EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES POR EROSIÓN FLUVIAL EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO, DEPARTAMENTO DE CUSCO.

Cusco, Noviembre - 2024

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES
RJ N° 039-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

EQUIPO TÉCNICO

- **IMA / Dirección de Proyectos Ambientales y Gestión del Conocimiento (DPAGC)**
  - Estudio hidrológico y modelamiento hidráulico, 2024
  - Levantamiento topográfico y fotogrametría, 2024
  - Planteamiento de medidas de control estructural, 2024

- **Evaluación de riesgo de desastres por fenómenos naturales**
  - Ing. Geol. Antenor Raymundo Quispe Flores
    CIP.213157
    Evaluador de riesgos por fenómenos naturales
    R.J. N°039-2020 – CENEPRED-J

  - Ing. Civil. Guido Arístides Quispe Florez
    CIP. 300690
    Asistente Técnico

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 039-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

CONTENIDO

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES 6

1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 6

1.1.1. ANTECEDENTES 6

1.1.2. JUSTIFICACIÓN 13

1.1. OBJETIVOS 13

1.2. MARCO NORMATIVO 14

1.3. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD 15

1.3.1. UBICACIÓN 15

1.3.2. ACCESIBILIDAD 15

CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO 18

2.1. PLANIMETRÍA 18

2.1.1. UNIDADES PRODUCTORAS 18

2.1.2. PREDIOS AGRÍCOLAS – SICAR 22

2.1.3. PREDIOS URBANOS 22

2.2. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS 23

2.2.1. CARACTERÍSTICAS SOCIALES 23

2.2.2. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS 26

2.3. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICAS 26

2.3.1. UNIDADES GEOLÓGICAS 26

2.3.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 27

2.3.3. UNIDADES GEOLÓGICAS locales 28

2.3.4. MORFOLOGÍA DEL RIO MAPACHO 32

2.3.5. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS 35

2.3.6. PENDIENTES DEL TERRENO 38

2.4. HIDROLOGÍA - CAUDALES MÁXIMOS 41

2.5. SIMULACIÓN HIDRÁULICA 45

2.5.1. CARACTERIZACIÓN DEL TIPO DE FLUJO Y TIPO DE SEDIMENTO 45

2.5.2. CÁLCULO DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS 45

2.5.3. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN HIDRÁULICA 50

CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO 52

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

3.1. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO 52
3.1.1. METODOLOGÍA 52
3.1.2. RECOPILACIÓN, ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPILADA 52
3.2. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR 53
3.3. IDENTIFICACIÓN DEL ÁMBITO DE INFLUENCIA DEL PELIGRO 57
3.4. SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO ANTE EROSIÓN FLUVIAL 60
3.4.1. FACTORES CONDICIONANTES 60
3.4.2. FACTORES DESENCADENANTES 64
3.5. PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN 65
3.6. ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS 71
3.7. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS ANTE EROSIÓN FLUVIAL 82
3.8. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD 82
3.9. MAPA DE PELIGROS ANTE EROSIÓN FLUVIAL 83
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD 85
4.1. METODOLOGIA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD 85
4.2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD 85
4.2.1. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL 85
4.2.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA 91
4.2.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL. 96
4.2.4. JERARQUIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD. 102
4.3. ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD 102
4.4. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD 103
CAPÍTULO V: CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO 105
4.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RIESGO. 105
4.2. DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO. 105
4.2.1. ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO 105
4.2.2. MAPA DE RIESGOS ANTE EROSIÓN FLUVIAL 107
5.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS 109
5.1.1. ESTIMACIÓN DE COSTOS UNITARIOS 109

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

5.1.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS PROBABLES. 113

CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO. ***116***

6.1. ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO. **116**

2.1. PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN **118**

5.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEl RIESGO **119**

5.2.1. MEDIDAS ESTRUCTURALES 119

6.1.1. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES 123

CONCLUSIONES ***126***

RECOMENDACIONES ***130***

BIBLIOGRAFÍA ***131***

ANEXOS ***132***

Secciones topográficas para UP **132**

Mapa A-1: Elementos expuestos **135**

Mapa A-1: Peligro por erosión fluvial **135**

Mapa A-1: Vulnerabilidad por erosión fluvial **135**

Mapa A-1: Riesgo por erosión fluvial **135**

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

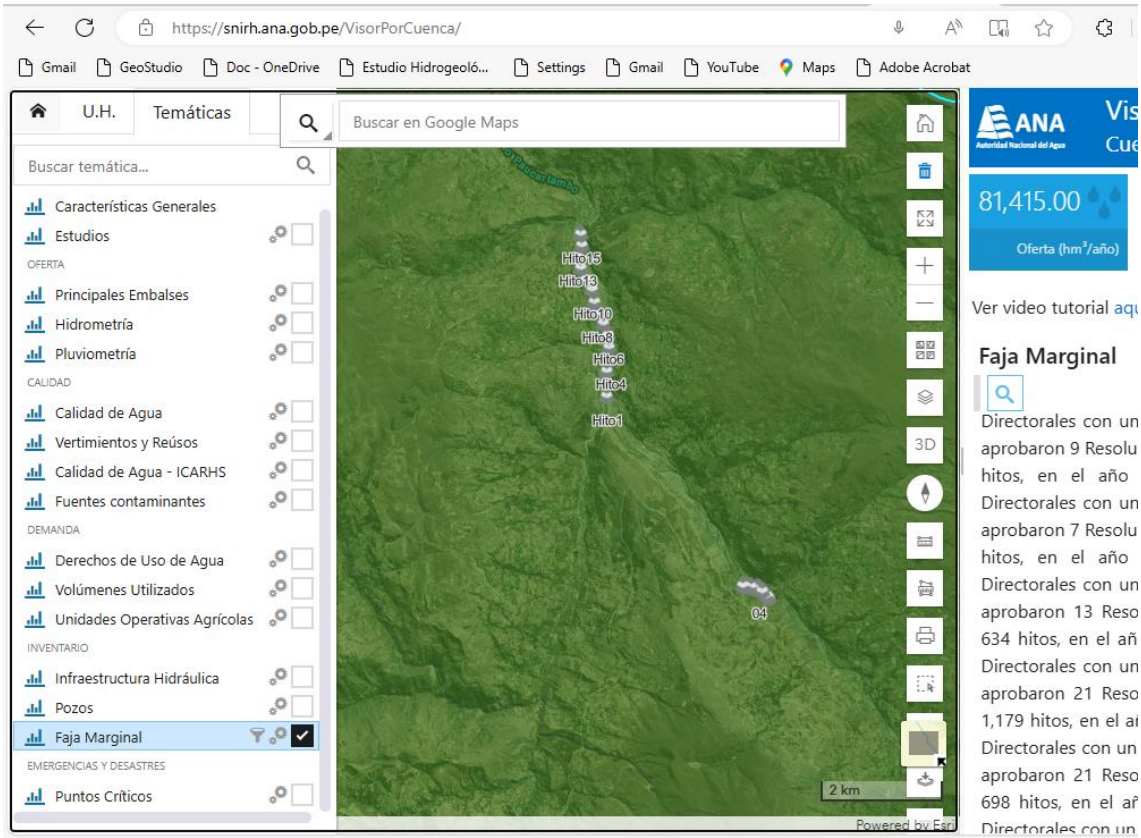
1.1.1. ANTECEDENTES

ANA

La Autoridad Nacional del Agua – ANA, en su plataforma web del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos - SNIRH, para el ámbito tiene:

- Se tiene dos tramos de delimitación de faja marginal
    - RA. 165-2010-ANA/ALA-CUSCO, en la margen derecha del rio Mapacho.
    - RD. 312-2018-ANA/AAA XII.UV, en la margen izquierda del rio Mapacho

Imagen N° 1: Visualización de los dos tramos con hitos

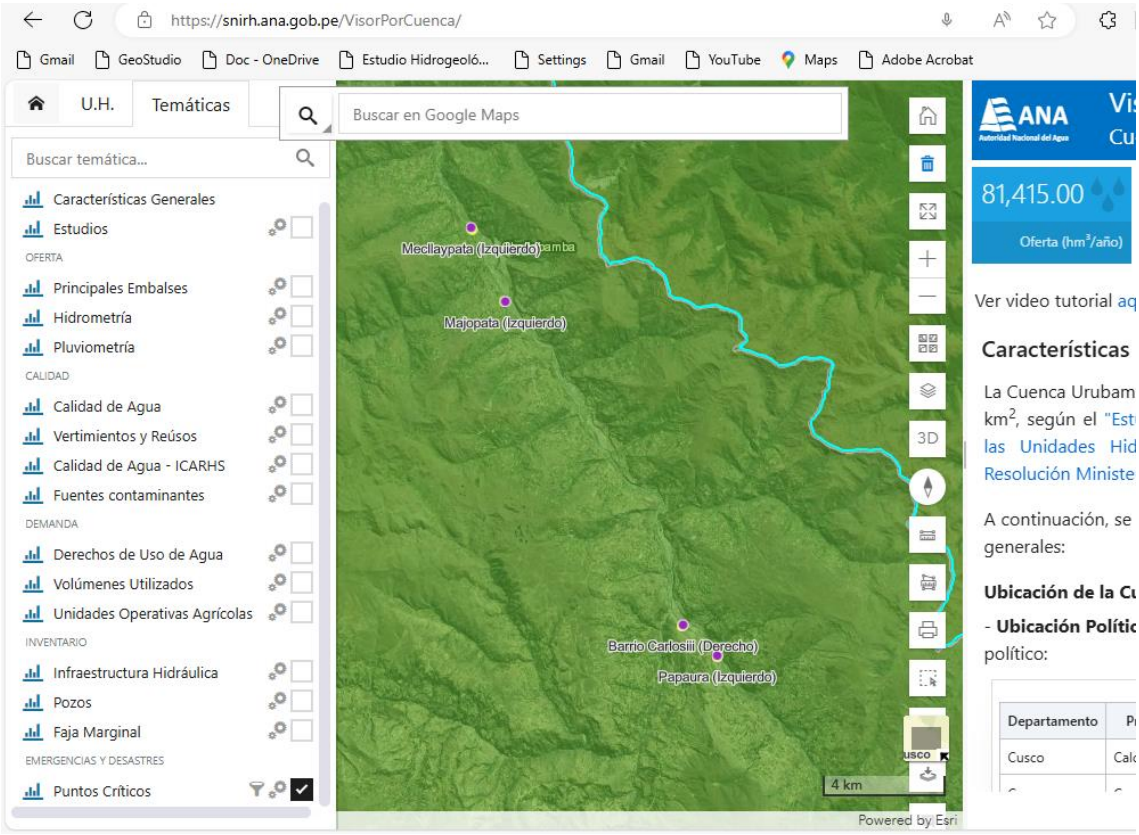


Fuente: https://snirh.ana.gob.pe/VisorPorCuenca/

- Se tiene identificado cuatro **(04) PUNTOS CRÍTICOS** a lo largo del rio Mapacho:

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 2: Visualización de los cuatro puntos críticos identificados por la ANA



Fuente: https://snirh.ana.gob.pe/VisorPorCuenca/

Cuadro N° 1: Ubicación de los puntos críticos – Exposición y evaluación económica

Íd	Punto Critico	Margen del rio	Distritos	Coordenada UTM – Zona 19L				Exposición y evaluación económica
				E Inicial	N Inicial	E Final	N Final	
1	Papaura	Izquierda	Paucartambo	220142	8524826	219578	8525408	Se identificó 250 habitantes y 40 viviendas expuestas, asimismo, se registró afectación de 50 Ha maíz, 45 Ha de hortalizas y 110 cabezas de vacuno
2	Barrio Carlos III	Izquierda	Paucartambo	218989	8525799	218718	8526111	Se identificó 45 habitantes y 25 viviendas expuestas, asimismo, se registró afectación en los servicios de agua y desagüe
3	Majopata	Derecha	Challabamba	213046	8536237			Se identificó 300 habitantes y 40 viviendas expuestas, asimismo, se registró afectación en los servicios de agua y desagüe, 35 Ha de maíz y 220 cabezas de vacuno.
4	Mecllaypata	Izquierda	Challabamba	211986	8538588			Se afectaron 25 Ha de maíz y otros cultivos y 120 cabezas de vacuno.

Fuente: ANA (https://snirh.ana.gob.pe/VisorPorCuenca/).

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

Cuadro N° 2: Puntos críticos – Medidas de control de riesgo

Íd	Punto Critico	Margen del rio	Distritos	Medidas de control de riesgo (Estructural y no estructural)	Año	Presupuesto estimado (S/.)
1	Papaura	Derecha	Paucartambo	Limpieza, descolmatación y construcción de dique enrocado (L=950 ml)	2019	2,705,772.26
2	Barrio Carlos III	Derecha	Paucartambo	Construcción de dique C/Enrocado	2017	1,074,681.43
3	Majopata	Derecha	Challabamba	Limpieza, descolmatación y construcción de dique enrocado	2019	5,978,653.34
4	Mecllaypata	Derecha	Challabamba	Construcción de dique C/Enrocado	2019	3,211,159.12
				Presupuesto Total		**12,970,266.15**

Fuente: ANA (https://snirh.ana.gob.pe/VisorPorCuenca/).

Se estima un monto de S/. 12,970,266.15 para implementar las medidas de control estructural y no estructural para los cuatro (04) puntos críticos identificados por la ANA.

Los puntos críticos definidos por la ANA se relacionaron con las progresivas determinadas para el proyecto de inversión (PI). En el siguiente cuadro se presentan las progresivas iniciales y finales definidas para el PI correspondientes a cada punto crítico.

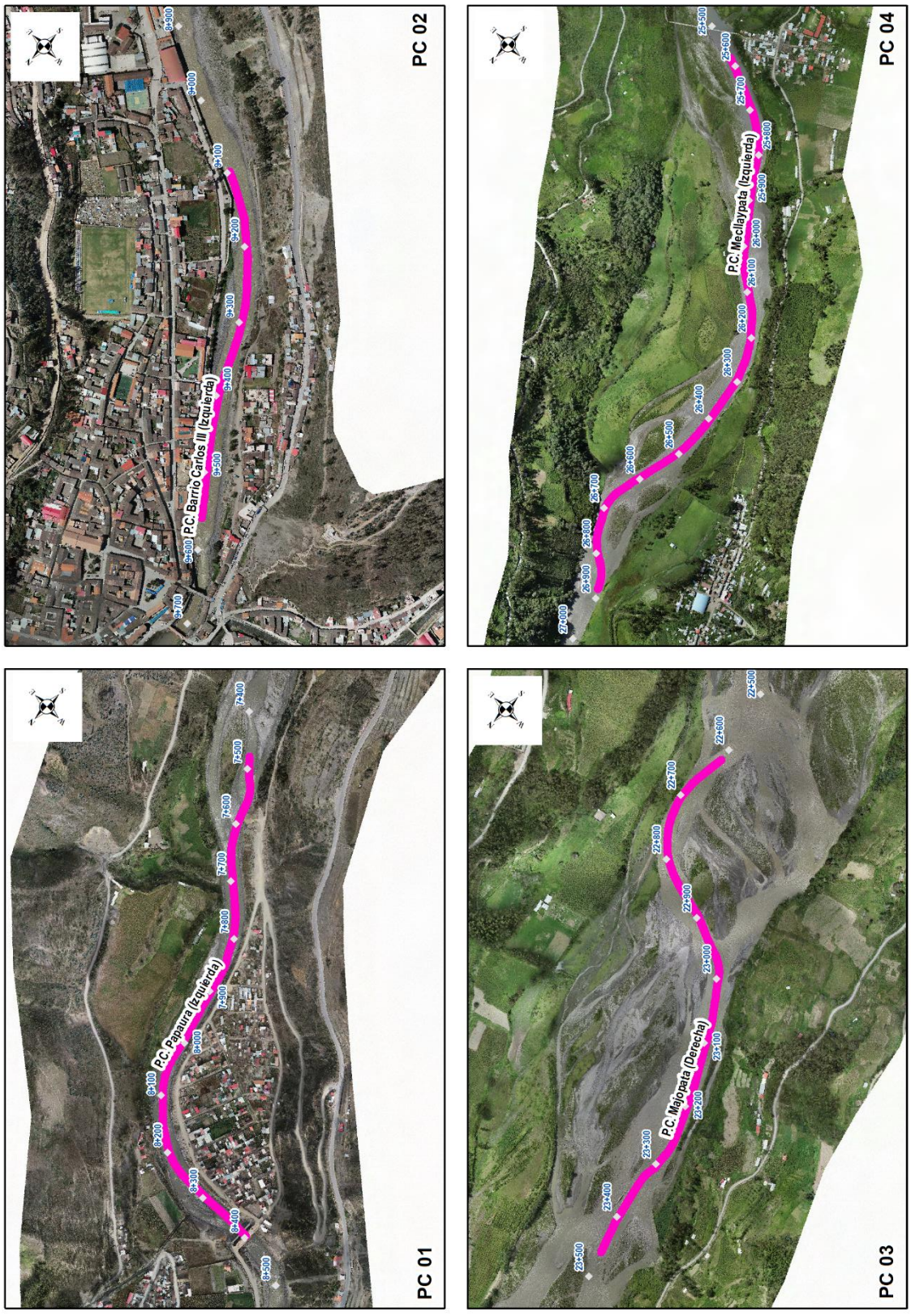
Cuadro N° 3: Ubicación de los puntos críticos según las progresivas del PI

COD.	Punto Critico	Margen del rio	Distritos	Progresivas del PI	
				Inicio	Final
PC 01	Papaura	Izquierda	Paucartambo	7+500	8+400
PC 02	Barrio Carlos III	Izquierda	Paucartambo	9+100	9+550
PC 03	Majopata	Derecha	Challabamba	22+600	23+460
PC 04	Mecllaypata	Izquierda	Challabamba	25+580	26+900

Fuente: Equipo técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 3: Visualización de los puntos críticos (PC) según las progresivas del PI



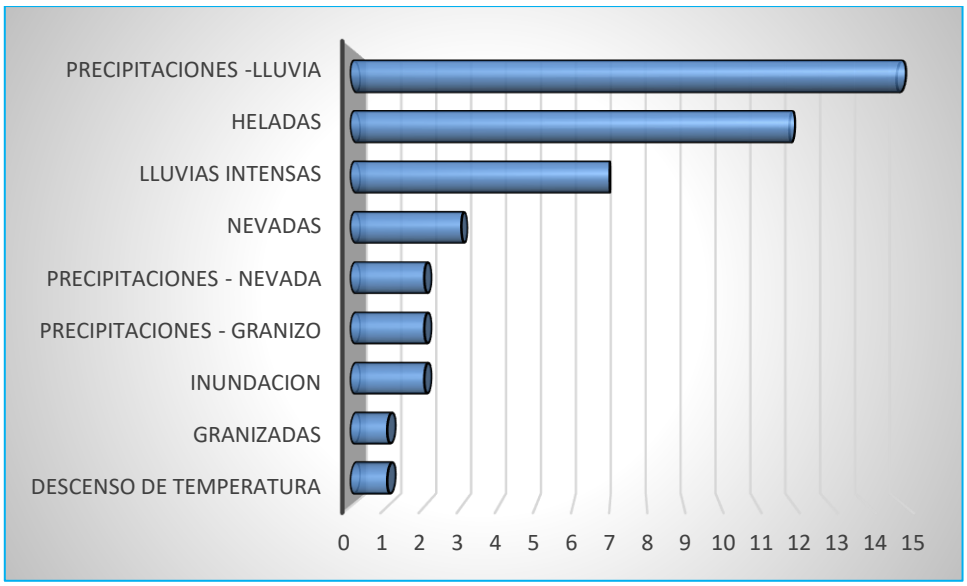
Fuente: Elaboración propia.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

INDECI

Según INDICE se tiene las siguientes emergencias registradas en el ámbito del proyecto

Gráfico N° 4: Registro de emergencias, fenómenos "Meteorológicos, oceanográficos" - distrito de Paucartambo.



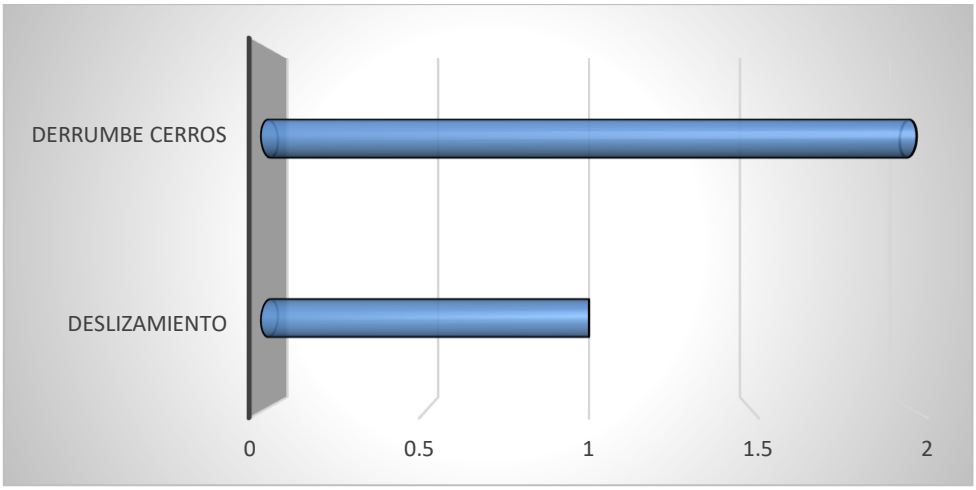
Fuente: SIGRID-CENEPRED.

Gráfico N° 5: Registro de emergencias, fenómenos "Meteorológicos, oceanográficos" - distrito de Challabamba.

Fuente: SIGRID-CENEPRED.

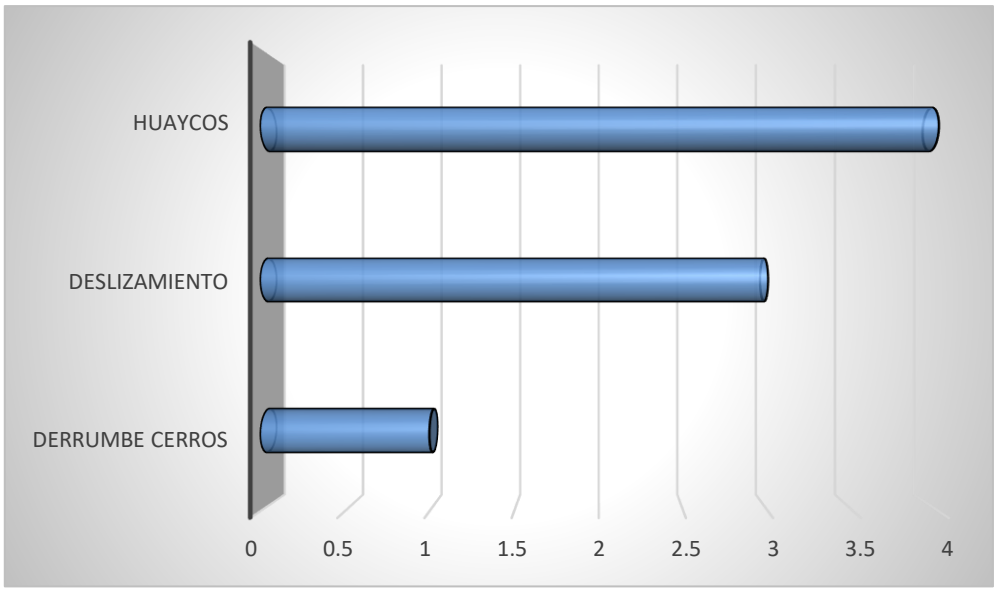
EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Gráfico N° 6: Registro de emergencias, fenómenos "Geodinámica Externa" - distrito de Paucartambo.



Fuente: SIGRID-CENEPRED.

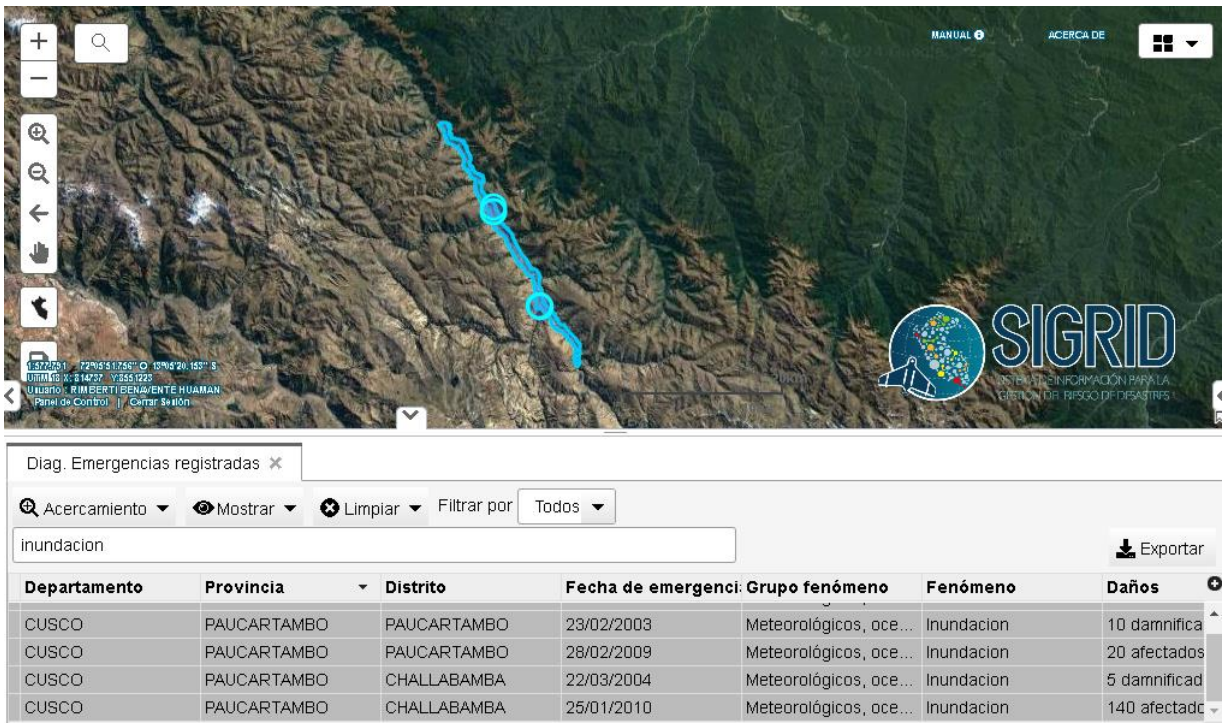
Gráfico N° 7: Registro de emergencias, fenómenos "Geodinámica Externa" - distrito de Challabamba.



Fuente: SIGRID-CENEPRED.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

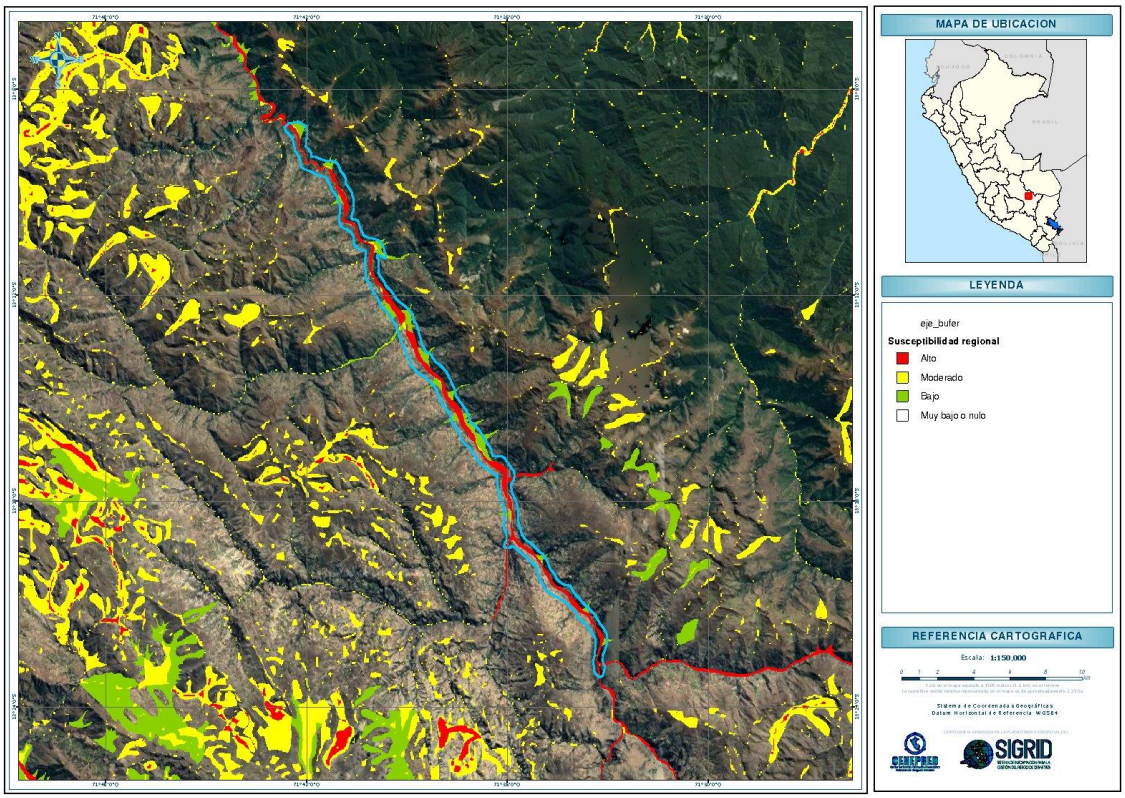
Imagen N° 4: Visualización del registro de emergencias por inundaciones



Fuente: SIGRID-CENEPRED.

CENEPRED

Mapa N° 1: Susceptibilidad de peligro ante inundaciones



Fuente: SIGRID-CENEPRED.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES
RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

Esta capa representa una susceptibilidad de nivel alto y muy alto en la zona del trazo del proyecto, ya que esta adyacente a la faja marginal del río.

PRE INVERSIÓN

El IMA, a través de la Dirección de Proyectos Ambientales y Gestión del Conocimiento (DPAGC), elaboró en la fase de preinversión el año 2020 el proyecto "*Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Protección contra Inundaciones en 36 km del Río Mapacho, en los distritos de Paucartambo y Challabamba, provincia de Paucartambo"*. En dicho proyecto, se elaboró el ***Informe de evaluación de riesgo por inundación en el área de influencia del río Mapacho***, donde se identificaron antecedentes de eventos ocurridos en 1980, 1998, 2010, 2016 y 2018, los cuales afectaron a la población, infraestructura, servicios y actividades económicas de la provincia de Paucartambo.

Como conclusiones, el informe indica que la zona de estudio se encuentra en una zona de alto riesgo de inundaciones de origen fluvial, siendo la zona baja de la cuenca la más vulnerable debido a sus condiciones físicas. Además, se estimó que las pérdidas económicas causadas por una inundación con un período de retorno de 100 años ascenderían a S/. 28,860,041. Estas pérdidas están asociadas principalmente a los sectores urbanos afectados, sin estimarse las pérdidas en los predios agrícolas.

1.1.2. JUSTIFICACIÓN

Basado en los informes emitidos por las entidades del ANA, INDECI y CENEPRED, así como el ***Informe de evaluación de riesgo por inundación en el área de influencia del río Mapacho*** **desarrollado en la etapa de pre inversión, s**e evidencian femémonos de inundación fluvial en el ámbito del proyecto, en tal sentido el IMA a través de la Dirección de Proyectos Ambientales y Gestión del Conocimiento (DPAGC) viene formulando el proyecto de inversión (PI) *"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO",* este proyecto se alinea a la necesidades de los municipios distritales de Paucartambo y Challabamba, y a las recomendaciones de la ANA y otras entidades.

En ese entender se realizará la evaluación de riesgo de desastres por erosión fluvial a lo largo de 36+000 Km, desde la hacienda Pumachaca hasta el sector de Huaccancca con la finalidad de determinar el nivel de riesgo a los que están expuestos la población y las unidades productoras de bienes y servicios. Asimismo, se planteara medias de prevención y reducción de riesgos de desastres de orden estructural y no estructural, estas medidas serán evaluadas e incluidas en el PI en mención.

1.1. OBJETIVOS

Realizar el informe de evaluación del riesgo de desastres por erosión fluvial para el proyecto: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO" enmarcada dentro de la normativa del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres (CENEPRED) y la directiva N° 012 – OSCE / CD.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 030-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y determinar los niveles de peligro, así como elaborar el mapa de peligros.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad, así como elaborar el mapa de vulnerabilidad.
- Determinar el nivel de riesgo evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo.
- Plantear medidas de prevención y reducción de riesgos de desastres, tanto estructurales como no estructurales.

1.2. MARCO NORMATIVO

- Constitución Política del Perú, articulo N°44 establece que son deberes primordiales del Estado, entre otros: Defender la soberanía nacional, garantizar la plena vigencia de los derechos humanos y protege a la población de las amenazas contra su seguridad.
- Ley Nº 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).
- Ley N° 29338, Ley de recursos Hídricos.
- Ley N°30779, que dispone medidas para el Fortalecimiento del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres (SINAGERD), evaluando el diseño de políticas transversales e intergubernamentales para su eficaz mecanismo y la generación de capacidades en los tres niveles de gobierno.
- Decreto Supremo N° 060-2024-PCM que modifica el reglamento de la Ley N° 29664, que crea el SINAGERD.
- Decreto Supremo N°048-2011-PCM que aprueba el Reglamento de la Ley Nº 29664.
- Decreto Supremo Nº038-2021-PCM, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo Nº115-2022-PCM, que aprueba el Plan Nacional de Gestión de Gestión del Riesgo de Desastres PLANAGERD 2022-2030.
- Resolución Ministerial Nº220-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial Nº222-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Decreto de Urgencia N°024-2010, dispone como medida de carácter urgente y de interés nacional, el diseño e implementación del "Programa Presupuestal Estratégico de Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres", en el marco del Presupuesto por Resultados (PP068).
- Resolución Jefatural Nº 112-2014-CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales" segunda versión.
- Resolución Jefatural N°332-2016-ANA, Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales aprobado mediante.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

1.3. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

1.3.1. UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA

El ámbito del proyecto se circunscribe en los distritos de Paucartambo y Challabamba de la provincia de Paucartambo

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Se encuentra al noreste de la ciudad de Cusco, en las coordenadas geográficas y UTM siguientes:

Cuadro N° 8: Ubicación de los distritos comprendidos en el ámbito del proyecto

Íd	Provincia	Distritos	Coordenadas geográficas		Zona	Coordenada UTM		Altitud Media
			Latitud S	Longitud O		Este	Norte	m.s.n.m.
1	Paucartambo	Paucartambo	13°19'2.89"	71°35'45.60"	19L	218759.9	8526285.0	2912
2	Paucartambo	Challabamba	13°12'54.75"	71°38'55.14"	19L	212934.1	8537547.3	2835

Fuente: Equipo técnico.

UBICACIÓN HIDROGRÁFICA

Según la metodología de Pfafstetter, las microcuencas del proyecto hidrográficamente se ubican dentro de las siguientes unidades hidrográficas:

Cuadro N° 9: Ubicación hidrográfica de las microcuencas

Cuenca (Unidad Hidrográfica)	Nivel	Código Pfafstetter
Región hidrográfica del río Amazonas	1	4
Intercuenca Alto Amazonas	2	49
Cuenca hidrográfica del rio Ucayali	3	499
Cuenca del río Yavero (Mapacho)	7	4999484

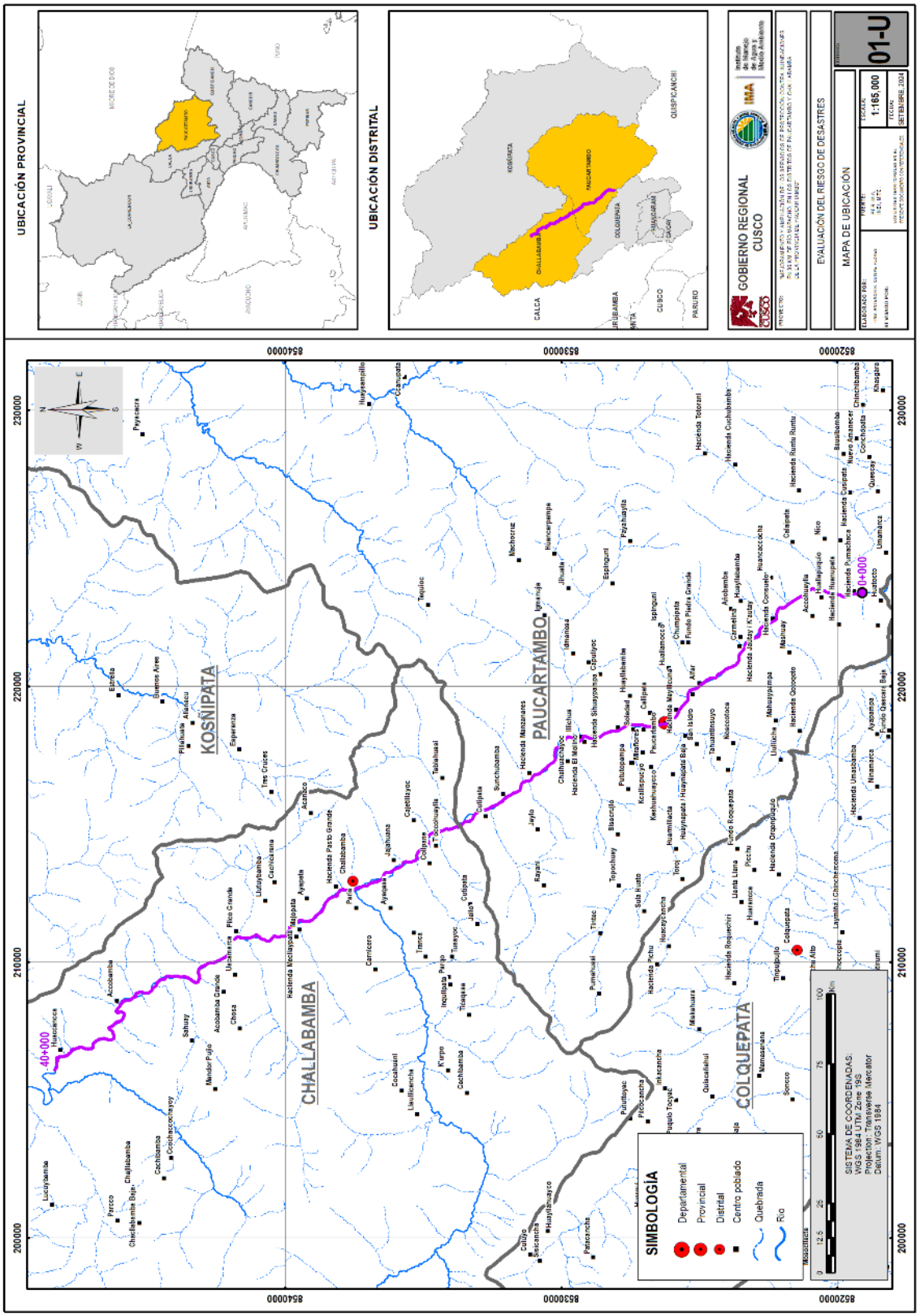
Fuente: Delimitación y Codificación De Unidades Hidrográficas Del Perú – ANA.

1.3.2. ACCESIBILIDAD

La accesibilidad al ámbito del proyecto, se inicia desde la ciudad de Cusco por la vía asfaltada de categoría nacional (PE-3S) hasta su empalme a la vía de categoría departamental (CU-113) hasta la ciudad de Paucartambo, finalmente se continua por la vía vecinal (CU-989) hasta el borde extremo noroeste del ámbito del proyecto que es el sector Huaccanca. Los tiempos de recorridos en camioneta son desde la ciudad de cusco hasta Paucartambo de 2 horas y desde Paucartambo hasta Huaccanca es de 1 hora.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

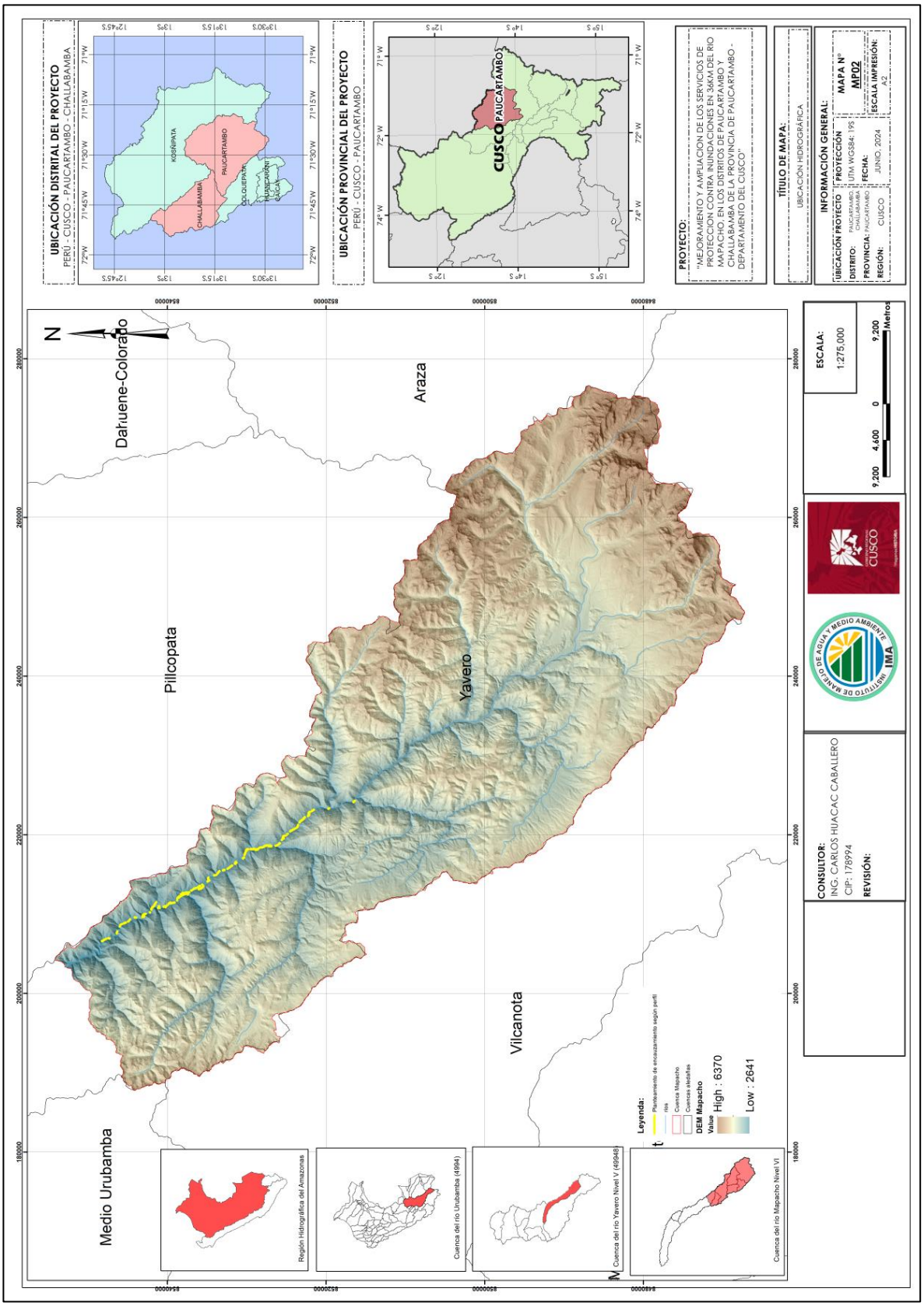
Imagen N° 5: Mapa de ubicación político administrativa



EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES
RJ N° 038-2020- CENEPRED/J

Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

Imagen N° 6: Mapa de ubicación hidrográfica



Fuente: Estudio hidrológico y modelamiento hidráulico, 2024.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES
RJ N° 036-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

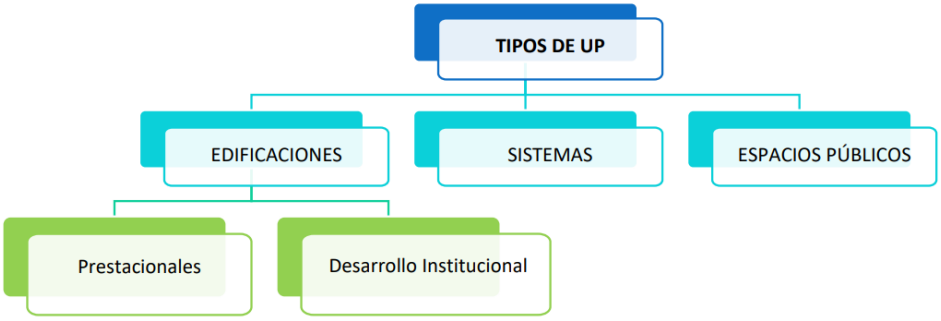
CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. PLANIMETRÍA

2.1.1. UNIDADES PRODUCTORAS

La Unidad Productora (UP) es el conjunto de recursos o factores de producción (infraestructura, equipos, personal, organización, capacidades de gestión, entre otros), que, articulados entre sí, tienen la capacidad de proveer bienes o servicios a la población objetivo (MEF, 2023)

Imagen N° 7: Tipos de UP



Fuente: MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS, 2023.

