

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL  
CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y  
METALÚRGICA

*ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA*



TESIS

EVALUACIÓN DE RIESGO ORIGINADOS POR DESLIZAMIENTOS EN  
LA QUEBRADA YANAMAYO EN EL DISTRITO  
URCOS – QUISPICANCHIS – CUSCO – 2022

Presentado por:

Br. VICTOR RAUL FLOREZ HUANCA

Br. MARCELINO ALAN HUAMANI HUANACO

Para optar al Título Profesional de  
INGENIERO GEÓLOGO

ASESOR:

Mgt. Edison Santiago Mattos Ojeda

CUSCO – PERÚ  
2024

## INFORME DE ORIGINALIDAD

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

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: EVALUACION DE RIESGO ORIGINADOS POR DESLIZAMIENTOS EN LA QUEBRADA YANAMAYO EN EL DISTRITO URCOS-QUISPIANCHIS-CUSCO-2022

presentado por: VICTOR RAUL FLOREZ HUANCIA con DNI Nro.: 46045305 presentado por: MARCELYNO AZAN HUAMANI HUANCACO con DNI Nro.: 431218970 para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO GEOLOGO

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 10 %.

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, 14 de AGOSTO de 2024

  
Firma

Post firma: EDISON S. MARTINEZ ORTEGA

Nro. de DNI: 238530861

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: 27259372807025 ✓

NOMBRE DEL TRABAJO

**Evaluacion de Riesgo originados por Deslizamientos en la Quebrada Yanamayo**

AUTOR

**Florez, V.- Huamani, M.**

RECUENTO DE PALABRAS

**36010 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**200778 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**159 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**15.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 13, 2024 9:21 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 13, 2024 9:23 PM GMT-5****● 10% de similitud general**

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

- 10% Base de datos de Internet

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Coincidencia baja (menos de 30 palabras)
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados
- Bloques de texto excluidos manualmente



## ÍNDICE

Dedicatoria.....	XII
Resumen.....	XII
Introducción .....	XV
Capítulo I: Aspectos generales.....	1
1.1    Generalidades .....	1
1.2    Ubicación y accesibilidad.....	1
1.3    Planteamiento del problema .....	4
1.3.1    Descripción del problema .....	4
1.3.2    Formulación del problema .....	4
1.3.3    Justificación e importancia .....	4
1.3.4    Limitaciones.....	5
1.3.5    Hipótesis .....	5
1.3.6    Objetivos .....	6
1.4    Metodología .....	6
1.4.1    Metodología de investigación .....	6
1.4.2    Metodología de trabajo .....	7
Capítulo II: Marco teórico .....	9
2.1    Antecedentes .....	9
2.2    Marco conceptual .....	11
2.2.1    Movimientos en masa .....	11
2.2.2    Clasificación de los movimientos de masa .....	11
2.2.3    Riesgos por movimientos de masa.....	15
2.2.4    Precipitación pluvial .....	17
2.2.5    Sistemas de información geográfica .....	17
2.3    Geomorfología regional .....	18
Capítulo III: Geomorfología .....	20
3.1    Geomorfología local.....	20
3.1.1    Coluviones (Co).....	20
3.1.2    Laderas medias de montaña .....	21
3.1.3    Vertientes de montaña empinada – escarpadas (Vme-Es) .....	22
3.1.4    Plataforma estructural (Pe) .....	23
3.1.5    Cono aluvial (Ca).....	23
3.1.6    Terraza aluvial (Ta) .....	23

Capítulo IV: Geología .....	25
4.1 Geología regional .....	25
4.1.1 Formación Ananea Miembro Superior, (Sd-A/S) .....	26
4.1.2 Formación Ccatca (Ds-Ca) .....	26
4.1.3 Grupo San Jerónimo .....	26
4.1.4 Formación Kayra .....	27
4.1.5 Depósitos Cuaternarios .....	27
4.2 Geología local .....	29
4.2.1 Formación Ananea .....	29
4.2.2 Depósitos coluviales (Qh-cl).....	31
4.2.3 Depósitos aluviales (Qh-al).....	32
4.2.4 Depósitos fluviales (Qh-fl) .....	32
Capítulo V: Geología estructural.....	34
5.1 Estructuras regionales .....	34
5.1.1 Fallas regionales.....	34
5.2 Estructuras locales.....	36
5.2.1 Fallas locales.....	37
Capítulo VI: Hidrografía.....	40
6.1 Parámetros para la caracterización morfométrica de la cuenca .....	40
6.1.1 Elementos de superficie .....	40
6.1.2 Elementos de distancia.....	40
6.1.3 Elementos de forma .....	42
6.2 Fuentes de información y estaciones consideradas .....	44
6.2.1 Precipitación .....	45
6.2.2 Temperatura .....	47
6.2.3 Evapotranspiración .....	49
6.2.4 Escorrentía .....	49
6.2.5 Generación de caudales.....	50
6.2.6 Infiltración.....	51
Capítulo VII: Características generales del área de estudio.....	53
7.1 Descripción física de la zona a evaluar .....	53
7.2 Características generales del área geográfica a evaluar .....	53
7.2.1 Características sociales .....	53
7.2.2 Características económicas .....	57

7.3	Características ambientales .....	59
7.4	Pendiente .....	61
7.5	Fisiografía.....	63
7.6	Geotecnia.....	66
7.6.1	Macizo rocoso .....	66
7.6.2	Determinación de la capacidad portante del terreno.....	68
7.6.3	Densidad de campo .....	69
7.6.4	Ensayos de laboratorio .....	69
7.6.5	Análisis .....	69
7.6.6	Descriptores geotécnicos .....	70
7.7	Geodinámica.....	71
7.7.1	Geodinámica interna .....	71
7.7.2	Geodinámica externa. ....	73
Capítulo VIII: Determinación del nivel de peligrosidad.....		81
8.1	Metodología para evolución de peligros de las zonas críticas .....	81
8.2	Recopilación y análisis de información .....	81
8.3	Identificación de los peligros .....	82
8.4	Caracterización de los peligros .....	83
8.4.1	Caracterización del fenómeno peligro .....	83
8.4.2	Metodología para la determinación del mapa de peligros .....	89
8.5	Ponderación del parámetro de evaluación.....	90
8.6	Susceptibilidad del ámbito de estudio .....	95
8.6.1	Análisis de los factores condicionantes .....	95
8.6.2	Análisis de los factores desencadenantes.....	102
8.6.3	Cálculo de rangos de la susceptibilidad.....	105
8.7	Definición de escenario de peligro.....	106
8.7.1	Niveles de peligrosidad.....	106
8.7.2	Estratificación del nivel de peligrosidad.....	106
8.8	Mapa de peligro.....	108
Capítulo IX: Análisis de vulnerabilidades .....		109
9.1	Metodología para el análisis de vulnerabilidad.....	109
9.2	Parámetros para el análisis de vulnerabilidad .....	109
9.2.1	Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión social.....	110
9.2.2	Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión económica.....	111

9.2.3	Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión ambiental.....	112
9.2.4	Niveles de vulnerabilidad .....	113
9.3	Estratificación de la vulnerabilidad.....	114
9.4	Mapa de vulnerabilidad.....	116
Capítulo X:	Cálculo de riesgos .....	117
10.1	Determinación de los niveles de riesgos .....	117
10.2	Estratificación de niveles de riesgo.....	118
10.3	Mapa de riesgos.....	121
10.4	Cálculo de posibles pérdidas (cualitativa y cuantitativa) .....	122
10.4.1	Vivienda .....	122
10.4.2	Infraestructura de energía y electricidad (red pública) .....	125
10.4.3	Saneamiento básico.....	125
10.4.4	Infraestructura de accesibilidad .....	125
10.5	Zonificación de riesgos .....	126
10.6	Medidas de prevención de riesgos de desastres (riesgos futuros).....	127
10.6.1	De orden estructural.....	127
10.6.2	De orden no estructural.....	127
10.7	Medidas de reducción de riesgos de desastres (riesgos existentes) .....	128
10.7.1	De orden estructural.....	128
10.7.2	De orden no estructural.....	129
10.8	Del control de riesgo – evaluación de las medidas .....	130
10.8.1	Aceptabilidad o tolerancia de riesgos .....	130
10.8.2	Análisis costo / beneficio (método costos evitados).....	133
CONCLUSIONES	.....	136
RECOMENDACIONES	.....	138
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	.....	139
Anexos	.....	142

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Datos de ubicación .....	1
<b>Tabla 2</b> Tipos de movimientos de masa .....	12
<b>Tabla 3</b> Escala de velocidades según Crudén y Varnes (1996) .....	12
<b>Tabla 4</b> Datos de rumbo y buzamientos .....	36
<b>Tabla 5</b> Forma de la cuenca.....	42
<b>Tabla 6</b> Criterios de escala de drenajes .....	43
<b>Tabla 7</b> Criterios de pendiente media del cauce.....	43
<b>Tabla 8</b> Parámetros geomorfológicos de la microcuenca de Yanamayo .....	44
<b>Tabla 9</b> Precipitación de la microcuenca Yanamayo .....	45
<b>Tabla 10</b> Temperatura media mensual-anual vs elevación.....	48
<b>Tabla 11</b> Temperatura máxima media mensual-anual vs elevación .....	48
<b>Tabla 12</b> Temperatura mínima media mensual-anual vs elevación.....	48
<b>Tabla 13</b> Evapotranspiración potencial en la microcuenca .....	49
<b>Tabla 14</b> Determinación del coeficiente de escurrimiento superficial (ce). .....	50
<b>Tabla 15</b> Registro de intensidades.....	51
<b>Tabla 16</b> Cálculo de caudales.....	51
<b>Tabla 17</b> Grupo etario de ámbito de estudio .....	53
<b>Tabla 18</b> Nivel educativo del jefe del hogar.....	54
<b>Tabla 19</b> Acceso a servicios de salud en el ámbito de estudio .....	54
<b>Tabla 20</b> Abastecimiento de agua potable en el ámbito de estudio.....	55
<b>Tabla 21</b> Acceso a la red de desagüe del ámbito de estudio.....	55
<b>Tabla 22</b> Acceso a la energía eléctrica del ámbito de estudio .....	56
<b>Tabla 23</b> Disposición de los RR.SS. en el ámbito de estudio .....	57
<b>Tabla 24</b> Condición laboral del jefe del hogar en el ámbito de estudio .....	57
<b>Tabla 25</b> Material de edificación de los hogares del ámbito de estudio.....	58
<b>Tabla 26</b> Estado de conservación de las viviendas.....	58
<b>Tabla 27</b> Configuración de nivel de las edificaciones.....	58
<b>Tabla 28</b> Tenencia de vivienda .....	59
<b>Tabla 29</b> Unidades de vegetales .....	59
<b>Tabla 30</b> Rangos de pendiente usados.....	61
<b>Tabla 31</b> Ensayos realizados por cada calicata .....	68
<b>Tabla 32</b> Resultado de laboratorio de densidad de campo y compresión .....	69
<b>Tabla 33</b> Resultados de los ensayos de laboratorio de las calicatas .....	69

<b>Tabla 34</b> Capacidad de carga admisible de las rocas en las calicatas C-1 y C-3 .....	70
<b>Tabla 35</b> Resultado de carga admisible del suelo por calicata .....	70
<b>Tabla 36</b> Características de las fallas que localmente afectan a la zona de estudio .....	72
<b>Tabla 37</b> Caracterización del Deslizamiento Rotacional .....	87
<b>Tabla 38</b> Resumen de valores de Factor de Seguridad.....	89
<b>Tabla 39</b> Velocidad de los Movimientos (Adaptado de Cruden, Varnes - 1996) .....	90
<b>Tabla 40</b> Descriptores del parámetro de evaluación velocidad de desplazamiento .....	91
<b>Tabla 41</b> Matriz de comparación de pares del parámetro velocidad de desplazamiento .....	92
<b>Tabla 42</b> Matriz de normalización de pares del parámetro velocidad de desplazamiento .....	92
<b>Tabla 43</b> Resultado de velocidad de deslizamiento.....	94
<b>Tabla 44</b> Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes .....	95
<b>Tabla 45</b> Matriz de normalización de los factores condicionantes .....	96
<b>Tabla 46</b> Pesos ponderados factores condicionantes.....	96
<b>Tabla 47</b> Descriptores del parámetro condicionante – Geodinámica externa.....	96
<b>Tabla 48</b> Matriz de comparación de pares del parámetro condicionante Geodinámica externa .....	97
<b>Tabla 49</b> Matriz de normalización de pares del parámetro condicionante Geodinámica externa.....	97
<b>Tabla 50</b> Descriptores del parámetro condicionante pendiente.....	98
<b>Tabla 51</b> Matriz de comparación de pares de la condicionante pendiente .....	98
<b>Tabla 52</b> Matriz de normalización de pares de la condicionante pendiente.....	98
<b>Tabla 53</b> Descriptores del parámetro condicionante características geotécnicas.....	99
<b>Tabla 54</b> Matriz de comparación de pares de la condicionante características geotécnicas ...	99
<b>Tabla 55</b> Matriz de normalización de pares de la condicionante características geotécnicas .	99
<b>Tabla 56</b> Descriptores del parámetro condicionante fisiografía.....	100
<b>Tabla 57</b> Matriz de comparación de pares de la condicionante fisiografía .....	100
<b>Tabla 58</b> Matriz de normalización de pares de la condicionante fisiografía.....	101
<b>Tabla 59</b> Descriptores del parámetro condicionante cobertura vegetal .....	101
<b>Tabla 60</b> Matriz de comparación de pares de la condicionante cobertura vegetal.....	101
<b>Tabla 61</b> Matriz de normalización de pares de la condicionante cobertura vegetal.....	102
<b>Tabla 62</b> Rangos de los factores condicionantes y pesos ponderados .....	102
<b>Tabla 63</b> Descriptores de los umbrales de precipitaciones diarias .....	103
<b>Tabla 64</b> Matriz de comparación de pares para los umbrales de precipitaciones acumulada .....	103

<b>Tabla 65</b> Matriz de normalización de pares para los umbrales de precipitaciones acumulada .....	103
<b>Tabla 66</b> Descriptores de grados de aceleración sísmica .....	104
<b>Tabla 67</b> Matriz de comparación de pares para aceleración sísmica .....	104
<b>Tabla 68</b> Matriz de normalización de pares para aceleración sísmica .....	104
<b>Tabla 69</b> Rangos de los factores desencadenantes y pesos ponderados .....	105
<b>Tabla 70</b> Rangos de la susceptibilidad del factor desencadenante y condicionante .....	105
<b>Tabla 71</b> Rangos para el peligro (susceptibilidad y parámetro de evaluación).....	105
<b>Tabla 72</b> Niveles de peligro.....	106
<b>Tabla 73</b> Estratificación de los niveles de peligro.....	107
<b>Tabla 74</b> Resumen del análisis de vulnerabilidad .....	109
<b>Tabla 75</b> Matriz de comparación de pares de parámetros de vulnerabilidad .....	110
<b>Tabla 76</b> Matriz de normalización de pares de parámetros de vulnerabilidad .....	110
<b>Tabla 77</b> Matriz de comparación de pares de la dimensión social .....	110
<b>Tabla 78</b> Matriz de normalización de pares de la dimensión social.....	111
<b>Tabla 79</b> Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad social .....	111
<b>Tabla 80</b> Matriz de comparación de pares de la dimensión económica .....	111
<b>Tabla 81</b> Matriz de normalización de pares de la dimensión económica.....	112
<b>Tabla 82</b> Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad económica .....	112
<b>Tabla 83</b> Matriz de comparación de pares de la dimensión ambiental .....	112
<b>Tabla 84</b> Matriz de normalización de pares de la dimensión ambiental .....	113
<b>Tabla 85</b> Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad ambiental.....	113
<b>Tabla 86</b> Cálculo de rangos de las dimensiones social, económico y ambiental .....	113
<b>Tabla 87</b> Niveles y rangos de vulnerabilidad .....	114
<b>Tabla 88</b> Estratificación de niveles de vulnerabilidad.....	114
<b>Tabla 89</b> Cálculo de rangos de riesgo .....	117
<b>Tabla 90</b> Matriz de riesgo.....	118
<b>Tabla 91</b> Niveles y rangos de riesgo .....	118
<b>Tabla 92</b> Estratificación de niveles de riesgo .....	118
<b>Tabla 93</b> Cálculo de pérdida por terrenos .....	122
<b>Tabla 94</b> Cálculo de pérdida por inmuebles .....	123

<b>Tabla 95</b> Electricidad domiciliarios mediante postes y alumbrado público.....	125
<b>Tabla 96</b> Valor total de pérdidas posibles en el ámbito de estudio.....	125
<b>Tabla 97</b> Costo de infraestructura vial .....	126
<b>Tabla 98</b> Medidas de orden no estructural (prevención).....	127
<b>Tabla 99</b> Medidas de orden no estructural (reducción).....	129
<b>Tabla 100</b> Valoración de consecuencias .....	131
<b>Tabla 101</b> Valoración de frecuencia-ocurrencia .....	131
<b>Tabla 102</b> Nivel de consecuencia- daño.....	131
<b>Tabla 103</b> Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia .....	132
<b>Tabla 104</b> Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia .....	132
<b>Tabla 105</b> Prioridad de intervención .....	132
<b>Tabla 106</b> Costos de pérdidas probables .....	133
<b>Tabla 107</b> Costos de propuestas estructurales .....	133
<b>Tabla 108</b> Costos de propuestas no estructurales .....	134
<b>Tabla 109</b> Costos totales.....	134

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Accesibilidad al área de estudio .....	2
<b>Figura 2</b> Mapa de ubicación.....	3
<b>Figura 3</b> Esquema de un deslizamiento traslacional.....	13
<b>Figura 4</b> Esquema de un deslizamiento en cuña .....	14
<b>Figura 5</b> Esquema de deslizamiento rotacional mostrando rasgos morfológicos característicos.....	15
<b>Figura 6</b> Mapa geomorfológico regional en relación a la cuenca Yanamayo .....	19
<b>Figura 7</b> Se observa los coluviales en la zona media de la quebrada Yanamayo.....	20
<b>Figura 8</b> Laderas medias de montaña zona superior de la quebrada Yanamayo.....	21
<b>Figura 9</b> Laderas intermedias laterales de la quebrada Yanamayo .....	21
<b>Figura 10</b> Vertiente escarpada en la zona superior de la quebrada Yanamayo .....	22
<b>Figura 11</b> Escarpe en ladera en la zona superior de la quebrada Yanamayo.....	22
<b>Figura 12</b> Terraza aluvial, quebrada Yanamayo.....	23
<b>Figura 13</b> Geomorfología local.....	24
<b>Figura 14</b> Estratigrafía de los dominios morfoestructurales regionales del Cusco.....	25
<b>Figura 15</b> Geología regional .....	28
<b>Figura 16</b> Columna estratigráfica Formación Ananea .....	29
<b>Figura 17</b> Pizarras esquistosas grises al NE del centro poblado Cjunucunca.....	30
<b>Figura 18</b> Dirección de la foliación paralelas al NE del centro poblado Cjunucunca .....	30
<b>Figura 19</b> La intercalación de estratos entre cuarcitas y pizarras al sur del centro poblado Cjunucunca .....	31
<b>Figura 20</b> Depósitos coluviales al SE de Calicanto .....	31
<b>Figura 21</b> Depósitos aluviales al sur del centro poblado Checcollo.....	32
<b>Figura 22</b> Mapa geología local .....	33
<b>Figura 23</b> Fallas regionales presentes en Urcos-Ccatca.....	35
<b>Figura 24</b> Roseta de vientos.....	36
<b>Figura 25</b> Sección 01, Dirección SE-NE .....	38
<b>Figura 26</b> Falla local .....	39
<b>Figura 27</b> Microcuenca de la quebrada de Yanamayo .....	41
<b>Figura 28</b> Microcuenca de Yanamayo y sus afluyentes .....	45
<b>Figura 29</b> Precipitaciones generadas para la microcuenca .....	46
<b>Figura 30</b> Precipitaciones generadas para la microcuenca .....	47
<b>Figura 31</b> Intensidad de precipitación en la quebrada Yanamayo.....	52

<b>Figura 32</b> Red de distribución de energía eléctrica.....	56
<b>Figura 33</b> Ruteo del recojo de residuos sólidos en el ámbito de estudio .....	56
<b>Figura 34</b> Mapa de cobertura vegetal .....	60
<b>Figura 35</b> Mapa de pendientes .....	62
<b>Figura 36</b> Muestra el lecho de la quebrada Yanamayo, vista hacia el Sur-Oeste. ....	63
<b>Figura 37</b> Ladera empinada al NW del centro poblado de Accora .....	64
<b>Figura 38</b> Ladera escarpada al NW del centro poblado de Accora.....	64
<b>Figura 39</b> Mapa fisiográfico .....	65
<b>Figura 40</b> Macizo rocoso de la Formación Ananea parte central de la quebrada de Yanamayo .....	66
<b>Figura 41</b> Afloramiento rocoso Formación Ananea parte central de la quebrada Yanamayo	67
<b>Figura 42</b> Resultados vistos en la calicata C1, donde se caracteriza el RQD del macizo rocoso, en la formación Ananea fracturado .....	67
<b>Figura 43</b> Resultados vistos en la calicata C3, donde se caracteriza el RQD del macizo rocoso, en la formación Ananea poco fracturado.....	68
<b>Figura 44</b> Magnitudes (Mw) máximas posibles halladas a partir de relaciones empíricas propuestas por Wells & Coppersmith (1994) y Stirling et al. (2002) .....	72
<b>Figura 45</b> Mapa de aceleración sísmica de las fallas del ámbito de estudio.....	73
<b>Figura 46</b> Mapa de geodinámica interna.....	74
<b>Figura 47</b> Localización derrumbes en el ámbito de estudio al sur del centro poblado de Checcollo .....	75
<b>Figura 48</b> Localización de deslizamientos activos en el ámbito de estudio al sur del centro poblado de Checcollo.....	76
<b>Figura 49</b> Localización de deslizamientos en proceso de activación en el ámbito de estudio .....	77
<b>Figura 50</b> Localización de zonas con procesos de socavación .....	77
<b>Figura 51</b> Figura 28. Localización de zonas con cárcavas antiguas .....	78
<b>Figura 52</b> Ubicación de deslizamiento antiguo en la quebrada Yanamayo .....	78
<b>Figura 53</b> Localización de zonas de deslizamiento antiguos en el ámbito de estudio.....	79
<b>Figura 54</b> Localización de zonas de arranque en el ámbito de estudio al oeste del centro poblado de Checcollo.....	79
<b>Figura 55</b> Mapa de geodinámica externa .....	80
<b>Figura 56</b> Flujograma para la determinación del peligro.....	81
<b>Figura 57</b> Esquema de recopilación y selección de la información para peligros.....	82

<b>Figura 58</b>	Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa de la región Cusco .....	83
<b>Figura 59</b>	Zonas de agrietamiento que se encuentran sobre la cabecera del deslizamiento ..	84
<b>Figura 60</b>	Perfil del deslizamiento rotacional .....	84
<b>Figura 61</b>	Cabeza del deslizamiento al sur del centro poblado de Checcollo.....	85
<b>Figura 62</b>	Cuerpo del deslizamiento al sur del centro poblado de Checcollo.....	86
<b>Figura 63</b>	Pie del deslizamiento al sur del centro poblado de Checcollo .....	86
<b>Figura 64</b>	Ingreso de datos de tipo de material .....	88
<b>Figura 65</b>	Modelo de análisis de estabilidad al 41% de saturación .....	88
<b>Figura 66</b>	Esquema metodológico para obtención del mapa de peligro .....	89
<b>Figura 67</b>	Evolución del deslizamiento .....	93
<b>Figura 68</b>	Superposición de perfiles de corte A-A` (2019 y 2024).....	93
<b>Figura 69</b>	Desplazamiento de talud .....	94
<b>Figura 70</b>	Esquema del análisis de la susceptibilidad de los peligros .....	95
<b>Figura 71</b>	Mapa de peligros .....	108
<b>Figura 72</b>	Mapa de vulnerabilidad .....	116
<b>Figura 73</b>	Ecuación adaptada a la ley N° 29664.....	117
<b>Figura 74</b>	Mapa de riesgos.....	121
<b>Figura 75</b>	Resultados del estudio de evaluación de riesgos.....	126
<b>Figura 76</b>	Perfilado de taludes y muros de contención secuencial con anclajes.....	129

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, cuyo amor, apoyo incondicional y sacrificio constante me han permitido alcanzar este sueño. Gracias por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía, y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mis hermanos y hermanas que me brindaron su apoyo en todo momento sin esperar nada a cambio. A mis amigos, quienes han sido mi sostén en los momentos difíciles y mi alegría en los momentos de éxito. Y a mis profesores, por guiarme y motivarme a dar siempre lo mejor de mí.*

*Bach. Víctor Raul Florez Huanca*

*A mis padres por su regalo que es la vida y su apoyo en todo momento. A mi esposa, cuya paciencia y comprensión han sido invaluableles durante este largo viaje. Gracias por tu amor, tu apoyo inquebrantable y por ser mi roca en todo momento. A mis hijos, por ser mi inspiración diaria y recordarme la importancia de la dedicación y el esfuerzo. A mis mentores académicos, por su sabiduría, orientación y por desafiarme a alcanzar nuevas alturas en mi desarrollo profesional. Y finalmente, a todos aquellos que han creído en mí y me han animado a seguir adelante, les dedico este logro con profunda gratitud.*

*Bach. Marcelino Alan Huamani Huanaco*

## RESUMEN

Este estudio investiga los riesgos geológicos en la comunidad de Muñapata, enfocándose en los deslizamientos de arena, limo, arcilla, diatomita y grava. Estos deslizamientos representan un peligro significativo debido a las pendientes pronunciadas, la falta de cobertura vegetal y las intervenciones humanas que aceleran su activación. La metodología de investigación es descriptiva, deductiva y analítica, e incluye la recolección de datos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos y meteorológicos mediante estudios de campo, imágenes satelitales, mapas topográficos y registros históricos. Se realiza una evaluación geotécnica para analizar la estabilidad del suelo y las características de la roca, así como un análisis hidrológico para evaluar la influencia de las precipitaciones y el flujo de agua subterránea en la estabilidad del terreno. El estudio culmina con la creación de mapas de peligros que indican las áreas con mayor susceptibilidad a deslizamientos, la identificación de zonas de riesgo (alto, medio, bajo) y los factores desencadenantes como lluvias intensas, terremotos, actividades de construcción y deforestación. El propósito principal es desarrollar un mapa de riesgos por deslizamiento para Muñapata, evaluando el impacto potencial en infraestructuras críticas, viviendas y carreteras.

Palabras clave: deslizamientos de tierra, riesgos geológicos, evaluación geotécnica, análisis hidrológico, mapas de peligros, Muñapata.

## ABSTRACT

This study investigates geological hazards in the community of Muñapata, focusing on sand, silt, clay, diatomite, and gravel landslides. These landslides represent a significant danger due to steep slopes, lack of vegetation cover, and human interventions that accelerate their activation. The research methodology is descriptive, deductive and analytical, and includes the collection of geological, geomorphological, hydrological and meteorological data through field studies, satellite images, topographic maps and historical records. A geotechnical evaluation is carried out to analyze the stability of the soil and rock characteristics, as well as a hydrological analysis to evaluate the influence of precipitation and groundwater flow on the stability of the terrain. The study culminates with the creation of hazard maps that indicate the areas with the greatest susceptibility to landslides, the identification of risk areas (high, medium, low) and triggering factors such as heavy rains, earthquakes, construction activities and deforestation. The main purpose is to develop a landslide risk map for Muñapata, evaluating the potential impact on critical infrastructure, homes and roads.

Keywords: landslides, geological risks, geotechnical evaluation, hydrological analysis, hazard maps, Muñapata.

## INTRODUCCIÓN

El Perú, amplio en su territorio en riqueza mineral, ecológica, fauna y flora, posee los más de variados pisos ecológicos y altitudinales. Junto a ello su amplitud de geo formas, conllevan también una gran variedad de riesgos naturales, dada su asociación al cinturón del fuego, situado en las costas del océano Pacífico, y caracterizado por concentrar algunas zonas de subducción más importantes del mundo, lo que ocasiona una intensa actividad sísmica y volcánica en las zonas que abarca, junto a ello los cambios climáticos debido a los fenómenos hidrometeorológicos, y la ocupación antrópica, lo hace susceptible de peligros de origen natural e inducidos por el hombre. Lo que motiva el mayor énfasis en las Políticas nacionales en Gestión de Riesgo de Desastres, desarrollando numerosos esfuerzos para la “Mitigación y Reducción de riesgos”, como son la Ley N°29664 “Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres” y el “Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014-2021”. Todos estos esfuerzos se aúnan para proteger la vida y los medios de la población, con mayor énfasis en los niños y adolescentes, regido por normas internacionales. En mérito a ello se ha desarrollado:

En el primer y segundo capítulo del presente trabajo de investigación; se desarrollan los aspectos generales, como objetivos, finalidad, justificación del proyecto, los antecedentes y el marco normativo.

En los capítulos tercero, cuarto, quinto, sexto y séptimo capítulo; se definen las características generales de la zona, objeto de estudio, como geomorfología, geología, geología estructural, hidrografía, ubicación Geográfica, vías de acceso, características sociales, económicas y físicas del territorio, entre otros.

El octavo capítulo se realiza la determinación del tipo de peligro predominante, analizando todos los peligros existentes en la zona, apoyados del SIGRID (Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres) y el SINPAD (Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación). La descripción de la metodología usada para la determinación del peligro, el área de influencia, y el área de trabajo, se describen los parámetros de evaluación, además de los factores condicionantes y desencadenantes. Se define el escenario, la estratificación del peligro y se consolida el mapa de peligros.

El noveno capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad, en sus tres dimensiones; social, económico y ambiental. Con sus respectivos factores de fragilidad y resiliencia. Par definir los niveles de vulnerabilidad, la estratificación de la vulnerabilidad y consolidar el mapa de Vulnerabilidad.

En el décimo capítulo se describe el procedimiento para el cálculo del riesgo, niveles de riesgo, la estratificación del nivel de riesgo, se consolida el mapa de riesgo y se realiza el cálculo de efectos probables (daños y pérdidas). También se define el control del riesgo, donde se identifica el nivel de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo, y se proponen las medidas de prevención y reducción, estructurales y no estructurales.

Finalmente se establecen las

## Capítulo I: Aspectos generales

### 1.1 Generalidades

En la región andina y terrenos montañosos son muy comunes los deslizamientos tanto de suelos y rocas, los cuales por lo general son inducidos por precipitaciones anómalas, intensidad y de larga duración. Lo que generados principalmente aumento en la presión de poros y perdida su grado de estabilidad, este fenómeno se produce en la micro cuenca de Yanamayo.

### 1.2 Ubicación y accesibilidad

- **Ubicación**

La microcuenca de Yanamayo, se ubica a 47.4 km de la ciudad del Cusco, al borde derecho del río Vilcanota, en la jurisdicción de los sectores Muñapata y Cjunucunca del distrito de Urcos, provincia de Quispicanchis y departamento del Cusco (Tabla 1).

La microcuenca de la quebrada Yanamayo tiene un área de 218.94 ha y hace parte de la cuenca del río Vilcanota, ubicada en la región Cusco, se encuentra entre los 3160 a 4090 msnm, tomados desde su punto más bajo en la desembocadura de la quebrada hacia el río Vilcanota y su parte más alta de cerro Cjunucunca, en la cabecera de microcuenca.

Las coordenadas medias de la delimitación son: En coordenadas UTM con proyección WGS84; 217425 E y 8486627 N, punto tomado desde el centroide de la quebrada Yanamayo. Datum, Horizontal Provisional para América del Sur (WGS 84) Sistema Cuadrículada: GCS y UTM Zona 19S. Ver figura 2, mapa de ubicación de la quebrada Yanamayo.

**Tabla 1**

*Datos de ubicación*

Departamento: Cusco	Distrito: Urcos
Provincia: Quispicanchis	Sector: Muñapata
Altitud en cabecera de la microcuenca:	4090 msnm
Altitud en pie de la microcuenca:	3120 msnm
Zona:	19L
Coordenadas UTM	Norte 8486818
	Este 217530

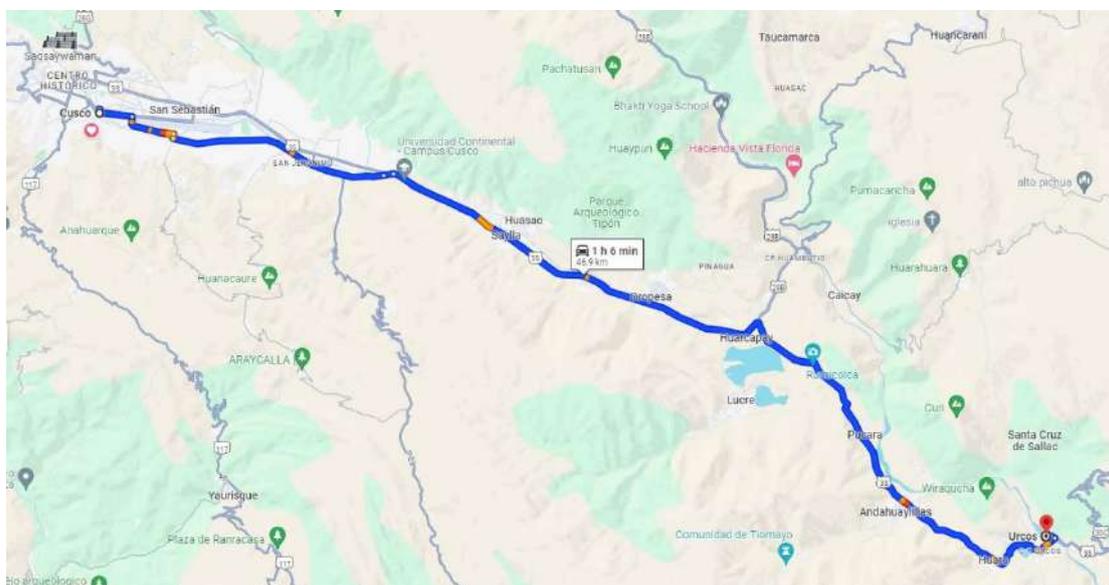
Fuente: Elaboración propia.

- **Accesibilidad**

El acceso a la quebrada Yanamayo, se realiza mediante vía terrestre desde el centro de la ciudad de Cusco hacia el distrito de Urcos por la carretera asfaltada de código 3S, por 41.4 km con un tiempo aproximado de recorrido de 1 hora con 9 minutos, para luego dirigirse hacia el sureste en dirección a sector de Muñapata, con un total de recorrido 6 km. Y tiempo aproximado de 5 min desde la ciudad de Urcos en el haciendo un total de 47.4 km y un recorrido total de 1 hora con 11 minutos por la panamericana del sur. Figura 1. Donde se puede ver la ruta para llegar hasta la quebrada Yanamayo desde la ciudad de Cusco.

**Figura 1**

*Accesibilidad al área de estudio*

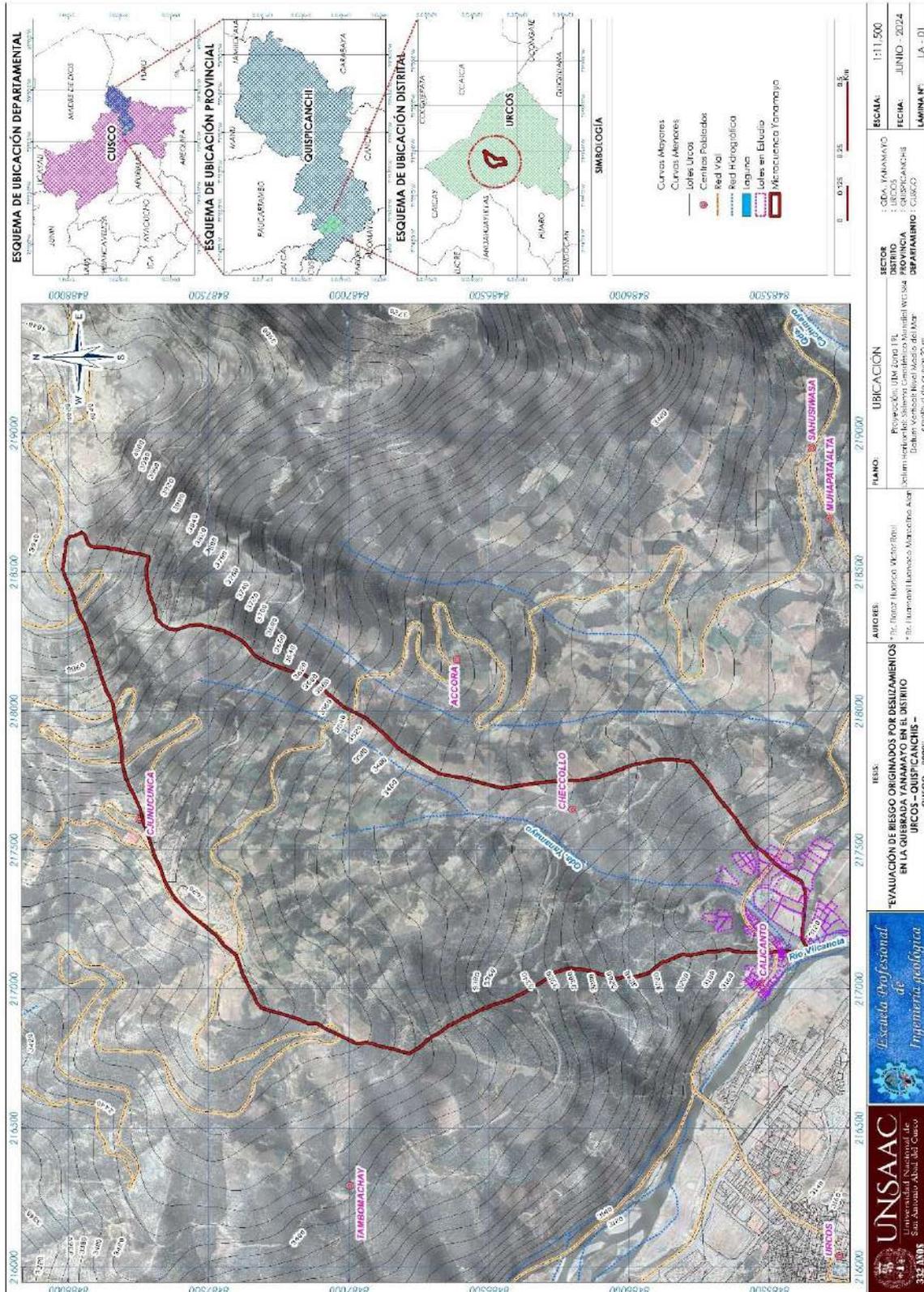


Fuente: Tomado de Google maps.

- **Clima**

La quebrada Yanamayo es parte de una geografía diversa que presenta la provincia de Quispicanchi. El relieve en la provincia presenta alturas que abarcan niveles ecológicos de naturaleza fría, y debido a su variado relieve, crea mesoclimas y microclimas diversos en diferentes estaciones del año. De acuerdo a la clasificación climática de Thomthwaite y (SENAMHI), la distrito de Urcos, donde se encuentra la quebrada Yanamayo, tiene dos tipos de clima en particular, el primer dominante es el Semiseco Semifrío con Invierno Seco, que se presenta entre los 3000 y 3600 msnm, con precipitaciones anuales promedio de 500 a 1000 mm y temperaturas anuales promedio de 12° a 14° C, y el segundo es el clima Lluvioso frío con Invierno Seco, que se presenta entre los 3600 a 4400 msnm, con precipitaciones anuales promedio de 980 a 1600 mm y temperaturas anuales promedio de 6.5° a 9°C. Los meses con mayores precipitaciones es de diciembre a marzo, y el resto del año es relativamente seco.

**Figura 2**  
*Mapa de ubicación*



Fuente: elaboración propia

## **1.3 Planteamiento del problema**

### **1.3.1 Descripción del problema**

En el área de estudio son evidentes los procesos de geodinámicos como deslizamientos, Condicionados por presenta pendientes fuertes a escarpadas, con afloramientos de rocas inestables, fracturadas y deleznales entre ellas la formación, Ananea y depósitos Cuaternario, y desencadenados por los fenómenos atmosféricos, como intensas y prolongadas precipitaciones, a razón del cambio climático mundial. que favorecen la reactivación del deslizamiento, generando riesgo en los asentamientos humanos y estructuras.

El presente estudio está orientado a dar respuesta a la problemática relacionada con la caracterizaciones y descripción del deslizamiento en la quebrada Yanamayo, la determinación de los niveles de vulnerabilidad para luego evaluar el nivel de riesgo en el sector de Muñapata. esto debido al incremento en la actividad del deslizamiento en los últimos años, en la quebrada Yanamayo.

### **1.3.2 Formulación del problema**

#### **Problema Principal**

- ¿Cuál es el nivel de riesgo en el sector Muñapata, originado por deslizamiento en la quebrada de Yanamayo, distrito de Urcos, provincia de Quispicanchis, región Cusco?

#### **Problemas Específicos**

- ¿Cuál es el nivel de peligro originado por deslizamiento en la quebrada de Yanamayo?
- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad en el sector de Muñapata?
- ¿Cuáles son las características geotécnicas físicas de los suelos para determinar la estabilidad/riesgo de talud?
- ¿Cuál es la velocidad de desplazamiento del deslizamiento?
- ¿Cuáles son las medidas de prevención y cuál es el costo?

### **1.3.3 Justificación e importancia**

La presente investigación es un aporte al conocimiento de la problemática del comportamiento del riesgo generado por procesos de deslizamientos en cuencas alto andinas,

que debido al incremento en la actividad de este fenómeno en microcuenca Yanamayo, podría generándose diversas dificultades en el crecimiento urbano, la infraestructura vial de en la red nacional que pasa próximo a la micro cuneca Yanamayo, por lo que este estudio es un aporte a la planificación del crecimiento urbano en el sector de Muñapata en concordancia y armonía con el entorno rural.

La identificación y caracterización de estos procesos geodinámicos, nos permite conocer los espacios de peligro, vulnerabilidad y riesgo, generados a consecuencia de las precipitaciones acumuladas como agente desencadenante y desestabilizador, por ello se generar modelos gráficos que nos permitan encontrar métodos de mitigación los cuales contribuyan a los planes de desarrollo urbano y planes de ordenamiento territorial, y de esta forma brinden soluciones para prevenir, conservar y mitigar daños que generen pérdidas económicas y sociales en el sector de Muñapata.

#### **1.3.4 Limitaciones**

La limitación más importante es el aspecto económico, los costos para poder hacer los estudios de campo, lograr identificar la estrategia y metodología que se debe usar. Al definir los tipos de ensayo y métodos de recolección de información la, la falta de conocimientos de como poder interpretar esta información. Luego de realizar los estudios se presentó la dificultad del ordenamiento y el análisis de parámetros identificados.

#### **1.3.5 Hipótesis**

- **Hipótesis general**
  - Las condiciones geológicas, geomorfológicas, pendientes, tipo de suelo, geodinámica interna, geodinámica externa, precipitaciones intensas y la construcción sin medidas de estabilización adecuadas son los principales factores para determinar que el nivel de riesgo en el sector de Muñapata es alto, originado por el deslizamiento en la Quebrada Yanamayo.
- **Hipótesis específica**
  - Los factores condicionantes y desencadenantes determinan un nivel de peligro alto por deslizamiento en la quebrada de Yanamayo.

- El análisis de vulnerabilidad social, económico y ambiental, determinan que el nivel de vulnerabilidad alto en el sector Muñapata.
- Las características geotécnicas – físicas de los suelos determinan el factor de seguridad del talud como malo.
- La velocidad del deslizamiento sobre su plano de falla es lenta.

### **1.3.6 Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar el riesgo en el sector de Muñapata, originado por deslizamiento en la quebrada de Yanamayo distrito de Urcos, provincia de Quispicanchis, región Cusco.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar cuál es el nivel de peligro originado por deslizamiento en la quebrada de Yanamayo.
- Determinar cuál es el nivel de vulnerabilidad en el sector de Muñapata.
- Determinar las características geotécnicas - físicas de los suelos para estabilidad/riesgo de talud.
- Evaluar y analizar la velocidad de desplazamiento del deslizamiento.
- Determinar medidas de prevención y realizar una evaluación de costos

## **1.4 Metodología**

Para realizar el estudio científico, se requiere tener una metodología de investigación y metodología de trabajo que son los siguientes:

### **1.4.1 Metodología de investigación**

La metodología aplicada en este estudio es descriptivo, deductivo y analítica.

Descriptiva, porque primeramente se hará una descripción de los distintos parámetros como es la litología, geomorfología, pendientes y geodinámica externa. Deductiva, ya que teniendo los anteriores datos podemos deducir las causas (factores). Analítica, para emplear el método correspondiente a los parámetros obtenidos, además de cuantificar y cualificar cada uno de ellos, para obtener los distintos grados de riesgos en la zona de estudio y su zonificación respectiva.(Hernández Sampieri et al., 1997)

## **1.4.2 Metodología de trabajo**

El presente trabajo de Tesis se ha efectuado en cuatro etapas, todas muy importantes e imprescindibles, son las siguientes:

### **a) Etapa de planeamiento u organización**

- Designar del equipo profesional (Asesores y Tesistas).
- Determinar responsabilidades, metas y plazos a cumplir.
- Establecer y fundamentar el tipo de metodología a seguir para el estudio.

### **b) Etapa de pre campo**

- Recopilación y análisis de la información bibliográfica local y regional del área de estudio, referida al tema destacando aquella relacionada a la geología del lugar, los peligros geológicos; así como publicaciones dentro del área de estudio y el ámbito nacional.
- Recopilación y análisis de Tesis referidas al lugar de estudio y relacionada del tema del mismo.
- De los trabajos previos a la tesis, se extrae los aportes y los puntos más relevantes.
- Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales. CENEPRED.
- Revisión de trabajos preliminares (publicaciones, cuadrángulo, tesis), análisis de información bibliográfica puntual, local y regional. Todas las anteriores relacionadas al tema de estudio.
- Generación de cartografía básica: elaboración de mapas topográficos, descargas de imágenes satelitales orto rectificadas, descargas de imágenes DEM y preparación de MDT.
- Preparación de base de datos preliminares en gabinete (cartografiado de parámetros geológicos mediante satélites para su posterior comprobación en campo).

**c) Etapa de campo**

- Cartografiado de las unidades estratigráficas.
- Cartografiado y verificación de parámetros usados para ponderación de datos.
- Mapeo local.
- Medidas de sección estratigráficas.
- Identificación y medición de las diferentes estructuras geológica.
- Caracterización el tipo de suelos.
- Características mecánicas de los afloramientos rocosos.
- Muestreo de rocas.
- Toma de fotos (registro fotográfico).

**d) Etapa de post campo**

- Estudio de las muestras de rocas y suelos.
- Interpretación y análisis de los datos de campo.
- Interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas.
- Elaboración de gráficos, mapas, secciones, esquemas finales, etc.
- Elaboración y redacción del informe final.
- Procesamiento de los datos obtenidos en campo.
- Elaboración de base de datos con los resultados del mapeo de campo, descripción de parámetros evaluados dentro de la quebrada.
- Preparación de mapas temáticos como: mapa de pendientes, mapa geomorfológico, mapa litológico, etc. Todos estos mapas serán usados para la evaluación de susceptibilidad de la quebrada.
- Elaboración de mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa con el software ArcGIS.
- Elaboración del mapa de peligrosidad.
- Elaboración del mapa de vulnerabilidad.
- Elaboración del mapa de riesgo.

## Capítulo II: Marco teórico

### 2.1 Antecedentes

Antes de realizar este estudio se revisaron minuciosamente trabajos geológicos previos relacionados a la microcuenca de Yanamayo.

#### a) Antecedentes internacionales

Chinome Martínez, (2018) realizó la investigación de “Estudio de geología para ingeniería del deslizamiento presente en el km+18 de la vía belén-paz de río en el departamento de Boyacá a escala 1:2000”. El proyecto determina el componente geológico, geomorfológico y geotécnico en el área del deslizamiento ubicado en el kilómetro +18 de la vía Belén-Paz de Río el cual tiene un área aproximada de 13 Ha y genera en esta zona de inestabilidad una amenaza a esta importante vía de comunicación entre los municipios de la región, algunas viviendas que se encuentran a un costado de esta y el Río Soapaga que se encuentra a menos de 100 metros del deslizamiento.

El análisis por susceptibilidad de movimientos en masa utiliza la metodología propuesta por el Servicio Geológico Colombiano y fue la base para conocer la susceptibilidad por deslizamiento de esta zona. Como factores condicionantes se consideran los relacionados con las características geológicas, geomorfológicas, geotécnicas de las laderas y los factores directamente relacionados con la intervención antrópica, mientras que los detonantes se relacionan con las precipitaciones y sismos los cuales pueden modificar las condiciones de estabilidad de una ladera.

#### b) Antecedentes nacionales

Aranda Leiva et al., (2023) realizaron el informe técnico sobre “Informe de Evaluación de Riesgo por deslizamiento en el Sector Nunupata con el río Huachecsa en el distrito de Chavin de Huantar provincia de Huari- departamento de Ancash”. La zona en estudio presenta algunas características propias como pendientes altas, tipo de suelo en función a su valor de capacidad admisible, geología, geomorfología, áreas de cultivo en zonas deslizadas, que podrían ser factores para generar un nivel de riesgo de deslizamiento muy alto. El informe técnico está enfocado en el principal peligro de fenómeno hidrometeorológico, debido a que en los últimos años han sido afectados por lluvias anómalas e intensas, el consultor en el presente informe detalla los elementos expuestos, evalúa el riesgo y plantea algunas recomendaciones del tipo estructural y no estructural, para reducir el riesgo en el área de estudio.

### **c) Antecedentes regionales**

Por otro lado, también se tienen investigaciones de Carlotto & Cárdenas, (2003) “Revisión y Actualización del Cuadrángulo de Cusco (28-s) Escala 1:50 000” El presente informe es el resultado del estudio geológico y cartografiado a escala 1:50,000 de 4 cuadrantes del Cuadrángulo de Cusco (28-s), desarrollado dentro del plan de Revisión y Actualización de los Cuadrángulos de la Carta Geológica Nacional de la Franja Nro. 3, llevado a cabo por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

(Benavente Velasquez et al., 2004) “Estudio del mapa de Peligros de la ciudad del Cusco” Es así que en la elaboración del presente trabajo se tomó en cuenta el aporte de la Geología, La ingeniería Civil y la Cartografía en sus componentes de Estratigrafía, Geología Estructural, Geodinámica, Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Geofísica y Sistemas de Información Geográfica. El trabajo se basa principalmente en la información existente recopilada por el equipo de especialistas encargados del proyecto, así como de una parte de información elaborada específicamente para este caso. Esto ha requerido de un esfuerzo de estandarización, síntesis y sistematización de información de diverso origen.

### **d) Antecedentes locales**

Existen deslizamientos de tierra antiguos, que posteriormente se reactivaron de arena, limo, arcilla, diatomita y grava poniendo en riesgo. Las quebradas en ocasiones se rellenaron formando depósitos poco compactos, estratos a favor de la pendiente, pendientes pronunciadas, suelos sin cobertura vegetal, cortes de taludes, a consecuencia se activan o reactivan como derrumbes, flujos de detritos, deslizamientos, reptaciones, asentamientos, erosión superficial con presencia de cárcavas.

(García Fernández Baca et al., 2018) informe técnico Informe Técnico “Evaluación Geológica y Geodinámica del deslizamiento activo de Supayhuayco”. La municipalidad distrital de Lucre en la provincia Quispicanchi, Región Cusco, solicitó a nuestra institución mediante Oficios N°224-2018-A/MDL-Q y N°237-2018-A/MDL-Q, la participación del INGEMMET en la evaluación técnica en la formación de un movimiento en masa en la quebrada Supayhuayco, a unos 300m del distrito, el cual inició su formación el último 18 de mayo, formando un importante escarpe que inicialmente no pasaba de 1 m de altura. Asimismo, una inspección técnica-geológica en los alrededores del movimiento en masa (deslizamiento) para futuras medidas de prevención.

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Movimientos en masa**

El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991). Algunos movimientos en masa, como la reptación de suelos, son lentos, a veces imperceptibles y difusos, en tanto que otros, como algunos deslizamientos pueden desarrollar velocidades altas y pueden definirse con límites claros, determinados por superficies de rotura (Crozier, 1999, en Glade y Crozier, 2005).

Los movimientos en masa son procesos esencialmente gravitatorios, por los cuales una parte de la masa del terreno se desplaza a una cota inferior de la original sin que medie ostensiblemente medio de transporte alguno, siendo tan solo necesario que las fuerzas estabilizadoras sean superadas por las desestabilizadoras. Este tipo de procesos gravitatorios se interrelacionan mutuamente con las precipitaciones altas, de tal forma que frecuentemente las lluvias torrenciales son causantes y/o precursoras de los movimientos en masa, ya que aumentan las fuerzas desestabilizadoras y reducen la resistencia del suelo al deslizamiento (Gray y Sotir, 1996; Tragsa y Tragsatec, 1994).

Algunos movimientos en masa, como la reptación de suelos, son lentos, a veces imperceptibles y difusos, en tanto que otros, como algunos deslizamientos pueden desarrollar velocidades altas y pueden definirse con límites claros, determinados por superficies de rotura (Crozier y Glade, 1999).

### **2.2.2 Clasificación de los movimientos de masa**

La clasificación de movimientos en masa de Varnes (1958, 1978) y Hutchinson (1968, 1988) son hoy en día, los sistemas más ampliamente aceptados en el mundo de habla inglesa e hispana. Varnes (1958 y 1978) emplea como criterio principal la clasificación, el tipo de movimiento y en segundo lugar el tipo de material. Así divide los movimientos en masa en cinco tipos: caídas, vuelcos, deslizamientos, propagaciones y flujos. Además, divide los materiales en dos clases: rocas y suelos, éstos últimos subdivididos en detritos y tierra. De esta manera, presenta definiciones para varias posibles combinaciones de tipo de movimiento y material, los datos presentados en la Tabla 2 apoya esta idea. La velocidad de los movimientos de masa está representada en la Tabla 3.

**Tabla 2***Tipos de movimientos de masa*

Tipo	Subtipo
Caídas	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, deslizamiento en cuña
	Deslizamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta
	Propagación lateral por licuación (rápida)
	Flujo de detritos
	Crecida de detritos
	Flujo de lodo
	Flujo de tierra
	Flujo de turba
Flujo	Avalancha de detritus
	Avalancha de rocas
Reptación	Deslizamientos por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
	Reptación de suelos
	Soliflucción, geliflucción (en permafrost)

Fuente: Región Andina: Guía para la Evaluación de Amenazas (2007).

**Tabla 3***Escala de velocidades según Crudén y Varnes (1996)*

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

Fuente: Crudén y Varnes (1996).

**a) Deslizamiento**

Es un movimiento ladero abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

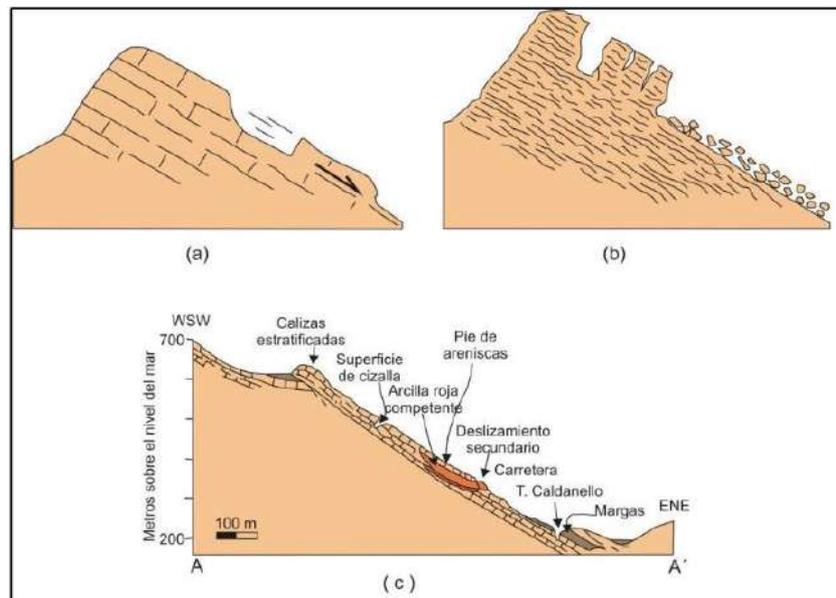
En el sistema de Varnes (1978), se clasifican los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales a su vez pueden ser planares o en cuña. Sin embargo, las Superficies de rotura de movimientos en masa son generalmente más complejas que las de los dos tipos anteriores, pues pueden consistir de varios segmentos planares y curvos, caso en el cual se hablará de deslizamientos compuestos (Hutchinson, 1988).

### ➤ Deslizamiento traslacional

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden & Varnes, 1996). En un macizo rocoso, este mecanismo de falla ocurre cuando una discontinuidad geológica tiene una dirección aproximadamente paralela a la de la cara del talud y buza hacia ésta con un ángulo mayor que el ángulo de fricción (Hoek & Bray, 1981). En la Figura 3, se puede observar esquemas de deslizamiento traslacional.

### Figura 3

*Esquema de un deslizamiento traslacional*

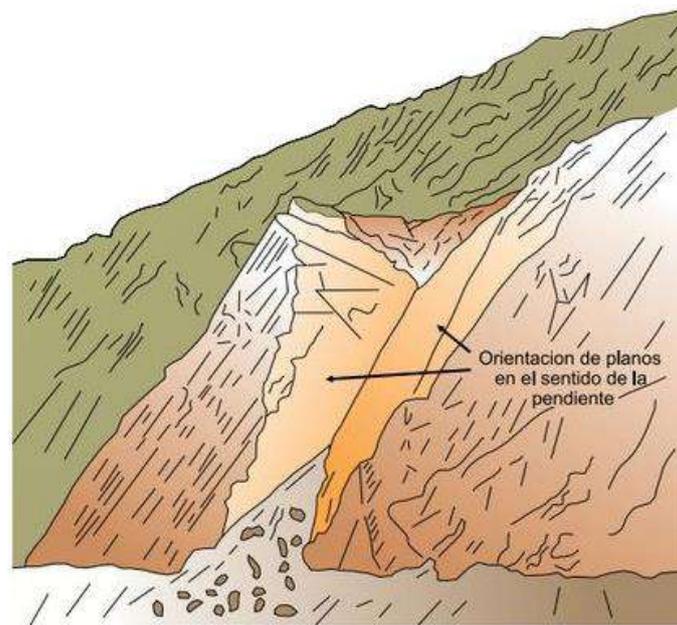


Nota. (a) y (b) Esquema de un deslizamiento traslacional, llamado resbalamiento y corrimiento según Corominas y Yagué (1997); (c) Esquema de deslizamiento traslacional de roca en Cerchiaria di Calambria, sur de Italia (la disgregación de material no puede observarse debido a la escala de la figura). Según Antronico et al., (1993) en Dikau et al., (1996).

En los casos en que la traslación se realiza a través de un sólo plano se denomina deslizamiento planar (Hoek & Bray, 1981). El deslizamiento en cuña, es un tipo de movimiento en el cual el cuerpo del deslizamiento está delimitado por dos planos de discontinuidad que se interceptan entre si e interceptan la cara de la ladera o talud, por lo que el cuerpo se desplaza bien siguiendo la dirección de la línea de intersección de ambos planos, o el buzamiento de uno de ellos ver Figura 4.

#### **Figura 4**

*Esquema de un deslizamiento en cuña*



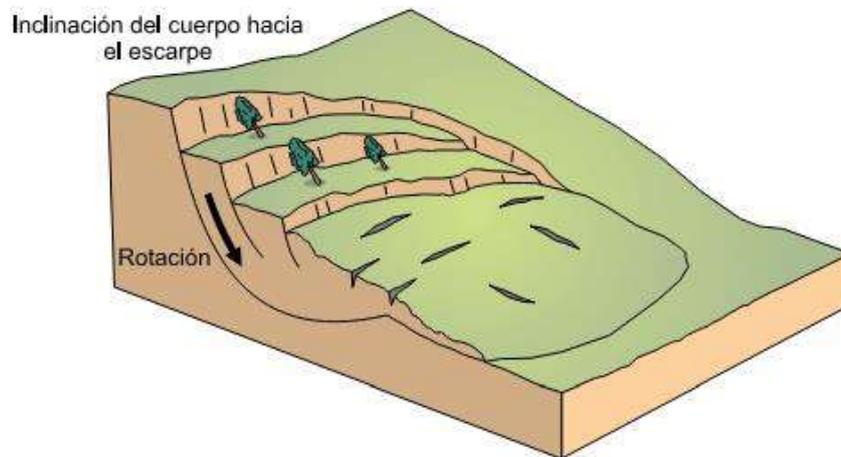
Fuente: Tomado de (Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007, p. 39).

#### ➤ **Deslizamiento rotacional**

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto estabilizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas (Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007). En la Figura 5, se puede observar el esquema del deslizamiento rotacional.

## Figura 5

*Esquema de deslizamiento rotacional mostrando rasgos morfológicos característicos*



Fuente: Tomado de (Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007, p. 42).

Algunos deslizamientos tienen superficies de falla que no son ni rotacionales ni planares. Este tipo de deslizamiento es denominado por Hutchinson (1988) deslizamiento compuesto. La superficie de ruptura se desarrolla a lo largo de planos de plegamiento, o por la intersección de varias discontinuidades planares o por la combinación de superficies de ruptura y de planos de debilidad de la roca. El movimiento a lo largo de superficies de deslizamiento compuestas no es cinemáticamente posible sin que ocurra cizalla interna significativa en el cuerpo del deslizamiento (Hutchinson, 1988).

### 2.2.3 Riesgos por movimientos de masa

El riesgo ante los movimientos en masa involucra la estimación de esta mediante la utilización de un parámetro de intensidad, la identificación de los elementos expuestos y la calificación de su vulnerabilidad frente a estos fenómenos. (Masana García et al., 2014)

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. (Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007, p. 31)

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

$$R = P \times V$$

Siendo:

R: Riesgo, P: Peligro y V: vulnerabilidad

**a) Peligro**

Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos. (Glosario de términos CENEPRED, 2024, p. 4)

**b) Identificación de peligros**

Conjunto de actividades de localización, estudio y vigilancia de peligros y su daño potencial, que forma parte del proceso de estimación del riesgo. (Glosario de términos CENEPRED, 2024, p. 4)

**c) Peligro inminente**

Fenómeno de origen natural o inducido por la acción humana, con alta probabilidad de ocurrir y de desencadenar un impacto de consecuencias significativas en la población y su entorno de tipo social, económico y ambiental. (Glosario de términos CENEPRED, 2024, p. 4)

**d) 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 presente estudio, se han considerado la estructura física de las viviendas aledañas a la zona de peligro. (Glosario de términos CENEPRED, 2024, p. 6)

**e) Desastre**

Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana. (Glosario de terminos CENEPRED, 2024, p. 1)

**f) Riesgo**

Es el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. 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. (Glosario de terminos CENEPRED, 2024, p. 6)

#### **2.2.4 Precipitación pluvial**

Es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie de la tierra, la precipitación puede ser en forma de lluvias (gotas de 0.5 mm), granizadas (gotas entre 5 y 50 mm), garuas (gotas menores a 0.5 mm) y nevadas. (Villón Béjar, 2002, p. 69)

##### **Tipos de precipitación**

entre ellas tenemos precipitaciones convectivas se produce al chocar dos nubes con diferente temperatura, precipitación orográfica sucede cuando el flujo de aire encuentra en su camino un sistema montañoso y precipitación ciclónica donde el aire cálido es desplazado violentamente hacia arriba por el aire frío, dando lugar a nubosidad de gran desarrollo vertical acompañada de chubascos que a veces son muy intensos. (Villón Béjar, 2002, p. 70)

#### **2.2.5 Sistemas de información geográfica**

El uso y la importancia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es cada vez más común, ya que aproximadamente el 70% de la información que manejamos en cualquier disciplina está georreferenciada. Es decir que se trata de información a la cual se puede asignar una posición geográfica, y es por tanto información que viene acompañada de otra información adicional relativa a su localización (Olaya, 2012, p. 30)

Según F. J. Moldes (Moldes, 1995) un SIG es un “conjunto de programas y aplicaciones informáticas que permiten la gestión de datos organizados en base de datos, referenciados espacialmente y que pueden ser visualizados mediante mapas”. (p. 15)

Cabe aclarar que no se trata sólo de un sistema de software. En efecto, como señala la National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA), un SIG es “un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados para resolver problemas complejos de planificación y gestión”. (NCGIA, 1990, p. 4)

Los Sistemas de Información Geográfica pueden definirse de forma provisional como sistemas que permiten almacenar datos espaciales para su consulta, manipulación y representación. La representación de datos espaciales es el campo de estudio de la Cartografía. (Zarria, 2006, p. 3)

Además de la capacidad propia de los SIG, técnicas ajenas a éstos han sido integrados a los mismos, como son las técnicas de evaluación multicriterio, importante para la elaboración de mapas de susceptibilidad (Barredo Cano & Gómez Delgado, 2006).

### **2.3 Geomorfología regional**

La geomorfología de nuestra región comprende geofomas variada y accidentada, dados por la tectónica activa de los andes y la actividad del agua que actúa como agente modelador, y que han generado la cadena de montañas de la cordillera oriental y los valles interandinos, en cuya zona se encuentra ubicada la zona de estudio.

#### **Cordillera Oriental**

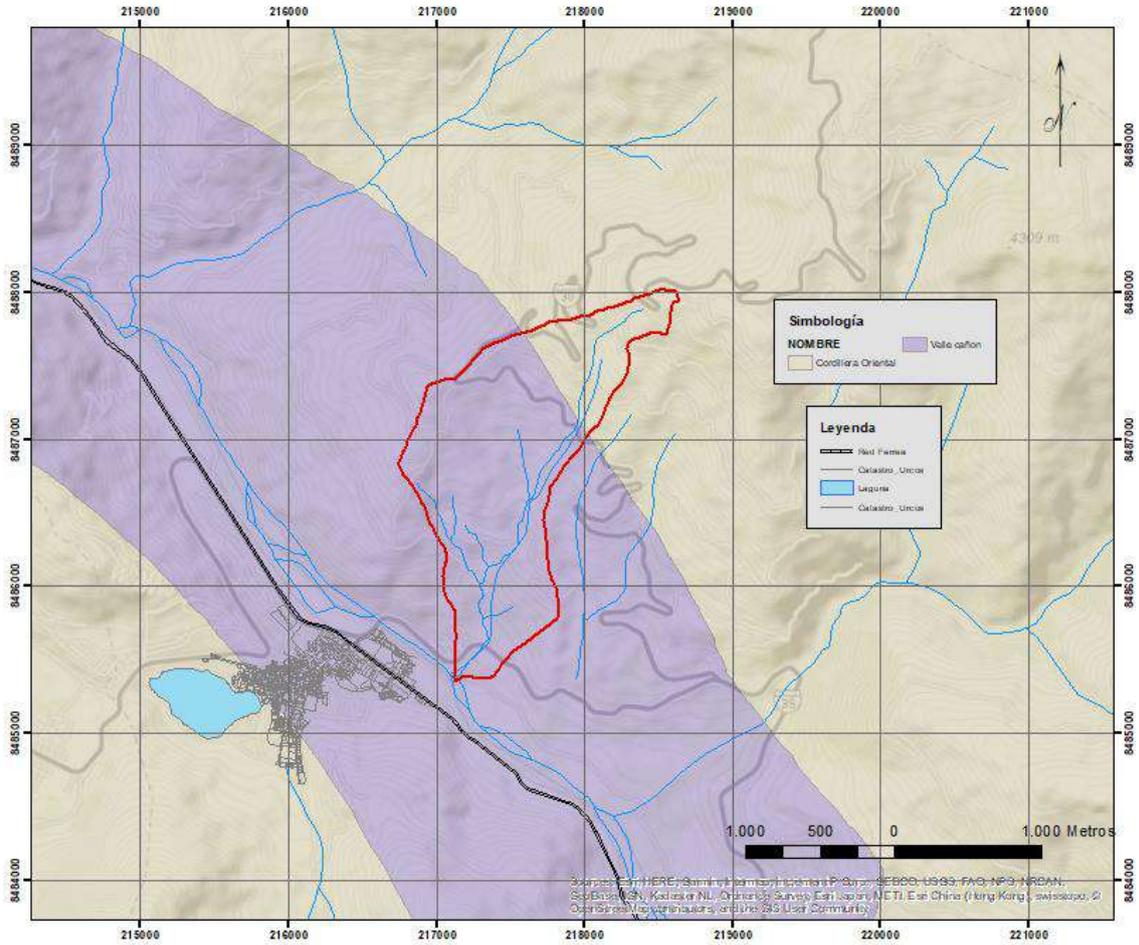
Las unidades geomorfológicas regionales representativas en la zona de estudio son: La Cordillera Oriental expone esencialmente una litología de pizarras de la Formación Ananea (Siluro-Devónico) y escasamente de cuarcitas y diamictitas de la Formación Ccatca (Devónico terminal) cuyos espesores superan los 2000 m. Igualmente aparecen algunos cuerpos intrusivos que señalan sistemas de fallas importantes. La tectónica se manifiesta por fallas inversas y cabalgamientos NO-SE con vergencia SO, asociados a pliegues que hacen repetir las formaciones del Siluro-Devónico. La Cordillera Oriental está bordeada al sur por fallas NO-SE que la separan del Altiplano. Estas fallas son de Pitucancho y principalmente la de Urcos, que se muestran actualmente como inversas convergencia SO. Al norte se encuentra el sistema de fallas Churo. Estos sistemas, junto con el sistema Ccatcca-Ocongate, son los controles estructurales de la Cordillera Oriental. (Carlotto & Cárdenas, 2003, p. 4) Ver Figura 6.

#### **Zona Intermedia Altiplano-Cordillera Oriental: Anticlinal de Vilcanota**

Esta zona expone pizarras y cuarcitas del Paleozoico inferior, calizas, margas, areniscas lutitas y volcanitas del Paleozoico superior (Grupo Copacabana y Formación Ene) y del Mesozoico (Grupo Mitu, formaciones Caicay y Huancané, Grupo Yuncaypata y formaciones Quilque-Chilca). Las alturas máximas alcanzadas en esta zona sobrepasan los 4800 msnm y destacan particularmente las Montañas de Pachatusan, cuyas laderas norte son bastante abruptas por el desnivel en relación al río Vilcanota, en tanto que al sur es suave, incluso con presencia de mesetas como la de Huaccoto que se halla a una altura promedio de 4000 msnm. En esta unidad destaca el valle del río Vilcanota (Foto 3) que en la zona de estudio es un valle interandino que recorre desde 3330 hasta 3025 msnm y sigue de SE a NO sobre el sistema de fallas Vilcanota, Urcos y Huambutío. Este río tiene un ancho medio de 300 a 500 m y ha formado terrazas fluvio aluviales, con laderas empinadas a muy empinadas. (Carlotto & Cárdenas, 2003, p. 4) Ver Figura 6.

**Figura 6**

*Mapa geomorfológico regional en relación a la cuenca Yanamayo*



Fuente. Elaboración propia.

## Capítulo III: Geomorfología

La geomorfología de nuestra región comprende geoformas variada y accidentada, dados por la tectónica activa de los andes y la actividad del agua que actúa como agente modelador, y que han generado la cadena de montañas de la Cordillera Oriental y los valles interandinos, en cuya zona se encuentra ubicada la zona de estudio.

### 3.1 Geomorfología local

El contexto geomorfológico local está situado dentro de la unidad regional montañas altas, y se han distinguido 6 unidades geomorfológicas, las cuales son: coluviones, laderas medias, laderas escarpadas, plataformas estructurales, terrazas aluviales y cono aluvial. Como se puede apreciar en la Figura 13.

#### 3.1.1 Coluviones (Co)

Se logra identificar una masa incoherente de materiales sueltos y heterogéneos de suelo o fragmentos de roca, depositados por lavado de la lluvia, los cuales se depositan en la base de las laderas. Esta unidad corresponde a depósitos de escorrentía, que generalmente se encuentra en la base de las colinas o de las laderas de pendiente moderada de entre  $15^{\circ}$  a  $25^{\circ}$ . Localizadas en las partes bajas y medias de las laderas adyacentes a la quebrada Yanamayo, esta geoforma es producto de la acumulación de materiales (suelo residual y/o fragmentos de roca) por arroyada difusa, meteorización y movimientos en masa, y presenta cierto grado de disección (media a alta) y una vegetación pionera bien desarrollada. Como podemos apreciar en la Figura 7. La foto proporciona la ubicación de depósitos de coluviones antiguos.

