

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



TESIS

**“EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO ORIGINADO POR FLUJO DE
DETRITOS DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO DEL
DISTRITO DE QUELLOUNO, PROVINCIA DE LA CONVENCION –
CUSCO - 2019”**

PRESENTADO POR:

- BR. NAYSHIA MARINA PEÑA LAYME

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEOLOGO**

ASESOR:

Mg. JOSE DIONICIO CARDENAS ROQUE

CUSCO – PERU

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

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

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del centro poblado de Puente Santiago del distrito de Quellbuna, provincia de la Convención - Cusco - 2019 presentado por: Nayshia Marina Peña Layme con DNI Nro.: 75853344 presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Geólogo

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 9%.

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, 10 de Julio de 20 23


.....
Firma

Post firma J. P. CARDENAS ROQUE

Nro. de DNI 23873585

ORCID del Asesor 0000-0002-5261-419X

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: 27259:245285324

NOMBRE DEL TRABAJO

**Evaluacion de riesgos por flujo de detrito
s pte Santiago.pdf**

AUTOR

Nayshia Marina Peña Layme

RECUENTO DE PALABRAS

36892 Words

RECUENTO DE CARACTERES

214287 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

169 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.2MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 10, 2023 11:41 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 10, 2023 11:43 AM GMT-5**● 9% de similitud general**

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

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 9 palabras)

DEDICATORIA

Nayshia

Lleno de regocijo de amor y esperanza, dedico este trabajo de investigación a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis padres Jorge Peña Alarcon y Marina Layme Escobar porque ellos son la motivación de mi vida mi orgullo de ser lo que seré.

A mi hermana Ángeles Maryori, porque ella es la razón por sentirme orgullosa de culmina mi meta, gracias a ella por confiar en mí.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confía en mí, a mis tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por darnos la vida, a la salud e iluminar mi conocimiento y darme la fuerza que necesitaba para poder culminar con la elaboración mi proyecto de investigación.

A mi querida Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco quien me acogió y me encamino hacia el mundo profesional donde me brindaran nuevos conocimientos y experiencias.

A mi familia, por el apoyo y amor incondicional, por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A mi tutor Mgt, José Dionicio Cárdenas Roque por su paciencia, el ánimo que me brindo y por su atenta colaboración en este trabajo, por sus comentarios en todo el proceso de elaboración de este proyecto y sus acertadas correcciones.

A la Municipalidad distrital de Quellouno, por la facilidad y acceso a la información y a los diferentes Ingenieros y Arquitectos quienes me guiaron en el desarrollo de mi trabajo.

Mis palabras no bastan para agradecer su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles; esperando no defraudarlos y contra siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Finalmente, gracias a mis compañeros y amigos por haberme permitido convivir dentro y fuera del salón de clases durante todos estos años.

Nayshia

RESUMEN

La quebrada del río Santa Rosa se encuentra ubicada al sur este del centro poblado de Quellouno, este río se origina con la confluencia de las quebradas de los sectores de Santa Rosa, Cielo Punku, Carmen Alto y Marcupata y llega así hasta el centro poblado de Puente Santiago, llegando hasta la desembocadura el río Yanatile. Esta quebrada presenta actividades geodinámicas muy altas formando así el abanico aluvial sobre el cual se asienta el centro poblado de Puente Santiago, actualmente la quebrada sigue activa geodinamicamente presentando así deslizamientos a lo largo de la quebrada Santa Rosa, los cuales pueden colapsar ya sea por intensas precipitaciones o movimientos sísmicos, represando las aguas de la quebrada de Santa Rosa, las cuales al desembalsar violentamente originarían nuevos eventos de flujos de detritos (Huaycos), afectando directamente al centro poblado de Puente Santiago.

En vista de esta problemática, se vio por conveniente utilizar el software IBER, ya que en estudios anteriores muestra una gran eficiencia en la generación de mapas para caudales máximos. Para una correcta investigación se contó con datos de la Municipalidad distrital de Quellouno (Área Técnica Municipal), topografía a detalle, parámetros hidrológicos (precipitación máxima (SENAMHI), “n” de Manning, etc.).

Los resultados que proporciona el software IBER, apoyaron con importantes mapas, velocidad de Flujo, alturas de Inundación y mapas para diferentes tiempos de retorno.

Se han generado dos escenarios de simulación, con hidrogramas líquidos con caudales pico de $34.44 \text{ m}^3/\text{s}$ y $40.41 \text{ m}^3/\text{s}$ para los tiempos de retorno de 50 y 100 años respectivamente.

Obteniéndose como resultados finales, los volúmenes totales (agua + sedimentos) para cada escenario simulado, siendo $40.52 \text{ m}^3/\text{s}$ y $47.55 \text{ m}^3/\text{s}$, para los escenarios simulado con tiempos de retorno de 50 y 100 años respectivamente.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Con los mapas obtenidos de la simulación (velocidad y altura de flujo), siguiendo el manual para evaluación de riesgos (CENEPRED) se procedió a realizar la intercepción de los parámetros para así obtener zonas de peligro, vulnerabilidad y riesgo, teniendo así mapas con coloraciones según los estándares internacionales, el color rojo para peligro, Vulnerabilidad y Riesgo MUY ALTO, el color anaranjado para zonas de categoría ALTO, el color amarillo para zonas de categoría MEDIO y el color verde para zonas de categoría BAJO.

De la generación de estos mapas se procedió a clasificar el nivel de peligro, vulnerabilidad y riesgo para el centro poblado de Puente Santiago.

Palabras clave: Riesgo, Vulnerabilidad, Peligro, Flujo de detritos, Quellouno.

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO I GENERALIDADES	3
1.1. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	3
1.1.1. PROBLEMA.....	3
1.1.2. HIPOTESIS	4
1.1.3. JUSTIFICACION	4
1.1.4. OBJETIVOS	5
1.1.5. VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES.....	5
1.1.6. METODOLOGIA DE TRABAJO	6
1.2. UBICACIÓN	7
1.2.1. UBICACIÓN POLITICA	7
1.2.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA	8
1.3. ACCESIBILIDAD.....	8
CAPITULO II MARCO TEORICO	11
2.1. ANTECEDENTES.....	11
2.2. BASES TEORICAS	12
GEODINAMICA EXTERNA.....	12
FLUJO DE DETRITOS.....	12
DESASTRES	18
RIESGO	19
AMENAZA	22
VULNERABILIDAD	22
ArcGIS	28
CAPITULO III CARATERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO.....	30
3.1. CARACTERISTICAS SOCIECONOMICAS	30
3.1.1. CARACTERISTICAS SOCIALES.....	30
3.1.2. CARACTERISTICAS ECONOMICAS.....	36
CAPITULO IV CARACTERISTICAS FISICAS.....	37
4.1. ASPECTOS GEOLOGICOS	37
4.1.1. GEOLOGIA REGIONAL.....	37
4.1.2. GEOLOGIA DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA	39
4.1.3. GEOLOGIA LOCAL – SIMULACION.....	43
4.2. GEOMORFOLOGIA	48
4.2.1. GRAN AMBIENTE GEOMORFOLOGICO	48
4.2.2. AMBIENTE GEOMORFOLOGICO.....	48
4.2.3. GEOMORFOLOGIA REGIONAL	51
4.2.4. GEOMORFOLOGIA LOCAL.....	54

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

4.3.	PENDIENTES.....	58
4.4.	GEODINAMICA.....	61
4.4.1.	MOVIMIENTOS EN MASA EN LA QUEBRADA SANTA ROSA	61
CAPITULO V HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA		63
5.1.	HIDROLOGIA.....	63
5.1.1.	ASPECTOS CLIMATICOS DEL AREA	63
	DETERMINACION DE CAUDALES MAXIMOS	67
5.2.	HIDROGRAFIA.....	75
5.3.	HIDROGEOLOGIA	79
5.3.1.	Introducción.....	79
5.3.2.	Origen de las Aguas Subterráneas	81
5.3.3.	Parámetros hidrogeológicos.....	82
CAPITULO VI DETERMINACION DEL PELIGRO.....		85
6.1.	METODOLOGIA.....	85
6.2.	RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION.....	85
6.3.	IDENTIFICACION DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR	86
6.4.	SIMULACION POR FLUJO DE DETRITOS	88
6.4.1.	ESTIMACION DE CAUDALES POR FLUJOS HIPERCONCENTRADOS	88
6.4.2.	SIMULACION POR FLUJO DE DETRITOS – CCPP PUENTE SANTIAGO	89
a)	Obtención de la Topografía de partida	89
b)	Obtención de la malla	89
c)	Asignación de coeficientes de Manning.....	90
d)	Condiciones de contorno	90
e)	Condición de contorno de salida	91
f)	Condición inicial	91
g)	Resultados	91
h)	Calibración.....	91
6.5.	PARAMETROS DE EVALUACION DEL FENOMENO.....	92
6.5.1.	PONDERACION DE LOS PARAMETROS GENERALES DEL FLUJO DE DETRITOS	92
6.5.2.	SUCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO	94
6.6.	ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS	100
6.7.	DEFINICION DE ESCENARIOS.....	103
6.7.1.	DEFINICION Y ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE PELIGRO	103
6.7.2.	ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	104
6.8.	MAPA DE PELIGROSIDAD	104
CAPITULO VII ANALISIS DE VULNERABILIDAD		106
7.1.	METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE VULNERABILIDAD	106
7.2.	ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD	107
7.2.1.	ANALISIS DE LA DIMENSION SOCIAL	107
7.2.2.	ANALISIS DE LA DIMENSION ECONOMICA.....	119

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

7.2.3. ANALISIS DE LA DIMENSION AMBIENTAL	127
7.3. JERARQUIZACION DE LA VULNERABILIDAD.....	134
7.4. ESTRATIFICACION DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD	135
7.5. MAPAS DE VULNERABILIDAD	136
<i>CAPITULO VIII CALCULO DE RIESGOS.....</i>	<i>138</i>
8.1. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE RIESGO	138
8.2. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DE LOS NIVELES DE RIESGO	138
8.2.1. ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS	139
8.3. MAPA DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS.....	141
<i>CAPITULO IX CONTROL DE RIESGOS</i>	<i>143</i>
9.1. ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DE RIESGOS.....	143
9.1.1. VALORACION DE LAS CONSECUENCIAS	143
9.1.2. VALORACION DE LA FECUENCIA DE RECURRENCIA.....	143
9.1.3. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ).....	144
9.1.4. MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIA Y DAÑO	144
9.1.5. ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA	145
9.2. MEDIDAS DE PREVENCION Y REDUCCION DE RIESGOS DE DESASTRES.....	146
9.2.1. MEDIDAS DE PREVENCION DE RIESGOS DE DESASTRES DE ORDEN ESTRUCTURAL.	146
9.2.2. MEDIDAS DE PREVENCION DE RIESGOS DE DESASTRES DE ORDEN NO ESTRUCTURAL.	149
<i>CONCLUSIONES.....</i>	<i>151</i>
<i>RECOMENDACIONES.....</i>	<i>153</i>
<i>BIBLIOGRAFIA.....</i>	<i>155</i>
<i>ANEXOS.....</i>	<i>158</i>

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: UBICACIÓN POLÍTICA DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO	7
TABLA 2: UBICACIÓN EN COORDENADAS UTM DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO.....	8
TABLA 3: UBICACIÓN EN COORDENADAS GEOGRÁFICAS, DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO	8
TABLA 4: ACCESOS AL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO.....	8
TABLA 5: OTROS DATOS DEL DISTRITO DE QUELLOUNO	8
TABLA 6: TIPOS DE MOVIMIENTOS EN MASAS	14
TABLA 7: VELOCIDADES DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA.....	14
TABLA 8: ESCALA DE VELOCIDAD PROPUESTA POR CRUDEN Y VARNES (1996). (ADAPTADA DE AGS, 2000, LEE Y JONES, 2004).....	16
TABLA 9: ESCALA DE INTENSIDAD DE DESLIZAMIENTOS PARA DIFERENTES PROCESOS- VELOCIDAD DEL DESLIZAMIENTO ESPERADA.....	17
TABLA 5: ESCALA DE NIVEL DE VULNERABILIDAD FÍSICA.....	23
TABLA 11: NIVEL DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA.....	24
TABLA 12: NIVEL DE VULNERABILIDAD SOCIAL.....	26
TABLA 13: MATRIZ DE PELIGRO Y VULNERABILIDAD	27
TABLA 14: CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN SEGÚN SEXO	30
TABLA 15: POBLACIÓN SEGÚN GRUPO DE EDADES	31
TABLA 16: MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES	32
TABLA 17: MATERIAL PREDOMINANTE DE LOS TECHOS	33
TABLA 18: TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	34
TABLA 19: VIVIENDAS CON SERVICIOS HIGIÉNICOS	34
TABLA 20: TIPO DE ALUMBRADO	35
TABLA 21: INSTITUCIONES EDUCATIVAS	35
TABLA 22: CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD GEOLÓGICAS.....	46
TABLA 23: CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD SEGÚN SU RANGO DE PENDIENTE	51
TABLA 24: CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD SEGÚN SU RANGO DE PENDIENTE	52
TABLA 25: CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD SEGÚN SU RANGO DE PENDIENTE	53
TABLA 26: CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD SEGÚN SU RANGO DE PENDIENTE	53
TABLA 27: CLASIFICACIÓN DE LA UNIDAD SEGÚN SU RANGO DE PENDIENTE	54
TABLA 28: CLASIFICACIÓN DE LAS PENDIENTES POR DESCRIPTOR	56
TABLA 29: CLASIFICACIÓN DE LAS PENDIENTES POR DESCRIPTOR PARA LA MICROCUENCA SANTA ROSA.....	58
TABLA 30: CLASIFICACIÓN DE LAS PENDIENTES POR DESCRIPTOR PARA LA SIMULACIÓN O ZONA DE ESTUDIO.....	59
TABLA 31: ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	63
TABLA 32: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL ESTACIÓN YANATILE (MM/MES)	64
TABLA 33: UMBRALES DE PRECIPITACIÓN PARA LA ESTACIÓN QUEBRADA.....	65
TABLA 34: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL ESTACIÓN YANATILE	65
TABLA 35: RESULTADOS – MÉTODO RACIONAL MODIFICADO $T_r=50$ AÑOS	70
TABLA 36: RESULTADOS – MÉTODO RACIONAL MODIFICADO $T_r=100$ AÑOS.	71
TABLA 37: CAUDALES DE FLUJO HIPERCONCENTRADO	74
TABLA 38: UBICACIÓN HIDROGRÁFICA DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA.....	77
TABLA 39: RELACIÓN DE MANANTES DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA.....	80
TABLA 40: TABLA CONVENCIONAL DE PERMEABILIDAD.....	83
TABLA 41: CUADRO DE VALORES DE PERMEABILIDAD DE TERRENOS NATURALES	83
TABLA 39: CONDICIONES DE CONTORNO	88
TABLA 43: USO DE SUELOS - MANNING.....	90
TABLA 44: PARÁMETROS GENERALES.....	92
TABLA 45: DESCRIPTORES DE VELOCIDAD DE FLUJO.....	92
TABLA 46: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE DESCRIPTORES DE VELOCIDAD DE FLUJO	92
TABLA 47: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE DESCRIPTORES DE VELOCIDAD DE FLUJO.....	93
TABLA 48: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE DESCRIPTORES DE VELOCIDAD DE FLUJO	93
TABLA 49: DESCRIPTORES DE ALTURA DE FLUJO	93
TABLA 50: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO DE ALTURA DE FLUJO.....	93

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

TABLA 51: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO DE ALTURA DE FLUJO	94
TABLA 52: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO DE ALTURA DE FLUJO	94
TABLA 53: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL FACTOR CONDICIONANTE	95
TABLA 54: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL FACTOR CONDICIONANTE	96
TABLA 55: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL FACTOR CONDICIONANTE	96
TABLA 56: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO UNIDAD GEOMORFOLÓGICA.....	96
TABLA 57: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	97
TABLA 58: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	97
TABLA 59: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO GEOLOGÍA	97
TABLA 60: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO GEOLOGÍA.....	98
TABLA 61: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO GEOLOGÍA.....	98
TABLA 62: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO PENDIENTE	98
TABLA 63: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO PENDIENTE.....	99
TABLA 64: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO PENDIENTE	99
TABLA 65: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO UMBRALES DE PRECIPITACIÓN.....	99
TABLA 66: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE LOS DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO UMBRALES DE PRECIPITACIÓN	100
TABLA 67: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LOS DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	100
TABLA 68: NIVELES DE PELIGRO POR FLUJO DE DETRITOS	103
TABLA 69: ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	104
TABLA 70: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	108
TABLA 71: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	108
TABLA 72: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LOS FACTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	109
TABLA 73: PARÁMETRO DE EXPOSICIÓN SOCIAL	109
TABLA 74: DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO: NÚMERO DE HABITANTES A NIVEL DE LOTE	110
TABLA 75: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: NÚMERO DE HABITANTES A NIVEL DE LOTE	110
TABLA 76: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: NÚMERO DE HABITANTES A NIVEL DE LOTE.....	111
TABLA 77: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: NÚMERO DE HABITANTES A NIVEL DE LOTE.....	111
TABLA 78: PARÁMETRO DE FRAGILIDAD SOCIAL.....	111
TABLA 79: GRUPO ETARIO	112
TABLA 80: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES – GRUPO ETARIO.....	112
TABLA 81: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES – GRUPO ETARIO	113
TABLA 82: ÍNDICE Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA – GRUPO ETARIO	113
TABLA 83: DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS	114
TABLA 84: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS.	114
TABLA 85: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS.	114
TABLA 86: ÍNDICE Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA – ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS	115
TABLA 87: PARÁMETROS DE RESILIENCIA SOCIAL	115
TABLA 88: DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO ORGANIZACIÓN SOCIAL	116
TABLA 89: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: ORGANIZACIÓN SOCIAL	117
TABLA 90: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: ORGANIZACIÓN SOCIAL.....	117
TABLA 91: ÍNDICE DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: ORGANIZACIÓN SOCIAL	117
TABLA 92: PARÁMETROS CONOCIMIENTO DE TEMAS DE GRD	118
TABLA 93: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: CONOCIMIENTO DE TEMAS DE GRD.	118
TABLA 94: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: CONOCIMIENTO DE TEMAS DE GRD.....	119
TABLA 95: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: CONOCIMIENTO DE TEMAS DE GRD.....	119
TABLA 96: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	120
TABLA 97: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES FACTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	120
TABLA 98: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	120
TABLA 99: PARÁMETRO DE EXPOSICIÓN SOCIAL	121
TABLA 100: PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN CON REFERENCIA A ZONAS DE ACUMULACIÓN	121
TABLA 101: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN CON REFERENCIA A ZONAS DE ACUMULACIÓN DE FLUJOS	121

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

TABLA 102: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN CON REFERENCIA A ZONAS DE ACUMULACIÓN DE FLUJOS	122
TABLA 103: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN CON REFERENCIA A ZONAS DE ACUMULACIÓN DE FLUJOS	122
TABLA 104: PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	122
TABLA 105: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	123
TABLA 106: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.....	123
TABLA 107: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.....	123
TABLA 108: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	124
TABLA 109: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.....	124
TABLA 110: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	124
TABLA 111: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.....	125
TABLA 112: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	125
TABLA 113: PARÁMETROS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	125
TABLA 114: INGRESO FAMILIAR PROMEDIO.....	126
TABLA 115: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: INGRESO FAMILIAR PROMEDIO	126
TABLA 116: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: INGRESO FAMILIAR PROMEDIO.....	126
TABLA 117: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: INGRESO FAMILIAR PROMEDIO	126
TABLA 118: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES FACTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	127
TABLA 119: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES FACTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	128
TABLA 120: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	128
TABLA 121: PARÁMETROS EXPOSICIÓN DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	128
TABLA 122: CERCANÍA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	128
TABLA 123: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: CERCANÍA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	129
TABLA 124: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: CERCANÍA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	129
TABLA 125: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO CERCANÍA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	129
TABLA 126: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES	130
TABLA 127: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS.....	130
TABLA 128: DISPOSICIÓN DE EXCRETAS	130
TABLA 129: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: DISPOSICIÓN DE EXCRETAS.....	131
TABLA 130: MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: DISPOSICIÓN DE EXCRETAS.....	131
TABLA 131: ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: DISPOSICIÓN DE EXCRETAS.....	131
TABLA 132: <i>PARÁMETROS DE LA RESILIENCIA AMBIENTAL</i>	131
TABLA 133: MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	132
TABLA 134: <i>MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS</i>	132
TABLA 135: <i>MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS</i>	132
TABLA 136: <i>ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS</i>	133
TABLA 137: <i>CAPACITACIÓN EN TEMAS AMBIENTALES</i>	133
TABLA 138: <i>MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DEL PARÁMETRO: CAPACITACIÓN EN TEMAS AMBIENTALES</i>	133
TABLA 139: <i>MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DEL PARÁMETRO: CAPACITACIÓN EN TEMAS AMBIENTALES</i>	134
TABLA 140: <i>ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA DEL PARÁMETRO: CAPACITACIÓN EN TEMAS AMBIENTALES</i>	134
TABLA 141: <i>MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES – PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD</i>	134
TABLA 142: <i>MATRIZ DE NORMALIZACIÓN DE PARES – PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD</i>	134
TABLA 143: <i>ÍNDICE DE CONSISTENCIA Y RELACIÓN DE CONSISTENCIA: PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD</i>	135
TABLA 144: <i>NIVELES DE VULNERABILIDAD</i>	135
TABLA 145: <i>ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD</i>	135
TABLA 146: <i>CALCULO DE NIVEL DE RIESGO</i>	138
TABLA 147: <i>CALCULO DE NIVEL DE RIESGO</i>	139
TABLA 148: <i>ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO</i>	139
TABLA 149: <i>VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS</i>	143
TABLA 150: <i>VALORACIÓN DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA</i>	143
TABLA 151: <i>NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO</i>	144

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

TABLA 152: MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIA Y DAÑO	144
TABLA 153: ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA	145
TABLA 154: NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO.....	145

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	10
FIGURA 2 : ESQUEMA DE FLUJOS CANALIZADOS Y NO CANALIZADOS, SEGÚN CRUDEN Y VARNES (1996).	13
FIGURA 3: CLASIFICACIÓN DE PELIGROS.....	21
FIGURA 4: CLASIFICACIÓN DE PELIGROS ORIGINADOS POR FENÓMENOS NATURALES	21
FIGURA 5: CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN SEGÚN SEXO.....	31
FIGURA 6: POBLACIÓN SEGÚN GRUPO DE EDADES	32
FIGURA 7 MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES	33
FIGURA 8 MATERIAL PREDOMINANTE DE LOS TECHOS.....	34
FIGURA 9: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA REGIONAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	38
FIGURA 10: MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS LOCALES	47
FIGURA 11: SECCIÓN TRANSVERSAL TOPOGRÁFICA.....	48
FIGURA 12: ESQUEMA DE RIVERA DE RIOS	55
FIGURA 13: DISTRIBUCIÓN UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS EN PORCENTAJES.....	56
FIGURA 14: MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	57
FIGURA 15: DISTRIBUCIÓN DE PENDIENTES EN PORCENTAJES, MICROCUENCA DE SANTA ROSA.....	58
FIGURA 16: DISTRIBUCIÓN DE PENDIENTES EN PORCENTAJES, MICROCUENCA DE SANTA ROSA.....	59
FIGURA 17: MAPA DE PENDIENTES EN PORCENTAJES	60
FIGURA 18: MAPA GEODINÁMICO.....	62
FIGURA 19: VARIACIÓN PRECIPITACIÓN MÁXIMA PARA LA ESTACIÓN YANATILE	64
FIGURA 20: TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIÓN YANATILE.....	66
FIGURA 21: HUMEDAD PROMEDIO ESTACIÓN QUILLABAMBA	67
FIGURA 22: MODULO PARA LA ESTIMACIÓN DE CURVAS DE INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF)	68
FIGURA 23: CURVAS INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA - IDF	69
FIGURA 24: HIDROGRAMA T=50 AÑOS.....	71
FIGURA 25: HIDROGRAMA T=100 AÑOS.....	72
FIGURA 26: CUADRO DE VALORACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTOS POR TIPO DE FLUJO	73
FIGURA 27 : FORMULA PARA EL CÁLCULO DE CAUDAL DE FLUJO DE DETRITOS O HIPERCONCENTRADO O POR EL MÉTODO O´BRIEN	73
FIGURA 28: HIDROGRAMA DE FLUJO HIPERCONCENTRADO – T=50 AÑOS.....	74
FIGURA 29: HIDROGRAMA DE FLUJO HIPERCONCENTRADO – T=100 AÑOS.....	74
FIGURA 30: VISTA SATELITAL DE LA INTER CUENCA DEL YANATILE	76
FIGURA 31: UBICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA	78
FIGURA 32: TABLA DE VALORES DE PERMEABILIDAD (K) EN CM/SEG	84
FIGURA 33: METODOLOGÍA GENERAL PARA DETERMINAR LA PELIGROSIDAD.....	85
FIGURA 34: FLUJOGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	86
FIGURA 35: PERFIL DEL RIO SANTA ROSA.....	87
FIGURA 36: VISTA DEL MALLADO DEL DEM – SOFTWARE IBER	90
FIGURA 37: DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD	95
FIGURA 38: MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS – CCPP DE PUENTE SANTIAGO	102
FIGURA 39: MAPA DE PELIGRO POR PELIGRO DE FLUJO DE DETRITOS – CCPP PUENTE SANTIAGO.....	105
FIGURA 40: METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	107
FIGURA 41: ESQUEMA GENERAL DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	108
FIGURA 42: ESQUEMA GENERAL DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	120
FIGURA 43: ESQUEMA GENERAL DEL ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	127
FIGURA 44: MAPA DE VULNERABILIDAD ANTE FLUJO DE DETRITOS	137
FIGURA 45: MAPA DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS DEL CC.PP DE PUENTE SANTIAGO	142

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

FIGURA 46: MURO DE CONTENCIÓN.....	147
FIGURA 47: DISIPADORES DE ENERGÍA	148
FIGURA 48: <i>DISIPADORES DE ENERGÍA</i>	148

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 1: EN LA FOTOGRAFÍA SE MUESTRA LOS CULTIVOS DE CÍTRICOS.....	36
FOTO 2: EN LA FOTOGRAFÍA SE MUESTRA LA COSECHA DE MANGO.	37
FOTO 3: VISTA FRONTAL DEL AFLORAMIENTO DE PIZARRAS, CON PRESENCIA DE UNA FUERTE OXIDACIÓN (E 777941 - N 8602764).	40
FOTO 4: VISTA FRONTAL DE DEPÓSITOS ALUVIALES DENTRO DEL SECTOR DE PUENTE SANTIAGO (E 775705 – N8604697).	41
FOTO 5: VISTA FRONTAL DE LOS DEPÓSITOS COLUVIALES, GRAVAS DE TAMAÑO MEDIANO, CON BASTANTE PRESENCIA DE FINOS (ARCILLAS Y LIMOLITAS) (E 777375 - N 8601815).	42
FOTO 6: ORTOFOTO DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO Y EL CENTRO POBLADO DE SANTIAGO, VISTA DE LOS NUEVOS DEPÓSITOS FLUVIALES.	43
FOTO 7: VISTA FRONTAL DEL AFLORAMIENTO DE PIZARRAS, CON ESQUISTOS CAÍDOS EN EL LECHO DE LA QUEBRADA.....	44
FOTO 8: VISTA DE DEPÓSITOS ALUVIALES, EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO SANTA ROSA	45
FOTO 9: VISTA DE DEPÓSITOS COLUVIO ALUVIALES EMPLAZADO EN LAS LADERAS.....	46
FOTO 10: DESLIZAMIENTO ACTIVO EN VERTIENTE FUERTEMENTE EMPINADA, SECTOR DE SANTIAGO.	50
FOTO 11: <i>ABANICO ALUVIAL FUERTEMENTE INCLINADO, SECTOR DE PUENTE SANTIAGO, COORDENADAS X: 779018.89; Y: 8602406.88.</i>	52
FOTO 12: <i>VISTA DE LAS CÁRCAVAS A LA MARGEN DERECHA DE LA QUEBRADA SANTA ROSA</i>	61
FOTO 12: VISTA DEL CAUDAL QUE PRESENTA EL MANANTE UBICADO EN EL SECTOR DE LIMBO CCACCA, ESTO EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE, EL CUAL SE ENCUENTRA RELACIONADOS DIRECTAMENTE A LA LITOLÓGÍA DEL SUSTRATO, CONFORMADO POR ROCAS PIZARROSAS.	81
FOTO 14: TRABAJO DE CAMPO, SECCIÓN DEL RIO SANTA ROSA.	91

INTRODUCCION

La Quebrada de Santa Rosa durante su actividad geodinámica en años anteriores llegó a formar un abanico aluvial, en el cual se encuentra asentado el centro poblado de Puente Santiago y todas las actividades productivas del pueblo.

Por las razones antes expuestas, es necesario tomar medidas de prevención y una de las herramientas es la de elaborar mapas de peligros ante la ocurrencia de flujos de detritos (termino conocido localmente como Huayco) obtenidos mediante una metodología de trabajo. Debido a que la zona de estudio corresponde a ceja de selva no presenta trabajos de investigación a detalle. Lo cual hace que el trabajo de investigación sea de mayor importancia.

El presente estudio se realizó en el Centro Poblado de Puente Santiago que se halla ubicado en el distrito de Quellouno, provincia de La Convención, departamento del Cusco; geomorfológicamente se ubica en la Cordillera Oriental, Valle Intracordillerano del río Yanatile y en una amplia llanura fluvial formada por el río Yanatile.

En la zona de estudio las aguas de la quebrada Santa rosa es recepcionada por el colector principal que es el río Yanatile, este río corresponde al sistema hidrográfico de la cuenca del Atlántico.

El presente estudio tiene como objetivo principal “**Determinar el nivel de riesgo originado por flujo de detritos**” y como objetivo específico “Establecer el nivel de peligro y riesgo en la zona de estudio”.

La estratigrafía local está representada por la unidad más antigua que aflora en el área pertenece al Grupo San José constituido por pizarras y esquistos que se han formado durante el Ordovícico Inferior y unidades recientes que corresponden a depósitos recientes.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Las actividades económicas más representativas son: Agricultura y comercio de frutas; el uso actual de suelo predominante está representado por el uso agrícola.

El centro poblado de Puente Santiago cuenta con un sistema vial departamental y vecinal, servicios básicos de agua, desagüe hace recientemente instaladas; equipamiento urbano en salud, educación, y otros de manera deficiente en algunos aspectos como la infraestructura.

Los problemas ambientales presentes son: La cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales, Contaminación de suelo, contaminación de agua para consumo humano, pérdida de ecosistemas naturales, pérdida de áreas agrícolas, déficit de servicios básicos, déficit de áreas verdes, y gestión inadecuada de residuos sólidos.

Se realizó una simulación de flujos de detritos de características extraordinaria, pretendiendo saber de qué manera afectaría más al centro poblado de Puente Santiago, ante la posible ocurrencia de un flujo de detritos de grandes proporciones. Para realizar la simulación se utilizó el Software Iber, el cual permite obtener velocidad y altura de flujo, que serán la base para generar los mapas de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo.

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

1.1.1. PROBLEMA

La ocupación del territorio por el hombre se dio de manera circunstancial lo que genero un caos y desequilibrio en la ocupación territorial, la falta de estudios de identificación y evaluación de manera actualizada de los peligros geodinámicos en el distrito de Quellouno, provincia de la Convención.

En el registro de SINPAD que publica el INDECI se han registrado a nivel de la Convención peligros por geodinámica externa como Flujos de detritos (Huaycos), derrumbes, inundaciones, por lo que el centro poblado de Puente Santiago no es ajeno a estos fenómenos naturales. Las cuales se incrementan en épocas lluviosas de noviembre a marzo, con mayor precipitación en toda la provincia de la Convención.

El centro poblado de Puente Santiago, requiere este estudio para la determinación de las zonas de riesgo y evitar la pérdida de vidas, cuando se desencadene este fenómeno natural; a partir de una simulación de flujos de detritos.

❖ PROBLEMA GENERAL

Para entender mejor los alcances de la presente investigación se ha planteado el siguiente problema.

- ¿Cuál es el nivel de riesgo originado por flujo de detritos en el centro poblado de Puente Santiago?

❖ PROBLEMA ESPECIFICO

- ¿Cuáles son los niveles de peligro que tiene el área de influencia?
- ¿Cuáles son los niveles de vulnerabilidad a la que está expuesta la población?

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

- ¿Cuál es el nivel de riesgo de las viviendas y cultivos frente a un peligro por flujo de detritos?
- ¿Qué medidas estructurales y no estructurales se pueden proponer para prevenir y reducir los riesgos existentes?

1.1.2. HIPOTESIS

❖ HIPOTESIS GENERAL

Mediante la estimación y simulación de fenómenos por flujos de detritos se podrá determinar el nivel de riesgo geológico, en el centro poblado de Puente Santiago.

❖ HIPOTESIS ESPECIFICA

- El agua es un factor hidrodinámico, causante de la geodinámica externa
- El grado de vulnerabilidad ambiental, económica y social en el centro poblado de Puente Santiago será alta a muy alta.
- El nivel de riesgo ocasionado por flujo de detritos se calculará de manera más precisa mediante los planos de peligros y vulnerabilidad de la zona de estudio.
- Será necesario implementar medidas de prevención estructural y no estructural para la zona de estudio

1.1.3. JUSTIFICACION

Es necesario la realización de este trabajo de investigación para la prevención y/o reducción del riesgo originado por flujos de detritos en el Centro Poblado de Puente Santiago del distrito de Quellouno.

Según el Tyndall Centre del Reino Unido, el Perú está catalogado como un país altamente expuesto a fenómenos naturales con potencial destructivo. (SINAGERD, CENEPRED, INDECI,

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

SGRD, PCM, 2014) Los desastres que ocurren dentro del territorio están relacionados con desastres de gran escala, como terremotos, eventos como El Niño, sequía severa, etc.; a desastres de menor escala, como inundaciones, deslizamientos y derrumbes

Se realizará la elaboración de mapas de peligro por flujo de detritos del centro poblado de Puente Santiago, junto con los espacios que los enmarcan donde están subyacentes o se pueden generar peligros para su ámbito actual y sus áreas de expansión.

1.1.4. OBJETIVOS

❖ OBJETIVO GENERAL

Evaluar el nivel de riesgo originado por flujos de detritos en el área de influencia del centro poblado de Puente Santiago del Distrito de Quellouno, Provincia de la Convención, Departamento de Cusco.

❖ OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y determinar los niveles de peligro, y elaborar el mapa de peligro del área de influencia.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad de la población, así como elaborar el mapa de vulnerabilidad.
- Calcular los niveles del riesgo y elaborar el mapa de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo.
- Proponer medidas estructurales y no estructurales para prevenir y disminuir los riesgos existentes.

1.1.5. VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES

❖ VARIABLES INDEPENDIENTES

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

- Flujo de Detritos
 - Peligro
 - Geomorfología
 - Geología
 - Hidrología
 - Geodinámica
 - Vulnerabilidad
 - Exposición
 - Fragilidad
 - Resiliencia

❖ VARIABLES DEPENDIENTES

- ✓ Nivel de Riesgo

1.1.6. METODOLOGIA DE TRABAJO

1.1.6.1. PROCEDIMIENTO

La primera etapa: definición de las variables, indicadores, métodos y herramientas a usar, así como la obtención y sistematización de la información existente como los antecedentes.

La segunda etapa: es netamente de campo, en la que se obtuvo información: se identificó y delimito los diferentes movimientos de masa, flujos, etc., se mapeo la geología, geomorfología local y se inventario fuentes de aguas.

La tercera etapa: se realizó en gabinete con trabajos de procesamientos y análisis de las informaciones (variables e indicadores) obtenidos del trabajo de campo.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Se realizó el mapa geomorfológico, mapa geológico, mapa de pendientes, mapa de peligros, vulnerabilidad y finalmente el mapa de riesgos; con sus respectivas valoraciones, y se elaboró el informe final.

1.1.6.2.TECNICA DE INVESTIGACION

- **Investigación Cuantitativa:** Puesto que en esta metodología se utilizó la observación, las encuestas.
- **Investigación Fundamental:** Su propósito es adquirir y recopilar información, construyendo gradualmente una base de conocimiento, agregando información a la ya existente.
- **Investigación Aplicada:** Por sí mismo, tiene como objetivo resolver un problema o un método específico.

1.2. UBICACIÓN

1.2.1. UBICACIÓN POLITICA

El centro poblado de Puente Santiago se encuentra ubicada dentro del distrito de Quellouno, geográficamente se ubica al noroeste de la ciudad del Cusco y políticamente se encuentra ubicada en la provincia de la Convención, departamento del Cusco, Perú. (Tabla 1)

Tabla 1: *Ubicación política del Centro Poblado de Puente Santiago*

UBICACIÓN POLITICA	
PAIS	PERU
DEPARTAMENTO	CUSCO
PROVINCIA	LA CONVENCION
DISTRITO	QUELLOUNO
CENTRO POBLADO	PUENTE SANTIAGO

Fuente: Elaboracion propia

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

1.2.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA

La ubicación geográfica de referencia del distrito de Quellouno se detalla en las siguientes tablas (Tabla 2 y Tabla 3):

Tabla 2: Ubicación en coordenadas UTM del Centro Poblado de Puente Santiago

		Sistema	Carta	Zona	Este	Norte	Altura (msnm)
Puente Santiago	Quellouno	WGS 84	26-r	18S	767783	8603765	850

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Ubicación en coordenadas geográficas, del centro poblado de Puente Santiago

DISTRITO	REGIÓN	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	COTA (msnm)
Centro Poblado de Puente Santiago	Selva-Sierra	12°37'05''	72°26'36''	853

Fuente: Elaboración propia

1.3.ACCESIBILIDAD

Los accesos hacia el centro poblado de Puente Santiago, kilometrajes y tiempos empleados, son detallados en la siguiente tabla (Tabla 4):

Tabla 4: Accesos al Centro Poblado de Puente Santiago

Ruta	Tiempo	km	Vía
Cusco-Quillabamba-Quellouno – centro poblado de Puente Santiago	7 horas	240	Carretera asfaltada
Cusco-Calca-Quebrada- centro poblado de Puente Santiago	5 horas	200	Carretera asfaltada - Afirmada

Fuente: Elaboración propia

Otros datos generales del distrito de Quellouno, son detallados en la siguiente tabla (Tabla 5):

Tabla 5: Otros datos del distrito de Quellouno

OTROS DATOS	
ZONAS	Subandina - Llanura
CLIMAS	Cálido - Templado
TEMPERATURA	4° a 35°
LATITUD	12°38'00''

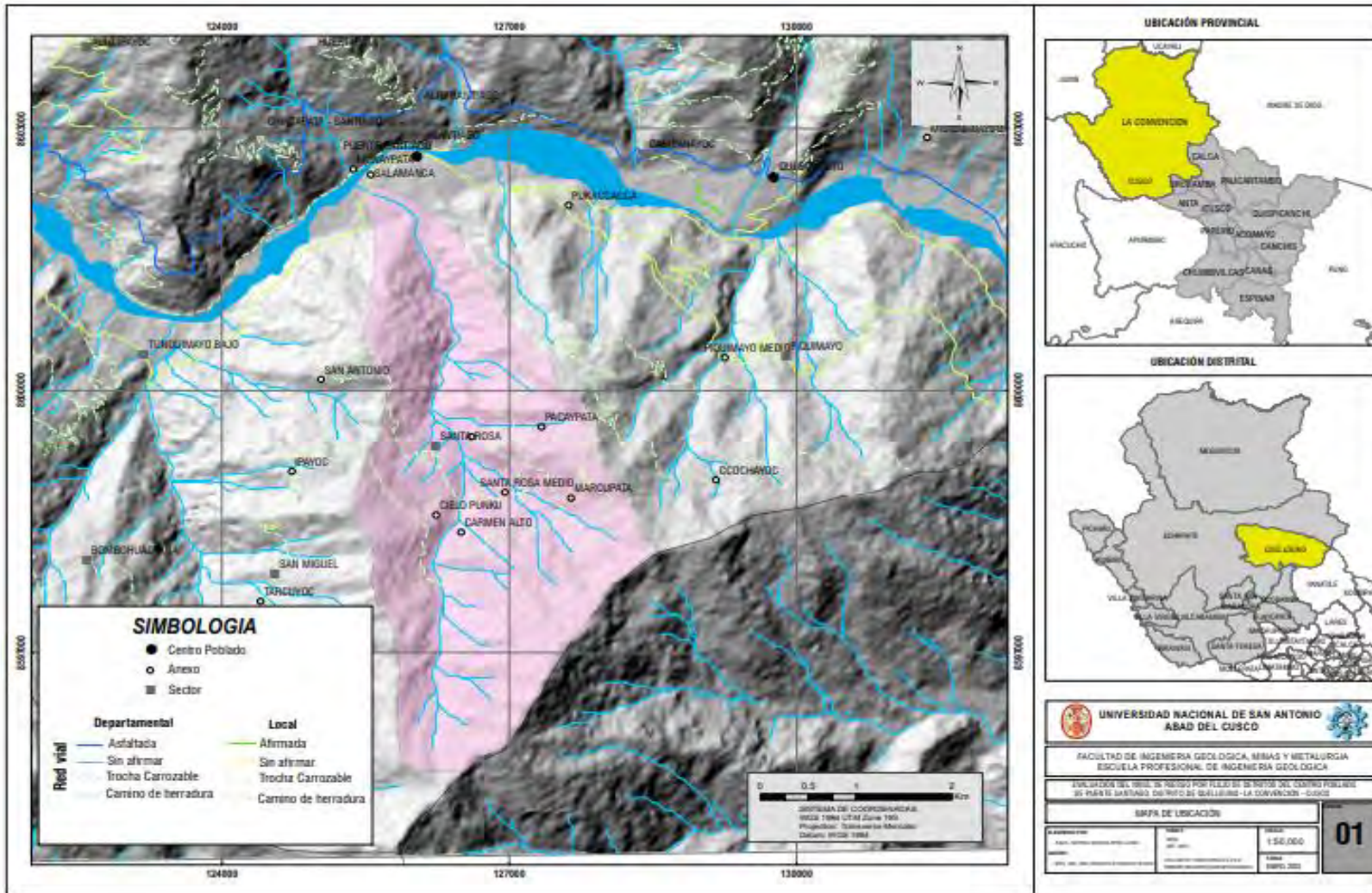
Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

LONGITUD	72°31'13''
ALTITUD	Entre 550 y 3675 m.s.n.m.

Fuente: Proyecto ZEE – Quellouno

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio



Fuente: Elaboracion propia

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

Los flujos de detritos, comúnmente conocidos como "huaicos", son muy comunes en nuestro país debido a la configuración del relieve en el territorio, constituido por altas montañas, vertientes pronunciadas de valles con rocas y suelos deleznable o susceptibles de remoción con aguas de lluvias. (Carrion, 2015)

Según el INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico), el área afectada suele ser un espacio delimitado por microcuencas, subcuencas, cañones o arroyos, y el daño principal se presenta en el cono o abanico de los eyectas, el flujo de sedimentos de un cauce tributario a otro. Los daños que se producen son considerables, por la gran energía y violenta parición con que se presentan, destruyendo, arrasando o sepultando todo lo que se encuentra a su paso, así como infraestructura urbana, vial, hidráulica y productiva agrícola.

El presente trabajo tomó en cuenta como antecedente los estudios realizados en las quebradas de Chosica- Lima 2015. “Informe de Evaluación de riesgo por flujo de detritos en el área de influencia de las quebradas: Carossio y Libertad en el distrito de Lurigancho Chosica”, puesto que este es una de las quebradas mayormente afectadas en el país por este tipo de fenómeno.

A nivel distrital no se tienen antecedentes de estudios técnicos de riesgos originados por flujo de detritos, pero dentro del departamento se han realizado numerosos estudios relacionados al medio ambiente físico y sus limitaciones, en los cuales se ha tocado el tema de Peligros Naturales, estos estudios han sido de diversa magnitud y para diferentes fines.

Uno de los últimos trabajos de relevante importancia que se ha hecho en la Región es el estudio de vulnerabilidad mediante la Zonificación Ecológica Económica de la Región Cusco a nivel macro o “Macro ZEE Cusco”, documento de carácter oficial el año 2009, que es un referente

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

importante para muchos estudios relacionados al medio físico ambiental y limitaciones, dentro de la Región.

Evidentemente, esta Macro ZEE de Cusco se ha ocupado de la caracterización de las potencialidades y limitaciones a nivel regional desde el punto de vista de su vulnerabilidad a una escala 1:100 000.

Asimismo, el proyecto de “Mejoramiento de los Servicios de Zonificación Ecológica y Económica para el Ordenamiento Territorial del distrito de Quellouno, provincia de la Convención, departamento del Cusco”. Realizo el estudio de geomorfología a nivel de micro zonificación a una escala a 1/25000, siendo este uno de los trabajos con mayor relevancia para el ámbito de estudio.

Es importante también mencionar los informes de hechos, daños y acciones de Defensa Civil dentro del Compendio Estadístico de Emergencias de INDECI en los años 2001 y 2019, estos informes describen los eventos por flujo de detritos que afectaron a nivel de toda la provincia de la Convención.

2.2. BASES TEORICAS

GEODINAMICA EXTERNA

La geodinámica externa estudia la acción de los elementos de la naturaleza sobre la capa superficial de la tierra, estos fenómenos van originando una lenta destrucción y modelado del paisaje rocoso y del relieve, y en cuya actividad se desprenden materiales sobre formas del relieve, evolución y proceso de modelado, es investigado por la geomorfología. (Guevara Salas, SF)

FLUJO DE DETRITOS

➤ ¿QUE SON LOS FLUJOS DE DETRITOS (HUAYCO)?

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Según Elorza y Mateo Gutiérrez, los flujos de detritos se constituyen un tipo de masa fluidificada por el agua o aire. El flujo implica una mayor deformación interna que un deslizamiento. Los movimientos tienen lugar sobre un gran número de pequeñas superficies de cizalla o porque el contenido de agua en la más es tan alto que llega a comportarse como un fluido (Elorza, 2008)

Los Debris Flows movilizan fragmentos de rocas, bloques y cantos en una matriz arenosa con escaso contenido de arcilla. (Figura 2)

Figura 2 : Esquema de flujos canalizados y no canalizados, según Cruden y Varnes (1996).



Fuente: Movimientos en Masa en la Región Andina.

La mayoría de los flujos de detritos alcanzan velocidades en el rango de movimiento extremadamente rápido y suelen ser fatales (Hungry, 2005). El servicio nacional de geología menciona a través del libro *Movimientos en masa en la Región Andina* que “Las velocidades de los flujos se determinan generalmente en el campo por observación de las super elevaciones del flujo en las curvas del canal las cuales se reflejan en marcas de lodos o de vegetación afectada (Costa, 1984 en Hungry, 2005)”. (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2007, pág. 19)

➤ CLASIFICACION DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA (FLUJO DE DETRITOS)

Los Movimientos en Masa se clasifican en:

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 6: *Tipos de Movimientos en Masas*

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	Flujo de detritos Crecida de detritos Flujo de lodo Flujo de tierra Flujo de turba Avalancha de detritos Avalancha de rocas Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos Solifluxión, gelifluxion (en permafrost)
Deformaciones Gravitacionales profundas	

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

“Para cada tipo de movimiento en masa se describe el rango de velocidades, parámetro importante ya que ésta se relaciona con la intensidad de aquellos y la amenaza que pueden significar. Se menciona la relación del intervalo de velocidades típicas con la escala de velocidades propuesta por Cruden y Varnes (1996)”, tal como se muestra en la siguiente tabla. (Tabla 7): (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2007)

Tabla 7: *Velocidades de los Movimientos en Masa*

CLASES DE VELOCIDAD	DESCRIPCION	VELOCIDAD (MM/S)	VELOCIDAD TÍPICA
7	Extremadamente rápido	5x10 ³	5 m/s

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

6	Muy rápido	5×10^1	3 m/min
5	Rápido	5×10^{-1}	1.8 m/h
4	Moderada	5×10^{-3}	1.3 m/mes
3	Lenta	5×10^{-5}	1.6 m/año
2	Muy Lenta	5×10^{-7}	16 mm/año
1	Extremadamente lenta		

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

➤ ¿COMO SE GENERAN LOS FLUJOS DE DETRITOS (HUAYCO)?

