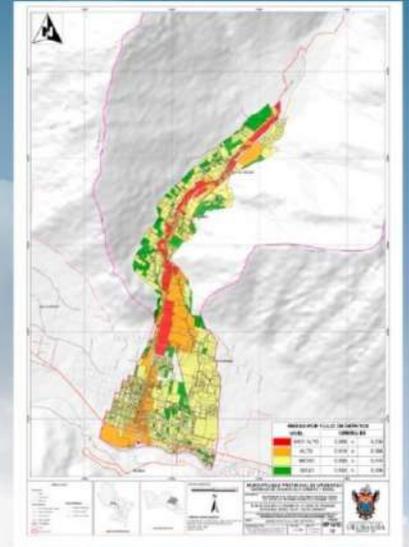
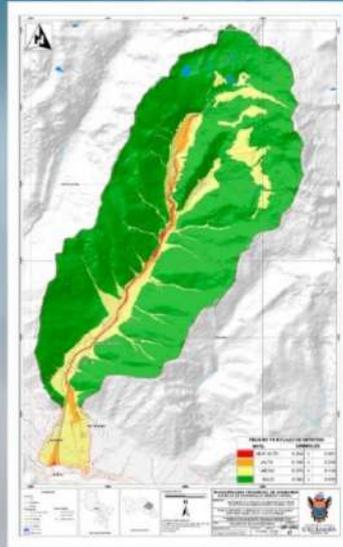
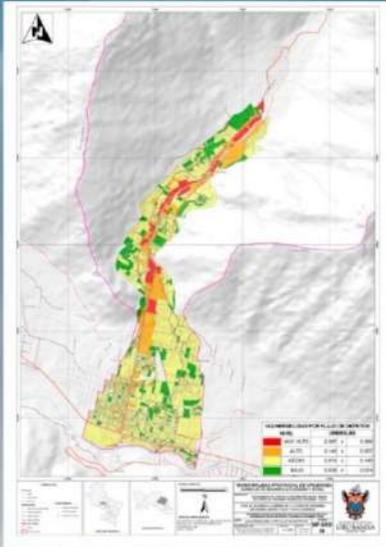




PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN
PREDIAL URBANA DEL DISTRITO DE URUBAMBA, PROVINCIA DE
URUBAMBA-CUSCO"



**EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR
FLUJO DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE
CHICÓN, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE
URUBAMBA - CUSCO**





EQUIPO TÉCNICO

Supervisor del Proyecto:

Arq. Henry Huamán Cauti

Residente de Proyecto:

Arq. Armando Paz Alvarado

Responsable del informe de la evaluación de riesgo de desastres por fenómenos naturales:

Ing. Glgo. Oscar Huamán Quispe

CIP: 257274

Evaluador de riesgos por fenómenos naturales aprobado con Resolución 003-2023-CENEPRED-SG.

Componente GRD

Br. Ing. Glgo Uriel Ccama Rodriguez

Ing. Glgo. Anderson Quispe Huanacchiri

Econ. Paola I. Sallo Quispe

Apoyo

Marilia Mamani Catari

Abraham Condori Gonzales

Milagros Riveros Guevara



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	2
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 FINALIDAD.....	2
1.5 ANTECEDENTES.....	3
1.4.1. INFORMACIÓN DESCRIPTIVA DE ESTUDIOS E INFORMES TÉCNICOS A NIVEL REGIONAL Y LOCAL.....	3
1.4.2. INFORMACIÓN CARTOGRAFÍA A ESCALA REGIONAL Y LOCAL.....	9
1.6 MARCO NORMATIVO.....	13
CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	14
2.1 UBICACIÓN.....	14
2.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA.....	14
2.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	14
2.1.3 VÍAS DE ACCESO.....	15
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	15
2.2.1 CARACTERÍSTICAS SOCIALES.....	15
2.2.1.1 CENTRO POBLADO DE URUBAMBA.....	16
2.2.1.1 CENTRO POBLADO DE SAN ISIDRO DE CHICÓN.....	17
2.2.1.1 CENTRO POBLADO DE YANACONAS.....	18
2.2.1.1 CENTRO POBLADO DE CHICHUBAMBA.....	18
2.2.2 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS.....	19
2.2.2.1 ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	19
CAPITULO III CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	20
3.1. TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE.....	20
3.1.1. TOPOGRAFIA.....	20
3.1.2. PENDIENTES.....	20
3.2. CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS.....	26
3.2.1. MORFOESTRUCTURAS REGIONALES.....	26
La cordillera oriental.....	26
Altiplanicies.....	27
Valle del Vilcanota-Urubamba.....	28
3.2.3. GEOMORFOLOGIA LOCAL.....	28



3.2.3.1. Geformas Glaciares.....	29
3.2.3.2. Geformas Montañosas.....	30
3.2.3.3. Geformas de Fondo de Valle	32
3.3. CONDICIONES GEOLÓGICAS	34
3.3.1. GEOLOGIA REGIONAL.....	34
3.3.2. GEOLOGIA LOCAL – LITOLÓGICA.....	35
3.4. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.....	44
3.4.1. PRECIPITACIÓN.	44
3.5. CONDICIONES HIDROLÓGICAS.....	46
3.6. CONDICIONES AMBIENTALES.....	53
3.6.1 ZONAS DE VIDA.....	53
3.6.2 ELEMENTOS DEL MEDIO BIOLÓGICO	54
A. FAUNA	54
B. FLORA	54
3.6.3 COBERTURA VEGETAL	56
3.7. GEODINAMICA EXTERNA	58
CAPÍTULO IV: DETERMINACION DEL PELIGRO.....	62
3.1 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	62
4.1.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PELIGROSIDAD.....	62
4.1.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	63
4.1.3 IDENTIFICACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA	64
4.1.4 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO	65
4.1.4.1 ANTECEDENTES DE MOVIMIENTO DE MASAS EN LA CUENCA DEL CHICÓN.....	65
4.1.5 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO	67
4.1.6 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO	68
4.1.7 SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE EL PELIGRO	71
4.1.7.1 ANÁLISIS DEL FACTOR DESENCADENANTE	71
4.1.7.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES.....	73
4.1.8 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SUSCEPTIBILIDAD	78
4.1.9 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN ÁREAS SUSCEPTIBLES	79
4.1.9.1 POBLACIÓN	79
4.1.9.2 VIVIENDAS E INFRAESTRUCTURAS.....	79
4.1.9.3 INFRAESTRUCTURA VIAL.....	83
4.1.10 DEFINICIÓN DE ESCENARIO	85
3.1.11 NIVELES DE PELIGRO	85



3.1.12	ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	86
CAPITULO V. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD		88
5.1	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	88
5.2	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD EN LA CUENCA DE CHICÓN	88
5.2.1	VULNERABILIDAD SOCIAL	91
5.2.1.1	EXPOSICIÓN DE LA DIMENSION SOCIAL:.....	92
5.2.1.2	FRAGILIDAD DE LA DIMENSION SOCIAL:.....	95
5.2.1.3	RESILIENCIA DE LA DIMENSION SOCIAL	98
5.2.2	VULNERABILIDAD ECONOMICA	103
5.2.2.1	EXPOSICION DE LA DIMENSION ECONOMICA	104
5.2.2.2	FRAGILIDAD DE LA DIMENSION ECONOMICA	109
5.2.2.3	RESILIENCIA DE LA DIMENSION ECONOMICA	113
5.2.3	VULNERABILIDAD AMBIENTAL	116
5.2.3.1	EXPOSICIÓN DE LA DIMENSION AMBIENTAL:	117
5.2.3.2	FRAGILIDAD DE LA DIMENSION AMBIENTAL:	119
5.2.3.3	RESILIENCIA DE LA DIMENSION AMBIENTAL:	121
3.2.5.	NIVELES DE VULNERABILIDAD	122
3.2.6	ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.....	123
3.3.	CÁLCULO DEL RIESGO	125
3.3.1	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE RIESGO.....	125
3.3.2	DEFINICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO.....	126
3.3.2.1	ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	126
3.3.3	CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS (CUALITATIVA Y CUANTITATIVA)	129
3.3.3.1	CUALITATIVA	129
3.3.3.1	CUANTITATIVA.....	129
CAPÍTULO IV: DEL CONTROL DE RIESGOS.....		134
4.1.	DE LA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS.....	134
4.1.1	ACEPTABILIDAD / TOLERABILIDAD.....	134
4.2	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DESASTRES (RIESGOS FUTUROS)	136
4.2.1	MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL	136
4.2.2	MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL	137
4.3	MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES).....	138
4.3.1	MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL	138
4.3.2	MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL	139
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		140



5.1 CONCLUSIONES.....	140
5.1 RECOMENDACIONES.....	141
BIBLIOGRAFÍA.....	142
ANEXOS 144	

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1. MAPAS
- ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO
- ANEXO 3 OTROS

LISTA DE MAPAS

MAPA 01	MAPA DE UBICACIÓN
MAPA 02	MAPA DE ACCESIBILIDAD
MAPA 03	MAPA DE PENDIENTES
MAPA 04	MAPA GEOMORFOLÓGICO
MAPA 05	MAPA DE UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS LOCAL DE LA CUENCA DE CHICÓN
MAPA 06	MAPA DE GEODINÁMICA EXTERNA
MAPA 07	MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTO
MAPA 08	MAPA DE NIVELES DE PELIGROS POR FLUJO DE DETRITOS/ALUVIÓN
MAPA 09	MAPA DE NIVELES DE VULNERABILIDAD
MAPA 10	MAPA DE NIVELES DE RIESGO





INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, hemos sido testigos de un aumento significativo en los impactos socioeconómicos y ambientales causados por fenómenos naturales. Este incremento se atribuye, en parte, al crecimiento y la ubicación inadecuada de las actividades humanas en áreas geográficas propensas a riesgos naturales, lo que ha resultado en una disminución en la eficiencia productiva y en la capacidad de desarrollo sostenible (CENEPRED, 2014).

La ocupación no planificada del territorio y la formación de asentamientos informales en zonas de alto riesgo, así como en áreas designadas para la protección y conservación ecológica, son problemas recurrentes en la ciudad de Urubamba. Estos problemas se originan a través de procesos de invasión y la creación de asentamientos precarios con acceso limitado y una infraestructura vial inadecuada, entre otros factores. A largo plazo, esta situación resulta en condiciones de vida precarias para los habitantes, escasez de espacios para equipamiento, recreación y esparcimiento, y una degradación del entorno urbano.

Por tanto, es fundamental anticipar y promover formas de ocupación coherentes que cumplan con estándares urbanos adecuados, con un enfoque en la gestión de riesgos ante desastres naturales y la protección y conservación del medio ambiente. Esto permitirá guiar un desarrollo urbano apropiado en las nuevas áreas urbanizadas de la ciudad de Urubamba.

El presente informe es el resultado de una Evaluación de Riesgos de Desastres por Flujo de Detritos/Aluvión en la Quebrada de Chicón, ubicada en el distrito y provincia de Urubamba, Cusco. Este estudio se enfoca en los sectores San Isidro de Chicón, Yanaconas, Chichubamba y centro poblado de Urubamba y ha sido elaborado por el Equipo técnico PDU Urubamba del Componente de Gestión de Riesgos de Desastres del Plan de Desarrollo Urbano, 2023. Su objetivo es llevar a cabo la zonificación de las áreas de peligro, vulnerabilidad y riesgo, y proponer medidas tanto estructurales como no estructurales en el contexto del proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN PREDIAL URBANA DEL DISTRITO DE URUBAMBA, PROVINCIA DE URUBAMBA-CUSCO". Estas recomendaciones buscan orientar la política urbana y garantizar la seguridad y calidad de vida de los residentes de esta región.

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar y definir el nivel de riesgo por flujo de detritos en la cuenca de Chicón, en los sectores de San Isidro de Chicón, Yanaconas, Chichubamba y el área urbana de Urubamba, del distrito y provincia de Urubamba y departamento de Cusco.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los niveles de peligrosidad por flujo de detritos
- Analizar e identificar los niveles de vulnerabilidad
- Establecer los niveles de riesgo
- Desarrollar los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgos
- Identificar las medidas de control del riesgo

1.3 JUSTIFICACIÓN

La elaboración del presente informe de EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR FLUJO DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE CHICON, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE URUBAMBA – CUSCO, en los sectores de San Isidro de Chicón, Yanaconas, Chichubamba y el área urbana de la ciudad de Urubamba, pertenecientes al distrito y provincia de Urubamba, en el departamento de Cusco, se evidencia la exposición de estas áreas a la posibilidad de sufrir eventos de flujo de detritos. Esta exposición presenta una seria amenaza para la población residente y sus actividades cotidianas, poniendo en riesgo sus medios de vida.

La necesidad de llevar a cabo este estudio radica en la imperante urgencia de identificar y comprender de manera exhaustiva los riesgos asociados al flujo de detritos en el centro poblado mencionado; la cual nos permitirá implementar medidas concretas de control de riesgos, que no solo sean efectivas para prevenir posibles desastres naturales, sino también para mitigar los impactos adversos en caso de que ocurran.

Ante la constante amenaza que representa el flujo de detritos en ciertas zonas críticas del área urbana y periurbana, resulta imperativo desarrollar estrategias de gestión de riesgos específicas y adaptadas a las características particulares de la quebrada de Chicón. La ejecución de este estudio proporcionará la base necesaria para la formulación de políticas y acciones que salvaguarden la seguridad y bienestar de la población local, así como la preservación de sus activos y recursos esenciales.

1.4 FINALIDAD

La finalidad primordial de este informe de EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR FLUJO DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE CHICON, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE URUBAMBA – CUSCO, es profundizar en la comprensión del riesgo de desastres presente en esta área específica, la cual nos proporcionara una base sólida de información que respalde de manera fundamentada la implementación de medidas concretas de prevención y reducción de riesgos de desastres, las cuales están contempladas en el Plan de Desarrollo Urbano (2024 al 2034).



Este informe se erige como una herramienta estratégica para enriquecer la percepción del riesgo inherente a la quebrada de Chicón, ofreciendo un análisis detallado de las condiciones actuales y potenciales amenazas. Al profundizar en la comprensión del entorno y los factores de riesgo, se busca dotar a los responsables de la toma de decisiones con información precisa y actualizada, respaldando así la formulación e implementación efectiva de estrategias preventivas y de reducción de riesgos.

1.5 ANTECEDENTES

1.4.1. INFORMACIÓN DESCRIPTIVA DE ESTUDIOS E INFORMES TÉCNICOS A NIVEL REGIONAL Y LOCAL.

Valderrama Murillo, P. A. (2006), en su estudio de **Geología, Geodinámica y Simulación de Flujos en las Ciudades de Urubamba y Ollantaytambo. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco**, se enfoca en la amenaza constante de aluviones en las ciudades de Urubamba [...] y destaca la importancia de construir mapas de peligros para prevenir desastres y planificar el desarrollo urbano. En su estudio utilizó el software FLO 2D para simular flujos de aluviones, considerando diferentes caudales y periodos de retorno. Los resultados indicaron volúmenes significativos de agua y sedimento en las simulaciones. El análisis produjo varios mapas, incluyendo elevación del terreno, velocidad máxima del flujo, dirección del flujo y mapas de peligros por aluvión. Estos mapas categorizaron las zonas de las ciudades en niveles de peligro, que se compararon con mapas previos de peligros geológicos y climáticos. Indica que el río Chicón, también conocido como Tullumayo, tiene su origen en los deshielos del nevado Chicón y la laguna Juchuyccochoa, a lo largo de su curso, recibe el aporte de seis afluentes, tres en el lado izquierdo y tres en el derecho. Atraviesa la ciudad de Urubamba en un tramo canalizado de 700 metros de longitud, con una sección de 2.20 por 1.60 metros, y finalmente desemboca en el río Vilcanota. Además, recomienda realizar simulaciones adicionales para mejorar la comprensión de los riesgos, aplicar el software en otras áreas propensas a aluviones y utilizarlo en la gestión de situaciones de emergencia.

Según **Cárdenas, J., García, B., Concha, R., Astete, I., Zela, J., Ancco, K., Requejo, D., Carloo, V., & Flores, T. (s.f.)**. **Evaluación geológica y geodinámica en la quebrada Chicón: Aluvión del 17 de octubre de 2010 que afectó Urubamba-Cusco. UNSAAC**. El 17 de octubre de 2010, se produjo un aluvión en la quebrada Chicón, en el distrito y provincia de Urubamba. Este aluvión fue causado por el desprendimiento de una pequeña masa del borde meridional del glaciar del Chicón y llegó a la ciudad de Urubamba alrededor de las 23:35 horas. El desprendimiento de un bloque de hielo provocó el desbordamiento de una pequeña laguna, que a su vez aumentó el caudal de un pequeño riachuelo. Esto condujo al desbordamiento de la laguna Pucacocha, ubicada en una planicie cerca del retroceso glaciar y al inicio de una pendiente pronunciada. Las aguas desbordadas erosionaron un material morrénico compuesto por bloques, gravas, arcillas, limos y arenas, que se encontraba en una ladera con una pendiente muy alta ($> 60^\circ$). Esta erosión del material generó un flujo de detritos (aluvión) que se desplazó por la ladera norte hasta la quebrada Occororuyoc, donde se depositó una gran parte del volumen aluviónico. Posteriormente, la parte líquida con sedimentos finos dio lugar a flujos de lodo. Estos flujos de lodo continuaron descendiendo por la quebrada Occororuyoc, erosionando y formando nuevos aluviones de pequeñas dimensiones. Estos aluviones avanzaron y se depositaron en diferentes tramos hasta llegar a la ciudad de Urubamba. El impacto de estos pequeños aluviones afectó viviendas y puentes en las localidades de Yanaconas, Chichubamba y San Isidro de Chicón a lo largo de la quebrada Chicón. En la ciudad de Urubamba, el aluvión afectó principalmente la Avenida Mariscal Castilla, inundando una parte del canal e incluso alcanzando una esquina de la Plaza de Armas. Este evento causó daños a unas 300 viviendas, inundó áreas de cultivo y dejó más de 1,200 personas damnificadas.

COLGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



Además, recomiendan llevar a cabo un monitoreo continuo del retroceso glaciar en los nevados Chicón y Pumahuanca, así como de las zonas propensas a aluviones, junto con la implementación de sistemas de alerta temprana y planes de preparación para la población, dado el contexto sísmico de la región. Además, se sugiere ampliar los cauces de los ríos Chicón y Tullumayo, realizar la canalización completa de la Avenida Mariscal Castilla y diseñar puentes que puedan permitir el paso de aluviones de pequeñas dimensiones, contribuyendo así a reducir los riesgos asociados a futuros eventos similares al aluvión de 2010 en Urubamba.

Valderrama Murillo, P., & Roa Calumani, J. (2011). Evaluación de peligros geológicos en el Valle Sagrado de los Incas, Río Vilcanota. Distrito de Urubamba y Ollantaytambo, Provincia Urubamba, Región Cusco (Informe Técnico No. A6457). Indica que el aluvión del 17 de octubre del 2010 la zona afectada abarca desde terrenos naturales erosionados en la parte alta hasta la parte urbana de Urubamba, incluyendo la principal calle de la ciudad y la infraestructura de agua y alcantarillado, junto con obras de infraestructura vial. Las áreas afectadas incluyen la Avenida Mariscal Castilla, así como las comunidades de San Isidro Chicón, Yanacona Chicón y Chichubamba, entre otras. Los materiales predominantes en la región son depósitos aluviales antiguos, con presencia de depósitos morrénicos en la parte alta, y Urubamba se encuentra en un gran abanico aluvial originado en los nevados Chicón y Pumahuanca. La Subcuenca del río Chicón enfrenta riesgos geológicos que incluyen flujo de detritos (conocidos como huaycos o aluviones), que pueden desencadenarse por desprendimientos de bloques de hielo de los glaciares del nevado Chicón, además de la erosión fluvial causada por las crecidas del río Vilcanota. El evento de este aluvión fue provocado por un desprendimiento de roca y hielo del nevado Chicón, lo que generó un flujo de detritos de origen glaciar que afectó a pastos naturales, áreas de cultivo y viviendas, y se dirigió hacia la principal avenida de Urubamba, causando erosión en el asfalto y dañando los sistemas de agua potable y alcantarillado, impactando principalmente las zonas de Chichubamba, San Isidro, Yanacona y el distrito de Urubamba. Como medidas recomendadas, se sugiere la construcción de disipadores de flujos en la parte alta de la Subcuenca Chicón, junto con la construcción de defensas ribereñas y la rehabilitación de los sistemas de agua potable y alcantarillado en las áreas afectadas por el flujo de detritos.

INDECI PNUD. (2012). Proyecto INDECI PNUD. PER/02/051. Ciudades sostenibles: Actualización y segunda etapa del estudio integral del programa Ciudades Sostenibles - Mapa de Peligros, Plan de Usos del Suelo ante Desastres y Medidas de Mitigación Ciudad de Urubamba. Ciudad de Urubamba. Informe final. Elabora mapas de peligros y riesgos en la zona de Urubamba. Donde el peligro muy alto en la ciudad de Urubamba son los causados por las fuertes intensidades de precipitaciones; que son generadores de inundaciones por flujos repentinos de piedra y lodo en las áreas laterales del río Chicón y del río Pumahuanca. El peligro por inundación de los ríos Chicón y Pumahuanca, es probable que ocurra por efectos de aluviones que al transportar material haga colapsar el sistema de flujo de la canalización del Tullumayo (Av. Mariscal Castilla) y del Pumahuanca por lo que representaría muy alto peligro en sus bordes, desembalsando hacia las calles contiguas laterales.

Los eventos de desprendimientos glaciares principalmente del Nevado Chicón y del Pumahuanca conocidos como alud, generan una serie de eventos geodinámicos conjugados de manera rápida, iniciando con el desembalse de lagunas que se hallan debajo del nivel de glaciares, pero en el cauce de estos glaciares. Estos desembalses de lagunas generan aguas abajo remoción de escombros y lodo, los que pueden formar diques naturales que luego desembalsan súbitamente y con mayor energía recorren el valle glaciar hasta llegar a la ciudad de Urubamba con el consiguiente peligro de destrucción de terrenos de cultivo e infraestructura civil existente. Clasifican como zonas de riesgo Muy Alto, que corresponde al Sector I Núcleo Histórico, se encuentra amenazado por aluviones del

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



río Chicón. Es preciso indicar que, en esta zona, el riesgo Muy Alto, corresponde a las manzanas que se encuentran en peligro muy alto, ubicadas más próximas a la canalización del río Chicón. Así mismo, en los sectores III y VII Ccotohuincho y Jaboncilluyoc, el nivel de riesgo es Alto, debido a la existencia de peligros altos y vulnerabilidades altas.

(2013) Resumen ejecutivo del expediente técnico “Instalación de los servicios de protección de infraestructura urbana y rural de los sectores de san isidro, yanacona, Chichubamba y la ciudad de Urubamba, ante la crecida del río Chicón en el distrito de Urubamba, Provincia de Urubamba – Cusco”. A raíz de los eventos de 2010, se proponen medidas y técnicas de infraestructura con el objetivo de proteger las áreas urbanas y rurales, así como los terrenos agrícolas en los sectores de San Isidro, Yanacona, Chuquibamba y la ciudad de Urubamba, anticipándose a inundaciones extremas y aluviones. Estas medidas se centran en dos ejes principales: la reducción del volumen de agua en la laguna de Riticocha, la principal fuente de peligro en la cuenca de Chicón, mediante drenajes y la apertura de un canal lateral a la laguna; y el fortalecimiento de la capacidad disipadora natural de Ocururuyoc, que, gracias a sus características topográficas, permite disminuir la velocidad de flujos extremos. Estas acciones buscan mejorar la resiliencia frente a posibles desastres en la región.

En las conclusiones presentadas, se resalta que los glaciares en la Cordillera Urubamba experimentan un retroceso que amenaza la reserva de agua y aumenta el riesgo de desbordamientos de lagunas, como se evidenció en el evento de 2010 en la Laguna Riticocha. Se destaca la necesidad de monitoreo constante, la importancia de mantener un Sistema de Alerta Temprana y la recomendación de construir un camino seguro para inspecciones. Además, se plantean alternativas técnicas para reducir el riesgo, enfocándose en la capacitación de la población y la sostenibilidad económica de estas medidas.

Se destaca la urgencia de emprender acciones de prevención y mitigación ante la amenaza de desastres relacionados con desbordes de la laguna Riticocha debido a desprendimientos de macizos glaciales en la quebrada de Chicón. Se hace un llamado a la municipalidad provincial de Urubamba, en colaboración con las instancias gubernamentales a nivel regional y nacional, para asegurar la financiación de este esencial proyecto, ya que tanto vidas humanas como infraestructura siguen expuestas a esta amenaza sin que hasta ahora se hayan tomado medidas de mitigación adecuadas.

Se describen las siguientes acciones a realizar: en primer lugar, la construcción de muros de concreto y gradas de albañilería de piedra en los taludes y cauces. En segundo lugar, se contempla la construcción de caminos de herradura desde San Isidro de Chicón hasta la laguna Riticocha. La tercera acción involucra la construcción de estructuras disipadoras de energía con gaviones en la pampa de Ocururuyoc. Como cuarta acción, se llevará a cabo la construcción de un sistema de drenaje para la laguna de Riticocha en el glaciar de Chicón. En quinto lugar, se implementará un Sistema de Alerta Temprana (SAT) en la quebrada de Chicón. La sexta acción comprende la instalación de estaciones meteorológicas en la cuenca de Chicón. Por último, la séptima acción se centra en la capacitación y organización de las entidades y la población involucrada.

Según **Tecsi Conza, L. V., & Tupa Ramos, J. R. (2016). Representaciones y acciones sociales ante el desastre glaciar en la Cuenca Chicón (Urubamba). Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.** La Cordillera del Urubamba cuenta con numerosos glaciares, pero se ha perdido aproximadamente el 61.69% de su cobertura glaciar entre 1970 y 2009. Esto ha llevado a la pérdida de recursos hídricos y a una mayor amenaza para la población local. El Nevado Chicón, ubicado en esta región, ha sido responsable de eventos aluviales sorpresivos en la cuenca que lleva su nombre. Las aguas del Chicón pasan por varias comunidades, algunas de las cuales se consideran en peligro debido a su ubicación geográfica y eventos aluviales anteriores. El





año 2010 fue especialmente significativo debido a un aluvión que afectó cultivos, viviendas, infraestructura educativa, servicios de agua potable y más. Si bien no hubo pérdidas humanas, se produjeron pérdidas económicas y sociales. Se discute si el desastre fue causado por el deshielo glaciar del Chicón debido al cambio climático o por intereses extractivos.