#### Figura 7

*Se observa los coluviales en la zona media de la quebrada Yanamayo*



Fuente: elaboración propia.

### 3.1.2 Laderas medias de montaña

Escorrentía difusa frecuente con erosión mediana a localmente fuerte de los suelos. Surcos y cárcavas frecuentes. Eventuales pequeños a grandes movimientos de masa en laderas moderadamente empinadas y empinadas.

Zonas medianamente estables, con algunos sectores inestables de regular dimensión. Escorrentía difusa frecuente, con erosión leve a mediana en los suelos. Eventuales pequeños a grandes movimientos de masa en laderas moderadamente empinadas y sobre todo en las laderas montañosas empinadas a escarpadas. Como podemos observar en la Figura 8. En la foto se puede observar ladera media y Figura 9. Las fotos A y B se observa laderas intermedias con material suelo compuesto principalmente de pizarras cubiertos por vegetación.

#### Figura 8

*Laderas medias de montaña zona superior de la quebrada Yanamayo*



Fuente: Elaboración propia.

#### Figura 9

*Laderas intermedias laterales de la quebrada Yanamayo*

A



B



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3 Vertientes de montaña empinada – escarpadas (Vme-Es)

Esta unidad se distribuye a lo largo de los cauces y zonas de drenaje, principalmente es producto de la erosión a largo del cauce y zonas de erosión pluvial, también se puede ver estas geoformas en la cresta del deslizamiento de la Quebrada Yanamayo, como efecto del desplazamiento de este, formando escarpes de pendientes muy altas. En este tipo de geoformas el escurrimiento superficial es difuso, en surcos y cárcavas frecuente, en tanto que el derrumbe y deslizamiento pueden ser de carácter calamitoso. El grado de erosión es fuerte, con alto riesgo de generar derrumbes y colapsos de suelos. La pendiente dominante en estas vertientes, es muy empinada a extremadamente empinada; es decir,  $> 50^\circ$  de inclinación del terreno respecto al plano horizontal. Como podemos apreciar en la Figura 10. Se observa escarpes de pendiente muy alto, y Figura 11. Se observa escarpas en laderas dentro de la quebrada Yanamayo.

#### Figura 10

*Vertiente escarpada en la zona superior de la quebrada Yanamayo*



Fuente: Elaboración propia.

#### Figura 11

*Escarpe en ladera en la zona superior de la quebrada Yanamayo*



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4 Plataforma estructural (Pe)

Esta unidad se ubica en las zonas intermedia del deslizamiento, formando una superficie llana a manera de terrazas cuyo declive es variable de  $0^{\circ}$ - $10^{\circ}$ , donde la configuración de esta unidad está controlada por las estructuras locales como la escarpa de la falla, los alineamientos y la principal Falla PitucanCHA. Esta última orientada de NO-SE.

### 3.1.5 Cono aluvial (Ca)

Esta unidad se ubica en las partes bajas de los drenajes efímeras, son depósito de materiales transportados, que generan zonas en forma de conos, y además distinguidas por la baja pendiente y el tipo de material que lo compone.

Esta unidad está controlada básicamente por la actividad de los drenajes, en este caso por la actividad erosiva de la quebrada Yanamayo, el cual durante las épocas de precipitación genera gran cantidad de acumulación o deposición del material aluvial, donde la mayor parte de ellas se ubican en los depósitos de los sedimentos.

### 3.1.6 Terraza aluvial (Ta)

Esta unidad se ubica en las partes laterales de la quebrada Yanamayo y las quebradas adyacentes, formando relieves casi llanos, donde la morfogénesis de esta unidad se debe básicamente a la acumulación de los materiales aluviales en las partes laterales del cauce de la quebrada, y son controladas por la actividad de cada agente del transporte. Como podemos identificar en la Figura 12. La zona de depósitos de material aluvial.

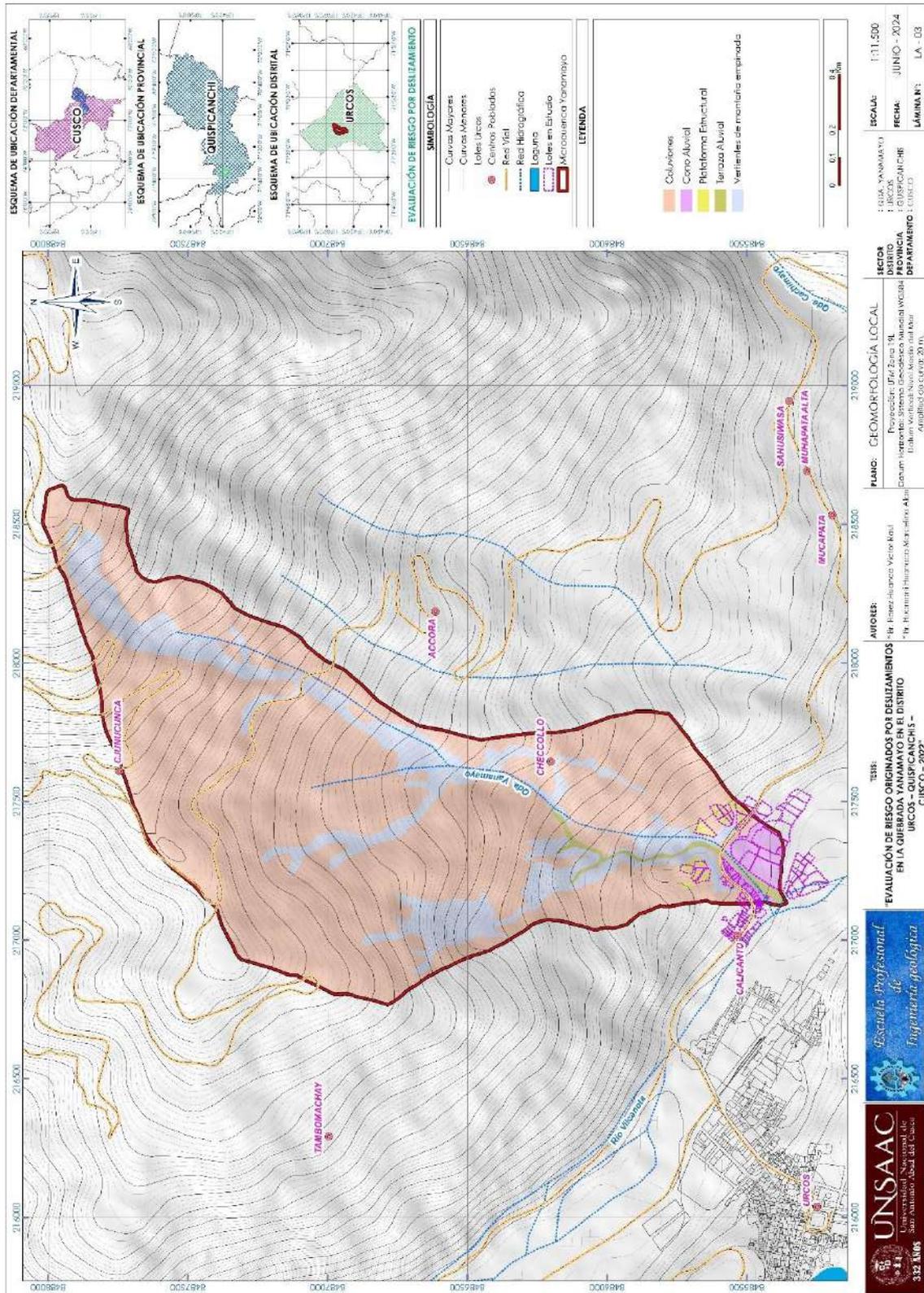
#### Figura 12

*Terraza aluvial, quebrada Yanamayo*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 13**  
*Geomorfología local*



Fuente: elaboración propia.

## Capítulo IV: Geología

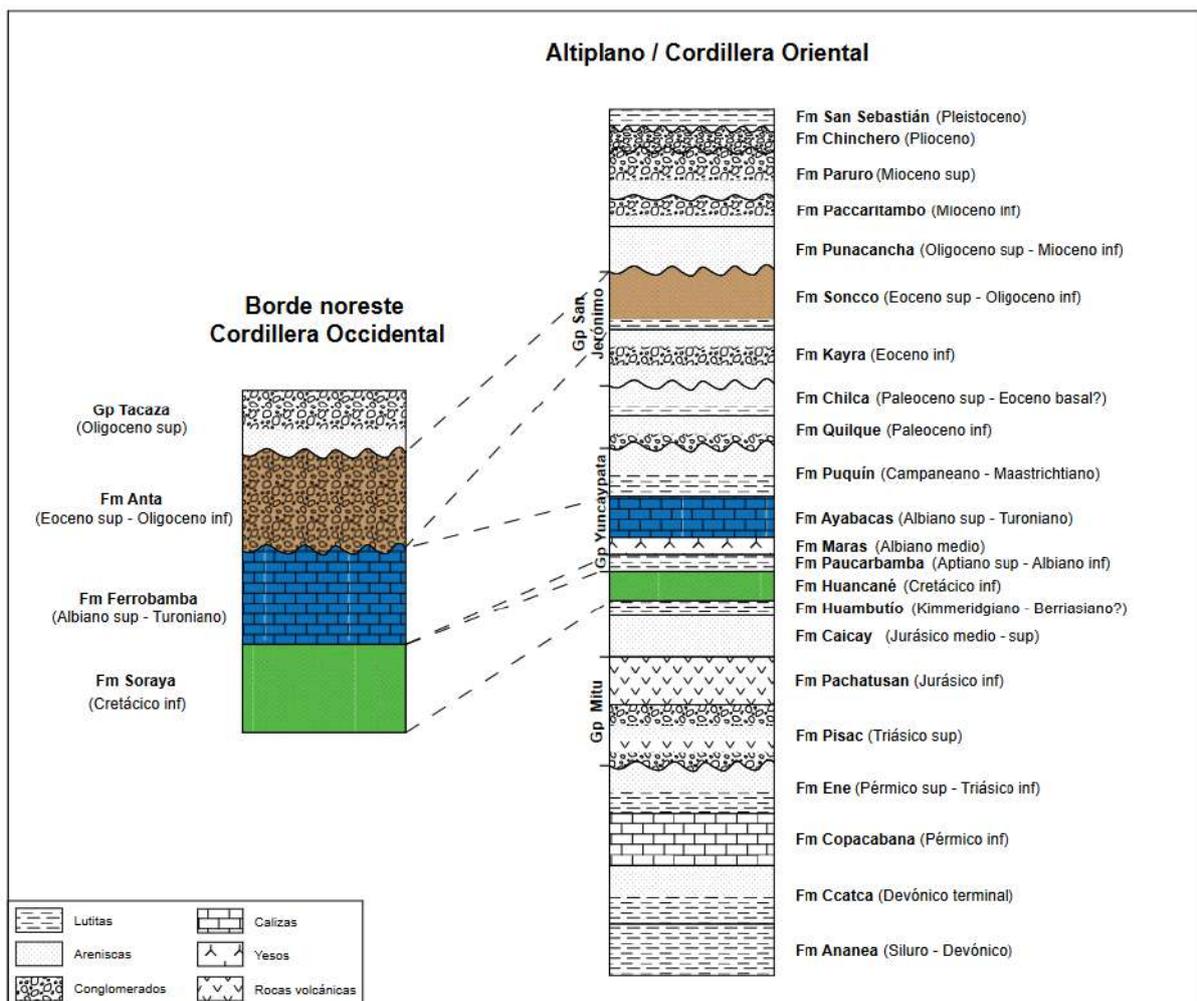
La geología regional está conformada por depósitos sedimentarios cuyas edades gradan desde el Cretácico hasta depósitos recientes del cuaternario, conformado por las siguientes unidades: Formación Kayra, Formación Huancané, Formación Maras, Formación Huambutio, Grupo Mitu, Formación Ccatca, Formación Ananea, Dep. Coluviales y Dep. Aluviales.

### 4.1 Geología regional

La zona de estudio se aprecia una gran cantidad de unidades litoestratigráficas que corresponden principalmente a rocas del Cretácico - Eoceno, para la zona de estudio se consideró unidades geológicas más cercanas al entorno de estudio. Como se muestra en la Figura 14. Esquema estratigráfico de la región del Cusco.

**Figura 14**

*Estratigrafía de los dominios morfoestructurales regionales del Cusco*



Fuente: (Carlotto et al., 2011, p. 15)

#### **4.1.1 Formación Ananea Miembro Superior, (Sd-A/S)**

Intercalación de metapelitas y limolitas verde olivo; presenta ondulitas entre sus planos de estratificación y estructura flaser bedding, y estratos medianos (20cm) y delgados (<5cm). Aflora alrededor del poblado de Ocongate en los cerros Mesapata, Pinchimuro, Pararani, Boltone, Pucara y Cebadapata (Carlotto et al., 2011). Como podemos apreciar en la Figura 15.

Son estratos delgados de pizarras de coloración gris a gris oscura, se encuentran foliados y presentan fractura astillosa. Aflora en la parte SO de Quispicanchi en los cerros Jatún Pata Punta, Ajotera, Salla Cancha Punta, Uña Pacana, Pilticunca, Ritacorpa, Sanisalla, Comercocha, Pucaloma, Carán, Condorsamana, Allacjasa, Ruccayoc, Josjohuarina, Yanahuaylla, Canchahuana, Sepulturayoc; también, aflora en la margen del río Mapocho, en el nevado Antaymarca y en el nevado Aquichua (Carlotto et al., 2011). Como podemos apreciar en la Figura 15.

#### **4.1.2 Formación Ccatca (Ds-Ca)**

Mendivil (1978) denominó así a una secuencia de areniscas y limolitas que afloran en forma continua y conspicua en la gran parte nororiental del cuadrángulo del Cuzco, al Este del pueblo de Ccatca, con gran propagación hacia los cuadrángulos de Calca, Ocongate y Pillcopata. El espesor de esta unidad no se ha precisado, pero se asume que sobrepasa los 1000 m. A la Formación Ccatca se le correlaciona con la parte superior del Grupo Cabanillas (Newell, 1949) del lago Titicaca, y con la Formación Lampa. (Carlotto & Cárdenas, 2003, p. 9) de los alrededores de Juliaca. Está compuesta por diamictitas, pizarras y cuarcitas con laminaciones hummocky, pero probablemente en un ambiente glaciomarino con influencia de olas y tormentas. Como podemos apreciar en la Figura 15.

#### **4.1.3 Grupo San Jerónimo**

Una potente serie roja de origen continental de más de 6000m de espesor conocida como Grupo San Jerónimo (Córdova, 1986), aflorando ampliamente al sur en la microcuenca Yanamayo, el borde izquierdo del río Vilcanota. Actualmente se han definido como las formaciones Soncco y Kayra las que componen este Grupo San Jerónimo. (Carlotto et al., 2011, p. 38), en la zona de estudio solo aflora formación Kayra.

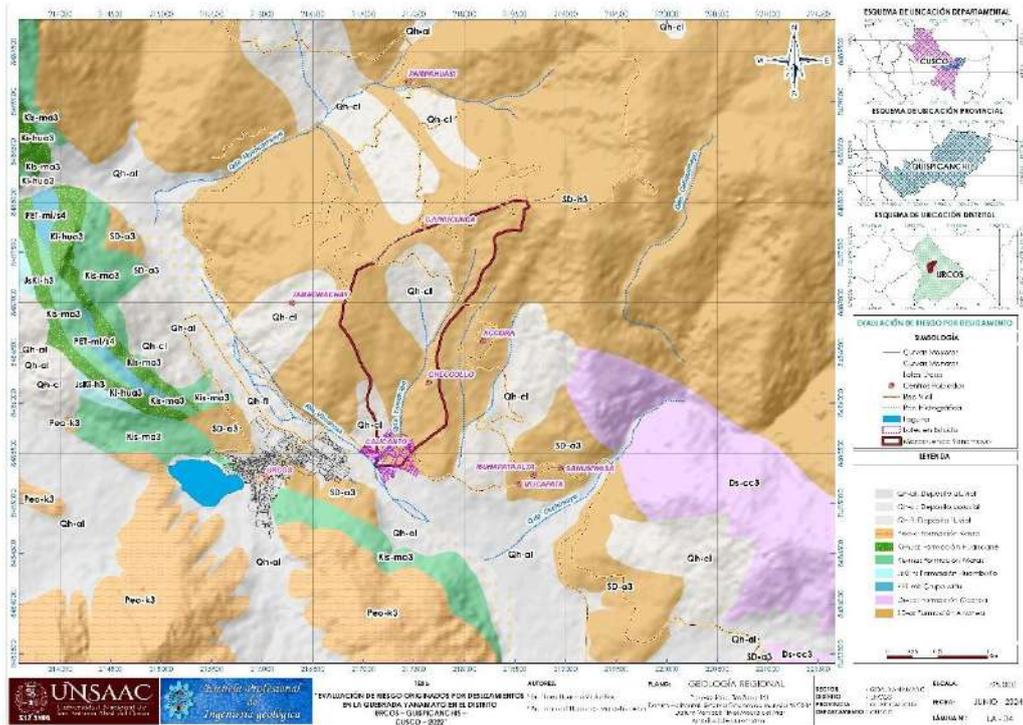
#### **4.1.4 Formación Kayra**

Esta formación aflora al Sur de la microcuenca de Yanamayo, en la margen izquierda del río Vilcanota, en las laderas del cerro Mollebamba. Está constituido por areniscas feldespáticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas. Este conjunto se desarrolló en un medio fluvial entrelazado y llanura de inundación. La parte media-superior es más gruesa y está compuesta por areniscas y microconglomerados con clastos volcánicos y cuarcíticos de un medio fluvial altamente entrelazado. La formación acaba con facies areno-pelíticas de llanura de inundación y canales divagantes. Las paleocorrientes indican que las partes proceden del sur y suroeste. El espesor de esta unidad varía entre 2000 y 3000m (Carlotto & Cárdenas, 2003). Como podemos apreciar en la Figura 15.

#### **4.1.5 Depósitos Cuaternarios**

Considerando los conos aluviales y de deyección dentro de estos depósitos. Estos conos están adosados principalmente a la desembocadura de las quebradas adyacente a las principales quebradas que se dirigen hacia el río Vilcanota. Estos conos están compuestos por pizarras y esquistos, envueltos por una matriz areno-arcillosa. Estos depósitos se reconocen en las quebradas, donde mayormente se emplazan asentamientos humanos y áreas agropecuarias. (Carlotto et al., 2011, p. 153) Como podemos apreciar en la Figura 15.

**Figura 15**  
*Geología regional*



Fuente: elaboración propia. En base a datos del INGEMMET

## 4.2 Geología local

La geología local de la zona de estudio está basada dentro del ambiente sedimentario y metamórfico de la formación Ananea. Por correlaciones y por estar bajo el Devónico terminal, Siluro-Devónico (Laubacher, 1978). Definición y relaciones estratigráficas la Formación Ananea sería del Siluro-Devónico medio superior (Mendívil y Dávila 1994; Carlotto, 1996), para la presente área de estudio identificamos 4 unidades de litología, las cuales se describen a continuación.

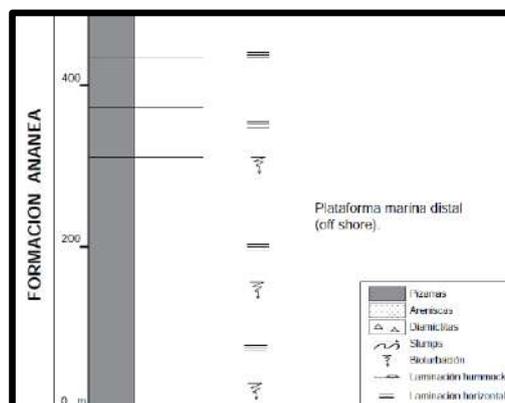
### 4.2.1 Formación Ananea

La Formación Ananea Litología y ambiente sedimentario. Se trata de una unidad bastante uniforme en casi todos los afloramientos; está compuesta por pizarras y esquistos pizarrosos grises a negros, sin estratificación visible, salvo cuando están intercalados con bancos pequeños de cuarcitas de 5 a 20 cm de espesor. Estas rocas indican un medio marino silico-clástico somero distal. Su espesor aproximado es de 1500 m, y esto puede deberse a que las secuencias se encuentren repetidas por la tectónica. Las rocas se hallan fuertemente deformadas y con esquistosidades que indican al menos dos etapas de deformación. La esquistosidad S1 tiene dirección NO-SE y la esquistosidad S2 dirección NE-SO, muy similar a las que presentan las series mesocenozoicas. (Carlotto & Cárdenas, 2003, p. 21). Como se puede apreciar en la Figura 16.

En la zona de estudio se ha observado en la parte superior de la cuenca, esquistos intercalados con cuarcitas de un espesor de 50 cm en la dirección SO-NE de la menor predominancia en el área de estudio. En la parte baja e intermedia de la microcuenca aflora pizarras sin estratificación con foliación en la dirección paralela a los esquistos.

### Figura 16

*Columna estratigráfica Formación Ananea*



Fuente: tomado de (Carlotto et al., 2011, p. 16)

Como podemos apreciar en la Figura 17. La foto muestra pizarras esquistosas con foliación en la dirección paralela a los esquistos. También podemos identificar algunos afloramientos de cuarcitas en la Figura 18. En esta imagen se muestra la dirección de la foliación paralelas en algunos afloramientos presentan intercalación de cuarcitas entre 10 a 15 cm aproximadamente con las pizarras grises altamente fracturados por los esfuerzos tectónicos, que en la zona de estudio aflora en el corte de la carretera en la dirección SW a NE potencias desde 10mts a cientos de metros en esta imagen se aprecia mejor la intercalación de cuarcitas de 10 a 15 cm.

**Figura 17**

*Pizarras esquistosas grises al NE del centro poblado Cjunucunca*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 18**

*Dirección de la foliación paralelas al NE del centro poblado Cjunucunca*



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 19. Se muestra la intercalación de estratos entre cuarcitas y pizarras en toda la quebrada de Yanamayo.

**Figura 19**

*La intercalación de estratos entre cuarcitas y pizarras al sur del centro poblado Cjunucunca*



Fuente: elaboración propia.

**4.2.2 Depósitos coluviales (Qh-cl)**

Este tipo de depósitos están compuesta por bancos de suelos no consolidados, consistentes básicamente por fragmentos de esquisto, pizarra y finos, todas ellas ubicándose en las plataformas estructurales en la parte intermedia y baja del área de estudio.

Esta unidad litológicamente tiene una predominancia mayor con respecto al área de la zona estudio con potencia de 1.50-2 m en la parte intermedia, cuyo origen es de erosión y deslizamientos transportados hacia la parte intermedia formado plataformas, siguiendo a la parte baja el material coluvial aumentan de potencia en el borde derecho del pie del deslizamiento. Como se muestra en la Figura 20. Depósitos coluviales.

**Figura 20**

*Depósitos coluviales al SE de Calicanto*



Fuente: elaboración propia.

### 4.2.3 Depósitos aluviales (Qh-al)

Este tipo de depósitos están compuesta por bancos de suelo no consolidados, de corto transporte por clastos de gravas, arenas y finas donde los clastos son generalmente sub angulosos.

En la Figura 21. Podemos apreciar que este depósito de aluviales se emplaza desde el pie del deslizamiento hasta la confluencia con el río Vilcanota siguiendo la dirección de la quebrada Yanamayo, además estos se pueden apreciar en los bordes de la quebrada antes mencionada teniendo en cuenta el bajo declive para su depositacion.

### Figura 21

*Depósitos aluviales al sur del centro poblado Checcollo*

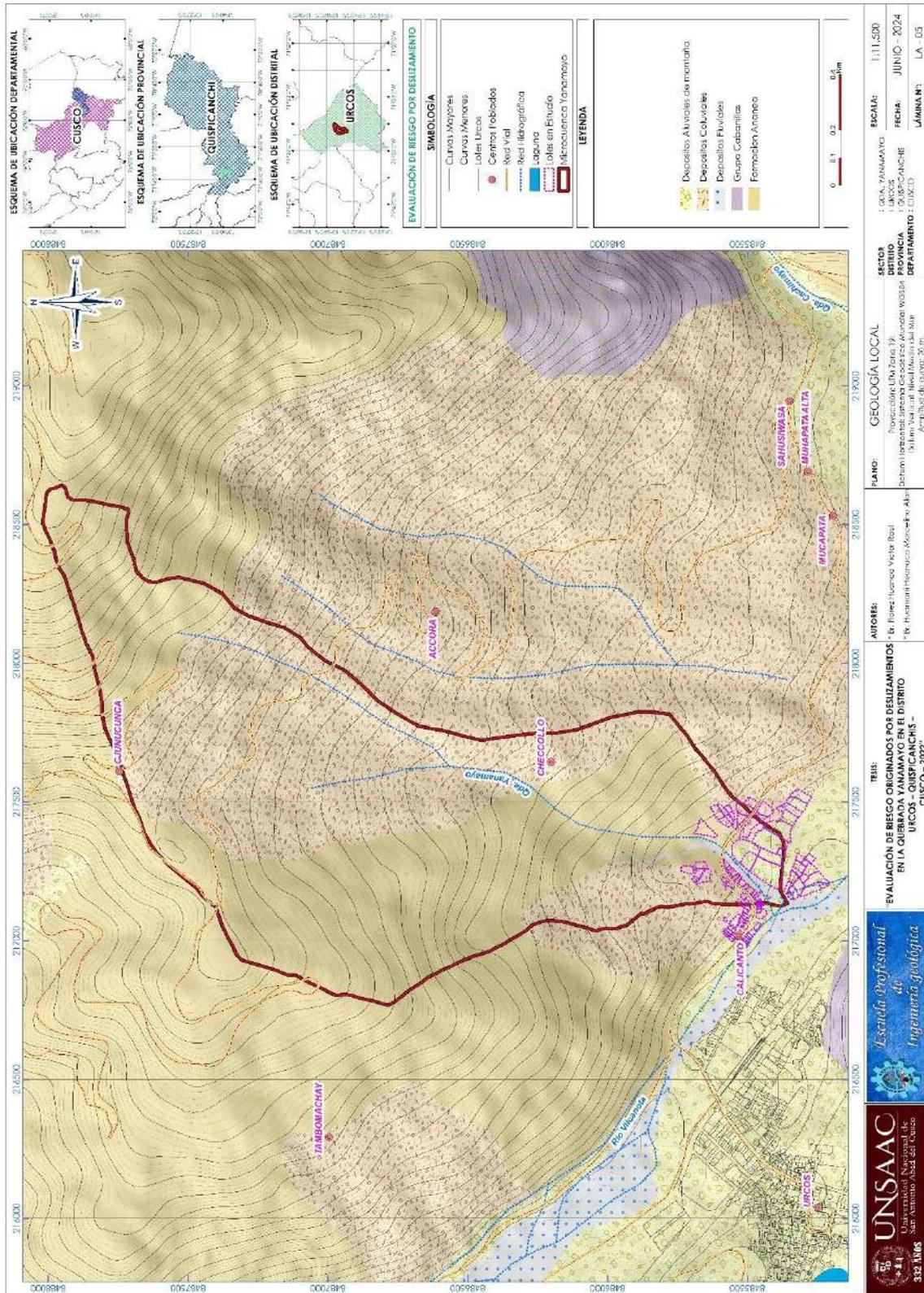


Fuente: elaboración propia.

### 4.2.4 Depósitos fluviales (Qh-fl)

Estos depósitos han sido reconocidos por la litología que presentan por bancos de gravas arenas, en el principio comprendería una secuencia sencilla de dos etapas. En la primera hay un ensanchamiento lateral del cauce con excavación aluvionamiento bajo un escenario de pseuduequilibrio o equilibrio dinámico en el que se considera de estabilidad climática.

**Figura 22**  
*Mapa geología local*



Fuente: elaboración propia.

## **Capítulo V: Geología estructural**

En la región de Cusco particularmente en el cuadrángulo de Cusco existen varias fallas activas que han sido estudiadas en detalle por (Sebrier M., 1982) y principalmente (Cabrera, 1988), Estas fallas han controlado la evolución tectónica y sedimentaria pliocuaternaria de la región y particularmente de las cuencas Cusco y Ccatca. Las fallas activas se hallan en la zona intermedia Altiplano-Cordillera Oriental y en el límite Altiplano-Cordillera Occidental.

### **5.1 Estructuras regionales**

Las fallas activas de la región han sido divididas en dos sectores. El sistema de fallas Cusco y el sistema de fallas Vilcanota (Cabrera, 1988). Dentro del sistema Cusco se han reconocido las fallas de Urcos, Pitucancha, Qoricocha. Catca ocongate y Huanbutio, mientras que en el sistema Vilcanota están las fallas de Pomacanchis. Pampamarca y Langui. Hacia el este de la zona de estudio, en el cuadrángulo de Ocongate (28-t) el sistema de fallas activas se encuentra en la zona de Ausangate y Ccalca Ocongate que pasa al cuadrángulo de Cusco. En la zona de estudio regional, las fallas activas de Cusco son Tambomachay, Pachatusan y Cusco, mientras que las fallas del Vilcanota son: Urcos y Pomacanchis.

#### **5.1.1 Fallas regionales**

##### **a) Falla Urcos**

La falla Urcos se localiza entre Huambutio al NO y Urcos al SE, entre 3200 y más de 3600 msnm. Ella corresponde a la prolongación hacia el este de la falla Pachatusan. Tiene dirección NO-SE y limita bloques de rocas paleozoicas de la Formación Ananea con rocas meso-cenozoicas en el límite Cordillera Oriental-Altiplano Esta falla corta el volcánico cuaternario de Cerapata (Cabrera et al. 1987) cuyas lavas más jóvenes han sido datadas por K/Ar en  $<0.7$  Ma (Kaneoka y Guevara, 1984).

Se ubica al sureste de la ciudad del Cusco, con dirección noroeste sureste y buzamiento hacia el suroeste. Separa rocas paleozoicas (bloque techo) con rocas cenozoicas (bloque piso), es también una estructura antigua con evidencias de reactivación durante el Cuaternario. Se emplaza a lo largo de 22 kilómetros donde es posible reconocer tres segmentos. El primer segmento ubicado desde las faldas del cerro Huallaran (este del poblado de Oropesa) hasta la hacienda Choccepujo, este segmento se caracteriza por afectar depósitos aluviales y coluviales con movimientos de tipo inverso, además se puede observar que los cursos de los ríos son alterados lateralmente con movimientos sinestrales producto de los movimientos de la falla.

En la actualidad, a lo largo del tercer segmento se ubican sismos superficiales de magnitudes bajas. El río Vilcanota corta transversalmente la escarpa exhibiendo un antecedente

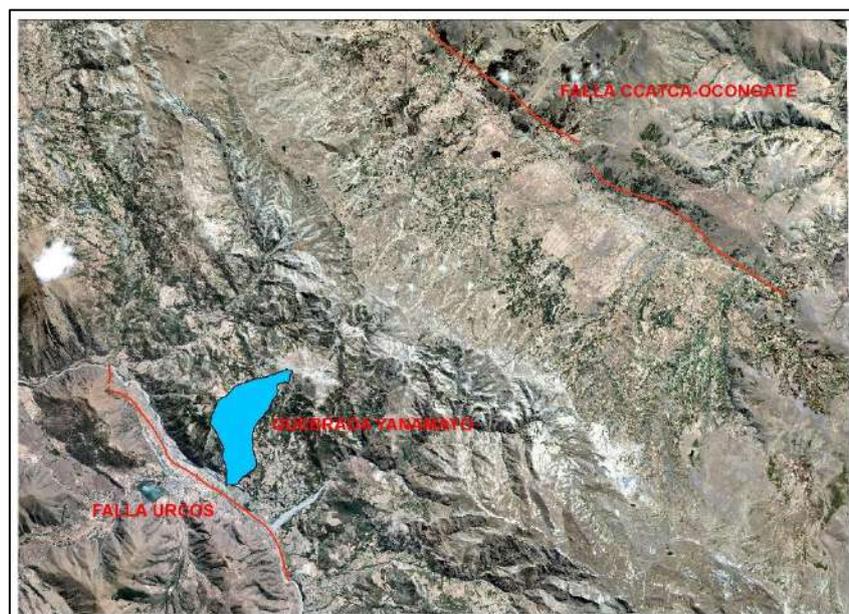
de proceso del río. Así la geomorfología fluvial muestra un cañón escarpado donde el río Vilcanota corta un bloque emergente y muestra la unión de abanicos y tenazas aluviales con una amplia llanura del río Vilcanota donde se han desarrollado canales entrelazados (Cabrera et al. 1987). Por lo tanto, la tectónica extensional del Cuaternario parece ser responsable de la sedimentación fluvio aluvial dentro de las depresiones de Lucre y Andahuavillillas. Precisamente, la depresión de Lucre es una consecuencia de la neotectónica y de las actividades volcánicas. Así, el volcán Rumicolca bloqueó la salida del río Huatanay al Vilcanota. Causando la formación de la laguna de huacarpay y luego la migración de drenaje hacia el NE por Huambutio. Entonces la reactivación tectónica del sistema de fallas Urcos incrementó las malas condiciones de drenaje. En el borde oriental, la terminación de la falla parece ser un sag pond (laguna de falla) donde se ha emplazado la laguna de Urcos (Cabrera et al., 1987).

#### **b) Falla de Ccatca-Ocongate**

La falla Ccatca-Ocongate se localiza en plena Cordillera Oriental y es el límite norte de la cuenca pliocuaternaria de Ccatca. Esta falla se ha reactivado sobre la falla antigua, en un segmento que en el cuadrángulo de Cusco tiene más de 10 km de largo en dirección NO-SE y buzamiento de 50 a 70° S. Esta falla muestra una escarpa antigua posiblemente cuaternaria de más de 20 m de desplazamiento normal. Igualmente muestra una escarpa más joven de 1 a 2 m que puede ser holocena. Medidas de microtectónica indican una extensión N-S para el último movimiento (Cabrera et al., 1991). Como se puede observar en la Figura 23.

#### **Figura 23**

*Fallas regionales presentes en Urcos-Ccatca*



Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Estructuras locales

La geología estructural en la zona de estudio juega un papel importante, siendo un factor desencadenante en la generación de los eventos de geodinámica externa, así identificando unidades muy importantes, que a continuación se describen.

Para un análisis más detallado de las fracturas, en el macizo rocoso se ha realizado la recolección de datos de rumbos y buzamientos en las diaclasas, en campo, datos que se tomaron a lo largo de la quebrada Yanamayo y en sus ambas márgenes, con el que se pudo construir una roseta de vientos y un mapa estructural. Dichos datos se muestran en la Tabla 4. También podemos apreciar la Figura 24. Como se muestra en la roseta de vientos, las fracturas y diaclasas tienden en dirección NO-SE generalmente, en algunas de NE-SO, donde es reflejo de los alineamientos que se han registrado en el mapa geológico estructural.

**Tabla 4**

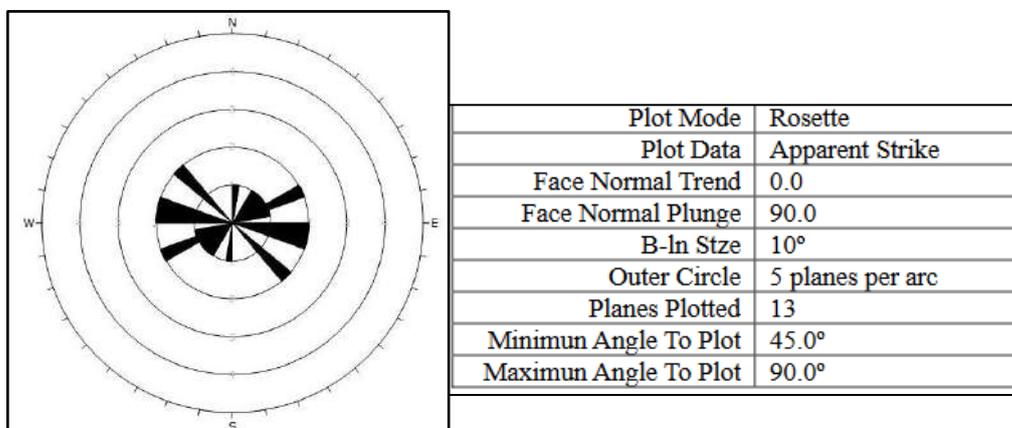
*Datos de rumbo y buzamientos*

N°	DIP	DIP DR.												
1	18	155	11	42	230	21	27	221	31	34	185	41	32	122
2	95	222	12	7	206	22	20	230	32	32	197	42	21	130
3	26	315	13	43	246	23	35	194	33	40	180			
4	35	345	14	40	105	24	67	197	34	31	175			
5	64	164	15	40	231	25	53	193	35	32	176			
6	45	146	16	54	225	26	42	187	36	56	182			
7	53	137	17	48	150	27	16	175	37	23	255			
8	55	154	18	41	221	28	24	170	38	50	271			
9	16	139	19	17	140	29	32	177	39	46	302			
10	40	124	20	63	187	30	14	179	40	36	207			

Fuente: elaboración propia.

**Figura 24**

*Roseta de vientos*



Fuente: elaboración propia.

## 5.2.1 Fallas locales

### a) Falla Cjunucunca

Esta unidad estructural de tipo inversa, se emplaza por la parte superior de la zona de estudio, haciendo un control importante en la geodinámica extrema de la zona de interés, además atraviesa material aluvial, ya que ésta pasa por debajo del disipador 01.

La orientación de esta unidad está basada de NO-SE, donde la mayoría de las unidades menores están ligadas a esta dirección, es así que se registraron algunos alineamientos, que se traducen en desequilibrio del talud en general.

#### Alineamientos NO – SE

Se emplaza durante toda la zona de estudio, donde las génesis de estas fueron dadas por las tensiones entre las fallas. Este resultado hace denotar los alineamientos que actualmente se observan como quebradas y algunas cárcavas. Registrándose actualmente 2 unidades con estas características.

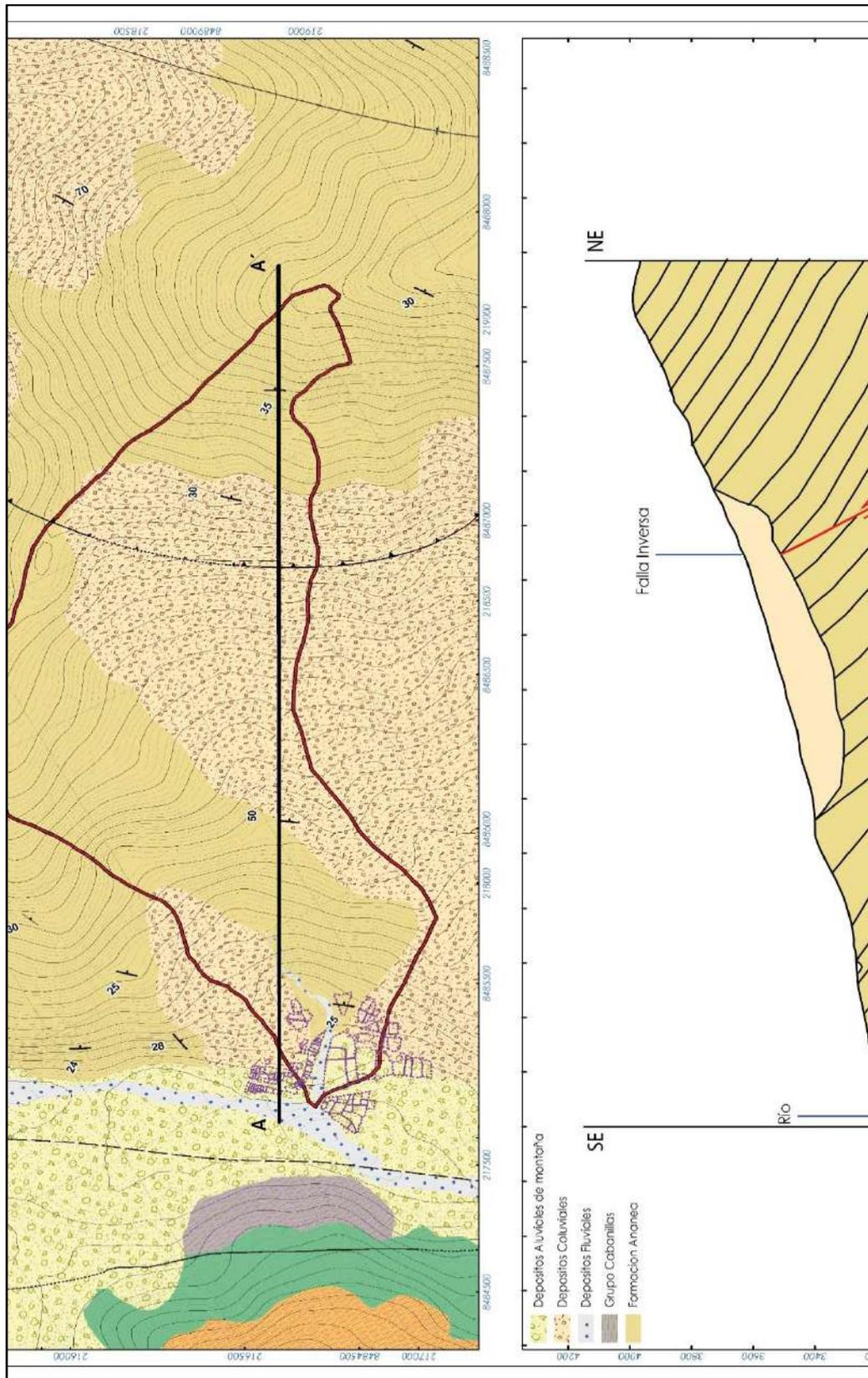
Estos alineamientos se presentan en la parte media y alta de la zona de estudio, que fueron originados por las tensiones entre las fallas Jcunucunca y Urcos. Este resultado hace denotar los alineamientos que actualmente se observan como quebradas y algunas cárcavas. Registrándose actualmente 2 unidades. Se ha realizado secciones estructurales a fin de mostrar la actividad tectónica en la zona de estudio. cómo se puede observar en la figura 26.

**SECCION 01.-** En esta sección se observa, que existen 1 falla local, las cuales cortan a los paquetes de esquistos y pizarras. Dichas estructuras son de tipo normal. Además, dentro de esta sección se observa los planos de falla dentro del deslizamiento y las escarpas de los deslizamientos, el cual está ligado a los esfuerzos extensionales.

Se puede observar una sección 01 en la Figura 25. Esta sección se ha definido en dirección SE-NE, para determinar el comportamiento vertical de las estructuras que se ubican en este sector, a continuación, se muestran la sección general y las que corresponden a cada tramo, cada una con sus propias descripciones e interpretaciones geológicas.

**Figura 25**

*Sección 01, Dirección SE-NE*

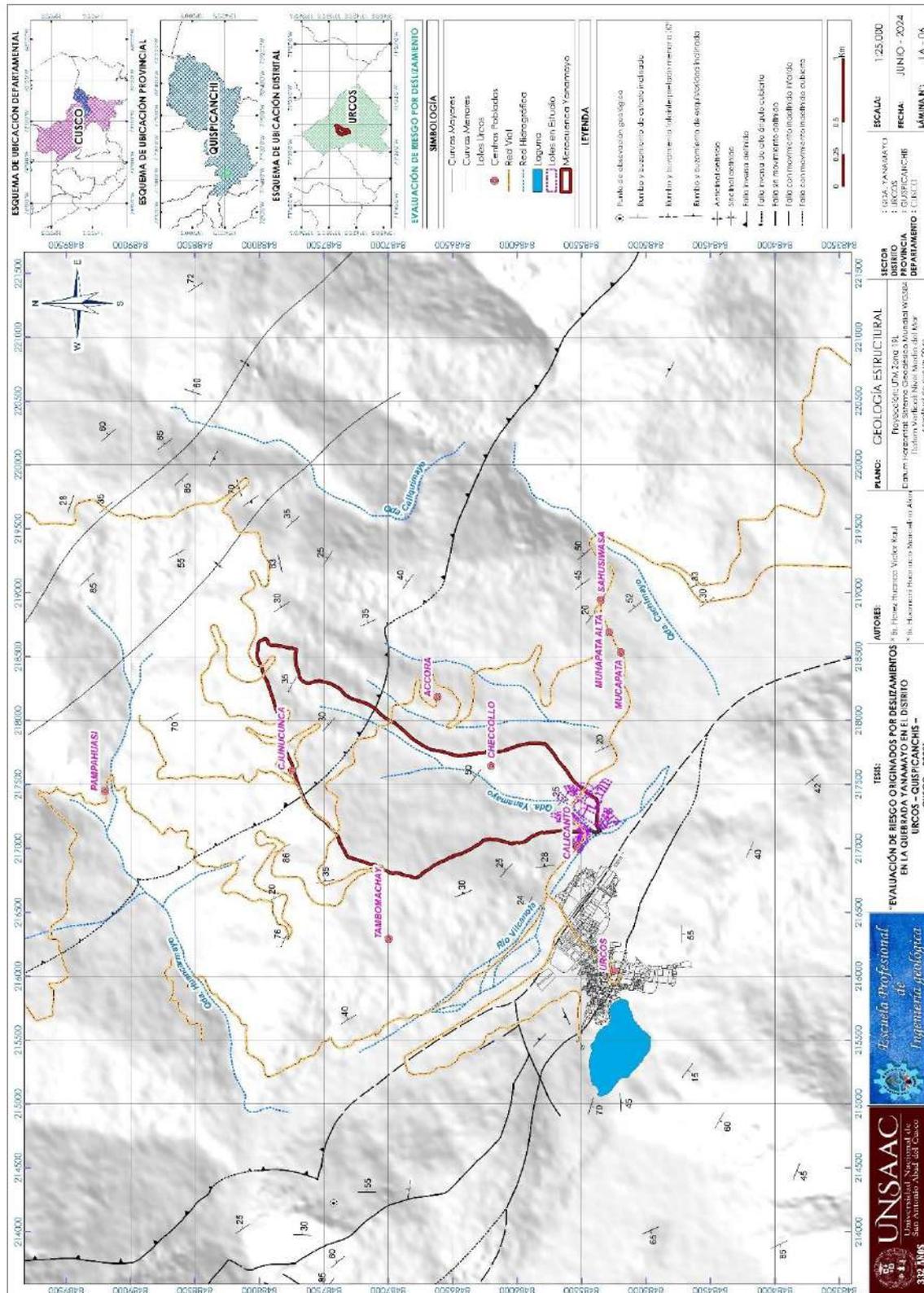


*Como se puede apreciar en este tramo superior se evidencian deformaciones considerables, sin embargo, el emplazamiento de la falla Jcumicunca por este sector juega un papel muy importante porque influye en la deformación de las estructuras. En este sector la falla Jcumicunca tiene un comportamiento de falla inversa, ya que el desplazamiento de los niveles de horizontes se ha definido como se muestra en esta sección.*

Fuente: elaboración propia.

**Figura 26**

*Falla local*



Fuente: elaboración propia. Se puede observar la falla inferida en la zona de estudio.

## Capítulo VI: Hidrografía

El presente capítulo tiene la finalidad de determinar las características hidrológicas más importantes de la microcuenca de Yanamayo. Se ha realizado la recopilación de información hidrológica de las estaciones y dedicaremos a ver las características morfométricas de la microcuenca, luego se efectuarán trabajos de gabinete.

### 6.1 Parámetros para la caracterización morfométrica de la cuenca

A fin de realizar los cálculos hidrológicos en la quebrada Yanamayo se ha realizado una delimitación de su microcuenca, tomando sus parámetros geomorfológicos en referencia a esta área delimitada. Esta área de la microcuenca Yanamayo no representa el total del área de estudio, sino que sólo se tomará como referencia para los cálculos hidrológicos. Para describir los parámetros geomorfológicos, debemos tener en cuenta las características cuantitativas de la fisiografía de la microcuenca. Para el cálculo de los parámetros geomorfológicos, como es el caso del área, perímetro, longitud del cauce; se utilizó el software ArcGis.

#### 6.1.1 Elementos de superficie

Es toda el área de terreno cuyas precipitaciones son evacuadas por un sistema común de cauces de agua y comprende desde el punto donde inicia esta evacuación hasta su desembocadura.

#### Área de la microcuenca

Calculo mediante ARC GIS 10.8. El tamaño de la cuenca está determinado por el área de la superficie proyectada en un plano horizontal y expresado en km<sup>2</sup>.

$$\text{Área} = 2.18 \text{ km}^2$$

#### 6.1.2 Elementos de distancia

Los datos son obtenidos mediante el plano hidrológico, en cual se ha calculado el perímetro del área de recepción de aguas, la longitud axial, ancho promedio y distancia al centro de gravedad, mediante el software ArcGIS, teniendo como resultado lo siguiente: Como se puede mostrar en la Figura 27. Características físicas de la microcuenca de Yanamayo, se puede observar el perímetro, longitud axial, ancho promedio y distancia al centro de gravedad.

### **Perímetro (p)**

Este parámetro se obtuvo directamente del plan hidrológico utilizando el ArcGIS, cuyo resultado nos muestra un perímetro de:

$$\text{Perímetro} = 7.71 \text{ km}$$

### **Longitud axial (LA)**

Es la distancia en línea recta desde el punto más alto de la recepción de aguas hasta la parte más baja de esta zona estudiada.

$$La = 2.86 \text{ km}$$

### **Ancho promedio (APM)**

$$Apm = \text{Área} / La$$

$$Apm = 6.65289256 \text{ km}$$

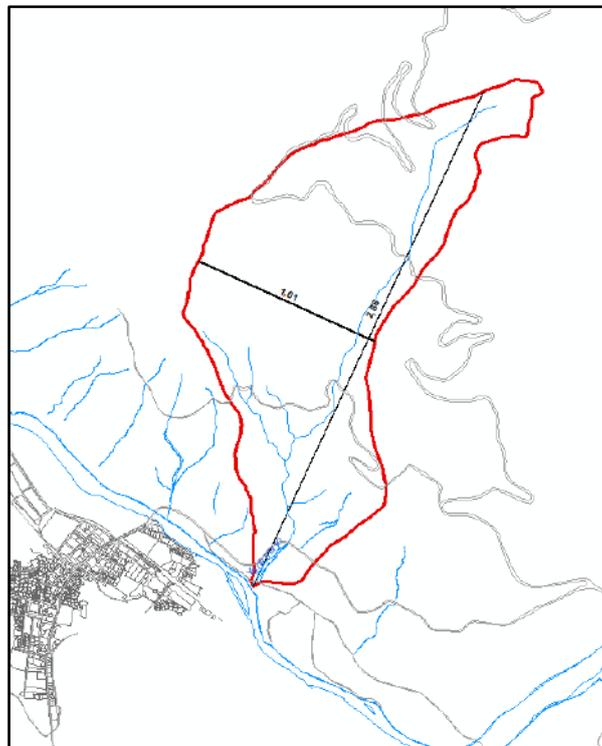
### **Distancia al centro de gravedad**

$$\text{Latitud } Ls = 13^\circ 40' 29.7''$$

$$\text{Longitud } Lw = 71^\circ 36' 34.3''$$

### **Figura 27**

*Microcuenca de la quebrada de Yanamayo*



Fuente: elaboración propia.

### 6.1.3 Elementos de forma

La forma de la cuenca determina la distribución de las descargas a lo largo del curso principal y es en gran parte responsable del comportamiento de las crecientes que se presentan, además que nos da una idea de la litología de la cuenca. La forma puede ser expresada por parámetros tales como el coeficiente de compacidad y el factor de forma.

#### Factor forma

El criterio a considerar, para determinar este parámetro, es el factor forma ( $F_e$ ), que nos da de manera cuantitativa la forma de la cuenca, con la siguiente expresión:

$$F_e = L / \sqrt{A}$$

Donde:

$F_e$  = Factor de forma.

$L$  = Longitud del cauce principal de la cuenca. (km).

$\sqrt{A}$  = Raíz cuadrada del área de la cuenca. (km<sup>2</sup>).

Además, teniendo en cuenta el criterio de la forma de la cuenca, según la Tabla 5. De esta manera, obtendremos los datos de la forma de la cuenca. La microcuenca de Yanamayo con el Factor forma de 0.212, tiene la forma semi-alargada.

#### Tabla 5

*Forma de la cuenca*

RANGO	FORMA DE LA CUENCA
0.0 - 0.2	Estrecha y alargada
0.2 - 0.4	Semi alargada
0.4 - 0.6	Semi rectangular

Fuente: elaboración propia.

#### Drenaje

Tomando en cuenta la densidad de drenaje, que se refiere a la relación entre la longitud total de los cauces de aguas (permanentes y temporales) y el área de la microcuenca, como indica la siguiente relación:

$$D_d = (\text{Número total de corrientes de agua}) / (\text{Área de la cuenca})$$

Donde:

$D_d$  = densidad de drenaje.

$L_c$  = longitud total de los cauces de agua (Km).

$A$  = área total de la cuenca (Km<sup>2</sup>).

**Tabla 6**

*Criterios de escala de drenajes*

RANGO	DENSIDAD DE DRENAJE
0.0-0.5	Poco drenado
0.5-1.0	Regular
>1.0	Alto

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 6. Los rangos de la densidad de drenaje. Tomando en cuenta la densidad de drenaje de 2.752, se tiene que la microcuenca de Yanamayo es poco drenada.

### **Pendiente media**

Para determinar este parámetro se tomó en cuenta la de pendiente media del cauce del río está representado por la expresión:

Donde:

$P_m$  = pendiente media del Cauce (%).

$A$  = punto más alto de la cuenca (m).

$B$  = punto más bajo de la cuenca (m).

$L$  = longitud del Cauce principal (m).

**Tabla 7**

*Criterios de pendiente media del cauce*

RANGO	PENDIENTE MEDIA
0.0 - 5.0	Ligeramente inclinado
5.0-10	Ligeramente empinado
10-15	Moderadamente empinado
> 15	Empinado

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 7. podemos precisar los rangos para la pendiente del cauce. Tomando en cuenta la pendiente media de 24.86 %, se tiene que la microcuenca del Yanamayo es empinado.

Con los datos obtenidos de los parámetros geomorfológicos, a continuación, se resume en la siguiente Tabla 8: Los parámetros geomorfológicos en la microcuenca Yanamayo.

**Tabla 8**

*Parámetros geomorfológicos de la microcuenca de Yanamayo*

PARÁMETRO	UNIDAD
Área (Km <sup>2</sup> )	2.4696
Perímetro (Km)	7.9667
Factor Forma	0.206
Densidad de Drenaje (Ríos/Km)	2.793
Pendiente media (%)	24.86

Fuente: elaboración propia.

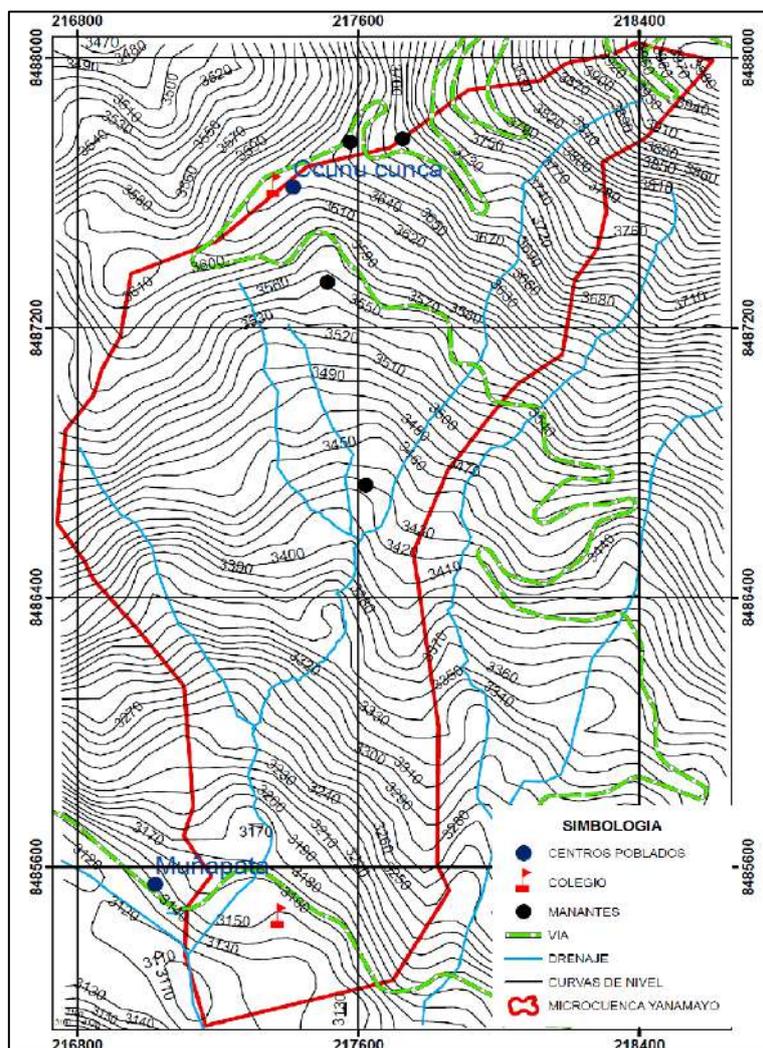
## **6.2 Fuentes de información y estaciones consideradas**

La microcuenca Yanamayo, se ubica en el borde izquierdo respecto al río Huatanay. Para la descripción del ciclo hidrológico de la Microcuenca de Yanamayo, debemos reunir datos meteorológicos referidos a la precipitación, temperatura, evapotranspiración.

Los datos que se utilizaron fueron adquiridos de las estaciones meteorológicas ubicadas en el valle del Cusco, Estaciones de Caycay, Catcca y Paruro. La microcuenca Yanamayo, recibe el aporte de 14 quebradas, de las cuales la mayoría son temporales; la dirección de flujo de las aguas de escorrentía es de Norte - Sur. En la Figura 28. Podemos observar la delimitación de la microcuenca de Yanamayo.

**Figura 28**

*Microcuenca de Yanamayo y sus afluyentes*



Fuente: elaboración propia.

### 6.2.1 Precipitación

Se recopilaron datos de precipitaciones de dos estaciones meteorológicas (Caycay y CCatcca) cercanas a la ubicación del punto de estudio, estos registros de datos están comprendidos desde el año 1964 al año 2014. Como se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Precipitación de la microcuenca Yanamayo*

Estación	Latitud	Longitud	Coordenadas UTM 19S		Altitud msnm	Distrito
			X(m)	Y(m)		
CAYCAY	13°36'1"	71°42'1"	207687.33	8504067.93	3150	Andahuaylillas
CCATCCA	13°36'36"	71°33'37"	222970.61	8493943.42	3729	CCatcca

Fuente: elaboración propia.

La precipitación para la microcuenca Yanamayo se obtuvo a través de la regionalización de dos estaciones meteorológicas para la altitud media de la microcuenca del Yanamayo, siendo las ecuaciones de regionalización por regresión simple (Lutz Scholz) lineal para la precipitación. Estos datos están representados en la Figura 29 y Figura 30.

### Precipitación microcuenca Yanamayo

**Figura 29**

*Precipitaciones generadas para la microcuenca*

<b>Distrito:</b>		Catcca	<b>Longitud</b>		13° 36' 36''		<b>Max(mm)</b>		265.3		<b>Periodo</b>				
<b>Provincia:</b>		Quispicanchis	<b>Latitud</b>		71° 33' 37''		<b>Min(mm)</b>		0		1965-2014				
<b>Departamento:</b>		Cusco	<b>Altitud</b>												
N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	
1	1965	74.7		153.6	4	0	0	0	0	17	23	47.3	121.3	440.90	
2	1966	60.9	161.2	44	22.5	30.04	0	0	8.02	26.1	106.7	86.5	39.6	585.56	
3	1967	56.1	131.4	113.5	2	26	0	19	0	8.5	47.4	50.7	117	571.60	
4	1968	135.7	157.5	56	49.5	0	0	0.5	15.5	3	39.5	75.5	58.5	591.20	
5	1969	111.7	133.2	77.5	31.5	0	3	10	2	23.5	19	16.5	99.2	527.10	
6	1970	114	64.2	68.6	86	10	6	1	0	29.5	25	41.5	119.5	565.30	
7	1971	81	157	63.2	40	0.5	2.5	0	0	2	29.1	59.9	64.1	499.30	
8	1972	128.6	50	64	18.4	7.3	0	11.3	28.4	9.8	14.6	51.6	128.6	512.60	
9	1973	162.1	84.6	131.2	51	14.6	6.4	9.4	10	18.6	36.4	72.2	90.1	686.60	
10	1974	107.8	164.6	116.8	7.8	1.4	5.8	0	58.8	12.4	20.4	17.4	96.2	609.40	
11	1975	143	202.2	85.1	38.8	19.6	2.4	1	8.2	37.8	12.6	38.8	128.4	717.90	
12	1976	102.4	129.4	112.6	46.8	12.6	3	6.8	0	18.4	0	18.2	70.8	521.00	
13	1977	140.8	111.8	77.4	59.6	4.8	0	5.6	0	46	37	90	58.2	631.20	
14	1978	131.2	89.4	129.4	43.6	8	0	0	0	7.6	13	72.8	136	631.00	
15	1979	110.4	102.6	123.8	26.2	2	0	0	10.2	7.6	21.8	56.8	154.6	616.00	
16	1980	92	128.8	91	39.2	0	0	0	3.2	21.2	55.6	51.2	75.8	558.00	
17	1981	159	102.8	141.6	74	9.6	0	0	102	2.6	66.4	111.4	94.8	864.20	
18	1982	146.2	58.4	136.6	24.2	0	0	2.8	3.4	15.8	56	65	73.2	581.60	
19	1983	81.4	48.2	39.4	6	10.4	6	3.74	13.87	17.08	34.64	56.85	95.88	413.47	
20	1984	112.58	115.41	96.07	35.32	8.25	1.85	6.44	8.49	14.18	42.24	63.40	108.64	612.85	
21	1985	96.52	115.41	96.07	35.32	8.25	1.85	3.88	13.60	16.93	35.02	57.18	124.65	604.68	
22	1986	128.42	74.9	137.8	28.4	4.7	0	6.9	1.2	12.9	23.1	29.7	54.4	502.42	
23	1987	205.7	82.8	57.7	17.7	5.8	5	24.1	0	0	43	95	94.8	631.60	

Fuente: elaboración propia.

**Figura 30***Precipitaciones generadas para la microcuenca*

24	1988	89.8	66.5	141.8	90.9	14	0	0	0	8.1	61.5	42.8	94.8	610.20
25	1989	110.8	114.3	154.3	54.6	10.3	6.7	0	7	26.7	20.9	56.9	37.6	600.10
26	1990	115.7	68.7	55.2	24.2	1.3	37.9	0	8	1.3	39.4	57.8	117.5	527.00
27	1991	70.7	146.1	54.4	31	3.9	23.4	0	0	16.3	26.3	69.9	109.9	551.90
28	1992	144.2	92.7	49.1	14.9	3.7	33.6	0	25.9	0	43	87.9	43.3	538.30
29	1993	158.2	102.8	77.8	16.4	2.3	2.1	0	49.1	11.2	31.2	57.9	177.2	686.20
30	1994	104.9	143.7	110.7	41.6	8.2	0	0	2.5	29	47.4	35.6	161.7	685.30
31	1995	100.7	66.5	156.6	31.9	9.6	0	0	0	9.9	10.1	75.6	77	537.90
32	1996	118.9	125.6	64.8	25.8	1.2	0	0	22.4	16.5	29.6	40.4	112.1	557.30
33	1997	115.3	132.6	121.9	11.3	5.1	0	0	0	8.8	22.4	84.6	63.5	565.50
34	1998	73.8	129.4	62.7	10.7	0	15.2	0	0	0	31.9	58.8	61.1	443.60
35	1999	124.3	120.4	102.2	40	0	0	3.2	0	33.8	14	26.2	127.4	591.50
36	2000	169.3	110.5	107.7	20.1	2	1.8	6.4	6.6	23.7	56.3	14.9	57.2	576.50
37	2001	265.3	153.9	126.9	62.1	22.6	0	18	24.9	17	98.4	67.8	74.3	931.20
38	2002	102.5	176.9	144.8	62	8.3	13	34.8	9.1	25.4	67.3	85.4	149.4	878.90
39	2003	120.4	142.6	133.4	15.7	10.3	9.2	2.5	0	4.8	15.7	17.8	123.5	595.90
40	2004	169.7	106.5	91.6	28.5	17.2	28.2	27.9	14.7	48	55.4	69.9	91.3	748.90
41	2005	60.2	147.4	109.8	0	2.8	0	1.5	5.6	9.9	27.5	77.7	98.7	541.10
42	2006	4.9	108	161.5	70.3	0.4	3.3	0	14.1	6.6	84.6	114.7	118.6	687.00
43	2007	129.5	97.4	107.6	31.9	9.9	0	5.1	1.9	2.5	53.7	50.7	75.3	565.50
44	2008	151.6	114.7	62.6	24	3.4	6.2	0	13.7	6.4	54.8	87.1	185.2	709.70
45	2009	112.6	106.6	65.4	31.3	2.4	0	14.9	4	17.3	14.6	141.6	104.7	615.40
46	2010	206.3	91	148.5	9.8	0	1.7	6.1	4.7	0	57.9	30.6	143.4	700.00
47	2011	133.3	223.4	147.4	62.1	6.9	4.5	12.7	1.2	36.3	40.1	31.5	130.8	830.20
48	2012	116.2	168.1	60.9	38.6	10.2	6.9	3.8	3	17.8	18	86.2	183.6	713.30
49	2013	160.7	173.5	124	29.4	5.5	0.9	12.3	18.1	6.7	94.5	80.1	173.6	879.30
50	2014	160.2	108.8	69.6	38.2	0	0	0	10.68	15.36	39.14	60.73	502.71	1005.4
<b>N° Datos</b>		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
<b>Media</b>		121.44	118.46	100.52	34.103	6.907	4.7679	5.2332	10.681	15.357	39.143	60.731	111.99	626.97
<b>Desv. Estandar</b>		42.626	38.178	35.31	20.92	6.9335	8.53	7.8482	17.66	11.629	23.231	26.816	67.251	124.28
<b>Coef. Variacion</b>		35.10	32.23	35.13	61.34	100.38	178.91	149.97	165.33	75.72	59.35	44.15	60.05	19.82
<b>Prec. Max</b>		265.3	223.4	161.5	90.9	30.04	37.9	34.8	102	48	106.7	141.6	502.71	1005.4
<b>Prec. Min</b>		4.9	48.2	39.4	0	0	0	0	0	0	0	14.9	37.6	413.47

Fuente: elaboración propia.

## 6.2.2 Temperatura

La temperatura depende estrechamente de la elevación y de la morfología de la zona, así como también del cambio de las estaciones del año y de la variación de las precipitaciones pluviales; para el cálculo de la temperatura máxima, media y mínima, los datos fueron tomados de las estaciones meteorológicas de Kayra, Perayoc, Urubamba, Calca y Anta. Como podemos apreciar en las tablas: Tabla 10, Tabla 11 y Tabla 12.

**Tabla 10***Temperatura media mensual-anual vs elevación*

Microcuenca Yanamayo					3280	msnm									
NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm	MESES												MEDIA	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
		C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	
CAYCAY	3150	14.9	15.2	15.4	14.2	13.6	13.6	12.1	12.0	14.1	14.7	15.1	14.5	14.1	
CATCCA	3729	9.4	10.2	10.6	9.1	8.0	7.0	7.0	7.5	8.0	8.0	9.9	9.8	8.7	
PARURO	3084	15.4	15.0	15.6	14.5	13.4	12.5	12.5	13.3	15.1	16.1	16.7	16.3	14.7	
KAYRA	3219	13.5	13.5	13.2	12.3	10.7	9.5	9.2	10.6	12.1	13.3	13.7	13.5	12.1	
PERAYOC	3299	13.5	13.5	13.2	12.3	10.7	9.5	9.2	10.6	12.1	13.3	13.7	13.5	12.1	
T. Max. Media microcuenca		13.2	13.2	12.9	12.0	10.4	9.3	9.0	10.4	11.9	13.0	13.4	13.2	11.8	

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 11***Temperatura máxima media mensual-anual vs elevación*

Microcuenca Yanamayo					3280	msnm									
NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm	MESES												MEDIA	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
		C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	
CAYCAY	3150	8.1	9.0	8.7	5.2	4.1	4.9	2.9	1.4	4.9	7.3	8.1	8.2	6.0686	
CATCCA	3729	4.3	5.4	5.4	1.8	0.7	-0.8	-2.7	-1.3	-0.2	4.0	4.5	4.8	2.1648	
PARURO	3084	7.8	7.0	6.7	4.6	2.7	0.9	1.3	2.8	6.0	7.0	7.4	8.4	5.213	
KAYRA	3219	7.2	7.3	6.6	4.1	0.6	-1.4	-1.8	0.3	3.1	5.2	6.0	6.6	3.65	
PERAYOC	3299	7.2	7.3	6.6	4.1	0.6	-1.4	-1.8	0.3	3.1	5.2	6.0	6.6	3.65	
		7.1	7.2	6.5	4.0	0.6	-1.4	-1.8	0.3	3.0	5.1	5.9	6.5	3.6	

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 12***Temperatura mínima media mensual-anual vs elevación*

Microcuenca Yanamayo					3280	msnm									
NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD msnm	MESES												MEDIA	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
		C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	
CAYCAY	3150	21.6	21.5	22.2	23.2	23.0	22.3	21.3	22.6	23.3	22.1	22.1	20.9	22.2	
CATCCA	3729	14.4	15.1	15.9	16.4	15.2	14.9	16.7	16.3	16.1	11.9	15.4	14.9	15.2	
PARURO	3084	23.0	23.1	24.6	24.5	24.2	24.1	23.7	23.8	24.1	25.1	26.0	24.2	24.2	
KAYRA	3219	19.7	19.7	19.8	20.4	20.7	20.4	20.2	20.9	21.1	21.4	21.4	20.4	20.5	
PERAYOC	3299	19.7	19.7	19.8	20.4	20.7	20.4	20.2	20.9	21.1	21.4	21.4	20.4	20.5	
		19.31	19.306	19.404	19.992	20.286	19.992	19.796	20.482	20.678	20.972	20.972	19.992	20.1	

Fuente: elaboración propia.

Las temperaturas: media anual, media mensual, mínima media mensual y máxima media mensual, han sido estimadas mediante el análisis de correlación regional entre la altitud de cada estación en estudio y la altitud de la microcuenca, resultando las siguientes tablas. Como resultado se tiene que; para altura de la microcuenca Yanamayo, la temperatura media

mensual es de 11.8 °C, la temperatura máxima media mensual de 20.1 °C y la temperatura mínima media mensual de 3.6 °C.

### 6.2.3 Evapotranspiración

La evapotranspiración es la suma de todas las pérdidas por transformación del agua en vapor, sea cual sea el factor que ha actuado; la evapotranspiración está en función esencialmente de la alimentación del agua y por consiguiente del grado de humedad del suelo, el cual limita con frecuencia su acción. La tasa de evapotranspiración está determinada por un conjunto de factores que regulan la evaporación y la transpiración, siendo estos físicos y biológicos (Peña, 2001), se calcula mediante el método de Thomthwaíte. Estos datos están representados en la Tabla 13.

**Tabla 13**

*Evapotranspiración potencial en la microcuenca*

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura media mensual (t °c)	13.2	13.2	12.9	12.0	10.4	9.3	9.0	10.4	11.9	13.0	13.4	13.2
Índice térmico mensual (i)	4.3	4.4	4.2	3.8	3.0	2.6	2.4	3.0	3.7	4.3	4.5	4.4
Índice térmico anual (I)	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5
Ecuación cubica (a)	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
Evapotranspiración potencial en mm	47.9	48.1	47.0	43.6	37.9	33.7	32.7	37.7	43.1	47.4	48.8	48.1
Factor de corrección	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
evapotranspiración potencial mensual (ETP) en mm	52.7	47.6	49.2	42.9	37.5	31.8	32.2	36.7	44.5	50.7	51.7	53.1

Fuente: elaboración propia.

### 6.2.4 Escorrentía

La escorrentía es la cantidad de agua que en el curso de una precipitación escapa a la infiltración y a la evapotranspiración, es la que genera las avenidas que se escurre con producciones de crecidas hacia los causes de riachuelos y ríos.