Un flujo de escombros es iniciado por uno o más deslizamientos de escombros superficiales en la fuente o inestabilidad en un segmento del canal en una pendiente empinada o empinada. El flujo de escombros recoge una gran cantidad de material saturado a medida que avanza por el canal y finalmente se asienta en el abanico de escombros. (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2007)

➤ FACTORES QUE GENERAN LOS FLUJOS DE DETRITOS (HUAYCOS)

Se generan por aguas que fluyen rápidamente y al encontrarse con un depósito suelto se mezcla con el mismo para producir un debris flow (Johnson, 1970; Johnson y Rodie, 1984). Para que se genere los flujos de detritos de cualquier mecanismo se necesita precipitaciones de elevada intensidad, que pueden generar inundaciones repentinas. Los huaycos se desencadenan por intensas lluvias, cuando existe abundante material coluvial y se movilizan a través de canales y sobre abanicos aluviales (Johnson y Rodie, 1984), para depositarse finalmente en zonas de baja pendiente, alimentando en numerosas ocasiones la cabecera de los abanicos aluviales (Elorza, 2008)

➤ MAGNITUD E INTENSIDAD DE UN FLUJO DE DETRITO (HUAYCO)

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

MAGNITUD: “la magnitud de los flujos repentinos está controlada por varios factores; los cuales los más importantes son la tasa de incremento y la intensidad de las precipitaciones, así como el grado de saturación del suelo especialmente si es del tipo granular con alta permeabilidad”. (Mantilla, 2011, pág. 370)

El poder destructivo de los flujos se incrementa notablemente por el represamiento del cauce de las quebradas, así como la sobreelevación instantánea del flujo, incrementan su energía destructora. (Tabla 8).

Tabla 8: Escala de Velocidad propuesta por Cruden y Varnes (1996). (Adaptada de AGS, 2000, Lee y Jones, 2004).

CLASES DE VELOCIDAD	DESCRIPCION	VELOCIDAD (MM/S)	VELOCIDAD TIPICA	PROBABLE IMPORTANCIA DESTRUCTIVA
7	Extremadamente rápido	5×10^3	5 m/s	Catástrofe de mayor violencia, los edificios expuestos son totalmente destruidos por el impacto del material desplazado, muchas muertes.
6	Muy rápido	5×10^1	3 m/min	Algunas pérdidas de vidas humanas, velocidad demasiado grande, destrucción importante.
5	Rápido	5×10^{-1}	1.8 m/h	Evacuación es posible: estructuras, bienes y equipos son destruidos.
4	Moderada	5×10^{-3}	1.3 m/mes	Algunas estructuras pueden mantenerse, si se encuentran a corta distancia frente a la masa desplazada, las estructuras localizadas en la masa desplazada son extensamente dañadas
3	Lenta	5×10^{-5}	1.6 m/año	Correctivos pueden llevarse a cabo durante el movimiento, algunas estructuras se pueden mantener con trabajos frecuentes, si el movimiento total no es grande durante la fase de aceleración.
2	Muy Lenta	5×10^{-7}	16 mm/año	Algunas estructuras permanentes sin daños por el movimiento, si hay grietas se pueden reparar.
1	Extremadamente lenta			imperceptible sin instrumentación

Fuente: Adaptado por SNL – CENEPRED de: Chávez, M.A (2014)

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

INTENSIDAD: Para referirse al potencial destructivo de un movimiento en masa, o intensidad, se emplean parámetros tales como la velocidad, las fuerzas de impacto, el espesor o la altura. La intensidad varía de acuerdo con la localización.

Cruden y Varnes (1996) desarrollaron una escala de velocidades para movimientos en masa con siete categorías, que van desde extremadamente lenta (5×10^{-10} mm/s) a extremadamente rápida (mayor a 5 m/s). Sin embargo, algunos grandes movimientos en masa por su potencial destructivo, como son los flujos de detritos, se encuentran todos por encima de la categoría “extremadamente rápido”. (Hungr, 2005)

A este tipo de movimiento en masa (Flujo de Detritos) se le categoriza como catastrófico por su potencial de causar pérdida de vidas humanas.

Se han desarrollado varios métodos empíricos para el cálculo de velocidad y distancia de viaje, sobre la base de observaciones de campo y el análisis de características de los movimientos en masa tales como el volumen, y del recorrido y la distancia de viaje de fragmentos ¹ (Hungr, 2005)(Tabla 9)

Tabla 9: Escala de Intensidad de Deslizamientos para diferentes procesos- Velocidad del deslizamiento esperada

Rango	Deslizamiento (caída de roca)	rápido	Movimiento rápido (flujo de detritos)	Movimiento lento (deslizamiento reactivado)
<0.001	Baja		Baja	Baja
<0.5	Media		Baja	Baja
>0.5	Alta		Baja	Baja
<500	Alta		Baja	Baja
500 - 10,000	Alta		Media	Baja
10,000 - 50,000	Muy Alta		Alta	Media
> 500,000	Muy Alta		Muy Alta	Alta
>> 500,000	Muy Alta		Muy Alta	Muy Alta

Fuente: Adaptado de Cardinali et al., 2002

¹ Estimating landslide motion mechanism, travel distance and velocity, - Hungr et al., 2005

DESASTRES

Según el autor Sergio Andrés Sepúlveda Valenzuela menciona que el desastre es la interacción de un fenómeno geológico extremo (tipo catastrófico) y una comunidad u obra humana, que causa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y/o el ambiente. Es la ocurrencia efectiva de un fenómeno peligroso que, como consecuencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, causa efectos adversos sobre los mismos.

(Valenzuela, 1998)

La comunidad o área afectada no puede dar una respuesta adecuada con sus propios medios a los efectos del desastre, siendo necesario la ayuda externa ya sea a nivel nacional y/o internacional.

- **Estimación:** Acciones que se planifican y realizan para generar el conocimiento de los peligros, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo.
(CENEPRED, 2022)
- **Prevención:** Acciones que se planifican y realizan para evitar la generación de nuevos riesgos. (CENEPRED, 2022)
- **Reducción:** Acciones que se planifican y realizan para reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes. (CENEPRED, 2022)
- **Preparación:** Acciones de planeamiento para la atención y socorro que permita responder en forma eficiente y eficaz en caso de desastre o situación de peligro inminente, a fin de procurar una óptima respuesta. (CENEPRED, 2022)
- **Respuesta:** Acciones que se ejecutan ante una emergencia o desastre, inmediatamente ocurrido este, así como ante la inminencia del mismo.
(CENEPRED, 2022)

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

- **Rehabilitación:** Acciones para el restablecimiento de los servicios públicos básicos indispensables e inicio de la reparación del daño físico, ambiental, social y económico en la zona afectada por una emergencia o desastre. (CENEPRED, 2022)
- **Reconstrucción:** Acciones que se realizan para establecer condiciones sostenibles de desarrollo en las áreas afectadas, reduciendo el riesgo anterior al desastre y asegurando la recuperación física y social. (CENEPRED, 2022)

RIESGO

El riesgo es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas, las actividades a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro. (CENEPRED, 2014)

A) IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS

El presente apartado tiene por objeto identificar y analizar cuáles son aquellos eventos o condiciones que pueden llegar a generar un riesgo, de modo que este análisis pueda ser en una herramienta para establecer las medidas de prevención y control de los riesgos asociados a su actividad económica, al medio ambiente, al entorno social y cultural.

Evaluación (estimación) del Riesgo:

- ✓ Identificación del peligro
- ✓ Análisis de la Vulnerabilidad
- ✓ Estimación del riesgo

Estimación de Riesgo²: Es un conjunto de procedimientos y acciones que se realizan en un determinada localidad o entorno determinado con el fin de recopilar información.

² Manual Básico para la Estimación de Riesgo, INDECI –PERU - 2006

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

El riesgo se calcula antes de que ocurra el desastre. En este caso se plantea un peligro hipotético basado principalmente, en su periodo de recurrencia. En tal sentido, solo se puede hablar de riesgo (R) cuando el correspondiente escenario se ha evaluado en función del peligro (P) y la vulnerabilidad (V), que puede expresarse en forma probabilística, a través de la formula siguiente: (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

$$R = (P \times V)$$

❖ PELIGRO

Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o provocado por la actividad del hombre, de magnitud potencialmente catastrófico, en una zona localidad conocida que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente. . (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

En otros países se utiliza la palabra de amenaza, con el mismo significado, pero se entiende por amenaza como peligro inminente.

❖ CLASIFICACION DE PELIGROS

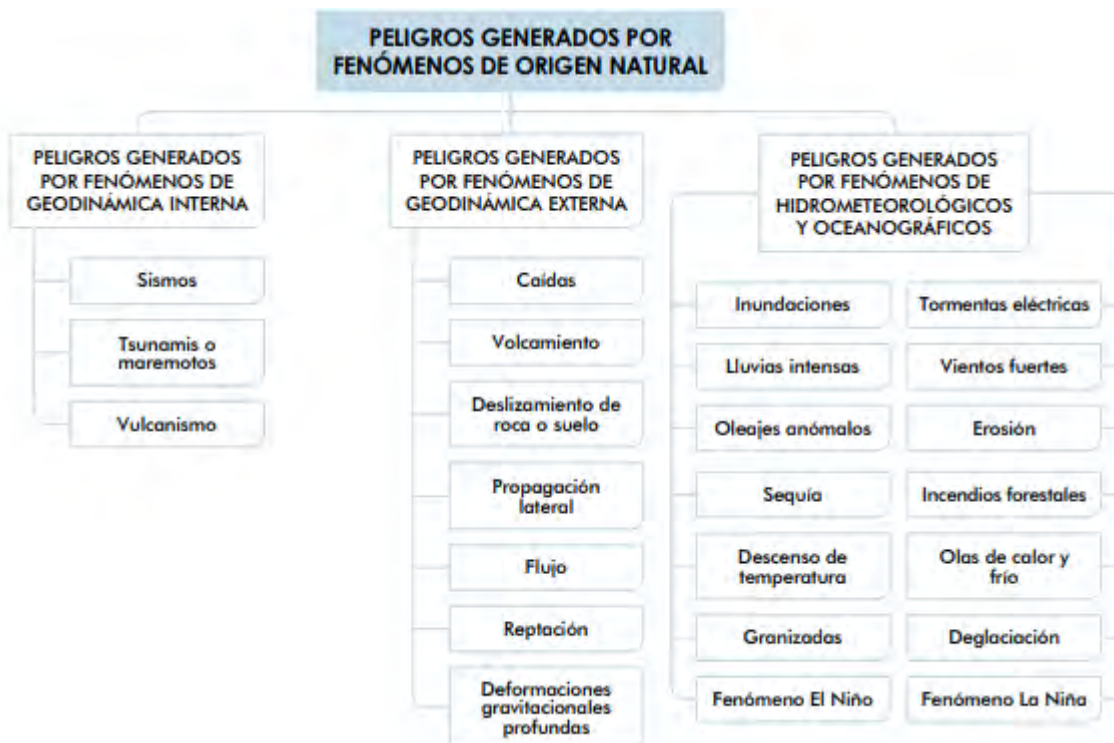
Los peligros son una indicación de la fuerza del entorno geológico y la variabilidad natural de las condiciones relieve, pero que también pueden ser causados o provocados y/o desencadenados por el hombre al interferir con la naturaleza y cambiar sus condiciones.

Figura 3: Clasificación de Peligros



Fuente: Manual para Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales- 02 versión- CENEPRED

Figura 4: Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales



Fuente: Manual para Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales- 02 versión- CENEPRED

AMENAZA

La amenaza en una condición con el potencial de causar una consecuencia no deseada. Una descripción de amenaza a deslizamientos debe incluir sus características, el volumen o el área de movimiento, profundidad, velocidad y probabilidad de ocurrencia. Una amenaza es la probabilidad de que ocurra un flujo de detritos particular en un momento dado. (Balbin, 2022)

VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad, es el grado de daños o pérdidas potenciales en un elemento conjunto de elementos como consecuencia de la ocurrencia de un fenómeno de intensidad determinada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. Se expresa en términos de probabilidad, en porcentaje de 0 a 100. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

La vulnerabilidad, es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido lo suficiente en obras o acciones de prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado alto. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

Para su análisis, la vulnerabilidad debe promover la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos, en una determinada área geográfica, a los efectos desfavorables de un peligro adverso.³ (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

A. COMPONENTES DE LA VULNERABILIDAD

✓ VULNERABILIDAD FISICA

³ Manual Básico para la Estimación de Riesgo, INDECI – PERU -2006

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

La calidad o tipo de materiales, en las edificaciones no es buena (mala), los materiales más utilizados son el adobe, con techos de calaminas, muy pocas construcciones de concreto, por lo que las construcciones son muy vulnerables (Tabla 5).

Tabla 10: Escala de nivel de vulnerabilidad física

	VB <25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Material de construcción utilizada en viviendas	Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto de acero)	Estructura de concreto. Acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario
localización de vivienda (*)	Muy alejada >5 Km	Medianamente cerca 1-5 km	Cercana 0.2 - 1 km	Muy cercana 0.2 - 0 km
Características geológicas, calidad y tipo de suelo	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freático alta con turba, material inorgánico, etc.)
Leyes existentes	Con leyes estrictamente cumplidas	Con leyes medianamente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley

Fuente: Manual Básico para la Estimación de Riesgo, INDECI – PERU -2006

✓ **VULNERABILIDAD ECONOMICA**

Representa la disponibilidad al acceso que tiene la población de un determinado centro poblado a los activos económicos (terrenos, edificaciones, servicios y empleo, entre otros), lo que se refleja en la capacidad para hacer frente a un desastre. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006).

Las personas pobres, con escasos ingresos, incapaces de cubrir sus necesidades básicas, constituyen el grupo de personas que más sufre, que por falta de vivienda se trasladan a zonas costeras, ríos, laderas, taludes, otros escombros. apto para vivir; Carecen de alimentos, servicios médicos, educación entre otras cosas. Estos impactos que enfrentan los pobres reflejan su

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

capacidad de predecir y responder a los peligros ambientales, y si ocurre un desastre, el impacto será mayor, así como su capacidad de recuperación. Esta situación también se da entre países, por ejemplo, los países con ingreso per cápita alto tienen menos personas lesionadas ante el mismo tipo de desastre que los países con ingreso bajo. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

El nivel de pobreza aumenta la vulnerabilidad. Para obtener la información sobre este tipo de vulnerabilidad, es necesario utilizar una tabla, la cual se debe elaborar de acuerdo al nivel de vulnerabilidad que existe en la zona donde se realizará la evaluación de riesgo. (Tabla 11).

Tabla 11: Nivel de Vulnerabilidad Económica

VARIABLE	VB <25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Actividad Económica	Alta productividad y Recursos bien distribuidos. Productos para el comercio exterior o fuera de la localidad.	Medianamente productiva y distribución regular de los recursos. Productos para el comercio interior, a nivel local.	Escasamente productiva y distribución deficiente de los recursos. Productos para el autoconsumo.	Sin productividad y nula distribución de recursos.
Acceso al mercado laboral	Oferta laboral > Demanda	Oferta laboral = Demanda	Oferta laboral < Demanda	No hay oferta Laboral.
Nivel de ingresos	Alto nivel de Ingresos	Suficiente nivel de ingresos	Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas	Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas.
Situación de pobreza o Desarrollo Humano	Población sin pobreza	Población con menor porcentaje de pobreza	Población con pobreza mediana	Población con pobreza total o extrema.

Fuente: Manual Básico para la Estimación de Riesgo, INDECI – PERU -2006

✓ VULNERABILIDAD SOCIAL

Se evalúa en relación con el nivel de la organización y la comunidad involucrada en la prevención y respuesta a emergencias. Las personas organizadas (organizadas e informales)

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

enfrentan las consecuencias de los desastres naturales con mayor facilidad que las organizaciones no organizadas, por lo que su capacidad de prevención y respuesta al problema es más efectiva y rápida. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

La inestabilidad de la sociedad será grande si su cohesión interna es débil; es decir, si la relación que une a los miembros de un mismo grupo social no parte de una opinión y propósito compartidos, y que no existen métodos organizados que orienten estas opiniones a acciones específicas. Además, la falta de un liderazgo eficaz a nivel del centro poblado suele ser un signo de inestabilidad. El papel de las personas u organizaciones sociales para reducir los malos comportamientos será el de difundir la conciencia y el comportamiento entre los ciudadanos: (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

- ✓ Coherencia y propósito
- ✓ Pertenencia y participación
- ✓ Confianza ante la crisis y seguridad dentro del cambio
- ✓ Promover la creatividad
- ✓ Promover el desarrollo de la acción autónoma y de la solidaridad de dignidad y de trascendencia

“Para obtener la información sobre este tipo de vulnerabilidad, también es necesario auxiliarse de un cuadro, que debe elaborarse de acuerdo a las variables y las características, según el nivel de vulnerabilidad existentes en el centro poblado donde se va a realizar la Estimación de Riesgo” (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006, pág. 12) (Tabla 12).

Tabla 12: Nivel de vulnerabilidad social

VARIABLE	VB <25%	VM 26 a 50%	VA 51 a 75%	VMA 76 a 100%
Nivel de Organización	Población totalmente organizada	Población organizada	Población escasamente Organizada	Población no organizada.
Participación de la población en los trabajos comunales	Participación total	Participación de la mayoría	Mínima Participación	Nula participación
Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales.	Fuerte relación	medianamente relacionados	Débil relación	No existe
Tipo de integración entre las organizaciones e institucionales locales	Integración total	Integración parcial.	Baja integración	No existe integración

Fuente: Manual Básico para la Estimación de Riesgo, INDECI – PERU -2006

✓ **VULNERABILIDAD EDUCATIVA**

Esto significa la plena utilización de las instalaciones educativas en los diferentes niveles de la educación formal y la integración de lo relacionado con la prevención y atención de desastres con el fin de preparar (debido al desastre) y formar estudiantes con muchas características sociales (crear una cultura de prevención). (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

De igual manera, la educación y capacitación de las personas en estos temas ayudan a organizarse bien, por lo tanto, a tomar un rol mayor y de manera efectiva la reducción o disminución de los efectos de los fenómenos naturales que afectan a las personas.

2.2.1. CALCULO DEL RIESGO

Una vez que se ha identificado la magnitud del peligro (P) a la que está expuesta el centro poblado y realizar el análisis de vulnerabilidad (V), se realiza un análisis conjunto, para calcular el riesgo (R), es necesario evaluar la probabilidad de pérdidas y daños esperados

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

(personas, bienes materiales, cultivos) ante la ocurrencia de un fenómeno natural o provocado por el hombre. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

Según el instituto nacional de Defensa Civil el cálculo del riesgo se basa en un análisis y una combinación de datos teóricos y empíricos sobre la probabilidad del peligro identificado, es decir la fuerza e intensidad de ocurrencia; y el análisis de vulnerabilidad o resiliencia de los elementos expuestos al peligro (población, viviendas, infraestructura, etc.), en una determinada área. (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006)

Los criterios analíticos, también llamados criterios estadísticos, se relacionan principalmente con el uso o aplicación de la siguiente ecuación:

$$R = P \times V$$

Donde.

R= es el riesgo

P=es la peligrosidad

V= es la vulnerabilidad





La ecuación es la referencia básica para el cálculo del riesgo, donde cada una de las variables: Peligro (P), Vulnerabilidad (V) y finalmente Riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad (Tabla 13).

Tabla 13: Matriz de Peligro y Vulnerabilidad

MATRIZ DE PELIGRO Y VULNERABILIDAD

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

LEYENDA

Riesgo Bajo	< de 25%	
Riesgo Medio	26 % al 50 %	
Riesgo Alto	51% al 75%	
Riesgo Muy Alto	76 % al 100%	

Fuente: Manual para Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales- 02 versión- CENEPRED

ArcGIS

Es plataforma de información que permite crear, analizar, almacenar y difundir datos, modelos, mapas y globos en 3D, poniéndolos a disposición de todos los usuarios según las necesidades de la organización. (ESRI, 2023)

ArcGIS permite sintetizar datos de diversas fuentes en una misma vista geográfica unificada.

Estas fuentes de datos incluyen información de bases de datos geográficas, datos tabulares de sistemas de administración de bases de datos (DBMS) y otros sistemas empresariales, archivos, hojas de cálculo, vídeos y fotos con geotiquetas, KML, CAD Data, fuentes en directo de sensores, imágenes aéreas y de satélite, etc. De hecho, cualquier registro de información con una referencia geográfica, como una dirección de calle, el nombre de una ciudad, un identificador de parcela de tierra, coordenadas GPS, etc., puede localizarse y estar disponible en un mapa.

También se pueden incluir datos geográficos fidedignos proporcionados por Esri, proveedores de datos y miles de agencias y organizaciones de SIG de todo el mundo. (ESRI, 2023)

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Módulos de ArcGIS. (Licencia ArcView –UAM)

- **ArcMap:** es la aplicación central para visualización y manipulación de datos geográficos.
- **ArcCatalog:** Es la aplicación que se utiliza para gestionar los archivos a utilizar: mapas, base de datos etc. Ayuda a organizar la información geográfica y es imprescindible para mantener los datos en orden.
- **ArcToolBox:** Sirve para realizar operaciones de procesamiento de información geográfica: análisis de datos espaciales, conversión de formatos, gestión de datos y muchas más operaciones.
- **ArcScene:** Permite visualizar datos en 3D

CAPITULO III CARATERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

3.1. CARACTERISTICAS SOCIECONOMICAS

Se estudio los elementos de población, viviendas, elementos que se encuentran expuestos en un área altamente potencial del impacto del fenómeno de flujo de detritos, dentro de una peligrosidad muy alta, alta, media y baja, ante la ocurrencia del peligro que pueden ser afectados directamente.

3.1.1. CARACTERISTICAS SOCIALES

a) Población

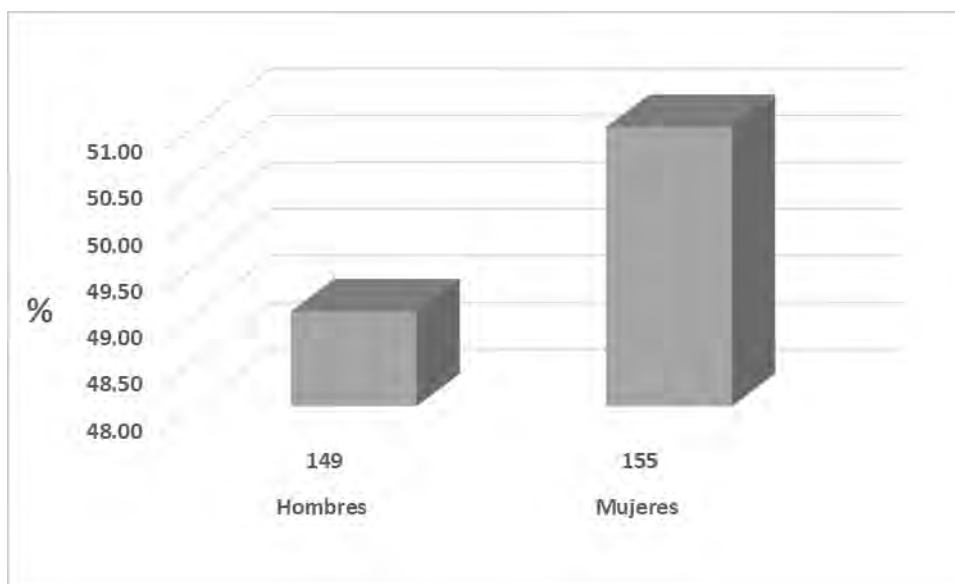
➤ Población Total

Según la “Unidad de Focalización de la Municipalidad distrital de Quellouno” para el año 2018, señala que; el centro poblado de Puente Santiago cuenta con una población de 304 habitantes, de los cuales, la mayor cantidad de población son mujeres que representa el 50.99% del total de la población, mientras que el 49.01% son hombres (Tabla 14 y Figura 5).

Tabla 14: Características de la población según sexo

Sexo	Población total	Porcentaje (%)
Hombres	149	49.01
Mujeres	155	50.99
Total, de población	304	100%

Fuente: FOCALIZACION 2018- Municipalidad Distrital de Quellouno

Figura 5: Características de la población según sexo

Fuente: Elaboración propia

➤ **Población según grupos de edades**

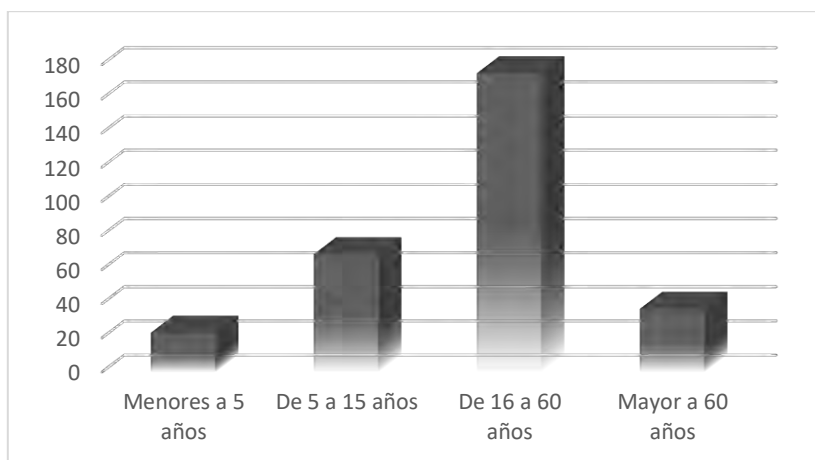
En la tabla 15 se observa la distribución de la población por grupo etario para el centro poblado de Puente Santiago, de lo cual se obtiene que la mayor parte de la población se encuentra entre los 16 a 60 años (Tabla 15 y Figura 6)

Tabla 15: Población según grupo de edades

Edades	Población	%
Menores a 5 años	23	7.57
De 5 a 15 años	69	22.70
De 16 a 60 años	175	57.57
Mayor a 60 años	37	12.17
Total, de población	304	100

Fuente: Elaboración propia

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 6: Población según grupo de edades

Fuente: Elaboracion propia

b) Vivienda

Según la focalización del 2018 realizado por la Municipalidad distrital de Quellouno indica que el centro poblado de Puente Santiago, cuenta con viviendas, siendo el porcentaje más alto para material predominantemente de adobe con un 90.28% con 130 viviendas, y con un 6.94% de material de ladrillo o bloque de cemento. (Tabla 6)

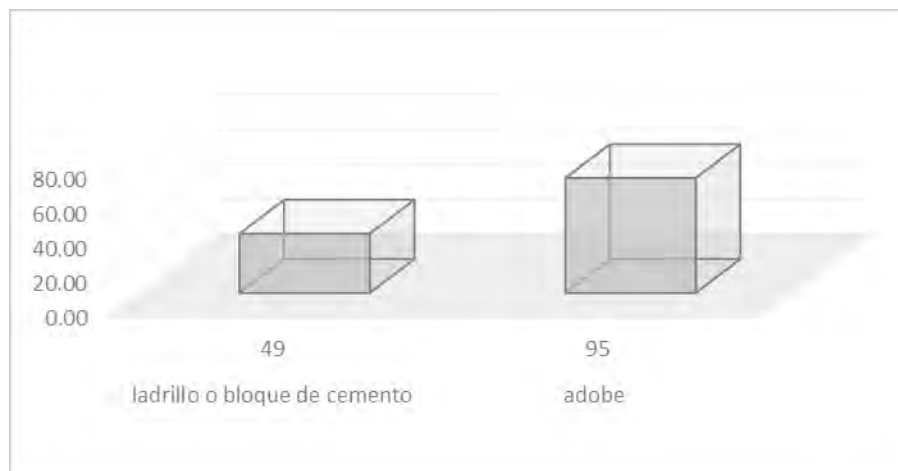
Tabla 16: Material Predominante en las paredes

Tipo de material predominante de paredes	Viviendas	%
ladrillo o bloque de cemento	49	34.03
adobe	95	65.97
Total, de viviendas	144	100

Fuente: Elaboracion propia

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 7: *Material predominante en las paredes*



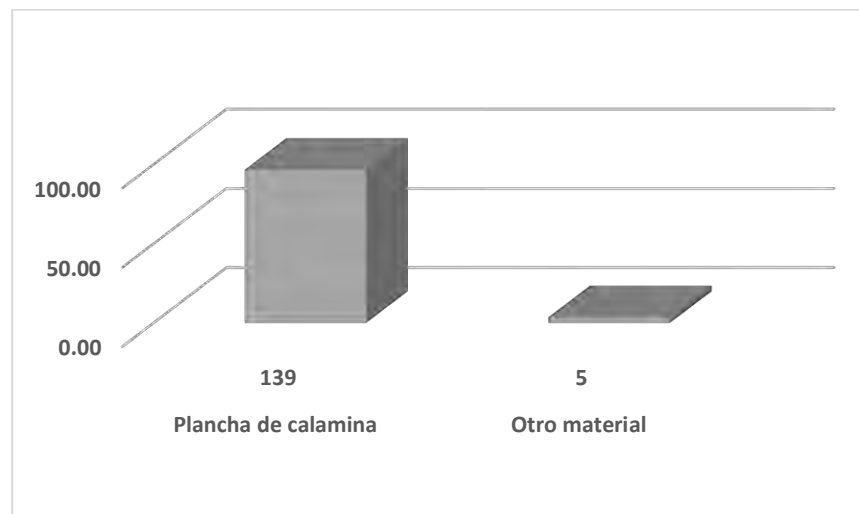
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 se muestra el material predominante de los techos de las viviendas del centro poblado de Puente Santiago, donde el 96.53% de las viviendas cuentan con techos de plancha de calamina mientras que el 3.47% de viviendas con otro material (Tabla 17 y Figura 8).

Tabla 17: *Predominante de los techos*

Tipo de material predominante de techos	Viviendas	%
Plancha de calamina	139	96.53
Otro material	5	3.47
Total, de viviendas	144	100

Fuente: Elaboración propia

Figura 8: *Material Predominante de los techos*

Fuente: Elaboracion propia

c) Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua para el centro poblado de puente Santiago se da a través de una captación de un manante, el 100% cuenta con este servicio a través de la red dentro de las viviendas (Tabla 18).

Tabla 18: *Tipo de abastecimiento de agua*

Viviendas con abastecimiento de agua	Cantidad	%
Red pública de agua dentro la vivienda	144	100
Otro tipo	-	-
Total, de viviendas	144	100

Fuente: Elaboracion propia

d) Servicios higiénicos

Actualmente las viviendas construidas en el centro poblado de Puente Santiago cuentan con servicios higiénicos a través de la red pública de desagüe dentro de la vivienda (Tabla19).

Tabla 19: *Viviendas con servicios higiénicos*

Disponibilidad de servicios higiénicos	Cantidad	%
Red pública de agua dentro la vivienda	144	100
Otro tipo	-	-
Total, de viviendas	144	100

Fuente: Elaboracion propia

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

e) Tipo de alumbrado

De acuerdo con la tabla N°20, el centro poblado de Puente Santiago se obtiene que el 93.75% de las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica, mientras que el 6.25% de las viviendas cuentan con otro tipo de alumbrado (Tabla 20).

Tabla 20: Tipo de alumbrado

Viviendas tipo de alumbrado	Cantidad	%
Electricidad	135	93.75
Otro tipo	9	6.25
Total, de viviendas	144	100

Fuente: Elaboracion propia

f) Educación

Dentro del Centro poblado de Puente Santiago, cuenta con tres (03) instituciones educativas, tanto en nivel inicial, primaria y secundaria. (Tabla 21)

Tabla 21: Instituciones Educativas

Nombre de IE	Nivel /Modalidad	Gestión / Dependencia	Dirección / Anexo	Alumnos (Ministerio de Educación -2022)	Docentes (Ministerio de Educación - 2022)
I.E. 219	Inicial - Jardín	Publica - Sector Educación	Centro poblado Puente Santiago S/N	17	1
I.E. 50239	Primaria	Publica - Sector Educación	Publica - Sector Educación	50	3
I.E. Javier Heraud Pérez	Secundaria	Publica - Sector Educación	Publica - Sector Educación	52	9

Fuente: Ministerio de Educación – Estadística de la calidad educativa -2022

3.1.2. CARACTERISTICAS ECONOMICAS

a) Actividades económicas

Según el INEI 2017, señala que la población del centro poblado de Puente Santiago, depende de la actividad agrícola, esta actividad se desarrolla con bajo nivel tecnológico, se carece de maquinaria adecuada.

La producción y el rendimiento dependen de la superficie cultivada y los factores naturales.

La superficie agrícola alcanza las 100 has. En el centro poblado de Puente Santiago (incluye tierras bajo riego y en secano), mientras que la superficie No Agrícola representa has dentro de ello se encuentra también lo correspondiente al centro poblado.

Los principales cultivos cosechados al 2023 son los cítricos como naranja, mandarina y en menor porcentaje papaya, mango y otros



Foto 1: En la fotografía se muestra los cultivos de cítricos



Foto 2: En la fotografía se muestra la cosecha de Mango.

CAPITULO IV CARACTERISTICAS FISICAS

4.1.ASPECTOS GEOLOGICOS

4.1.1. GEOLOGIA REGIONAL

Según el cuadrángulo de Quebrada Honda y Parobamba (26-r y 26-s) del INGEMMET, en la microcuenca de Santa Rosa, se tiene unidades geológicas que van desde el paleozoico representada por las formaciones Sandía y Ananea, y el cenozoico representados por depósitos inconsolidados que recubren las formaciones del Paleozoico resultado de los procesos geodinámicos. (Salas., Chávez., & Cuadros., 1999)

Para la denominación y clasificación de depósitos cuaternarios se usó la estandarización de depósitos cuaternarios Guías para la elaboración de mapas y boletines de la carta geológica nacional, INGEMMET, 2015.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 9: Columna estratigráfica regional de la zona de estudio

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	ESPESOR (m)	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO		2-10	Qh-fl	Deposito fluvial Gravas, arenas y limos depositados en los cauces de rios.
			5-20	Qh-al	Deposito aluvial Gravas y arenas mal seleccionadas en matriz limoarenosa.
			600	D-c	Grupo Cabanillas Intercalacion de areniscas y lutitas micaceas en estratos medianos a delgados.
PALEOZOICO	SILURICO	DEVONICO	1000	SD-a	Formacion Ananea Pizarras grises, lutitas y limolitas.
			1800	OS-s	Formacion Sandia Intercalacion de cuarcitas, meta areniscas, pizarras y lutitas en estratos delgados a medianos.
	ORDOVICICO	MEDIO	2500	Oim-sj	Grupo San Jose Pizarras grises carbonosas con alto contenido de pirita y fracturamiento astilloso asociados con pizarras limolitic.
	INFERIOR				

Fuente: Resumen del cuadrángulo de Quebrada Honda y Parobamba (26-r y 26- s)

4.1.2. GEOLOGIA DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA

PALEOZOICO

El paleozoico en esta zona está constituido generalmente por rocas más antiguas, y por tal han soportado sucesivas tectónicas, resultando afloramientos con dificultosa percepción debido a la disposición desordenada de sus sedimentos.

La zona de estudio ocupa parte del flanco este de la Cordillera Oriental, al sureste del Perú y noroeste de la ciudad del Cusco.

➤ **Formación Ananea (SD –a) Silúrico Devónico**

Esta formación tiene una amplia distribución en el área, pero debido a la facilidad de intemperización, en la mayoría de las veces está cubierta por aluviales.

La litología es eminentemente monótona, compuesta de pizarras, limo arcillitas pizarrosas. En toda el área debido a la fragilidad de las pizarras la erosión ha sido intensa dejando un valle de paredes laterales de pendientes altas que aún no ha alcanzado la estabilidad de su talud.

También se observan algunos niveles delgados de areniscas grises y parda de grano fino y medio mal seleccionadas.

Esta unidad geológica en la microcuenca de Santa Rosa se presenta en afloramientos rocoso de pizarras negras en su mayoría recubiertos por cobertura vegetal, aguas arriba del río Santa Rosa se presenta afloramientos, así como loques de pizarras caídos en el lecho de la quebrada.



Foto 3: Vista frontal del afloramiento de pizarras, con presencia de una fuerte oxidación (E 777941 - N 8602764).

➤ **Grupo Cabanillas (D-CA) Devónico**

La litología de este Grupo son de niveles limolíticos o muy finamente areniscos tienen desde 1 mm. Hasta 10 cm. de grosor (en general de 1 a 5 cm.), de color gris y por intemperismo gris verde o amarillento, micáceos o no, alternando con lutitas gris azul oscuro, micáceas y ligeramente limolíticas o no con un grosor similar.

Las capas arenosas son lenticulares, a menudo onduladas con nítidas micro estratificaciones cruzadas al rango del mm. 0 cm. y pequeños “slumpings” o “gradedbedding” Están estriadas paralelamente a la estratificación y contienen láminas de orden en 1/10 mm. De argilitas y materias carbonosas. (Carlotto et al, 1999)

CENOZOICO

➤ **Cuaternario**

○ **Depósitos Aluviales**

Material detrítico que se acumula en la parte baja del curso de escurrimiento de un río o de un torrente (flujo de detritos) debido al cambio brusco de pendiente del terreno, estos depósitos están envueltos por material heterogéneo con clasto redondeados a sub angulosos con

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

matriz limo-arcilloso, el diámetro de los clastos varía desde 1cm, llegando a observarse en algunos lugares hasta 1 metro.

Donde se observan los depósitos de conos aluviales, son suelos fértiles para la actividad agrícola debido a la gran profundidad que presenta la capa arable, pero estos lugares sin embargo no buenos para el asentamiento de las viviendas debido que estos suelos han sido depositados por los materiales de flujo de detritos y movimientos de masas.



Foto 4: Vista frontal de depósitos aluviales dentro del sector de Puente Santiago (E 775705 – N8604697).

○ Depósitos Coluviales

Son depósitos que están compuestos por fragmentos transportados y acumulados por acción de la gravedad, afloran notoriamente en las cabeceras de la cuenca, taludes de los cerros, son heterogéneos. Corresponden a los depósitos de pendiente donde se incluyen los deslizamientos. (Carlotto., Cardenas., & Carller, 2011)

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Estos contienen material entre clastos con finos como arenas y arcillas; están constituidos por bloques, gravas, limos y arcillas, los clastos sub angulosos a angulosos soportadas en arcillas y limos.



Foto 5: Vista frontal de los depósitos coluviales, gravas de tamaño mediano, con bastante presencia de finos (Arcillas y limolitas) (E 777375 - N 8601815).

○ **Depósitos Coluvio Aluviales (Qh-coal) Cuaternario Holoceno**

Son acumulaciones constituidos por materiales de tamaño variado, se tiene una litología homogénea, estos se encuentran dentro de una matriz arenosa limoso que se encuentra en algunas bases de las laderas, estos se formaron por alteración y desintegración de las rocas que se encuentran ubicadas en las laderas superiores y con la influencia de la gravedad. Se caracterizan por contener gravas angulosas a subangulosas distribuidas en forma caótica, sin selección ni estratificación aparente, con regular a pobre consolidación; ocasionalmente contienen algunos horizontes lenticulares limo arenoso.

○ **Depósitos Fluviales (Qh-fl) Cuaternario Holoceno**

Se encuentran fundamentalmente áreas en el fondo de los valles formando los lechos de los ríos y zonas de inundación como las islas y playas. Compuestos principalmente por Gravas con clastos subredondeados a redondeados, arenas no muy bien estratificadas con limos y arcillas lenticulares.

Fueron producidos por inundaciones o antiguos cursos de los ríos caudalosos.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Estos depósitos en los grandes ríos del distrito de Quellouno están compuestos por gravas en la parte inferior, cubierto por capas de detritos compuestas por cantidades variables de arena, limo y arcilla.



Foto 6: Ortofoto del centro poblado de Puente Santiago y el centro poblado de Santiago, vista de los nuevos Depósitos Fluviales.

4.1.3. GEOLOGIA LOCAL – SIMULACION

Formación Ananea (SD-a)

La Formación Ananea está compuesta por limolitas gris verdosas, las cuales presentan esquistosidad tipo lápiz, con niveles de pizarras gris verdosas, compactas con textura foliada, tabulares, con algunos nódulos alineados a la estratificación; ocasionalmente las limolitas se presentan con ligera foliación, con contenido de micas paralelas a la foliación. También se observan algunos niveles delgados de areniscas grises y pardas de grano fino y medio mal seleccionadas; en diferentes zonas en las que aflora la unidad se las observa cortados por diques y sills gris verdosos afaníticos. Esta unidad geológica en la microcuenca de Santa Rosa se

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

presenta en afloramientos rocosos de esquistos y pizarras gris verdosa a negras en gran parte recubiertos por cobertura vegetal, aguas arriba del río Santa Rosa se presenta afloramientos, así como bloques de esquistos caídos en el lecho de la quebrada.



Foto 7: Vista frontal del afloramiento de pizarras, con esquistos caídos en el lecho de la quebrada

Depósitos aluviales

Este tipo de depósitos se encuentra a lo largo de los cauces recientes y/o antiguos del río, son generados por acción erosiva de las precipitaciones en las laderas, según la incisión en la ladera se va formando respectivamente terrazas menores y conos aluviales. Están compuestos por gravas, arenas sub redondeadas a redondeadas en una matriz areno limosa, presentan bloques de rocas de tamaños mayores a 1m que fueron transportados por antiguos flujos de detritos (Huaycos). En la microcuenca Santa Rosa estos depósitos representan zonas de descarga.



Foto 8: Vista de depósitos aluviales, en la margen izquierda del rio Santa Rosa

Depósitos aluviales recientes

Estos materiales se hallan en los cauces recientes, son generados por acción erosiva de las precipitaciones en las laderas, según la incisión en la ladera se formando respectivamente terrazas menores y conos aluviales. Están compuestos por gravas, arenas sub redondeadas a redondeadas en matriz areno limosa, presentan bloques de rocas de tamaños menores.

Depósitos Coluvio-aluviales

Son depósitos generados por acción de gravedad y precipitaciones en las laderas de los afloramientos rocosos intemperizados, se encuentran compuestos por bloques de rocas metamórficas en una matriz areno – gravo- arcillosa, generalmente presenta una mala selección y estratificación, presenta una permeabilidad media. Su comportamiento mecánico es de regular a mala.



Foto 9: Vista de depósitos coluvio aluviales emplazado en las laderas.

Depósitos fluviales

Estos materiales se hallan en las terrazas, está compuesto por gravas, arenas redondeadas en matriz arenosa.

A continuación, se muestra resumen de la distribución espacial de las unidades geológicas en tablas y gráficos.

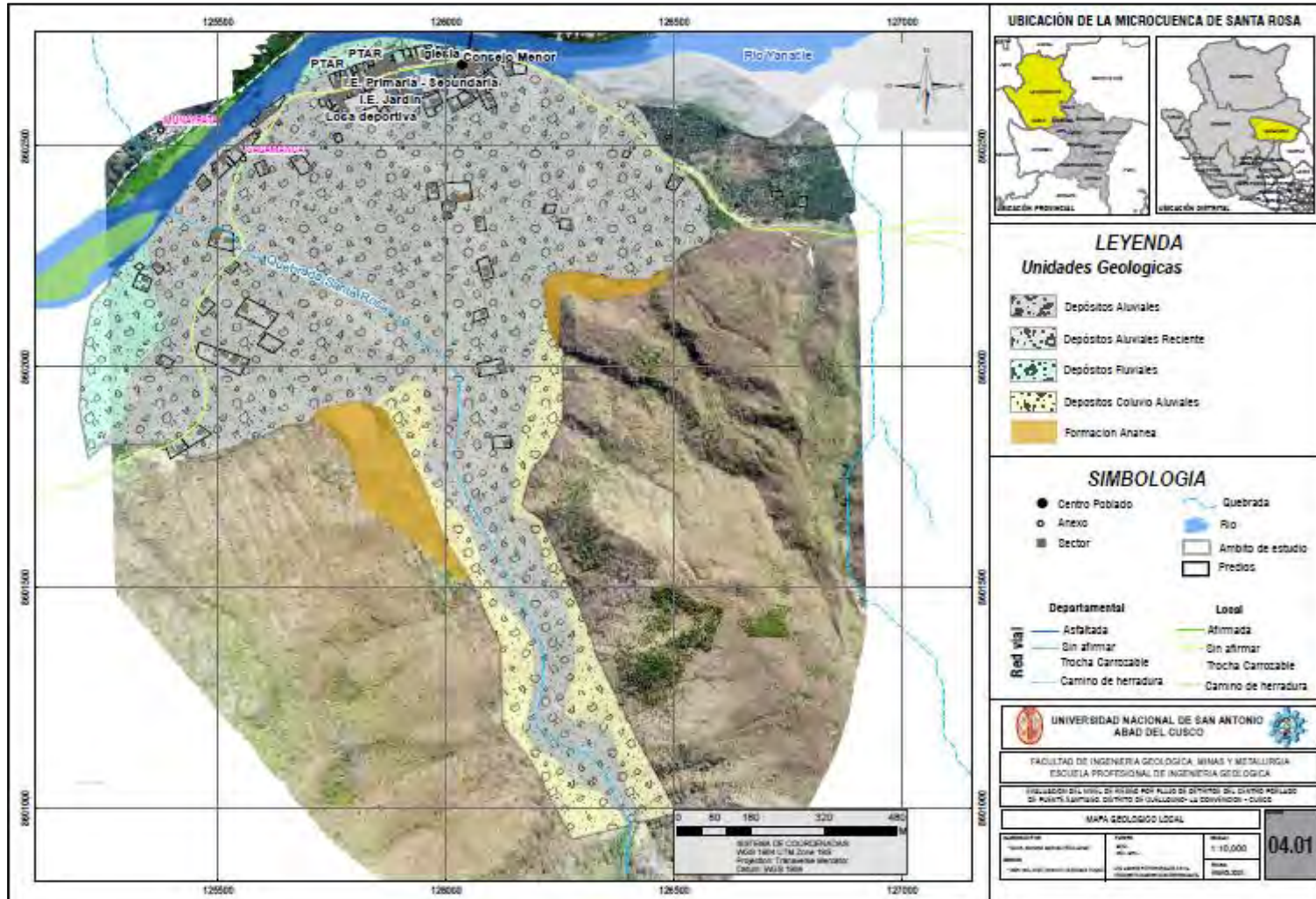
Tabla 22: Clasificación de la unidad geológicas

Formación	Área (m2)	Área (%)
Depósitos Aluviales Reciente	21895.62	2%
Depósitos Aluviales	862640.84	72%
Depósitos Coluvio Aluviales	186552.09	16%
Formación Ananea	59880.91	5%
Depósitos Fluviales	70782.21	6%

Fuente: Elaboracion propia

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 10: Mapa de unidades geológicas locales



Fuente: Elaboracion propia

4.2.GEOMORFOLOGIA

4.2.1. GRAN AMBIENTE GEOMORFOLOGICO

➤ Cordillera Oriental

Es un elemento estructural principal de la zona de estudio. La cordillera oriental es un enorme bloque montañoso de edad esencialmente Paleozoica, conformado principalmente por rocas metamórficas.

➤ Valle inter montañoso

Los valles se generaron por el levantamiento andino Pliopleistoceno. La zona de estudio se ubica dentro del valle de Yanatile, la cual es una depresión interandina al interior de la cordillera oriental, este valle comprende zonas de mayor pendiente y laderas de mayor longitud.

4.2.2. AMBIENTE GEOMORFOLOGICO

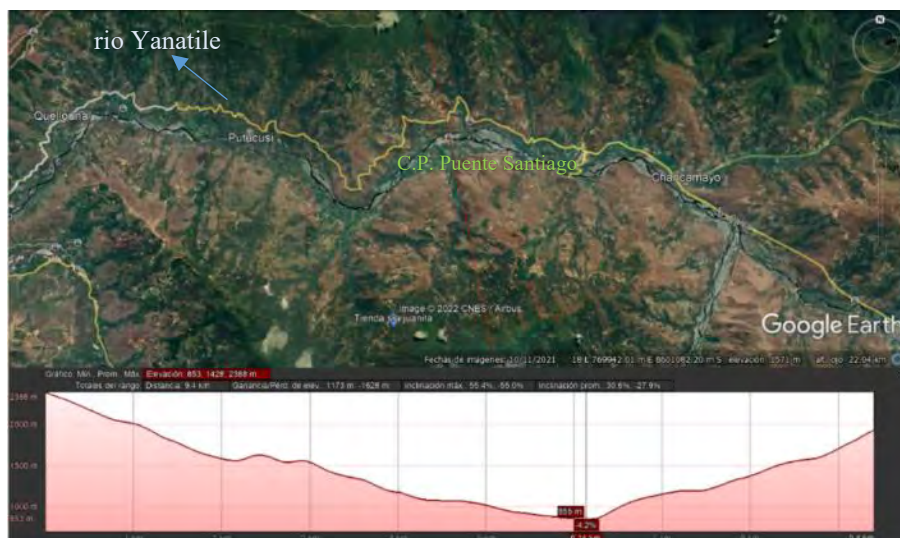
➤ Planicie cenozoica

Este ambiente está dominado por la acción de las corrientes de agua y el transporte de los sedimentos sobre la superficie terrestre. Estos procesos conllevan a la formación de las geoformas características del sistema fluvial, principalmente los Abanicos, pie de montes, terrazas aluviales y los conos aluviales.