La investigación se plantea tres preguntas principales: cómo representan los pobladores el desastre glaciar, cuáles son sus percepciones sobre las causas y efectos, y cuáles son las acciones sociales tomadas por la población y las instituciones frente al desastre. Las conclusiones destacan que los pobladores representan el desastre glaciar a través de sus creencias, percepciones y prácticas sociales. También han elaborado dos versiones sobre las causas del desastre: una relacionada con el cambio climático y la otra con intereses extractivos. Se tomaron diversas acciones sociales después del desastre, incluyendo movilización a zonas seguras y apoyo de instituciones públicas y privadas. Las recomendaciones incluyen la importancia de considerar las creencias y percepciones locales en la ejecución de proyectos de reducción de riesgos, la necesidad de difundir estudios técnicos de desastres y la importancia de fortalecer la preparación y la sensibilización ante los riesgos de desastres en la comunidad.

Quispe Roseell, J. C., & Quito Huaman, J. L. (2017). Evaluación de peligros geodinámicos en la microcuenca de Chicón. Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Analizaron diversas características físicas de la zona, como precipitaciones, temperatura, humedad relativa, escurrimiento, características geomorfológicas, geológicas, pendientes y estudios específicos sobre flujo de detritos, entre otros. Desde una perspectiva geomorfológica, la Microcuenca del Chicón se caracteriza por encontrarse en plena Cordillera Oriental, destacando las unidades geomorfológicas locales como el nevado Chicón, las lagunas glaciares, la planicie de Occororuyoc, las laderas empinadas y las quebradas Occororuyoc y Queuñayoc. Geológicamente, está compuesta principalmente por un macizo rocoso granítico del Urubamba, perteneciente a la parte alta de la microcuenca, donde se ha desarrollado el nevado Chicón. Este macizo rocoso se encuentra fracturado e intemperizado, lo que facilita el trabajo de los glaciares y la formación de morrenas. La Microcuenca del Chicón incluye diferentes tipos de litología, como pizarras y esquistos de la Formación Paucartambo, rocas volcánicas del Grupo Mitu, areniscas de la Formación Huancane, lutitas del Grupo Yuncaypata, lutitas y areniscas de la Formación Quilque y Chilca, así como areniscas intercaladas con lutitas rojas del Grupo San Jerónimo y depósitos cuaternarios. Desde el punto de vista estructural, la zona de estudio se encuentra en el límite entre la Cordillera Oriental y el altiplano, con fallas que atraviesan la Microcuenca del Chicón en dirección NO a SE, cerca de la comunidad de San Isidro. Estas fallas, de tipo inverso, controlan los deslizamientos en esta zona. Además, se identificaron sistemas de diaclasamiento generados por esfuerzos tectónicos en la parte alta de la microcuenca. El estudio geodinámico permitió identificar diferentes tipos de movimientos geodinámicos, como deslizamientos, flujos de detritos y desprendimientos de roca, destacando en particular los flujos de detritos como una verdadera amenaza.

Para el estudio hidrológico, fue necesario dividir la microcuenca en tres partes debido a su desnivel significativo de 2,700 metros. El río Chicón depende de las lagunas ubicadas en la parte alta, como Azulcocha y Riticocha, y desemboca en el río Vilcanota. La parte alta de la microcuenca abarca un área de 12.55 km² y el río Chicón recorre una distancia de 1.84 km. La parte media abarca un área de 15.62 km² y el río Chicón recorre una distancia de 3.09 km. La parte baja cubre un área de 11.31 km² y el río Chicón recorre una distancia de 7.71 km. Para determinar los caudales, se utilizó la información del proyecto "Instalación del servicio de protección de infraestructura urbana y rural de los sectores de San Isidro, Chichubamba, Yanaconas y ciudad de Urubamba ante las crecidas del río Chicón". Los caudales máximos en la parte alta para un período de retorno de 25 años son de 5.43 m³/s, en la parte media son de 11.70 m³/s y en la parte baja son de 13.72 m³/s. Aunque esta

COLGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



microcuenca es relativamente pequeña y no contribuiría significativamente a inundaciones, los flujos de detritos podrían causar problemas graves, superando los 26 m³/s en caso de eventos extremos.

Se identificaron peligros geodinámicos, como flujos de detritos, deslizamientos, desbordamientos e inundaciones, y se generaron mapas de peligro con áreas de alto, medio y bajo riesgo. En el estudio geofísico realizado en la pampa de Occororuyoc, se determinaron las características geofísicas de las estructuras geológicas, donde se observaron materiales recientes del cuaternario asociado con fluvio-glaciares, aluviales, coluviales y deluviales, en una matriz de arena y arcilla. Estos materiales se encuentran sobre el macizo intrusivo del Urubamba, compuesto por granitos y cuarzo sienitas. Además, se logró calcular el volumen de la laguna Riticocha y el volumen depositado por el flujo de detritos en la pampa de Occororuyoc, así como la identificación de puntos críticos en todo el cauce del río Chicón, desde la parte media hasta la baja.

Silva, H., Cuenca, J., & Vila, R. (2018). Análisis, Evaluación y Mapeo de Peligros de Remociones en Masas en la Cuenca de Chicón - Urubamba. En Proyecto "Glaciares: Gestión del Riesgo y Uso Productivo del Agua Procedente de Glaciares". Corporación Allin Puriy SAC.

En la cuenca del Chicón, Perú, se han producido aluviones desde 1728, con el último en 2010 afectando a Urubamba. Aunque se han realizado obras de protección, no se consideraron adecuadamente las características geodinámicas y glaciológicas del glaciar Chicón y su retroceso, que ha creado puntos críticos como lagunas y escombreras. Este estudio se enfoca en analizar y mapear peligros de remociones en masa utilizando el modelo numérico RAMMS en tres escenarios y SIG. En el escenario pequeño, las obras de reducción de riesgos funcionan. En el mediano, se afectan áreas rurales, y en el grande, tanto áreas rurales como urbanas, incluyendo la avenida principal y el comercio local. Se discute la necesidad de considerar construcciones existentes y se destaca la importancia de verificar áreas seguras para simulacros y el Sistema de Alerta Temprana. Además, se menciona que el retroceso glaciar puede disminuir el riesgo, pero nuevos depósitos morrénicos y lagunas podrían plantear riesgos futuros. Se propone un ordenamiento territorial, el fortalecimiento del Sistema de Alerta Temprana y el mantenimiento de obras de protección. También se sugiere implementar nuevos puntos de monitoreo y atención en áreas críticas.

INGEMMET. (2020). Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N° 74 - Peligro Geológico en la Región Cusco. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.

En este boletín se abordan los temas de relacionados con los peligros geológicos afecta las diferentes zonas den la región cusca. En la subcuenca de Chicón ubican como una zona de peligros geológicos, el Flujo de detritos y aluviones. El flujo de detritos excepcional que discurre por la quebrada Chicón, Puede afectar a la localidad de Urubamba. Ancho de cauce actual de 2 m, encausado con muros de piedra en el último tramo que cruza la localidad de Urubamba. Último evento se produjo el 18 de octubre del 2010. Las calles de Urubamba se cubrieron con lodo y rocas. Erosión en las márgenes de la quebrada Chicón aguas arriba. Un evento de gran magnitud puede comprometer la seguridad física de la localidad de Urubamba. Se recomienda limpieza y descolmatao de cauce. Colocar muros transversales al cauce de la quebrada Chicón. Implementar un sistema de alerta de desastres en toda la cuenca de la quebrada, la cual debe constar de estaciones pluviométricas, sensores de alarma colocados en el cauce, etc.

Aedo Tapia, J. D., & Quispe Curasco, W. (2022). Estimación del retroceso y predicción del tiempo de permanencia del Nevado Chicón mediante el análisis multitemporal entre los años 1985-2021, Cusco Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Cesar Vallejo.

COLGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



En este estudio, se investigó la evolución del retroceso glaciar en el Nevado Chicón, ubicado en la provincia de Urubamba, Región Cusco. Se utilizó un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental para analizar datos multitemporales. Las conclusiones del estudio revelaron que, a lo largo de los años, el área glaciar del Nevado Chicón ha experimentado una pérdida progresiva, aunque con algunas fluctuaciones. Se identificó una tendencia constante de reducción en el área glaciar, estimando que el glaciar podría desaparecer completamente en el año 2031. Las recomendaciones incluyen la implementación de medidas de mitigación, como el cuidado ambiental, la gestión de desechos y la regulación del turismo en la zona. Se enfatiza la importancia de la conciencia ambiental de la población y la necesidad de establecer protocolos ambientales para los visitantes. También se insta a las autoridades a tomar medidas para preservar el perímetro glaciar y se sugiere la consideración de proyectos ecológicos viables para retrasar la desglaciación

Según el informe N° 057-2018-JOGRD-COOC-MPU (mayo, 2018); el jefe de la oficina de Gestión de Riesgo de Desastre de la municipalidad provincial de Urubamba, concluye que el mayor peligro existente se podría generar por la combinación de procesos de saturación de suelo, avalancha de hielo y roca, desencadenados por las precipitaciones intensas desplazaría material de morrena, de colmatación por debajo del dique regulador de Occoruruyoc hacia Urubamba por ende recomienda realizar el mapa de riesgo.

Mediante Resolución de Gerencia Municipal N° 030-2020-GM-MPU de fecha 24.02.2020, de la Municipalidad Provincial de Urubamba, se aprobó el proyecto de inversión Pública “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PREDIAL URBANA DEL DISTRITO DE URUBAMBA, PROVINCIA DE URUBAMBA-CUSCO”, donde están contemplados los trabajos complementarios de Generación de información de diagnóstico y caracterización urbano-territorial, como la evaluación de riesgo de desastre en la quebrada de Chicón que será insumo imprescindible para la elaboración del Plan de Desarrollo Urbano (PDU) de la ciudad de Urubamba. En ese contexto, la Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Provincial de Urubamba, en el año 2023, dio inicio a los estudios de la **EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR FLUJO DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE CHICÓN, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE URUBAMBA – CUSCO.**

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

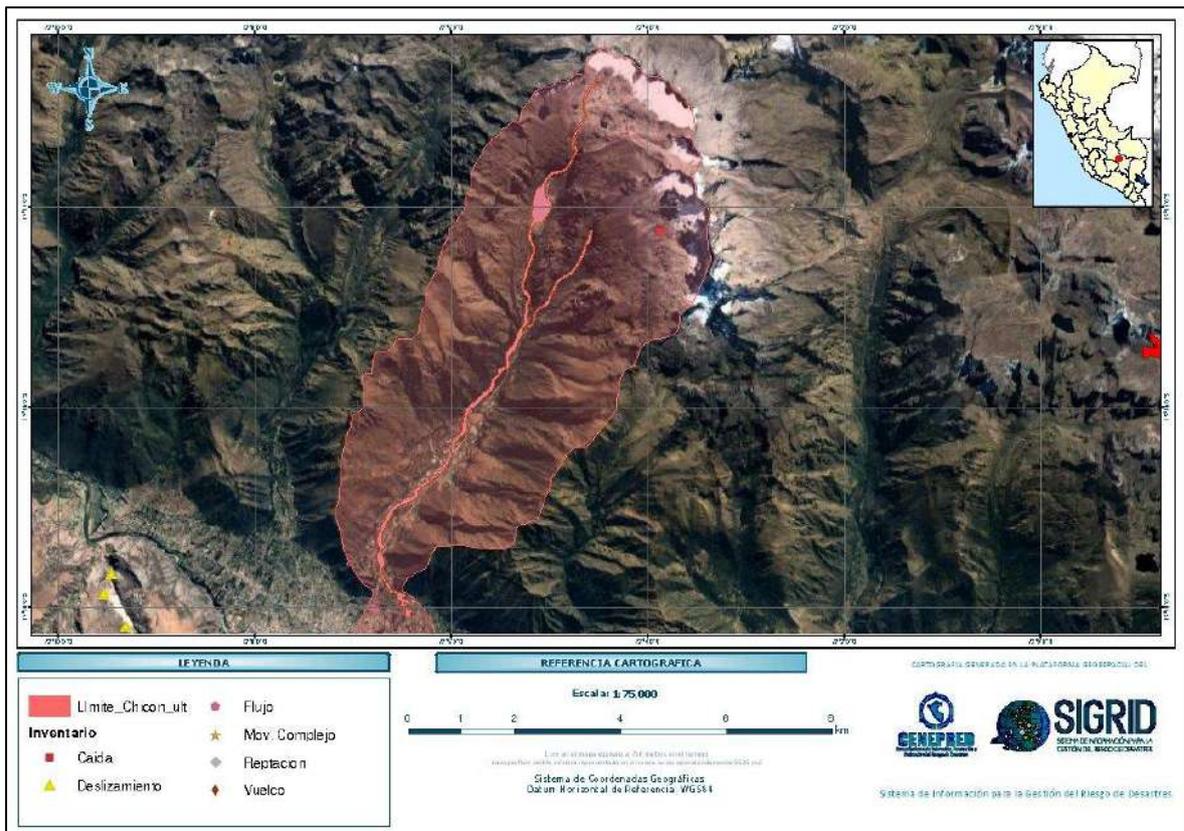


1.4.2. INFORMACIÓN CARTOGRAFÍA A ESCALA REGIONAL Y LOCAL

CENEPRED – SIGRID

La información cartográfica utilizada en el área de estudio proviene del Sistema de Información para la Gestión de Riesgos de Desastres (SIGRID). Esta información se obtiene de la capa de peligros y se emplea en el análisis para determinar y zonificar la exposición a riesgos en el área de estudio. A continuación, se presentan las diferentes zonas de peligro identificadas a nivel regional y nacional.

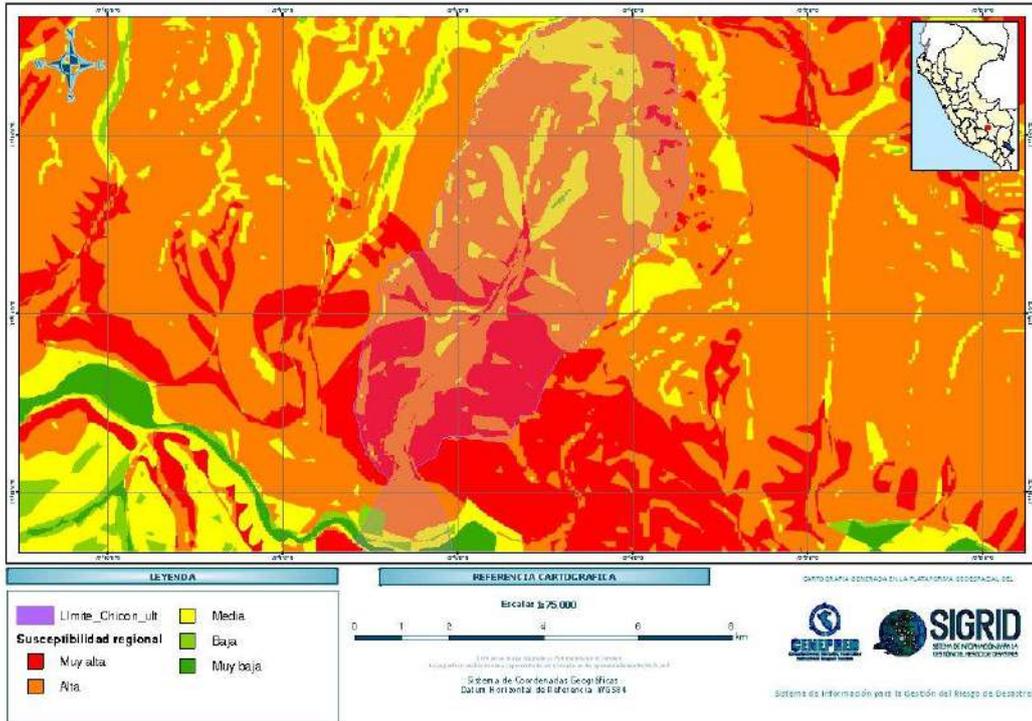
Figura 1. SIGRID - Mapa de inventariado de movimientos en masa y área de exposición. El polígono (color rojo) a lo largo de cuenca de chicon representa el área de exposición ante un aluvión.



Fuente: Sigrid – CENEPRED. Recuperado de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa>, 2023

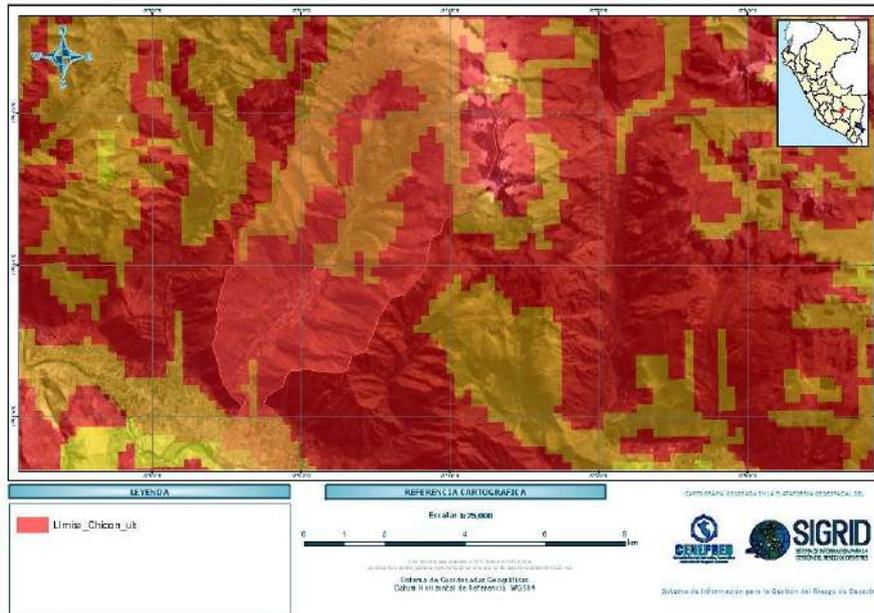
COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

Figura 2. SIGRID - Mapa de susceptibilidad regional ante movimientos de masa



Fuente: Sigrid – CENEPRED. Recuperado de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa>, 2023.

Figura 3. SIGRID - Mapa de susceptibilidad de movimientos de masa por fuertes lluvias



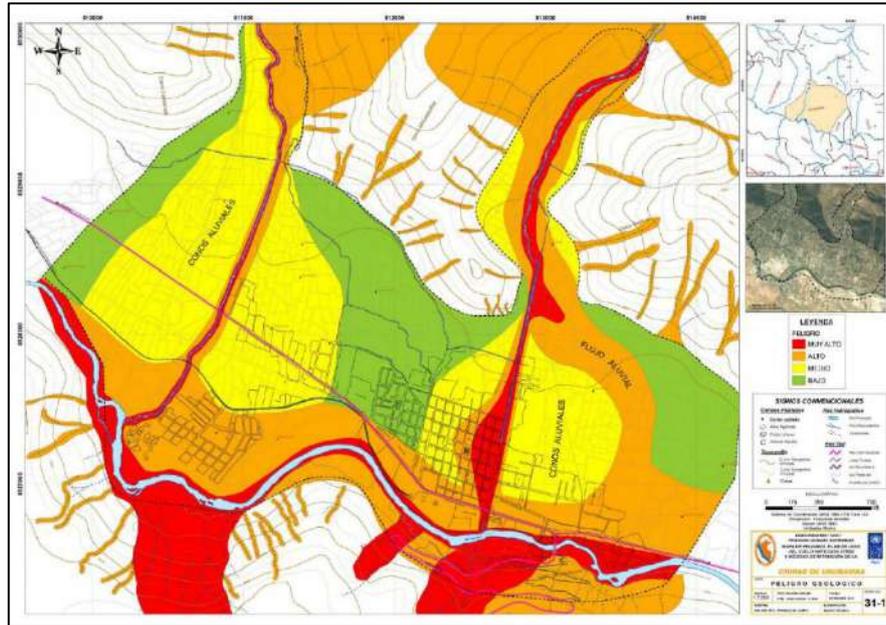
Fuente: Sigrid – CENEPRED. Recuperado de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa>, 2023.

INDECI

El INDECI, a través del informe del Proyecto INDECI - PNUD PER 02/051 00014426, presenta un análisis detallado que incluye el Mapa de Peligros, un Plan de Usos del Suelo ante Desastres y Medidas de Mitigación para la ciudad de Urubamba en la Región Cusco. Este informe se centra en la creación de una zonificación de peligros en la ciudad de Urubamba

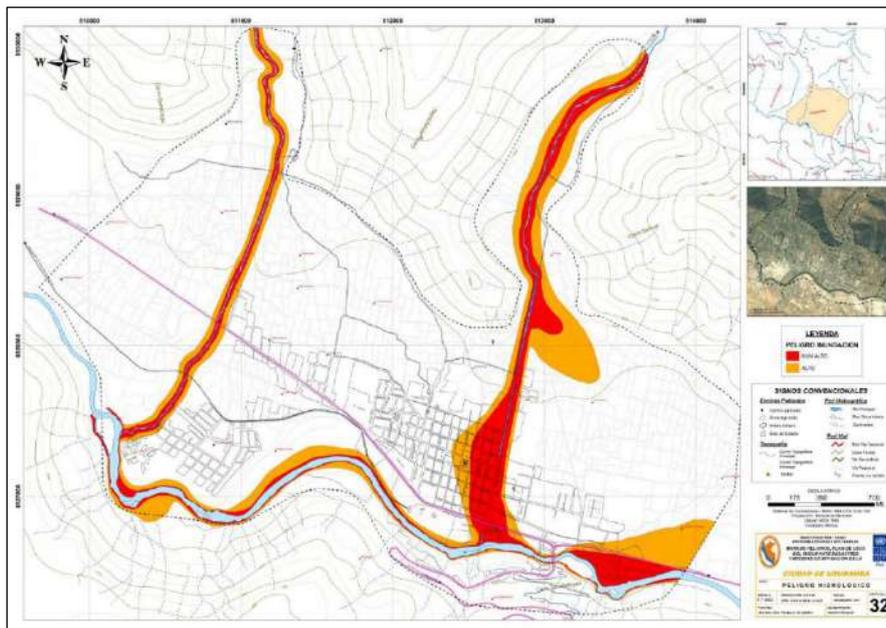
EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR FLUJO DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE CHICON, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE URUBAMBA - CUSCO

Figura 4. INDECI - Mapa de peligros geológicos de la ciudad de Urubamba.



Fuente: INDECI, 2012.

Figura 5. INDECI - Mapa de peligros hidrológico de la ciudad de Urubamba.



Fuente: INDECI, 2012.

INGEMMET

Existente varios estudios por parte de INGEMMET, pero lo que más resalta es el **INFORME TECNICO “EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEODINÁMICA EN LA QUEBRADA CHICÓN: ALUVIÓN DEL 17 DE OCTUBRE DEL 2010 QUE AFECTÓ URUBAMBA-CUSCO”, 2010**, donde se muestra el aluvión del 17 de octubre del 2010.

COL. DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 257274

Figura 6. INGEMMET -Mapa geodinámico de las quebradas Occoruruyoc y Chicón, donde se muestra el aluvión (rojo) del 17 de octubre del 2010, Mapa geológico de Urubamba y del nevado Chicón (Carlotto et al., 1996).