Para la determinación porcentual del agua de lluvia que escurre, se aplica la relación de JUSTIN quien trata de relacionar factores tales como la pendiente promedio de la cuenca, la precipitación promedio anual y la temperatura media de la cuenca; para tal efecto la fórmula es:

Dónde:

Es = escorrentía de la Microcuenca.

P = precipitación media anual promedio de la zona (mm).

T = temperatura media de la zona (°C).

m = pendiente media de la cuenca (%).

Aplicando la formula y los datos obtenidos, para la microcuenca de Yanamayo, se tiene:

$$P = 626.97 \text{ mm.}$$

$$T = 20.1 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$m = 24.86 \text{ \%}$$

Entonces, remplazando en la fórmula:

$$Es = 166.42\text{mm/año.}$$

### 6.2.5 Generación de caudales

**Tabla 14**

*Determinación del coeficiente de escurrimiento superficial (ce).*

10	TIPO DE SUELO	PENDIENTE				
		> 45°	25°-45°	15°-25°	5°-15°	0-5°
Sin vegetación	impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.30	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: elaboración propia.

Se denomina coeficiente de escorrentía al cociente entre el caudal de agua que circula por una sección de una cuenca a consecuencia de un suceso lluvioso (lluvia neta), y el volumen de agua que ha precipitado sobre la misma (lluvia total). Es decir, se trata de la proporción de lluvia real que produce escorrentía superficial. En la siguiente tabla se indican los valores típicos del coeficiente de escorrentía para distintos tipos de suelo y para diferentes tipos de superficies. Como se puede observar en la Tabla 14.

Coeficiente de escorrentía, según Benites et al. (1980), citado por Lenus & Navarro (203) Tabla para determinar indistintamente caudales punta por el método racional y para dimensionar zanjas de infiltración. Para el área de estudio se tomaron en cuenta un coeficiente

de escorrentía igual a 0.20. Intensidades. Se obtiene el registro de intensidades de la estación más próxima a la zona de estudios (Estación Caycay). La Tabla 15. Presenta intensidades media, máxima y mínima, consideradas desde el año 2000 hasta el 2013.

**Tabla 15**

*Registro de intensidades*

FECHA	HORA INICIO - FIN	TIEMPO MIN	LLUVIA PARCIAL mm	INTENSIDAD mm/h
28-dic-04	20h10m -20h40m	30.00	4.90	9.80
15-dic-08	15h50m -16h00m	10	09.40	56.40
28-ene-10	15h40m-18h00m	140	0.5	0.20

Fuente: elaboración propia.

### **Cálculo de caudales**

El cálculo de caudal de aguas pluviales se obtiene mediante el Método Racional. Este método, que la literatura inglesa atribuye a Lloyd-George en 1.906, si bien los principios del mismo fueron establecidos por Mulvaney en 1850, permite determinar el caudal máximo que discurrirá por una determinada sección de la red de alcantarillado, bajo el supuesto que éste acontecerá para una lluvia de intensidad media máxima constante correspondiente a una duración D igual al tiempo de concentración de la sección. Se puede apreciar en la Tabla 16.

Donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/seg).

C = Coeficiente de escorrentía (Típicamente entre 0.1 a 0.7)

I = Intensidad de precipitación (mm/hora)

A = Superficie de la microcuenca (Km<sup>2</sup>)

**Tabla 16**

*Cálculo de caudales*

INTENSIDAD mm/h	AREA km <sup>2</sup>	COEF. DE ESCORRENTIA	Q= m <sup>3</sup> /s	Q=l/s	VOLUMEN
9.80	2.4696	0.20	4.840416	4840.416	8712.75
56.40	2.4696	0.20	27.857088	27857.088	16714.25
0.20	2.4696	0.20	0.098784	98.784	829.79

Fuente: elaboración propia.

### **6.2.6 Infiltración**

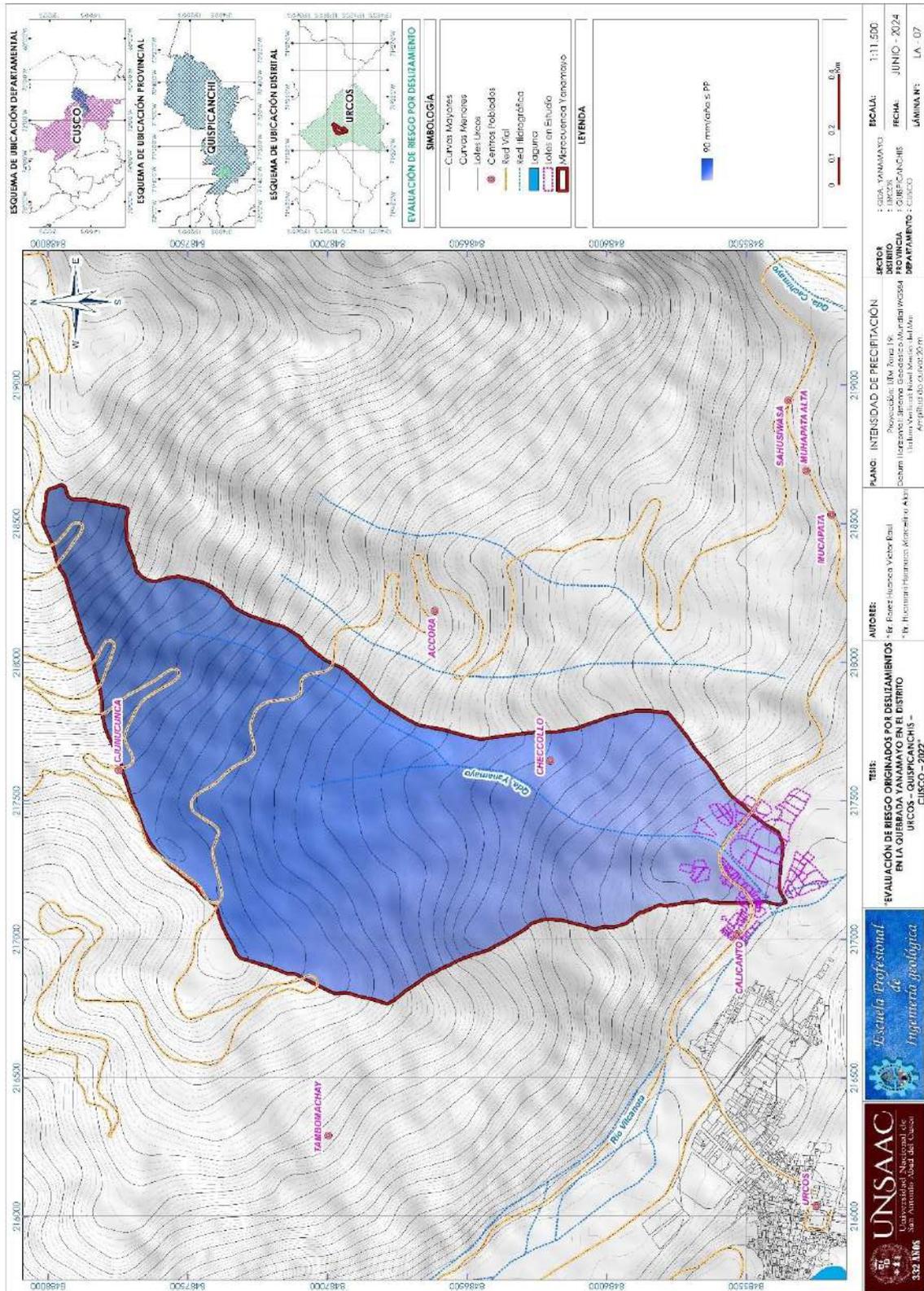
Es la cantidad de agua que penetra en el suelo y en el subsuelo para alimentar las aguas subterráneas, el método para calcular la infiltración puede ser en forma directa (por medio de Infiltrómetro) o a través de expresiones matemáticas; en el presente trabajo determinaremos la infiltración mediante la siguiente formula:

I = Altura de agua infiltrada anual en mm.

Qm = Caudal medio en m<sup>3</sup>/seg.

**Figura 31**

*Intensidad de precipitación en la quebrada Yanamayo*



Fuente: elaboración propia.

## Capítulo VII: Características generales del área de estudio

### 7.1 Descripción física de la zona a evaluar

El ámbito de estudio está dentro de la comunidad de Muñapata, las que están conformadas por 97 lotes, presentando construcciones de material noble, aunque la mayoría son de adobe de uno dos niveles de edificación, contando con servicios públicos de electrificación domiciliaria agua entubada proveniente de manante y letrina de hoyo seco por vivienda.

### 7.2 Características generales del área geográfica a evaluar

El ámbito de estudio se encuentra emplazada en el flanco derecho del río Vilcanota, presentando una fisiografía escarpada, presentado un deslizamiento y evidencia de flujo de detritos en la quebrada Yanamayo, lo que podría generar pérdida de vidas eh infraestructura, tanto de viviendas como de la vía de la red nacional que pasa por esta zona.

#### 7.2.1 Características sociales

##### Población

En base a las encuestas realizadas a la población de la comunidad de Muñapata en el año 2023 (formato de encuesta se encuentra en anexos), donde en el ámbito de estudio, se tiene una población de 379 habitantes, distribuidos por grupo etario como se muestra en la Tabla 17.

**Tabla 17**

*Grupo etario de ámbito de estudio*

<b>GRUPO ETARIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>
0-5 y >65 años	75	19,79
6-12 y 50-65 años	120	31,66
13-18 años	29	7,65
19-30 años	93	24,54
31-50 años	62	16,36
<b>Total, de personas</b>	<b>379</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

##### Nivel de educación

En el ámbito de estudio se cuenta con la presencia un local educativo (educación inicial, primaria y secundaria) es utilizada por toda la población de zonas aledañas. El nivel educativo que presenta la población involucrada se distribuye de la siguiente manera; Tabla 18: En base a las encuestas realizadas a la población de la comunidad de Muñapata en el año 2023.

**Tabla 18***Nivel educativo del jefe del hogar*

<b>NIVEL EDUCATIVO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>
Ningún nivel o inicial	0	0,00
Primaria	16	14,95
Secundaria	49	45,79
Superior técnico	12	11,21
Superior universitario	0	0,00
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Sector salud**

Las familias de la comunidad de Mañapata recurren al centro de salud de Urcos cuya prestación de servicios es de regular cobertura, no obstante, otra parte de la población se dirige mayormente al Hospital de la ciudad de Cusco para casos graves y complejos; ya que alrededor del 80% de la población cuenta con seguro integral de salud (S.I.S). El tipo de seguro que presenta la población involucrada se distribuye de la siguiente manera; Tabla 19: En base a las encuestas realizadas a la población de la comunidad de Muñapata en el año 2023.

**Tabla 19***Acceso a servicios de salud en el ámbito de estudio*

<b>TIPO DE SEGURO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>
Sin seguro	24	24,49
SIS	48	48,98
Fuerzas armadas	0	0,00
ESSALUD	5	5,10
Privado	0	0,00
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Servicios básicos**

**Red de agua potable**, la principal fuente de suministro de agua potable es proveniente de ojos de agua presentes en la cuenca, se consume agua entubada, las demás viviendas se abastecen de agua captada de dos manantes ubicados en la quebrada del río Vilcanota y Yanamayo; Tabla 20. En base a las encuestas realizadas a la población de la comunidad de Muñapata en el año 2023.

**Tabla 20***Abastecimiento de agua potable en el ámbito de estudio*

<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>
No tiene	25	23,36
Rio, manante	10	9,35
Camión cisterna	0	0,00
Pilón común	66	61,38
Red publica	6	5,61
<b>Total, de viviendas</b>	<b>107</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Red de desagüe:** La evacuación de las aguas servidas para el área de estudio, se da a través de la red de desagüe que atraviesa la vía principal de Cusco – Sicuani y las calles transversales que entrega al colector principal; esta red de desagüe está diseñada solamente para recibir aguas residuales domésticas, sin embargo, 15 viviendas, no cuentan con estas conexiones, en lugar de ello poseen letrinas de hoyo seco. Las viviendas que poseen el servicio de desagüe se distribuyen de la siguiente manera; Tabla 21: En base a las encuestas realizadas a la población de la comunidad de Muñapata en el año 2023.

**Tabla 21***Acceso a la red de desagüe del ámbito de estudio*

<b>DESAGUE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>
Sin servicio higiénico	25	23,36
Letrina con arrastre sin tratamiento	0	0,00
Letrina de hoyo seco	82	76,64
Con unidad básica	0	0,00
Con instalación sanitaria	0	0,00
<b>Total</b>	<b>107</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Energía Eléctrica:** El servicio de energía eléctrica es abastecido y administrado por la Empresa Prestadora de Servicios Electro Sur Este S.A.C. Existe la red de alumbrado público en la calle principal, así mismo todos los lotes tienen acometida domiciliar de energía eléctrica. Las viviendas que poseen acceso a energía eléctrica, se distribuyen de la siguiente manera, Tabla 22: En base a las encuestas realizadas a la población de la comunidad de Muñapata en el año 2023. Como podemos apreciar en la Figura 32. La imagen proporciona una visión de la Red de distribución de energía eléctrica Electro Sur Este S.A. en la comunidad de Muñapata.

**Tabla 22**

*Acceso a la energía eléctrica del ámbito de estudio*

Acceso a la energía eléctrica	CANTIDAD	%
No tiene	25	23,36
Vela/lámpara	0	0,00
Panel solar	0	0,00
Generador	0	0,00
Red publica	82	76,64
<b>Total</b>	<b>107</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 32**

*Red de distribución de energía eléctrica*



Fuente: Elaboración propia.

**Limpieza Publica:** De acuerdo con los datos obtenidos por la municipalidad provincial del Quispicanchis, el servicio de recojo de residuos sólidos, se realiza los martes - jueves – sábado, como se puede apreciar en la siguiente Figura 33.

**Figura 33**

*Ruteo del recojo de residuos sólidos en el ámbito de estudio*



Fuente: elaboración propia.

De las encuestas realizadas la población distante a la vía principal, elimina sus residuos sólidos hacia la quebrada del río Yanamayo, por otro lado, la población próxima a la vía principal deposita los residuos sólidos en el carro recolector, en ambos casos no se practica la segregación de los residuos sólidos; estos residuos son trasladados hasta el botadero municipal, el cual es el punto de disposición final, como se aprecia en la tabla 23. En base a las encuestas realizadas a la población de la comunidad de Muñapata en el año 2023.

**Tabla 23**

*Disposición de los RR.SS. en el ámbito de estudio*

DISPOSICIÓN DE RR.SS.	CANTIDAD	%
Desechar en quebradas	2	1,87
Quema de RR.SS.	0	0,00
Desechar en vías	13	12,15
Desechar en botadero	28	26,17
Carro recolector	34	31,78
<b>Total, de viviendas</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 7.2.2 Características económicas

Los pobladores del ámbito de estudio se dedican a diferentes actividades, con la finalidad de mejorar su calidad de vida, la PEA se ocupa en su mayoría a las actividades de agricultura, ganadería, transporte, construcción civil, comercio, servicios de hogar, entre otros; para fines del presente análisis se ha considerado la actividad económica realizadas por el jefe del hogar, como se aprecia en la siguiente Tabla 24. En base a las encuestas realizadas a la población de la comunidad de Muñapata en el año 2023.

**Tabla 24**

*Condición laboral del jefe del hogar en el ámbito de estudio*

CONDICIÓN LABORAL DEL JEFE DEL HOGAR	CANTIDAD	%
Trabajador familiar no remunerado	3	3,06
Obrero/ agricultor	4	4,08
Empleado	9	62,24
Trabajador independiente	61	81,63
Empleador	0	0,00
<b>Total, de viviendas</b>	<b>77</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cabe recalcar que los pobladores de centro poblado Muñapata, se encuentran gente de diferentes lugares que por diferentes razones se han asentado en este sector, quienes aprovechan la estacionalidad de la producción agropecuaria.

### **Vivienda**

La mayor parte de las viviendas consolidadas son construcciones de dos a más niveles de edificación, de material predominante de adobe. Según las encuestas realizadas en el ámbito de estudio existen 45 lotes construidos y 40 lotes sin construir, haciendo un total de 95 lotes analizados, bajo esta premisa se presenta las siguientes tablas (Tabla 25, Tabla 26 y Tabla 27). En base a las encuestas realizadas a la población de la comunidad de Muñapata en el año 2023.

**Tabla 25**

*Material de edificación de los hogares del ámbito de estudio*

MATERIAL DE EDIFICACIÓN	CANTIDAD	%
Otros	1	0,93
Madera	0	0,00
Adobe	38	35,51
Ladrillo/bloqueta	11	10,28
Concreto armado	48	44,86
<b>Total, de viviendas</b>	<b>98</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 26**

*Estado de conservación de las viviendas*

ESTADO DE CONSERVACIÓN	CANTIDAD	%
Muy malo	17	15,89
Malo	41	38,32
Regular	40	37,38
Bueno	0	0,00
Muy bueno	0	0,00
<b>Total, de viviendas</b>	<b>98</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 27**

*Configuración de nivel de las edificaciones*

NIVEL DE EDIFICACIÓN	CANTIDAD	%
Más de 4 niveles	1	0,93
4 niveles	0	0,00
3 niveles	10	9,35
2 niveles	51	47,66
1 nivel	36	33,64
<b>Total, de viviendas</b>	<b>98</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad se continúa con la compra - venta de lotes y se estima que la población seguirá creciendo y expandiéndose más. En la Tabla 28. Se muestra los resultados con respecto a la situación de tenencias de viviendas. En base a las encuestas realizadas a la población de la comunidad de Muñapata en el año 2023.

**Tabla 28**

*Tenencia de vivienda*

TENENCIA DE VIVIENDA	CANTIDAD	%
Alquilada	26	26,53
Pagándola a plazos	40	40,82
Cedida por el centro de trabajo	0	0,00
Propia por invasión	0	0,00
Propia, totalmente pagada	32	32,65
<b>Total, de viviendas</b>	<b>98</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 7.3 Características ambientales

#### A. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal presente en la zona de estudio tiene una mayor predominancia por especies de poáceas (*Stipa*), no obstante, esta muestra señales de perturbación por acciones propias de la actividad humana, como es la presencia de residuos sólidos, y algunas quemas de la cobertura con la finalidad de ganar espacio para la instalación de sus cultivos o huertos familiares, la presencia de bosques talados de eucaliptos. Para una mejor descripción y caracterización de las especies vegetales, estas fueron agrupadas en unidades vegetales las cuales se describen en la Tabla 29. En la Figura 34. Se puede observar el plano de cobertura vegetal.

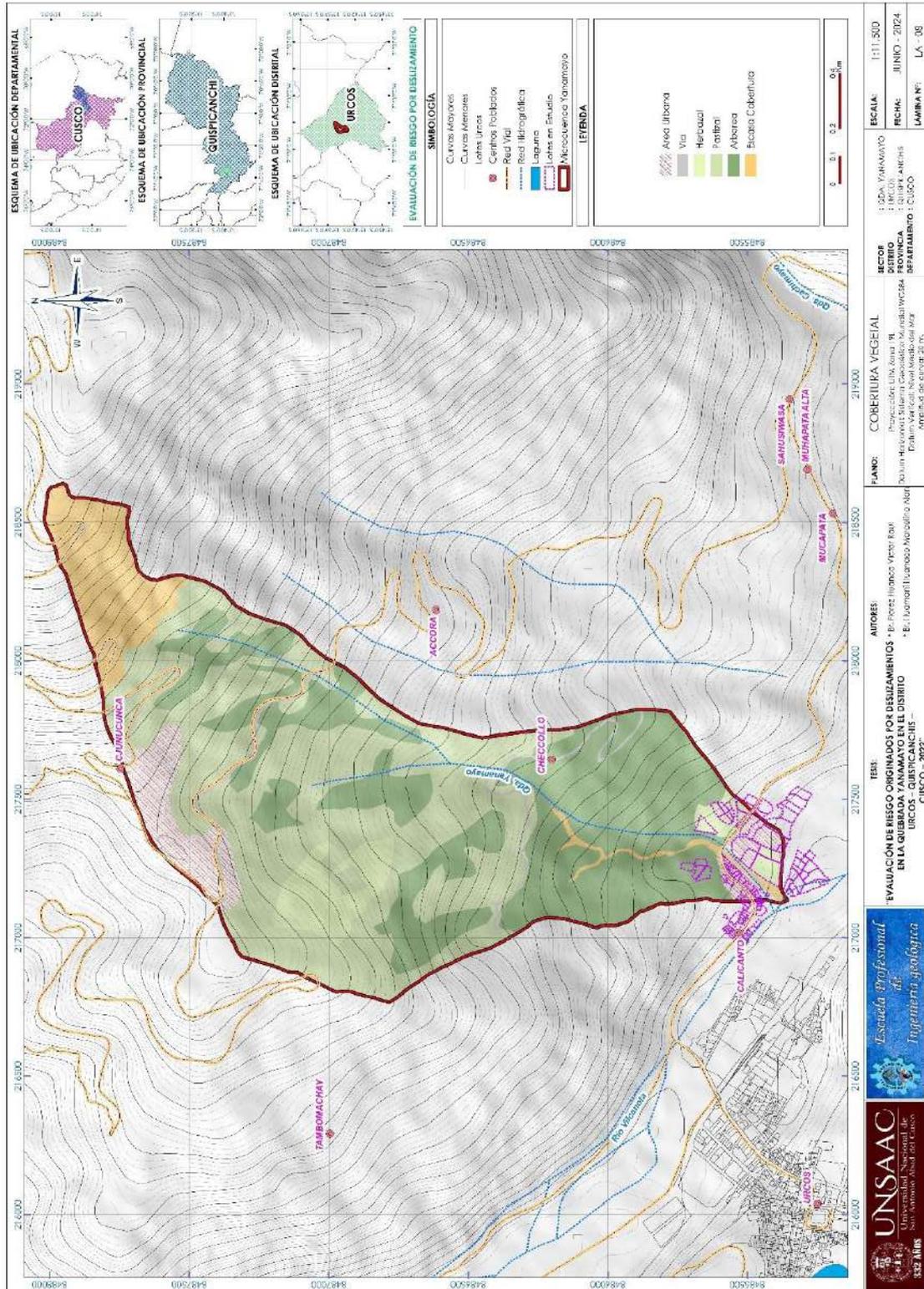
**Tabla 29**

*Unidades de vegetales*

UNIDAD VEGETAL	ÁREA (ha)	%
Arbórea	0.15	2.24
Matorral	1.62	24.75
Pastizal	1.30	19.89
Herbazal	0.09	1.38
Escasa Cobertura	2.26	34.52
Vía	0.09	1.36
Área Urbana	1.04	15.86
<b>Total</b>	<b>6.55</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 34**  
*Mapa de cobertura vegetal*



Fuente: Elaboración propia.

## 7.4 Pendiente

Conceptualmente las pendientes están definidas como la inclinación y/o declive del terreno desde un punto cualquiera respecto al otro plano horizontal. (González de Vallejo et al, 2002).

La metodología aplicada para la determinación de las pendientes del terreno se sustenta en el mapa topográfico del ámbito de estudio, midiendo la separación que existe entre cada curva de nivel. Es posible realizar estos cálculos con ayuda del software ArcGIS. Como podemos observar en la Tabla 30. Se zonificaron las pendientes por el nivel de inclinación.

**Tabla 30**

*Rangos de pendiente usados*

PENDIENTE	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
<4°	<b>A</b>	<b>Zonas llanas</b>
4°-10°	<b>B</b>	<b>Zonas ligeramente inclinadas</b>
10°-15°	<b>C</b>	<b>Zonas con pendiente suave, Moderadamente Inclinado</b>
15°-20°	<b>D</b>	<b>Zonas con pendiente moderado, Fuertemente Inclinado</b>
20°-30°	<b>E</b>	<b>Zonas con pendiente Moderadamente Empinada</b>
30°-40°	<b>F</b>	<b>Zonas con pendiente fuerte, Pendiente Empinada</b>
40°-45°	<b>G</b>	<b>Zonas con pendiente muy fuerte, Fuertemente Empinada</b>
>45°	<b>H</b>	<b>Zonas con pendientes Escarpadas</b>

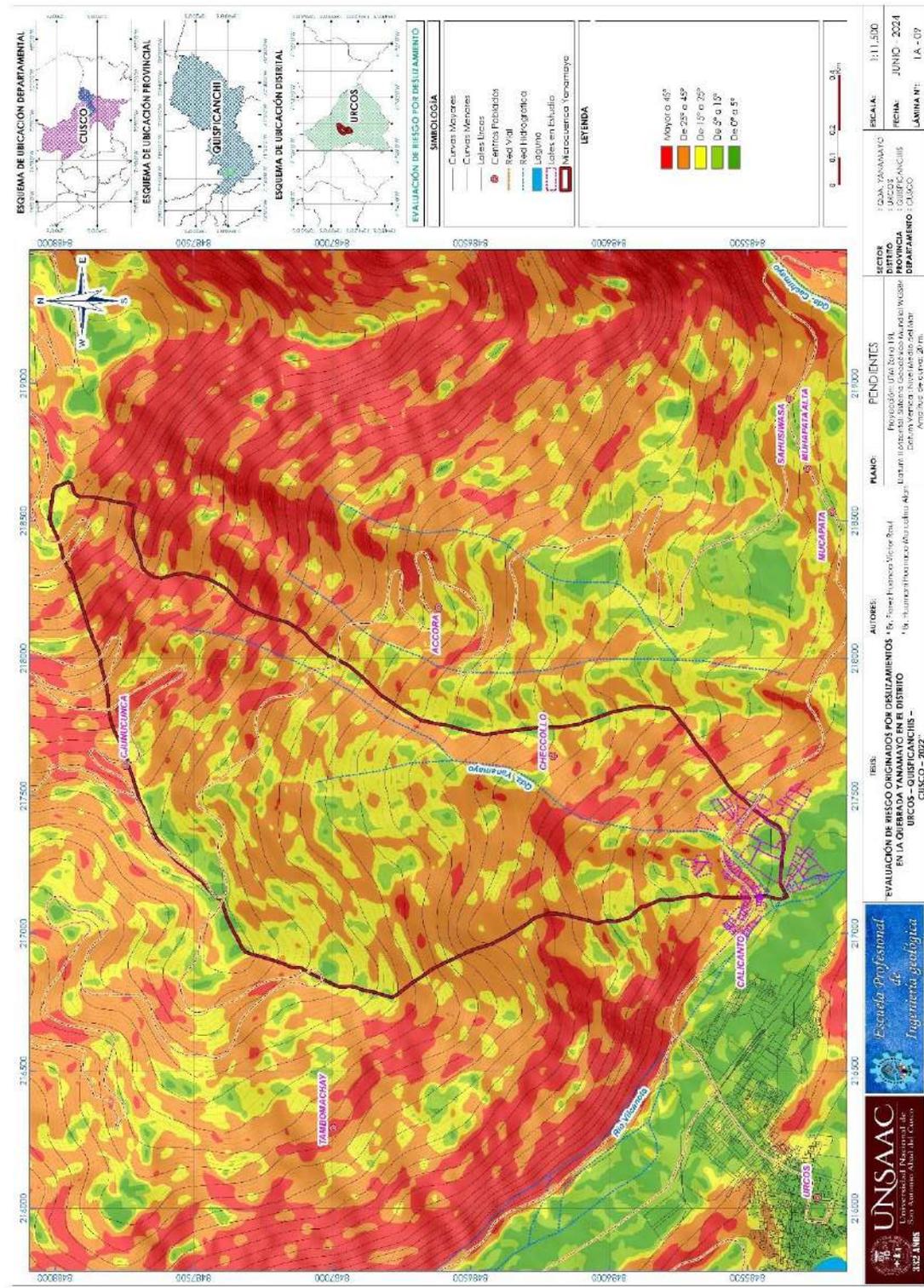
Fuente: Reglamento de clasificación de tierras, Ampliado de ONERN -1980.

**Pendiente moradamente Inclinado (0°-5°):** Se trata de terrenos con relieves allanados, los que se observan en parte de la planicie de la cima del cerro circundante al área urbana, presenta un relieve idóneo para el desarrollo de la agricultura y reforestación. Figura 35.

**Pendiente moderadamente empinado (5°-15°):** Se trata de terrenos con relieves inclinados, que también pueden ser usados esporádicamente para el desarrollo de la actividad agrícola. Se observa esta configuración a lo largo del área urbana de nuestro ámbito de estudio y la carretera. Como se muestra en la Figura 35.

**Pendiente Empinada (15°-25°):** Se trata de terrenos con relieves inclinados, son áreas con poca vegetación en la zona. Se observa esta configuración del terreno a lo largo del área urbana de nuestro ámbito de estudio, donde las viviendas se han adecuado al relieve. Como se muestra en la Figura 35.

**Figura 35**  
**Mapa de pendientes**



Fuente: elaboración propia.

**Pendiente fuertemente Empinada (25°-45°):** Son áreas que presentan poca vegetación, en el ámbito de estudio, éstas se observan en la ladera izquierda de la quebrada Yanamayo donde las cárcavas antiguas han sido rellenadas y también las laderas del cerro, justo en la cabecera de la zona de arranque y pie del deslizamiento. Como se muestra en la Figura 35. En la zona predomina está pendiente.

**Pendiente Escarpada (>45°):** Son zonas de escarpas de deslizamientos, áreas donde se tienen derrumbes y taludes pronunciados de la ladera izquierda de la quebrada Yanamayo. Como se muestra en la Figura 35.

## 7.5 Fisiografía

### **Altiplanicie y/o Plataforma**

Se trata de una topografía llana en la cima de la montaña de la quebrada Yanamayo, que hace la vez de la divisoria de aguas de dicha quebrada.

### **Lecho de Quebrada**

Esta zona de la quebrada es por donde discurren las aguas de lluvias temporales, del ámbito de estudios, dicho lecho de quebrada atraviesa ésta, en dirección Suroeste a Noreste. Como podemos apreciar en la Figura 36.

### **Figura 36**

*Muestra el lecho de la quebrada Yanamayo, vista hacia el Sur-Oeste.*



Fuente: elaboración propia.

### **Ladera Moderadamente Empinada**

Esta unidad fisiográfica se observa, en la margen izquierda de la quebrada Yanamayo, sobre esta se ha consolidado el área urbana.

### **Ladera Empinada**

Dentro de nuestro ámbito de estudio, se observa este relieve a lo largo de la consolidación urbana actual, margen izquierda de la quebrada Yanamyo, con pendientes variables entre 40° a 45°. Como podemos observar en la Figura 37.

### **Figura 37**

*Ladera empinada al NW del centro poblado de Accora*



Fuente: Elaboración propia.

### **Ladera Escarpada**

Este tipo de relieve se observa a lo largo de la ladera de la margen izquierda de la quebrada Yanamayo. Con pendientes elevadas mayores a  $>45^\circ$ . En la Figura 38. Se muestra ladera escarpada.

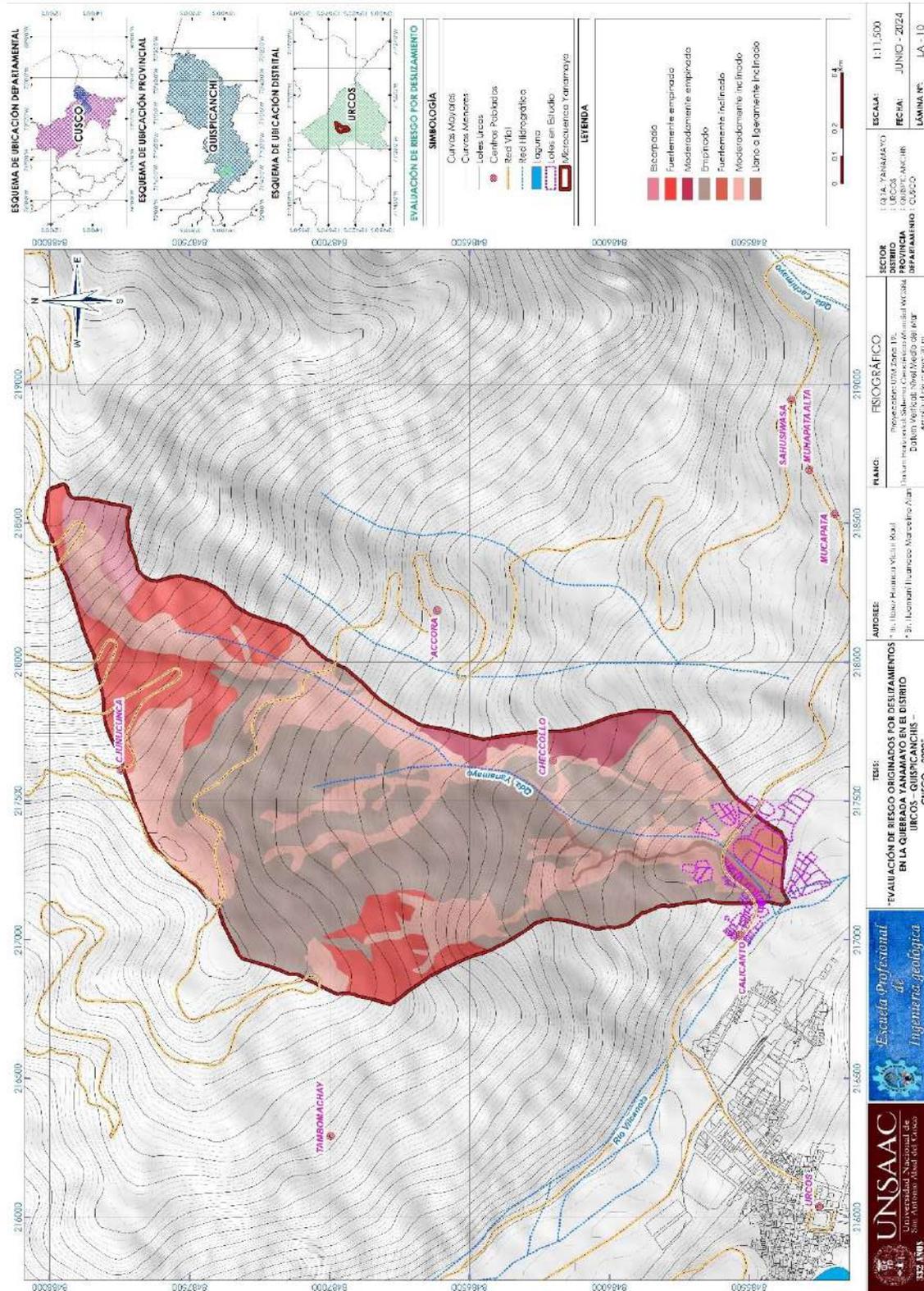
### **Figura 38**

*Ladera escarpada al NW del centro poblado de Accora*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 39**  
**Mapa fisiográfico**



Fuente: elaboración propia.

## 7.6 Geotecnia

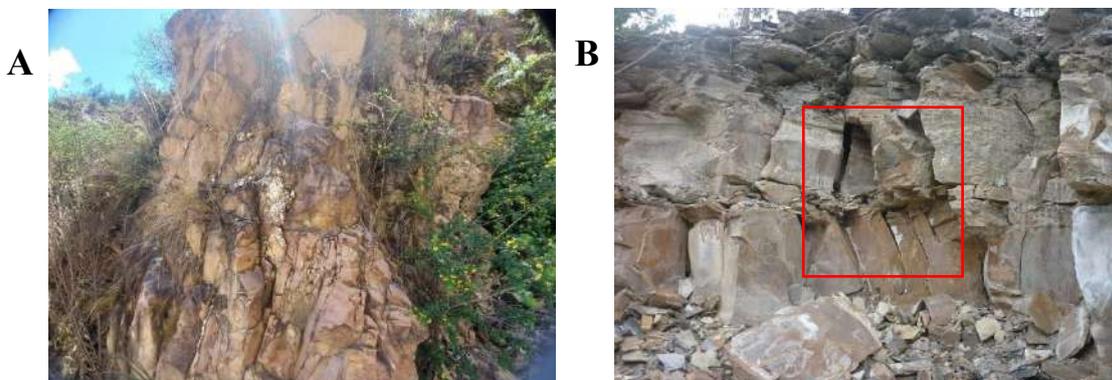
El ámbito de estudio está constituido por roca y suelo, las mismas que presentan diferentes comportamientos físicos – mecánicos. Por tal motivo estudiaremos las propiedades de suelo (clasificación, cohesión, ángulo de fricción y resistencia a la penetración) y roca (resistencia) por debajo de la superficie para determinar las propiedades ingenieriles y de capacidad portante, lo cual nos ayudara a la determinación del nivel de susceptibilidad ante un peligro por deslizamientos. Las propiedades físicas son las que controlan las características resistentes y deformaciones de la matriz rocosa y los suelos (composición mineralógica, densidad, estructura, porosidad, permeabilidad, alterabilidad, dureza, etc.), y son el resultado de la génesis, condiciones y procesos geológicos y tectónicos sufridos a lo largo de su historia. El agua presente en los macizos rocosos y el suelo reduce su resistencia, genera presiones en el interior de estos y altera sus propiedades. Ubicación de calicatas en anexos.

### 7.6.1 Macizo rocoso

Esta constituido propiamente por areniscas de color rojizo, pertenecientes a la formación Ananea. La necesidad de conocer el comportamiento mecánico de las rocas, nos conlleva a realizar evaluaciones de macizo rocoso y resistencia al corte de las rocas (areniscas cuarzosas) puesto que en la zona evaluada existen grietas y derrumbes en roca. Los resultados de los ensayos practicados en las calicatas C1 y C3, nos dan una visión más clara del comportamiento mecánico de la roca y sus propiedades ingenieriles presentes en el ámbito de estudio, por tal motivo se caracterizó los afloramientos de roca. Como podemos apreciar en la Figura 40. Foto A; Se observa la roca muy fractura y tres familias de diaclasas. Foto B; Se observa el área de 1m x 1m para el cálculo de RQD, requerido en la caracterización del macizo rocoso de la Formación Ananea.

### Figura 40

*Macizo rocoso de la Formación Ananea parte central de la quebrada de Yanamayo*



Fuente: Elaboración propia.

Según la caracterización del macizo rocoso en areniscas, tenemos por resultado que las areniscas presentan un RMR medio y muestran fenómenos de inestabilidad, el mismo que por efectos de la dirección de estratificación a favor de la pendiente, y un buzamiento de 70° es un ambiente favorecido para la ocurrencia de derrumbes y desprendimientos en áreas expuestas. En la Figura 41. Se puede observar el afloramiento de la formación Ananea, donde se observa la roca en su condición natural, considerando que las rocas se encuentran afectadas por procesos ambientales, erosivos y de transporte que dan lugar a su fracturación, con RMR de 48 que representa roca de calidad media a baja. En la Figura 42 y Figura 43 se muestran los resultados de RQD del macizo rocoso.

**Figura 41**

*Afloramiento rocoso Formación Ananea parte central de la quebrada Yanamayo*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 42**

*Resultados vistos en la calicata C1, donde se caracteriza el RQD del macizo rocoso, en la formación Ananea fracturado*

X		8502341		Y		175621		Punto 1		Altura		3653		Zona		19L																																															
Nº	Tipo de Plano	Orientación		RQD %				Separación de Diaclasas (m)				Longitud de Discontinuidad				Abertura (mm)				Rugosidad				Relleno (mm)				Alteración				Flujo de agua en las juntas																															
		Azim.	Buz.	90-100	75-90	50-75	25-50	<25	>2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	<0.06	<1	1-3	3-10	10-20	>20	Nada	<0.1	0.1-1.0	1-5	>5	Muy Rug.	Rug.	Lig. Rug.	Ondulado	Suave	Ning.	R. duro < 5	R. duro > 5	R. Blando <	R. Blando >	Inalt.	Lig. Alt.	Mod. Alt.	Muy Alt.	Descomp.	Secas	Lig. Hum.	Humedo	Goteando	Fluyendo	PUNTAJOS	CALIDAD	CLASE	COHESION	ANG. ROZA															
1		152N	20 SW	1						1				1								1		1																					56	MEDIA	III	2-3	25-35														
2		142N	57 SE	1						1				1								1		1																						59	MEDIA	III	2-3	25-35													
3		146N	56 SE	1						1				1								1		1																							60	MEDIA	III	2-3	25-36												
4		134N	39 SW	1						1				1					1			1		1																								70	MEDIA	II	3-4	35-45											
5		127N	60 SW	1						1				1								1		1																									57	MEDIA	III	2-3	25-36										
6		87N	84 SW	1						1				1								1		1																										67	MEDIA	II	3-4	35-45									
7		260N	41.5 NW	1						1				1								1		1																												57	MEDIA	III	2-3	25-36							
8		204N	26 NW	1						1				1								1		1																															60	MEDIA	III	2-3	25-36				
9		214N	39 NW	1						1				1								1		1																																			57	MEDIA	III	2-3	25-36
																																													RQD = 51.25%																		

Fuente: Elaboración Equipo Técnico (tesistas) en base a los datos de campo.



### 7.6.3 Densidad de campo

En el siguiente cuadro Tabla 32. se muestran los resultados de ensayos de densidad de campo y compresión uniaxial de cada calicata.

**Tabla 32**

*Resultado de laboratorio de densidad de campo y compresión*

Calicata	Tipo de material	Densidad natural	Peso específico	Absorción	Resistencia	Cohesión	□
C-1	Roca	-	2.5 g/cm <sup>3</sup>	6.58%	7820 kg	-	-
C-2	Suelo	1.48 g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	0.51 g/cm <sup>3</sup>	-
C-3	Roca	-	2.55 g/cm <sup>3</sup>	5.25%	8560 kg	-	-
C-4	Suelo	1.75 g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	-	31°
C-5	Suelo	1.42 g/cm <sup>3</sup>	-	-	-	0.56 g/cm <sup>3</sup>	-

Fuente: Estudio de laboratorio – equipo técnico (tesistas).

### 7.6.4 Ensayos de laboratorio

De los ensayos en laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados que se muestra en la Tabla 33.

**Tabla 33**

*Resultados de los ensayos de laboratorio de las calicatas*

Propiedades	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
% pasa malla 200		56.20%		11.33%	22.34%
Limite líquido	ROCA	61.95%	ROCA	30.48%	29.00%
Límite plástico		45.64%		21.99%	24.00%
I.P		16.31%		8.49%	5.00%
Clasificación		MH		GC	GM
Humedad natural		7.66%		22.31%	24.24%

Fuente: Elaboración propia.

### 7.6.5 Análisis

Las capacidades portantes determinadas para las distintas calicatas son:

Los resultados para las calicatas C-1 y C-3 se pueden observar en la Tabla 34.

**Tabla 34***Capacidad de carga admisible de las rocas en las calicatas C-1 y C-3*

<b>Espécimen</b>	<b>C-1</b>	<b>C-3</b>
Lado de la base promedio cm	8	8
Ancho de la base promedio: cm	8	8
Altura del espécimen: cm	15	15
Área de la base: cm <sup>2</sup>	64	64
Volumen: cm <sup>3</sup>	960	960
Peso de muestra: gr	2385	2451
Densidad de muestra: gr/cm <sup>2</sup>	2,480	2,550
Lectura del día con carga: kg	7820	8560
Resistencia a la comprensión: kg/cm <sup>2</sup>	122,19	133.75
Capacidad de carga: g	24,44	26.75
Factor de seguridad: Fs	0.2	0.2
Carga o presión admisible: $Q_{ar}=q_{cr}/F_s$	4.9	5.4
$Q_{ar}=q_{cr}/F_s$	4.9	5.4

Fuente: Estudio de laboratorio – equipo técnico (tesistas).

Los resultados para las calicatas C-2, C-4 y C-5 se pueden observar en la Tabla 35.

**Tabla 35***Resultado de carga admisible del suelo por calicata*

<b>Nº Calicata</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Qa</b>
Calicata 2	3.1	1.11 kg/cm <sup>2</sup>
Calicata 4	3	1.64 kg/cm <sup>2</sup>
Calicata 5	3.3	1.21 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Estudio de laboratorio – equipo técnico (tesistas).

### 7.6.6 Descriptores geotécnicos

#### **Terreno tipo I (MH) suelos con arcilla de alta plasticidad**

Esto comprende a las calicatas C-2, estos tipos de suelos se encuentran hasta una profundidad promedio de 2 a 6 metros. Dicho suelo está conformado por arcillas de alta plasticidad, gravas con arcillas, gravas mal gradadas, arena con limo de compacidad baja, se encuentra como rellenos antrópicos en los flancos del río. Estos suelos representan mucha inestabilidad, por fenómenos de asentamiento y socavación del cauce. Presenta grietas tensionales paralelas al cauce.

#### **Terreno tipo II (GC) grava arcillosa**

Esto comprende a las calicatas C-4, estos tipos de suelos se encuentran hasta una profundidad promedio de 2 a 3 metros. Dicho suelo está conformado por arcillas de alta plasticidad, gravas con arcillas, gravas mal gradadas, arena con limo de compacidad media.

Corresponde a material removido y material producto de antiguas secuencias del deslizamiento.

### **Terreno tipo III (GM) grava con limo**

Esto comprende a las calicatas C-5, estos tipos de suelos se encuentran hasta una profundidad promedio de 1 a 2.5 metros. Dicho suelo está conformado predominantemente por partículas de grava mezcladas con una cantidad significativa de limo. También pueden contener pequeñas cantidades de arena y arcilla, gravas mal gradadas, arena con limo de compacidad media a firme. Producto de suelos detríticos.

### **Terreno tipo IV (Rx 2) roca muy fracturada**

Esto comprende a las calicatas C-1, los afloramientos rocosos se hacen visible a partir de 0.50 a 1 metro de profundidad. También es visible hacia la parte superior y media del deslizamiento. Se trata de un macizo rocoso con alto grado de fracturamiento y buzamiento de 65 y 72 grados a favor de la quebrada, lo que aumenta la inestabilidad y produce desprendimientos.

### **Terreno tipo V (Rx 1) roca Poco fracturada**

Esto comprende a las calicatas C-3, los afloramientos rocosos se hacen visibles a partir de 0.50 metros de profundidad, donde se muestra el cambio en la dirección de la ladera por lo que el afloramiento muestra estratos más potentes y estables. También es visible el menor grado de fractura miento con respecto Rx1.

## **7.7 Geodinámica**

### **7.7.1 Geodinámica interna**

En el departamento del Cusco, los sismos son de naturaleza intraplaca continental sudamericana, la misma que está fuertemente tetanizada, constituyendo la denominada zona sismogénica superficial oriental del sur del Perú, caracterizada por presentar sismos principalmente superficiales ligados a la actividad de fallamientos activos, dividido en dos sistemas, la de Cusco y Lagunillas Mañazo. (Benavente Escóbar et al., 2014).

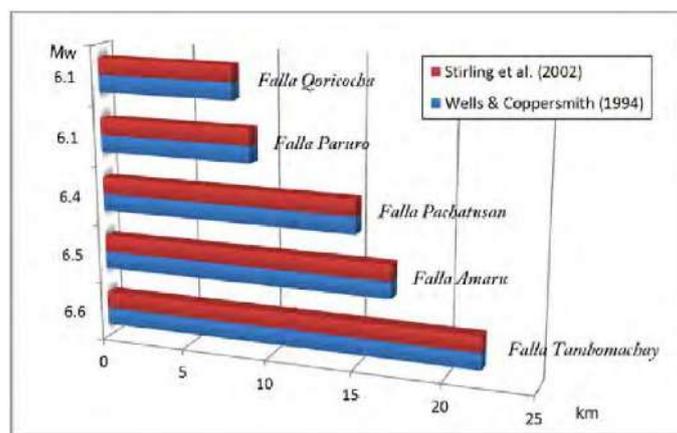
Sismicidad Local: La sismicidad local está controlada por las fallas activas de longitudes aproximadas a 10 Km., las cuales se encuentran cercanas a la zona de estudio.

En el 2013 Benavente C. (Neotectónica y peligro sísmico en la región Cusco [Boletín C 55]), realizó un estudio de amenaza sísmica para las fallas de Tambomachay, Qoricocha y Pachatusan. En las cuales se calcularon las máximas magnitudes posibles aplicando la metodología de (Well, D.L. y Coppersmith, K.J. 1994) y (Stirling, M.W. 2002), las cuales

consideran relaciones empíricas entre magnitud, momento, longitud de ruptura, el desplazamiento máximo y promedio por evento, como se muestra en la Figura 44. Magnitudes (Mw) máximas posibles para las fallas Tambomachay, Amaru, Pachatusan, Paruro y Qoricocha.

**Figura 44**

*Magnitudes (Mw) máximas posibles halladas a partir de relaciones empíricas propuestas por Wells & Coppersmith (1994) y Stirling et al. (2002)*



Fuente: Benavente, C.etal.(2013)(Neotectónica y peligro sísmico en la región Cusco [Boletín C 55]).

Para generar los escenarios de aceleración sísmica, Benavente C. (Neotectónica y peligro sísmico en la región Cusco [Boletín C 55]), aplicaron el modelo de atenuación, también utilizaron los parámetros más importantes usados en el modelamiento sísmico obtenidos del catálogo sísmico, características de las fallas estudiadas y distribución de tipo de suelos, entre otros. Se puede apreciar en la Tabla 36. Las fallas y sus características.

**Tabla 36**

*Características de las fallas que localmente afectan a la zona de estudio*

Nombre	Tipo	Magnitud (Mw)	Profundidad (km)	Buzamiento
Tamomachay	Normal	6.5	10	65SW
Qoricocha	Normal	6.1	10	70sw
Pachatusan	Normal	6.4	10	64SW

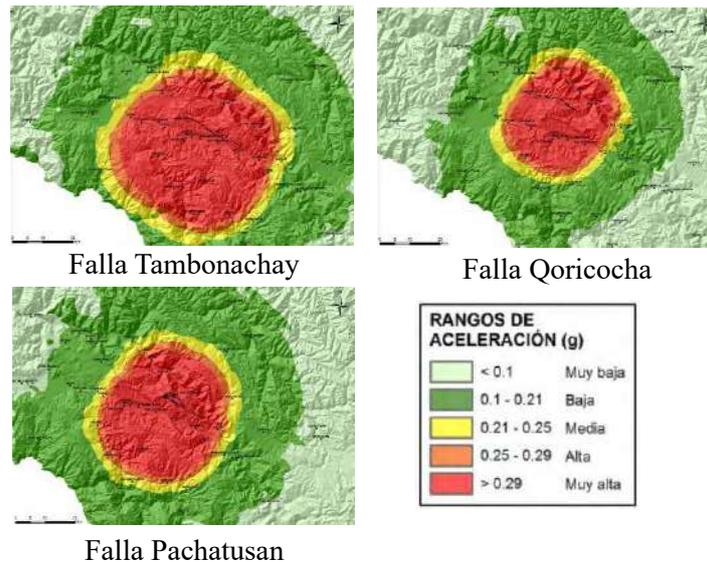
Fuente: Benavente, C. et al. (2013) Neotectónica y peligro sísmico en la región Cusco (Boletín C 55).

En los escenarios sísmicos generados para estas tres fallas, la zona de estudio es afectada con aceleraciones mayores a 0.29 g.; este valor se encuentra en el rango de muy alto en la clasificación de Ojeda, (J.; Castro, E.; Valencia, A. & Fonseca, S. (2001)) -Evaluación del

riesgo por fenómenos de remoción en masa: (Guía metodológica. Bogotá: INGEOMINAS, Escuela Colombiana de Ingeniería y CVC, 166 p.). Se puede observar en la Figura 45. Mapa de aceleración sísmica de las fallas del ámbito de estudio, la cual estaría afectada por aceleraciones sísmicas  $>0.29g$ .

### Figura 45

Mapa de aceleración sísmica de las fallas del ámbito de estudio



Fuente: (Benavente Escobar et al., 2014)

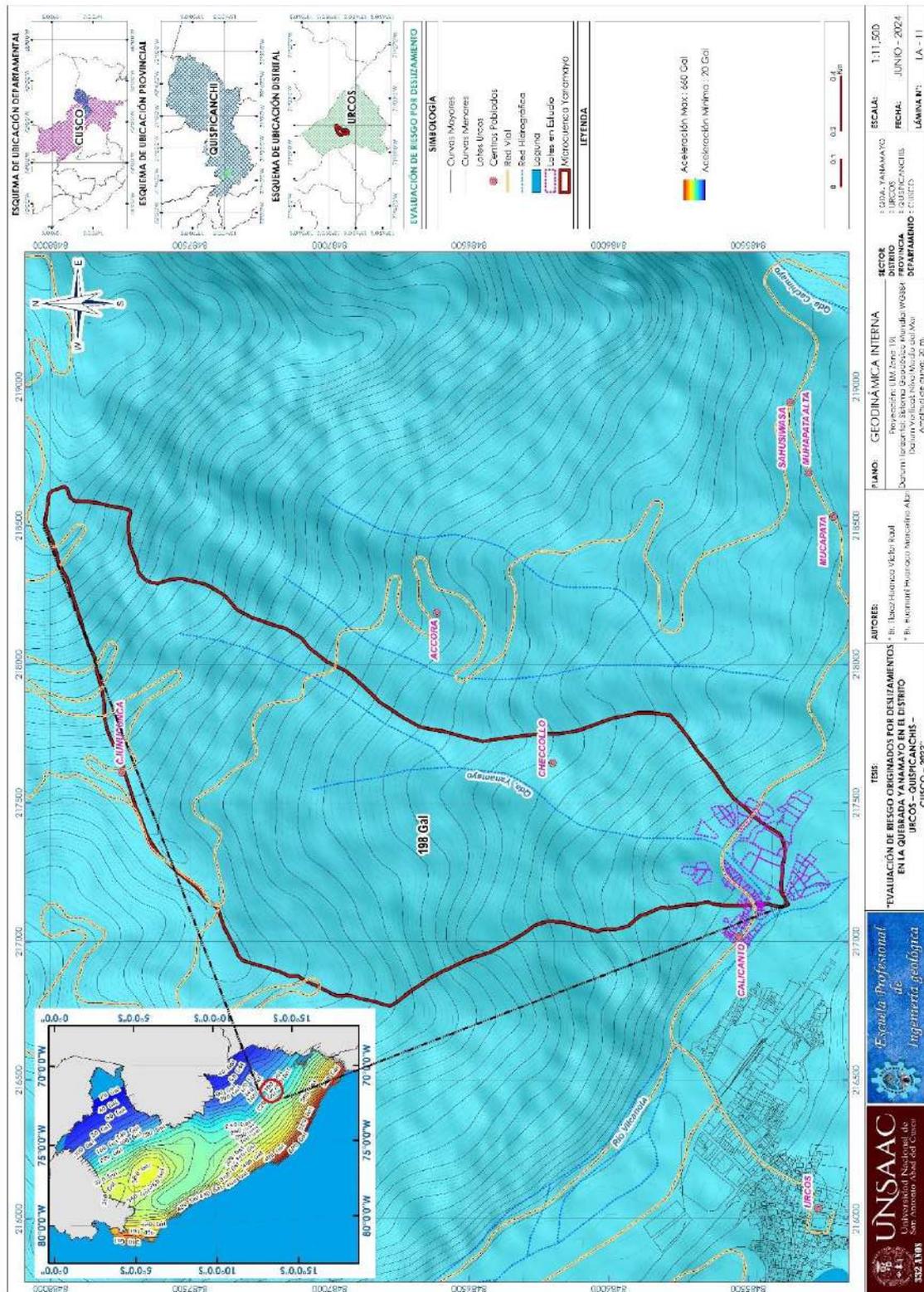
#### 7.7.2 Geodinámica externa.

La geodinámica externa del ámbito de estudio está controlada principalmente por factores gravitacionales y pluviales, por lo que esta ladera presenta una dinámica activa y con áreas en proceso de activación.

Del uso de las fotografías aéreas a color (Ortofotos de Drone), la que nos permite identificar las diferentes condiciones de drenaje y humedad, también identificar los diferentes materiales de roca y suelo. igualmente, la delimitación de terrenos susceptibles a deslizamientos y otros fenómenos naturales es mucho más precisa. El mapeo y análisis geodinámico permite conocer a detalle la fenomenología presente en el ámbito de estudio y realizar un diagnóstico de los problemas lo más preciso posible y proponer un diseño efectivo de su solución i/o remediación. Para el propósito de la investigación es necesario conocer cuáles son los parámetros básicos que afectan la inestabilidad de la ladera y caracterizarlos plenamente.

Figura 46

Mapa de geodinámica interna



Fuente: elaboración propia.

**Análisis y caracterización geodinámica:** El ámbito de estudio, por su estilo de actividad se clasifica como un fenómeno natural de remoción de masas del tipo compuesto (deslizamiento compuesto), ya que presenta más de dos tipos de movimientos simultáneos en diferentes zonas de la ladera.

### **A. Derrumbe**

Es el movimiento descendente de suelo, rocas y materiales orgánicos bajo el efecto de la gravedad, una caída comienza con un desprendimiento de suelo o roca, o ambos, en una pendiente pronunciada a lo largo de una superficie sobre la que se ha producido poco o nada de desplazamiento de rotura, el material posteriormente desciende principalmente por la caída, rebotando o rodando, la velocidad de ruedo depende de inclinación de la pendiente. En suelos este fenómeno aparece producto de la socavación de la ladera por parte del río Yanamayo.

Representa un área de 8737.2 m<sup>2</sup> del ámbito de estudio, bajo la zona de derrumbe principal se ubican las tuberías de agua utilizadas por las, como se observa en las siguientes fotografías que se observan en la Figura 47. Donde la fotografía A y B, se muestran zonas de derrumbe de material deleznable con una pendiente moderada. Foto C se observa fracturas en la pendiente los cuales son propensos a derrumbe.

### **Figura 47**

*Localización derrumbes en el ámbito de estudio al sur del centro poblado de Checcollo*



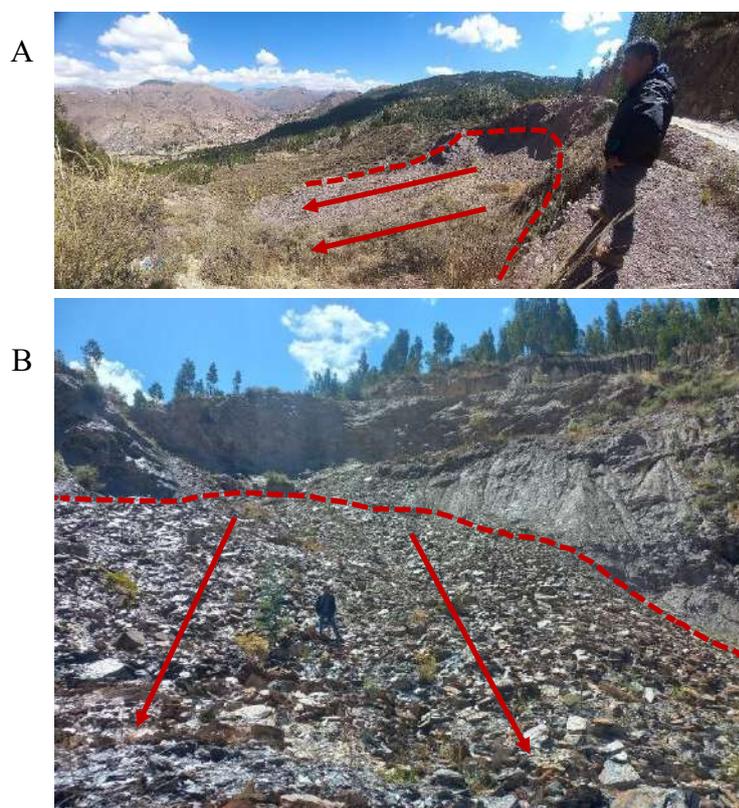
Fuente: Elaboración propia.

## B. Deslizamiento activo

Se identifican por los cambios bruscos en la morfología del terreno, la textura moteada en las fotografías aéreas y la distorsión de elementos como obras lineales. Especialmente vías y viviendas. Muestra evidencia de movimiento reciente, presenta grietas y escarpas muy recientes en el ámbito de estudio con longitudes de 1 m hasta los 105 y anchos que oscilan entre el 0.17 m hasta los 2.3 m; representa un área de 14271.92 m<sup>2</sup> del ámbito de estudio, así como el 84 % del total de área proyectada, se observa en la siguiente foto. En la Figura 48. Podemos apreciar la foto A, se la cabeza del deslizamiento, presenta grietas y escarpas. Foto B se observa el material que se viene desplazando sobre la superficie de falla.

### Figura 48

*Localización de deslizamientos activos en el ámbito de estudio al sur del centro poblado de Checcollo*



Fuente: Elaboración propia.

## C. Deslizamiento en proceso activación

Se identifican por los cambios ligeros en la morfología del terreno que evidencian movimientos poco perceptibles, están ubicados en zonas de movimientos antiguos y cárcavas rellenadas por material no compactado. Muestra evidencia de movimiento reciente como

pequeños derrumbes grietas en suelos menores a los 0.02 m.; representa un área de 11817.39 m<sup>2</sup> del ámbito de estudio; se observa en la siguiente Figura 49. Foto A, cárcavas rellenadas por material no consolidados. Foto B se observa pendientes con fracturas en material coluvial de pendientes altas.

### Figura 49

*Localización de deslizamientos en proceso de desarrollo*



Fuente: Elaboración propia.

### D. Socavación

Es producto de las corrientes del río Yanamayo Asociado con el alto grado de gradiente topográfica, presenta potencialidad en los cauces de montaña y fuerte socavación propio de los fondos de valles jóvenes, puede ser considerado como detonante, debido a la socavación en la base de la ladera se presenta derrumbes de tierra, que rellena parcialmente el valle. Posteriormente el material húmedo expuesto en la ladera podría involucrar en un deslizamiento rotacional subsecuente luego de supera el umbral de falla. se observa en la siguiente Figura 50.

### Figura 50

*Localización de zonas con procesos de socavación*



Fuente: Elaboración propia.

### **E. Cárcavas antiguas**

Las cárcavas son depresiones producidas en rocas y suelos de lugares con pendiente alta a causa de las avenidas de agua de lluvia. Estas producen la llamada erosión remontante, se concretan, normalmente, en abarrancamientos formados en los materiales blandos por el agua de arroyada que, cuando falta una cobertura vegetal suficiente. Observadas propiamente en el análisis de fotografías aéreas (IGN – de 1984). De donde se determinó la existencia de 11 cárcavas en el ámbito de estudio, las cuales fueron rellenadas con material externo no compactado, se observa en la siguiente Figura 51. La presencia de cárcavas.

### **Figura 51**

*Figura 28. Localización de zonas con cárcavas antiguas*



Fuente: Elaboración propia.

### **F. Deslizamientos antiguos**

Son deslizamiento inactivo que no ha vuelto a ser afectado por sus causas originales; Representa un total de 12541.84 m<sup>2</sup>, ver la siguiente Figura 52.

### **Figura 52**

*Ubicación de deslizamiento antiguo en la quebrada Yanamayo*



Fuente: Elaboración propia.

Podemos zonas de deslizamientos antiguos que se encuentran en proceso de estabilidad, estos en su mayoría se localizan en la parte superior de la quebrada Yanamayo, en la Figura 53. Podemos apreciar el deslizamiento antiguo que podrían activarse debido al uso por el uso urbano y agrícola.

### Figura 53

*Localización de zonas de deslizamiento antiguos en el ámbito de estudio*



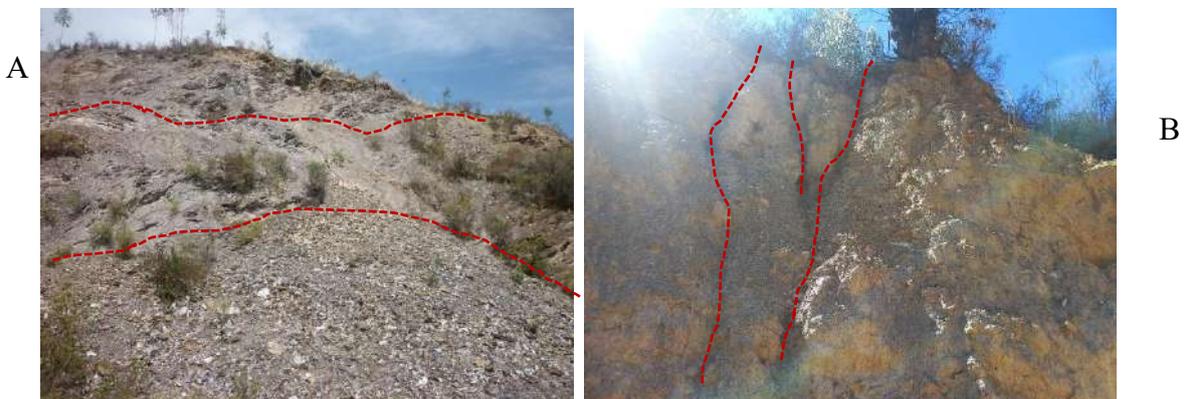
Fuente: Elaboración propia.

### G. Zona de arranque

Se caracteriza al área circundante de los fenómenos de movimientos que no presentan evidencia de movimiento, pero no se descarta su actividad futura. En la Figura 54. Podemos apreciar la foto A A, se observa que hay material que están proceso de desprendimiento siguiendo un plano de falla, Figura B, se observan taludes a lo largo de la quebrada que tienen pendientes muy altas y que presentan aperturas muy significativas.

### Figura 54

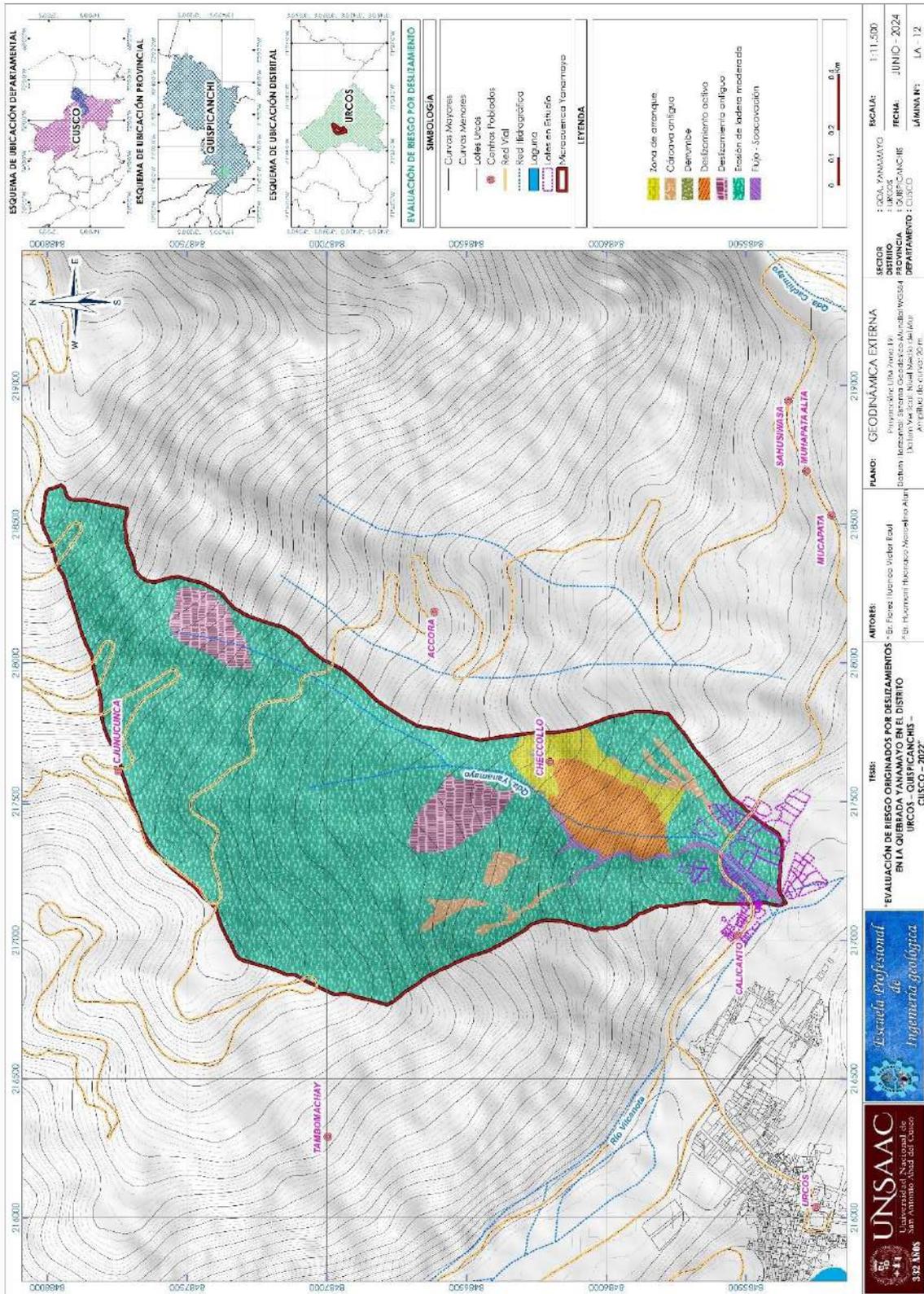
*Localización de zonas de arranque en el ámbito de estudio al oeste del centro poblado de Checcollo*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 55

Mapa de geodinámica externa



Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo VIII: Determinación del nivel de peligrosidad

### 8.1 Metodología para evolución de peligros de las zonas críticas

La metodología para la elaboración de mapa de peligros está basada en el “Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales V 2.0”; el cual maneja la secuencia mostrada en el siguiente flujograma. Que se observa en la Figura 56.

**Figura 56**

*Flujograma para la determinación del peligro*



Fuente: (CENEPRED, 2014).

La metodología empleada para determinar la peligrosidad se basa en dada por el CENEPRED. Donde se pasa a evaluar la susceptibilidad en función de los factores condicionantes (material geológico, la topografía en términos de pendientes y la geoforma del terreno en términos de geomorfología) y desencadenante (umbral de precipitación pluvial). Para cada de estos parámetros, se consideran sus descriptores, ponderándolos con el método de Saaty.

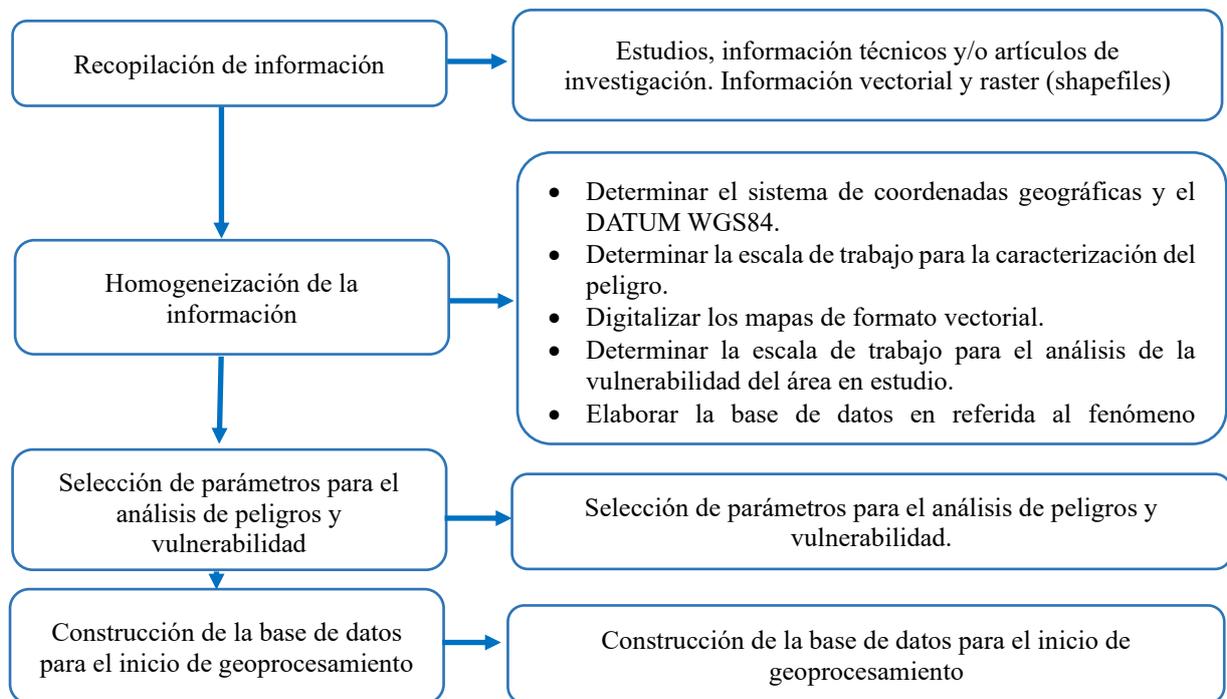
### 8.2 Recopilación y análisis de información

Se recopiló información mediante salidas de campo vuelos de drone en distintas fechas y años. Para lo cual se llevó a cabo revisión previa y posterior de la información bibliográfica

de estudios y de la información brindada por instituciones competentes (plataformas de SIGRID, INGEMMET, SENAMHI, SINPAD, etc.), con apoyo de imágenes satelitales de alta resolución. Figura 57. Se observa el esquema seguido para poder realizar el estudio.

