, OCTUBRE DEL 2022. | | ZONA DE ESTUDIO: CC.PP. ACPITÁN | | |
| LIMITE LIQUIDO | | | | |
| Muestra N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| peso de la capsula | 19.28 | 22.69 | 24.35 | 15.32 |
| Peso capsula + Suelo Humedo | 29.55 | 27.83 | 33.73 | 23.41 |
| Peso Capsula + Suelo Seco | 27.03 | 26.49 | 31.24 | 21.25 |
| Numero de Golpes | 32 | 28 | 20 | 16 |
| Peso Suelo Seco | 7.23 | 3.80 | 6.89 | 5.93 |
| Peso Agua | 2.52 | 1.34 | 2.49 | 16 |
| % Huiedad | 34.85% | 35.26% | 36.14% | 36.42% |
| 2.16 | | | | |
| LIMETE PLASTICO | | | | |
| Muestra N° | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO |
| peso de la capsula | 6.25 | 9.25 | 9.08 | |
| Peso capsula + Suelo Humedo | 12.97 | 16.07 | 14.51 | |
| Peso Capsula + Suelo Seco | 11.55 | 14.65 | 13.34 | |
| Peso Suelo Seco | 5.30 | 5.40 | 4.26 | |
| Peso Agua | 1.42 | 1.42 | 1.17 | |
| % Huiedad | 26.79% | 26.30% | 27.46% | 26.95% |





| RESULTADOS | |
|------------------------|------------|
| LIMITE LIQUIDO | 36% |
| LIMITE PLASTICO | 27% |
| INDICE PLASTICO | 9% |



OBSERVACIONES: Material Muestreado IN SITU.

“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

CALICATA N° 03

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E-107 - ASTM D 422

PROYECTO DE TESIS: “EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

UBICACIÓN: APURIMAC- COTABAMBAS- COYLLURQUI
SOLICITANTE: TESISTAS
FECHA: APURIMAC, OCTUBRE DEL 2022.

MUESTRA: M- 01
CALICATA: C -03
ZONA DE ESTUDIO: CC.PP. ACPITÁN

| Tamiz | Pasa | Pasante | Retenido | Retenido |
|----------|--------|---------|----------|--------------|
| Tamiz N° | (mm) | (%) | (%) | Acumulado(%) |
| 3" | 75.000 | 100.00 | 100.00 | 0.00 |
| 2" | 50.800 | 100.00 | 100.00 | 0.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.00 | 100.00 | 0.00 |
| 1" | 25.400 | 100.00 | 100.00 | 0.00 |
| 3/4" | 19.000 | 100.00 | 100.00 | 0.00 |
| 3/8" | 9.500 | 94.38 | 94.38 | 5.64 |
| 4 | 4.760 | 89.17 | 90.17 | 9.83 |
| 10 | 2.000 | 86.78 | 86.70 | 14.30 |
| 20 | 0.840 | 80.74 | 80.74 | 19.26 |
| 40 | 0.425 | 76.23 | 76.23 | 24.77 |
| 60 | 0.260 | 70.61 | 70.61 | 29.39 |
| 140 | 0.106 | 65.76 | 65.76 | 34.24 |
| 200 | 0.075 | 62.03 | 62.03 | 37.97 |
| | | | | 100.00 |

| | | |
|--------------------------|----|---|
| Límite Líquido LL | 30 | % |
| Límite Plástico LP | 19 | % |
| Índice de Plasticidad IP | 11 | % |