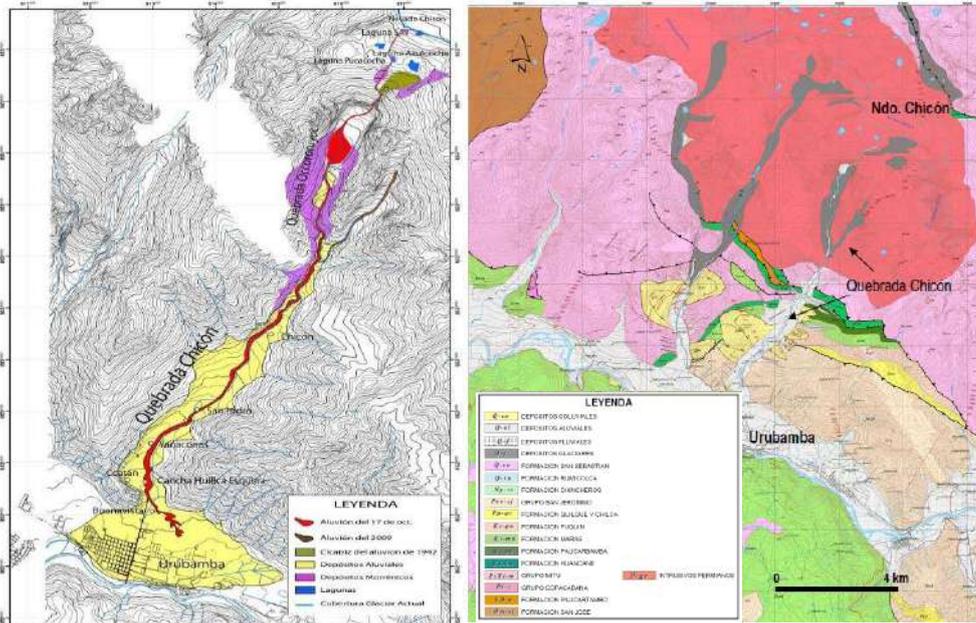
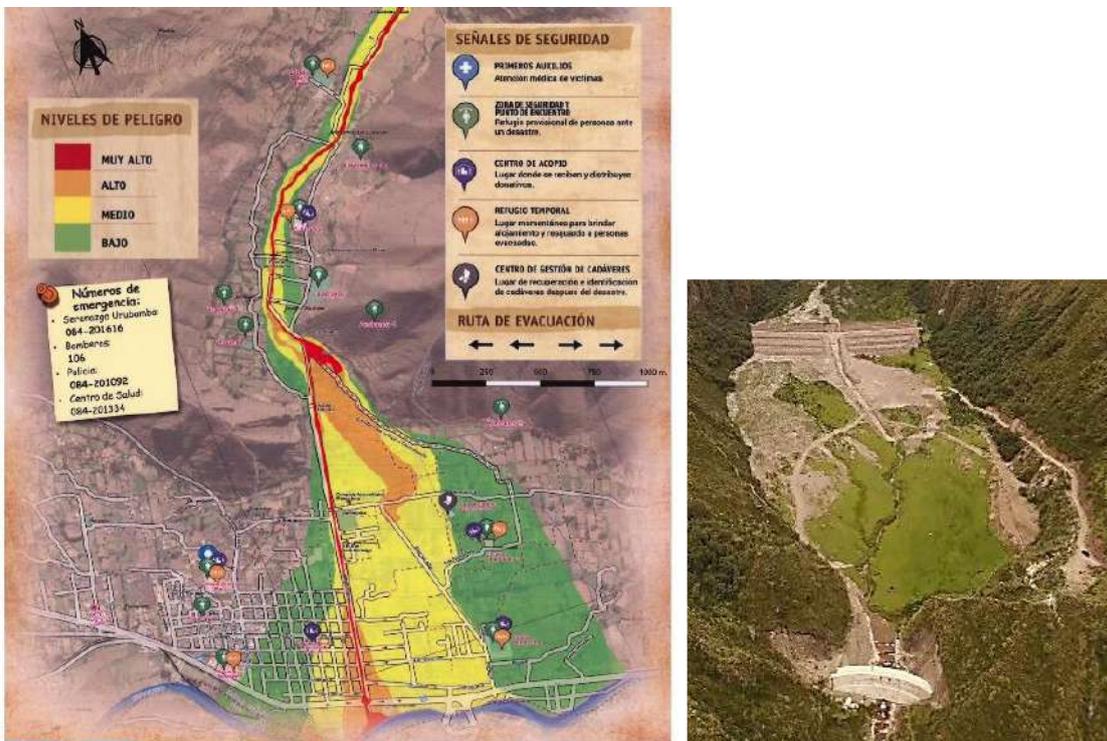


Figura 7. Proyecto Glaciares a) Mapa de peligros de movimientos de masa de la cuenca de chicón. b) Occoruruyoc Pampa con las obras de reducción de riesgos, el flujo del 2010 en color más claro, así como los accesos vehiculares



Fuente: (Silva et al., 2018)

Este mapa muestra los niveles de peligro relacionados con movimientos en masa en la Quebrada Chicón y áreas adyacentes de la ciudad de Urubamba. Fuente: Análisis, Evaluación y Mapeo de

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR FLUJO DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE CHICON, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE URUBAMBA - CUSCO



Peligros de Remociones en Masas en la Cuenca de Chicón - Urubamba. En Proyecto "Glaciares: Gestión del Riesgo y Uso Productivo del Agua Procedente de Glaciares". Corporación Allin Puri SAC. 2018.

1.6 MARCO NORMATIVO

- Marco del Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.
- Política de Estado N° 32 del Acuerdo Nacional – Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Ley N° 29664 Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD.
- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM Política Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- DS-115-2022-PCM-Aprueba- el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PLANAGERD) 2022 – 2030.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 046-2013-PCM, Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en Gestión del Riesgo de Desastres de las entidades del estado en los tres niveles de gobierno.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 147-2016-PCM, de fecha 18 de julio del 2016, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción”.
- Resolución Jefatural N° 112-2014-CENEPRED/J, que aprueba el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales, segunda versión”.

CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN

El ámbito de estudio está dentro de cuenca de río Chicón que abarca los sectores de San Isidro de Chicón, Yanaconas, Chichubamba y el área urbana de la ciudad de Urubamba, del distrito y provincia de Urubamba, departamento Cusco (Figura 8)

2.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA

El ámbito del estudio, políticamente se ubica en el distrito y provincia de Urubamba y departamento de Cusco (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

Cuadro 1. Ubicación política del ámbito de estudio

Departamento	Cusco
Provincias	Urubamba
Distritos	Urubamba
Sectores	San Isidro de Chicón, Yanaconas, Chichubamba y parte del área urbana de Urubamba.

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

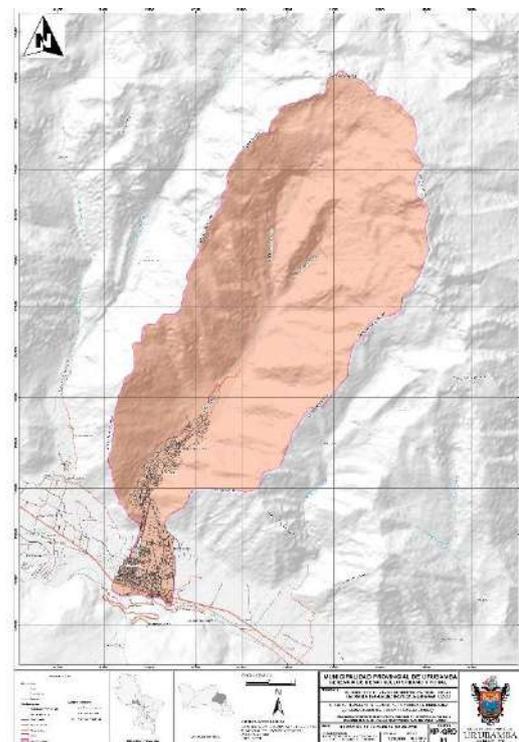
2.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La cuenca de Chicón se encuentra ubicado al norte de la ciudad de Urubamba, en el paralelo -13,24902 de latitud sur -66,08808 de longitud oeste, y coordenadas UTM 815577.20 este y 8532900.10 norte, zona 18s de acuerdo al sistema de coordenadas geográficas WGS 1984 (ver Cuadro 2)

La cuenca de Chicón, con una extensión de 4,039 hectáreas, abarca un área que se extiende desde la

ciudad de Urubamba hasta el majestuoso Nevado Chicón, cuyos niveles altitudinales varían desde los 2850 m.s.n.m. hasta los 5300 m.s.n.m. (ver Figura 8).

Figura 8. Mapa de ubicación del ámbito de estudio.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, fuente Google Maps 2023.

2.1.3 VÍAS DE ACCESO

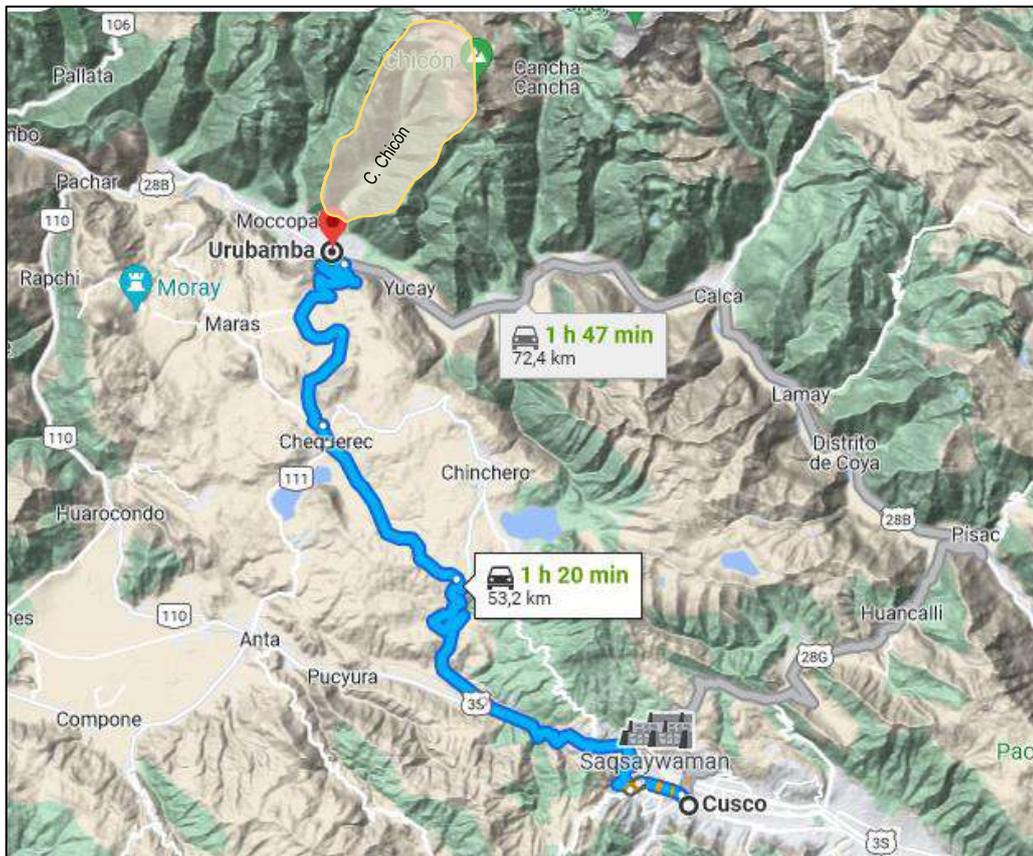
El acceso al ámbito de estudio será vía terrestre. Por la pista Cusco -Chinchoero – Urubamba (50 km) y por la pista Cusco – Calca – Urubamba (75 km), en dirección norte oeste de la ciudad imperial del cusco. En el cuadro 2 se describen los tiempos aproximados del recorrido que se realizará desde Lima hacia el área de evaluación.

Cuadro 2. Medio de transporte y tiempos aproximados para llegar al área de estudio

Origen	Destino	Medio de Transporte	Tiempo estimado
Cusco	Chinchoero	Terrestre	1 h
Chinchoero	Urubamba	Terrestre	1 h
Urubamba	San Isidro de Chicón	Terrestre	30 min

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Figura 9. Mapa de accesibilidad del ámbito de estudio.



Fuente: Google Maps 2023.

COL. F. I. O. DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLÓGO
CIP 257274

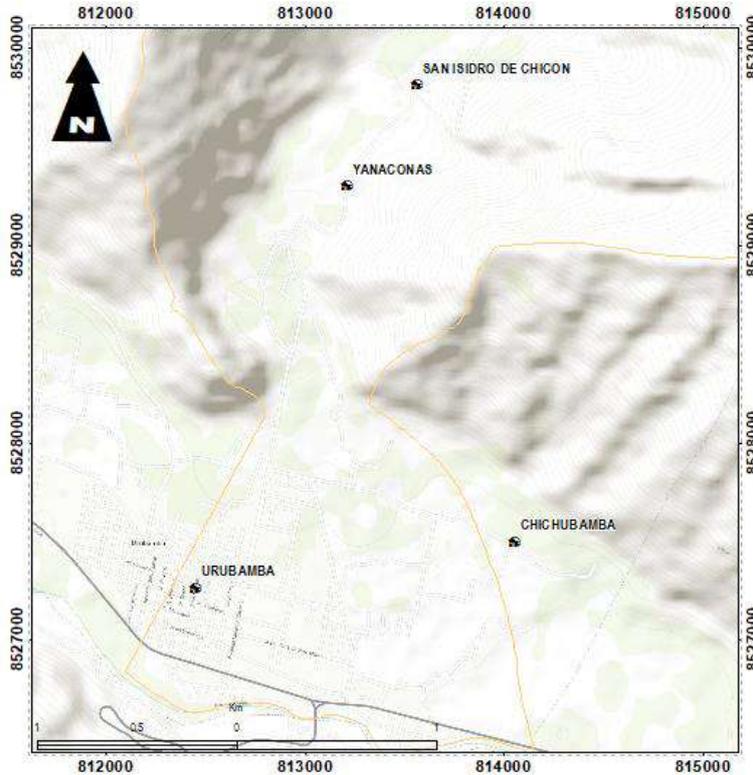
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.2.1 CARACTERÍSTICAS SOCIALES

En el área de influencia se tiene parte de 4 centros poblados:



Figura 10. Ubicación de centros poblados involucrados.

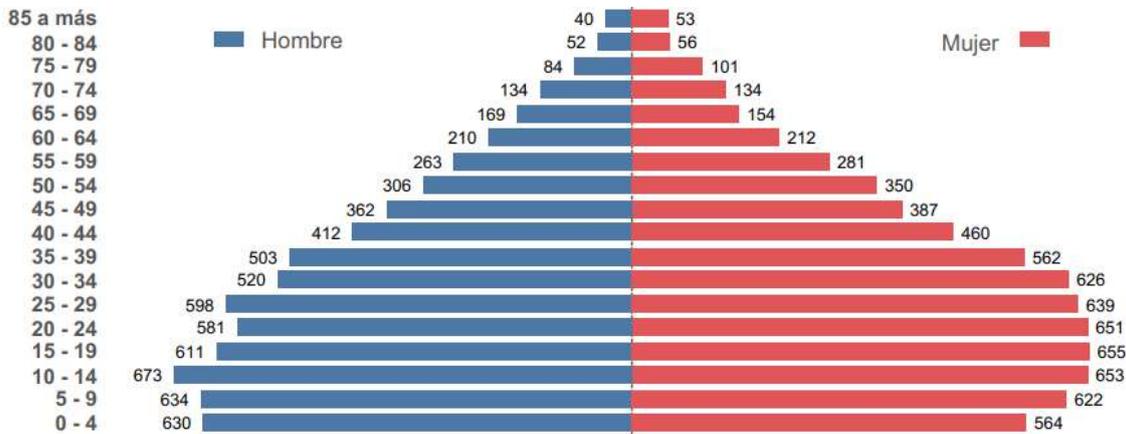


Elaboración: Equipo técnico, 2023.

2.2.1.1 CENTRO POBLADO DE URUBAMBA

Población: Datos Demográficos: Según los resultados del Censo Nacional 2017, que abarcó los XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, el Centro Poblado de Urubamba, identificado con el código 0813010001, tenía una población de 13,942 habitantes en el año 2017. De esta cifra, 6,782 eran hombres y 7,160 eran mujeres. El grupo demográfico más numeroso en ese momento estaba en el rango de edad de 10 a 14 años, con un total de 1,326 habitantes.

Figura 11. Pirámide poblacional por edades en la ciudad de Urubamba



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, según MIDIS-INEI, 2017

Viviendas y Servicios Básicos: En el Centro Poblado de Urubamba, se registran un total de 3,838 viviendas. Predominantemente, estas viviendas están construidas con materiales de adobe, sumando un total de 2,301 hogares. De estas viviendas, 2,600 cuentan con acceso a la red pública de agua potable dentro de la misma vivienda, y 2,267 tienen conexión a la red pública de desagüe en su interior. Además, 2,933 viviendas disponen de alumbrado eléctrico proporcionado por la red pública. En cuanto a la cocina, 2,521 hogares utilizan gas como fuente de cocción. En lo que respecta a la comunicación, 2,828 viviendas tienen acceso a servicios de telefonía fija o móvil, y 846 disponen de conexión a internet.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



Salud: En el ámbito de la salud, un total de 9,348 personas en el Centro Poblado de Urubamba cuentan con seguro de salud, ya sea a través del SIS (Seguro Integral de Salud) u otro tipo de seguro médico. Además, se registra que 1,131 individuos tienen alguna discapacidad.

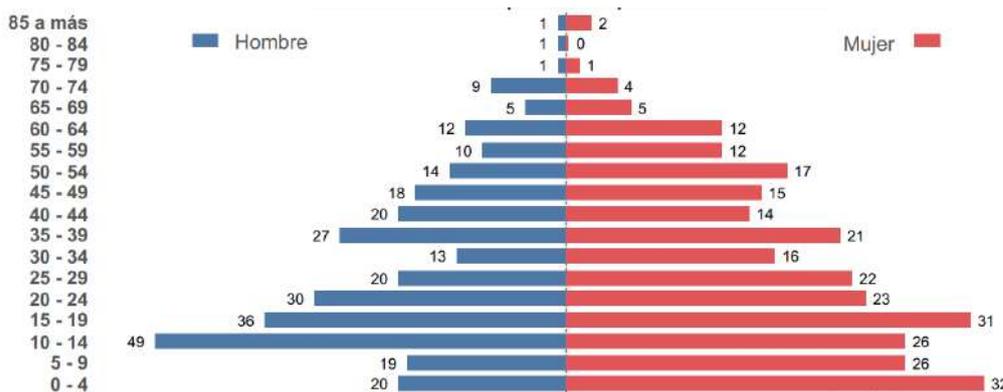
Nivel Educativo de la Población: En relación al nivel educativo de la población, se observa que 951 jefes de hogar han completado la educación secundaria, lo que constituye el grupo más numeroso. Le sigue el grupo de jefes de hogar con educación superior no universitaria completa, que comprende a 647 habitantes.

Por otro lado, la población económicamente activa (PEA) es de 9,189; que comprende a los habitantes de 15 a 64 años.

2.2.1.1 CENTRO POBLADO DE SAN ISIDRO DE CHICÓN

Población: De acuerdo con los registros del Censo Nacional 2017, que comprendió los XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población del Centro Poblado de San Isidro de Chicón, identificado con el código 0813010015, se situó en 584 habitantes para el año 2017. Esta cifra se distribuye en 305 varones y 279 mujeres. Destaca que el grupo etario más representativo corresponde a la franja de edades de 10 a 14 años, que contabilizó un total de 75 habitantes.

Figura 12. Pirámide poblacional por edades en el centro poblado de San Isidro de Chicón



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, según MIDIS-INEI, 2017

Viviendas y Servicios Básicos: En el Centro Poblado de San Isidro de Chicón, se registran un total de 159 viviendas, siendo la mayoría de estas construcciones de adobe, sumando un total de 122 hogares. Dentro de este contexto, 78 viviendas cuentan con acceso a la red pública de agua potable directamente en el interior de las viviendas, y 30 tienen conexión a la red pública de desagüe dentro de sus hogares. Además, 101 viviendas disponen de alumbrado eléctrico proporcionado por la red pública. En cuanto a la cocina, 25 hogares utilizan gas como fuente de cocción. En el ámbito de las comunicaciones, 113 viviendas tienen acceso a servicios de telefonía fija o móvil, y 4 disponen de conexión a internet.

Salud: En lo que respecta a la salud, un total de 402 personas en el Centro Poblado de San Isidro de Chicón cuentan con seguro de salud, ya sea a través del SIS (Seguro Integral de Salud) u otro tipo de seguro médico. Además, se registra que 106 individuos tienen alguna discapacidad.

Nivel Educativo de la Población: En relación al nivel educativo de la población, se observa que 52 jefes de hogar tienen educación primaria incompleta, lo que constituye el grupo más numeroso. Le sigue el grupo de jefes de hogar con educación secundaria completa, con un total de 29 habitantes.

Por otro lado, la población económicamente activa (PEA) es de 383.

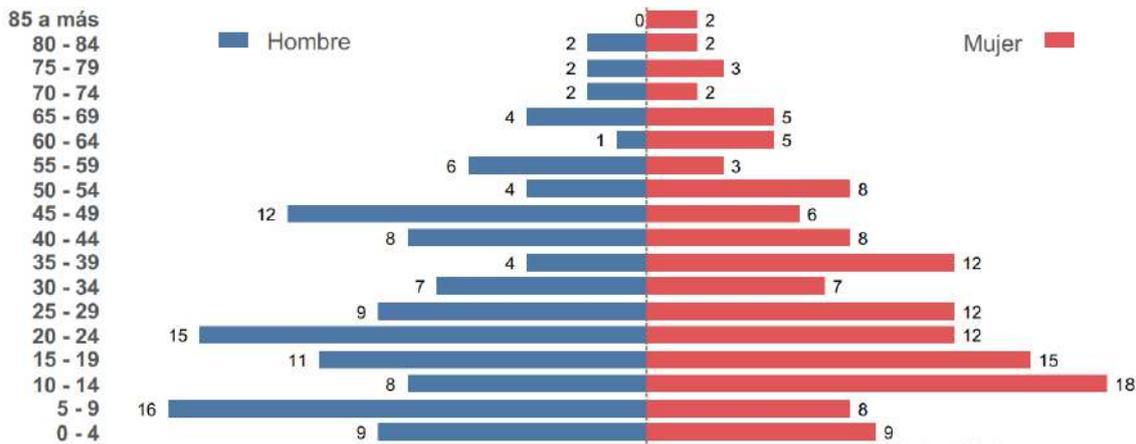




2.2.1.1 CENTRO POBLADO DE YANACONAS

Población: En cuanto al Centro Poblado de Yanaconas identificado con código 0813010032, según la información del Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población fue de 257 habitantes para el año 2017, de los cuales 120 fueron varones y 137 mujeres; teniendo como grupo mayoritario el de 20 a 24 años con 27 habitantes.

Figura 13. Pirámide poblacional por edades del centro poblado de Yanaconas.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, según MIDIS-INEI, 2017

Viviendas y Servicios Básicos: En el Centro Poblado de Yanaconas existen 182 viviendas, en su mayoría de adobe (76 viviendas); 43 con conexión a red pública dentro de la vivienda y 39 con conexión a red pública de desagüe dentro de la vivienda, además de que 68 viviendas disponen de alumbrado eléctrico por red pública. Así también, 8 viviendas utilizan gas para cocinar, 28 tienen acceso a telefonía fija/móvil y 3 tienen acceso a internet.

Salud: En cuanto a salud; 81 personas cuentan con seguro SIS o con algún seguro de salud y 4 tienen alguna discapacidad.

Nivel Educativo de la Población: Además, 19 jefes de hogar no cuentan con nivel de educación, siendo este el grupo mayoritario seguido del grupo de jefes de hogar que cuentan con educación secundaria completa con 13 habitantes.

Por otro lado, la población económicamente activa (PEA) es de 165, que comprende a los habitantes de 15 a 64 años.

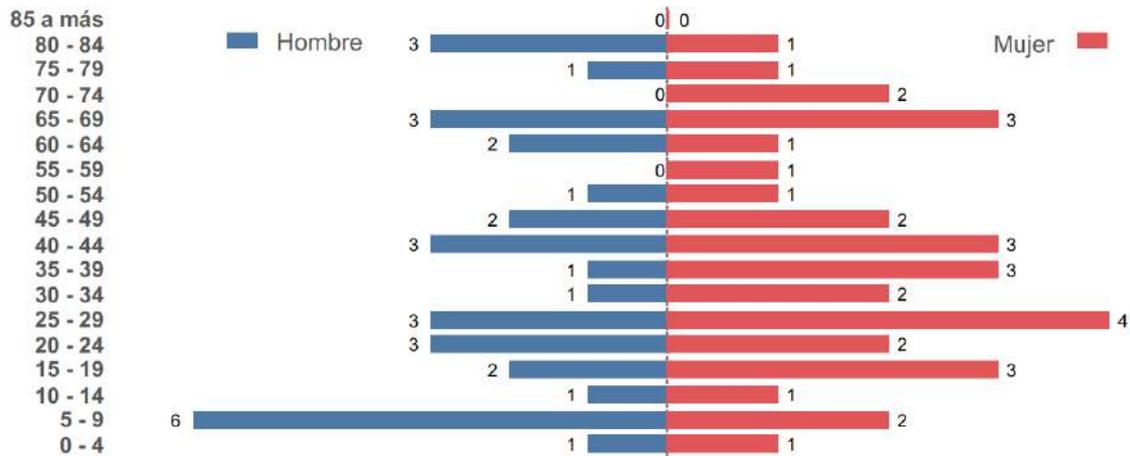
2.2.1.1 CENTRO POBLADO DE CHICHUBAMBA

Población: Según la información del Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población del Centro Poblado de Chichubamba identificado con código 0813010038, fue de 66 habitantes para el año 2017, de los cuales 33 son varones y 33 son mujeres; teniendo como grupo mayoritario el de 05 a 09 años con 08 habitantes.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



Figura 14. Pirámide poblacional por edades en el centro poblado de Chichubamba.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, según MIDIS-INEI, 2017

Viviendas y Servicios Básicos: En el Centro Poblado de Chichubamba existen 28 viviendas, en su mayoría de adobe (19 viviendas); 19 con conexión a red pública dentro de la vivienda y 9 con conexión a red pública de desagüe dentro de la vivienda, además de que 19 viviendas disponen de alumbrado eléctrico por red pública. Así también, 15 viviendas utilizan gas para cocinar, 19 tienen acceso a telefonía fija/móvil y 01 tiene acceso a internet.

Salud: En cuanto a salud; 43 personas cuentan con seguro SIS o con algún seguro de salud y 12 tienen alguna discapacidad. Por otro lado, la población económicamente activa (PEA) es de 40, que comprende a los habitantes de 15 a 64 años.

Nivel Educativo de la Población: Además, 06 jefes de hogar cuentan con educación primaria incompleta, y 06 jefes de hogar cuentan con educación secundaria incompleta, siendo estos dos grupos los mayoritarios.

2.2.2 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

2.2.2.1 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

La economía de Urubamba se basa en los servicios, donde predomina fuertemente la actividad turística. Así, el sector servicios (hoteles, restaurantes, transportes, servicios gubernamentales y otros servicios), aporta con 54,7% del PBI provincial, seguido del sector secundario (manufactura, construcción, electricidad y agua) con el 30,2%; y el sector primario (agricultura, pesca y minería), aporta el 15% del PBI provincial.





CAPITULO III CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

3.1. TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE

3.1.1. TOPOGRAFIA.

La cuenca de Chicón, con una extensión de 4,039 hectáreas, abarca un área que se extiende desde la ciudad de Urubamba hasta el majestuoso Nevado Chicón, cubriendo una longitud total de aproximadamente 12 kilómetros en su parte más extensa. Esta cuenca se destaca por su topografía diversa y compleja, desempeñando un papel crucial en la dinámica hidrológica y la evaluación de los riesgos geológicos asociados. La altitud en esta zona varía significativamente, oscilando desde los 2,900 metros sobre el nivel del mar (msnm) en la ciudad de Urubamba hasta los 5,500 msnm en el Nevado Chicón.

Con el propósito de realizar un estudio topográfico exhaustivo. Mediante el uso de drones, se efectuó un levantamiento topográfico que posibilitó la obtención de ortofotos de alta resolución y la generación de curvas de nivel con una resolución espacial de 0.5 metros, lo que permitió registrar incluso las menores variaciones topográficas, especialmente en áreas urbanas.