**Figura 57**

*Esquema de recopilación y selección de la información para peligros*



Fuente: (CENEPRED, 2014).

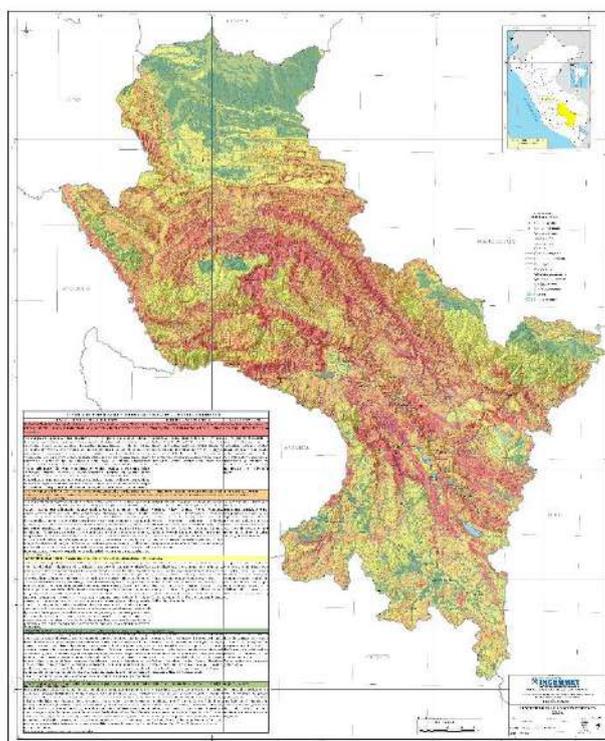
### 8.3 Identificación de los peligros

El ámbito de estudio, por su estilo de actividad se clasificaría como un fenómeno natural de remoción de masas de tipo compuesto (deslizamiento compuesto), ya que presenta un sector con deslizamiento de tipo traslacional y otro sector con deslizamiento de tipo rotacional los mismos que ocurren de manera simultánea en diferentes zonas de la ladera. Estos fenómenos muestran dirección de desplazamiento diferenciado por la existencia de un control geoestructural entre ambos eventos.

El presente estudio abarca el análisis del deslizamiento de tipo rotacional, puesto que este afecta directamente a las quebrada Yanamayo, ver la siguiente Figura 58. Donde podemos ver el mapa completo de la región del Cusco.

## Figura 58

*Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa de la región Cusco*



Fuente: INGEMMET

## 8.4 Caracterización de los peligros

### 8.4.1 Caracterización del fenómeno peligro

En el ámbito de estudio la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla cóncava, muestran escarpe principal pronunciado de 3.00 m. y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal 2.00 metros. La deformación interna cuerpo del deslizamiento muy poca, debido a que el mecanismo rotacional es auto estabilizante. Después de iniciarse la rotura, la masa deslizada comienzo a rotar y se desintegrara en varios bloques a partir de las grietas transversales que se están desarrollando a lo largo de este. El deslizamiento presentar material compuestos por arcillas, arenas, limos, y en gran cantidad material de relleno dispersos en la cabeza, cuerpo y el pie del deslizamiento la misma que sufren proceso de socavamiento por parte del río Yanamayo.

En deslizamiento identificado, por sus características es de tipo rotacional, cuya extensión tiene un área 23398.30 m<sup>2</sup>, una profundidad de 21.00 m en la cabecera del deslizamiento, 53.00 m en el cuerpo y 17.00 m en el pie del deslizamiento. Con una longitud

de 285.00 ml y ancho de 152.00 ml, resultando con un volumen total de 748,745.6 m<sup>3</sup>. El deslizamiento se encuentra en fase de activación inicial y el movimiento es relativamente muy lento. Como se aprecia en la Figura 59. Las fotografías A y B, áreas con grietas, evidencias del movimiento de la masa y partes del deslizamiento en el ámbito de estudio, y Figura 60. Se muestra el perfil del deslizamiento con sus partes.

### Figura 59

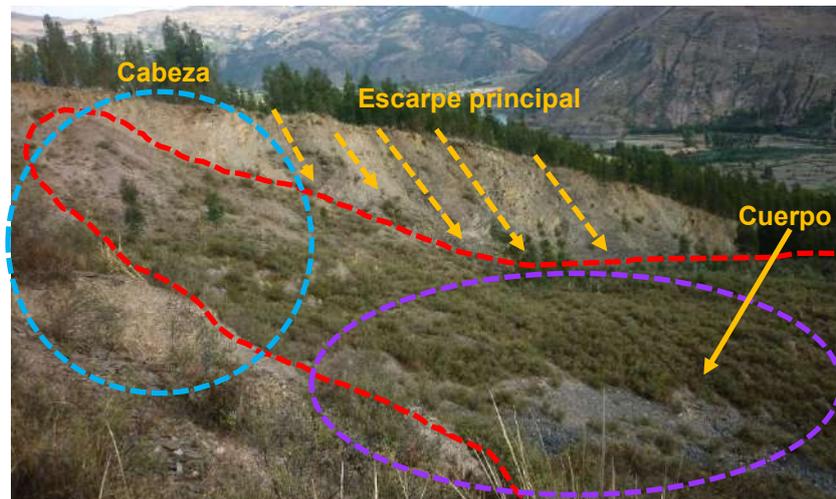
*Zonas de agrietamiento que se encuentran sobre la cabecera del deslizamiento*



Fuente: Elaboración propia.

### Figura 60

*Perfil del deslizamiento rotacional*



Fuente: Elaboración propia.

#### A. Cabeza

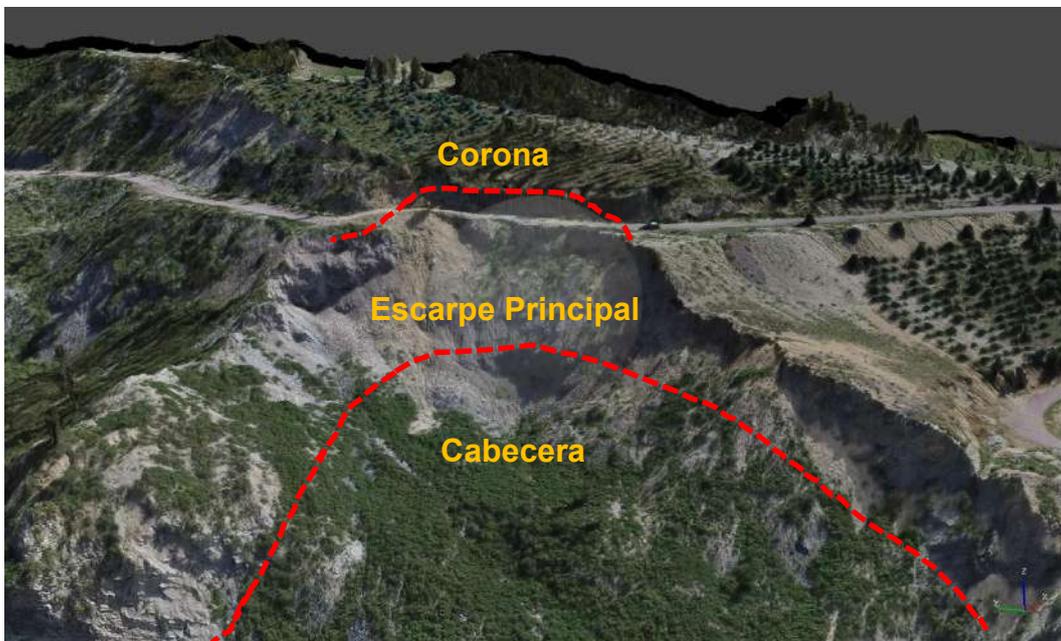
El ámbito de estudio presenta tres escarpes principales, lo que demuestra el desplazamiento de la masa de suelo y roca ladera abajo, estos escarpes varían con apertura de

0.20 m. a saltos de hasta 3.00 m de altura, las escarpas son de gran profundidad y que dicho deslizamiento en algún momento mapeado como “antiguo o Inactivo”, a la fecha está empezando un nuevo ciclo de actividad.

El material deslizado está constituido por material de deposición cuaternaria y rocas pertenecientes a la formación Ananea, también se tiene desmonte antrópico, el mismo que cubría una cárcava antigua y estaría ocurriendo la reaparición de surcos producto del movimiento de la masa deslizada. Ver siguiente Figura 61. Se aprecia el escarpe principal, los surcos en dirección a una antigua cárcava que fuera rellenada con material de arrastre.

### **Figura 61**

*Cabeza del deslizamiento al sur del centro poblado de Checcollo*



Fuente: Elaboración propia.

### **B. El cuerpo**

Esta zona está sufriendo muchas modificaciones de corte y relleno, lo cual está modificando la geometría del terreno y aumentando la carga, de esta forma se evidencia que se está rompiendo el equilibrio límite de estabilidad del terreno. Provocando el deslizamiento de este.

Se evidencian muchos derrumbes y empujes de suelos producto del desplazamiento, los mismo que son muy lentos que se hacen evidentes en el desplome de rocas y asentamientos diferenciales en los árboles. En la Figura 62. se evidencia movimientos poco perceptibles.

**Figura 62**

*Cuerpo del deslizamiento al sur del centro poblado de Checcollo*



Fuente: Elaboración propia.

**C. El pie del Deslizamiento**

Está ubicado cerca del cauce del río Yanamayo el cual genera una intensa socavación de esta parte del deslizamiento en época de lluvias, por lo que se comporta como detónante del movimiento, esta zona presenta numerosos derrumbes, así como grietas tensionales de 0.02 m hasta los 0.3 m, aquí se aprecian viviendas colapsadas. En la Figura 63. se aprecian múltiples derrumbes producto de la socavación de la ladera.

**Figura 63**

*Pie del deslizamiento al sur del centro poblado de Checcollo*



Fuente: Elaboración propia.

#### D. Zona de acumulación

Puesto que, es un deslizamiento que recientemente entro en actividad de desplazamiento, no tiene zona de acumulación más que la de los derrumbes producto de la socavación de la ladera, cuando se produzca el desplazamiento brusco de esta masa de suelo, da la posibilidad de que se genere un gran represamiento en la quebrada Yanamayo la cual podría producir un problema de grandes proporciones quebrada abajo. También se debe mencionar que estas zonas están constituidas por cárcavas antiguas las mismas que fueron rellenadas para edificar, el material usado en el relleno no está muy compactado y se evidencia amenaza. En la Tabla 37. Podemos apreciar las áreas en m<sup>2</sup>.

**Tabla 37**

*Caracterización del Deslizamiento Rotacional*

DESLIZAMIENTO IDENTIFICADO		DESLIZAMIENTO ROTACIONAL
Área		23,398.30m <sup>2</sup>
Longitud		285.00 ml.
Profundidad	Cabeza	21.00 m.
	Cuerpo	53.00 m.
	Pie	17.00 m.
Ancho		152.00 ml.
Volumen		748,745.6 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

#### E. Análisis de estabilidad

Para evaluar la estabilidad del talud actual y de las soluciones propuestas se utilizó al programa Slide V6.0 de la casa Rocscience. El software utiliza el método de equilibrio límite para obtener un factor de seguridad.

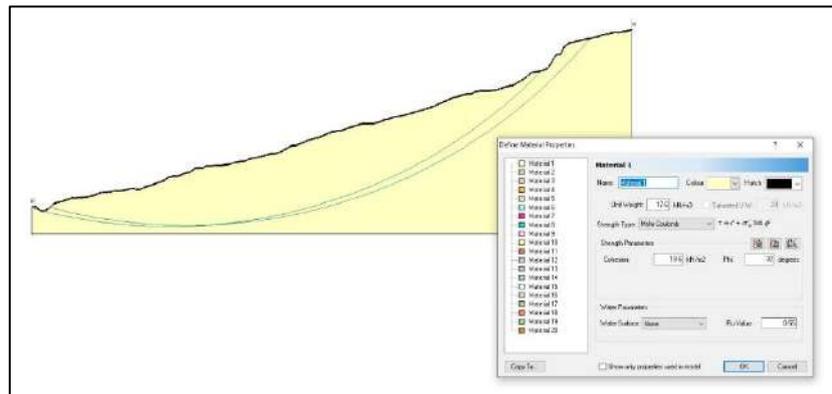
### Factores de seguridad admisibles

Se toma en cuenta lo indicado en el ítem 39.11.6 “Estabilidad Global” de la Norma Técnica Peruana E.050 “Suelos y Cimentaciones” aprobada mediante resolución ministerial N°406-2018. Donde el factor de seguridad admisible es de 1.50.

Al realizar un análisis de estabilidad por esfuerzos efectivos se requiere utilizar, además de los parámetros de resistencia al corte ( $c$  y  $\phi$ ), el valor de la presión de poros en el talud. Este parámetro puede tener gran influencia en la estabilidad y frecuentemente es difícil de estimar. Como podemos apreciar en la Figura 64. Con una saturación al 41% el valor de factor de seguridad es 0.822 y Tabla 38. Los valores de factor de seguridad hallados para distintos escenarios.

### Figura 64

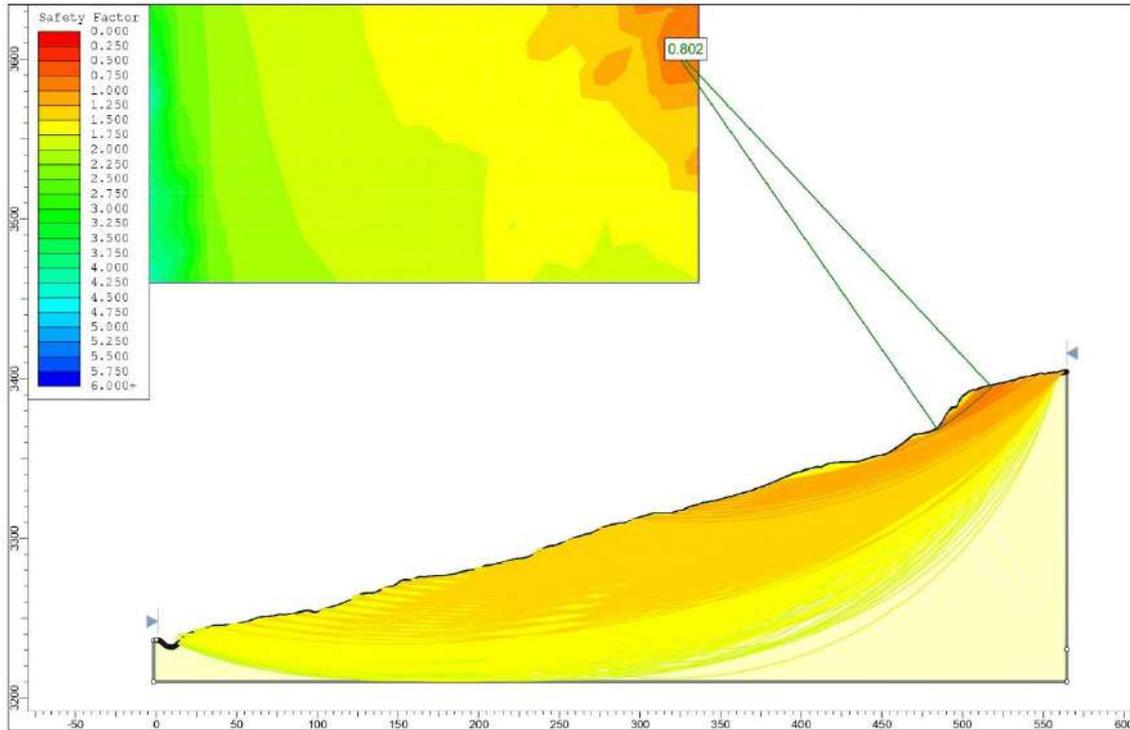
*Ingreso de datos de tipo de material*



Fuente: Elaboración propia.

### Figura 65

*Modelo de análisis de estabilidad al 41% de saturación*



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 38**

*Resumen de valores de Factor de Seguridad*

N.º	Descripción	F.S.	Mínimo aceptable	Resultado
1	Modelo de análisis de estabilidad al 41% de saturación	0.822	1.50	No cumple
2	Modelo de análisis de estabilidad al 55% de saturación	0.544	1.50	No cumple
3	Modelo de análisis de estabilidad al 65% de saturación	0.416	1.50	No cumple
4	Modelo de análisis de estabilidad al 75% de saturación	0.290	1.50	No cumple

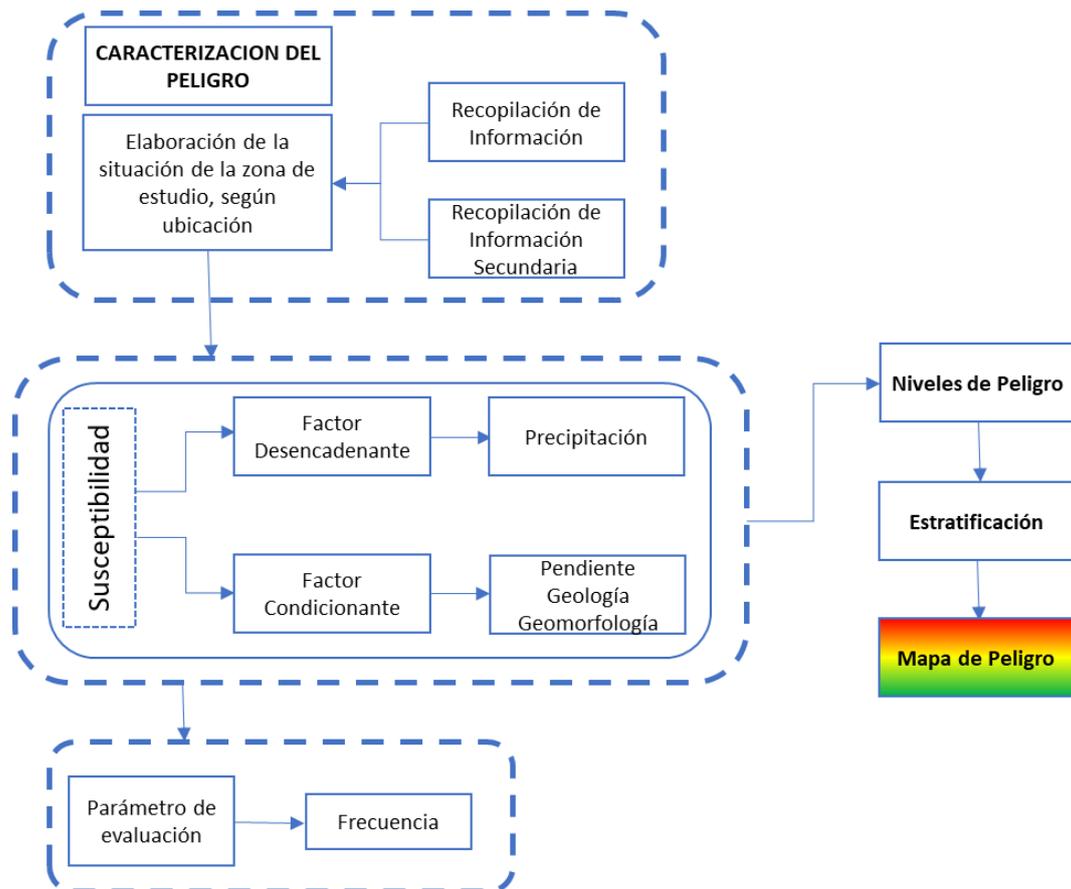
Fuente: Elaboración propia.

#### 8.4.2 Metodología para la determinación del mapa de peligros

Para determinar el nivel de peligrosidad por el fenómeno de deslizamiento, ocasionadas por lluvias intensas, se utilizó la siguiente metodología descrita en la Figura 66.

**Figura 66**

*Esquema metodológico para obtención del mapa de peligro*



Fuente: Propia adaptado del CENEPRED (2014).

### 8.5 Ponderación del parámetro de evaluación

Parámetro general de evaluación: magnitud – velocidad de desplazamiento. - Se trata de un valor numérico de acuerdo con la escala establecida para cada peligro, por lo que en este estudio usaremos la Velocidad de los movimientos (Adaptados de Cruden, Varnes – 1996). La velocidad de movimientos tiene gran influencia sobre el poder destructivo de un deslizamiento, generalmente la velocidad del movimiento es lenta al principio y puede aumentar gradual o instantáneamente de velocidad de acuerdo con el tipo de movimiento.

En este estudio se ha observado que la velocidad de desplazamiento de los deslizamientos va de: Muy lenta a lenta. Se muestra el cuadro de velocidad de movimientos en la Tabla 39.

**Tabla 39**

*Velocidad de los Movimientos (Adaptado de Cruden, Varnes - 1996)*

Clase	Descripción	Velocidad (mm/seg)	Desplazamiento	Poder destructor
7	Extremadamente rápido			Catástrofe de violencia mayor, edificios destruidos por el impacto o el material

				desplazado, muchas muertes: escape improbable.
		$5 \times 10^3$	5 m/seg	
6	Muy rápida			Algunas pérdidas de vidas; velocidad demasiado alta para permitir a todas las personas escapar.
		$5 \times 10^1$	3 m/min	
5	Rápida			Escape posible: estructuras, propiedades y equipos destruidos.
		$5 \times 10^{-1}$	1.8 m/hora	
4	Moderado			Algunas estructuras temporales y poco sensitivas pueden mantenerse temporalmente.
		$5 \times 10^{-3}$	13 m/mes	
3	Lenta			Construcciones remediales pueden llevarse a cabo durante el movimiento. Algunas estructuras insensitivas pueden mantenerse con mantenimiento frecuente.
		$5 \times 10^{-5}$	1.6 m/año	
2	Muy lenta			Algunas estructuras permanentes no son dañadas por el movimiento.
		$5 \times 10^{-7}$	16 m/año	
1	Extremadamente lenta			Imperceptibles sin instrumentos; construcción posible, pero deben tenerse precauciones.

Fuente: Cruden, Varnes, estudio – 1966.

#### Parámetro de evaluación

<b>Parámetro de evaluación</b>
<b>Velocidad de desplazamiento</b>

**Tabla 40**

*Descriptor del parámetro de evaluación velocidad de desplazamiento*

<b>Descriptor</b>	<b>Descriptor</b>
D 1	Rápida a Muy rápida (3 m/min)
D 2	Moderada a Rápida (1.8 m/hora)
D 3	Lenta a Moderada (13 m/mes)
D 4	Muy Lenta a Lenta (1.6 m/año)

D 5	Extremadamente Lenta a Muy Lenta (16 mm/año)
-----	--

Fuente: Elaboración propia adaptado del CENEPRED (2014).

**Tabla 41**

*Matriz de comparación de pares del parámetro velocidad de desplazamiento*

DESCRIPTOR	Velocidad (mm/sg)	D 1 $5 \times 10^1$	D 2 $5 \times 10^{-1}$	D 3 $5 \times 10^{-3}$	D 4 $5 \times 10^{-5}$	D 5 $5 \times 10^{-7}$
D1: Rápida a Muy rápida (3 m/min)	$5 \times 10^1$	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
D2: Moderada a Rápida (1.8 m/hora)	$5 \times 10^{-1}$	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
D3: Lenta a Moderada (13 m/mes)	$5 \times 10^{-3}$	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
D4: Muy Lenta a Lenta (1.6 m/año)	$5 \times 10^{-5}$	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
D5: Extremadamente Lenta a Muy Lenta (16 mm/año)	$5 \times 10^{-7}$	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
	mm/año	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
	1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 42**

*Matriz de normalización de pares del parámetro velocidad de desplazamiento*

Velocidad (mm/sg)	Rápida a Muy rápida	Moderada a rápida	Lenta a moderada	Muy lenta a lenta	Extremadamente lenta	Vector de priorización
Rápida a muy rápida (3 m/min)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
Moderada a rápida (1.8 m/hora)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
Lenta a moderada (13 m/mes)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
Muy lenta a lenta (1.6 m/año)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
Extremadamente lenta a Muy Lenta (16 mm/año)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia del parámetro de evaluación velocidad de desplazamiento

IC	0.0348
RC	0.0312

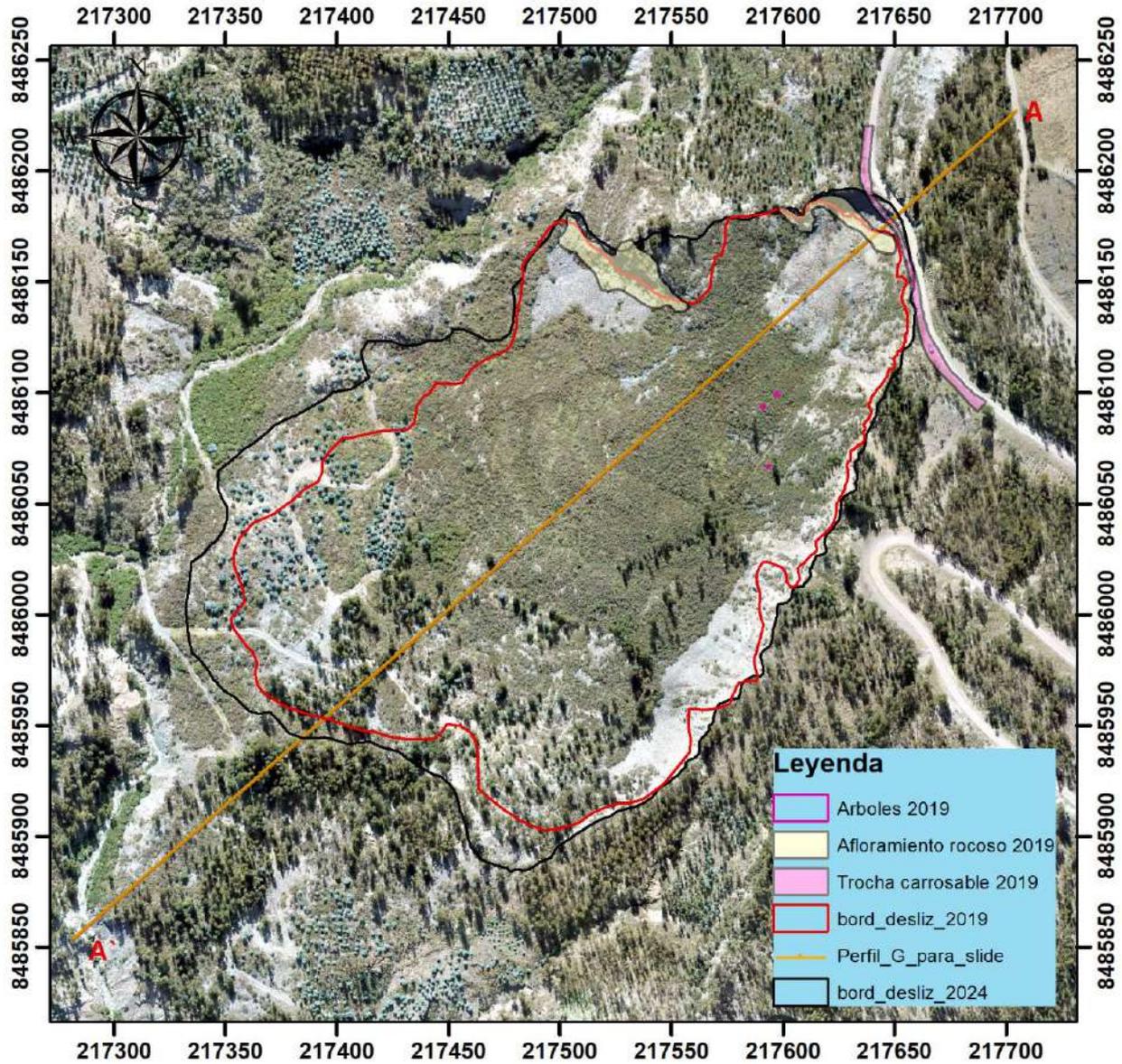
### Velocidad del deslizamiento

Para hallar la velocidad del desplazamiento de material se utilizó comparación de imágenes generadas por vuelos DRONE que se han realizado en distintos años de la misma zona de estudio. En la Figura 67. Podemos observar la comparación del desplazamiento del deslizamiento desde el año 2019 hasta el año 2024, esto esta reflejado en el Corte AA'. En la

Figura 68. Se observa los perfiles topográficos de los años 2019 y 2024. Podemos identificar la distancia de desplazamiento observando la Figura 69.

**Figura 67**

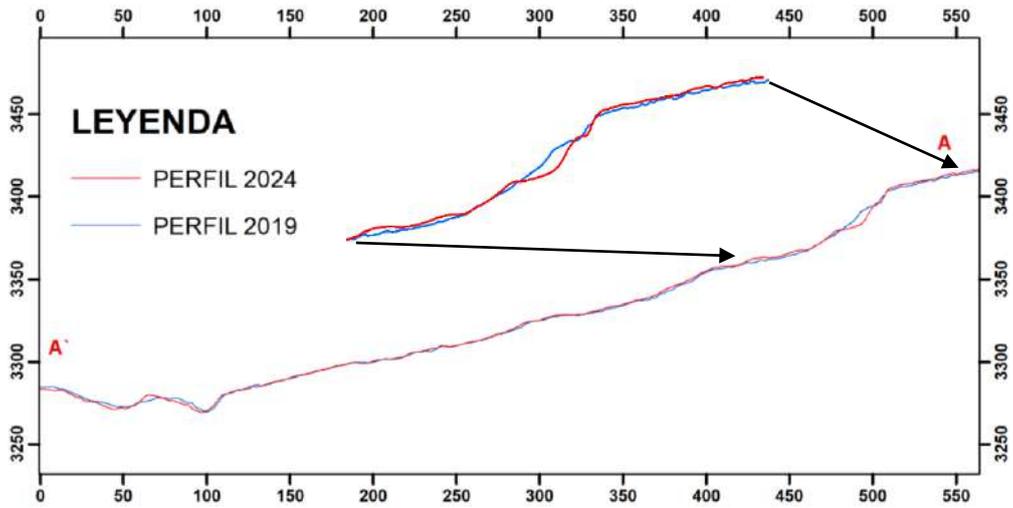
*Evolución del deslizamiento*



Fuente: Elaboración propia, se muestra el corte A-A`.

**Figura 68**

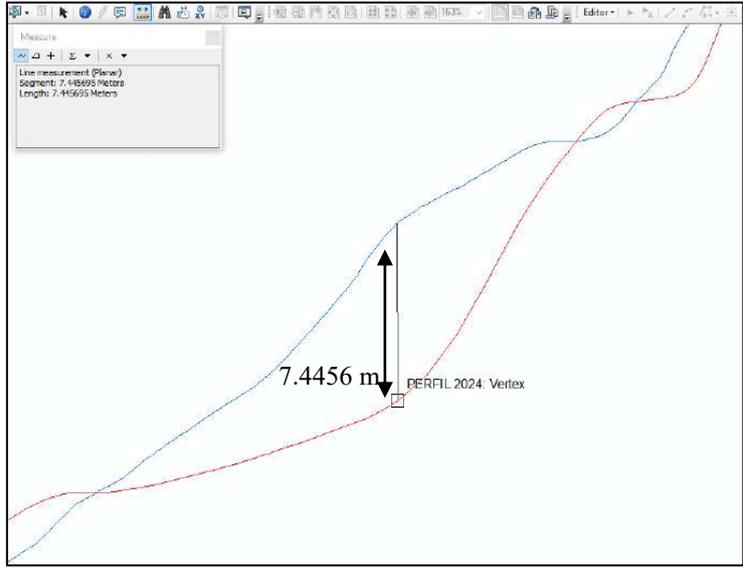
*Superposición de perfiles de corte A-A` (2019 y 2024)*



Fuente: Elaboración propia, se muestra el corte A-A`.

**Figura 69**

*Desplazamiento de talud*



Fuente: Elaboración propia, se muestra el corte A-A`.

Sabemos que la fórmula primordial de la velocidad es distancia dividido por el tiempo, tomando eso en consideración calculamos lo siguiente Tabla 43.

**Tabla 43**

*Resultado de velocidad de deslizamiento*

<b>Distancia (m)</b>	<b>Tiempo (año)</b>	<b>Velocidad (m/año)</b>
7.4456	5	<b>1.489</b>

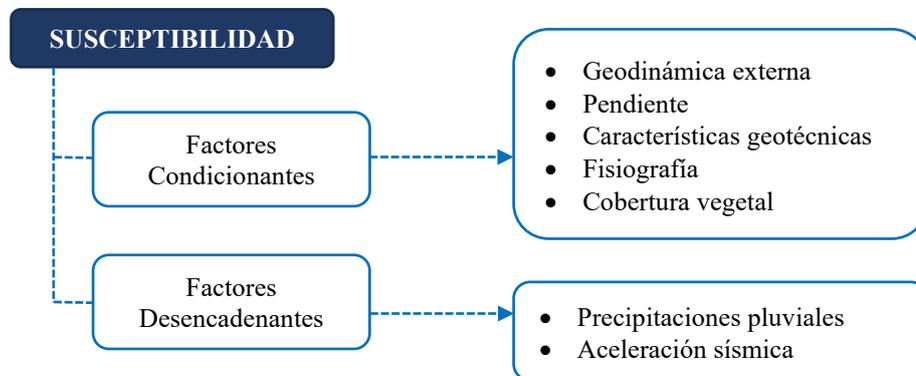
Dado que el resultado es de 1.489 metros al año, corresponde a una velocidad de movimiento de muy lenta a lenta.

## 8.6 Susceptibilidad del ámbito de estudio

La susceptibilidad se refiere a la predisposición a que ocurra un evento en un área geográfica específica, dependiendo de factores condicionantes y desencadenantes. Para evaluar la susceptibilidad a deslizamientos, se consideran factores como geodinámica externa, pendiente, características geotécnicas, fisiografía y cobertura vegetal, así como las precipitaciones pluviales acumuladas mensuales máximas. Se utiliza el método de análisis jerárquico de Saaty para ponderar estos factores. Podemos apreciar en la Figura 70. El esquema de análisis para la susceptibilidad de peligros.

**Figura 70**

*Esquema del análisis de la susceptibilidad de los peligros*



Fuente: Elaboración propia adaptado del CENEPRED (2014).

### 8.6.1 Análisis de los factores condicionantes

**Tabla 44**

*Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes*

Factores condicionantes	Geodinámica externa	Pendiente	Características geotécnicas	Fisiografía	Cobertura vegetal
Geodinámica externa	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Pendiente	0.33	1.00	2.00	3.00	5.00
Características geotécnicas	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Fisiografía	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Cobertura vegetal	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.93	5.03	7.75	11.33	20.00
<b>1/SUMA</b>	0.52	0.20	0.13	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 45***Matriz de normalización de los factores condicionantes*

Factores condicionantes	Geodinámica externa	Pendiente	Características geotécnicas	Fisiografía	Cobertura vegetal	Vector priorización
Geodinámica externa	0.519	0.596	0.516	0.441	0.350	<b>0.484</b>
Pendiente	0.173	0.199	0.258	0.265	0.250	<b>0.229</b>
Características geotécnicas	0.130	0.099	0.129	0.176	0.200	<b>0.147</b>
Fisiografía	0.104	0.066	0.065	0.088	0.150	<b>0.095</b>
Cobertura vegetal	0.074	0.040	0.032	0.029	0.050	<b>0.045</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 46***Pesos ponderados factores condicionantes*

Parámetro	Pesos ponderados
Geodinámica externa	0.484
Pendiente	0.229
Características geotécnicas	0.147
Fisiografía	0.095
Cobertura vegetal	0.045

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia del parámetro de los factores condicionantes

IC	0.0346
RC	0.0310

**a) Ponderación de descriptores del parámetro condicionante - Geodinámica externa**

**Tabla 47***Descriptores del parámetro condicionante – Geodinámica externa*

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
GE 1	Deslizamiento activo
GE 2	Socavación y derrumbe
GE 3	Deslizamiento en activación
GE 4	Cárcavas y deslizamientos antiguos
GE 5	Zona de arranque

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 48***Matriz de comparación de pares del parámetro condicionante Geodinámica externa*

Geodinámica externa	Deslizamiento activo	Socavación y derrumbe	Deslizamiento en activación	Cárcavas y deslizamientos antiguos	Zona de arranque
Deslizamiento activo	1.00	2.00	2.00	3.00	5.00
Socavación y derrumbe	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Deslizamiento en activación	0.50	0.50	1.00	3.00	3.00
Cárcavas y deslizamientos antiguos	0.33	0.33	0.33	1.00	2.00
Zona de arranque	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.53	4.08	5.67	10.50	15.00
<b>1/SUMA</b>	0.39	0.24	0.18	0.10	0.07

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 49***Matriz de normalización de pares del parámetro condicionante Geodinámica externa*

Geodinámica externa	Deslizamiento activo	Socavación y derrumbe	Deslizamiento en activación	Cárcavas y deslizamientos antiguos	Zona de arranque	Vector priorización
Deslizamiento activo	0.395	0.490	0.353	0.286	0.333	<b>0.371</b>
Socavación y derrumbe	0.197	0.245	0.353	0.286	0.267	<b>0.270</b>
Deslizamiento en activación	0.197	0.122	0.176	0.286	0.200	<b>0.196</b>
Cárcavas y deslizamientos antiguos	0.132	0.082	0.059	0.095	0.133	<b>0.100</b>
Zona de arranque	0.079	0.061	0.059	0.048	0.067	<b>0.063</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia del parámetro de la condicionante - Geodinámica externa

IC	0.0307
RC	0.0275

**b) Ponderación de descriptores del parámetro condicionante – Pendiente**

**Tabla 50**

*Descriptores del parámetro condicionante pendiente*

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
PE 1	Mayor a 45°
PE 2	De 25° a 45°
PE 3	De 15° a 25°
PE 4	De 5° a 15°
PE 5	De 0° a 5°

Fuente: Elaboración propia adaptado del CENEPRED (2014).

**Tabla 51**

*Matriz de comparación de pares de la condicionante pendiente*

Pendiente	>45°	25° - 45°	15°-25°	5°-15°	0°-5°
>45°	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
25° - 45°	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
15°-25°	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
5°-15°	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
0°-5°	0.17	0.20	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.25	4.03	6.83	10.50	17.00
<b>1/SUMA</b>	0.44	0.25	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 52**

*Matriz de normalización de pares de la condicionante pendiente*

Pendiente	>45°	25° - 45°	15°-25°	5°-15°	0°-5°	Vector priorización
>45°	0.444	0.496	0.439	0.381	0.353	<b>0.423</b>
25° - 45°	0.222	0.248	0.293	0.286	0.294	<b>0.269</b>
15°-25°	0.148	0.124	0.146	0.190	0.176	<b>0.157</b>
5°-15°	0.111	0.083	0.073	0.095	0.118	<b>0.096</b>
0°-5°	0.074	0.050	0.049	0.048	0.059	<b>0.056</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia del parámetro de la condicionante – Pendiente

IC	0.0115
RC	0.0103

c) Ponderación de descriptores del parámetro condicionante – Características geotécnicas

**Tabla 53**

*Descriptores del parámetro condicionante características geotécnicas*

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
CG 1	Suelo con limo de alta plasticidad
CG 2	Roca de clase V
CG 3	Suelo con grava limo arenosa
CG 4	Suelo con grava arcillosa
CG 5	Roca de clase III

Fuente: Elaboración propia adaptado del CENEPRED (2014).

**Tabla 54**

*Matriz de comparación de pares de la condicionante características geotécnicas*

Características geotécnicas	Suelo con limo de alta plasticidad	Roca de clase V	Suelo con grava limo arenosa	Suelo con grava arcillosa	Roca de clase III
Suelo con limo de alta plasticidad	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Roca de clase V	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Suelo con grava limo arenosa	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Suelo con grava arcillosa	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Roca de clase III	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	2.18	4.03	6.75	11.33	20.00
<b>1/SUMA</b>	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 55**

*Matriz de normalización de pares de la condicionante características geotécnicas*

Características geotécnicas	Suelo con limo de alta plasticidad	Roca de clase V	Suelo con grava limo arenosa	Suelo con grava arcillosa	Roca de clase III	Vector priorización
Suelo con limo de alta plasticidad	0.460	0.496	0.444	0.441	0.350	<b>0.438</b>
Roca de clase V	0.230	0.248	0.296	0.265	0.250	<b>0.258</b>
Suelo con grava limo arenosa	0.153	0.124	0.148	0.176	0.200	<b>0.160</b>
Suelo con grava arcillosa	0.092	0.083	0.074	0.088	0.150	<b>0.097</b>
Roca de clase III	0.066	0.050	0.037	0.029	0.050	<b>0.046</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia del parámetro de la condicionante – características geotécnicas

IC	0.0199
RC	0.0179

**d) Ponderación de descriptores del parámetro condicionante – Fisiografía**

**Tabla 56**

*Descriptores del parámetro condicionante fisiografía*

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
F 1	Ladera escarpada
F 2	Ladera Empinada
F 3	Lecho de Quebrada
F 4	Ladera Moderadamente Empinada
F 5	Altiplanicie y/o Plataforma

Fuente: Elaboración propia adaptado del CENEPRED (2014).

**Tabla 57**

*Matriz de comparación de pares de la condicionante fisiografía*

Fisiografía	Ladera escarpada	Ladera empinada	Lecho de quebrada	Ladera moderadamente empinada	Altiplanicie y/o plataforma
Ladera escarpada	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
Ladera empinada	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
Lecho de quebrada	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
Ladera moderadamente empinada	0.25	0.33	0.33	1.00	3.00
Altiplanicie y/o plataforma	0.14	0.17	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	2.23	4.00	6.53	11.33	22.00
<b>1/SUMA</b>	0.45	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 58***Matriz de normalización de pares de la condicionante fisiografía*

Fisiografía	Ladera escarpada	Ladera empinada	Lecho de quebrada	Ladera moderadamente empinada	Altiplanicie y/o plataforma	Vector priorización
Ladera escarpada	0.449	0.500	0.459	0.353	0.318	<b>0.416</b>
Ladera empinada	0.225	0.250	0.306	0.265	0.273	<b>0.264</b>
Lecho de quebrada	0.150	0.125	0.153	0.265	0.227	<b>0.184</b>
Ladera moderadamente empinada	0.112	0.083	0.051	0.088	0.136	<b>0.094</b>
Altiplanicie y/o plataforma	0.064	0.042	0.031	0.029	0.045	<b>0.042</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia del parámetro de la condicionante – Fisiografía

IC	0.0339
RC	0.0304

**e) Ponderación de descriptores del parámetro condicionante – Cobertura vegetal**

**Tabla 59***Descriptores del parámetro condicionante cobertura vegetal*

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
CV 1	Escasa cobertura
CV 2	Arborea
CV 3	Vía y área urbana
CV 4	Herbazal y pastizal
CV 5	Matorral

Fuente: Elaboración propia adaptado del CENEPRED (2014).

**Tabla 60***Matriz de comparación de pares de la condicionante cobertura vegetal*

Cobertura vegetal	Escasa cobertura	Arborea	Vía y área Urbana	Herbazal y Pastizal	Matorral
Escasa cobertura	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Arborea	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Vía y área Urbana	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00
Herbazal y Pastizal	0.20	0.25	0.33	1.00	2.00
Matorral	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.18	3.92	6.58	13.50	20.00
<b>1/SUMA</b>	0.46	0.26	0.15	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 61***Matriz de normalización de pares de la condicionante cobertura vegetal*

Cobertura vegetal	Escasa cobertura	Arborea	Vía y área Urbana	Herbazal y Pastizal	Matorral	Vector priorización
Escasa cobertura	0.460	0.511	0.456	0.370	0.350	<b>0.429</b>
Arborea	0.230	0.255	0.304	0.296	0.300	<b>0.277</b>
Vía y área Urbana	0.153	0.128	0.152	0.222	0.200	<b>0.171</b>
Herbazal y Pastizal	0.092	0.064	0.051	0.074	0.100	<b>0.076</b>
Matorral	0.066	0.043	0.038	0.037	0.050	<b>0.047</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia del parámetro de la condicionante – Cobertura vegetal

IC	0.0187
RC	0.0167

#### f) Cálculo de rangos de los factores condicionantes para la susceptibilidad

**Tabla 62***Rangos de los factores condicionantes y pesos ponderados*

FACTORES CONDICIONANTES	PARAMETROS	Geodinámica externa	Pendiente	Características geotécnicas	Fisiografía	Cobertura vegetal	SUMA
	PESO	0.484	0.229	0.147	0.095	0.045	1
VALORES DE LOS DESCRIPTORES	0.371	0.423	0.438	0.416	0.429		
	0.270	0.269	0.258	0.264	0.277		
	0.196	0.157	0.160	0.184	0.171		
	0.100	0.096	0.097	0.094	0.076		
	0.063	0.056	0.046	0.042	0.047		
PESO X DESCRIPTOR	0.180	0.097	0.064	0.040	0.019	<b>0.400</b>	
	0.131	0.062	0.038	0.025	0.012	<b>0.268</b>	
	0.095	0.036	0.024	0.017	0.008	<b>0.180</b>	
	0.048	0.022	0.014	0.009	0.003	<b>0.097</b>	
	0.030	0.013	0.007	0.004	0.002	<b>0.056</b>	

Fuente: Elaboración propia.

### 8.6.2 Análisis de los factores desencadenantes

Estos factores desencadenantes son la razón principal en provocar eventos o generar algún tipo peligro en un área geográfica en específico. En caso nuestro las precipitaciones generan deslizamientos de material meteorizado. Esto se observa en Tabla 63 y Tabla 66.

### a) Descriptores de los umbrales de precipitaciones

Precipitación media acumulada del periodo de lluvias de los meses noviembre, diciembre, enero y febrero.

**Tabla 63**

*Descriptores de los umbrales de precipitaciones diarias*

DESCRITORES	UMBRALES DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA
PP 1	PP >90 mm/año
PP 2	85 mm/año < PP ≤ 90 mm/año
PP 3	80 mm/año < PP ≤ 85 mm/año
PP 4	75 mm/año < PP ≤ 85 mm/año
PP 5	75 mm/año < PP

Fuente: (SENAMHI, 2014).

**Tabla 64**

*Matriz de comparación de pares para los umbrales de precipitaciones acumulada*

UMBRALES DE PRECIPITACIO	PP >90 mm/año	85 mm/año < PP ≤ 90 mm/año	80 mm/año < PP ≤ 85 mm/año	75 mm/año < PP ≤ 85 mm/año	75 mm/año < PP
PP >90 mm/año	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
85 mm/año < PP ≤ 90 mm/año	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00
80 mm/año < PP ≤ 85 mm/año	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
75 mm/año < PP ≤ 85 mm/año	0.20	0.20	0.33	1.00	2.00
75 mm/año < PP	0.14	0.17	0.20	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.18	3.70	7.53	14.50	21.00
<b>1/SUMA</b>	0.46	0.27	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 65**

*Matriz de normalización de pares para los umbrales de precipitaciones acumulada*

UMBRALES DE PRECIPITACIO	PP >90 mm/año	85 mm/año < PP ≤ 90 mm/año	80 mm/año < PP ≤ 85 mm/año	75 mm/año < PP ≤ 85 mm/año	75 mm/año < P	Vector priorización
PP >90 mm/año	0.460	0.541	0.398	0.345	0.333	<b>0.415</b>
85 mm/año < PP ≤ 90 mm/año	0.230	0.270	0.398	0.345	0.286	<b>0.306</b>
80 mm/año < PP ≤ 85 mm/año	0.153	0.090	0.133	0.207	0.238	<b>0.164</b>
75 mm/año < PP ≤ 85 mm/año	0.092	0.054	0.044	0.069	0.095	<b>0.071</b>
75 mm/año < PP	0.066	0.045	0.027	0.034	0.048	<b>0.044</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia del parámetro desencadenante de Umbrales de Precipitaciones acumulada

IC	0.0385
RC	0.0345

**b) Descriptores de aceleración sísmica**

**Tabla 66**

*Descriptores de grados de aceleración sísmica*

DESCRIPTORES	ACELERACIÓN SÍSMICA	
GAS 1	Muy Alto	> 0,29 g
GAS 2	Alto	0,25 g – 0,29 g
GAS 3	Medio	0,21 g- 0,25 g
GAS 4	Bajo	0,1 g – 0,21 g
GAS 5	Muy Bajo	<0,1 g

Fuente: (Benavente Escóbar et al., 2014).

**Tabla 67**

*Matriz de comparación de pares para aceleración sísmica*

Grados de aceleración sísmica	Muy Alto > 0,29 g	Alto 0,25 g – 0,29 g	Medio 0,21 g- 0,25 g	Bajo 0,1 g – 0,21 g	Muy Bajo <0,1 g
Muy Alto > 0,29 g	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Alto 0,25 g – 0,29 g	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medio 0,21 g- 0,25 g	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Bajo 0,1 g – 0,21 g	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy Bajo <0,1 g	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 68**

*Matriz de normalización de pares para aceleración sísmica*

Grados de aceleración sísmica	Muy Alto > 0,29 g	Alto 0,25 g – 0,29 g	Medio 0,21 g- 0,25 g	Bajo 0,1 g – 0,21 g	Muy Bajo <0,1 g	Vector priorización
Muy Alto > 0,29 g	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
Alto 0,25 g – 0,29 g	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
Medio 0,21 g- 0,25 g	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
Bajo 0,1 g – 0,21 g	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
Muy Bajo <0,1 g	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia del parámetro desencadenante de Aceleración Sísmica.

IC	0.0606
RC	0.0543

**c) Cálculo de rangos de los factores desencadenantes para la susceptibilidad**

**Tabla 69**

*Rangos de los factores desencadenantes y pesos ponderados*

FENOMENO	PARAMETROS	UMBRALES DE PRECIPITACIONES DIARIAS	ACELERACIÓN SÍSMICA	SUMA
		PESO	0.50	0.50
VALORES DE LOS DESCRIPTORES		0.415	0.503	
		0.306	0.260	
		0.164	0.134	
		0.071	0.068	
		0.044	0.035	
PESO X DESCRIPTOR		0.208	0.252	<b>0.459</b>
		0.153	0.130	<b>0.283</b>
		0.082	0.067	<b>0.149</b>
		0.036	0.034	<b>0.070</b>
		0.022	0.018	<b>0.040</b>

Fuente: Elaboración propia.

**8.6.3 Cálculo de rangos de la susceptibilidad**

Ponderación de pesos del factor condicionantes y factor desencadenante se observa en la Tabla 70, la ponderación de valores de peligro se observa en la Tabla 71.

**Tabla 70**

*Rangos de la susceptibilidad del factor desencadenante y condicionante*

FACTOR CONDICIONANTE		FACTOR DESENCADENANTE		SUSCEPTIBILIDAD
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.400	0.5	0.459	0.5	<b>0.429</b>
0.268	0.5	0.283	0.5	<b>0.275</b>
0.180	0.5	0.149	0.5	<b>0.164</b>
0.097	0.5	0.070	0.5	<b>0.083</b>
0.056	0.5	0.040	0.5	<b>0.048</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 71**

*Rangos para el peligro (susceptibilidad y parámetro de evaluación)*

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN		SUSCEPTIBILIDAD		VALORES FINALES PARA LOS NIVELES DE PELIGRO
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.503	0.5	0.429	0.5	<b>0.466</b>
0.26	0.5	0.275	0.5	<b>0.268</b>
0.134	0.5	0.164	0.5	<b>0.149</b>
0.068	0.5	0.083	0.5	<b>0.076</b>
0.035	0.5	0.048	0.5	<b>0.041</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 8.7 Definición de escenario de peligro

Se ha considerado el peor escenario posible, dentro de los márgenes de lo normal y estudios previos realizados son los siguientes: Con una Precipitación calificada como Extremadamente lluvioso en el rango  $PP > 90$  mm, aceleración sísmica de  $> 0,29$  g. considera como Muy Alto, con una geodinámica externa de deslizamiento activo, con una pendiente  $> 45^\circ$ , una fisiología de ladera escarpada, con cobertura vegetal escasa y una velocidad de desplazamiento Muy Lenta a Lenta, se producirá un deslizamiento. Donde se presentarán impactos en las viviendas e instituciones que se encuentran dentro del área de influencia.

### 8.7.1 Niveles de peligrosidad

De acuerdo al procesamiento e interpretación realizado en los ítems anteriores (Tabla N° 68), se muestran en el siguiente cuadro, los niveles de peligrosidad, así como los rangos obtenidos a través del uso del proceso jerárquico propuesto por el CENEPRED, obtenidos a través de utilizar el proceso de análisis Jerárquico (Método Saaty). Se representa en la Tabla 72. Los niveles de peligro con sus rangos calculados.

**Tabla 72**

*Niveles de peligro*

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.268 \leq P \leq 0.466$
ALTO	$0.149 \leq P < 0.268$
MEDIO	$0.076 \leq P < 0.149$
BAJO	$0.041 \leq P < 0.076$

Fuente: Elaboración propia.

### 8.7.2 Estratificación del nivel de peligrosidad

La estratificación que se establece para la evaluación del peligro, en este caso particular por movimientos en masa, permite cuantificar en términos de la magnitud del acontecimiento, o en términos del efecto que el acontecimiento tendrá en un ámbito geográfico específico y en un tiempo determinado. Se aprecia en la Tabla 73. La estratificación de los niveles de peligro calculados.

**Tabla 73***Estratificación de los niveles de peligro*

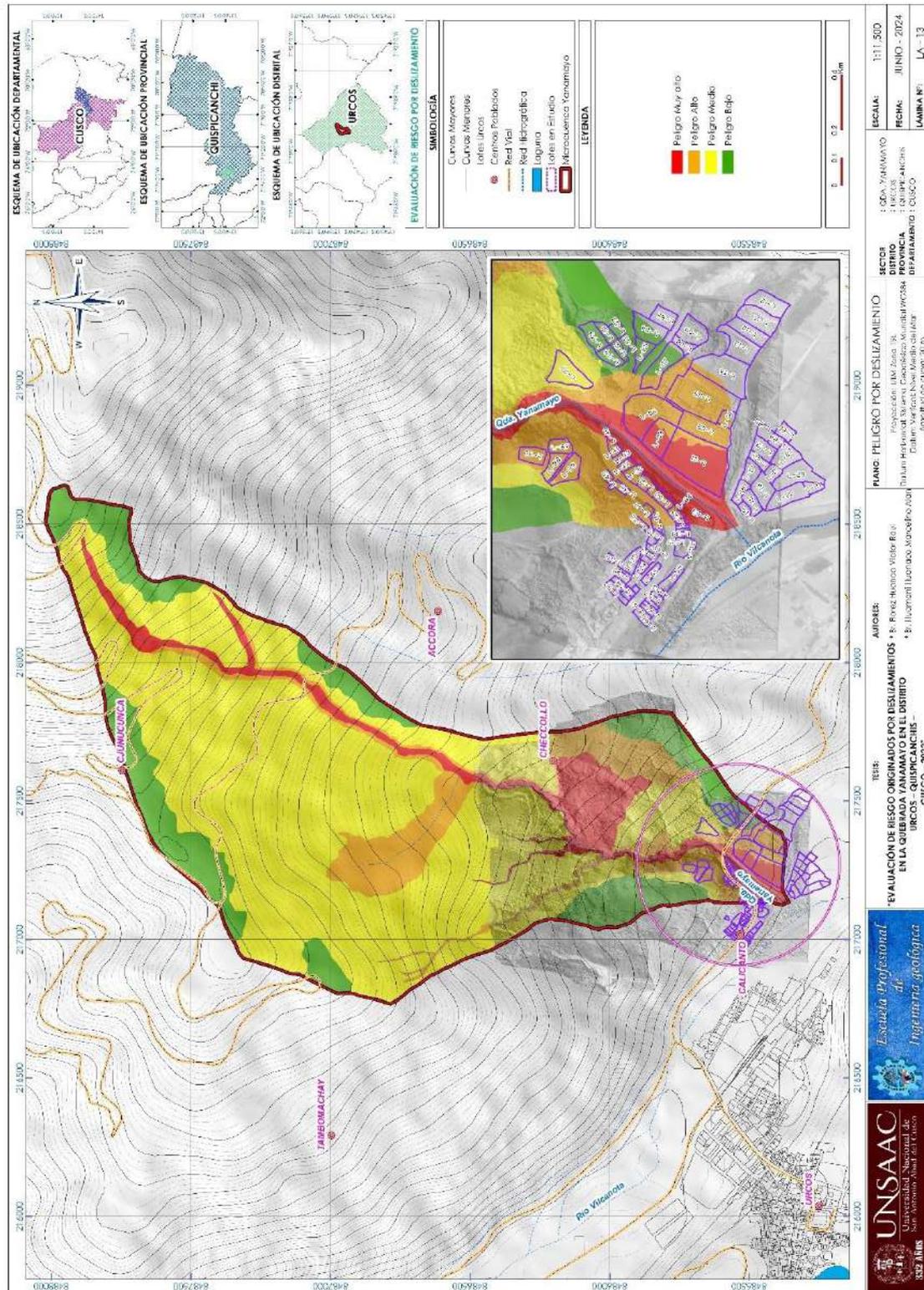
<b>NIVEL DE PELIGRO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RANGO</b>
<b>MUY ALTO</b>	Presenta deslizamiento activo, socavación y derrumbe, de pendiente fuertemente empinada a escarpada, cuyas características geotécnicas son suelos con arcilla de alta plasticidad y roca muy fracturada, fisiográficamente se muestra laderas escarpadas y ladera empinada, terrenos de escasa cobertura vegetal y zonas con arbóreas. En esta zona se tiene precipitación media acumulada del periodo de lluvias, $pp \geq 90$ mm/año y aceleraciones sísmicas muy altas, de valor $> 0.29$ g. los movimientos de masa son muy lentas a lentas (1.6 m/año), de velocidad $5 \times 10^{-5}$ (mm/sg).	$0.268 \leq P \leq 0.466$
<b>ALTO</b>	En esta zona se encuentra un deslizamiento en proceso de activación, cárcavas y deslizamientos antiguos, de pendientes empinadas, cuyas características geotécnicas son suelo con limo de alta a media plasticidad, fisiográficamente la zona es un lecho de quebrada, carece de cobertura vegetal tratándose de vía y área urbana. En esta zona se tiene precipitación media acumulada del periodo de lluvias, $pp \geq 90$ mm/año y aceleraciones sísmicas muy altas, de valor $> 0.29$ g. los movimientos de masa son muy lentas a lentas (1.6 m/año), de velocidad $5 \times 10^{-5}$ (mm/sg).	$0.149 \leq P < 0.268$
<b>MEDIO</b>	En esta zona se encuentran terrenos de pendientes moderadamente empinadas, con características geotécnicas de suelos con grabas arcillosa, fisiográficamente de ladera moderadamente empinada, con cobertura vegetal de herbazal y pastizal. Se tiene precipitación media acumulada del periodo de lluvias, $pp \geq 90$ mm/año y aceleraciones sísmicas muy altas, de valor $> 0.29$ g. los movimientos de masa son muy lentas a lentas (1.6 m/año), de velocidad $5 \times 10^{-5}$ (mm/sg).	$0.076 \leq P < 0.149$
<b>BAJO</b>	Son terrenos de pendientes fuertemente inclinados, cuyas características geotécnicas son de roca poco fracturada, fisiográficamente son altiplanicies y/o plataformas, con cobertura vegetal de matorral. en esta zona se tiene precipitación media acumulada del periodo de lluvias, $pp \geq 90$ mm/año y aceleraciones sísmicas muy altas, de valor $> 0.29$ g. los movimientos de masa son muy lentas a lentas (1.6 m/año), de velocidad $5 \times 10^{-5}$ (mm/sg).	$0.041 \leq P < 0.076$

Fuente: Elaboración propia.

## 8.8 Mapa de peligro

Figura 71

Mapa de peligros



Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo IX: Análisis de vulnerabilidades

En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

### 9.1 Metodología para el análisis de vulnerabilidad

Para efectos de analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos respecto al ámbito de estudio, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en sus tres (03) dimensiones, social, económica y ambiental, utilizando los parámetros de evaluación. Se pueden observar en la Tabla 74.

**Tabla 74**

*Resumen del análisis de vulnerabilidad*

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	
SOCIAL	EXPOSICIÓN
	FRAGILIDAD
	RESILIENCIA
ECONÓMICA	EXPOSICIÓN
	FRAGILIDAD
	RESILIENCIA
AMBIENTAL	EXPOSICIÓN
	FRAGILIDAD
	RESILIENCIA

Fuente: Elaboración propia.

### 9.2 Parámetros para el análisis de vulnerabilidad

Para el presente análisis de vulnerabilidad, se ha trabajado en las dimensiones Social, económica y ambiental y los factores para cada dimensión son:

- Exposición
- Fragilidad
- Resiliencia

Conocidas las dimensiones en las que se realizará el análisis de vulnerabilidad de los elementos expuestos se procede a la ponderación y/o jerarquización de las tres dimensiones. Se aprecia la matriz de comparación de parámetros en la Tabla 75.

**Tabla 75***Matriz de comparación de pares de parámetros de vulnerabilidad*

PARAMETROS PARA ANALISIS DE VULNERABILIDAD	DIMENSION SOCIAL	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION AMBIENTAL
DIMENSION SOCIAL	1.00	2.00	5.00
DIMENSION ECONOMICA	0.50	1.00	4.00
DIMENSION AMBIENTAL	0.20	0.25	1.00
SUMA	1.70	3.25	10.00
1/SUMA	0.59	0.31	0.10

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 76***Matriz de normalización de pares de parámetros de vulnerabilidad*

DESCRIPTOR	DIMENSION SOCIAL	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION AMBIENTAL	Vector de Priorización
DIMENSION SOCIAL	0.588	0.615	0.500	<b>0.568</b>
DIMENSION ECONOMICA	0.294	0.308	0.400	<b>0.334</b>
DIMENSION AMBIENTAL	0.118	0.077	0.100	<b>0.098</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de parámetros de vulnerabilidad

<b>IC</b>	0.0123
<b>RC</b>	0.0235

**9.2.1 Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión social****Tabla 77***Matriz de comparación de pares de la dimensión social*

MAGNITUD	EXPOSICION SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL
EXPOSICION SOCIAL	1.00	2.00	2.00
FRAGILIDAD SOCIAL	0.50	1.00	1.00
RESILIENCIA SOCIAL	0.50	1.00	1.00
SUMA	2.00	4.00	4.00
1/SUMA	0.50	0.25	0.25

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 78***Matriz de normalización de pares de la dimensión social*

MAGNITUD	EXPOSICION SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL	Vector de Priorización
EXPOSICION SOCIAL	0.500	0.500	0.500	<b>0.500</b>
FRAGILIDAD SOCIAL	0.250	0.250	0.250	<b>0.250</b>
RESILIENCIA SOCIAL	0.250	0.250	0.250	<b>0.250</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la dimensión Social

<b>IC</b>	0.0077
<b>RC</b>	0.0147

**Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad Social****Tabla 79***Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad social*

EXPOSICION SOCIAL		FRAGILIDAD SOCIAL		RESILIENCIA SOCIAL		VALOR VULNERABILIDAD
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.419	0.50	0.430	0.25	0.441	0.25	<b>0.427</b>
0.255		0.266		0.308		<b>0.271</b>
0.178		0.176		0.142		<b>0.168</b>
0.095		0.086		0.072		<b>0.087</b>
0.054		0.043		0.038		<b>0.047</b>

Fuente: Elaboración propia.

**9.2.2 Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión económica****Tabla 80***Matriz de comparación de pares de la dimensión económica*

MAGNITUD	EXPOSICION ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA
EXPOSICION ECONOMICA	<b>1.00</b>	2.00	3.00
FRAGILIDAD ECONOMICA	0.50	<b>1.00</b>	2.00
RESILIENCIA ECONOMICA	0.33	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 81***Matriz de normalización de pares de la dimensión económica*

MAGNITUD	EXPOSICION ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA	Vector de Priorización
EXPOSICION ECONOMICA	0.545	0.571	0.500	<b>0.539</b>
FRAGILIDAD ECONOMICA	0.273	0.286	0.333	<b>0.297</b>
RESILIENCIA ECONOMICA	0.182	0.143	0.167	<b>0.164</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la dimensión económica

<b>IC</b>	0.0046
<b>RC</b>	0.0088

**Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad Económica****Tabla 82***Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad económica*

EXPOSICION ECONOMICA		FRAGILIDAD ECONOMICA		RESILIENCIA ECONOMICA		VALOR VULNERABILIDAD
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.487	0.54	0.445	0.30	0.508	0.16	<b>0.478</b>
0.290		0.308		0.263		<b>0.291</b>
0.120		0.137		0.128		<b>0.126</b>
0.064		0.073		0.065		<b>0.067</b>
0.038		0.037		0.036		<b>0.038</b>

Fuente: Elaboración propia.

**9.2.3 Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión ambiental****Tabla 83***Matriz de comparación de pares de la dimensión ambiental*

MAGNITUD	EXPOCION AMBIENTAL	FRAGILIDAD AMBIENTAL	RESILIENCIA AMBIENTAL
EXPOCION AMBIENTAL	<b>1.00</b>	2.00	3.00
FRAGILIDAD AMBIENTAL	0.50	<b>1.00</b>	2.00
RESILIENCIA AMBIENTAL	0.33	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 84**

*Matriz de normalización de pares de la dimensión ambiental*

MAGNITUD	EXPOCION AMBIENTAL	FRAGILIDAD AMBIENTAL	RESILIENCIA AMBIENTAL	Vector de Priorización
EXPOCION AMBIENTAL	0.545	0.571	0.500	<b>0.539</b>
FRAGILIDAD AMBIENTAL	0.273	0.286	0.333	<b>0.297</b>
RESILIENCIA AMBIENTAL	0.182	0.143	0.167	<b>0.164</b>

Fuente: Elaboración propia.

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la dimensión ambiental

<b>IC</b>	0.0046
<b>RC</b>	0.0088

**Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad Ambiental**

**Tabla 85**

*Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad ambiental*

EXPOSICION AMBIENTAL		FRAGILIDAD AMBIENTAL		RESILIENCIA AMBIENTAL		VALOR VULNERABILIDAD
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.464	0.54	0.447	0.30	0.464	0.16	<b>0.459</b>
0.294		0.285		0.245		<b>0.284</b>
0.132		0.156		0.168		<b>0.145</b>
0.074		0.075		0.082		<b>0.076</b>
0.036		0.037		0.041		<b>0.037</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 9.2.4 Niveles de vulnerabilidad

De acuerdo a todos los análisis realizados en las tres dimensiones en la Tabla 86. El peso ponderado de cada descriptor de, se tiene el consolidado de los diferentes parámetros.

**Tabla 86**

*Cálculo de rangos de las dimensiones social, económico y ambiental*

FACTORES	PARÁMETROS	SOCIAL	ECONÓMICA	AMBIENTAL	SUMA
	<b>PESO</b>		0.568	0.334	0.098
<b>VALORES DE LOS DESCRIPTORES</b>		0.427	0.478	0.459	
		0.271	0.291	0.284	
		0.168	0.126	0.145	
		0.087	0.067	0.076	
		0.047	0.038	0.037	
<b>PESO X DESCRIPTOR</b>		0.243	0.160	0.045	<b>0.447</b>
		0.154	0.097	0.028	<b>0.279</b>
		0.095	0.042	0.014	<b>0.152</b>
		0.049	0.022	0.007	<b>0.079</b>
		0.027	0.013	0.004	<b>0.043</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 87***Niveles y rangos de vulnerabilidad*

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.279 \leq V \leq 0.447$
ALTO	$0.152 \leq V < 0.279$
MEDIO	$0.079 \leq V < 0.152$
BAJO	$0.043 \leq V < 0.079$

Fuente: Elaboración propia.

**9.3 Estratificación de la vulnerabilidad****Tabla 88***Estratificación de niveles de vulnerabilidad*

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	En estos sectores se encuentran población menor de 5 años y mayores de 65 años, no cuentan con servicios básicos ni seguros de salud, su población suele presentar discapacidades múltiples no tienen organización social entre ellos o con otras asociaciones, desconocen por completo los desastres que hayan ocurrido. También en esta zona se encuentran viviendas abandonadas, o en estado de conservación entre muy malo y malo, edificaciones de otros materiales y/o de adobe y la mayoría fueron edificadas por autoconstrucción o con un maestro de obra, material de construcción predominantemente de adobe y/o precaria. El ingreso familiar en este sector no es mayor a los S/.930, la mayoría de las personas en este sector están desempleadas o están dedicadas al hogar, no tienen acceso al mercado financiero y tampoco cuentan con seguros de salud o en algunos casos solo cuentan con SIS, no existe adecuado tratamiento de residuos sólidos ni de las excretas. En total 47 lotes.	$0.279 \leq V \leq 0.447$
ALTO	En estos sectores predomina la población menor a 18 años y mayores a 55, suelen tener SIS cuentan con poco servicio básico y tiene muy poca organización y poco conocimiento sobre antiguos deslizamientos, se encuentran viviendas con estado de conservación entre malo y regular, el material de construcción predominante es el adobe y el ladrillo y/o bloqueta que son construidos por maestros de obra, la población económica en su mayoría está dedicado al hogar con ingresos entre los S/.930 y S/. 1500. así mismo cuentan con poco acceso al	$0.152 \leq V < 0.279$

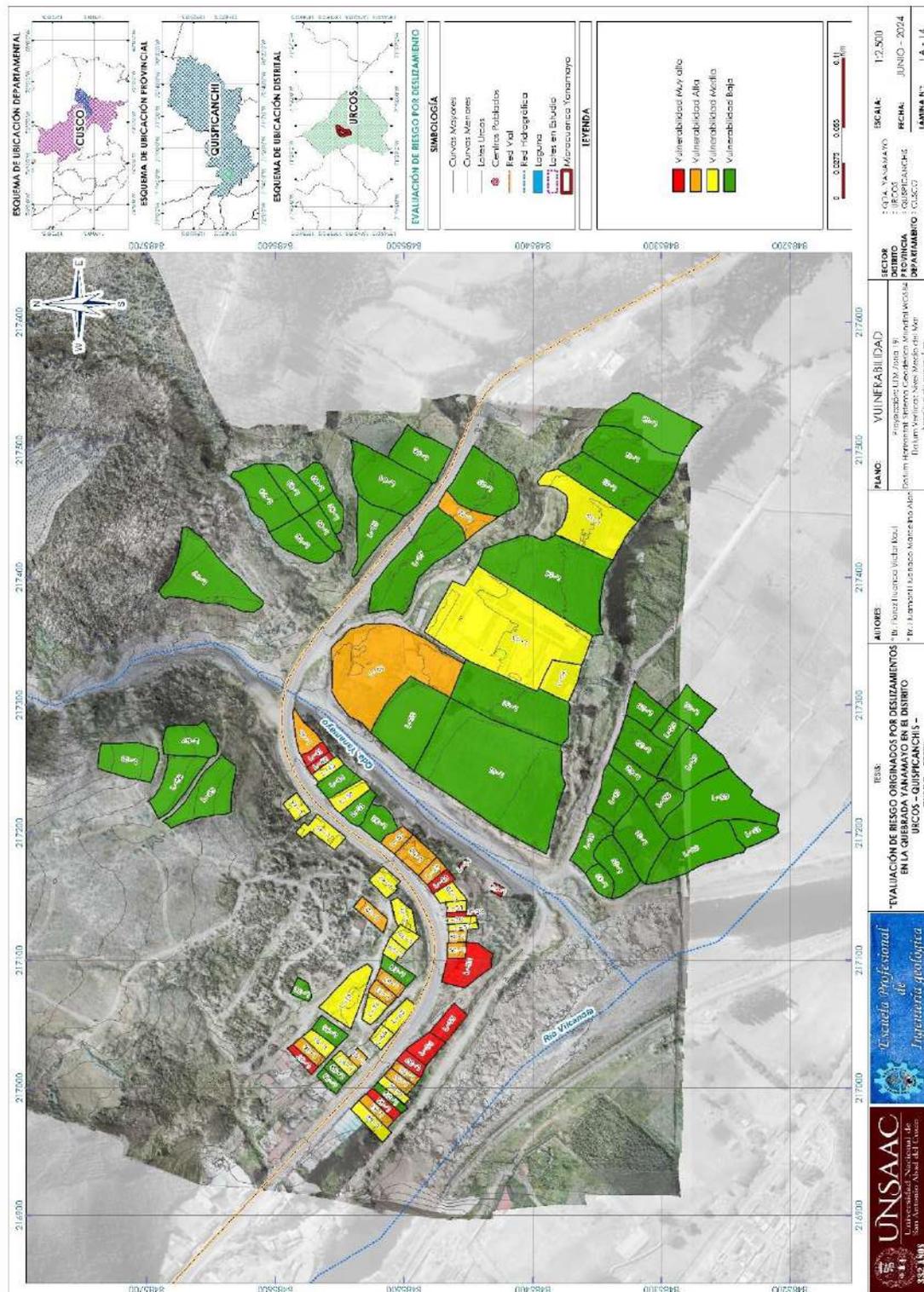
	mercado financiero. La familia no tiene un tratamiento adecuado de los residuos sólidos, así como la disposición de sus excretas. En total 22 lotes.	
MEDIO	En este sector predomina la población entre 19 y 30 años, no existe población con algún tipo de habilidades especiales y tienen seguros de salud, con servicios básicos incompletos pero que aseguran una calidad de vida, su organización es más activa así como también tienen conocimientos limitados sobre los peligros, Sus viviendas son de ladrillo bloqueta o concreto armado, pero son construcciones sin los procedimientos adecuados de construcción, en estado de conservación, existen varios ingresos económicos superan el sueldo básico, la mayoría de personas tiene ocupaciones que les facilitan el acceso a créditos; la familia y la población realizan prácticas ambientales adecuadas como cuidado del agua, reciclaje de residuos sólidos y conservación de la vegetación, el tratamiento de aguas residuales es adecuado con conexión con la red colectora, en total 29 lotes.	$0.079 \leq V < 0.152$
BAJO	En estos sectores así mismo predomina la población entre 31 y 54 años, no existe población con discapacidades, tienen conocimiento de los peligros cercanos a la vivienda y barrio así como de la vulnerabilidad como también tienen interés y preparación, la organización social buena ya que los vecinos si participan, existen varios ingresos económicos, con varios miembros de la familia que tienen dos ocupaciones con múltiples accesos al mercado financiero, las viviendas se encuentran en buen estado de conservación con material predominantemente de ladrillo y concreto armado y los procesos de construcción adecuados, sus servicios básicos están completos y son eficientes con calidad y continuidad realizan prácticas ambientales adecuadas, reciclaje de residuos sólidos, con adecuada conexión con la red colectora de desagüe y conservan el medio ambiente.	$0.043 \leq V < 0.079$

Fuente: Elaboración propia.