En el ámbito de estudio este tipo de ambiente se presente en la parte inferior de la cuenca, así mismo a lo largo del río Yanatile.

Figura 11: Sección Transversal topográfica

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago



Fuente: Google Earth, 2022

➤ **Relieve paleozoico moderadamente accidentado**

En el ámbito de estudio este tipo de ambiente se presenta en la Cordillera oriental, se desarrolla en las rocas de las unidades geológicas como la Formación Ananea y Grupo Cabanillas presenta un relieve fuertemente accidentado con pendientes empinadas rango entre 25% y 50% de inclinación.

Este ambiente se presenta en la parte central del estudio, tiene una superficie de 529.77 ha como parte de la Cordillera Oriental, el 20.04% con respecto a la extensión del ámbito de estudio.

➤ **Relieve paleozoico fuertemente accidentado**

En el ámbito de estudio este tipo de ambiente se presenta en la Cordillera oriental, se desarrolla en las rocas de las unidades geológicas como la Formación Ananea, y Grupo Cabanillas, presenta un relieve fuertemente accidentado con pendientes fuertemente empinadas, mayores a 50 % de inclinación.

Este ambiente se presenta en todo el ámbito, tiene una superficie de 1270.28 ha como parte de la Cordillera Oriental, representa la mayor extensión con el 48.05% con respecto a la extensión del ámbito de estudio.

➤ **Relieve cenozoico moderadamente accidentado**

La disección de los paisajes por los procesos exógenos se manifiesta en procesos erosivos hídricos y gravitatorios o una combinación de los dos, el resultado de

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

este proceso son los depósitos aluviales, coluviales, coluvio-aluviales, residuales y movimientos en masa, presenta un relieve moderadamente accidentado con pendientes entre 25% a 50% de inclinación.

En el ámbito de estudio este tipo de ambiente se presenta en la parte central del estudio, tiene una extensión de 250.64 ha que representa un 9.48% con respecto a la extensión del ámbito de estudio.

➤ **Relieve cenozoico fuertemente accidentado**

La disección de los paisajes por los procesos exógenos se manifiesta en procesos erosivos hídricos y gravitatorios o una combinación de los dos, el resultado de este proceso son los depósitos aluviales, coluviales, coluvio-aluviales, residuales y movimientos en masa, presenta un relieve fuertemente accidentado con pendientes mayores a 50% de inclinación.

En el ámbito de estudio este tipo de ambiente se presenta en la parte central del estudio, tiene una extensión de 107.86 ha que representa un 4.08% con respecto a la extensión del ámbito de estudio.



Foto 10: Deslizamiento activo en vertiente fuertemente empinada, Sector de Santiago.

➤ **Relieve cenozoico ligeramente accidentado**

La disección de los paisajes por los procesos exógenos se manifiesta en procesos erosivos hídricos y gravitatorios o una combinación de los dos, el resultado de este proceso son los depósitos aluviales, coluviales, coluvio-aluviales, residuales y movimientos en masa, presenta un relieve ligeramente accidentado con pendientes entre 15% a 25% de inclinación.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

En el ámbito de estudio este tipo de ambiente se presenta a lo largo del río Santa Rosa, tiene una extensión de 9.5 ha que representa un 0.36% con respecto a la extensión del ámbito de estudio.

4.2.3. GEOMORFOLOGIA REGIONAL

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Esta categoría está definida fundamentalmente por contrastes morfométricos que relacionan el tipo de la roca y la correspondiente topografía del terreno, y a los procesos dinámicos activos.

Pueden definirse segmentos o intervalos característicos en diferentes ambientes.

En esta clasificación se hace distinción específica de las características de cada unidad, relacionada con su descripción de geoformas y/o geología.

➤ Planicies

Esta unidad se refiere a espacios que constan con relieves bajos, presentan una litología constituidos por gravas, cantos con clastos subredondeados, dentro de una matriz arenolimo arcillosa, se presentan mayormente en conos aluviales.

Esta unidad geomorfológica se ubica principalmente en la base de la zona de estudio, presenta un relieve ligeramente disectado con pendientes que varía de 8% a 15%.

La extensión de esta unidad es de 91 ha que representa un 3.44% del ámbito de estudio, presenta una vegetación que consta de Bosque denso bajo, cultivos permanentes arbustivos, herbazal, mosaico de cultivos entre otros (Tabla 23).

Tabla 23: Clasificación de la unidad según su rango de pendiente

Unidad	Area_Ha	PENDIENTE (%)	ORIGEN	CLASIFICACION	SUB UNIDAD GEOMORFOLOGICA
Planicies	91.00	8-15%	Agradacional	Planicies coluvio-aluviales	Abanico aluvial

Fuente: Municipalidad distrital de Quellouno – ZEE -OT – Estudio de Geomorfología



Foto 11: Abanico aluvial fuertemente inclinado, Sector de Puente Santiago, coordenadas X: 779018.89; Y: 8602406.88.

➤ Terrazas

Esta unidad geomorfológica se forma debido al río Yanatile en su evolución amplía el valle al ganar importancia la erosión en sus márgenes, la superficie de la anterior llanura aluvial queda adosada a las márgenes del valle en forma de escalón.

Esta unidad geomorfológica se ubica principalmente en la base de la zona de estudio, constituido por gravas, cantos con clastos subredondeados a redondeados, dentro en una matriz areno-limo arcillosa, presenta un relieve ligeramente disectado con pendientes que varía de 8% a 15%, en esta unidad se produce un proceso de socavación fluvial como parte del modelamiento morfo genético.

La extensión de esta unidad es de 111.49 ha que representa un 4.21% del ámbito de estudio, presenta una vegetación que consta de cultivos agrícolas como cítricos, papaya, cacao, plátano, entre otros (Tabla 24).

Tabla 24: Clasificación de la unidad según su rango de pendiente

UNIDAD	AREA ha	PENDIENTE	ORIGEN	CLASIFICACION
Terrazas	111.48	0-4%	Agradacional	Terrazas medias Terrazas bajas

Fuente: Municipalidad distrital de Quellouno – ZEE -OT – Estudio de Geomorfología

➤ Montañas metamórficas

Esta unidad geomorfológica se trata de una serie de superficies conformadas por estratos dispuestos en favor o en contra de la pendiente del terreno, esta unidad presenta una litología correspondiente al Grupo San José, presenta un relieve accidentado.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Esta unidad de montañas metamórficas fuertemente accidentada se presenta en ambos extremos del ámbito de estudio tiene una extensión de 767.75 ha que representa el 29.04% con respecto a la extensión del ámbito de estudio (Tabla 25).

Tabla 25: Clasificación de la unidad según su rango de pendiente

UNIDAD	AREA ha	PENDIENTE	ORIGEN	CLASIFICACION
Montañas metamórficas	493.3	50 - 75%	Estructural	Montañas metamórficas fuertemente accidentadas
	274.44	25-50%		Montañas metamórficas moderadamente accidentadas

Fuente: Municipalidad distrital de Quellouno – ZEE -OT – Estudio de Geomorfología

➤ **Montañas sedimentarias**

Esta unidad geomorfológica se trata de una serie de superficies conformadas por estratos dispuestos en favor o en contra de la pendiente del terreno, esta unidad presenta una litología correspondiente al Grupo Cabanillas presenta un relieve accidentado con pendientes que varían desde los 25% a más de 75%.

Esta unidad de montañas sedimentarias se presenta en la zona media del ámbito de estudio, tiene una extensión de 1032.30 ha que representa el 39.04% con respecto a la extensión del ámbito de estudio (Tabla 26).

Tabla 26: Clasificación de la unidad según su rango de pendiente

UNIDAD	AREA ha	PENDIENTE	ORIGEN	CLASIFICACION
Montañas sedimentarias	776.97	50 - 75%	Estructural	Montañas sedimentarias fuertemente accidentadas
	255.33	25-50%		Montañas sedimentarias moderadamente accidentadas

Fuente: Municipalidad distrital de Quellouno – ZEE -OT – Estudio de Geomorfología

➤ **Superficies de erosión**

Esta unidad geomorfológica trata de zonas afectadas por erosión hídrica y gravitacional generados a lo largo de la quebrada del río Santa Rosa, en gran parte se generan deslizamientos, los que se activan debido principalmente a factores de precipitación y la deforestación generada por actividades agrícolas.

Esta unidad geomorfológica está constituida por material detrítico, resultado de la alteración y descomposición de las rocas compuestas por clastos angulosos de diferentes

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

tamaños envueltos en una matriz limo arcilloso, presenta un relieve fuertemente disectado con pendientes que va a desde 15% a más.

La extensión de esta unidad es de 368.08 ha que representa un 4.21% del ámbito de la zona de estudio (Tabla 27).

Tabla 27: Clasificación de la unidad según su rango de pendiente

UNIDAD	AREA ha	PENDIENTE	ORIGEN	CLASIFICACION
	9.58	15-25%		Superficies de erosión ligeramente accidentados
Superficies de Erosión	250.64	25-50%	Denudacional	Superficies de erosión moderadamente accidentados
	107.86	50-75%		Superficies de erosión fuertemente accidentados

Fuente: Municipalidad distrital de Quellouno – ZEE -OT – Estudio de Geomorfología

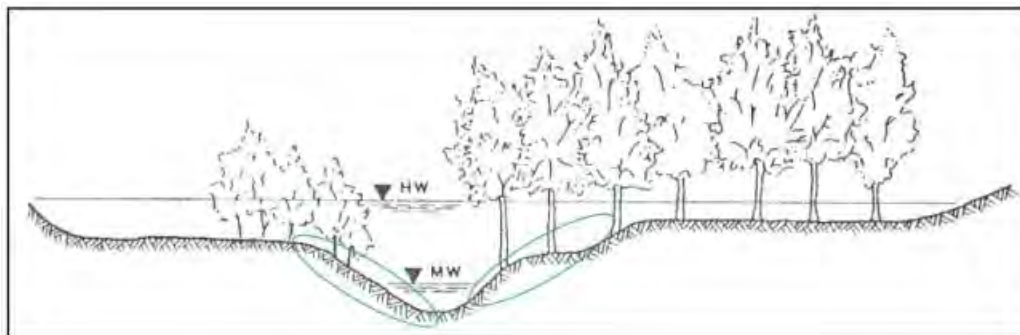
4.2.4. GEOMORFOLOGIA LOCAL

Lecho del rio

Son depresiones en la superficie generados por la acción de la erosiva de la escorrentía pluvial en la zona de debilidad, (Proyecto Mejoramiento y recuperación de las condiciones de habitabilidad urbana en 41 zonas de Reglamentación Especial de la provincia del Cusco, 2020). En la microcuenca de Santa Rosa las cárcavas se presentan sub perpendiculares al lecho de la quebrada por los cuales discurre agua de escorrentía y material sólido arrastrados, este volumen generado se transfiere al lecho de quebrada, el lecho de quebrada presenta dos tramos bien característicos de sistemas aluviales un canal de torrente de acción principalmente erosiva y una zona de deposición conocido como abanico aluvial sobre el cual se emplazó el CCPP de Puente Santiago.

Rivera

Son las superficies laterales de un cauce, generalmente se encuentra parcialmente sumergidas.

Figura 12: Esquema de rivera de Rios

Abanico aluvial

El abanico aluvial se forma por una corriente acuosa, al cambio de pendiente de un torrente en su deposición en la base de montaña, se caracteriza por su superficie en forma de abanico, la masa de materiales es espesa de granulometría gruesa (Cantos, gravas y arenas), los suelos tienden a ser uniformes, presenta un relieve con pendientes que varía de 8% a 15%. Sobre el abanico aluvial se asentó el CCPP de Puente Santiago.

Terrazas fluviales

Esta unidad geomorfológica se forma cuando la corriente madre se recorta en sus propios aluviones debido a un descenso en el nivel de base de erosión como parte del encajonamiento del río Yanatile, está compuesto por gravas, cantos con clastos subredondeados a redondeados, dentro en una matriz areno-limo arcillosa, presenta un relieve ligeramente disectada con pendientes que varía de 4% a 8%, en esta unidad se presenta un proceso de socavación fluvial como parte del modelamiento morfo genético.

Pie de monte

Esta unidad geomorfológica corresponde a una planicie inclinada, que se extiende al pie de sistemas montañosos y los escarpes de altiplanicies, y que se han ido formados por las

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

sedimentaciones de las corrientes de agua que surgen de los terrenos más altos hacia las zonas más bajas y abiertas.

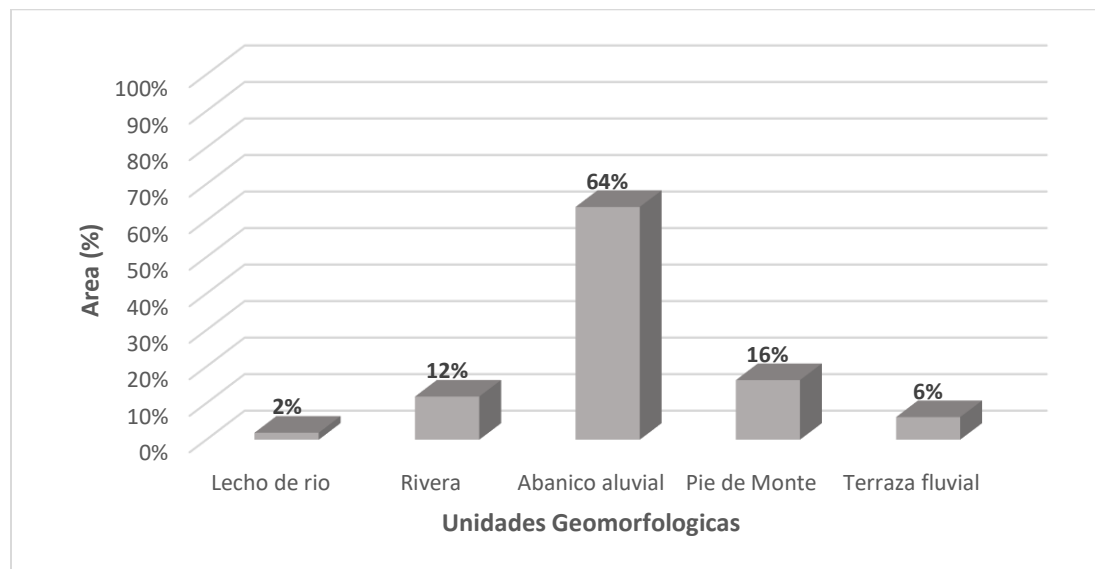
Tabla 28:

Clasificación de las pendientes por descriptor

Nombre de unidad	Área (m2)	Área (%)
Lecho de rio	21899.67	2%
Rivera	135018.79	12%
Abanico aluvial	728491.67	64%
Pie de Monte	186543.25	16%
Terraza fluvial	70789.31	6%

Fuente: Elaboracion propia

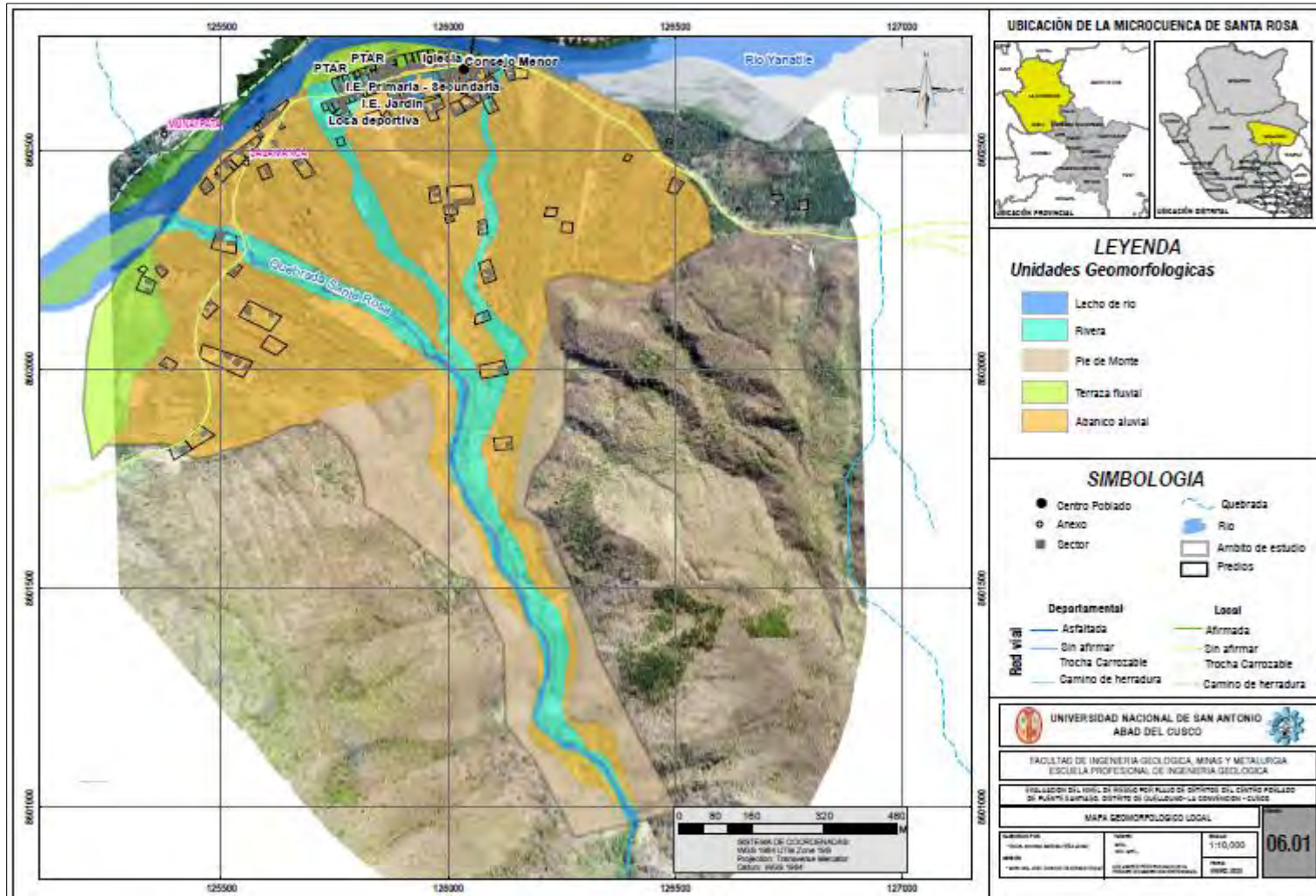
Figura 13: *Distribución unidades geomorfológicas en porcentajes*



Fuente: Elaboracion propia

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 14: Mapa de Unidades Geomorfológicas



Fuente: Elaboracion propia

4.3.PENDIENTES

La pendiente es un declive del terreno, y la inclinación respecto a la horizontal de una vertiente, la medición de una pendiente se expresa a menudo como un porcentaje de la tangente. (Proyecto Mejoramiento y recuperación de las condiciones de habitabilidad urbana en 41 zonas de Reglamentación Especial de la provincia del Cusco, 2021)

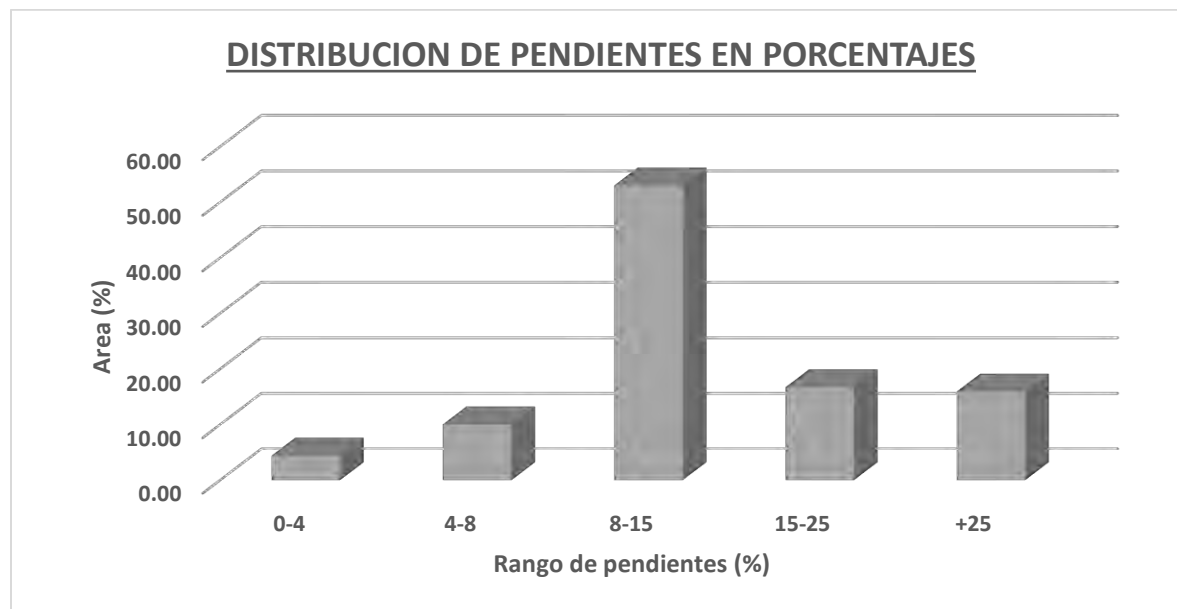
El relieve de la microcuenca de Santa Rosa presenta una topografía variada, presentando una altitud que van desde los 839 a 1,113 m.s.n.m (Tabla 29).

Tabla 29: Clasificación de las pendientes por descriptor para la microcuenca Santa Rosa

Código	Rango	Descripción	Área	Área %
1	0-4	Plano	4.92	4.38
2	4-8	Moderadamente Inclinado	11.24	10.01
3	8-15	Fuertemente Inclinado	59.54	53.00
4	15-25	Moderadamente empinada	18.76	16.70
5	+25	Empinada	17.87	15.91

Fuente: Rango basado en el Reglamento de Clasificación de Tierras Ampliado de ONERN - 1980

Figura 15: Distribución de pendientes en porcentajes, microcuenca de Santa Rosa



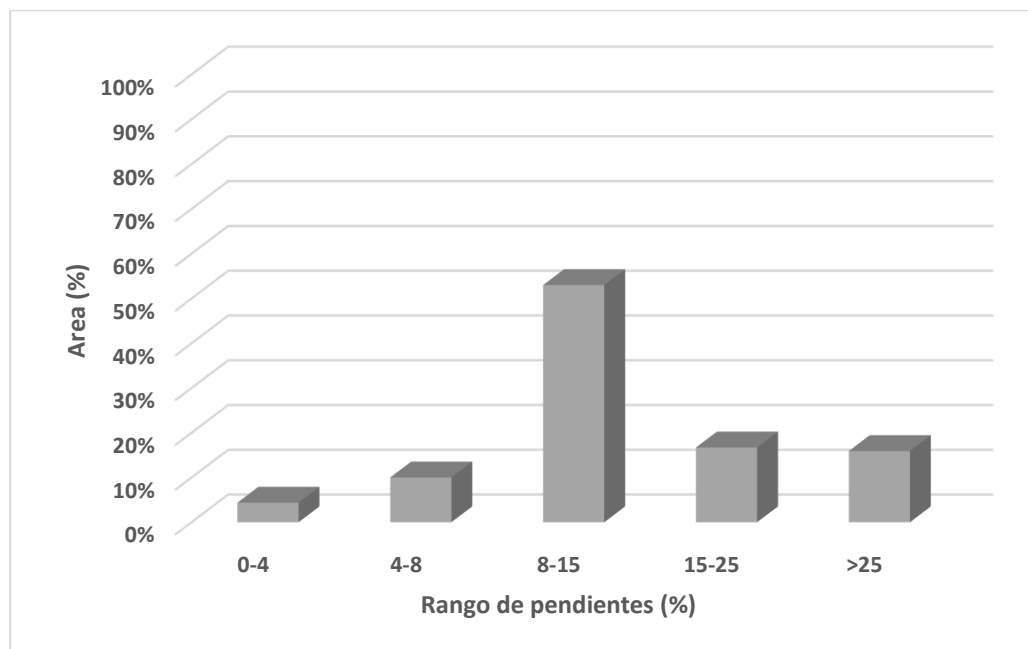
Fuente: Elaboración propia

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 30: Clasificación de las pendientes por descriptor para la simulación o zona de estudio.

Código	Rango	Descripción	Área (m2)	Área %
1	0-4	Plano	49179.89	4%
2	4-8	Moderadamente Inclinado	112437.87	10%
3	8-15	Fuertemente Inclinado	595441.14	53%
4	15-25	Moderadamente empinada	187607.03	17%
5	+25	Empinada	178718.59	16%

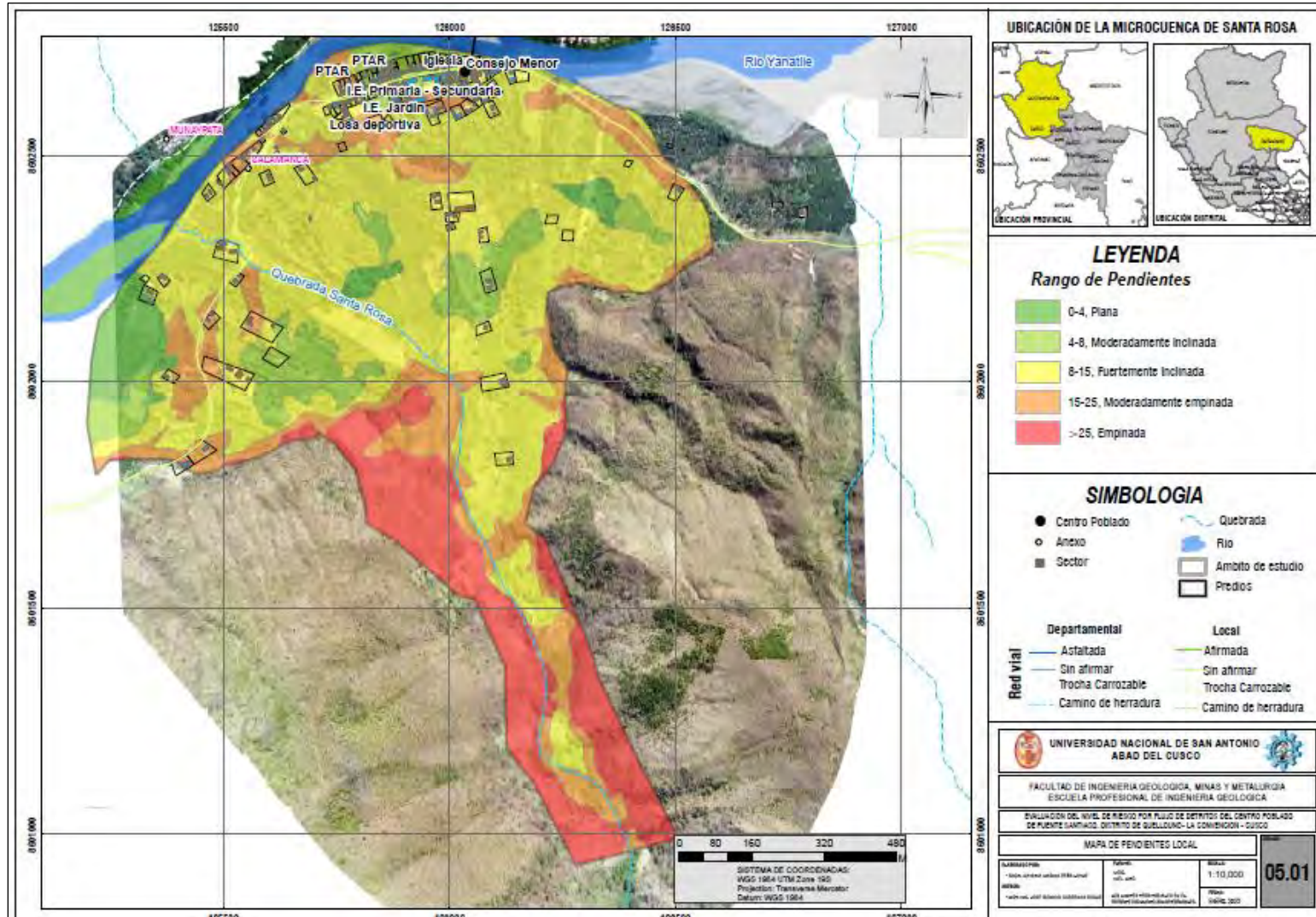
Fuente: Rango basado en el Reglamento de Clasificación de Tierras Ampliado de ONERN - 1980

Figura 16: Distribución de pendientes en porcentajes, microcuenca de Santa Rosa

Fuente: Elaboración propia

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 17: Mapa de pendientes en porcentajes



Fuente: Rangos basado en el Reglamento de Clasificación de Tierras Ampliado de ONERN -1980

4.4.GEODINAMICA

4.4.1. MOVIMIENTOS EN MASA EN LA QUEBRADA SANTA ROSA

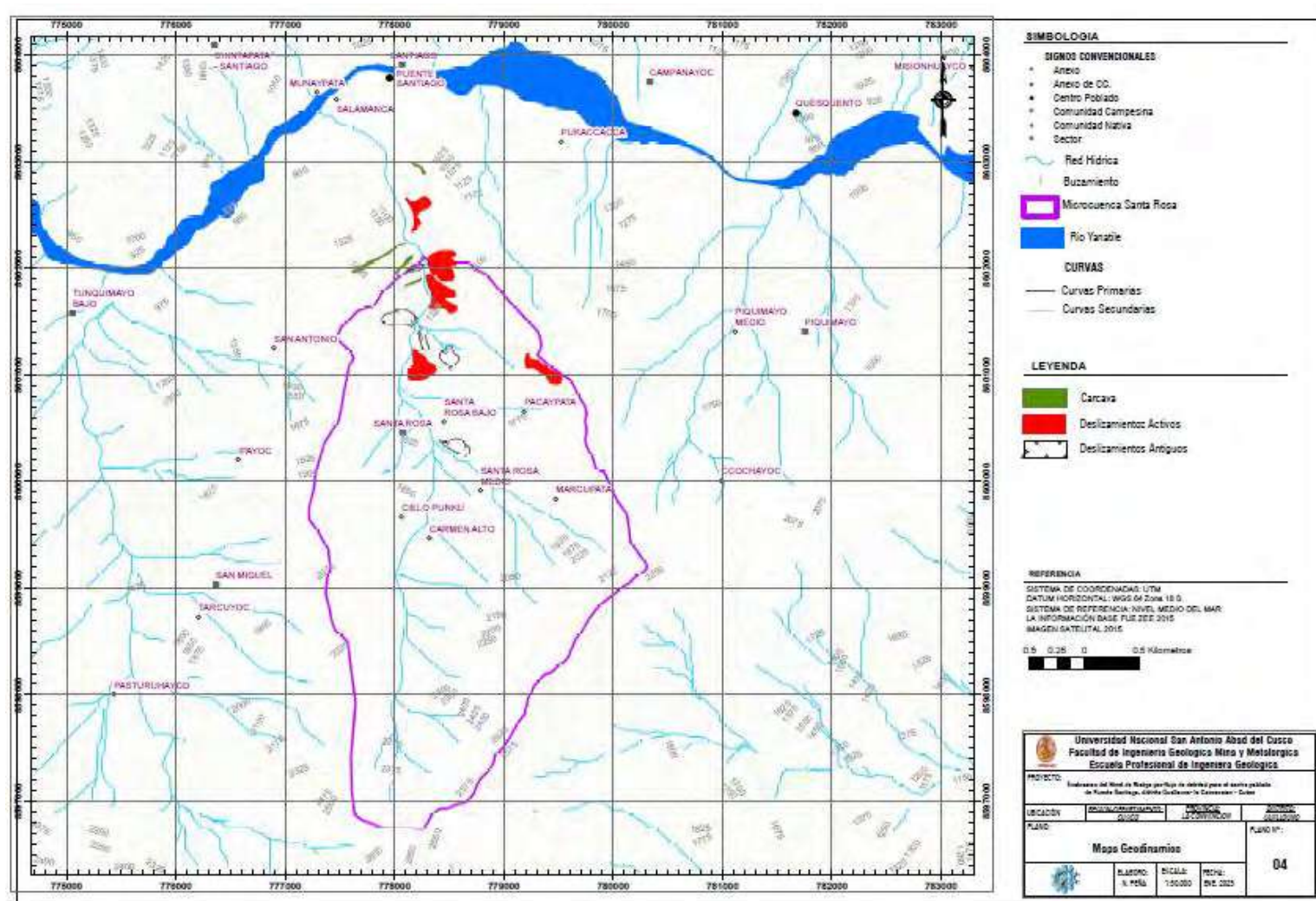
Se ha cartografiado los deslizamientos activos más importantes dentro de la quebrada de Santa Rosa, además se identificó otros fenómenos geodinámicos tales como cárcavas; que al ser erosionados por intensas precipitaciones pluviales e interactuar entre sí, favorecen a la activación y reactivación de los deslizamientos, pudiendo provocar así un colapso.



Foto 12: Vista de las cárcavas a la margen derecha de la quebrada santa rosa

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 18: Mapa geodinámico



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA

5.1.HIDROLOGIA

5.1.1. ASPECTOS CLIMATICOS DEL AREA

A. Clima

El clima en el centro poblado de Puente Santiago, corresponde a un piso Ecológico de Ceja de Selva, es decir una zona cálida, se caracterizan dos climas al año: el seco (entre mayo y octubre) y el lluvioso (noviembre a abril); el primero es seco, caluroso, despejado y sin nubes; el segundo es lluvioso pero cálido con una temperatura promedio de 20°C.

A. Estaciones pluviométricas seleccionadas

La caracterización hidrológica se realizó en base a datos de la estación meteorológica Quillabamba, estación Machupichu, estación Quebrada y estación Huyro.

Tabla 31: Estaciones Meteorológicas.

ÍTEM	CÓDIGO	NOMBRE / ESTACIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	LATITUD (S)	LONGITUD (W)	Este	Norte	Altitud
1	S9JBJI	QUILLABAMBA	LA CONVENCION	SANTA ANA	12°51'21"	72°41'30"	750524	8577684	990
2	Q9OVQF	HUYRO	LA CONVENCION	HUYRO	13°4'01"	72°27'01"	776515	8554053	1700
3		QUEBRADA	CALCA	YANATILE	12°40'43.9"	72°16'42.5"	795602	8596836	1205
4		ECHARATE	LA CONVENCION	ECHARATE	12°47'01"	72°40'01"	753281	8585652	667
5		OCCOBAMBA	LA CONVENCION	OCCOBAMBA	12°50'01"	72°26'01"	778571	8579878	1900

Fuente: Elaboracion propia

En el Anexo A se muestran los registros de precipitación histórica de las diferentes estaciones y la serie de precipitación completada. Los datos hidrológicos utilizados, se tomaron como referencia a partir de estudios anteriores.

B. Precipitación

En nuestro país por influencia de la Cordillera de los Andes, las precipitaciones son normalmente de origen orográfico es decir que dependen del relieve y la altitud.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

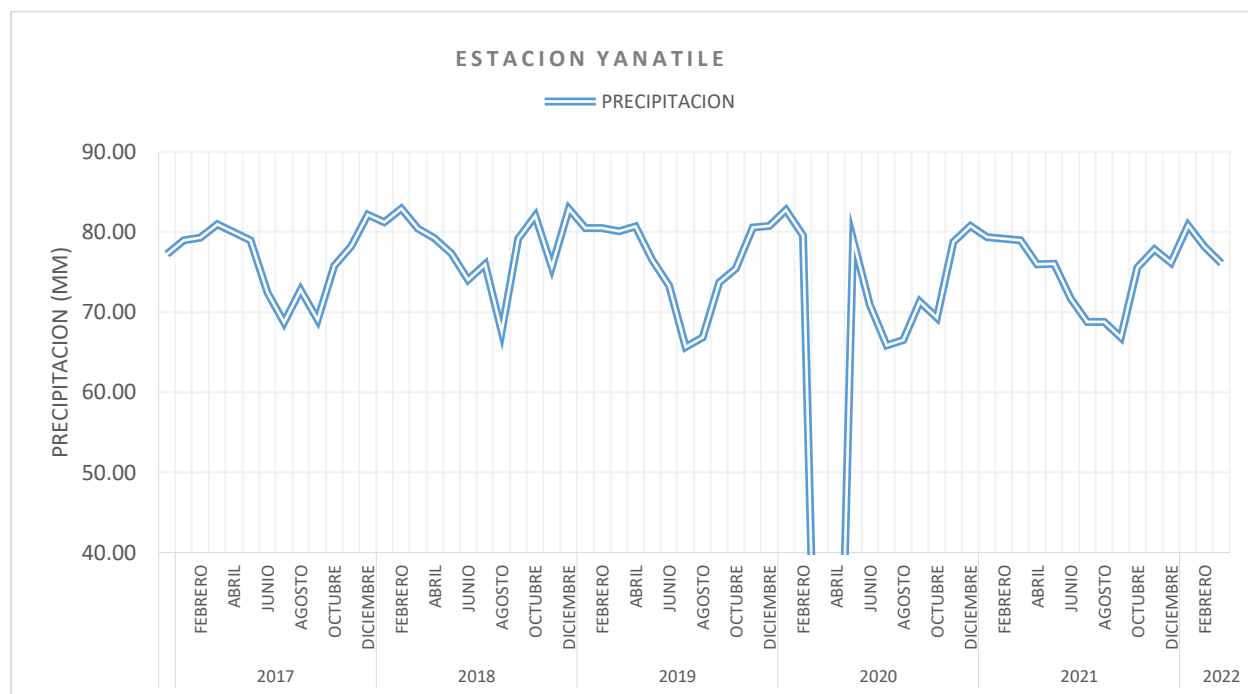
La precipitación acumulada anual es de 2000 a 2400 mm, El mes más lluvioso es el mes de enero con precipitación media 320 mm y el más seco entre el mes de julio con una precipitación media mensual de 50 mm en el mes de Julio (Tabla 32 y Figura 19).

Tabla 32: Precipitación media mensual Estación Yanatile (mm/mes)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Promedio	79.97	80.61	79.92	66.09	63.16	77.57	72.48	68.99	68.50	72.01	75.63	78.19	883.12

Fuente: SENAMHI

Figura 19: Variación Precipitación Máxima para la estación Yanatile



Fuente: Estación meteorológica Yanatile

C. Umbrales de Precipitación – SENAMHI

De acuerdo al IPCC (Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis). Un fenómeno meteorológico extremo es un evento “Raro” en un lugar y momento determinado. Las definiciones de raro varían, pero en general hay un consenso de que las precipitaciones que superan el percentil 90, calculado de los días de precipitación acumulada diaria mayor a 1 mm ($RR > 1\text{mm}$) son considerados como días lluviosos; muy lluviosos (Extremadamente fuertes), los que superan el percentil 99. (Senamhi, 2014)

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Para el cálculo de umbrales de precipitación, el SENAMHI utilizó la metodología descrita en la nota técnica 0001-SENAMHI -DGM-2014 “Estimación de umbrales de precipitación extremas para la emisión de avisos meteorológicos” (Tabla 33). (Senamhi , 2014)

Tabla 33: Umbrales de precipitación para la estación Quebrada

UMBRALES DE PRECIPITACION	Características de lluvias extremas	Umbrales Calculados para la Estación Yanatile
RR/día >99p	Extremadamente lluvioso	RR > 48.22mm
95p < RR/día ≤ 99p	Muy lluvioso	28.1 mm < RR ≤ 48.2 mm
90p < RR/día ≤ 95p	Lluvioso	20.8 mm < RR ≤ 28.1 mm
75p < RR/día ≤ 90p	Moderadamente lluvioso	10.5 mm < RR ≤ 20.8 mm
RR/día ≤ 75p	Normal	Normal RR ≤ 20.8 mm

Fuente: SENAMHI, 2014

D. Temperatura

El comportamiento térmico es variable y está influenciado principalmente por la gradiente altitudinal, la estación del año y las diferentes formas del relieve que dominan el ámbito de estudio

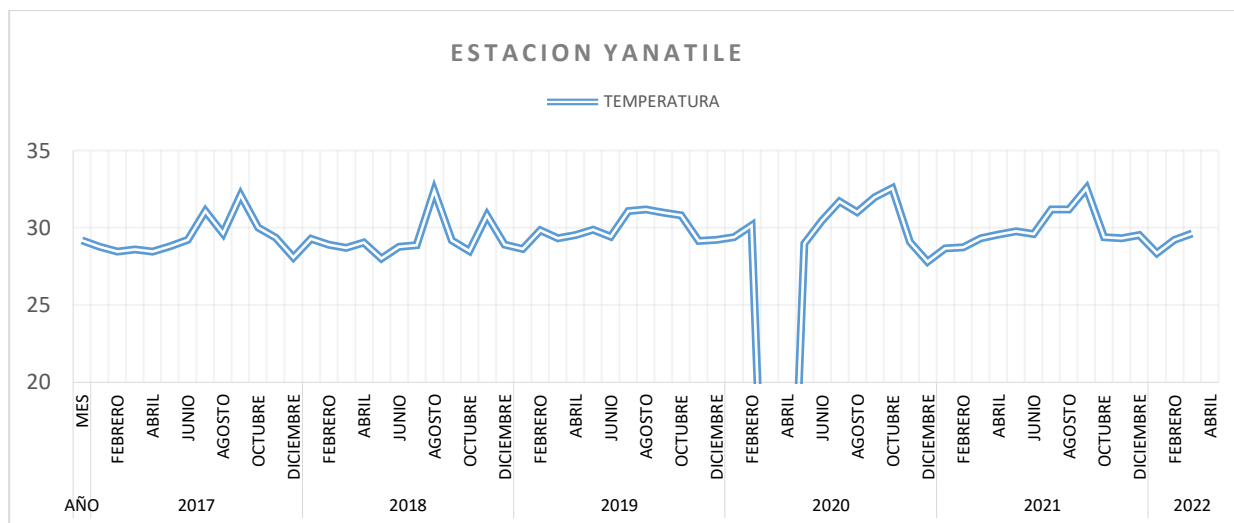
El régimen térmico del centro poblado de Quellouno por lo general se califica de Cálido a Semicálido, cuyo comportamiento está influenciado principalmente por el relieve y la variación altitudinal. El comportamiento térmico a lo largo del año no presenta grandes variaciones, las temperaturas más bajas se registran en los meses de junio y julio y las más altas en los meses de septiembre y octubre.

Las temperaturas mensuales promedios se encuentran entre 24-26°C (Tabla 34).

Tabla 34: Temperatura media mensual estación Yanatile

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máximo	33.42	32.70	32.57	26.78	25.36	31.88	31.94	33.78	34.90	35.40	34.28	34.24
Mínimo	23.05	22.45	23.75	19.78	19.16	23.32	22.00	24.06	24.26	25.16	23.50	23.50
Promedio	28.79	28.85	29.22	24.26	23.32	29.09	29.48	30.78	31.09	31.37	30.25	29.54

Fuente: SENAMHI

Figura 20: *Temperatura promedio estación Yanatile*

Fuente: Estación Meteorológica Yanatile

E. Humedad relativa

La atmosfera y principalmente la Troposfera, contiene masas de vapor de agua, el cual se encuentra en diferentes cantidades, constituye uno de los componentes o variables meteorológicas más importantes sumándose como elementos condicionantes del clima. La humedad relativa, representa el contenido de vapor de agua del aire y modifica los valores de la temperatura y por ende en la característica del clima.

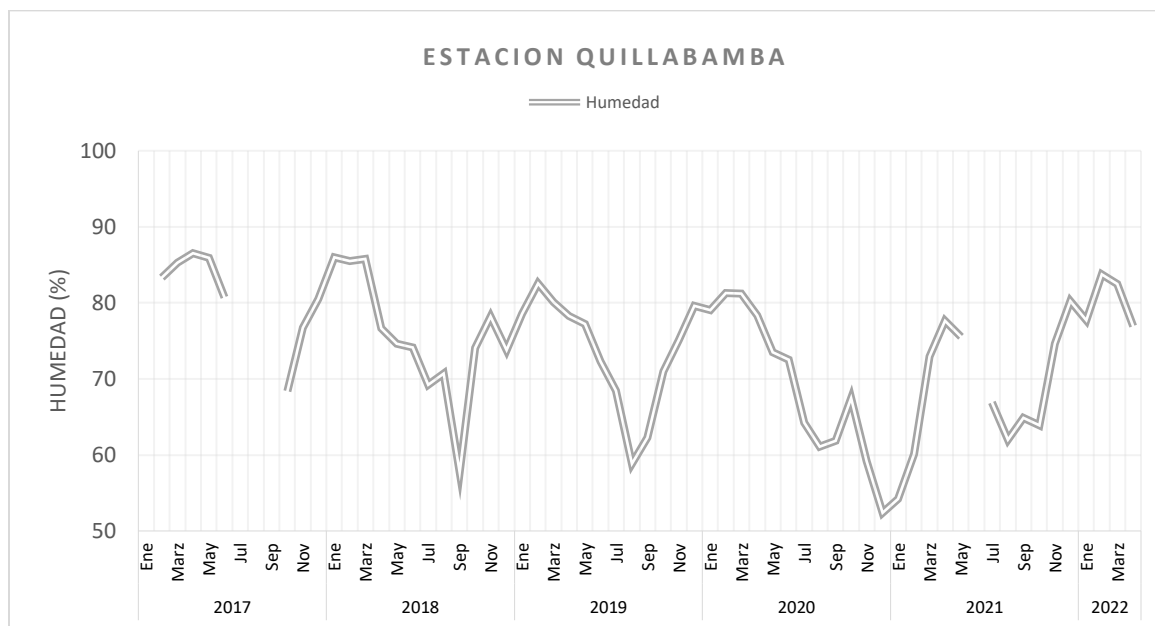
Se observa que los valores de humedad relativa más bajos ocurren en el periodo de estiaje; así en la estación de Quebrada, se da en el mes de agosto con 69.2%. Siendo el porcentaje de HR, más baja de todas las estaciones. En la estación de Quillabamba, se da en el mes de octubre, con 74% de humedad relativa. En la estación de Huyro, se da en agosto, con un valor de 76.3%. En la estación de Ocobamba, se da en agosto, con un valor de 84.9%. En la estación de Malvinas, se da en setiembre, con un valor de 75.5%. Los porcentajes más altos de humedad relativa se presentan en los meses lluviosos, ocurriendo generalmente, en el mes de febrero.

La humedad de la zona permite el desarrollo de la vegetación, comportándose en algunos casos negativamente (penetran las raíces en las fracturas) y en la mayoría de los casos tiene efectos

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

positivos porque fija los suelos, evitando la erosión de los suelos, los árboles amortiguan la caída de los bloques desprendidos (Figura 21).

Figura 21: *Humedad promedio estación Yanatile*



Fuente: Estación Meteorológica Yanatile

5.1.2. DETERMINACION DE CAUDALES MAXIMOS

En base a datos de la herramienta del SENAMHI diseñada para la generación de curvas IDF complementado con el procesamiento para obtener parámetros se hizo la estimación de caudales máximos

A. Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración representa el tiempo de respuesta de una cuenca ante una tormenta. La precisión de la estimación del volumen máximo de descarga o hidrograma es sensible a la exactitud de este parámetro. Actualmente existen varios métodos empíricos para estimar el tiempo de concentración, lo que toman en cuenta factores como el área de la cuenca y su pendiente. En este caso, se utilizó el método racional modificado.