A. **Unidades Productoras de Edificaciones:** Estas UP se componen de infraestructuras no residenciales que prestan servicios a la población. Se clasifican en UP prestacionales, como instituciones educativas, establecimientos de salud, entre otros brindando **servicios directos en terrenos delimitados**, y UP institucionales, como ministerios y empresas públicas, que ofrecen servicios administrativos o de apoyo.

A1 Edificaciones – Prestacionales

A2. Edificaciones – Institucionales

B. **Unidades Productoras de Sistemas:** Estas UP están distribuidas en grandes extensiones de territorio y ofrecen servicios prestacionales a través de sistemas como riego, agua potable o carreteras. Se representan espacialmente mediante puntos, líneas y polígonos.

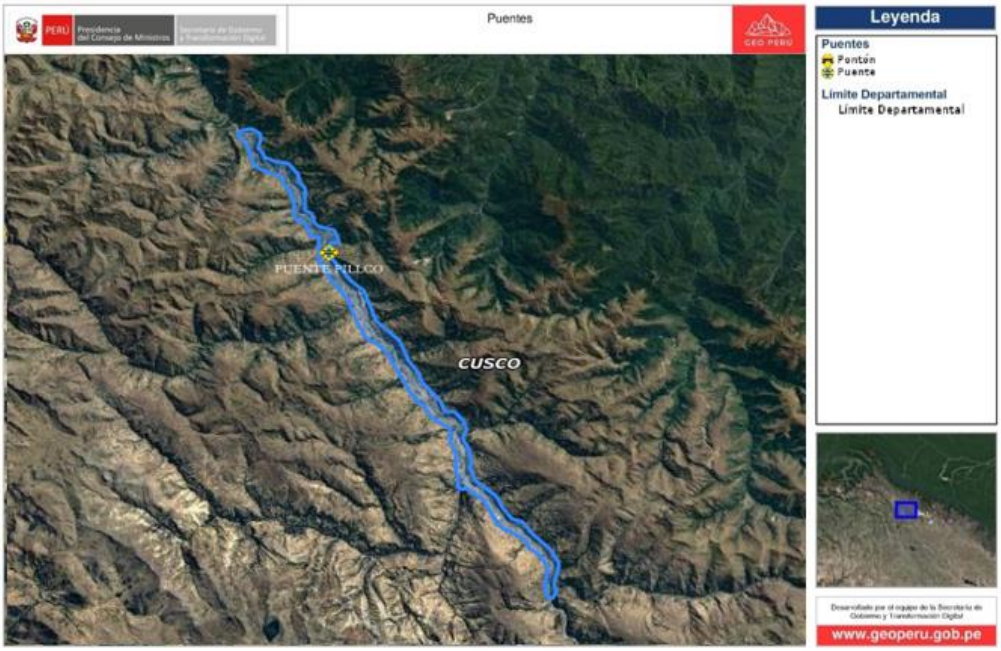
C. **Unidades Productoras de Espacios Públicos:** Incluyen ecosistemas y monumentos arqueológicos que prestan servicios directamente relacionados con su extensión territorial, generalmente representados por polígonos y puntos.

Infraestructura de transporte

Según los datos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en el ámbito de estudio se encuentra 1 puente y 23.29 km de vías. Sin embargo, en el trabajo de campo se identificaron otros 27 puentes y 42.64 km de vías.

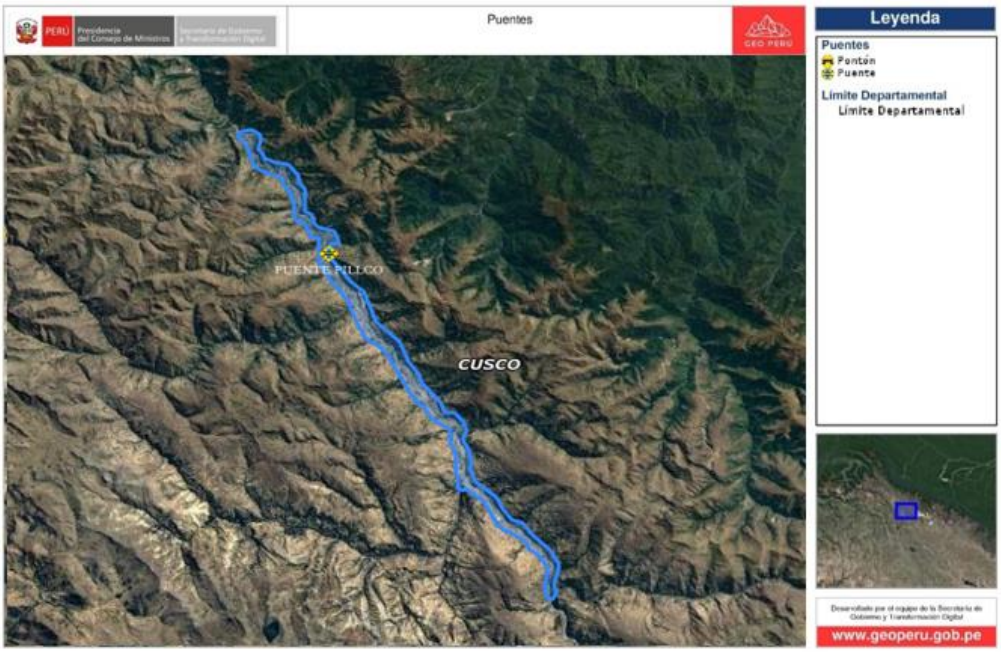
EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 8: Infraestructura de puentes



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Imagen N° 9: red vial de categoría nacional, departamental y vecinal



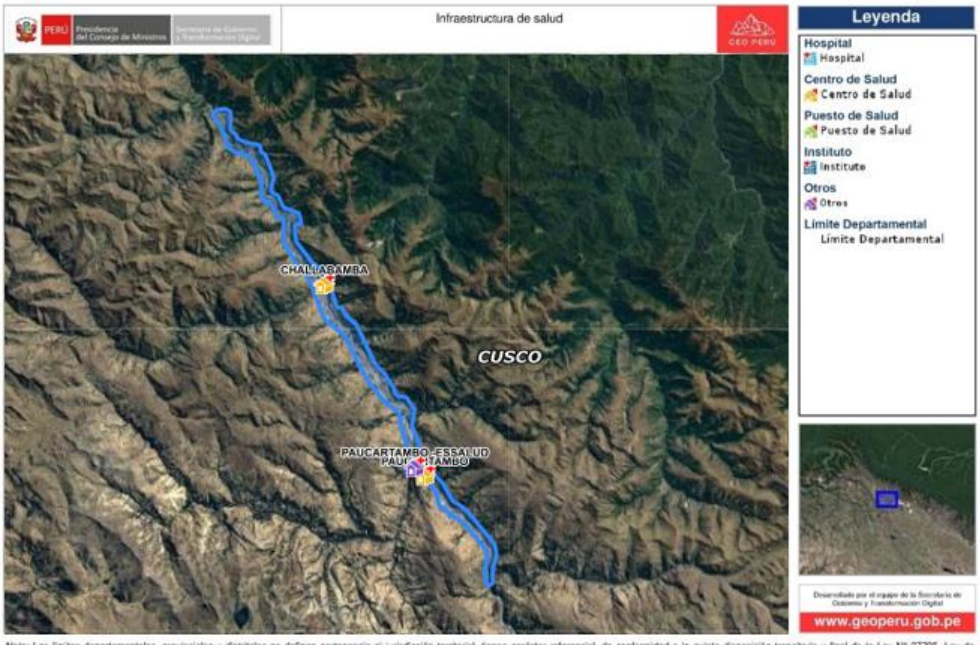
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Infraestructura de salud

Según los datos del Ministerio de Salud (MINSA) en el ámbito de estudio se encuentra 2 centros de salud y no se encontró puestos de salud. Sin embargo, en el trabajo de campo se identificaron otros 2 centros de salud y 1 puesto de salud Paucartambo ESSALUD.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 10: Infraestructuras de salud



Fuente: Ministerio de Salud (MINSA)

Infraestructura educativa

Según los datos del Ministerio de Educación (MINEDU) en el ámbito de estudio se encuentran 14 instituciones educativas. Por otro lado, en el trabajo de campo se identificaron otras 6 instituciones educativas.

Imagen N° 11: Infraestructuras educativa

Fuente: Ministerio de Educación (MINEDU).

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

Infraestructura de seguridad ciudadana

Según los datos del Ministerio del Interior (MININTER) en el ámbito de estudio se encuentra 1 comisaria y en el trabajo de campo se identificó 1 comisaria más.

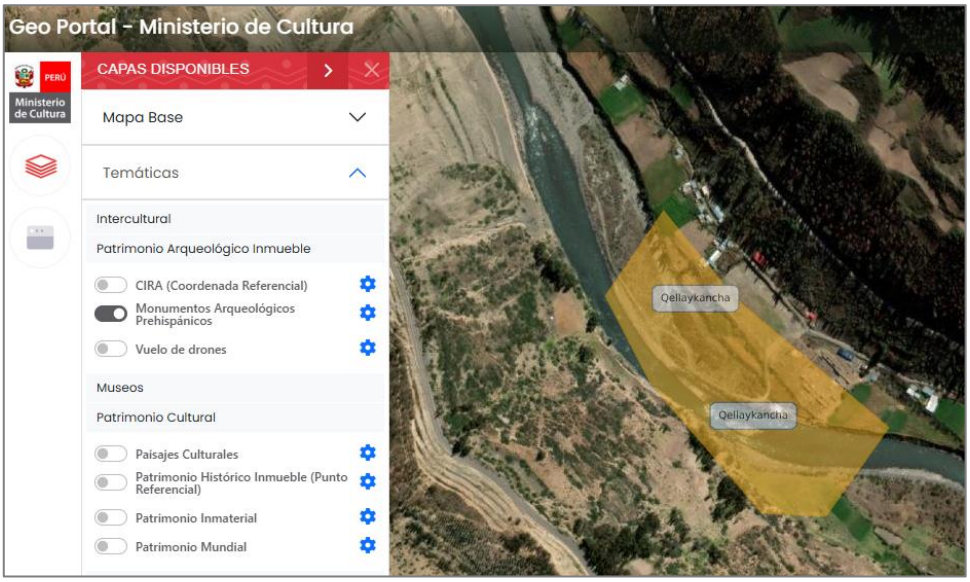
Imagen N° 12: Infraestructuras de seguridad ciudadana

Fuente: Ministerio del Interior (MININTER).

Monumentos arqueológicos

Según los datos del Ministerio de Cultura en el ámbito del proyecto se tiene el SITIO ARQUEOLÓGICO DE QUELLAYKANCHA en la margen derecha del rio Mapacho

Imagen N° 13: Monumentos arqueológicos



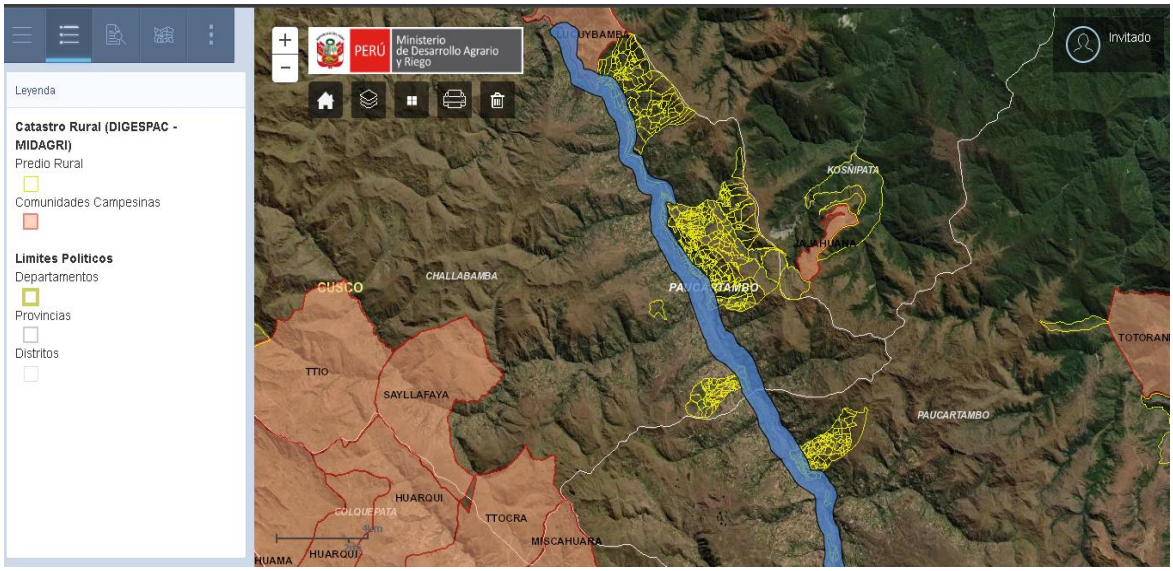
Fuente: Ministerio de Cultura.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

2.1.2. PREDIOS AGRÍCOLAS – SICAR

En los predios agrícolas - SICAR se consideró la información del Catastro Rural del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI).

Imagen N° 14: Áreas agrícolas SICAR y comunidades



Fuente: Catastro Rural del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

2.1.3. PREDIOS URBANOS

El IMA a través de la DPAGC elaboro el catastro del ámbito del proyecto ya que no se contó con la información catastral de los centros poblados circunscritos al ámbito del proyecto.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 15: Predios urbanos

Fuente: Equipo técnico / Catastro.

2.2. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

2.2.1. CARACTERÍSTICAS SOCIALES

POBLACIÓN

- **Cantidad de habitantes**

Se realizaron encuestas de campo entre los meses de septiembre y octubre de 2024, del análisis de estas encuestas, se determinó que, en el ámbito de influencia del peligro por inundación y erosión fluvial, se tiene aproximadamente 7,233 habitantes, 2,532 en el distrito de Challabamba y 4,701 en el distrito de Paucartambo. Esta información se complementó con datos del Censo Nacional del INEI (2017).

Cabe señalar que, durante la aplicación de las encuestas, algunos predios no contaban con habitantes presentes, lo que impidió registrar a todos los pobladores. Por lo tanto, los datos presentados son aproximados.

Cuadro N° 10: Población por distritos dentro del ámbito de influencia del peligro por inundación

DISTRITO	CANTIDAD DE HABITANTES
CHALLABAMBA	2,532
PAUCARTAMBO	4,701
TOTAL	**7,233**

Fuente: Encuestas aplicadas.

- **Estructura Etaria y de Género**

Para analizar la distribución de la población según grupos etarios en el ámbito de influencia del peligro por inundación y erosión fluvial, se utilizaron los datos del censo realizado por el INEI, considerando que ***la estructura***

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 030-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

etaria no variar significativamente en periodos cortos de tiempo. Se identificaron las siguientes características:

- Distrito de Paucartambo:
  - El grupo etario de 0 a 14 años representa el 36% de la población.
  - El grupo de 15 a 29 años constituye el 23%.
  - La población de 30 a 44 años corresponde al 19%.
  - El grupo de 45 a 64 años representa el 16%.
  - La población mayor de 65 años constituye el 6%.
- Distrito de Challabamba:
  - El grupo etario de 0 a 14 años representa el 34% de la población.
  - El grupo de 15 a 29 años constituye el 23%.
  - La población de 30 a 44 años corresponde al 18%.
  - El grupo de 45 a 64 años representa el 17%.
  - La población mayor de 65 años constituye el 7%.

En ambos distritos, se observa que el grupo etario con mayor concentración de población es el de 0 a 14 años, seguido por el de 15 a 29 años.

En cuanto a la distribución de género:

- En el distrito de Paucartambo, el 50.1% de la población es masculina y el 49.9% femenina.
- En el distrito de Challabamba, la proporción es similar, con un 49.9% de hombres y un 50.1% de mujeres.

➢ **Edad Promedio de la Población**

La edad promedio de la población en los distritos de Paucartambo y Challabamba es de 27 años.

PREDIOS URBANOS

En el ámbito de influencia del peligro, se identificaron una totalidad de 2,773 predios, de los cuales 1,063 se ubican en el distrito de Challabamba y 1,710 en el distrito de Paucartambo. Asimismo, estos predios fueron clasificados según el estado situacional de su uso. Cabe señalar que estos distritos ambos distritos posen la mayor cantidad predios en la provincia de Paucartambo. En el siguiente cuadro se muestran los detalles.

Cuadro N° 11: Cantidad de predios urbanos por distrito, según estado situacional

DISTRITO	CANTIDAD DE PREDIOS	ESTADO SITUACIONAL DE LOS LOTES			
		Lote vacío	Lote en construcción	Lote con edificación	Lote abandonado
CHALLABAMBA	1,063	215	14	750	84
PAUCARTAMBO	1,710	403	37	1,196	74
TOTAL GENERAL	2,773	618	51	1,946	158

Fuente: Trabajo de campo.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

SERVICIOS BÁSICOS

➢ AGUA

Respecto de la fuente de abastecimiento de agua de las viviendas del ámbito de influencia, presentan las siguientes características: el 54.6% de las viviendas se abastece de la red de abastecimiento público, el 26.3% de las viviendas se abastece de agua de manantial, el 13.2% de viviendas se abastece de agua de acequia y el 5.3% de viviendas se abastece de agua de río o lago.

EDUCACIÓN

➢ EDUCACIÓN BÁSICA REGULAR

En relación a la estadística educativa en el ámbito de influencia, se puede apreciar:

En el distrito de Paucartambo, las instituciones educativas según el nivel se distribuyen de la siguiente manera:

Cuadro N° 12: Instituciones educativas en el distrito de Paucartambo.

Institución Educativa	Cantidad de II.EE.	Cantidad de alumnos
Educación básico alternativa	1	10
Inicial – Jardín	5	362
Primaria	7	975
Secundaria	6	1004
Educación especial	1	6
Superior Pedagógica	2	
Total	26	2351

Fuente: ESCALE - Unidad de Estadística Educativa - Ministerio de Educación.

En el distrito de Challabamba, las instituciones educativas según el nivel se distribuyen de la siguiente manera:

Cuadro N° 13: Instituciones educativas en el distrito de Challabamba.

Institución Educativa	Cantidad de II.EE.	Cantidad de alumnos
Inicial – Jardín	6	206
Primaria	4	676
Secundaria	1	643
Total	6	1610

Fuente: ESCALE - Unidad de Estadística Educativa - Ministerio de Educación.

➢ NIVEL DE EDUCACIÓN

En los distritos de Paucartambo y Challabamba, el 86% de la población del ámbito de influencia, precisa que sabe leer y escribir, y el 14% restante no sabe leer ni escribir.

Asimismo, el 22.9% se registró sin nivel educativo, el 1.1% el nivel de inicial, 35.3% de la población encuestada alcanzó como grado máximo de estudios el nivel primario, el 32.4% alcanzó el nivel secundario, 8% el grado superior y 0.3%alcanzo el nivel de maestría/doctorado.

ANALFABETISMO

Según los datos disponibles por distritos, el 29% de la población del distrito de Paucartambo y el 30% del distrito de Challabamba se encuentra en condición de analfabetismo. (https://estadist.inei.gob.pe/map).

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

SALUD

En el ámbito de influencia del proyecto, se evidencia que el 80% de los beneficiarios cuentan con seguro de salud, específicamente con Seguro Integral de Salud (SIS) y el otro 20% no cuenta con ningún tipo de seguro de salud.

2.2.2. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

- **POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA**

La población económicamente activa en el distrito de Challabamba asciende a 5,096 personas y en Paucartambo a 6,926 personas.

Cuadro N° 14: Población económicamente activa

DISTRITO	PEA
CHALLABAMBA	5,096
PAUCARTAMBO	6,926

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

2.3. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICAS

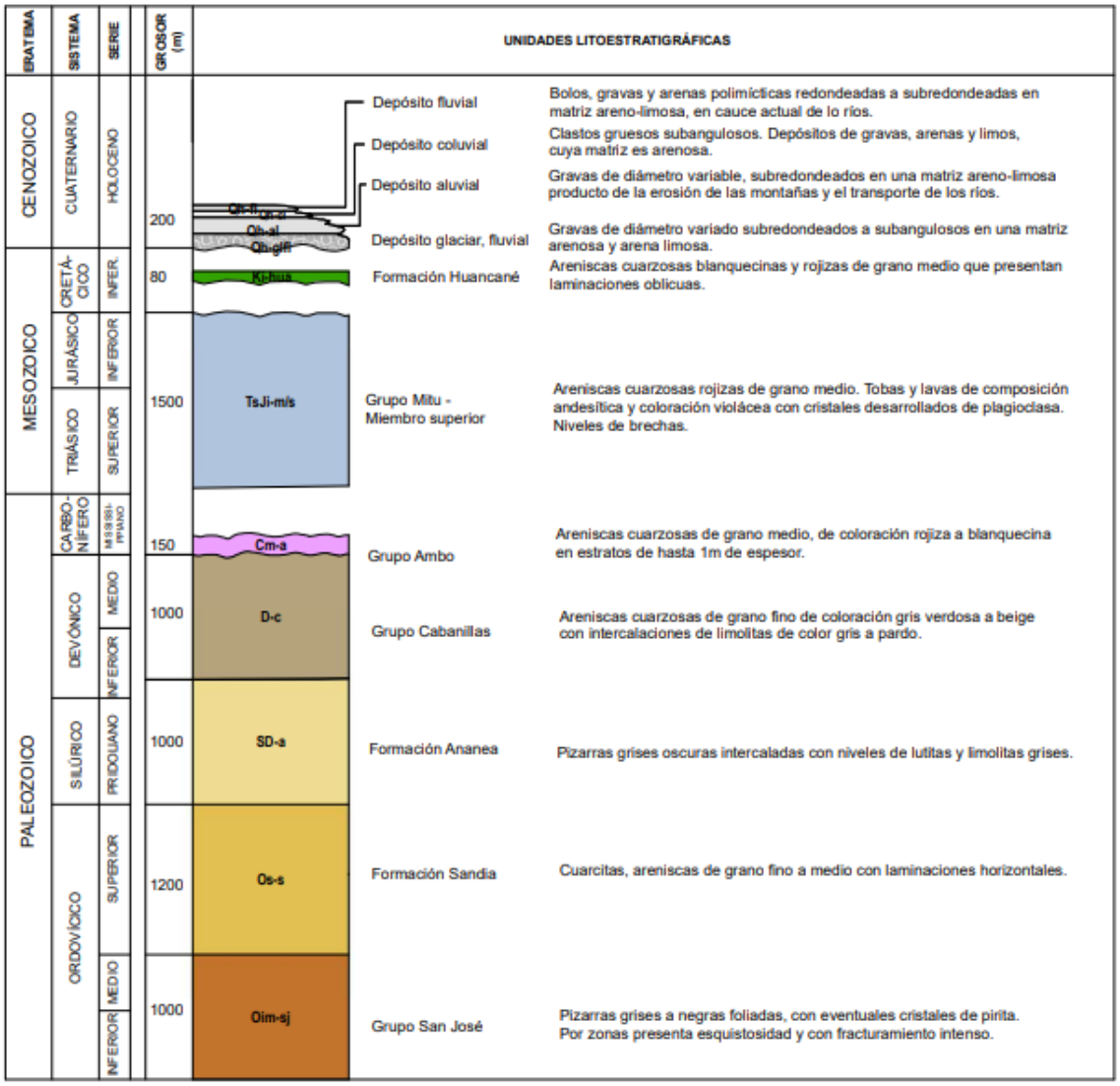
2.3.1. UNIDADES GEOLÓGICAS

Según el mapa geológico del cuadrángulo de Calca(27-s) a escala 1:100,000 del INGEMMET en el ámbito del proyecto se tiene unidades geológicas que van desde el paleozoico representada por las Formaciones Sandia, Ananea, Grupo San Jose, Grupo Cabanillas, Grupo Ambo, Plutón Apocañajuay y Stock Calayoc ; y el mesozoico representado por la Formaciones Muni, Huancané y Grupo Mitú; y el cenozoico representada por depósitos inconsolidados que recubren las formaciones del Paleozoico resultado de los procesos geodinámicos como depósitos fluviales, coluviales, fluvioglaciares, aluviales y glaciares.

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.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 16: Leyenda de unidades geológicas



Fuente: INGEMMET, Boletín Geológico del cuadrángulo de Calca hoja 27-s.

2.3.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Según el INGEMMET en el Cuadrángulo de Calca (27-s) la zona de estudio se encuentra y se describen, entonces, algunas fallas regionales, plegamientos y zonas de cizalla que son importantes en la configuración geológica de la zona en estudio. La Falla Acjanaco – Espingune, se trata de una falla regional de orientación NO-SE con vergencia al SO, que hace cabalgar a las areniscas de la Formación Sandia sobre el Grupo Cabanillas, su traza se reconoció desde el cerro Quipupata (hoja 27s1) hasta las cercanías de Espingune (hoja 27s2), pero su traza se puede seguir hasta el cuadrángulo de Chontachaca por el SE, mientras que en el NO su traza se trunca por un lineamiento NNO-SSE a la altura del cerro Yanacocha.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

2.3.3. UNIDADES GEOLÓGICAS LOCALES

Se ajustó la cartografía del mapa geológico del cuadrángulo de Ocongate (28-t) y del cuadrángulo de Calca (27-s) del INGEMMET, según a la escala de evaluación y se identificó otras unidades geológicas en base a la litología. A continuación, se muestra un resumen de la distribución espacial de las unidades geológicas en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 15: Clasificación de unidades geológicas locales

SIMBOLOGÍA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	AREA (ha)	AREA (%)
SD-a	Formación Sandia	Estratos delgados de areniscas gris oscuras, con laminaciones horizontales intercaladas con escasos niveles de pizarras negras hacia la base; seguidas de potentes niveles de areniscas grises con laminaciones horizontales y onduladas de areniscas cuarzosas blanco amarillentas.	303.3	13.1%
D-c	Grupo Cabanillas	Esta unidad geológica está compuesta por secuencias de areniscas y pizarras.	412.4	17.8%
Qh-glfl	Deposito Glaciar	Estos depósitos detríticos están compuestos de gravas y arenas con presencia de bloques, los clastos son subredondeados a redondeados	110.1	4.8%
Qh-fl	Deposito Fluvial	Estos depósitos detríticos están compuestos de gravas y arenas con clastos redondeados	322.7	13.9%
Qh-co	Deposito Coluvial	Estos depósitos detríticos están compuestos por gravas y arenas con matriz limoarcillosa	464.9	20.1%
Qh-al	Depósito Aluvial	Estos depósitos detríticos están compuestos por la acumulación de gravas y arenas de formación antigua	500.6	21.6%
		Rio	201.3	8.7%
TOTAL			**2,315.2**	**100.0%**

Fuente: Adaptado del IMGEMMET.

A nivel local, los afloramientos rocosos de pizarras y areniscas de la Formación Sandia y el Grupo Cabanillas representan el 30.9% del área mapeada geológicamente. Los depósitos cuaternarios conformado por depósitos coluviales, aluviales, glaciares y fluviales, abarcan el 60.4% del total mapeado.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Fotografía N° 1: Vista de pizarras negras en la base del puente Carlos IIII

Fuente: Equipo técnico.

Fotografía N° 2: Vista de los depósitos fluviales del río Mapacho, sector Pilco Grande

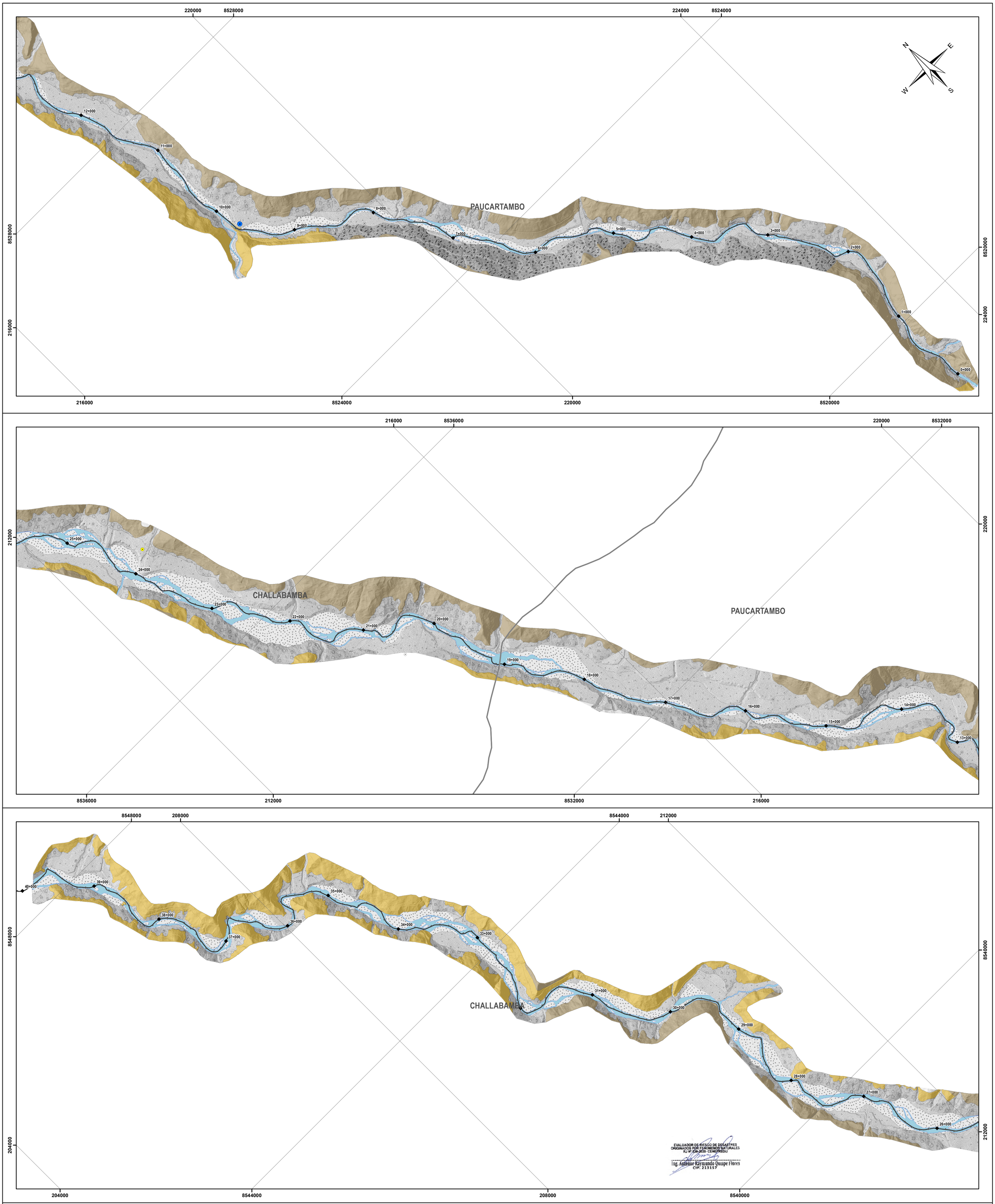
Fuente: Equipo técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Fotografía N° 3: Vista de depósitos aluviales, sector Pilco Grande

Fuente: Equipo técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157



EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES
RJ N° 030-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

LEYENDA

PROPRESIVAS
- Principal
- Secundario

CURVAS DE NIVEL
- MAYOR
- MENOR

CCPP
- CCPP
- CAPITAL

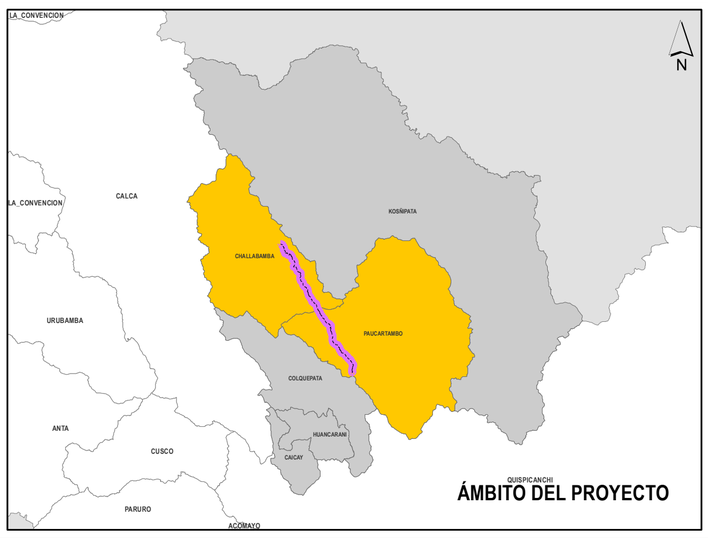
- Eje de rio
- Laguna

UNIDADES GEOLÓGICAS

UNIDAD	
Rio	Depósito coluvial
Depósito fluvial	Depósito glaciar
Depósito aluvial	Formación Sandia
	Grupo Cabanillas

ESCALA GRAFICA: 0 250 500 1,000 1,500 2,000 m

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 19S



ÁMBITO DEL PROYECTO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

IMA Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO"

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS LOCALES

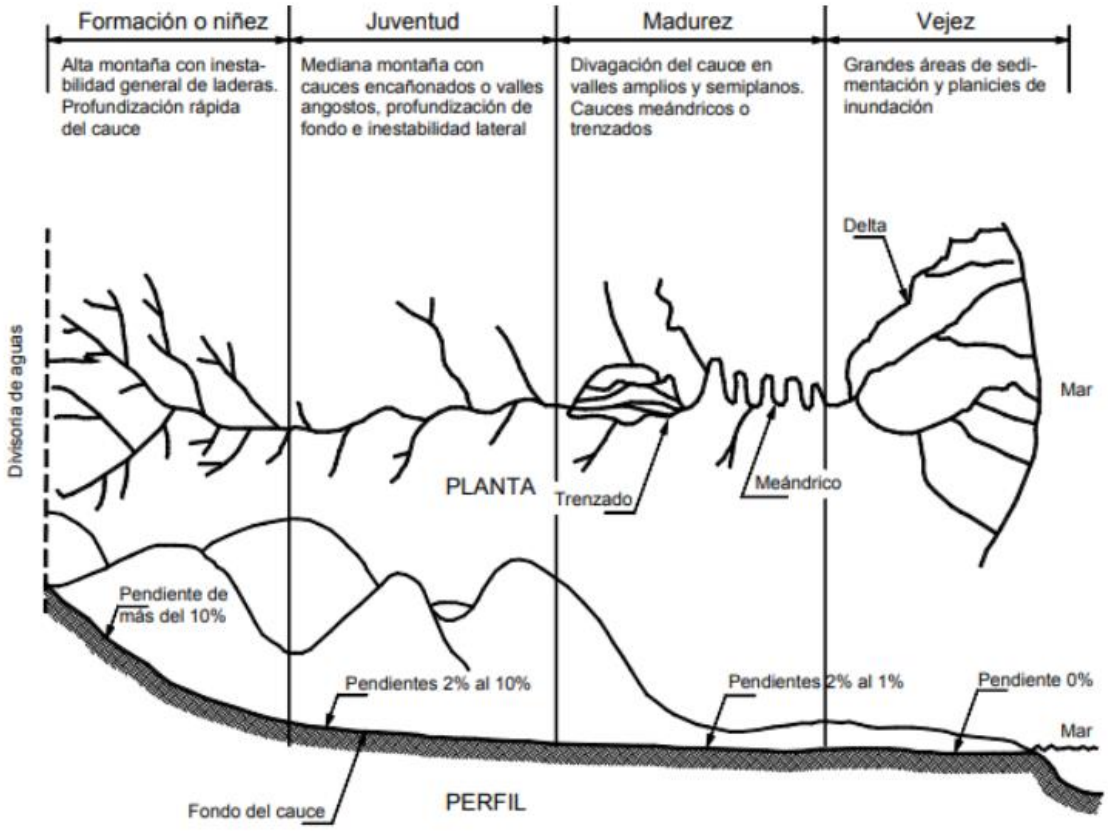
CÓDIGO: 03

ELABORADO POR: - ING. ANTENOR R. QUISPE FLORES **REVISADO POR:**	**FUENTE:** INGEMMET PER IMA, INEI, MTC. LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES	**ESCALA:** 1:20,000 **FECHA:** SETIEMBRE, 2024

2.3.4. MORFOLOGÍA DEL RIO MAPACHO

El área de estudio comprende un tramo del río Mapacho, desde el kilómetro 0+000 hasta el 36+000, que se encuentra en una fase de transición geomorfológica de juventud a madurez. En los primeros kilómetros, el río muestra pendientes entre el 2% y el 10%, características de un río joven con altas velocidades de flujo. A medida que avanza, la pendiente disminuye a un rango de entre 2% y 1%, típico de un río maduro, con menor velocidad de flujo. En este tramo se observa la presencia de barras laterales y centrales, compuestas principalmente por gravas, arenas y cantos rodados, que provienen de las zonas de formación. Esta disminución de pendiente y velocidad genera condiciones favorables para la divagación del cauce, especialmente en áreas de menor declive.

Imagen N° 17: Etapas de formación de un rio

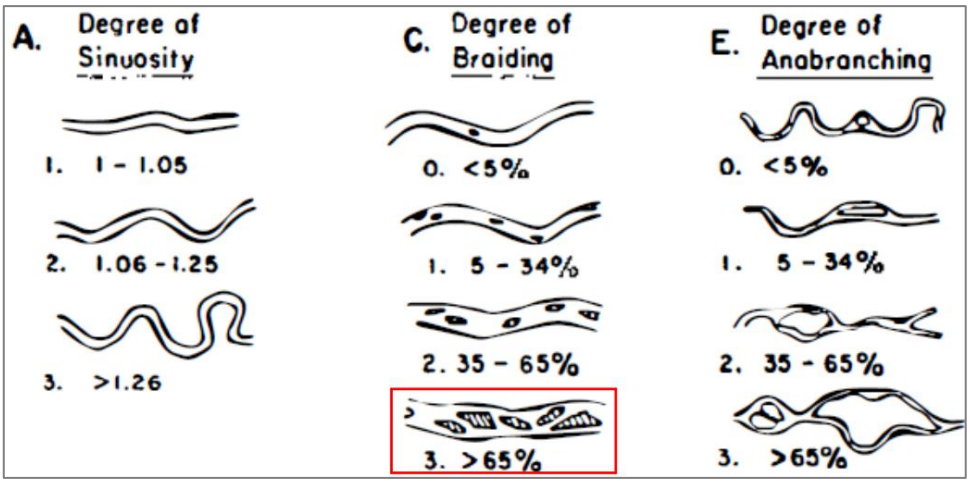


Fuente: Control de erosión en zonas tropicales por J. Suarez, 2001.

La fuerza de la corriente del río genera procesos de erosión y socavación en las laderas, afectando su estabilidad, especialmente en zonas propensas a deslizamientos, donde el material es arrastrado hacia el cauce y aumenta la carga sedimentaria. En planta, el río en estudio presenta un patrón trenzado con un grado de trenzamiento superior al 65%. Schumm (1985) señala que las dimensiones del río dependen en gran parte de la descarga de agua, mientras que la forma y el patrón están ligados al tipo y cantidad de sedimentos transportados. A continuación se presenta una clasificación de los tipos de canales y su estabilidad en función de estas variables.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 18: Tipos de patrones de canales

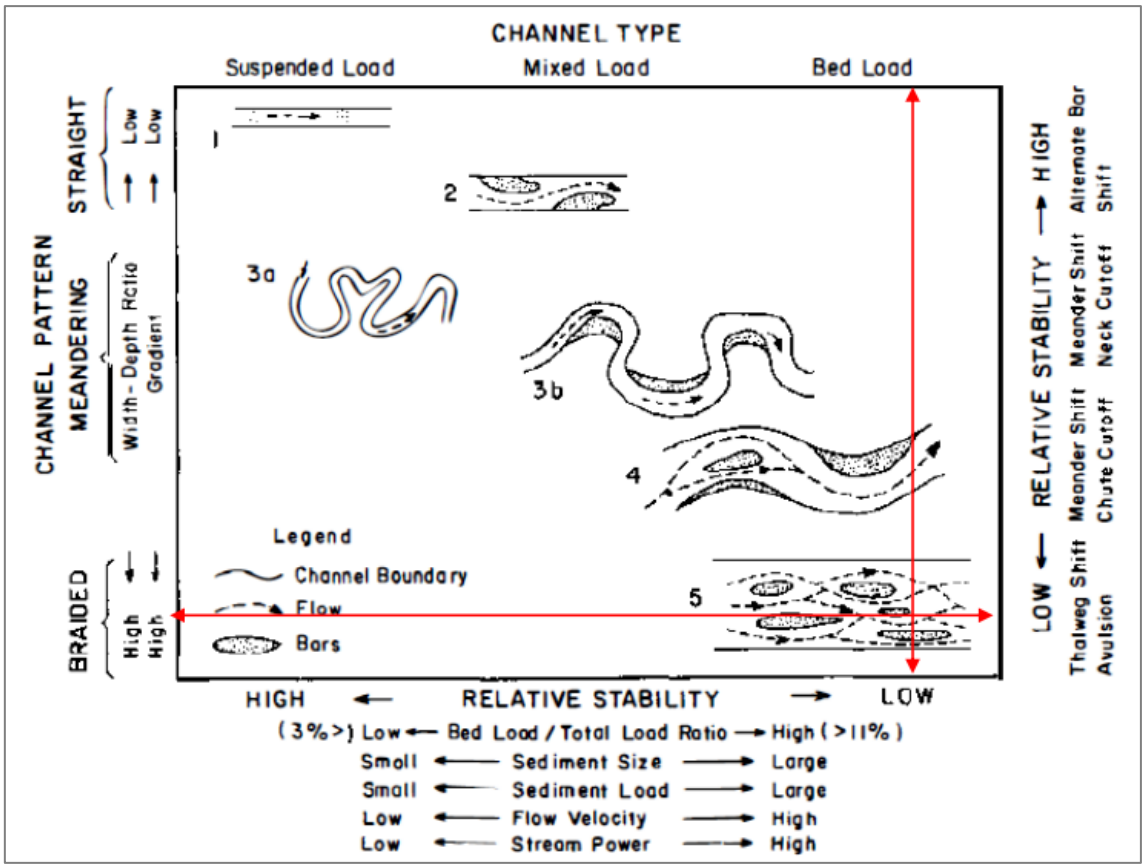


Fuente: Patterns of Alluvial Rivers por Schumm, 1985.

El tramo del río Mapacho que se va a intervenir en el Proyecto de Inversión corresponde a un canal trenzado, de ***orden 5*** según Schumm (1985). Este tipo de río se caracteriza por una carga de fondo compuesta por sedimentos de gran tamaño y una alta velocidad de corriente, lo que facilita la erosión de los bancos. La relación ancho-profundidad es alta (> 40) y la pendiente del canal es considerable. Además, se forman barras que, junto con el "thalweg", muestran un comportamiento inestable. La descripción de Schumm se ajusta adecuadamente a las características observadas en el sector de estudio del río Mapacho.