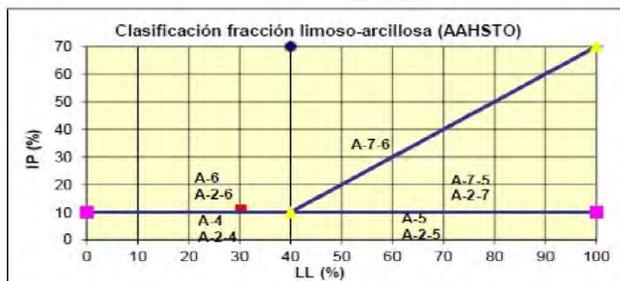
| | |
|-----------------------------------|--------|
| Pasa Tamiz N° 4 (5mm): | 90.17% |
| Pasa Tamiz N° 200 (0.080mm): | 62.03% |
| D60: | mm |
| D30: | mm |
| D10 (Diámetro Efectivo): | mm |
| Coefficiente de uniformidad (Cu): | |
| Grado de curvatura (Cc): | |

| | |
|-----------------|---------|
| Grava: | 9.83% |
| Arena: | 24.41% |
| limo y Arcilla: | 65.76% |
| | 100.00% |

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

| SUELO DE GRANO GRUESO GRUPO REFINADO EN LA MALLA N° 200 | GRAVA Y SUELO GRAVOSO más del 50% retenido en la malla n° 4 | GW | Gravas bien Graduadas |
|---|---|---|--|
| | | GP | Gravas mal graduadas |
| SUELO DE GRANO MEDIANO GRUPO REFINADO EN LA MALLA N° 100 | ARENA Y SUELO ARENOSO más del 25% retenido en la malla n° 4 | GM | Gravas limosas |
| | | GC | Gravas Arcillosas |
| SUELO DE GRANO FINO GRUPO REFINADO EN LA MALLA N° 60 | LIMO Y ARCILLAS ARENOSAS (LL > 50) | SW | Arenas bien Graduadas |
| | | SP | Arenas mal Graduadas |
| SUELO DE GRANO FINO GRUPO REFINADO EN LA MALLA N° 40 | LIMO Y ARCILLAS LIMOSAS (LL > 25) | SM | Arenas Limosas |
| | | SC | Arenas Arcillosas |
| Alimento Orgánico | LIMO Y ARCILLAS LIMOSAS (LL > 25) | ML | Limo Inorgánico |
| | | CL | arcilla Inorgánica de baja Plasticidad |
| | LIMO Y ARCILLAS LIMOSAS (LL > 25) | OL | Limo Orgánico y Arcillas Limosas Orgánicas |
| | | MH | Limos Inorgánicos |
| | LIMO Y ARCILLAS LIMOSAS (LL > 25) | CH | Arcillas Inorgánicas de alta Plasticidad |
| | | OH | Arcilla Orgánica de media a alta Plasticidad |
| | PT | Tuba y otros suelos altamente orgánicos | |

Clasificación AASHTO



Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S)

Suelo de partículas gruesas. Suelos de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
 Grava Arcillosa con Arena GC

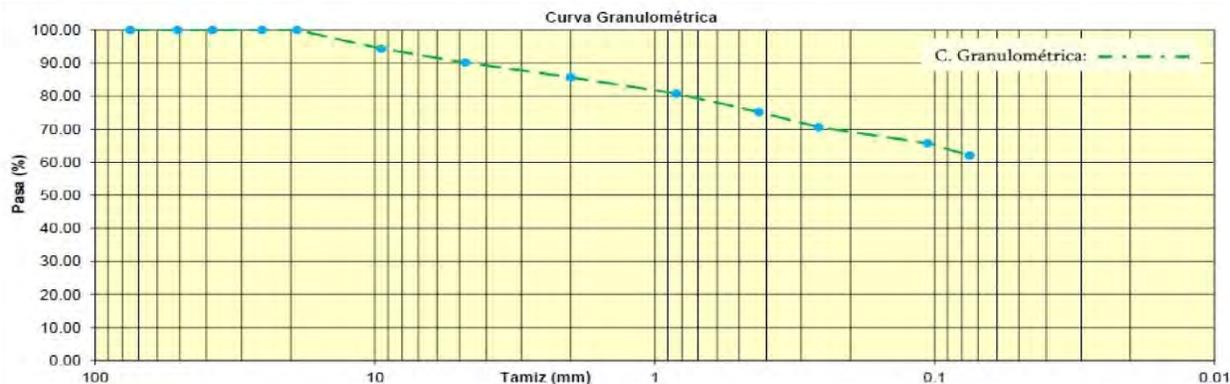
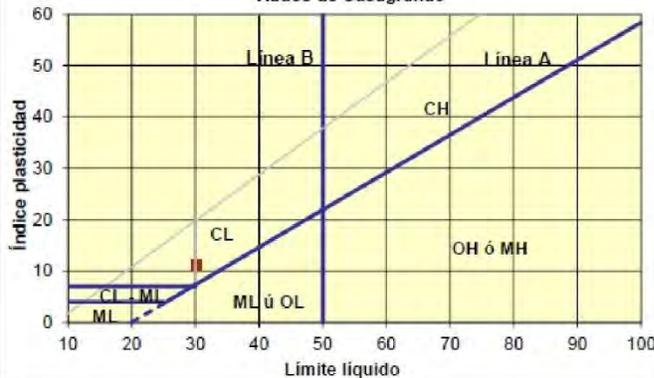
Material Granular.