De forma complementaria, se crearon Modelos Digitales del Terreno (MDT) de alta calidad que capturaron la variación de elevación en el valle, las características de pendiente. Además, se incorporaron curvas de nivel derivadas de datos DEM (Digital Elevation Model) del radar ALOS PALSAR, que presentan una resolución espacial de aproximadamente 12.5 metros.

La integración de estos conjuntos de datos resultantes del levantamiento con drones y las curvas de nivel provenientes de ALOS PALSAR ha enriquecido substancialmente nuestra comprensión de la topografía en esta área crítica. Este conocimiento se erige como pilar fundamental en la identificación y, posteriormente, en la mitigación de los riesgos geológicos presentes en la cuenca, estableciendo así una base sólida para una gestión efectiva y segura de la microcuenca de Chicón.

3.1.2. PENDIENTES

Para comprender mejor la topografía del área de estudio y evaluar su variación de pendientes, se llevó a cabo un proceso meticuloso. Primero, se utilizaron planos topográficos generados a partir de vuelos realizados por el DRON. Estos planos contenían curvas de nivel que se espaciaban a intervalos de 0.5 metros, lo que proporcionaba una descripción detallada del terreno.

Sin embargo, para obtener una representación aún más precisa del terreno, se complementaron estos planos con un modelo de elevación digital (DEM). Este DEM se creó a partir de datos de altitud capturados con una resolución de píxeles de 12.5 metros y se obtuvo de ASF Data Search en 2023. La combinación de información de curvas de nivel y el DEM permitió una evaluación completa de las pendientes en el área de estudio.

El proceso de análisis de pendientes se realizó utilizando software especializado en sistemas de información geográfica (GIS).

Para categorizar las pendientes de manera efectiva, se adoptó la metodología propuesta por Serrano et al. en 2004. Esta metodología divide las pendientes en cinco rangos o grados distintos, lo que facilita la interpretación y la toma de decisiones. Estos rangos son los siguientes: terrenos llanos con pendiente suave (0° - 5° , baja), pendiente moderada (5° - 15° , media), pendiente fuerte (15° - 25°),



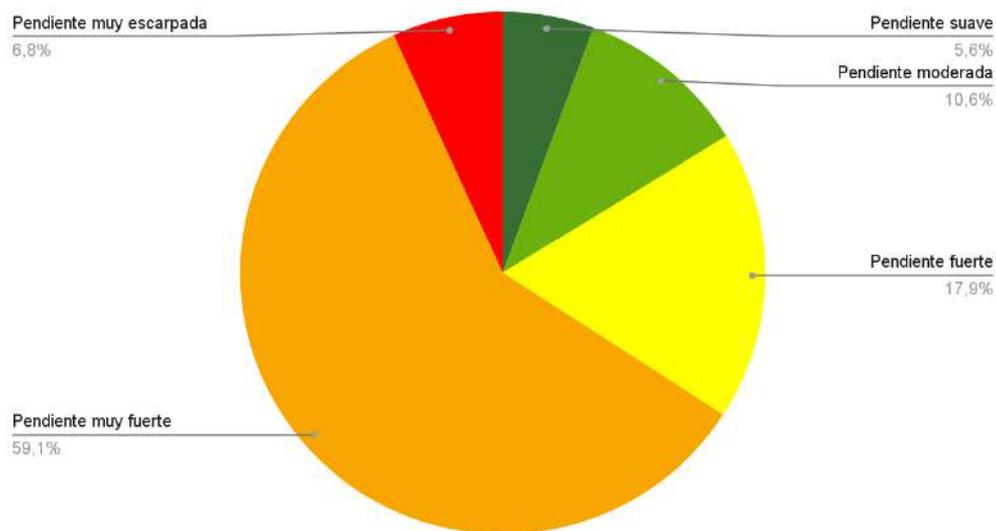
pendiente muy fuerte o escarpada (25°-45°) y pendiente muy escarpada (>45°, abrupta). estas se describen en el **Cuadro 3** y el Mapa 07.

Cuadro 3. Resumen de pendientes locales

CLASE DE PENDIENTE	RANGO DE PENDIENTE (°)	TERMINO DESCRIPTIVO	AREA (Has)	AREA (%)
A	0° - 5°	Terrenos llanos con pendiente suave	227.2	5.6
B	5° - 15°	Pendiente moderada	429.5	10.6
C	15° - 25°	Pendiente fuerte	722.4	17.9
D	25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpado	2383.9	59.0
E	>45°	Pendiente muy escarpada	276.2	6.8
Total			4039.2	100

Fuente: (Serrano et al., 2004). Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Figura 15. Distribución de Pendientes (%) de la cuenca Chicón.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Terrenos llanos (<5°)

Se destacan por su casi nula inclinación o una ligera inclinación. En el área de la cuenca de Chicón, estos terrenos ocupan aproximadamente 227.2 hectáreas, representando alrededor del 5.6% de la superficie total. Estas áreas planas son propicias para una amplia gama de actividades, incluyendo la agricultura y la construcción de viviendas y edificaciones, lo que las convierte en lugares de gran importancia para el desarrollo humano y actividades productivas. Estos terrenos son parte de terrazas fluviales del valle del Vilcanota; y conos aluviales de la cuenca de Chicón.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274

Figura 16. Pendiente llanas. A: Valle del Vilcanota con presencia de terrenos llanos, sobre la cual se asienta la ciudad de Urubamba. B: Terrenos llanos en la parte inferior de la cuenca de chicón, donde se desarrollan actividades agrícolas.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Pendiente moderada ($5^{\circ} \leq P < 15^{\circ}$)

Las pendientes moderadas presentan una inclinación perceptible pero no extremadamente pronunciada. En el área de la cuenca de Chicón, estos terrenos ocupan aproximadamente 429.5 hectáreas, representando alrededor del 10.6% de la superficie total. Estos terrenos comprenden principalmente las zonas de acumulación de las conas aluviales y deslizamientos antiguos y se utilizan para una gran variedad de usos, así como la agricultura en terrazas y entre otros.

Figura 17. Pendiente llanas a moderadas en las cuales hay presencia de actividades agrícolas en la parte central de cuenca de chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Pendiente fuerte ($15^{\circ} \leq P < 25^{\circ}$)

En terrenos con pendientes fuertes, la inclinación es notable. En el área de la cuenca de Chicón, estos terrenos ocupan aproximadamente 722.4 hectáreas, representando alrededor del 17.9 % de la

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

superficie total. Estos terrenos se encuentran principalmente en las laderas o quebradas con una inclinación notables y parte inicial de la cabecera de los conos aluviales. También ya tiene una notoria presencia en las partes elevadas de las montañas. Suele representar un desafío para la construcción y desarrollo de infraestructuras. La erosión del suelo es más pronunciada en estas áreas, por lo que es importante tomar medidas de conservación del suelo.

Pendiente muy fuerte o escarpado $25^{\circ} \leq P < 45^{\circ}$)

Las pendientes muy fuertes son bastante empinadas y a menudo se consideran escarpadas.

En el área de la cuenca de Chicón, estos terrenos ocupan aproximadamente 2383.9 hectáreas, representando alrededor del 59 % de la superficie total. Estos terrenos se encuentran en las laderas de ambos lados de la cuenca. No existe construcción en estas áreas porque es complicada y costosa debido a la topografía pronunciada. La erosión del suelo es un problema común.

Figura 18. Laderas con una pendiente muy fuerte a escarpado en flacos de las laderas de la cuenca de Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Pendiente muy escarpada ($\geq 45^{\circ}$)

Las pendientes muy escarpadas son extremadamente empinadas. En el área de la cuenca de Chicón, estos terrenos ocupan aproximadamente 276.2 hectáreas, representando alrededor del 6.8 % de la superficie total. En la cuenca de Chicón, estas áreas son propensas a la caída de rocas y generalmente son afloramientos rocosos en las partes más elevadas y en rocas más resistentes a la erosión. no son adecuadas para la construcción o la agricultura.



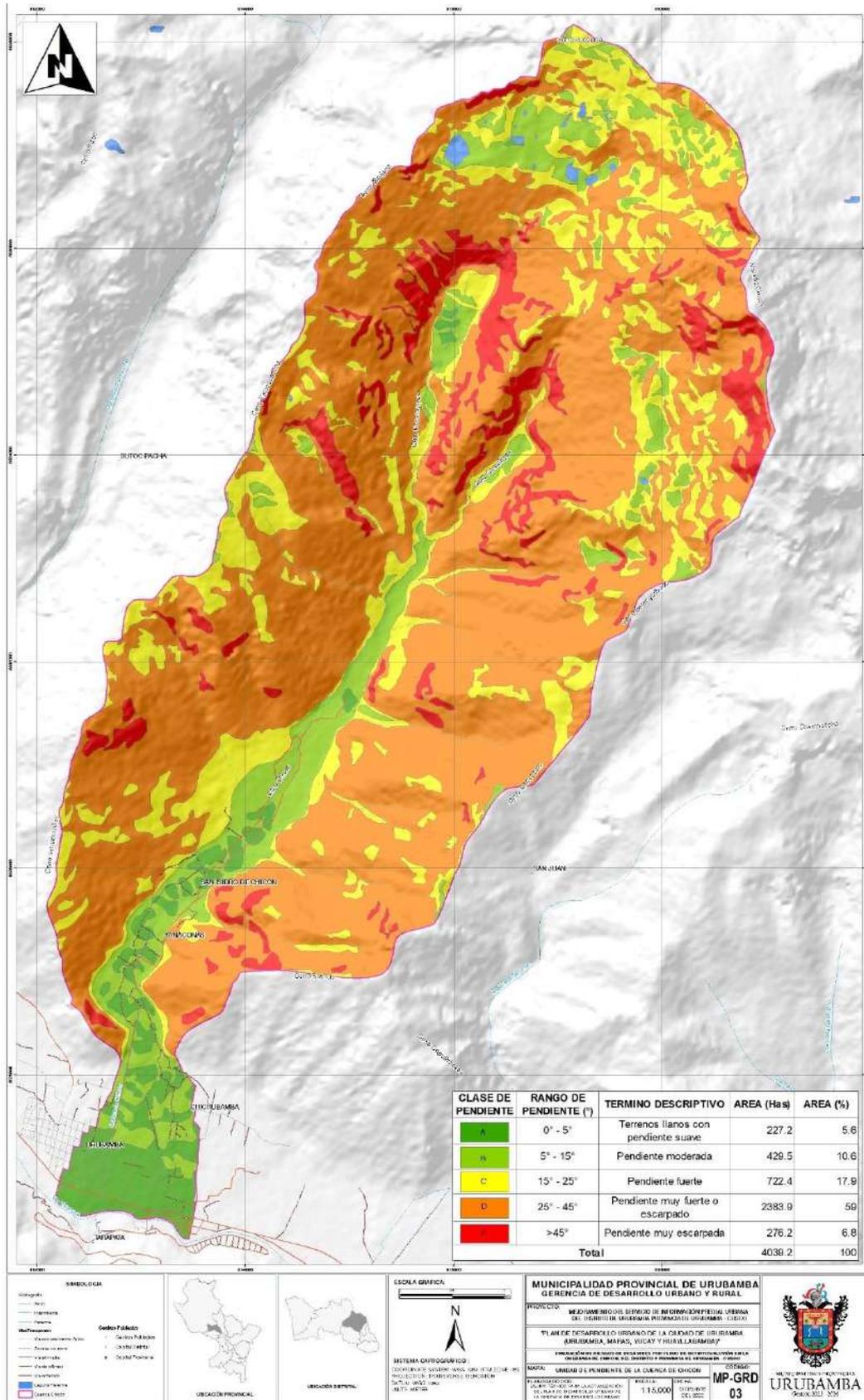
Figura 19. Laderas muy escarpadas en las laderas del mirador Mirador Tantanmarka.



Fuente: AllTrails.com/es. 2023.



Figura 20. Mapa de Unidades de pendientes de la cuenca de Chicón.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR FLUJO DE DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE CHICÓN, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE URUBAMBA - CUSCO

3.2. CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS

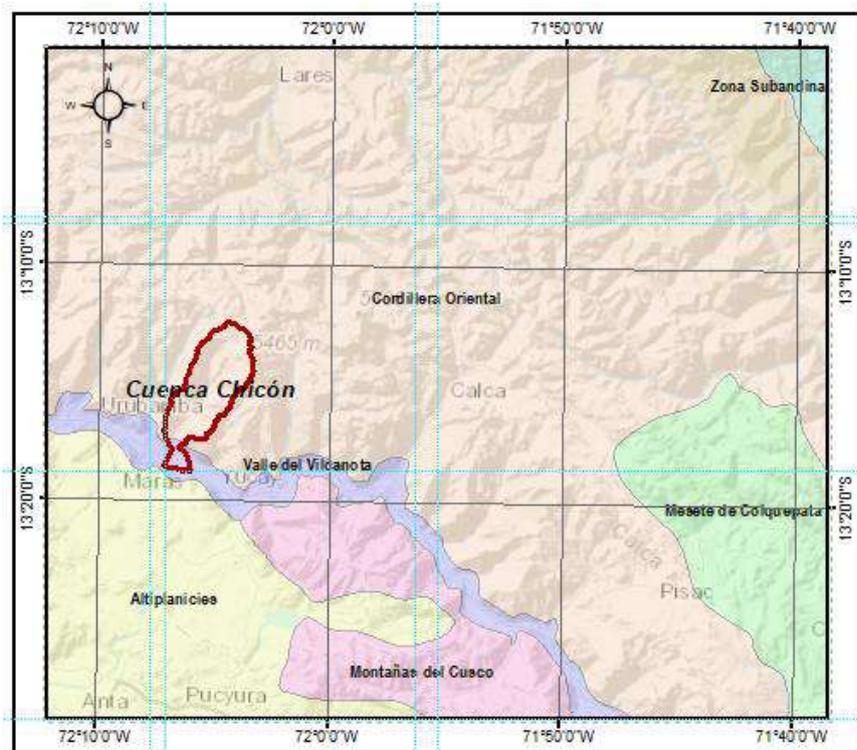
Carlotto et al. (1996) distingue dos unidades geomorfológicas o morfoestructurales regionales en el cuadrángulo de Urubamba, además, estas unidades geomorfológicas se subdividen en unidades locales, las cuales se describen a continuación.

3.2.1. MORFOESTRUCTURAS REGIONALES

MORFOESTRUCTURAS REGIONALES

A nivel regional, se han identificado dos unidades morfoestructurales importantes: las Altiplanicies y la Cordillera Oriental. Entre estas dos extensas geofomas, encontramos el valle de Vilcanota, que desempeña un papel crucial como frontera natural entre la Cordillera Oriental y las Altiplanicies. Asimismo, en el interior de estas, podemos ubicar otras características geomorfológicas de relevancia, como las montañas de Cusco y las pampas de Piuray-Maras.

Figura 21. Mapas morfoestructurales regional de la zona de la cuenca de Chicón



Fuente: Carlotto et al. (1996)

La cordillera oriental

Según Carlotto et al. (1996), la Cordillera Oriental, es una de las principales geofomas más notables de la región. Esta cordillera alberga algunos de los rasgos geológicos más imponentes de la zona, incluyendo glaciares notables, como el Nevado de Chicon, que forma parte de la cuenca de Chicon. Estos glaciares han sido objeto de estudio debido a su retroceso evidente y a las señales de glaciaciones anteriores que han dejado su huella en la región. La actividad tectónica en esta región se manifiesta a través de pliegues en las capas rocosas, asociados con procesos de metamorfismo. Además, se pueden identificar fallas inversas y cabalgamientos, que indican la compresión y deformación de las capas de roca a lo largo del tiempo geológico.

Figura 22. Nevado chicón, que se ubica dentro de la cordillera orientada, en la zona de Urubamba.



Fuente: <https://www.flickr.com/photos/jmarbol/49249940957/in/photostream/>

Altiplanicies

El estudio de Carlotto et al. en 1996 identificó las Altiplanicies como una unidad morfoestructural caracterizada por una topografía variada, con altitudes predominantemente en el rango de 4,200 a 4,300 metros sobre el nivel del mar (msnm) y algunas cumbres que alcanzan altitudes entre 4,200 y 4,400 msnm. Dentro de esta unidad, se han identificado varias geoformas notables, como la Depresión de Anta, la Pampa de Maras, las Montañas de Cusco y la Depresión de Limatambo, que a veces están separadas por fallas de dirección NO-SE.

Figura 23. Vista de las altiplanicies y la cordillera oriental desde las pampas de piuray – Maras.



Fuente: Extraído de <https://www.niancuscotour.com/>

Valle del Vilcanota-Urubamba

El Valle del Vilcanota-Urubamba destaca como una prominente formación geomorfológica, donde el río Vilcanota, integrante esencial de este sistema fluvial, recibe aportes significativos de afluentes como la quebrada de Pumahuanca y, especialmente, la quebrada Chicón en la provincia de Urubamba

Figura 24. Vista del valle de Vilcanota – Urubamba, junto con las altiplanicies y la parte de la cordillera oriental.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

3.2.3. GEOMORFOLOGIA LOCAL

Dentro de las geformas de la cuenca de Chicón se registraron 15 unidades locales, diferenciadas por su génesis sedimentaria, estructural y litológica. Se resumen a continuación en el Cuadro siguiente.

Cuadro 4. Áreas ocupadas por las unidades geomorfológicas de la Cuenca de Chicón

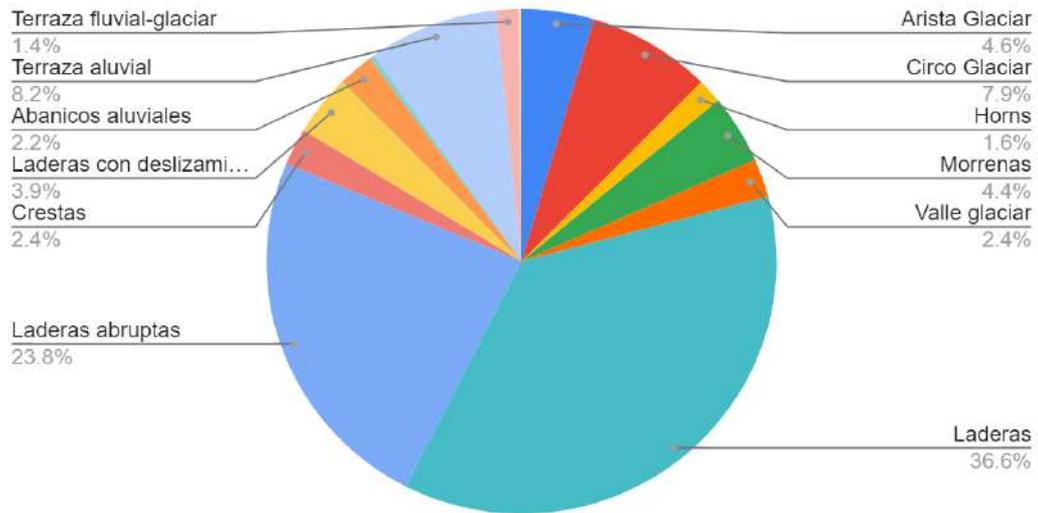
TIPO DE GEOMORFOLOGÍA	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SÍMBOLO	ÁREA	
			Has	%
Glaciar	Arista Glaciar	Art	180.9	4.6%
	Circo Glaciar	Cg	310.1	7.9%
	Horns	Ho	62.2	1.6%
	Morrenas	Mo	173.8	4.4%
	Valle glaciar	Vag	96.4	2.4%
Montañosas	Laderas	Ld	1446.0	36.6%
	Laderas abruptas	Ld-a	940.8	23.8%
	Crestas	Cre	92.9	2.4%
	Laderas con deslizamiento	Ld-D	154.5	3.9%
	Cárcavas	Car	1.1	0.0%
Fondo de valle	Abanicos aluviales	C-al	87.9	2.2%

COL. DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274

TIPO DE GEOMORFOLOGÍA	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SÍMBOLO	ÁREA	
			Has	%
	Cauce de quebrada	C-Que	12.5	0.3%
	Terraza aluvial	Ab-al	324.7	8.2%
	Terraza fluvial-glaciar	Te-flgl	57.0	1.4%
	Terraza fluvial	T-fl	6.4	0.2%

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

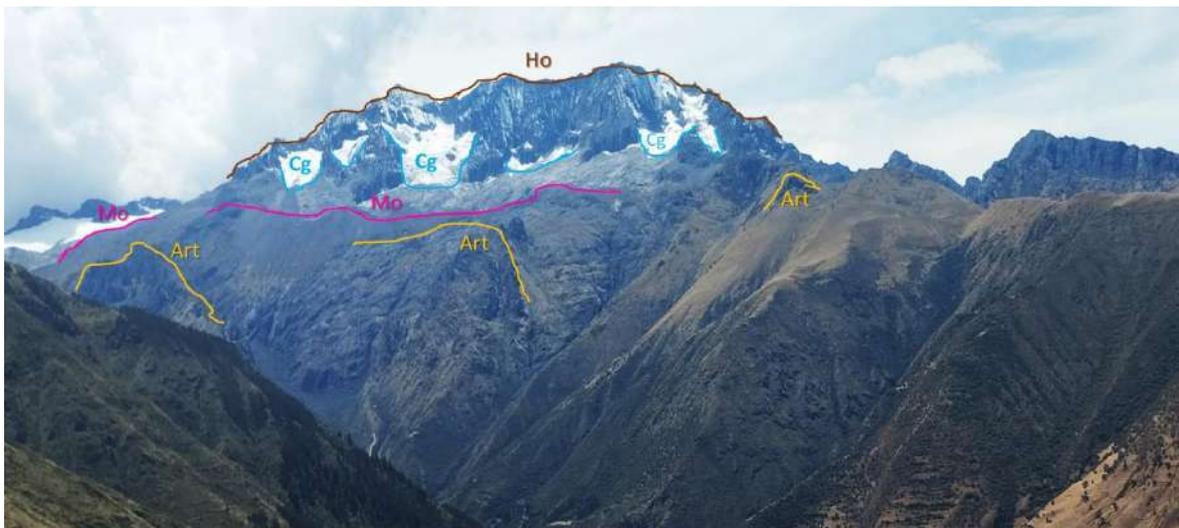
Figura 25. Distribución de las unidades geomorfológicas de la Cuenca de Chicón.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

3.2.3.1. Geoformas Glaciares

Figura 26. Geoformas glaciares presentes en la Cuenca de Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

Arista Glaciar (Art): Se encuentran en forma de crestas finas de roca, como cuchillos, que separan valles glaciares que están erosionando en paralelo y en forma de U. En la zona de estudio, éstas se encuentran hacia el norte, en las partes altas.

Circo Glaciar (Cg): Se trata de una geoforma semicircular, rocosa, sus costados son más pronunciados en forma de crestas verticales, en la parte más baja (rimaya) se acumula más nieve y hielo; y en la parte más alta tiene pendientes grandes y el hielo está más comprimido. En nuestra zona, los circos se encuentran hacia el norte de la cuenca, con acumulaciones de nieve y hielo.

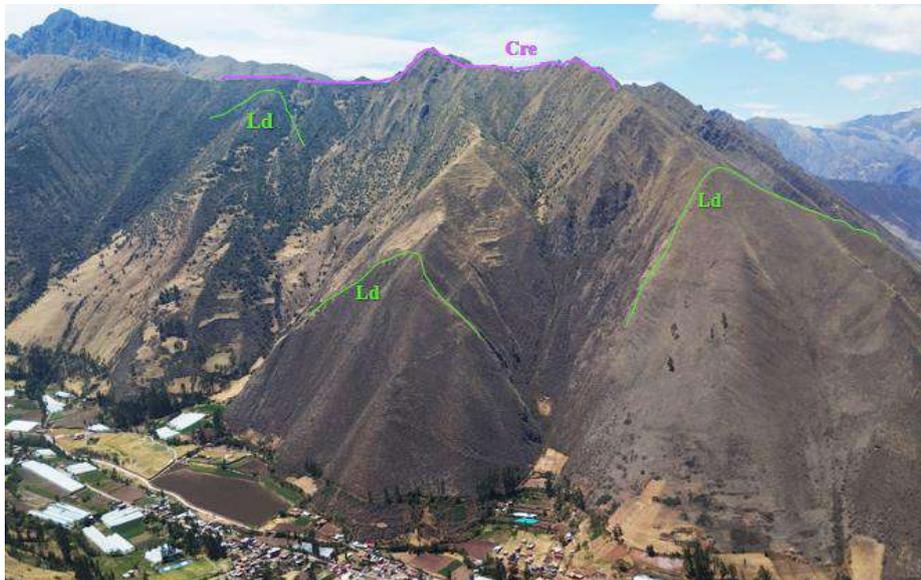
Horns (Ho): Tienen forma de picos piramidales, formados por acción del hielo y la intemperie. Se encuentran en las partes superiores de laderas de gran pendiente en las partes más altas hacia el noreste de la cuenca.

Morrenas (Mo): Las morrenas tienen diversas formas de acuerdo a su tipo, pueden ser crestas alargadas o montículos irregulares. Están formadas por acumulación heterogénea de rocas y sedimentos (tills). En nuestra zona de estudio, hacia el norte y noreste, ocupan distancias alargadas en forma de lenguas que evidencian que hubo transporte del hielo.

Valle Glaciar (Vg): Un valle glaciar es un valle en forma de U esculpido por la acción de un glaciar. Estos valles suelen ser amplios, profundos y están rodeados por laderas rocosas. Se encuentran hacia el norte de la cuenca.

3.2.3.2. Geoformas Montañosas

Figura 27. Geoformas montañosas de laderas, laderas abruptas y crestas presentes en la Cuenca de Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

Ladera (Ld): Una ladera es una pendiente de una montaña o colina. Estas laderas pueden tener diversas inclinaciones y estar cubiertas por vegetación y rocas. En la cuenca de Chicón estas áreas representan el 36.6% del total del área, siendo la geoforma que más espacio abarca y se encuentran en los flancos este y oeste del valle.

Laderas abruptas (Ld-A): Corresponde a laderas de pendiente elevada (mayor a 50%) correspondiente a montañas y colinas que se encuentran hacia el norte, junto a las geoformas glaciares.

Crestas (Cre): Las crestas son las partes más elevadas de una montaña o una cadena montañosa. Estos son puntos altos que a menudo siguen una línea estrecha. Se encuentran en las partes más altas de las laderas hacia el oeste y sureste de la cuenca de Chicón.