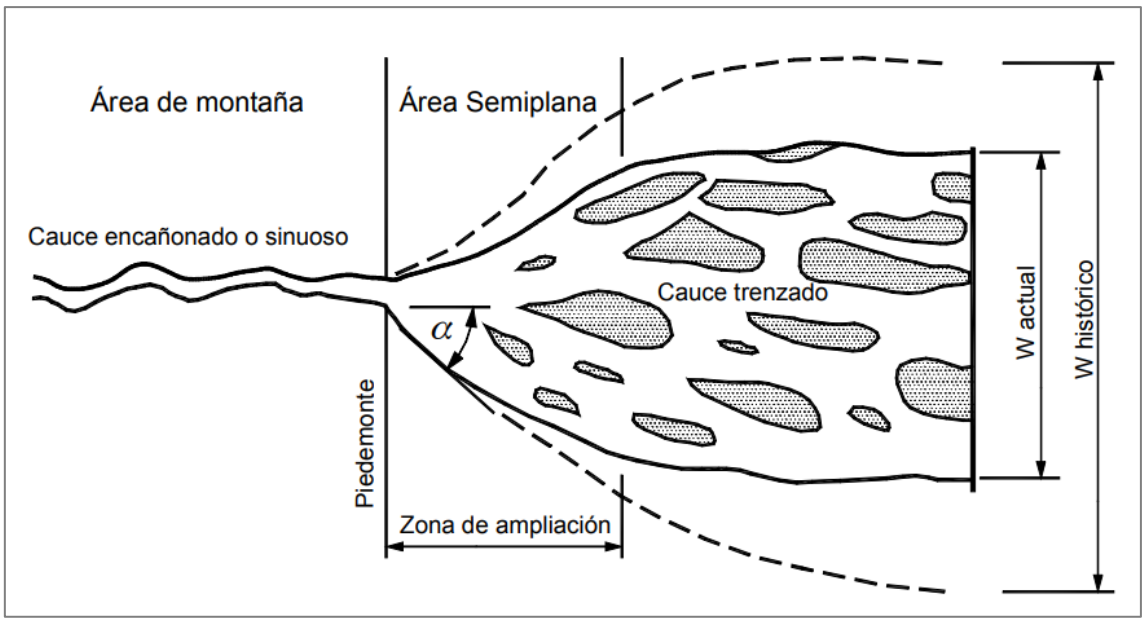
EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 19: Clasificación de ríos basados en el patrón en planta y el tipo de carga de sedimentos



Fuente: Patterns of Alluvial Rivers por Schumm, 1985.

Imagen N° 20: Representación esquemática de la formación de trenzados en sitios de pie de monte



Fuente: Control de erosión en zonas tropicales por J. Suarez, 2001.

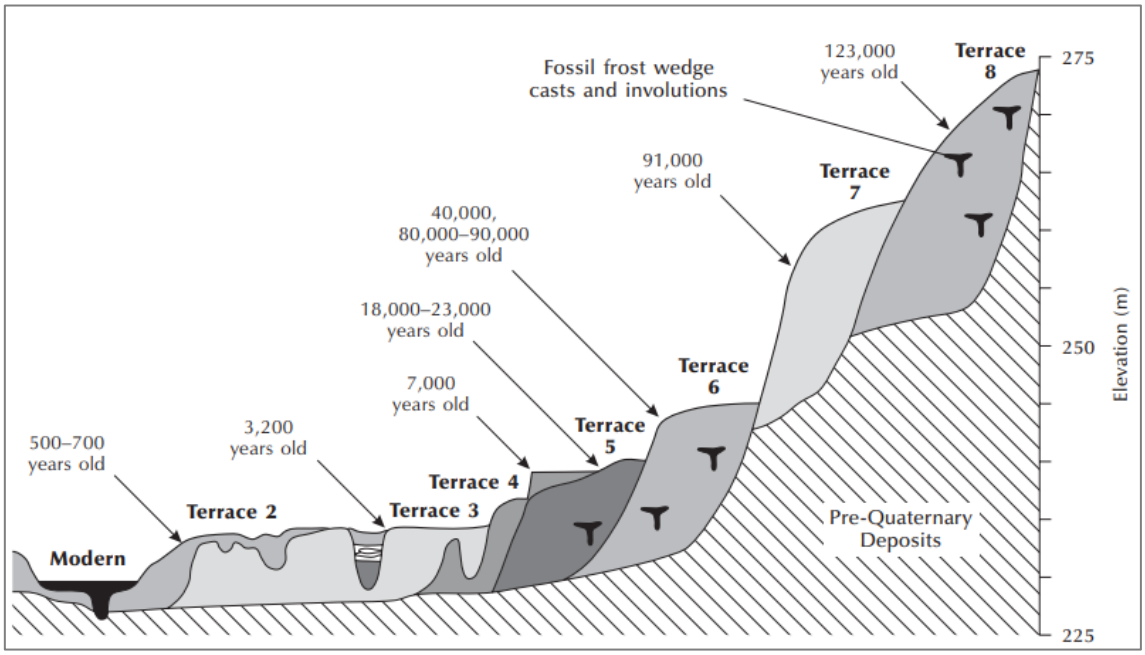
EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

2.3.5. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

En un ambiente geomorfológico fluvial, los procesos de erosión y sedimentación están estrechamente relacionados con la evolución del río a lo largo de su curso, particularmente durante su fase de madurez y el encajonamiento del cauce. Comprender estos procesos permite identificar y mapear unidades geomorfológicas, como terrazas aluviales, llanuras de inundación, conos aluviales y piedemontes, que son esenciales para la evaluación de la dinámica fluvial.

El mapeo geomorfológico es fundamental para evaluar la susceptibilidad a inundaciones y la erosión fluvial, ya que refleja la interacción entre los procesos geológicos y climáticos que modelan los ríos. Las terrazas fluviales, formadas por movimientos tectónicos y cambios climáticos, son registros importantes de episodios de sedimentación y erosión.

Imagen N° 21: ilustración de la dinámica fluvial



Fuente: Fundamental of Geomorphology PDF book by Richard John HUGGETT 2nd edition

Según el mapa geomorfológico elaborado por el INGEMMET a escala regional la zona de estudio corresponde a montañas, colinas y lomadas, piedemontes, valle, planicie, depresiones y cuerpos de agua. Se ajustó la cartografía según la escala de evaluación y se identificó unidades geomorfológicas locales.

A continuación, se describe las unidades geológicas identificadas y caracterizadas para el ámbito de intervención.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 16: Clasificación de unidades geomorfológicas

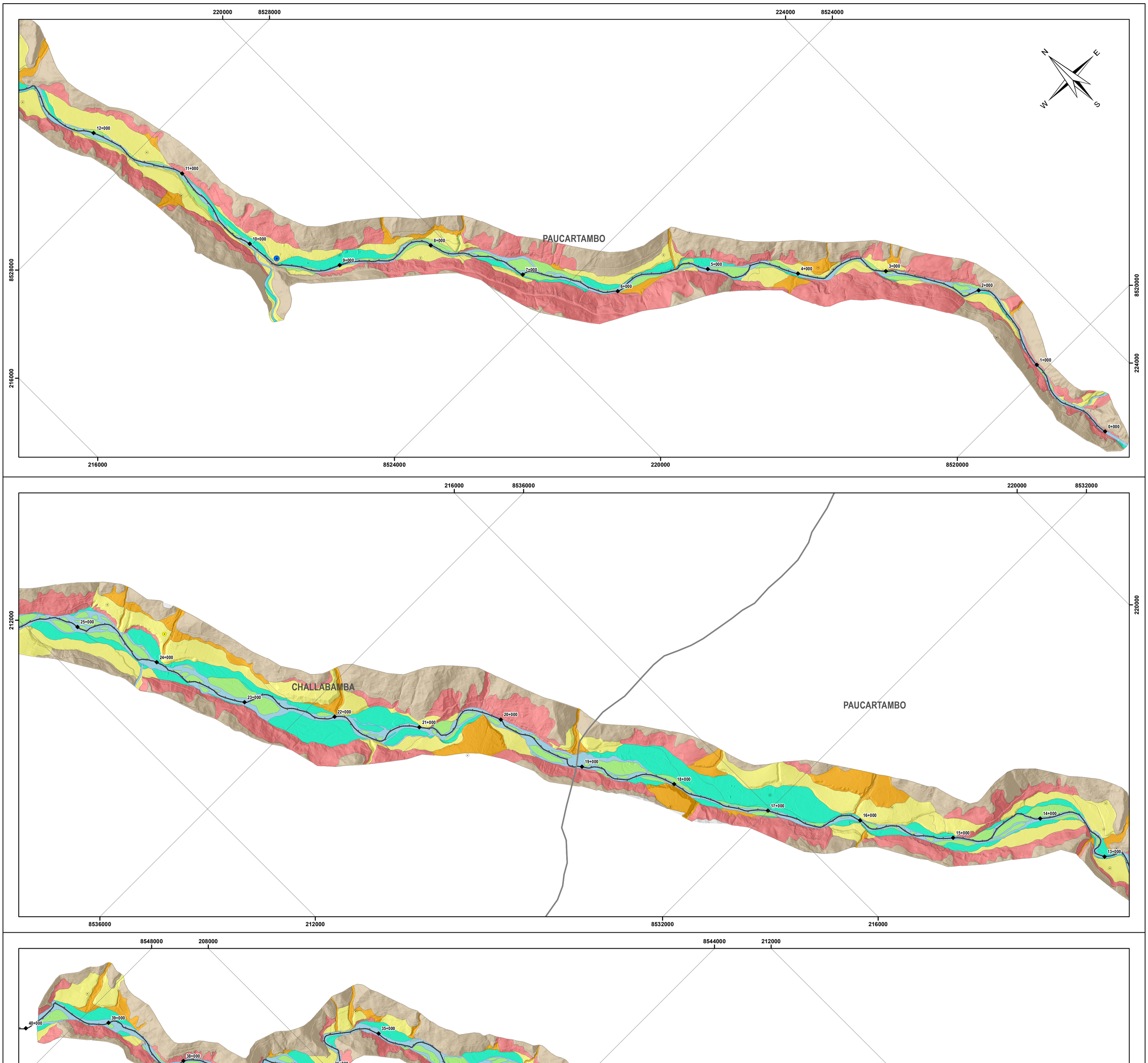
UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
Ladera de montaña	715.6	30.9%
Ladera denudacional	558.6	24.1%
Pie de mote o cono aluvial	119.5	5.2%
Terraza aluvial	362.7	15.7%
Llanura de inundación	237.2	10.2%
Barra	120.4	5.2%
Rio	201.2	8.7%
Total general	2315.2	100.0%

Fuente: Adaptado del IMGEMMET.

Fotografía N° 4: Vista del cauce del rio Mapacho, tramo sinuoso, con presencia de barras laterales en la margen izquierda

Fuente: Equipo técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157



LEYENDA

PROPRESIVAS
- Principal
- Secundario

CURVAS DE NIVEL
- MAYOR
- MENOR

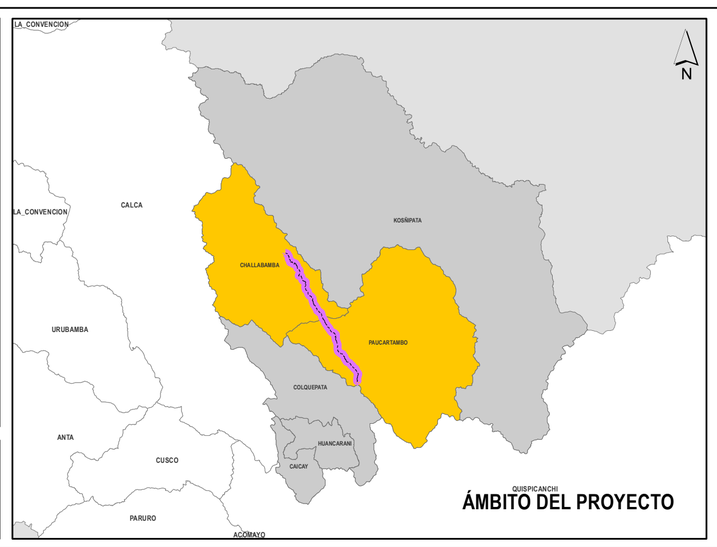
CCPP
- CCPP
- CAPITAL

- Eje de rio
- Laguna

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
- Rio
- Barra
- Llanura de inundación
- Terraza aluvial
- Pie de mote o cono aluvial
- Ladera denudacional
- Ladera de montaña

ESCALA GRAFICA: 0 250 500 1,000 1,500 2,000 m

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 19S



ÁMBITO DEL PROYECTO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

IMA Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO"

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

CÓDIGO: 04

ELABORADO POR:
- ING. ANTENOR R. QUISPE FLORES

REVISADO POR:

FUENTE: INGEMMET PER IMA, INEI, MTC.

LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES

ESCALA: 1:20,000

FECHA: SETIEMBRE, 2024

2.3.6. PENDIENTES DEL TERRENO

La pendiente mide el grado de inclinación del terreno, permite delimitar zonas con mayor susceptibilidad a la erosión, ya que, a mayor pendiente, mayor es la erosión del suelo.

La clasificación de pendientes se realizó utilizando el Decreto Supremo N° 005-2022-MIDAGRI, que aprueba el "Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor" y establece clases de pendientes.

Cuadro N° 17: Clases de pendientes

Símbolo	Pendiente corta (%)	Denominación	Pendiente larga (%)	Denominación
A	0 - 4	Plana a ligeramente inclinada	0 - 2	Plana o casi a nivel
B	4 - 8	Moderadamente inclinada	2 - 4	Ligeramente inclinada
C	8 - 15	Fuertemente inclinada	4 - 8	Moderadamente inclinada
D	15 - 25	Moderadamente empinada	8 - 15	Fuertemente inclinada
E	25 - 50	Empinada	15 - 25	Moderadamente empinada
F	50 - 75	Muy empinada	25 - 50	Empinada
G	> 75	Extremadamente empinada	50 - 75	Muy empinada
H			> 75	Extremadamente empinada

Fuente: Decreto Supremo N° 005-2022-MIDAGRI

Según la metodología del CENEPRED para determinar el mapa de peligrosidad, se requieren cinco descriptores. Se agruparon los rangos de pendientes y, en el siguiente cuadro, se muestra el detalle de esta agrupación y su relación con la erosión.

Cuadro N° 18: Clases de pendientes

Rango de Pendiente (%)	Denominación
0-8	Plana a moderadamente inclinada
8-15	Fuertemente inclinada
15-25	Moderadamente empinada
25-50	Empinada
Mayor a 50	Muy empinada a extremadamente empinada

Fuente: Modificado del Decreto Supremo N° 005-2022-MIDAGRI

Del mapa de pendientes generado para el ámbito de estudio, se observa que predominan principalmente las pendientes planas a moderadamente inclinadas (0-8%) a lo largo del cauce del rio Mapapacho, seguidas de las pendientes muy empinadas a extremadamente empinadas (Mayor a 50%) ubicados en las laderas de montañas en ambas márgenes del rio Mapacho.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

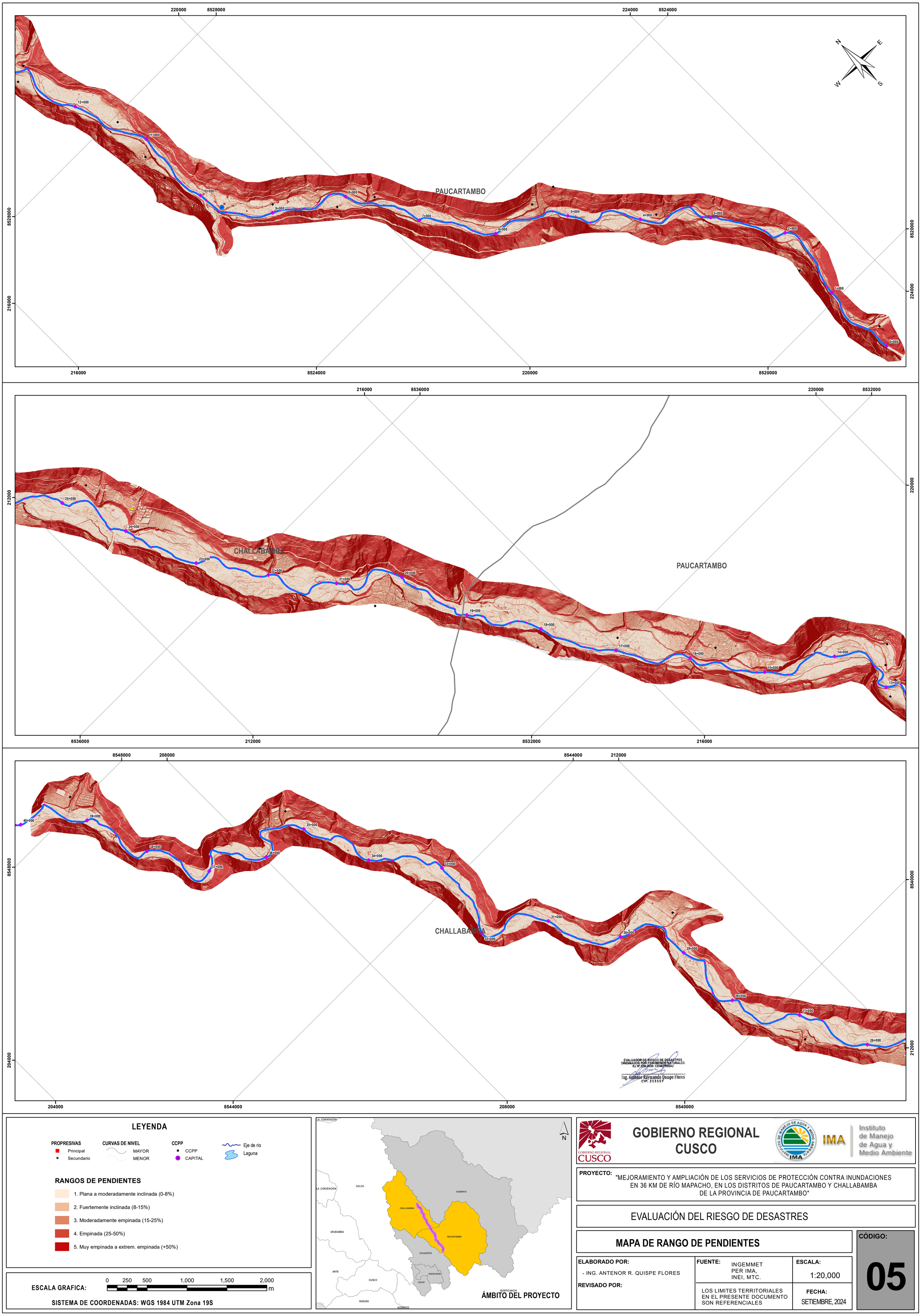
Fotografía N° 5: Plana a moderadamente inclinada (0-8%) en depósitos fluviales

Fuente: Equipo técnico.

Fotografía N° 6: Pendiente muy empinada a extremadamente empinada (Mayor a 50%)

Fuente: Equipo técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157



LEYENDA

PROPRESIVAS
- Principal
- Secundario

CURVAS DE NIVEL
- MAYOR
- MENOR

CCPP
- CCPP
- CAPITAL

- Eje de rio
- Laguna

RANGOS DE PENDIENTES

1. Plana a moderadamente inclinada (0-8%)
2. Fuertemente inclinada (8-15%)
3. Moderadamente empinada (15-25%)
4. Empinada (25-50%)
5. Muy empinada a extrem. empinada (+50%)

ESCALA GRAFICA: 0 250 500 1,000 1,500 2,000 m

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 19S

ÁMBITO DEL PROYECTO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

IMA Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO"

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

MAPA DE RANGO DE PENDIENTES

CÓDIGO: 05

ELABORADO POR: - ING. ANTENOR R. QUISPE FLORES **REVISADO POR:**	**FUENTE:** INGEMMET PER IMA, INEI, MTC. LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES	**ESCALA:** 1:20,000 **FECHA:** SETIEMBRE, 2024

2.4. HIDROLOGÍA - CAUDALES MÁXIMOS

Las crecidas de los cursos de agua en la época de lluvias producen erosión rivereña e inundaciones en tramos que afectan campos de cultivos, poblaciones e infraestructura de servicios, estos fenómenos vienen ocurriendo periódicamente, producto de ello es que la ANA identificó en la zona la existencia de cuatro (04) puntos críticos de desbordamiento en época de lluvias. En ese entender la entidad del IMA a través de la DPAGC elaboro el Estudio Hidrológico para determinar los caudales máximos, este estudio sirve como insumo en la presente evaluación de riesgos, a continuación se describe los aspecto más relevantes.

PARÁMETROS MORFOLÓGICOS DE LA CUENCA

La delimitación hidrográfica de la cuenca del río Mapacho y determinación de parámetros morfológicos fueron determinados en el mencionado estudio que determinan comportamientos hidrológicos diferenciados.

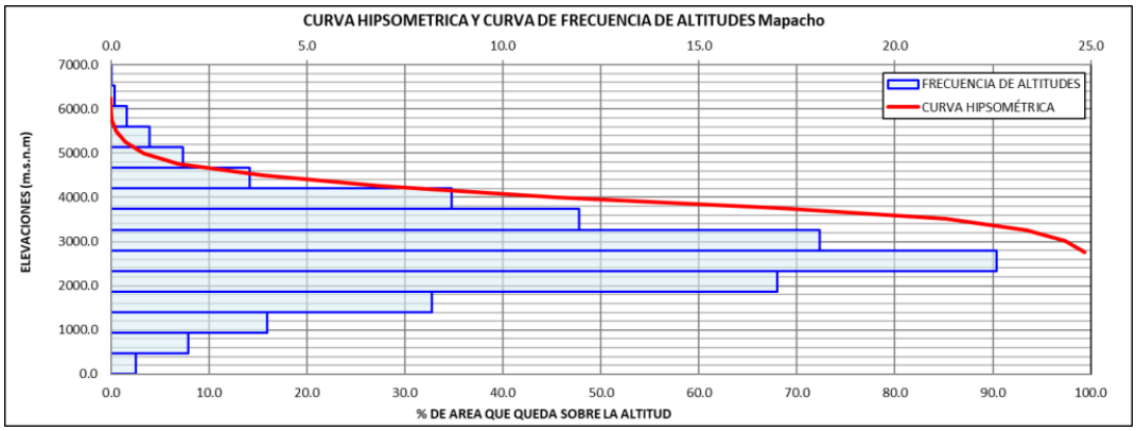
Cuadro N° 19: Parámetros geomorfológicos de la cuenca del rio Mapacho

	PARAMETROS	UND	NOMENCLATURA	Mapacho
PARÁMETROS GEOMÉTRICOS	Área de la cuenca	Km²	A	2,990.58
	Perímetro	Km.	P	396.21
	Centro de Gravedad de la cuenca (UTM)	m	ESTE (X)	232,160.10
		m	NORTE (Y)	8,508,930.00
PARÁMETROS DE FORMA	Índice de Compacidad o Coeficiente de Gravelius (Kc)	s/U	$Kc = 0.282\ P / (A)^{1/2}$	2.04
	Longitud paralela al curso más largo	Km.	LB	112.78
	Ancho Medio	Km.	AM = A / LB	26.52
	Factor de Forma (Kf)	s/U	Kf = AM / LB	0.24
	Relación de Elongación (Re)	s/U	$R=1.1284(A)^{1/2}/LB$	0.55
	Radio de Circularidad (Rci)	s/U	$4\ nA/P^2$	0.24
	Rectangulo Equivalente			
	Lado Mayor	Km.	$L = Kc*(pi*A)^{1/2}/2*(1+(1-4/pi*Kc^2))$	167.92
	Lado Menor	Km.	B= At / L	17.81
PARÁMETROS DE LA RED HIDROGRÁFICA	LONGITUD DE CORRIENTES DE ACUERDO AL GRADO DE RAMIFICACIÓN	Km.	Orden 1	327.79
		Km.	Orden 2	90.97
		Km.	Orden 3	70.10
		Km.	Orden 4	
	Long. Total de corrientes	Km.	Lt	488.86
	NÚMEROS DE RIOS PARA LOS DIFERENTES GRADOS DE RAMIFICACIÓN	s/U	Orden 1	28.00
		s/U	Orden 2	16.00
		s/U	Orden 3	11.00
		s/U	Orden 4	
	Número Total de corrientes		N° Ríos	55.00
	Longitud del río principal	Km.	Lr	120.02
	Densidad de drenaje	Km./Km²	Dd = Lt / At	0.16
	Pendiente media del cauce principal	m/m	Sm=(Hmáx-Hmín)/Lr	0.02
PARÁMETROS DE RELIEVE	Pendiente de la cuenca	%	S	38.90
	Pendiente cuenca (Criterio del Rectangulo Equivalente)	m/m	Ic =Ht / B	0.20
	Desnivel total de la cuenca	Km.	Ht	3.49
	Desnivel total del río	m.	Htm	2,618.31
	Altura máxima cuenca	m.s.n.m.	Hcu	6,131.00
	Altura máxima río	m.s.n.m.	Hmáx	5,263.00
	Altura mínima río	m.s.n.m.	Hmín	2,644.69
	Altura media de la cuenca	m.s.n.m.	Hm	**4,119.30**

Fuente: Estudio hidrológico de máximas avenidas – IMA.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 22: Curva Hipsométrica y Altura Media de la Cuenca

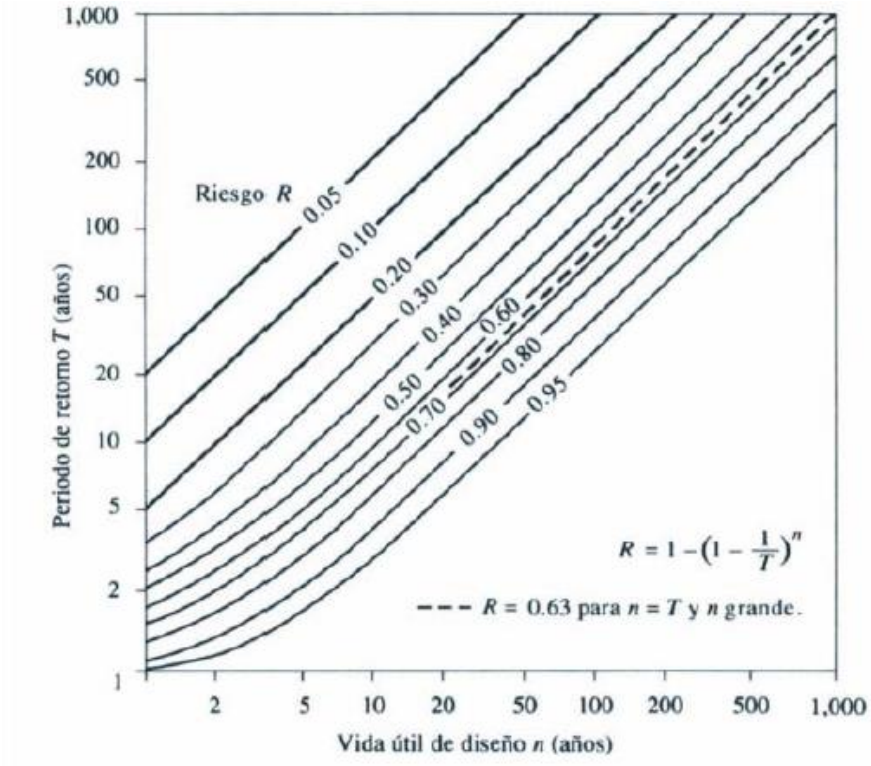


Fuente: Estudio hidrológico de caudales máximos – IMA.

DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE RETORNO

La selección del periodo de retorno para la presente evaluación es concordante al diseño de las obras de defensa ribereña. El enfoque utilizado está basado en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Gráfico N° 1: Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil



Fuente: Hidrología Aplicada Ven te Chow.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Gráfico N° 2: Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
- Se recomienda un periodo de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(**) - **Vida Útil considerado (n)**

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.

- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El Propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008

Para el diseño de estructuras hidráulicas en el cauce del río Mapacho, consideramos en función a la vida útil de 25 y 50 años para el sector rural y urbano (N) con un 40% de riesgo permisible

$$T=\frac{1}{1-(1-p)^{1/n}}$$

R	0.40	%	**R**	Riesgo de falla
n	50.00	años	**n**	vida util
T	98.4	años	**T**	Periodo de retorno
P	0.990		**P**	Probabilidad

Cuadro N° 20: riesgo admisible y periodos de retorno

SECTOR	J (RIESGO PERMISIBLE (%)	VIDA UTIL (AÑOS)	P(PROBABILIDAD DE NO OCURRENCIA)	TR (PERIODO DE RETORNO AÑOS
TRAMO URBANO	40	50	0.99	100
TRAMO RURAL	40	25	0.98	50

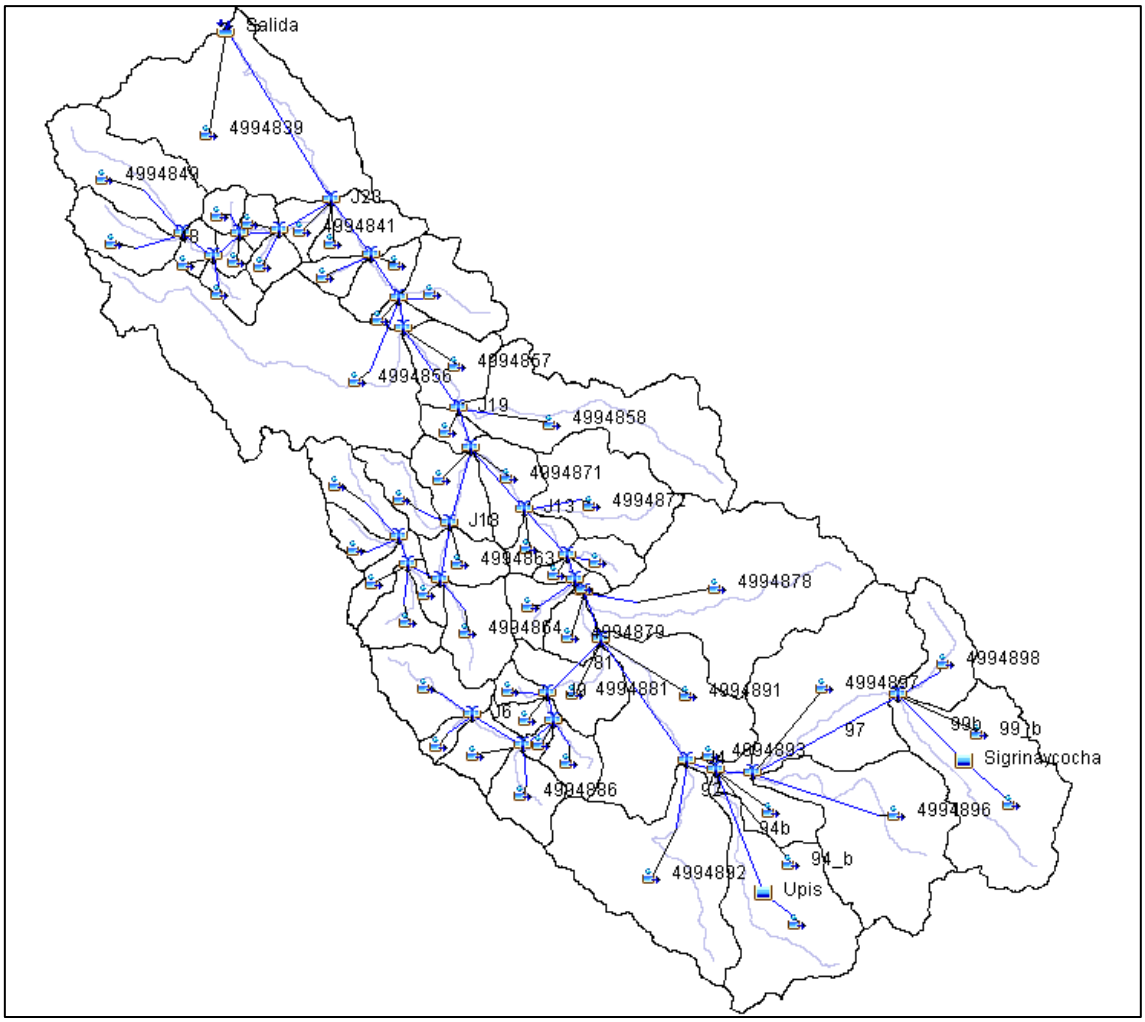
Fuente: Estudio hidrológico de máximas avenidas – IMA.

DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS

En el mencionado estudio se consideró el siguiente modelo de cuenca, donde se ingresaron los parámetros de cada cuenca

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 23: Esquema General del modelo de la cuenca en HEC-HMS



Fuente: Estudio hidrológico de máximas avenidas – IMA.

Los caudales obtenidos fueron calibrados y se obtuvo los siguientes resultados que se muestran en el siguiente cuadro

Cuadro N° 21: Caudales para periodos de retorno

Item	Elemento hidrológico HEC-HMS	Progresiva (Según perfil)	Caudal máximo (m^3/s) Tr = 50 años	Caudal máximo (m^3/s) Tr = 100 años
1	J14		580.5	700.4
2	J19	0+350	608	719.9
3	J20	9+600	582.2	684.4
4	J21	12+900	604.3	719.9
5	J22	17+300	601.3	708.1
6	J23	23+400	595.2	702.7
7	Salida		550.1	645.3

Fuente: Estudio hidrológico de máximas avenidas – IMA.

En la presente evaluación de riesgo se considera los caudales para periodo de retorno de 100 años (T=100).

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

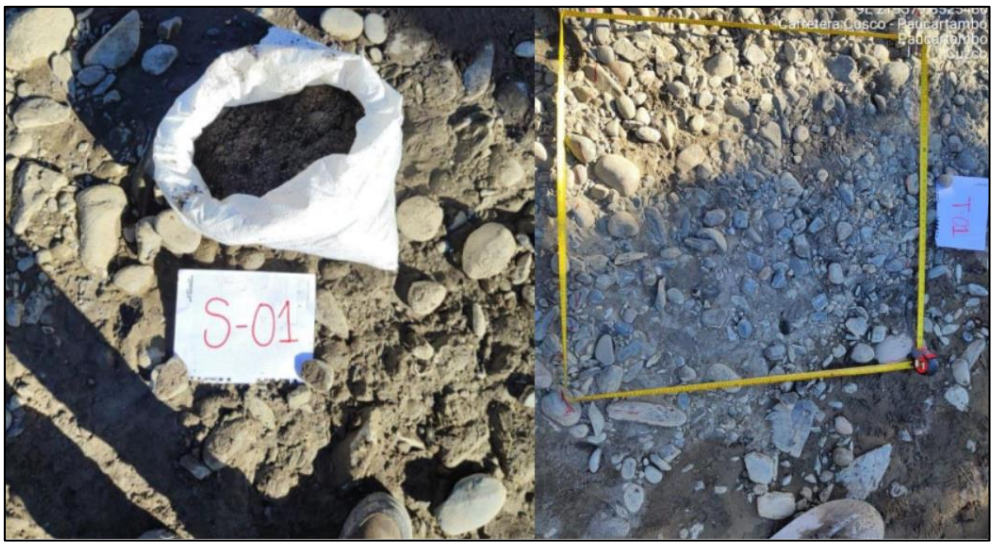
2.5. SIMULACIÓN HIDRÁULICA

2.5.1. CARACTERIZACIÓN DEL TIPO DE FLUJO Y TIPO DE SEDIMENTO

2.5.2. CÁLCULO DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

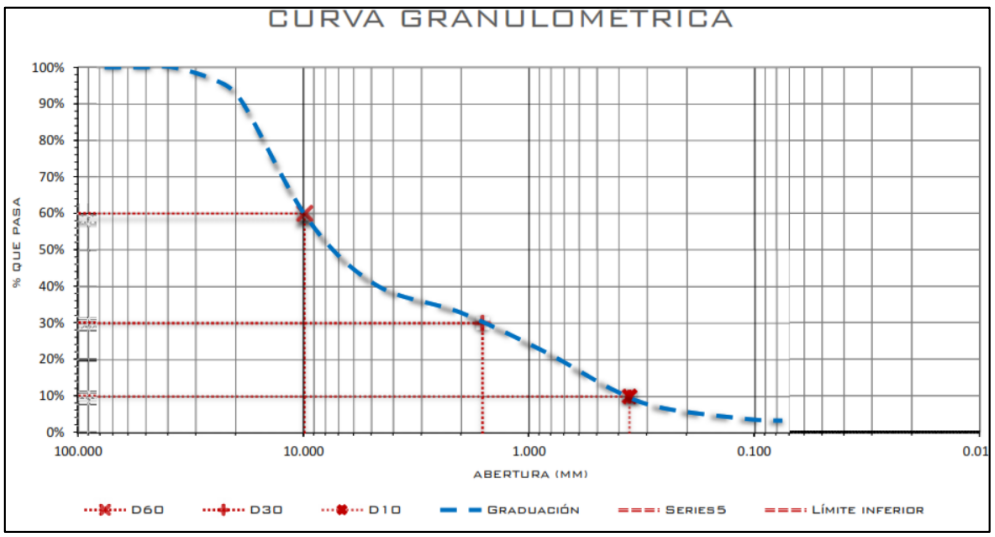
Para el cálculo del transporte de sedimentos, se extrajo una muestra del lecho del río Mapacho, la cual fue clasificada como grava arenosa mal graduada (GP) según la clasificación SUCS, con un peso específico saturado de 2.555 g/cm³. La mayoría de las fórmulas de transporte de sedimentos son empíricas y emplean como datos de entrada los resultados granulométricos del lecho del río.

Fotografía N° 7: Muestra de material del lecho, progresiva 8+390



Fuente: Equipo Técnico.

Imagen N° 24: Curva Granulométrica del material del lecho del rio Mapacho



Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Se ha determinado la capacidad de transporte de sedimentos por 6 metodologías, las cuales muestran resultados disparejos, para un caudal máximo correspondiente a un periodo de retorno de 100 años, en el siguiente cuadro se muestra el cálculo por 6 metodologías

Cuadro N° 22: resumen del cálculo de la capacidad de transporte de sedimentos

#	Resumen	gs (kg/s/m)	qs (m3/s/m)	B (m)	Gs (Tn/s)	Qs (m3/s)
1	Du Boys	172.15	0.07	85.00	14.63	5.73
2	Meyer Peter Müller	18.45	0.01	85.00	1.57	0.61
3	Parker	212.08	0.08	85.00	18.03	7.06
4	Shields	787.06	0.31	85.00	66.90	26.18
5	Wu, Wang & Jia	25.83	0.01	85.00	2.20	0.86
6	Wilcock & Crowe	145.53	0.06	85.00	12.37	4.84
	Rio Mapacho	158.84	0.06	90.00	14.30	5.60

Fuente: Equipo Técnico. / Estudio hidrológico, DPAGC – 2024.

En promedio se tiene un caudal solido 5.60 m3/s equivalente a 14.3 Tn/s para un periodo de retorno de 100 años.

2.5.2.1. CONCENTRACIÓN VOLUMÉTRICA DE SEDIMENTOS

La concentración volumétrica de sedimentos esta determina por

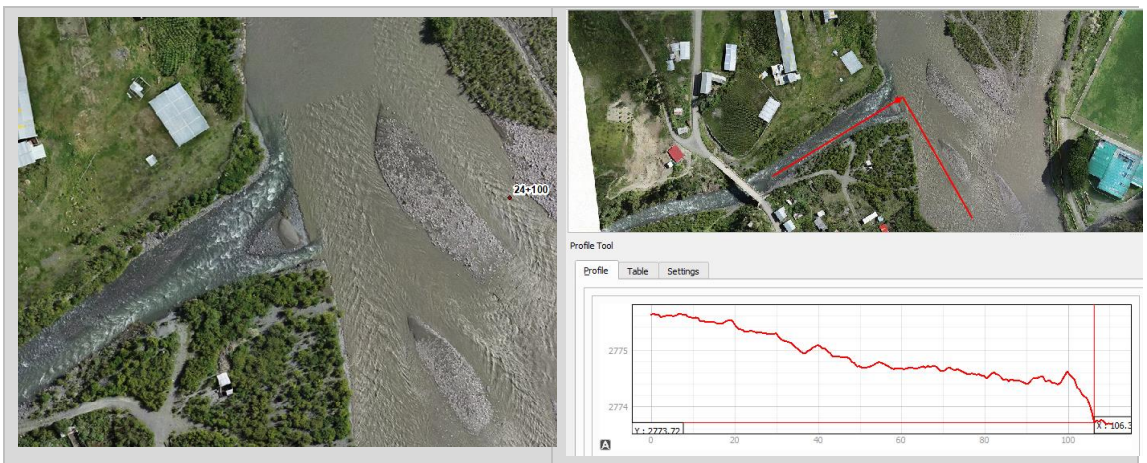
$$Cs = \frac{V_s}{V_a}$$

Donde:

- Cs: es la concentración volumétrica de solidos
- Vs: es el volumen de sedimentos
- Va: es el volumen de agua transportado

A partir del mapa geológico, se ubicaron las zonas de deposición de sedimentos y se seleccionó el tributario correspondiente a la unidad hidrográfica denominada 4994841. En la figura siguiente, se muestra la zona de deposición seleccionada para realizar el cálculo del volumen de sedimentos.

Imagen N° 25: Vista de una zona de deposición de un tributario del rio Mapacho (24+100)



a. Vista de detalle

b. Vista en planta y corte

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Por otra parte se hizo el cálculo del volumen de agua transportado a partir del hidrograma mediante la siguiente expresión

$$V_a = Q_{avg} \times t$$

Donde:

- Va: es el volumen de agua transportado
- Qavg: es el caudal promedio
- t: es el tiempo

En el siguiente cuadro se muestra los volúmenes determinados para la estimación de la concentración volumétrica para un periodo de retorno de 100 años (Tr=100 años)

Cuadro N° 23: Concentración volumétrica TR = 100 años

Vs: volumen de sedimentos (m3)	Va: volumen de agua transportado (m3)	Cv: concentración volumétrica de solidos	Cv (%)
157.64	974.3	0.161	**16.1**

Fuente: Equipo Técnico.

Diversos autores elaboraron la clasificación de flujos basados en el tipo del mecanismo de material, el movimiento, y la concentración del sedimento. Costa (Costa, J. E., 1984; Costa, J. E., 1988) diferencia tres (3) tipos de flujo: flujo de agua (waterflood), flujos hiperconcentrados (hyperconcentratedflow) y flujos de detritos (debrisflow). Considerando la clasificación de Costa, el tipo de flujo para el ámbito del proyecto corresponde a flujo de agua ya que la **Cv de 16.1 %** se encuentra dentro del rango de este tipo de flujo.

Cuadro N° 24: Clasificación de flujos según Costa

FLUJO	CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTOS		DENSIDAD DE LOS SÓLIDOS (Kg/m^3)	TIPO DE FLUIDO
	EN PESO	EN VOLUMEN		
FLUJO DE AGUA	1 % - 40 %	0,4 % - 20 %	1.010 – 1.330	NEWTONIANO
FLUJO HIPERCONCENTRADO	40 % - 70 %	20 % - 47 %	1.330 – 1.800	NO NEWTONIANO
FLUJO DE DETRITOS	70 % - 90 %	47 % - 77%	1.800 – 2.300	VISCOPLÁSTICO

Fuente: Costa, J. E., 1984; Costa, J. E., 1988

Es importante señalar que la clasificación de Costa es muy simplificada; existen otros factores que podrían influir en la clasificación de los flujos, como la influencia de la pendiente. En pendientes mayores al 4%, generalmente se producen flujos de detritos con un recorrido menor en comparación con los flujos hiperconcentrados.

En el ámbito del proyecto, se identificaron tributarios menores que depositan sus detritos en el río principal Mapacho, formando conos aluviales. Sin embargo, este hallazgo debe complementarse con estudios más detallados, como un análisis reológico para una mayor precisión.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

2.5.2.2. HIDROGRAMAS PARA T=100 AÑOS Y CV=16.1%

En la presente evaluación de riesgo de desastres se utilizará una concentración volumétrica de sedimento (Cv) del 16.1% para un periodo de retorno de 100 años, que aún corresponde a un tipo de flujo newtoniano. Esto significa que las ecuaciones que rigen la simulación hidráulica no se ven afectadas significativamente por esta carga de sedimentos. Este escenario es adecuado para la elaboración de mapas de peligros por inundación y erosión fluvial, ya que permite determinar adecuadamente los niveles de peligro, evitando la subestimación de los efectos del sedimento.