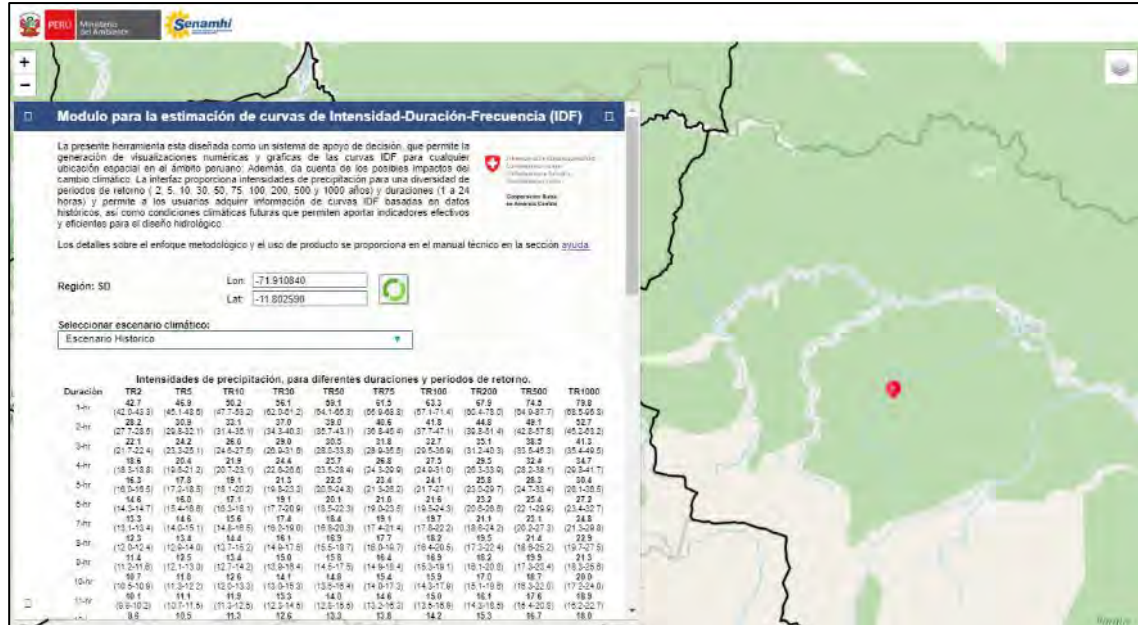
Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

B. Determinación de la intensidad

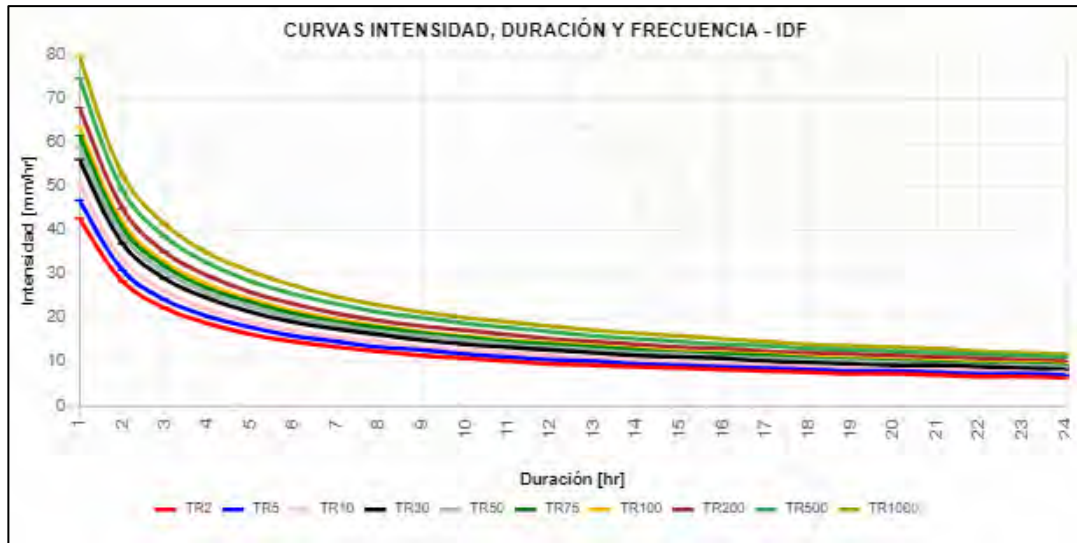
El SENAMHI diseño una herramienta, que permite la generación de visualizaciones numéricas y graficas de las curvas IDF para cualquier ubicación espacial en el ámbito peruano; Además, da cuenta de los posibles impactos del cambio climático. La interfaz proporciona intensidades de precipitación para una diversidad de periodos de retorno (2, 5, 10, 30, 50, 75, 100, 200, 500 y 1000 años) y duraciones (1 a 24 horas) y permite a los usuarios adquirir información de curvas IDF basadas en datos históricos, así como condiciones climáticas futuras que permiten aportar indicadores efectivos y eficientes para el diseño hidrológico. (Ministerio del Ambiente, 2023)

En este aplicativo se introduce las coordenadas geográficas del punto de interés, como se muestra en la siguiente figura (Figura 22).

Figura 22: Modulo para la estimación de curvas de intensidad – duración – frecuencia (IDF)



Fuente: SENAMHI - 2023

Figura 23: Curvas intensidad, Duración y Frecuencia - IDF

Fuente: SENAMHI - 2023

C. Determinación de máximas avenidas – método racional modificado.

El método racional modificado por Témez (1987) adaptada para las condiciones climáticas de España, corresponde a la modificación del método racional, permite estimar de forma sencilla caudales punta de drenaje naturales con áreas menores a 770 Km² y con tiempos de concentración (T_c) de entre 0.25 y 24 horas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC, 2008)

En los siguientes cuadros se muestran los datos obtenidos del procesamiento en GIS y los cálculos para determinar el caudal pico según este método (Tabla 35 y 36).

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 35: Resultados – Método racional modificado $T_r=50$ años

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO					
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN Y COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD					REFERENCIA
Longitud del cauce principal	L=	7.11	km	$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{1/4}} \right)^{0.76}$	Manual de Carreteras - Hidrología, hidráulica y drenaje - MTC - Método racional modificado - Pág. 51
Pendiente del cauce principal	S=	20.44%	---		
Tiempo de concentración	Tc=	1.80	hr.		
Coefficiente de uniformidad	k=	1.13	---	$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$	
INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN					REFERENCIA
Área de la cuenca	A=	10.01	Km ²	$Ka = 1 - \text{LOG} \left(\frac{A}{15} \right)$	Manual de Carreteras - Hidrología, hidráulica y drenaje - MTC - Método racional modificado - Pág. 51. Pd, de en función del periodo de retorno y parámetros de estadística
Periodo de retorno	T=	50	años		
Precipitación máxima diaria	Pd=	63.27	mm		
Factor reductor	KA=	1.18	---	$P = KA * Pd$	
Precipitación máxima corregida	P=	74.39	mm	$I = \frac{P}{24} * 11^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$	
Intensidad de precipitación	I=	23.61	mm/h		
	I=	23.61			
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA					REFERENCIA
Grupo hidrológico del suelo	Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.			$P_o = \frac{5000}{CN} - 50$	Manual de Carreteras - Hidrología, hidráulica y drenaje - MTC - Método racional modificado - Pág. 51.
Uso de la tierra	Pastizales: condiciones pobres(60%) y Urbana: (40%)				
Número de curva	CN=	81	---		
Umbral de escorrentía	Po=	11.73	---		
Coefficiente de escorrentía	C=	0.46	---		
CAUDAL DE MAXIMA AVENIDAD DE DISEÑO					REFERENCIA
Coefficiente de escorrentía	C=	0.46	---	$Q = 0.278 * C * I * A * K$	Manual de Carreteras - Hidrología, hidráulica y drenaje - MTC - Método racional modificado - Pág. 51.
Intensidad de precipitación	I=	23.61	mm/h		
Área de la cuenca	A=	10.01	km ²		
Coefficiente de uniformidad	K=	1.13	---		
Caudal de la cuenca	Q=	34.44	m ³ /s		

Fuente: Elaboración propia

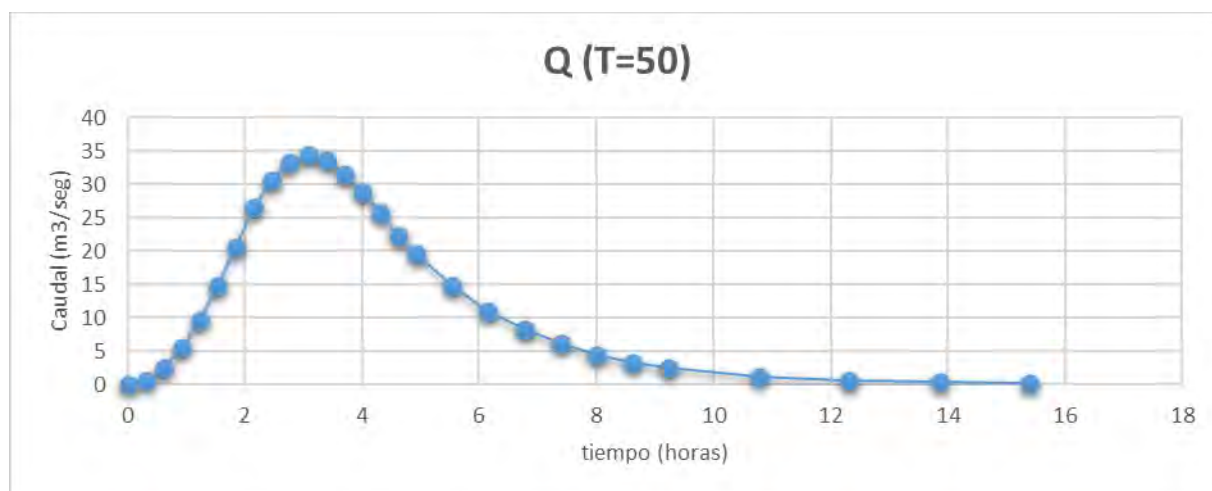
Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 36: Resultados – Método racional modificado $T_r=100$ años.

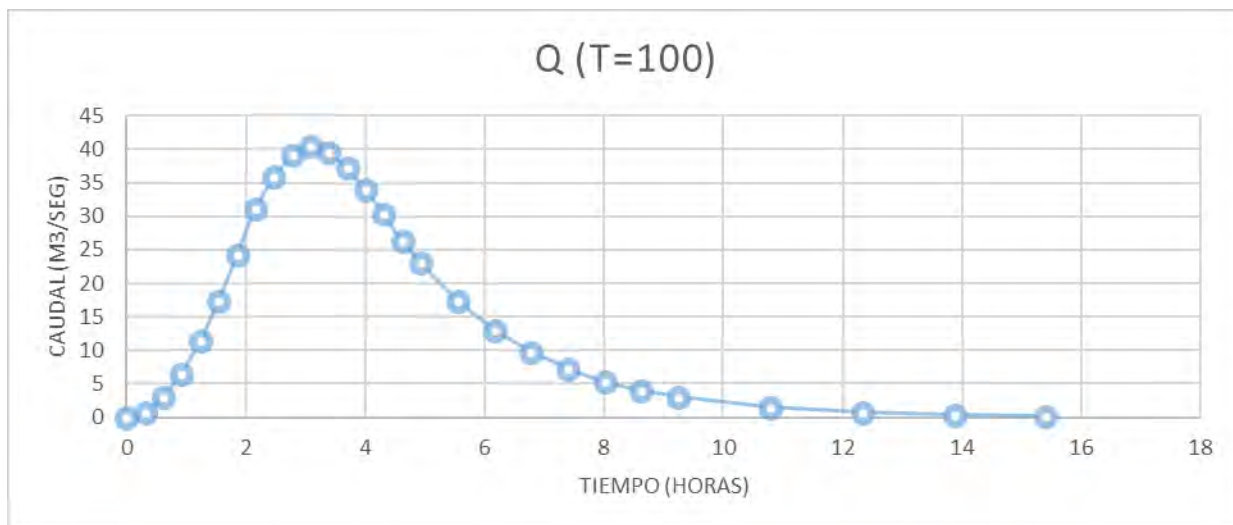
MÉTODO RACIONAL MODIFICADO					REFERENCIA
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN Y COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD					
Longitud del cauce principal	L=	7.11	km	$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{1/4}} \right)^{0.76}$	Manual de Carreteras - Hidrología, hidráulica y drenaje - MTC - Método racional modificado - Pág. 51
Pendiente del cauce principal	S=	20.44%	---		
Tiempo de concentración	Tc=	1.80	hr.		
Coeficiente de uniformidad	k=	1.13	---	$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$	
INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN					REFERENCIA
Área de la cuenca	A=	10.01	Km ²	$K_a = 1 - \text{LOG} \left(\frac{A}{15} \right)$	Manual de Carreteras - Hidrología, hidráulica y drenaje - MTC - Método racional modificado - Pág. 51. Pd, de en función del periodo de retorno y parámetros de estadística
Periodo de retorno	T=	100	años		
Precipitación máxima diaria	Pd=	69.38	mm		
Factor reductor	KA=	1.18	---	$P = KA * Pd$	
Precipitación máxima corregida	P=	81.58	mm	$I = \frac{P}{24} * 11 \frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}$	
Intensidad de precipitación	I=	25.89	mm/h		
	I=	25.89	mm/h		
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA					REFERENCIA
Grupo hidrológico del suelo	Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.			$P_o = \frac{5000}{CN} - 50$	Manual de Carreteras - Hidrología, hidráulica y drenaje - MTC - Método racional modificado - Pág. 51.
Uso de la tierra	Pastizales: condiciones pobres(60%) y Urbana: (40%)				
Número de curva	CN=	81	---		
Umbral de escorrentía	Po=	11.73	---		
Coeficiente de escorrentía	C=	0.50	---		
CAUDAL DE MAXIMA AVENIDAD DE DISEÑO					REFERENCIA
Coeficiente de escorrentía	C=	0.50	---	$Q = 0.278 * C * I * A * K$	Manual de Carreteras - Hidrología, hidráulica y drenaje - MTC - Método racional modificado - Pág. 51.
Intensidad de precipitación	I=	25.89	mm/h		
Área de la cuenca	A=	10.01	km ²		
Coeficiente de uniformidad	K=	1.13	---		
Caudal de la cuenca	Q=	40.41	m ³ /s		

Fuente: Elaboracion propia

D. Hidrogramas

Figura 24: Hidrograma $T=50$ años

Fuente: SENAMHI - 2023

Figura 25: Hidrograma $T=100$ años

Fuente: SENAMHI - 2023

E. Concentración volumétrica de sólidos.

Según la bibliografía consultada existen tablas que muestran las concentraciones volumétricas, así como las expresiones para los cálculos respectivos (Figura 26 y 27).

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 26: Cuadro de valoración de concentración de sedimentos por tipo de flujo

Descripción del Tipo de Flujo	Concentración de sedimentos (Cv)		Características del Flujo
	En Volumen	En Peso	
Deslizamientos	0,65 – 0,80	0,83 – 0,91	No hay flujo; falla por deslizamiento de bloques
	0,55 – 0,65	0,76 – 0,83	Derrumbe de bloques con deformación interna durante el deslizamiento, movimiento paulatino del terreno antes de fallar.
Flujos de lodo (Mudflow)	0,48 – 0,55	0,72 – 0,76	Flujo evidente; deslizamiento lento sostenido por el flujo de lodo; deformación plástica bajo su propio peso; cohesivo; no se expande en la superficie.
	0,45 – 0,48	0,69 – 0,72	Flujo se extiende sobre la superficie; flujo cohesivo; algo de mezcla.
Avenida de lodo (Mud Flood)	0,40 – 0,45	0,65 – 0,69	El flujo se mezcla fácilmente; muestra las propiedades fluidas en la deformación; distribuido en la superficie horizontal pero mantiene una superficie fluida inclinada; partículas grandes se depositan (peñones); aparecen ondas pero se disipan rápidamente.
	0,35 – 0,40	0,59 – 0,65	Deposición marcada de gravas y cantos rodados; se expande casi completamente sobre la superficie horizontal; aparece la superficie líquida con dos fases del fluido; las olas viajan en la superficie.
	0,30 – 0,35	0,54 – 0,59	Separación del agua en la superficie; las olas viajan fácilmente; la mayoría de las arenas y gravas se han sedimentado y se mueven como arrastre de fondo
	0,20 – 0,30	0,41 – 0,54	Se distinguen claramente las olas y ondas; todas las partículas descansando en el fondo en condición inmóvil.
Inundación de agua	< 0,20	< 0,41	Inundación de agua con carga suspendida convencional y arrastre de fondo.

Fuente: Manual de Carreteras - Hidrología, hidráulica y drenaje - MTC - Método racional modificado

Figura 27 :Fórmula para el cálculo de caudal de flujo de detritos o hiperconcentrado o por el método O'Brien

método de O'Brien.

$$Qm = \frac{1}{1 - Cv} * Q$$

Donde:

Qm: Caudal de flujo hiperconcentrado (m3/s)

Cv: concentración volumétrica de sedimentos.

Q: Caudal por inundación (m3/s)

Fuente: Manual de Carreteras - Hidrología, hidráulica y drenaje - MTC - Método racional modificado

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

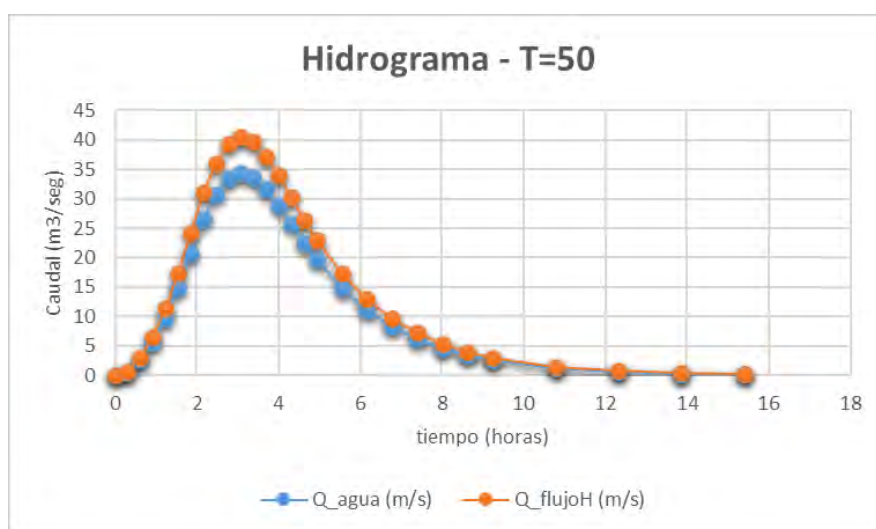
Tabla 37: Caudales de flujo hiperconcentrado

T (AÑOS)	Vol. Agua (m3)	Q (m3/s)	Vol. Solido (Aporte)	CV	Qm
50	5,178,124.0	34.44	776,718.6	0.22	40.52
100	696,240.0	40.41	104,436.0	0.22	47.55

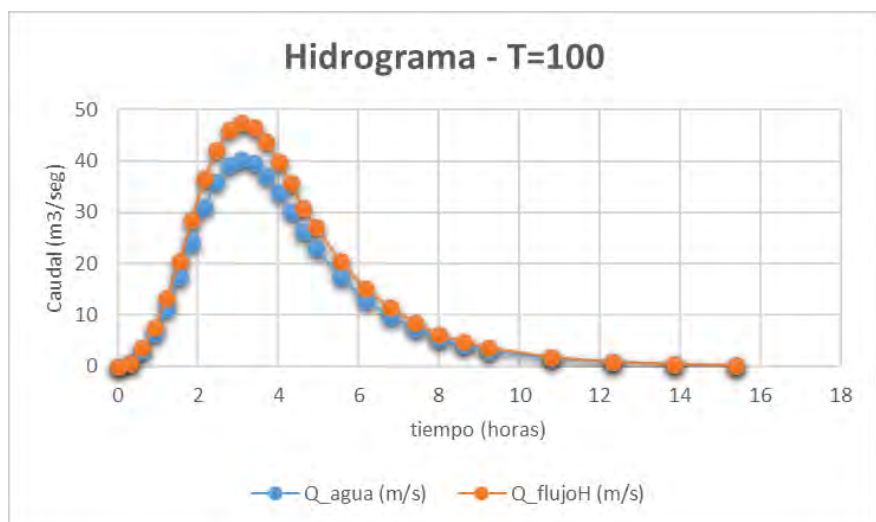
Fuente: Elaboracion propia

Figura 28

: Hidrograma de flujo hiperconcentrado – T=50 años



Fuente: Elaboracion propia

Figura 29: Hidrograma de flujo hiperconcentrado – T=100 años

Fuente: Elaboracion propia

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

F. Caudales determinados.

Según el estudio hidrológico se determinó los siguientes caudales:

- El caudal de diseño, para un periodo de retorno $T=50$ años es de $Q=34.44$; esto con fines de determinar la profundidad de socavación, según recomendación del “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje” del ministerio de Transportes y Comunicaciones.

5.2. HIDROGRAFIA

De acuerdo a los ríos tributarios al centro poblado de Puente Santiago, se estudió la sub cuenca de Yanatile, y la microcuenca de Santa Rosa, las que se describen a continuación:

La microcuenca del Santa Rosa corresponde a la sub cuenca del Yanatile, a la cuenca Mediana del Urubamba, y a la cuenca del Ucayali.

A. Cuenca del Yanatile

La cuenca del río Yanatile hidrográficamente se ubica en la región hidrográfica del río Urubamba, en la cuenca Urubamba. La cuenca del río Yanatile tiene un área de 2942.49 km^2 (área de influencia) y un perímetro de 424.98 km (del área de influencia).

El río Yanatile limita con los siguientes Intercuencas, cuencas, ríos:

Este : Intercuenca Medio Alto Madre de Dios, Cuenca Inambari y Río Mapacho.

Oeste : Intercuenca Bajo Apurímac, Río Vilcanota.

Norte : Intercuenca Medio Bajo Ucayali, Intercuenca Alto Yucra, Río Mapacho.

Sur : Intercuenca Alto Apurímac, Río Jochoc, Río Huarcocondo, Río Vilcanota

La cuenca del río Yanatile discurre por zonas montañosas caracterizadas por un relieve accidentado, valles interandinos encañonados. La presencia de nevados y altas precipitaciones en la época húmeda ha dado origen a la formación de numerosas lagunas, muchas de las cuales son alimentadas por los deshielos de los nevados y otras son consecuencia del almacenamiento de las

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

aguas de precipitación. Estos cuerpos de agua representan las reservas de agua existente en la cuenca.

La cuenca del Yanatile tiene una superficie de 2946.53 Km², con un perímetro de 335.53 km, con una longitud máxima del río de 108.189 Km, presenta una forma alargada, se halla a una altitud media de 3086.35 msnm.

Tiene una pendiente media, que fluctúa entre los 50 % a 60 %, siendo su acceso muy difícil y empinado en algunos sectores.

Figura 30: *Vista satelital de la Inter cuenca del Yanatile*



Nota: Google Earth /SF

B. Microcuenca Santa Rosa

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Ubicación hidrográfica

Según la metodología de Pfafstetter, la cuenca del río Santa Rosa hidrográficamente se ubica dentro de la siguiente unidad hidrográficas (Tabla 38).

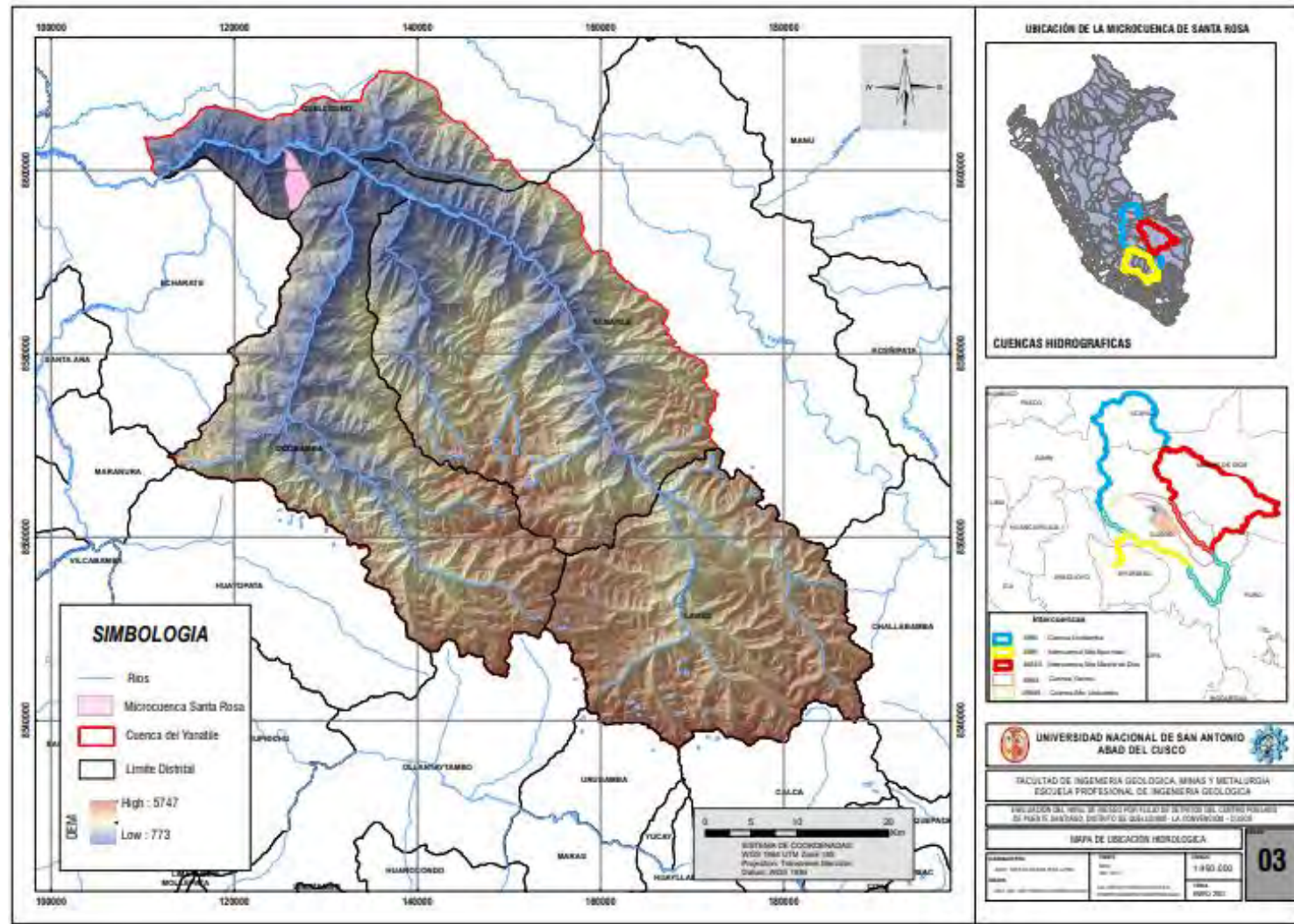
Tabla 38: *Ubicación hidrográfica de la microcuenca de Santa Rosa*

Cuenca (Unidad Hidrografica)	Nivel	Codigo Pfafstetter
Región hidrográfica del río Amazonas	1	4
Intercuenca Alto Amazonas	2	49
Cuenca hidrografica del río Ucayali	3	499
Cuenca del río Urubamba	4	4994
Cuenca del río Alto Urubamba	5	49949
Cuenca del río Yanatile	6	499494

Fuente: Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú – ANA

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 31: Ubicación hidrológica de la microcuenca de Santa Rosa



Fuente: Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú – ANA

5.3. HIDROGEOLOGIA

5.3.1. Introducción

Las aguas subterráneas en el subsuelo se encuentran ligadas a las condiciones geomorfológicas de la cuenca, la naturaleza de la roza, y condiciones litológicas de las formaciones geológicas.

Las propiedades hidrogeológicas están relacionadas a las propiedades físicas de la roca que va almacenar el agua, en particular a la porosidad eficaz, determinando el comportamiento de la formación de agua subterránea.

Estos factores también determinar las características físicas y químicas de la roca almacén, los factores tectónicos y estratigráficos determinan las dimensiones y geometría de los mantos acuíferos. De acuerdo a estas características podemos diferenciar el comportamiento hidrogeológico de las unidades litológicas.

Acuífero: formación geológica que permite la transmisividad y retención del agua en cantidades suficientes para su posterior extracción.

Acuitardo: formación geológica que tiene la capacidad de contener agua subterránea, pero que la transmite muy lentamente.

Acuífugo: formación geológica que no contiene agua.

Acuicludo: formación geológica que contiene agua en su interior, incluso hasta llegar a saturarse, pero no la transmite.

Los acuíferos se dividen a su vez en:

- Acuífero fisurado
- Acuífero poroso consolidado
- Acuífero poroso no consolidado

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Los acuíferos porosos se encuentran en materiales transportados en depósitos aluviales y fluviales, estos se pueden clasificar en los siguientes tipos.

- **Acuífero semiconfinado:** es el acuífero que se encuentra entre dos acuitardos. El agua dentro de los poros se encuentra sometida a cierta presión.
- **Acuífero confinado:** es el acuífero que se encuentra entre dos acuitardos. El agua dentro de estos poros se encuentra sometido a cierta presión, superior a la presión atmosférica. Este acuífero es conocido también como acuífero cautivo o acuífero artesiano.
- **Acuífero libre:** acuífero en el que existe una superficie libre de agua en contacto con el aire por tanto a presión atmosférica.

A. Inventario de Manantes

Se realizó el inventario de manantes dentro de la microcuenca de Santa Rosa, así mismo se recabo información de la Municipalidad Distrital de Quellouno. Con la finalidad de registrar su caudal de las fuentes encontradas en la microcuenca (Tabla 39).

Tabla 39: *Relación de manantes de la microcuenca de Santa Rosa.*

FID	COORDENADAS			Nombre	CAUDAL		Unidad Hid.
	X	Y	Z		Estío	Lluvia	
0	778254	8601968	1044	PUENTE SANTIAGO	0.6	1.5	Yanatile
1	778298	8599581	1653	RIO SANTA ROSA	0.6	1	Yanatile
2	778603	8598343	2146	LEONNIYOC	0.4	1	Yanatile
3	778124	8601803	1071	LIMBO CCACA	4	5	Yanatile
4	778603	8598343	2146	LEONNIYOC	0.4	1	Yanatile
5	779184	8598426	2292	CAPTACION 01	0.6	1.5	Yanatile
6	779190	8599529	1798	CAPTACION 01	0.4	1	Yanatile

Fuente: Municipalidad Distrital de Quellouno, ATM
Clasificación de la descarga.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Las tres variables que determinan la descarga de los manantes son los siguientes:

- Permeabilidad, transmisividad
- Área de alimentación
- Volumen de descarga

La ubicación de los manantiales se halla en estrecha relación con la estructura del subsuelo, que juega un papel muy importante en el control de las aguas subterráneas, el volumen de descarga está directamente relacionado con la permeabilidad de la roca, almacenamiento.



Foto 13: Vista del caudal que presenta el manante ubicado en el sector de Limbo Ccacca, esto en la época de estiaje, el cual se encuentra relacionados directamente a la litología del sustrato, conformado por rocas pizarrosas.

5.3.2. Origen de las Aguas Subterráneas

Para la zona de estudio la principal fuente de alimentación se tiene el nivel freático del río Yanatile, el cual podría subir de manera considerable en épocas de lluvias, así mismo en los acuíferos libres formados por el material fluvial de alta permeabilidad, buena transmisividad y por el gradiente hidráulico que se extiende que se extiende de Sur a Norte.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

La zona de alimentación del acuífero poroso no consolidado de la terraza donde se ubica la planta de tratamiento, en épocas de abundante precipitación las aguas infiltran entre los espacios intergranulares de los depósitos Gravo – arenosos, de N-S, NE – SO.

La porción de agua que se infiltra en el suelo queda retenida parcialmente en los horizontes Arenas y gravas, del material Fluvio Aluvial. (Depósitos Cuaternarios)

Esta agua de infiltración inicia su percolación hacia la red hidrográfica muy rápidamente, ya que los materiales, conformantes del sustrato como son gravas, arenas y limos, poseen una muy alta transmisividad, comportándose como acuífugos.

5.3.3. Parámetros hidrogeológicos

Las características hidrogeológicas, estas se encuentran ligadas a las propiedades físicas de los materiales conformantes del subsuelo que determinan valores como permeabilidad, transmisibilidad, porosidad eficaz, coeficiente de almacenamiento, gradiente hidráulico, velocidad real y los factores de flujo de las aguas subterráneas.

Para la zona de estudio se recopiló algunos parámetros como: la Porosidad eficaz y Permeabilidad.

➤ Permeabilidad

El coeficiente de permeabilidad de Darcy o permeabilidad K, es el volumen de agua libre que percola durante la unidad de tiempo a través de la unidad de superficie de una sección total de la capa acuífera, bajo la carga producida por un gradiente hidráulico unitario y la temperatura de 20°C (dimensión en m/días o cm/seg)(Tabla 40).

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 40: Tabla convencional de permeabilidad.

$K=0.08\text{cm/s}$ $K=0.33\text{cm/s}$

TABLA CONVENCIONAL DE PERMEABILIDAD

Valores(m/día)	PERMEABILIDAD										
	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10	10^2	10^3	10^4
Calificación	Impermeable	Poco permeable		Algo permeable			Permeable		muy permeable		
Acuífero	Acuícludo	Acuífardo		Acuífero pobre			Acuífero medio a bueno		Acuífero		
Tipo de Materiales	arcilla compacta granito	Limo arenoso limo Arcilla limosa		Arena fina arena limosa caliza Fracturado			Arena limpia grava y arena arena fina		grava limpia		

Fuente: Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Sistema Básico integral del CC.PP. de Santiago - MDQ

Los valores de permeabilidad para terrenos naturales establecidos según la clasificación de Silim- bekchurin son resumidos en el siguiente cuadro (Tabla 41):

Tabla 41: Cuadro de valores de permeabilidad de terrenos naturales

VALORES DE PERMEABILIDAD DE TERRENOS NATURALES.

MATERIAL	K (Cm/seg.)	K(m/día)
Grava limpia	> 1	> 1000
Arena gruesa limpia	$1 \text{ a } 10^{-2}$	$1000 \text{ a } 10$
Mezcla de arena	$10^{-2} \text{ a } 5*10^{-3}$	$10 \text{ a } 5$
Arena fina	$5*10^{-3} \text{ a } 10^{-3}$	$5 \text{ a } 1$
Arena limosa	$2*10^{-4} \text{ a } 10^{-4}$	$2 \text{ a } 0.1$
Limo	$5*10^{-4} \text{ a } 10^{-5}$	$0.5 \text{ a } 0.001$
Arcilla	$< 10^{-6}$	< 0.001

Fuente: Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Sistema Básico integral del CC.PP. de Santiago - MDQ

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 32: Tabla de valores de permeabilidad (K) en cm/seg

Tabla I: Valores de k en cm/seg

100 10 1 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9}

K=0.33cm/s **K=0.08cm/s**

Drenaje	Bueno			Pobre	Prácticamente impermeable
Tipo de suelo	Grava limpia	Arenas limpias y mezclas limpias de arena y grava	Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morenas glaciares, depósitos de arcilla estratificada	Suelos "impermeables", modificados por la vegetación o la descomposición.	Suelos "impermeables", es decir, arcillas homogéneas situadas por debajo de la zona de descomposición
Determinación directa de k	Ensayo directo del suelo "in situ" por ensayos de bombeo. Se requiere mucha experiencia, pero bien realizados son bastante exactos.				
	Permeámetro de carga hidráulica constante. No se requiere mayor experiencia.				
Determinación indirecta de k		Permeámetro de carga hidráulica decreciente. No se requiere mayor experiencia y se obtienen buenos resultados	Permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados dudosos. Se requiere mucha experiencia.	Permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados de regular a bueno. Se requiere mucha experiencia.	
	Por cálculo, partiendo de la curva granulométrica. Sólo aplicable en el caso de arenas y gravas limpias sin cohesión.			Cálculos basados en los ensayos de consolidación. Resultados buenos. Se necesita mucha experiencia	

Fuente: Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Sistema Básico integral del CC.PP. de Santiago – MDQ

CAPITULO VI DETERMINACION DEL PELIGRO

6.1. METODOLOGIA

Para determinar el nivel de peligrosidad por el fenómeno de flujo de detritos se utilizó la metodología descrita en la figura siguiente:

Figura 33: Metodología general para determinar la Peligrosidad



Fuente: CENEPRED

6.2. RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION

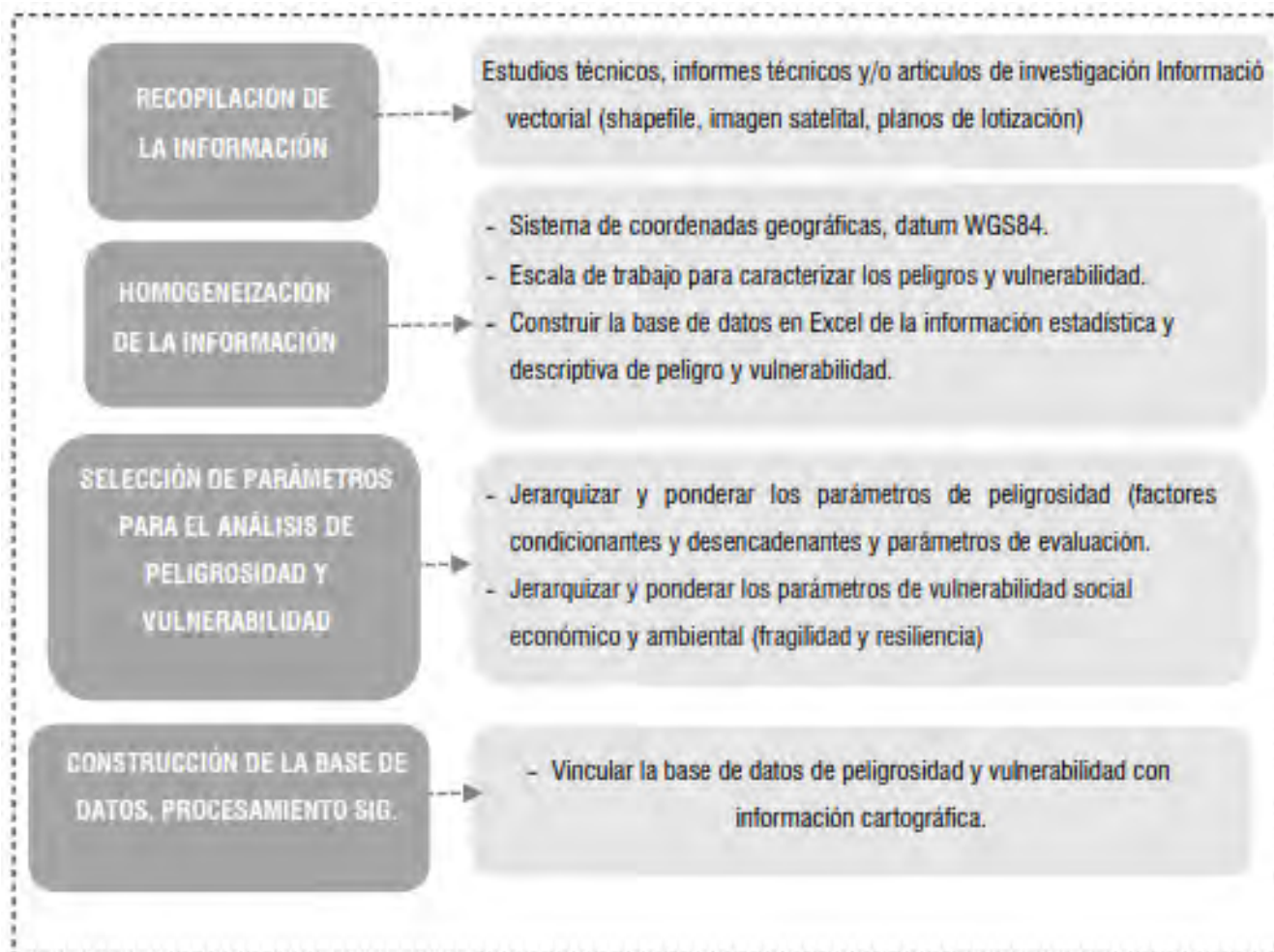
Se ha realizado la recopilación de información disponible como:

- Datos de los umbrales de precipitación para la Estación Meteorológica de Yanatile -Quebrada – SENAMHI

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

- Mapa geológico y geomorfológico a escala 1:25,000 del proyecto de “Mejoramiento de Servicios de Zonificación Ecológica, Económica para el Ordenamiento Territorial del Ámbito distrital de Quellouno”.
- Imágenes Satelitales LandSat, RapidEye, SasPlanet Y Google Earth de diferentes años hasta la actualidad.

Figura 34: *Flujograma general del proceso de análisis de información*



Fuente: CENEPRED

6.3. IDENTIFICACION DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR

El tipo de peligro corresponde a los peligros generados por fenómenos de origen natural. (CENEPRED, 2014) Según el trabajo de gabinete, campo y la información

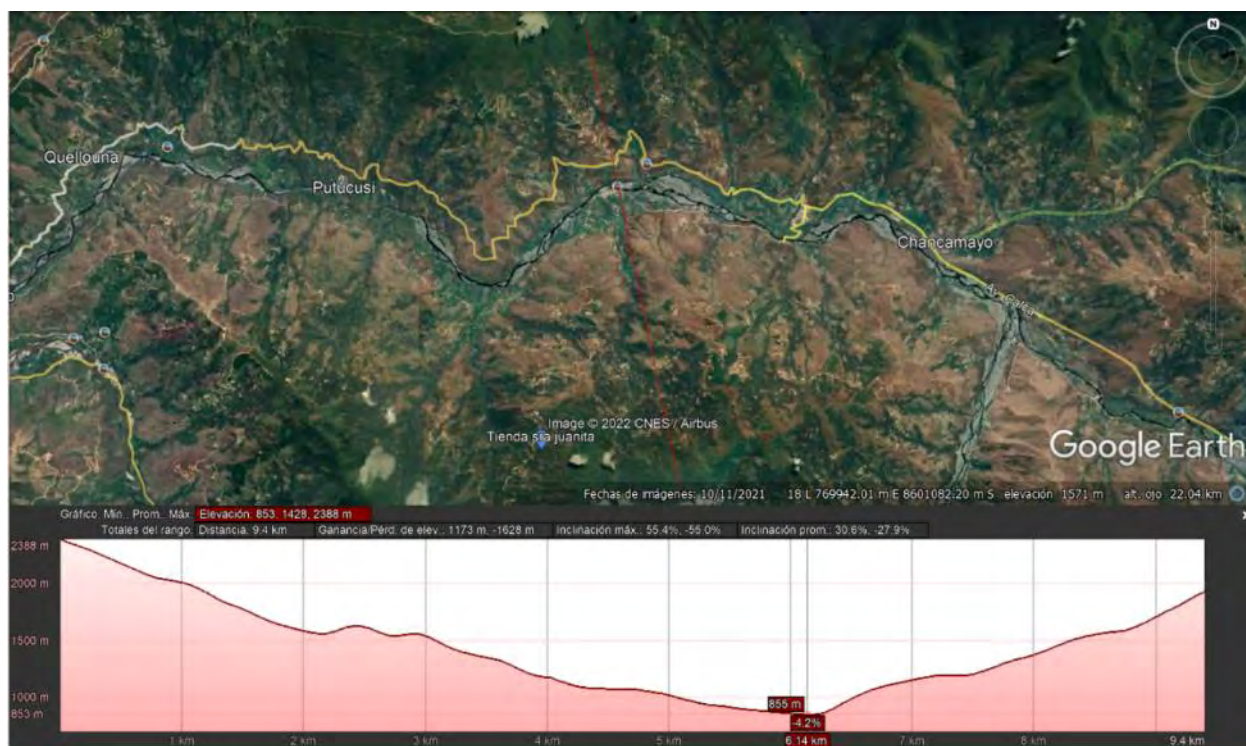
Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

recolectada en las encuestas, así mismo se complementó el trabajo con imágenes de DRON e imágenes satelitales se evidencia manifestaciones de flujo de detritos generados por el río Santa Rosa en el abanico aluvial.

El CCPP de Puente Santiago se encuentra asentado en un abanico aluvial formado por antiguos huaycos (Flujo de detritos) esta zona corresponde a la zona de deposición de material acarreado por antiguos huaycos.

Según las encuestas realizadas a los pobladores de la zona se sabe que en los últimos 50 años no se presenta huaycos (Flujo de detritos), se indica también que en temporadas de lluvias se carga excesivamente el río.

Figura 35: Perfil del río Santa Rosa



Fuente: Google Earth -2023

Según la bibliografía de Jaime Suarez (2009), el flujo de detritos El CCPP de Puente Santiago se encuentra asentado en un abanico aluvial formado por antiguos huaycos

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

(Flujo de detritos) esta zona corresponde a la zona de deposición de material acarreado por antiguos huaycos.

6.4. SIMULACION POR FLUJO DE DETRITOS

6.4.1. ESTIMACION DE CAUDALES POR FLUJOS

HIPERCONCENTRADOS

Para el presente trabajo de investigación se realizó un modelo de agua utilizando el software Iber, se sabe que la concentración volumétrica de sedimentos (C_v) es alta (22 %). La concentración volumétrica se estimó según antecedentes históricos y el trabajo de campo, teniendo en cuenta que de las cuencas maduras presentan una actividad erosiva media según su hipsometría.

Una vez calculado los caudales máximos por inundación, se procedió a calcular los caudales máximos por flujo de detritos con una concentración volumétrica de sedimentos de 22% ($C_v = 22\%$) según el método de O'Brien.

$$Q_m = \frac{1}{1 - C_v} * Q$$

Donde:

Q_m : Caudal de flujo de detritos (m³/s)

C_v : Concentración volumétrica de sedimentos

Q : Caudal por inundación

Tabla 42: *Condiciones de contorno*

T(años)	Q	CV	Qm
50	34.44	0.22	40.52

Fuente: Elaboración propia

6.4.2. SIMULACION POR FLUJO DE DETRITOS – CCPP PUENTE

SANTIAGO

Para el presente estudio, y por las razones expuestas anteriormente, este caso se ha decidido emplear el modelo IBER en su versión 3.2.2, se debe indicar que IBER es un modelo matemático bidimensional para la simulación de flujos en ríos, quebradas y estuarios, promovido por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX en el marco de un Convenio de Colaboración suscrito entre el CEDEX y la Dirección General del Agua, y desarrollado en colaboración con el Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA, perteneciente a la Universidad de A Coruña), el Grupo FLUMEN (de la Universitat Politècnica de Catalunya y de la Universitat de Barcelona) y el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE, vinculado a la Universitat Politècnica de Catalunya) (Iber, 2023)

a) Obtención de la Topografía de partida

Se ha obtenido la topografía mediante un modelo de elevación digital (DEM) – presentan una equidistancia de 4 m.

b) Obtención de la malla

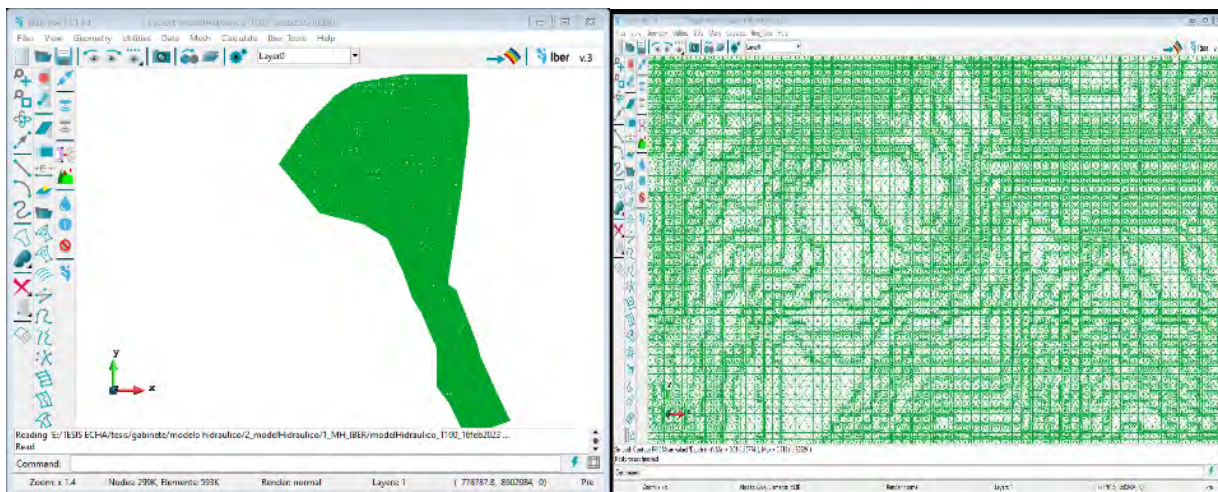
Para la obtención de la malla de cálculo con el software IBER se procedió a realizar a través de la herramienta “RTIN”, capaz de crear e importar una geometría formada por una red de triángulos rectángulos a partir de un Modelo Digital del Terreno (MDT) en formato ASCII de ArcMap (Iber, 2023).