Laderas con deslizamiento (Ld-D): Las laderas con deslizamiento son laderas inclinadas que han experimentado movimientos de tierra o roca hacia abajo debido a factores como la gravedad, la erosión o la saturación de agua.

Figura 28. Geoformas montañosas de laderas con deslizamiento y cárcavas presentes en la Cuenca de Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

Cárcavas (Car): Las cárcavas son depresiones o erosiones en la superficie de una montaña o colina, a menudo causadas por la acción del agua o el viento. Pueden variar en tamaño y forma. En la zona de estudio se presentan en formas alargadas y verticales en la parte sureste de la cuenca.

3.2.3.3. Geoformas de Fondo de Valle

Figura 29. Geoformas montañosas de laderas con deslizamiento y cárcavas presentes en la Cuenca de Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

Abanicos aluviales (C-al): Los abanicos aluviales son extensiones de sedimentos que se forman en la base de montañas o colinas, donde los ríos o arroyos dispersan sus cargas sedimentarias en un patrón de abanico. Se encuentran en las partes más bajas de los flancos de la cuenca de Chicón.

Cauce de Quebrada (C-Que): El cauce de una quebrada se refiere al lecho o canal por el que fluye un arroyo o una corriente de agua. Puede variar en tamaño desde pequeñas quebradas hasta valles fluviales más grandes. Se encuentra a lo largo de las partes más bajas de la cuenca de Chicón.

Terraza aluvial (Ab-al): Son plataformas que se forman por los sedimentos que el río va depositando a los lados de su cauce. En la zona de estudio, esta geoforma se formó por el aluvión del río Chicón y por ello se encuentra en las márgenes izquierda y derecha de éste, conformando el piso del valle.

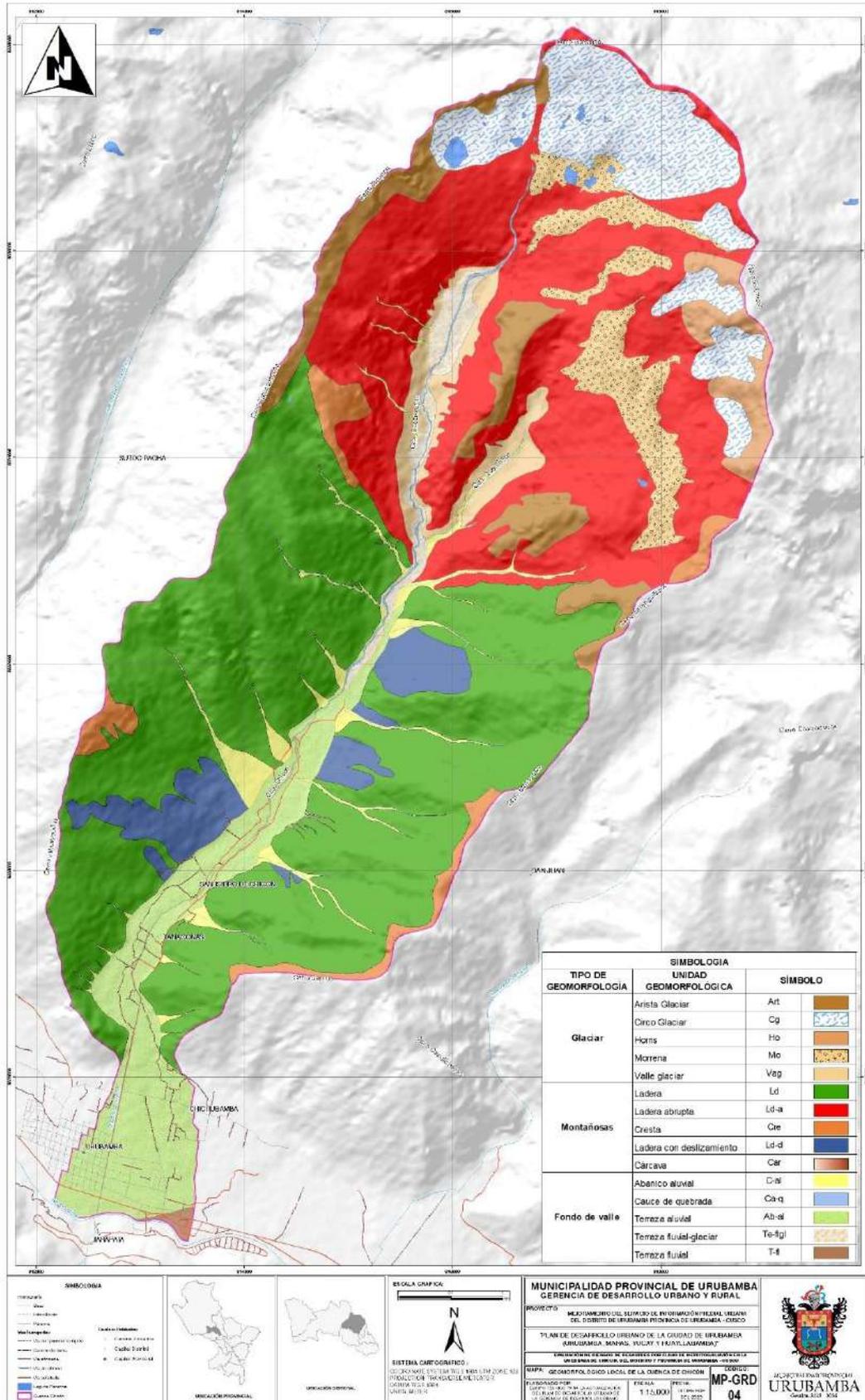
Terraza fluvial glaciar (Te-flgl): Una terraza fluvial glaciar es una plataforma elevada en un valle glaciar que se formó debido a la erosión y sedimentación glaciar. Estas terrazas a menudo muestran evidencia de la acción pasada de un glaciar.

Terraza fluvial (T-fl): Una terraza fluvial es una plataforma elevada que se forma a lo largo de un río debido a la acumulación de sedimentos.

COL. DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP. 257274



Figura 30. Mapa Unidades Geomorfológicas de la cuenca de Chicón.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR FLUJO DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE CHICON, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE URUBAMBA - CUSCO

3.3. CONDICIONES GEOLÓGICAS

3.3.1. GEOLOGIA REGIONAL

Figura 31. Mapa geológico regional de la cuenca de Chicón.



Fuente: INGEMMET

Regionalmente, la geología de la zona de estudio se encuentra constituida por litologías del Grupo Mitu, formación Huancané, el Grupo Yuncaypata, formación Quilque, formación Chilca y el Grupo San Jerónimo, además de contar con intrusiones volcánicas y depósitos cuaternarios de origen glaciar.

Para la determinación de las características estratigráficas, se han revisado los cuadrángulos geológicos de Urubamba (27-r) y Calca (27-s) elaborado por el INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico).

En la Figura 30 se muestra el mapa geológico regional del área de estudio realizado por INGEMMET, del cual se toma de base para ser complementado por la información recopilada en el campo.

Rocas Sedimentarias: Regionalmente se distinguen varias secuencias de rocas sedimentarias que se dividen en varias unidades litoestratigráficas. Comenzando por el Grupo Mitu que se evidencia por la Formación Pisac, conformada por brechas, conglomerados, areniscas y limolitas rojas con secuencias grano-estrato crecientes. Por otro lado, la Formación Pachatusan que se destaca por sus brechas, aglomerados y coladas volcánicas de basaltos, riolitas e ignimbritas, intercaladas con rocas sedimentarias. El Grupo Mitu subyace a la Formación Huancané, que consta de dos miembros conformada generalmente por conglomerados, areniscas, niveles calcáreos y lutitas.

El Grupo Yuncaypata conformada por la Formación Paucarbamba, que consta de areniscas calcáreas, margas y lutitas, sobreyace concordantemente a la Formación Huancané. Así mismo la Formación Maras está constituida por yesos intercalados con lutitas rojas y verdes, con niveles delgados de calizas. Estas secuencias afloran en la Pampa de Maras-Piuray. La Formación Puquín se divide en tres miembros conformados por lutitas rojas, yesos laminares, brechas, dolomías, calizas, margas y areniscas feldespáticas. La Formación Quilque, que consta de lutitas, areniscas rojas y conglomerados, sobreyace a la Formación Puquín, así mismo La Formación Quilque se encuentra en discordancia erosional con la Formación Chilca conformada por lutitas rojas con láminas de yeso, margas, areniscas calcáreas y areniscas feldespáticas.

Por último, el Grupo San Jerónimo que aflora en la región del Cusco se divide en tres formaciones: Kayra, Soncco y Punacancha, que se encuentran en discordancia erosional sobre las formaciones Quilque y Chilca. La Formación Kayra se compone de areniscas feldespáticas intercaladas con niveles de lutitas rojas, microconglomerados con clastos volcánicos y cuarcíticos.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



Intrusivos: Al noreste de la ciudad de Urubamba, se encuentra el Batolito, una intrusión de granito que da origen a los nevados de Chicón. Este cuerpo intrusivo tiene influencia sobre las rocas volcánicas del Grupo Mitu, dando lugar a una tenue aureola de metamorfismo de contacto. El borde sur, se encuentra parcialmente afectado por un cabalgamiento de edad Terciaria, y en el margen noreste, una discordancia erosional lo oculta parcialmente bajo la Formación Huancané. El cuerpo intrusivo de granito se encuentra cortado por una serie de diques de aplitas y cuarzodioritas.

Depósitos Cuaternarios: Los depósitos cuaternarios de la cuenca Chicón y sus alrededores presentan diferentes depósitos cuaternarios. Estos depósitos se clasifican según su litología y propiedades físicas, y su formación está influenciada tanto por la geología subyacente como por las condiciones climáticas de la región.

En primer lugar, los depósitos glaciares (morrenas), se ubican al pie de las montañas del Nevado Chicón. Estos depósitos fueron moldeados por antiguos glaciares modelando así su topografía. Los depósitos aluviales, se encuentran principalmente en la desembocadura de las quebradas a lo largo del valle del río Vilcanota-Urubamba. Estos depósitos están compuestos por una matriz de arena y arcilla que envuelve grandes bloques de granito, cuarcitas, rocas volcánicas, entre otros. Por otro lado, los depósitos fluviales se encuentran principalmente en los fondos del valle Vilcanota-Urubamba, que consisten en bancos de gravas y arenas que forman terrazas.

3.3.2. GEOLOGIA LOCAL – LITOLÓGICA

Para la realización del mapa geológico se utilizó como base el mapa a escala 1/50000 del cuadrángulo geológicos de Urubamba (27-r) y Calca (27-s) elaborado por el INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico) y cartografiado de campo en la cuenca de Chicón, la cual se complementó; considerando la base bibliográfica descrita en (Carlotto Caillaux et al., 2010), (Cárdenas Roque et al., 2013) y (Carlotto Caillaux et al., 2012) se han identificado las siguientes unidades lito estratigráficas locales: Formación Ananea, Grupo Mitu (Formación Pachatusan), Formación Huancané, Grupo Yuncaypata (Formación Puquin, Formación Ayabacas, Formación Maras, Formación Paucarbamba), Formación Chilca, Gpo. San Jerónimo (Formación Kayra), depósitos cuaternarios (Depósito glaciar, Fluvial, Coluvial, Aluvial, Aluvio glaciares, Fluvio Glaciares, Fluvio Aluviales y coluvio-deluviales) ver siguiente cuadro y gráfico.

Cuadro 5. Principales unidades litoestratigráfica locales de la cuenca de Chicón

ERA	SISTEM	SERIE	UNIDAD	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	ROCAS PLUTÓNICAS Y SUB VOLCÁNICAS	SÍMBOLO
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósito coluvio-deluviales	Capas de suelo fino y arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos rocoso pequeño a medianos.		Q-codl
			Depósito Fluvio Aluviales	Fragmentos heterométricos productos de una acción glaciar y posterior transporte por un agente fluvial.		Q-flal
			Depósito Fluvio Glaciares	Bloques y gravas de rocas ígneas y sedimentarios, angulosos a subangulosos en matriz arenolimosas.		Q-flgl
			Depositos Aluvio glaciares	Acumulaciones de sedimentos que resultan de la interacción entre materiales aluvionicos y glaciares.		Q-algl
			Depósito Aluvial	Acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición.		Qh-al

COL. DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274

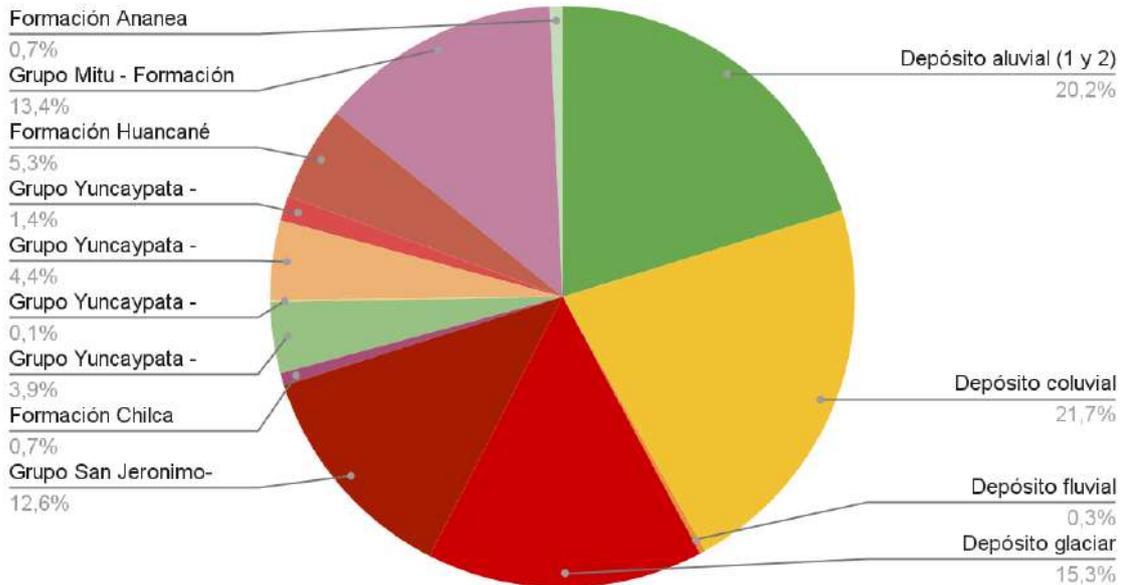


ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD		DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	ROCAS PLUTÓNICAS Y SUB VOLCÁNICAS	SÍMBOLO	
			Deposito Coluvial		Clastos subredondeados a angulosos con matriz arenosa y limosa.		Qh-co	
			Deposito Fluvial		Acumulaciones de arenas, limos y clastos redondeados		Qh-fl	
			Depósito glaciar		Acumulaciones de cantos y bloques subangulosos a angulosos consolidados en una matriz limosa.		Qh-gl	
		EOCENO	INFERIOR	Gpo. San Jerónimo	Formación Kayra	Areniscas con clastos de cuarcita, calizas y yesos con intercalaciones de lutitas rojas		Peo-ky
		PALEÓGENO	SUPERIOR	Formación Chilca		Lutitas rojas con pequeñas laminaciones de yeso. Materiales calcáreos como margas y areniscas calcáreas		Pp-ch
	MESOZOICO	CRETÁCEO	SUPERIOR	Formación Puquin		Areniscas feldespáticas de color rojizo, presencia de rocas calcáreas como la caliza y margas con coloraciones blancas, lutitas rojizas y yesos		Ks-pu
Formación Ayabacas				Presencia de calizas dolomitizadas		Kis-ay		
Grupo. Yuncaypata			Formación Maras	Disposiciones caóticas de yesos y lutitas de coloraciones variadas (rojas, verdes y amarillas). Calizas producto de deformaciones diapiriticas		Ki-ma		
Formación Paucarbamba			Areniscas intercaladas con limoarcillitas rojas y verdes.		Ki-pb			
INFERIOR		Formación Huancané		Cuarzoarenitas blancas a rojizas con estratificación sesgada y oblicua.		Ki-hn		
TRIÁSICO		SUPERIOR	Gpo. Mitu	Formación Pachatusan	Aglomerados y lavas andesíticas con areniscas pardas y limolitas rojas.	Unidad Choquezafra (Granito)		PsT-mi
PALEOZOICO	SILURICO		Formación Ananea		Pizarras y esquistos pizarrosos de color gris y negro sin estratificación visible, intercalado con escasos bancos de cuarcita.		SD-a	

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023; en base a la información de INGEMMET.

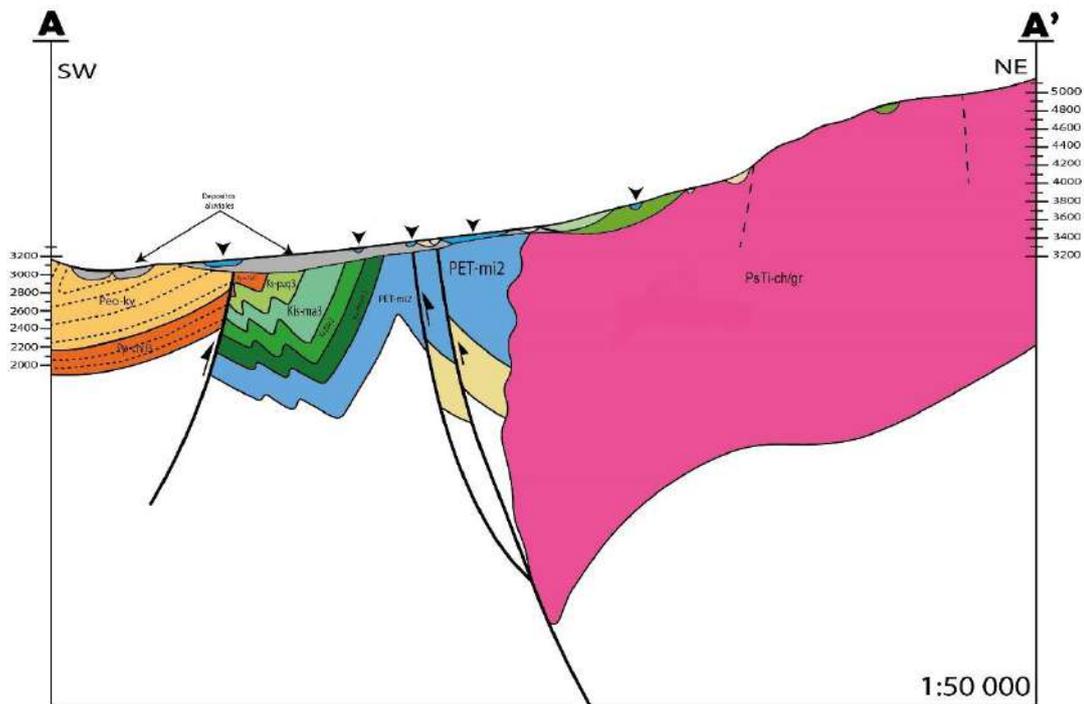
CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

Figura 32. Áreas ocupadas por la litoestratigráfica local de la cuenca de Chicón.



Elaboración del Equipo técnico PDU Urubamba, 2023; Basado y extraído de INGEMMET.

Figura 33. Sección geológica de la cuenca de Chicón.



Elaboración del Equipo técnico PDU Urubamba, 2023; basado en la data de INGEMMET.

Formación Ananea: Esta serie consiste principalmente en una secuencia de esquistos y pizarras de colores grisáceos, estas capas carecen de estratificación. Por otro lado, se observan estratos lenticulares de cuarziarenitas los mismos cuya potencia es delgada.

Formación Pachatusan (Gpo. Mitu): La formación Pachatusan aflora en una pequeña porción en la cuenca de Chicón, esta serie está constituida principalmente brechas, conglomerados y coladas

volcánicas de composición basáltica. Así mismo se encontraron indicios de otras coladas volcánicas de riolitas e ignimbritas. Las rocas volcánicas observadas presentan intercalaciones con rocas sedimentarias de tonos rojizos violáceos distintivos, así como se menciona en el cuadrángulo de Urubamba 27-r.

Formación Huancané: Esta formación aflora al suroeste de la cuenca Chicón, en los afloramientos observados se distingue y nota el contacto entre el Grupo Mitu y la formación Paucartambo a partir de una falla inversa, lo que corrobora a la información proporcionada por el cuadrángulo de Urubamba 27-r. En cuanto a la litología de la Formación Huancané se divide en dos miembros, en el primer miembro se observaron conglomerados, areniscas con alto contenido de cuarzo en su composición, esta última notada debido a su color blanquecino. Se observaron secuencias grano decrecientes, estimando su origen a un ambiente fluvial. Por otro lado, el segundo miembro se encuentra constituido por barras de arena con laminaciones.

Formación Paucarbamba (Gpo.Yuncaypata): Esta serie está conformada principalmente por areniscas con clastos calcáreos, los mismos que muestran efervescencia al estar en contacto con el ácido clorhídrico. Así mismo se determinó la presencia de margas y lutitas con diversas coloraciones que varían entre amarillas, rojizas violáceas y verdes de tonos claros a oscuros, los mismos que se observan en diferentes afloramientos de la cuenca Chicón.

Formación Maras (Gpo.Yuncaypata): Los afloramientos en los que se observa esta unidad se presentan de forma caótica entre yesos, lutitas de coloraciones rojas, verdes y amarillas. Las lutitas verdes se manifiestan en menor proporción que las rojas. Así mismo en la unidad se encontraron calizas, las mismas que como se mencionaron en otros estudios, son producto de las deformaciones diapiríticas.

Figura 34. Lutitas moradas, rojizas, gris verdosas a gris amarillentas correspondientes a la Fm Maras.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Formación Ayabacas (Gpo.Yuncaypata): Los afloramientos de esta formación son muy escasos en la cuenca Chicón por lo que su observación no es muy precisa, sin embargo, los pequeños afloramientos observados muestran la presencia de calizas dolomitizadas.

Figura 35. Presencia de calizas correspondientes a la formación Ayabas, b) alteración de las calizas



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Formación Puquin (Grupo.Yuncaypata): En la formación Puquin se observaron asociaciones de lutitas rojizas y yesos lo que corresponde al primer miembro de la Formación Puquin. En otro punto del afloramiento de esta Formación se observaron la presencia de rocas calcáreas como la caliza y margas con coloraciones blancas, las mismas que serían correspondientes al segundo miembro. Así mismo se encontro un pequeño afloramiento correspondiente al tercer miembro conformada por areniscas feldespaticas de color rojizo.

Formación Chilca: Esta formación está constituida por lutitas rojas con pequeñas laminaciones de yeso. Así mismo se observa la presencia de otros materiales calcáreos como margas y areniscas calcáreas, estas últimas determinadas así por la efervescencia presentada. Esta unidad por lo general se encuentra erosionada en los lugares que afloran dentro de la cuenca Chicón.

Figura 36. Presencia de lutitas rojas de la formación Chilca



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

Formación Kayra (Gpo. San Jerónimo): En esta unidad se observó que está conformada principalmente por areniscas con clastos de cuarcita, calizas y yesos con intercalaciones de lutitas rojas, características principales del Grupo San Jerónimo. El origen de esta formación radica en un ambiente fluvial y llanura de inundación. En otros puntos de la cuenca se observan areniscas y conglomerados con clastos volcánicos, los mismos que se corroboran con la información proporcionada por Carlotto et. al. (1995).

Depósitos Cuaternarios

Depósitos Coluviales: Los depósitos coluviales son acumulaciones de materiales que generalmente se encuentran en las laderas bajas o en la base de montañas. Se forman debido a la acumulación de fragmentos de roca, que se desprenden de las laderas debido a procesos de meteorización y erosión de las rocas circundantes. Estos depósitos suelen estar compuestos por bloques de roca angular rodeados por una matriz de limo y arcilla. Su formación está principalmente influenciada por la acción del clima y la gravedad, lo que puede dar lugar a fenómenos como escombreras, flujos de detritos y caídas de rocas. La distribución de los fragmentos en estos depósitos varía en función de su tamaño y la distancia que recorren, con los fragmentos más grandes tendiendo a acumularse en las áreas de origen y los más pequeños desplazándose hacia los bordes del depósito. En la cuenca de Chicón, estos depósitos se encuentran principalmente en las cabeceras y flancos de las quebradas, donde los procesos de erosión y sedimentación son más activos. En la siguiente xxx se muestra una combinación entre depósitos coluviales y aluviales al que llamaremos depósito cuaternario coluvio-aluvial.

Figura 37. Depósito coluvial en la margen derecha de la quebrada Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Depósitos Aluviales: Son el resultado de flujos de agua temporales significativos que transportan materiales erosionados y los depositan de manera caótica o con estratificación rudimentaria. Estos depósitos suelen estar compuestos por gravas, bolones y bloques, que se encuentran incrustados en una matriz de textura arenosa a arcillosa, que también contiene limo. Los cantos o fragmentos presentes en estos depósitos suelen tener formas subredondeadas a redondeadas y están formados por una variedad de rocas, como granito, areniscas y rocas volcánicas. En la cuenca de Chicón, se pueden identificar dos tipos distintos de depósitos aluviales.

Depósitos Aluviales 01: Corresponden a un cono aluvial que recorre toda la cuenca del Chicón, incluyendo parte del asentamiento de la ciudad de Urubamba. Este depósito aluvial evidencia la fuerte actividad geodinámica de la zona.

Figura 38. Depósitos aluviales, proveniente de la zona alta de la cuenca Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Figura 39. Depósitos fluvio- aluviales, proveniente de la zona alta de la cuenca Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Depósitos Fluviales: Estos depósitos se representan en los márgenes del río Chicón y en la parte final de la desembocadura de la cuenca con el río Vilcanota principalmente. Están compuestos por bancos de gravas y arenas formando una o varias terrazas

Depósitos Glaciares: Estos depósitos glaciares son principalmente morrenas que se encuentran ubicados en las zonas más elevadas de la cuenca, en la base de la cuenca Chicón. Se trata de gravas,

con bolones y bloques englobados en una matriz limo arenoso arcilloso de carácter semi consolidado y otras recientes que no tienen consolidación. Estos depósitos en la zona pueden generar aluviones por sobresaturación de los niveles de agua.