El caudal total se determina por:

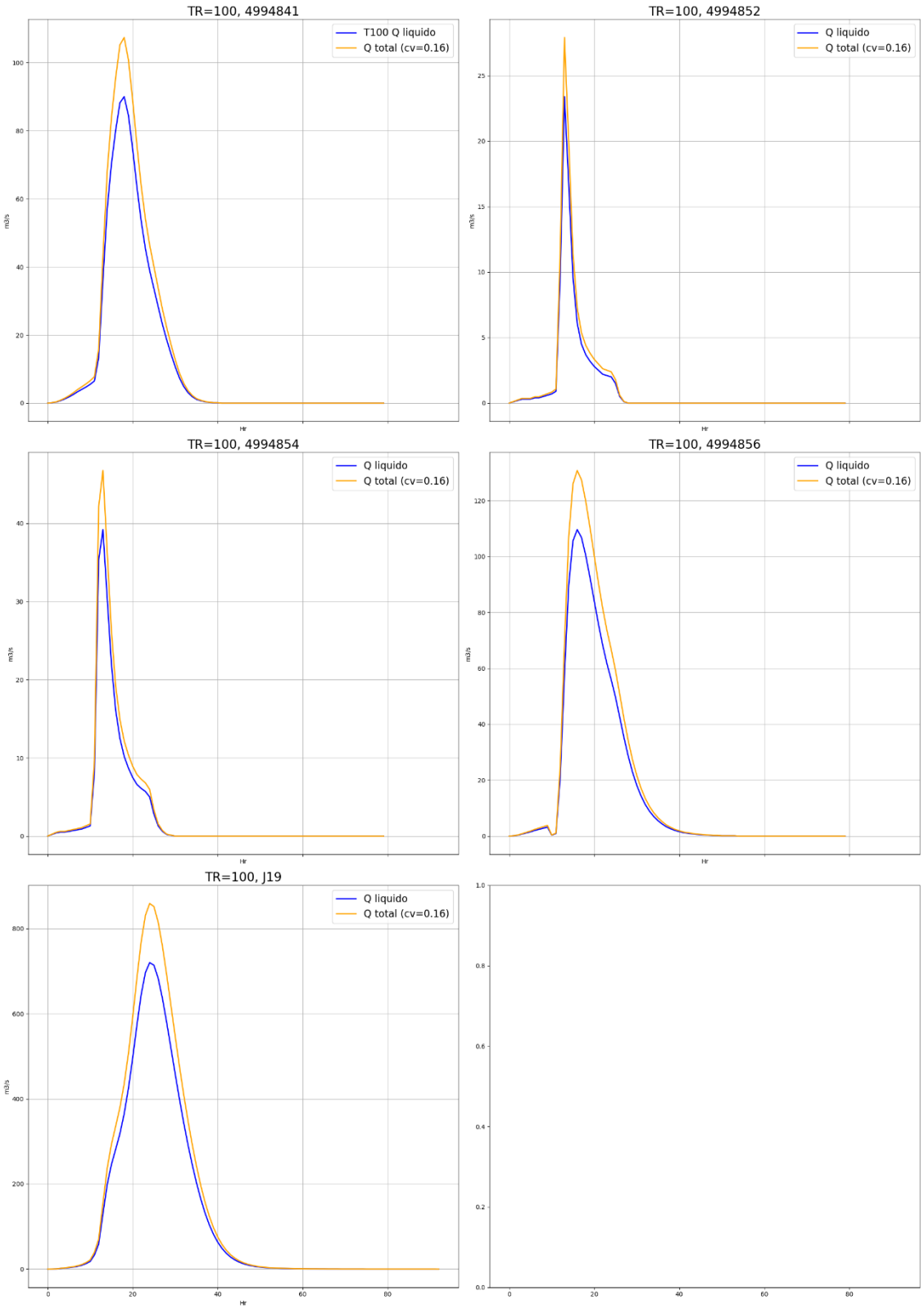
$$Qs = \frac{1}{1 - Cv} * Qa$$

Donde:

- Qs: es el caudal total considerando la carga de sedimentos
- Cv: es concentración volumétrica de sedimentos
- Qa: es el caudal líquido.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 26: Hidrogramas, T=100 años y Cv=16.1%



Fuente: Equipo Técnico.

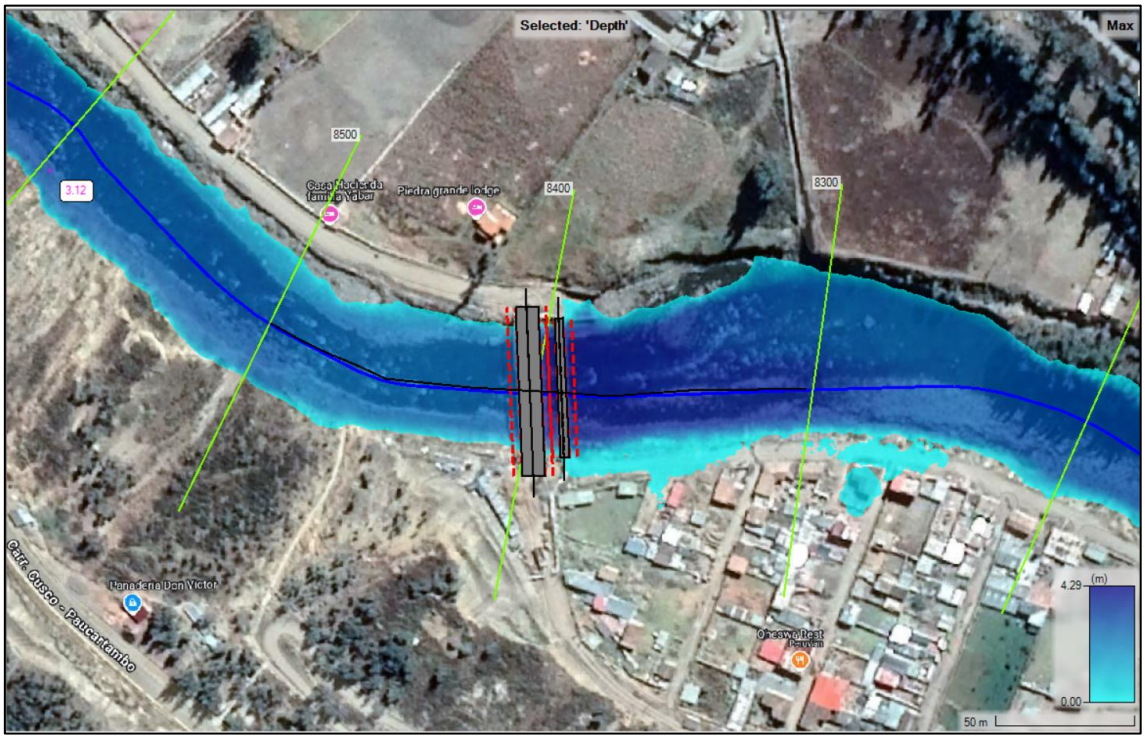
EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

2.5.3. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN HIDRÁULICA

La simulación hidráulica se presenta como una herramienta indispensable para predecir y comprender las repercusiones de gran alcance de las inundaciones y la erosión en los ríos. Al replicar fielmente la dinámica del flujo de tránsito (Smith, 2018).

Tomando en cuenta los antecedentes, la entidad del IMA a través de la DPAGC elaboro el Estudio Hidráulico, en base a los caudales máximos determinados en el Estudio Hidrológico donde se realizó simulaciones para los periodos de retorno de T=50 años y T=100 años.

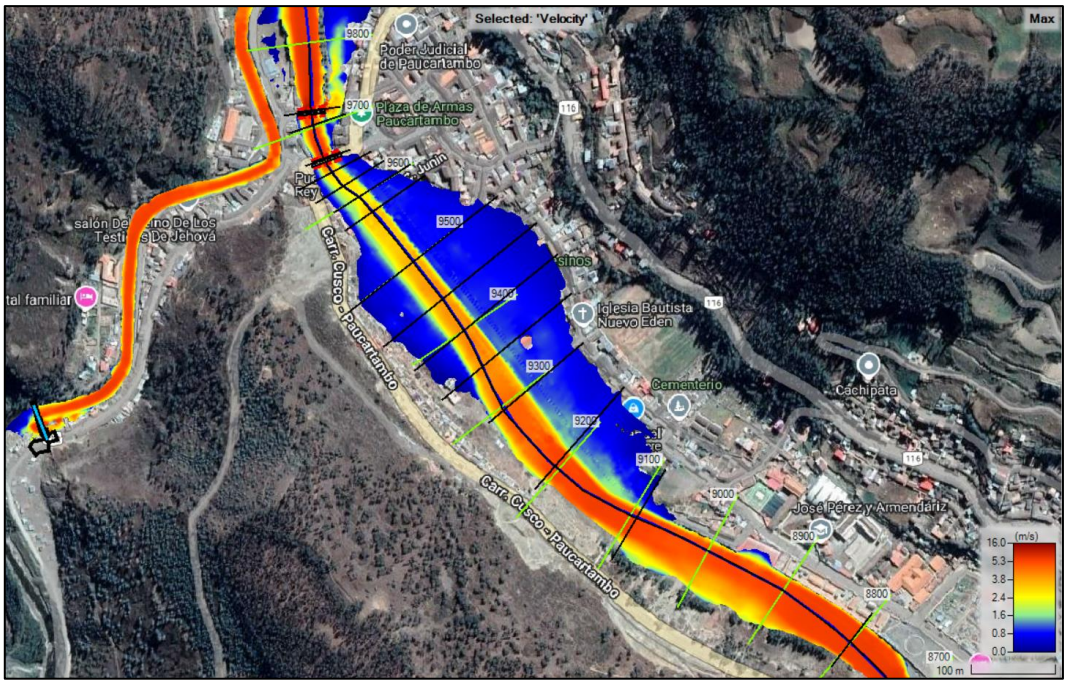
Imagen N° 27: Distribución en planta de Tirantes (m) TRAMO 8+300 a 8+500



Fuente: Estudio hidrológico y modelamiento hidráulico, 2024 / IMA.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 28: Velocidad de flujo (m/s) para periodo de retorno de 100 años (T=100)



Fuente: Estudio hidrológico y modelamiento hidráulico, 2024 / IMA.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

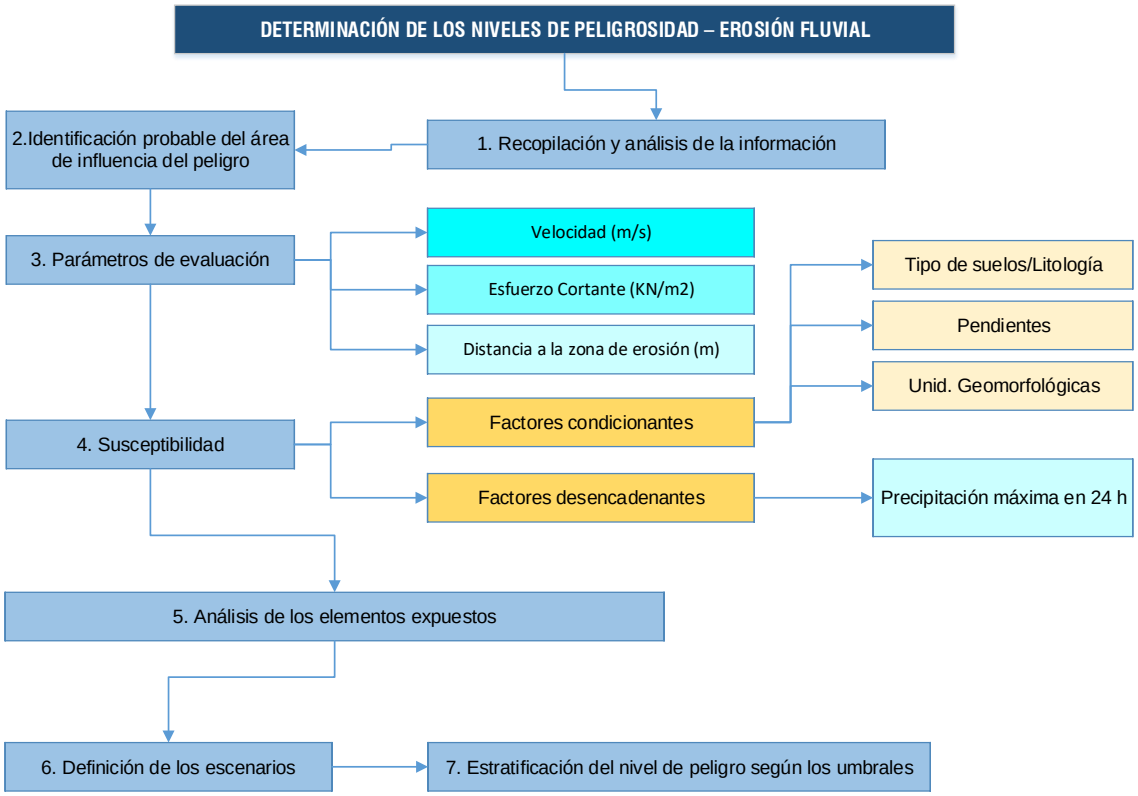
CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

3.1. METODOLOGIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

3.1.1. METODOLOGÍA

Se utilizó la metodología propuesta por el CENEPRED en el manual EVAR del 2014 en su versión 2, para ello, se consideraron los parámetros de evaluación, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes y como factor desencadenante. En el siguiente grafico se muestra la metodología utilizada para determinar el peligro.

Gráfico N° 3: Metodología general para determinar la peligrosidad



Fuente: Adaptado de CENEPRED.

3.1.2. RECOPILACIÓN, ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPILADA

Información primaria, la entidad del IMA a través de la DPAGC genero información especializada para el ámbito del proyecto:

- Estudio hidrológico de máximas avenidas – IMA.
- Estudio Hidráulico – simulación hidráulica de caudales máximos
- Levantamiento topográfico y catastral del ámbito del PI

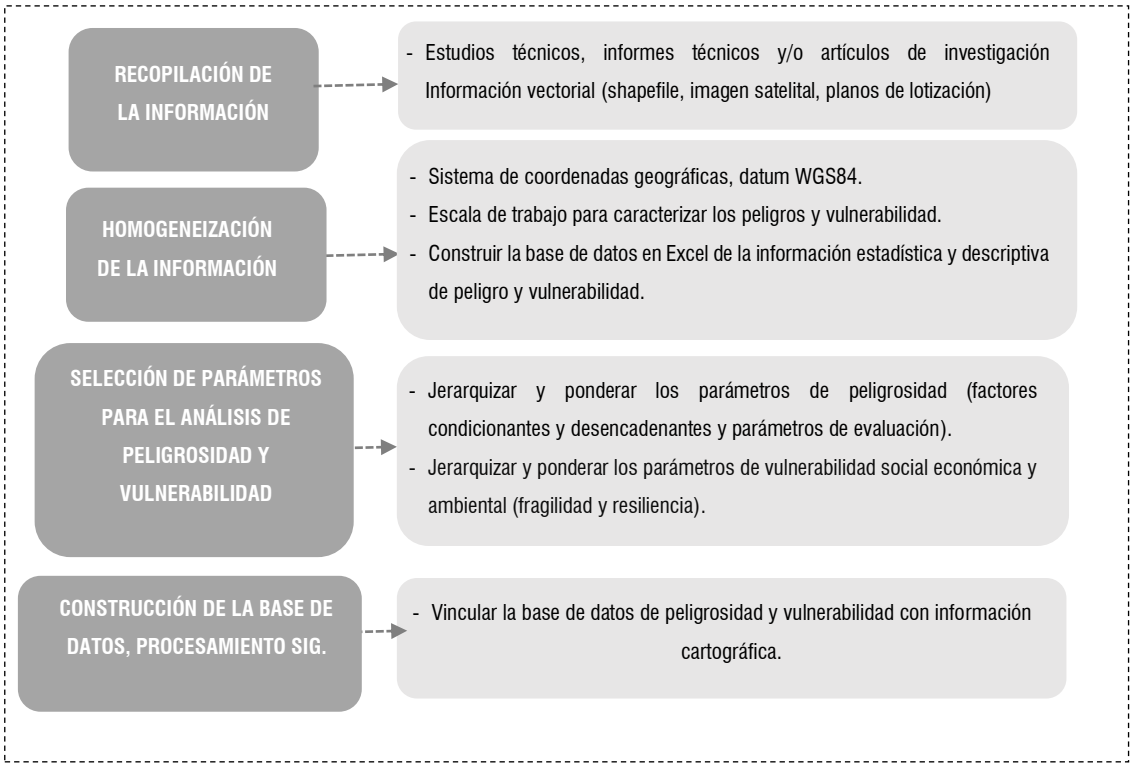
Información secundaria, se recopilo información de las instituciones técnico científicas, imágenes satelitales, entre otras para la identificación del peligro y la cartelización del ámbito del proyecto

- **ANA** / Ficha Técnica referencial de identificación de **punto crítico en el sector Papaura** en la margen izquierda del rio Mapacho.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 030-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

- **ANA** / Ficha Técnica referencial de identificación de **punto crítico en el sector Barrio Carlos** en la margen derecha del rio Mapacho.
- **ANA** / Ficha Técnica referencial de identificación de **punto crítico en el sector Majopata** en la margen izquierda del rio Mapacho.
- **ANA** / Ficha Técnica referencial de identificación de **punto crítico en el sector Mecllaypata** en la margen izquierda del rio Mapacho.
- **INGEMMET** / Estudio de riesgos geológicos del Perú: Franja N° 4 - [Boletín C 29]
- Imágenes satelitales LandSat, RapidEye y Google Earth de diferentes años hasta la actualidad.

Gráfico N° 4: Flujograma general del proceso de análisis de información



Fuente: Adaptado CENEPRED - Equipo Técnico

3.2. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE PELIGRO A EVALUAR

Para la identificación del tipo de peligro a evaluar se revisó la información recopilada, en la cual el ANA identifico dos puntos críticos por fenómenos de inundación y erosión fluvial tal como se detalla en los antecedentes. Esta premisa se corroboro con los trabos de campo, aplicación de encuestas y en gabinete con el estudio de la hidrología y los modelamientos hidráulicos.

Se realizó un análisis multitemporal utilizando imágenes de Google Earth para evaluar los cambios en el ancho del río Mapacho entre los años 2011 y 2023. Este análisis reveló alteraciones significativas en la morfología del río, particularmente en la sección correspondiente a la progresiva 20+300, donde se observa erosión lateral en el talud por debajo de la plataforma de la vía Paucartambo – Challabamba.

Imagen N° 29: Análisis multitemporal 2011 – 2023, progresiva 20+300

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Fuente: Google Earth

En las siguientes fotografías se observan elementos expuestos (población, los predios rurales y agrícolas, unidades productoras y las vías) al peligro de inundación fluvial.

Fotografía N° 8: Progresiva 3+700, deslizamiento en la margen izquierda con proceso de socavación en su pie incrementando su inestabilidad (Posible embalsamiento).

Fuente: Equipo técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Fotografía N° 9: Progresiva 39+400, vista de la socavación en el pie del talud compuesto de material aluvial

Fuente: Equipo técnico.

Fotografía N° 10: Progresiva 17+900, vista de la socavación en depósitos aluviales compuesto de arenas

Fuente: Equipo técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

Fotografía N° 11: Progresiva 19+800, vista de la socavación en el pie del talud compuesto de material coluvial, se observan raíces colgadas

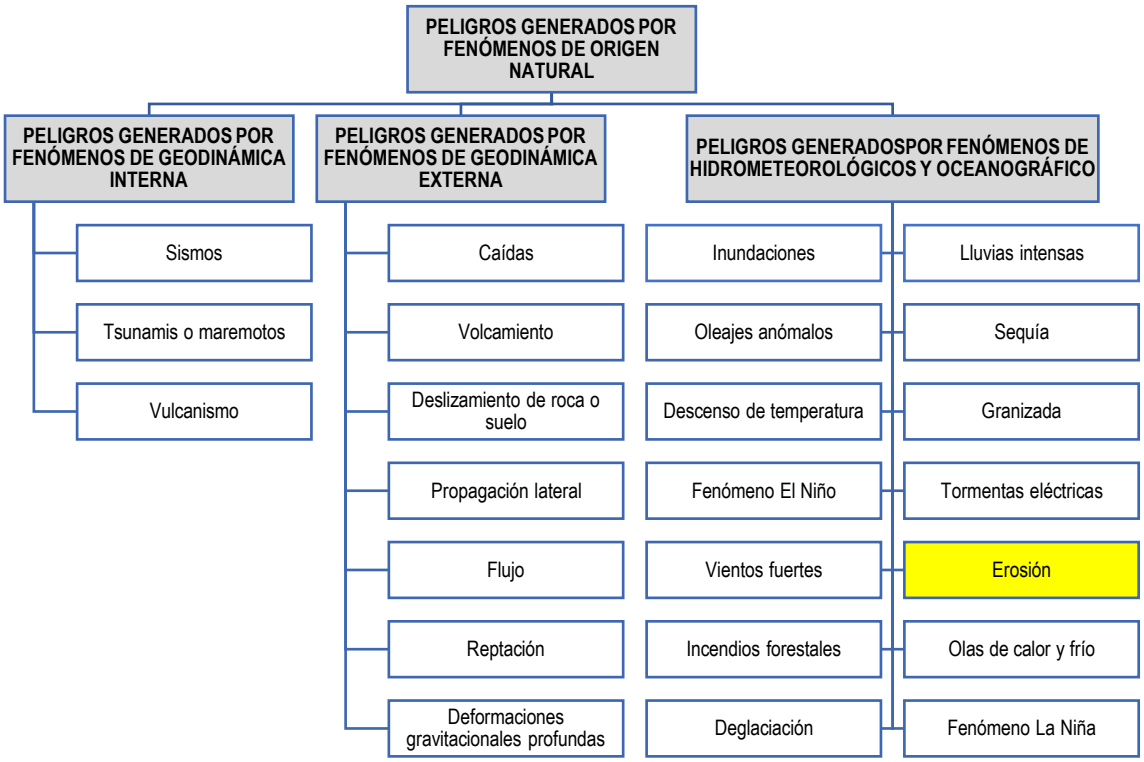
Fuente: Equipo técnico.

Imagen N° 30: Identificación de peligros de inundación y erosión fluvial – Estudio de riesgo geológico / INGEMMET

Fuente: https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/main

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 31: Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales



Fuente: Manual EVAR del CENEPRED Versión II (2015).

Según los antecedentes mencionados, el ámbito de estudio será evaluado por:

- **Peligro generado por fenómenos hidrometeorológicos – erosión fluvial**

El fenómeno mencionado tiene como factor desencadenante a las precipitaciones máximas en 24 h, así como también factores condicionantes como: unidades geológicas, unidades geomorfológicas y pendientes en grados.

3.3. IDENTIFICACIÓN DEL ÁMBITO DE INFLUENCIA DEL PELIGRO

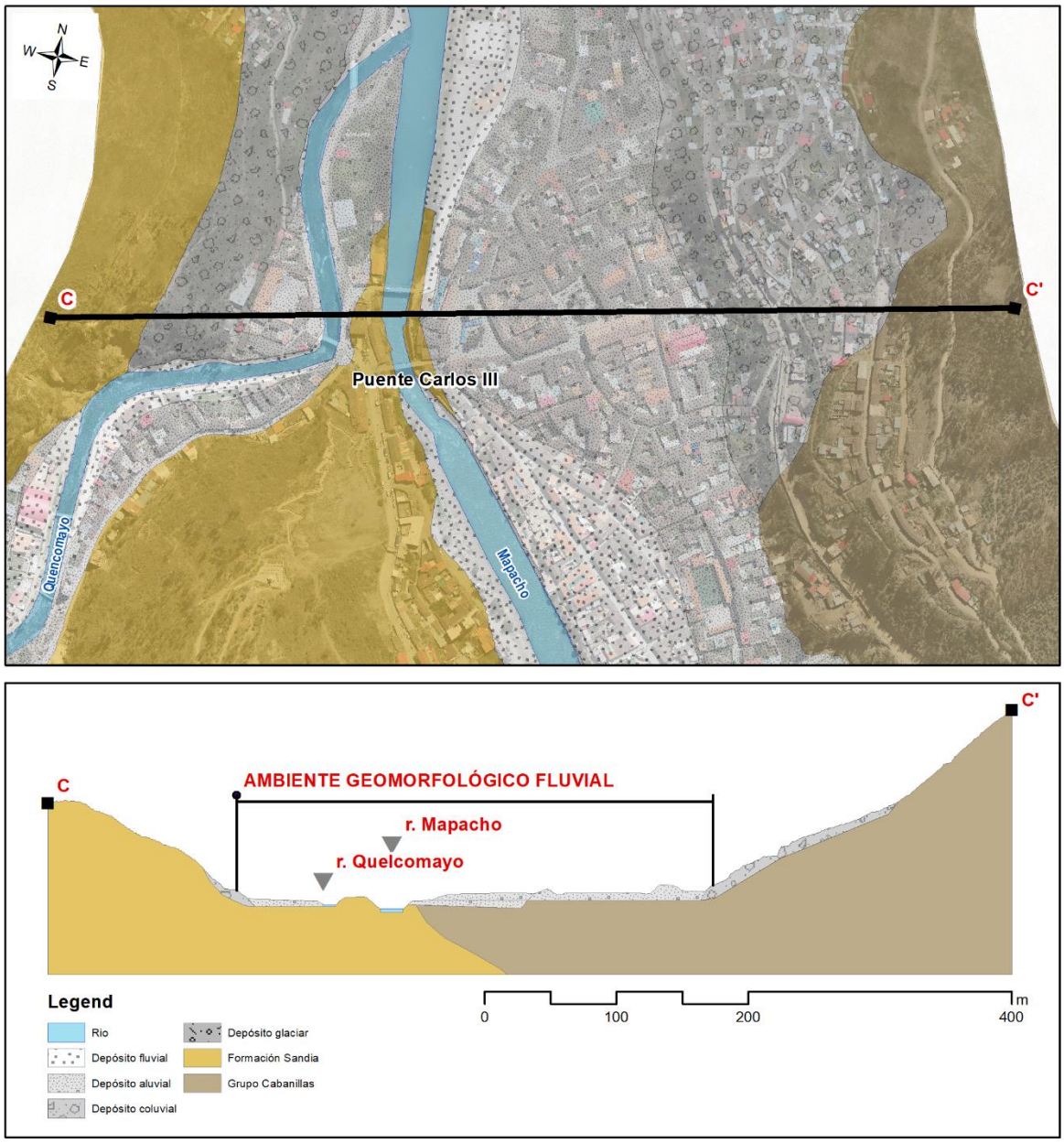
Se ha considerado un ámbito de influencia con base en el dominio geomorfológico fluvial del río Mapacho, el cual incluye la llanura de inundación, barras centrales y laterales, terrazas aluviales, entre otras características. Este ámbito varía aproximadamente entre 200 y 250 metros desde cada margen del río. Dentro de este dominio geomorfológico se identifican fenómenos recurrentes de inundación y erosión fluvial.

El modelamiento hidráulico realizado (T=100 y Cv=16.1%) indica que el flujo no excede los límites establecidos del dominio geomorfológico fluvial, incluso para periodos de retorno superiores. Esto concuerda con la evidencia histórica, que muestra que las inundaciones ocurridas con periodos de retorno mayores a 100 años se dieron dentro del ámbito definido.

En los perfiles siguientes se detalla y explica con precisión el dominio geomorfológico fluvial del río Mapacho.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 32: Perfil geológico C-C', en el poblado de Pacuartambo



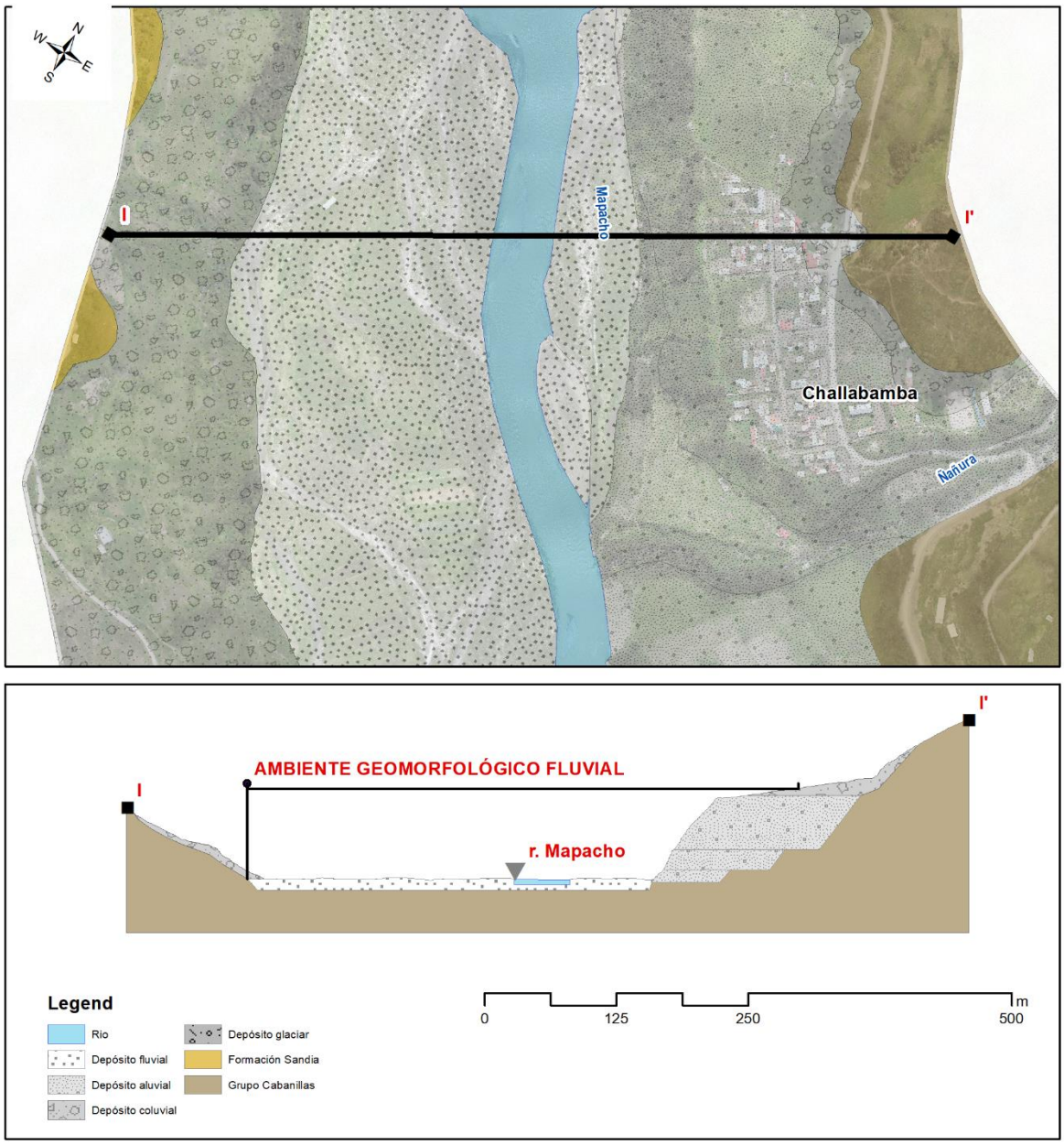
Fuente: Equipo técnico.

El perfil geológico C-C' atraviesa transversalmente los ríos Quelcomayo y Mapacho. El primero se encajona en depósitos fluviales, mientras que el segundo lo hace sobre afloramientos rocosos de la Formación Sandia. Geomorfológicamente, no se observa una evolución clara de terrazas debido a la dinámica fluvial de ambos ríos, lo cual está relacionado con la alteración del terreno, como la presencia de depósitos de relleno en las riberas.

Respecto a la susceptibilidad a inundaciones y erosión fluvial, el río adquiere mayor velocidad en esta sección debido a su estrechamiento. Para la delimitación del ámbito potencial de inundación y erosión fluvial, se ha considerado el ambiente geomorfológico fluvial que incluye barras, terrazas, laderas de montaña cercanas al cauce, abanicos aluviales y piedemontes en los ríos Mapacho y Quelcomayo.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 33: Perfil geológico I-I', en el poblado de Challabama



Fuente: Equipo técnico.

El perfil geológico I-I' atraviesa transversalmente el río Mapacho y el poblado de Challabamba, donde el río se encajona en depósitos fluviales. Se observa una clara evolución de terrazas debido a la dinámica fluvial del río Mapacho, identificándose tres terrazas bien diferenciadas. La terraza superior, que es la de mayor espesor.

En cuanto a la susceptibilidad a inundaciones y erosión fluvial, el río Mapacho podría erosionar la base de las terrazas, lo que podría desestabilizar el talud y afectar al poblado de Challabamba, que se encuentra en la parte superior del talud, cerca del borde de la terraza, sin una distancia de seguridad adecuada.

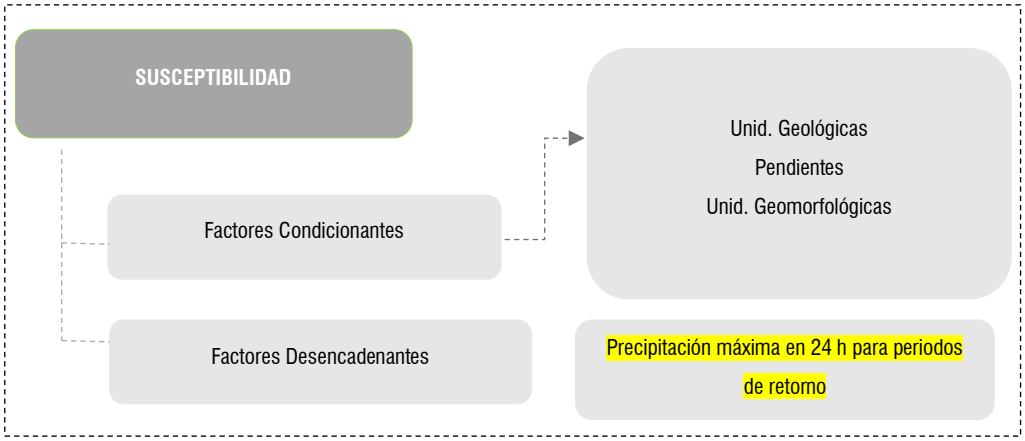
Para la delimitación del área con potencial de inundación y erosión fluvial, se ha considerado el ambiente geomorfológico fluvial, que incluye barras, terrazas, laderas de montaña cercanas al cauce, abanicos aluviales y piedemontes en los ríos Mapacho y Quelcomayo.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

3.4. SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO ANTE EROSIÓN FLUVIAL

La susceptibilidad suele entenderse también como la "fragilidad natural" del espacio en análisis respecto al fenómeno de referencia, también está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico el cual depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno en su respectivo ámbito geográfico.

Gráfico N° 5: Determinación de la susceptibilidad



Fuente: Equipo Técnico.

3.4.1. FACTORES CONDICIONANTES

Son parámetros propios del ámbito de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural, así como su distribución espacial.

PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SUSCEPTIBILIDAD

Cuadro N° 25: Parámetros – factores condicionantes

PARAMETRO	DESC
UNID. GEOLÓGICAS	P1
PENDIENTE	P2
COBERTURA VEGETAL	P3

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 26: Matriz de Comparación de Pares – Factores condicionantes

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

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 27: Matriz de Normalización de Pares – Factores condicionantes

PARÁMETRO	UNID. GEOLOGICA	PENDIENTE (%)	UNID. GEOMORFOLOGICAS	Vector Priorización
UNID. GEOLOGICA	0.571	0.600	0.500	0.557
PENDIENTE (%)	0.286	0.300	0.375	0.320
UNID. GEOMORFOLOGICAS	0.143	0.100	0.125	0.123
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 28: Índice y relación de consistencia – Factores condicionantes

Índice de consistencia (IC)	0.009
Relación de consistencia (RC)	0.017

Fuente: Equipo Técnico.

Parámetro: Unidades Geológicas

Cuadro N° 29: Parámetros – Unidades geológicas

PARAMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
UNIDADES GEOLÓGICAS	D1	Depósito fluvial
	D2	Depósito aluvial
	D3	Depósito glaciar, fluvial
	D4	Depósito coluvial
	D5	Formación Sandia y Grupo Cabanillas

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 30: Matriz de Comparación de Pares – Unidades geológicas

DESCRIPTORES	Depósito coluvial	Depósito aluvial	Depósito glaciar	Formación Sandia y Grupo Cabanillas	Depósito fluvial
Depósito coluvial	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Depósito aluvial	0.50	1.00	4.00	6.00	8.00
Depósito glaciar	0.25	0.25	1.00	3.00	5.00
Formación Sandia y Grupo Cabanillas	0.14	0.17	0.33	1.00	2.00
Depósito fluvial	0.11	0.13	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.00	3.54	9.53	17.50	25.00
1/SUMA	0.50	0.28	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 31: Matriz de Normalización de Pares – Unidades geológicas

DESCRIPTORES	Depósito coluvial	Depósito aluvial	Depósito glaciar	Formación Sandia y Grupo Cabanillas	Depósito fluvial	Vector Priorizacion
Depósito coluvial	0.499	0.565	0.420	0.400	0.360	0.449
Depósito aluvial	0.250	0.282	0.420	0.343	0.320	0.323
Depósito glaciar	0.125	0.071	0.105	0.171	0.200	0.134
Formación Sandia y Grupo Cabanillas	0.071	0.047	0.035	0.057	0.080	0.058
Depósito fluvial	0.055	0.035	0.021	0.029	0.040	0.036
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 32: Índice y relación de consistencia – Unidades geomorfológicas

IC	**0.038**
RC	0.034

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro: Pendientes en porcentajes

Cuadro N° 33: Parámetros – Pendientes (%)

PARAMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
Pendientes (%)	D1	Muy empinada a extremadamente empinada (Mayor a 50%)
	D2	Empinada (25-50%)
	D3	Moderadamente empinada (15-25%)
	D4	Fuertemente inclinada (8-15%)
	D5	Plana a moderadamente inclinada (0-8%)

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 34: Matriz de Comparación de Pares – Pendientes (%)

DESCRIPTORES	Muy empinada a extremadamente empinada (Mayor a 50%)	Empinada (25-50%)	Moderadamente empinada (15-25%)	Fuertemente inclinada (8-15%)	Plana a moderadamente inclinada (0-8%)
Muy empinada a extremadamente empinada (Mayor a 50%)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Empinada (25-50%)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Moderadamente empinada (15-25%)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Fuertemente inclinada (8-15%)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Plana a moderadamente inclinada (0-8%)	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: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 35: Matriz de Normalización de Pares – Pendientes (%)

DESCRIPTORES	Muy empinada a extremadamente empinada (Mayor a 50%)	Empinada (25-50%)	Moderadamente empinada (15-25%)	Fuertemente inclinada (8-15%)	Plana a moderadamente inclinada (0-8%)	Vector Priorización
Muy empinada a extremadamente empinada (Mayor a 50%)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Empinada (25-50%)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Moderadamente empinada (15-25%)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Fuertemente inclinada (8-15%)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Plana a moderadamente inclinada (0-8%)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 36: Índice y relación de consistencia – Pendientes (°)

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro: Unidades geomorfológicas

Cuadro N° 37: Parámetros – Unidades geomorfológicas

PARAMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	D1	Cauce del río y barras
	D2	Llanura de inundación
	D3	Terraza aluvial
	D4	Pie de mote o cono aluvial
	D5	Ladera de montaña o ladera denudacional

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 38: Matriz de Comparación de Pares – Unidades geomorfológicas

DESCRIPTORES	Cauce del río y barras	Llanura de inundación	Terraza aluvial	Pie de mote o cono aluvial	Ladera de montaña o ladera denudacional
Cauce del río y barras	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Llanura de inundación	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Terraza aluvial	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Pie de mote o cono aluvial	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ladera de montaña o ladera denudacional	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: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 39: Matriz de Normalización de Pares – Unidades geomorfológicas

DESCRIPTORES	Cauce del río y barras	Llanura de inundación	Terraza aluvial	Pie de mote o cono aluvial	Ladera de montaña o ladera denudacional	Vector Priorización
Cauce del río y barras	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Llanura de inundación	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Terraza aluvial	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Pie de mote o cono aluvial	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Ladera de montaña o ladera denudacional	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 40: Índice y relación de consistencia – Unidades geomorfológicas

IC	**0.061**
RC	0.054

Fuente: Equipo Técnico

3.4.2. FACTORES DESENCADENANTES

Se ha considerado las precipitaciones máximas en 24 h para periodos de retorno

PARÁMETRO: CAUDAL PARA PERIODOS DE RETORNO

Cuadro N° 41: Clasificación de precipitaciones máximas en 24h (PPmax 24h) para periodos de retorno

PARAMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24H (PPmax 24h) PARA PERIODOS DE RETORNO	D1	Ppmax 24h, T = 200 años
	D2	Ppmax 24h, T = 100 años
	D3	Ppmax 24h, T = 75 años
	D4	Ppmax 24h, T = 50 años
	D5	Ppmax 24h, T = 25 años

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 42: Matriz de Comparación de Pares – PPmax 24h para periodos de retorno

DESCRIPTORES	Ppmax 24h, T = 200 años	Ppmax 24h, T = 100 años	Ppmax 24h, T = 75 años	Ppmax 24h, T = 50 años	Ppmax 24h, T = 25 años
Ppmax 24h, T = 200 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Ppmax 24h, T = 100 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Ppmax 24h, T = 75 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Ppmax 24h, T = 50 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ppmax 24h, T = 25 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 43: Matriz de Normalización de Pares – PPmax 24h para periodos de retorno

DESCRIPTORES	Ppmax 24h, T = 200 años	Ppmax 24h, T = 100 años	Ppmax 24h, T = 75 años	Ppmax 24h, T = 50 años	Ppmax 24h, T = 25 años	Vector Priorizacion
Ppmax 24h, T = 200 años	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Ppmax 24h, T = 100 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Ppmax 24h, T = 75 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Ppmax 24h, T = 50 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Ppmax 24h, T = 25 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 44: Índice y relación de consistencia – PPmax 24h para periodos de retorno

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo Técnico.

3.5. PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Se determinaron los parámetros para evaluar el peligro por erosión fluvial a partir de un modelamiento hidráulico basado en precipitaciones máximas de 24 horas asociadas a un período de retorno de 100 años. Estas precipitaciones permitieron calcular el caudal máximo, considerando una concentración volumétrica del 16.1%, clasificada como flujo newtoniano.

A partir del modelamiento hidráulico realizado en HEC-RAS, se obtuvieron parámetros complementarios como el esfuerzo cortante asociado a los tirantes y la distancia a las zonas de socavación. Estos resultados se emplearon para caracterizar la erosión fluvial en los tramos analizados, donde se identificó la socavación en la base los taludes. En el siguiente cuadro se presentan los parámetros de evaluación obtenidos, los cuales son esenciales para comprender y mitigar el peligro por erosión fluvial.

Cuadro N° 45: Parámetros de evaluación y su influencia en la erosión fluvial

PARAMETRO	Descripción
ESFUERZO CORTANTE (KN/m2)	Se refiere a la fuerza ejercida por el agua en movimiento sobre el lecho y las paredes del cauce. Cuando el esfuerzo cortante supera el umbral de resistencia del material del lecho, se produce la erosión. Knighton, D. (1998). Fluvial Forms and Processes: A New Perspective
VELOCIDAD (m/s)	Determina la energía cinética del agua y su capacidad para movilizar sedimentos. A velocidades bajas, el flujo tiene poca capacidad para erosionar o transportar partículas más grandes, limitándose al transporte de sedimentos finos. Sin embargo, cuando la velocidad aumenta, puede superar el umbral crítico de erosión, permitiendo que partículas más grandes como arena, grava o incluso rocas sean erosionadas y transportadas río abajo. Shields, A. (1936). Application of Similarity Principles and Turbulence Research to Bed-Load Movement.
DISTANCIA A LA ZONA DE SOCAVACIÓN (m)	La distancia a la zona de socavación es un factor relevante porque determina la intensidad de los procesos erosivos. Las áreas próximas a la socavación están más expuestas a corrientes de alta energía, lo que puede erosionar las bases de las márgenes o el lecho del río, desencadenando el colapso de taludes o activando deslizamientos. Lawler, D. M. (1993). The Measurement of River Bank Erosion and Lateral Channel Change: A Review.

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 46: Parámetros de evaluación

PARAMETRO	DESC	PESO
ESFUERZO CORTANTE (KN/m2)	P1	0.581
VELOCIDAD (m/s)	P2	0.309
DISTANCIA A LA ZONA DE SOCAVACIÓN (m)	P3	0.110

Fuente: Equipo Técnico.