En este sentido, se puso como límite una tolerancia máxima de importación de 0,10 m, esto acorde con la precisión altimétrica del modelo de elevación digital.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Asimismo, se limitó el valor del lado máximo de los triángulos generados a 2.5 m (Figura 36).

Figura 36: Vista del mallado del DEM – Software IBER



Fuente: Elaboración propia

c) Asignación de coeficientes de Manning

Se asignó los coeficientes de Manning en función a las distintas coberturas de suelos y vegetación, según a la siguiente tabla.

Tabla 43: *Uso de Suelos - Manning*

RIO	Manning	Class Name
	0.025	River
Santa Rosa	0.023	Bare soil
	0.08	Sparce vegetation

Fuente: Elaboración propia

d) Condiciones de contorno

Para la realización de este trabajo se definió un escenario más crítico o perfil bajo condiciones de flujo permanente (esto es constante en tiempo). (Proyecto Mejoramiento y recuperación de las condiciones de habitabilidad urbana en 41 zonas de Reglamentación Especial de la provincia del Cusco, 2021).

Se calculó para un caudal máximo de 40.41 m³ del río Santa Rosa, para un periodo de retorno de 50 años.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

e) Condición de contorno de salida

Se asignó a los elementos del contorno de salida de la malla una condición tipo vertedero.

f) Condición inicial

Se colocó como una condición inicial que todos los elementos de la malla se encontraban secos.

g) Resultados

De la simulación ejecutadas para la situación actual para un periodo de retorno de 50 años, se consiguió datos como la velocidad y altura de flujo.

h) Calibración

Para la calibración de los resultados obtenidos se hizo la medida y observación de secciones.



Foto 14: Trabajo de campo, sección del río Santa Rosa.

6.5. PARAMETROS DE EVALUACION DEL FENOMENO

6.5.1. PONDERACION DE LOS PARAMETROS GENERALES DEL FLUJO DE DETRITOS

Tabla 44: *Parámetros generales*

PARAMETRO	DESC	PESO
VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	P1	0.5
ALTURA DE FLUJO (m)	P2	0.5

Fuente: Elaboracion propia

A) PONDERACION DE LOS DESCRIPTORES DEL PARAMETRO GENERAL VELOCIDAD DEL FLUJO PARA UN PERIODO DE 50 AÑOS

Tabla 45: *Descriptores de velocidad de flujo*

PARAMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
VELOCIDAD DEL FLUJO	D1	5	Mayor a 1.0m/s
	D2		0.6m/s a 1.0m/s
	D3		0.4m/s a 0.6m/s
	D4		0.20m/s a 0.40m/s
	D5		Menor a 0.20m/S

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 46: *Matriz de comparación de pares de descriptores de velocidad de flujo*

DESCRIPTOR	Mayor a 1.0m/s	0.6m/s a 1.0m/s	0.4m/s a 0.6m/s	0.20m/s a 0.40m/s	Menor a 0.20m/S
Mayor a 1.0m/s	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
0.6m/s a 1.0m/s	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
0.4m/s a 0.6m/s	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
0.20m/s a 0.40m/s	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 0.20m/S	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: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 47: Matriz de normalización de descriptores de velocidad de flujo

DESCRIPTOR	Mayor a 1.0m/s	0.6m/s a 1.0m/s	0.4m/s a 0.6m/s	0.20m/s a 0.40m/s	Menor a 0.20m/S	Vector de Priorización
Mayor a 1.0m/s	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
0.6m/s a 1.0m/s	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
0.4m/s a 0.6m/s	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
0.20m/s a 0.40m/s	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 0.20m/S	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 48: Índice de consistencia y relación de consistencia de descriptores de velocidad de flujo

INDICE DE CONSISTENCIA:	0.0607
RELACIÓN DE CONSISTENCIA:	0.0544

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

B) PONDERACION DE LOS DESCRIPTORES DEL PARAMETRO GENERAL ALTURA DEL FLUJO PARA UN PERIODO DE 50 AÑOS

Tabla 49: Descriptores de altura de flujo

PARAMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTORES
ALTURA DEL FLUJO	D1	5	Mayor a 1.0m/s
	D2		0.6m/s a 1.0m/s
	D3		0.4m/s a 0.6m/s
	D4		0.20m/s a 0.40m/s
	D5		Menor a 0.20m/S

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Matriz de comparación de pares del parámetro de altura de flujo

DESCRIPTOR	Mayor a 1.0m/s	0.6m/s a 1.0m/s	0.4m/s a 0.6m/s	0.20m/s a 0.40m/s	Menor a 0.20m/S
Mayor a 1.0m/s	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
0.6m/s a 1.0m/s	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
0.4m/s a 0.6m/s	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
0.20m/s a 0.40m/s	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 0.20m/S	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: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 51: Matriz de normalización de descriptores del parámetro de altura de flujo

DESCRIPTOR	Mayor a 1.0m/s	0.6m/s a 1.0m/s	0.4m/s a 0.6m/s	0.20m/s a 0.40m/s	Menor a 0.20m/S	Vector de Priorización
Mayor a 1.0m/s	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
0.6m/s a 1.0m/s	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
0.4m/s a 0.6m/s	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
0.20m/s a 0.40m/s	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 0.20m/S	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 52: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro de altura de flujo

INDICE DE CONSISTENCIA:	0.0607
RELACIÓN DE CONSISTENCIA:	0.0544

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

6.5.2. SUCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

La susceptibilidad esta referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico) (CENEPRED, 2014)

En la susceptibilidad geológica se debe evaluar los aspectos de la geomorfología, la litología, pendiente, etc., que definirán el comportamiento del espacio con respecto al proceso en cuestión. (CENEPRED, 2014)

En el Centro de Control de Peligro de Puente Santiago, ubicado en el distrito de Quellouno, se evalúa la susceptibilidad del terreno para determinar las condiciones favorables o desfavorables en el área circundante con respecto a la posibilidad de que ocurra un flujo de detritos. Esta evaluación se representa visualmente mediante un mapa de susceptibilidad, el cual clasifica la estabilidad relativa de cada zona en categorías que van desde estable hasta inestable donde se observa si existen las

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

condiciones para que pueda ocurrir el flujo de detritos desencadenados por un detonante como las precipitaciones pluviales.

Figura 37: *Determinación de la susceptibilidad*



Fuente: Elaboración propia

A. FACTORES CONDICIONANTES

Ponderación de parámetros de susceptibilidad

Tabla 53: *Matriz de comparación de pares del factor condicionante*

PARÁMETRO	UNID. GEOMORFOLOGICAS	UNID. GEOLOGICA	PENDIENTE (%)
UNID. GEOMORFOLOGICAS	1.00	2.00	4.00
UNID. GEOLOGICA	0.50	1.00	3.00
PENDIENTE (%)	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.75	3.33	8.00
1/SUMA	0.57	0.30	0.13

Fuente: Elaboración propia

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 54: *Matriz de normalización del factor condicionante*

PARÁMETRO	UNID. GEOMORFOLOGICAS	UNID. GEOLOGICA	PENDIENTE (%)	Vector Priorización
UNID. GEOMORFOLOGICAS	0.571	0.600	0.500	0.557
UNID. GEOLOGICA	0.286	0.300	0.375	0.320
PENDIENTE (%)	0.143	0.100	0.125	0.123

Fuente: Adaptación de las matrices de Satty

Tabla 55: *Índice de consistencia y relación de consistencia del factor condicionante*

INDICE DE CONSISTENCIA:	0.0090
RELACIÓN DE CONSISTENCIA:	0.0170

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

I. GEOMORFOLOGIA

Ponderación de Descriptores del Parámetro Unidad Geomorfológica

Tabla 56: *Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geomorfológica*

DESCRIPTORES	Lecho de rio	Riberas	Abanico aluvial	Terrazas fluviales	Pie de monte
Lecho de rio	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Riberas	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Abanico aluvial	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Terrazas fluviales	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Pie de monte	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 57: Matriz de normalización del parámetro unidad geomorfológica

DESCRIPTORES	Lecho de río	Riberas	Abanico aluvial	Terrazas fluviales	Pie de monte	Vector Priorización
Lecho de río	0.499	0.544	0.469	0.429	0.360	0.460
Riberas	0.250	0.272	0.352	0.306	0.280	0.292
Abanico aluvial	0.125	0.091	0.117	0.184	0.200	0.143
Terrazas fluviales	0.071	0.054	0.039	0.061	0.120	0.069
Pie de monte	0.055	0.039	0.023	0.020	0.040	0.036

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 58: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro unidad geomorfológica

Índice de Consistencia	0.041
Relación de Consistencia	0.037

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

II. GEOLOGIA

Ponderación de Descriptores del Parámetro Geología

Tabla 59: Matriz de comparación de pares del parámetro geología

DESCRIPTOR	Depósitos Aluviales Recientes	Depósitos Aluviales	Depósitos Fluviales	Depósitos Coluvio Aluviales	Formación Ananea
Depósitos Aluviales Recientes	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Depósitos Aluviales	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Depósitos Fluviales	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Depósitos Coluvio Aluviales	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Formación Ananea	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: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 60: Matriz de normalización del parámetro geología

DESCRIPTOR	Depósitos Aluviales Recientes	Depósitos Aluviales	Depósitos Fluviales	Depósitos Coluvio Aluviales	Formación Ananea	Vector Priorización
Depósitos Aluviales Recientes	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Depósitos Aluviales	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Depósitos Fluviales	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Depósitos Coluvio Aluviales	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Formación Ananea	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 61: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro geología

Índice de Consistencia	0.061
Relación de Consistencia	0.054

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

III. PENDIENTES

Ponderación de Descriptores del Parámetro Pendiente

Tabla 62: Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente

DESCRIPTORES (°)	Plana (0-4%)	Moderadamente inclinada (4-8%)	Fuertemente inclinada (8-15%)	Moderadamente empinada (15-25%)	Empinada (>25%)
Plana (0-4%)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Moderadamente inclinada (4-8%)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Fuertemente inclinada (8-15%)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Moderadamente empinada (15-25%)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Empinada (>25%)	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: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 63: Matriz de normalización del parámetro pendiente

DESCRIPTORES (°)	Plana (0-4%)	Moderadamente inclinada (4-8%)	Fuertemente inclinada (8-15%)	Moderadamente empinada (15-25%)	Empinada (>25%)	Vector Priorización
Plana (0-4%)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Moderadamente inclinada (4-8%)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Fuertemente inclinada (8-15%)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Moderadamente empinada (15-25%)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Empinada (>25%)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 64: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro pendiente

Índice de Consistencia	0.061
Relación de Consistencia	0.054

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

B. FACTORES DESENCADENANTES

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

Se tomó en cuenta un evento de lluvia máxima en un solo día de 63.27 mm, lo cual indica que esta cantidad de precipitación ocurre, en promedio, una vez cada 50 años.

Tabla 65: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro umbrales de precipitación

DESCRIPTORES	Extremadamente lluvioso RR>48.2mm	Muy lluvioso 28.1mm<RR≤48.2mm	Lluvioso 20.8mm<RR≤28.1mm	Moderadamente lluvioso 10.5mm<RR≤20.8mm	Normal RR≤10.5mm
Extremadamente lluvioso RR>48.2mm	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Muy lluvioso 28.1mm<RR≤48.2mm	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Lluvioso 20.8mm<RR≤28.1mm	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Moderadamente lluvioso 10.5mm<RR≤20.8mm	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Normal RR≤10.5mm	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: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 66: Matriz de normalización de los descriptores del parámetro umbrales de precipitación

DESCRPTORES	Extremadamen te lluvioso RR>48.2mm	Muy lluvioso 28.1mm<RR≤48. 2mm	Lluvioso 20.8mm<RR≤28.1 mm	Moderadamente lluvioso 10.5mm<RR≤20. 8mm	Norma l RR≤ 10.5m m	Vector Priorizació n
Extremadamente lluvioso RR>48.2mm	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Muy lluvioso 28.1mm<RR≤48.2 mm	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Lluvioso 20.8mm<RR≤28.1 mm	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Moderadamente lluvioso 10.5mm<RR≤20.8 mm	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Normal RR≤ 10.5mm	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Tabla 67: Índice de consistencia y relación de consistencia de los descriptores del parámetro de evaluación

Índice de Consistencia	0.061
Relación de Consistencia	0.054

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

6.6. ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

En el centro poblado de Puente Santiago, del distrito de Quellouno se tienen como elementos expuestos.

a) Población.

Según las encuestas aplicadas y corroboradas con el SISFO de la Municipalidad Distrital de Quellouno el CCPP de Puente Santiago se tiene 144 Habitantes permanentes, siendo grupo etario predominante entre 40 a 60 años.

b) Vivienda.

Según las encuestas aplicadas en el CCPP de Puente Santiago se tiene 120 predios, siendo el material predominante de abobe con techos de calamina.

c) Servicio de educación.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

En el CCPP se tiene la Institución inicial N°219, la Institución primaria N° 50239, la Institución Secundaria Javier Heraud Pérez, recientemente construidas, de material predominante de construcción de concreto armado.

d) Servicio de salud.

En el CCPP se tiene un establecimiento de salud de categoría posta de salud, de material predominante de construcción de adobe, bastante precario, actualmente viene ejerciendo sus servicios dentro de las instalaciones del consejo menor del CCPP de Puente Santiago.

e) Infraestructura de Servicios Básicos

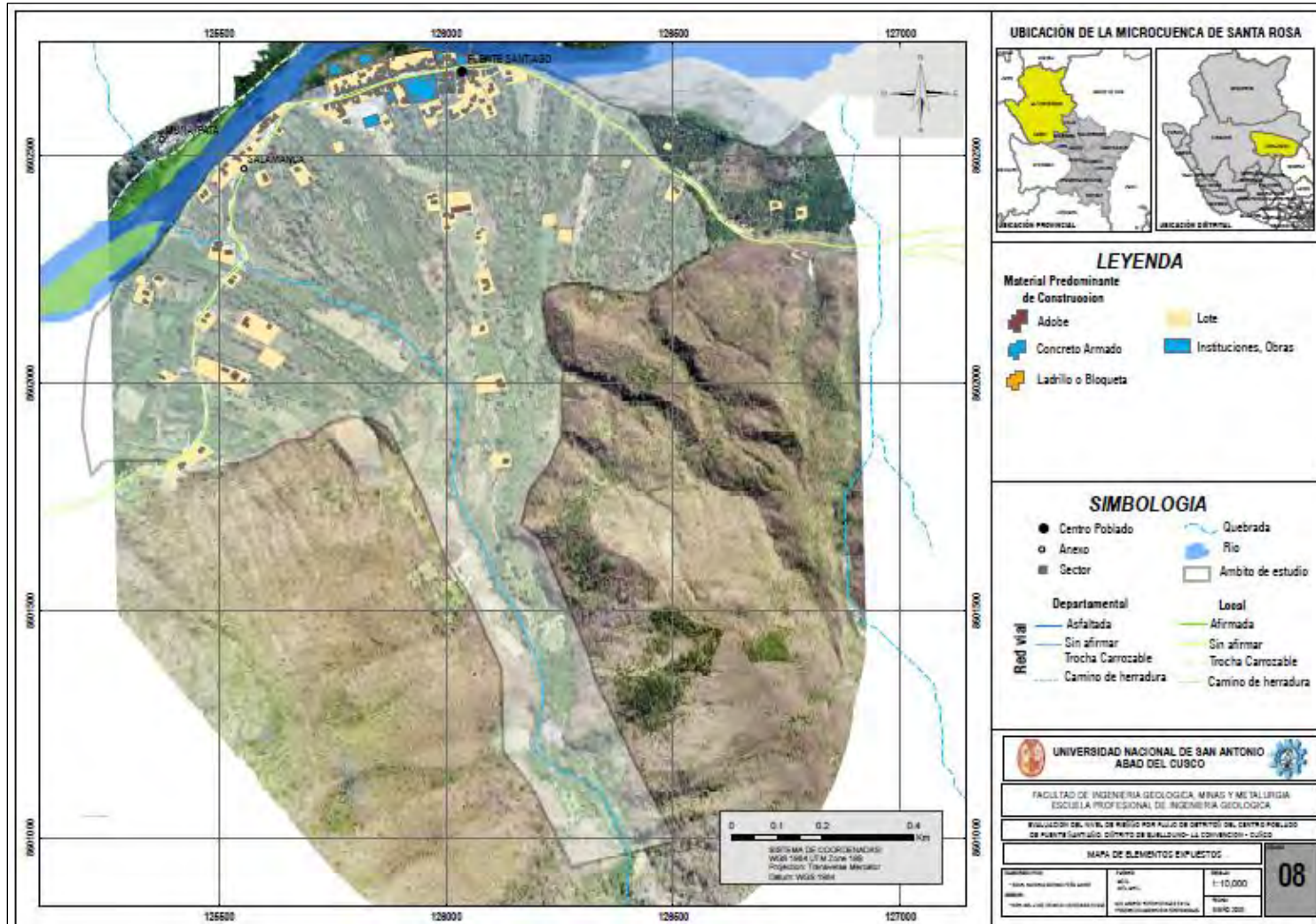
En el CCPP de Puente Santiago se tiene una red de agua potable por parte del JAS, la red de desagüe es derivado por una planta de tratamiento ubicado a la orilla del río Yanatile.

f) Infraestructura vial

En el CCPP de Puente Santiago presenta una red vial de categoría vecinal a nivel trocha carrozable, presenta también dos puentes peatonales ubicados 01 en el río Yanatile, y 01 puente peatonal en el río Santa Rosa.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 38: Mapa de elementos expuestos – CCPP de Puente Santiago



Fuente: Elaboracion propia

6.7. DEFINICION DE ESCENARIOS

Se tuvo en cuenta un evento de lluvia extrema identificado por SENAMHI, el cual se clasifica como "Muy lluvioso" con umbrales de precipitación que oscilan entre $28.1 \text{ mm} < RR \leq 48.2 \text{ mm}$ y un percentil entre $95p < RR/\text{día} \leq 99p$. así mismo se consideró un evento para un periodo de retorno de 50 años

En caso de que ocurra este evento, se produciría un flujo de detritos en la microcuenca de Santa Rosa con un caudal de $40.52 \text{ m}^3/\text{s}$. Estos flujos alcanzarían alturas de hasta 1.8 m y velocidades superiores a 9.8 m/s , depositándose en áreas de terreno plano y en geoformas como terrazas de origen fluvio-aluvial. Estos flujos podrían causar graves daños en los aspectos sociales, económicos y ambientales de los elementos expuestos.

6.7.1. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE PELIGRO

En la tabla a continuación se presentan los niveles de riesgo junto con sus correspondientes rangos, los cuales fueron determinados mediante el uso del método de análisis jerárquico.

Tabla 68: Niveles de Peligro por Flujo de detritos

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.264	<	P	≤	0.497
ALTO	0.133	<	P	≤	0.264
MEDIO	0.068	<	P	≤	0.133
BAJO	0.035	≤	P	≤	0.068

Fuente: Elaboracion propia

6.7.2. ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

Tabla 69: Estratificación del nivel de peligrosidad

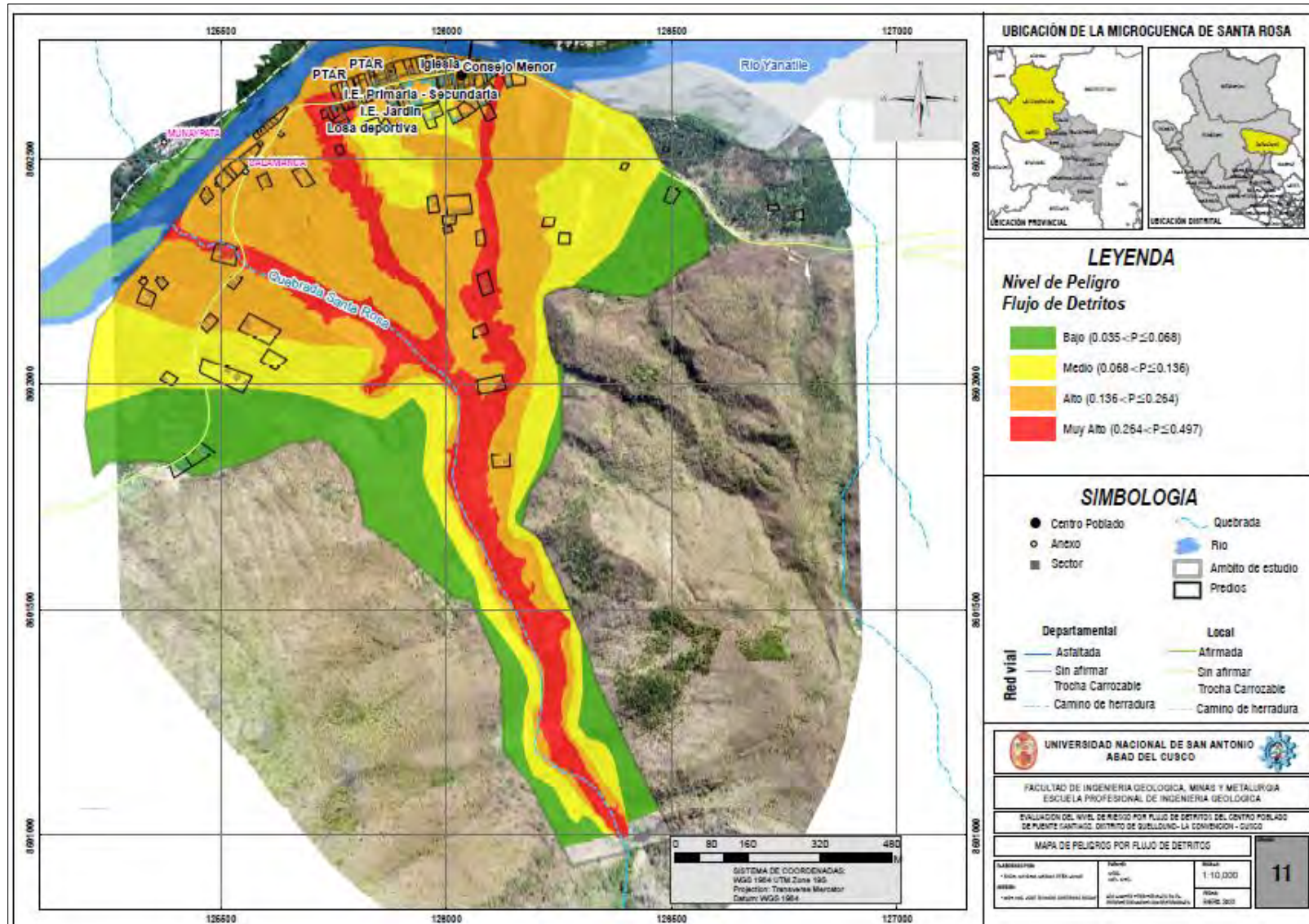
NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	Zonas predominantemente de depósitos aluviales recientes, geomorfológicamente esta zona corresponde predominantemente a cauces de río y parte de las riberas, con pendientes planas menores a 4%; desencadenados por precipitaciones pluviales con un periodo de retorno de 50 años que producirán caudales de un flujo de detritos de 40.52 m ³ /s, que alcanzarían alturas mayores a 1.00 m y velocidades mayores a 1.00 m/s	0.264 < R ≤ 0.497
ALTO	Zonas predominantemente de depósitos aluviales, geomorfológicamente esta zona corresponde a las riberas del río, con pendientes planas menores de 4 a 8 %; desencadenados por precipitaciones pluviales con un periodo de retorno de 50 años que producirán caudales de un flujo de detritos de 40.52 m ³ /s, que alcanzarían alturas que van de 0.60 m a 1.00 m y velocidades que van de 0.60 m/s a 1.00 m/s	0.133 < R ≤ 0.264
MEDIO	Zonas predominantemente de depósitos aluviales y fluviales, geomorfológicamente esta zona corresponde al abanico aluvial, con pendientes fuertemente inclinadas que van de 8 a 15%; desencadenados por precipitaciones pluviales con un periodo de retorno de 50 años que producirán caudales de un flujo de detritos de 40.52 m ³ /s, que alcanzarían alturas que van de 0.40 a 0.60 m y velocidades que van de 0.40 m/s a 0.60 m/s	0.068 < R ≤ 0.133
BAJO	Zonas predominantemente de depósitos coluvio aluviales y afloramientos de rocas de la Formación Ananea, esta zona corresponde predominantemente a pie de montes con pendiente mayores a 15%, desencadenados por precipitaciones pluviales con un periodo de retorno de 50 años que producirán caudales de un flujo de detritos de 40.52 m ³ /s, que alcanzarían alturas menores a 0.20 m y velocidades menores a 0.20 m/s	0.035 ≤ R ≤ 0.068

Fuente: Elaboración propia

6.8. MAPA DE PELIGROSIDAD

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 39: Mapa de peligro por flujo de detritos – CCPP Puente Santiago



Fuente: Elaboracion propia

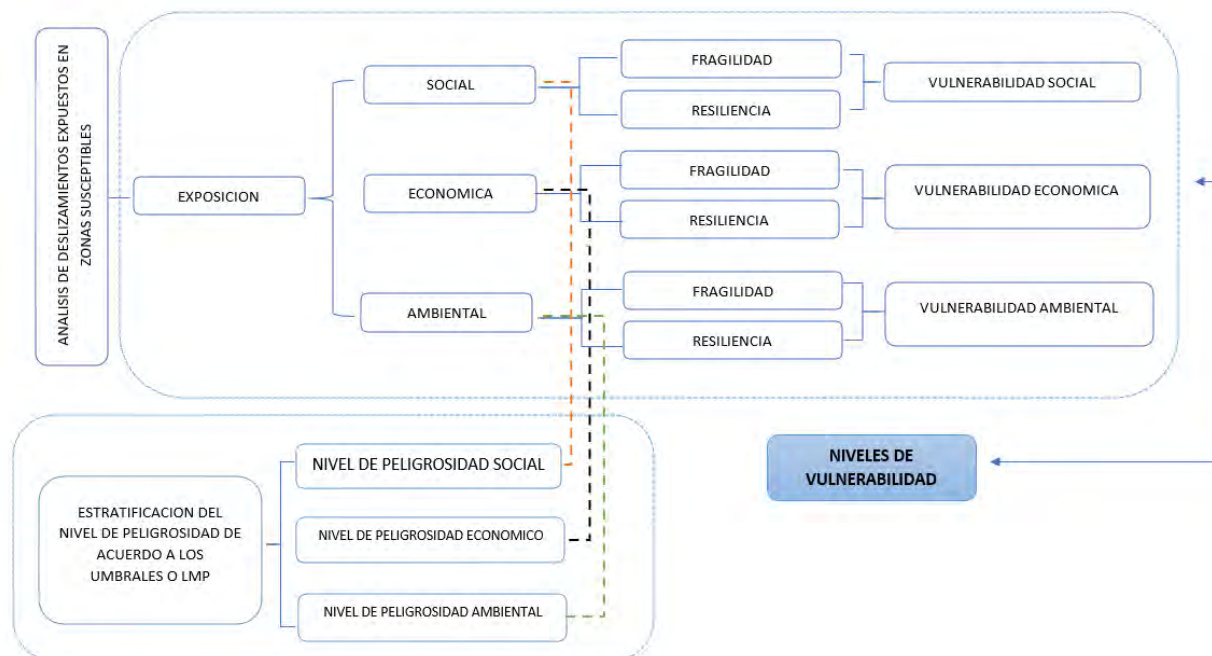
CAPITULO VII ANALISIS DE VULNERABILIDAD

En marco de la Ley N° 2966 del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N° 048-2011-PCM) se define vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. (CENEPRED, 2014, pág. 121)

Se llevó a cabo un análisis de la vulnerabilidad en el área de estudio, el cual incluyó la evaluación de los factores de fragilidad y resiliencia. Se cuantificaron los elementos expuestos al peligro de flujo de detritos, como la población, viviendas, red de sistema eléctrico, infraestructura vial y cursos naturales de agua, entre otros.

7.1. METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE VULNERABILIDAD

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del CCPP de Puente de Santiago, se consideró la Dimensión Social, Económica y Ambiental habiendo además utilizado a la información cartográfica digitalizada de los lotes, la base de datos de las fichas levantadas en campo, elaboradas y procesadas por el componente físico construido, así como datos primarios obtenidos del trabajo de campo realizado en el área de evaluación, información basada en la cuantificación de los elementos expuestos en los diferentes niveles de peligrosidad del área de evaluación, la metodología se basa en el siguiente diagrama (Figura 40):

Figura 40: Metodología de Análisis de Vulnerabilidad

Fuente: Adaptado del CENEPRED

7.2. ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

7.2.1. ANALISIS DE LA DIMENSION SOCIAL

El análisis de la dimensión social consiste en identificar las características sociales de la población y elementos que se relacionan con ella dentro del área a evaluar. (CENEPRED, 2014)

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 41: Esquema General del análisis de la Dimensión Social

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 70: Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión social

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

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 71: Matriz de normalización de pares de los factores de la dimensión social

V - SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.571	0.600	0.500	0.557
Fragilidad	0.286	0.300	0.375	0.320
Resiliencia	0.143	0.100	0.125	0.123

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 72: Índice de consistencia y relación de consistencia de los factores de la dimensión social

Índice de Consistencia	0.009
Relación de Consistencia	0.017

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

I. ANALISIS DE EXPOSICION SOCIAL

El parámetro considerado para el análisis de exposición social es:

- Número de habitantes a nivel de lote

Tabla 73: Parámetro de exposición social

Parámetro	Descripción	Valor
Parámetro de la Exposición Social	Número de Habitantes a nivel de lote	1.00

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Parámetro: Número de habitantes a nivel de lote.

Este parámetro se refiere a la densidad poblacional, que caracteriza el número de habitantes o personas que residen en un área o lote específico.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 74: Descriptores del parámetro: Número de habitantes a nivel de lote

Número de Habitantes a Nivel de Lote	Descripción
Mayor a 15 hab.	Este descriptor es el más crítico pues abarca a mayor número de personas que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad se incrementa. En estas pueden existir más de 04 familias.
11 a 15 hab.	Este descriptor es también crítico pues abarca un número de personas considerables que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad se incrementa. En estas pueden existir más de 03 familias.
6 a 10 hab.	Este descriptor es menos crítico, pero abarca un número de personas que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad se incrementa.
3 a 5 hab.	Este descriptor es más tolerable pues abarca menos número de personas considerables que se encuentran en una vivienda y por ende la vulnerabilidad disminuye. En estas puede existir al menos 02 familias
Menos de 2 hab.	Este descriptor es el menos vulnerable por la cantidad de personas que se encuentran en una vivienda. Es considerado como lo normal (01 familia)

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Tabla 75: Matriz de comparación de pares del parámetro: Número de habitantes a nivel de lote

N° DE HABITANTES	Mayor a 15 hab.	11 a 15 hab.	6 a 10 hab.	3 a 5 hab.	Menos de 2 Hab.
Mayor a 15 hab.	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
11 a 15 hab.	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
6 a 10 hab.	0.25	0.33	1.00	3.00	6.00
3 a 5 hab.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menos de 2 Hab.	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.50	16.33	26.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 76: Matriz de normalización de pares del parámetro: Número de habitantes a nivel de lote

N° DE HABITANTES	Mayor a 15 hab.	11 a 15 hab.	6 a 10 hab.	3 a 5 hab.	Menos de 2 Hab.	Vector Priorización
Mayor a 15 hab.	0.499	0.544	0.471	0.429	0.346	0.458
11 a 15 hab.	0.250	0.272	0.353	0.306	0.269	0.290
6 a 10 hab.	0.125	0.091	0.118	0.184	0.231	0.150
3 a 5 hab.	0.071	0.054	0.039	0.061	0.115	0.068
Menos de 2 Hab.	0.055	0.039	0.020	0.020	0.038	0.035

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Tabla 77: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Número de habitantes a nivel de lote

Índice de Consistencia	0.046
Relación de Consistencia	0.041

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

II. ANALISIS DE FRAGILIDAD SOCIAL

Los parámetros considerados en la fragilidad social son:

- Grupo etario
- Acceso a servicios básicos

Tabla 78: Parámetro de fragilidad social

Parámetros	Pesos
Grupo etario	0.5
Acceso de servicios básicos	0.5

Fuente: Elaboración propia

Parámetro: Grupo etario

Este parámetro se clasifica al grupo de personas por edades, de acuerdo a cada lote, vale decir identificar las personas más frágiles de acuerdo a un grupo de edad, considerando la base de datos obtenidos en campo (encuestas), en el análisis se consideró el grupo etario más preponderante.

Para este parámetro se identificó los siguientes descriptores:

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 79: Grupo etario

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
Grupo etario	0 a 5 y mayor a 66	Se refiere a las personas más vulnerables por la condición de su edad, ya que en el momento que se desencadene cualquier evento de flujo de detritos, ellos serian probablemente los primeros que sufran lesiones si no tienen ayuda instantánea, porque ellos no pueden trasladarse fácilmente y también por que les afectaría más la pérdida de cualquier infraestructura en su medio de vida.
	6 a 12 y 55 a 65	Se refiere a personas que tienen algún tipo de dependencia con otras personas de la familia por la edad que poseen, estas personas tendrían la posibilidad de escapar con dificultades al desencadenarse flujo de detritos, pero también sufrirían mucho por la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida.
	13 a 18	Se refiere a personas que por su edad podrían escapar al desencadenarse flujo de detritos, pero sufrirían mucho la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida además que por su edad podrían ser de poca ayuda para reponerse del desastre
	31 a 50	Se refiere a personas que por su edad podrían escapar fácilmente al desencadenarse flujo de detritos, como también sufrirían poco la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida, además que por su edad podrían ayudar para reponerse del desastre.
	19 a 30	Se refiere a personas que por su edad podrían escapar fácilmente al desencadenarse flujos de detritos, como también sufrirían poco la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida, además que por su edad ayudarían y hasta dirigir las tareas de reconstrucción y de ayuda de primeros auxilios para reponerse del desastre.

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Tabla 80: Matriz de comparación de pares – Grupo etario

GRUPO ETAREO	0 a 5 y mayor a 65	6 a 12 y 61 a 64	12 a 15 y 51 a 60	31 a 50	16 a 30
0 a 5 y mayor a 65	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
6 a 12 y 61 a 64	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
12 a 15 y 51 a 60	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
31 a 50	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
16 a 30	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 81: *Matriz de normalización de pares – Grupo etario*

DISCAPACIDAD	0 a 5 y mayor a 65	6 a 12 y 61 a 64	12 a 15 y 51 a 60	31 a 50	16 a 30	Vector Priorización
0 a 5 y mayor a 65	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
6 a 12 y 61 a 64	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
12 a 15 y 51 a 60	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
31 a 50	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
16 a 30	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 82: *Índice y relación de consistencia – Grupo etario*

Índice de Consistencia	0.047
Relación de Consistencia	0.042

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Parámetro: Acceso a servicios básicos

Según la información recopilada en la ficha de encuesta en el apartado de características de fragilidad social, se obtienen datos sobre el acceso de las personas a los servicios básicos. A continuación, se presenta la siguiente clasificación basada en dichos datos: (Tabla 83):

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 83: Descriptores del parámetro acceso a servicios básicos

ACCESO A SERVICIOS BASICOS	DESCRIPCION
NINGUNO	Se refiere a viviendas que no cuentan con servicios básicos y son los más vulnerables ante cualquier evento de flujo de detritos ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar muy difícil de instalar o no tienen ningún interés o conocimiento de gestionar sus servicios.
SIN AGUA Y CON LUZ	Se refiere a viviendas que cuentan con un servicio básico (agua, luz o desagüe) y son vulnerables ante cualquier evento de flujo de detritos ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar muy difícil de instalar o tiene poco interés o conocimiento de gestionar los demás servicios.
CON AGUA Y LUZ	Se refiere a viviendas que cuentan con dos servicios básicos (agua, luz o desagüe) y son menos vulnerables ante cualquier evento de flujo de detritos ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar más accesible de instalar y tiene mediano interés y poco conocimiento de gestionar los demás servicios.
CON AGUA Y DESAGUE	Se refiere a viviendas que cuentan con todos los servicios básicos (agua, luz y desagüe) y son menos vulnerables ante cualquier evento de flujo de detritos ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar con buena accesibilidad para instalar los servicios además de las economías para mantenerlas.
TODOS LOS SSB	Se refiere a viviendas que cuentan con todos los servicios básicos (agua, luz y desagüe) además de algún otro como seguridad, teléfono fijo, etc. y son mucho menos vulnerables ante cualquier evento de flujo de detritos ya que esa condición indica que tiene una vivienda en el lugar con buena accesibilidad para instalar los servicios además de las economías para mantenerlas.

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Tabla 84: Matriz de comparación de pares del parámetro: Acceso a servicios básicos.

ACCESO A SERVICIOS BASICOS	NINGUNO	SIN AGUA Y CON LUZ	CON AGUA Y LUZ	CON AGUA Y DESAGUE	CON AGUA LUZ DESAGUE Y OTROS
NINGUNO	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
SIN AGUA Y CON LUZ	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
CON AGUA Y LUZ	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
CON AGUA Y DESAGUE	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
CON AGUA LUZ DESAGUE Y OTROS	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.89	8.53	15.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.12	0.07	0.04

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 85: Matriz de normalización de pares del parámetro: Acceso a servicios básicos.

ACCESO A SERVICIOS BASICOS	NINGUNO	SIN AGUA Y CON LUZ	CON AGUA Y LUZ	CON AGUA Y DESAGUE	CON AGUA LUZ DESAGUE Y OTROS	Vector Priorización
NINGUNO	0.512	0.514	0.586	0.457	0.360	0.486
SIN AGUA Y CON LUZ	0.256	0.257	0.234	0.261	0.280	0.258
CON AGUA Y LUZ	0.102	0.128	0.117	0.196	0.200	0.149
CON AGUA Y DESAGUE	0.073	0.064	0.039	0.065	0.120	0.072
CON AGUA LUZ DESAGUE Y OTROS	0.057	0.037	0.023	0.022	0.040	0.036

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 86: Índice y relación de consistencia – Acceso a servicios básicos

Índice de Consistencia	0.047
Relación de Consistencia	0.042

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

III. ANALISIS DE RESILENCIA SOCIAL

Los parámetros considerados para el análisis de resiliencia social son (Tabla 87):

- Organización social.
- Conocimiento de Riesgo.

Tabla 87: Parámetros de resiliencia social

Parámetros	Pesos
Organización Social	0.5
Conocimiento de Riesgo	0.5

Fuente: Elaboración propia

- **Parámetro: Organización Social**

Basado en la información recopilada en las fichas de encuesta en el apartado de características de fragilidad social, se recopilaron datos sobre la organización social de las personas. A continuación, se presenta la siguiente clasificación basada en dichos datos: (Tabla 88)

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 88: Descriptores del parámetro Organización Social

ORGANIZACIÓN SOCIAL	DESCRIPCION
MUY MALA / NUNCA	<p>Menos del 25% de los socios participan en las reuniones y faenas, se han realizado menos de 3 reuniones y/o faenas por año y no se promueven las acciones relacionadas a conocer el riesgo. No realiza coordinaciones con otras agrupaciones vecinales. No se reúne con frentes de defensa, tampoco con municipalidad, gobierno regional ni empresas prestadoras de servicios</p>
MALA / CASI NUNCA	<p>Menos del 50% de los socios participan en las reuniones y faenas, se han realizado menos de 4 reuniones y/o faenas por año y no se promueven las acciones relacionadas a conocer y prevenir el riesgo. Se han realizado coordinaciones con otras agrupaciones vecinales en solo una oportunidad en el último año. Se reúnen con frentes de defensa, municipalidad, gobierno regional y/o empresas prestadoras de servicios en solo una oportunidad en el último año.</p>
MEDIA / A VECES	<p>Más del 70% de los socios participan en las reuniones y faenas, se han realizado 9 reuniones y/o faenas por año y se promueven las acciones relacionadas a conocer y prevenir el riesgo. Se han realizado coordinaciones con otras agrupaciones vecinales en menos de 3 oportunidades o motivos en el último año. Se reúnen con frentes de defensa, municipalidad, gobierno regional y/o empresas prestadoras de servicios en menos de 3 oportunidades o motivos en el último año.</p>
BUENA / CASI SIEMPRE	<p>Más del 85% de los socios participan en las reuniones y faenas, se han realizado 12 reuniones y/o faenas por año y se promueven las acciones relacionadas a conocer y prevenir el riesgo. Se han realizado coordinaciones con otras agrupaciones vecinales en menos de 6 de oportunidades o motivos en el último año. Se reúnen con frentes de defensa, municipalidad, gobierno regional y/o empresas prestadoras de servicios en menos de 6 oportunidades o motivos en el último año.</p>
MUY BUENO / SIEMPRE	<p>El 100% de los socios participan en las reuniones y faenas, se han realizado más de 12 reuniones y/o faenas por año y se promueven las acciones relacionadas a conocer y prevenir el riesgo. Se han realizado coordinaciones con otras agrupaciones vecinales en más de 6 oportunidades o motivos en el último año. Se reúnen con frentes de defensa, municipalidad, gobierno regional y/o empresas prestadoras de servicios en más de 6 oportunidades o motivos en el último año.</p>

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 89: Matriz de comparación de pares del parámetro: Organización social

ORGANIZACION SOCIAL	MUY MALA / NUNCA	MALA / CASI NUNCA	MEDIA / A VECES	BUENA / CASI SIEMPRE	MUY BUENO / SIEMPRE
MUY MALA / NUNCA	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
MALA / CASI NUNCA	0.50	1.00	2.00	6.00	8.00
MEDIA / A VECES	0.20	0.50	1.00	3.00	7.00
BUENA / CASI SIEMPRE	0.14	0.17	0.33	1.00	2.00
MUY BUENO / SIEMPRE	0.11	0.13	0.14	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.79	8.48	17.50	27.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.12	0.06	0.04

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Tabla 90: Matriz de normalización del parámetro: Organización social

ORGANIZACION SOCIAL	MUY MALA / NUNCA	MALA / CASI NUNCA	MEDIA / A VECES	BUENA / CASI SIEMPRE	MUY BUENO / SIEMPRE	Vector Priorización
MUY MALA / NUNCA	0.512	0.527	0.590	0.400	0.333	0.472
MALA / CASI NUNCA	0.256	0.264	0.236	0.343	0.296	0.279
MEDIA / A VECES	0.102	0.132	0.118	0.171	0.259	0.157
BUENA / CASI SIEMPRE	0.073	0.044	0.039	0.057	0.074	0.058
MUY BUENO / SIEMPRE	0.057	0.033	0.017	0.029	0.037	0.034

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 91: Índice de consistencia del parámetro: Organización social

Índice de Consistencia	0.039
Relación de Consistencia	0.035

Fuente: Adaptación de las matrices de Satty

- **Parámetro: Conocimiento en temas de Gestión de Riesgos de Desastres**

Este parámetro se refiere al nivel de conocimiento de los pobladores de la asociación sobre la ocurrencia de peligros y desastres. Se han identificado los siguientes descriptores para evaluar este nivel de conocimiento (Tabla 92):

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 92: *Parámetros Conocimiento de temas de GRD*

CONOCIMIENTO EN TEMAS DE GRD	DESCRIPCION
Sin conocimiento	No conoce los peligros que pueden afectar su barrio o vivienda, así como el origen de estos, actúa de forma errónea al tratar de mitigar el riesgo de manera anti técnica y seguir ocupando las zonas de riesgo muy alto asumiendo que nunca ocurrirá un desastre en la zona donde habita.
Conocimiento erróneo	Tiene un conocimiento erróneo sobre los peligros que pueden afectar su barrio o vivienda, así como el origen de estos, actúa de forma errónea al tratar de mitigar el riesgo de manera anti técnica y seguir ocupando las zonas de riesgo muy alto.
Conocimiento limitado	Tiene un conocimiento aproximado sobre el peligro que puede afectar su barrio o vivienda, no conoce exactamente a que institución acudir en caso de emergencia y desastre, así mismo no sabe cómo prevenir el riesgo ni responder en caso de ocurrir una emergencia.
Conocimiento, pero sin interés	Conoce de forma lógica los peligros que pueden afectar su barrio y vivienda, conoce la institución a cuál acudir en caso de emergencia y desastres, pero no muestra interés en tomar acciones sobre la prevención y preparación ante riesgos.
Con conocimiento	Conoce de forma precisa los peligros que pueden afectar su barrio y vivienda, conoce la institución a cuál acudir en caso de emergencia y desastres, así mismo muestra interés sobre la prevención y preparación ante riesgos ya que conoce el origen de los peligros y desastres, así como de las consecuencias.

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Tabla 93: *Matriz de comparación de pares del parámetro: Conocimiento de temas de GRD.*

CONOCIMIENTO EN TEMAS DE GRD	SIN CONOCIMIENTO	CONOCIMIENTO ERRONEO	CONOCIMIENTO LIMITADO	CONOCIMIENTO SIN INTERES	CON CONOCIMIENTO
SIN CONOCIMIENTO	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
CONOCIMIENTO ERRONEO	0.50	1.00	2.00	4.00	7.00
CONOCIMIENTO LIMITADO	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
CONOCIMIENTO SIN INTERES	0.17	0.25	0.33	1.00	4.00
CON CONOCIMIENTO	0.11	0.14	0.20	0.25	1.00
SUMA	2.03	3.89	7.53	14.25	26.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 94: *Matriz de normalización de pares del parámetro: Conocimiento de temas de GRD.*

CONOCIMIENTO EN TEMAS DE GRD	SIN CONOCIMIENTO	CONOCIMIENTO ERRONEO	CONOCIMIENTO LIMITADO	CONOCIMIENTO SIN INTERES	CON CONOCIMIENTO	Vector Priorización
SIN CONOCIMIENTO	0.493	0.514	0.531	0.421	0.346	0.461
CONOCIMIENTO ERRONEO	0.247	0.257	0.265	0.281	0.269	0.264
CONOCIMIENTO LIMITADO	0.123	0.128	0.133	0.211	0.192	0.157
CONOCIMIENTO SIN INTERES	0.082	0.064	0.044	0.070	0.154	0.083
CON CONOCIMIENTO	0.055	0.037	0.027	0.018	0.038	0.035

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 95: *Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Conocimiento de temas de GRD.*

Índice de Consistencia	0.043
Relación de Consistencia	0.039

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

7.2.2. ANALISIS DE LA DIMENSION ECONOMICA

Para el análisis de la dimensión económica se consideró características de las viviendas (dan una idea aproximada de las condiciones económicas de la población), así como la ocupación laboral y tipo de vivienda, para ello se identificó y selecciono parámetros de evaluación agrupados por factores de Fragilidad y Resiliencia. (CENEPRED, 2014)

Figura 42: Esquema General del análisis de la Dimensión Económica

Fuente: Elaboración propia

Tabla 96: Matriz de comparación de pares factores de la dimensión económica

V - SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	4.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.75	3.50	7.00
1/SUMA	0.57	0.29	0.14

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Tabla 97: Matriz de normalización de pares factores de la dimensión económica

V - SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.571	0.571	0.571	0.571
Fragilidad	0.286	0.286	0.286	0.286
Resiliencia	0.143	0.143	0.143	0.143

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Tabla 98: Índice de consistencia y relación de consistencia de la dimensión económica

Índice de Consistencia	0.000
Relación de Consistencia	0.000

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

I. ANALISIS DE EXPOSICION ECONOMICA

El parámetro que se consideró para realizar el análisis de la exposición económica es la localización de las edificaciones. (Tabla 99).

Tabla 99: *Parámetro de exposición Social*

Parámetros	Parámetro	Valor
Parámetros de la exposición económica	Localización de las edificaciones a zonas de peligro muy alto	1.00

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Parámetro: Localización de la edificación con referencia a zonas de acumulación de flujos

En este parámetro se consideró la cercanía a zonas de acumulación de flujos, según los siguientes descriptores.