Figura 40. Depósitos fluvio- glaciares, ubicadas en la zona alta de la cuenca Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Figura 41. Depósitos aluvio Glaciares, proveniente de la zona alta de la cuenca Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



3.4. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

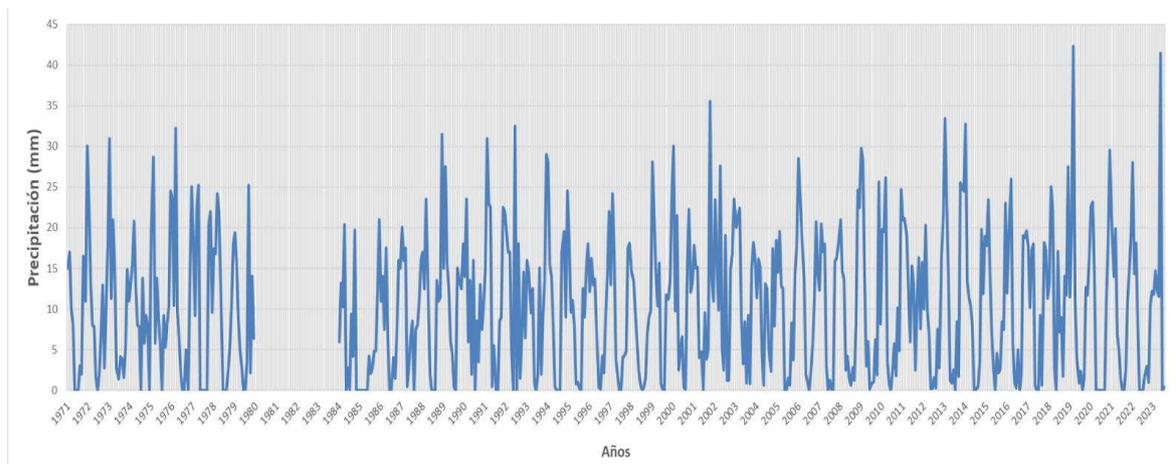
Según la clasificación climática Thornthwaite el área de estudio pertenece a climas semifríos – semiseco, con características de deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa del 65% a 84%, calificada como húmeda. (Zavala Carrión et al., 2009)

3.4.1. PRECIPITACIÓN.

La precipitación es una fase del ciclo hidrológico, y estos originan todas las corrientes superficiales y subterráneas, debido a lo cual su evaluación, su distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, son problemas básicos estudiados por la hidrología.

Las precipitaciones son un componente clave del ciclo hidrológico y juegan un papel fundamental en el mantenimiento de los ecosistemas y la agricultura. Para el estudio de esta variable climática, se han utilizado registros de precipitación máxima diaria anual de la estación meteorológica de Urubamba (Latitud: 13°18'18.6" S, Longitud: 72°7'28.4" W, Altitud:2850 msnm) de tipo Convencional – Meteorológica con código de 113034 la cual es administrada por SENAMHI.

Figura 43. Datos Anuales máximas diarias de la estación de Urubamba.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023; en base a la información de SENAMHI

Cuadro 6. Precipitación (mm) mensual de máximas diarias de la estación Urubamba

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1971	15.00	17.00	1.00	8.00				3.00	2.00	16.50	11.00	3.00	17.00
1972	23.00	13.00	8.00	7.80	1.60		2.00	6.90	12.90	2.80	1.20	17.90	23.00
1973	31.00	11.30	21.00	15.10	2.80	1.40	4.10	3.90	1.60	5.10	14.90	11.00	31.00
1974	13.00	15.40	2.80	12.70	8.00	7.80		13.80	5.80	9.20	7.80		15.40
1975	19.30	28.70	5.80	13.80	8.80	5.50		9.20	5.30	8.20	1.30	24.50	28.70
1976	23.60	1.50	32.20	9.80	6.30	2.00			5.00		13.80	25.00	32.20
1977	18.20	9.20	22.40	25.20						2.40	22.00	9.60	25.20
1978	17.40	16.80	24.20	21.80	9.60				2.40	5.20	1.60	18.00	24.20
1979	19.40	15.20	8.60	4.80	2.80			3.60	25.20	2.20	14.00	6.40	25.20
1984	6.00	13.20	1.30	2.40		2.80		9.40	4.20	19.70			19.70
1985						4.20	2.10	2.80	4.80	4.90	12.20	21.00	21.00

COL. G. DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1986	11.00	14.00	7.50	17.50	6.50			4.00	1.50	7.50	16.00	15.00	17.50
1987	2.00	16.00	17.50	-0.50	3.00	6.50	8.50		7.50	8.00	11.00	16.00	17.50
1988	17.00	12.50	23.50	11.00	2.00				13.50	11.00	11.50	31.50	31.50
1989	15.00	27.50	15.50	12.50	6.00	4.50	-0.50		15.00	13.50	12.50	18.00	27.50
199-	14.00	23.50	6.00	13.50	2.00	16.00		8.50	3.50	13.00	7.50	1.50	23.50
1991	15.00	31.00	23.00	22.50	-0.50	5.50			8.50	9.00	22.50	22.00	31.00
1992	19.50	17.00	17.00	5.00		32.50		18.00	1.50	7.00	14.50	6.50	32.50
1993	16.00	14.50	9.50	12.50	1.00		2.00	15.00	2.00	9.00	13.50	29.00	29.00
1994	28.00	15.50	14.00	8.00	-0.50				17.00	19.50	9.00	24.50	28.00
1995	18.20	9.60	11.10	7.90	-0.80	1.00	-0.20		12.50	9.00	15.10	18.00	18.20
1996	12.20	16.20	13.00	13.70	7.50	-0.40	-0.10	4.20	2.20	9.10	14.10	22.00	22.00
1997	13.00	24.20	16.70	3.80	1.80			4.00	4.30	4.80	17.50	18.10	24.20
1998	14.70	13.40	9.60	5.90	2.40	-0.70		-0.40	1.60	7.00	9.00	9.80	14.70
1999	28.10	21.50	14.60	1.40	15.60	-0.80	-0.10		11.70	11.20	13.40	23.80	28.10
2000	3.00	9.80	21.50	2.50	5.00	6.60	-0.40	-0.10	14.80	22.20	12.10	13.20	22.20
2001	17.80	15.00	15.10	4.00	4.70		9.50	3.90	5.20	35.50	13.70	11.00	35.50
2002	23.40	16.00	9.90	27.60	5.50	2.50	19.00	1.20	1.20	14.90	16.80	23.50	27.60
2003	2.00	21.40	22.40	8.80	3.30	8.40	-0.90	9.20	-0.80	14.90	18.20	16.20	22.40
2004	11.40	16.10	15.10	4.50	-0.60	13.10	12.40	5.10	2.30	17.40	7.90	18.40	18.40
2005	14.50	19.50	12.80	12.50			1.50	-0.60	8.30	3.80	14.30	17.70	19.50
2006	28.50	24.20	19.00	13.60	1.90	1.00		2.50	5.60	11.20	2.70	14.40	28.50
2007	12.30	2.50	17.10	18.00	3.00		1.20	-0.10		15.90	16.20	18.60	18.60
2008	21.00	14.60	13.70	2.50	4.20	1.50	-0.60	2.80	1.20	8.30	24.60	22.50	24.60
2009	29.80	28.30	13.90	3.00	6.00	-0.10	-0.80	1.10	6.20	1.90	25.60	8.20	29.80
2010	19.80	19.50	26.10	3.60	-0.80		2.40	5.70	1.80	1.10	4.90	24.70	26.10
2011	21.00	21.10	18.90	11.60	6.00	15.30	13.00	2.50	11.10	16.30	7.60	15.70	21.10
2012	1.00	2.30	9.90	7.00	-0.20	-0.20	1.60	-0.30	7.50	2.80	16.60	21.60	21.60
2013	33.40	23.10	14.00	1.20	-0.90	2.50		8.40	1.70	25.50	24.90	24.50	33.40
2014	32.70	13.40	11.40	1.40	7.80		-0.10	-0.50	3.40	19.80	11.90	18.90	32.70
2015	17.80	23.40	14.30	7.00	2.80		4.50	2.20	2.70	8.40	7.50	23.00	23.40
2016	12.00	19.00	26.00	5.70	1.00	-0.30	5.00		2.00	19.00	18.80	19.60	26.00
2017	17.70	1.20	17.20	18.00	-0.60			9.20	-0.60	18.20	17.20	11.30	18.20
2018	13.20	25.00	22.20	2.70		17.10	7.20	8.90	1.70	14.00	11.70	27.50	27.50
2019	11.50	19.60	42.30	11.80	4.10	-0.90	2.30		1.50	12.70	11.70	16.60	42.30
2020-	22.70	23.20	14.00							11.20	18.20	29.50	29.50
2021	21.50	14.00	19.90	6.90	5.00	1.50			2.40	1.90	14.50	19.10	21.50
2022	28.00	14.40	18.10	8.30				1.70	2.90	1.00	1.50	12.20	28.00
2023	11.80	14.70	12.30	11.60	41.50		-0.40	4.96	5.64	10.91	12.89	17.83	41.50
MAX	33.40	31.00	42.30	27.60	41.50	32.50	19.00	18.00	25.20	35.50	25.60	31.50	42.30

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023; en base a la información de SENAMHI.

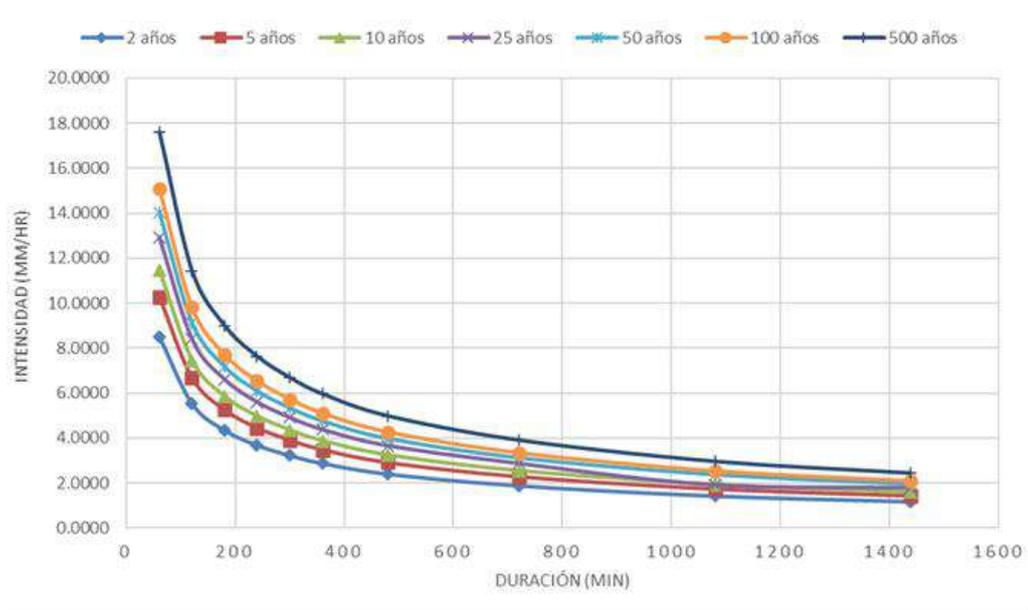


Cuadro 7. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias, estación de Urubamba.

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	27.6190	33.8300	37.9422	43.1380	46.9925	50.8186	59.6601
18 hr	X18 = 91%	25.1333	30.7853	34.5274	34.5104	42.7632	46.2449	54.2907
12 hr	X12 = 80%	22.0952	27.0640	30.3537	34.5104	37.5940	40.6549	47.7281
8 hr	X8 = 68%	18.7809	23.0044	25.8007	29.3338	31.9549	34.5566	40.5689
6 hr	X6 = 61%	16.8476	20.6363	23.1447	26.3142	28.6654	30.9993	36.3927
5 hr	X5 = 57%	15.7428	19.2831	21.6270	24.5886	26.7857	28.9666	34.0063
4 hr	X4 = 52%	14.3619	17.5916	19.7299	22.4317	24.4361	26.4257	31.0232
3 hr	X3 = 46%	12.7047	15.5618	17.4534	19.8435	21.6166	23.3766	27.4436
2 hr	X2 = 39%	10.7714	13.1937	14.7974	16.8238	18.3271	19.8193	23.2674
1 hr	X1 = 30%	8.2857	10.1490	11.3827	12.9414	14.0978	15.2456	17.8980

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Figura 44. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias estación de Urubamba.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023; en base a la información de SENAMHI

3.5. CONDICIONES HIDROLÓGICAS

La provincia de Urubamba, ubicada en la región de Cusco, Perú, se encuentra ubicada entre la zona de Altiplanicies y la Cordillera Oriental. Esta región se caracteriza por la presencia de un río andino-amazónico de 928.76 km de longitud, que forma a lo largo de su recorrido de sur a norte un sistema de drenaje extenso y complejo.

En el tramo de estudio de las aguas del Vilcanota, se observa un régimen torrencial, especialmente durante las temporadas de lluvia. El ancho del cauce del río varía en este tramo entre 80 y 95 metros, con un caudal máximo registrado de 716.90 m³ por segundo para un periodo de retorno de 100 años (Valderrama Murillo, 2006, p. 29).

La zona de Urubamba está más expuesta al flujo predominante del este que arriban al valle cargados de humedad procedente del Atlántico y la Amazonia y, que, al chocar con el contrafuerte andino, se desencadenan precipitaciones orográficas de gran magnitud y que son realimentadas por condiciones térmicas favorables de la zona baja de la cuenca (SENAMHI, 2007, p. 28).

CUENCA DE LA QUEBRADA CHICÓN

La cuenca Chicón está ubicada en la cordillera oriental de la cadena de los Andes del Sur y tiene un área aproximada de 40.78 km². En la parte alta de la cuenca, se encuentran glaciares en retroceso, siendo los principales nevados Sabanales, Pasñacahuarina y Padrilloc. Esta zona también cuenta con lagunas de diferentes dimensiones, siendo las más importantes Azulcocha, Riticocha, Q'omercocha, Pucacocha y Quellococha. Estas lagunas vierten sus aguas en Occoruruyoc Pampa, un circo glaciar que actualmente se encuentra colmatado (Silva et al., s. f., p. 5)

A partir de este punto, el río Chicón recorre el valle, atravesando las Comunidades Campesinas de San Isidro de Chicón, Pachaconas, Chichubamba, así como la ciudad de Urubamba. La cuenca tiene una altura máxima de 5400 metros y una mínima de 2900 metros de altitud, con una pendiente irregular de menos de 10 grados en el sector de las lagunas y el piso del valle del río Chicón (Silva et al., s. f., p. 5).

QUEBRADA CHICÓN: El río Chicón, conocido también como Tullumayo, se origina a partir del deshielo del nevado Chicón y de la laguna Juchuyccochoa. En su recorrido recibe las aguas de 6 tributarios, 3 de la margen izquierda y 3 de la margen derecha. Atraviesa la ciudad de Urubamba por un tramo canalizado de 700 metros de longitud con una sección de 2.20 x 1.60 metros, y finalmente, confluye en el río Vilcanota Valderrama Murillo, 2006, p. 30).

Es un tributario de segundo orden con un drenaje pobre y pendiente media del cauce de 16%. El caudal en estiaje, antes de las captaciones para riego y abastecimiento de la ciudad de Urubamba, es de aproximadamente 4.0 m³/seg (caudal base). Este volumen es casi en su totalidad captado para proyectos de irrigación y para abastecimiento de la ciudad. El caudal máximo estimado por el método directo es de 22.39 m³/seg (Valderrama Murillo, 2006, p. 30).

Figura 45. Vista de perfil del Rio Chicón, con un caudal bajo debido a la temporada seca, foto tomada en la Av. Mariscal Castilla.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Figura 46. Sección del encauce de la quebrada Chicón/Tullumayu. 812700 E, 8527272 N



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Figura 47. Sección del encauce de la quebrada Chicón/Tullumayu. 812733 E, 8527353 N



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

COL. FICHO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

Figura 48. Sección del encauce de la quebrada Chicón/Tullumayu. 812734 E, 8527433 N



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Figura 49. Sección del encauce de la quebrada Chicón/Tullumayu. 812766 E, 8527590 N



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

Figura 50. Sección del encauce de la quebrada Chicón/Tullumayu. 812795E, 8527733N



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

Figura 51. Figura 6. Sección del encauce del quebrada Chicón, puente hacia el cementerio de Urubamba. 812807E, 8527805 N



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

Figura 52. Sección del encauce de la quebrada Chicón, puente hacia el cementerio de Urubamba. 812866.95 E, 8528064.069 N



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba. 2023.

ZONA GLACIAR: En la cordillera de Urubamba, el Quelccaya desaparecerá en 30 años, porque está perdiendo 60 metros de superficie de hielo por año, hecho que está comprobado por un monitoreo que se está realizando desde hace quince años; mientras que el nevado Chicón retrocedió un 70%, habiéndose producido igualmente una gran inundación. (Cárdenas, 2020).

Figura 53. Presencia de grietas de 1,5 metros que podrían indicar la posibilidad de un aluvión. En la base, se observa la laguna Riticocha.



Fuente: (Aguilar López, 2011)

Figura 54. Retroceso del nevado Chicón.



Fuente: INGEMMET, 2017

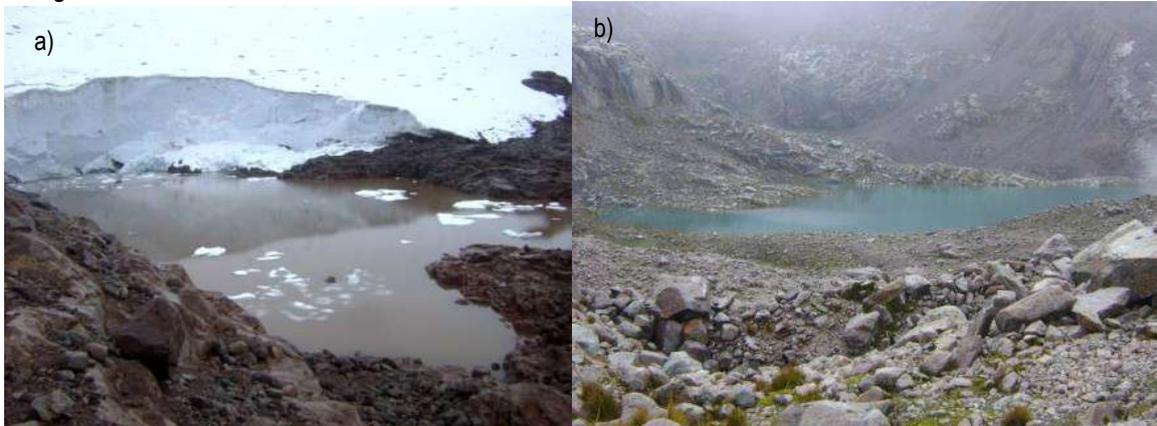
ZONA DE LAGUNAS: Limita al Norte y Este con la Zona de glaciares y al Sur con la Zona de laderas y Morrena Allpamocco. Tiene una altitud entre los 4700 y 4900 m, una extensión de 2 km², con pendiente promedio de 15°. Debido a la erosión de los glaciares, está conformada por lagunas de distintos tamaños, entre las cuales se encuentran Azulcocha, Qomercocha, Quellococha, Riticocha y Paccascacocha, así como algunas más pequeñas: Pucacocha, Puputicocha, Huchuycocha, Sipascocha, Kijllucocha y Wasimasicocha. Gran parte de esta zona está conformada por roca granítica maciza con evidencias de erosión glaciárica, entre Azulcocha y Qomercocha existen depósitos de escombros dispersos y material morrénico muy erosionadas especialmente en el Sector de Machiska Mocco. (Silva et al., s. f., p. 7)

Figura 55. Desfogue de la laguna Azulcocha, ubicado en la cuenca de Chicón.



Fuente: (Silva et al., 2018)

Figura 56. a) Desfogue de la laguna Azulcocha, ubicado en la cuenca de Chicón, b) Laguna Pucacocha la cual desembalsó al río Ocororuyoc arrastrando el material desprendido de la masa glaciaria.



Fuente: (Aguilar López, 2011)

En síntesis, la Provincia de Urubamba y la cuenca del río Chicón enfrentan condiciones hidrogeológicas dinámicas y cambiantes. El estudio de estos sistemas hídricos es esencial para comprender los impactos del cambio climático en la región y tomar medidas adecuadas para la gestión sostenible de los recursos hídricos y la adaptación a los cambios en el ecosistema. La información proporcionada por investigaciones anteriores y monitoreos continuos es valiosa para la toma de decisiones y la planificación de políticas ambientales y de recursos naturales en esta área

3.6. CONDICIONES AMBIENTALES

3.6.1 ZONAS DE VIDA

De acuerdo al mapa ecológico del Perú y mediante el uso del triángulo de Holdridge, el ámbito de estudio presenta las siguientes zonas de vida. (INRENA 1995).

Bosque Húmedo Montano Subtropical (bh-MS): Comprende la región cordillerana de norte a sur, entre 2800 y 3800 m.s.n.m. La temperatura media anual máxima es de 14,9 °C y la media anual mínima es de 6.5°C. El promedio máximo de la precipitación total por año es de 1.119mm y el mínimo de 410mm.

Paramo pluvial – Subalpino Subtropical (pp-SS): Comprende una distribución altitudinal entre 3900 m.s.n.m. hasta 4400 m.s.n.m. La temperatura media anual máxima es de 52°C y la media anual mínima de 3.9°C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1342.4 mm y el promedio mínimo es de 828.7 mm.

Tundra Pluvial – Andino Subtropical (tp-AS): Comprende franjas inferiores al piso nival y a lo largo de la cordillera de los andes entre 4300 hasta 5000m.s.n.m. La temperatura media anual máxima es de 3.2°C y la media anual mínima es de 2.5°C. con relieve generalmente accidentado, variando a colinado y ondulado este último propio del modelaje glacial.

Nival Subtropical (NS): Su extensión comprende las crestas de los andes por encima de los 5000 m.s.n.m. La temperatura media anual por debajo de los 1,5°C y el promedio de precipitación total anual varía entre 500 y 1000mm. Posee una geografía abrupta casi sin cubierta edáfica.



3.6.2 ELEMENTOS DEL MEDIO BIOLÓGICO

A. FAUNA

Según (Aguilar López, 2011) se tiene el siguiente reporte de fauna en las zonas de San Isidro de Chicón y Queñayoc principalmente conformado por aves.

Cuadro 8. Fauna en la quebrada de Chicón.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
COLUMBIDAE	Columba maculosa	Cuculí
	Zenaida auriculata	Urpi
	Metriopeliamelanoptera	ccullcu
TROCHILLIDAE	Colibricoruscans	SihuarK'ente
	Patagonia gigas	K'ente
FALCONIDAE	Falco sparverius	killichu
PICIDAE	Colaptesrupicola	pito
EMBERIZIDAE	Zonotrichiacapensis	pichinco
	Saltatoraurantirostris	
TURDIDAE	Turduschiguanco	Chuchico
	Turdusfuscater	Yanachuchico
TROGLODITIDAE	Trogloditesaedon	checcollo
ACCIPITRIDAE	Geranoaetusmelanoleucus	anca

Fuente: (Aguilar López, 2011)

B. FLORA

Según (Aguilar López, 2011) se registran las siguientes especies a lo largo de la rivera del quebrada Chicón y Queñayoc.

Cuadro 9. Flora en la quebrada de Chicón.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
AGAVACEAE	Agave americana Var. variegata	Pacpa
ASTERACEAE	Sonchusoleraceus L.	Borraja
	Bidens alba var. radiata (Sch. Bip.) R.E. Ballard	Romerillo
	Wernerianubigena	
	Ageratinacuzcoensis	Manca paki
BETULACEAE	Alnusacuminatasubsp. Acuminata	Aliso
BIGNONIACEAE	Tecomastans var. sambucifolia (Kunth) J.R.I. Wood	Huaranhuay
CUCURBITACEAE	Sicyosbaderoa	Calabacillo
ERICACEAE	Cavendishiabracteata	

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	Vacciniumfloribundum (Kunth)	
FABACEAE	Pisumsativum L.	Arberja
	Medicagolupulina L.	
GROSSULARACEAE	Escallonia resinosa (Ruiz &Pav.) Pers.	Chachacomo
JUNACEAE	Distichiamuscoides	Champa
LEGUMINOSAE	Cassia tomentosa L. f.	Mutuy
MYRTACEAE	Eucalyptusglobulus	Eucalipto
NYCTAGINACEAE	Mirabilisprostrata (Ruiz &Pav.) Heimerl	
POACEAE	Stipaichu	Ichu
	Festucaorthophylla	
PODOCARPACEAE	Podocarpusglomeratus	Intimpa
ROSACEAE	Prunusserotina subsp. capuli (Cav.) McVaugh	Capulí
	Polylepissubsericans	Queuña
	Polylepisbesseri	Queuña
SCROPHULARIACEAE	Bartsiacamporum	
SOLANACEAE	Solanumnitidum	Nuñumea
	Solanumamericanum	
VERBENACEAE	Citharexylumherreriae	Huayruro

Fuente: (Aguilar López, 2011)

Figura 57. Fauna presente en la quebrada de Chicón, foto tomada en la comunidad de Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Figura 58. Fauna presente en la quebrada de Chicón, foto tomada en dirección hacia el sur.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

3.6.3 COBERTURA VEGETAL

Según el MINAM, 2013 en el ámbito de estudio se evidencia las siguientes coberturas vegetal: agricultura andina, área altoandina con escasa y sin vegetación, área urbana, bosque relicto altoandino, glaciar, lagunas, lagos y cochas, matorral arbustivo, pajonal andino, plantación forestal.