A) Ponderación del descriptor de esfuerzo cortante

Cuadro N° 47: Descriptores de esfuerzo cortante

PARAMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
ESFUERZO CORTANTE (KN/m2)	D1	Mayor a 8.0KN/m2
	D2	4.0KN/m2 a 8.0KN/m2
	D3	2.0KN/m2 a 4.0KN/m2
	D4	1.0KN/m2 a 2.0KN/m2
	D5	Menor a 1.0KN/m2

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 48: Matriz de Comparación de Pares – esfuerzo cortante

DESCRIPTOR	Mayor a 8.0KN/m2	4.0KN/m2 a 8.0KN/m2	2.0KN/m2 a 4.0KN/m2	1.0KN/m2 a 2.0KN/m2	Menor a 1.0KN/m2
Mayor a 8.0KN/m2	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
4.0KN/m2 a 8.0KN/m2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
2.0KN/m2 a 4.0KN/m2	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
1.0KN/m2 a 2.0KN/m2	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 1.0KN/m2	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: Equipo Técnico.

Cuadro N° 49: Matriz de Normalización de Pares – esfuerzo cortante

DESCRIPTOR	Mayor a 8.0KN/m2	4.0KN/m2 a 8.0KN/m2	2.0KN/m2 a 4.0KN/m2	1.0KN/m2 a 2.0KN/m2	Menor a 1.0KN/m2	Vector de Priorización
Mayor a 8.0KN/m2	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
4.0KN/m2 a 8.0KN/m2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
2.0KN/m2 a 4.0KN/m2	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
1.0KN/m2 a 2.0KN/m2	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 1.0KN/m2	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 50: Índice y relación de consistencia – esfuerzo cortante

IC	0.0607
RC	0.0544

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

B) Ponderación del descriptor de velocidad de flujo

Cuadro N° 51: Descriptores de velocidad de flujo

PARAMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	D1	Mayor a 4.0m/s
	D2	2.0m/s a 4.0m/s
	D3	1.0m/s a 2.0m/s
	D4	0.5m/s a 1.0m/s
	D5	Menor a 0.5m/s

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 52: Matriz de Comparación de Pares – velocidad de flujo

DESCRIPTOR	Mayor a 4.0m/s	2.0m/s a 4.0m/s	1.0m/s a 2.0m/s	0.5m/s a 1.0m/s	Menor a 0.5m/s
Mayor a 4.0m/s	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
2.0m/s a 4.0m/s	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
1.0m/s a 2.0m/s	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
0.5m/s a 1.0m/s	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 0.5m/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: Equipo Técnico.

Cuadro N° 53: Matriz de Normalización de Pares – velocidad de flujo

DESCRIPTOR	Mayor a 4.0m/s	2.0m/s a 4.0m/s	1.0m/s a 2.0m/s	0.5m/s a 1.0m/s	Menor a 0.5m/s	Vector de Priorización
Mayor a 4.0m/s	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
2.0m/s a 4.0m/s	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
1.0m/s a 2.0m/s	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
0.5m/s a 1.0m/s	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 0.5m/s	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 54: Índice y relación de consistencia – velocidad de flujo

IC	0.0607
RC	0.0544

Fuente: Equipo Técnico.

C) Ponderación del descriptor de distancia a la zona de socavación (m)

Cuadro N° 55: Descriptores distancia a la zona de socavación (m)

PARAMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPTORES
DISTANCIA A LA ZONA DE SOCAVACIÓN (m)	D1	0.0m a 2.5m
	D2	2.5m a 5.0m
	D3	5.0m a 10.0m
	D4	10.0m a 20.0m
	D5	Mayor a 20.0m

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 56: Matriz de Comparación de Pares – distancia a la zona de socavación (m)

DESCRIPTORES	0.0m a 2.5m	2.5m a 5.0m	5.0m a 10.0m	10.0m a 20.0m	Mayor a 20.0m
0.0m a 2.5m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
2.5m a 5.0m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
5.0m a 10.0m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
10.0m a 20.0m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 20.0m	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: Equipo Técnico.

Cuadro N° 57: Matriz de Normalización de Pares – distancia a la zona de socavación (m)

DESCRIPTORES	0.0m a 2.5m	2.5m a 5.0m	5.0m a 10.0m	10.0m a 20.0m	Mayor a 20.0m	Vector Priorización
0.0m a 2.5m	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
2.5m a 5.0m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
5.0m a 10.0m	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
10.0m a 20.0m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mayor a 20.0m	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

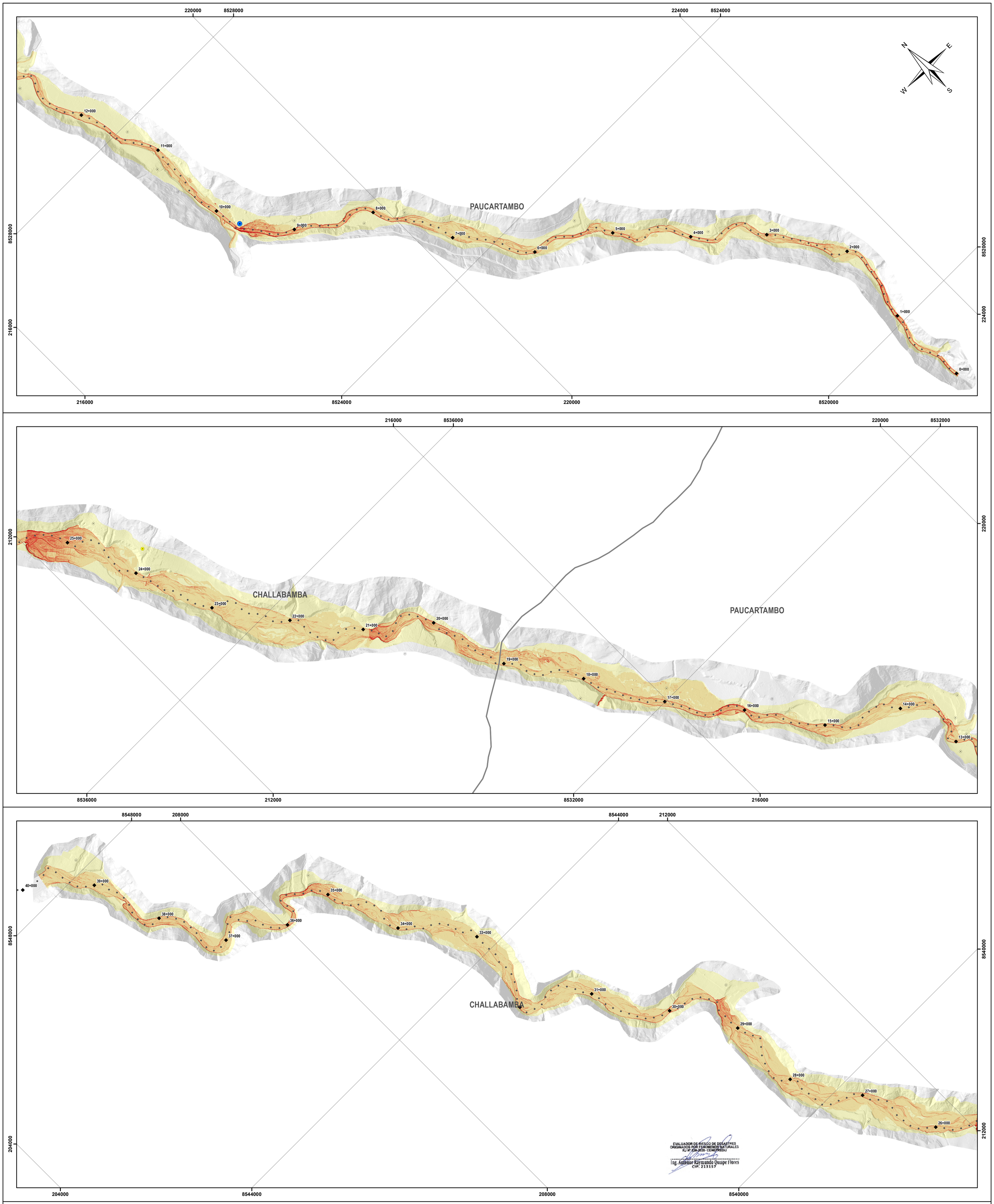
Fuente: Equipo Técnico

Cuadro N° 58: Índice y relación de consistencia – distancia a la zona de socavación (m)

IC	**0.061**
RC	0.054

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 036-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157



EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES
RJ N° 030-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

LEYENDA

PROPRESIVAS
- Principal
- Secundario

CURVAS DE NIVEL
- MAYOR
- MENOR

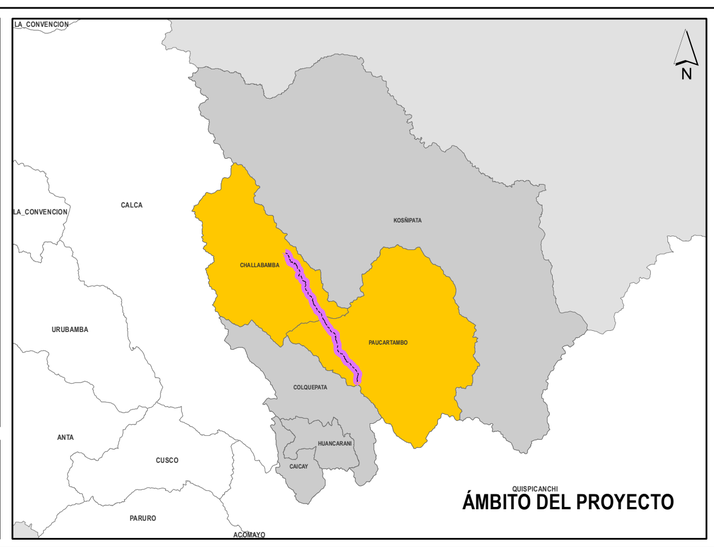
CCPP
- CCPP
- CAPITAL

- Eje de rio
- Laguna

ESFUERZO CORTANTE (KN/m2)
- 0, s/d
- 1, Menor a 1.0KN/m2
- 2, 1.0KN/m2 a 2.0KN/m2
- 3, 2.0KN/m2 a 4.0KN/m2
- 4, 4.0KN/m2 a 8.0KN/m2
- 5, Mayor a 8.0KN/m2

ESCALA GRAFICA: 0 250 500 1,000 1,500 2,000 m

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 19S



ÁMBITO DEL PROYECTO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

IMA — Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente

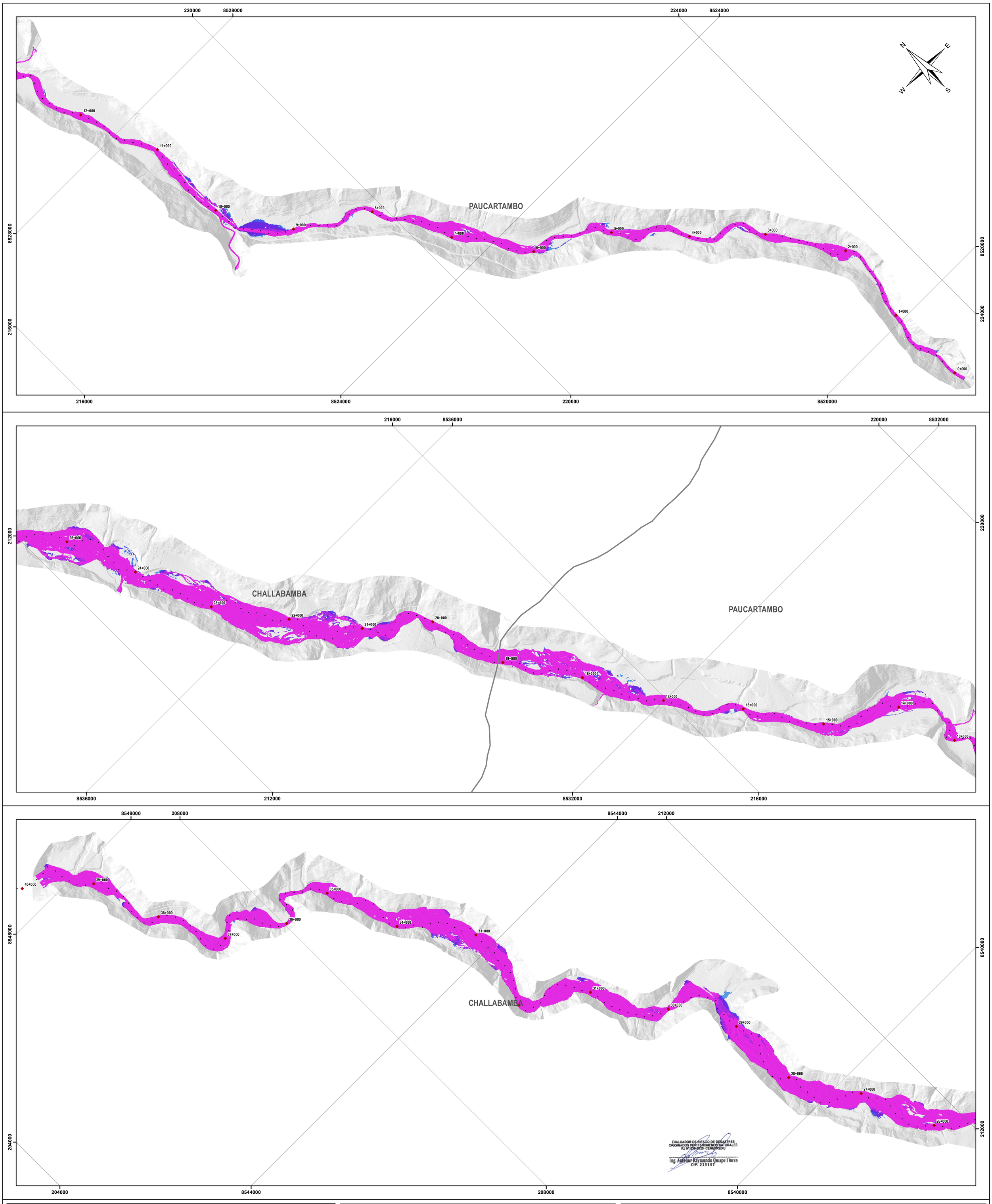
PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO"

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

ESFUERZO CORTANTE (KN/m2)

CÓDIGO: 06

ELABORADO POR: - ING. ANTENOR R. QUISPE FLORES **REVISADO POR:**	**FUENTE:** INGEMMET PER IMA, INEI, MTC. LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES	**ESCALA:** 1:20,000 **FECHA:** NOVIEMBRE, 2024



LEYENDA

PROPRESIVAS
- Principal
- Secundario

CURVAS DE NIVEL
- MAYOR
- MENOR

CCPP
- CCPP
- CAPITAL

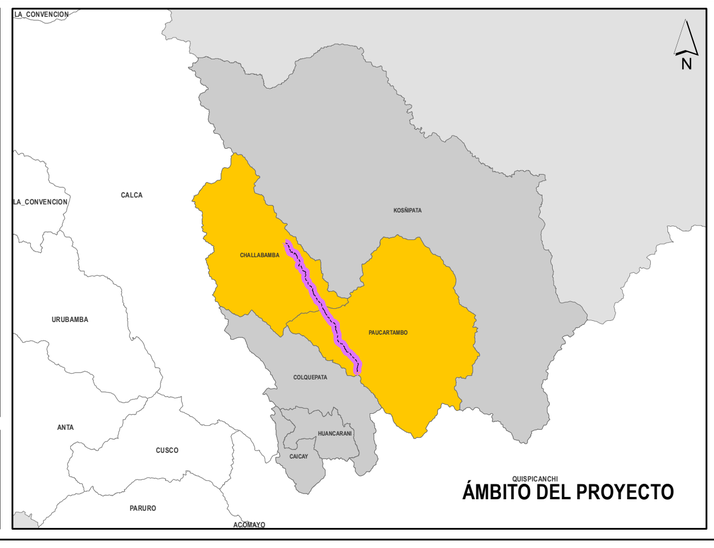
- Eje de rio
- Laguna

VELOCIDAD (m/s)

	0.000 - 0.001
	0.001 - 0.250
	0.250 - 0.500
	0.500 - 1.000
	1.000 - 1.500
	1.500 - 20.000

ESCALA GRAFICA: 0 250 500 1,000 1,500 2,000 m

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 19S



ÁMBITO DEL PROYECTO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

IMA Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO"

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

MAPA DE VELOCIDADES (m/s) - T100

CÓDIGO: 07

ELABORADO POR:
- ING. ANTENOR R. QUISPE FLORES

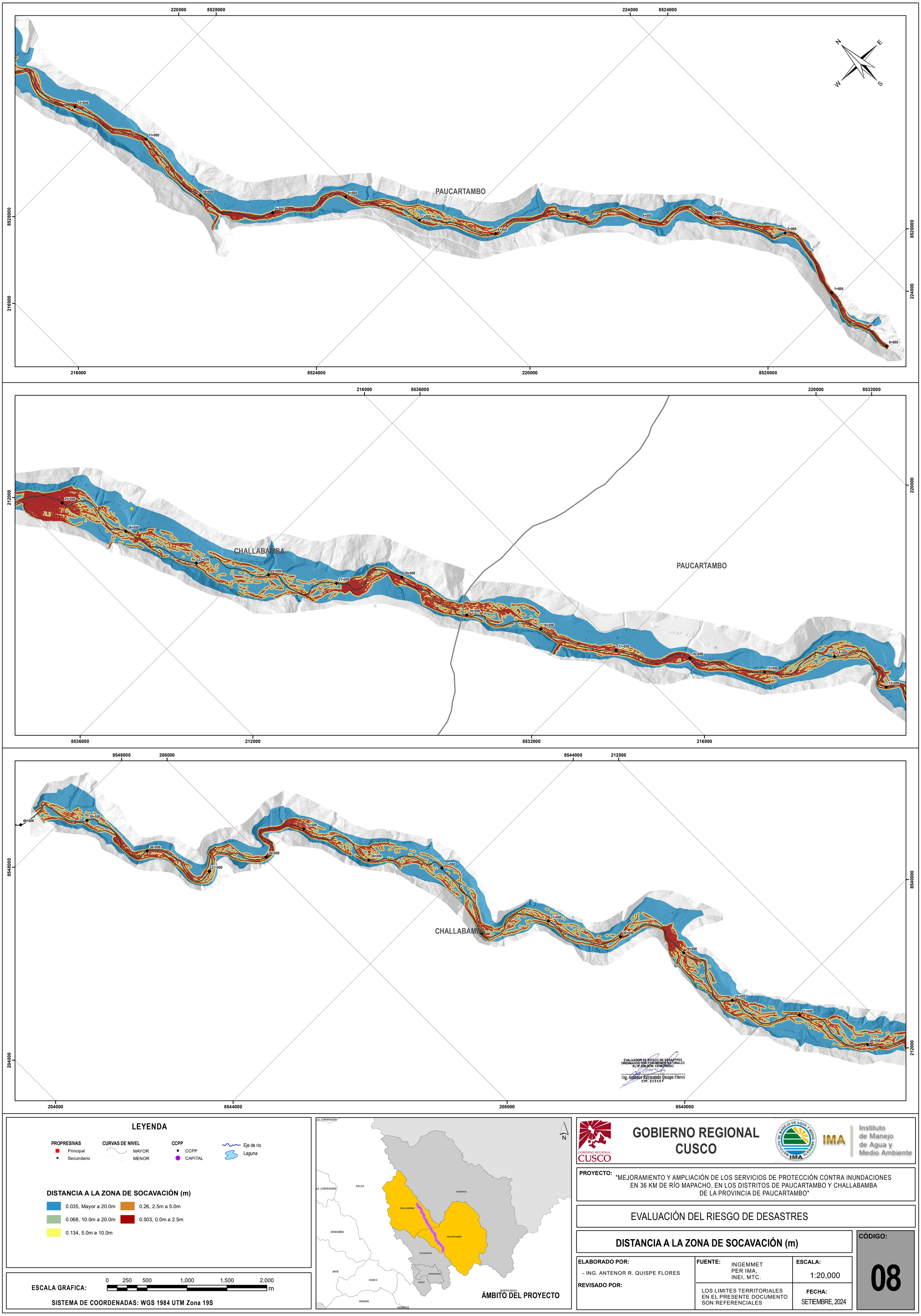
REVISADO POR:

FUENTE: INGEMMET PER IMA, INEI, MTC.

LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES

ESCALA: 1:20,000

FECHA: SETIEMBRE, 2024



LEYENDA

PROPRESIVAS
- Principal
- Secundario

CURVAS DE NIVEL
- MAYOR
- MENOR

CCPP
- CCPP
- CAPITAL

- Eje de rio
- Laguna

DISTANCIA A LA ZONA DE SOCAVACIÓN (m)

- 0.035, Mayor a 20.0m
- 0.068, 10.0m a 20.0m
- 0.134, 5.0m a 10.0m
- 0.26, 2.5m a 5.0m
- 0.503, 0.0m a 2.5m

ESCALA GRAFICA: 0 250 500 1,000 1,500 2,000 m

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 19S

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

IMA | Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO"

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

DISTANCIA A LA ZONA DE SOCAVACIÓN (m)

CÓDIGO: 08

ELABORADO POR: - ING. ANTENOR R. QUISPE FLORES **REVISADO POR:**	**FUENTE:** INGEMMET PER IMA, INEI, MTC. LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES	**ESCALA:** 1:20,000 **FECHA:** SETIEMBRE, 2024

3.6. ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

Con base en la delimitación del ámbito de influencia del peligro por erosión fluvial, **se analizaron los elementos expuestos,** tales como población, predios rurales, predios agrícolas y unidades productoras. Ante la ocurrencia del peligro, es probable que estos elementos sean directamente afectados, dependiendo del nivel de peligrosidad identificado. Para la identificación de los elementos expuestos, **se aplicaron encuestas de campo, cuyos datos se registraron en fichas por cada elemento expuestos entre los meses de septiembre y octubre de 2024.**

POBLACIÓN EXPUESTA

En el ámbito de influencia del peligro por erosión fluvial, se identificaron 7,233 habitantes directamente expuestos, de los cuales 2,532 corresponden al distrito de Challabamba y 4,701 al distrito de Paucartambo. Esta información se recopiló mediante encuestas aplicadas en campo y datos del Censo Nacional del INEI (2017). Cabe mencionar que, durante la aplicación de las encuestas, algunos predios no contaban con sus habitantes presentes, lo que impidió registrar a todos los pobladores. Por lo tanto, los datos presentados son una aproximación.

Cuadro N° 59: Población expuesta

DISTRITO	CANTIDAD DE HABITANTES
CHALLABAMBA	2,532
PAUCARTAMBO	4,701
TOTAL	**7,233**

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

PREDIOS URBANOS EXPUESTOS

En el ámbito de influencia del peligro por erosión fluvial, se identificaron una totalidad de 2,773 predios, de los cuales 1,063 se ubican en el distrito de Challabamba y 1,710 en el distrito de Paucartambo. Asimismo, estos predios fueron clasificados según el estado situacional de su uso. En el siguiente cuadro se muestran los detalles.

Cuadro N° 60: Cantidad de predios urbanos por distrito, según estado situacional

DISTRITO	CANTIDAD DE PREDIOS	ESTADO SITUACIONAL DE LOS LOTES			
		Lote vacío	Lote en construcción	Lote con edificación	Lote abandonado
CHALLABAMBA	1,063	215	14	750	84
PAUCARTAMBO	1,710	403	37	1,196	74
TOTAL GENERAL	2,773	618	51	1,946	158

Fuente: Trabajo de campo.

En cuanto al material de construcción de los predios, en ambos distritos predominan el material de construcción de adobe y otros empleados detallados en el siguiente cuadro.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 61: Cantidad de predios urbanos por distrito, según material

DISTRITO	N° DE PREDIOS POR DISTRITO	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN						
		Concreto armado	Ladrillo / bloqueta	Adobe	Tapial	Madera/drywall f	Mixto (adobe/ladrillos)	Otros
CHALLABAMBA	1,063	129	57	338	276	21	8	23
PAUCARTAMBO	1,710	246	75	915	3	32	7	31
TOTAL GENERAL	2,773	375	132	1,253	279	53	15	54

Fuente: Trabajo de campo.

Fotografía N° 12: Vista de predios urbanos, Centro poblado de Sunchubamba

Fuente: Equipo técnico

PREDIOS AGRICOLAS EXPUESTOS

En el ámbito de influencia del peligro por erosión fluvial, los predios agrícolas en el ámbito de estudio tienen un área total de 600.1 ha, en el siguiente cuadro se presenta el área (ha.) de los predios agrícolas por distritos.

Cuadro N° 62: Predios agrícolas por distrito del ámbito de influencia

DISTRITO	ÁREA (HA)
CHALLABAMBA	342.7
PAUCARTAMBO	257.4
TOTAL GENERAL	600.1

Fuente: Catastro Rural del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) y Trabajo de campo.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Fotografía N° 13: Vista de viviendas, predios agrícolas expuestos al río Mapacho, sector Hucanca

Fuente: Equipo técnico

UNIDADES PRODUCTORAS EXPUESTAS

Las unidades productoras del ámbito de estudio son infraestructuras de transporte, salud, educativa, agrícola, saneamiento básico, defensa ribereña, seguridad ciudadana, recreativa, equipamiento y otros, las cuales fueron identificadas mediante las encuestas realizadas en el trabajo de campo.

Infraestructura de transporte

Cuadro N° 63: Tipos de unidades productoras de transporte

DISTRITO	INFRAESTRUCTURA	Material predominante de construcción	UNID	Cantidad	Fuente
CHALLABAMBA	Puentes	Concreto armado / Estructura metálica	Und	5	MTC / Trabajo de campo
	Red Vial	Pavimento rígido	Km	0.9	MTC
		Asfaltado	Km	0.0	MTC
		Afirmado	Km	3.1	MTC
		Trocha	Km	17.9	MTC
	Parcial			22.0	
PAUCARTAMBO	Puentes	Concreto armado / Estructura metálica	Und	9	MTC / Trabajo de campo
	Red Vial	Pavimento rígido	Km	2.9	MTC
		Asfaltado	Km	4.6	MTC
		Afirmado	Km	11.2	MTC
		Trocha	Km	6.0	MTC
	Parcial			24.6	
TOTAL	**Puentes**		**Und**	**14**	
	Vías		**Km**	**46.6**	

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones y trabajo de campo.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 036-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Fotografía N° 14: Puente vehicular y peatonal Benavente. Ubicado en el distrito de Paucartambo

Fuente: Trabajo de campo

Infraestructura de salud

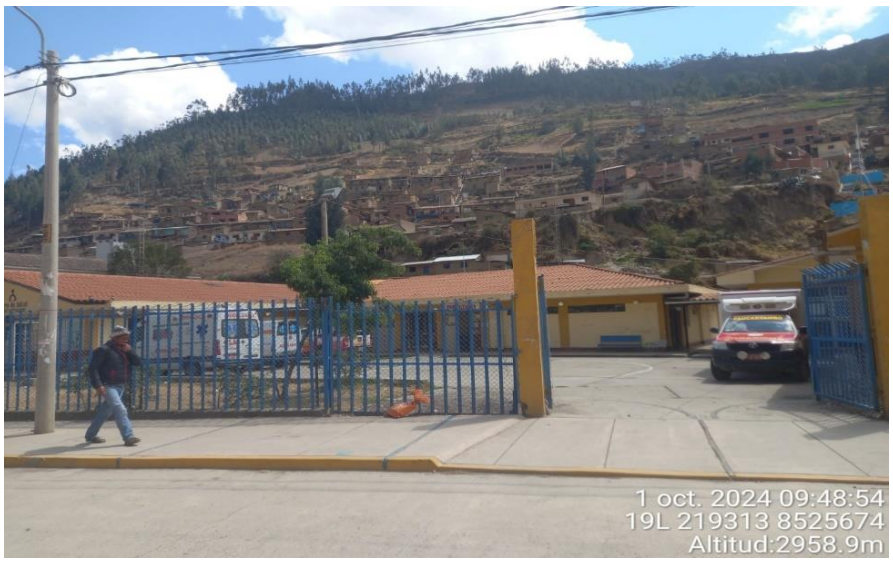
Cuadro N° 64: Tipos de unidades productoras de salud

Distrito	Infraestructura	Cantidad (und)	Material predominante de construcción	Fuente
Challabamba				
Paucartambo	Centro de salud	1	Concreto armado	MINSA
	EsSalud	1	Adobe	Trabajo de campo
	Centro de aislamiento COVID	1	Drywall	Trabajo de campo
TOTAL		3		

Fuente: Trabajo de campo y Ministerio de Salud.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Fotografía N° 15: Centro de salud Paucartambo



Fuente: Trabajo de campo

Infraestructura educativa

Cuadro N° 65: UP – infraestructura de Educación

DISTRITO	Material predominante de construcción	CANTIDAD (und)	Fuente
CHALLABAMBA	ADOBE	3	MINEDU / Trabajo de campo
	CONCRETO ARMADO	8	MINEDU / Trabajo de campo
	TAPIAL	2	MINEDU / Trabajo de campo
	PARCIAL	13	
PAUCARTAMBO	ADOBE	6	MINEDU / Trabajo de campo
	CONCRETO ARMADO	15	MINEDU / Trabajo de campo
	TAPIAL	0	MINEDU / Trabajo de campo
	PARCIAL	21	MINEDU / Trabajo de campo
TOTAL		**34**	

Fuente: Trabajo de campo y Ministerio de Educación.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 030-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Fotografía N° 16: Colegio "Juan Velasco Alvarado" en Sunchubamba

Fuente: Trabajo de campo.

Infraestructura de saneamiento básico

Cuadro N° 66: Tipos de unidades productoras de saneamiento básico

Distrito	Unidad productora	Cantidad	Und	Material predominante de construcción	Fuente
Challabamba	Planta de tratamiento de aguas residuales	1	und	Concreto armado	Trabajo de campo
Paucartambo	Planta de tratamiento de aguas residuales	3	und	Concreto armado	Trabajo de campo
TOTAL		4	und		

Fuente: Trabajo de campo

Fotografía N° 17: Planta de tratamiento de aguas residuales sector Llaychu, Distrito de Paucartambo

Fuente: Trabajo de campo.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

Fotografía N° 18: PETAR en Huaccanca, Distrito de Challabamba

Fuente: Trabajo de campo.

Infraestructura de defensa ribereña

Cuadro N° 67: Tipo de unidades productoras de protección

DISTRITO	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	UNID	Cantidad	Fuente
CHALLABAMBA	ESPIGÓN CON ROLLIZOS	Und	2.0	Trabajo de campo
	MURO DE C°A°	m	297.9	Trabajo de campo
	MURO DE GAVIÓN	m	653.1	Trabajo de campo
PAUCARTAMBO	ESPIGÓN CON ROLLIZOS	Und	29.0	Trabajo de campo
	ESPIGÓN DE GAVIÓN	Und	8.0	Trabajo de campo
	MURO DE C°A°	m	2,106.6	Trabajo de campo
	MURO DE GAVIÓN	m	881.9	Trabajo de campo
TOTAL		Und	39.0	
		Km	3,939.6	

Fuente: Trabajo de campo.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Fotografía N° 19: Muros de defensa ribereña Distrito de Paucartambo

Fuente: Trabajo de campo

Infraestructura de seguridad ciudadana

Cuadro N° 68: Tipos de unidades productoras de seguridad ciudadana

Distrito	Unidad productora	Cantidad	Material predominante de construcción	Fuente
Challabamba	Comisaria	1	Enrocado	Trabajo de campo
Paucartambo	Comisaria	1	Adobe	MININTER
	Seguridad Ciudadana	1	Adobe	Trabajo de campo
	TOTAL	3		

Fuente: Trabajo de campo y Ministerio del Interior.

Fotografía N° 20: Comisaria sectorial de Paucartambo

Fuente: Trabajo de campo.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Infraestructura recreativa

Cuadro N° 69: Tipos de unidades productoras recreativas

Distrito	Unidad productora	Cantidad (und)	Material predominante de construcción	Fuente
Challabamba	Estadio	3	Pasto natural	Trabajo de campo
	Recreativo con tribunas	2	Concreto armado	Trabajo de campo
	Cancha sintética, techado	1	Concreto armado / Grass sintetico,	Trabajo de campo
	Parque recreativo	1	Concreto armado	Trabajo de campo
	Corzo	1	Concreto armado	Trabajo de campo
	Plaza	3	Concreto armado	Trabajo de campo
Paucartambo	Estadio	1	Pasto natural	Trabajo de campo
	Recreativo Estadio	3	Concreto armado / Pasto natural	Trabajo de campo
	Cancha sintética	4	Grass sintetico / Concreto armado	Trabajo de campo
	Parque recreativo	1	Concreto armado	Trabajo de campo
	Plaza	3	Concreto armado	Trabajo de campo
	Cancha de C° A°	1	Concreto armado	Trabajo de campo
	Multideportivo	1	Concreto armado	Trabajo de campo
	Plazoleta	1	Concreto armado	Trabajo de campo
TOTAL		26		Trabajo de campo

Fuente: Trabajo de campo.

Fotografía N° 21: Cancha sintética en Challabamba

Fuente: Trabajo de campo.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

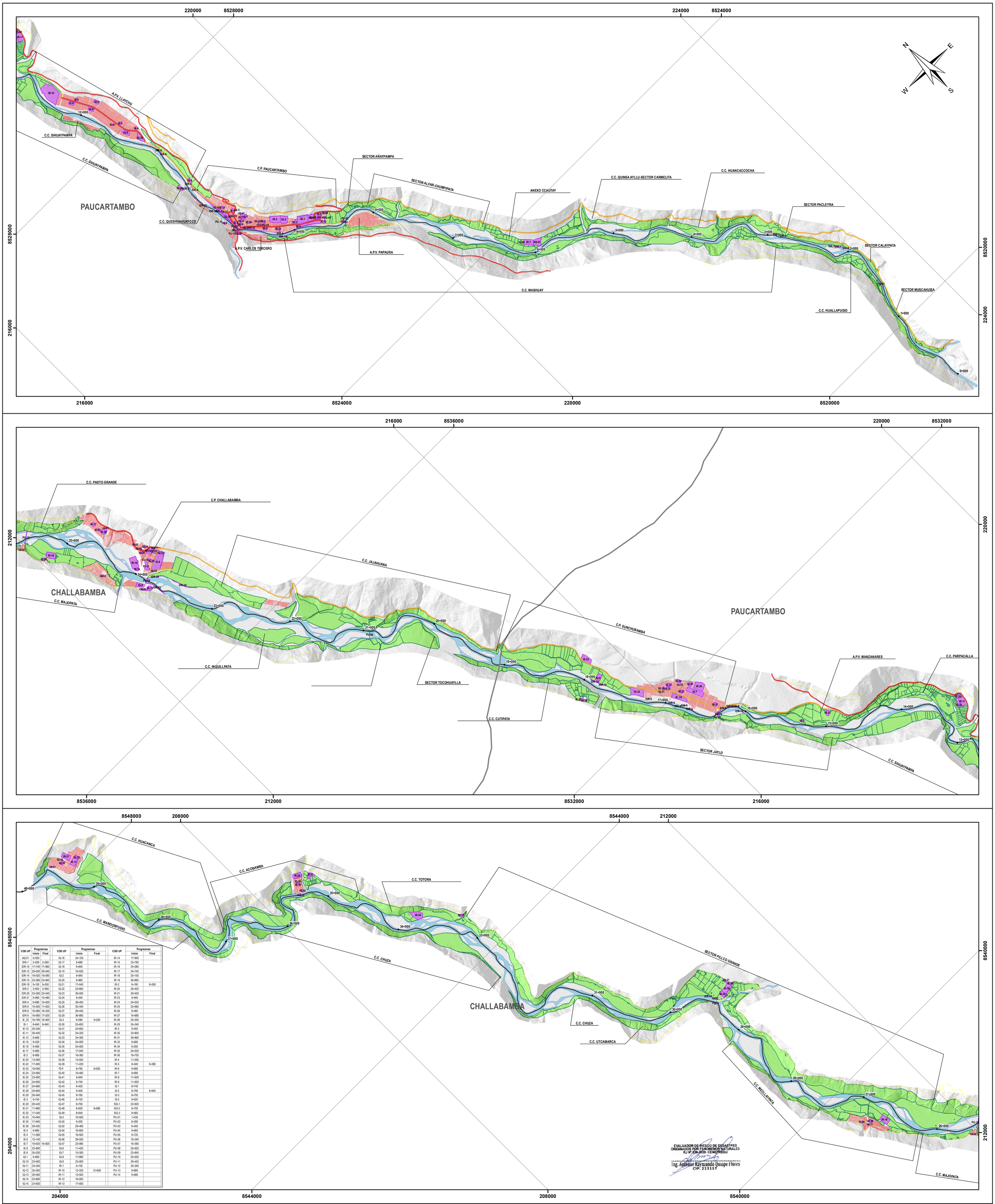
Fotografía N° 22: Iglesia de Sunchubamba, Distrito de Challabamba

Fuente: Trabajo de campo

Fotografía N° 23: Municipalidad provincial de Paucartambo

Fuente: Trabajo de campo.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157



COD UP	Progresivas Inicio	Progresivas Final	COD UP	Progresivas Inicio	Progresivas Final	COD UP	Progresivas Inicio	Progresivas Final
AQ-01	5+920		IQ-16	24+100		IR-14	17+900	
IDR-1	2+000	2+260	IQ-17	9+680		IR-15	23+780	
IDR-10	17+740	17+960	IQ-18	9+840		IR-16	24+080	
IDR-12	29+500	29+540	IQ-19	10+020		IR-17	24+700	
IDR-14	16+020	16+080	IQ-2	9+840		IR-18	25+150	
IDR-15	23+580	23+840	IQ-20	9+860		IR-19	36+860	
IDR-19	9+100	9+200	IQ-21	17+040		IR-2	9+180	9+300
IDR-2	2+820	2+900	IQ-22	23+800		IR-20	29+420	
IDR-20	23+260	23+540	IQ-23	39+500		IR-21	39+500	
IDR-21	9+960	10+480	IQ-24	9+540		IR-23	9+940	
IDR-4	8+680	10+500	IQ-25	39+400		IR-24	24+020	
IDR-6	10+920	11+020	IQ-26	35+340		IR-25	23+960	
IDR-8	16+080	16+320	IQ-27	29+440		IR-26	9+460	
IDR-9	16+680	17+200	IQ-29	36+860		IR-27	16+880	
IE_32	16+780	16+920	IQ-3	9+080	9+200	IR-28	24+300	
IE-1	8+840	8+940	IQ-30	25+600		IR-29	35+340	
IE-10	35+340		IQ-31	24+600		IR-3	9+400	
IE-11	39+400		IQ-32	24+320		IR-30	33+800	
IE-12	8+660		IQ-33	24+300		IR-31	36+960	
IE-15	9+520		IQ-34	24+000		IR-33	9+680	
IE-16	9+560		IQ-35	24+000		IR-34	9+200	
IE-17	9+960		IQ-36	17+040		IR-35	24+020	
IE-2	8+960		IQ-37	16+360		IR-36	16+700	
IE-20	13+560		IQ-38	13+500		IR-4	11+300	
IE-22	17+000		IQ-39	11+220		IR-5	9+340	9+380
IE-23	18+090		IQ-4	8+790	8+920	IR-6	9+680	
IE-24	23+900		IQ-40	10+460		IR-7	9+680	
IE-25	23+900		IQ-41	9+640		IR-8	11+920	
IE-26	24+600		IQ-42	9+740		IR-9	11+920	
IE-27	24+660		IQ-43	9+420		IS-1	8+740	
IE-28	24+600		IQ-44	9+400		IS-2	8+780	8+840
IE-29	26+940		IQ-45	8+760		IS-3	8+700	
IE-3	9+740		IQ-46	8+720		IS-5	9+620	
IE-30	29+420		IQ-47	8+700		ISG-1	23+920	
IE-31	11+660		IQ-48	8+620	8+680	ISG-2	9+700	
IE-32	17+340		IQ-49	8+640		ISG-3	9+560	
IE-33	16+940		IQ-5	10+500		PU-01	1+430	
IE-35	17+940		IQ-50	6+200		PU-02	8+390	
IE-36	29+420		IQ-52	29+460		PU-03	8+400	
IE-4	9+860		IQ-54	16+800		PU-04	9+660	
IE-5	11+580		IQ-55	16+920		PU-05	9+720	
IE-6	12+140		IQ-56	39+500		PU-06	16+340	
IE-7	16+620	16+820	IQ-57	23+980		PU-07	16+360	
IE-8	23+800		IQ-6	11+420		PU-08	20+920	
IE-9	35+200		IQ-7	15+300		PU-09	23+840	
IQ-1	9+660		IQ-8	17+860		PU-10	25+500	
IQ-10	23+920		IQ-9	23+900		PU-11	29+420	
IQ-11	33+340		IR-1	6+100		PU-12	35+340	
IQ-12	35+300		IR-10	12+320	12+600	PU-13	9+880	
IQ-13	39+560		IR-11	13+500		PU-14	9+680	
IQ-14	23+800		IR-12	16+000				
IQ-15	23+920		IR-13	17+000				

LEYENDA

PROPRESIVAS
- Principal
- Secundario

CURVAS DE NIVEL
- MAYOR
- MENOR

CCPP
- CCPP
- CAPITAL

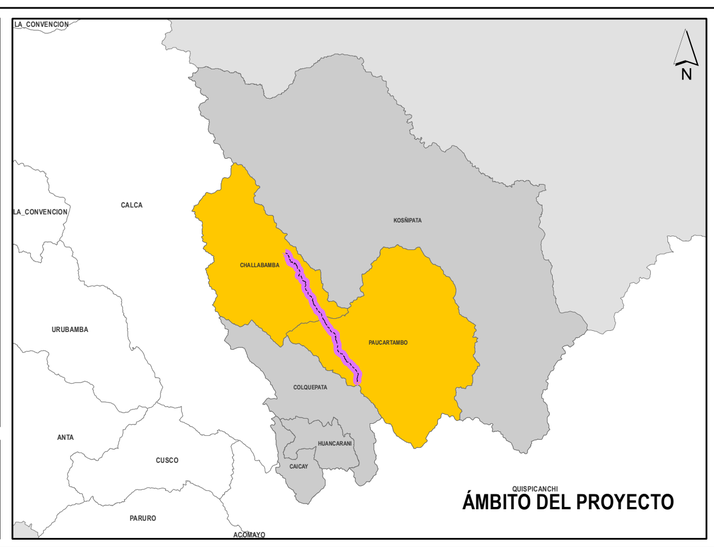
- Eje de rio
- Cuerpo de agua

ÁMBITO URBANO RURAL
- e_Etiquetas_2024
- UP
- 1. Urbana
- 2. Rural

RED VIAL
- e_Etiquetas_2024
- 0, Pavimento rígido
- 1, Asfaltado
- 2, Afirmado
- 4, Trocha

ESCALA GRAFICA: 0 250 500 1,000 1,500 2,000 m

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 19S



GOBIERNO REGIONAL CUSCO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

IMA Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO"

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

CÓDIGO: 09

ELABORADO POR: - ING. ANTENOR R. QUISPE FLORES

REVISADO POR:

FUENTE: INGEMMET PER IMA, INEI, MTC.

LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES

ESCALA: 1:20,000

FECHA: NOVIEMBRE, 2024

3.7. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS ANTE EROSIÓN FLUVIAL

Se ha considerado la precipitación máxima en 24 horas asociada a un período de retorno de 100 años, según los criterios establecidos por el MEF para la formulación de proyectos de protección y/o control de inundaciones en áreas agrícolas y urbanas. A partir de este dato, se calcularon los caudales máximos correspondientes al período de retorno de 100 años (T = 100 años), considerando una concentración volumétrica de 16.1% (Cv = 16.1%). Sin embargo, es posible que ocurran eventos con caudales superiores a este período de retorno, lo que indica que el escenario definido no representa el evento más crítico posible.

El tránsito de estos caudales puede desencadenar procesos erosivos en ambas márgenes del rio Mapacho, provocando el colapso de taludes en las laderas o terrazas aluviales, así como la pérdida de superficie debido a la erosión, las condiciones hidráulicas calculadas incluyen esfuerzos cortantes superiores a 8.0 kN/m² y velocidades de flujo mayores a 4 m/s, se ocasionarían daños en los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y ambiental.