Excelente a bueno en subgrado
 A-2-6 Grava y Arena Arcillosa o Limosa

Valor del Índice de Grupo (IG):

5

Ábaco de Casagrande



OBSERVACIONES: El Material Muestreado es IN SITU.

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 339.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 339.129)

PROYECTO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC - 2021"

UBICACIÓN: APURIMAC- COTABAMBAS- COYLLURQUI

MUESTRA: M- 01

SOLICITANTE: TESISTAS

CALICATA: C -03

FECHA: APURIMAC, OCTUBRE DEL 2022.

ZONA DE ESTUDIO: CC.PP. ACPITÁN

LIMITE LIQUIDO

| Muestra N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| peso de la capsula | 22.94 | 19.37 | 22.15 | 16.93 |
| Peso capsula + Suelo Humedo | 39.59 | 31.72 | 30.03 | 41.7 |
| Peso Capsula + Suelo Seco | 35.87 | 28.9 | 28.19 | 35.71 |
| Numero de Golpes | 35 | 28 | 22 | 15 |
| Peso Suelo Seco | 12.93 | 9.53 | 6.04 | 18.78 |
| Peso Agua | 3.72 | 2.82 | 1.84 | 5.99 |
| % Humedad | 28.77% | 29.59% | 30.46% | 31.90% |