Tabla 100: *Parámetro: Localización de la edificación con referencian a zonas de acumulación*

LOCALIZACION DE LAS EDIFICACIONES	DESCRIPCION
Muy cercana	(0 a 5m)
Cercana	(5m a 15m)
Medianamente cerca	(15m - 30m)
Alejada	(30m -45m)
Muy Alejada	(>45m)

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Tabla 101: *Matriz de comparación de pares del parámetro: Localización de la edificación con referencia a zonas de acumulación de flujos*

LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Muy cercana (0 a 5m)	Cercana (5m - 15m)	Medianamente cerca (15m - 30m)	Alejada (30m - 45m)	Muy alejada (>45m)
Muy cercana (0 a 5m)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cercana (5m - 15m)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medianamente cerca (15m - 30m)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada (30m - 45m)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy alejada (>45m)	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: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 102: Matriz de normalización del parámetro: Localización de la edificación con referencia a zonas de acumulación de flujos

LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Muy cercana (0 a 5m)	Cercana (5m - 15m)	Medianamente cerca (15m - 30m)	Alejada (30m - 45m)	Muy alejada (>45m)	Vector Priorización
Muy cercana (0 a 5m)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Cercana (5m - 15m)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Medianamente cerca (15m - 30m)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Alejada (30m - 45m)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy alejada (>45m)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 103: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Localización de la edificación con referencia a zonas de acumulación de flujos

Índice de Consistencia	0.061
Relación de Consistencia	0.054

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

II. ANALISIS DE FRAGILIDAD ECONOMICA

Los parámetros que se consideró para el análisis de la fragilidad económica son varios y pueden incluir:

- Material de construcción.
- Estado de conservación de la edificación.

Tabla 104: Parámetros de la dimensión social

Parámetros	Parámetro	Valor
Parámetros de la fragilidad económica	Material de construcción	0.50
	Estado de conservación de la edificación	0.50

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

- **Parámetro: Material de construcción**

Tabla 105: Material de construcción

MATERIAL DE CONSTRUCCION	DESCRIPCION
MIXTO	Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sean plástico, palos, calamina en las viviendas
ACERO DRY WALL	Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea madera en las viviendas.
ADOBE	Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea adobe en las viviendas.
LADRILLO BLOQUETA	Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea ladrillo en las viviendas.
CONCRETO ARMADO	Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea concreto en las viviendas.

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Tabla 106: Matriz de comparación de pares del parámetro: Material de construcción

MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN	MIXTO	ACERO DRY WALL	ADOBE	LADRILLO BLOQUETA	CONCRETO ARMADO
MIXTO	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
ACERO DRY WALL	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
ADOBE	0.25	0.50	1.00	2.00	5.00
LADRILLO BLOQUETA	0.14	0.25	0.50	1.00	5.00
CONCRETO ARMADO	0.11	0.17	0.20	0.20	1.00
SUMA	2.00	3.92	7.70	14.20	26.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Tabla 107: Matriz de normalización del parámetro: Material de Construcción

MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN	MIXTO	ACERO DRY WALL	ADOBE	LADRILLO BLOQUETA	CONCRET O ARMADO	Vector Priorizaci ón
MIXTO	0.499	0.511	0.519	0.493	0.346	0.474
ACERO DRY WALL	0.250	0.255	0.260	0.282	0.231	0.255
ADOBE	0.125	0.128	0.130	0.141	0.192	0.143
LADRILLO BLOQUETA	0.071	0.064	0.065	0.070	0.192	0.093
CONCRETO ARMADO	0.055	0.043	0.026	0.014	0.038	0.035

Fuente: Adaptación de las matrices de Satty

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 108: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Material de Construcción

Índice de Consistencia	0.052
Relación de Consistencia	0.046

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

- **Parámetro: Estado de conservación de la edificación**

Se refiere al estado de conservación de las viviendas en los lotes, que puede ser calificado como:

Tabla 109: Estado de conservación de la edificación

ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION	DESCRIPCION
MUY MALO/PRECARIO	Viviendas con antigüedad de más 50 años
MALO	Viviendas con antigüedad de más 35 años
REGULAR	Viviendas con antigüedad de más 20 años
CONSERVADO	Viviendas con antigüedad de más 5 años
BUENO	Viviendas nuevas, construidas en el año

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Tabla 110: Matriz de comparación de pares del parámetro: Estado de conservación de la edificación

ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACIÓN	MALO/ PRECARIO	MALO	REGULAR	CONSERVADO	BUENO
MALO/PRECARIO	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
MALO	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
REGULAR	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
CONSERVADO	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
BUENO	0.14	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.09	3.92	7.53	13.33	22.00
1/SUMA	0.48	0.26	0.13	0.08	0.05

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 111: Matriz de normalización del parámetro: Estado de conservación de la edificación

ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACIÓN	MALO /PRECARIO	MALO	REGULAR	CONSERVADO	BUENO	Vector Priorización
MALO/PRECARIO	0.478	0.511	0.531	0.375	0.318	0.443
MALO	0.239	0.255	0.265	0.300	0.273	0.266
REGULAR	0.119	0.128	0.133	0.225	0.227	0.166
CONSERVADO	0.096	0.064	0.044	0.075	0.136	0.083
BUENO	0.068	0.043	0.027	0.025	0.045	0.042

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 112: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Estado de conservación de la edificación

Índice de Consistencia	0.005
Relación de Consistencia	0.005

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

III. ANALISIS DE RESILENCIA ECONOMICA

Los parámetros considerados para el análisis de la resiliencia económica son:

- Población económicamente activa
- Ingreso familiar promedio mensual

Tabla 113: Parámetros de la dimensión social

Parámetros	Valor
Parámetros de la fragilidad económica	
Población Económicamente Activa (PEA)	0.50
Ingreso familiar promedio	0.50

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Parámetro: Ingreso familiar promedio

Se considera al ingreso familiar promedio mensual en la vivienda.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 114: Ingreso familiar promedio

PARAMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
Ingreso familiar promedio	≤ 200	Ingreso familiar menor a 200 soles
	>200 - ≤750	Ingreso familiares entre 200 y 750 soles
	>750 - ≤1500	Ingreso familiar entre 750 y 1500 soles
	>1500 - ≤3000	Ingreso familiar entre 1500 y 3000 soles
	>3000	Ingreso familiar mayor a los 3000 soles

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Tabla 115: Matriz de comparación de pares del parámetro: Ingreso familiar promedio

INGRESO FAMILIAR PROMEDIO	≤ 200	> 200 - ≤ 750	> 750 - ≤ 1500	> 1500- ≤ 3000	>3000
≤ 200	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
> 200 - ≤ 750	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
> 750 - ≤ 1500	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
> 1500- ≤ 3000	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
>3000	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: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 116: Matriz de normalización del parámetro: Ingreso familiar promedio

INGRESO FAMILIAR PROMEDIO	≤ 200	> 200 - ≤ 750	> 750 - ≤ 1500	> 1500- ≤ 3000	>3000	Vector Priorización
≤ 200	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
> 200 - ≤ 750	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
> 750 - ≤ 1500	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
> 1500- ≤ 3000	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
>3000	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 117: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Ingreso familiar promedio

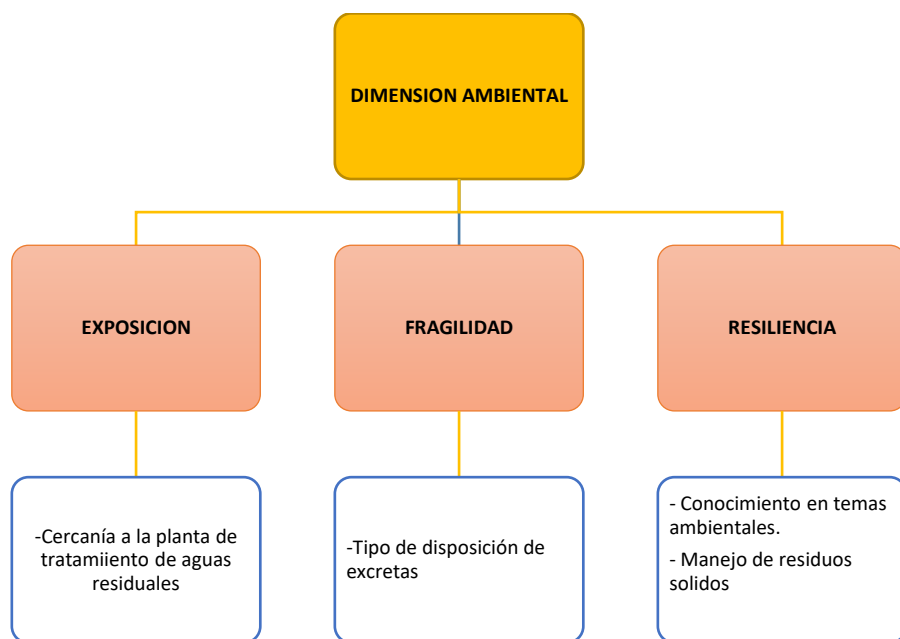
Índice de Consistencia	0.061
Relación de Consistencia	0.054

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

7.2.3. ANALISIS DE LA DIMENSION AMBIENTAL

Para el análisis de la dimensión ambiental se consideró características del medio ambiente, expuestos en el ámbito de influencia del peligro, en el que se identifica recursos naturales vulnerables y no vulnerables para el análisis de fragilidad y resiliencia ambiental. (CENEPRED, 2014)

Figura 43: Esquema General del análisis de la Dimensión Ambiental



Fuente: Elaboración propia

Tabla 118: Matriz de comparación de pares factores de la dimensión ambiental

V - SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	5.00
Fragilidad	0.50	1.00	3.00
Resiliencia	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.70	3.33	9.00
1/SUMA	0.59	0.30	0.11

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 119: Matriz de normalización de pares factores de la dimensión ambiental

V - SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.588	0.600	0.556	0.581
Fragilidad	0.294	0.300	0.333	0.309
Resiliencia	0.118	0.100	0.111	0.110

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 120: Índice de consistencia y relación de consistencia de la dimensión ambiental

Índice de Consistencia	0.002
Relación de Consistencia	0.004

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

I. ANALISIS DE EXPOSICION AMBIENTAL

El parámetro considerado para el análisis de la exposición económica es:

- Cercanía a la planta de tratamiento de aguas residuales

Tabla 121: Parámetros exposición de la dimensión ambiental.

Parámetros	Parámetro	Valor
Parámetros de la exposición ambiental	Cercanía de la Planta de tratamiento de aguas residuales	1.00

Fuente: Elaboración propia

- **Parámetro: Cercanía al tratamiento de aguas residuales**

Se tuvo en cuenta la proximidad a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales como parte de este parámetro, utilizando los descriptores siguientes para evaluar dicha cercanía.

Tabla 122: Cercanía a la Planta de tratamiento de aguas residuales

CERCANIA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	DESCRIPCION
Menos de 25 m.	Muy cerca de puntos de residuos sólidos
De 25 a 50 m.	Cerca de puntos de residuos sólidos
De 50 a 100 m.	Regularmente de puntos de residuos sólidos
De 100 a 250 m.	Lejos de puntos de residuos sólidos
Mayor a 250 m.	Muy lejos de puntos de residuos sólidos

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 123: Matriz de comparación de pares del parámetro: Cercanía a la Planta de tratamiento de aguas residuales

CERCANIA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Menos de 25 m	De 25 a 50 m	De 50 a 100 m	De 100 a 250 m	Mayor a 250
Menos de 25 m	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
De 25 a 50 m	0.50	1.00	3.00	6.00	7.00
De 50 a 100 m	0.20	0.33	1.00	4.00	5.00
De 100 a 250 m	0.14	0.17	0.25	1.00	3.00
Mayor a 250 m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.64	9.45	18.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.11	0.05	0.04

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 124: Matriz de normalización del parámetro: Cercanía a la Planta de tratamiento de aguas residuales

CERCANIA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Menos de 25 m	De 25 a 50 m	De 50 a 100 m	De 100 a 250 m	Mayor a 250 m	Vector Priorización
Menos de 25 m	0.512	0.549	0.529	0.382	0.360	0.466
De 25 a 50 m	0.256	0.275	0.317	0.327	0.280	0.291
De 50 a 100 m	0.102	0.092	0.106	0.218	0.200	0.144
De 100 a 250 m	0.073	0.046	0.026	0.055	0.120	0.064
Mayor a 250 m	0.057	0.039	0.021	0.018	0.040	0.035

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 125: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro Cercanía a la Planta de tratamiento de aguas residuales

Índice de Consistencia	0.074
Relación de Consistencia	0.067

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

II. ANALISIS DE FRAGILIDAD AMBIENTAL

Para el presente análisis se tomaron en cuenta el siguiente parámetro ambiental en cuanto a la fragilidad:

- Disposición de excretas

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 126: Matriz de comparación de pares

Parámetros	Pesos
Disposición de Excretas	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 127: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Disposición de Excretas

Índice de Consistencia	0.069
Relación de Consistencia (RC<0.1)	0.062

Fuente: Elaboración propia

Parámetro: Tipo de disposición de excretas

Este parámetro fue evaluado mediante la encuesta realizada en el campo, específicamente en el apartado de disposición de excretas, donde se identificaron los siguientes descriptores.

Tabla 128: Disposición de excretas

DISPOSICION DE EXCRETAS	DESCRIPCION
Sin servicio higiénico	Este descriptor es el más crítico puesto que la eliminación de excretas no tiene un tratamiento adecuado, más susceptible a convertirse en focos de contaminación.
Con letrina seca	Sanitariamente es lo mínimo recomendable para la disposición de excretas en zonas donde no se puede conectar a una red de desagüe.
Con letrina y arrastre hidráulico	Este descriptor es sanitariamente adecuado, pero no ambientalmente puesto que estas aguas residuales son descargadas en quebradas sin un tratamiento afectando la calidad de cuerpos naturales.
Con instalación sanitaria y tanque séptico	Es el óptimo puesto que las aguas residuales son tratadas en una planta de tratamiento de aguas residuales.
Con instalación sanitaria conectada a la Red	Es el óptimo puesto que las aguas residuales son tratadas en una planta de tratamiento de aguas residuales.

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago
Tabla 129 : *Matriz de comparación de pares del parámetro: Disposición de excretas*

DISPOSICION DE EXCRETAS	Sin servicio higiénico	Con letrina seca	Con letrina y arrastre hidráulico	Arbóreo	Arbóreo endémico
Sin servicio higiénico	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Con letrina seca	0.50	1.00	3.00	5.00	8.00
Con letrina y arrastre hidráulico	0.25	0.33	1.00	4.00	6.00
Con instalación sanitaria y tanque séptico	0.14	0.20	0.25	1.00	4.00
Con instalación sanitaria conectada a la Red	0.11	0.13	0.17	0.25	1.00
SUMA	2.00	3.66	8.42	17.25	28.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Tabla 130: *Matriz de normalización del parámetro: Disposición de excretas*

DISPOSICION DE EXCRETAS	Sin servicio higiénico	Con letrina seca	Con letrina y arrastre hidráulico	Arbóreo	Arbóreo endémico	Vector Priorización
Sin servicio higiénico	0.499	0.547	0.475	0.406	0.321	0.450
Con letrina seca	0.250	0.273	0.356	0.290	0.286	0.291
Con letrina y arrastre hidráulico	0.125	0.091	0.119	0.232	0.214	0.156
Arbóreo	0.071	0.055	0.030	0.058	0.143	0.071
Arbóreo endémico	0.055	0.034	0.020	0.014	0.036	0.032

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 131: *Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Disposición de excretas*

Índice de Consistencia	0.058
Relación de Consistencia (RC<0.1)	0.052

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

III. ANALISIS DE RESILENCIA AMBIENTAL

Los parámetros considerados para el análisis de la resiliencia Ambiental son:

- Manejo de RR.SS
- Conocimiento en temas Ambientales

Tabla 132: *Parámetros de la Resiliencia Ambiental*

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Parámetros	Pesos
Manejo de RR.SS	0.5
Conocimiento en Temas Ambientales	0.5

Fuente: Elaboración propia

- **Parámetro: Manejo de Residuos Sólidos**

Se realizó el análisis de este parámetro utilizando la ficha de encuesta de la sección de caracterización ambiental, donde se incluyeron los siguientes ítems:

- Usted recicla.
- Donde vierte sus residuos sólidos.

Tabla 133: *Manejo de residuos solidos*

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	DESCRIPCION
Sin manejo	Es el más crítico hay desconocimiento total de la normatividad y buena prácticas ambientales. Deposita en solo envases Ya hay conocimiento, pero no garantiza la aplicación normatividad y buenas prácticas ambientales.
Deposita en solo envases	Ya hay conocimiento, pero no garantiza la aplicación normatividad y buenas prácticas ambientales
Selecciona orgánico e inorgánico	Se evidencia el conocimiento de normatividad y buenas prácticas ambientales.
Reúso y compostaje	Ya se evidencia la aplicación de la normatividad y buenas prácticas ambientales.
Clasificación por material	Se garantiza la sostenibilidad de la aplicación de la normatividad y buenas prácticas ambientales.

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Tabla 134: *Matriz de comparación de pares del parámetro: Manejo de residuos solidos*

MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	Sin Manejo	Deposita en solo envases	Selecciona orgánico e inorgánico	Reúso y compostaje	Clasificación por material
Sin manejo	1.00	2.00	4.00	7.00	8.00
Deposita en solo envases	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Selecciona orgánico e inorgánico	0.25	0.50	1.00	3.00	6.00
Reúso y compostaje	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Clasificación por material	0.13	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.02	3.84	7.50	16.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.06	0.04

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 135: Matriz de normalización del parámetro: Manejo de residuos sólidos

MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	Sin manejo	Deposita en solo envases	Selecciona orgánico e inorgánico	Reúso y compostaje	Clasificación por material	Vector Priorización
Sin manejo	0.496	0.520	0.533	0.429	0.320	0.460
Deposita en solo envases	0.248	0.260	0.267	0.306	0.280	0.272
Selecciona orgánico e inorgánico	0.124	0.130	0.133	0.184	0.240	0.162
Reúso y compostaje	0.071	0.052	0.044	0.061	0.120	0.070
Clasificación por material	0.062	0.037	0.022	0.020	0.040	0.036

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 136: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Manejo de residuos sólidos

Índice de Consistencia	0.041
Relación de Consistencia (RC<0.1)	0.037

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty - 1960

- **Parámetro: Conocimiento en Temas Ambientales**

Se llevó a cabo el análisis de este parámetro utilizando la encuesta realizada en el campo, específicamente en la sección de caracterización ambiental, donde se obtuvieron los siguientes datos:

- Ha recibido capacitación en temas ambientales.

Tabla 137: Capacitación en temas ambientales

CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES	DESCRIPCION
Sin conocimiento	Es el más crítico hay desconocimiento total de la normatividad y buenas prácticas ambientales.
Conocimiento erróneo	Ya hay conocimiento, pero no garantiza la aplicación normatividad buenas prácticas ambientales.
Conocimiento Limitado	Se evidencia el conocimiento de normatividad y buenas prácticas ambientales.
Conocimiento sin interés	Ya se evidencia la aplicación de la normatividad y buenas prácticas ambientales
Con conocimiento	Se garantiza la sostenibilidad de la aplicación de la normatividad y buenas prácticas ambientales.

Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – CENEPRED, 2014

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 138: Matriz de comparación de pares del parámetro: Capacitación en temas ambientales

CONOCIMIENTOS EN TEMAS AMBIENTALES	Sin conocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento
Sin conocimiento	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Conocimiento erróneo	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Conocimiento limitado	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Conocimiento sin interés	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Con conocimiento	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.95	3.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.06	0.04

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 139: Matriz de normalización del parámetro: Capacitación en Temas Ambientales

CONOCIMIENTO S EN TEMAS AMBIENTALES	Sin conocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento	Vector Priorización
Sin conocimiento	0.496	0.520	0.667	0.429	0.360	0.494
Conocimiento erróneo	0.248	0.260	0.400	0.306	0.280	0.299
Conocimiento limitado	0.099	0.087	0.133	0.184	0.200	0.141
Conocimiento sin interés	0.071	0.052	0.044	0.061	0.120	0.070
Con conocimiento	0.055	0.037	0.027	0.020	0.040	0.036

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 140: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Capacitación en temas ambientales

Índice de Consistencia	0.051
Relación de Consistencia (RC<0.1)	0.046

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

7.3. JERARQUIZACION DE LA VULNERABILIDAD

Tabla 141: Matriz de comparación de pares – Parámetros de Análisis de Vulnerabilidad

PARAMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	DIMENSION SOCIAL	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION AMBIENTAL
DIMENSION SOCIAL	1.00	2.00	5.00
DIMENSION ECONOMICA	0.50	1.00	5.00
DIMENSION AMBIENTAL	0.20	0.20	1.00
SUMA	1.70	3.20	11.00
1/SUMA	0.59	0.31	0.09

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 142: Matriz de normalización de pares – Parámetros de Análisis de Vulnerabilidad

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

PARAMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION SOCIAL	DIMENSION AMBIENTAL	Vector Priorización
DIMENSION SOCIAL	0.588	0.625	0.455	0.556
DIMENSION ECONOMICA	0.294	0.313	0.455	0.354
DIMENSION AMBIENTAL	0.118	0.063	0.091	0.090

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

Tabla 143: Índice de consistencia y relación de consistencia: Parámetros de análisis de vulnerabilidad

Índice de Consistencia	0.027
Relación de Consistencia (RC<0.1)	0.051

Fuente: Adaptación del proceso de análisis jerárquico de Satty – 1960

7.4. ESTRATIFICACION DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD

En la tabla siguiente se presentan los niveles de vulnerabilidad junto con sus rangos correspondientes obtenidos mediante la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico

Tabla 144: Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.272	<	V	≤	0.477
ALTO	0.146	<	V	≤	0.272
MEDIO	0.070	<	V	≤	0.146
BAJO	0.035	≤	V	≤	0.070

Fuente: Elaboración propia

Tabla 145: Estratificación de los Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	N° de personas por lote mayor a 15hab, Grupo etario: 0 a 5 años y mayor a 65 años, Organización social: muy mala. Conocimiento el riesgo de desastres: Sin conocimiento. Localización de la edificación: muy cercana a zonas de acumulación de flujos. Estado de conservación: Precario. Material predominante en la construcción: Mixto precario. PEA: desempleado. Ingreso familiar promedio: ≤ 200 soles mensual. Cercanía a la planta de tratamientos de aguas residuales: a menos de 25mts. Tipo de disposición de excretas: sin servicio higiénico. Conocimiento en temas Ambientales: sin conocimientos. Manejo de residuos sólidos: Sin manejo.	0.272 < R ≤ 0.477

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

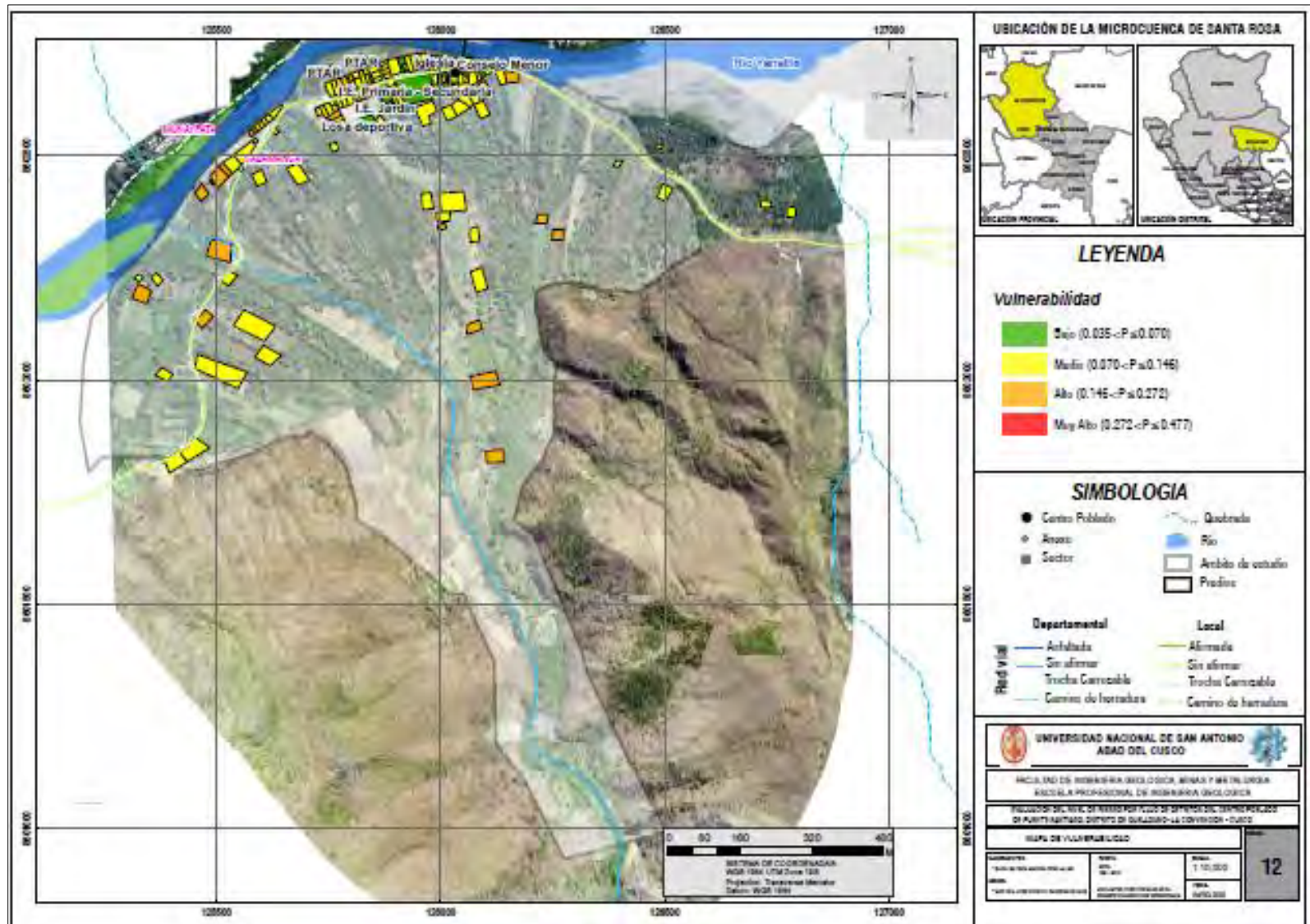
ALTO	<p>N° de personas por lote: 11 a 15 hab. Grupo etario: 6 a 12 años de edad y de 61 a 64 años.</p> <p>Organización social: mala/ casi nunca. Conocimiento el riesgo de desastres: conocimiento erróneo.</p> <p>Localización de la edificación: cercana a zonas de acumulación de flujos. Estado de conservación: malo. Material predominante en la construcción: acero, drywall. PEA: dedicado al hogar. Ingreso familiar promedio: de S/. 200 a S/.750 mensual. Cercanía a la planta de tratamientos de aguas residuales de 25m. a 50m. Tipo de disposición de excretas: con letrina seca. Conocimiento en temas Ambientales: Conocimiento erróneo. Manejo de residuos sólidos: deposita solo en envases.</p>	0.146<R≤0.272
MEDIO	<p>N° de personas por lote: de 6 a 11 Hab. Grupo etario: 12 a 15 años y 51 a 60 años. Organización social: media. Conocimiento el riesgo de desastres: conocimiento limitado. Localización de la edificación: medianamente cerca de zonas de acumulación de flujos. Estado de conservación: Regular. Material predominante en la construcción: adobe. PEA: ocupado de 14 años a más. Ingreso familiar promedio: de S/. 750 a S/.1500 mensual. Cercanía a la planta de tratamientos de aguas residuales: de 50 a 100 m. Tipo de disposición de excretas: letrina y arrastre hidráulico.</p> <p>Conocimiento en temas Ambientales: Conocimiento limitado. Manejo de residuos sólidos: selecciona orgánico e inorgánico.</p>	0.070<R≤0.146
BAJO	<p>N° de personas por lote: hasta 7 hab. Grupo etario: 31 a 50 años y 16 a 30 años. Organización social: buena a muy buena. Conocimiento el riesgo de desastres: tienen conocimiento y en algunos casos tiene conocimiento, pero sin interés. Localización de la edificación: alejado a muy alejado de zonas de acumulación de flujos. Estado de conservación: bueno a conservado. Material predominante en la construcción: concreto ladrillo, bloqueta armada. PEA: trabajador dependiente e independiente.</p> <p>Ingreso familiar promedio: de S/. 1500 a más, mensual. Cercanía a la planta de tratamientos de aguas residuales: de 100 m. a más. Tipo de disposición de excretas: con instalación sanitaria/ tanque séptico y conectada a la red. Conocimiento en temas Ambientales: tienen conocimiento y en algunos casos tiene conocimiento, pero sin interés. Manejo de residuos sólidos: Reúso, compostaje y clasificación.</p>	0.035≤R<0.070

Fuente: Elaboración propia

7.5. MAPAS DE VULNERABILIDAD

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 44: Mapa de vulnerabilidad ante flujo de detritos



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VIII CALCULO DE RIESGOS

8.1. METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE RIESGO

La prevención y reducción del riesgo de desastre son las principales condiciones para garantizar el desarrollo territorial sostenible como base para un crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de la vida de la población, estos parámetros al menos los de riesgo muy alto y alto, deben reducirse con la prevención al menos a riesgo medio para que los pobladores de la zona puedan tener mejor calidad de vida y también desarrollarse de manera sostenida. (CENEPRED, 2014)

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

Dónde:

R= Riesgo.

f= En función

Pi =Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición “t”

Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

Tabla 146: *Calculo de nivel de riesgo*

PMA	0.498	0.035	0.073	0.136	0.237
PA	0.264	0.018	0.039	0.072	0.126
PM	0.134	0.009	0.02	0.037	0.064
PB	0.069	0.005	0.01	0.019	0.033
		0.069	0.146	0.273	0.476
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboracion propia

8.2. DEFINICION Y ESTRATIFICACION DE LOS NIVELES DE RIESGO

En la siguiente tabla se muestran los niveles de riesgo y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el proceso de análisis jerárquico.

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Tabla 147: Cálculo de Nivel de Riesgo

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.071	<	R	≤	0.239
ALTO	0.020	<	R	≤	0.071
MEDIO	0.005	<	R	≤	0.020
BAJO	0.001	≤	R	≤	0.005

Fuente: Elaboración propia

8.2.1. ESTRATIFICACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS

Tabla 148: Estratificación de los niveles de Riesgo

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	Zonas predominantemente de depósitos aluviales recientes, geomorfológicamente esta zona corresponde predominantemente a cauces de del rio y parte de las riberas del rio, con pendientes planas menores a 4%; desencadenados por precipitaciones pluviales con un periodo de retorno de 150 años que producirán caudales de un flujo de detritos de 40.52 m ³ /s, que alcanzarían alturas mayores a 1.5m y velocidades mayores a 1.5m/s. N° de personas por lote mayor a 15hab, Grupo etario: 0 a 5 años y mayor a 65 años, Organización social: muy mala. Conocimiento el riesgo de desastres: Sin conocimiento. Localización de la edificación: muy cercana a zonas de acumulación de flujos. Estado de conservación: Precario. Material predominante en la construcción: Mixto precario. PEA: desempleado. Ingreso familiar promedio: ≤ 200 soles mensual. Cercanía a la planta de tratamientos de aguas residuales: a menos de 25mts Disposición de residuos sólidos: Desecha en quebradas y cauces. Tipo de disposición de excretas: sin servicio higiénico. Conocimiento en temas Ambientales: sin conocimientos. Manejo de residuos sólidos: Sin manejo.	0.071 < R ≤ 0.239

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

<p>ALTO</p>	<p>Zonas predominantemente de depósitos aluviales, geomorfológicamente esta zona corresponde predominantemente a las riberas del río, con pendientes moderadamente inclinadas que van de 4% a 8%; desencadenados por precipitaciones pluviales con un periodo de retorno de 150 años que producirán caudales de un flujo de detritos de 40.52 m³/s, que alcanzarían alturas que van de 1.0m a 1.5m y velocidades que van de 1.0m/s a 1.5m/s. N° de personas por lote: 11 a 15 hab. Grupo etario: 6 a 12 años de edad y de 61 a 64 años. Organización social: mala/ casi nunca. Conocimiento el riesgo de desastres: conocimiento erróneo. Localización de la edificación: cercana a zonas de acumulación de flujos. Estado de conservación: malo. Material predominante en la construcción: acero, drywall. PEA: dedicado al hogar. Ingreso familiar promedio: de S/. 200 a S/.750 mensual. Cercanía a la planta de tratamientos de aguas residuales: de 25m. a 50m. Disposición de residuos sólidos: Desecha en vías y calles. Tipo de disposición de excretas: con letrina seca. Conocimiento en temas Ambientales: Conocimiento erróneo. Manejo de residuos sólidos: deposita solo en envases. $0.018 < R \leq 0.070$</p>	<p>0.20 < R ≤ 0.071</p>
<p>MEDIO</p>	<p>Zonas predominantemente de depósitos aluviales y fluviales, geomorfológicamente esta zona corresponde al abanico aluvial, con pendientes fuertemente inclinadas que van de 8% a 15%; desencadenados por precipitaciones pluviales con un periodo de retorno de 150 años que producirán caudales de un flujo de detritos de 40.52 m³/s, que alcanzarían alturas que van de 0.5m a 1.0m y velocidades que van de 0.5m/s a 1m/s. N° de personas por lote: de 6 a 11 Hab. Grupo etario: 12 a 15 años y 51 a 60 años. Organización social: media. Conocimiento el riesgo de desastres: conocimiento limitado. Localización de la edificación: medianamente cerca de zonas de acumulación de flujos. Estado de conservación: Regular. Material predominante en la construcción: adobe. PEA: ocupado de 14 años a más. Ingreso familiar promedio: de S/. 750 a S/.1500 mensual. Cercanía a la planta de tratamientos de aguas residuales: de 50 a 100 m. Disposición de residuos sólidos: Desecha en botaderos. Tipo de disposición de excretas: letrina y arrastre hidráulico. Conocimiento en temas Ambientales: Conocimiento limitado. Manejo de residuos sólidos: selecciona orgánico e inorgánico</p>	<p>0.005 < R ≤ 0.020</p>

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

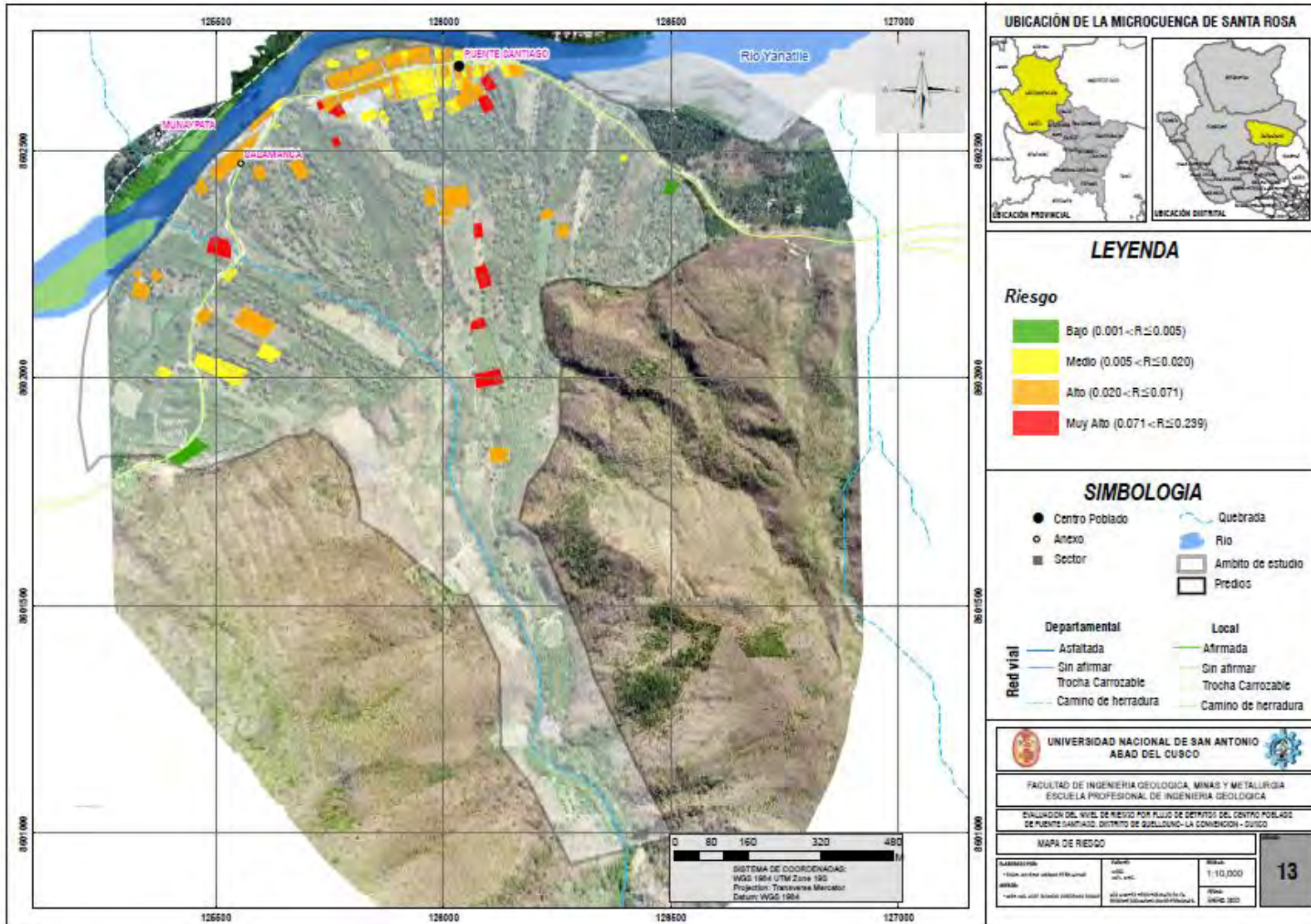
BAJO	<p>Zonas predominantemente de depósitos coluvio aluviales y afloramientos de rocas de la Formación Ananea, esta zona corresponde predominantemente a pie de montes, con pendientes mayores a 15%; desencadenados por precipitaciones pluviales con un periodo de retorno de 150 años que producirán caudales de un flujo de detritos de 40.52 m³/s, que alcanzarían alturas menores a 0.5m y velocidades menores a 0.5m²/s. N° de personas por lote: hasta 7 hab. Grupo etario: 31 a 50 años y 16 a 30 años. Organización social: buena a muy buena. Conocimiento el riesgo de desastres: tienen conocimiento y en algunos casos tiene conocimiento, pero sin interés. Localización de la edificación: alejado a muy alejado de zonas de acumulación de flujos. Estado de conservación: bueno a conservado. Material predominante en la construcción: concreto ladrillo, bloqueta armada. PEA: trabajador dependiente e independiente. Ingreso familiar promedio: de S/. 1500 a más, mensual. Cercanía a la planta de tratamientos de aguas residuales: de 100 m. a más. Disposición de residuos sólidos: carro recolector y en forma segregada. Tipo de disposición de excretas: con instalación sanitaria/ tanque séptico y conectada a la red. Conocimiento en temas Ambientales: tienen conocimiento y en algunos casos tiene conocimiento, pero sin interés. Manejo de residuos sólidos: Reúso, compostaje y clasificación.</p>	0.001 ≤ R ≤ 0.005
-------------	--	--------------------------

Fuente: Elaboracion propia

8.3.MAPA DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Figura 45: Mapa de Riesgos por flujo de detritos del CC.PP de Puente Santiago



Fuente: Elaboracion propia

CAPITULO IX CONTROL DE RIESGOS

La aplicación de medidas preventivas y correctivas en le CCPP de Puente Santiago no garantiza una confiabilidad de que no se presenten consecuencias a futuro, razón por la cual el riesgo por flujo de detritos no puede eliminarse totalmente por las condiciones actuales de la zona, el riesgo nunca será nulo; por lo tanto, siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas. (CENEPRED, 2014) Esto indica que se pueden presentar eventos poco probables (anómalos) que no podrían ser controlados y por ende resultaría injustificado realizar inversiones mayores.

9.1. ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DE RIESGOS

9.1.1. VALORACION DE LAS CONSECUENCIAS

Tabla 149: *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 impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles
1	BAJO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural puedes ser gestionadas sin dificultad

Fuente: CENEPRED, 2014

De la tabla anterior, se tiene que ante un posible evento de precipitaciones extraordinarias anómalas tendrán un mayor Caudal del flujo de detritos que pueda tener efecto en los predios cercanos a la quebrada Santa Rosa, sin embargo, se puede gestionar el riesgo con apoyo externo, es decir posee el **NIVEL 3 ALTO**. -

9.1.2. VALORACION DE LA FECUENCIA DE RECURRENCIA

Tabla 150: *Valoración de frecuencia de recurrencia*

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

VALOR	NIVELES	DESCRIPCION
4	MUY ALTO	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	ALTO	Puede ocurrir en periodos de tiempos largos según las circunstancias.
2	MEDIO	Puede ocurrir en periodos de tiempos largos según las circunstancias.
1	BAJO	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED, 2014

De la tabla anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto por flujo de detritos desencadenado por precipitaciones, se obtienen que el evento puede ocurrir en periodos de tiempos largos según las circunstancias, es decir posee el **NIVEL 2 MEDIO**

9.1.3. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ)

Tabla 151: Nivel de consecuencia y daño

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTO	4	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
ALTO	3	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
MEDIO	2	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
BAJO	1	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	NIVEL	1	2	3	4
	FRECUENCIA	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO

Fuente: CENEPRED, 2014

Del análisis de la consecuencia y frecuencia del fenómeno natural de flujo de detritos se obtiene que el nivel de consecuencia y daño en los predios de riesgo alto y medio del CCPP de Puente Santiago se obtiene que el **nivel de consecuencia y daño es de NIVEL ALTO.**

9.1.4. MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIA Y DAÑO

Tabla 152: Medidas cualitativas de consecuencia y daño

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

VALOR	NIVELES	DESCRIPCION
4	MUY ALTO	Muerte de personas, enorme pérdida de bienes y financieras importantes.
3	ALTO	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financiera importante
2	MEDIO	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdida de bienes y financieras altos.
1	BAJO	Tratamiento de primeros auxilios en las personas, pérdida de bienes y financieras altos.

Fuente: CENEPRED, 2014

Del análisis de las medidas cualitativas de consecuencias y daños por fenómeno de flujo de detritos para las viviendas circunscritas dentro del área de riesgo potencial del CCPP de Puente Santiago corresponde el **NIVEL 3 ALTO**.

9.1.5. ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA

Tabla 153: *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	TOLERANTE	Se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	ACEPTABLE	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Fuente: CENEPRED, 2014

Del análisis de la aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por flujo de detritos en las viviendas de riesgo muy alto y alto del CCPP de Puente Santiago, se deben de desarrollar actividades para el manejo del riesgo, corresponde el **NIVEL 3 INACEPTABLE**.

Tabla 154: *Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo*

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE	RIESGO INADMISIBLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO TOLERABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE
RIESGO ACEPTABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE

Fuente: CENEPRED, 2014

Del análisis de la matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo se precisa que el RIESGO ES **INACEPTABLE**, en las viviendas circunscritas al área de riesgo potencial del CCPP de Puente Santiago.

9.2. MEDIDAS DE PREVENCION Y REDUCCION DE RIESGOS DE DESASTRES

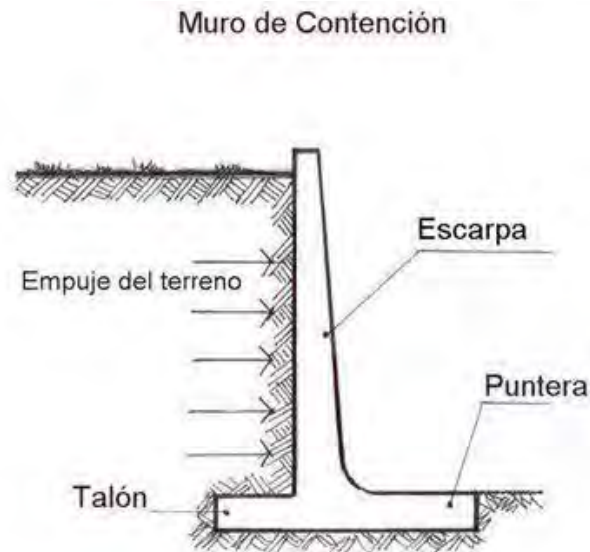
9.2.1. MEDIDAS DE PREVENCION DE RIESGOS DE DESASTRES DE ORDEN ESTRUCTURAL.

Según lo analizado se proponen las siguientes medidas estructurales de estabilización:

Obras de protección ante inundaciones y flujos

- a. MURO DE CONCRETO CICLOPEO $f'c: 2010 \text{ kg/cm}^2$

Se propone la ejecución de un muro de concreto ciclópeo $f'c: 2010 \text{ kg/cm}^2$ en puntos claves, así como el inicio del abanico aluvial, que pueda cumplir la función de defensa ribereña para así poder evitar el desbordamiento del agua y su posterior afectación a las viviendas, terrenos de cultivo que se encuentren cercanas al canal y lecho de quebrada Santa Rosa.

Figura 46: Muro de contención

Fuente: Manual de diseño de estructuras de corrección de torrentes y retención de sedimentos, Morassutti F.

Obras de Amortiguamiento

a. PRESA DE RETENCIÓN DE SEDIMENTOS

Se plantea la construcción de 02 presas de retención de sedimentos en la parte alta de la microcuenca de Santa Rosa, estas estructuras cumplen las siguientes funciones:

- Antes de la colmatación ejerce un control prácticamente total del transporte de sólidos y una mitigación apreciable de los picos de las crecientes, debido a su capacidad de almacenamiento.
- Una vez que una presa esta colmatada, ejerce un efecto regulador del transporte de sólidos y la atenuación de los picos de las crecientes, por el efecto de la disminución de la pendiente longitudinal.

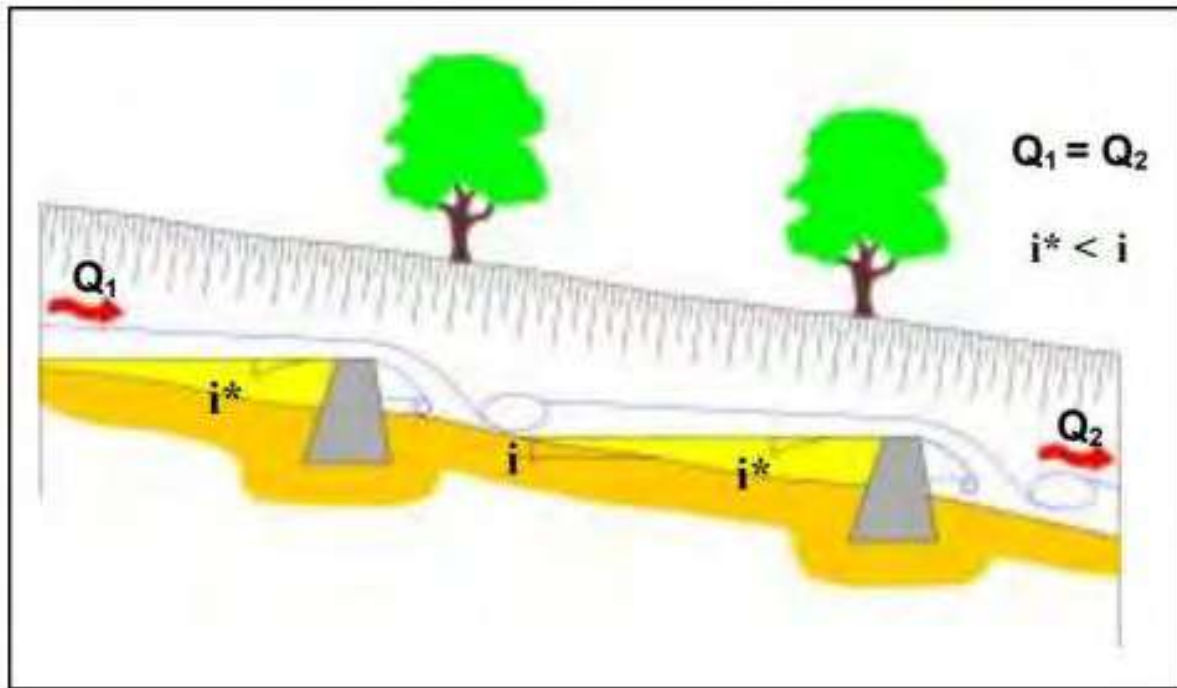
Figura 47: Presa de retención de sedimentos

Fuente: Manual de diseño de estructuras de corrección de torrentes y retención de sedimentos, Morassutti F.

b. DISIPADORES DE ENERGIA

Se propone la construcción de dos disipadores de energía en la parte alta del abanico aluvial, donde el curso de la quebrada no se encuentra canalizado, con la finalidad de que disminuya el exceso de energía cinética del flujo, que se expresa en velocidades altas, que, al construirse estos disipadores de energía se pueda producir grandes presiones y así mismo genere la aparición de saltos hidráulicos e impactos del agua, teniendo como resultado con ello reducir el impacto del flujo y la erosión aguas abajo.