Cuadro N° 70: Niveles de peligro por inundación fluvial

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.266	<	P	≤	0.497
ALTO	0.135	<	P	≤	0.266
MEDIO	0.067	<	P	≤	0.135
BAJO	0.035	≤	P	≤	0.067

Fuente: Equipo Técnico

3.8. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

Cuadro N° 71: Estrato nivel de peligros por erosión fluvial

NIVELES DE PELIGRO	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	Zonas compuestas predominantemente por depósitos coluviales y aluviales, geomorfológicamente comprende laderas denudacionales y terrazas aluviales, con pendientes empinadas a extremadamente empinadas (Mayor a 25%). Como factor desencadenante Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas asociada a un período de retorno de 100 años, esta precipitación convertido en escorrentía (Q=T100 y Cv=16.1%) generaría inundaciones erosión fluvial en ambas márgenes del río Mapacho, provocando el colapso de taludes y la pérdida de superficie. Las condiciones hidráulicas estimadas indican esfuerzos cortantes superiores a 4.0 kN/m², velocidades de flujo mayores a 2 m/s y están a menos de 2.5 m de la zona de socavación.	**0.266<P≤0.497**

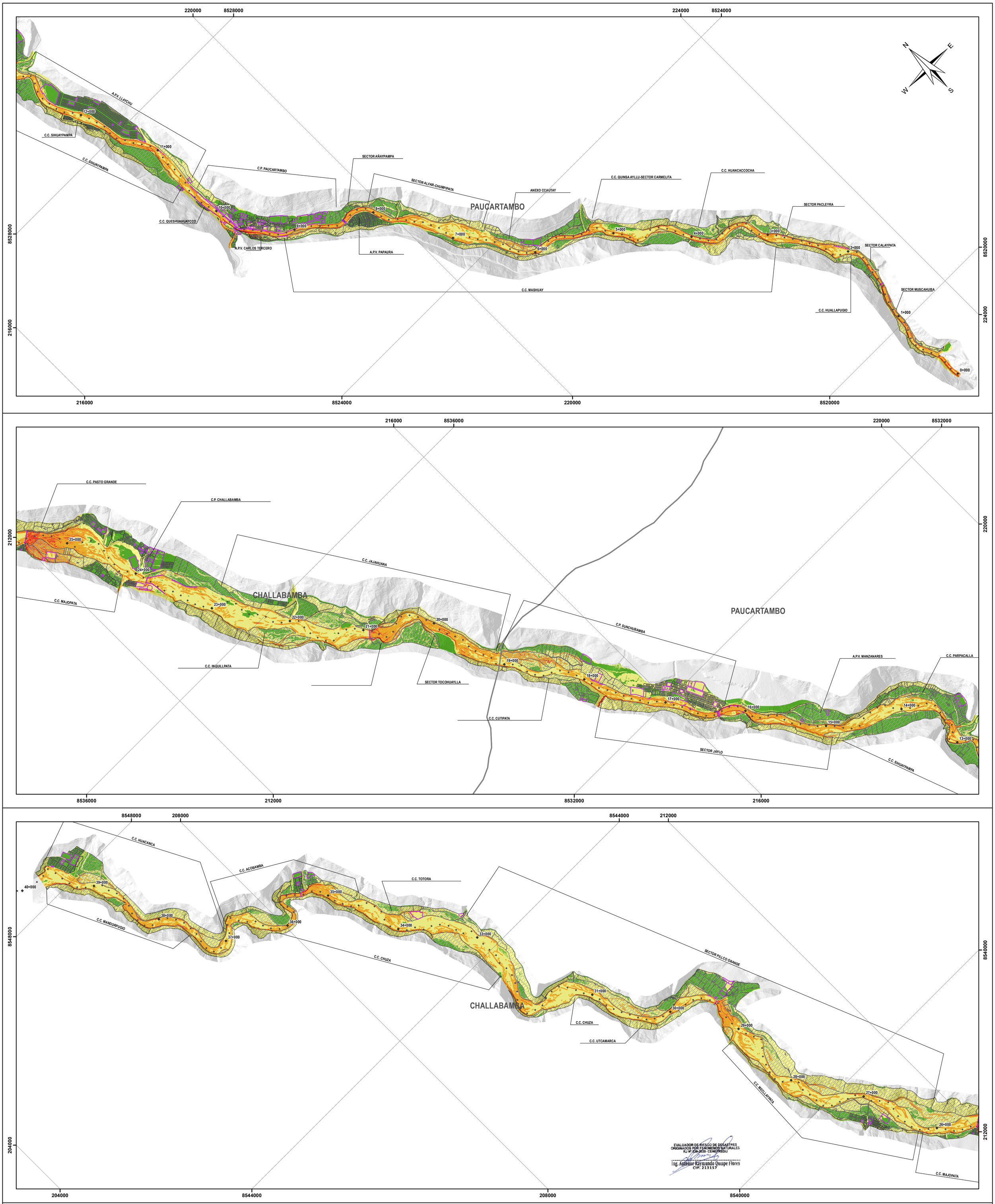
EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

ALTO	Zonas compuestas predominantemente por depósitos glaciares, geomorfológicamente comprende pie de montes o conos aluviales, con pendientes moderadamente empinadas (15-25%). Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas asociada a un período de retorno de 100 años, esta precipitación convertido en escorrentía (Q=T100 y Cv=16.1%) generaría inundaciones erosión fluvial en ambas márgenes del río Mapacho, provocando el colapso de taludes y la pérdida de superficie. Las condiciones hidráulicas estimadas indican esfuerzos cortantes entre 2.0 kN/m² a 4.0 kN/m², velocidades de flujo entre 1 m/s a 2 m/s y están entre 2.5 m a 5.0m de la zona de socavación.	**0.135<P≤0.266**
MEDIO	Zonas compuestas predominantemente por afloramientos rocosos de la Fm. Sandia y Gr. Cabanillas, geomorfológicamente comprende laderas de montaña, con pendientes fuertemente inclinadas (8-15%). Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas asociada a un período de retorno de 100 años, esta precipitación convertido en escorrentía (Q=T100 y Cv=16.1%) generaría inundaciones erosión fluvial en ambas márgenes del río Mapacho, provocando el colapso de taludes y la pérdida de superficie. Las condiciones hidráulicas estimadas indican esfuerzos cortantes entre 1.0 kN/m² a 2.0 kN/m², velocidades de flujo entre 0.5 m/s a 1.0 m/s y están entre 5.0 m a 10.0m de la zona de socavación.	**0.067<P≤0.135**
BAJO	Zonas compuestas predominantemente por depósitos fluviales, geomorfológicamente comprende la llanura de inundación, las barras y el cauce del rio Mapacho, con pendientes planas a moderadamente inclinadas (0-8%). Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas asociada a un período de retorno de 100 años, esta precipitación convertido en escorrentía (Q=T100 y Cv=16.1%) generaría inundaciones erosión fluvial en ambas márgenes del río Mapacho, provocando el colapso de taludes y la pérdida de superficie. Las condiciones hidráulicas estimadas indican esfuerzos cortantes menores a 1.0 kN/m², velocidades de flujo menores a 0.5 m/s y están a más de 10 m de la zona de socavación.	**0.035≤P≤0.067**

Fuente: Equipo Técnico.

3.9. MAPA DE PELIGROS ANTE EROSIÓN FLUVIAL

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157



EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADOS POR FENÓMENOS NATURALES
RJ N° 039-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

LEYENDA

PROPRESIVAS
- Principal
- Secundario

CURVAS DE NIVEL
- MAYOR
- MENOR

CCPP
- CCPP
- CAPITAL

- Eje de rio
- Cuerpo de agua

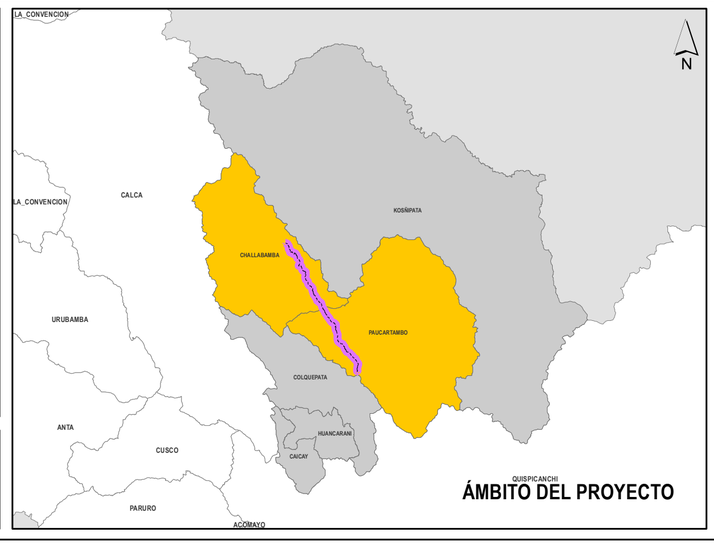
PELIGRO POR EROSIÓN FLUVIAL
(T=100 años y Cv=16.1%)

NIVEL DE PELIGRO
- 1. BAJO
- 2. MEDIO
- 3. ALTO
- 4. MUY ALTO

ELEMENTOS EXPUESTOS
- PREDIOS URBANOS
- PREDIOS RURALES
- UP

ESCALA GRAFICA: 0 250 500 1,000 1,500 2,000 m

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 19S



ÁMBITO DEL PROYECTO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

IMA Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO"

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

MAPA DE PELIGRO POR EROSIÓN FLUVIAL

ELABORADO POR:
- ING. ANTENOR R. QUISPE FLORES

REVISADO POR:

FUENTE: INGEMMET PER IMA, INEI, MTC.

LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES

ESCALA: 1:20,000

FECHA: NOVIEMBRE, 2024

CÓDIGO: 10B

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

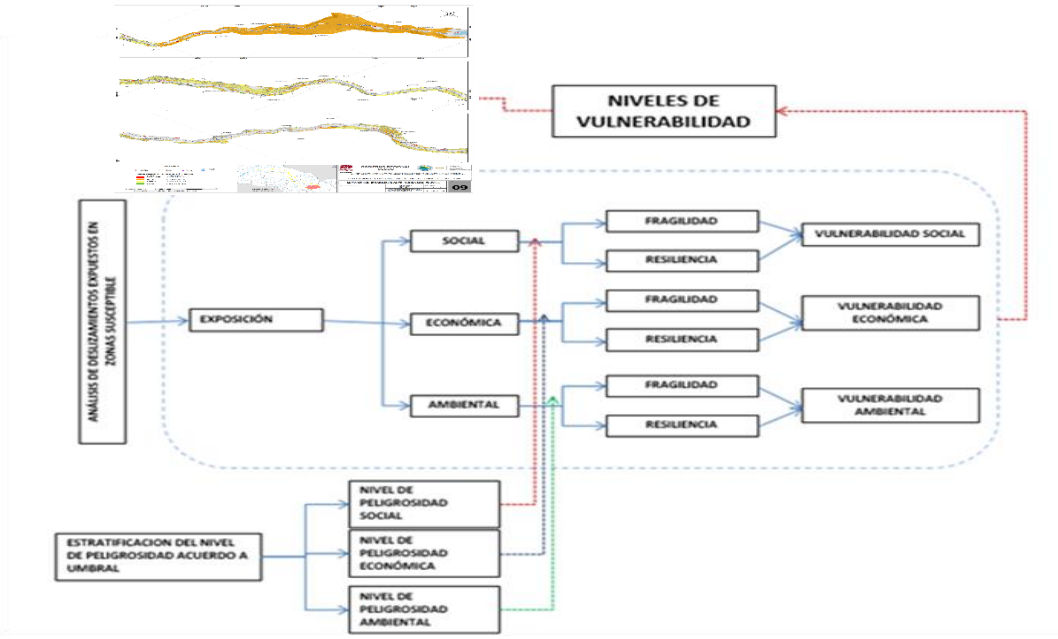
En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y su Reglamento, se define vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas a sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. También la vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad o predisposición de la unidad productora (UP) y sus usuarios a sufrir daños, pérdidas o alteraciones negativas en su funcionamiento debido a un peligro al que están expuestos (UNISDR, 2009; IPCC, 2014; CENEPRED, 2018).

4.1. METODOLOGIA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para determinar los niveles de vulnerabilidad del ámbito del PI, 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.

Para realizar el análisis de vulnerabilidad, se utilizó la siguiente metodología como se muestra en el gráfico:

Gráfico N° 6: Metodología del análisis de vulnerabilidad



Fuente: Adaptado de CENEPRED.

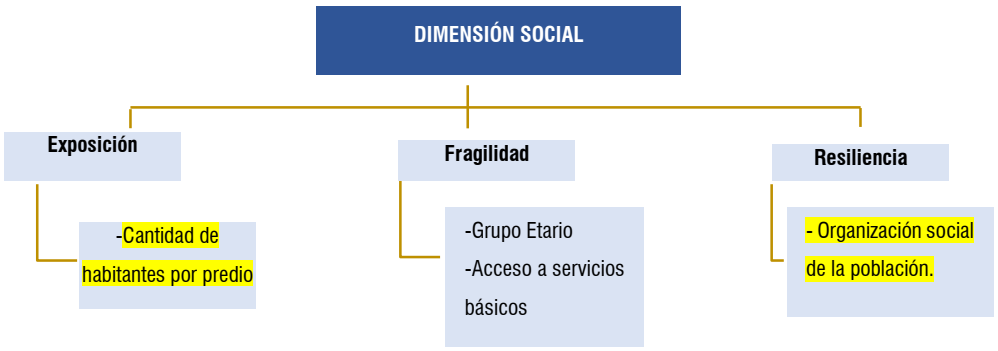
4.2. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.2.1. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

El análisis de la dimensión social consiste en identificar las características intrínsecas de la población y elementos que se relacionan con ella dentro del área a evaluar.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Gráfico N° 7: Esquema general del análisis de la Dimensión Social



Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 72: Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión social

DIMENSIÓN 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: Equipo Técnico.

Cuadro N° 73: Matriz de Normalización de pares factores de la dimensión social.

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector de 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
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 74: Índice de consistencia y relación de consistencia de los factores de la dimensión social

Índice de consistencia	IC	0.009
Relación de consistencia< 0.1	RC	0.017

Fuente: Equipo Técnico.

ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN SOCIAL

El parámetro considerado para el análisis de Exposición social es:

- Cantidad de habitantes a nivel de predio

Cuadro N° 75: Parámetro de exposición social

Parámetro	Descripción	Valor
Parámetros de La Exposición Social	Cantidad de habitantes por predio	1.00

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro: Cantidad de habitantes por predio

Este parámetro caracteriza a la cantidad de habitantes o personas que viven en un predio

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 76: Descriptores del parámetro cantidad de habitantes por predio

CANTIDAD DE HABITANTES POR PREDIO	DESCRIPCIÓN
Mayor a 15 hab.	Este descriptor es el más crítico pues abarca la mayor cantidad de personas que se encuentran en un predio y por ende la vulnerabilidad se incrementa.
11 a 15 hab.	Este descriptor es también crítico pues abarca una cantidad de personas considerables que se encuentran en un predio y por ende la vulnerabilidad se incrementa.
6 a 10 hab.	Este descriptor es menos crítico, pero abarca una cantidad de personas que se encuentran en un predio.
3 a 5 hab.	Este descriptor es más tolerable pues abarca menos cantidad de personas por predio y por ende la vulnerabilidad disminuye.
Menos de 2 Hab.	Este descriptor es el menos vulnerable por la cantidad de personas que se encuentran en un predio.

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 77: Matriz de comparación de pares del parámetro: Cantidad de habitantes por predio

CANTIDAD DE HABITANTES POR PREDIO	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: Equipo Técnico.

Cuadro N° 78: Matriz de normalización de pares del parámetro: Cantidad de habitantes por predio

CANTIDAD DE HABITANTES POR PREDIO	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
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 79: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Cantidad de habitantes por predio

Índice de consistencia	IC	0.046
Relación de consistencia< 0.1 (*)	RC	0.041

Fuente: Equipo Técnico

ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD SOCIAL

Los parámetros considerados en la fragilidad social son:

- Grupo etario
- Acceso a servicios básicos

Cuadro N° 80: Parámetros de fragilidad social

Parámetros	Pesos
Grupo etario	0.5
Acceso de servicios básicos	0.5

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Parámetro: Grupo etario

Este parámetro caracteriza a 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 obtenidas en campo (encuestas), en el análisis se consideró el grupo etario más preponderante.

Para este parámetro se identificó los siguientes descriptores:

Cuadro N° 81: Descriptores del parámetro grupo etario

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
Grupo etario	0 a 5 y mayor a 65	Se refiere a las personas más vulnerables por la condición de su edad, ya que en el momento que se desencadene cualquier evento de inundación fluvial, ellos serían probablemente los primeros que sufran lesiones si no tienen ayuda instantánea, porque ellos no pueden trasladarse fácilmente y también porque les afectaría más la perdida de cualquier infraestructura en su medio de vida.
	6 a 12 y 61 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 una inundación fluvial, pero también sufrirían mucho por la pérdida de cualquier infraestructura de su medio de vida.
	12 a 15 y 51 a 60	Se refiere a personas que por su edad podrían escapar al desencadenarse una inundación fluvial, pero sufrirían mucho la perdida de cualquier infraestructura de su medio de vida además que por su edad podrían ser de poca ayudar para reponerse del desastre.
	31 a 50	Se refiere a personas que por su edad podrían escapar fácilmente al desencadenarse una inundación fluvial, como también sufrirían poco la perdida de cualquier infraestructura de su medio de vida, además que por su edad podrían ayudar para reponerse del desastre.
	16 a 30	Se refiere a personas que por su edad podrían escapar fácilmente al desencadenarse una inundación fluvial, como también sufrirían poco la perdida 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: Equipo Técnico.

Cuadro N° 82: Matriz de comparación de pares del parámetro: grupo etario

GRUPO ETARIO	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: Equipo Técnico.

Cuadro N° 83: Matriz de normalización de pares del parámetro: grupo etario

GRUPO ETARIO	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
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 84: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: grupo etario

Índice de consistencia	IC	0.047
Relación de consistencia< 0.1 (*)	RC	0.042

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro: Acceso a servicios básicos

De acuerdo a la información establecida en la ficha - encuesta en el ítem Características fragilidad – social, se llegó a obtener datos de acceso a los servicios básicos de las personas y se presenta la siguiente clasificación:

Cuadro N° 85: Descriptores del parámetro acceso a servicios básicos

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
Acceso a servicios básicos	NINGUNO	Se refiere a viviendas que no cuentan con servicios básicos y son los más vulnerables ante cualquier evento de una inundación fluvial 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 o luz) y son vulnerables ante cualquier evento de una inundación fluvial 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 y luz) y son menos vulnerables ante cualquier evento de una inundación fluvial 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 tres servicios básicos (agua, luz y desagüe) y son menos vulnerables ante cualquier evento de una inundación fluvial ya que esa condición indica que tiene una vivienda en un lugar con buena accesibilidad para instalar los servicios además de la economía para mantenerlas.
	CON AGUA, LUZ, DESAGUE Y OTROS	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 una inundación fluvial 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: Equipo Técnico.

Cuadro N° 86: 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: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 87: 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
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 88: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: acceso a servicios básicos

Índice de consistencia	IC	0.037
Relación de consistencia< 0.1 (*)	RC	0.033

Fuente: Equipo Técnico

ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA SOCIAL

El paramento considerado como resiliencia social es:

- Organización social

Cuadro N° 89: Parámetro de resiliencia social

Parámetro	Descripción	Valor
Parámetros de la resiliencia social	Organización social	1.00

Fuente: Equipo Técnico

Parámetro: Organización social

De acuerdo con la información recopilada mediante las fichas aplicadas, se obtuvieron datos relacionados con la organización social de las personas. En este análisis, se identificaron los siguientes descriptores:

Cuadro N° 90: Descriptores del parámetro grupo etario

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
ORGANIZACIÓN SOCIAL	MUY MALA / NUNCA	Menos del 25% de los pobladores participan en las reuniones y faenas
	MALA / CASI NUNCA	Menos del 50% de los pobladores participan en las reuniones y faenas
	MEDIA / A VECES	Más del 70% de los pobladores participan en las reuniones y faenas.
	BUENA / CASI SIEMPRE	Más del 85% de los pobladores participan en las reuniones y faenas.
	MUY BUENO / SIEMPRE	El 100% de los pobladores participan en las reuniones y faenas.

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 91: 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: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 92: Matriz de normalización de pares 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
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 93: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: organización social

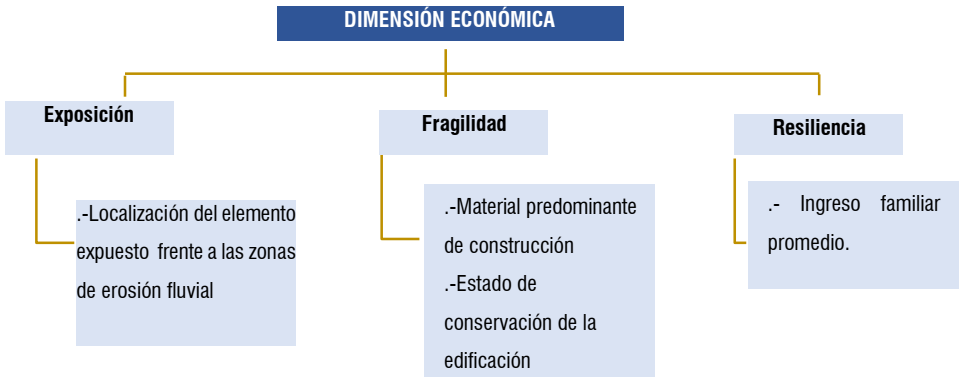
Índice de consistencia	IC	0.039
Relación de consistencia< 0.1 (*)	RC	0.035

Fuente: Equipo Técnico

4.2.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

Para el análisis de la dimensión económica se consideran las características de las viviendas, que proporcionan una idea aproximada de las condiciones económicas de la población. Además, se analizan el ingreso familiar promedio. En el siguiente gráfico se presentan los parámetros y descriptores evaluados para los factores de exposición, fragilidad y resiliencia.

Gráfico N° 8: Esquema general del análisis de la Dimensión Económica



Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 94: Matriz comparación de pares de los factores de la dimensión económica

V - ECONOMICA	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: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N° 95: Matriz de Normalización de pares factores de la dimensión económica

V - ECONOMICA	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
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 96: Índice de consistencia y relación de consistencia de los factores de la dimensión económica

Índice de consistencia	IC	0.009
Relación de consistencia< 0.1	RC	0.017

Fuente: Equipo Técnico.

ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN ECONÓMICA

El parámetro considerado para el análisis de la exposición económica es: localización de los elementos expuestos frente a las zonas de erosión fluvial

Cuadro N°97: Parámetro de exposición económica

PARÁMETROS	PARÁMETRO	VALOR
PARÁMETROS DE LA EXPOSICIÓN ECONÓMICA	LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO EXPUESTO FRENTE A LAS ZONAS DE EROSIÓN FLUVIAL	1.00

Fuente: Equipo Técnico.

Parámetro: localización de los elementos expuestos frente a las zonas de erosión fluvial

En este parámetro se consideró a la localización de los elementos expuestos frente a las zonas de erosión fluvial

Cuadro N°98: Parámetro: localización de los elementos expuestos frente a las zonas de erosión fluvial

LOCALIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	DESCRIPCIÓN
Muy cercana	(0 a 5m)
Cercana	(5m - 20m)
Medianamente cerca	(20m - 40m)
Alejada	(40m - 80m)
Muy alejada	(>80m)

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N°99: Matriz de comparación de pares del parámetro: localización de los elementos expuestos frente a las zonas de erosión fluvial

LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO EXPUESTO FRENTE A ZONAS DE INUNDACIÓN FLUVIAL	Muy cercana (0 a 5m)	Cercana (5m - 20m)	Medianamente cerca (20m - 40m)	Alejada (40m - 80m)	Muy alejada (>80m)
Muy cercana (0 a 5m)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cercana (5m - 20m)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medianamente cerca (20m - 40m)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada (40m - 80m)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy alejada (>80m)	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: Equipo Técnico.

Cuadro N°100: Matriz de normalización del parámetro: localización de los elementos expuestos frente a las zonas de erosión fluvial

LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO EXPUESTO FRENTE A ZONAS DE INUNDACIÓN FLUVIAL	Muy cercana (0 a 5m)	Cercana (5m - 20m)	Medianamente cerca (20m - 40m)	Alejada (40m - 80m)	Muy alejada (>80m)	Vector Priorización
Muy cercana (0 a 5m)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Cercana (5m - 20m)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Medianamente cerca (20m - 40m)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Alejada (40m - 80m)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy alejada (>80m)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°101: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: localización de los elementos expuestos frente a las zonas de erosión fluvial

Índice de consistencia	IC	0.061
Relación de consistencia< 0.1 (*)	RC	0.054

Fuente: Equipo Técnico.

ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA.

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

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

Cuadro N°102: Parámetros de la dimensión social.

PARÁMETROS	PARÁMETRO	VALOR
PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA	MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN	0.5
	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	0.5

Fuente: equipo técnico

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Parámetro: Material de construcción.

Cuadro N°103: Material predominante de construcción.

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN
MIXTO / MADERA CON CALAMINA	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 Dry wall en las viviendas.
ADOBE O TAPIAL	Refiere a los materiales con mayor predominancia en la construcción sea adobe o Tapial 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 armado en las viviendas.

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°104: Matriz de comparación de pares del parámetro: Material predominante de construcción.

MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN	MIXTO / MADERA CON CALAMINA	ACERO DRY WALL	ADOBE O TAPIAL	LADRILLO BLOQUETA	CONCRETO ARMADO
MIXTO / MADERA CON CALAMINA	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
ACERO DRY WALL	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
ADOBE O TAPIAL	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: Equipo Técnico.

Cuadro N°105: Matriz de Normalización del parámetro: Material predominante de construcción.

MATERIAL PREDOMINANTE DE CONSTRUCCIÓN	MIXTO / MADERA CON CALAMINA	ACERO DRY WALL	ADOBE O TAPIAL	LADRILLO BLOQUETA	CONCRETO ARMADO	Vector Priorización
MIXTO / MADERA CON CALAMINA	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 O TAPIAL	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
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°106: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Material predominante de construcción.

Índice de consistencia	IC	0.052
Relación de consistencia< 0.1 (*)	RC	0.046

Fuente: Equipo Técnico.

Parámetro: Estado de conservación de la edificación.

Refiere al estado de conservación de las viviendas en los lotes, calificado como:

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N°107: Estado de conservación de la edificación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
MUY MALO / PRECARIO	Edificaciones en el predio sin mantenimiento o abandono
MALO	Edificaciones en el predio sin mantenimiento
REGULAR	Edificaciones en el predio con mantenimiento regular
CONSERVADO	Edificaciones en el predio con periodo de mantenimiento frecuente
BUENO	Edificaciones en el predio con periodo de mantenimiento frecuente o edificación nueva

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°108: Matriz de comparación de pares del parámetro: Estado de conservación de la edificación.

ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACIÓN	MUY MALO/PRECARIO	MALO	REGULAR	CONSERVADO	BUENO
MUY 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: Equipo Técnico.

Cuadro N°109: Matriz de Normalización del parámetro: Estado de conservación de la edificación.

ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACIÓN	MUY MALO/PRECARIO	MALO	REGULAR	CONSERVADO	BUENO	Vector Priorización
MUY 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
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°110: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Estado de conservación

Índice de consistencia	IC	0.005
Relación de consistencia< 0.1 (*)	RC	0.005

Fuente: Equipo Técnico.

ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA.

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

- Ingreso familiar promedio mensual.

Cuadro N°111: Parámetros de la dimensión social

	PARÁMETRO	VALOR
PARÁMETROS DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA	Ingreso familiar promedio	1

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Parámetro: INGRESO FAMILIAR PROMEDIO.

Referido a al ingreso familiar promedio mensual en la vivienda.

Cuadro N° 112: Ingreso familiar promedio

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
Ingreso familiar promedio	≤ 200	Ingresos familia menor a 200 soles
	>200 - ≤ 750	Ingresos 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: Equipo Técnico.

Cuadro N° 113: Matriz de Comparación de Pares – 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: Equipo Técnico.

Cuadro N° 114: Matriz de normalización de pares – 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
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 115: Índice y relación de consistencia – Ingreso familiar promedio

Índice de consistencia	IC	0.061
Relación de consistencia< 0.1 (*)	RC	0.054

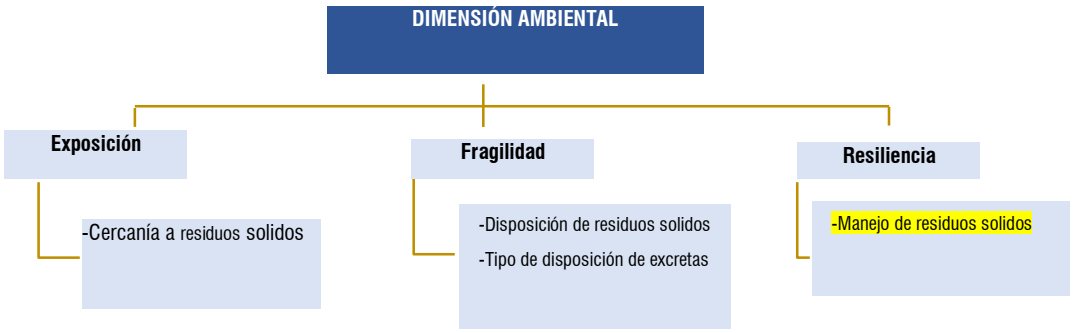
Fuente: Equipo Técnico.

4.2.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL.

Factores como la proximidad de los residuos sólidos y las prácticas inadecuadas de eliminación agravan el nivel de la vulnerabilidad. Durante eventos de erosión fluvial, el transporte de sedimentos y materiales contaminantes hacia el cauce puede incrementar la contaminación del agua, facilitando la dispersión de patógenos y sustancias químicas perjudiciales. Además, la erosión de las márgenes puede desestabilizar áreas de disposición de residuos sólidos o plantas de tratamiento de aguas residuales como en los casos de Paucartambo y Huacanca.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Gráfico N° 9: Esquema general del análisis de la Dimensión Ambiental



Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°116: Matriz de comparación de pares factores de la dimensión ambiental.

DIMENSIÓN AMBIENTAL	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: equipo técnico

Cuadro N°117: Matriz de normalización de pares factores de la dimensión ambiental.

DIMENSIÓN AMBIENTAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector de 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
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°118: Índice de consistencia y relación de consistencia de la dimensión ambiental.

Índice de consistencia	IC	0.002
Relación de consistencia< 0.1	RC	0.004

Fuente: Equipo Técnico.

ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL

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

Cuadro N°119: Parámetros exposición de la dimensión ambiental.

PARÁMETROS	PARÁMETRO	VALOR
PARÁMETROS DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL	CERCANIA DE RESIDUOS SOLIDOS (RRSS)	1.00

Fuente: equipo técnico.

Parámetro: Cercanía a RRSS

Este parámetro fue analizado desde la cercanía a RRSS de los predios para el ámbito de estudio, donde se han identificado los siguientes descriptores:

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N°120: Cercanía de residuos sólidos

CERCANIA A RRSS	DESCRIPCIÓN
Muy cerca (0-25m)	Residuos sólidos muy cercanos al predio
Cerca (25m - 50m)	Residuos sólidos cercanos al predio
Medianamente cerca (50m - 100m)	Residuos sólidos medianamente cercanos al predio
Alejada (100m - 250m)	Residuos sólidos alejados al predio
Muy alejada (> 250m)	Residuos sólidos muy alejados al predio

Fuente: Equipo técnico.

Cuadro N°121: Matriz de comparación de pares: Cercanía a RRSS

CERCANIA A RRSS	Muy cerca (0-25m)	Cerca (25m - 50m)	Medianamente cerca (50m - 100m)	Alejada (100m - 250m)	Muy alejada (> 250m)
Muy cerca (0-25m)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cerca (25m - 50m)	0.33	1.00	3.00	3.00	7.00
Medianamente cerca (50m - 100m)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada (100m - 250m)	0.14	0.33	0.33	1.00	3.00
Muy alejada (> 250m)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.81	9.53	14.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Fuente: equipo técnico.

Cuadro N°122: Matriz de Normalización del parámetro: Cercanía a RRSS

CERCANIA A RRSS	Muy cerca (0-25m)	Cerca (25m - 50m)	Medianamente cerca (50m - 100m)	Alejada (100m - 250m)	Muy alejada (> 250m)	Muy cerca (0-25m)
Muy cerca (0-25m)	0.560	0.624	0.524	0.488	0.360	0.511
Cerca (25m - 50m)	0.187	0.208	0.315	0.209	0.280	0.240
Medianamente cerca (50m - 100m)	0.112	0.069	0.105	0.209	0.200	0.139
Alejada (100m - 250m)	0.080	0.069	0.035	0.070	0.120	0.075
Muy alejada (> 250m)	0.062	0.030	0.021	0.023	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: equipo técnico

Cuadro N°123: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Cercanía a RRSS

Índice de consistencia	IC	0.063
Relación de consistencia< 0.1	RC	0.057

Fuente: equipo técnico

ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL.

Los parámetros considerados para la fragilidad ambiental son:

Cuadro N°124: Parámetro de fragilidad de la dimensión ambiental.

PARÁMETROS	PARÁMETRO	VALOR
PARÁMETROS DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	0.50
	TIPO DE DISPOSICION DE EXCRETAS	0.50

Fuente: equipo técnico.

Parámetro: Disposición de RRSS

Este parámetro fue analizado según la disposición de los residuos sólidos de cada predio para el ámbito de estudio, donde se han identificado los siguientes descriptores:

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N°125 : Disposición de RRSS

DISPOSICIÓN DE RRSS	DESCRIPCIÓN
Desechar en quebradas y cauces	Más crítico puesto que generaría focos de contaminación y proliferación de vectores.
Desechar en vías y calles	Crítico genera focos de contaminación y proliferación de vectores, pero al estar en las vías y calles pueden ser recogidas por el servicio de limpieza.
Desechar en botaderos (puntos críticos)	Genera focos de contaminación, pero al ser puntos focalizados son de rápida recolección por el servicio de limpieza.
Carro recolector	Es el tipo de disposición adecuada que no genera ningún daño a la salud de la población ni al medio ambiente
Carro recolector en forma segregada	Es el óptimo ya que hay conocimiento de las características de los residuos sólidos, genera ningún daño a la salud de la población ni al medio ambiente.

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°126 Matriz de Comparación de pares del parámetro: Disposición de RRSS

DISPOSICIÓN DE RRSS	Desechar en quebradas y cauces	Desechar en vías y calles	Desechar en botaderos (puntos críticos)	Carro recolector	Carro recolector en forma segregada
Desechar en quebradas y cauces	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Desechar en vías y calles	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Desechar en botaderos (puntos críticos)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Carro recolector	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Carro recolector en forma segregada	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: Equipo Técnico.

Cuadro N°127 Matriz de Normalización del parámetro: Disposición de RRSS

DISPOSICIÓN DE RRSS	Desechar en quebradas y cauces	Desechar en vías y calles	Desechar en botaderos (puntos críticos)	Carro recolector	Carro recolector en forma segregada	Vector Priorización
Desechar en quebradas y cauces	0.512	0.544	0.524	0.429	0.360	0.474
Desechar en vías y calles	0.256	0.272	0.315	0.306	0.280	0.286
Desechar en botaderos (puntos críticos)	0.102	0.091	0.105	0.184	0.200	0.136
Carro recolector	0.073	0.054	0.035	0.061	0.120	0.069
Carro recolector en forma segregada	0.057	0.039	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°128: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Disposición de RRSS

Índice de consistencia	IC	0.047
Relación de consistencia< 0.1	RC	0.043

Fuente: Equipo Técnico.

Parámetro: Disposición de excretas

Este parámetro está referido a la infraestructura para la eliminación de excretas, lo cual influirá directa mente en la salud de la población y el medio ambiente en caso se dé un fenómeno natural y estos colapsen.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N°129 : Disposición de excretas

DISPOSICIÓN DE EXCRETAS	DESCRIPCIÓN
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.
Letrina con arrastre hidráulico	Sanitariamente es lo mínimo recomendable para la disposición de excretas en zonas donde no se puede conectar a una red de desagüe.
Letrina tipo pozo seco	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 de agua naturales.
Instalación sanitaria y tanque séptico	Es lo adecuado ya que el tanque séptico es una forma de tratamiento y las aguas residuales son descargadas a los cuerpos de agua natural con características adecuadas.
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: Equipo Técnico.

Cuadro N°130 Matriz de Comparación de pares del parámetro: Disposición de excretas

DISPOSICIÓN DE EXCRETAS	Sin servicio higiénico	Letrina con arrastre hidráulico	Letrina tipo pozo seco	Instalación sanitaria y tanque séptico	Instalación sanitaria conectada a la red
Sin servicio higiénico	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
Letrina con arrastre hidráulico	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Letrina tipo pozo seco	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Instalación sanitaria y tanque séptico	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Instalación sanitaria conectada a la red	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: Equipo Técnico.

Cuadro N°131 Matriz de Normalización del parámetro: Disposición de excretas

DISPOSICIÓN DE EXCRETAS	Sin servicio higiénico	Letrina con arrastre hidráulico	Letrina tipo pozo seco	Instalación sanitaria y tanque séptico	Instalación sanitaria conectada a la red	Vector Priorización
Sin servicio higiénico	0.512	0.544	0.524	0.429	0.360	0.474
Letrina con arrastre hidráulico	0.256	0.272	0.315	0.306	0.280	0.286
Letrina tipo pozo seco	0.102	0.091	0.105	0.184	0.200	0.136
Instalación sanitaria y tanque séptico	0.073	0.054	0.035	0.061	0.120	0.069
Instalación sanitaria conectada a la red	0.057	0.039	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°132: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Disposición de excretas

Índice de consistencia	IC	0.047
Relación de consistencia< 0.1	RC	0.043

Fuente: Equipo Técnico.

ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA AMBIENTAL

Los parámetros considerados para la resiliencia ambiental son:

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N°133: Parámetro de resiliencia de la dimensión ambiental.

PARÁMETROS	PARÁMETRO	VALOR
PARÁMETROS DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL	CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES	1.0

Fuente: equipo técnico.

Parámetro: Manejo de RRSS

Este parámetro fue analizado desde la ficha - encuesta de la parte de caracterización ambiental utilizando los siguientes ítems:

Cuadro N°134: Manejo de RRSS

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	DESCRIPCIÓN
SIN MANEJO	Es el más crítico hay desconocimiento total de la normatividad y buenas prácticas ambientales.
DEPOSITA EN UN SOLO ENVASE	Ya hay conocimiento, pero no garantiza la aplicación normatividad y buenas prácticas ambientales.
SELECCIONA ORGANICO E INORGANICO	Se evidencia el conocimiento de normatividad y buenas prácticas ambientales.
REUSO Y COMPOSTAJE	Ya se evidencia la aplicación de la normatividad y buenas prácticas ambientales.
CLASIFICACION POR MATERIAL	Se garantiza la sostenibilidad de la aplicación de la normatividad y buenas prácticas ambientales.

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°135 Matriz de comparación de pares del parámetro: Manejo de RRSS

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	SIN MANEJO	DEPOSITA EN UN SOLO ENVASE	SELECCIONA ORGÁNICO E INORGÁNICO	REÚSO Y COMPOSTAJE	CLASIFICACIÓN POR MATERIAL
SIN MANEJO	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
DEPOSITA EN UN SOLO ENVASE	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
SELECCIONA ORGÁNICO E INORGÁNICO	0.25	0.33	1.00	3.00	6.00
REÚSO Y COMPOSTAJE	0.14	0.20	0.33	1.00	4.00
CLASIFICACIÓN POR MATERIAL	0.11	0.14	0.17	0.25	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.50	16.25	27.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°136 Matriz de Normalización del parámetro: Manejo de RRSS

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	SIN MANEJO	DEPOSITA EN UN SOLO ENVASE	SELECCIONA ORGÁNICO E INORGÁNICO	REÚSO Y COMPOSTAJE	CLASIFICACIÓN POR MATERIAL	Vector Priorización
SIN MANEJO	0.499	0.544	0.471	0.431	0.333	0.456
DEPOSITA EN UN SOLO ENVASE	0.250	0.272	0.353	0.308	0.259	0.288
SELECCIONA ORGÁNICO E INORGÁNICO	0.125	0.091	0.118	0.185	0.222	0.148
REÚSO Y COMPOSTAJE	0.071	0.054	0.039	0.062	0.148	0.075
CLASIFICACIÓN POR MATERIAL	0.055	0.039	0.020	0.015	0.037	0.033
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°137: Índice de consistencia y relación de consistencia del parámetro: Manejo de RRSS

Índice de consistencia	IC	0.062
Relación de consistencia< 0.1	RC	0.055

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

4.2.4. JERARQUIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD.

Cuadro N°138 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	3.00
DIMENSION ECONOMICA	0.50	1.00	4.00
DIMENSION AMBIENTAL	0.33	0.25	1.00
SUMA	1.83	3.25	8.00
1/SUMA	0.55	0.31	0.13

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°139 Matriz de Normalización – Parámetros de análisis de vulnerabilidad.

PARAMETROS DE ANALISIS DE VULNERABILIDAD	DIMENSION SOCIAL	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION AMBIENTAL	Vector Priorización
DIMENSION SOCIAL	0.545	0.615	0.375	0.512
DIMENSION ECONOMICA	0.273	0.308	0.500	0.360
DIMENSION AMBIENTAL	0.182	0.077	0.125	0.128
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°140: Índice y relación de consistencia – Parámetros de análisis de vulnerabilidad

Índice de consistencia	IC	0.054
Relación de consistencia< 0.1	RC	0.103

Fuente: Equipo Técnico.

4.3. ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD

En la siguiente cuadro, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro N°141: Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL	RANGO				
MUY ALTA	0.269	<	V	≤	0.480
ALTA	0.144	<	V	≤	0.269
MEDIA	0.071	<	V	≤	0.144
BAJA	0.035	≤	V	≤	0.071

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°142: Estratificación de los niveles de vulnerabilidad.