## 9.4 Mapa de vulnerabilidad

Figura 72

Mapa de vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo X: Cálculo de riesgos

### 10.1 Determinación de los niveles de riesgos

Una vez identificado y analizado los peligros a los que está expuesto el ámbito de estudio, mediante la evaluación de la magnitud, velocidad de desplazamiento y periodo de recurrencia, detallado el nivel de susceptibilidad ante los fenómenos de origen natural y realizado el respectivo estudio de los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por la exposición, fragilidad y resiliencia, se procede a la conjunción de estos para calcular el nivel de riesgo del área de estudio.

Para tal caso, se hace uso de la ecuación adaptada a la ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante el cual se expresa que el riesgo es una función  $f()$  del peligro y la vulnerabilidad, como se muestra. (Masana García et al., 2014). Observar la Figura 73.

#### Figura 73

Ecuación adaptada a la ley N° 29664

$$R_{ie} | _t = f(P_i, V_e) | _t$$

Dónde:

R= Riesgo.

f= En función

$P_i$  =Peligro con la intensidad mayor o igual a  $i$  durante un periodo de exposición  $t$

$V_e$  = Vulnerabilidad de un elemento expuesto  $e$

Fuente: CENEPRED.

Para estratificar el nivel de riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada: matriz del nivel de peligro y matriz del nivel de vulnerabilidad, procedimiento que se detalla a continuación en la Tabla 89 y Tabla 90.

#### Tabla 89

Cálculo de rangos de riesgo

PELIGRO	VULNERABILIDAD	RIESGO
0.466	0.447	<b>0.208</b>
0.268	0.279	<b>0.075</b>
0.149	0.152	<b>0.023</b>
0.076	0.079	<b>0.006</b>
0.041	0.043	<b>0.002</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 90***Matriz de riesgo*

PMA	0.466	0.037	0.071	0.130	0.208
PA	0.268	0.021	0.041	0.075	0.120
PM	0.149	0.012	0.023	0.042	0.067
PB	0.076	0.006	0.012	0.021	0.034
		0.079	0.152	0.279	0.447
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 91***Niveles y rangos de riesgo*

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.075 \leq R \leq 0.208$
ALTO	$0.023 \leq R < 0.075$
MEDIO	$0.006 \leq R < 0.023$
BAJO	$0.002 \leq R < 0.006$

Fuente: Elaboración propia.

**10.2 Estratificación de niveles de riesgo****Tabla 92***Estratificación de niveles de riesgo*

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	<p>Presenta Deslizamiento activo, Socavación y Derrumbe, de Pendiente Fuertemente Empinada a Escarpada (Figura 35), cuyas características geotécnicas son suelos con arcilla de alta plasticidad y roca muy fracturada (Anexo 1.2 datos geotécnico), fisiográficamente se muestra laderas escarpadas y ladera empinada (Figura 39 Mapa fisiográfico), terrenos de Escasa cobertura vegetal y zonas con arbóreas. En esta zona se tiene precipitación media acumulada del periodo de lluvias, <math>PP. \geq 90</math> mm/año y Aceleraciones Sísmicas Muy Altas, de valor <math>&gt; 0.29</math> g (Figura 46). Los movimientos de masa son Muy Lentas a Lentas (1.6 m/año), de Velocidad <math>5 \times 10^{-5}</math> (mm/sg). (Figura 69 y Anexo 1.3).</p> <p>En estos sectores se encuentran población menor de 5 años y mayores de 65 años (Tabla 17), no cuentan con servicios básicos ni seguros de salud (Tabla 19, 20 y 21), su población suele presentar discapacidades múltiples no tienen organización social entre ellos o con otras asociaciones, desconocen por completo los desastres que</p>	$0.075 \leq R \leq 0.208$

	<p>hayan ocurrido. También en esta zona se encuentran viviendas abandonadas, o en estado de conservación entre muy malo y malo (Tabla 26), edificaciones de otros materiales y/o de adobe y la mayoría fueron edificadas por autoconstrucción o con un maestro de obra, material de construcción predominantemente de adobe y/o precaria. El ingreso familiar en este sector no es mayor a los S/.930 (Tabla 24), la mayoría de las personas en este sector están desempleadas o están dedicadas al hogar, no tienen acceso al mercado financiero y tampoco cuentan con seguros de salud o en algunos casos solo cuentan con SIS, no existe adecuado tratamiento de residuos sólidos ni de las excretas (Tabla 23). En total 47 lotes</p>	
<p>ALTO</p>	<p>En esta zona se encuentra un deslizamiento en activación, cárcavas y deslizamientos antiguos, de pendientes empinadas Figura 35, cuyas características geotécnicas son suelo con limo de alta a media plasticidad Tabla 33 y Anexo 1.2, fisiográficamente la zona es un lecho de quebrada Figura 39, carece de cobertura vegetal tratándose de vía y área urbana Figura 34. En esta zona se tiene precipitación media acumulada del periodo de lluvias, PP. <math>\geq 90</math> mm/año Figura 29 y Figura 30, y aceleraciones sísmicas muy altas, de valor <math>&gt; 0.29</math> g. Tabla 36 y Figura 46, los movimientos de masa son muy lentas a lentas (1.6 m/año), de velocidad <math>5 \times 10^{-5}</math> (mm/sg). Figura 69 y Tabla 43.</p> <p>en estos sectores predomina la población menor a 18 años y mayores a 55 Tabla 17, suelen tener SIS Tabla 19, cuentan con poco servicio básico y tiene muy poca organización y poco conocimiento sobre antiguos deslizamientos, se encuentran viviendas con estado de conservación entre malo y regular Tabla 26, el material de construcción predominante es el adobe y el ladrillo y/o bloqueta que son construidos por maestros de obra Tabla 25, la población económica en su mayoría está dedicado al hogar con ingresos entre los s/.930 y s/. 1500 Tabla 24. así mismo cuentan con poco acceso al mercado financiero. la familia no tiene un tratamiento adecuado de los residuos sólidos, así como la disposición de sus excretas Tabla 23. en total 22 lotes.</p>	<p><math>0.023 \leq R &lt; 0.075</math></p>
<p>MEDIO</p>	<p>se tiene la zona de arranque, constan también terrenos de pendientes moderadamente empinadas Figura 35, con características geotécnicas de suelos con grabas arcillosa Tabla 33 y Anexo 1.2, fisiográficamente de ladera moderadamente empinada Figura 39, con cobertura vegetal de herbazal y pastizal Figura 34. en esta zona se tiene precipitación media acumulada del periodo de lluvias, pp. <math>\geq 90</math> mm/año Tabla 29 y Tabla 30, aceleraciones sísmicas muy altas, de valor <math>&gt; 0.29</math> g. Tabla</p>	<p><math>0.006 \leq R &lt; 0.023</math></p>

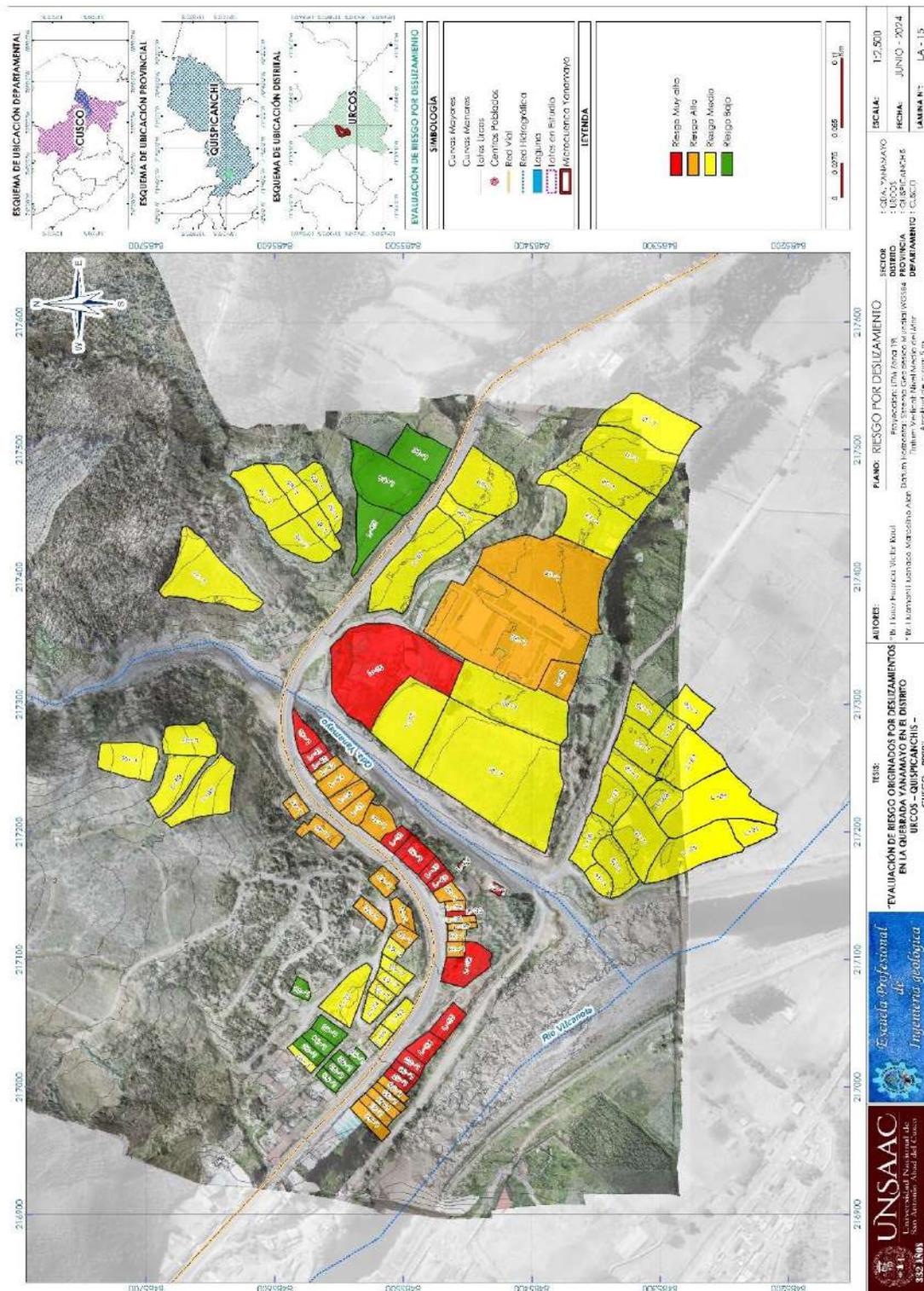
	<p>36 y Figura 46, los movimientos de masa son muy lentas a lentas (1.6 m/año), de velocidad <math>5 \times 10^{-5}</math> (mm/sg). Figura 69 y Tabla 43.</p> <p>en este sector predomina la población entre 19 y 30 años Tabla 17, no existe población con algún tipo de habilidades especiales y tienen seguros de salud Tabla 19, con servicios básicos incompletos pero que aseguran una calidad de vida Tabla 20 y Tabla 21, su organización es más activa así como también tienen conocimientos limitados sobre los peligros, sus viviendas son de ladrillo bloqueta o concreto armado Tabla 25, pero son construcciones sin los procedimientos adecuados de construcción, en estado de conservación, existen varios ingresos económicos superan el sueldo básico, la mayoría de personas tiene ocupaciones que les facilitan el acceso a créditos Tabla 24; la familia y la población realizan prácticas ambientales adecuadas como cuidado del agua, reciclaje de residuos sólidos Tabla 23, conservación de la vegetación, el tratamiento de aguas residuales es adecuado con conexión con la red colectora, en total 29 lotes.</p>	
BAJO	<p>Son terrenos de pendientes fuertemente inclinados Figura 35, cuyas características geotécnicas son de roca poco fracturada Tabla 33 y Anexo 1.2, fisiográficamente son altiplanicies y/o plataformas Figura 39, con cobertura vegetal de matorral Figura 34. en esta zona se tiene precipitación media acumulada del periodo de lluvias, pp. <math>\geq 90</math> mm/año Figura 29 y Figura 30, aceleraciones sísmicas muy altas, de valor <math>&gt; 0.29</math> g. Tabla 36 y Figura 46, los movimientos de masa son muy lentas a lentas (1.6 m/año), de velocidad <math>5 \times 10^{-5}</math> (mm/sg). Figura 69 y Tabla 43. En estos sectores así mismo predomina la población entre 31 y 54 años Tabla 17, no existe población con discapacidades, tienen conocimiento de los peligros cercanos a la vivienda y barrio así como de la vulnerabilidad como también tienen interés y preparación, la organización social buena ya que los vecinos si participan, existen varios ingresos económicos, con varios miembros de la familia que tienen dos ocupaciones con múltiples accesos al mercado financiero Tabla 24, las viviendas se encuentran en buen estado de conservación con material predominantemente de ladrillo y concreto armado Tabla 25 y los procesos de construcción adecuados, sus servicios básicos están completos Tabla 20 y Tabla 21, son eficientes con calidad y continuidad realizan prácticas ambientales adecuadas, reciclaje de residuos sólidos Tabla 23, con adecuada conexión con la red colectora de desagüe y conservan el medio ambiente.</p>	$0.002 \leq R < 0.006$

Fuente: Elaboración propia.

### 10.3 Mapa de riesgos

Figura 74

Mapa de riesgos



Fuente: Elaboración propia.

#### 10.4 Cálculo de posibles pérdidas (cualitativa y cuantitativa)

Para cuantificar y valorar los posibles pérdidas económicas por efecto de ocurrencia de fenómenos de origen natural que es de deslizamiento en el ámbito de estudio, se ha tomado en cuenta, en primer lugar, los elementos expuestos y los niveles de vulnerabilidad en la situación actual; es decir, la cuantificación de daños y/o pérdidas debido al impacto del peligro identificado y caracterizado, esto se manifiesta en el costo económico aproximado que implica la afectación de los elementos expuestos. Tabla 93. en base a la evaluación de viviendas en trabajo campo.

##### 10.4.1 Vivienda

**Tabla 93**

*Cálculo de perdida por terrenos*

MZA AFECTADAS	LOTE AFECTADO	AREA	P.U. X m <sup>2</sup> \$	PARCIAL
D	2	157,97	80,00	12637,60
	5	123,57	80,00	9885,60
E	2	285,55	80,00	22844,00
	5	154,49	80,00	12359,20
	9	144,46	80,00	11556,80
F	4	151,28	80,00	12102,40
	5	152,76	80,00	12220,80
	6	145,72	80,00	11657,60
	7	152,6	80,00	12208,00
	9	146,8	80,00	11744,00
	13	129,73	80,00	10378,40
G	1	143,04	80,00	11443,20
	3	131,46	80,00	10516,80
	4	146,42	80,00	11713,60
	6	171,38	80,00	13710,40
	9	144,67	80,00	11573,60
	10	144,5	80,00	11560,00
H	2	137,39	80,00	10991,20
	3	132,68	80,00	10614,40
I	2	150,2	80,00	12016,00
	3	127,87	80,00	80,00
	5	160,55	80,00	80,00
J	1	107,93	80,00	8634,40
	3	154,9	80,00	12392,00
	4	161,06	80,00	12884,80
K	2	149,14	80,00	11931,20

MZA AFECTADAS	LOTE AFECTADO	AREA	P.U. X m <sup>2</sup> \$	PARCIAL
	3	145,56	80,00	11644,80
	6	145,6	80,00	11648,00
	7	149,62	80,00	11969,60
L	1	227,3	80,00	18184,00
	2	206,84	80,00	16547,20
Ñ	1	129,54	80,00	10363,20
O	2	136,1	80,00	10888,00
	3	81,29	80,00	6503,20
	4	85,92	80,00	6873,60
R	1	317,08	80,00	25366,40
	3	239,12	80,00	19129,60
	4	168,45	80,00	13476,00
S	1	183,19	80,00	14655,20
	2	177,54	80,00	14203,20
	3	164,74	80,00	13179,20
	4	149,36	80,00	11948,80
	7	140,2	80,00	11216,00
	8	156,38	80,00	12510,40
W	1	99,35	80,00	7948,00
	2	43,91	80,00	3512,71
	3	118,37	80,00	9469,63
X	1	156,58	26,19	4100,83
	2	141,72	26,19	3711,65
Y	1	200,3	26,19	5245,86
Z	1	127,3	26,19	3333,99
Total, de perdida por terreno en dólares (\$.)				\$ 567.365,06
Total, de perdida por terreno en soles (S/.)				S/ 1.929.041,20

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 94**

*Cálculo de perdida por inmuebles*

MZA. AFECTADAS	LOTE AFECTADO	NIVEL	MATERIAL	AREA CONSTRUIDA	P.U. X m <sup>2</sup> \$	PARCIAL
D	2	3	Concreto Armado	95,16	200,00	57096,00
	5	1	Adobe	80,2	95,00	7619,00
E	2	2	Concreto Armado	150,6	200,00	60240,00
	5	3	Concreto Armado	90,26	200,00	54156,00
	9	2	Adobe	94,52	95,00	17958,80
F	4	3	Concreto Armado	95,26	200,00	57156,00
	5	3	Concreto Armado	100,27	200,00	60162,00
	6	2	Adobe	102,25	95,00	19427,50

MZA. AFECTADAS	LOTE AFECTADO	NIVEL	MATERIAL	AREA CONSTRUIDA	P.U. X m <sup>2</sup> \$	PARCIAL
	7	2	Adobe	102,38	95,00	19452,20
	9	2	Concreto Armado	96,28	200,00	38512,00
	13	1	Concreto Armado	95,25	200,00	19050,00
G	1	2	Adobe	95,34	95,00	18114,60
	3	2	Adobe	80,89	95,00	15369,10
	4	2	Adobe	80,00	95,00	15200,00
	6	1	Adobe	80,35	95,00	7633,25
	9	1	Adobe	94,32	95,00	8960,40
	10	2	Adobe	94,5	95,00	17955,00
H	2	2	Adobe	100,39	95,00	19074,10
	3	1	Adobe	100,68	95,00	9564,60
I	2	2	Concreto Armado	120,12	200,00	48048,00
	3	2	Adobe	80,00	95,00	15200,00
	5	2	Adobe	160,55	95,00	190,00
J	1	2	Adobe	60,35	95,00	11466,50
	3	2	Adobe	90,89	95,00	17269,10
	4	2	Adobe	80,68	95,00	15329,20
K	2	2	Adobe	80,96	95,00	15382,40
	3	2	Adobe	80,53	95,00	15300,70
	6	2	Adobe	90,45	95,00	17185,50
	7	2	Concreto Armado	90,00	200,00	36000,00
L	1	1	Ladrillo bloqueta	120,33	110,00	13236,30
	2	2	Concreto Armado	120,24	180,00	43286,40
Ñ	1	1	Concreto Armado	30,00	200,00	6000,00
O	2	3	Concreto Armado	80,00	200,00	48000,00
	3	2	Concreto Armado	81,29	200,00	32516,00
	4	2	Concreto Armado	85,92	200,00	34368,00
R	1	1	Concreto Armado	120,00	200,00	24000,00
	3	3	Concreto Armado	120,00	200,00	72000,00
	4	2	Concreto Armado	120,00	200,00	48000,00
S	1	1	Concreto Armado	85,00	200,00	17000,00
	2	2	Concreto Armado	85,00	200,00	34000,00
	3	2	Concreto Armado	105,25	200,00	42100,00
	4	2	Concreto Armado	149,36	200,00	59744,00
	7	3	Concreto Armado	140,2	200,00	84120,00
	8	2	Concreto Armado	120,00	200,00	48000,00
W	1	2	Concreto Armado	99,35	200,00	39740,00
	2	3	Concreto Armado	43,91	200,00	26345,30
	3	1	Ladrillo bloqueta	118,37	200,00	23674,07
X	1	1	Adobe	60,00	95,00	5700,00

MZA. AFECTADAS	LOTE AFECTADO	NIVEL	MATERIAL	AREA CONSTRUIDA	P.U. X m <sup>2</sup> \$	PARCIAL
	2	1	Concreto Armado	80,00	200,00	16000,00
Y	1	2	Concreto Armado	100,00	200,00	40000,00
Z	1	1	Concreto Armado	48,00	200,00	9600,00
Total de perdida por terreno en dólares (\$.)						\$ 1'481,502.02
Total de perdida por terreno en soles (S/.)						S/ 5'037,106.88

Fuente: Elaboración propia.

#### 10.4.2 Infraestructura de energía y electricidad (red pública)

**Tabla 95**

*Electricidad domiciliarios mediante postes y alumbrado público*

ENERGÍA Y ELECTRICIDAD	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL	VALOR ECONOMICO
POSTES	25 UNID	CONCRETO	10,000
Red de Distribución domiciliaria	Global	Cableado y pastorales, focos	6,000
Total			16,000

Fuente: Elaboración propia.

#### 10.4.3 Saneamiento básico

Agua. - El servicio de agua para viviendas está conectado de manera precaria y/o artesanal, por tratarse de las viviendas informales, para comunidad de Muñapata del ámbito de estudio puedan gestionar mediante un proyecto según normas vigentes, solo el 5.61% se abastece por red pública, en la actualidad están en proceso de ampliar el sistema de saneamiento. El valor económico de costo de inversión en el ámbito de estudio se estima en un monto de S/10,000.

#### 10.4.4 Infraestructura de accesibilidad

**Tabla 96**

*Valor total de pérdidas posibles en el ámbito de estudio*

Infraestructura	Valor económico total ámbito de estudio S/.	% de pérdida económica por zonas de riesgo (muy alto + alto)	Valor económico total ámbito de estudio S/.
Valor del Inmueble	5.037.106.88	81%	4,080.056.57
Valor del Terreno	1.929.041.20	81%	1,562.523.37
Energía y Electricidad Publica	16,000	81%	12,960
Saneamiento Básico (red de agua)	10,000	81%	8,100
Infraestructura Vial	189,000	50%	94500
<b>TOTAL</b>	<b>7'181,148.08</b>		<b>5'758,138.94</b>

Fuente: Elaboración propia, en base a la evaluación en trabajo de campo.

**Tabla 97***Costo de infraestructura vial*

INFRAESTRUCTURA VIAL	LONGITUD DE VIA	ANCHO DE VIA	CALIDAD DE TRANSITABILIDAD	COSTO TOTAL S/. *
Trocha carrózale	420 m	5 m	70% carrozable	189,000
Total				189,000

Fuente: Elaboración propia, en base a la evaluación en trabajo de campo (\*) Precio del m2 S/ 90 x 2100m<sup>2</sup>.

**10.5 Zonificación de riesgos**

Con los rangos de riesgos obtenidos de los procedimientos matemáticos entre los rangos de niveles de peligros y rangos de niveles de vulnerabilidad, se obtiene la zonificación de los riesgos en el área de estudio, cuya distribución de lotes en riesgo se muestra gráficamente de la siguiente forma como se aprecia en la Figura 75.

**Figura 75***Resultados del estudio de evaluación de riesgos***LOTES EN PELIGRO**

LOTES EN PELIGRO	PORCENTAJE	
MUY ALTO	12	20 %
ALTO	14	30 %
MEDIO	3	25 %
BAJO	9	25 %
<b>Total de Lotes</b>	<b>36</b>	<b>100 %</b>

**LOTES EN VULNERABILIDAD**

LOTES EN VULNERABILIDAD	PORCENTAJE	
MUY ALTO	11	10 %
ALTO	16	15 %
MEDIO	23	21 %
BAJO	57	53 %
<b>Total de Lotes</b>	<b>107</b>	<b>100 %</b>

**LOTES EN RIESGO**

LOTES EN RIESGO	PORCENTAJE	
MUY ALTO	14	16 %
ALTO	34	32 %
MEDIO	45	42 %
BAJO	11	10 %
<b>Total de Lotes</b>	<b>107</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 10.6 Medidas de prevención de riesgos de desastres (riesgos futuros)

### 10.6.1 De orden estructural

Se plantean las siguientes medidas:

- Mejoramiento de los Acceso peatonal y vehicular dentro de las diferentes, calles de la comunidad de Muñapata, se plantea la construcción y mejoramiento de dicha vía que ayudará a mejorar la transpirabilidad de la zona.
- Se plantea el mantenimiento del sistema de canalización en la quebrada Yanamayo.
- Se plantea la dotación de un adecuado servicio de alcantarillado y saneamiento básico en la totalidad de las de las áreas urbanas de la comunidad de Muñapata.

### 10.6.2 De orden no estructural

Estas medidas no estructurales preventivas están orientadas y relacionadas con la legislación y planificación del territorio, para ello se basa en los códigos y normas de construcción, reglamentación de usos del suelo y ordenamiento territorial, estímulos fiscales y financieros así como sus sanciones; por ello las instituciones locales deben dar a conocer a la población los estudios de evaluación del riesgo, además de la activa participación de la Gerencia de Desarrollo Urbano de la municipalidad provincial; en ese entender se propone las siguientes medidas observar Tabla 98.

**Tabla 98**

*Medidas de orden no estructural (prevención)*

OBJETIVO	ESTRATEGIA	ACCIONES	RESPONSABLE
Implementar Ordenanzas Municipales para regular el mercado del suelo.	Desarrollar instrumentos económicos Urbanísticos.	Ejecutar campañas de fiscalización, control y monitoreo permanente de los agentes económicos que intervienen en el mercado del suelo.	Ministerio de Vivienda y Construcciones Gobierno Regional Gobiernos locales COFOPRI SUNARP FISCALIA DEL AMBIENTE
Implementar Ordenanzas Municipales	Zonificar el uso de suelo de acuerdo con su aptitud y su comportamiento de este	Ejecutar campañas de fiscalización, control y monitoreo permanente.	Municipalidad Provincial de Quispicanchis a través de la Gerencia de Desarrollo Urbano
Difusión de la norma técnica de construcción	Desarrollar programas de capacitación y asesoramiento.	Programa de asesoría en procesos de autoconstrucción. Cursos de capacitación para los maestros de obra (albañiles).	Oficina de Defensa Civil de la provincia del Quispicanchis. Ministerio de Vivienda y Construcciones

Fuente: Elaboración propia.

## **10.7 Medidas de reducción de riesgos de desastres (riesgos existentes)**

Las recomendaciones se traducen en el planteamiento de medidas de prevención y reducción de riesgos, para lo cual se recomienda plantear medidas estructurales, realizando obras de regulación, de rectificación y de protección; y para complementar a su vez se plantean medidas no estructurales tales como medidas permanentes, medidas de monitoreo, medidas de operación.

### **10.7.1 De orden estructural**

De la evaluación de la información y estudios previos (topografía, geología, geotecnia, etc.) y del recorrido de la zona, se define las posibles medidas estructurales.

De las evaluaciones realizadas se consideran las siguientes propuestas de corrección de riesgo ver Tabla 76.

#### **a) Canalización del cauce**

Se plantea la canalización completa del cauce de la quebrada Yanamayo con el propósito de reducir la socavación y también servirá como estructura de contención, esta estructura deberá ser construida en concreto y ser anclada a roca en lugares donde se requiera, para aumentar la vida útil de la estructura, y pueda soportar en el empuje lateral del valle., dicha estructura deberá ser de concreto armado 8x1x4 metros con concreto  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>, deberá de considerarse los sistemas de drenado de aguas subterráneas, pluviales así como la escorrentía de hidrología Urbana, el sistema deberá tener una longitud mínima de 600 metros.

#### **b) Perfilado de taludes y muros de contención secuencial con anclajes**

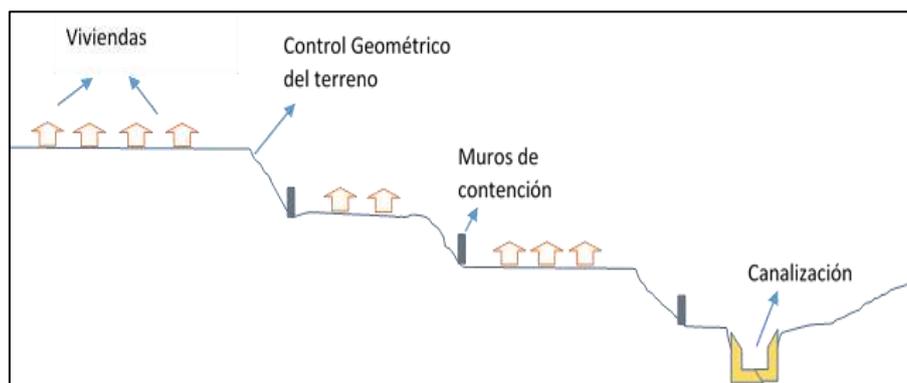
Se plantea un perfilado de taludes en las zonas que presenten crestas o irregularidades en el talud, con el fin de darle una mayor estabilidad, se ha considerado realizar estas actividades en todo el talud, esto servirá para el asentamiento seguro de la población, de ambos flancos de esta ladera. Se deberá realizar el perfilado en roca y suelo competente, en zonas que estas no aseguren un buen nivel de estabilidad se deberá reforzar con muros de contención anclados a roca así mismo se deberá considerar sistemas de drenaje subterráneos como pluvial. Los muros de contención deberán ser diseñados para formar terraplenes y así poder soportar los empujes y cargas generados por las viviendas.

#### **c) Recuperación de cobertura vegetal**

Se plantea la recuperación de cobertura vegetal con especies oriundas en el total de las áreas expuesta, con el propósito de reducir la erosión y pérdida de suelos.

**Figura 76**

*Perfilado de taludes y muros de contención secuencial con anclajes*



Fuente: Elaborada propia.

### 10.7.2 De orden no estructural

Las medidas de reducción no estructurales; tienen como finalidad generar el incremento de los índices de resiliencia en la población, a través de la difusión de conocimientos sobre el peligro, vulnerabilidad, riesgo y medidas de prevención, así como las medidas para reducir los riesgos, a través de las campañas de sensibilización dirigido principalmente a la población en situación de riesgo alto y muy alto.

Es por ello que las medidas de orden no estructural, planteadas a la gestión del riesgo de desastres, asociadas a la atención de emergencias y por tanto a aspectos normativos o cursos referidos enfocados a la atención de los desastres, para ello se requiere la participación de los diferentes actores como, las organizaciones vecinales o Juntas Directivas, las organizaciones funcionales generalmente dirigido por mujeres, que atienden aspectos de salud y alimentación, la población estudiantil escolar, técnica y universitaria; en ese entender se propone las siguientes medidas como podemos identificar en la Tabla 99.

**Tabla 99**

*Medidas de orden no estructural (reducción)*

<b>PÚBLICO OBJETIVO</b>	<b>CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y ACTITUDES A DESARROLLAR</b>	<b>ESTRATEGIA: DESARROLLO DE CAPACIDADES</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Líderes Comunitarios y organizaciones funcionales	Conocimiento del marco normativo básico, política nacional de la GRD.	Programa de capacitación para directivos de la A.P.V. inmersas en el ámbito de estudio, sobre el marco normativo y política nacional de la gestión del riesgo de desastres	Nivel Provincial: Secretaría técnica del GTGRD  Apoyo: Oficina de Defensa Civil.

Población General	Participación en los espacios de decisión y participación a nivel local. Participación en las acciones desarrolladas en GRD por el gobierno local.	Promover la sensibilización y capacitación masiva de la población en general en materia de Gestión Correctiva y Reactiva del Riesgo de Desastres.	Nivel Provincial: Secretaría técnica del GTGRD  Apoyo: Oficina de Defensa Civil.
Formación de Brigadistas	Programa educativo de preparación ante desastres.	Capacitación en atención oportuna, levantamiento y transporte de heridos. Capacitación en primera respuesta comunitaria (combo de supervivencia, técnicos de nudos y armado de carpas). Capacitación en táctica de extinción de incendios	Nivel Provincial: Oficina de Defensa Civil de la provincia de Quispicanchis  Apoyo: Bomberos
Estudiantes en edad escolar y superior	Conoce y difunde sobre que tratamiento deben tener la niñez en una situación de emergencia o desastre.	Taller sobre Derechos de los niños en situaciones de emergencia. Curso de formación de brigadistas universitarios.	Nivel Provincial: Oficina de Defensa Civil de la provincia de Quispicanchis
Maestros de obra y albañiles	conocimientos técnicos de construcción.	Programa de asesoría en procesos de autoconstrucción dirigido a población más vulnerable. Cursos de capacitación para albañiles que trabajan en las zonas de mayor vulnerabilidad.	Nivel Provincial: Oficina de Defensa Civil de la provincia de Quispicanchis

Fuente: Elaborada propia.

## 10.8 Del control de riesgo – evaluación de las medidas

### 10.8.1 Aceptabilidad o tolerancia de riesgos

Tipo de fenómeno: Movimientos en masa (geodinámica externa)

Tipo de peligro: Deslizamientos

Elementos expuestos:

- Población de la comunidad de Muñapata, del distrito de Urcos, provincia de Quispicanchis y departamento del Cusco”.
- Las infraestructuras (viviendas, vías, servicios básicos, energía eléctrica, entre otras).
- Medio ambiente.

#### a) Valoración de consecuencias

La población de la comunidad de Muñapata presenta un nivel de consecuencias ALTO; de ocurrir el fenómeno por Deslizamientos activados por la anomalía de precipitación, es necesario contar con apoyo externo distinto al gobierno local distrital, a fin de poder mitigar y prevenir posibles daños. Ver Tabla 100.

**Tabla 100***Valoración de consecuencias*

VALOR	NIVELES	DESCRIPCION
4	Muy Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	Las consecuencias debido al fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles.
1	Bajo	Las consecuencias debido al fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRED, 2014.

**b) Valoración de frecuencia****Tabla 101***Valoración de frecuencia-ocurrencia*

VALOR	NIVELES	DESCRIPCION
4	Muy Alto	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alto	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED, 2014.

Si bien es cierto el deslizamiento en las Quebrada Yanamayo, es un fenómeno que se puede presentar (no necesariamente con la presencia del fenómeno El Niño), la ocurrencia de un fenómeno de carácter perjudicial dependerá mucho de la intensidad de las precipitaciones máximas, del tipo y la saturación del suelo, en tal sentido según la tabla, este podría ocurrir en periodos de tiempos largos según las circunstancias, por lo que el nivel de frecuencias de ocurrencias es ALTO. Como se observa en la Tabla 101.

**c) Nivel de consecuencia y daños****Tabla 102***Nivel de consecuencia- daño*

Media	NIVEL	ZONAS DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Media	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

Fuente: CENEPRED, 2014.

Por consiguiente, analizando la matriz de consecuencia y daños, se obtiene que la comunidad de Muñapata presenta un nivel de consecuencia y daño de nivel 3: ALTA. Tabla 102.

**d) Aceptabilidad y/o tolerancia**

En tal sentido, realizando el análisis de las consecuencias y determinándose un nivel alto, así como la determinación de la frecuencia-ocurrencia un nivel ALTO, se determina que el nivel de aceptabilidad y/o tolerancia es 3: INACEPTABLE. Como se precisa en la Tabla 103 y Tabla 104.

**Tabla 103**

*Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia*

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Fuente: CENEPRED, 2014.

**Tabla 104**

*Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia*

Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo tolerable	Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable
Riesgo aceptable	Riesgo tolerable	Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable

Fuente: CENEPRED, 2014.

**e) Prioridad de intervención**

**Tabla 105**

*Prioridad de intervención*

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACION
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: CENEPRED, 2014.

### 10.8.2 Análisis costo / beneficio (método costos evitados)

La evaluación social de los proyectos consiste en comparar los beneficios de los costos que dicho proyecto implica “para la sociedad”, es decir consiste en determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad. En este sentido nuestro análisis de costo / beneficio elaborado por el equipo técnico bajo la metodología por costos evitados según criterios y supuestos evitados demuestran ser rentables. A continuación, se muestran las tablas de costos estimados en la Tabla 106, Tabla 107, Tabla 108 y Tabla 109.

**Tabla 106**

*Costos de pérdidas probables*

PERDIDAS PROBABLES		
Sector	Infraestructura	Valor económico total Ámbito de estudio s/
Sector económico	Valor del inmueble	4'080,056.57
	Valor del terreno	1'562,523.37
Sector social	Energía y electricidad publica	12,960.00
	Saneamiento básico (red de agua)	8,100.00
	Infraestructura vial (vías sin asfaltar)	74,500.00
Sector social	Perdida de cobertura vegetal	20,000.00
<b>TOTAL</b>		<b>5'758,138.94</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 107**

*Costos de propuestas estructurales*

PROPUESTAS ESTRUCTURALES	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	Costo S/.
Mejoramiento y rehabilitación del sistema de canalización del cauce	ml	600	620.00	372,000.00
Construcción de muros de contención y perfilado de taludes	ml	320	525.00	168,000.00
Mejoramiento de los accesos peatonal y vehiculares de la comunidad de Muñapata	ml	500	4,881.60	2'440,800.00
Mejoramiento del servicio de alcantarillado y saneamiento básico en la comunidad de Muñapata (107 lotes)	GL	107	14,500.00	1'551,500.00
Mejoramiento para la recuperación de cobertura vegetal	m <sup>2</sup>	15,835.85	35.50	562,172.68
<b>TOTAL</b>				<b>5'094,472.68</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 108***Costos de propuestas no estructurales*

<b>PROPUESTAS NO ESTRUCTURALES</b>	<b>UND</b>	<b>METRADO</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>Costo S/.</b>
Campañas de fiscalización monitoreo permanente de los agentes económicos de intervención en el mercado del suelo	cap	10	1,000.00	10,000.00
Campañas de fiscalización, control y monitoreo permanente	cap	7	1,000.00	7,000.00
Programas de asesoría en procesos de autoconstrucción	Pgr	12	958.00	11,496.00
Cursos de capacitación para maestro de obras (albañiles)	cursos	24	1,000.00	24,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>52,496.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 109***Costos totales*

Propuestas estructurales	5'094,472.68
Propuestas no estructurales	52,496.00
Costos indirectos 20%	1'029,393.74
<b>Costo total de inversión</b>	<b>6'176,362.41</b>

Fuente: Elaboración propia.

**a) Supuestos y criterios de evaluación económica para el control de riesgo.**

- 1) Se ha analizado el criterio de evolución por Costos Evitados.
- 2) Los costos de inversión modulares de los componentes y acciones de propuesta son a precios de mercado.
- 3) Los Beneficios de la propuesta equivale al valor económico invertido para proteger y asegurar las infraestructuras y equipamiento básico de la comunidad de Muñapata.
- 4) Para la valoración de las posibles pérdidas se ha considerado los valores de las viviendas, energía eléctrica y saneamiento básico (S/.5,758,138.94)
- 5) Para la evolución económica se ha utilizado los siguientes parámetros:
  - Se ha considerado el 15% del Costo directo como Costos Indirectos.
  - Se ha considerado el 5% del Costo directo anual para Costos de Mantenimiento de la infraestructura a partir del segundo año.
  - Horizonte de evaluación: 20 años según la vida útil de las infraestructuras.
  - Tasa Social de descuento: 8%
  - No se considera el valor residual del último año de evaluación, año N° 21.

#### **b) De la evaluación económica**

Los indicadores de la evaluación económica obtenidos en base a datos referenciales (costos modulares), supuestos y criterios, demuestran ser rentables, es decir, que con una inversión de S/ 6'176,362.41 en prevención y/o mitigación de los riesgos determinados (medidas estructurales y no estructurales), utilizando una Tasa Social de Descuento al 8% (parámetro según Invierte.Pe.) para un horizonte de evaluación de 20 años (año 2 – 21), los beneficios netos (costos evitados) en flujo de caja, se obtiene un VAN Positivo, y una Tasa Interna de Retorno de 55.52% y un B/C de 6.99, que demuestran ser rentable la intervención con un proyecto de Inversión.

## CONCLUSIONES

1. Se determinó el mapa riesgos por deslizamientos. El cálculo de riesgo, en base al peligro y vulnerabilidad, se determinó que 14 lotes (16%), estos se encuentran en riesgo muy alto, 34 lotes (32%), se encuentran el riesgo alto, 45 lotes (42%), se encuentran en riesgo medio y 11 lotes (10%), en riesgo bajo.
2. Identificado y caracterizado el peligro de deslizamiento rotacional como elemento principal de movimientos en masa, se obtiene los siguientes datos de niveles de peligro:

NIVEL DE PELIGRO	Lotes	Porcentaje de área (área)
MUY ALTO	12	20%
ALTO	14	30%
MEDIO	3	25%
BAJO	9	25%
TOTAL	36	100%

3. Se determinó el mapa de vulnerabilidad. Identificando que 11 lotes (10%), se encuentran en vulnerabilidad muy alto, 16 lotes (15%), se encuentran vulnerabilidad alto, 23 lotes (21%), se encuentran en vulnerabilidad medio y 57 lotes (53%), en vulnerabilidad bajo.
4. A partir de ensayos de laboratorio se obtuvo según clasificación SUCS, suelos de tipo MH, GC y GM, los cuales presentan capacidad admisible entre los 2.5 – 3.0 metros de profundidad, que varían desde 1.11 kg/cm<sup>2</sup> hasta 1.64 kg/cm<sup>2</sup> zonas con suelos colapsables. Procesando estos datos hallamos la estabilidad de talud igual a 0.802, no cumple con el mínimo aceptable.
5. El monitoreo que se realizó desde el año 2019 hasta el año 2024, utilizando imágenes generados por vuelo DRONE periódicamente, gracias al Corte AA`. Se logra identificar los cambios en la topografía y el desplazamiento del deslizamiento a través de su plano de falla logrando calcular una velocidad de 1.489 m/año. Correspondiente a una velocidad de desplazamiento en la categoría de muy lenta a lenta según la clasificación presentada por Cruden Varnes.
6. Las medidas estructurales para el control del riesgo existente, como son: Canalización completa del cauce de la quebrada Yanamayo con el propósito de reducir la socavación, perfilado de taludes y muros de contención secuencial con anclajes con el propósito de estabilizar el terreno, recuperación de cobertura vegetal con especies oriundas.

7. Los indicadores de la evaluación económica obtenidos en base a datos referenciales (costos modulares), supuestos y criterios, demuestran ser rentables, es decir, que con una inversión de S/ 6'176,362.41 en prevención y/o mitigación de los riesgos determinados
8. Con los factores condicionantes y desencadenantes asociado a procesos de geodinámica externa se determinó como un movimiento de masa complejo en la quebrada yanamayo.
9. En conclusión, las ecuaciones de CENEPRED no consideran aspectos de variables y parámetros geológicos y geotécnicos para la evaluación de riesgos como factores condicionantes.
10. En el presente trabajo de investigación se consideró la metodología de análisis de estabilidad de taludes en los diferentes niveles de saturación para determinar el factor de seguridad del talud. E incluir la metodología de la obtención de volumen y profundidad del deslizamiento para determinar los niveles de riesgo que origina el deslizamiento.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda proteger la superficie del terreno con vegetación en las laderas que han sido despejadas por la deforestación. En las áreas críticas con deslizamientos, se deben considerar procesos de rectificación geométrica en los taludes inestables, como el uso de contrapesos en la base del talud y la eliminación de la parte superior de las laderas para reducir el peso.
2. Realizar monitoreos regulares en los puntos críticos de las zonas más peligrosas utilizando pluviómetros para medir la variación de la precipitación a lo largo del tiempo y así determinar su impacto en la activación de deslizamientos. Posteriormente, para prevenir una mayor saturación del suelo, evaluar la viabilidad de construir drenes horizontales y zanjas de drenaje con el objetivo de evitar la sobresaturación del terreno.
3. Gestionar financiamiento para la formulación de un Proyecto de Inversión Pública, a través de la municipalidad provincial de Quispicanchis (las fuentes de financiamiento son, entre otros el Programa Presupuestal 068 reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres).
4. Implementar programas de asistencia técnica para el mejoramiento de viviendas a las personas del lugar, principalmente a los jefes de hogar dedicados a la construcción de viviendas.
5. Elaborar e implementar el plan específico para el ámbito de estudio por sus características particulares (ubicación, orden físico ambiental, social o económico) requieren de una reglamentación especial, así poder mejorar su proceso de desarrollo urbano.
6. Realizar las obras de control de erosión como canales de coronación para disminuir el aporte de material en la zona de escarpa principal del deslizamiento, mediante pequeñas obras y trabajos de retención y protección de suelos, control de laderas y pendientes, reforestación y obras de drenaje para estabilización de taludes.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aranda Leiva, R. D., Torres Lázaro, J. C., Tinoco Meyhuay, T. M., & Purizaca Melgarejo, J. J. (2023). *Informe de Evaluación de Riesgo por Deslizamiento en el Sector Nunupata con el río Huachecsa en el Distrito de Chavin de Huantarprovincia de Huari-Departamento de Ancash* (Técnico 1; p. 127). Municipalidad Distrital de Chavín de Huántar – Huari - Ancash.  
[https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//17249\\_informe-de-evaluacion-de-riesgos-por-deslizamientos-en-el-sector-nunupata-con-el-rio-huachecsa-en-el-distrito-de-chavin-de-huantar-provincia-de-huari-.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//17249_informe-de-evaluacion-de-riesgos-por-deslizamientos-en-el-sector-nunupata-con-el-rio-huachecsa-en-el-distrito-de-chavin-de-huantar-provincia-de-huari-.pdf)
- Benavente Escóbar, C., Delgado Madera, F., Taipe Maquerhua, E., Audin, L., & Pari Pinto, W. (2014). *Neotectónica y Peligro Sísmico en la Región Cusco* (Primera Edición, INGEMMET 2014). Unidad de Relaciones Institucionales.  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/296>
- Benavente Velasquez, R., Fernandez Baca Vidal, C., & Gomez Noblega, A. (2004). *Estudio del Mapa de Peligros de la Ciudad del Cusco*. PNUD-INDECI-Ciudades Sostenibles.  
[http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//4263\\_estudio-del-mapa-de-peligros-de-la-ciudad-del-cusco.pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//4263_estudio-del-mapa-de-peligros-de-la-ciudad-del-cusco.pdf)
- Carlotto, V., & Cárdenas, J. (2003). *Revisión y Actualización del Cuadrángulo de Cusco 28-s Escala 1:50000*. INGEMMET.  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2115>
- Carlotto, V., Cárdenas, J., & Carlier, G. (2011). *Geología del Cuadrángulo de Cusco Hoja 28-s* (1-Primera Edición). Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/99>
- Chinome Martínez, J. A. (2018). *Estudio de Geología Para Ingeniería del Deslizamiento Presente en el KM+18 de la Vía Belén-Paz de río en el departamento de Boyacá a*

*escala 1:2000* [Modalidad de Práctica Empresarial, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia «UPTC»]. [hyyps:repositorio.uptc.edu.com](https://repositorio.uptc.edu.com)

García Fernández Baca, B., Taípe Maquerhua, E., Albínez Baca, L., & Meza Cabrera, P.

(2018). *Evaluación Geológica y Geodinámica del Deslizamiento activo de Supayhuayco* (SIGRID, Biblioteca Virtual; Técnico 6837; A, p. 39). municipalidad distrital de Lucre.

[https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//5648\\_informe-tecnico-n0-a6837-evaluacion-geologica-y-geodinamica-del-deslizamiento-activo-de-supayhuayco-distrito-de-lucre-provincia-quispicanchis-region-c.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//5648_informe-tecnico-n0-a6837-evaluacion-geologica-y-geodinamica-del-deslizamiento-activo-de-supayhuayco-distrito-de-lucre-provincia-quispicanchis-region-c.pdf)

Geociencias para las Comunidades Andinas, proyecto multinacional andino. (2007).

*Movimientos en Masa en la Región andina: Una guía para la evaluación de amenazas* (Grupo de Estándares para Movimientos en Masa (GEMMA)). Geociencias para las Comunidades Andinas. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Geral-96.pdf>

Glosario de terminos CENEPRED, C. (2024, enero 11). *Glosario de Términos de la Gestión*

*del Riesgo de Desastres*. <https://www.gob.pe/institucion/cenepred/informes-publicaciones/5016287-glosario-de-terminos-sobre-gestion-del-riesgo-de-desastres>

González de Vallejo, L. I., Ferrer Gijón, M., Ortuño Abad, L., & Oteo Mazo, C. (2002).

*Ingeniería Geológica* (PEARSON EDUCACIÓN, S.A.). PRENTICE HALL.

[https://www.academia.edu/50773034/INGENIERIA\\_GEOLOGICA\\_GONZALES\\_DE\\_VALLEJO](https://www.academia.edu/50773034/INGENIERIA_GEOLOGICA_GONZALES_DE_VALLEJO)

Hernández Sampieri, C. R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1997).

*Metodología de la Investigación* (primera edición). MCGRAW - HILL

INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A.

[https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n\\_Sampieri.pdf](https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf)

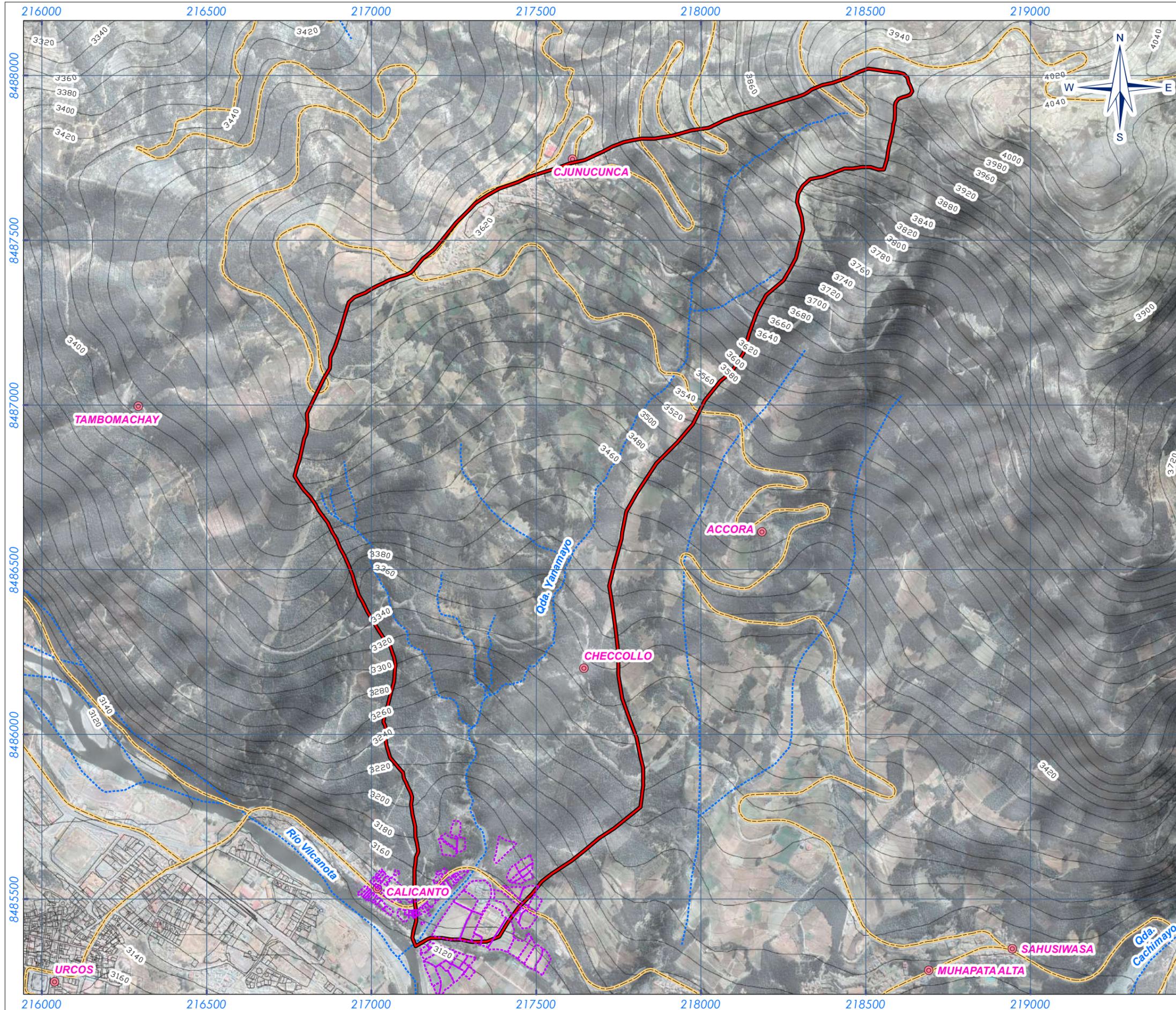
Masana García, M. M. de G., Campos Cruzado, R., Málaga Gonzáles, L. F., & Basauri Arámbulo, A. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 02 Versión* (Vol. 2). Publicado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

<https://www.cenepred.gob.pe/web/manuales/>

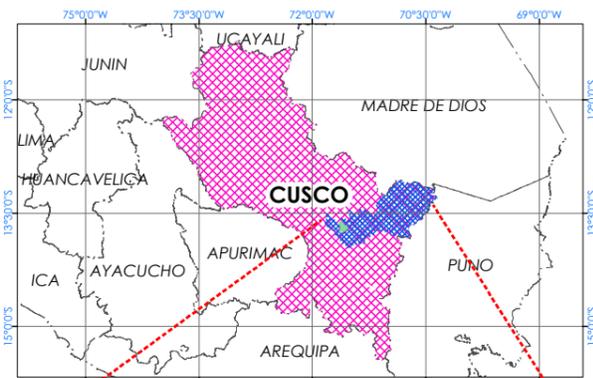
Villón Béjar, M. (2002). *Hidrología* (Comité Regional de Recursos Hidráulicos). Taller de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

# **Anexos**

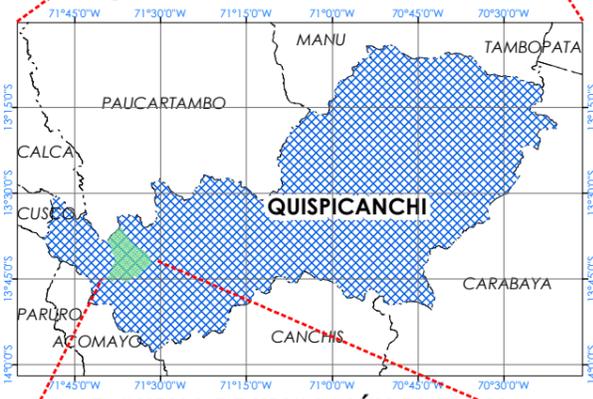
Figura 02: Ubicación



**ESQUEMA DE UBICACIÓN DEPARTAMENTAL**



**ESQUEMA DE UBICACIÓN PROVINCIAL**



**ESQUEMA DE UBICACIÓN DISTRITAL**



**SIMBOLOGÍA**

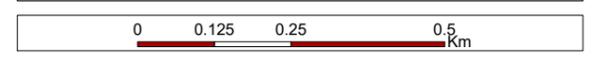
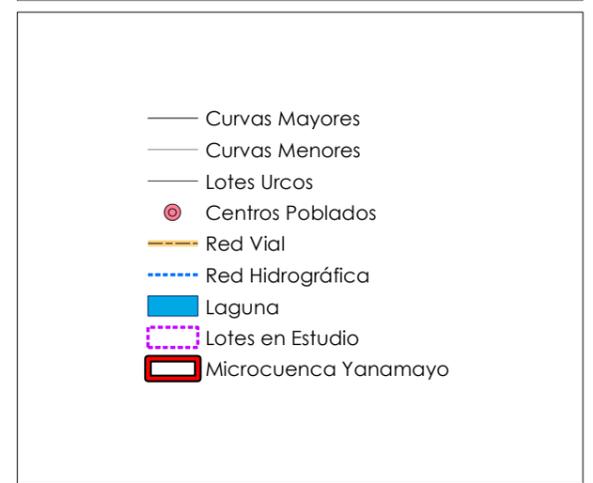


Figura 06: Geomorfología Regional

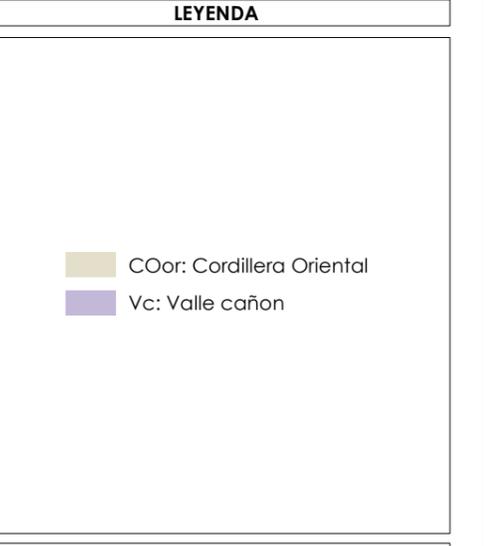
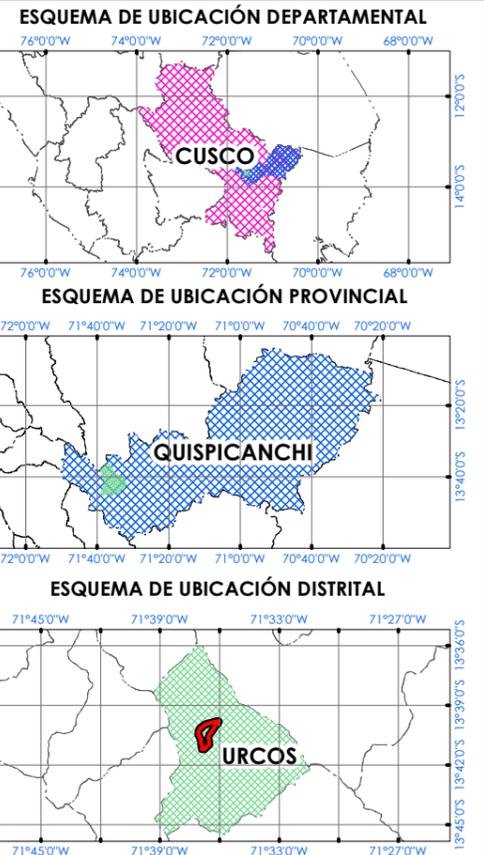
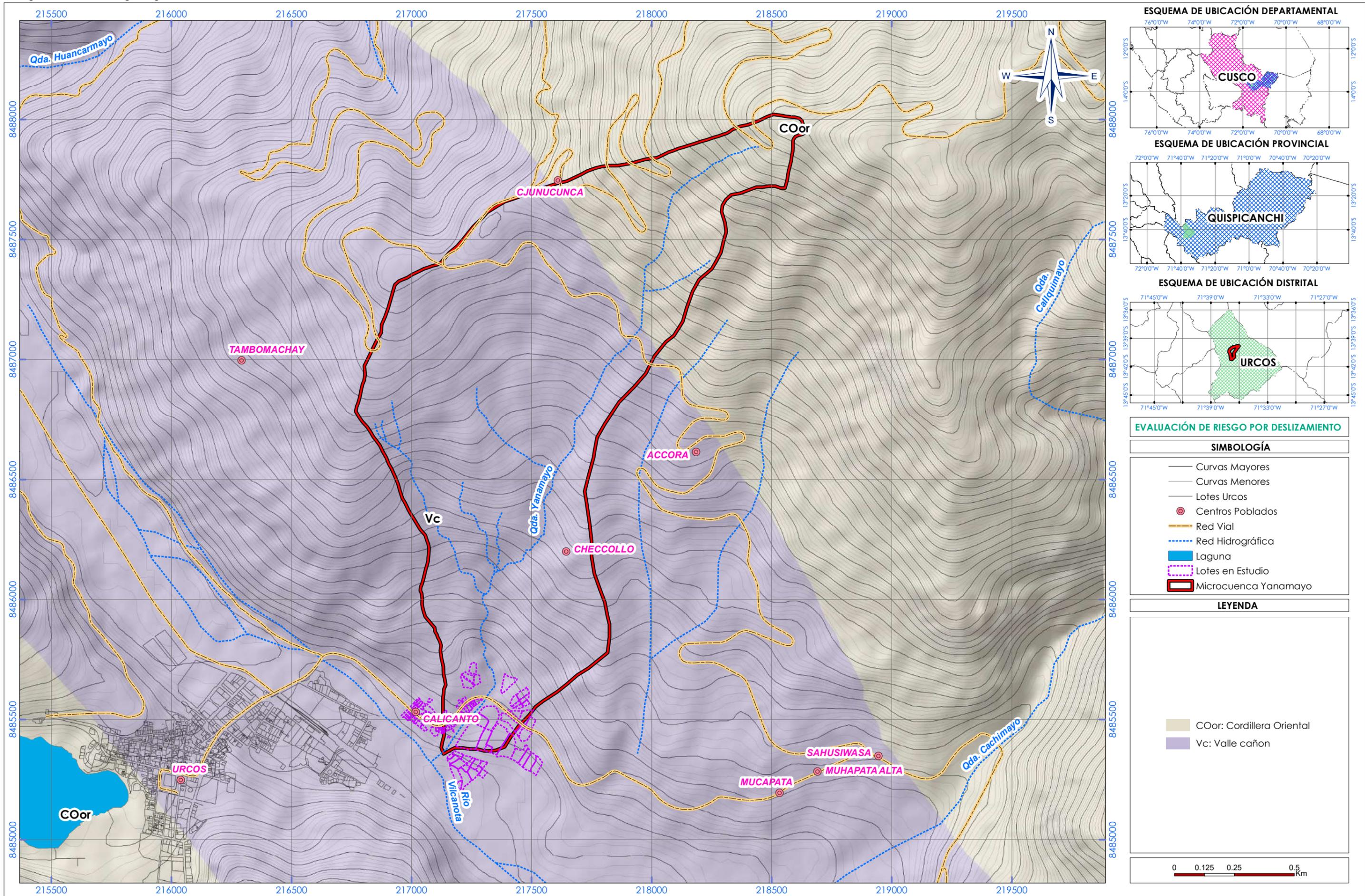
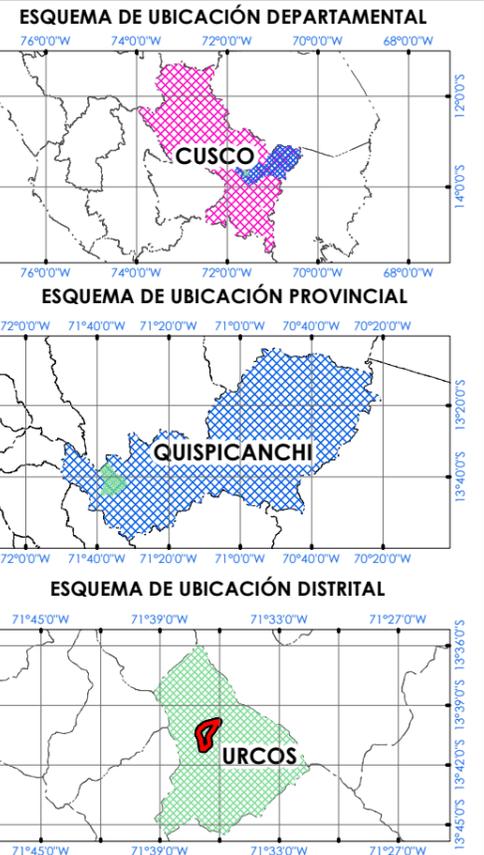
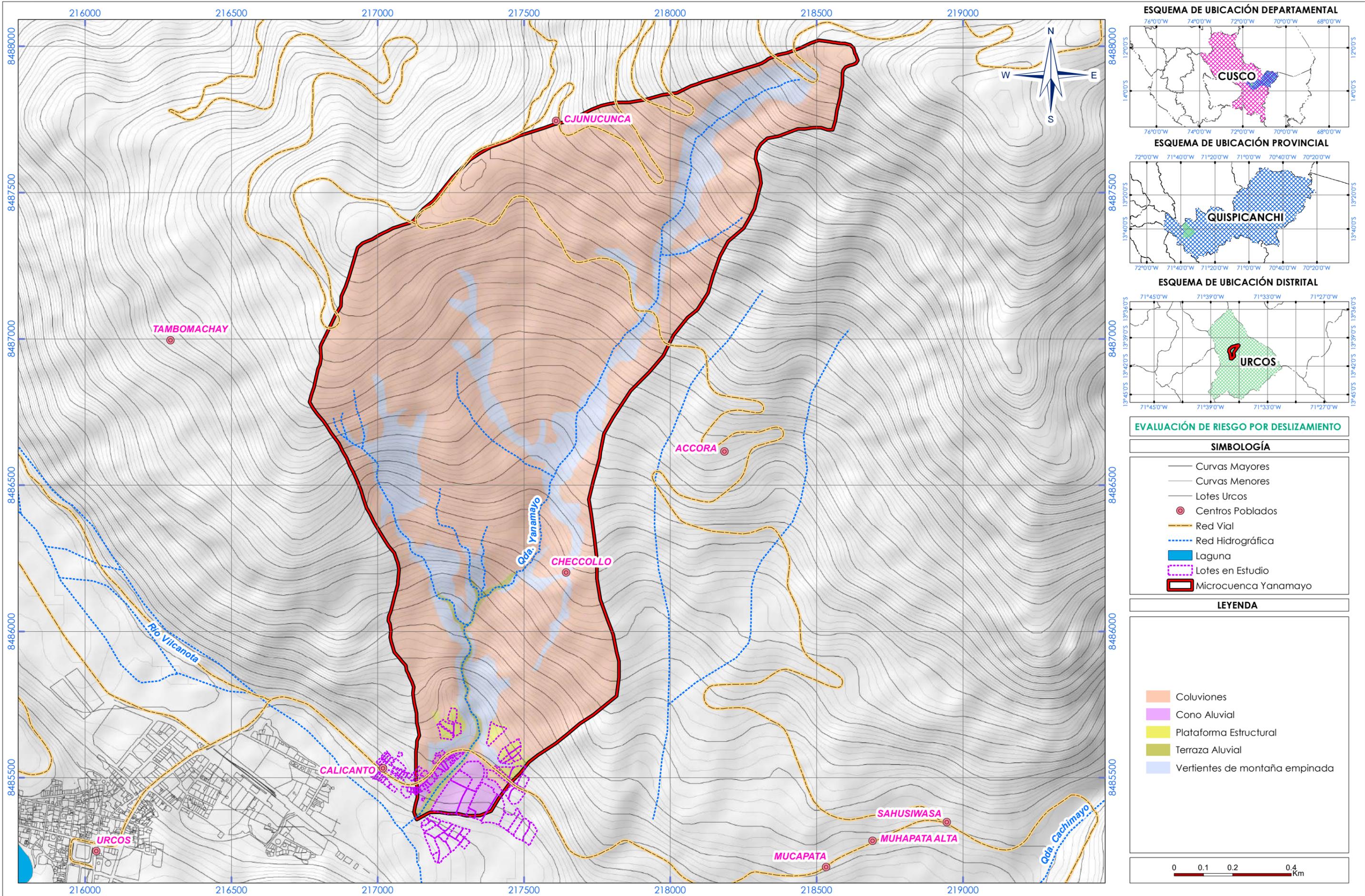


Figura 13: Geomorfología Local



**EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO**

**SIMBOLOGÍA**

- Curvas Mayores
- Curvas Menores
- Lotes Urcos
- ⊙ Centros Poblados
- Red Vial
- Red Hidrográfica
- Laguna
- Lotes en Estudio
- ▭ Microcuenca Yanamayo

**LEYENDA**

- Coluviones
- Cono Aluvial
- Plataforma Estructural
- Terraza Aluvial
- Vertientes de montaña empinada