Figura 48: Disipadores de energía



Fuente: Manual de diseño de estructuras de corrección de torrentes y retención de sedimentos, Morassutti F.

9.2.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES DE ORDEN NO ESTRUCTURAL.

a. Franja de Conservación por Alta Pendiente

Se plantea una franja de conservación por alta pendiente en ambas márgenes del río Santa Rosa donde se mantendrá la cobertura vegetal y se prohíbe toda actividad agrícola, le complementará la reforestación en las zonas descubiertas. El fin de esta franja evitar la activación de deslizamientos y el aporte de volumen sólido al caudal que se manifestaría en flujo de detritos (Huaycos) que podrían ocasionar grandes daños en los elementos que se encuentran expuestos para las diferentes dimensiones, así como social, económica y ambiental.

b. Limpieza y descolmatación de Cauces

EL CCPP de Puente Santiago, conjuntamente con el área de Defensa civil de la Municipalidad distrital de Quellouno debe Realizar la descolmatación del cauce del río Santa Rosa, aguas

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

arriba, para evitar la acumulación de detritos, sedimentos, desmotes, cobertura vegetal, etc. que podrían embalsar volúmenes de agua que se manifestaría en flujo de detritos (Huaycos)

c. Reforestación

Se plantea la reforestación en la parte alta de la cuenca del Rio santa rosa debe de seguir ejecutándose, cabe resaltar que se evidencio zonas deforestación (roce), así mismo la quema de la reforestación, para la ampliación de las áreas agrícolas, el retiro de la cobertura vegetal genera: aceleración de procesos erosivos, la activación de deslizamientos, mayor escorrentía de las precipitaciones, en razón a lo mencionado es necesaria la reforestación con especies propias de la zona.

d. Programa de capacitación local en educación comunitaria para la gestión de riesgos de desastres y medio ambiente

El programa de capacitación local tiene como objetivo incrementar los índices de resiliencia en la población, mediante la propagación de conocimientos de: peligro, vulnerabilidad, riesgo y medidas de prevención, así mismo la propagación de las recomendaciones a fin de poder disminuir los riesgos, mediante concientización y campañas de sensibilización orientado principalmente a la población del centro poblado de Puente Santiago que se encuentre en situación de riesgo alto y muy alto. La enseñanza de la gestión del riesgo de desastres debe ser incorporado a la prevención y reducción de riesgo de desastres, por consiguiente, a los aspectos normativos o cursos que se encuentren relacionados con estos temas. Los ejecutantes se encuentran organizados de distintas maneras, por lo que se plantean que se formen varios grupos poblacionales para realizar las capacitaciones y el envío de información respecto a los temas a tratar.

CONCLUSIONES

PRIMERA. Se determino el peligro por flujo de detritos a través de la evaluación de los factores desencadenantes como la precipitación extrema y los factores condicionantes como son la geomorfología, litología y pendientes que son parte de la susceptibilidad, así mismo se determinó parámetros de evaluación como la velocidad y altura del flujo, obteniéndose como resultado un nivel de exposición alta a muy alta de peligrosidad.

SEGUNDA. Se identifico elementos expuestos en el CCPP de Puente Santiago: habitantes, viviendas, obras de saneamiento de aguas residuales, sistemas de electricidad, vías de comunicación, que se encuentran en zonas de peligro alto y muy alto.

TERCERA. Se ha realizado el análisis de la vulnerabilidad en el CCPP con la cuantificación de los elementos expuestos, se tiene:

- a. En vulnerabilidad muy alta no se tiene predios
- b. En vulnerabilidad alta 26 predios
- c. En vulnerabilidad media 110 predios
- d. En vulnerabilidad baja 11 predios

CUARTA. El cálculo del nivel de riesgo por flujo de detritos en el CCPP de Puente Santiago ha determinado:

- a. En riesgo muy alto 11 predios
- b. En riesgo alto 102 predios
- c. En riesgo medio 31 predios
- d. En riesgo bajo 3 predios

QUINTA. Se identifico medidas de prevención y reducción de riesgos

- Se identificó medidas de control estructural:

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

- a) OBRAS DE PROTECCION ANTE INUNDACIONES Y FLUJOS
 - b) PRESA DE RETENCIÓN DE SEDIMENTOS
 - c) DISIPADORES DE ENERGÍA
- Se identificó medidas de control no estructural:
- a) Franja de Conservación por Alta Pendiente
 - b) Limpieza y descolmatación de Cauces
 - c) Reforestación
 - d) Programas de capacitación local en educación comunitaria para la gestión de riesgos de desastres y medio ambiente

RECOMENDACIONES

Peligro

PRIMERA. Instalar equipos de monitoreo meteorológico e hidrométrico articulados a la red nacional de monitoreo del SENAMHI para calibrar el modelo y monitorear el fenómeno.

SEGUNDA. Instalar medidas de prevención estructurales

- Se recomienda realizar obras de regulación hídrica en la parte alta de la cuenca como, zanjias de infiltración, presas pequeñas o cochas para reducir el pico del hidrograma.
- Las obras estructurales deben considerar la simulación numérica del flujo calado (Altura del muro) y velocidad (disipadores).
- Se recomienda realizar disipadores de energía en la parte alta -media y programar para su posterior mantenimiento de la quebrada “Santa Rosa”
- Se considera la construcción de un muro de contención, como medida de prevención de orden estructural, este evitará el empuje de tierras, cumpliendo la función de cierre, manteniendo los esfuerzos horizontales que se producen por el empuje del flujo. Deben de anclarse adecuadamente, al construirlos, debido a su peso, no se pueden establecer en terrenos de baja consistencia y cohesión (muy húmedos), se deben de eliminar todos los materiales indeseables tales como: fragmentos de roca, material vegetal, suelos arenosos e inestables.
- Rehabilitación y construcción de obras de protección en la quebrada iniciándose por la limpieza y mantenimiento en la quebrada.

TERCERA. Instalar medidas de prevención de orden no estructural

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

- Se recomienda realizar obras de regulación hídrica en la parte alta de la cuenca como reforestación para reducir el pico del hidrograma.

Vulnerabilidad**CUARTA.** Instalar medidas de prevención de orden no estructural

- Evaluación de reasentamiento de la población ubicada en faja marginal de la quebrada “Santa Rosa”.
- Preparar a la población para el cumplimiento de las normas técnicas de construcción para las futuras construcciones de viviendas.
- Mejorar las aptitudes de la población en el tema de gestión prospectiva, correctiva y reactiva del riesgo de desastres

Riesgo**QUINTA.** Instalación de medidas no estructurales.

- Se propone instalar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) con la finalidad que el centro poblado pueda tener conocimiento anticipado de cuando pueda producirse una probable avenida de flujo máximo.
- Plan de manejo de salud ambiental post desastre.

BIBLIOGRAFIA

- Balbin, J. A. (2022). *Riesgo Originado por Lluvias intensas y prevención de inundación pluvial del centro educativo politécnico selva central - Pichanaqui - 2021*. Huancayo: UPLA.
- Carlotto, V., Cardenas, J., Romero, D., & Valdivia, W. (1999). *Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu*. Lima: INGEMMET.
- Carlotto., V., Cardenas., J., & Carller, G. (2011). *Geología del cuadrángulo de Cusco*. Lima: INGEMMET.
- Carrion, B. Z. (2015). *Peligros por flujo de detritos e inundación - erosión fluvial: Quebrada Ranrata, Sihuaña, Puca Puca, Cachan y sector Coñec- Taurisma*. Lima: INGEMMET.
- CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales* (Vol. 2da edición). Lima: NEVA ESTUDIO SAC.
- CENEPRED. (2022). *Orientaciones para la implementación de la gestión prospectiva y correctiva del riesgo de desastres en los gobiernos regionales y locales* (Vol. Quinta Edición). Lima: CENEPRED. Obtenido de <https://www.gob.pe/cenepred>
- Elorza, M. G. (2008). *Geomorfología*. Madrid: PEARSON .
- ESRI. (30 de enero de 2023). *ArcGis Resources*. Obtenido de Que es el arcgis?: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Guevara Salas, M. d. (SF). *Geodinámica Externa*. LIMA: INDECI. Obtenido de <http://bvpad.indeci.gob.pe/html/es/maestria-grd/documentos/TEER/geologia-mrg.pdf>
- Hungr, O. F. (2005). *Landslide Risk Management* (Vol. 1st edición). London: CRC Press.
doi:<https://doi.org/10.1201/9781439833711>
- Iber. (20 de marzo de 2023). *Iber*. Obtenido de Iber: <https://www.iberaula.es/50/the-project/presentation>

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). *Manual Basico para la estimacion del riesgo*. Lima:

Indeci. Obtenido de www.indeci.gop.pe

Mantilla, H. R. (2011). *Geologia General* (Vol. Tercera edicion). Lima: Megabyte.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC. (2008). *Manual de Hidrologia, Hidraulica y drenaje*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Ministerio del Ambiente. (05 de Febrero de 2023). *Senamhi*. Obtenido de Modulo para la estimación de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF):

<https://idesep.senamhi.gob.pe/dhi-idf/>

Municipalidad provincial del Cusco - Proyecto Mejoramiento y recuperacion de las condiciones de habitabilidad urbana en 41 zonas de Reglamentacion Especial de la provincia del Cusco. (2020). *Informe de Evaluacion del riesgo de desastres por deslizamientos en la Zona de Reglamentacion especial Santiago 01 - AA.HH. Hermanos Ayar, Apv. Primero de Diciembre, Apv. El Bosque, PP.JJ. Construccion Civil, PP.JJ. Virgen de la Natividad y la AA.HH.* Cusco: Municipalidad Provincial del Cusco.

Municipalidad provincial del Cusco - Proyecto Mejoramiento y recuperacion de las condiciones de habitabilidad urbana en 41 zonas de Reglamentacion Especial de la provincia del Cusco. (2021). *Informe de evaluacion del riesgo de desastres por flujo Hiperconcentrado en la zona de reglamentacion especial ZRECU10A - sector PP.JJ Picchu Sipaspucyo e independencia - Cusco.* Cusco: Municipalidad Provincial del Cusco.

Salas., G., Chávez., A., & Cuadros., J. (1999). *Geologia de los cuadrangulos de Quebrada Honda y Parobamba*. Lima: INGEMMET.

Senamhi . (2014). *Estimacion de Umbrales de precipitaciones extremas para la emision de avisos meteorologicos*. Lima: Senamhi. Obtenido de Estimacion de Umbrales de

Evaluación del nivel de riesgo originado por flujo de detritos del CCPP de Puente Santiago

precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos:

<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-6.pdf>

Servicio Nacional de Geología y Minería. (2007). *Movimientos en masa en la Región Andina*.

Canadá: GEMMA.

SINAGERD, CENEPRED, INDECI, SGRD, PCM. (2014). *Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres*. Lima: SINAGERD.

Valenzuela, S. A. (1998). *Metodología para evaluar el peligro de flujos de detritos en ambientes montañosos*. Chile: Universidad de Chile.

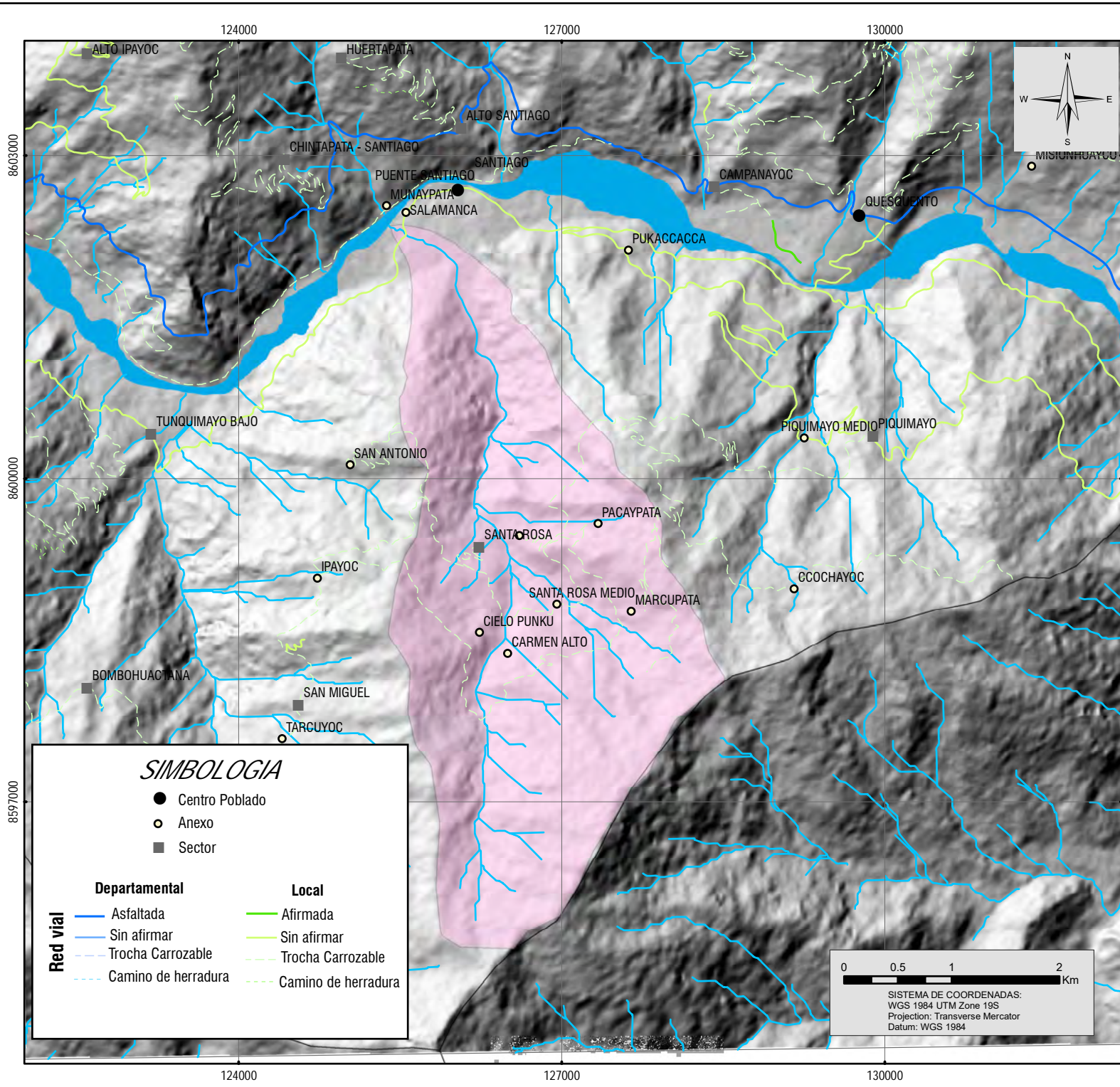
Villacorta., S., Fidel., L., & Zavala, B. (2012). Mapa de Suceptibilidad por movimientos en masa del Perú. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 69, 393 - 399.


WIKIPEDIA. (10 de Mayo de 2023). *Pendiente (Geografía)*. Obtenido de Pendiente (Geografía):

[https://es.wikipedia.org/wiki/Pendiente_\(geograf%C3%ADa\)#Enlaces_externos](https://es.wikipedia.org/wiki/Pendiente_(geograf%C3%ADa)#Enlaces_externos)


ANEXOS**LISTADO DE MAPAS**

01	Mapa de Ubicación
02	Mapa de accesibilidad
03	Mapa de ubicación hidrológica
04	Mapa geológico regional
04.01	Mapa geológico local
05	Mapa de pendientes regional
05.01	Mapa de pendientes local
06	Mapa geomorfológico local
06.01	Mapa geomorfológico regional
07	Mapa elementos fisiográfico
08	Mapa de geodinámica externa
09	Mapa de elementos expuestos
10	Mapa parámetro de evaluación velocidad
11	Mapa parámetro de evaluación calado
12	Mapa de peligrosidad
13	Mapa de Vulnerabilidad
14	Mapa de Riesgos





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO**



FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DEL CENTRO POBLADO
DE PUENTE SANTIAGO, DISTRITO DE QUELLOUNO - LA CONVENCION - CUSCO

MAPA DE UBICACIÓN

ELABORADO POR:
- BACH. NAYSHA MARINA PEÑA LAYME

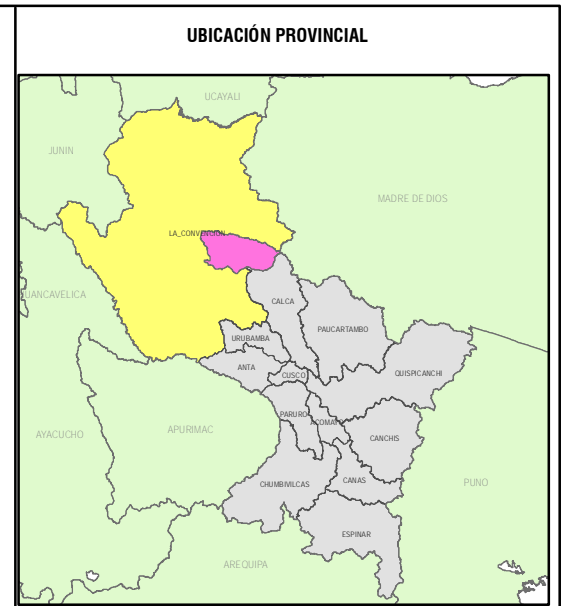
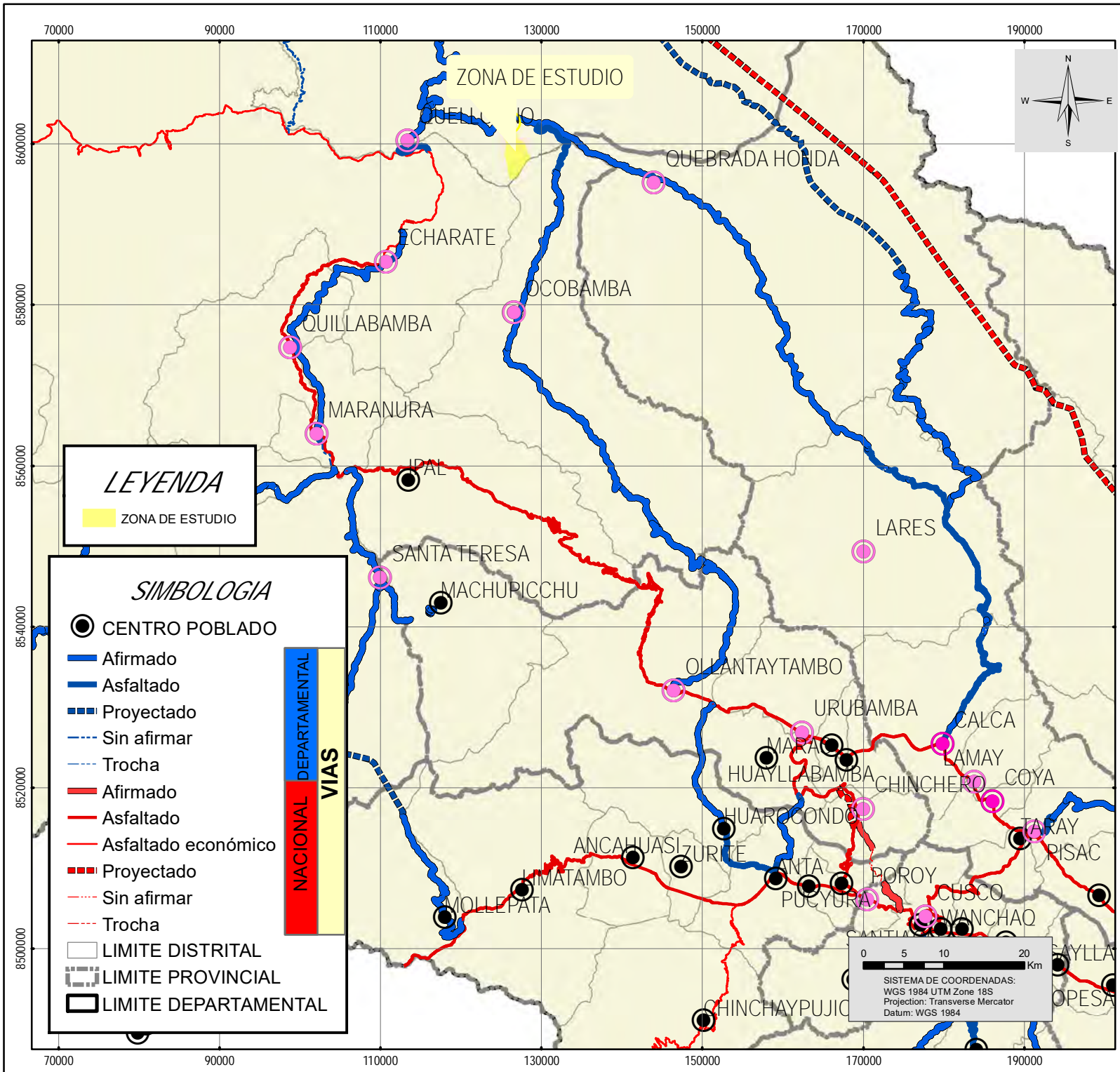
FUENTE:
MDO, INEI, MTC.

ASesor:
- MGT. ING. JOSE DIONICIO CARDENAS ROQUE

ESCALA:
1:50,000

FECHA:
ENERO, 2023

01



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DEL CENTRO POBLADO
DE PUENTE SANTIAGO, DISTRITO DE QUELLOUNO- LA CONVENCIÓN - CUSCO

MAPA DE ACCESIBILIDAD

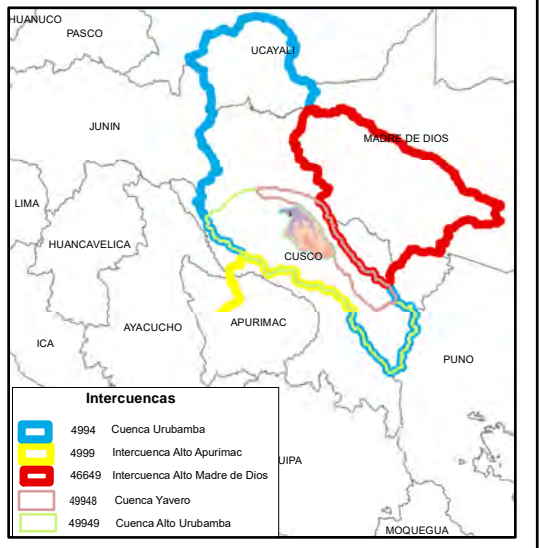
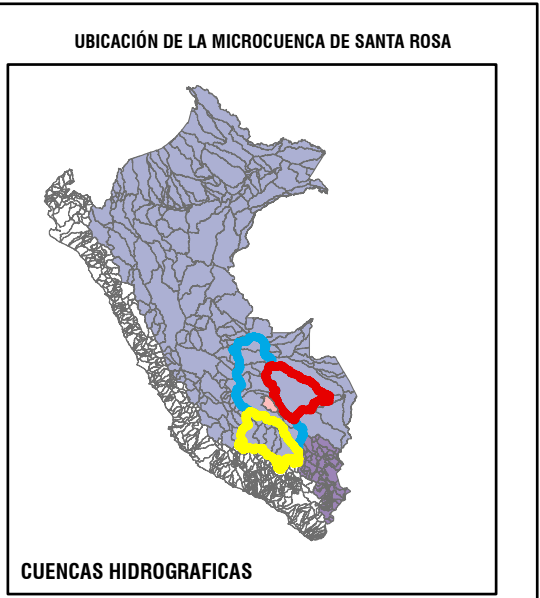
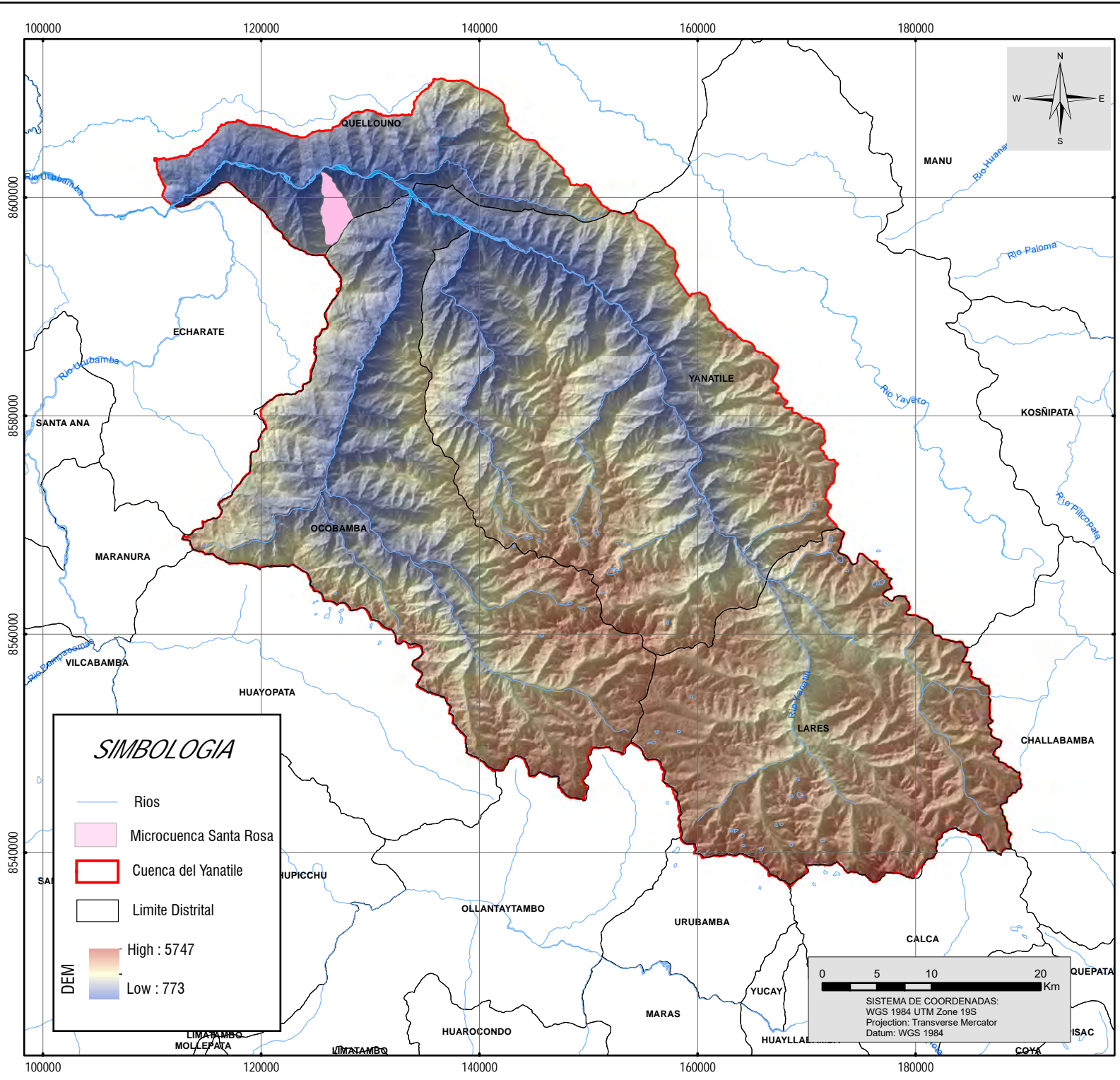
ELABORADO POR:
- BACH. NAYSHIA MARINA PEÑA LAYME

FUENTE:
- MDO, INEI, MTC.

ESCALA:
1:660,000

FECHA:
ENERO, 2020

PS 02



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

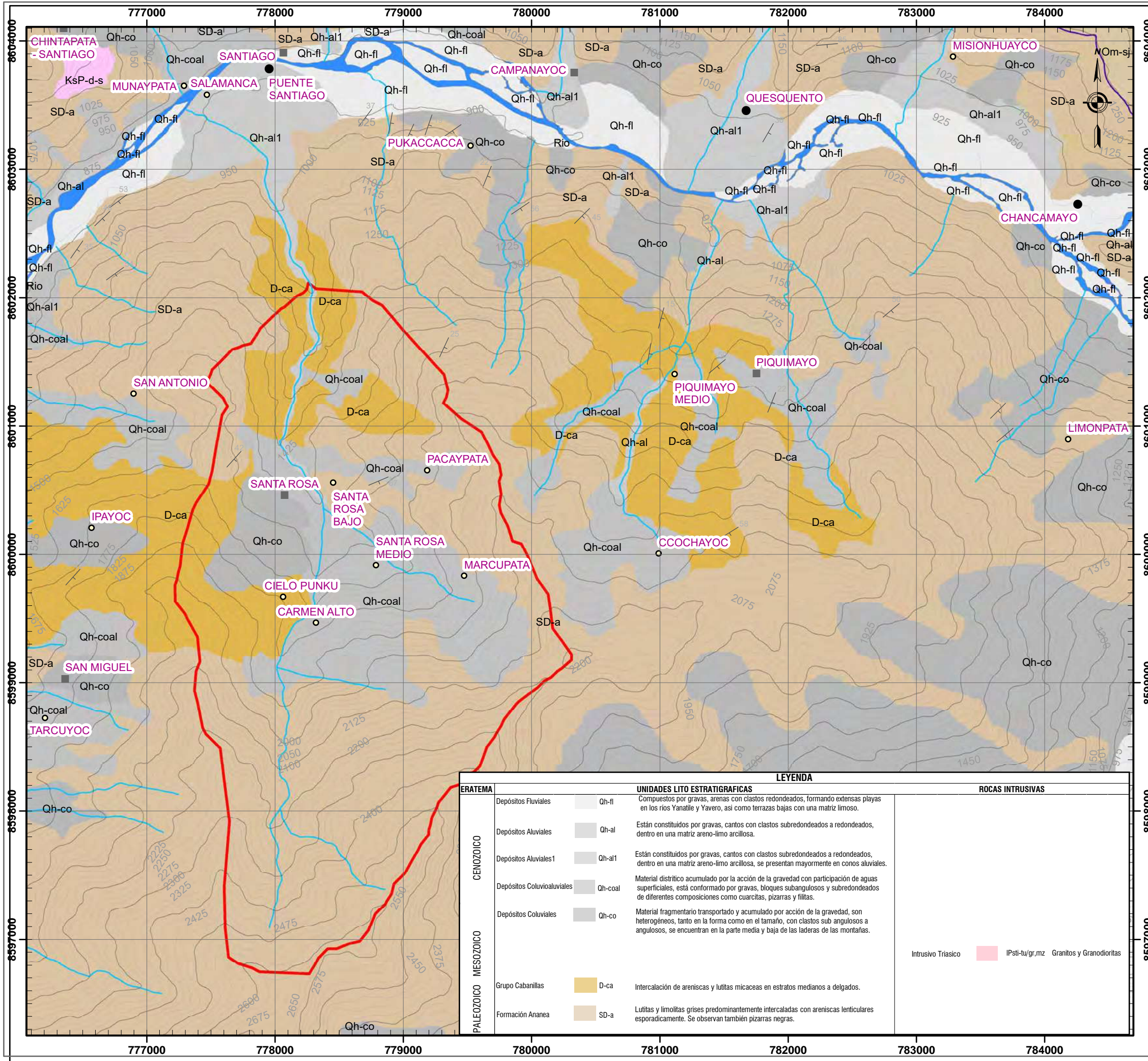
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO, DISTRITO DE QUELLOUNO - LA CONVENCION - CUSCO

MAPA DE UBICACIÓN HIDROLOGICA

ELABORADO POR: - BACH. NAYSHA MARINA PEÑA LAYME	FUENTE: MDO, INEI, MTC.	ESCALA: 1:490,000
ASesor: - MGT. ING. JOSE DIONICIO CARDENAS RODRIGUEZ	LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES.	FECHA: ENERO, 2023

03



LEYENDA GENERAL

SIGNOS CONVENCIONALES

- Anexo
- Anexo de CC.
- Centro Poblado
- Comunidad Campesina
- Comunidad Nativa
- Sector

- Red Hidrica
- Buzamiento

Microcuenca Santa Rosa

CURVAS

- Curvas Primarias
- Curvas Secundarias

REFERENCIA

SISTEMA DE COORDENADAS: UTM
 DATUM HORIZONTAL: WGS 84 Zona 18 S
 SISTEMA DE REFERENCIA: NIVEL MEDIO DEL MAR
 LA INFORMACIÓN BASE FUE ZEE 2015
 IMAGEN SATELITAL 2015

0.75 0.375 0 0.75 Kilometros



ERATEMA		UNIDADES LITO ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	Depósitos Fluviales	Qh-fl Compuestos por gravas, arenas con clastos redondeados, formando extensas playas en los ríos Yanatile y Yavero, así como terrazas bajas con una matriz limosa.	Intrusivo Triásico IPst-tu/gr.mz Granitos y Granodioritas
	Depósitos Aluviales	Qh-al Están constituidos por gravas, cantos con clastos subredondeados a redondeados, dentro en una matriz areno-limo arcillosa.	
	Depósitos Aluviales1	Qh-al1 Están constituidos por gravas, cantos con clastos subredondeados a redondeados, dentro en una matriz areno-limo arcillosa, se presentan mayormente en conos aluviales.	
	Depósitos Coluvioaluviales	Qh-coal Material distritico acumulado por la acción de la gravedad con participación de aguas superficiales, está conformado por gravas, bloques subangulosos y subredondeados de diferentes composiciones como cuarcitas, pizarras y filitas.	
	Depósitos Coluviales	Qh-co Material fragmentario transportado y acumulado por acción de la gravedad, son heterogéneos, tanto en la forma como en el tamaño, con clastos sub angulosos a angulosos, se encuentran en la parte media y baja de las laderas de las montañas.	
PALEOZOICO MESOZOICO	Grupo Cabanillas	D-ca Intercalación de areniscas y lutitas micaceas en estratos medianos a delgados.	
	Formación Ananea	SD-a Lutitas y limolitas grises predominantemente intercaladas con areniscas lenticulares esporadicamente. Se observan también pizarras negras.	

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco
Facultad de Ingeniería Geologica Mina y Metalurgica
Escuela Profesional de Ingeniería Geologica

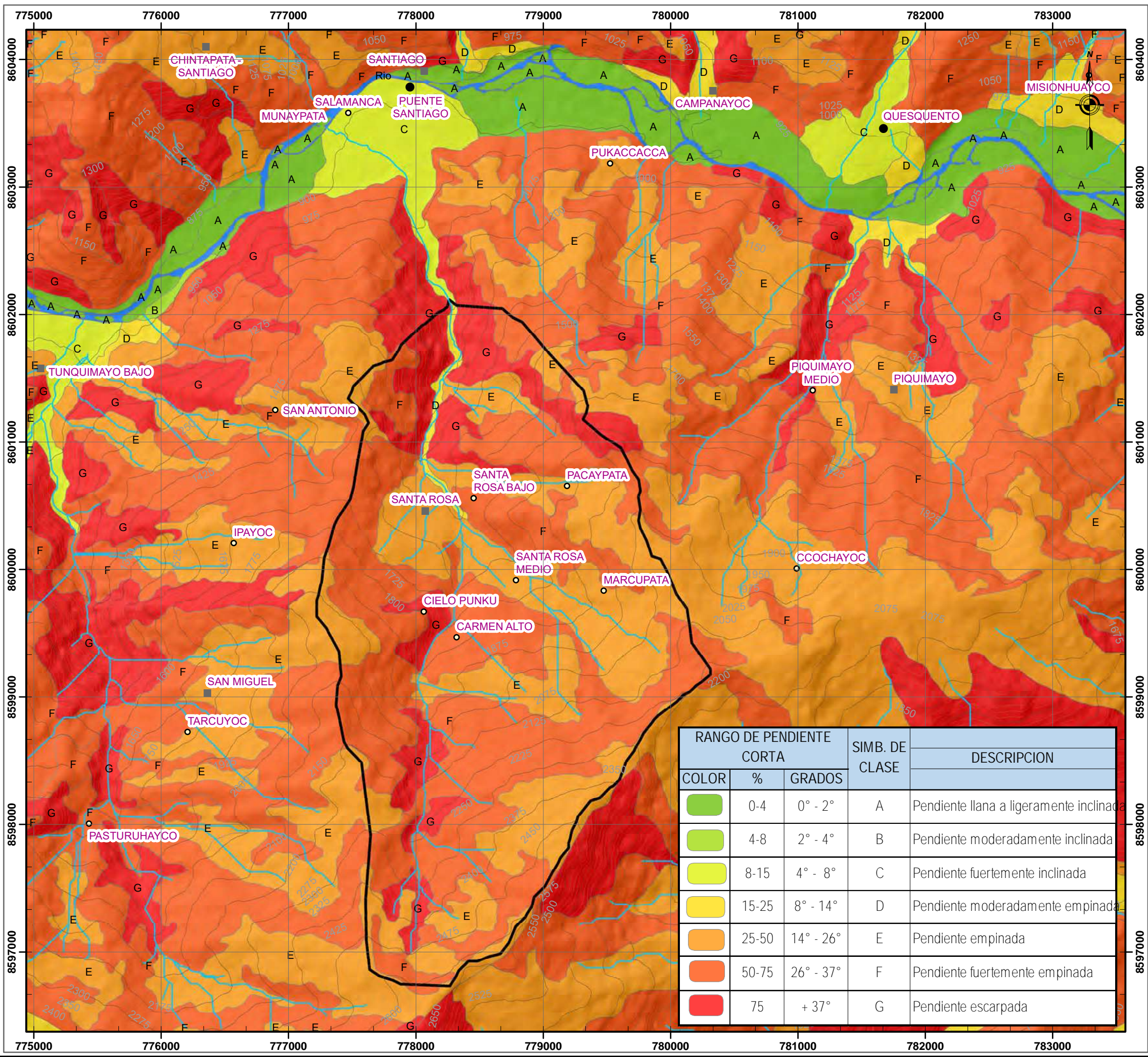
PROYECTO: Evaluación del Nivel de Riesgo por flujo de detritos para el centro poblado de Puente Santiago, distrito Quellouno- la Convencion - Cusco

UBICACIÓN	REGIÓN-DEPARTAMENTO: CUSCO	PROVINCIA: LA CONVENCION	DISTRITO: QUELLOUNO
-----------	-------------------------------	-----------------------------	------------------------

PLANO: PLANO N°:

Plano Geologico

ELABORO: N. PEÑA	ESCALA: 1:30,000	FECHA: ENE, 2023	04
---------------------	---------------------	---------------------	----



RANGO DE PENDIENTE CORTA			SIMB. DE CLASE	DESCRIPCION
COLOR	%	GRADOS		
	0-4	0° - 2°	A	Pendiente llana a ligeramente inclinada
	4-8	2° - 4°	B	Pendiente moderadamente inclinada
	8-15	4° - 8°	C	Pendiente fuertemente inclinada
	15-25	8° - 14°	D	Pendiente moderadamente empinada
	25-50	14° - 26°	E	Pendiente empinada
	50-75	26° - 37°	F	Pendiente fuertemente empinada
	75	+ 37°	G	Pendiente escarpada

LEYENDA GENERAL

- SIGNOS CONVENCIONALES**
- Anexo
 - Anexo de CC.
 - Centro Poblado
 - Comunidad Campesina
 - Comunidad Nativa
 - Sector

LIMITES

Limites interdistritales

Red Hidrica

Buzamiento

CURVAS

Curvas Primarias

Curvas Secundarias

Microcuenca Santa Rosa

REFERENCIA

SISTEMA DE COORDENADAS: UTM
 DATUM HORIZONTAL: WGS 84 Zona 18 S
 SISTEMA DE REFERENCIA: NIVEL MEDIO DEL MAR
 LA INFORMACIÓN BASE FUE ZEE 2015
 IMAGEN SATELITAL 2015



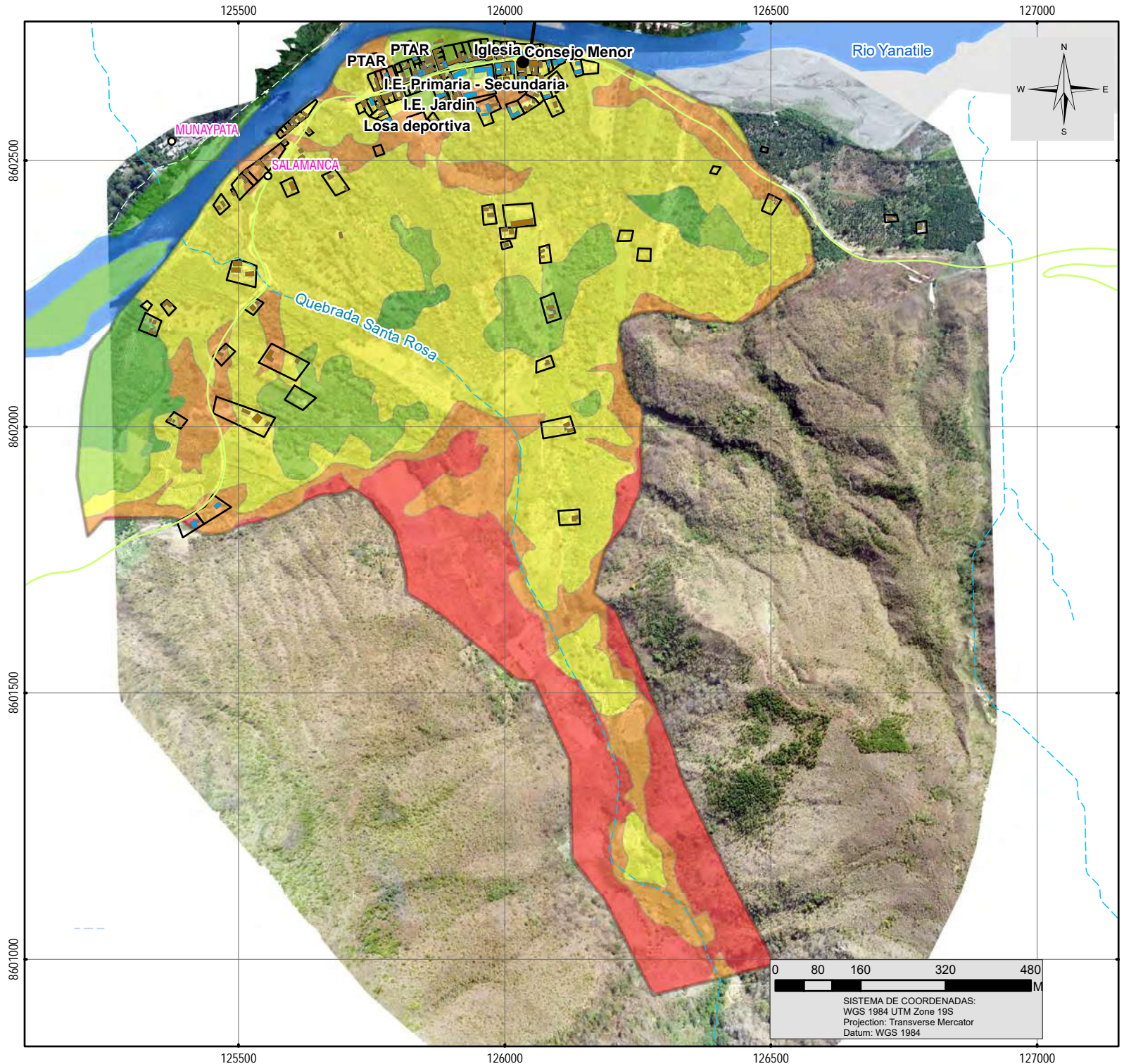
Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco
Facultad de Ingeniería Geológica Mina y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica

PROYECTO: Evaluación del Nivel de Riesgo por flujo de detritos para el centro poblado de Puente Santiago, distrito Quellouno- la Convencion - Cusco

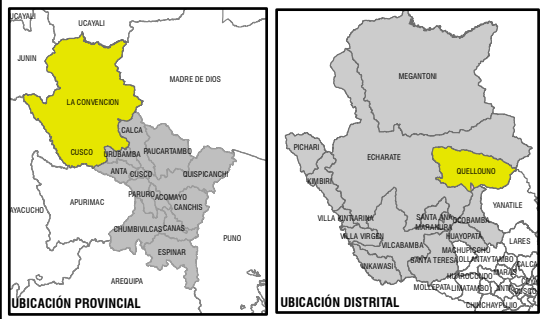
UBICACIÓN	REGIÓN-DEPARTAMENTO: CUSCO	PROVINCIA: LA CONVENCION	DISTRITO: QUELLOUNO
-----------	-------------------------------	-----------------------------	------------------------

PLANO: **Plano de Pendientes** PLANO N°: **05**

	ELABORO: N. PEÑA	ESCALA: 1:30,000	FECHA: Ene, 2022
--	---------------------	---------------------	---------------------



UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA



LEYENDA
Rango de Pendientes

- 0-4, Plana
- 4-8, Moderadamente Inclineda
- 8-15, Fuertemente Inclineda
- 15-25, Moderadamente empinada
- >25, Empinada

SIMBOLOGIA

- Centro Poblado
 - Anexo
 - Sector
 - Quebrada
 - Rio
 - Ambito de estudio
 - Predios
- | | |
|---|--|
| Departamental | Local |
| Asfaltada | Afirmada |
| Sin afirmar | Sin afirmar |
| Trocha Carrozable | Trocha Carrozable |
| Camino de herradura | Camino de herradura |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DELCUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO, DISTRITO DE QUEULLUNO - LA CONVENCION - CUSCO

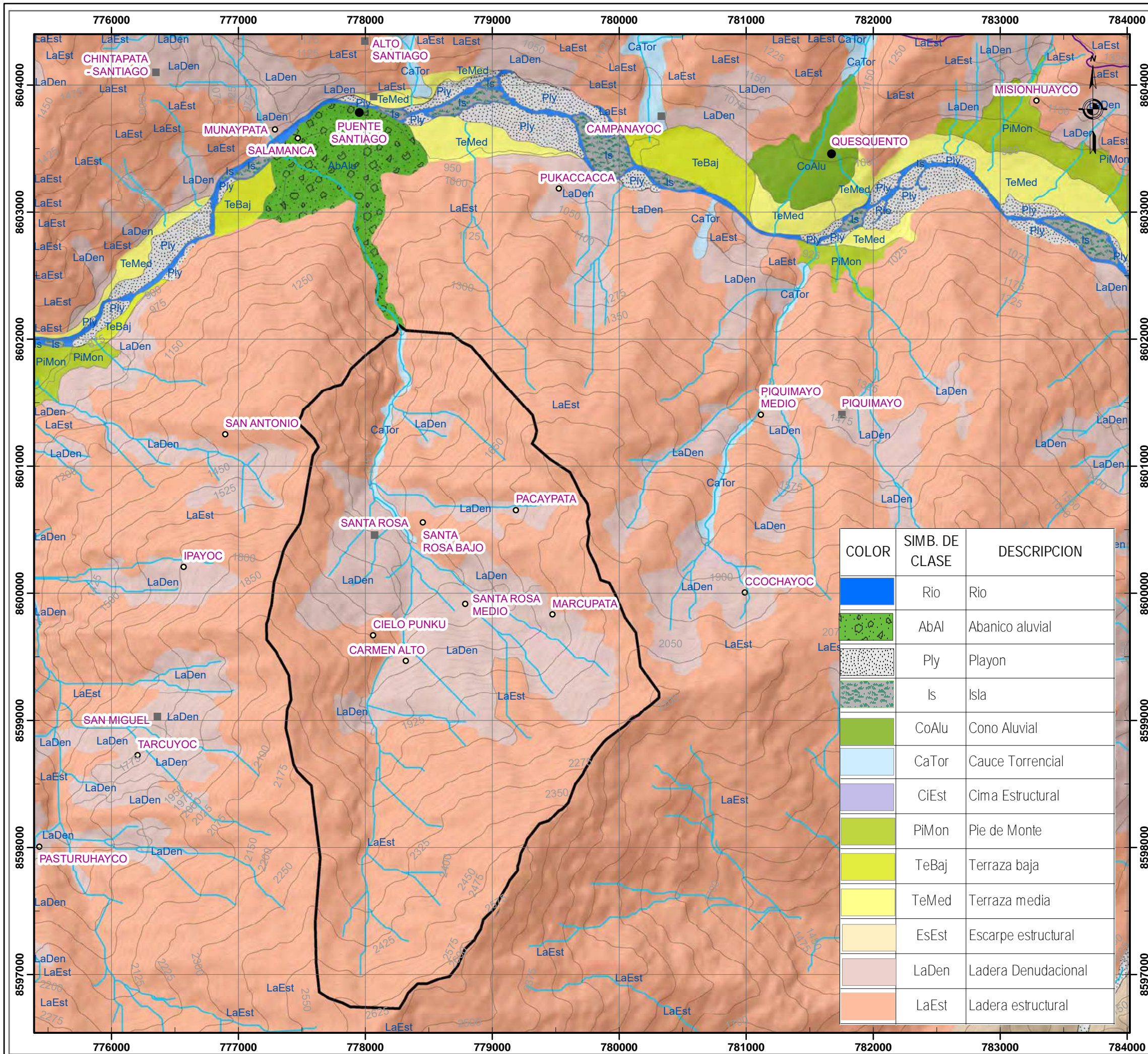
MAPA DE PENDIENTES LOCAL

ELABORADO POR: - BACH. NAYSHA MARINA PEÑA LAYME	FUENTE: MDO, INEI, MTC.	ESCALA: 1:10,000
ASESOR: - MGT. ING. JOSE DIONICIO CARDENAS ROQUE	LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES.	FECHA: ENERO, 2023