NIVELES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCION	RANGO
Muy Alta	Mayor a 15 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 0 a 5 años y mayor a 65 años, sin acceso a servicios básicos, no participa en reuniones convocadas; viviendas muy cercanas (Menor a 5m) al peligro, material de construcción mixto / Madera con calamina o dry wall, estado de conservación precario con ingreso familiar menor a 200 soles, predios muy cercanos a residuos sólidos, disposición de residuos sólidos en quebradas y cauces, sin servicio higiénico y sin manejo de residuos sólidos.	0.269<V≤0.480

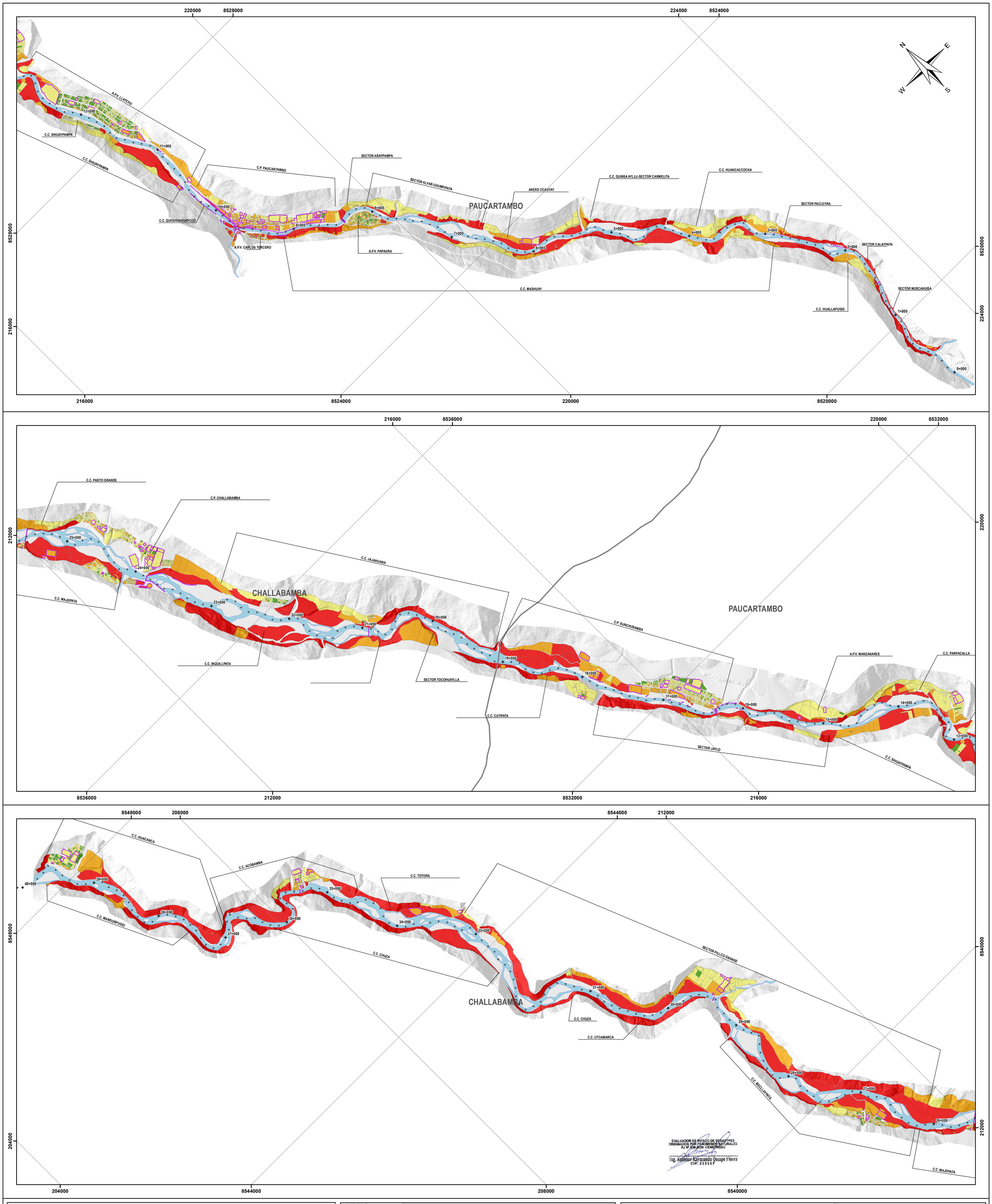
EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Alta	Entre 11 a 15 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 6 a 12 años y 55 a 65 años, acceso a servicios básicos sin agua y con luz, casi no participa en reuniones convocadas, vivienda cercana (5m a 20m) al peligro, material de construcción adobe o tapial, estado de conservación malo con ingreso familiar promedio entre 200 a 750 soles, predios cercanos a residuos sólidos, disposición de residuos sólidos en vías y calles, letrina con arrastre hidráulico y deposita los en un solo envase los residuos sólidos.	$0.144 < V \leq 0.269$
Media	Entre 6 a 10 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 13 a 18 años, acceso a servicios básicos con agua y luz, a veces participa en reuniones convocadas, viviendas medianamente cercanas (20m a 40m) al peligro, material de construcción de ladrillo o bloqueta, estado de conservación regular con ingreso familiar promedio entre 750 a 1500 soles, predios medianamente cercanos a residuos sólidos, disposición de residuos sólidos en botaderos, letrina tipo pozo seco y selecciona orgánico e inorgánico los residuos sólidos.	$0.071 < V \leq 0.144$
Baja	Menos de 5 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 19 a 54 y 31 a 54 años, acceso a servicios básicos de agua, luz, y desagüe, casi siempre participa en reuniones convocadas, viviendas alejadas (mayor a 40m) al peligro, material de construcción de concreto armado, estado de conservación bueno con ingreso familiar promedio de más de 1500 soles, predios alejados a residuos sólidos, disposición de residuos sólidos en carro recolector, instalación sanitaria conectada y clasifica por material los residuos sólidos.	$0.035 \leq V \leq 0.071$

Fuente: Equipo Técnico

4.4. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157



LEYENDA

PROPRESIVAS
- Principal
- Secundario

CURVAS DE NIVEL
- MAYOR
- MENOR

CCPP
- CCPP
- CAPITAL

- Eje de rio
- Cuerpo de agua

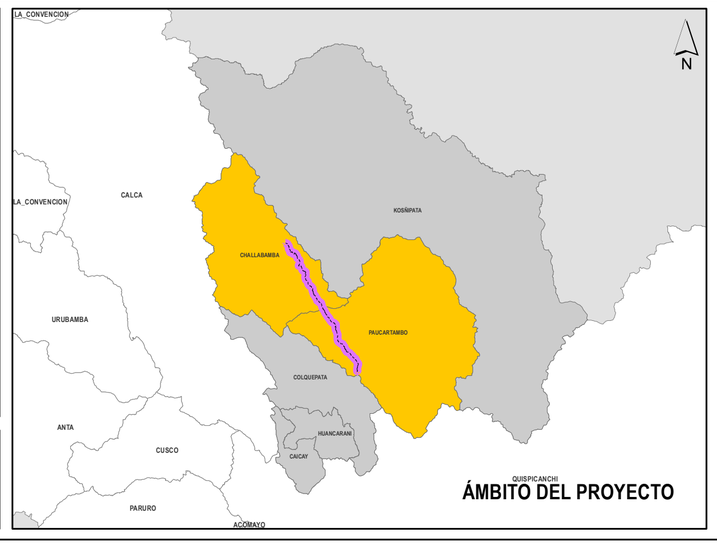
VULNERABILIDAD POR EROSIÓN
(T=100 años y Cv=16.1%)

NIVEL
- 1. BAJA
- 2. MEDIA
- 3. ALTA
- 4. MUY ALTA

ELEMENTOS EXPUESTOS
- PREDIOS URBANOS
- PREDIOS RURALES
- UP

ESCALA GRAFICA: 0 250 500 1,000 1,500 2,000 m

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 19S



ÁMBITO DEL PROYECTO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

IMA — Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO"

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

MAPA DE VULNERABILIDAD POR EROSIÓN FLUVIAL

CÓDIGO: 11B

ELABORADO POR:
- ING. ANTENOR R. QUISPE FLORES

REVISADO POR:

FUENTE: INGEMMET PER IMA, INEI, MTC.

ESCALA: 1:20,000

LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES

FECHA: NOVIEMBRE, 2024

CAPÍTULO V: CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO

4.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO 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.

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

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

Cuadro N° 143: Cálculo de Nivel de Riesgo

PMA	0.497	0.035	0.072	0.134	0.239
PA	0.266	0.019	0.038	0.072	0.128
PM	0.135	0.010	0.019	0.036	0.065
PB	0.067	0.005	0.010	0.018	0.032
		0.071	0.144	0.269	0.480
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Equipo Técnico

4.2. DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO.

En la siguiente Cuadro se muestran los niveles de riesgo y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el proceso de análisis jerárquico.

Cuadro N° 144: Niveles de Riesgo

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.072	<	R	≤	0.239
ALTO	0.019	<	R	≤	0.072
MEDIO	0.005	<	R	≤	0.019
BAJO	0.001	≤	R	≤	0.005

Fuente: Equipo Técnico

4.2.1. ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N°145: Estratificación de los niveles de Riesgo

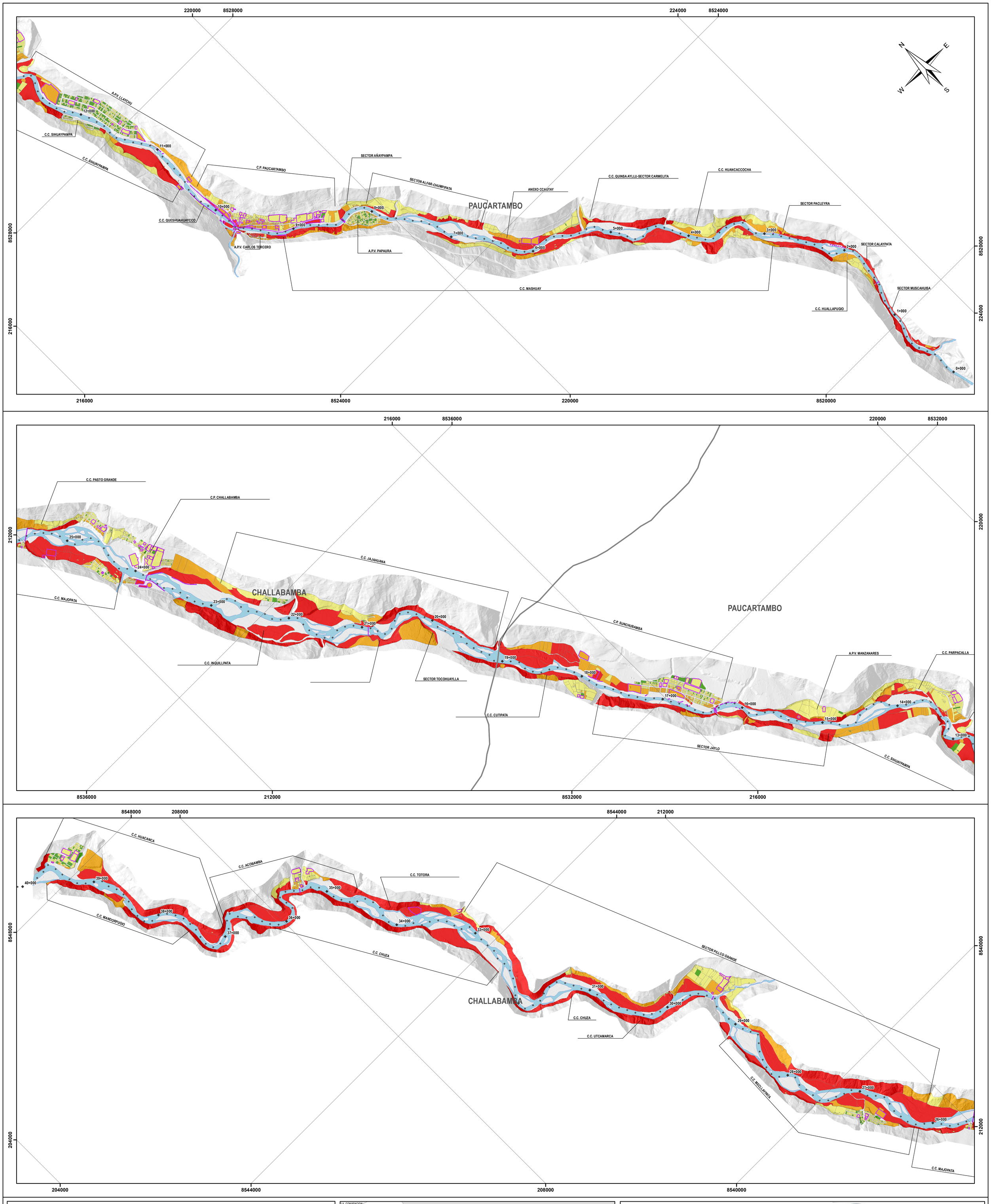
Niveles de riesgo	Descripción	Rango
MUY ALTO	Zonas compuestas predominantemente por depósitos coluviales y aluviales, geomorfológicamente comprende laderas denudacionales y terrazas aluviales, con pendientes empinadas a extremadamente empinadas (Mayor a 25%). Como factor desencadenante Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas asociada a un período de retorno de 100 años, esta precipitación convertido en escorrentía (Q=T100 y Cv=16.1%) generaría inundaciones erosión fluvial en ambas márgenes del río Mapacho, provocando el colapso de taludes y la pérdida de superficie. Las condiciones hidráulicas estimadas indican esfuerzos cortantes superiores a 4.0 kN/m², velocidades de flujo mayores a 2 m/s y están a menos de 2.5 m de la zona de socavación. Mayor a 15 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 0 a 5 años y mayor a 65 años, sin acceso a servicios básicos, no participa en reuniones convocadas; viviendas muy cercanas (Menor a 5m) al peligro, material de construcción mixto / Madera con calamina o dry wall, estado de conservación precario con ingreso familiar menor a 200 soles, predios muy cercanos a residuos sólidos, disposición de residuos sólidos en quebradas y cauces, sin servicio higiénico y sin manejo de residuos sólidos.	0.072<R≤ 0.239
ALTO	Zonas compuestas predominantemente por depósitos glaciares, geomorfológicamente comprende pie de montes o conos aluviales, con pendientes moderadamente empinadas (15-25%). Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas asociada a un período de retorno de 100 años, esta precipitación convertido en escorrentía (Q=T100 y Cv=16.1%) generaría inundaciones erosión fluvial en ambas márgenes del río Mapacho, provocando el colapso de taludes y la pérdida de superficie. Las condiciones hidráulicas estimadas indican esfuerzos cortantes entre 2.0 kN/m² a 4.0 kN/m², velocidades de flujo entre 1 m/s a 2 m/s y están entre 2.5 m a 5.0m de la zona de socavación. Entre 11 a 15 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 6 a 12 años y 55 a 65 años, acceso a servicios básicos sin agua y con luz, casi no participa en reuniones convocadas, vivienda cercana (5m a 20m) al peligro, material de construcción adobe o tapial, estado de conservación malo con ingreso familiar promedio entre 200 a 750 soles, predios cercanos a residuos sólidos, disposición de residuos sólidos en vías y calles, letrina con arrastre hidráulico y deposita los en un solo envase los residuos sólidos.	0.019<R≤0.072
MEDIO	Zonas compuestas predominantemente por afloramientos rocosos de la Fm. Sandia y Gr. Cabanillas, geomorfológicamente comprende laderas de montaña, con pendientes fuertemente inclinadas (8-15%). Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas asociada a un período de retorno de 100 años, esta precipitación convertido en escorrentía (Q=T100 y Cv=16.1%) generaría inundaciones erosión fluvial en ambas márgenes del río Mapacho, provocando el colapso de taludes y la pérdida de superficie. Las condiciones hidráulicas estimadas indican esfuerzos cortantes entre 1.0 kN/m² a 2.0 kN/m², velocidades de flujo entre 0.5 m/s a 1.0 m/s y están entre 5.0 m a 10.0m de la zona de socavación. Entre 6 a 10 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 13 a 18 años, acceso a servicios básicos con agua y luz, a veces participa en reuniones convocadas, viviendas medianamente cercanas (20m a 40m) al peligro, material de construcción de ladrillo o bloqueta, estado de conservación regular con ingreso familiar promedio entre 750 a 1500 soles, predios medianamente cercanos a residuos sólidos, disposición de residuos sólidos en botaderos, letrina tipo pozo seco y selecciona orgánico e inorgánico los residuos sólidos.	0.005<R≤0.019
BAJO	Zonas compuestas predominantemente por depósitos fluviales, geomorfológicamente comprende la llanura de inundación, las barras y el cauce del rio Mapacho, con pendientes planas a moderadamente inclinadas (0-8%). Como factor desencadenante, se han considerado a la precipitación máxima en 24 horas asociada a un período de retorno de 100 años, esta precipitación convertido en escorrentía (Q=T100 y Cv=16.1%) generaría inundaciones erosión fluvial en ambas márgenes del río Mapacho, provocando el colapso de taludes y la pérdida de superficie. Las condiciones hidráulicas estimadas indican esfuerzos cortantes menores a 1.0 kN/m², velocidades de flujo menores a 0.5 m/s y están a más de 10 m de la zona de socavación. Menos de 5 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 19 a 54 y 31 a 54 años, acceso a servicios básicos de agua, luz, y desagüe, casi siempre participa en reuniones convocadas, viviendas alejadas (mayor a 40m) al peligro, material de construcción de concreto armado, estado de conservación bueno con ingreso familiar promedio de más de 1500 soles, predios alejados a residuos sólidos, disposición de residuos sólidos en carro recolector, instalación sanitaria conectada y clasifica por material los residuos sólidos.	0.001≤R≤0.005

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

4.2.2. MAPA DE RIESGOS ANTE EROSIÓN FLUVIAL

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES
RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157



LEYENDA

PROPRESIVAS
- Principal
- Secundario

CURVAS DE NIVEL
- MAYOR
- MENOR

CCPP
- CCPP
- CAPITAL

- Eje de rio
- Cuerpo de agua

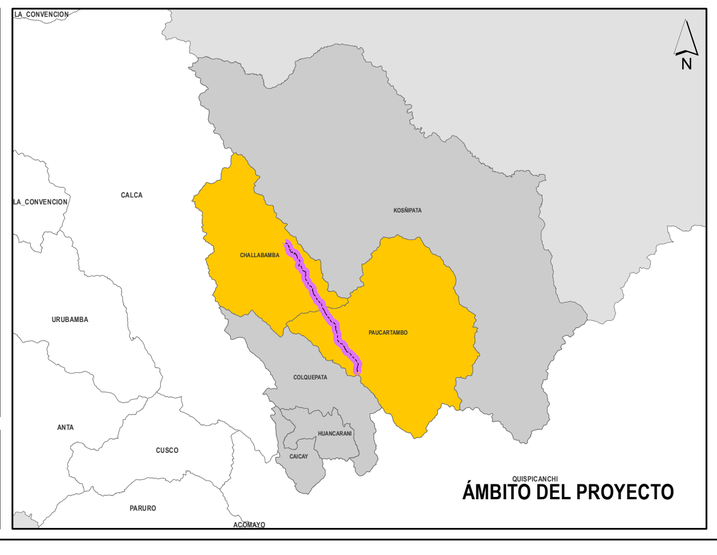
RIESGO POR EROSIÓN FLUVIAL
(T=100 años y Cv=16.1%)

NIVEL
- 1. BAJO
- 2. MEDIO
- 3. ALTO
- 4. MUY ALTO

ELEMENTOS EXPUESTOS
- PREDIOS URBANOS
- PREDIOS RURALES
- UP

ESCALA GRAFICA: 0 250 500 1,000 1,500 2,000 m

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS 1984 UTM Zona 19S



ÁMBITO DEL PROYECTO

GOBIERNO REGIONAL CUSCO

IMA | Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES EN 36 KM DE RÍO MAPACHO, EN LOS DISTRITOS DE PAUCARTAMBO Y CHALLABAMBA DE LA PROVINCIA DE PAUCARTAMBO"

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

MAPA DE RIESGO POR EROSIÓN FLUVIAL

CÓDIGO: 12B

ELABORADO POR:
- ING. ANTENOR R. QUISPE FLORES

REVISADO POR:

FUENTE: INGEMMET PER IMA, INEI, MTC.

LOS LIMITES TERRITORIALES EN EL PRESENTE DOCUMENTO SON REFERENCIALES

ESCALA: 1:20,000

FECHA: NOVIEMBRE, 2024

5.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS

5.1.1. ESTIMACIÓN DE COSTOS UNITARIOS

Para la estimación de pérdidas probables se revisó información de fuentes oficiales como:

- Encuestas aplicadas en el ámbito del Proyecto.
- Resolución Ministerial N.° 309-2022-VIVIENDA, que aprueba los Valores Unitarios Oficiales de
- Edificación para las localidades de Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, la Costa, la Sierra y la Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2023
- Listado de valores arancelarios de terrenos rústicos, MVCS - 2022
- Expedientes Técnicos.
- Evaluaciones de Riesgo publicados en el SIGRID / CENEPRED

En base a la información mencionada se estimó precios unitarios como se puede observar en los siguientes cuadros:

Cuadro N°146: Valores unitarios para la sierra – Edificación de adobe

EDIFICACIÓN DE ADOBE	VALORACION	COSTO (M2)
MUROS	E	**198.5**
TECHOS	E	**56.91**
PISOS	H	**36.88**
PUERTAS, VENT.	G	**41.38**
REVESTIMIENTO	G	**65.99**
BAÑOS	E	**24.91**
INST. ELECT.SANIT	F	**38.07**
COSTO TOTAL m2		**462.64**

Fuente: Resolución Ministerial N.° 309-2022-VIVIENDA.

Cuadro N°147: Valores unitarios para la sierra – Edificación de C° A°

EDIFICACIÓN DE C° A°	VALORACION	COSTO (M2)
MUROS COLUMNAS	C	300.1
TECHOS	C	170.93
PISOS	F	85.52
PUERTAS, VENT.	F	70.38
REVESTIMIENTO	F	78.37
BAÑOS	E	37.91
INST. ELECT.SANIT	F	50.03
COSTO TOTAL m2		**793.24**

Fuente: Resolución Ministerial N.° 309-2022-VIVIENDA

Cuadro N°148: Valores unitarios para la sierra – Edificación de ladrillo y bloqueta

VIVIENDA LADRILLO BLOQUETA	VALORACION	COSTO (M2)
MUROS COLUMNAS	D	260.55
TECHOS	E	50.91
PISOS	H	29.88
PUERTAS, VENT.	G	37.38
REVESTIMIENTO	G	70.34
BAÑOS	E	24.91
INST. ELECT.SANIT	F	48.07
COSTO TOTAL m2		522.04

Fuente: Resolución Ministerial N.° 309-2022-VIVIENDA.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Cuadro N°149: Valores arancelarios de terrenos rústicos

GRUPO DE TIERRAS	VALORES POR CATEGORIA EN SOLES POR HECTAREA					
	Calidad agrológica ALTA (A1)	Calidad agrológica MEDIA (A2)	Calidad agrológica BAJA (A3)	Calidad agrológica ALTA (C1)	Calidad agrológica MEDIA (C2)	Calidad agrológica BAJA (C3)
TIERRAS APTAS PARA CULTIVO EN LIMPIO						
SIMBOLO (A)						
POR GRAVEDAD Y AGUA SUPERFICIAL	33,407.59	28,396.45	20,044.55			
PROVENIENTE DE BOMBEO DE AGUA SUPERFICIAL	30,066.83	25,556.80	18,040.10			
PROVENIENTE DE BOMBEO DE AGUA SUBTERRANEA	28,396.45	24,136.98	17,037.87			
TIERRAS APTAS PARA CULTIVO PERMANENTE						
SIMBOLO (C)				8,351.90	7,099.11	5,011.14

	Calidad agrológica ALTA (P1)	Calidad agrológica MEDIA (P2)	Calidad agrológica BAJA (P3)
TIERRAS APTAS PARA PASTOS, SIMBOLO (P)	3,340.76	2,839.64	2,004.46
TIERRAS ERIAZAS			
TERRENOS ERIAZOS	4,242.76		
TERRENOS ERIAZOS RIBERENOS AL MAR	7,052.34		

Fuente: Listado de valores arancelarios de terrenos rústicos, MVCS - 2022.

Cuadro N°150: Estimación de precio unitario de vías

VÍA	SUPERFICIE DE RODADURA	UNIDAD	PU (S/.)
VIA VEHICULAR	Pavimentada Rígido	m	750.0
	Pavimentada Flexible	m	550.0
	Afirmada	m	121.7
	Trocha	m	90.0
VIA PEATONAL	Sin intervención	m	60.0

Fuente: Evaluación de riesgo / SIGRID / CENEPRED.

Se estimó los costos para las unidades productoras (UP) en base a las fichas generadas para cada UP, en las fichas a cada UP se le asignó un código como se muestra en la siguiente modelo de ficha

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Imagen N° 34: Modelo de ficha para UP de servicio de educación

IE-1	Nombre de la Unidad Productora a ser Analizada				
	COLEGIO-JOSE PEREZ Y ARMENDARIZ-C.P. PAUCARTAMBO				
Ubicación Coordenadas		**Año de Construcción**	**Descripción**		
Este	219241	____	EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO, COMPRENDE 8 BLOQUES CON NIVELES ENTRE 1 A 3, CON DOS AREAS DEPORTIVAS.		
Norte	8525782	**Entidad Ejecutora**			
Cota	2908	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARTAMBO			
Sección de río analizada	8+900	**Cota de Pelo de Agua (msnm)**		**Altura Agua - Unidad Productora (m)**	
ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD					
Exposición		**Fragilidad**	**Resiliencia**		**Daño Probable**
La infraestructura está expuesta a un alto riesgo de inundación fluvial, ya que se encuentra a una distancia de 35 m. de la margen derecha del cauce del río Mapacho.		El nivel de fragilidad es medio debido a que la infraestructura está compuesta por concreto armado y consta de 1 a 3 niveles.	Presenta una alta capacidad de resiliencia debido a que recibe mantenimiento periódico y la institución realiza simulacros ante desastres naturales.		Su afectación es Media.
Grado:	Alto	**Grado:** Medio	**Grado:**	Medio	
Vulnerabilidad:		Existe Vulnerabilidad Medio	**Riesgo:**	Riesgo Medio	
Panel Fotográfico					

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°151: Estimación de precio unitario de UP

ID	COD. ESTRUCTURA	PRECIO	...	ID	COD. ESTRUCTURA	PRECIO	...	ID	COD. ESTRUCTURA	PRECIO
1	ISG-01	57,232.00		51	IDR-15	334,543.00		101	IQ-16	3,978,846.01
2	ISG-02	116,435.00		52	IDR-16	6,453.20		102	IQ-17	390,046.12
3	ISG-03	189,678.00		53	IDR-17	3,567.00		103	IQ-18	35,046.12
4	IS-02	616,334.00		54	IDR-18	5,234.00		104	IQ-19	114,046.12
5	IS-03	389,778.00		55	IDR-19	7,345.00		105	IQ-20	442,046.12
6	IS-05	54,789.00		56	IR-01	5,000.00		106	IQ-21	110,236.17
7	IS-06	2,048,700.00		57	IR-02	108,133.00		107	IQ-22	342,789.10
8	IE-01	4,456,232.00		58	IR-03	345,099.00		108	IQ-23	234,598.00
9	IE-02	2,358,133.00		59	IR-04	132,021.53		109	IQ-24	345,987.99
10	IE-03	3,323,003.00		60	IR-05	473,011.72		110	IQ-25	200.99
11	IE-04	282,021.53		61	IR-06	432,343.53		111	IQ-26	1,503.00
12	IE-05	493,011.72		62	IE-07	422,144.53		112	IQ-27	3,045.00
13	IE-06	9,198,823.53		63	IR-08	7,345.00		113	IQ-28	2,220.00
14	IE-07	436,010.77		64	IR-09	280,634.11		114	IQ-29	900.00

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

ID	COD. ESTRUCTURA	PRECIO	...	ID	COD. ESTRUCTURA	PRECIO	...	ID	COD. ESTRUCTURA	PRECIO
15	IE-08	791,026.43		65	IR-10	306,023.01		115	IQ-30	1,200.00
16	IE-09	176,022.11		66	IR-11	27,012.02		116	IQ-31	200.00
17	IE-10	2,008,133.00		67	IR-12	444,044.02		117	IQ-32	1,570.00
18	IE-11	111,012.02		68	IR-13	324,046.12		118	IQ-33	5,400.00
19	IE-12	44,044.02		69	IR-15	378,563.21		119	IQ-34	9,401.00
20	IE-16	64,032.82		70	IR-16	180,634.11		120	IQ-35	2,987.99
21	IE-17	1,444,823.53		71	IR-17	0.00		121	IQ-37	2,067.00
22	IE-20	18,332.72		72	IR-18	15,456.00		122	IQ-38	3,987.99
23	IE-21	1,908,833.00		73	IR-19	434,044.02		123	IQ-39	145,966.99
24	IE-22	232,521.53		74	IR-20	6,007.00		124	IQ-40	1,300.00
25	IE-23	1,222,833.00		75	IR-21	8,098.00		125	IQ-41	254,789.00
26	IE-24	2,008,133.00		76	IR-22	0.00		126	IQ-42	25,987.99
27	IE-25	1,745,432.00		77	IR-23	534,234.02		127	IQ-43	167,345.00
28	IE-26	15,010.77		78	IR-24	177,634.11		128	IQ-44	78,654.00
29	IE-27	2,118,433.00		79	IR-25	423,044.02		129	IQ-45	2,897.00
30	IE-29	2,008,133.00		80	IR-26	110,634.11		130	IQ-46	1,898.00
31	IE-30	89,521.53		81	IR-27	443,234.82		131	IQ-47	1,770.00
32	IE-31	1,005,223.00		82	IR-28	150,655.11		132	IQ-48	323,987.99
33	IE-32	5,356,232.00		83	IR-29	1,500.00		133	IQ-49	1,987.99
34	IE-33	1,500,645.00		84	IR-30	1,301.00		134	IQ-50	1,200.00
35	IE-34	67,231.00		85	IR-33	3,450.00		135	IQ-51	974.00
36	IE-35	38,789.00		86	IR-34	10,987.00		136	PU-01	150,823.53
37	IDR-01	1,230.00		87	IQ-01	345,234.00		137	PU-02	40,823.00
38	IDR-02	6,320.00		88	IQ-02	221,090.00		138	PU-03	796,023.43
39	IDR-03	387,543.00		89	IQ-03	545,099.00		139	PU-04	482,021.53
40	IDR-04	407,053.00		90	IQ-04	192,021.53		140	PU-05	493,011.72
41	IDR-05	639,655.00		91	IQ-05	273,011.72		141	PU-06	3,198,823.53
42	IDR-06	4,600.00		92	IQ-06	90,234.00		142	PU-07	236,010.77
43	IDR-07	3,540.00		93	IQ-07	192,144.53		143	PU-08	391,026.43
44	IDR-08	7,678.00		94	IQ-08	120,345.00		144	PU-09	381,022.11
45	IDR-09	2,140.00		95	IQ-09	60,634.11		145	PU-10	401,024.19
46	IDR-10	2,010.00		96	IQ-10	70,023.01		146	PU-11	45,516.33
47	IDR-11	2,780.00		97	IQ-12	23,044.02		147	PU-12	50,823.00
48	IDR-12	2,670.00		98	IQ-13	204,046.12		148	PU-13	464,453.00
49	IDR-13	3,543.00		99	IQ-14	90,046.12		149	PU-13	78,456.00
50	IDR-14	4,765.00		100	IQ-15	490,046.12		150	AQ-01	250,823.53

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 030-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

5.1.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS PROBABLES.

La cuantificación de daños y/o pérdidas debido al impacto de un peligro se manifiesta en el costo económico aproximado que implica la afectación de los elementos expuestos. Estos costos varían de acuerdo al tipo de infraestructura y al grado de afectación.

Con base en los costos unitarios estimados, se calcularon las pérdidas probables una vez materializado el riesgo, para realizar el cálculo del daño se agruparon los elementos expuestos correspondientes según el nivel de riesgo, luego se aplicó la siguiente expresión:

$$\sum_{l=1}^{n}\left\{\sum_{i=bajo}^{muy\ alto}[ND\ (\%)\ ]\bullet[PU\ (S/.)]\bullet[NE]\right\}$$

Fuente: Manual para la elaboración de riesgos originado por fenómenos naturales V3.0 (No oficializado)

Donde:

- ND, es el nivel de daño.
- Pu, es el precio unitario
- NE, número de elementos
- "i", representa el nivel de riesgo
- "l" es grupo de elementos expuestos
- "n" es el número de grupo de elementos expuestos

El nivel de daño será determinado por una escala de valores, el cual se ha determinado según el nivel de riesgo

Cuadro N° 152: Nivel de daño (ND) en función al nivel de riesgo

Nivel de riesgo	Descripción del daño	Nivel del daño
MUY ALTO	Daño severo	60% < ND ≤ 100%
ALTO	Daño fuerte	20% < ND ≤ 60%
MEDIO	Daño moderado	5% < ND ≤ 20%
BAJO	Daño leve	ND ≤ 5%

Fuente: Adaptado de AGS, 2017.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Cuadro N°153: – Perdidas probables en predios urbanos

DISTRITO	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	CU (S/. /m2)	NIVEL DE RIESGO				Total general
			1. BAJO	2. MEDIO	3. ALTO	4. MUY ALTO	
			5.0%	15.0%	50.0%	60.0%	
CHALLABAMBA							28,727,635.4
	ACERO / DRY WALL	300.0		225.2			10,133.5
	ADOBE	407.6	4246.0	71348.2	7,833.8		12,327,714.5
	CONCRETO ARMADO	810.1	1367.9	24805.9	1,357.0	959.3	10,058,500.4
	LADRILLO / BLOQUETA	516.4	244.7	22053.2	124.9	2,263.4	2,361,786.8
	MADERA / CALAMINA	220.0	821.1	7564.2	1,574.9	218.7	634,235.5
	MIXTO	180.0	648.3	1953.8			58,589.0

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

	TAPIAL	387.6	1280.4	31393.2	4,389.9	1,953.6	3,276,675.8
PAUCARTAMBO							96,698,091.4
	ACERO / DRY WALL	300.0		626.5			32,053.8
	ADOBE	407.6	9263.0	166001.6	148,063.2	37,492.0	46,157,043.8
	CONCRETO ARMADO	810.1	4986.1	51992.9	15,960.1	16,234.0	45,781,902.8
	LADRILLO / BLOQUETA	516.4	1128.0	16615.3	7,891.6	1,279.2	3,260,814.5
	MADERA / CALAMINA	220.0	1855.0	8975.9	9,901.6		1,269,825.8
	MIXTO	180.0		573.5	606.4	135.6	87,911.8
	TAPIAL	387.6		700.0	500.0		108,538.8
	Total general						125,425,726.9

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°154: – Perdidas probables en zonas rurales

DISTRITO	ZONA RURAL	CU (S/. /Ha)	NIVEL DE RIESGO				Total general
			1. BAJO	2. MEDIO	3. ALTO	4. MUY ALTO	
			5.0%	15.0%	50.0%	60.0%	
CHALLABAMBA							1,067,225.4
	ÁREA AGRÍCOLA	7099.1	0.6	32.2	90.6	128.9	915,750.9
	ERIAZO	4242.8		3.2	70.7	0.1	151,474.6
PAUCARTAMBO							628,403.5
	ÁREA AGRÍCOLA	7099.1	0.6	51.1	49.6	70.9	541,468.7
	ERIAZO	4242.8		13.3	27.4	7.2	86,934.8
	Total general						1,695,629.0

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N°155: – Perdidas probables en UP

DISTRITO	UNIDADES PRODUCTORAS	UNID.	NIVEL DE RIESGO				Probable Perdida (S/.)
			1. BAJO	2. MEDIO	3. ALTO	4. MUY ALTO	
CHALLABAMBA		UNID.		42	4	17	24,517,500.0
	EDUCACIÓN	UNID.		12		1	13
	EQUIPAMIENTO	UNID.		20	2	2	24
	PUENTE	UNID.				5	5
	RECREACIÓN	UNID.		9	2	4	15
	SEGURIDAD	UNID.		1			1
PAUCARTAMBO		UNID.		40	28	61	45,532,500.0
	EDUCACIÓN	UNID.		12	6	3	21
	EQUIPAMIENTO	UNID.		14	9	9	31
	PUENTE	UNID.				9	9
	RECREACIÓN	UNID.		9	8	4	21
	SALUD	UNID.		4			4
	SEGURIDAD	UNID.			1	1	2
	SITIO ARQUEOLÓGICO	UNID.		1			1
	Total general	UNID.		82	32	78	70,050,000.0

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

Cuadro N° 156: Perdidas probables en UP – Infraestructuras vial

DISTRITO	SUPERFICIE DE RODADURA	CU (S/. / m)	NIVEL DE RIESGO				Total general
			1. BAJO	2. MEDIO	3. ALTO	4. MUY ALTO	
CHALLABAMBA							**230,016.5**
	Afirmado	121.7	1,677.4	1,436.9			36,437.2
	Pavimento rígido	750.0	949.7				35,612.9
	Trocha	90.0	10,210.2	7,267.1	308.8	0.4	157,966.3
PAUCARTAMBO			**13,040.6**	**8,986.4**	**1,539.9**	**1,071.3**	**608,250.5**
	Afirmado	121.7	4,715.6	6,436.2	78.1		150,940.5
	Asfaltado	550.0	2,610.8	1,924.6	18.4	0.6	235,849.0
	Pavimento rígido	750.0	2,291.4	537.4	31.4	1.2	158,707.4
	Trocha	90.0	2,401.7	3,484.0	101.4	6.4	62,753.5
	Total general		**28,548.0**	**15,153.5**	**1,587.6**	**1,196.1**	**838,266.9**

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 157: Perdidas probables en UP – Infraestructuras de defensa ribereña

DISTRITO	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	UNID	CU	NIVEL DE RIESGO				Total general
				1. BAJO	2. MEDIO	3. ALTO	4. MUY ALTO	
CHALLABAMBA								**269,080.6**
	ESPIGÓN CON ROLLIZOS	Und	120.0	0.0	0.0	2.0	0.0	120.0
	MURO DE C°A°	m	793.4	0.0	0.0	0.0	297.9	177,265.4
	MURO DE GAVIÓN	m	187.2	0.0	0.0	0.0	653.1	91,695.2
PAUCARTAMBO								**1,380,797.5**
	ESPIGÓN CON ROLLIZOS	Und	120.0	0.0	0.0	8.0	21.0	2,370.0
	ESPIGÓN DE GAVIÓN	Und	187.2	0.0	0.0	1.0	7.0	1,076.4
	MURO DE C°A°	m	793.4	0.0	0.0	0.0	2106.6	1,253,532.3
	MURO DE GAVIÓN	m	187.2	0.0	0.0	0.0	881.9	123,818.8
Total general								**1,649,878.1**

Fuente: Equipo Técnico.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO.

El control de riesgos, implica el diseño e implementación de alternativas para la reducción de riesgos, a fin de lograr un nivel de protección y seguridad física en los elementos expuestos al fenómeno de erosión fluvial. Para ello se utiliza factores de seguridad en términos probabilísticos y determinísticos, que cubren la incertidumbre de la posible afectación.

La aplicación de medidas de reducción no garantiza una confiabilidad del 100% de que no se presenten consecuencias, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse totalmente, su valor por más pequeño que sea, nunca será nulo. Esto significa que pueden presentarse eventos poco probables que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores.

6.1. ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DEL RIESGO.

VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS

Cuadro N° 158: Valoración de consecuencias

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
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 pueden ser gestionadas sin dificultad

Fuente: CENEPRED, 2014.

Del cuadro anterior, se obtiene que ante inundaciones generadas por caudales máximos para periodo de retorno de 100 años y Cv de 16.1% se afectaría a los elementos expuestos, sin embargo, se puede gestionar el riesgo con apoyo externo, es decir posee el **NIVEL 3 – Alto.**

VALORACIÓN DE LA FRECUENCIA DE RECURRENCIA

Cuadro N° 159: Valoración de frecuencia de recurrencia

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	**MUY ALTO**	**Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.**
3	ALTO	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
2	MEDIO	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	BAJO	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED, 2014.

Del cuadro anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto por erosión fluvial desencadenado por caudales máximos, se obtienen que el evento puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias, es decir, posee el **NIVEL 4 – MUY ALTO.**

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ):

Cuadro N° 160: Nivel de consecuencia y daño

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTO	3	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
ALTO	2	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 inundación fluvial del rio Mapacho se obtiene que el nivel de consecuencia y daño en los elementos expuestos corresponde al **NIVEL MUY ALTO**

MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIA Y DAÑO

Cuadro N° 161: Medidas cualitativas de consecuencia y daño

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
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 financieras importantes.**
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 del cuadro de medidas cualitativas de consecuencias y daño por fenómeno de erosión fluvial en el río Mapacho, podrían producirse daños que incluyen lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes, el nivel de riesgo para el ámbito estudiado se clasifica como **NIVEL 3 – ALTO.**

ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA

Cuadro N° 162: Aceptabilidad y/o tolerancia

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
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 erosión fluvial le corresponde un **NIVEL 3 – INACEPTABLE,** es decir se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

MATRIZ DE ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA:

Cuadro N° 163: Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

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 los elementos expuestos al fenómeno de erosión fluvial.

2.1. PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN

Cuadro N° 164: Prioridad de intervención

VALOR	NIVELES	NIVEL DE PRIORIZACIÓN
4	INADMISIBLE	I
3	INACEPTABLE	II
2	TOLERABLE	III
1	ACEPTABLE	IV

Fuente: CENEPRED, 2014.

Del análisis del cuadro del nivel de priorización del riesgo se precisa que el **RIESGO ES INACEPTABLE**, **es decir se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos.**

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 030-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

5.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO

5.2.1. MEDIDAS ESTRUCTURALES

Referido a la construcción física para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas, o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las amanzanas (UNISDR, 2009). En ese entender, en coordinación con la DPAGC se plantean las siguientes medidas estructurales para reducir el posible impacto generado por el fenómeno de inundación y erosión fluvial del rio Mapacho.

A. ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN O CONTROL DE INUNDACIONES

A.1 MUROS DE GAVIONES

Son estructuras flexibles permanentes y paralelas al flujo, se construyen con cajas de malla hexagonal tejida a doble torsión, compuesto de alambre galvanizado. Son colocados uno tras otro y uno sobre otro, llenados con cantos rodados que se encuentran en los cauces de los ríos. Se plantea la ejecución de muros de gaviones en ambas márgenes del río Mapacho, ubicadas en los tramos con nivel de peligro muy alto ante inundaciones y erosión fluvial.

Fotografía N° 24: Muro de gaviones

Fuente: ANA / Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales.

A.2 MURO DE CONCRETO ARMADO

Las estructuras de concreto armado están diseñadas para reducir y mitigar el riesgo ante inundaciones y erosión fluvial. Su propósito principal es contener, desviar o minimizar los impactos de estos fenómenos en ríos y áreas vulnerables. Estas estructuras son esenciales para la protección de márgenes fluviales, comunidades cercanas e infraestructura crítica. Entre sus principales funciones destacan:

- Contención y estabilización:
    - Los muros evitan el colapso de márgenes fluviales al proporcionar soporte estructural contra la erosión progresiva.
    - Actúan como barreras para evitar el desbordamiento del agua hacia zonas urbanas o agrícolas.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

- Disipación de energía: Reducen la velocidad del flujo del agua en tramos críticos, disminuyendo el potencial erosivo y la socavación.
- Durabilidad y sostenibilidad: Al estar hechos de concreto armado, son resistentes a la degradación ambiental, con una vida útil extensa y bajo mantenimiento.

En el río Mapacho se propone la construcción de muros de concreto armado en ambas márgenes, con longitudes variables, alturas aproximadas de 4 metros y anchos entre 2.8 y 3.5 metros. Estas estructuras se diseñarán con una resistencia del concreto de $f'c$=210 kg/cm2

Fotografía N° 25: Muros de concreto armado, ubicado en la margen izquierda del rio Mapacho, centro poblado de Paucartambo

Fuente: Equipo Técnico.

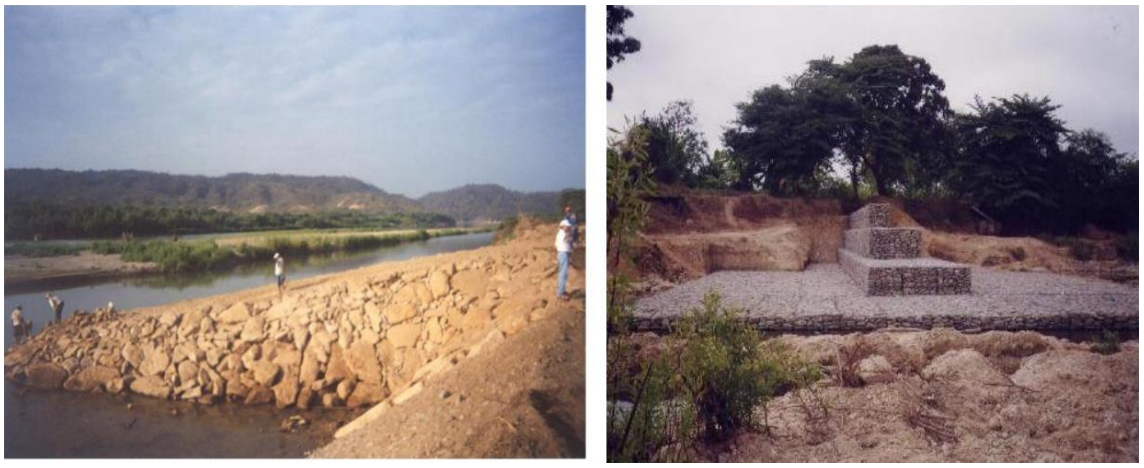
B. OBRAS DE PROTECCIÓN

B.1 ESPIGONES

Son estructuras permanentes y trabajan en conjunto, son empleados, cuando se desee orientar en forma convergente los cursos de agua o existan cauces demasiado amplios y de fácil erosión. Son ubicados en forma transversal al flujo del agua y pueden ser construidos a base de roca o malla de gaviones.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

Fotografía N° 26: Espigones



Fuente: ANA / Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales.