0 0.1 0.2 0.4 Km

Figura 15: Geología Regional

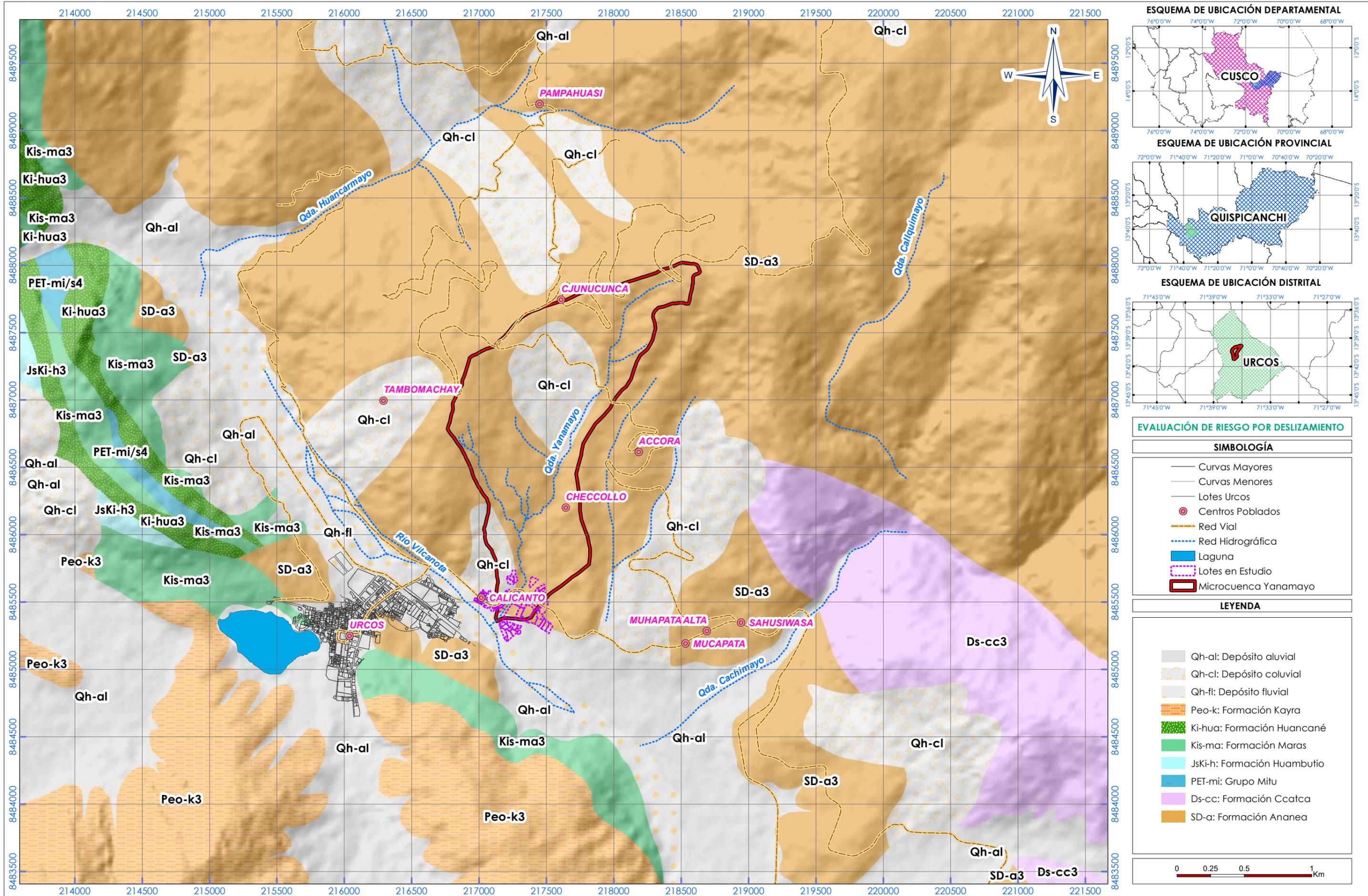
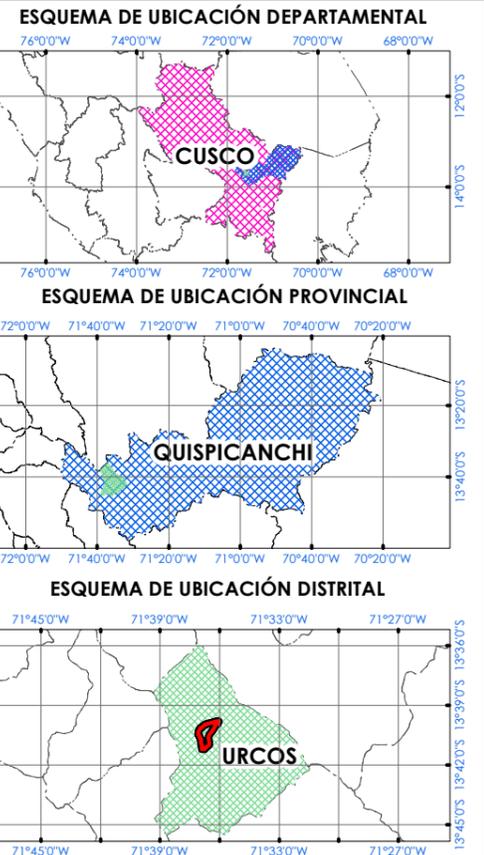
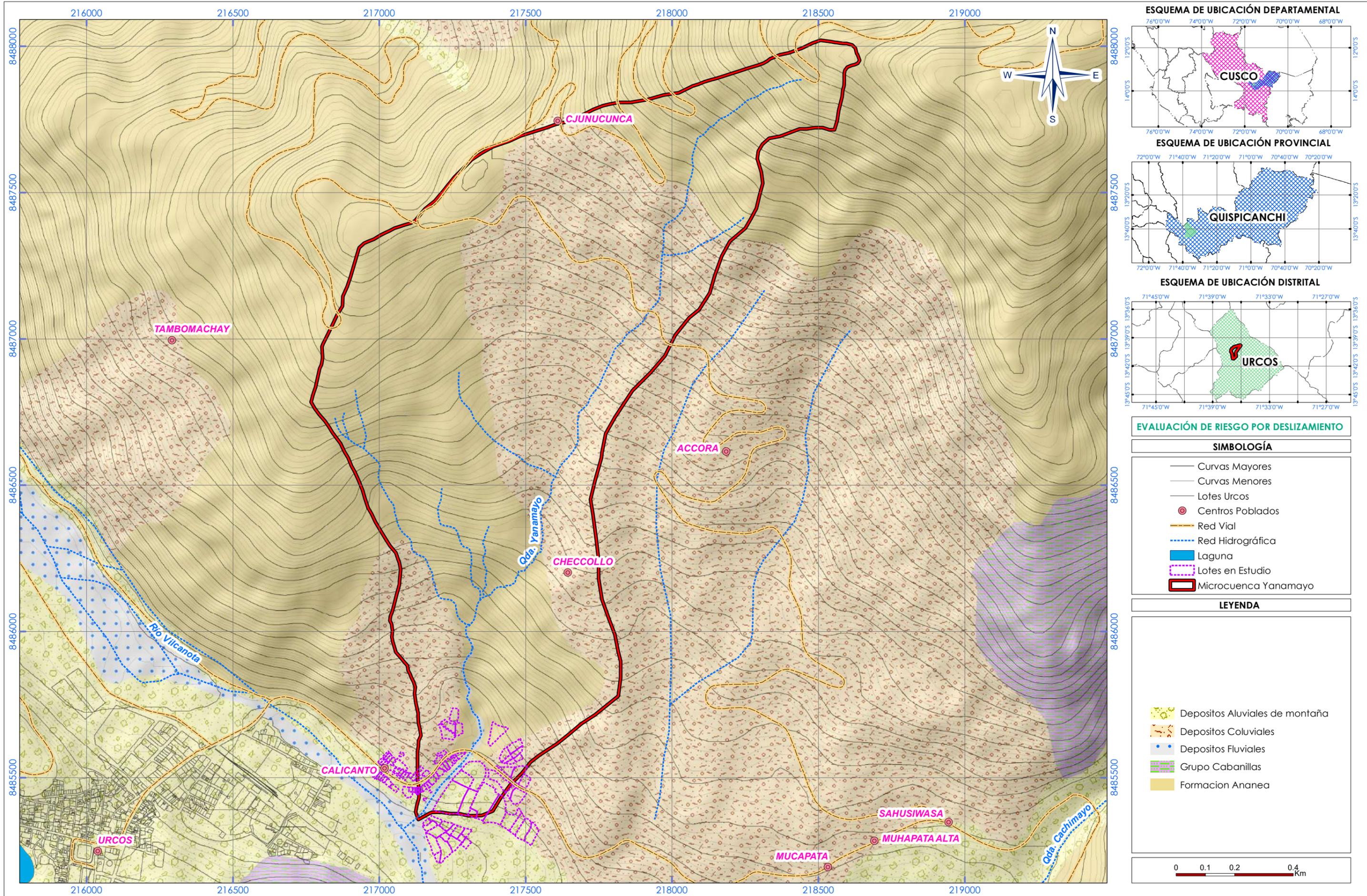


Figura 22: Geología Local



**EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO**

SIMBOLOGÍA	
	Curvas Mayores
	Curvas Menores
	Lotes Urcos
	Centros Poblados
	Red Vial
	Red Hidrográfica
	Laguna
	Lotes en Estudio
	Microcuenca Yanamayo

LEYENDA	
	Depositos Aluviales de montaña
	Depositos Coluviales
	Depositos Fluviales
	Grupo Cabanillas
	Formación Ananea

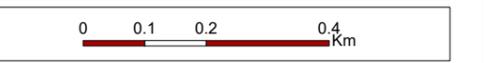
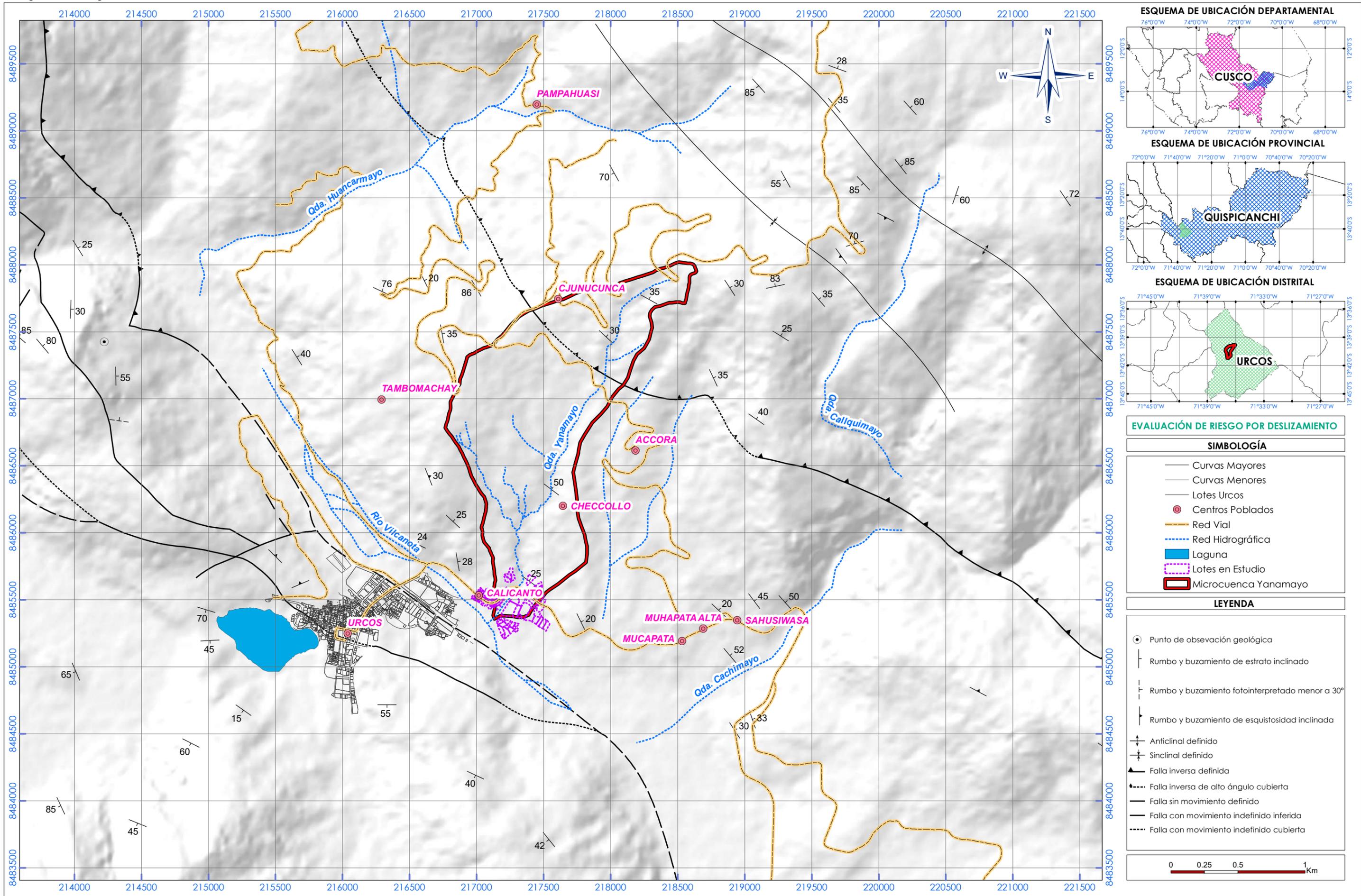


Figura 26: Geología Estructural



**ESQUEMA DE UBICACIÓN DEPARTAMENTAL**

**ESQUEMA DE UBICACIÓN PROVINCIAL**

**ESQUEMA DE UBICACIÓN DISTRITAL**

**EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO**

**SIMBOLOGÍA**

- Curvas Mayores
- Curvas Menores
- Lotes Urcos
- Centros Poblados
- Red Vial
- Red Hidrográfica
- Laguna
- Lotes en Estudio
- Microcuenca Yanamayo

**LEYENDA**

- Punto de observación geológica
- Rumbo y buzamiento de estrato inclinado
- Rumbo y buzamiento fotointerpretado menor a 30°
- Rumbo y buzamiento de esquistosidad inclinada
- Anticlinal definido
- Sinclinal definido
- Falla inversa definida
- Falla inversa de alto ángulo cubierta
- Falla sin movimiento definido
- Falla con movimiento indefinido inferida
- Falla con movimiento indefinido cubierta

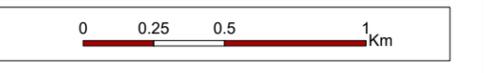


Figura 31: Intensidad de Precipitación

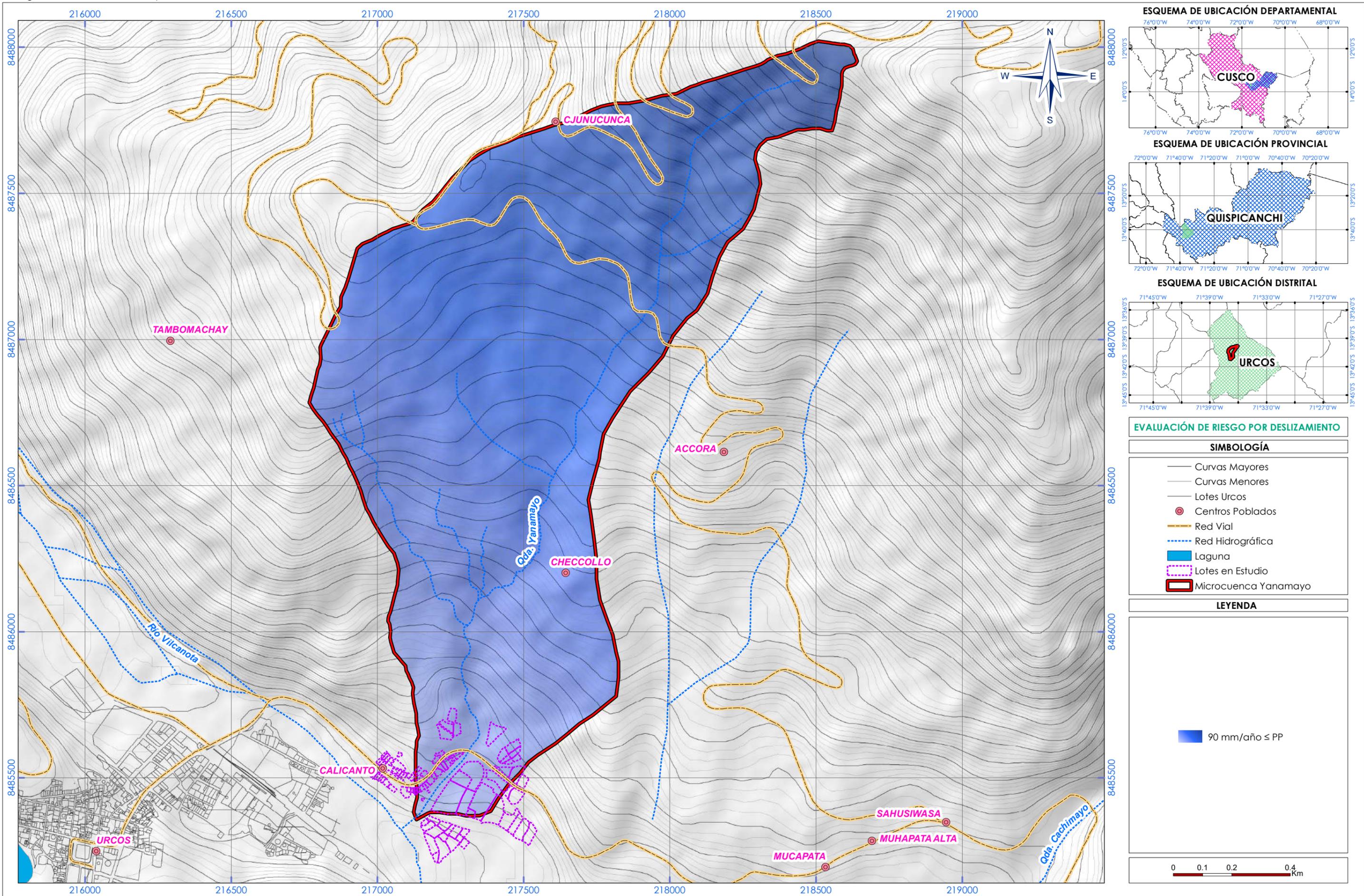
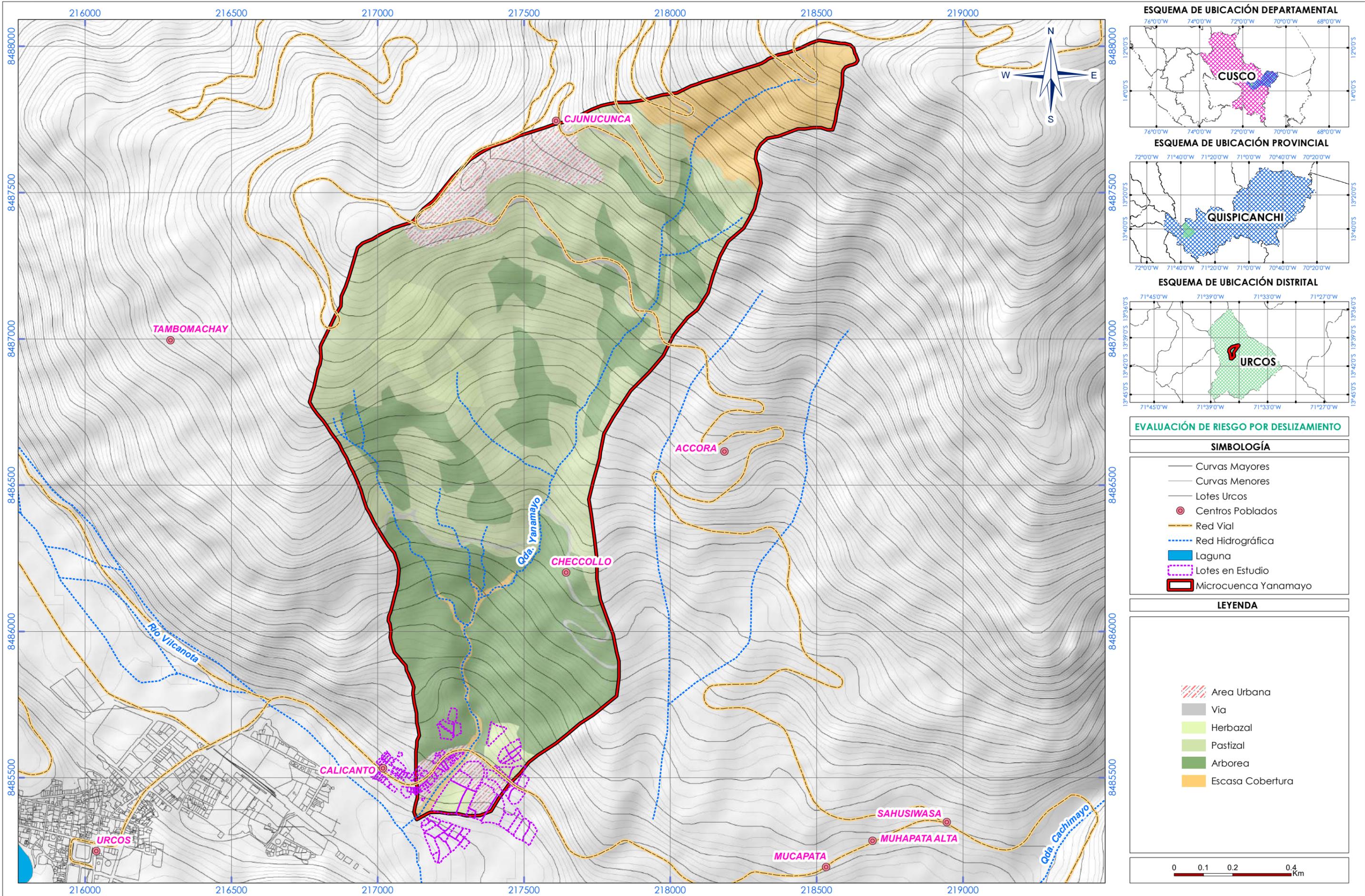


Figura 34: Cobertura Vegetal



**EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO**

- SIMBOLOGÍA**
- Curvas Mayores
  - Curvas Menores
  - Lotes Urcos
  - ⊙ Centros Poblados
  - Red Vial
  - Red Hidrográfica
  - Laguna
  - Lotes en Estudio
  - ▭ Microcuenca Yanamayo

- LEYENDA**
- ▨ Area Urbana
  - Via
  - Herbazal
  - Pastizal
  - Arborea
  - Escasa Cobertura

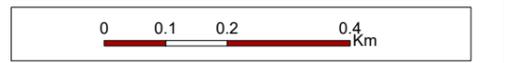


Figura 35: Pendientes

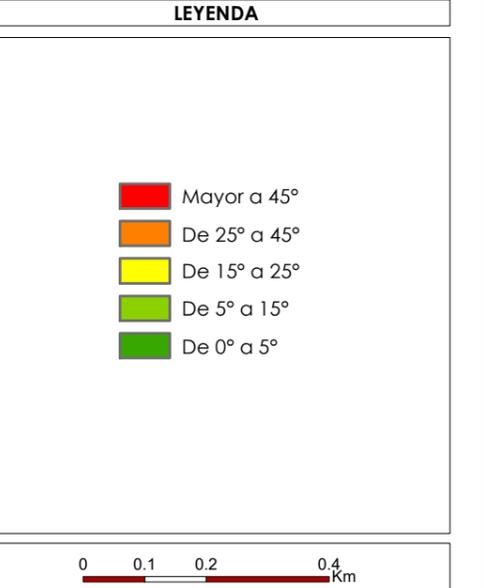
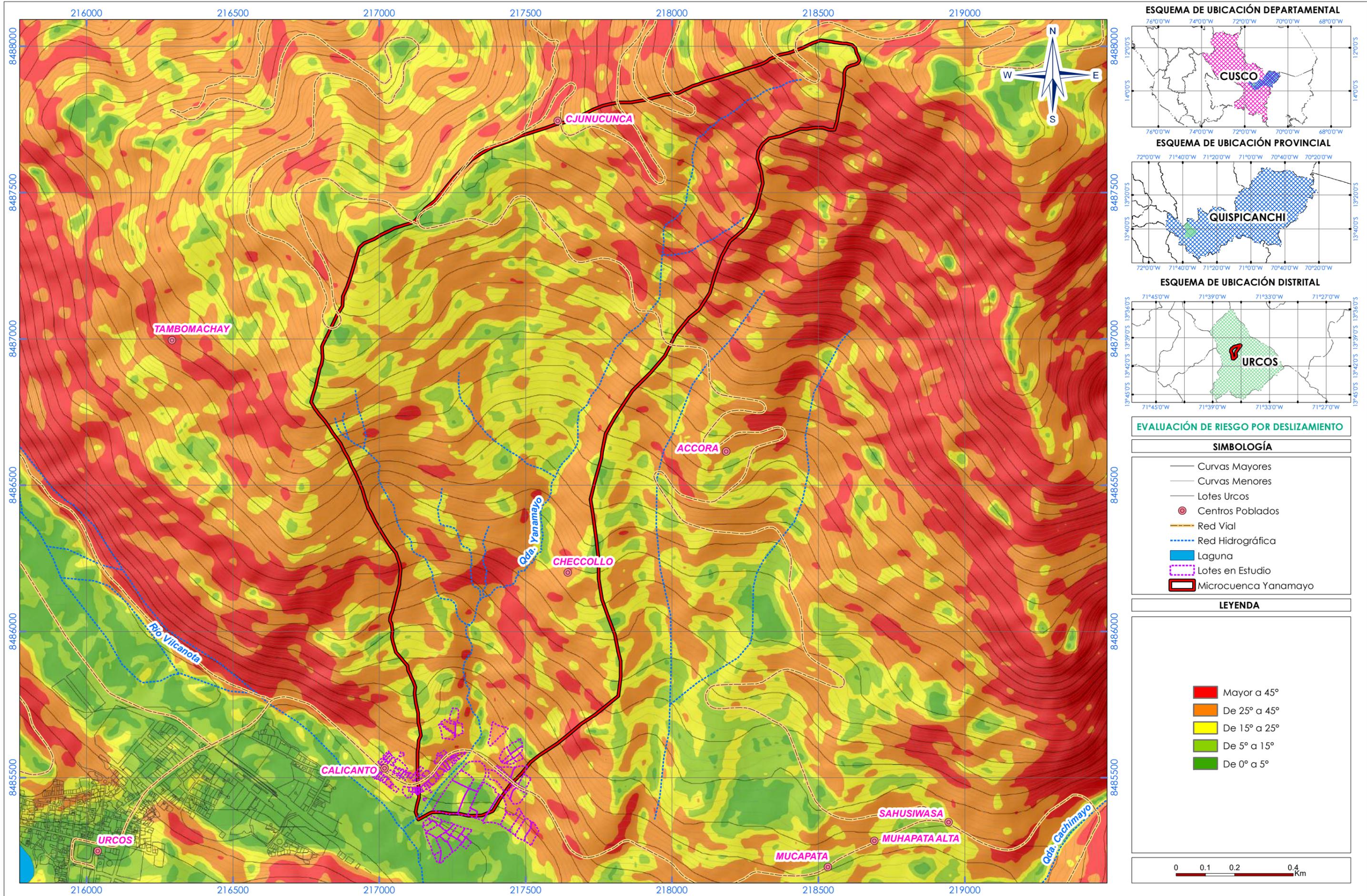


Figura 39: Fisiografía

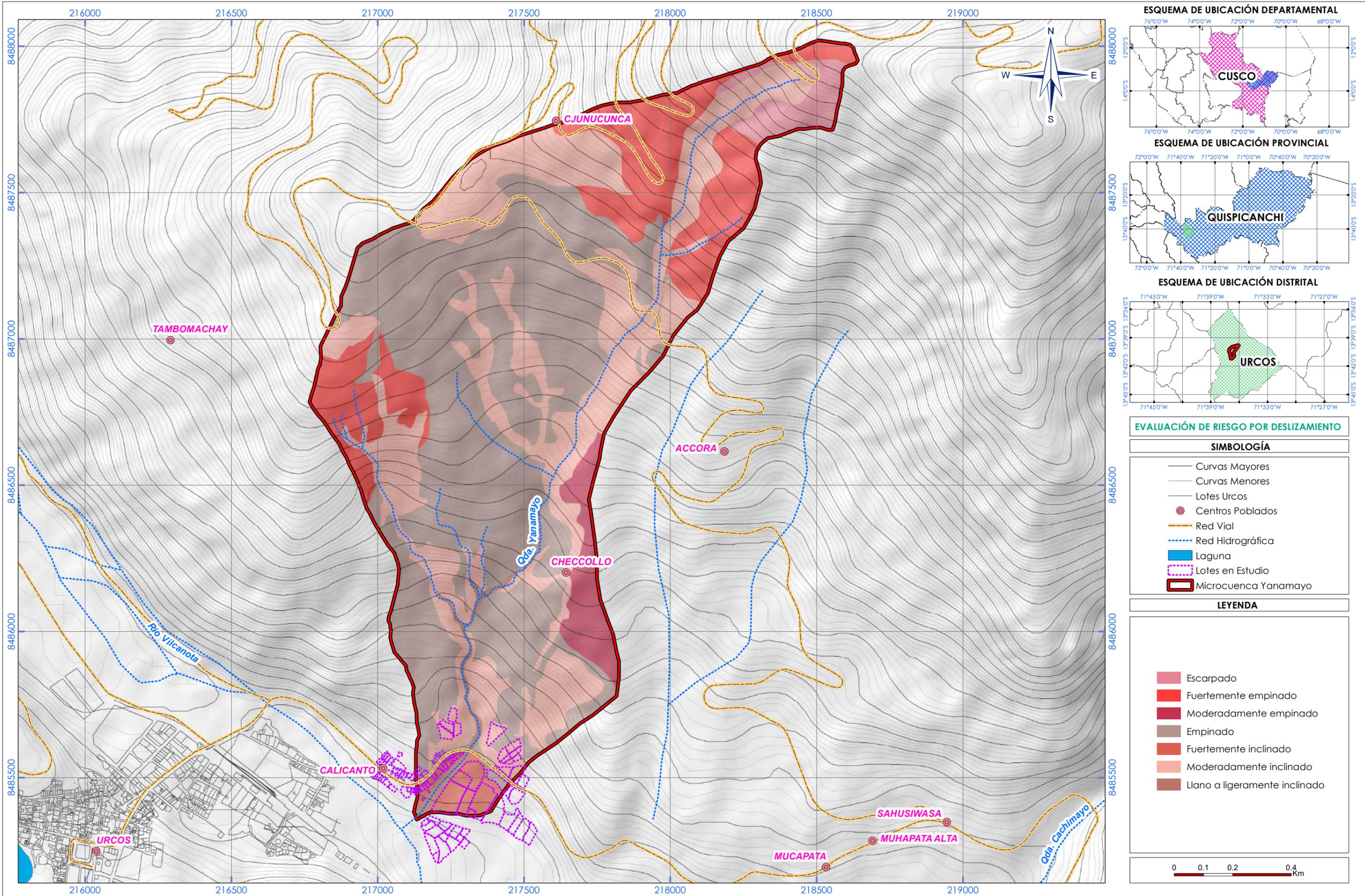


Figura 46: Geodinámica Interna

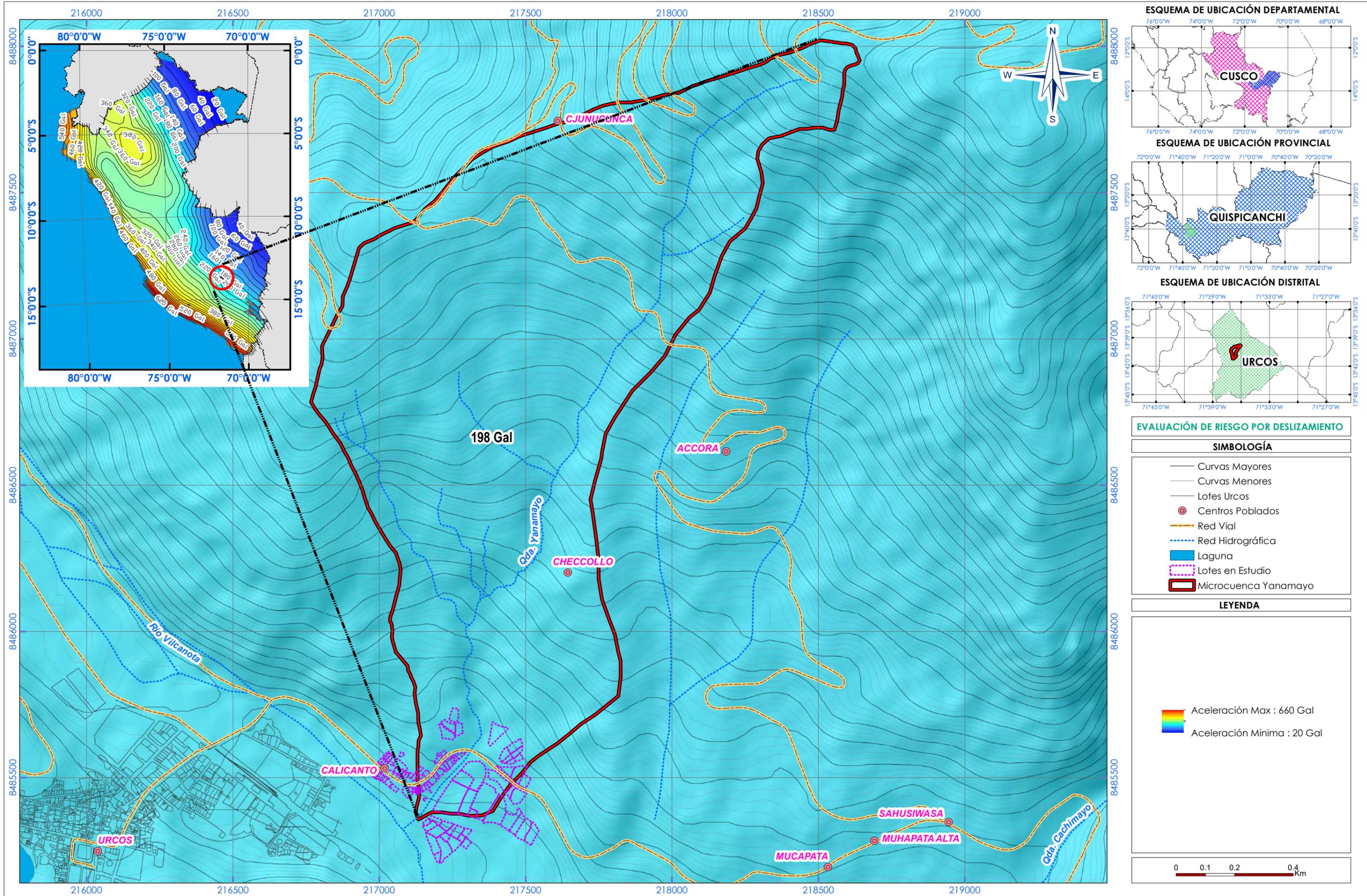
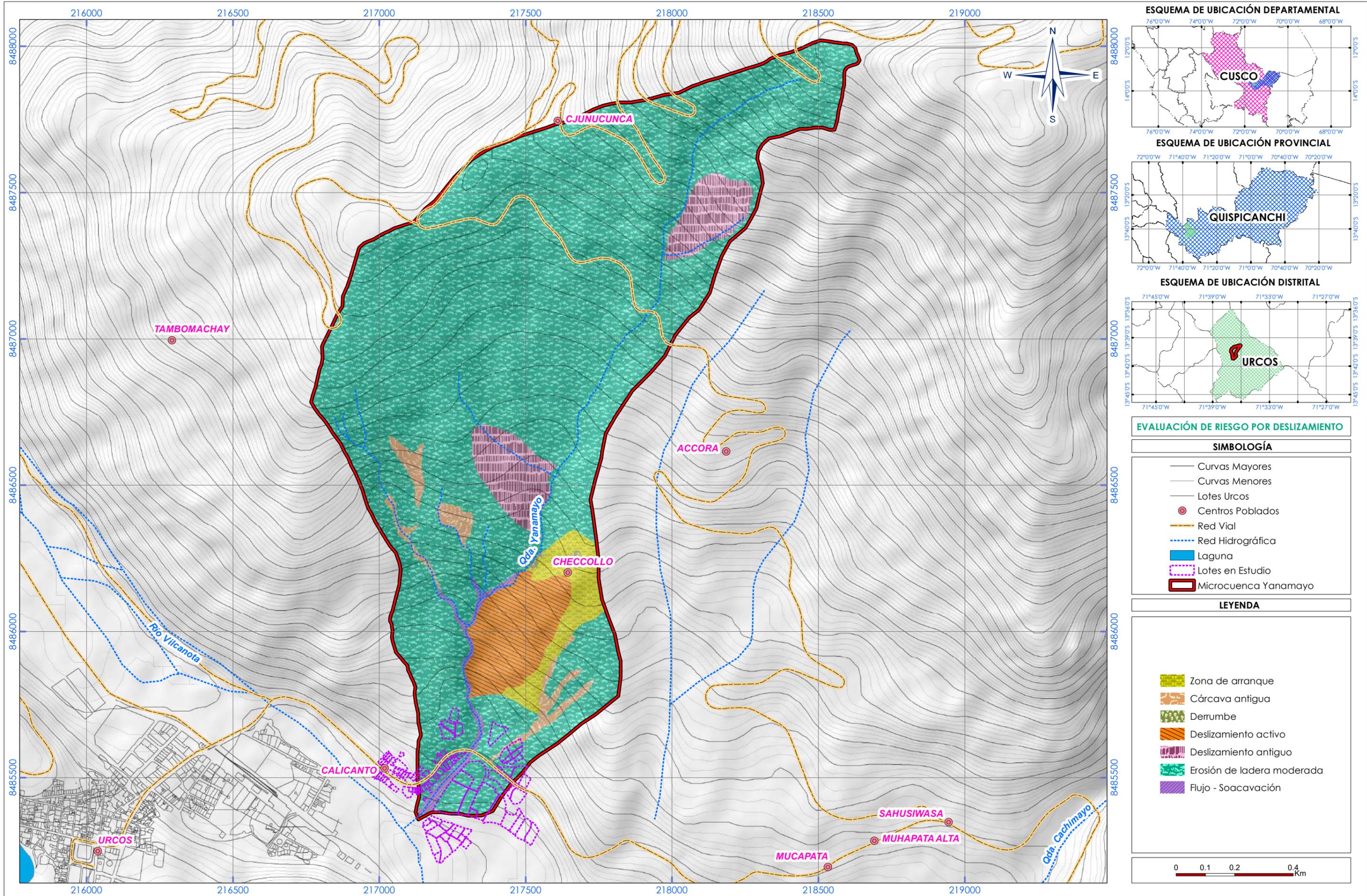


Figura 55: Geodinámica Externa



**EVALUACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO**

SIMBOLOGÍA	
	Curvas Mayores
	Curvas Menores
	Lotes Urcos
	Centros Poblados
	Red Vial
	Red Hidrográfica
	Laguna
	Lotes en Estudio
	Microcuenca Yanamayo

LEYENDA	
	Zona de arranque
	Cárcava antigua
	Derrumbe
	Deslizamiento activo
	Deslizamiento antiguo
	Erosión de ladera moderada
	Flujo - Soacavación

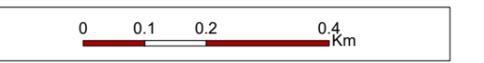


Figura 71: Mapa de Peligro por Deslizamiento

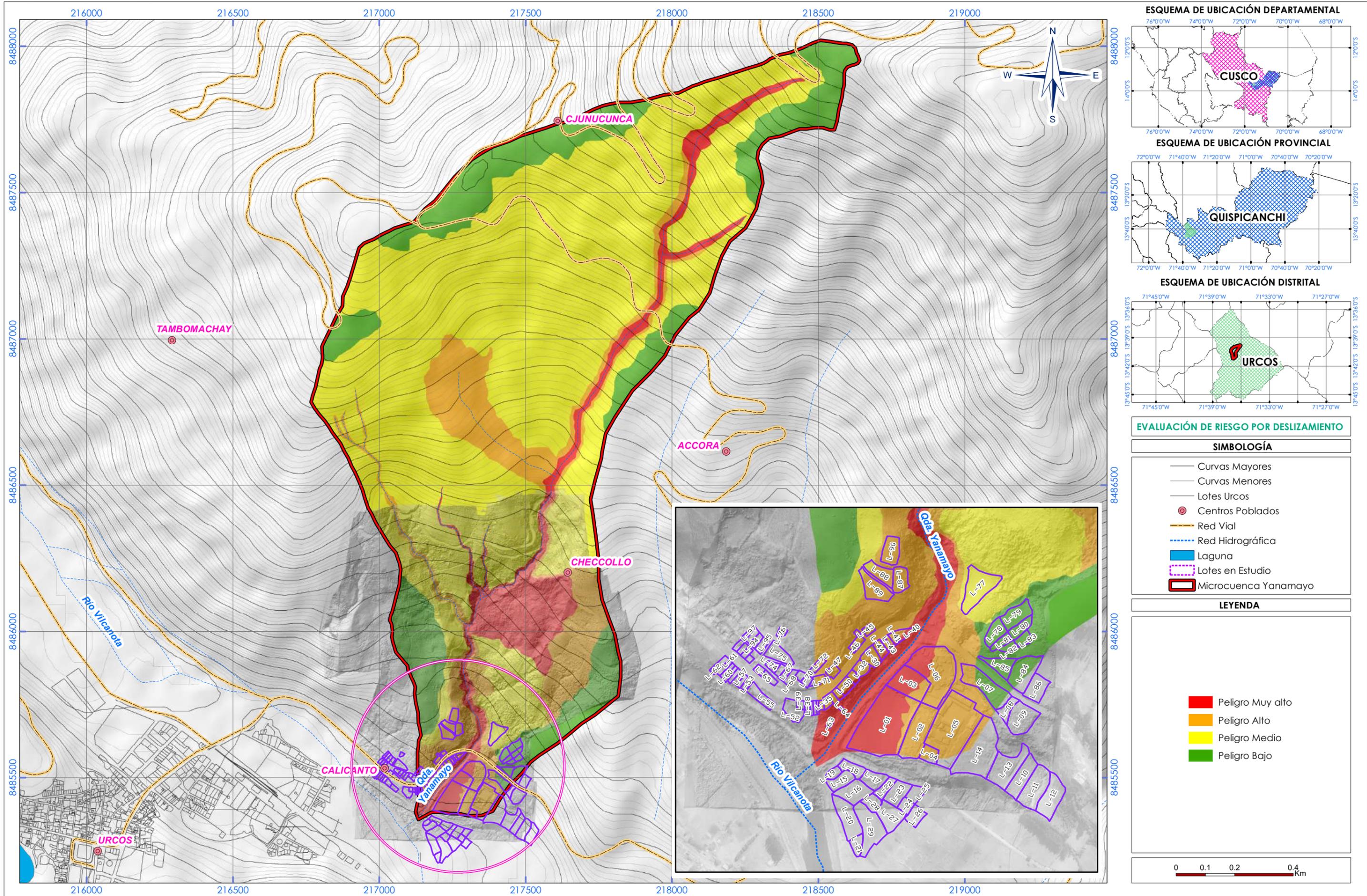


Figura 72: Mapa de Vulnerabilidad

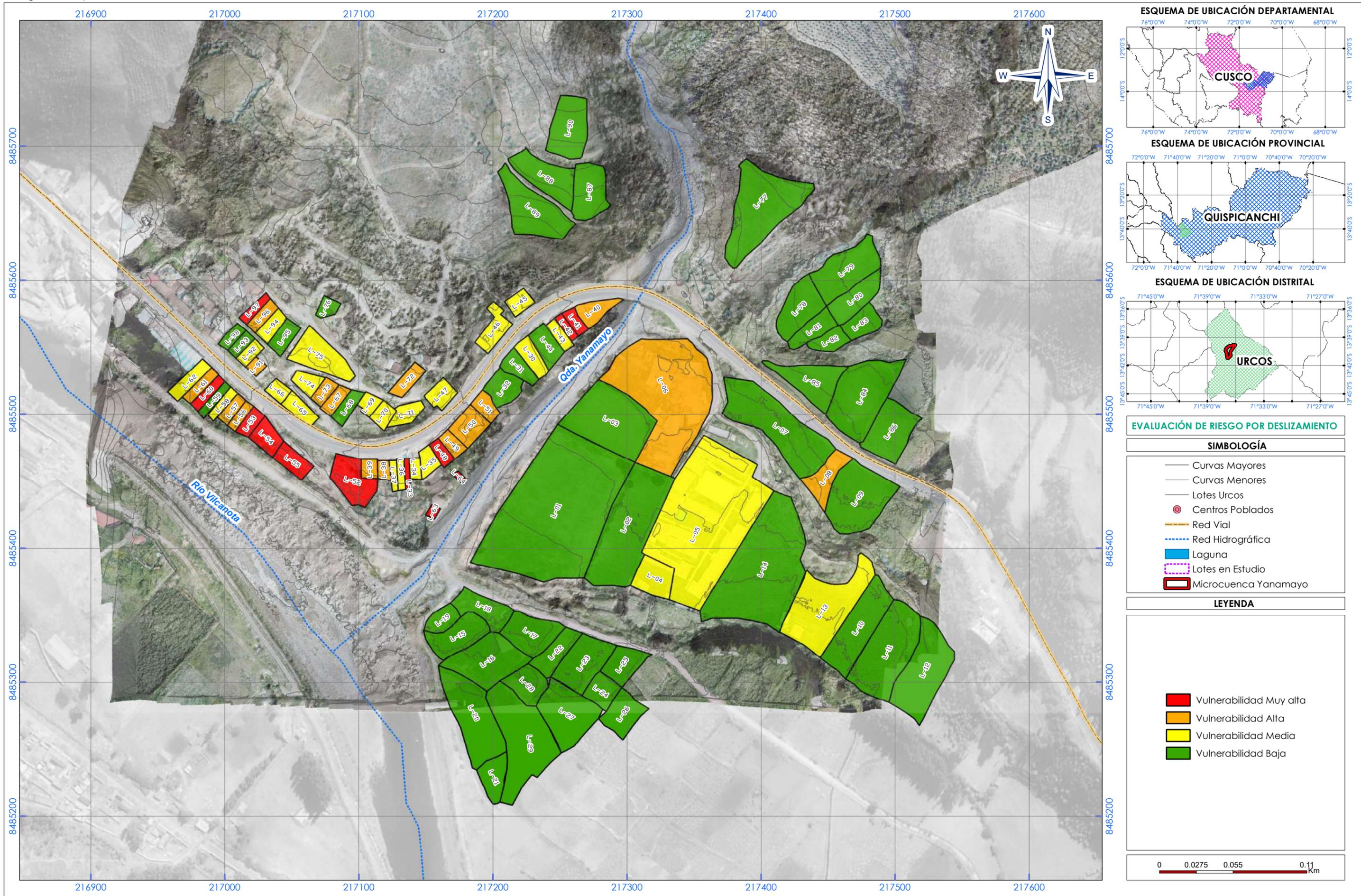
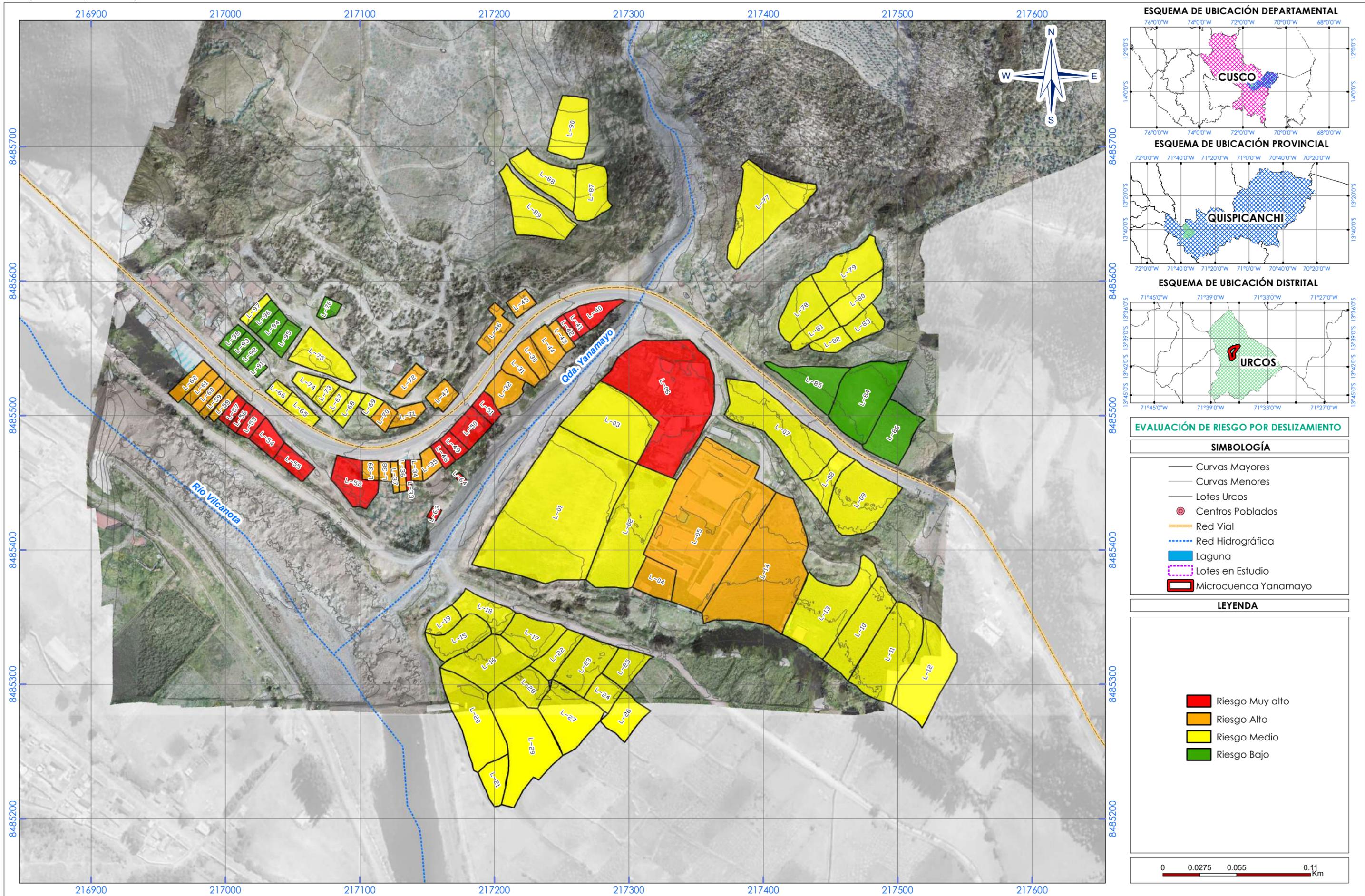


Figura 74: Mapa de Riesgos frente a Deslizamiento



## **ANEXO**

### **1.1 SITUACIÓN GENERAL**

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA A EVALUAR

**Figura:** Movimientos en masa dentro de la quebrada Yanamayo

A



B



C



Fuente: elaboración propia, fotografía A parte superior de la quebrada, B en la parte intermedia de la quebrada y C en la parte inferior de la quebrada donde se observan gran cantidad de viviendas construidas.

**Figura:** Red de desagüe instalada de manera precaria



Fuente: elaboración propia.

## Características Ambientales

### A. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal presente en la zona de estudio tiene una mayor predominancia por especies de poáceas (*Stipa*), no obstante, esta muestra señales de perturbación por acciones propias de la actividad humana, como es la presencia de residuos sólidos, y algunas quemadas de la cobertura con la finalidad de ganar espacio para la instalación de sus cultivos o huertos familiares, la presencia de bosques talados de eucaliptos. Para una mejor descripción y caracterización de las especies vegetales, estas fueron agrupadas en unidades vegetales las cuales se describen a continuación:

**Tabla.** Unidades vegetales

UNIDAD VEGETAL	ÁREA (ha)	%
Arbórea	0.15	2.24
Matorral	1.62	24.75
Pastizal	1.30	19.89
Herbazal	0.09	1.38
Escasa Cobertura	2.26	34.52
Vía	0.09	1.36
Área Urbana	1.04	15.86
<b>Total</b>	<b>6.55</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia, en base a las encuestas, 2023 realizadas por los tesisistas.

**Arbórea:** La zona de estudio, presenta áreas con árboles en proceso de retoño, de *Eucalyptus globulus* fueron encontrados, Sin embargo, existen algunos individuos de *Pinus radiata* (pino) y *Polylepis racemosa* (Queuña) los cuales fueron plantados por los pobladores de la zona; estas ocupan un área de 0.15 ha, el cual representa un 2.24% del ámbito de estudio.

**Matorral:** De manera general los matorrales dominan toda la zona de estudio. Debido a que el ámbito de estudio es un área urbana, las coberturas vegetales no tienen una formación plenamente natural, por lo que la vegetación tiene unidades de vegetación mixtas. En estos matorrales las especies más dominantes fueron *Baccharis latifolia* y en menor proporción por *Cortaderia*, siendo la primera una especie de rápido crecimiento muy común en la zona; los pastizales de *Stipa ichu* están casi siempre presentes en estas formaciones. El ámbito de estudio presenta varias áreas con deslizamientos por lo que la densidad de matorrales fue baja.

**Figura:** Deslizamientos de tierra en zona de estudio disminuyendo la densidad de la cobertura vegetal.



Fuente: Elaboración propia.

**Pastizal:** El ámbito de estudio tiene áreas mayormente dominado por pastizales, esto debido a la presencia de *Stipa ichu*, en todas las unidades de vegetación. El área de los pastizales actualmente es utilizada como zona de pastoreo junto a los matorrales y herbazales. Las especies vegetales de matorrales y herbazales crecen junto a los pastizales, sin embargo, estas solo prosperan cerca de la quebrada, debido a su mayor sensibilidad a la escasez de agua, incrementando su población en los tiempos de lluvias.

**Figura:** Pastizales que dominan gran parte de este tipo de ambiente.



Fuente: Elaboración propia.

**Herbazal:** Estas unidades de vegetación son muy escasas en el ámbito de estudio. Las especies de hierbas prosperan cerca de la quebrada, estando en constante competición con especies arbustivas y *Stipa ichu* (la cual domina el área). Estas áreas muestran una baja diversidad; esto debido a que, a diferencia de los pastizales las hierbas necesitan un poco de

sombra y humedad para poder desarrollarse, en ese sentido pocas especies de hierbas se desarrollan en esta zona.

**Figura:** Hierbas que se desarrollan principalmente cerca de fuentes de agua (quebrada).



Fuente: Elaboración propia.

## **B. Suelo**

El suelo es el medio natural para el desarrollo de las plantas terrestres, ya sea que tenga o no horizontes discernibles. Desde el punto de vista de la relación agua – suelo - planta, se puede conceptualizar al suelo como un medio natural poroso que sirve para almacenar cierta cantidad de agua que luego será extraída por las plantas para satisfacer sus demandas ocasionadas como consecuencia del crecimiento de estas. El desarrollo de las plantas es influenciado considerablemente por las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos; razón por la cual no todos los suelos tienen una misma adaptabilidad de uso, ni se comportan igualmente frente al manejo y producción de las plantas.

### ➤ **Capacidad de Uso Mayor (CUMS)**

El CUMS agrupa a las tierras de acuerdo con su máxima vocación de uso, es decir, a tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible, de los cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos, forestales y las que no reúnen estas condiciones son consideradas tierras de protección. En base a ello, el ámbito de estudio se ha determinado los siguientes grupos de CUMS; establecido según el reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor de suelos. (D.S. N°013-2010-AG).

**Tabla:** Capacidad de uso mayor de suelos

CUM	SÍMBOLO	ÁREA (ha)	%
Cultivos permanentes	C	0.45	6.88
Pasturas	P	0.17	2.65
Producción forestal	F	2.13	32.50
Tierras de protección	X	3.79	57.97
Total		6.55	100.00

Fuente: Elaboración propia.

**Cultivo Permanente:** Este grupo de suelos presentan características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso; en términos urbanísticos estos suelos son los más ideales para el asentamiento de las viviendas ya que presentan pendientes de  $< 4^\circ$ .

**Pasturas:** Este grupo de suelos presentan características climáticas, relieve y edáficas que no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero sí para la producción de pastos naturales o cultivados, que permitan el pastoreo continuado o temporal, esto por estar ubicadas en zonas con carencia de agua; durante todo el año, y son limitadas a los periodos de lluvia; sin embargo, estas también pueden ser usadas para producción forestal o protección.

**Producción Forestal:** Son aquellas que, por su valor intrínseco, características ecológicas y edáficas, tienen capacidad para la producción permanente y sostenible de bienes y servicios forestales, o potencial para la forestación o reforestación; además estas presentan pendientes que varían entre los  $30^\circ$ - $40^\circ$ ; los cuales limitan la producción de algún tipo de cultivo.

**Tierras de Protección:** Son aquellas que, por sus condiciones biológicas de fragilidad ecosistémica y edáfica, no son aptas para el aprovechamiento maderable u otros usos que alteren la cobertura vegetal o remuevan el suelo. Las tierras de protección se destinan a la conservación de las fuentes de agua, nacientes o cabeceras de cuencas, riberas de ríos (Vilcanota), con la finalidad de proteger los suelos contra la erosión; como es el caso de la zona en estudio, que presenta pendientes mayores de  $40^\circ$ .

Figura: Capacidad de uso mayor de suelo



Fuente: Elaboración propia en base a las directivas del (D.S. N°013-2010-AG).

*Nota: De la figura se observa que las viviendas se encuentran asentadas en su totalidad en los suelos con capacidad de uso para producción forestal y de protección, además que la intervención humana ha generado la perturbación de estos espacios cambiando el uso potencial de estos.*

### C. Agua

La zona de estudio presenta una quebrada por la cual discurren las aguas del río Yanañayo y se une con las aguas del río Vilcanota, , este río, durante el periodo de sequias presenta un caudal menor a 1.5 l/s y durante el periodo de lluvias llega a superar los 10.0 l/s; en su recorrido.

**Figura:** Se observa una captación en ladera del manante



Fuente: Elaboración propia.

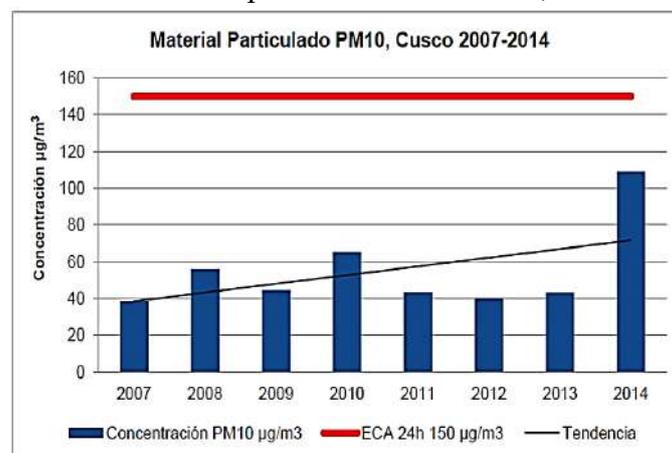
Ambos manantes se encuentran cubiertos por tierra y piedras por falta de mantenimiento de las infraestructuras; estas conducen el agua para consumo humano; a través de unas mangueras y tubos de PVC, rústicamente instalados al pie de la ladera, el cual también es usado para el riego de los huertos familiares. Además, se observa viviendas que no presentan conexiones de desagüe por encontrarse ubicadas al desnivel de la línea principal, es por este motivo que las aguas negras, son evacuadas a la quebrada generando impactos negativos sobre la calidad del agua, a ello se suma la constante eliminación de los residuos sólidos domésticos, a la quebrada.

#### D. Aire

Los monitoreos con métodos activos para el parámetro PM10, han sido realizados por la Dirección Regional de Salud Cusco en coordinación con la Municipalidad Provincial, durante los años 2007 al 2014. Se han establecido 5 estaciones de monitoreo, en la Dirección Regional de Salud - Red Sur, DIRESA, Av. La Cultura, Puesto de Salud Wánchaq y Puesto de Salud Belén Pampa. Asimismo, se han realizado monitoreos de NO2 por métodos pasivos durante el mismo periodo 2007- 2012 en 15 estaciones.

Los resultados para PM10 muestran que, si bien es cierto, los valores promedio diario de cada año no sobrepasan el ECA diario, los valores máximos diarios registrados exceden en algunos años dicho valor, llegando a 170  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los valores promedio diario en los años 2007-2014 muestra una tendencia creciente. Asimismo, cabe señalar que en la Estación DIRESA-Red Sur se han registrado los valores más altos y en la estación de la Avenida La Cultura los más bajos valores. Los resultados de los niveles de NO2 por métodos pasivos durante el mismo periodo 2007-2014 se presentan en el gráfico siguiente y muestra niveles bajos. El estudio más cercano realizado de aire es de la ciudad de cusco.

**Figura:** Tendencia de la concentración promedio diario PM10, 2007-2014.



Fuente: Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2007-2014.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### A. Información meteorológica

Las diversas variables meteorológicas tienen muy bien definido su comportamiento temporal, y están asociados a las condiciones de las estaciones que se presentan en la Ciudad del Cusco, mostrando variaciones significativas a lo largo del año. Para este análisis se ha procesado la información a nivel mensual y anual de los parámetros de temperatura, precipitación, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.

Los resultados de dichos análisis se muestran en las tablas respectivas, donde se presenta la distribución mensual de los valores medios, máximos y mínimos para cada uno de los parámetros analizados.

#### ➤ Precipitación Mensual y Anual

En general la variación de la precipitación mensual en el ámbito de estudio a lo largo del año es marcada, presentándose meses de lluvias máximas (noviembre, diciembre, enero, y febrero), meses de transición (marzo, abril y octubre); y meses de estiaje (mayo, junio, julio, agosto y setiembre). Las series históricas registradas se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla:** Precipitación Estación K'ayra periodo 2015-2019.

Mes	Precipitación acumulada mensual (mm)
Enero	135.3
Febrero	146.4
Marzo	71.2
Abril	47.3
Mayo	8.3
Junio	2.9
Julio	3.8
Agosto	4.6
Setiembre	18.9
Octubre	52.8
Noviembre	101.4
Diciembre	121.0

Fuente: Estación meteorológica K'ayra, 2015-2019, SENAMHI.

La estación de K'ayra está ubicada sobre una altitud de 3219 msnm, a nivel medio mensual registra valores de precipitación mínima mensual de 2.9 mm (junio) hasta una precipitación máxima mensual de 146.4 mm (febrero).

➤ **Temperatura Mensual y Anual**

En general la variación de la temperatura a lo largo del año en la Ciudad del Cusco tiene un comportamiento estacional, incrementándose sus valores en las estaciones de primavera y verano; y disminuyendo en las estaciones de otoño e invierno. Para el análisis del comportamiento temporal de la temperatura se ha utilizado la información de la estación meteorológica de K'ayra. Las series históricas registradas en el periodo del 2015 – 2019 por la estación meteorológica de K'ayra, se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla:** Temperatura promedio mensual Estación K'ayra (periodo 2015-2019).

Mes	Temperatura Max (°C)	Temperatura Min (°C)	Temperatura Promedio Mensual (°C)
Enero	20.4	7.0	13.7
Febrero	20.2	7.4	13.8
Marzo	21.0	6.6	13.8
Abril	21.2	4.3	12.7
Mayo	21.3	1.2	11.3
Junio	21.4	-0.4	10.5
Julio	21.2	-1.2	10.0
Agosto	22.1	0.4	11.3
Setiembre	22.3	3.4	12.9
Octubre	22.5	5.5	14.0
Noviembre	23.1	6.3	14.7
Diciembre	20.6	7.3	14.0

Fuente: Estación meteorológica K'ayra, 2015-2019, SENAMHI.

La estación de K'ayra está ubicada sobre una altitud de 3219 msnm, del cuadro se observa que las temperaturas medias que van desde los 10.0°C (julio) hasta los 14.7 °C (noviembre), la temperatura máxima alcanza a 22.5 °C (octubre) y la temperatura mínima baja hasta -1.2 °C (julio).

➤ **Humedad relativa**

Para el ámbito de estudio se ha utilizado los datos de la estación meteorológica de K'ayra, encontrándose los siguientes valores

- Humedad Relativa media mensual: 60.60 %
- Humedad Relativa máxima mensual: 95.0 % en marzo
- Humedad Relativa mínima mensual: 26.0 % en junio

**Tabla:** Humedad Relativa Media, Máxima y Mínima Mensual periodo 2015-2019

ESTACIÓN K'AYRA	MESES												MEDIA
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
PROMEDIO	69.0	70.0	69.0	65.0	58.0	53.0	53.0	54.0	55.0	57.0	59.0	65.0	60.6
MÁXIMA	84.0	89.0	95.0	93.0	78.0	70.0	70.0	72.0	72.0	72.0	72.0	75.0	78.5
MÍNIMA	54.0	53.0	42.0	48.0	40.0	27.0	27.0	30.0	34.0	32.0	38.0	50.0	39.5

Fuente: Estudio Hidrológico del proyecto de Riego Mancco, PER PLAN MERISS, 2020.

### ➤ Horas sol

En la estación de K'ayra el total anual de horas de sol alcanza a 2,258.6 h/año, brillando un máximo de 288.0 horas en el mes de julio y un mínimo de 65.2 horas en el mes enero.

- Hora de sol anual: 2,258.6 horas (6.19 hr/día)
- Hora de sol media mensual: 188.2 horas
- Hora de sol máxima mensual: 288 horas (9.29 hr/día) en julio
- Hora de sol mínima mensual: 65.20 horas (2.10 hr/día) en enero

**Tabla:** Horas de Sol Media, Máxima y Mínima Mensual periodo 2015-2019

Estación k'ayra	MESES												TOTAL (h/año)
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Promedio	129.0	123.4	144.3	185.6	236.2	238.4	251.3	235.4	199.4	195.7	175.0	144.9	2258.6
Máxima	188.3	175.3	201.8	227.0	286.7	282.0	288.0	279.1	254.9	259.5	254.5	193.0	2890.1
Mínima	65.2	72.2	73.3	121.6	174.8	160.2	186.4	178.5	82.6	134.2	102.9	98.6	1450.5

Fuente: Estudio Hidrológico del proyecto de Riego Mancco, PER PLAN MERISS, 2020.

### ➤ Velocidad de vientos

Se cuenta con información obtenida del SENAMHI de diferentes estaciones, pero tomando en cuenta que la velocidad del viento depende de factores, como la topografía, vegetación, etc. es que se ha visto por conveniente asumir los registros de velocidad del viento de la estación de K'ayra para el ámbito del proyecto.

- Velocidad del Viento media mensual: 3.40 m/s
- Velocidad del Viento máxima mensual: 3.80 m/s en agosto
- Velocidad del Viento mínima mensual: 3.00 m/s en mayo

**Tabla:** Velocidad de promedio de los Vientos (m/s) periodo 2015-2019.

ESTACIÓN K'AYRA	MESES												MEDIA
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
PROMEDIO	3.6	3.4	3.3	3.1	3.0	3.2	3.3	3.8	3.7	3.3	3.7	3.6	3.4

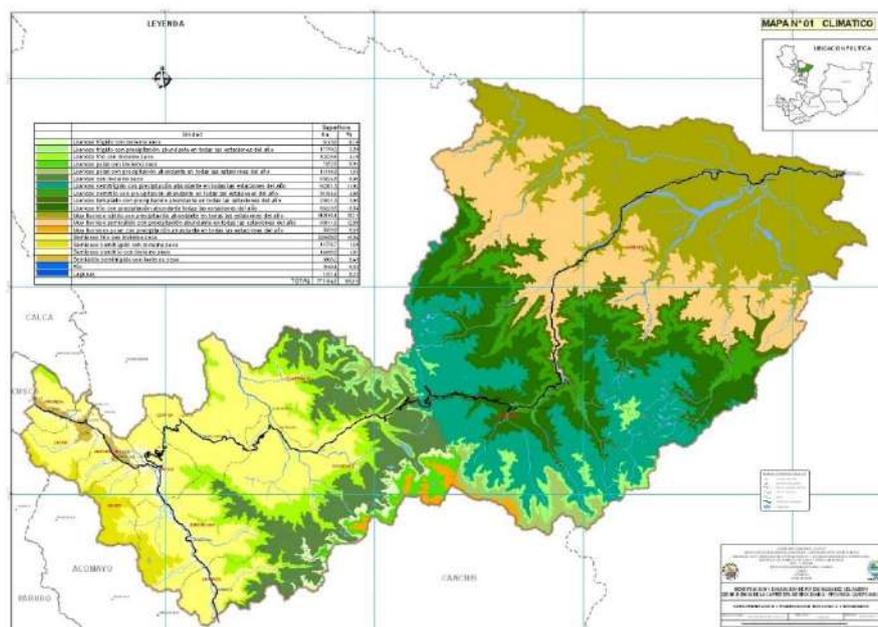
Fuente: Estudio Hidrológico del proyecto de Riego Mancco, PER PLAN MERISS, 2020.

## B. Clima

La Interacción de un conjunto de elementos meteorológicos, así como las condiciones atmosféricas que se relacionan con la superficie, caracterizan a un ámbito, a lo largo de un período de tiempo determinado. Entre los elementos de mayor incidencia en la caracterización del clima tenemos: la radiación solar, que incide de forma trascendental en la temperatura máxima, mínima y media, la precipitación, que mide la cantidad de agua que cae sobre la superficie, definiendo su naturaleza, persistencia e intensidad, así como su distribución estacional; y los vientos, cuyas características se ven notablemente influenciadas por las oscilaciones térmicas.

Para la identificación de los climas del ámbito de estudio, se ha tomado como referencia el estudio de la Clasificación Climática del Perú (SENAMHI, 2018), cuya información de datos meteorológicos corresponden al período de 5 años (2015-2019), los mismos que han permitido determinar el clima de acuerdo con el Sistema de Clasificación de Werren - Thornthwaite, que toma en cuenta a la precipitación y temperatura.

**Figura:** Mapa climatológico de la provincia del Quispicanchis.



Fuente: Proyecto Fortalecimiento Territorial - FOT-IMA, GORE; 2009.

## C. Hidrología

Cuenca hidrográfica es el territorio en que las precipitaciones escurren superficialmente y drenan por un único sistema de drenaje natural (quebrada, arroyo, río u otro).

### ➤ Tipos De Unidades Hidrográficas

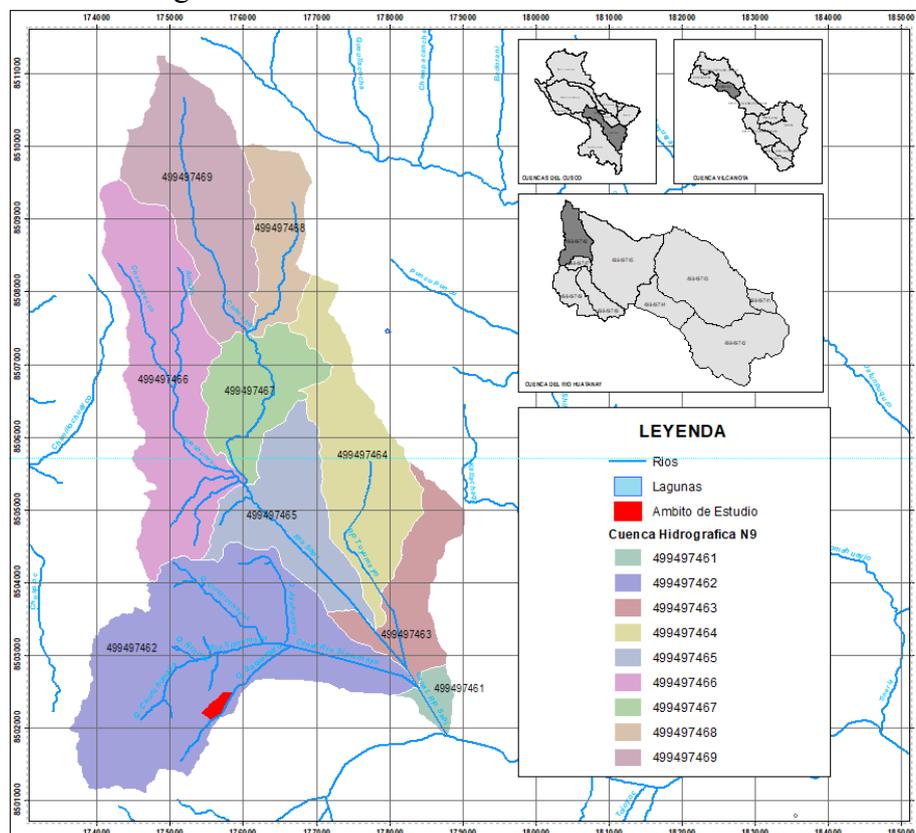
El Sistema de delimitación y codificación de Pfafstetter considera tres tipos de unidades de drenaje: cuencas, intercuenas y cuencas internas.

**Cuenca**, es un área (unidad hidrográfica) que no recibe drenaje de ninguna otra área, pero si contribuye con flujo a otra unidad de drenaje.

**Intercuenca**, es un área (unidad de drenaje) que recibe el drenaje de otra unidad que se ubica aguas arriba, mediante el curso del río principal, y permite el drenaje del flujo propio y del que ha ingresado a esta unidad hacia la unidad de drenaje que se ubica hacia aguas abajo. En tal sentido una unidad de drenaje tipo intercuenca es una unidad de drenaje o de tránsito del río principal al cual también aporta sus propios caudales.

**Cuenca Interna**, es un área de drenaje que no recibe flujo de agua de otra unidad ni contribuye con flujo de agua a otra unidad de drenaje o cuerpo de agua.

**Figura:** Unidades hidrográficas



Elaboración propia en base a datos de IMA-GORE, 2009.

➤ **Recursos hídricos superficiales**

Las principales fuentes de generación de recursos hídricos en la zona de estudio es el Rio Yanamayo el cual tiene su nacimiento en la parte alta entre la divisora de las aguas, el cual discurre sus aguas hasta el rio Vilcanota, El rio Yanamayo es de bajo caudal esto ocasionado por la temporalidad y la escasa presencia de manantes en la zona.