05.01

0 80 160 320 480
 M

SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 19S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984



COLOR	SIMB. DE CLASE	DESCRIPCION
	Rio	Rio
	AbAl	Abanico aluvial
	Ply	Playon
	Is	Isla
	CoAlu	Cono Aluvial
	CaTor	Cauce Torrencial
	CiEst	Cima Estructural
	PiMon	Pie de Monte
	TeBaj	Terraza baja
	TeMed	Terraza media
	EsEst	Escarpe estructural
	LaDen	Ladera Denudacional
	LaEst	Ladera estructural

LEYENDA GENERAL

SIGNOS CONVENCIONALES

- Anexo
- Anexo de CC.
- Centro Poblado
- Comunidad Campesina
- Comunidad Nativa
- Sector

RED VIAL

- Asfaltada
- Afirmada
- Sin afirmar
- Camino de herradura
- Trocha Carrozable

LIMITES

- Limites interdistritales
- Red Hidrica
- Buzamiento
- Microcuenca Santa Rosa

CURVAS

- Curvas Primarias
- Curvas Secundarias

REFERENCIA

SISTEMA DE COORDENADAS: UTM
 DATUM HORIZONTAL: WGS 84 Zona 18 S
 SISTEMA DE REFERENCIA: NIVEL MEDIO DEL MAR
 LA INFORMACIÓN BASE FUE ZEE 2015
 IMAGEN SATELITAL 2015



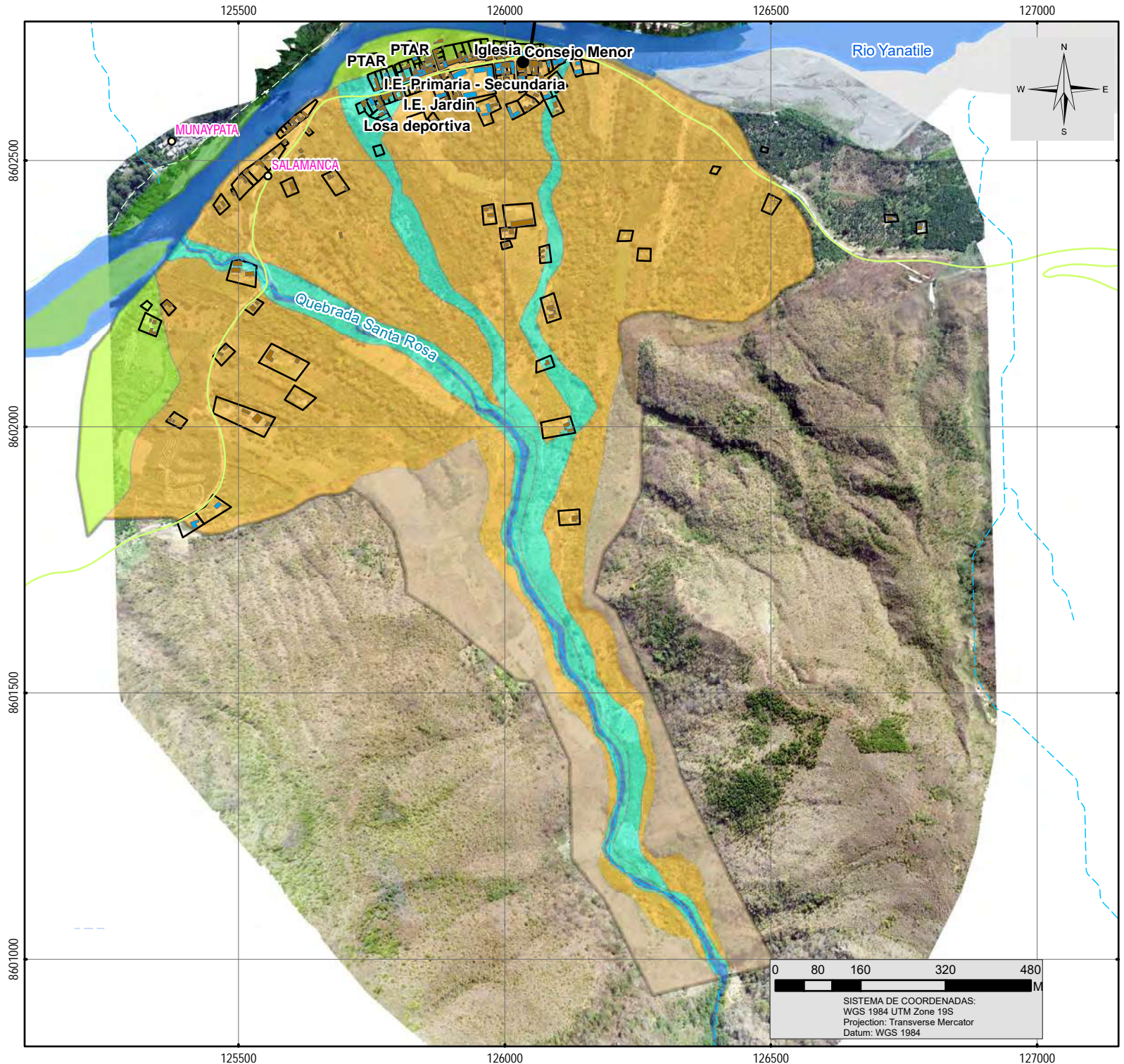
Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco
Facultad de Ingeniería Geológica Mina y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica

PROYECTO: Evaluación del Nivel de Riesgo por flujo de detritos para el centro poblado de Puente Santiago, distrito Quellouno- la Convencion - Cusco

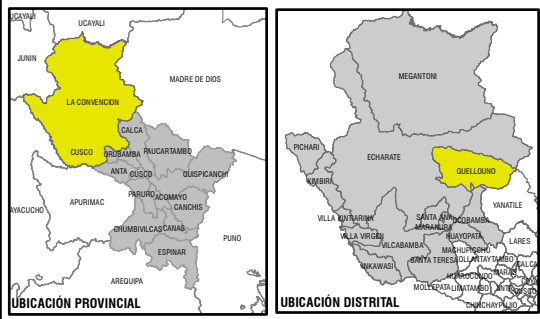
UBICACIÓN	REGIÓN-DEPARTAMENTO: CUSCO	PROVINCIA: LA CONVENCION	DISTRITO: QUELLOUNO
-----------	-------------------------------	-----------------------------	------------------------

PLANO: **Plano Geomorfológico** PLANO N°: **06**

ELABORO: N. PEÑA	ESCALA: 1:30,000	FECHA: Ene, 2023
---------------------	---------------------	---------------------



UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA



LEYENDA
Unidades Geomorfológicas

- Lecho de río
- Rivera
- Pie de Monte
- Terraza fluvial
- Abanico aluvial

SIMBOLOGIA

- Centro Poblado
 - Anexo
 - Sector
 - Quebrada
 - Río
 - Ambito de estudio
 - Predios
- | | |
|---|--|
| <p>Red vial</p> <ul style="list-style-type: none"> Asfaltada Sin afirmar Trocha Carrozable Camino de herradura | <p>Local</p> <ul style="list-style-type: none"> Afirmada Sin afirmar Trocha Carrozable Camino de herradura |
|---|--|

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DELCUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

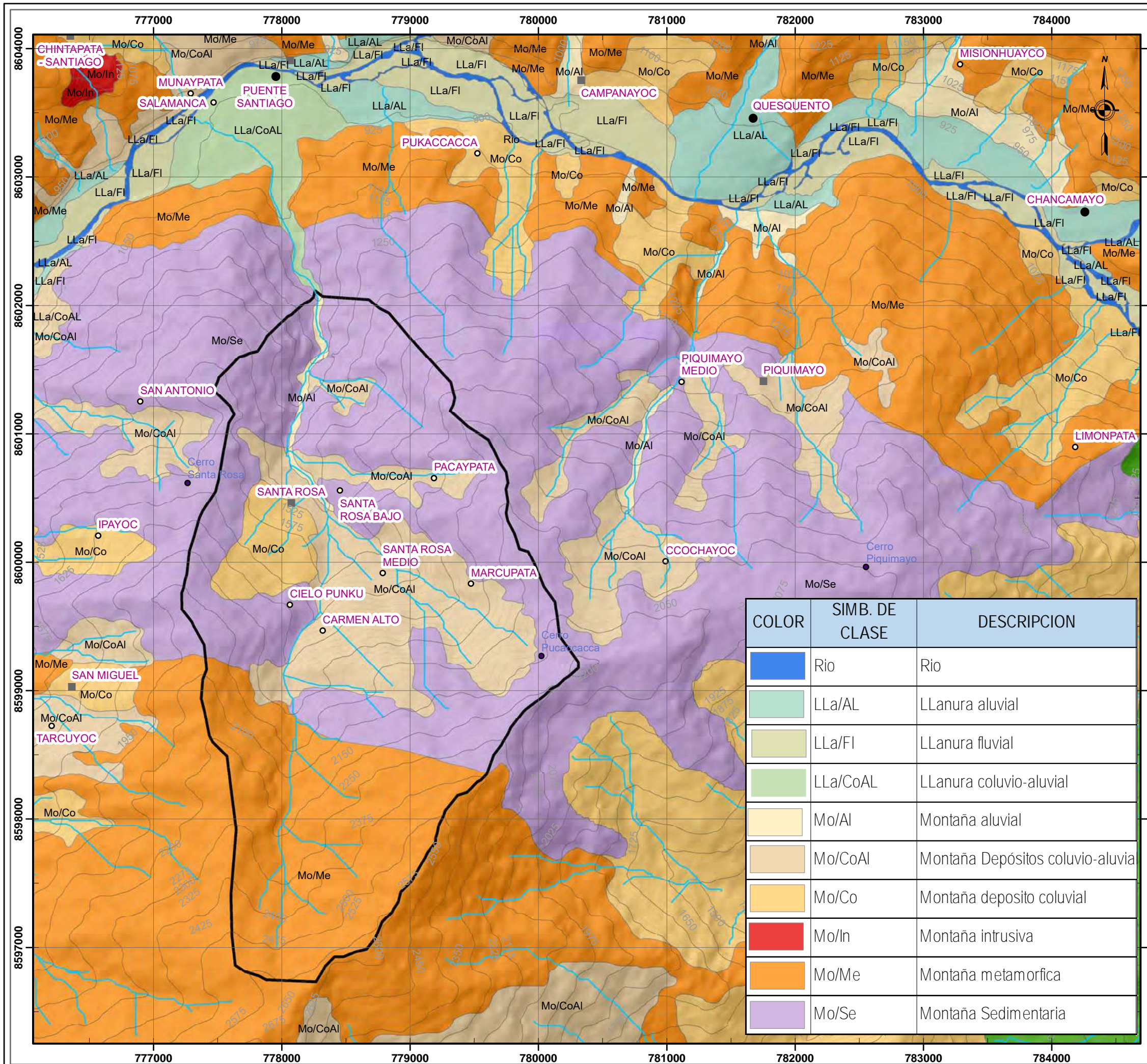
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO, DISTRITO DE QUELLUINO - LA CONVENCION - CUSCO

MAPA GEOMORFOLOGICO LOCAL

ELABORADO POR: - BACH. NAYSHA MARINA PEÑA LAYME	FUENTE: MDO, INEI, MTC.	ESCALA: 1:10,000
ASESOR: - MGT. ING. JOSE DIONICIO CARDENAS RODRIGUEZ	LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES.	FECHA: ENERO, 2023

06.01

SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 19S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984



COLOR	SIMB. DE CLASE	DESCRIPCION
	Rio	Rio
	LLa/AL	LLanura aluvial
	LLa/FI	LLanura fluvial
	LLa/CoAL	LLanura coluvio-aluvial
	Mo/Al	Montaña aluvial
	Mo/CoAl	Montaña Depósitos coluvio-aluvia
	Mo/Co	Montaña deposito coluvial
	Mo/In	Montaña intrusiva
	Mo/Me	Montaña metamorfica
	Mo/Se	Montaña Sedimentaria

LEYENDA GENERAL

- SIGNOS CONVENCIONALES**
- Anexo
 - Anexo de CC.
 - Centro Poblado
 - Comunidad Campesina
 - Comunidad Nativa
 - Sector
- CURVAS**
- Curvas Primarias
 - Curvas Secundarias
- LIMITES**
- Limites interdistritales
 - ~ Red Hidrica
 - ▭ Microcuenca Santa Rosa

REFERENCIA

SISTEMA DE COORDENADAS: UTM
 DATUM HORIZONTAL: WGS 84 Zona 18 S
 SISTEMA DE REFERENCIA: NIVEL MEDIO DEL MAR
 LA INFORMACIÓN BASE FUE ZEE 2015
 IMAGEN SATELITAL 2015

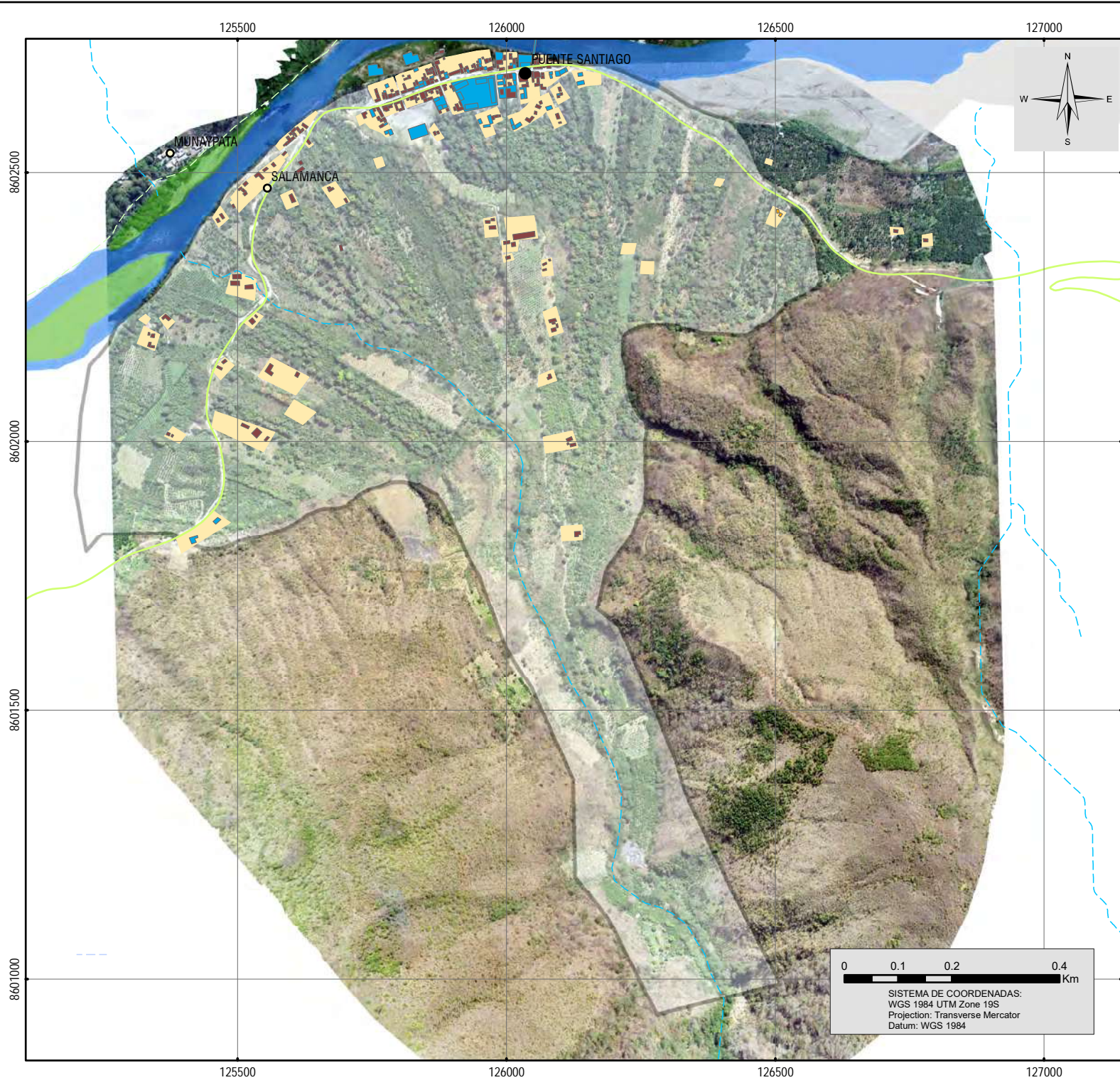


Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco
Facultad de Ingenieria Geologica Mina y Metalorganica
Escuela Profesional de Ingenieria Geologica

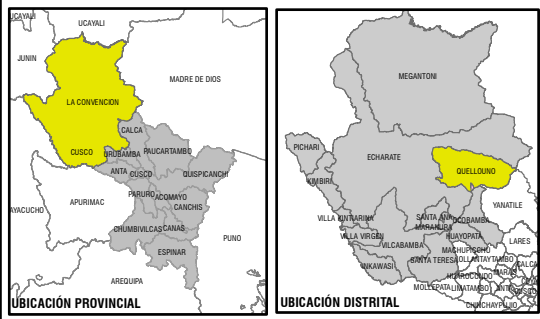
PROYECTO: Evaluacion del Nivel de Riesgo por flujo de detritos para el centro poblado de Puente Santiago, distrito Quellouno- la Convencion - Cusco

UBICACIÓN	REGION-DEPARTAMENTO: CUSCO	PROVINCIA: LA CONVENCION	DISTRITO: QUELLOUNO
PLANO:	Plano Fisiografico		PLANO N° : 07

ELABORO: N. PEÑA ESCALA: 1:30,000 FECHA: Ene,2023



UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA

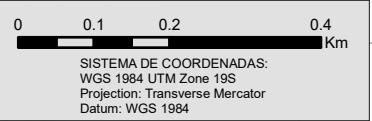


LEYENDA

- Material Predominante de Construcción**
- Adobe
 - Lote
 - Concreto Armado
 - Instituciones, Obras
 - Ladrillo o Bloqueta

SIMBOLOGIA

- Centro Poblado
 - Anexo
 - Sector
 - Quebrada
 - Rio
 - Ambito de estudio
- Red vial**
- | | |
|---------------------|---------------------|
| Asfaltada | Afirmada |
| Sin afirmar | Sin afirmar |
| Trocha Carrozable | Trocha Carrozable |
| Camino de herradura | Camino de herradura |



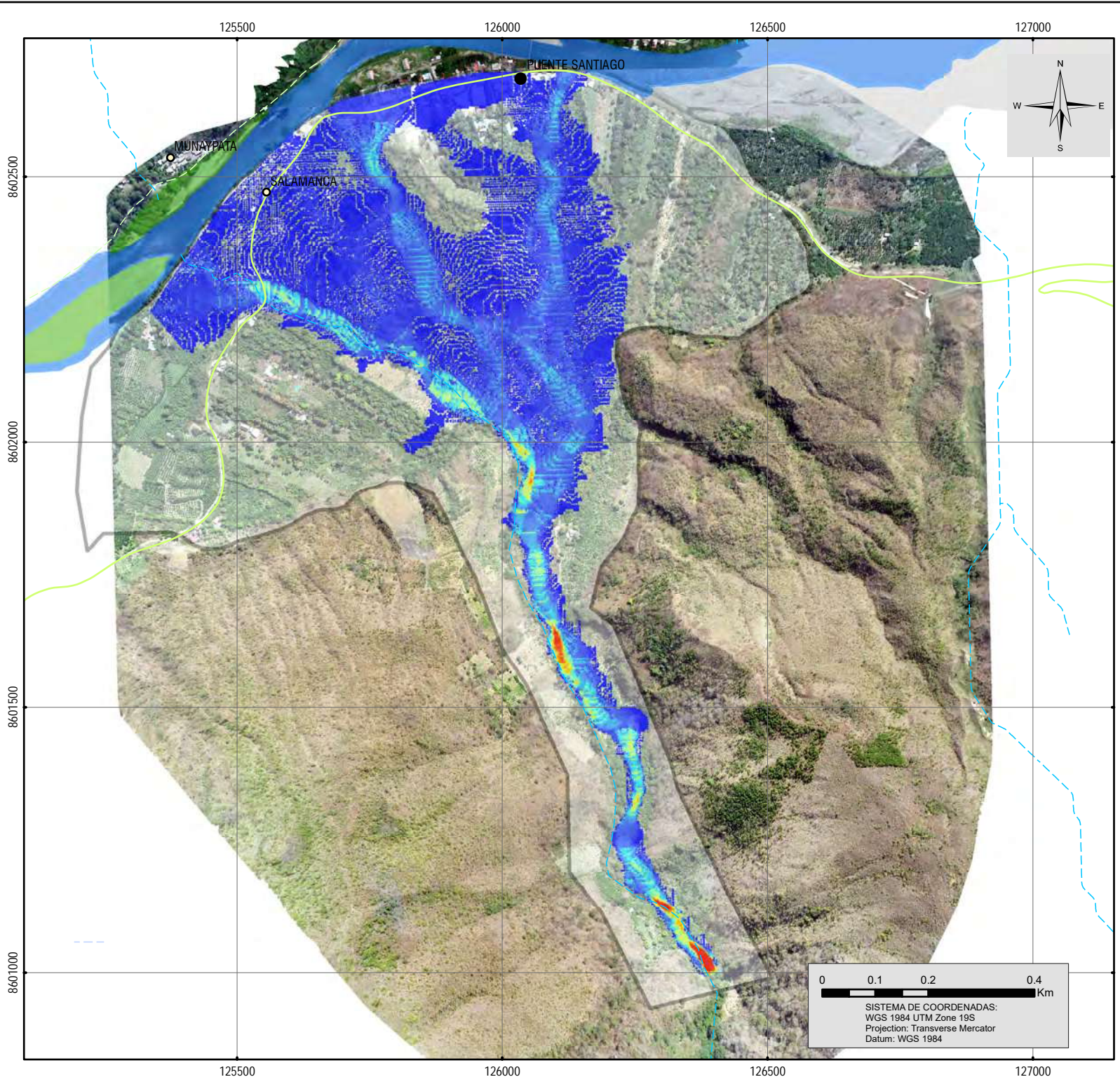
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DELCUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

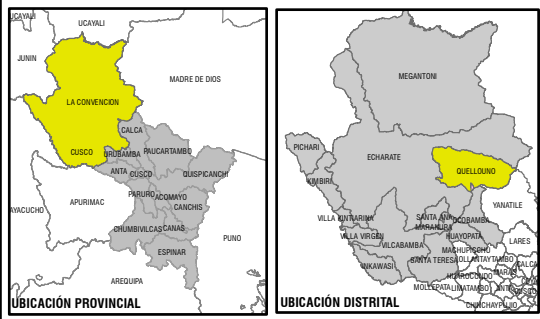
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO, DISTRITO DE QUEULLUNO - LA CONVENCION - CUSCO

MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

ELABORADO POR: - BACH. NAYSHA MARINA PEÑA LAYME	FUENTE: MDO, INEI, MTC.	ESCALA: 1:10,000	08
ASESOR: - MGT. ING. JOSE DIONICIO CARDENAS RODRIGUEZ	LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES.	FECHA: ENERO, 2023	

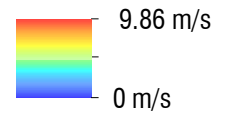


UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA



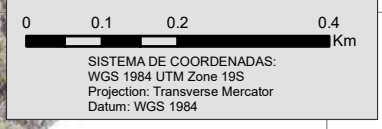
LEYENDA
PARÁMETRO DE EVALUACION

Velocidad (m/s)



SIMBOLOGIA

- Centro Poblado
 - Anexo
 - Sector
 - Quebrada
 - Río
 - Ambito de estudio
- | Red vial | Departamental | Local |
|----------|---------------------|---------------------|
| — | Asfaltada | Afirmada |
| — | Sin afirmar | Sin afirmar |
| — | Trocha Carroable | Trocha Carroable |
| — | Camino de herradura | Camino de herradura |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DELCUSCO

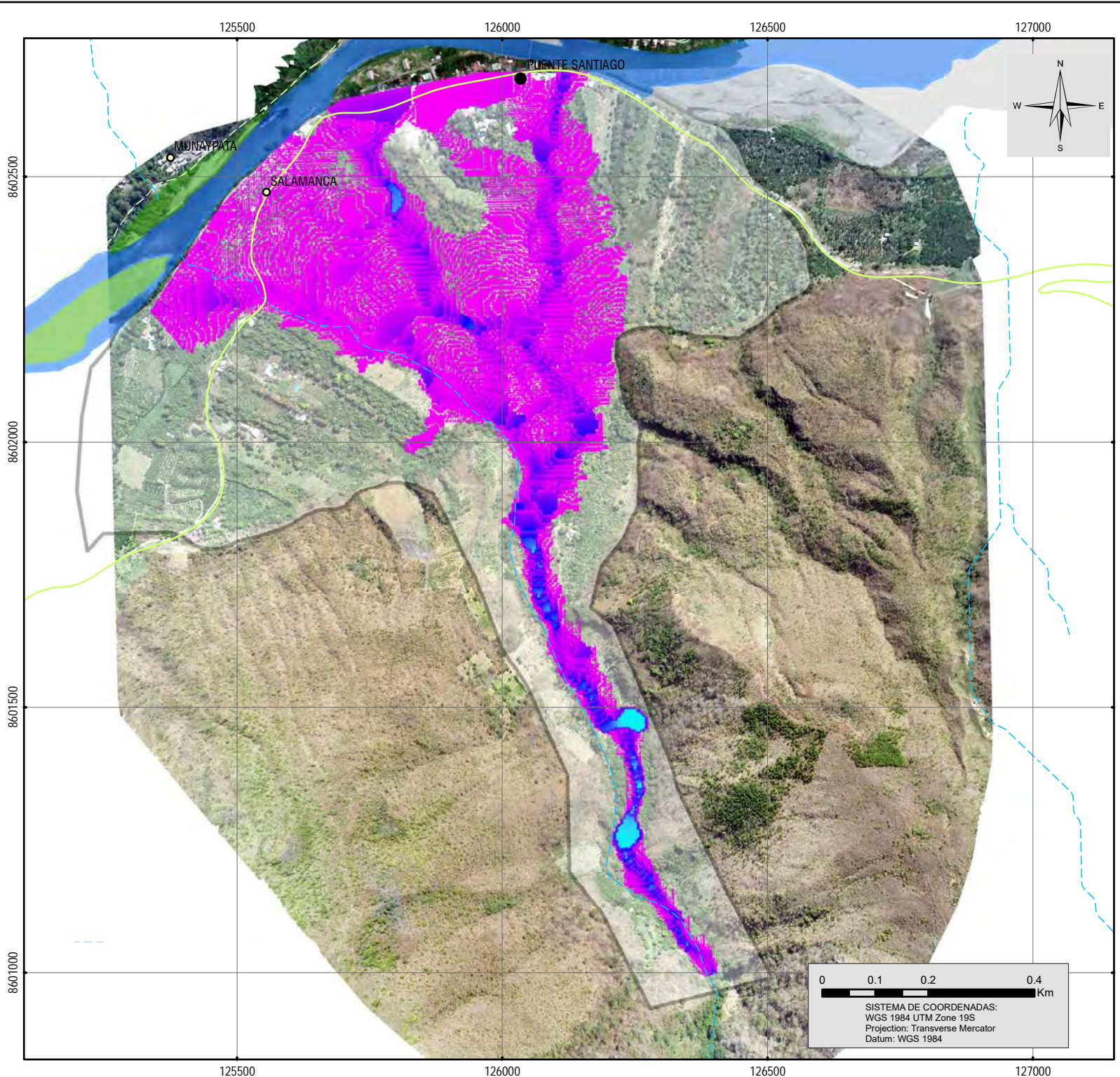
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DEL CENTRO POBLADO
DE PUENTE SANTIAGO, DISTRITO DE QUEULLONO - LA CONVENCION - CUSCO

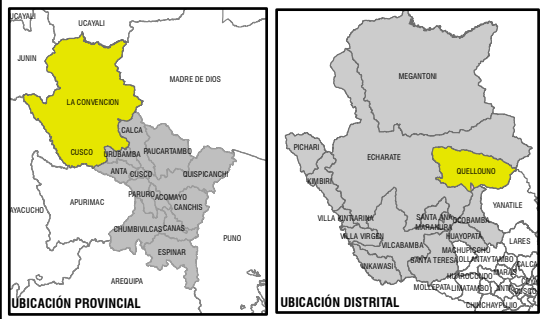
MAPA DE PARAMETRO DE EVALUACION - VELOCIDAD

ELABORADO POR: - BACH. NAYSHA MARINA PEÑA LAYME	FUENTE: MDO, INEI, MTC.	ESCALA: 1:10,000
ASESOR: - MGT. ING. JOSE DIONICIO CARDENAS RODRIGUEZ	LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES.	FECHA: ENERO, 2023

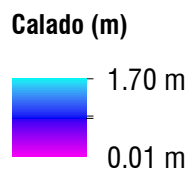
CODIGO:
09



UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA



LEYENDA
PARÁMETRO DE EVALUACION



SIMBOLOGIA

- Centro Poblado
 - Anexo
 - Sector
 - Quebrada
 - Rio
 - Ambito de estudio
- | Red vial | Departamental | Local |
|----------|---------------------|---------------------|
| — | Asfaltada | Afirmada |
| — | Sin afirmar | Sin afirmar |
| — | Trocha Carroable | Trocha Carroable |
| — | Camino de herradura | Camino de herradura |

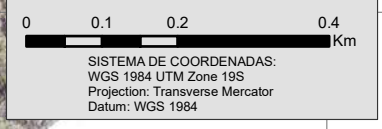


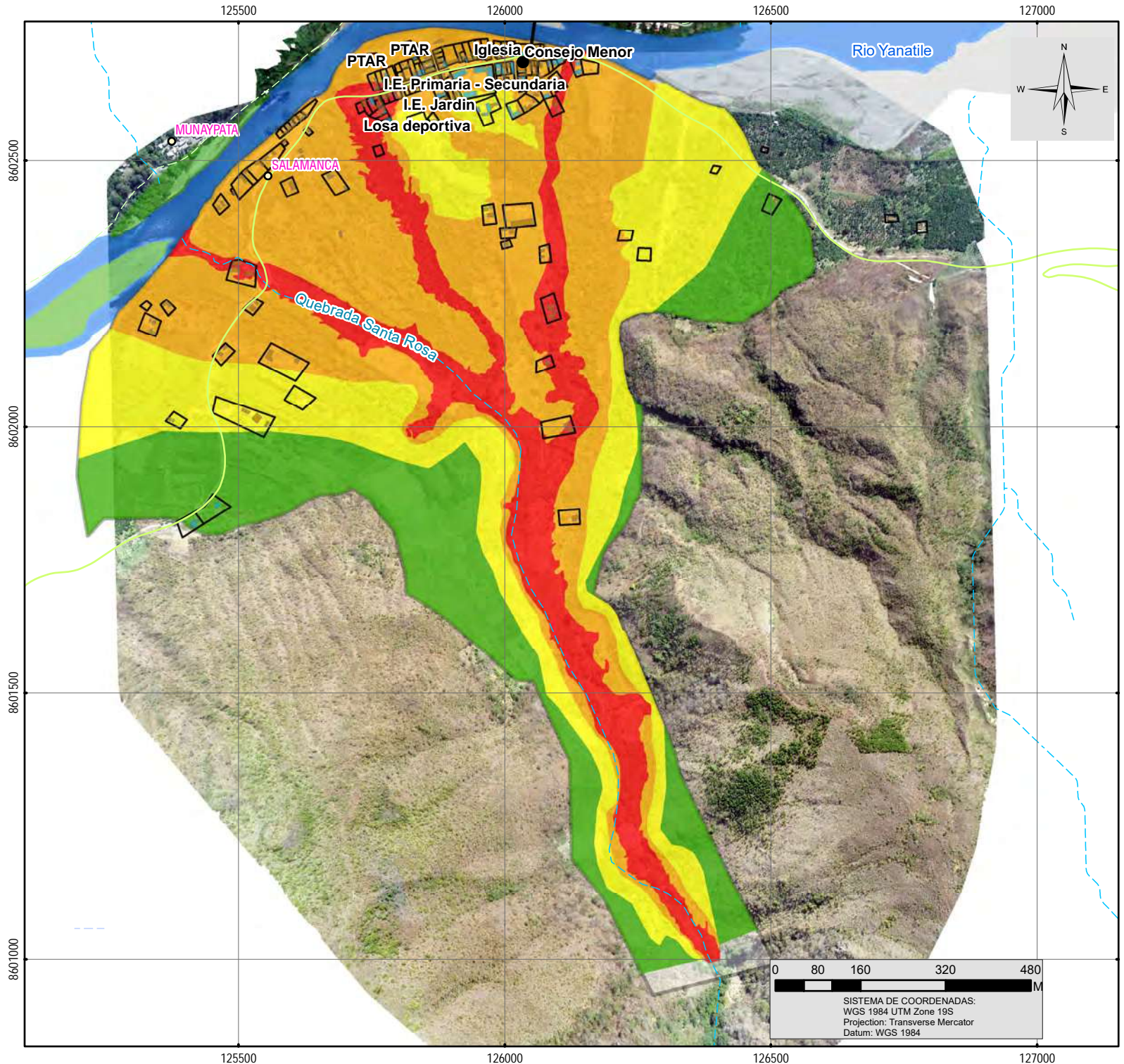
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DEL CENTRO POBLADO DE PUEBLO SANTIAGO, DISTRITO DE QUEULLUNO - LA CONVENCION - CUSCO

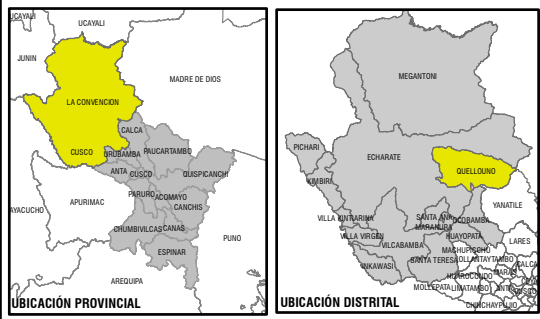
MAPA DE PARAMETRO DE EVALUACION - CALADO

ELABORADO POR: - BACH. NAYSHA MARINA PEÑA LAYME	FUENTE: MDO, INEI, MTC.	ESCALA: 1:10,000	10
ASESOR: - MGT. ING. JOSE DIONICIO CARDENAS RODRIGUEZ	LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES.		
		FECHA: ENERO, 2023	





UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA



LEYENDA

*Nivel de Peligro
Flujo de Detritos*

- Bajo ($0.035 < P \leq 0.068$)
- Medio ($0.068 < P \leq 0.136$)
- Alto ($0.136 < P \leq 0.264$)
- Muy Alto ($0.264 < P \leq 0.497$)

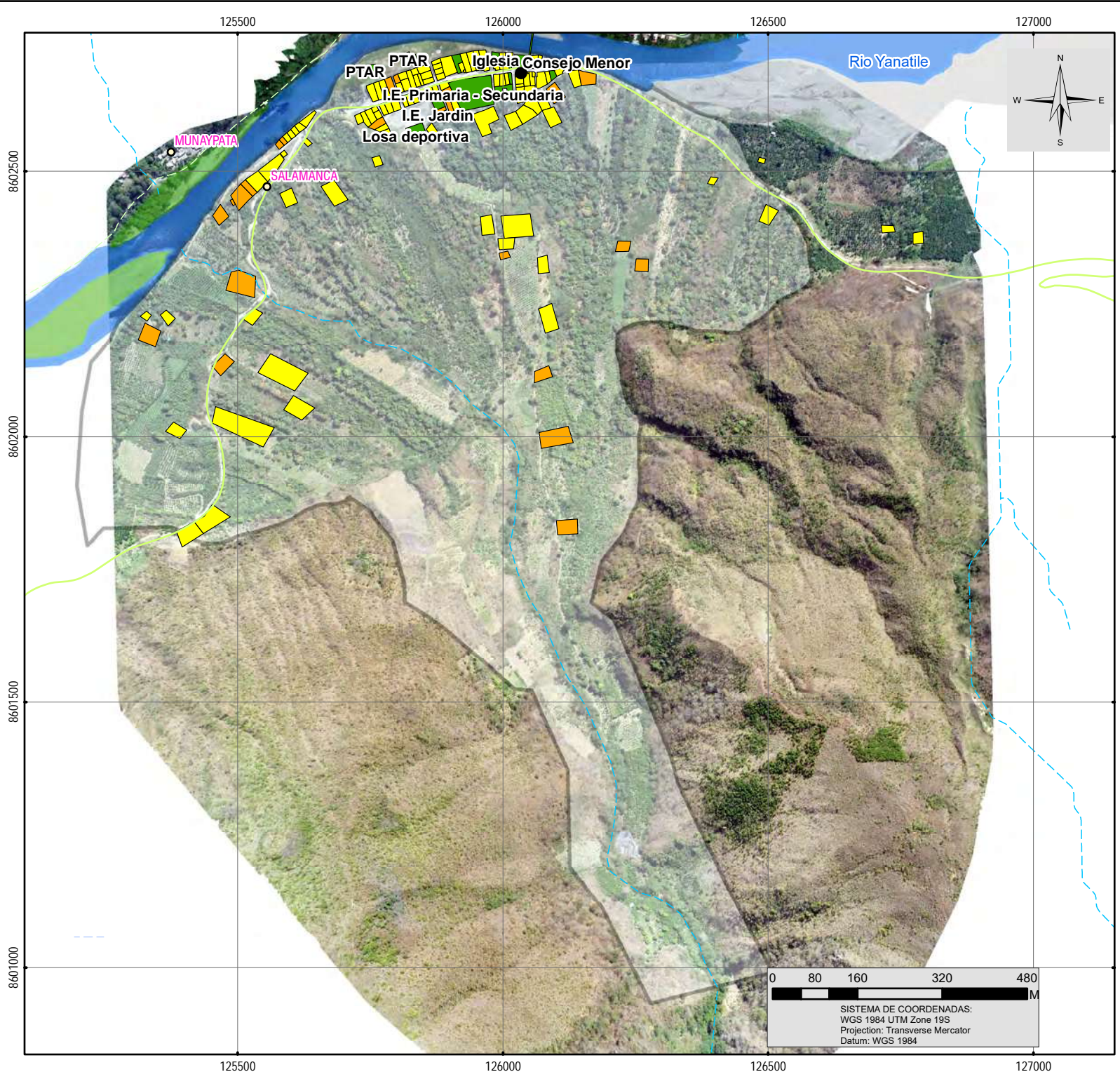
SIMBOLOGIA

● Centro Poblado	~ Quebrada
○ Anexo	🌊 Rio
■ Sector	▭ Ambito de estudio
	▭ Predios

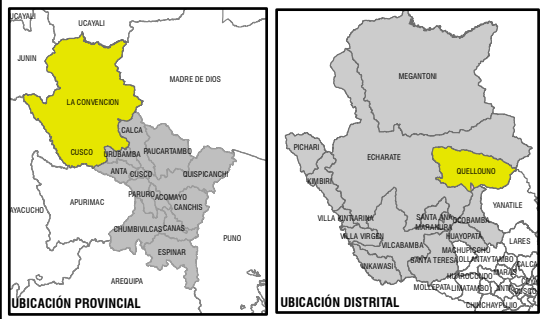
Red vial	Departamental	Local
— Asfaltada	— Sin afirmar	— Afirmada
— Sin afirmar	— Trocha Carrozable	— Sin afirmar
— Trocha Carrozable	— Camino de herradura	— Trocha Carrozable
— Camino de herradura		— Camino de herradura

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO, DISTRITO DE QUELLOUNO - LA CONVENCION - CUSCO		
MAPA DE PELIGROS POR FLUJO DE DETRITOS		
ELABORADO POR: - BACH. NAYSHA MARINA PEÑA LAYME	FUENTE: MDO, INEI, MTC.	ESCALA: 1:10,000
ASESOR: - MGT. ING. JOSE DIONICIO CARDENAS ROQUE	LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES.	FECHA: ENERO, 2023
		11

SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 19S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984



UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA



LEYENDA

Vulnerabilidad

- Bajo ($0.035 < P \leq 0.070$)
- Medio ($0.070 < P \leq 0.146$)
- Alto ($0.146 < P \leq 0.272$)
- Muy Alto ($0.272 < P \leq 0.477$)

SIMBOLOGIA

- Centro Poblado
 - Anexo
 - Sector
 - Quebrada
 - Rio
 - Ambito de estudio
 - Predios
-
- | | | |
|-----------------|--|---|
| Red vial | <ul style="list-style-type: none"> Departamental Asfaltada Sin afirmar Trocha Carrozable Camino de herradura | <ul style="list-style-type: none"> Local Afirmada Sin afirmar Trocha Carrozable Camino de herradura |
|-----------------|--|---|

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

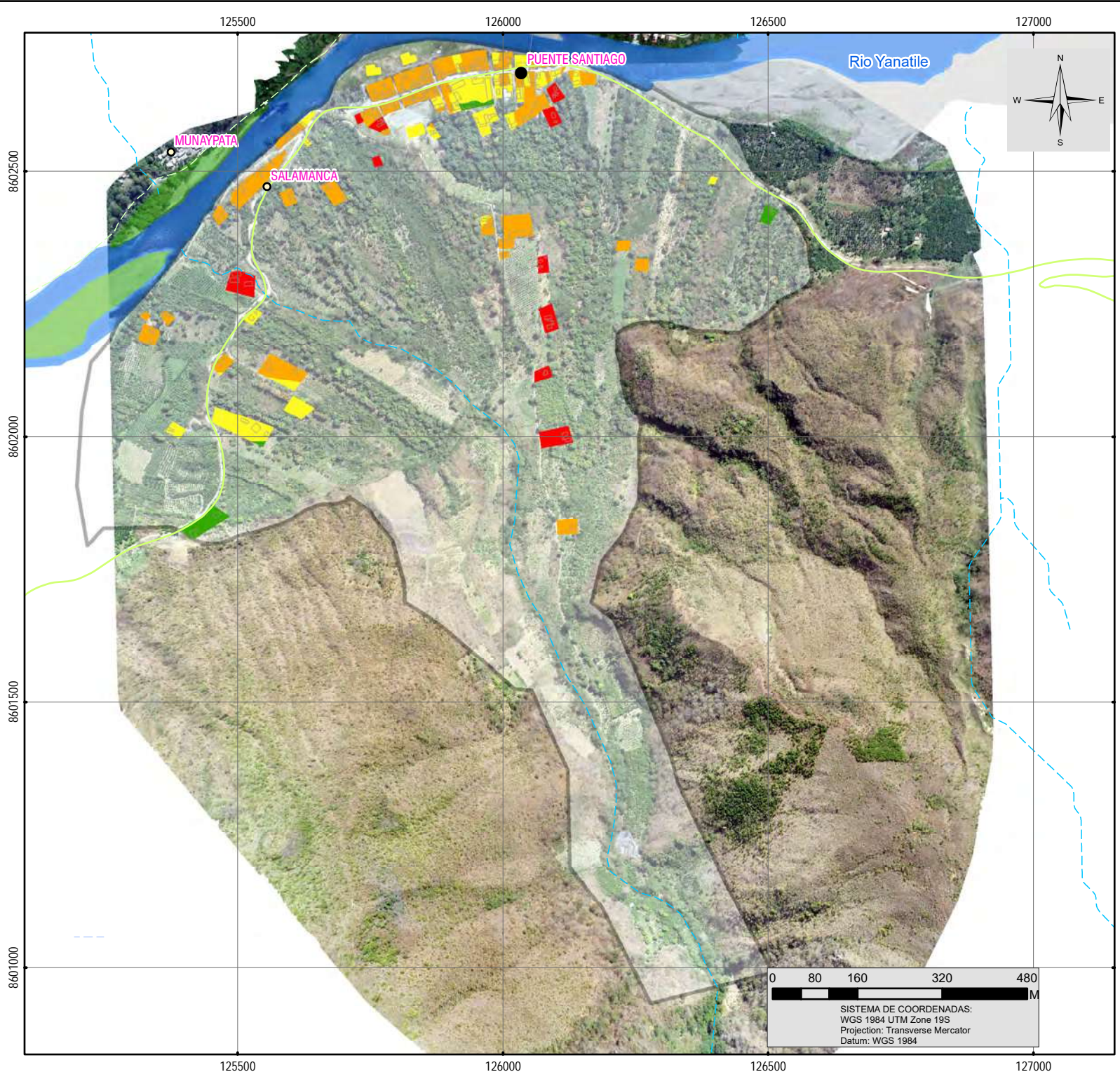
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO, DISTRITO DE QUEULLUNO - LA CONVENCION - CUSCO

MAPA DE VULNERABILIDAD

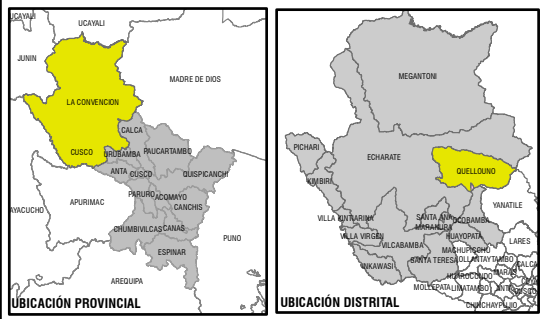
ELABORADO POR: - BACH. NAYSHIA MARINA PEÑA LAYME	FUENTE: MDO, INEI, MTC.	ESCALA: 1:10,000	12
ASesor: - MGT ING. JOSE DIONICIO CARDENAS RODRIGUEZ	LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES.	FECHA: ENERO, 2023	

0 80 160 320 480

SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 19S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984



UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA DE SANTA ROSA



LEYENDA

Vulnerabilidad

- Bajo ($0.001 < P \leq 0.005$)
- Medio ($0.005 < P \leq 0.020$)
- Alto ($0.020 < P \leq 0.071$)
- Muy Alto ($0.071 < P \leq 0.239$)

SIMBOLOGIA

- Centro Poblado
 - Anexo
 - Sector
 - Quebrada
 - Rio
 - Ambito de estudio
 - Predios
-
- | Red vial | Departamental | Local |
|--|---|---|
| Asfaltada | Sin afirmar | Afirmada |
| Trocha Carrozable | Camino de herradura | Sin afirmar |
| Trocha Carrozable | Camino de herradura | Trocha Carrozable |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DEL CENTRO POBLADO DE PUENTE SANTIAGO, DISTRITO DE QUEULLUNO - LA CONVENCION - CUSCO

MAPA DE RIESGO CODIGO:

ELABORADO POR: - BACH. NAYSHIA MARINA PEÑA LAYME	FUENTE: MDO, INEI, MTC.	ESCALA: 1:10,000
ASesor: - MGT ING. JOSE DIONICIO CARDENAS RODRIGUEZ	LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES.	FECHA: ENERO, 2023

13

0 80 160 320 480

SISTEMA DE COORDENADAS:
 WGS 1984 UTM Zone 19S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984