Figura 59. Cobertura de agricultura andina, en la quebrada de Chicón

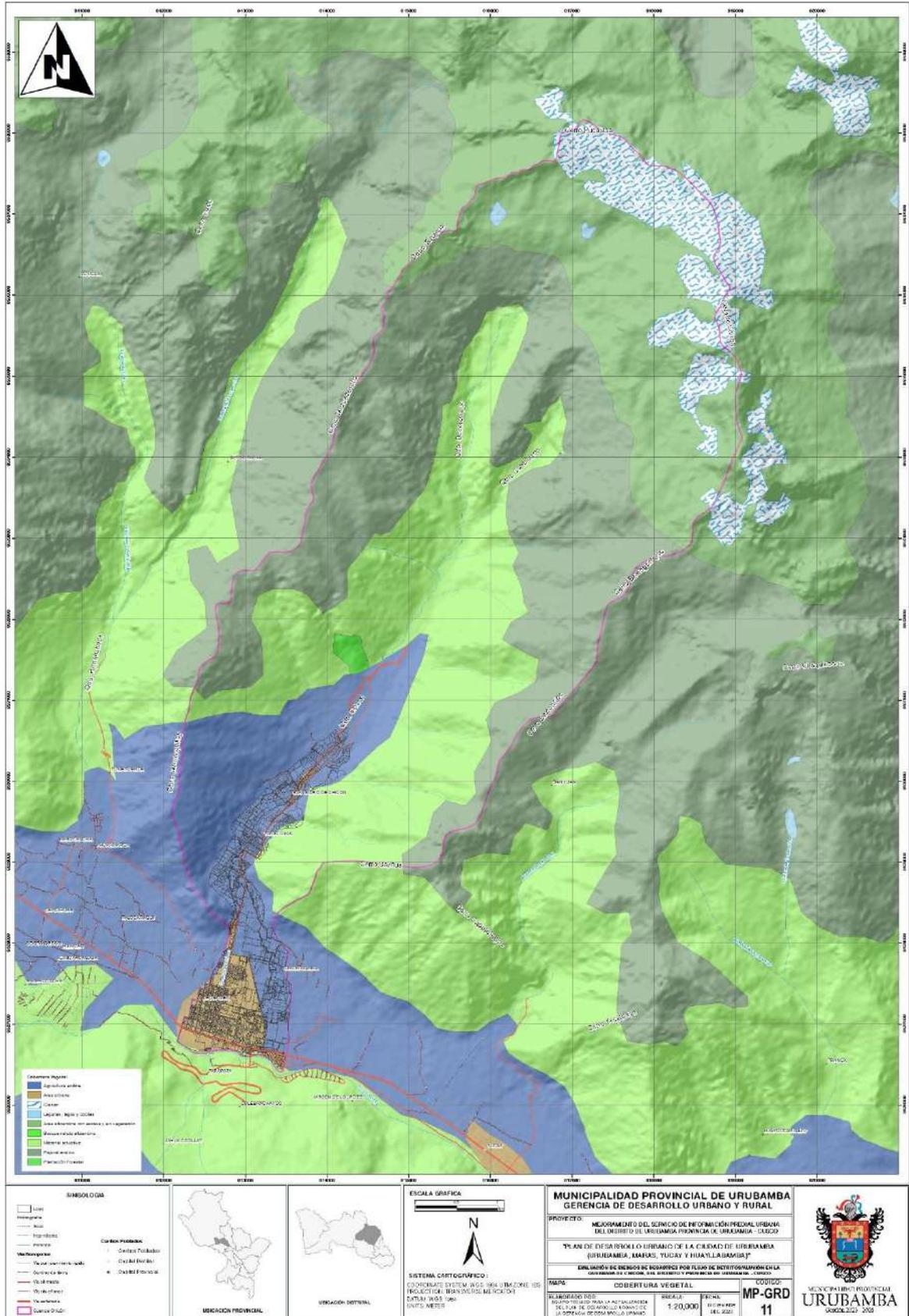


Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



Figura 60. Cobertura Vegetal de la quebrada de Chicón



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.



3.7. GEODINAMICA EXTERNA

La geodinámica externa se enfoca en el estudio de los agentes atmosféricos (viento, agua, sol, etc.), que desencadenan los procesos geodinámicos externos. Estos procesos geodinámicos exógenos engloban a todos aquellos fenómenos que actúan sobre la superficie de la tierra, quienes son principalmente destructivos por modificar el relieve primigenio de la Tierra que se dio como resultado de procesos endógenos. Así mismo la geodinámica externa es responsable del desencadenamiento de fenómenos naturales que a su vez se convierten en riesgos geológicos por influir en zonas urbanas o rurales, por lo que su control y prevención es de suma importancia.

La geodinámica externa evidenciada en la quebrada de Chicón es latente en la actualidad, ya que se observaron numerosos problemas geodinámicos como deslizamientos antiguos y recientes, flujo de detritos y caídas de rocas y suelos en diferentes puntos de la cuenca, conos aluviales, derrumbes y erosión en las diferentes márgenes del río Chicón.

Con el propósito de obtener una comprensión más precisa y una guía de las geodinámicas externas que impactan estas zonas y esta cuenca principalmente, se empleó la metodología conocida como "Interferometría de Radar de Apertura Sintética" (InSAR). Esta técnica avanzada permite una observación detallada y cuantitativa de los desplazamientos del terreno a lo largo de un periodo de tiempo que para este caso es el año 2023, proporcionando información valiosa para identificar áreas propensas a movimientos geodinámicos.

Cuadro 10. Tipos de movimientos en masa.

TIPO	SUBTIPO
Caídas	Caída de rocas (detrito o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de rocas (Bloque)
	Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional.
	Deslizamiento en cuña
	Deslizamiento rotacional.
Propagación	Propagación lateral lenta
	Propagación lateral por licuación (rapida)
Flujo	Flujo de detritos
	Crecida de detritos
	Flujo de lodo
	Flujo de tierra
	Flujo de turba
	Avalancha de detritos
	Avalancha de rocas
	Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (arena, limo, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos
	Soliflucción, geliflucción (en permafrost)

Fuente: Varnes (1958, 1978) y Hutchinson (1968, 1988).

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274

Cuadro 11. Escala de velocidades de los movimientos de remoción en masa.

Escala de velocidad	Descripción	Velocidad (mm/seg.)	Velocidad típica
7	Extremadamente rápido	5x10 ³	5 m/s
6	Muy rápido	5x10 ¹	3 m/min
5	Rápido	5x10 ⁻¹	1.8 m/h
4	Moderada	5x10 ⁻³	13 m/mes
3	Lenta	5x10 ⁻⁵	1.6 m/año
2	Muy lenta	5x10 ⁻⁷	16 mm/año
1	Extremadamente lenta	<5x10 ⁻⁷	<16 mm/año

Fuente: Escala de velocidades según Cruden y Varnes (1996).

En la cuenca de Chicón se han identificado una serie eventos geodinámicos tales como se menciona a continuación:

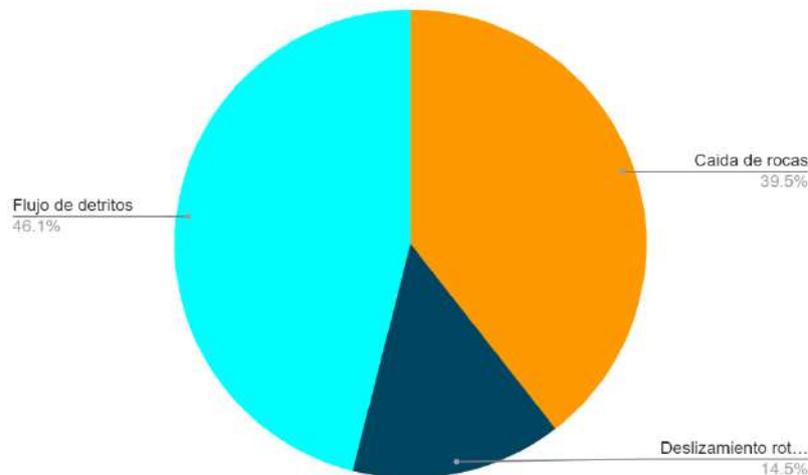
El registro de estas unidades geodinámicas se ha mapeado mediante imágenes SASPlanet, Google Earth y verificadas con las actividades en campo a escalas locales, clasificando en 03 tipos de unidades de acuerdo a las características y velocidades de movimiento, además por el tipo de litología en la que se emplaza.

Cuadro 12. Cantidad de puntos de geodinámica externa en la cuenca Chicón.

GEODINAMICA EXTERNA	SIMBOLO	Cantidad	%
Flujo de detritos	Fl-d	30	46.1
Caída de detritos	Ca_d	11	39.5
Deslizamiento rotacional	De-r	35	14.5

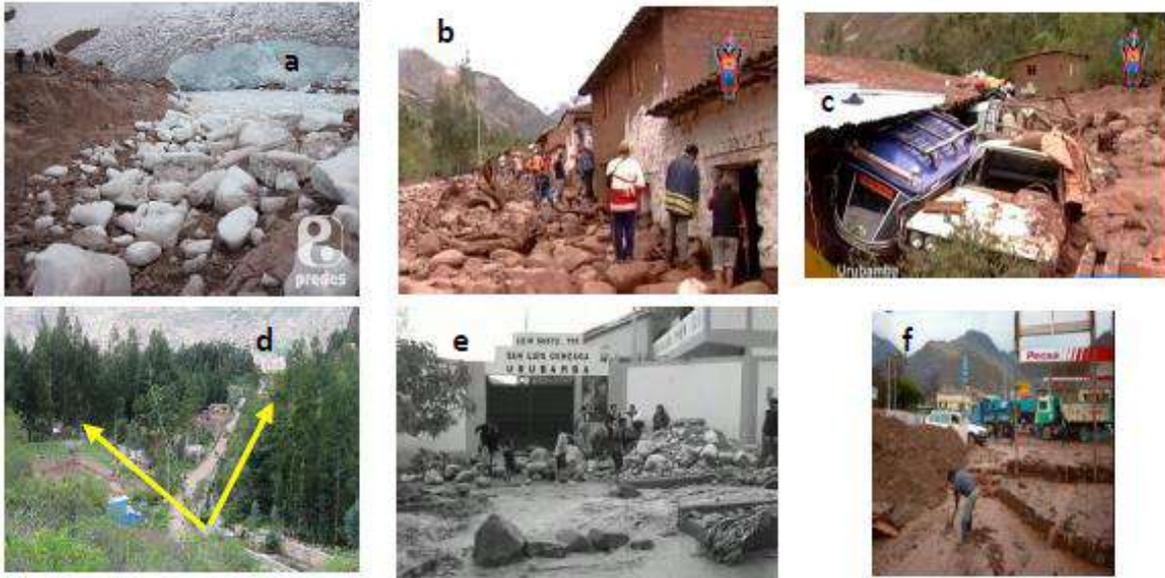
Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Figura 61. Desfogue de la laguna Azulcocha, ubicado en la cuenca de Chicón.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

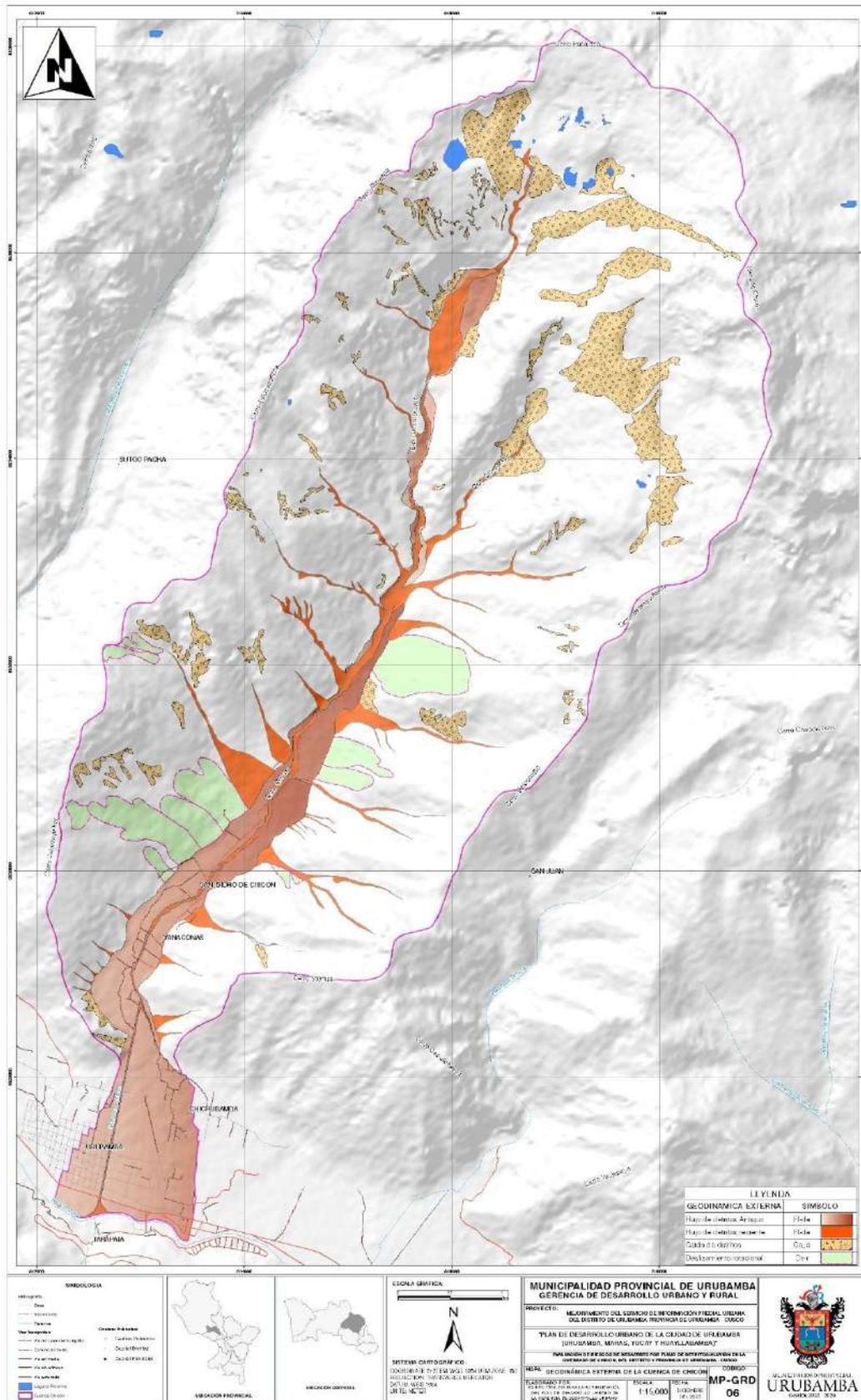
Figura 62. a) Caída de bloque de hielo y desembalse de la laguna Riticocha, b) y c) Afectación en sector "La Bombonera", d) división del flujo hacia Chichubamba y a la ciudad de Urubamba, g)-e), f) Afectación IIEE San Luis Gonzaga y al grifo PECSA.



Fuente: (Silva et al., 2018)



Figura 63. Mapa Unidades litoestratigráfica local de la cuenca de Chicón.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR FLUJO DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE CHICON, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE URUBAMBA - CUSCO

CAPÍTULO IV: DETERMINACION DEL PELIGRO

3.1 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

4.1.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PELIGROSIDAD

Las condiciones de peligrosidad en la zona de evaluación se basan en la actividad geodinámica, tanto activa como inactiva, que incluye fenómenos como la caída de detritos y rocas, deslizamientos y el flujo de detritos, entre otros. Estos eventos generan niveles de peligrosidad en la cuenca de Chicón. Sin embargo, el presente estudio se enfoca en la evaluación y determinación del peligro causado por el evento más recurrente, es decir, el flujo de detritos o aluvión.

Para determinar el nivel de peligro por flujo de detritos en los sectores de San Isidro de Chicón, Yanaconas, Chichubamba y el área urbana de la ciudad de Urubamba, hemos utilizado la metodología propuesta por el CENEPRED en el manual EVAR (versión 2) de 2014. Esta metodología nos permite identificar y caracterizar la peligrosidad, teniendo en cuenta los parámetros de evaluación, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes y desencadenantes, así como los elementos expuestos. Para su determinación, hemos considerado estos parámetros y, para cada uno de ellos, sus descriptores, asignándoles ponderaciones mediante el método SAATY.

Con el fin de identificar de manera precisa las áreas que podrían verse afectadas por este fenómeno natural, hemos llevado a cabo una caracterización exhaustiva de los peligros generados por el flujo de detritos, basándonos en información detallada recopilada en el campo, la infraestructura básica y los registros históricos de los impactos producidos por estos flujos. La metodología utilizada para determinar la peligrosidad se presenta detalladamente en el siguiente gráfico.

Figura 64. Flujograma de la secuencia metodológica para determinación del nivel de peligrosidad



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, adaptado de CENEPRED. 2023.



4.1.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se ha llevado a cabo una exhaustiva recopilación de información, que incluye estudios realizados por reconocidas entidades técnicas y científicas como el INGEMMET, SENAMHI, ANA, entre otras. Además, se ha recopilado información histórica relacionada con estudios de peligros, cartografía, topografía, climatología, geología, geomorfología y otros campos relevantes. A continuación, se mencionan algunas de las fuentes clave:

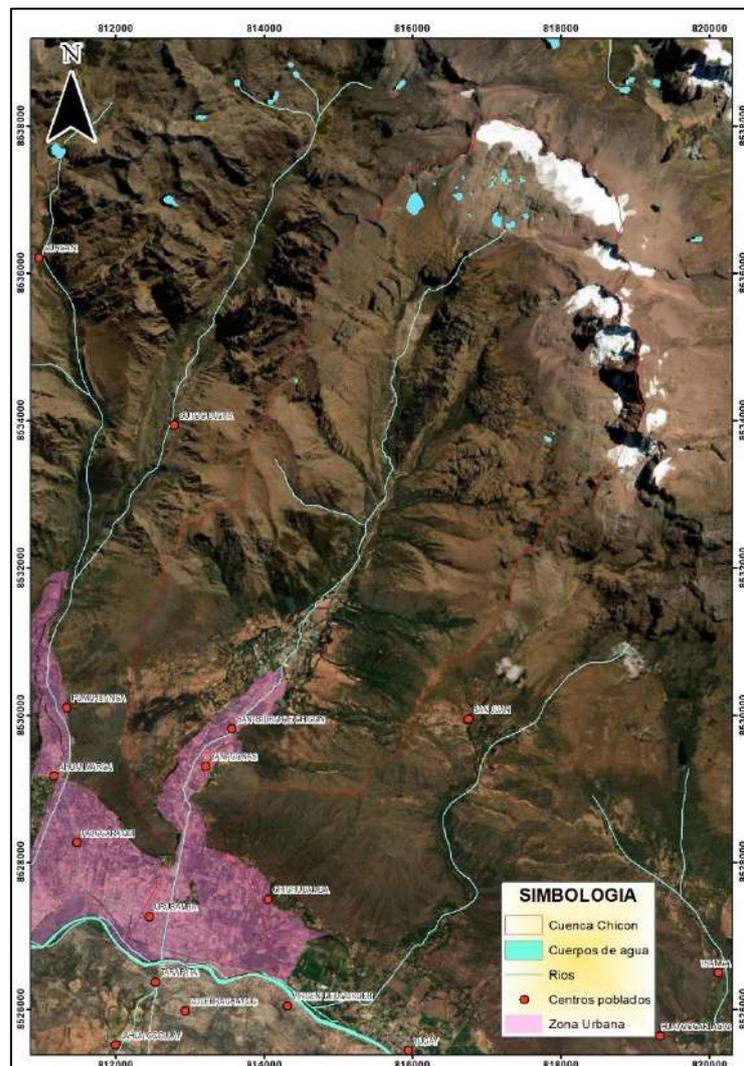
- Valderrama Murillo, P. A. (2006): En su tesis de pregrado titulada "Geología, Geodinámica y Simulación de Flujos en las Ciudades de Urubamba y Ollantaytambo," realizada en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Cárdenas, J., García, B., Concha, R., Astete, I., Zela, J., Ancco, K., Requejo, D., Carloo, V., & Flores, T. (s.f.): Su trabajo se centra en la "Evaluación geológica y geodinámica en la quebrada Chicón, específicamente en relación con el aluvión del 17 de octubre de 2010 que afectó Urubamba-Cusco." Este estudio fue realizado en la UNSAAC.
- Valderrama Murillo, P., & Roa Calumani, J. (2011): El informe técnico No. A6457 se enfoca en la "Evaluación de peligros geológicos en el Valle Sagrado de los Incas, Río Vilcanota, Distrito de Urubamba y Ollantaytambo, Provincia Urubamba, Región Cusco."
- INDECI PNUD (2012): El "Proyecto INDECI PNUD. PER/02/051" se dedica a la creación de "Ciudades sostenibles" y aborda la "Actualización y segunda etapa del estudio integral del programa Ciudades Sostenibles", incluyendo el "Mapa de Peligros", el "Plan de Usos del Suelo ante Desastres" y las "Medidas de Mitigación" en la Ciudad de Urubamba.
- (2013): Se presenta un "Resumen ejecutivo del expediente técnico" que se concentra en la "Instalación de los servicios de protección de infraestructura urbana y rural de los sectores de San Isidro, Yanacona, Chichubamba y la ciudad de Urubamba", específicamente ante la crecida del río Chicón en el distrito de Urubamba, Provincia de Urubamba – Cusco.
- Tesci Conza, L. V., & Tupa Ramos, J. R. (2016): En su tesis de pregrado exploran las "Representaciones y acciones sociales ante el desastre glaciar en la Cuenca Chicón (Urubamba)".
- Quispe Roseell, J. C., & Quito Huaman, J. L. (2017): Esta investigación se enfoca en la "Evaluación de peligros geodinámicos en la microcuenca de Chicón."
- Silva, H., Cuenca, J., & Vila, R. (2018): Su trabajo se integra en el "Proyecto "Glaciares: Gestión del Riesgo y Uso Productivo del Agua Procedente de Glaciares"" y se concentra en el "Análisis, Evaluación y Mapeo de Peligros de Remociones en Masas en la Cuenca de Chicón - Urubamba."
- Aedo Tapia, J. D., & Quispe Curasco, W. (2022): Su tesis de pregrado aborda la "Estimación del retroceso y predicción del tiempo de permanencia del Nevado Chicón" mediante el análisis multitemporal entre los años 1985-2021. Este trabajo se realizó en la Universidad Nacional Cesar Vallejo, en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

4.1.3 IDENTIFICACIÓN DEL AREA DE INFLUENCIA

De acuerdo con la información histórica, se ha observado que los impactos causados por estos fenómenos naturales llegan hasta el río Vilcanota, atravesando la ciudad de Urubamba. Por lo tanto, el área de evaluación comprende una superficie territorial de 4,025 hectáreas en la cuenca de Chicón, denominada así en honor al nevado de Chicón. Esta área presenta un perímetro con una longitud de 33.20 kilómetros.

La delimitación del ámbito de influencia se llevó a cabo mediante la identificación del Divortium Aquarium de la Cuenca de Chicón, incluyendo la parte baja que abarca más allá del punto de desagüe. Esto se hizo para considerar tanto la población como las áreas urbanas del distrito de Urubamba en el análisis.

Figura 65. Mapa de ámbito de influencia del peligro



Fuente: Elaboración Propia

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

4.1.4 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

Para una identificación precisa de los peligros, primero definimos algunos conceptos y clasificaciones de peligros conforme a las pautas establecidas por el CENEPRED.

A través de estudios previos y mapeo de campo exhaustivo, hemos logrado cartografiar tres tipos de peligros geológicos: deslizamientos, caída de rocas y flujo de detritos. Es importante destacar que los flujos de detritos se destacan como los eventos geodinámicos de mayor riesgo en el área de estudio. A continuación, proporcionamos información detallada al respecto.

4.1.4.1 ANTECEDENTES DE MOVIMIENTO DE MASAS EN LA CUENCA DEL CHICÓN.

Figura 66. . Antecedentes históricos – registrados de los huaycos de Chicón.



Fuente: Elaborado de acuerdo a Recorte periodístico Diario El comercio del Cusco – 1942, (Silva et al., 2018), (Cárdenas Roque et al., 2013)

Se cuenta con documentación de eventos de aluvión que han afectado la ciudad de Urubamba, originados por el nevado Chicón, tal como se ilustra en la figura anterior. Cada uno de estos sucesos se describe detalladamente en los párrafos siguientes.

Año 1942. Se registró un evento de aluvión de significativa magnitud en Urubamba, el cual dejó una huella duradera. Lo que distingue a este evento de manera destacada es su capacidad para transportar rocas de dimensiones impresionantes, algunas de las cuales alcanzaban tamaños notables, llegando a medir hasta 2 metros de diámetro. La persistencia de este suceso en el tiempo se manifiesta en la actualidad, con vestigios que aún se pueden apreciar en la zona conocida como Corralpampa, llegando incluso a abarcar la emblemática Avenida Mariscal Castilla. A medida que se aproximaba al sector de Ccatan, el flujo se dividió en dos direcciones: hacia el Sureste, específicamente hacia la zona de Chichubamba, afectando áreas de cultivo; y hacia el Sur, cruzando la Avenida Mariscal Castilla y obstruyéndola. (Figura 50). Como respuesta al aluvión de 1942, la comunidad de Urubamba tomó medidas significativas para protegerse. Ampliaron la Avenida Mariscal Castilla y canalizaron el Río Tullumayo. Estos eventos están documentados por INDECI y el PNUD en 2005.



Figura 67. Riachuelo Tullumayo (actual Av. Mariscal Castilla) mostrando los bloques depositados por el aluvión de 1942. B: Recorte periodístico del periódico el comercio “Urubamba la perla del Vilcanota ha sido arrasada por una avalancha de agua, lodo”.



Fuente: Recorte periodístico Diario El comercio del Cusco – 1942 tomado de (Silva et al., 2018)

Año 2010: El domingo 17 de octubre, aproximadamente a las 23:35 horas, se produjo un evento geodinámico relacionado con movimientos en masa en la región. Este incidente tuvo su origen en el nevado Chicón, donde el desprendimiento de un bloque de hielo provocó el desbordamiento de una laguna a una altitud de 4870 metros sobre el nivel del mar. Este desbordamiento resultó en un aumento en el caudal de un pequeño arroyo que fluía desde la laguna mencionada hasta la laguna Pucacocha, que se encuentra a una altitud de 4670 metros sobre el nivel del mar. A medida que este incremento en el caudal avanzaba por la quebrada de Chicón, causó la destrucción de numerosas viviendas en las localidades de Yanacona, Chichubamba y San Isidro de Chicón. En la ciudad de Urubamba, el impacto principal se produjo en la Avenida Ramón Castilla, el Jr. Arica y las calles que intersectan con estas vías, llegando incluso a afectar una esquina de la Plaza de Armas. Este fenómeno resultó en daños a alrededor de 300 viviendas, pérdida de tierras de cultivo y afectó a más de 1,200 personas, quienes fueron consideradas damnificadas por el evento.