Las ubicaciones de las medidas estructurales propuestas dentro del ámbito del proyecto de inversión se extienden desde la progresiva inicial 0+000 Km hasta la progresiva final 36+000 Km. A continuación, se detallan las ubicaciones específicas de estas medidas, indicando su disposición y características principales.

Cuadro N° 165: Medidas de control estructural

ITEM	PROGRESIVAS		MARGEN	TIPO DE OBRA	DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN
	INICIAL	FINAL				
1	0+300	0+660	Derecha	Muro de gavión	L: 335 m, H: 4.5 m y A: 3 m	Gaviones (rellenados de piedra de 6" – 10") de sección 1 m x 1 m x 5 m, 1.5 m x 1 m x 5 m, 1 m x 0.5 m x 5 m y 1.5 m x 0.5 m x 5m; con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
2	1+900	2+300	Derecha	Espigón de gavión	02 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	
3	2+640	2+980	Derecha	Muro de gavión	L: 331 m, H: 4.5 m y A: 3 m	
3	3+600	3+920	Izquierda	Muro de gavión	L: 332 m, H: 4.5 m y A: 3.5 m	
4	3+280	3+580	Derecha	Muro de gavión	L: 309 m, H: 4.5 m y A: 3 m	
5	4+200	4+640	Derecha	Muro de gavión	L: 302 m, H: 4.5 m y A: 3 m	
6	4+660	5+280	Derecha	Espigón de gavión	06 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	cajas rellenadas de piedra de 6" – 10" con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
7	5+660	6+000	Derecha	Muro de gavión	L: 314 m, H: 4.5 m y A: 3 m	Gaviones (rellenados de piedra de 6" – 10") de sección 1 m x 1 m x 5 m, 1.5 m x 1 m x 5 m, 1 m x 0.5 m x 5 m y 1.5 m x 0.5 m x 5m; con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
8	6+100	7+160	Derecha	Espigón de gavión	09 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	cajas rellenadas de piedra de 6" – 10" con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
9	6+900		Izquierda	Espigón de gavión	01 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	
10	7+540	8+540	Izquierda	Muro de concreto armado	L: 964 m, H: 5.5 m y A: 2.3 m	Muro de concreto armado f´c= 210 kg/cm2

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

ITEM	PROGRESIVAS		MARGEN	TIPO DE OBRA	DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN
	INICIAL	FINAL				
11	8+120	8+680	Derecha	Muro de concreto armado	L: 522 m, H: 6.5 m y A: 2.8 m	
12	8+680	9+660	Derecha	Obras de mejoramiento	L: 980 m	cajas rellenadas de piedra de 6" – 10" con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
13	9+200	9+640	Izquierda	Muro de concreto armado	L: 443 m, H: 5.5 m y A: 2.6 m	Muro de concreto armado f´c= 210 kg/cm2
14	9+740	9+910	Izquierda	Muro de concreto armado	L: 149 m, H: 7 m y A: 2.8 m	
15	9+720	10+280	Derecha	Obras de mejoramiento	L: 560 m	cajas rellenadas de piedra de 6" – 10" con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
16	9+980	10+360	Izquierda	Obras de mejoramiento	L: 380 m	
17	10+360	10+760	Izquierda	Muro de concreto armado	L: 392 m, H: 4 m y A: 2.8 m	Muro de concreto armado f´c= 210 kg/cm2
18	10+300	13+260	Derecha	Muro de concreto armado	L: 2783 m, H: 4 m y A: 3.5 m	
19	11+880	12+580	Izquierda	Muro de concreto armado	L: 700.5 m, H: 4 m y A: 2.75 m	
20	13+260	13+380	Derecha	Muro de concreto armado	L: 124.7 m, H: 4 m y A: 2.8 m	
21	13+640	14+760	Derecha	Espigón de gavión	09 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	Muro de concreto armado f´c= 210 kg/cm2
22	14+840	15+100	Izquierda	Espigón de gavión	03 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	
23	16+080	16+320	Derecha	Muro de concreto armado	L: 255.5 m, H: 4 m y A: 2.8 m	Muro de concreto armado f´c= 210 kg/cm2
24	16+280	16+340	Izquierda	Muro de gavión	L: 66.6 m, H: 4 m y A: 2.5 m	Gaviones (rellenados de piedra de 6" – 10") de sección 1 m x 1 m x 5 m, 1.5 m x 1 m x 5 m, 1 m x 0.5 m x 5 m y 1.5 m x 0.5 m x 5m; con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
25	16+380	17+760	Derecha	Muro de gavión	L: 1345.8 m, H: 4 m y A: 2.5 m	
26	17+940	18+180	Derecha	Muro de gavión	L: 239.5 m, H: 3.5 m y A: 2.5 m	
27	20+220	20+580	Derecha	Muro de gavión	L: 398.8 m, H: 3.5 m y A: 2.5 m	
28	21+860	22+800	Derecha	Espigón de gavión	09 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	cajas rellenadas de piedra de 6" – 10" con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
29	22+800	23+800	Derecha	Muro de gavión	L: 924.7 m, H: 3 m y A: 2.5 m	Gaviones (rellenados de piedra de 6" – 10") de sección 1 m x 1 m x 5 m, 1.5 m x 1 m x 5 m, 1 m x 0.5 m x 5 m y 1.5 m x 0.5 m x 5m; con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
30	23+850	24+120	Izquierda	Muro de gavión	L: 277.9 m, H: 4.5 m y A: 2 m	
31	23+850	24+560	Derecha	Muro de gavión	L: 662.3 m, H: 4.5 m y A: 2 m	
32	23+850	25+660	Izquierda	Muro de gavión	L: 1357.2 m, H: 3.5 m y A: 2.5 m	

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J

Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

ITEM	PROGRESIVAS		MARGEN	TIPO DE OBRA	DIMENSIONES	DESCRIPCIÓN
	INICIAL	FINAL				
33	24+600	25+100	Derecha	Espigón de gavión	05 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	cajas rellenadas de piedra de 6" – 10" con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
34	25+360	25+540	Derecha	Muro de gavión	L: 200.6 m, H: 3 m y A: 2 m	Gaviones (rellenados de piedra de 6" – 10") de sección 1 m x 1 m x 5 m, 1.5 m x 1 m x 5 m, 1 m x 0.5 m x 5 m y 1.5 m x 0.5 m x 5m; con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
35	25+640	26+540	Derecha	Espigón de gavión	07 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	cajas rellenadas de piedra de 6" – 10" con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
36	26+800	27+620	Derecha	Muro de gavión	L: 685.5 m, H: 3 m y A: 2 m	Gaviones (rellenados de piedra de 6" – 10") de sección 1 m x 1 m x 5 m, 1.5 m x 1 m x 5 m, 1 m x 0.5 m x 5 m y 1.5 m x 0.5 m x 5m; con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
37	26+380	27+180	Izquierda	Muro de gavión	L: 720.5 m, H: 3 m y A: 2.5 m	
38	27+900	28+710	Derecha	Espigón de gavión	06 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	cajas rellenadas de piedra de 6" – 10" con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
39	28+540	28+940	Izquierda	Espigón de gavión	03 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	
40	29+100	29+420	Izquierda	Muro de gavión	L: 301.1 m, H: 3.5 m y A: 2 m	Gaviones (rellenados de piedra de 6" – 10") de sección 1 m x 1 m x 5 m, 1.5 m x 1 m x 5 m, 1 m x 0.5 m x 5 m y 1.5 m x 0.5 m x 5m; con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
41	29+380	29+420	Derecha	Muro de gavión	L: 60.3 m, H: 3.5 m y A: 2 m	
42	31+200	31+600	Izquierda	Espigón de gavión	03 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	cajas rellenadas de piedra de 6" – 10" con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
43	31+320	31+560	Derecha	Espigón de gavión	03 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	
44	32+700	32+960	Derecha	Espigón de gavión	03 UND L: 20 m, H: 3 m y A: 8 m	
45	33+060	33+320	Derecha	Muro de gavión	L: 210.9 m, H: 3 m y A: 2 m	Gaviones (rellenados de piedra de 6" – 10") de sección 1 m x 1 m x 5 m, 1.5 m x 1 m x 5 m, 1 m x 0.5 m x 5 m y 1.5 m x 0.5 m x 5m; con geotextil no tejido, para protección de talud, anti erosión y socavamiento, en margen
46	35+000	35+340	Derecha	Muro de gavión	L: 294.8 m, H: 3 m y A: 2 m	
47	35+360	35+540	Derecha	Muro de gavión	L: 288.7 m, H: 5 m y A: 3 m	
48	36+440	36+800	Derecha	Muro de gavión	L: 312.5 m, H: 4 m y A: 2 m	
49	38+460	38+660	Derecha	Muro de gavión	L: 210.5 m, H: 4 m y A: 2.5 m	
50	38+740	39+260	Derecha	Muro de gavión	L: 481.4 m, H: 3 m y A: 2 m	
51	39+280	39+640	Derecha	Muro de gavión	L: 384.8 m, H: 3 m y A: 2 m	

Fuente: Equipo técnico.

6.1.1. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Acorde a medidas que no suponga construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

concientización pública, la capacitación y la educación (UNISDR, 2009). En ese entender, se plantean las siguientes medidas no estructurales:

MEDIDAS DE MONITOREO Y CONTROL

A.1 Delimitación de faja marginal, se debe completar la delimitación en base a:

La delimitación está basada en *Resolución Jefatural N° R.J. 332-2016-ANA – "Reglamento Para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales".*

Las fajas marginales son bienes de dominio público hidráulico por lo que tienen la condición de inalienables e imprescriptibles.

El ancho mínimo de la faja marginal es aprobado mediante Resolución de la Autoridad Administrativa del Agua (AAA).

A.2 Franjas de Protección o aislamiento de peligro

Las franjas de protección tienen como propósito restringir ocupaciones y lotizaciones en áreas vulnerables, complementando la delimitación de la faja marginal. Estas franjas incluyen un espacio adyacente a la faja, especialmente en zonas con taludes empinados cercanos al cauce en ambas márgenes del río Mapacho. Dentro de estas áreas, se proponen lineamientos, tales como:

- Cercos vivos: Forestación con especies nativas alineadas para reforzar el suelo y proteger el área.
- Cercos con mallas olímpicas: Instalados para limitar el acceso no autorizado.
- Implementación de accesos peatonales: Diseñados para garantizar un tránsito controlado.
- Zonas de recreación: Espacios destinados a actividades recreativas de bajo impacto.

MEDIDAS DE OPERACIÓN

B1. Limpieza y descolmatación de cauces

En coordinación entre las municipalidades distritales de Challabamba y Paucartambo y la ANA se debe realizar la limpieza del cauce del rio Mapacho, para evitar la acumulación de detritos, sedimentos, etc.

B2. Plan de Educación Comunitaria de GRD en la cuenca Mapacho

El plan apunta a generar el incremento de los índices de resiliencia en comunidades circunscritos al área de influencia de la cuenca Mapacho, mediante la difusión de conocimientos sobre: peligro, vulnerabilidad, riesgo, medidas de prevención, así como las recomendaciones para reducir los riesgos, a través de las campañas de sensibilización dirigido principalmente a la población en situación de riesgo.

Objetivos:

El fortalecimiento de capacidades de los índices de resiliencia en la población, a través de la difusión de conocimiento sobre peligro, vulnerabilidad, riesgo y medidas de prevención, así como las recomendaciones para reducir los riesgos

Responsable: Municipalidad Provincial de Paucartambo – Oficina / Gerencia de GRD y Dirección / Gerencia de Planeamiento y Presupuesto.

Estrategias

Organización de la población involucrada y los entes competentes.

DE CARÁCTER PROSPECTIVO Y CORRECTIVO:

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 030-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

C1. Ordenanza Municipal para declarar zonas intangibles de las Áreas libres, franja de protección y fajas marginales en el cauce del rio Mapacho.

C2. Articulación al Plan de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres

Integrar a las comunidades del ámbito de estudio en los planes de Plan de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres a nivel distrital y a nivel de la provincia de Paucartambo.

C3. Programa de capacitación y sensibilización

Sobre Alerta Temprana, Gestión de Riesgos ante inundaciones, simulacros, etc. Este programa debe ser promovido por el Gobierno Regional, Gobierno Local, Sectores y entidades privadas.

DE CARÁCTER REACTIVO

D1. Plan de contingencia ante erosión fluvial en la cuenca Mapacho

Poner en práctica los procedimientos a seguir durante las operaciones de respuesta a la contingencia.

Debe ser participativo, socializado y monitoreado, de tal manera que la población beneficiaria y las autoridades sean protagonistas de la implementación del Plan.

Responsable: Municipalidad Provincial de Paucartambo – Oficina / Gerencia de GRD y Dirección / Gerencia de Planeamiento y Presupuesto.

Estrategias:

Operaciones: La norma técnica peruana, establece acciones fundamentales que se deben ejecutar en los procesos de preparación información (Gestión de recursos para la respuesta, desarrollo den capacidades para la respuesta, información pública y sensibilización).

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

CONCLUSIONES

1. El ámbito de estudio se extiende por los distritos de Paucartambo y Challabamba y comprende 36+000 Km, desde la hacienda Pumachaca hasta el sector de Huaccancca, según los reportes y estudios de las entidades del CENEPRED, ANA e INGEMMET, el ámbito del proyecto es susceptible a inundación fluvial, asimismo se delimito el ámbito de influencia del peligro.
2. En el ámbito del proyecto, se identificaron **cuatro puntos críticos según la ANA: Papaura, Barrio Carlos III, Majopata y Mecllaypata.** Se identificó habitantes y viviendas expuestas también fueron se registraron afectaciones en terrenos agrícolas y cabezas de ganado. El ANA estimo costos para implementar medidas de control estructural y no estructural en estos cuatro puntos, el monto total ascienda a S/. 12,970,266.15.
3. Respecto a los elementos expuestos al peligro por inundación fluvial se tiene:
   - Se tiene un grupo etario con mayor concentración de población entre 0 a 14 años y 15 a 29 años.
   - Se tiene 2,773 predios entre urbanos y rurales, en los cuales el material de construcción predominante es el adobe.
   - Se tiene unidades productoras (UP) que brindan servicio de: educación, salud, transporte, protección entre otros servicios, el distrito de Paucartambo concentran la mayor cantidad de UP.
4. Geológicamente se presenta afloramientos rocosos de la Formación Sandia y Grupo Cabanillas compuestos de niveles de areniscas y pizarras, recubiertos por material detrítico correspondientes a depósito fluvio-glaciar, depósito aluvial reciente, deposito coluvial y deposito fluvial. Los principales poblados de Challabamba y Paucartambo se asistenta en depósitos aluviales; Geomorfológicamente se presentan unidades de barras, llanuras de inundación, terrazas aluviales, piedemontes o cono aluviales, laderas de montañas y denudacionales.
5. **Se delimito el ámbito de influencia del peligro por erosión fluvial** donde se presentan los fenómenos de inundación y erosión fluvial, para esta delimitación, se tomó en cuenta el ambiente geomorfológico fluvial, que incluye barras, terrazas, laderas de montaña cercanas al cauce, abanicos aluviales y piedemontes.
6. Se determinó el tipo de flujo y las características de los sedimentos en el río Mapacho, se obtuvo una **concentración volumétrica de sólidos (Cv) de 16.1% para un periodo de retorno de 100 años** que correspondiente a un flujo newtoniano, es decir no afecta significativamente las ecuaciones de simulación hidráulica.
7. Se determinó el peligro por inundación fluvial en el cual se consideró los factores condicionantes: unidades geológicas, pendientes y unidades geomorfológicas y como factor desencadenante a los caudales máximos para un periodo de retorno de 100 años y Cv=16.1; y como parámetros de evaluación se consideró la velocidad de flujo (m/s) y los tirantes (m). las **zonas más afectadas por el peligro de inundación se dan en los centros poblados de Paucartambo y Sunchubamba.**
8. Se elaboró la planimetría utilizando información de las entidades oficiales del Estado, como SICAR, MTC, MINEDU y MINSA, entre otras. Esta información fue corroborada y ajustada mediante imágenes obtenidas

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

con drones y encuestas aplicadas en campo. Además, se realizó un levantamiento catastral que fue integrado y acondicionado con los datos proporcionados por las entidades oficiales.

9. El material de construcción empleado en las edificaciones es variado, predominan las edificaciones de adobe con 95.70%, concreto armado con 4.14%, y otros materiales con 0.16%, cabe indicar que los centros poblados de Sunchubamba, Llaychu y Papaura presenta lotes vacíos.
10. Se hizo el análisis de elementos expuestos, en el ámbito de estudio se tiene áreas agrícolas, Predios rurales y Unidades Productoras, cabe indicar que no todos los elementos están expuestos a la fenomenología del peligro evaluado.
11. En cuanto a la vulnerabilidad, se hizo el análisis en la dimensión social, dimensión económica y dimensión ambiental en base a los datos recabados mediante las encuestas aplicadas en campo.
12. Se ha realizado el cálculo del riesgo por inundación fluvial, determinándose :

- Nivel de riesgo en las edificaciones

DISTRITO	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	UNID.	NIVEL DE RIESGO			
			1. BAJO	2. MEDIO	3. ALTO	4. MUY ALTO
CHALLABAMBA		UNID.	43	638	73	16
	ACERO / DRY WALL	UNID.		1		
	ADOBE	UNID.	20	275	26	2
	CONCRETO ARMADO	UNID.	7	98	4	
	LADRILLO / BLOQUETA	UNID.	1	39	8	2
	MADERA / CALAMINA	UNID.	6	21	11	2
	MIXTO	UNID.	3	5		
	TAPIAL	UNID.	6	199	24	10
PAUCARTAMBO		UNID.	58	859	305	70
	ACERO / DRY WALL	UNID.		4	1	
	ADOBE	UNID.	37	572	248	57
	CONCRETO ARMADO	UNID.	7	174	25	12
	LADRILLO / BLOQUETA	UNID.	6	67	9	
	MADERA / CALAMINA	UNID.	8	36	19	
	MIXTO	UNID.		3	3	1
	TAPIAL	UNID.		3		
	Total general	UNID.	101	1497	378	86

- Nivel de riesgo en los lotes vacíos

DISTRITO	USO	UNID.	NIVEL DE RIESGO			
			1. BAJO	2. MEDIO	3. ALTO	4. MUY ALTO
CHALLABAMBA	SIN USO	UNID.	74	52	10	1
PAUCARTAMBO	SIN USO	UNID.	392	101	8	
	Total general	UNID.	466	153	18	1

- Nivel de riesgo en la zona rural

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

DISTRITO	ZONA RURAL	UNID.	NIVEL DE RIESGO			
			1. BAJO	2. MEDIO	3. ALTO	4. MUY ALTO
CHALLABAMBA		Ha.	0.6	35.3	60.2	242.9
	ÁREA AGRÍCOLA	Ha.	0.6	32.2	47.4	184.7
	ERIAZO	Ha.		3.2	12.7	58.3
PAUCARTAMBO		Ha.	0.6	64.4	46.5	128.2
	ÁREA AGRÍCOLA	Ha.	0.6	51.1	32.2	99.6
	ERIAZO	Ha.		13.3	14.2	28.5
	Total general	Ha.	1.2	99.7	106.6	371.1

- Nivel de riesgo en las UP

DISTRITO	UNIDADES PRODUCTORAS	UNID.	NIVEL DE RIESGO			
			1. BAJO	2. MEDIO	3. ALTO	4. MUY ALTO
CHALLABAMBA		UNID.		42	6	15
	DEFENSA RIBEREÑA	UNID.				5
	EDUCACIÓN	UNID.		12		1
	EQUIPAMIENTO	UNID.		19	3	2
	PUENTE	UNID.				5
	RECREACIÓN	UNID.		10	3	2
	SEGURIDAD	UNID.		1		
PAUCARTAMBO		UNID.		51	35	43
	DEFENSA RIBEREÑA	UNID.			11	28
	EDUCACIÓN	UNID.		15	5	1
	EQUIPAMIENTO	UNID.		20	8	4
	PUENTE	UNID.				9
	RECREACIÓN	UNID.		12	8	1
	SALUD	UNID.		4		
	SEGURIDAD	UNID.			2	
	SITIO ARQUEOLÓGICO	UNID.			1	
	Total general	UNID.		93	41	58

- Nivel de riesgo en las UP / Infraestructura vial

DISTRITO	SUPERFICIE DE RODADURA	UNID	NIVEL DE RIESGO				Total general
			1. BAJO	2. MEDIO	3. ALTO	4. MUY ALTO	
CHALLABAMBA							**230,016.5**
	Afirmado	m	1,677.4	1,436.9			36,437.2
	Pavimento rígido	m	949.7				35,612.9
	Trocha	m	10,210.2	7,267.1	308.8	0.4	157,966.3
PAUCARTAMBO			**13,040.6**	**8,986.4**	**1,539.9**	**1,071.3**	**608,250.5**
	Afirmado	m	4,715.6	6,436.2	78.1		150,940.5
	Asfaltado	m	2,610.8	1,924.6	18.4	0.6	235,849.0
	Pavimento rígido	m	2,291.4	537.4	31.4	1.2	158,707.4
	Trocha	m	2,401.7	3,484.0	101.4	6.4	62,753.5

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

	Total general		**28,548.0**	**15,153.5**	**1,587.6**	**1,196.1**	**838,266.9**

- Nivel de riesgo en las UP / Infraestructura de defensa ribereña

DISTRITO	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	UNID	CU	NIVEL DE RIESGO				Total general
				1. BAJO	2. MEDIO	3. ALTO	4. MUY ALTO	
CHALLABAMBA								**269,080.6**
	ESPIGÓN CON ROLLIZOS	Und	120.0	0.0	0.0	2.0	0.0	120.0
	MURO DE C°A°	m	793.4	0.0	0.0	0.0	297.9	177,265.4
	MURO DE GAVIÓN	m	187.2	0.0	0.0	0.0	653.1	91,695.2
PAUCARTAMBO								**1,380,797.5**
	ESPIGÓN CON ROLLIZOS	Und	120.0	0.0	0.0	8.0	21.0	2,370.0
	ESPIGÓN DE GAVIÓN	Und	187.2	0.0	0.0	1.0	7.0	1,076.4
	MURO DE C°A°	m	793.4	0.0	0.0	0.0	2106.6	1,253,532.3
	MURO DE GAVIÓN	m	187.2	0.0	0.0	0.0	881.9	123,818.8
Total general								**1,649,878.1**

13. Se hizo el cálculo de pérdidas probables para las edificaciones en los lotes, aéreas agrícolas y Ups, cabe indicar que los fenómenos de inundación y erosión fluvial son desencadenados por caudales máximos; por tanto, el cálculo depende del impacto de uno u otro fenómeno.

DISTRITO	CONDICION DE USO DEL TERRENO		
	EDFICACION / LOTES	**ÁREA AGRÍCOLA / ERIAZO**	**UP**
CHALLABAMBA	29,226,126.8	1,166,708.7	24,517,500.0
PAUCARTAMBO	65,547,588.3	704,698.6	45,532,500.0
Total general	94,773,715.1	1,871,407.4	70,050,000.0

14. Se plantea medidas estructurales y no estructurales para el control del riesgo, estas se pueden apreciar en detalle en el acápite de 6.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCION DEL RIESGO.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda considerar el ámbito de influencia del peligro, que abarca los fenómenos de inundación y erosión fluvial. Este ámbito se delimitó en función del dominio del ambiente geomorfológico fluvial, identificado mediante el trabajo de campo. Además, se incluyeron las áreas afectadas por inundaciones asociadas a distintos períodos de retorno, incluyendo el escenario de 100 años considerado en el presente informe.

2. Es fundamental tener en cuenta que el modelamiento hidráulico para un período de retorno de 100 años, con una concentración volumétrica (Cv) del 16.1%, define las condiciones actuales del peligro. No obstante, eventos más extremos asociados a períodos de retorno mayores o a un aumento en la concentración volumétrica podrían generar caudales superiores. Por ello, se recomienda evaluar este parámetro en futuros análisis y considerarlo al delimitar la faja marginal del rio Mapacho

3. Se recomienda priorizar la implementación de medidas de prevención y mitigación en áreas urbanas debido a su alta exposición en la dimensión social y económica vinculadas principalmente con la cantidad de habitantes y viviendas, asimismo en las zonas urbanas se tiene gran cantidad de unidades productoras que ofrecen servicios esenciales.

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

BIBLIOGRAFÍA

- Centro Nacional De Estimación, Prevención Y Reducción Del Riesgo De Desastres (CENEPRED), 2014. Manual Para La Evaluación De Riesgos Originados Por Fenómenos Naturales, 2da Versión.
- Proyecto Multinacional Andino: Geo ciencias Para Las Comunidades Andinas, Pma: Gca, 2007). Movimientos En Masa En La Región Andina, Una Guía Para La Evaluación De Amenazas
- Instituto Nacional De Estadística e Informática (INEI). (2015). Sistema De Información Estadístico De Apoyo A La Prevención A Los Efectos Del Fenómeno De El Niño Y Otros Fenómenos Naturales.
- Centro Nacional De Estimación, Prevención Y Reducción Del Riesgo De Desastres (CENEPRED) 2014, Ley 29664 Ley Que Crea El Sistema Nacional De Gestión De Riesgo De Desastres (SINAGERD).
- Centro Nacional De Estimación, Prevención Y Reducción Del Riesgo De Desastres (CENEPRED) 2014, Ley 29869 De Reasentamiento Poblacional.
- Manual de Diseño de Estructuras de Corrección de Torrentes y Retención de Sedimentos, Morassutti F.
- Información del Proyecto FOT del Gobierno Regional Cusco.
- Consultas web:
- http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigrid
- http://www.ingemmet.gob.pe/carta-geológica-nacional.
- http://igp.gob.pe
- http://earthquake.usgs.gov/learming/topics/mag_vs_int.php

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores CIP. 213157

ANEXOS

Secciones topográficas para UP

Imagen N° 35: Perfil transversal – CCPP Paucartambo (UP, I-2, IR-4)

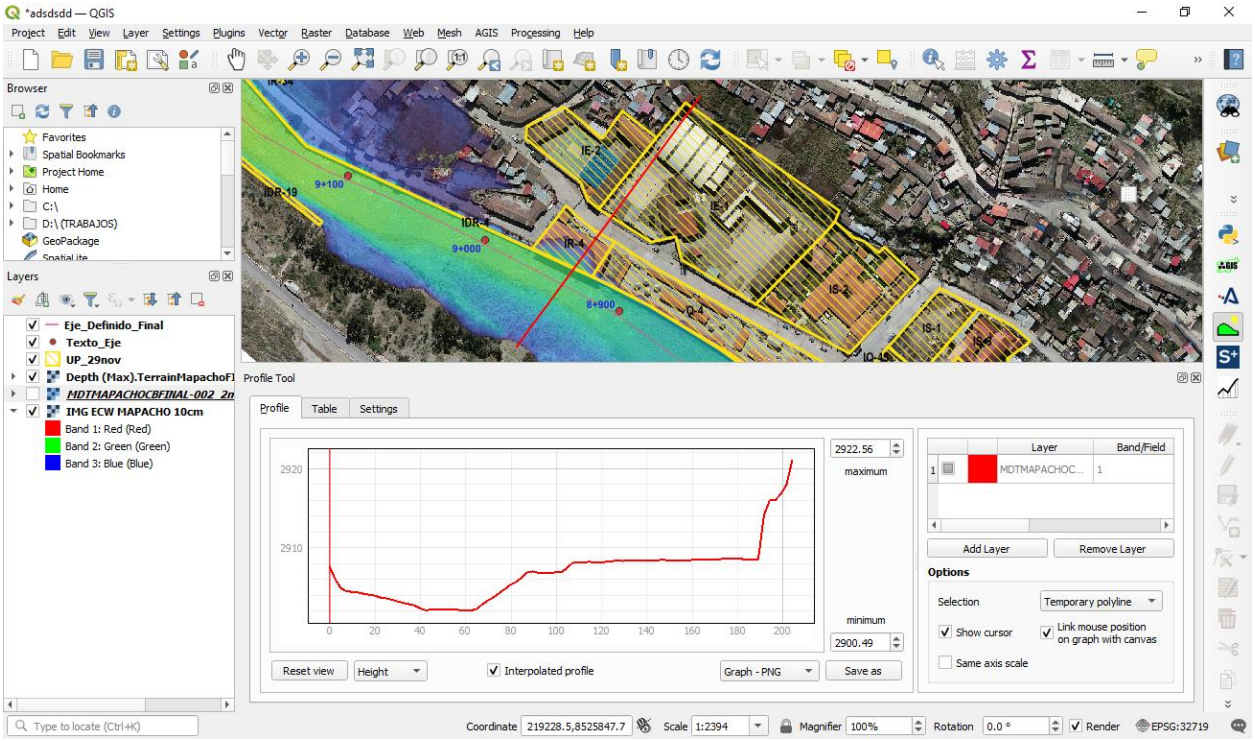
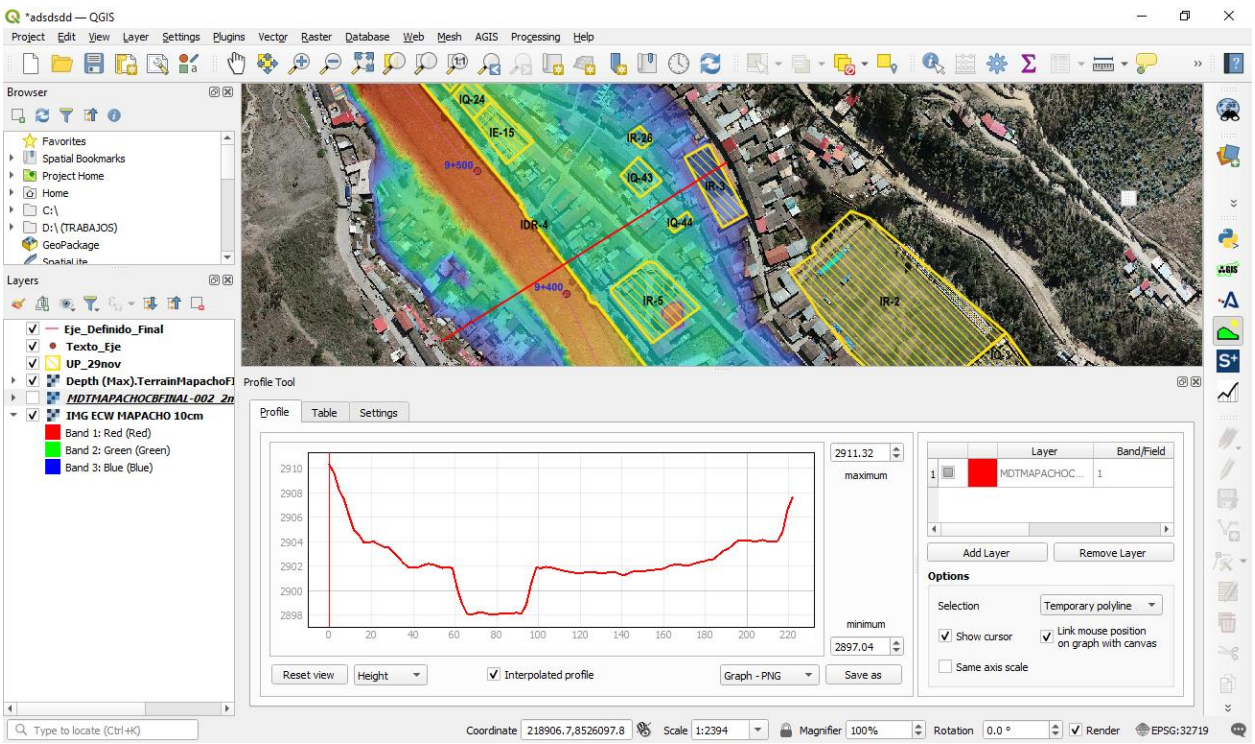


Imagen N° 36: Perfil transversal – CCPP Paucartambo (UP, I-2, IR-4)



EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

Imagen N° 37: Perfil transversal – CCPP Paucartambo (UP, I-2, IR-4)

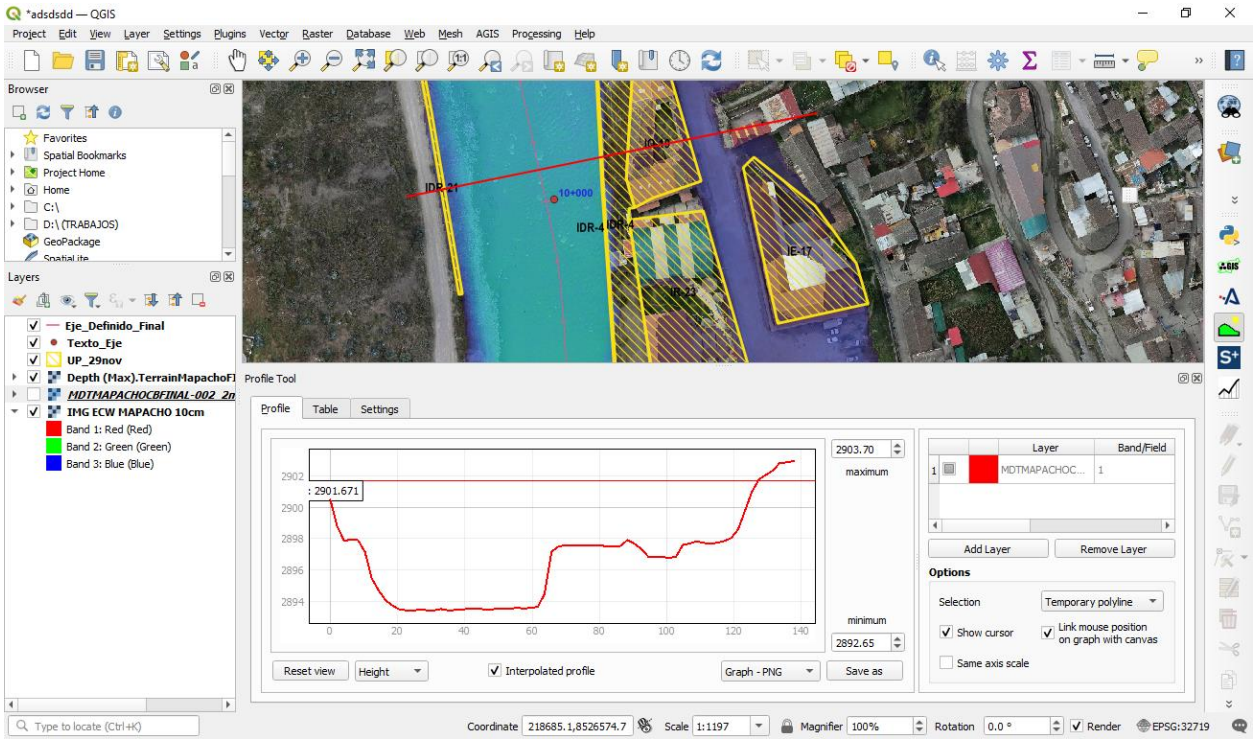
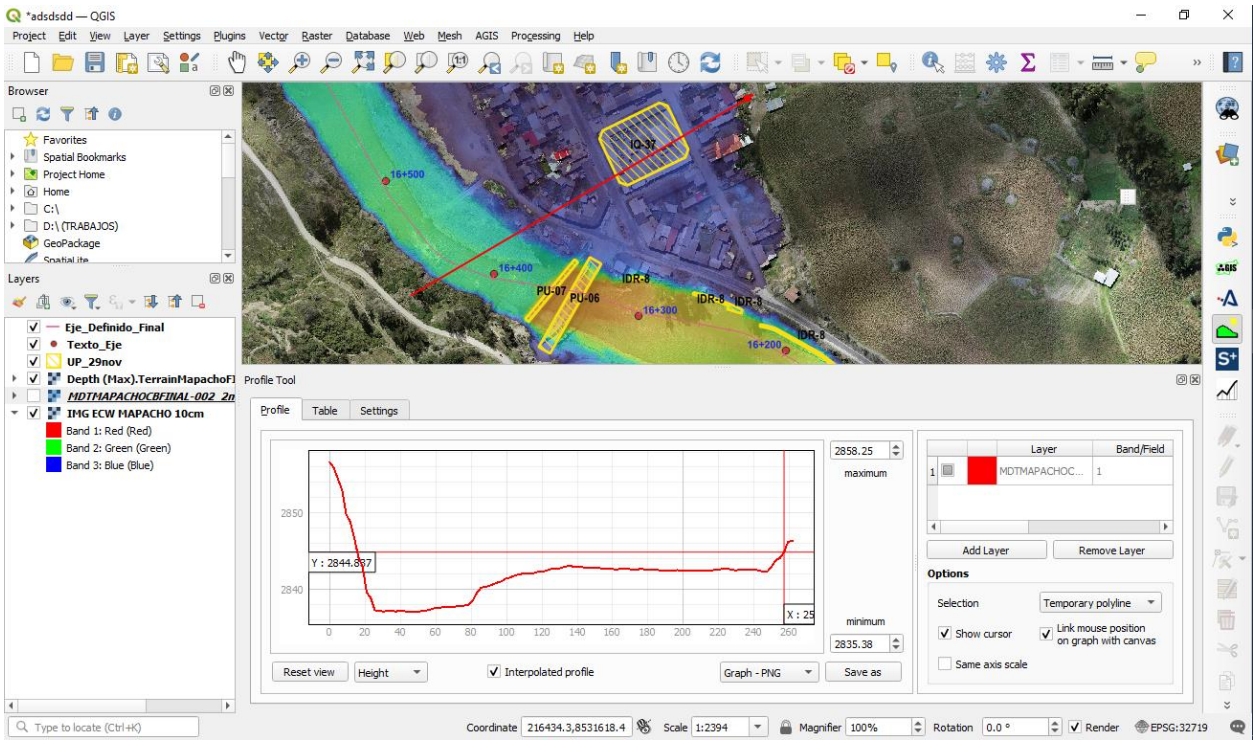


Imagen N° 38: Perfil transversal – CCPP Sunchubamba (UP, IQ-37)



EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES
ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES
RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

Imagen N° 39: Perfil transversal – CCPP Sunchubamba (UP, IE-7)

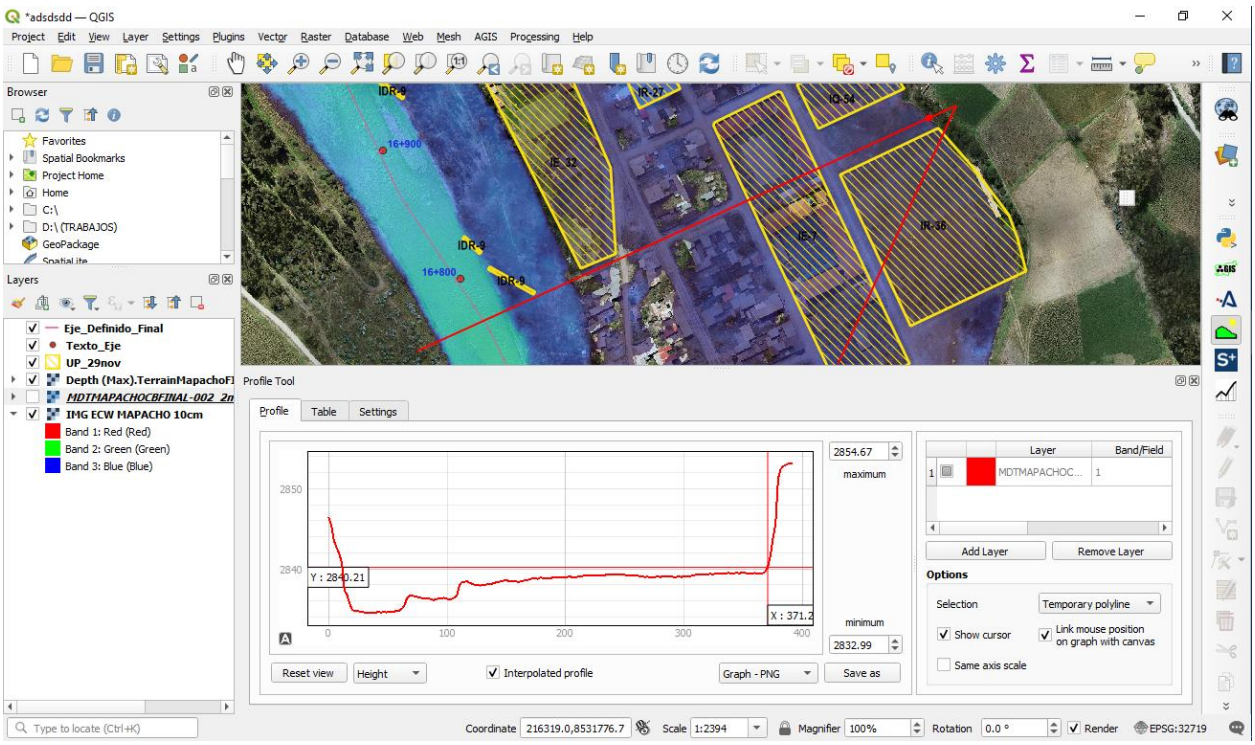
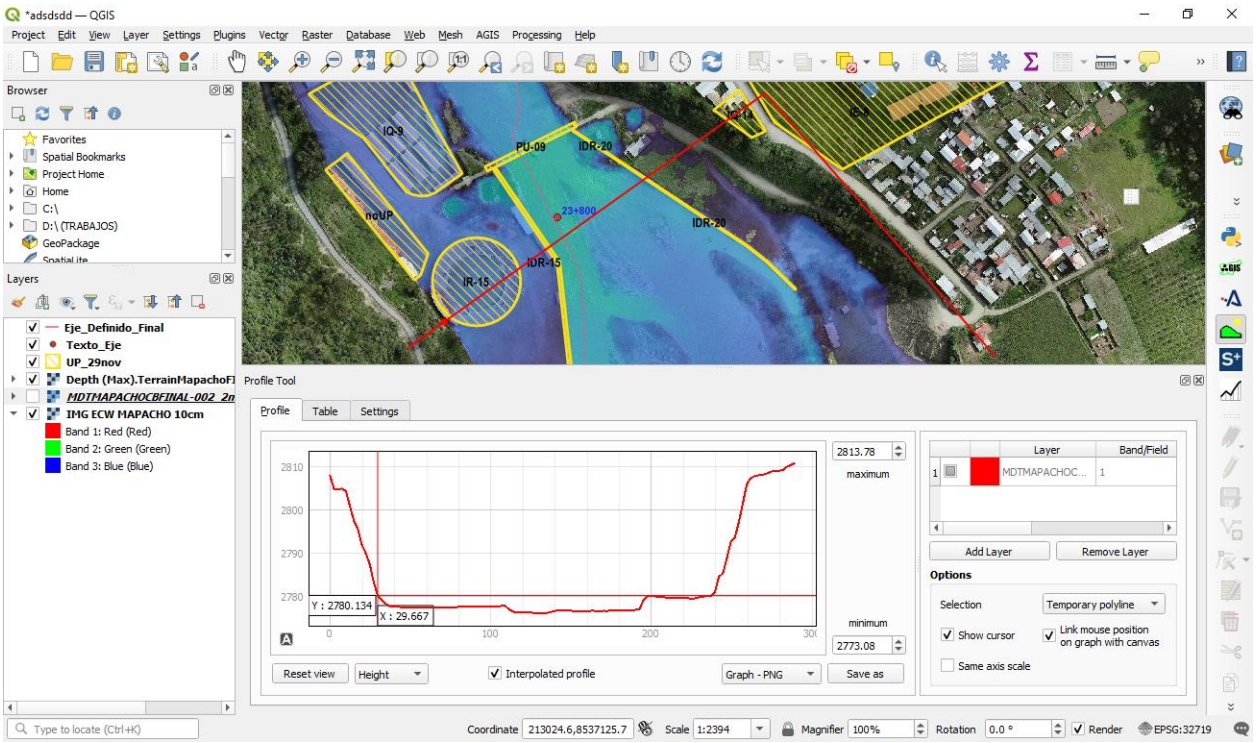


Imagen N° 40: Perfil transversal – CCPP Challabamba (UP, IR-15)



EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES
RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157

Mapa A-1: Elementos expuestos

Mapa A-1: Peligro por erosión fluvial

Mapa A-1: Vulnerabilidad por erosión fluvial

Mapa A-1: Riesgo por erosión fluvial

EVALUADOR DE RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES RJ N° 038-2020- CENEPRED/J
Ing. Antenor Raymundo Quispe Flores
CIP. 213157