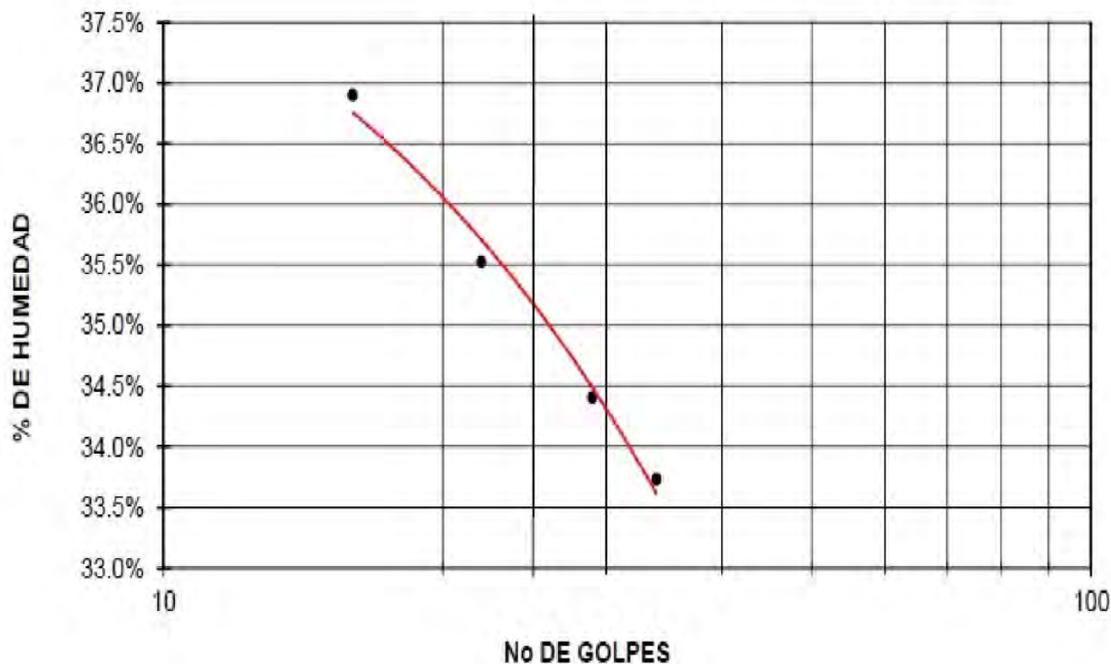
LIMETE PLASTICO

| Muestra N° | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO |
|-----------------------------|--------|--------|--------|----------|
| peso de la capsula | 13.55 | 12.86 | 15.81 | |
| Peso capsula + Suelo Humedo | 23.55 | 22.37 | 25.26 | |
| Peso Capsula + Suelo Seco | 21.93 | 20.88 | 23.75 | |
| Peso Suelo Seco | 8.83 | 8.02 | 7.94 | |
| Peso Agua | 1.62 | 1.49 | 1.51 | |
| % Humedad | 19.33% | 18.58% | 19.02% | |

RESULTADOS

| | |
|-----------------|-----|
| LIMITE LIQUIDO | 30% |
| LIMITE PLASTICO | 19% |
| INDICE PLASTICO | 11% |

LIMITE LIQUIDO



“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”



Foto N° 01: Ensayo de límite plástico

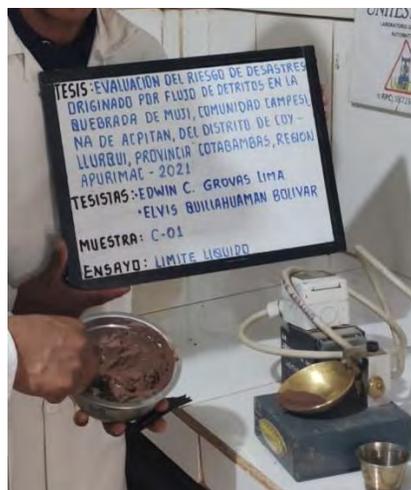


Foto N° 02: Ensayo de límite líquido



Foto N° 03: Ensayo de granulometría



Foto N° 04: Ensayo en cuchara de Casagrande



Foto N° 05: Contenido de humedad



Foto N° 06: Clasificación granulométrica

ANEXO 4: ENCUESTA DE DIMENSIONES DE VULNERABILIDAD

"EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021"