➤ **Precipitaciones Máximas en 24 horas**

Para un análisis de las máximas precipitaciones en el ámbito de estudio, se ha considerado el periodo de lluvias el cual está comprendido entre los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

**D. Regionalización de la precipitación**

Utilizando la regresión simple entre las variables precipitación y altitud nos permitió predecir los componentes de  $P = f(H)$  con un grado de aproximación.

$$P1 = (0.168 \times H - 461.81) \sqrt{R}, r = 0.8907$$

P: Precipitación media (mm)

H: Altitud (msnm)

R: Coeficiente de correlación

Este análisis de la precipitación con relación a la altitud nos permite generar precipitaciones en zonas requeridas para una determinada altitud. Se muestra a las estaciones utilizadas en el análisis regional, donde las constantes y el coeficiente de correlación  $r = 0.8907$  nos indica una excelente dependencia entre las variables utilizadas (precipitación – altitud).

**Tabla:** Registro de la precipitación máxima en 24 horas en (mm) de la estación meteorológica de Anta – Ancachuro.

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	2014	27.8	17.8	23.6	5.9	2.5	0.0	1.8	0.4	7.6	2.2	24.1	11.9	81.6
2	2015	41.2	25.7	25.7	5.1	1.3	0.0	1.4	2.6	3.0	18.6	10.9	35.9	113.7
3	2016	22.6	22.0	25.0	15.6	1.7	3.2	3.0	0.0	9.6	18.9	29.8	14.6	89.0
4	2017	14.8	47.0	8.1	28.4	3.4	1.2	0.0	0.1	10.3	9.2	30.7	24.3	116.8
5	2018	20.5	21.1	18.7	4.5	14.6	3.0	1.0	6.2	2.7	17.9	13.7	27.2	82.5
Nº Datos		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Media		25.4	26.7	20.2	11.9	4.7	1.5	1.4	1.9	6.6	13.4	21.8	22.8	158.3
Desv. Estándar		10.00	11.68	7.31	10.28	5.59	1.56	1.10	2.65	3.60	7.43	9.12	9.74	17.19
Coef. Variación		0.39	0.44	0.36	0.86	1.19	1.05	0.76	1.42	0.54	0.56	0.42	0.43	0.11
Prec. Max.		41.2	47.0	25.7	28.4	14.6	3.2	3.0	6.2	10.3	18.9	30.7	35.9	47.0
Prec. Min.		14.8	17.8	8.1	4.5	1.3	0.0	0.0	0.0	2.7	2.2	10.9	11.9	0.0

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENAMHI, 2014-2018.

**Tabla:** Registro de la precipitación máxima en 24 horas en (mm) de la estación meteorológica de Písaq.

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	2014	19.0	11.8	11.5	21.0	6.2	0.0	0.8	1.2	10.2	17.9	3.3	16.4	50.5
2	2015	15.1	10.2	9.2	9.2	9.3	0.0	26.8	3.6	8.2	5.2	6.2	15.3	46.8
3	2016	11.2	20.2	10.2	1.8	22.5	1.0	5.3	0.0	7.7	14.0	6.8	25.0	63.2
4	2017	14.8	10.8	27.0	25.6	3.2	3.2	0.8	3.6	3.3	5.5	11.5	9.2	46.3
5	2018	26.5	26.6	19.4	10.0	2.0	8.5	7.5	9.0	5.2	7.6	25.8	27.5	106.4
Nº Datos		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Media		17.3	15.9	15.5	13.5	8.6	2.5	8.2	3.5	6.9	10.0	10.7	18.7	131.5
Desv. Estándar		5.83	7.22	7.60	9.62	8.25	3.58	10.77	3.46	2.70	5.64	8.93	7.49	25.40
Coef. Variación		0.34	0.45	0.49	0.71	0.95	1.41	1.31	0.99	0.39	0.56	0.83	0.40	0.19
Prec. Max.		26.5	26.6	27.0	25.6	22.5	8.5	26.8	9.0	10.2	17.9	25.8	27.5	27.5
Prec. Min.		11.2	10.2	9.2	1.8	2.0	0.0	0.8	0.0	3.3	5.2	3.3	9.2	0.0

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENAMHI, 2014-2018.

**Tabla:** Registro de la precipitación máxima en 24 horas en (mm) de la estación meteorológica de K'ayra.

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	2014	31.1	21.9	8.8	16.9	4.4	0.0	1.4	3.0	7.0	14.3	15.8	35.6	104.4
2	2015	38.3	23.6	9.7	12.5	8.0	2.3	5.5	3.0	6.2	6.3	16.5	23.1	101.5
3	2016	19.1	24.2	9.0	5.4	3.0	0.0	4.5	0.5	2.9	22.7	12.8	14.5	70.6
4	2017	24.6	25.5	24.9	9.8	5.9	5.8	0.0	7.0	12.7	7.1	14.8	12.9	77.8
5	2018	20.1	27.7	33.9	12.5	0.2	11.6	5.1	3.3	4.5	20.0	13.6	11.3	72.7
Nº Datos		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Media		26.6	24.6	17.3	11.4	4.3	3.9	3.3	3.4	6.7	14.1	14.7	19.5	149.7
Desv. Estándar		8.06	2.18	11.53	4.22	2.95	4.90	2.45	2.33	3.73	7.39	1.52	10.1	16.27
Coef. Variación		0.30	0.09	0.67	0.37	0.69	1.24	0.74	0.69	0.56	0.52	0.10	0.52	0.11
Prec. Max.		38.3	27.7	33.9	16.9	8.0	11.6	5.5	7.0	12.7	22.7	16.5	35.6	38.3
Prec. Min.		19.1	21.9	8.8	5.4	0.2	0.0	0.0	0.5	2.9	6.3	12.8	11.3	0.0

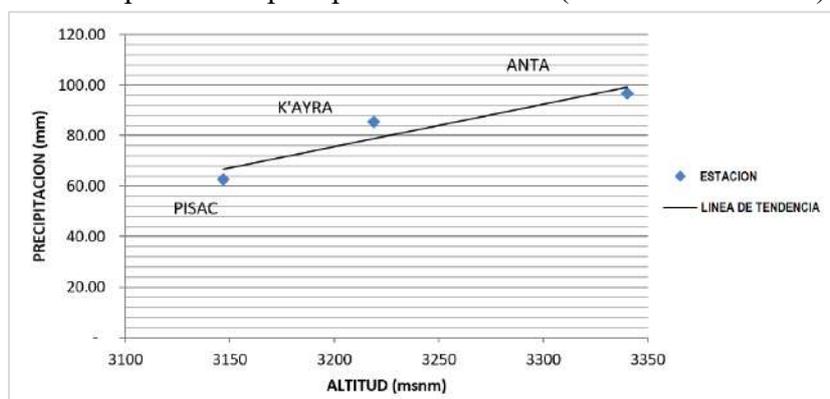
Fuente: v en base a datos de SENAMHI; 2014-2018.

**Tabla:** Regionalización de la precipitación con la altitud.

ÍTEM	ESTACIÓN	ALTITUD (msnm)	PRECIPITACIÓN (mm)
1	Anta	3340	96.7
2	Pisac	3147	62.6
3	K'ayra	3219	85.4

Fuente: Elaboración del equipo técnico en base a datos de SENAMHI;2014-2018.

**Figura:** Regresión simple Scholz precipitación – altitud (Periodo 2014-2018).



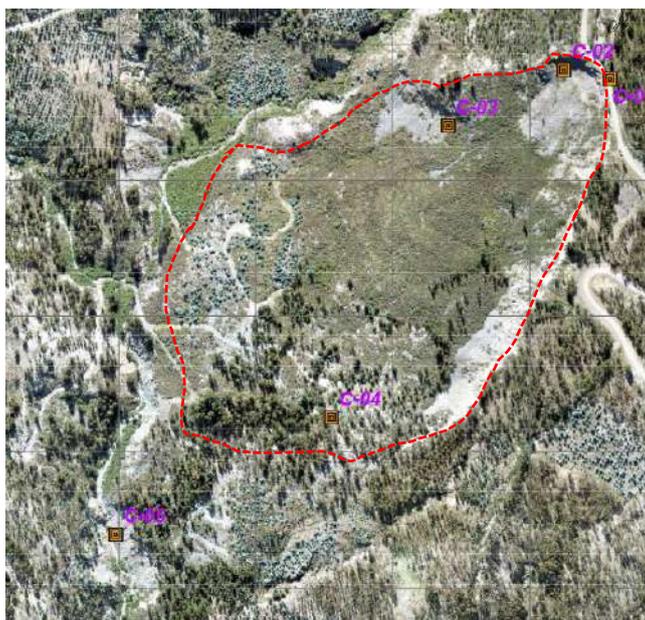
Fuente: Elaboración del equipo técnico en base a datos de SENAMHI;2014-2018.

**ANEXO**  
**1.2 GEOTÉCNICO**

## ANTECEDENTES

Durante el recorrido de reconocimiento geotécnico realizado en marzo del 2023, se encontró que este sector requiere de seguimiento y monitoreo de las características geológicas y geotécnicas que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las viviendas presentes en la zona de estudio.

**Figura:** Deslizamiento



Fuente: Ortofoto de DRONE

## DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la Norma Sismo Resistente (E – 030) Resolución Ministerial N° 043–2019 VIVIENDA y del Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, “Alva Hurtado (1984)”, se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la siguiente zona de sismicidad

**Tabla:** Parámetros sísmicos

PARÁMETROS SÍSMICOS DE DISEÑO	
Zona sísmica	2
Factor de zona	$Z = 0.25$
Perfil del suelo “Condiciones Geotécnicas”	Suelos intermedios TIPO S2
Resistencia al corte no drenado	$S_u = 50 \text{Kpa a } 100 \text{ Kpa}$
-N60 SPT	$15 \leq 50$
Factor de tipo de suelos	$S = 1.20$
Periodo de vibración del suelo	$T_p = 0.60 \text{ seg. TL } 2.00 \text{ Seg.}$
Aceleración sísmica	$0.22g \text{ a } 0.28g$

## INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

En el área de estudio se realizó una campaña de exploración, realizaron dos (05) prospecciones directas manuales mediante calicatas. En todas las excavaciones se recuperaron muestras y fueron enviadas al laboratorio para determinar el tipo y características del material.

SONDEO	ESTE	NORTE	PROFUNDIDAD (m)	TIPO
CAL – 01	217659	8486175	1.80	MANUAL
CAL – 02	217625	8486181	2.50	MANUAL
CAL – 03	217541	8486141	1.00	MANUAL
CAL – 04	217455	8485926	3.10	MANUAL
CAL – 05	217298	8485840	3.00	MANUAL

## PROPIEDADES FÍSICAS

### A. Humedad y límites de consistencia

La humedad natural de los suelos existentes en el área de estudio no presenta una variación significativa con la profundidad; sin embargo, se aprecia una leve disminución del contenido de humedad a medida que se avanza con la excavación. En la siguiente tabla se presentan los rangos de humedad y límites de consistencia para cada uno de los estratos encontrados y resultados de ensayo de caracterización.

**Tabla:** Resultados de ensayos de caracterización CAL -02, CAL-04 y CAL-05

Calicata 02		Calicata 04	
HUMEDAD (W%)		HUMEDAD (W%)	
7.66		22.31	
CLASIFICACIÓN		CLASIFICACIÓN	
Limite liquido (LL):	61.95	Limite liquido (LL):	30.48
Limite plástico (LP):	45.64	Limite plástico (LP):	21.99
Índice plástico (IP):	16.31	Índice plástico (IP):	8.49
Clasificación (SUCS):	MH	Clasificación (SUCS):	GC
Clasificación (AASHTO):	A-7-5	Clasificación (AASHTO):	A-2-4
Índice de consistencia:	NP	Índice de consistencia:	NP
Materia orgánica:	-	Materia orgánica:	-
DESCRIPCIÓN DEL SUELO (SUCS)		DESCRIPCIÓN DEL SUELO (SUCS)	
limo de alta plasticidad, limo elástico (alta compresibilidad)		grava arcillosa	
DESCRIPCIÓN DEL SUELO (AASHTO)		DESCRIPCIÓN DEL SUELO (AASHTO)	
Arcillas de alta compresión		Suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un alto contenido de finos.	
OBSERVACIONES		OBSERVACIONES	
Grava 3” – N° 4:	5	Grava 3” – N° 4:	59.75
Arena N° 4 – N° 200:	38.80	Arena N° 4 – N° 200:	28.92
Finos < N° 200:	56.20	Finos < N° 200:	11.33
% < 3”	0	% < 3”	0

Fuente: Elaboración propia.

<b>Calicata 05</b>	
<b>HUMEDAD (W%)</b>	
24.24	
<b>CLASIFICACIÓN</b>	
Limite líquido (LL):	29.00
Limite plástico (LP):	24.00
Índice plástico (IP):	5.00
Clasificación (SUCS):	GM
Clasificación (AASHTO):	A-1-b
Índice de consistencia:	NP
Materia orgánica:	-
<b>DESCRIPCIÓN DEL SUELO (SUCS)</b>	
Grava limosa arenosa	
<b>DESCRIPCIÓN DEL SUELO (AASHTO)</b>	
Arena o sin partículas de granulometrías bien definidas	
<b>OBSERVACIONES</b>	
Grava 3" – N° 4:	46.57
Arena N° 4 – N° 200:	31.09
Finos < N° 200:	22.34
% < 3"	0

Fuente: Elaboración propia.

## PARÁMETROS A PARTIR DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Para determinar los parámetros de los materiales existentes se realizaron ensayos de densidad máxima y mínima. Los valores obtenidos se relacionan en las tablas siguientes:

Tabla: Resultados ángulo de fricción por compacidad relativa para suelos granulares – CAL-2

Estimación del ángulo de fricción del suelo ( $\phi$ )° por compacidad relativa	
Densidad máxima (Kg/m <sup>3</sup> )	1992
Densidad mínima (Kg/m <sup>3</sup> )	1642
Densidad natural húmeda promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1904
Dr (%)	78.23
Angulo de fricción interna del suelo ( $\phi$ )°	32.82

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio.

Tabla: Resultados ángulo de fricción por compacidad relativa para suelos granulares – CAL-4

Estimación del ángulo de fricción del suelo ( $\phi$ )° por compacidad relativa	
Densidad máxima (Kg/m <sup>3</sup> )	2004
Densidad mínima (Kg/m <sup>3</sup> )	1661
Densidad natural húmeda promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1904
Dr (%)	74.47
Angulo de fricción interna del suelo ( $\phi$ )°	32.45

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio.

Tabla: Resultados ángulo de fricción por compacidad relativa para suelos granulares – CAL-5

Estimación del ángulo de fricción del suelo ( $\phi$ )° por compacidad relativa	
Densidad máxima (Kg/m <sup>3</sup> )	1993
Densidad mínima (Kg/m <sup>3</sup> )	1687
Densidad natural húmeda promedio (kg/m <sup>3</sup> )	1864
Dr (%)	61.84
Angulo de fricción interna del suelo ( $\phi$ )°	31.87

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio.

Tabla: Resultados de ensayos CAL – 02

DIRECCIÓN	TIPO DE EXPLORACIÓN No.	DESDE	HASTA	Muestra No.	GRAVEDAD ESPECIFICA	PESO UNITARIO	Índice de grupo	ASSTHO	SUCS	COHESIÓN (C)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA
	No.	Límite Inferior	Límite Superior	No.	-	$\gamma^n$ (Ton/m <sup>3</sup> )	IG			Kg/cm <sup>2</sup>	( $\phi$ )°
GEO	GEO	GEO	GEO	GEO	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB
TESIS EVAR YANAMAYO	CAL - 02	0.00m	2.50m	M - 01	2.530	1.918	(0)	A-7-5	MH	0.00	30.82

Tabla: Resultados de ensayos CAL – 04

DIRECCIÓN	TIPO DE EXPLORACIÓN No.	DESDE	HASTA	Muestra No.	GRAVEDAD ESPECIFICA	PESO UNITARIO	Índice de grupo	ASSTHO	SUCS	COHESIÓN (C)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA
	No.	Límite Inferior	Límite Superior	No.	-	$\gamma^n$ (Ton/m <sup>3</sup> )	IG			Kg/cm <sup>2</sup>	( $\phi$ )°
GEO	GEO	GEO	GEO	GEO	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB
TESIS EVAR YANAMAYO	CAL - 04	0.00m	3.10m	M - 02	2.620	1.961	(0)	A-2-4	GC	0.00	32.45

Tabla: Resultados de ensayos CAL – 05

DIRECCIÓN	TIPO DE EXPLORACIÓN No.	DESDE	HASTA	Muestra No.	GRAVEDAD ESPECIFICA	PESO UNITARIO	Índice de grupo	ASSTHO	SUCS	COHESIÓN (C)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA
	No.	Límite Inferior	Límite Superior	No.	-	$\gamma^n$ (Ton/m <sup>3</sup> )	IG			Kg/cm <sup>2</sup>	( $\phi$ )°
GEO	GEO	GEO	GEO	GEO	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB
TESIS EVAR YANAMAYO	CAL - 05	0.00m	3.00m	M - 03	2.445	1.945	(0)	A-1-b	GM	0.00	35.87

## **ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

Para evaluar la estabilidad del talud actual y de las soluciones propuestas se utilizó el programa Slide V6.0 de la casa Rocscience. El software utiliza el método de equilibrio límite para obtener un factor de seguridad.

Los métodos convencionales de análisis de equilibrio límite consideran el material que se encuentra por encima de una hipotética superficie de falla y lo dividen en tajadas verticales calculando el equilibrio de fuerzas y momentos de cada tajada. La resistencia que requiere el suelo para el equilibrio del sistema es calculada y comparada con la resistencia disponible en el suelo a lo largo de la hipotética superficie de falla, estableciendo como resultado un factor de seguridad.

### **A. MARCO TEÓRICO: EQUILIBRIO LÍMITE Y FACTOR DE SEGURIDAD**

El método de equilibrio límite utiliza las leyes de la estática para establecer el estado de equilibrio de una masa de terreno potencialmente inestable. No tiene en cuenta las deformaciones del terreno. Suponen que la resistencia al corte se moviliza total y simultáneamente a lo largo de la superficie de falla.

La geometría de la superficie de rotura no permite obtener una solución exacta del problema mediante la única aplicación de las leyes de la estática. El problema es hiperestático y requiere la simplificación o hipótesis previa que permita su resolución. Para la estabilidad del sitio se realizará la división de la masa deslizante en una serie de fajas verticales.

Respecto al factor de seguridad, Fellenius (1927) presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla:

$$F.S = \frac{\text{Resistencia al corte}}{\text{Esfuerzo cortante}}$$

Bishop (1955) presentó un método utilizando Dovelas y teniendo en cuenta el efecto de las fuerzas entre las Dovelas. El método simplificado de Bishop es uno de los métodos más utilizados actualmente para el cálculo de factores de seguridad de los taludes. Aunque el

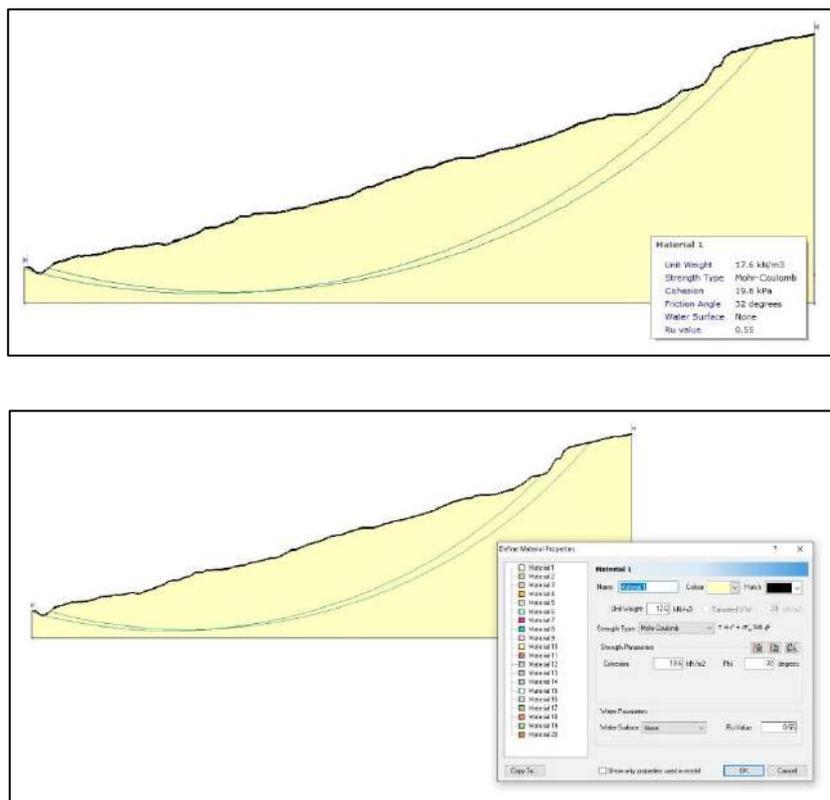
método sólo satisface el equilibrio de momentos, se considera que los resultados son muy precisos en comparación con el método ordinario.

## B. FACTORES DE SEGURIDAD ADMISIBLES

Se toma en cuenta lo indicado en el ítem 39.11.6 “Estabilidad Global” de la Norma Técnica Peruana E.050 “Suelos y Cimentaciones” aprobada mediante resolución ministerial N°406-2018. Donde el factor de seguridad admisible es de 1.50.

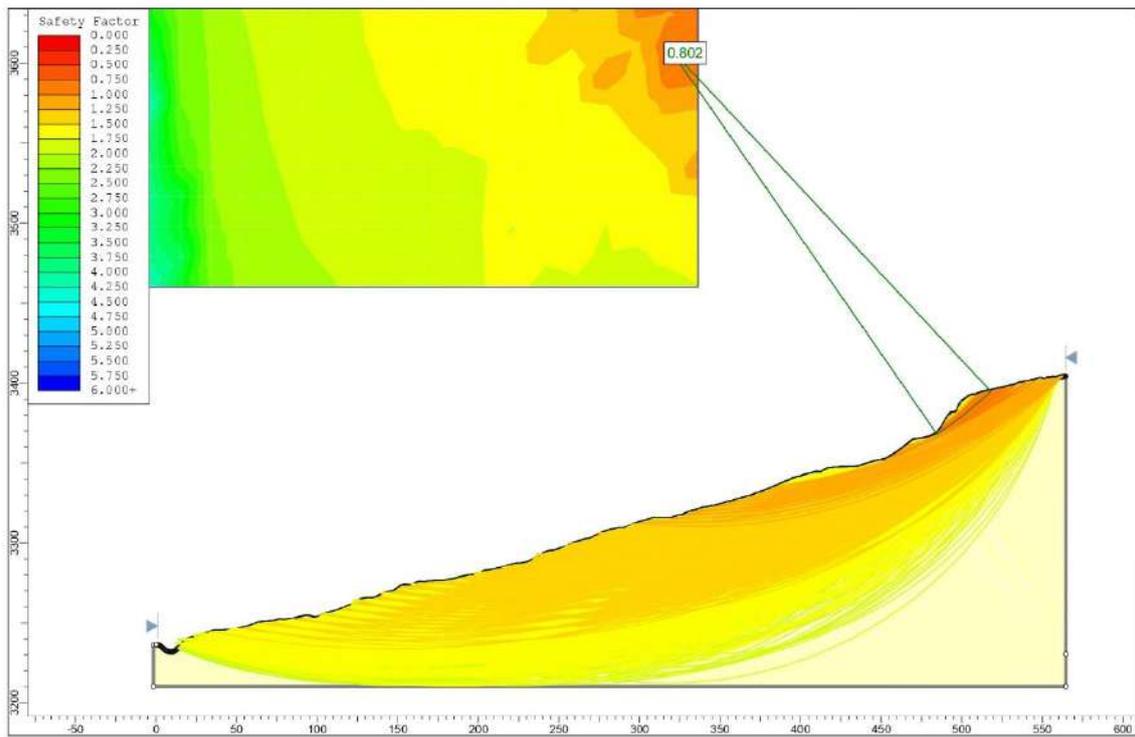
Al realizar un análisis de estabilidad por esfuerzos efectivos se requiere utilizar, además de los parámetros de resistencia al corte ( $c$  y  $\phi$ ), el valor de la presión de poros en el talud. Este parámetro puede tener gran influencia en la estabilidad y frecuentemente es difícil de estimar.

Figura: Ingreso de datos de tipo de material



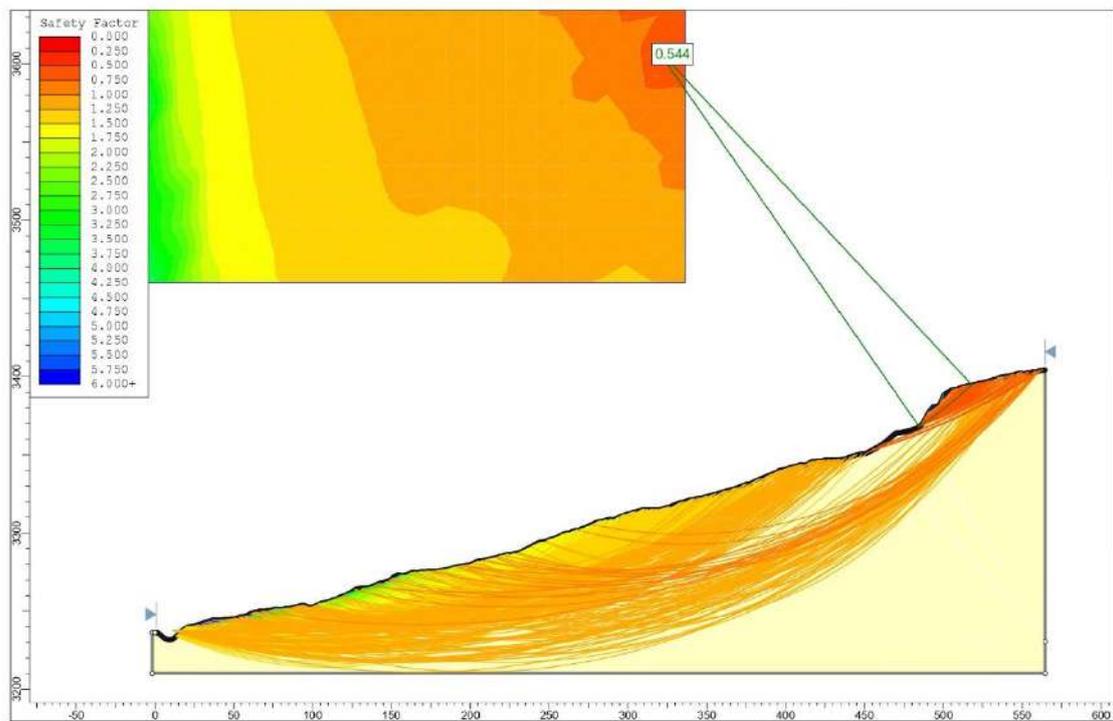
Fuente: Elaboración propia.

Figura: Modelo de análisis de estabilidad al 41% de saturación



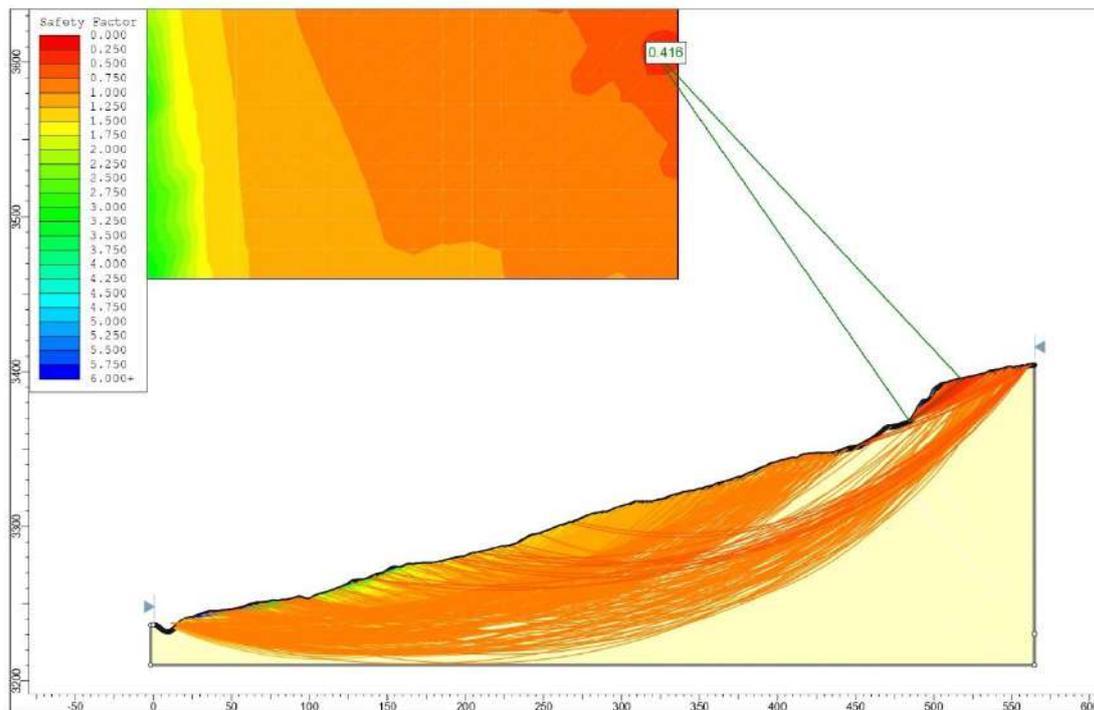
Fuente: Elaboración propia.

Figura: Modelo de análisis de estabilidad al 55% de saturación



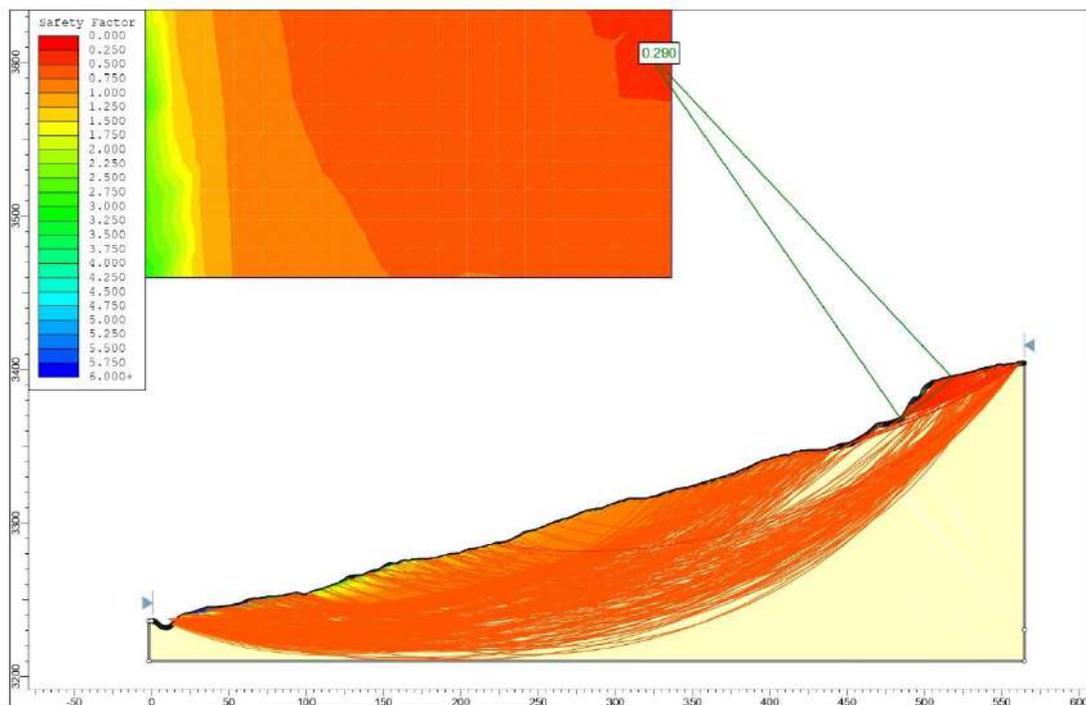
Fuente: Elaboración propia.

Figura: Modelo de análisis de estabilidad al 65% de saturación



Fuente: Elaboración propia.

Figura: Modelo de análisis de estabilidad al 75% de saturación



Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.  
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

**Proyecto:** Evaluación De Riesgo Originados Por Deslizamientos En La Quebrada Yanamayo En El Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco – 2022”

**Ubicación:** Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco

**Solicita:** Florez Huanca Victor Raul - Huamani Huanaco Marcelino Alan

**Fecha Recepción:** Cusco, Junio del 2024

**Finalidad:** Cimentación

**Datos Muestra**

**Identificación:** Calicata

**Presentación:** -

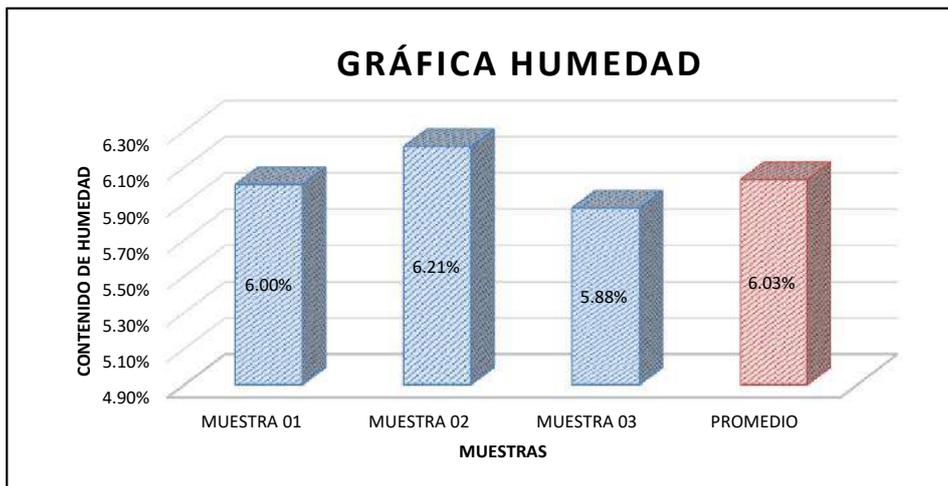
**Descripción:** Grava limosa arenosa

**Cantidad:** 3 kg aprox.

MTC E 108-2016

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	15.26	15.46	15.45
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	78.46	87.60	77.98
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	74.88	83.38	74.51
Peso del Agua (gr)	3.58	4.22	3.47
Peso de la Muestra Seca (gr)	59.62	67.92	59.06
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>6.00%</b>	<b>6.21%</b>	<b>5.88%</b>



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 6.03%

observaciones: -Muestra tomadas en Campo por el Laboratorio

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.**

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

**DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

**Proyecto:** Evaluación De Riesgo Originados Por Deslizamientos En La Quebrada Yanamayo En El Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco – 2022”

**Ubicación:** Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco

**Solicita:** Florez Huanca Víctor Raul - Huamani Huanaco Marcelino Alan

**Fecha Recepción:** Cusco, Junio del 2024

**Finalidad:** Cimentación

**Datos Muestra**

**Identificación:** Calicata

**Presentación:** -

**Descripción:** Grava limosa arenosa

**Cantidad:** 3 kg aprox.

**MTC E 107-2016**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

**Antes del Lavado**

Peso de la Muestra Seca = 1486.00 gr

**Despues del Lavado**

Peso de la Muestra Seca = 1158.00 gr

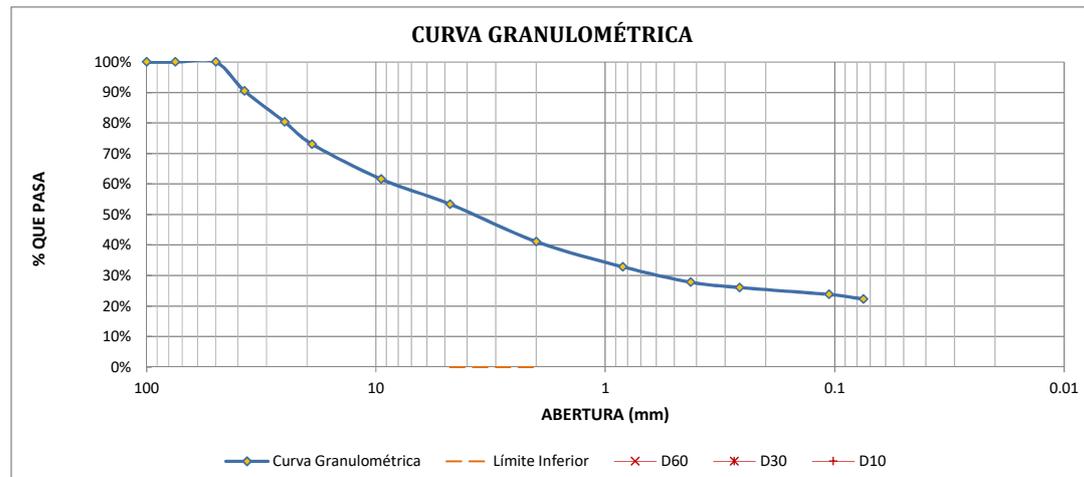
% de Error en Peso = 0.17% Ok!

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	1156.0	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	1156.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	1156.00	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	140.00	1016.00	9.42%	9.42%	90.58%
1"	25	152.00	864.00	10.23%	19.65%	80.35%
¾"	19	108.00	756.00	7.27%	26.92%	73.08%
3/8"	9.5	170.00	586.00	11.44%	38.36%	61.64%
Nº 4	4.76	122.00	464.00	8.21%	46.57%	53.43%
Nº 10	2	183.00	281.00	12.31%	58.88%	41.12%
Nº 20	0.840	122.00	159.00	8.21%	67.09%	32.91%
Nº 40	0.425	75.00	84.00	5.05%	72.14%	27.86%
Nº 60	0.260	26.00	58.00	1.75%	73.89%	26.11%
Nº 140	0.106	34.00	24.00	2.29%	76.18%	23.82%
Nº 200	0.075	22.00	2.00	1.48%	77.66%	22.34%
Cazuela	-	2.00	-	0.13%	77.79%	-
Lavado	-	328.00	-	22.21%	99.87%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		<b>1156.00</b>		<b>100.00%</b>		

Fracciones Retenidas	De la Fracción Gruesa	Propiedades
% de Gravas(Ret.nº4) = 46.57%	% de grava = 59.97%	T. Max.Absoluto= 2"
% de Arena (Pas Nº4-Ret Nº200)= 31.09%	% de arena = 40.03%	T. Max.Relativo= 1½"
% de Finos(Pas Nº200)= 22.34%	Total = 100.00%	Clasf. SUCS= GM
Total= 100.00%		Clasif.AASHTO= A-1-b (0) =

Calculo del Coeficiente de Uniformidad (Cu)
D60 = -
D10 = -
<b>Cu = -</b>

Calculo del Coeficiente de Curvatura (Cc)
D60 = -
D30 = -
D10 = -
<b>Cc = -</b>



observaciones:

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.**

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

**DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

**Proyecto:** Evaluación De Riesgo Originados Por Deslizamientos En La Quebrada Yanamayo En El Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco – 2022”

**Ubicación:** Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco

**Solicita:** Florez Huanca Victor Raul - Huamani Huanaco Marcelino Alan

**Fecha Recepción:** Cusco, Junio del 2024

**Finalidad:** Cimentación

**Datos Muestra**

**Identificación:** Calicata

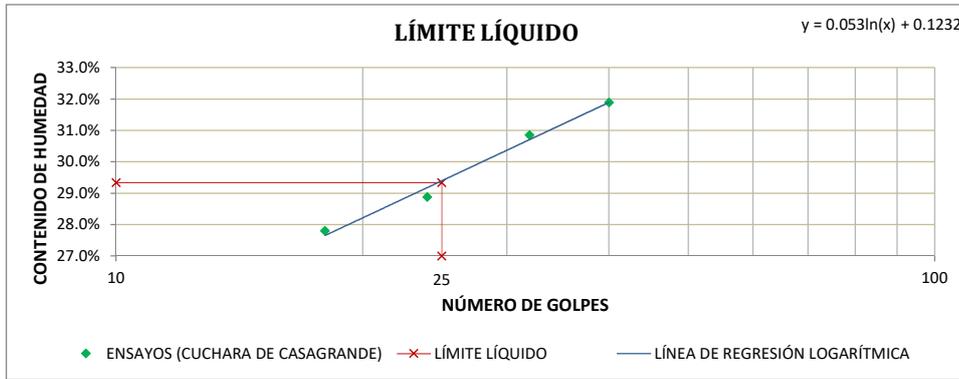
**Presentación:** -

**Descripción:** Grava limosa arenosa

**Cantidad:** 3 kg aprox.

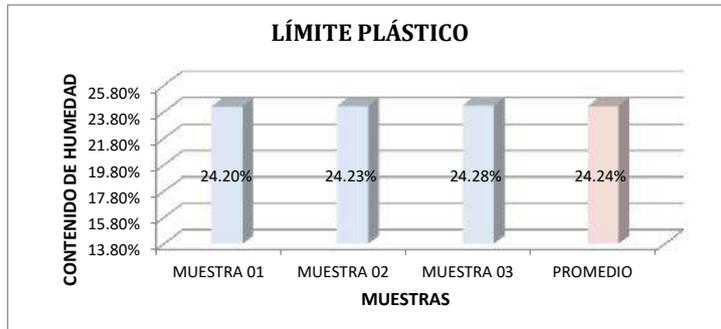
<b>MTC E 110 - 2016</b>	<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>
-------------------------	-----------------------

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	10.59	9.06	7.53	10.35
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	19.83	24.32	25.13	23.13
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	17.82	20.90	20.98	20.04
Peso del Agua (gr)	2.01	3.42	4.15	3.09
Peso de la Muestra Seca (gr)	7.23	11.84	13.45	9.69
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>27.80%</b>	<b>28.89%</b>	<b>30.86%</b>	<b>31.89%</b>
<b>Número de Golpes</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>40</b>



<b>MTC E 111 - 2016</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>
-------------------------	------------------------

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	8.59	8.72	8.04
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	12.08	11.95	12.34
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	11.40	11.32	11.50
Peso del Agua (gr)	0.68	0.63	0.84
Peso de la Muestra Seca (gr)	2.81	2.60	3.46
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>24.20%</b>	<b>24.23%</b>	<b>24.28%</b>



<b>LÍMITE LÍQUIDO = 29.00%</b>
<b>LÍMITE PLÁSTICO = 24.00%</b>
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD = 5.00%</b>

observaciones: -Muestra tomadas en Campo por el Laboratorio

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.**

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES  
-Cusco: A.p.v San Antonio G-3-B-San Sebastián- Cusco, Cel. Movistar: 974260151, Claro: 967711457

**DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

**Proyecto:** Evaluación De Riesgo Originados Por Deslizamientos En La Quebrada Yanamayo En El Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco – 2022”

**Ubicación:** Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco

**Solicitante:** Florez Huanca Víctor Raul - Huamani Huanaco Marcelino Alan

**Fecha Recepción:** Cusco, Junio del 2024

**Finalidad:** Cimentación

**Datos Muestra**

**Identificación:** Calicata

**Descripción:** Grava limosa arenosa

**Presentación:** -

**Cantidad:** 3 kg aprox.

**ASTM D-2487 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)**

DATOS PARA CLASIFICACIÓN	
<b>De Granulometría</b>	
% de Gruesos = 77.66%	
% de Finos = 22.34%	
Total = 100.00%	
% de Grava = 46.57%	
% de Arena = 31.09%	
Total = 77.66%	
<b>Fracción Gruesa</b>	
% de Grava = 59.97%	
% de Arena = 40.03%	
Total = 100.00%	
<b>Coeeficientes</b>	
Cu = -	
Cc = -	
<b>De Límites de Consistencia</b>	
LL = 29.00%	
LP = 24.00%	
IP = 5.00%	
<b>Otros Datos</b>	
Tipo = Inorgánico	

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO	
<b>SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS</b> Más del 50% es retenido en la malla Nº 200	<b>GRAVAS</b> Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla Nº 4	<b>GRAVAS LIMPIAS</b> Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cu ≥ 4 y 1 ≤ Cc ≤ 3 GW Grava bien graduada	
		<b>GRAVAS CON FINOS</b> Mas del 12% pasa la malla Nº 200	Cu < 4 ó 1 > Cc > 3 GP Grava mal graduada	
	<b>ARENAS</b> El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4	<b>GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS</b> Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM Grava limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC Grava arcillosa
		4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC - GM Grava limosa arcillosa	
		Cumple los criterios para GW y GM	GW - GM Grava bien graduada con limo	
		Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW - GC Grava bien graduada con arcilla	
		Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM Grava mal graduada con limo	
	<b>SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS</b> El 50% o más pasa la malla Nº 200	<b>ARENAS LIMPIAS</b> Menos del 5% pasa la malla Nº 200	Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP - GC Grava mal graduada con arcilla
			<b>ARENAS CON FINOS</b> Mas del 12% pasa la malla Nº 200	Cu ≥ 6 y 1 ≤ Cc ≤ 3 SW Arena bien graduada
<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite Líquido menor que 50		<b>ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS</b> Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cu < 6 ó 1 > Cc > 3 SP Arena mal graduada	
			IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM Arena limosa
		IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC Arena arcillosa	
		4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC - SM Arena limosa arcillosa	
		Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM Arena bien graduada con limo	
		Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW - SC Arena bien graduada con arcilla	
<b>SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS</b>		<b>LIMOS Y ARCILLAS</b> Límite Líquido 50 o mayor	Cumple los criterios para SP y SM	SP - SM Arena mal graduada con limo
			Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP - SC Arena mal graduada con arcilla
	<b>SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS</b>	Inorgánicos	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML Limo de baja plasticidad
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL Arcilla de baja plasticidad
		Orgánicos	4 ≤ IP ≤ 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL - ML Arcilla limosa
			$\frac{f}{f} \frac{f}{f} \dots \frac{h}{h} < 0.75$	OL Limo orgánico
Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH Limo de alta plasticidad		
	Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH Arcilla de alta plasticidad		
Orgánicos	$\frac{f}{f} \frac{f}{f} \dots \frac{h}{h} < 0.75$	OH Limo orgánico		
	Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt Turba		

**GM = Grava limosa arenosa**

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la ASTM para este tipo de suelo es: Rodillo de neumáticos, rodillo de pata de cabra

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.**

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES  
-Cusco: A.p.v San Antonio G-3-B-San Sebastián- Cusco, Cel. Movistar: 974260151, Claro: 967711457

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

**Proyecto:** Evaluación De Riesgo Originados Por Deslizamientos En La Quebrada Yanamayo En El Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco – 2022”

**Ubicación:** Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco

**Solicita:** Florez Huanca Victor Raul - Huamani Huanaco Marcelino Alan

**Fecha Recepción:** Cusco, Junio del 2024

**Finalidad:** Cimentación

**Datos Muestra**

**Identificación:** Calicata

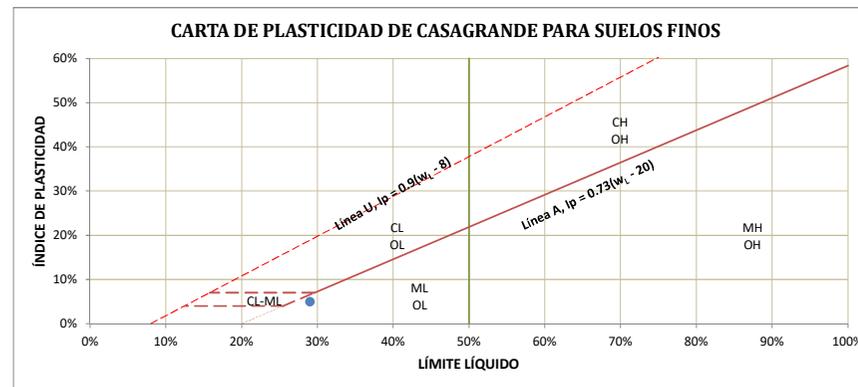
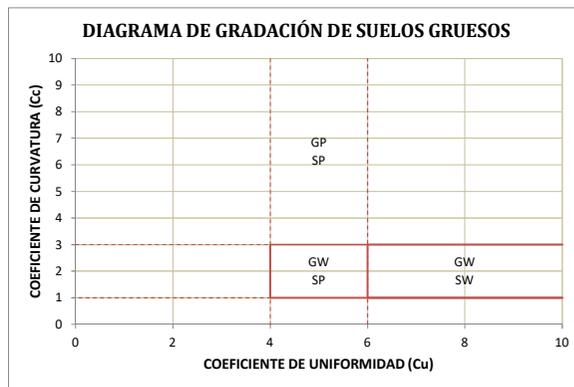
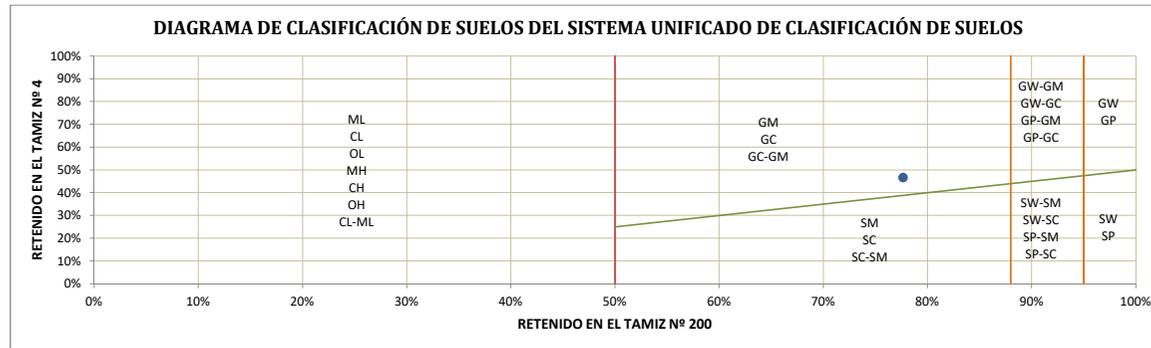
**Descripción:** Grava limosa arenosa

**Presentación:** -

**Cantidad:** 3 kg aprox.

ASTM D-2487

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)**



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.**  
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

**Proyecto:** Evaluación De Riesgo Originados Por Deslizamientos En La Quebrada Yanamayo En El Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco – 2022”

**Ubicación:** Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco

**Solicita:** Florez Huanca Victor Raul - Huamani Huanaco Marcelino Alan

**Fecha Recepción:** Cusco, Junio del 2024

0

**Finalidad:** Cimentación

**Datos Muestra**

**Identificación:** Calicata

**Descripción:** Grava limosa arenosa

**Presentación:** -

**Cantidad:** 3 kg aprox.

AASHTO M-145

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO**

DATOS PARA CLASIFICACIÓN		
De Granulometría	De Límites de Consistencia	Otros Datos
% que pasa el tamiz Nº 10 = 41.12%	LL = 29.00%	Tipo = Inorgánico
% que pasa el tamiz Nº 40 = 27.86%	LP = 24.00%	
% que pasa el tamiz Nº 200 = 22.34%	IP = 5.00%	

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos pasa el tamiz Nº 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (más del 35% pasa el tamiz Nº 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUB - GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
% que pasa el tamiz: Nº 10	50 máx.										
Nº 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.								
Nº 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz Nº 40											
Límite Líquido			No Plástico	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de Plasticidad	6 máx.	6 máx.		10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	Fragmentos de piedra grava y arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	

A-1-b (0) = Arena con o sin partículas finas de granulometrías bien definidas

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.**  
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

**Proyecto:**

Evaluación De Riesgo Originados Por Deslizamientos En La Quebrada Yanamayo En El Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco – 2022”

**Ubicación:** Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco

**Solicita:** Florez Huanca Victor Raul - Huamani Huanaco Marcelino Alan

0

**Fecha Recepción:** Cusco, Junio del 2024

**Finalidad:** Cimentación

**Datos Muestra**

**Identificación:** Calicata

**Presentación:** -

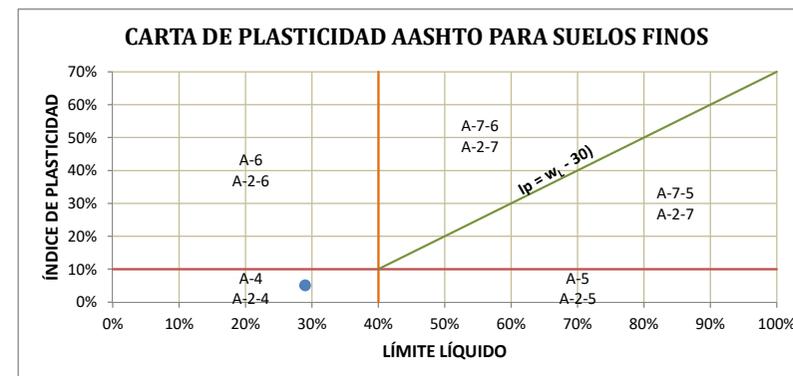
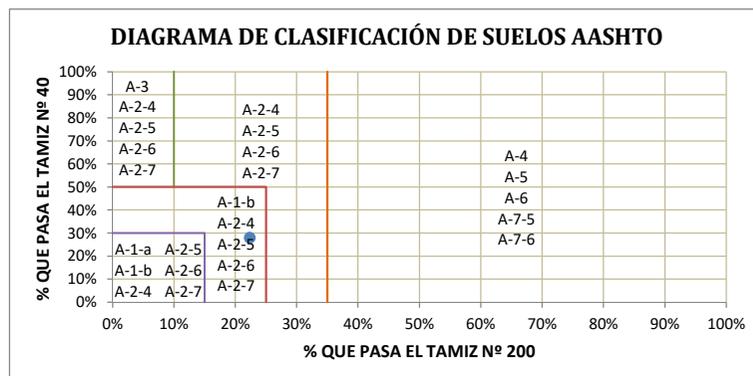
**Descripción:** Grava limosa arenosa

**Cantidad:** 3 kg aprox.

**AASHTO M-145**

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO**

El Equipo ideal de Compactación que recomienda la AASHTO para este tipo de suelo es: Rodillo Neumático, Liso y Vibratorio



**CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GRUPO**

F = 22.34	F = Porcentaje de partículas sólidas que pasan el tamiz N° 200
w <sub>L</sub> = 29.00	w <sub>L</sub> = Límite líquido
Ip = 5.00	Ip = Índice de plasticidad

$$IG = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$$

a = F - 35	a = -12.66	==>	a = 0.00
b = F - 15	b = 7.34	==>	b = 7.34
c = w <sub>L</sub> - 40	c = -11.00	==>	c = 0.00
d = Ip - 10	d = -5.00	==>	d = 0.00

**IG = 0**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES. CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

**Proyecto:** Evaluación De Riesgo Originados Por Deslizamientos En La Quebrada Yanamayo En El Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco – 2022”

**Ubicación:** Distrito Urcos – Quispicanchis – Cusco

**Solicita:** Florez Huanca Víctor Raul - Huamani Huanaco Marcelino Alan

**Fecha Recepción:** Cusco, Junio del 2024

**Finalidad:** Cimentación

**Datos Muestra**

**Identificación:** Calicata

**Presentación:** -

**Descripción:** Grava limosa arenosa

**Cantidad:** 3 kg aprox.

MTC E 117 - 2016

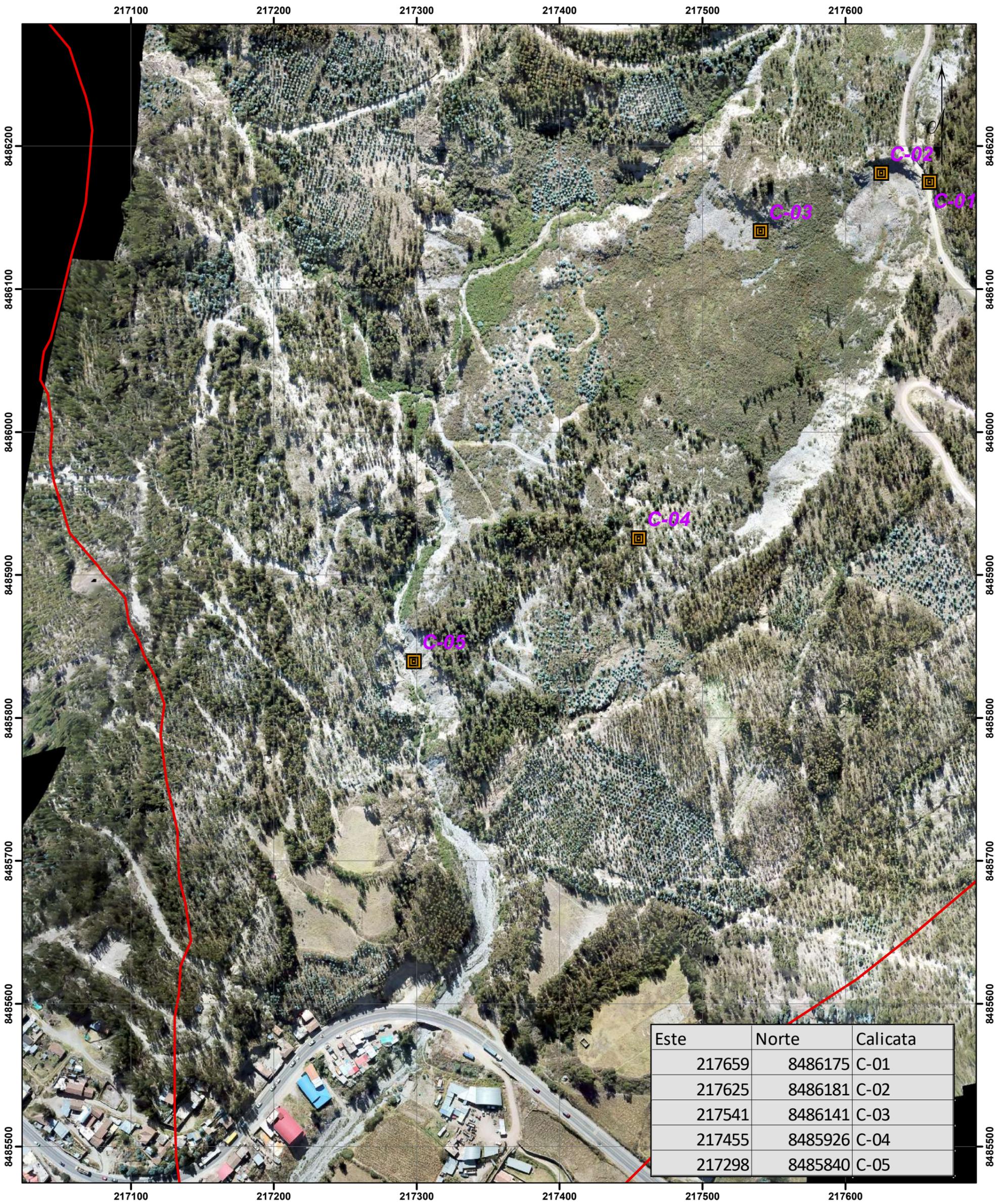
**DENSIDAD EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA**

DATOS DE LA ARENA	
Tipo de Arena utilizada: Machupicchu	
Peso Unitario de la Arena (gr/cm <sup>3</sup> ) = 1.50 gr/cm <sup>3</sup>	

DATOS DEL ENSAYO	
Número de Cono	1
Peso del Frasco + Cono antes de usarlo (gr)	6302.00
Peso del Frasco + Cono después de usarlo (gr)	3441.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1390.00
Peso de la Arena Utilizada, hueco + cono (gr)	2861.00
Peso de la Arena en el Cono (gr)	1779.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr)	1082.00
Volumen del Hueco (cm <sup>3</sup> )	721.33
Densidad Natural Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93
Contenido de Humedad	6.03%
<b>DENSIDAD NATURAL HUMEDA = 1.93 gr/cm<sup>3</sup></b>	

**DENSIDAD NATURAL SECA = 1.82 gr/cm<sup>3</sup>**

**DENSIDAD SATURADA = 2.20 gr/cm<sup>3</sup>**



Este	Norte	Calicata
217659	8486175	C-01
217625	8486181	C-02
217541	8486141	C-03
217455	8485926	C-04
217298	8485840	C-05

**Leyenda**

Calicatas\_GT

**Orotofoto\_Urco.tif**

**RGB**

Red: Band\_1

Green: Band\_2

Blue: Band\_3

**Simbología**

Calicatas\_GT MC\_Yanamayo



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

**Tesis:**  
 "EVALUACIÓN DE RIESGO ORIGINADOS POR DESLIZAMIENTOS EN LA QUEBRADA YANAMAYO EN EL DISTRITO URCOS – QUISPICANCHIS – CUSCO – 2022"

**Mapa:**  
 Calicatas - Quebrada Yanamayo

**Autores:**  
 - Huamani Huanaco Marcelino Alan  
 - Florez Huanca Victor Raul

Lámina N°

Fecha:  
 Junio del 2024

Escala:  
 1:2,500



NOTA:  
 Datum : Horizontal Provisional para América del Sur (WGS 84)  
 Sistema Cuadrícula: GCS y UTM Zona 19 S

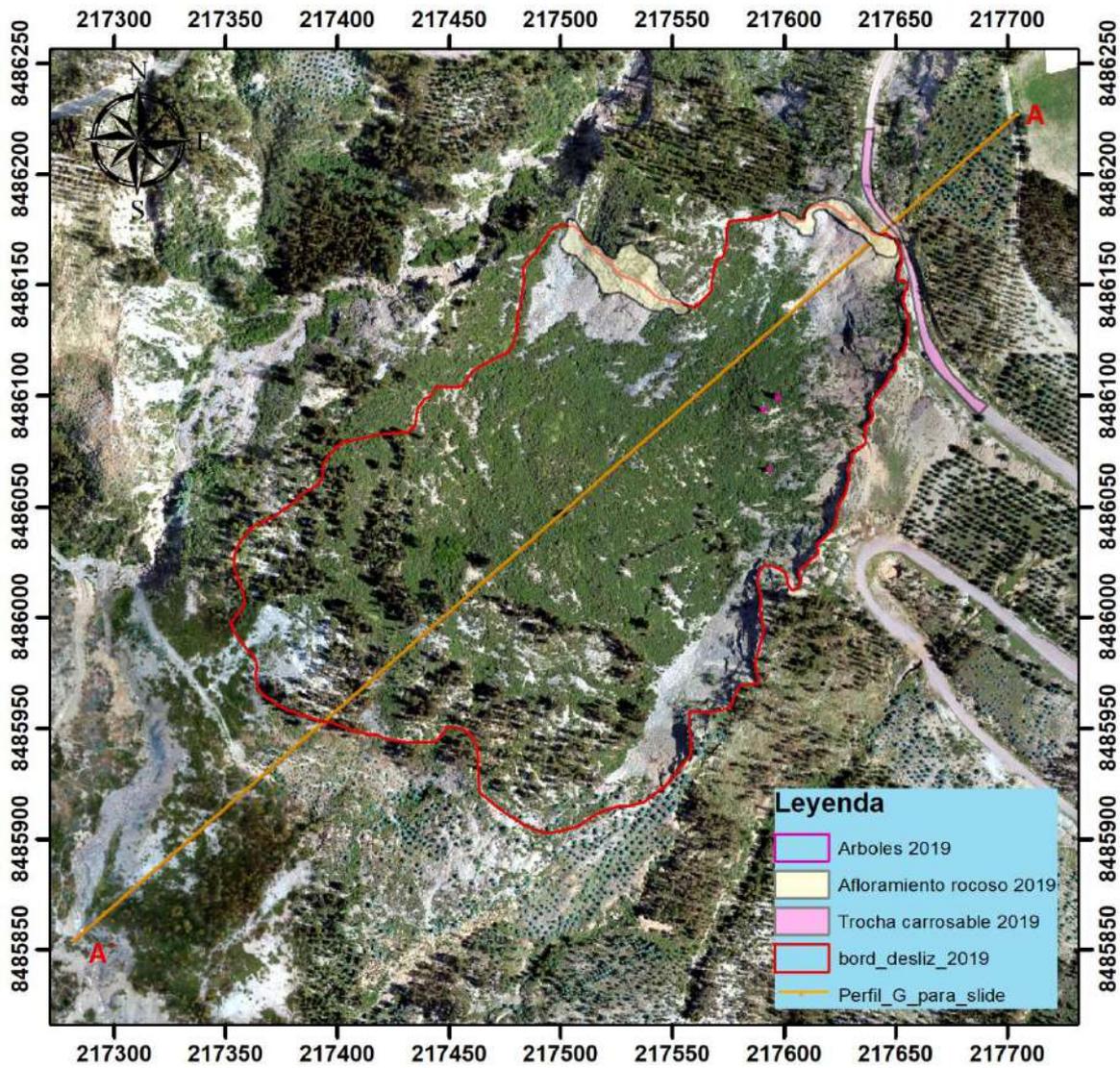
## **ANEXO**

### **1.3 VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DEL DESLIZAMIENTO**

## Velocidad del deslizamiento

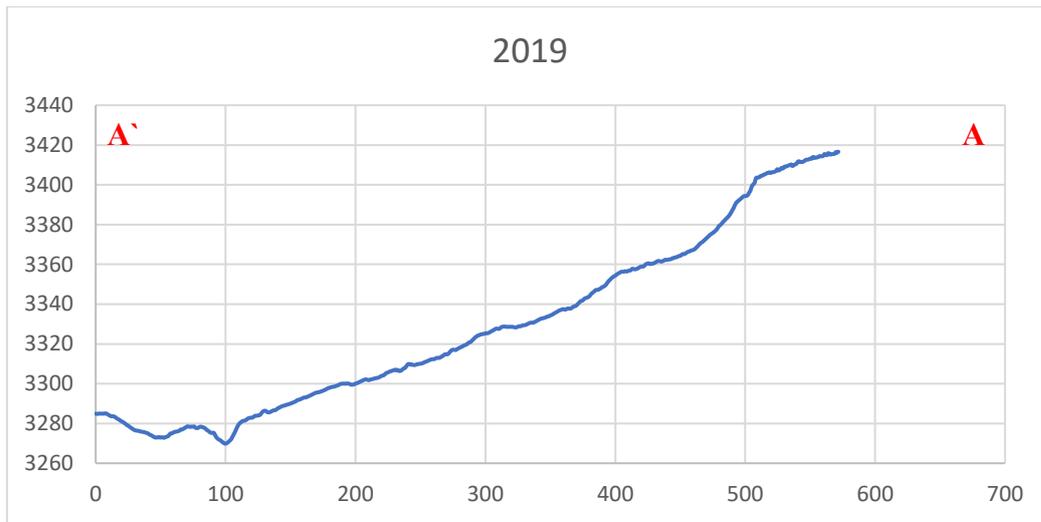
Para hallar la velocidad del desplazamiento de material se utilizó comparación de imágenes generadas por vuelos DRONE que se han realizado en distintos años de la misma zona de estudio.

**Figura:** Vuelo DRONE del año 2019



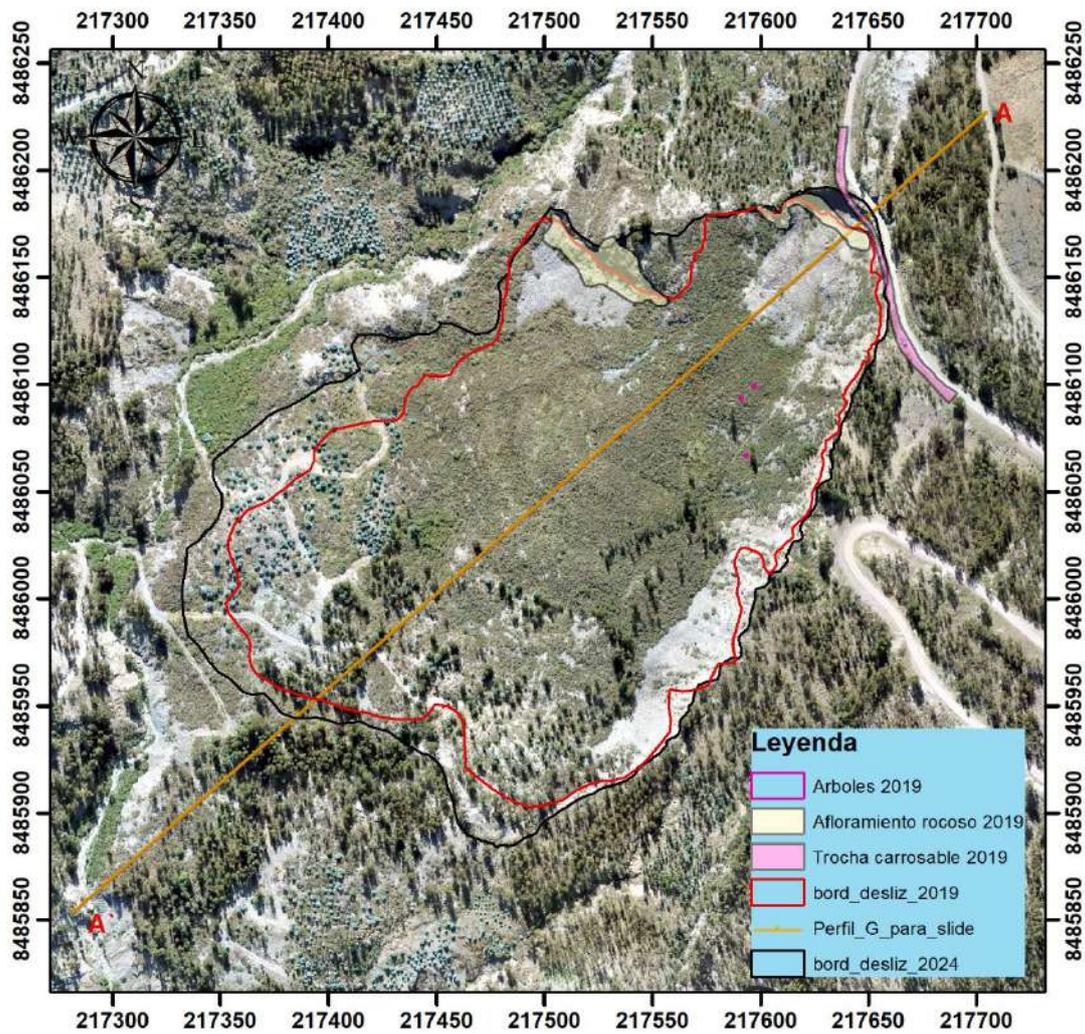
Fuente: Elaboración propia, se muestra el corte A-A`.

Figura: Corte A-A', año 2019



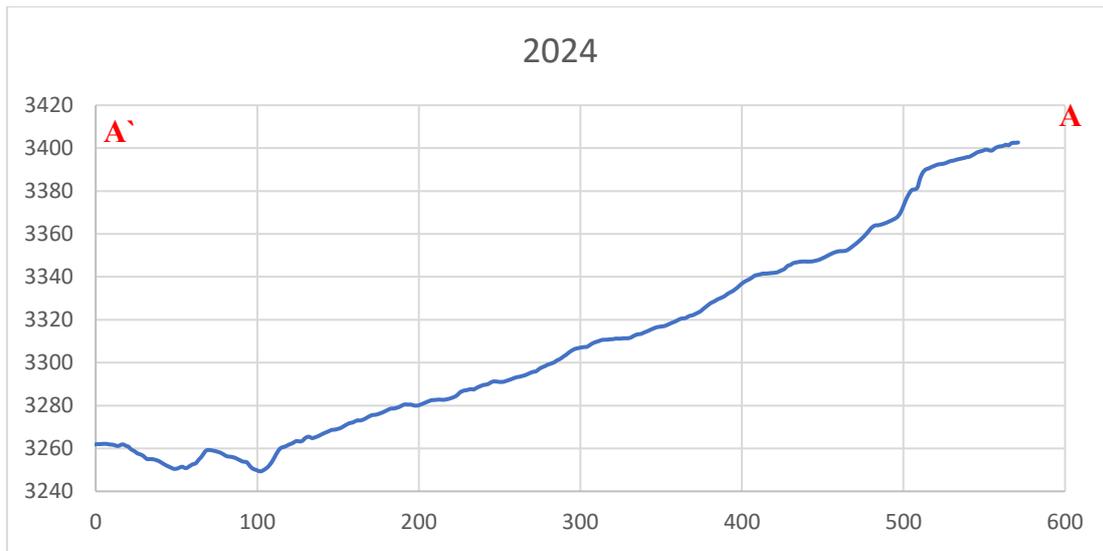
Fuente: Elaboración propia, en base al vuelo DRONE.