| COORDENADAS UTM | | PUNTO | N° de personas | | Suma | N° de personas | GRUPO ETÁREO | | | | | GRUPO ETÁEO PREDOMINANTE POR FAMILIA | DISCAPACIDAD | NIVEL EDUCATIVO | | | | | TIPO DE SEGURO |
|-----------------|-------------|-------|----------------|---|------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|---|-----------------|------|-----|-----------|----------|--|
| X centroide | Y centroide | | V | M | | | De 0 a 5 años y mayor a 65 años | De 6 a 14 y de 54 a 65 años | De 15 a 20 años | De 21 a 40 años | De 41 a 55 años | 1. De 0 a 5 años y mayor a 65 años 2. De 6 a 14 y de 54 a 65 años 3. De 15 a 20 años 4. De 21 a 40 años 5. De 41 a 55 años | 1. NO TIENE 2.LEVE 3.MODERADO 4.GRAVE 5.MUY GRAVE | Ningl | Prim | Sec | Sup Incom | Sup Comp | 1.NO TIENE 2. SIS 3.ESSALUD 4.FUERZAS ARMADAS 5.SEGURO PRIVADO |
| 779707.1 | 8468679 | 1 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779586.1 | 8468637 | 2 | 2 | 0 | 2 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779545.4 | 8468663 | 3 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779525.9 | 8468708 | 4 | 2 | 1 | 3 | De 3 a 4 personas | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779496.2 | 8468636 | 5 | 1 | 3 | 4 | De 3 a 4 personas | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 779497 | 8468665 | 6 | 0 | 1 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779449.7 | 8468709 | 7 | 2 | 4 | 6 | De 5 a 6 personas | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 779415.3 | 8468711 | 8 | 2 | 0 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 779432.2 | 8468665 | 9 | 2 | 3 | 5 | De 5 a 6 personas | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 2 |
| 779540.4 | 8468588 | 10 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 779459.4 | 8468592 | 11 | 4 | 1 | 5 | De 5 a 6 personas | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 2 |
| 779571.1 | 8468527 | 12 | 0 | 1 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779536 | 8468466 | 13 | 1 | 2 | 3 | De 3 a 4 personas | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 779533.1 | 8468430 | 14 | 0 | 1 | 1 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779512.2 | 8468414 | 15 | 2 | 2 | 4 | De 3 a 4 personas | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 5 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 |
| 779503.1 | 8468378 | 16 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779470.8 | 8468344 | 17 | 3 | 2 | 5 | De 5 a 6 personas | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 |
| 779440.6 | 8468299 | 18 | 1 | 3 | 4 | De 3 a 4 personas | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 5 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779450.2 | 8468251 | 19 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 779420.2 | 8468210 | 20 | 2 | 4 | 6 | De 5 a 6 personas | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 779448.2 | 8468151 | 21 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779351.7 | 8468089 | 22 | 2 | 2 | 4 | De 3 a 4 personas | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779389.6 | 8468129 | 23 | 4 | 4 | 8 | 7 o más personas | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779343 | 8468121 | 24 | 1 | 3 | 4 | De 3 a 4 personas | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| 779373.6 | 8468266 | 25 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779382.3 | 8468318 | 26 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779312.4 | 8468311 | 27 | 7 | 3 | 10 | 7 o más personas | 0 | 197 | 0 | 4 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 8 | 0 |
| 779349.3 | 8468355 | 28 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 779360.6 | 8468359 | 29 | 3 | 1 | 4 | De 3 a 4 personas | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779341.1 | 8468341 | 30 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779309.7 | 8468225 | 31 | 2 | 3 | 5 | De 5 a 6 personas | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779293 | 8468243 | 32 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779457.2 | 8468553 | 33 | 2 | 4 | 6 | De 5 a 6 personas | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 2 |

“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

| PUNTO | CON.EN PREV.Y RED. DEL RIESGO | CAPAC.EN GEST. DEL RIES DE DES. | AREA CONSTRUIDA | MATERIAL DE CONSTRUCCION | EST. DE CONS. DE LA EDIFICACION | ING.PROM. FAM.MENS | TIPO DE SERVICIO | OCUP.PRINC. LABORAL | DISP.DE RR.SS |
|-------|---|---|---|---|---|--|---|--|--|
| | 1.DEFICIENTE 2.REGULAR 3.BUENO 4.BASICO 5.MUY BUENO | 1.NUNCA 2.UNA VEZ POR AÑO 3.DOS VEZ POR AÑO 4.TRES VECES AL AÑO 5.CUATRO O MAS VECES AL AÑO | 1. >120 m ² 2.DE 80 A 120m ² 3.DE 60 A 80 m ² 4.DE 40 A 60 m ² 5.< 40 | 1.MADERA 2.ACERO-DRYWALL 3.ADOBE 4.LADRILLO 5.CONCRETO ARMADO | 1.MUY MALO 2.MALO 3.REGULAR 4.BUENO 5.MUY BUENO | 1.<=S/ 500 2.DE S/500 A S/930 3.DE S/930 A S/1200 4.DE S/1200 A S/1500 5.>S/1500 | 1.NINGUNO 2.AGUA 3.AGUA Y LUZ 4.AGUA, LUZ Y ALUMBRADO 5.TODOS LOS SERVICIOS | 1.CASA 2.AGRICULTOR 3.OBRERO 4.TRABAJADOR INDEPENDIENTE 5.EMPLEADO | 1.DES.EN AMB. LIBRE 2.QUEMA DE RRSS 3.DES.EN RIOS Y QUEB. 4.DES.EN BOTADEROS 5.DES.EN CARRO RECOL. |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| 2 | 1 | 1 | 5 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| 3 | 1 | 1 | 5 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| 4 | 1 | 1 | 3.00 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| 5 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 6 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| 7 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 8 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 9 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 10 | 1 | 1 | 5 | 3 | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 11 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 12 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 4 | 1 | 5 |
| 13 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 14 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| 15 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 16 | 1 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| 17 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 |
| 18 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 1 | 4 | 3 | 5 |
| 19 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 |
| 20 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| 21 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| 22 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| 23 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| 24 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 25 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| 26 | 1 | 1 | 5 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| 27 | 0 | 0 | 1 | 5 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 28 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 5 | 5 | 5 |
| 29 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 5 | 3 | 5 |
| 30 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 1 | 5 | 3 | 5 |
| 31 | 1 | 1 | 4 | 5 | 4 | 2 | 5 | 3 | 5 |
| 32 | 1 | 1 | 4 | 5 | 4 | 2 | 5 | 3 | 5 |
| 33 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 5 |

"EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021"

| COORDENADAS UTM | | PUNTO | N° de personas | | | N° de personas | GRUPO ETÁREO | | | | | GRUPO ETÁEO PREDOMINANTE POR FAMILIA | DISCAPACIDAD | NIVEL EDUCATIVO | | | | | TIPO DE SEGURO |
|-----------------|-------------|-------|----------------|---|------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|--------------|--|---|------|------|-----|----------------|
| X centroide | Y centroide | | V | M | Suma | | De 0 a 5 años y mayor a 65 años | De 6 a 14 y de 54 a 65 años | De 15 a 20 años | De 21 a 40 años | De 41 a 55 años | | | 1. De 0 a 5 años y mayor a 65 años 2. De 6 a 14 y de 54 a 65 años 3. De 15 a 20 años 4. De 21 a 40 años 5. De 41 a 55 años | 1. NO TIENE 2.LEVE 3.MODERADO 4.GRAVE 5.MUY GRAVE | Ning | Prim | Sec | |
| 779311.7 | 8468258 | 34 | 1 | 3 | 4 | De 3 a 4 personas | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779308.6 | 8468265 | 35 | 0 | 1 | 1 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779296 | 8468287 | 36 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779275.5 | 8468308 | 37 | 0 | 0 | 0 | Ninguna | 5 | 8 | 6 | 5 | 11 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779489.1 | 8468592 | 38 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779260.8 | 8468298 | 39 | 0 | 0 | 0 | Ninguna | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779254.6 | 8468279 | 40 | 0 | 1 | 1 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779270.7 | 8468285 | 41 | 3 | 2 | 5 | De 5 a 6 personas | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 779220 | 8468316 | 42 | 1 | 4 | 5 | De 5 a 6 personas | 25 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 |
| 779204.1 | 8468300 | 43 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779190.4 | 8468321 | 44 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779167.1 | 8468347 | 45 | 1 | 4 | 5 | De 5 a 6 personas | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 |
| 779147.8 | 8468354 | 46 | 2 | 1 | 3 | De 3 a 4 personas | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779169.7 | 8468390 | 47 | 2 | 2 | 4 | De 3 a 4 personas | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779203.7 | 8468414 | 48 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779232.9 | 8468467 | 49 | 4 | 1 | 5 | De 5 a 6 personas | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 779245.7 | 8468499 | 50 | 0 | 1 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779265.9 | 8468508 | 51 | 3 | 1 | 4 | De 3 a 4 personas | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779245.8 | 8468354 | 52 | 0 | 0 | 0 | Ninguna | 1 | 0 | 0 | 3 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779232.8 | 8468370 | 53 | 1 | 2 | 3 | De 3 a 4 personas | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779219 | 8468341 | 54 | 3 | 1 | 4 | De 3 a 4 personas | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 779219.8 | 8468352 | 55 | 2 | 3 | 5 | De 5 a 6 personas | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 779211.2 | 8468343 | 56 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 779242.4 | 8468407 | 57 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 779248.8 | 8468449 | 58 | 2 | 3 | 5 | De 5 a 6 personas | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 779282.4 | 8468342 | 59 | 4 | 2 | 6 | De 5 a 6 personas | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 779312.3 | 8468364 | 60 | 1 | 2 | 3 | De 3 a 4 personas | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779337.5 | 8468370 | 61 | 2 | 2 | 4 | De 3 a 4 personas | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 779251.2 | 8468324 | 62 | 0 | 0 | 0 | Ninguna | 2 | 3 | 5 | 6 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779269.3 | 8468368 | 63 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779268.1 | 8468384 | 64 | 0 | 1 | 1 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779269.4 | 8468409 | 65 | 0 | 1 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779290.1 | 8468419 | 66 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

“EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021”

| PUNTO | CON.EN PREV.Y RED. DEL RIESGO | CAPAC.EN GEST. DEL RIES DE DES. | AREA CONSTRUIDA | MATERIAL DE CONSTRUCCION | EST. DE CONS. DE LA EDIFICACION | ING.PROM. FAM.MENS | TIPO DE SERVICIO | OCUP.PRINC. LABORAL | DISP.DE RR.SS |
|-------|---|---|--|---|---|--|---|--|--|
| | 1.DEFICIENTE 2.REGULAR 3.BUENO 4.BASICO 5.MUY BUENO | 1.NUNCA 2.UNA VEZ POR AÑO 3.DOS VEZ POR AÑO 4.TRES VECES AL AÑO 5.CUATRO O MAS VECES AL AÑO | 1.>120 m2 2.DE 80 A 120m2 3.DE 60 A 80 m2 4.DE 40 A 60 m2 5.< 40 | 1.MADERA 2.ACERO-DRYWALL 3.ADOBE 4.LADRILLO 5.CONCRETO ARMADO | 1.MUY MALO 2.MALO 3.REGULAR 4.BUENO 5.MUY BUENO | 1.<=S/ 500 2.DE S/500 A S/930 3.DE S/930 A S/1200 4.DE S/1200 A S/1500 5.>S/1500 | 1.NINGUNO 2.AGUA 3.AGUA Y LUZ 4.AGUA, LUZ Y ALUMBRADO 5.TODOS LOS SERVICIOS | 1.CASA 2.AGRICULTOR 3.OBRERO 4.TRABAJADOR INDEPENDIENTE 5.EMPLEADO | 1.DES.EN AMB. LIBRE 2.QUEMA DE RRSS 3.DES.EN RIOS Y QUEB. 4.DES.EN BOTADEROS 5.DES.EN CARRO RECOL. |
| 34 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| 35 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| 36 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 4 | 5 |
| 37 | 0 | 0 | 2 | 5 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 38 | 1 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| 39 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 40 | 0 | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 3 | 0 | 5 |
| 41 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 1 | 5 |
| 42 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 43 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| 44 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 5 | 3 | 5 |
| 45 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 5 | 3 | 5 |
| 46 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| 47 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 48 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| 49 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 | 5 |
| 50 | 1 | 1 | 5 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 | 5 |
| 51 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 5 |
| 52 | 0 | 0 | 3 | 3 | 4 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 53 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 | 5 |
| 54 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 55 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 5 | 2 | 5 |
| 56 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 57 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 58 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 5 | 5 |
| 59 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 60 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 5 | 2 | 5 |
| 61 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 5 |
| 62 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 63 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 64 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 65 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 1 | 5 | 3 | 5 |
| 66 | 0 | 0 | 4 | 3 | 3 | 0 | 5 | 0 | 5 |

"EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA DE MUJI, COMUNIDAD CAMPESINA DE ACPITÁN, DEL DISTRITO DE COYLLURQUI, PROVINCIA COTABAMBAS, REGIÓN APURÍMAC – 2021"

| COORDENADAS UTM | | PUNTO | N° de personas | | Suma | N° de personas | GRUPO ETÁREO | | | | | GRUPO ETÁEO PREDOMINANTE POR FAMILIA | DISCAPACIDAD | NIVEL EDUCATIVO | | | | | TIPO DE SEGURO | |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|------------|------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|---|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|---|
| X centroide | Y centroide | | V | M | | | De 0 a 5 años y mayor a 65 años | De 6 a 14 y de 54 a 65 años | De 15 a 20 años | De 21 a 40 años | De 41 a 55 años | 1. De 0 a 5 años y mayor a 65 años 2. De 6 a 14 y de 54 a 65 años 3. De 15 a 20 años 4. De 21 a 40 años 5. De 41 a 55 años | 1. NO TIENE 2. LEVE 3. MODERADO 4. GRAVE 5. MUY GRAVE | Ning | Prim | Sec | Sup Incom | Sup Comp | 1. NO TIENE 2. SIS 3. ESSALUD 4. FUERZAS ARMADAS 5. SEGURO PRIVADO | |
| 779273.2 | 8468433 | 67 | 2 | 2 | 4 | De 3 a 4 personas | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 779268.2 | 8468443 | 68 | 0 | 1 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779273.3 | 8468466 | 69 | 0 | 2 | 2 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 779311 | 8468424 | 70 | 2 | 1 | 3 | De 3 a 4 personas | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779328.9 | 8468441 | 71 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779332.8 | 8468434 | 72 | 3 | 2 | 5 | De 5 a 6 personas | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 779359 | 8468389 | 73 | 4 | 1 | 5 | De 5 a 6 personas | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779384.4 | 8468376 | 74 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779410.2 | 8468360 | 75 | 2 | 3 | 5 | De 5 a 6 personas | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779395.6 | 8468368 | 76 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 779414.9 | 8468404 | 77 | 2 | 3 | 5 | De 5 a 6 personas | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 779377.2 | 8468403 | 78 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779415.8 | 8468485 | 79 | 1 | 2 | 3 | De 3 a 4 personas | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779407.9 | 8468502 | 80 | 1 | 3 | 4 | De 3 a 4 personas | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 779380.1 | 8468481 | 81 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779386.6 | 8468457 | 82 | 3 | 3 | 6 | De 5 a 6 personas | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 779480.4 | 8468459 | 83 | 2 | 1 | 3 | De 3 a 4 personas | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779471.9 | 8468479 | 84 | 2 | 1 | 3 | De 3 a 4 personas | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 779412.8 | 8468446 | 85 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779428.4 | 8468464 | 86 | 0 | 2 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779447 | 8468486 | 87 | 1 | 0 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779348.7 | 8468464 | 88 | 2 | 2 | 4 | De 3 a 4 personas | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779345.5 | 8468489 | 89 | 3 | 2 | 5 | De 3 a 4 personas | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779312.2 | 8468535 | 90 | 2 | 5 | 7 | 7 o más personas | 0 | 1 | 2 | 4 | 0 | 4 | 4 | 3 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 779366.6 | 8468566 | 91 | 1 | 2 | 3 | De 3 a 4 personas | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779374.5 | 8468540 | 92 | 3 | 3 | 6 | De 5 a 6 personas | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 3 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779408.3 | 8468538 | 93 | 0 | 0 | 0 | Ninguna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779387 | 8468530 | 94 | 0 | 0 | 0 | Ninguna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779351.3 | 8468677 | 95 | 1 | 1 | 2 | De 1 a 2 personas | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779305.9 | 8468638 | 96 | 0 | 1 | 1 | De 1 a 2 personas | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 779367.4 | 8468438 | 97 | 0 | 0 | 0 | Ninguna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 779362.3 | 8468417 | 98 | 1 | 2 | 3 | De 3 a 4 personas | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 779649.4 | 8468593 | 99 | 0 | 0 | 0 | Ninguna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | 99 | 141 | 146 | 287 | * Personas eventuales | 41 | 92 | 33 | 46 | 75 | | | 97 | 85 | 55 | 15 | 35 | | |