Figura: Vuelo DRONE del año 2024



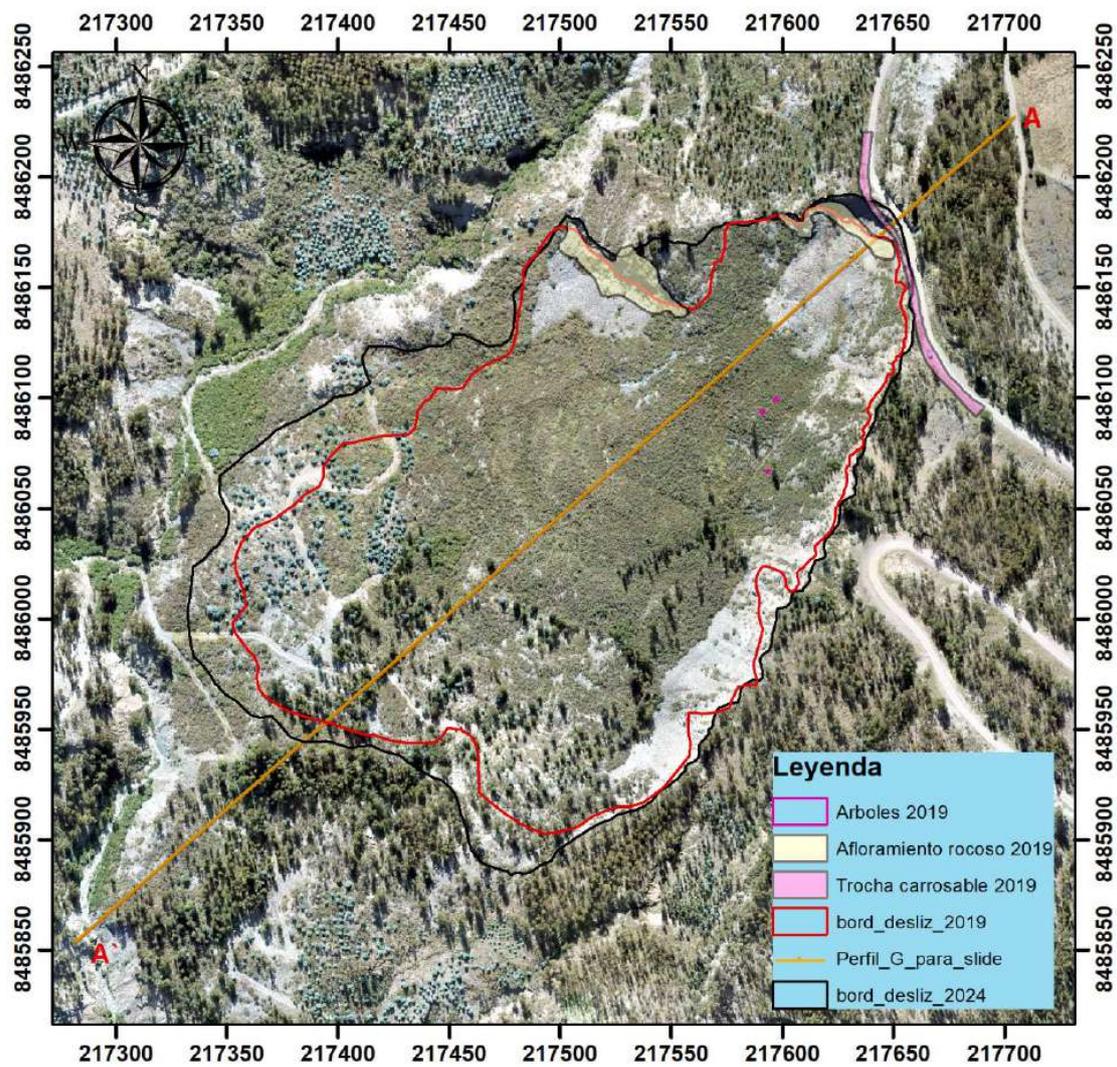
Fuente: Elaboración propia, se muestra el corte A-A'.

Figura: Corte A-A', año 2024



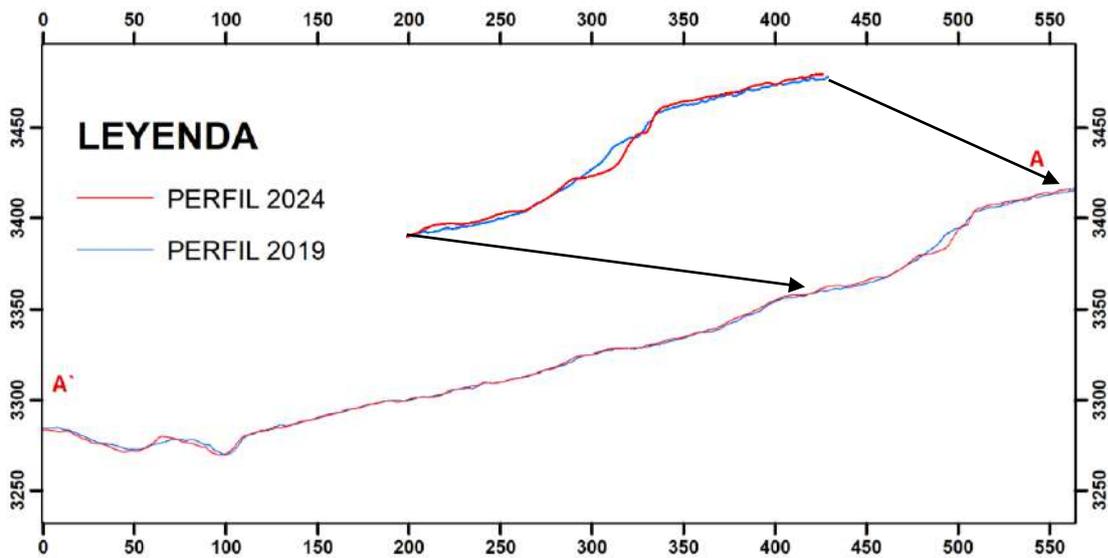
Fuente: Elaboración propia, en base al vuelo DRONE.

Figura: Evolución del deslizamiento



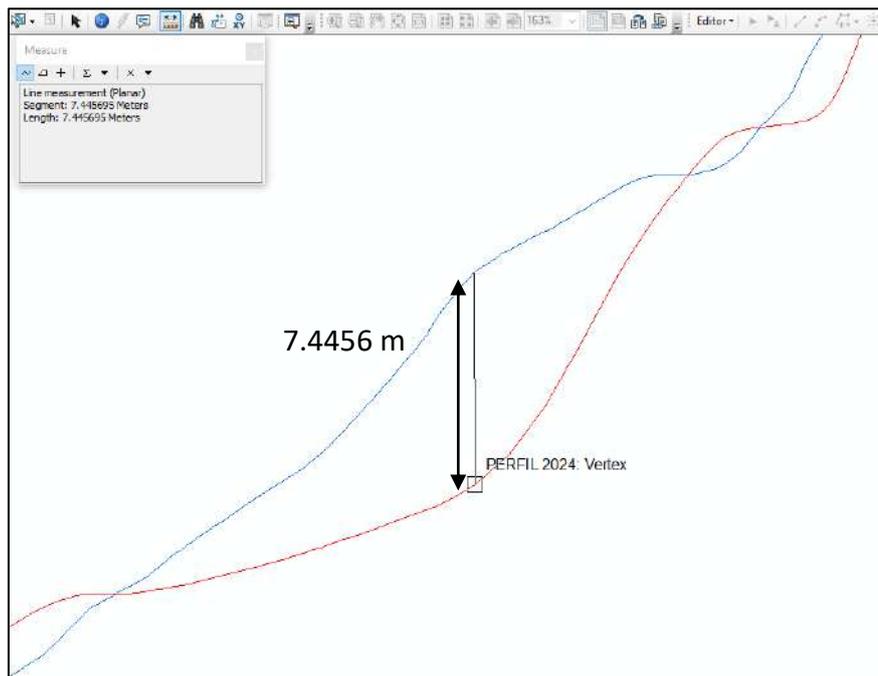
Fuente: Elaboración propia, se muestra el corte A-A'.

Figura: Superposición de perfiles de corte A-A` (2019 y 2024)



Fuente: Elaboración propia

Figura: Desplazamiento de talud



Fuente: Elaboración propia

Sabemos que la fórmula primordial de la velocidad es distancia dividido por el tiempo, tomando eso en consideración calculamos lo siguiente:

Distancia (m)	Tiempo (año)	Velocidad (m/año)
7.4456	5	1.489

Dado que el resultado es de 1.489 metros al año, corresponde a una velocidad de movimiento de muy lenta a lenta.

Figura: DEM 2019

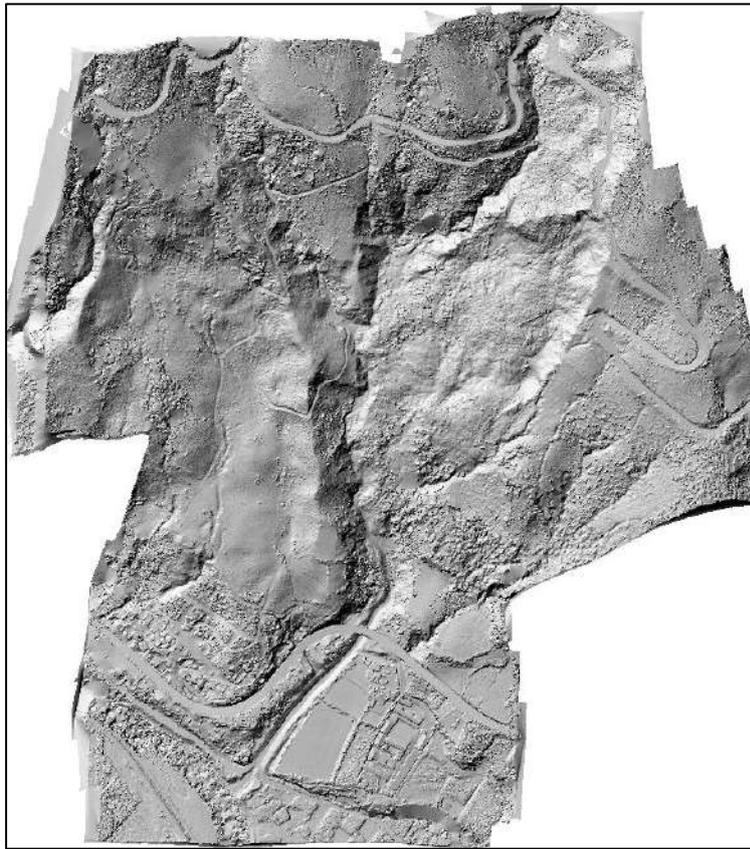


Figura: DEM 2024

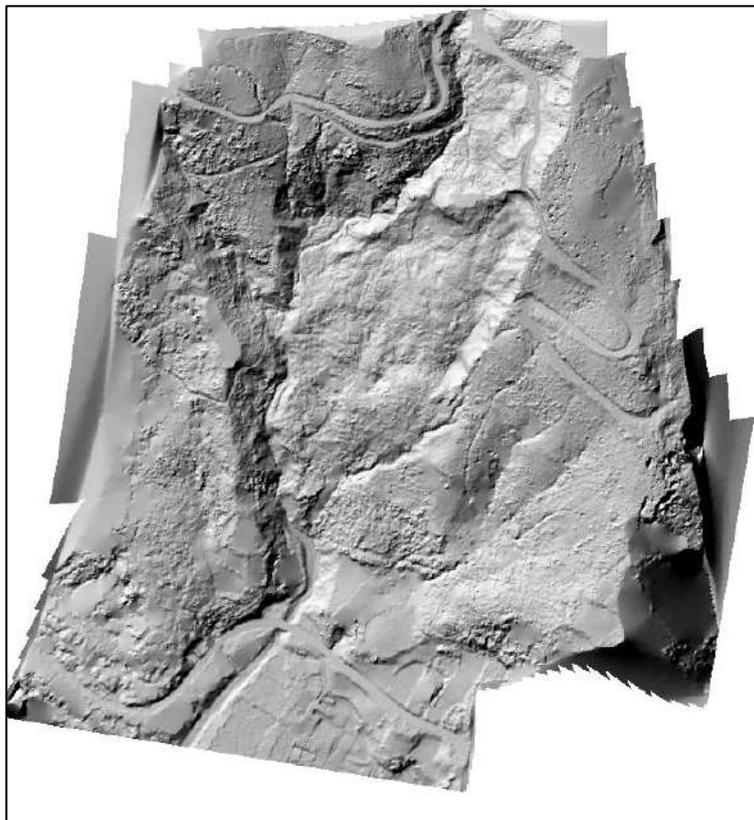
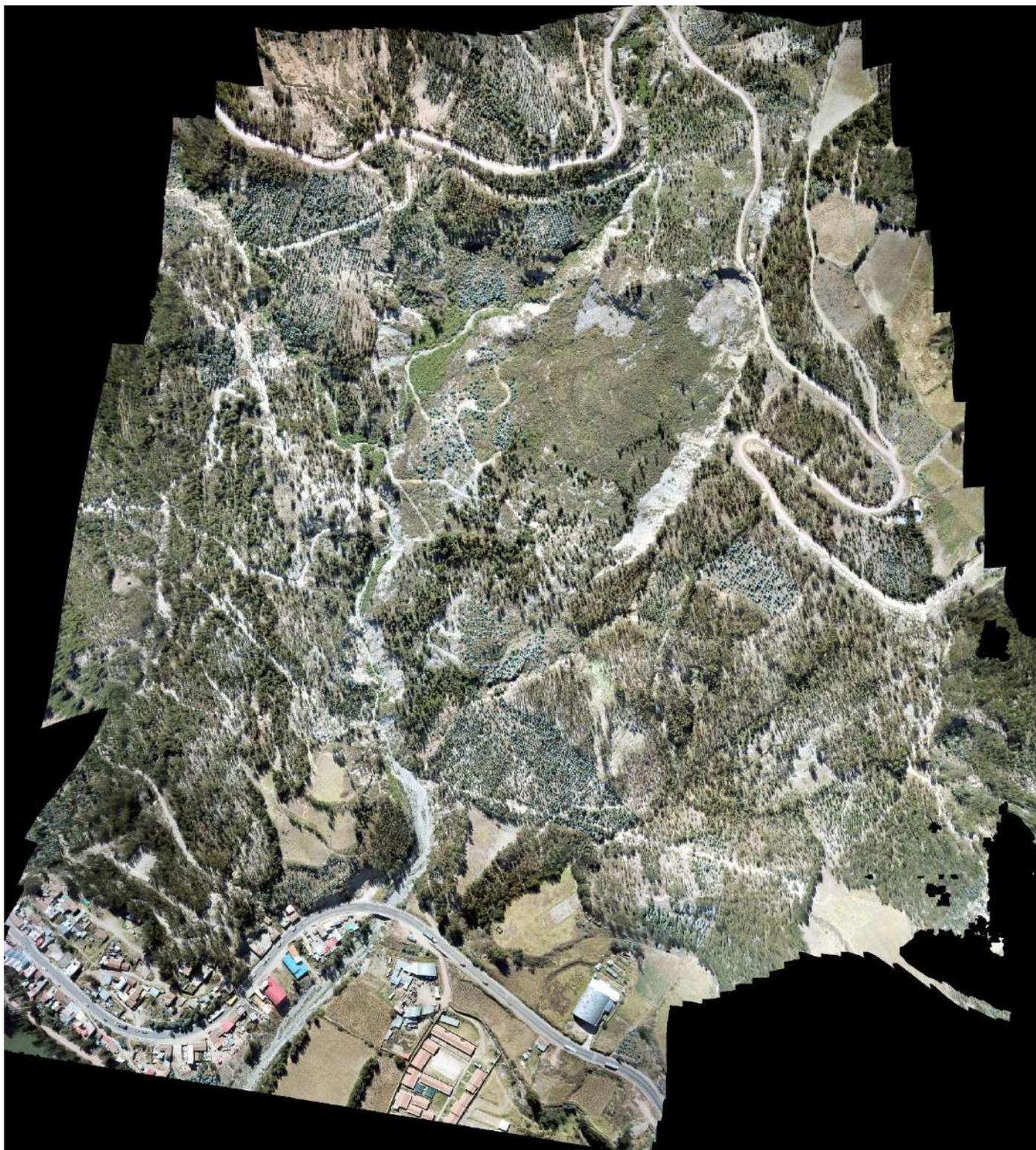


Figura: Ortofoto 2019



Figura: Ortofoto 2024



## **ANEXO**

### **1.4 VULNERABILIDAD**

## ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN SOCIAL

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la dimensión social

MAGNITUD	EXPOSICION SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL
EXPOSICION SOCIAL	1.00	2.00	2.00
FRAGILIDAD SOCIAL	0.50	1.00	1.00
RESILIENCIA SOCIAL	0.50	1.00	1.00
SUMA	2.00	4.00	4.00
1/SUMA	0.50	0.25	0.25

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la dimensión social

MAGNITUD	EXPOSICION SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL	Vector de Priorización
EXPOSICION SOCIAL	0.500	0.500	0.500	0.500
FRAGILIDAD SOCIAL	0.250	0.250	0.250	0.250
RESILIENCIA SOCIAL	0.250	0.250	0.250	0.250

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la dimensión Social

<b>IC</b>	0.0077
<b>RC</b>	0.0147

## ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN SOCIAL

**Tabla:** Número de personas a nivel de lote

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
PNL 1	>10
PNL 2	de 8 a 10
PNL 3	de 5 a 7
PNL 4	de 2 a 4
PNL 5	SOLO 1 PERSONA

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la exposición social

DESCRIPTOR	>10	de 8 a 10	de 5 a 7	de 2 a 4	SOLO 1 PERSONA
>10	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
de 8 a 10	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
de 5 a 7	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
de 2 a 4	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
SOLO 1 PERSONA	0.17	0.25	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.25	4.08	6.70	10.50	18.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la exposición social

DESCRIPTOR	>10	de 8 a 10	de 5 a 7	de 2 a 4	SOLO 1 PERSONA	Vector de Priorización
>10	0.444	0.490	0.448	0.381	0.333	0.419
de 8 a 10	0.222	0.245	0.299	0.286	0.222	0.255
de 5 a 7	0.148	0.122	0.149	0.190	0.278	0.178
de 2 a 4	0.111	0.082	0.075	0.095	0.111	0.095
SOLO 1 PERSONA	0.074	0.061	0.030	0.048	0.056	0.054

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la Exposición Social

IC	0.0044
RC	0.0036

## ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD SOCIAL

**Tabla:** Descriptores del parámetro de evaluación fragilidad social

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
FS 1	Grupo atareó
FS 2	Tipo de habilidades especiales
FS 3	Condiciones de vivienda en la urbanidad

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de parámetro de evaluación fragilidad social

MAGNITUD	Grupo atareó	Tipo de habilidades especiales	Condiciones de vivienda en la urbanidad
Grupo atareó	1.00	2.00	5.00
Tipo de habilidades especiales	0.50	1.00	4.00
Condiciones de vivienda en la urbanidad	0.20	0.25	1.00
SUMA	1.70	3.25	10.00
1/SUMA	0.59	0.31	0.10

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de parámetro de evaluación fragilidad social

MAGNITUD	Grupo atareó	Tipo de habilidades especiales	Condiciones de vivienda en la urbanidad	Vector de Priorización
Grupo atareó	0.588	0.615	0.500	<b>0.568</b>
Tipo de habilidades especiales	0.294	0.308	0.400	<b>0.334</b>
Condiciones de vivienda en la urbanidad	0.118	0.077	0.100	<b>0.098</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de parámetro de evaluación fragilidad social

<b>IC</b>	0.0123
<b>RC</b>	0.0235

a) **Grupo atareó**

**Tabla:** Descriptores grupo atareó

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
GE 1	0-5 y >65 años
GE 2	6-12 y 50-65 años
GE 3	13-18 años
GE 4	19-30 años
GE 5	31-50 años

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la fragilidad social – Grupo atareó

DESCRIPTOR	0-5 y >65 años	6-12 y 50-65 años	13-18 años	19-30 años	31-50 años
0-5 y >65 años	<b>1.00</b>	2.00	3.00	5.00	7.00
6-12 y 50-65 años	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00	5.00
13-18 años	0.33	0.50	<b>1.00</b>	3.00	5.00
19-30 años	0.20	0.25	0.33	<b>1.00</b>	2.00
31-50 años	0.14	0.20	0.20	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	2.18	3.95	6.53	13.50	20.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la fragilidad social – Grupo atareó

DESCRIPTOR	0-5 y >65 años	6-12 y 50-65 años	13-18 años	19-30 años	31-50 años	Vector de Priorización
0-5 y >65 años	0.460	0.506	0.459	0.370	0.350	<b>0.429</b>
6-12 y 50-65 años	0.230	0.253	0.306	0.296	0.250	<b>0.267</b>
13-18 años	0.153	0.127	0.153	0.222	0.250	<b>0.181</b>
19-30 años	0.092	0.063	0.051	0.074	0.100	<b>0.076</b>
31-50 años	0.066	0.051	0.031	0.037	0.050	<b>0.047</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la Fragilidad Social – grupo atareó

<b>IC</b>	0.0049
<b>RC</b>	0.0044

**b) Tipo de habilidades especiales**

**Tabla:** Descriptores Tipo de habilidades especiales

<b>DESCRIPTOR</b>	<b>DESCRIPTORES</b>
THE 1	Múltiple
THE 2	Física
THE 3	Cognitiva
THE 4	Sensorial
THE 5	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la fragilidad social – Tipo de habilidades especiales

<b>DESCRIPTOR</b>	<b>Múltiple</b>	<b>Física</b>	<b>Cognitiva</b>	<b>Sensorial</b>	<b>Ninguna</b>
<b>Múltiple</b>	<b>1.00</b>	2.00	3.00	4.00	7.00
<b>Física</b>	0.50	<b>1.00</b>	2.00	3.00	7.00
<b>Cognitiva</b>	0.33	0.50	<b>1.00</b>	3.00	5.00
<b>Sensorial</b>	0.25	0.33	0.33	<b>1.00</b>	5.00
<b>Ninguna</b>	0.14	0.14	0.20	0.20	<b>1.00</b>
<b>SUMA</b>	2.23	3.98	6.53	11.20	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.45	0.25	0.15	0.09	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la fragilidad social – Tipo de habilidades especiales

<b>DESCRIPTOR</b>	<b>Múltiple</b>	<b>Física</b>	<b>Cognitiva</b>	<b>Sensorial</b>	<b>Ninguna</b>	<b>Vector de Priorización</b>
<b>Múltiple</b>	0.449	0.503	0.459	0.357	0.280	<b>0.410</b>
<b>Física</b>	0.225	0.251	0.306	0.268	0.280	<b>0.266</b>
<b>Cognitiva</b>	0.150	0.126	0.153	0.268	0.200	<b>0.179</b>
<b>Sensorial</b>	0.112	0.084	0.051	0.089	0.200	<b>0.107</b>
<b>Ninguna</b>	0.064	0.036	0.031	0.018	0.040	<b>0.038</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la Fragilidad Social – Tipo de habilidades especiales

<b>IC</b>	0.0250
<b>RC</b>	0.0225

**c) Condiciones de vivienda en la urbanidad**

**Tabla:** Descriptores Condiciones de vivienda en la urbanidad

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
CVU 1	Es una invasión
CVU 2	Vivienda ocupada por parte de una organización comunal
CVU 3	Vivienda asentada como parte de la ubicación periférica
CVU 4	Se encuentra dentro del proyecto del plan urbanístico
CVU 5	Su vivienda es parte de la habilitación urbana

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la fragilidad social – Condiciones de vivienda en la urbanidad

DESCRIPTOR	Es una invasión	Vivienda ocupada por parte de una organización comunal	Vivienda asentada como parte de la ubicación periférica	Se encuentra dentro del proyecto del plan urbanístico	Su vivienda es parte de la habilitación urbana
Es una invasión	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Vivienda ocupada por parte de una organización comunal	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Vivienda asentada como parte de la ubicación periférica	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Se encuentra dentro del proyecto del plan urbanístico	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Su vivienda es parte de la habilitación urbana	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

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la fragilidad social – Condiciones de vivienda en la urbanidad

DESCRIPTOR	Es una invasión	Vivienda ocupada por parte de una organización comunal	Vivienda asentada como parte de la ubicación periférica	Se encuentra dentro del proyecto del plan urbanístico	Su vivienda es parte de la habilitación urbana	Vector de Priorización
Es una invasión	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Vivienda ocupada por parte de una organización comunal	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Vivienda asentada como parte de la ubicación periférica	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Se encuentra dentro del	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068

proyecto del plan urbanístico						
Su vivienda es parte de la habitación urbana	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la Fragilidad Social – Condiciones de vivienda en la urbanidad

<b>IC</b>	0.0363
<b>RC</b>	0.0326

## ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA SOCIAL

**Tabla:** Descriptores del parámetro de evaluación resiliencia social

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
RS 1	Nivel educativo
RS 2	Conocimiento de ocurrencia de desastres
RS 3	Condición laboral del jefe de hogar

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de parámetro de evaluación resiliencia social

DESCRIPTOR	Nivel educativo	Conocimiento de ocurrencia de desastres	Condición laboral del jefe de hogar
<b>Nivel educativo</b>	<b>1.00</b>	3.00	4.00
<b>Conocimiento de ocurrencia de desastres</b>	0.33	<b>1.00</b>	2.00
<b>Condición laboral del jefe de hogar</b>	0.25	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	1.58	4.50	7.00
1/SUMA	0.63	0.22	0.14

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de parámetro de evaluación resiliencia social

DESCRIPTOR	Nivel educativo	Conocimiento de ocurrencia de desastres	Condición laboral del jefe de hogar	Vector de Priorización
<b>Nivel educativo</b>	0.632	0.667	0.571	<b>0.623</b>
<b>Conocimiento de ocurrencia de desastres</b>	0.211	0.222	0.286	<b>0.239</b>
<b>Condición laboral del jefe de hogar</b>	0.158	0.111	0.143	<b>0.137</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de parámetro de evaluación resiliencia social

<b>IC</b>	0.0092
<b>RC</b>	0.0175

**a) Nivel educativo**

**Tabla:** Descriptores Nivel educativo

<b>DESCRIPTOR</b>	<b>DESCRIPTORES</b>
NE 1	Ningún nivel
NE 2	Primaria
NE 3	Secundaria
NE 4	Superior técnico
NE 5	Superior universitario

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la resiliencia social - Nivel educativo

<b>DESCRIPTOR</b>	<b>Ningún nivel</b>	<b>Primaria</b>	<b>Secundaria</b>	<b>Superior técnico</b>	<b>Superior universitario</b>
<b>Ningún nivel</b>	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00	8.00
<b>Primaria</b>	0.50	<b>1.00</b>	4.00	6.00	8.00
<b>Secundaria</b>	0.25	0.25	<b>1.00</b>	3.00	5.00
<b>Superior técnico</b>	0.17	0.17	0.33	<b>1.00</b>	3.00
<b>Superior universitario</b>	0.13	0.13	0.20	0.33	<b>1.00</b>
<b>SUMA</b>	2.04	3.54	9.53	16.33	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.49	0.28	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la resiliencia social - Nivel educativo

<b>DESCRIPTOR</b>	<b>Ningún nivel</b>	<b>Primaria</b>	<b>Secundaria</b>	<b>Superior técnico</b>	<b>Superior universitario</b>	<b>Vector de Priorización</b>
<b>Ningún nivel</b>	0.490	0.565	0.420	0.367	0.320	<b>0.432</b>
<b>Primaria</b>	0.245	0.282	0.420	0.367	0.320	<b>0.327</b>
<b>Secundaria</b>	0.122	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.136</b>
<b>Superior técnico</b>	0.082	0.047	0.035	0.061	0.120	<b>0.069</b>
<b>Superior universitario</b>	0.061	0.035	0.021	0.020	0.040	<b>0.036</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la Resiliencia Social – Nivel educativo

<b>IC</b>	0.0354
<b>RC</b>	0.0317

## b) Conocimiento de antiguos desastres

**Tabla:** Descriptores Conocimiento de antiguos desastres

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
CAD 1	Desconocimiento
CAD 2	Conocimiento erróneo
CAD 3	Conocimiento limitado
CAD 4	Conocimiento sin interés
CAD 5	Con conocimiento

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la resiliencia social - Conocimiento de antiguos desastres

DESCRIPTOR	Desconocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento
Desconocimiento	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Conocimiento erróneo	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Conocimiento limitado	0.33	0.33	1.00	2.00	5.00
Conocimiento sin interés	0.20	0.20	0.50	1.00	2.00
Con conocimiento	0.14	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.18	3.68	7.70	13.50	22.00
1/SUMA	0.46	0.27	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la resiliencia social - Conocimiento de antiguos desastres

DESCRIPTOR	Desconocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento	Vector de Priorización
Desconocimiento	0.460	0.544	0.390	0.370	0.318	0.416
Conocimiento erróneo	0.230	0.272	0.390	0.370	0.318	0.316
Conocimiento limitado	0.153	0.091	0.130	0.148	0.227	0.150
Conocimiento sin interés	0.092	0.054	0.065	0.074	0.091	0.075
Con conocimiento	0.066	0.039	0.026	0.037	0.045	0.043

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la Resiliencia Social – Conocimiento de antiguos desastres

IC	0.0086
RC	0.0077

### c) Condición laboral del jefe de hogar

**Tabla:** Descriptores Condición laboral del jefe de hogar

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
CLJH 1	Trabajador familiar no remunerado
CLJH 2	Obrero/ agricultor
CLJH 3	Empleado
CLJH 4	Trabajador independiente
CLJH 5	Empleador

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la resiliencia social - Condición laboral del jefe de hogar

DESCRIPTOR	Trabajador familiar no remunerado	Obrero/ agricultor	Empleado	Trabajador independiente	Empleador
Trabajador familiar no remunerado	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
Obrero/ agricultor	0.33	<b>1.00</b>	2.00	3.00	5.00
Empleado	0.20	0.50	<b>1.00</b>	3.00	5.00
Trabajador independiente	0.14	0.33	0.33	<b>1.00</b>	3.00
Empleador	0.11	0.20	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	5.03	8.53	14.33	23.00
1/SUMA	0.56	0.20	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la resiliencia social - Condición laboral del jefe de hogar

DESCRIPTOR	Trabajador familiar no remunerado	Obrero/ agricultor	Empleado	Trabajador independiente	Empleador	Vector de Priorización
Trabajador familiar no remunerado	<b>0.560</b>	0.596	0.586	0.488	0.391	<b>0.524</b>
Obrero/ agricultor	0.187	<b>0.199</b>	0.234	0.209	0.217	<b>0.209</b>
Empleado	0.112	0.099	<b>0.117</b>	0.209	0.217	<b>0.151</b>
Trabajador independiente	0.080	0.066	0.039	<b>0.070</b>	0.130	<b>0.077</b>
Empleador	0.062	0.040	0.023	0.023	<b>0.043</b>	<b>0.038</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la Resiliencia Social – Condición laboral del jefe de hogar

<b>IC</b>	0.0201
<b>RC</b>	0.0180

## Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad Social

Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad social

EXPOSICION SOCIAL		FRAGILIDAD SOCIAL		RESILIENCIA SOCIAL		VALOR VULNERABILIDAD
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.419	0.50	0.430	0.25	0.441	0.25	<b>0.427</b>
0.255		0.266		0.308		<b>0.271</b>
0.178		0.176		0.142		<b>0.168</b>
0.095		0.086		0.072		<b>0.087</b>
0.054		0.043		0.038		<b>0.047</b>

Fuente: Elaboración propia

## ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la dimensión económica

MAGNITUD	EXPOSICION ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA
EXPOSICION ECONOMICA	<b>1.00</b>	2.00	3.00
FRAGILIDAD ECONOMICA	0.50	<b>1.00</b>	2.00
RESILIENCIA ECONOMICA	0.33	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la dimensión económica

MAGNITUD	EXPOSICION ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA	Vector de Priorización
EXPOSICION ECONOMICA	0.545	0.571	0.500	<b>0.539</b>
FRAGILIDAD ECONOMICA	0.273	0.286	0.333	<b>0.297</b>
RESILIENCIA ECONOMICA	0.182	0.143	0.167	<b>0.164</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la dimensión económica

<b>IC</b>	0.0046
<b>RC</b>	0.0088

## ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN ECONÓMICA

**Tabla:** Descriptores del parámetro de evaluación exposición económica

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
EE 1	Acceso a agua potable
EE 2	Acceso a energía eléctrica

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de parámetro de evaluación exposición económica

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACION
Acceso a agua potable	0.60
Acceso a energía eléctrica	0.40
SUMA	1.00

Fuente: Elaboración propia

### a) Acceso a agua potable

**Tabla:** Descriptores acceso a agua potable

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
AAP 1	No tiene
AAP 2	Rio, manante
AAP 3	Camión cisterna
AAP 4	Pilón común
AAP 5	Red publica

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la exposición económica - acceso a agua potable

DESCRIPTOR	No tiene	Rio, manante	Camión cisterna	Pilón común	Red publica
No tiene	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
Rio, manante	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Camión cisterna	0.20	0.33	1.00	2.00	4.00
Pilón común	0.17	0.20	0.50	1.00	2.00
Red publica	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.81	4.68	9.75	14.50	23.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la exposición económica – acceso a agua potable

DESCRIPTOR	No tiene	Rio, manante	Camión cisterna	Pilón común	Red publica	Vector de Priorización
No tiene	0.552	0.642	0.513	0.414	0.391	<b>0.502</b>
Rio, manante	0.184	0.214	0.308	0.345	0.304	<b>0.271</b>
Camión cisterna	0.110	0.071	0.103	0.138	0.174	<b>0.119</b>
Pilón común	0.092	0.043	0.051	0.069	0.087	<b>0.068</b>
Red publica	0.061	0.031	0.026	0.034	0.043	<b>0.039</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la exposición económica – acceso a agua potable

<b>IC</b>	0.0125
<b>RC</b>	0.0112

#### b) Acceso a la anergia eléctrica

**Tabla:** Descriptores acceso a la energía eléctrica

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
AEE 1	No tiene
AEE 2	Vela/lampara
AEE 3	Panel solar
AEE 4	Generador
AEE 5	Red publica

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la exposición económica - acceso a la energía eléctrica

DESCRIPTOR	No tiene	Vela/lampara	Panel solar	Generador	Red publica
No tiene	<b>1.00</b>	2.00	5.00	7.00	9.00
Vela/lampara	0.50	<b>1.00</b>	4.00	6.00	8.00
Panel solar	0.20	0.25	<b>1.00</b>	3.00	4.00
Generador	0.14	0.17	0.33	<b>1.00</b>	2.00
Red publica	0.11	0.13	0.25	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	1.95	3.54	10.58	17.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.28	0.09	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la exposición económica – acceso a la energía eléctrica

DESCRIPTOR	No tiene	Vela/lampara	Panel solar	Generador	Red publica	Vector de Priorización
No tiene	0.512	0.565	0.472	0.400	0.375	<b>0.465</b>
Vela/lampara	0.256	0.282	0.378	0.343	0.333	<b>0.318</b>
Panel solar	0.102	0.071	0.094	0.171	0.167	<b>0.121</b>
Generador	0.073	0.047	0.031	0.057	0.083	<b>0.058</b>
Red publica	0.057	0.035	0.024	0.029	0.042	<b>0.037</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la exposición económica – acceso a la energía eléctrica

<b>IC</b>	0.0182
<b>RC</b>	0.0163

### ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA

**Tabla:** Descriptores del parámetro de evaluación fragilidad económica

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
FE 1	Material de edificación
FE 2	Estado de conservación
FE 3	Configuración de elevación de las edificaciones

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de parámetro de evaluación fragilidad económica

PARAMETROS	Material de edificación	Estado de conservación	Configuración de elevación de las edificaciones
Material de edificación	<b>1.00</b>	2.00	4.00
Estado de conservación	0.50	<b>1.00</b>	3.00
Configuración de elevación de las edificaciones	0.25	0.33	<b>1.00</b>
<b>SUMA</b>	1.75	3.33	8.00
<b>1/SUMA</b>	0.57	0.30	0.13

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de parámetro de evaluación fragilidad económica

MAGNITUD	Material de edificación	Estado de conservación	Configuración de elevación de las edificaciones	Vector de Priorización
Material de edificación	0.571	0.600	0.500	<b>0.557</b>
Estado de conservación	0.286	0.300	0.375	<b>0.320</b>
Configuración de elevación de las edificaciones	0.143	0.100	0.125	<b>0.123</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de parámetro de evaluación fragilidad económica

<b>IC</b>	0.0092
<b>RC</b>	0.0175

**a) Material de construcción**

**Tabla:** Descriptores material de construcción

<b>DESCRIPTOR</b>	<b>DESCRIPTORES</b>
MC 1	Otros
MC 2	Madera
MC 3	Adobe
MC 4	Ladrillo/bloqueta
MC 5	Concreto armado

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la fragilidad social – material de construcción

<b>DESCRIPTOR</b>	<b>Otros</b>	<b>Madera</b>	<b>Adobe</b>	<b>Ladrillo/bloqueta</b>	<b>Concreto armado</b>
<b>otros</b>	<b>1.00</b>	2.00	3.00	7.00	8.00
<b>madera</b>	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00	5.00
<b>adobe</b>	0.33	0.50	<b>1.00</b>	3.00	5.00
<b>ladrillo/bloqueta</b>	0.14	0.25	0.33	<b>1.00</b>	3.00
<b>concreto armado</b>	0.13	0.20	0.20	0.33	<b>1.00</b>
<b>SUMA</b>	2.10	3.95	6.53	15.33	22.00
<b>1/SUMA</b>	0.48	0.25	0.15	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la fragilidad social – material de construcción

<b>DESCRIPTOR</b>	<b>Otros</b>	<b>Madera</b>	<b>Adobe</b>	<b>Ladrillo/bloqueta</b>	<b>Concreto armado</b>	<b>Vector de Priorización</b>
<b>Otros</b>	0.476	0.506	0.459	0.457	0.364	<b>0.452</b>
<b>Madera</b>	0.238	0.253	0.306	0.261	0.227	<b>0.257</b>
<b>Adobe</b>	0.159	0.127	0.153	0.196	0.227	<b>0.172</b>
<b>Ladrillo/bloqueta</b>	0.068	0.063	0.051	0.065	0.136	<b>0.077</b>
<b>Concreto armado</b>	0.059	0.051	0.031	0.022	0.045	<b>0.042</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la fragilidad social – material de construcción

<b>IC</b>	0.0112
<b>RC</b>	0.0101

## b) Estado de conservación

**Tabla:** Descriptores estado de conservación

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
EC 1	Muy malo
EC 2	Malo
EC 3	Regular
EC 4	Bueno
EC 5	Muy bueno

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la fragilidad social – estado de conservación

DESCRIPTOR	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
Malo	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Regular	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
Bueno	0.20	0.20	0.50	1.00	5.00
Muy bueno	0.13	0.14	0.20	0.20	1.00
SUMA	2.16	3.84	6.70	13.20	26.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.15	0.08	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la fragilidad social – estado de conservación

DESCRIPTOR	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector de Priorización
Muy malo	0.463	0.520	0.448	0.379	0.308	0.424
Malo	0.232	0.260	0.299	0.379	0.269	0.288
Regular	0.154	0.130	0.149	0.152	0.192	0.156
Bueno	0.093	0.052	0.075	0.076	0.192	0.097
Muy bueno	0.058	0.037	0.030	0.015	0.038	0.036

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la fragilidad social – estado de conservación

IC	0.0203
RC	0.0182

### c) Configuración de elevación de las edificaciones

**Tabla:** Descriptores configuración de elevación de las edificaciones

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
CEE 1	Mas de 4 niveles
CEE 2	4 niveles
CEE 3	3 niveles
CEE 4	2 niveles
CEE 5	1 nivel

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la fragilidad social – configuración de elevación de las edificaciones

DESCRIPTOR	Mas de 4 niveles	4 niveles	3 niveles	2 niveles	1 nivel
Mas de 4 niveles	<b>1.00</b>	2.00	3.00	5.00	7.00
4 niveles	0.50	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
3 niveles	0.33	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
2 niveles	0.20	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
1 nivel	0.14	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	2.18	3.68	7.53	14.33	23.00
1/SUMA	0.46	0.27	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la fragilidad social – configuración de elevación de las edificaciones

DESCRIPTOR	Mas de 4 niveles	4 niveles	3 niveles	2 niveles	1 nivel	Vector de Priorización
Mas de 4 niveles	0.460	0.544	0.398	0.349	0.304	<b>0.411</b>
4 niveles	0.230	0.272	0.398	0.349	0.304	<b>0.311</b>
3 niveles	0.153	0.091	0.133	0.209	0.217	<b>0.161</b>
2 niveles	0.092	0.054	0.044	0.070	0.130	<b>0.078</b>
1 nivel	0.066	0.039	0.027	0.023	0.043	<b>0.040</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la fragilidad social – configuración de elevación de las edificaciones

<b>IC</b>	0.0246
<b>RC</b>	0.0221

## ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA

**Tabla:** Descriptores del parámetro de evaluación resiliencia económica

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
RE 1	Ingreso familiar
RE 2	Tipo de seguro
RE 3	Tenencia de vivienda

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de parámetro de evaluación resiliencia económica

MAGNITUD	Ingreso familiar	Tipo de seguro	Tenencia de vivienda
Ingreso familiar	1.00	3.00	5.00
Tipo de seguro	0.33	1.00	3.00
Tenencia de vivienda	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de parámetro de evaluación resiliencia económica

MAGNITUD	Ingreso familiar	Tipo de seguro	Tenencia de vivienda	Vector de Priorización
Ingreso familiar	0.652	0.692	0.556	0.633
Tipo de seguro	0.217	0.231	0.333	0.260
Tenencia de vivienda	0.130	0.077	0.111	0.106

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de parámetro de evaluación resiliencia económica

IC	0.0194
RC	0.0369

### a) Ingreso familiar promedio mensual

**Tabla:** Descriptores ingreso familiar promedio mensual

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
IFPM 1	$\leq 930$
IFPM 2	$>930$ y $\leq 1500$
IFPM 3	$>1500$ y $\leq 2500$
IFPM 4	$>2500$ y $\leq 3500$
IFPM 5	$>3500$

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la resiliencia social – ingreso familiar promedio mensual

DESCRIPTOR	≤ 930	>930 Y ≤1500	>1500 Y ≤2500	>2500 Y ≤3500	>3500
≤ 930	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
>930 y ≤1500	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
>1500 y ≤2500	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
>2500 y ≤3500	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	2.00
>3500	0.11	0.14	0.20	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la resiliencia social – ingreso familiar promedio mensual

DESCRIPTOR	≤ 930	>930 Y ≤1500	>1500 Y ≤2500	>2500 Y ≤3500	>3500	Vector de Priorización
≤ 930	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	<b>0.505</b>
>930 y ≤1500	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	<b>0.262</b>
>1500 y ≤2500	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	<b>0.136</b>
>2500 y ≤3500	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	<b>0.060</b>
>3500	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	<b>0.037</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la resiliencia social – ingreso familiar promedio mensual

<b>IC</b>	0.0275
<b>RC</b>	0.0247

#### b) Tipo de seguro

**Tabla:** Descriptores tipo de seguro

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
TS 1	Sin seguro
TS 2	SIS
TS 3	Fuerzas Armadas
TS 4	ESSALUD
TS 5	Privado

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la resiliencia social – tipo de seguro

DESCRIPTOR	Sin seguro	SIS	Fuerzas Armadas	ESSALUD	Privado
Sin seguro	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
SIS	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
Fuerzas Armadas	0.20	0.33	<b>1.00</b>	2.00	5.00
ESSALUD	0.14	0.20	0.50	<b>1.00</b>	4.00
Privado	0.11	0.14	0.20	0.25	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.70	15.25	26.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la resiliencia social – tipo de seguro

DESCRIPTOR	Sin seguro	SIS	Fuerzas Armadas	ESSALUD	Privado	Vector de Priorización
Sin seguro	0.560	0.642	0.515	0.459	0.346	<b>0.504</b>
SIS	0.187	0.214	0.309	0.328	0.269	<b>0.261</b>
Fuerzas Armadas	0.112	0.071	0.103	0.131	0.192	<b>0.122</b>
ESSALUD	0.080	0.043	0.052	0.066	0.154	<b>0.079</b>
Privado	0.062	0.031	0.021	0.016	0.038	<b>0.034</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la resiliencia social – tipo de seguro

<b>IC</b>	0.0347
<b>RC</b>	0.0311

### c) Tenencia de vivienda

**Tabla:** Descriptores tenencia de vivienda

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
TV 1	Alquilada
TV 2	Pagándola a plazos
TV 3	Cedida por el centro de trabajo
TV 4	Propia por invasión
TV 5	Propia, totalmente pagada

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la resiliencia social – tenencia de vivienda

DESCRIPTOR	Alquilada	Pagándola a plazos	Cedida por el centro de trabajo	Propia por invasión	Propia, totalmente pagada
Alquilada	<b>1.00</b>	4.00	6.00	8.00	9.00
Pagándola a plazos	0.25	<b>1.00</b>	4.00	6.00	8.00
Cedida por el centro de trabajo	0.17	0.25	<b>1.00</b>	2.00	3.00
Propia por invasión	0.13	0.17	0.50	<b>1.00</b>	2.00
Propia, totalmente pagada	0.11	0.13	0.33	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	1.65	5.54	11.83	17.50	23.00
1/SUMA	0.61	0.18	0.08	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la resiliencia social – tenencia de vivienda

DESCRIPTOR	Alquilada	Pagándola a plazos	Cedida por el centro de trabajo	Propia por invasión	Propia, totalmente pagada	Vector de Priorización
Alquilada	0.605	0.722	0.507	0.457	0.391	<b>0.536</b>
Pagándola a plazos	0.151	0.180	0.338	0.343	0.348	<b>0.272</b>
Cedida por el centro de trabajo	0.101	0.045	0.085	0.114	0.130	<b>0.095</b>
Propia por invasión	0.076	0.030	0.042	0.057	0.087	<b>0.058</b>
Propia, totalmente pagada	0.067	0.023	0.028	0.029	0.043	<b>0.038</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la resiliencia social – tenencia de vivienda

<b>IC</b>	0.0368
<b>RC</b>	0.0330

**Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad Económica**

**Tabla:** Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad económica

EXPOSICION ECONOMICA		FRAGILIDAD ECONOMICA		RESILIENCIA ECONOMICA		VALOR VULNERABILIDAD
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.487	0.54	0.445	0.30	0.508	0.16	<b>0.478</b>
0.290		0.308		0.263		<b>0.291</b>
0.120		0.137		0.128		<b>0.126</b>
0.064		0.073		0.065		<b>0.067</b>
0.038		0.037		0.036		<b>0.038</b>

Fuente: Elaboración propia

## ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la dimensión ambiental

MAGNITUD	EXPOCION AMBIENTAL	FRAGILIDAD AMBIENTAL	RESILIENCIA AMBIENTAL
EXPOCION AMBIENTAL	1.00	2.00	3.00
FRAGILIDAD AMBIENTAL	0.50	1.00	2.00
RESILIENCIA AMBIENTAL	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la dimensión ambiental

MAGNITUD	EXPOCION AMBIENTAL	FRAGILIDAD AMBIENTAL	RESILIENCIA AMBIENTAL	Vector de Priorización
EXPOCION AMBIENTAL	0.545	0.571	0.500	0.539
FRAGILIDAD AMBIENTAL	0.273	0.286	0.333	0.297
RESILIENCIA AMBIENTAL	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la dimensión ambiental

IC	0.0046
RC	0.0088

## ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de parámetro de evaluación exposición ambiental

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACION
DISPOSICION DE RR.SS.	0.50
DISPOSICIÓN DE EXCRETAS	0.50

Fuente: Elaboración propia

### a) Disposición de RR.SS.

**Tabla:** Descriptores disposición de RR.SS.

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
D 1	Desechar en quebradas
D 2	Quema de RR.SS.
D 3	Desechar en vías
D 4	Desechar en botadero
D 5	Carro recolector

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la exposición ambiental – disposición de RR.SS.

DESCRIPTOR	Desechar en quebradas	Quema de RR.SS.	Desechar en vías	Desechar en botadero	Carro recolector
Desechar en quebradas	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Quema de RR.SS.	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Desechar en vías	0.25	0.33	1.00	2.00	5.00
Desechar en botadero	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Carro recolector	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.11	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la exposición ambiental – disposición de RR.SS.

DESCRIPTOR	Desechar en quebradas	Quema de RR.SS.	Desechar en vías	Desechar en botadero	Carro recolector	Vector de Priorización
Desechar en quebradas	0.499	0.544	0.460	0.457	0.360	0.464
Quema de RR.SS.	0.250	0.272	0.345	0.326	0.280	0.294
Desechar en vías	0.125	0.091	0.115	0.130	0.200	0.132
Desechar en botadero	0.071	0.054	0.057	0.065	0.120	0.074
Carro recolector	0.055	0.039	0.023	0.022	0.040	0.036

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la exposición ambiental – disposición de RR.SS.

IC	0.0060
RC	0.0054

### b) Disposición de excretas

**Tabla:** Descriptores disposición de excretas

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
DE 1	Sin servicio higiénico
DE 2	Letrina con arrastre sin tratamiento
DE 3	Letrina pozo seco
DE 4	Con unidad básica
DE 5	Con instalación sanitaria

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la exposición ambiental – disposición de excretas

DESCRIPTOR	Sin servicio higiénico	Letrina con arrastre sin tratamiento	Letrina pozo seco	Con unidad básica	Con instalación sanitaria
Sin servicio higiénico	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Letrina con arrastre sin tratamiento	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Letrina pozo seco	0.25	0.33	1.00	2.00	5.00
Con unidad básica	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Con instalación sanitaria	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.11	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la exposición ambiental – disposición de excretas

DESCRIPTOR	Sin servicio higiénico	Letrina con arrastre sin tratamiento	Letrina pozo seco	Con unidad básica	Con instalación sanitaria	Vector de Priorización
Sin servicio higiénico	0.499	0.544	0.460	0.457	0.360	0.464
Letrina con arrastre sin tratamiento	0.250	0.272	0.345	0.326	0.280	0.294
Letrina pozo seco	0.125	0.091	0.115	0.130	0.200	0.132
Con unidad básica	0.071	0.054	0.057	0.065	0.120	0.074
Con instalación sanitaria	0.055	0.039	0.023	0.022	0.040	0.036

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la exposición ambiental – disposición de RR.SS.

IC	0.0060
RC	0.0054

## ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL

**Tabla:** Descriptores del parámetro de evaluación fragilidad ambiental

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
FA 1	Capacidad de uso mayor del suelo
FA 2	Fisiografía
FA 3	Cobertura vegetal

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de parámetro de evaluación fragilidad ambiental

PARAMETRO	Capacidad de uso mayor del suelo	Fisiografía	Cobertura vegetal
Capacidad de uso mayor del suelo	1.00	2.00	4.00
Fisiografía	0.50	1.00	3.00
Cobertura vegetal	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de parámetro de evaluación fragilidad ambiental

PARAMETRO	Capacidad de uso mayor del suelo	Fisiografía	Cobertura vegetal	Vector de Priorización
Capacidad de uso mayor del suelo	0.571	0.600	0.500	0.557
Fisiografía	0.286	0.300	0.375	0.320
Cobertura vegetal	0.143	0.100	0.125	0.123

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de parámetro de evaluación fragilidad ambiental

IC	0.0092
RC	0.0175

**a) Capacidad de uso mayor del suelo**

**Tabla:** Descriptores capacidad de uso mayor del suelo

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
CUMS 1	Cultivos en limpio
CUMS2	Cultivos permanentes
CUMS 3	Pasturas
CUMS4	Producción forestal
CUMS 5	Tierras de protección

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la fragilidad ambiental – capacidad de uso mayor del suelo

DESCRIPTOR	Cultivos en limpio				
Cultivos en limpio	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Cultivos permanentes	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Pasturas	0.25	0.33	1.00	2.00	5.00
Producción forestal	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
Tierras de protección	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.11	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la fragilidad ambiental – capacidad de uso mayor del suelo

DESCRIPTOR	Cultivos en limpio	Vector de Priorización				
Cultivos en limpio	0.499	0.544	0.460	0.457	0.360	0.464
Cultivos permanentes	0.250	0.272	0.345	0.326	0.280	0.294
Pasturas	0.125	0.091	0.115	0.130	0.200	0.132
Producción forestal	0.071	0.054	0.057	0.065	0.120	0.074
Tierras de protección	0.055	0.039	0.023	0.022	0.040	0.036

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la fragilidad ambiental – capacidad de uso mayor del suelo

IC	0.0060
RC	0.0054

## b) Fisiografía

**Tabla:** Descriptores fisiografía

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
F 1	Ladera escarpada
F 2	Ladera Empinada
F 3	Lecho de Quebrada
F 4	Ladera Moderadamente Empinada
F 5	Altiplanicie y/o Plataforma

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la fragilidad ambiental – fisiografía

DESCRIPTOR	Ladera escarpada	Ladera Empinada	Lecho de Quebrada	Ladera Moderadamente Empinada	Altiplanicie y/o Plataforma
Ladera escarpada	<b>1.00</b>	2.00	3.00	5.00	9.00
Ladera Empinada	0.50	<b>1.00</b>	2.00	5.00	7.00
Lecho de Quebrada	0.33	0.50	<b>1.00</b>	4.00	6.00
Ladera Moderadamente Empinada	0.20	0.20	0.25	<b>1.00</b>	3.00
Altiplanicie y/o Plataforma	0.11	0.14	0.17	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	2.14	3.84	6.42	15.33	26.00
1/SUMA	0.47	0.26	0.16	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la fragilidad ambiental – fisiografía

DESCRIPTOR	Ladera escarpada	Ladera Empinada	Lecho de Quebrada	Ladera Moderadamente Empinada	Altiplanicie y/o Plataforma	Vector de Priorización
Ladera escarpada	0.466	0.520	0.468	0.326	0.346	<b>0.425</b>
Ladera Empinada	0.233	0.260	0.312	0.326	0.269	<b>0.280</b>
Lecho de Quebrada	0.155	0.130	0.156	0.261	0.231	<b>0.187</b>
Ladera Moderadamente Empinada	0.093	0.052	0.039	0.065	0.115	<b>0.073</b>
Altiplanicie y/o Plataforma	0.052	0.037	0.026	0.022	0.038	<b>0.035</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la fragilidad ambiental – fisiografía

<b>IC</b>	0.0135
<b>RC</b>	0.0121

### c) Cobertura vegetal

**Tabla:** Descriptores cobertura vegetal

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
CV 1	Escasa cobertura
CV 2	Arborea
CV 3	Vía y área urbana
CV 4	Herbazal y Pastizal
CV 5	Matorral

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la fragilidad ambiental – cobertura vegetal

DESCRIPTOR	Escasa cobertura	Arborea	Vía y área urbana	Herbazal y Pastizal	Matorral
Escasa cobertura	<b>1.00</b>	2.00	3.00	5.00	7.00
Arborea	0.50	<b>1.00</b>	2.00	3.00	5.00
Vía y área urbana	0.33	0.50	<b>1.00</b>	3.00	5.00
Herbazal y Pastizal	0.20	0.33	0.33	<b>1.00</b>	3.00
Matorral	0.14	0.20	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	2.18	4.03	6.53	12.33	21.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la fragilidad ambiental – cobertura vegetal

DESCRIPTOR	Escasa cobertura	Arborea	Vía y área urbana	Herbazal y Pastizal	Matorral	Vector de Priorización
Escasa cobertura	<b>0.460</b>	0.496	0.459	0.405	0.333	<b>0.431</b>
Arborea	0.230	<b>0.248</b>	0.306	0.243	0.238	<b>0.253</b>
Vía y área urbana	0.153	0.124	<b>0.153</b>	0.243	0.238	<b>0.182</b>
Herbazal y Pastizal	0.092	0.083	0.051	<b>0.081</b>	0.143	<b>0.090</b>
Matorral	0.066	0.050	0.031	0.027	<b>0.048</b>	<b>0.044</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la fragilidad ambiental – cobertura vegetal

<b>IC</b>	0.0094
<b>RC</b>	0.0085

## ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA AMBIENTAL

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de parámetro de evaluación resiliencia ambiental

PARAMETRO	VECTOR PRIORIZACION
<b>MANEJO DE RR.SS.</b>	<b>0.50</b>
<b>CONSERVACION DE AREAS VERDES</b>	<b>0.50</b>

Fuente: Elaboración propia

a) Manejo de residuos solidos

Tabla: Descriptores manejo de residuos solidos

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
MRS 1	Sin manejo
MRS 2	Deposita en un solo embace
MRS 3	Selecciona orgánico inorgánico
MRS 4	Reusó y compostaje
MRS 5	Clasificación de material

Fuente: Elaboración propia

Tabla: Matriz de comparación de pares de la resiliencia ambiental – manejo de residuos solidos

DESCRIPTOR	Sin manejo	Deposita en un solo embace	Selecciona orgánico inorgánico	Reusó y compostaje	Clasificación de material
Sin manejo	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Deposita en un solo embace	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Selecciona orgánico inorgánico	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
Reusó y compostaje	0.20	0.33	0.33	1.00	3.00
Clasificación de material	0.14	0.20	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.53	12.33	21.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla: Matriz de normalización de pares de la resiliencia ambiental – manejo de residuos solidos

DESCRIPTOR	Sin manejo	Deposita en un solo embace	Selecciona orgánico inorgánico	Reusó y compostaje	Clasificación de material	Vector de Priorización
Sin manejo	0.460	0.496	0.459	0.405	0.333	0.431
Deposita en un solo embace	0.230	0.248	0.306	0.243	0.238	0.253
Selecciona orgánico inorgánico	0.153	0.124	0.153	0.243	0.238	0.182
Reusó y compostaje	0.092	0.083	0.051	0.081	0.143	0.090
Clasificación de material	0.066	0.050	0.031	0.027	0.048	0.044

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la resiliencia ambiental – manejo de residuos solidos

IC	0.0094
RC	0.0085

**b) Conservación de áreas verdes**

**Tabla:** Descriptores conservación de áreas verdes

DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
CAV 1	Degrada el suelo
CAV 2	Conserva el suelo
CAV 3	Ornamentación y jardín
CAV 4	Revegetación y reforestación
CAV 5	Conserva especies nativas

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de comparación de pares de la resiliencia ambiental – conservación de áreas verdes

DESCRIPTOR	Degrada el suelo	Conserva el suelo	Ornamentación y jardín	Revegetación y reforestación	Conserva especies nativas
Degrada el suelo	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
Conserva el suelo	0.33	<b>1.00</b>	2.00	4.00	7.00
Ornamentación y jardín	0.20	0.50	<b>1.00</b>	3.00	5.00
Revegetación y reforestación	0.14	0.25	0.33	<b>1.00</b>	3.00
Conserva especies nativas	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.89	8.53	15.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.20	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla:** Matriz de normalización de pares de la resiliencia ambiental – conservación de áreas verdes

DESCRIPTOR	Degrada el suelo	Conserva el suelo	Ornamentación y jardín	Revegetación y reforestación	Conserva especies nativas	Vector de Priorización
Degrada el suelo	0.560	0.613	0.586	0.457	0.360	<b>0.515</b>
Conserva el suelo	0.187	0.204	0.234	0.261	0.280	<b>0.233</b>
Ornamentación y jardín	0.112	0.102	0.117	0.196	0.200	<b>0.145</b>
Revegetación y reforestación	0.080	0.051	0.039	0.065	0.120	<b>0.071</b>
Conserva especies nativas	0.062	0.029	0.023	0.022	0.040	<b>0.035</b>

Fuente: Elaboración propia

Índice de Consistencia y Relación de Consistencia de la resiliencia ambiental – conservación de áreas verdes

<b>IC</b>	0.0195
<b>RC</b>	0.0175

## Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad Ambiental

**Tabla:** Cálculo y ponderación de pesos de todos los descriptores de la vulnerabilidad ambiental

EXPOSICION AMBIENTAL		FRAGILIDAD AMBIENTAL		RESILIENCIA AMBIENTAL		VALOR VULNERABILIDAD
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.464	0.54	0.447	0.30	0.464	0.16	<b>0.459</b>
0.294		0.285		0.245		<b>0.284</b>
0.132		0.156		0.168		<b>0.145</b>
0.074		0.075		0.082		<b>0.076</b>
0.036		0.037		0.041		<b>0.037</b>

Fuente: Elaboración propia

**ENCUESTA PARA TESIS EVALUACIÓN DE RIESGO ORIGINADO POR DESLIZAMIENTO EN LA QUEBRADA YANAMAYO EN EL DISTRITO URCOS – QUISPICANCHIS – CUSCO - 2022**

Nombre y DNI:.....N° de lote:.....

<p>1. Cuantas personas viven en la familia: (indicar la cantidad de personas)                  De 0 a 5 años <input type="checkbox"/> De 6-12años <input type="checkbox"/> De 13a18años <input type="checkbox"/> De 19 a 30 años <input type="checkbox"/> De 31 a 50años <input type="checkbox"/>                  Mayores de 65años <input type="checkbox"/> de 50 a 65años <input type="checkbox"/></p>
<p>2. ¿Existen personas con discapacidad?:                  Mental o intelectual.....<input type="checkbox"/> Visual.....<input type="checkbox"/> Para usar brazo.....<input type="checkbox"/> Para oír y/o hablar.....<input type="checkbox"/> No tiene.....<input type="checkbox"/>                  y/o piernas <input type="checkbox"/></p>
<p>3. En que condición esta su vivienda en la urbanidad:                  es una invasión <input type="checkbox"/> vivienda ocupada por parte de <input type="checkbox"/> vivienda asentada como <input type="checkbox"/>                  una organización comunal <input type="checkbox"/> parte de la ocupación periférica <input type="checkbox"/>                  se encuentra dentro del <input type="checkbox"/> su vivienda es parte <input type="checkbox"/>                  proyecto del plan urbanístico <input type="checkbox"/> de la habilitación urbana <input type="checkbox"/></p>
<p>4. El nivel Educativo de la familia es:                  Ningún nivel y/o inicial.....<input type="checkbox"/> Primaria.....<input type="checkbox"/> Secundaria.....<input type="checkbox"/> Superior no universitario.....<input type="checkbox"/> Superior universitario.....<input type="checkbox"/></p>
<p>5. Tienen conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres:                  Desconocimiento <input type="checkbox"/> Conocimiento erróneo <input type="checkbox"/> Regular conocimiento <input type="checkbox"/> Conocimiento sin interés <input type="checkbox"/> Con conocimiento <input type="checkbox"/></p>
<p>6. Organización social:                  Muy Baja / nunca <input type="checkbox"/> Baja / casi nunca <input type="checkbox"/> Media / a veces <input type="checkbox"/> Alta / casi siempre <input type="checkbox"/> Muy Alta / siempre <input type="checkbox"/></p>
<p>7. Tiene acceso a los servicios de agua potable:                  No tiene <input type="checkbox"/> río, manante <input type="checkbox"/> camión - cisterna <input type="checkbox"/> Pílon común <input type="checkbox"/> red publica <input type="checkbox"/></p>
<p>8. Tiene acceso a los servicios de Alcantarillado:                  No tiene <input type="checkbox"/> Acequia, Canal <input type="checkbox"/> Letrina, pozo ciego <input type="checkbox"/> Pozo séptico <input type="checkbox"/> red pública <input type="checkbox"/></p>
<p>9. Tiene acceso a los servicios de energía eléctrica:                  No tiene <input type="checkbox"/> vela/ lámpara <input type="checkbox"/> panel solar <input type="checkbox"/> generador <input type="checkbox"/> red pública <input type="checkbox"/></p>
<p>10. Que material de construcción de la edificación predomina:                  Ladrillo con cemento <input type="checkbox"/>.....años Adobe <input type="checkbox"/>.....años Madera <input type="checkbox"/>.....años Quincha <input type="checkbox"/>.....años otro <input type="checkbox"/>.....años</p>
<p>11. Estado de conservación de la vivienda:                  Muy malo <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Muy Bueno <input type="checkbox"/></p>
<p>12. Elevación de edificación:                  ≥5 Pisos. <input type="checkbox"/> 4 pisos <input type="checkbox"/> 3 pisos <input type="checkbox"/> 2 pisos <input type="checkbox"/> 1 piso <input type="checkbox"/></p>
<p>13. Cuál es su Ingreso familiar promedio mensual (nuevos soles):                  &gt; 3500 <input type="checkbox"/> &lt;2500-&lt;= 3500 <input type="checkbox"/> &lt;1500-&lt;=2500 <input type="checkbox"/> &gt;930-&lt;=1500 <input type="checkbox"/> Menor al sueldo mínimo <input type="checkbox"/></p>
<p>14. Qué tipo de seguro tiene                  Sin seguro <input type="checkbox"/> SIS <input type="checkbox"/> FUERZAS ARMADAS <input type="checkbox"/> ESSALUD <input type="checkbox"/> Privado <input type="checkbox"/></p>
<p>15. Régimen de tenencia de la vivienda:                  Propia, totalmente pagada <input type="checkbox"/> Propia por invasión <input type="checkbox"/> Cedida por el centro <input type="checkbox"/> Pagándola a Plazos <input type="checkbox"/> Alquilada <input type="checkbox"/>                  de trabajo y/u otro <input type="checkbox"/></p>
<p>16. Disposición de RRSS:                  Desechar en quebradas <input type="checkbox"/> Desechar en vías y calles <input type="checkbox"/> Desechar en botaderos <input type="checkbox"/> Carro recolector <input type="checkbox"/> Carro recolector en forma <input type="checkbox"/>                  y cauces <input type="checkbox"/> segregada <input type="checkbox"/></p>
<p>17. Disposición de Excretas:                  Sin servicio higienico <input type="checkbox"/> Con letrina y arrastre <input type="checkbox"/> Con letrina tipo pozo seco <input type="checkbox"/> Con Unidad básica <input type="checkbox"/> Con instalación <input type="checkbox"/>                  hidráulico <input type="checkbox"/> de tratamiento <input type="checkbox"/> sanitaria conectada a la red <input type="checkbox"/></p>
<p>18. Conocimiento en temas de Conservación Ambiental:                  Ninguna <input type="checkbox"/> Por otras personas <input type="checkbox"/> Por medios de comunicación <input type="checkbox"/> Por medios de <input type="checkbox"/> Sensibilización por <input type="checkbox"/>                  Radio-TV <input type="checkbox"/> comunicación de Internet <input type="checkbox"/> Instituciones <input type="checkbox"/></p>
<p>19. Manejo Familiar de Residuos sólidos:                  Sin manejo <input type="checkbox"/> Deposita en un solo embace <input type="checkbox"/> Selecciona orgánico <input type="checkbox"/> Reúsa y compostaje <input type="checkbox"/> Clasificación por material <input type="checkbox"/>                  e inorgánico <input type="checkbox"/></p>
<p>20. Conservación y protección de áreas verdes:                  Degrada el suelo <input type="checkbox"/> Conserva el suelo <input type="checkbox"/> Ornamentación y <input type="checkbox"/> Revegetación y Reforestación <input type="checkbox"/> Conservación de <input type="checkbox"/>                  jardinería <input type="checkbox"/> especies nativas <input type="checkbox"/></p>

**CUADRO DE OPERACIÓN DE VARIABLES**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>FACTOR DE RIESGO</b>	Evaluar el nivel de riesgo presente en la quebrada Yanamayo	Vulnerabilidad Capacidad de respuesta Frecuencia de desastre Exposición Infraestructura de viviendas	Dimensión física Dimensión ambiental Dimensión económica Dimensión institucional	Análisis de datos meteorológicos y geológicos Mapas de riesgos y censos de población
<b>FACTOR DE DESLIZAMIENTO</b>	Analizar el comportamiento del deslizamiento en la quebrada Yanamayo	Pendiente Uso del suelo Tipo de suelo Precipitación Cobertura vegetal Actividad sísmica Drenaje superficial Intervención humana	Topografía Geología Hidrología Vegetación Condiciones meteorológicas Uso de suelo Demografía	Datos meteorológicos Imágenes satelitales Análisis de muestras de suelos Reporte de campo Registros sísmológicos

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Responsables del Proyecto:** Huamani Huanaco, Marcelino Alan

**Título de la Tesis:** "EVALUACIÓN DE RIESGO ORIGINADOS POR DESLIZAMIENTOS EN LA QUEBRADA YANAMAYO EN EL DISTRITO URCOS – QUISPICANCHIS – CUSCO – 2022"

POI	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA	IDENTIFICACION DE VARIABLES	INDICADORES	Población y Muestra	RECURSOS				
<b>Planteamiento General del problema</b>	<b>objetivo general</b>	<b>Hipotesis general</b>	<b>Tipo de investigacion</b>	<b>Variables Dependientes</b>	<b>Dependientes</b>	<b>Poblacion</b>	<b>Recursos Humanos</b>				
¿Cuál es el nivel de riesgo originado por deslizamientos en la quebrada de Yanamayo, distrito de Urcos, provincia de Quispicanchis, Región Cusco?	Determinar el nivel de riesgo originado por deslizamientos en la quebrada de Yanamayo, distrito de Urcos, provincia de Quispicanchis, Región Cusco.	Existe un nivel de riesgo geológico alto originado por deslizamientos en la quebrada de Yanamayo, distrito de Urcos, provincia de Quispicanchis, región Cusco.	Descriptivo-analítico-explicativo	Evaluación del nivel de riesgo originado por deslizamientos en la quebrada de Yanamayo, distrito de Urcos, provincia de Quispicanchis, Región Cusco	Geomorfología, Litología, Cobertura vegetal, Erosión, Pendientes altas a moderadas y Precipitación Pluvial Fragilidad, resiliencia y exposición en las dimensiones social, económica y ambiental (física)	Realizar la evaluación del riesgo de desastre en la quebrada de Yanamayo, distrito de Urcos, provincia de Quispicanchis, Región Cusco	1 personas				
			<b>Metodos</b>				<b>Recursos Economicos:</b>				
			Logico deductivo				<b>Descripción:</b>	<b>Parcial</b>			
			<b>Tecnicas</b>				mano de obra	S/520.00			
			documentos.- escritos, orales (opiniones), graficos estadísticos, mapas.				materiales	S/985.00			
			<b>Observacion y medicion directa</b>				servicios de terceros	S/5,250.00			
			Instrumentos.- brujula, GPS, picota, lupa acido clorhidrico, camara, Software GIS. etc.				alquiler de equipos	S/1,400.00			
							Ensayos	S/3,560.00			
							viaticos	S/1,150.00			
							<b>Total</b>	<b>S/12,865.00</b>			
<b>Instrumentos</b>		picotas, gps, brujulas, lupas, escalímetros, planos, colores, lapices, hojas milimetradas, tubos,PDL,pizarras,plumones,camara,acido clorhidrico, etc.									
<b>Planteamientos Especificos del problema</b>	<b>objetivo específico</b>	<b>Hipotesis específicos</b>	<b>IDENTIFICACION DE VARIABLES</b>	<b>Variables Independientes</b>	<b>Independientes</b>	<b>Muestra</b>	<b>CRONOGRAMA</b>				
¿Cuáles es el nivel de peligrosidad originado por deslizamientos en la quebrada de Yanamayo?	Identificar y determinar los niveles de peligro originado por deslizamientos en la quebrada de Yanamayo.	Existe un nivel de peligro geológico alto originado por deslizamientos en la quebrada de Yanamayo, determinada por los factores condicionantes como la geomorfología, pendientes, litología, hidrogeología y uso actual de suelos.	<b>Variables Dependientes</b>	Necesidad de conocimiento de la poblacion frente al riesgo originado por deslizamientos en la quebrada de Yanamayo, distrito de Urcos, provincia de Quispicanchis, Región Cusco.	Geomorfología, Litología, Cobertura vegetal, Erosión, Pendientes altas a moderadas y precipitación pluvial.	Realizar la evaluación del riesgo de desastre en la quebrada de Yanamayo, distrito de Urcos, provincia de Quispicanchis, Región Cusco	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>
			Evaluacion de riesgo.				Identificación de tema de investigación	X			
			Revisión bibliográfica					X			
¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad geológico originado por deslizamientos en la quebrada de Yanamayo?	Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad originado por deslizamientos en la quebrada de Yanamayo.	Existe un nivel de vulnerabilidad geológico alto originado por deslizamientos en la quebrada de Yanamayo, determinada por la fragilidad, resiliencia y exposición en las dimensiones social, económica y ambiental (física).	<b>Variables Independientes</b>	Subvariables Independientes	- falta de cultura - falta de conciencia - incumplimiento de la normatividad la construccion de viviendas en zonas de riesgo		Salidas de campo			X	
			Deslizaminetos				Elaboración de marco teórico			X	
							Clasificación, procesamiento y análisis de datos				X
							Redacción del informe final e impresión				X