Figura 68. A: Riachuelo Tullumayo (actual Av. Mariscal Castilla) mostrando los bloques depositados por el aluvión de 2010. B: Bloques de diferentes tamaños producto del aluvión del año 2010.



Fuente RPP Noticias y ANDINA/Percy Hurtado, fotografía tomada de municipalidad provincial de Urubamba.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274

Figura 69. a) Bocatoma colmatado con el flujo aluviónico en el sector de yanaconas, b) Carretera inundada por flujo aluviónico de detritos y de lodo, fotos tomadas luego del aluvión del 17 de octubre del 2010.



Fuente: (Cárdenas Roque et al., 2013)

4.1.5 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO

De acuerdo con las directrices establecidas por el CENEPRED en 2014, la caracterización de los peligros en la zona de estudio, específicamente en el sector Chicón, se enmarca en la categoría de riesgos de origen natural, que comprenden fenómenos relacionados con la geodinámica externa.

En este contexto, el área de estudio se encuentra expuesta a una variedad de fenómenos naturales externos, entre los que se incluyen la caída de rocas y detritos, deslizamientos y flujos de detritos. Sin embargo, en el marco de la presente investigación, se focaliza principalmente en el fenómeno natural de flujo de detritos debido a su alta incidencia, la cual está estrechamente relacionada con la configuración geográfica del territorio.

La litología, geomorfología y pendientes del sector Chicón, junto con las precipitaciones máximas registradas, desempeñan un papel fundamental en la génesis y activación de los flujos de detritos en la cuenca. Estos factores contribuyen a la presencia de flujos de detritos activos.

En el año 2018, en vista de la elevada vulnerabilidad ante peligros de origen natural, como los aluviones, se llevó a cabo un estudio en el marco del Proyecto Glaciares+, financiado por la Cooperación Suiza COSUDE y ejecutado por CARE Perú y la Universidad de Zurich. Este esfuerzo tuvo como objetivo principal contribuir al conocimiento y la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes, así como a la sensibilización de los habitantes de la cuenca Chicón a través de la creación de un Mapa de Peligros ante Remociones en Masa. Este estudio incluyó un análisis detallado, evaluación y mapeo de los peligros de remociones en masa en la cuenca, además de la realización de modelamientos numéricos con el software RAMMS en tres escenarios diferentes: pequeño, mediano y grande.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



Cuadro 13. Caracterización del Peligro.

FENÓMENO	PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN
Flujo de detritos	Altura de flujo	La ciudad de Urubamba ha experimentado seis eventos de aluvión, siendo los más notables los ocurridos en 1942 y 2010. En 1942, un aluvión de gran magnitud dejó una marca duradera al transportar rocas de dimensiones impresionantes, algunas de hasta 2 m de diámetro. En 2010, el desprendimiento de un bloque de hielo provocó el desbordamiento de la laguna Pucacocha, afectando las localidades de Yanacona, Chichubamba y San Isidro de Chicón, así como la ciudad de Urubamba, causando daños a 300 viviendas, pérdida de tierras de cultivo y afectando a más de 1,200 personas.

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

4.1.6 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO

PARÁMETRO 1: Altura de Flujo

Para el parámetro de evaluación se tomó en cuenta el modelo numérico RAMMS desarrollado por (Silva et al., 2018) en su informe de ANALISIS, EVALUACION Y MAPEO DE PELIGROS DE REMOCIONES EN MASA EN LA CUENCA DEL CHICÓN, URUBAMBA, quienes desarrollaron el análisis de tres escenarios (pequeño, mediano y grande) (ver cuadro 11).

Cuadro 14. Escenarios en relación a las magnitudes y características de los flujos.

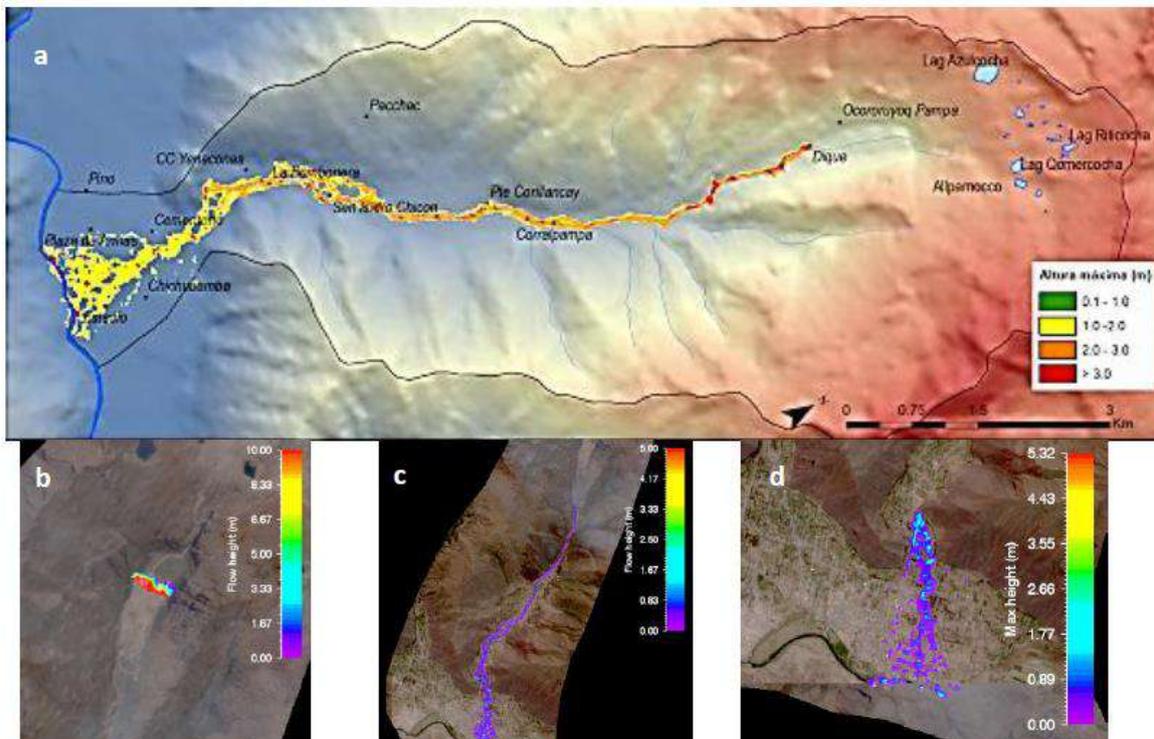
ESCENARIO	MAGNITUD	DESCRIPCIÓN
PEQUEÑO	- Volumen 75,000 m ³ - Altura de flujo promedio aproximado en el foso de 3.80 m -Material retenido en el fondo de retención de Occoruruyoc Pampa	-Simula las condiciones del aluvión (2010), recorrido: laguna Riticocha, Machiska Mocco, Rumi Qaqa, Occoruruyoc Pampa -Colmataría únicamente el foso de retención
MEDIANO	- Volumen inicial de 200,000 m ³ -Material sobrepasaría el foso y el dique de Occoruruyocpampa, llegando hasta el sector de Ccatan en 30 min desde el dique en Occoruruyoc Pampa - Caudal máximo 100 m ³ /s - Altura de flujo promedio aproximado en el fondo de 5 m	-Simula el desembalse de varias lagunas: Riticocha, Paccascascocha, Quellococha, Qomercocha, posiblemente asociado al desprendimiento de hielo del nevado Pasñaqahuarina -Afectaría viviendas, terrenos de cultivo, carreteras, acequias y puentes de las Comunidades Campesinas de San Isidro de Chicón y Yanaconas (área rural)
GRANDE	-Volumen inicial 500,000 m ³ -Volumen desde el dique 415,000 m ³ caudal máximo de 350 m ³ /s, velocidad de 5m/s, llegando al río Vilcanota en 30 min. desde el dique en Occoruruyoc Pampa -Caudal máximo de 350m ³ /s -Altura del flujo promedio aproximado en el fondo de 10 m	-Simula una gran avalancha de hielo desde el nevado Pasñaqahuarina desembalsando las lagunas Paccascascocha, Quellococha y Qomercocha, causando el colapso de gran parte de la morrena Allpamocco -Afectaría viviendas, terrenos de cultivo, carreteras, acequias, puentes de las Comunidades Campesinas de San Isidro de Chicón, Yanaconas, Chichubamba (área rural), la calle Mariscal Castilla (Tullumayo) y calles aledañas (área urbana) así como el comercio existente en estas.

Fuente: (Silva et al., 2018)



Para este análisis se tomó en consideración el análisis de escenario, la cual es más pesimista y sugiere una gran avalancha de hielo desde el nevado Pasñaqahuarina que desembalsa las tres lagunas Paccascacocha, Quellococha y Qomercocha, causando el colapso de una gran parte de la morrena Allpamocco, asociado del plano de deslizamiento a favor de la pendiente, contacto roca suelo y la presencia de manantes. Al igual que el escenario mediano el material solido transportado se depositaria en las obras civiles ubicadas en Occoruruyoc Pampa, sin embargo, el agua y parte del material solido seguiría su camino hacia el rio Vilcanota erosionando la morrena existente por debajo del dique. A su paso afectaría las comunidades de San isidro de Chicón, Yanaconas, Chichubamba e inclusive el área urbana de Urubamba.

Figura 70. Modelamiento del escenario grande 500,000 m3 a) Zona de ruptura en el sector de Occoruruyoc Pampa y dirección del flujo hacia el SO llegando a la ciudad de Urubamba, b) Parte del flujo se retiene en el Foso de retención llegando a una altura máxima de 10 m. c) El flujo sobrepasa el dique regulador llegando hasta la ciudad de Urubamba, d) Acercamiento del modelamiento en el escenario más grande en relación a las posibles afectaciones a la ciudad de Urubamba.



Fuente: UZH 2018 tomado de (Silva et al., 2018)

(Silva et al., 2018) simularon una zona de ruptura en la parte alta de la cuenca a 324 m al Sur de la laguna Qomercocha tomando en consideración el material in consolidado de la morrena Allpamocco y tendría un volumen inicial de 500,000 m3 (agua y material sólido), sobrepasando ampliamente el Foso de retención de sólidos y flujos extremos, así como el dique regulador. A partir del dique se hace correr el modelo nuevamente, con un volumen de 415,000 m3, un caudal máximo de 350m3/s y una velocidad de 5 m/s en la zona de reinicio del modelamiento. De este análisis se obtiene que el flujo llega al área urbana de Urubamba en 30 min desde el reinicio por debajo de la pampa Occoruruyoc. (Fig. 20 a, b, c). Posteriormente los resultados del modelamiento se traducen en mapas de intensidades de coloraciones distintas (flujo > 1m = intensidad alta; flujo < 1m = intensidad media). En los que se excluyeron los flujos < 0.1m, debido a que estos datos no muestran confianza en sus resultados.



Cuadro 15. Altura de flujo.

DESCRIPTOR	DESCRIPCION
D1	>35 m
D2	30 – 35 m
D3	20 – 30 m
D4	10 – 20 m
D5	0.1 – 10 m

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 16. Matriz de comparación de pares del parámetro de Altura de flujo.

DESCRIPTORES	>35 m	30 – 35 m	20 – 30 m	10 – 20 m	0.1 – 10 m
>35 m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
30 – 35 m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
20 – 30 m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
10 – 20 m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
0.1 – 10 m	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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 17. Matriz de normalización del parámetro de Altura de flujo

DESCRIPTORES	>35 m	30 – 35 m	20 – 30 m	10 – 20 m	0.1 – 10 m	Vector Priorización
>35 m	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
30 – 35 m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
20 – 30 m	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
10 – 20 m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
0.1 – 10 m	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 18. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para la Altura de flujo

IC	0.061
RC	0.054

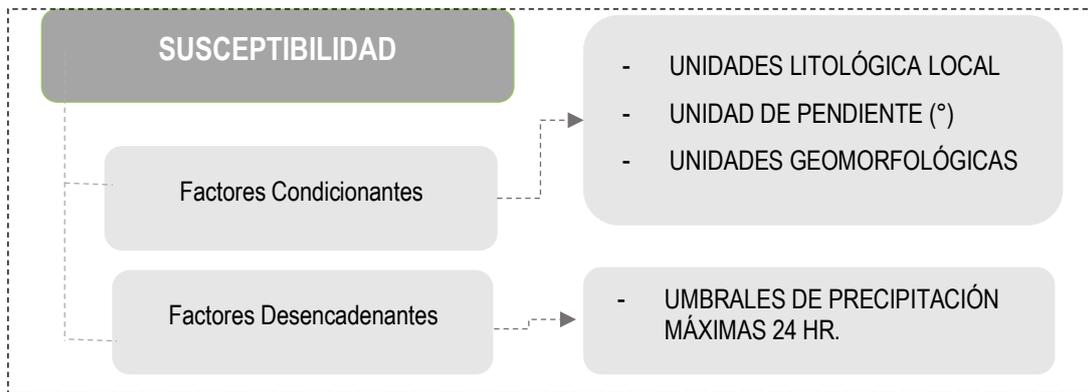
Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

4.1.7 SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO ANTE EL PELIGRO

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

En la zona de estudio para la determinación de la susceptibilidad geológica se evaluarán los aspectos de unidades geológicas (Litología), unidades geomorfológicas, unidades de pendiente ($^{\circ}$), que definirán el grado de susceptibilidad a flujo de detritos rotacional, que son desencadenados por la precipitación. Ver **Figura 71**.

Figura 71. Determinación de la susceptibilidad



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

4.1.7.1 ANÁLISIS DEL FACTOR DESENCADENANTE

Las Lluvias de gran intensidad y corta duración, o de moderada intensidad y larga duración; generalmente en los meses de invierno, o en presencia de El Niño; juega un papel muy importante para la ocurrencia de los flujo de detritos (INGEMMET, 2021). Cabe precisar que la actividad sísmica regional en la zona son factores desencadenantes, sin embargo, estos ocurren en periodos muy largos por lo cual no se consideró en este análisis.

Para el factor desencadenante, se consideró a los Umbrales de Precipitación y factor de intensidad de precipitación (ver **Cuadro 19**), las cuales fueron determinadas a partir de la estación meteorológica de Urubamba disponibles en el ámbito de estudio que cuentan con datos de precipitación diaria y máxima en 24 hr, y cuentan con periodos que varían en general de año 1971 hasta 2023.



Cuadro 19. Umbrales de precipitación máximas 24 hr. - factor de intensidad de precipitación

CARACTERIZACIÓN DE LLUVIAS	UMBRAL DE PRECIPITACIÓN - PERCENTILES	UMBRALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMAS 24 HR	PERIODO DE RETORNO
Poca lluvia	Precipitación $PP \leq p75$	<16.5	<2
Lluvioso	Precipitación diaria $p75 < pp \leq p90$	$16.5 < PP \leq 21.0$	2
Moderadamente lluvioso	Precipitación diaria $p90 < pp \leq p95$	$21.0 < PP \leq 25.5$	3
Muy lluvioso	Precipitación diaria $p95 < pp \leq p99$	$25.5 < PP \leq 31.0$	10
Extremadamente lluvioso	Precipitación diaria $pp \geq p99$	> 31.0	≥ 20

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Parámetro: UMBRALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMAS 24 HR

La precipitación en la cuenca de Chicón es uno de los factores muy importantes para la presente evaluación por flujo de detritos, ya que, a intensidades mayores de precipitación en 24 hrs, los flujos de detritos activos pudrían aumentar su velocidad y desplazamiento. Para la obtención de los pesos ponderados de este parámetro, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. En los siguientes cuadros se muestran los resultados.

Cuadro 20. Matriz de comparación de pares del parámetro de Umbrales de precipitación máximas 24 hr

DESCRIPTORES	Extremadamente lluvioso (> 31.0)	Muy lluvioso (25.5 < PP ≤ 31.0)	Lluvioso (21.0 < PP ≤ 25.5)	Moderadamente lluvioso (16.5 < PP ≤ 21.0)	Poca Lluvia (<16.5)
Extremadamente lluvioso (> 31.0)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Muy lluvioso (25.5 < PP ≤ 31.0)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Lluvioso (21.0 < PP ≤ 25.5)	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Moderadamente lluvioso (16.5 < PP ≤ 21.0)	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Poca Lluvia (<16.5)	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



Cuadro 21. Matriz de normalización del parámetro de Umbrales de precipitación máximas 24 hr

DESCRIPTORES	Extremadament e lluvioso (> 31.0)	Muy lluvioso (25.5 <PP≤ 31.0)	Lluvioso (21.0 < PP≤ 25.5)	Moderadamente lluvioso (16.5<PP≤ 21.0)	Poca Lluvia (<16.5)	Vector Priorización
Extremadamente lluvioso (> 31.0)	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Muy lluvioso (25.5 <PP≤ 31.0)	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
Lluvioso (21.0 < PP≤ 25.5)	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Moderadamente lluvioso (16.5<PP≤ 21.0)	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Poca Lluvia (<16.5)	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 22. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de de Umbrales de precipitación máximas 24 hr.

IC	0.017
RC	0.015

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

4.1.7.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

La litología, la geomorfología y la pendiente natural de los terrenos o laderas de montañas con fuerte a muy fuerte declive son factores condicionantes muy importantes para la ocurrencia del flujo de detritos. Además, las formaciones o depósitos superficiales originados por movimientos en masa antiguos (suelos aluviales, coluviales y coluvio-deluviales) suelen ser los aportantes para la generación de los flujos de detritos.

Para la determinación de los factores condicionantes, se ha identificado 03 parámetros de evaluación (litoestratigráfica, pendiente del terreno y geomorfología), a las cuales se le asignó valores de priorización según el método de jerarquías analíticas de SAATY, las cuales se muestran a continuación:

Cuadro 23. Vector de priorización del factor condicionante

PARÁMETRO	DESCRIPCION	VECTOR PRIORIZACIÓN
Litológica	Unidades litológicas de la cuenca de Chicón	0.539
Unid. Geomorfológica	Unidades geomorfológicas de la cuenca de Chicón	0.297
Pendiente del terreno	Pendientes locales de la cuenca de Chicón	0.164

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Parámetro: UNIDADES LITOLÓGICAS LOCALES

Este factor condicionante se considera tomando en cuenta la base del mapa geológico local, diferenciando la calidad de los materiales rocos y suelos en su disposición en el medio, siendo que a

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR FLUJO DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE CHICÓN, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE URUBAMBA - CUSCO



mayor calidad de roca menor será la probabilidad de ocurrencia del peligro flujo de detritos y a menor consolidación del suelo la probabilidad de ocurrencia del mismo evento será mayor.

Para la determinación y análisis de este parámetro se ha identificado 18 descriptores, las cuales se han agrupado de acuerdo a las características físicas y génesis de cada uno, así como se denota en el siguiente cuadro:

Cuadro 24. Matriz de comparación de pares del parámetro

DESCRIPTORES	Descripción
D1	Depósito Fluvio-Aluviales, Depósitos Fluvio glaciares
D2	Deposito Aluvial 2, depósitos Aluvio glaciares
D3	Depósito aluvial 1, Depósito fluvial, Deposito Coluvial, depósitos Glaciares, Deposito coluvio-deluviale
D4	Formación Ayabacas, Formación Chilca, Formación Maras, Formación Puquin
D5	Unidad Choquezafra, formación Ananea, formación Kayra, formación Huancane, formación Pachatusan, formación Paucarbamba,

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

Cuadro 25. Matriz de comparación de pares del parámetro

DESCRIPTORES	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
D2	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
D3	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
D4	0.17	0.25	0.50	1.00	3.00
D5	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.92	7.75	13.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.20	0.13	0.08	0.05

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

Cuadro 26. Matriz de normalización del parámetro

DESCRIPTORES	D1	D2	D3	D4	D5	Vector Priorización
D1	0.533	0.610	0.516	0.450	0.364	0.495
D2	0.178	0.203	0.258	0.300	0.273	0.242
D3	0.133	0.102	0.129	0.150	0.182	0.139
D4	0.089	0.051	0.065	0.075	0.136	0.083
D5	0.067	0.034	0.032	0.025	0.045	0.041

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



Cuadro 27. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC)

IC	0.033
RC	0.030

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Parámetro: GEOMORFOLOGÍA

Las unidades geomorfológicas están en función de la forma y origen del terreno por lo que se considera que las formas más pronunciadas serán zonas con mayor probabilidad de ocurrencia de un flujo de detritos y las menos pronunciadas o llanas tendrán menos probabilidad de ocurrencia.

Para la determinación y análisis de este parámetro se ha identificado 15 descriptores, las cuales se han agrupado de acuerdo al comportamiento y características de cada uno, así como se denota en el siguiente cuadro:

Cuadro 28. Descriptores de geomorfología

DESCRIPTORES	DESCRIPCION
D1	Cauce de Quebrada
D2	Abanico aluvial, Terraza fluvial glaciar, Carcavas
D3	Terraza Aluvial, Morrenas, Valle Glaciar
D4	Arista Glaciar, Circo Glaciar, Horns, Ladera, Laderas con deslizamiento
D5	Crestas, Ladera Abruptas, Terraza Fluvial

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 29. Matriz de comparación de pares del parámetro

DESCRIPTORES	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
D2	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
D3	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
D4	0.17	0.25	0.50	1.00	3.00
D5	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.92	7.75	13.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.20	0.13	0.08	0.05

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



Cuadro 30. Matriz de normalización del parámetro

DESCRIPTORES	D1	D2	D3	D4	D5	D1
D1	0.533	0.610	0.516	0.450	0.364	0.495
D2	0.178	0.203	0.258	0.300	0.273	0.242
D3	0.133	0.102	0.129	0.150	0.182	0.139
D4	0.089	0.051	0.065	0.075	0.136	0.083
D5	0.067	0.034	0.032	0.025	0.045	0.041

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 31. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC)

IC	0.033
RC	0.030

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Parámetro: PENDIENTES DEL TERRENO (°)

Al evaluar el peligro de flujo de detritos en la cuenca de Chicón, el parámetro de pendiente se evaluó de la siguiente manera, en las zonas de menor pendiente mayor será la probabilidad de acumulación de un flujo.

Para la determinación y análisis de este parámetro se ha identificado 05 descriptores, la cuales se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 32. Descriptores de la Pendiente del terreno.

DESCRIPTORES	DESCRIPCION	VECTOR PRIORIZACION
<5°	Terrenos llanos	0.503
5°<=P<15°	Pendiente moderada	0.260
15°<=P<25°	Pendiente fuerte	0.134
25°<=P<45°	Pendiente muy fuerte o escarpado	0.068
45°<=	Pendiente muy escarpada	0.035

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



Cuadro 33. Matriz de comparación de pares del parámetro

DESCRIPTORES	<5	5<=P<15	15<=P<25	25<=P<45	45<=
<5°	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
5°<=P<15°	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
15°<=P<25°	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
25°<=P<45°	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
45°<=	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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 34. Matriz de normalización del parámetro

DESCRIPTORES	<5	5<=P<15	15<=P<25	25<=P<45	45<=	Vector Priorización
<5°	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
5°<=P<15°	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
15°<=P<25°	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
25°<=P<45°	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
45°<=	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 35. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC)

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

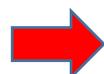


4.1.8 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SUSCEPTIBILIDAD

Cuadro 36. Ponderación de los parámetros de susceptibilidad

FACTORES CONDICIONANTES (FC)										
UNID. LITOESTRATIGRÁFICO			UNID. GEOMORFOLÓGICA			PENDIENTE DEL TERRENO			VALOR	PESO
Descriptores	Pdesc	Ppar	Descriptores	Pdesc	Ppar	Descriptores	Pdesc	Ppar		
Depósito Fluvio-Aluviales, Depositos Fluvio glaciares	0.495	0.557	Cauce de Quebrada	0.495	0.320	<5	0.503	0.123	0.496	0.8
Deposito Aluvial 2, Depositos Aluvio glaciares	0.242	0.557	Abanicos aluviales, Terraza fluvial glaciar, Carcavas	0.242	0.320	5<=P<15	0.260	0.123	0.245	0.8
Depósito aluvial 1, Depósito fluvial, Deposito Coluvial, Depositos Glaciares, Deposito coluvio-deluviale	0.139	0.557	Terraza Aluvial, Morrenas, Valle Glaciar	0.139	0.320	15<=P<25	0.134	0.123	0.139	0.8
Formación Ayabacas, Formación Chilca, Formación Maras, Formación Puquin	0.083	0.557	Arista Glaciar, Circo Glaciar, Horns, Ladera, Laderas con deslizamiento	0.083	0.320	25<=P<45	0.068	0.123	0.081	0.8
Unidad Choquezafra, Formacion Ananea, Formacion Kayra, Formación Huancane, Formación Pachatusan, Formación Paucarbamba,	0.041	0.557	Crestas, Ladera Abruptas, Terraza Fluvial	0.041	0.320	45<=	0.035	0.123	0.040	0.8

FACTOR DESENCADENANTE (FD)		
UMBRAL DE PRECIPITACIÓN MÁXIMAS 24 HR.		
Descriptores	VALOR	PESO
Extremadamente lluvioso (> 31.0)	0.416	0.2
Muy lluvioso (25.5 <PP≤ 31.0)	0.262	0.2
Lluvioso (21.0 < PP≤ 25.5)	0.161	0.2
Moderadamente lluvioso (16.5<PP≤ 21.0)	0.099	0.2
Poca Lluvia (<16.5)	0.062	0.2



SUSCEPTIBILIDAD (S)		PARÁMETROS DE EVALUACIÓN (PE)		
VALOR	PESO	ALTURA DE FLUJO	VALOR	PESO
		Descriptores		
0.480	0.50	Muy inestable	0.503	0.5
0.248	0.50	Inestable	0.260	0.5
0.143	0.50	Ligeramente estable	0.134	0.5
0.085	0.50	Estable	0.068	0.5
0.044	0.50	Muy Estable	0.035	0.5

VALOR DE PELIGRO
0.491
0.254
0.139
0.076
0.040

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.



4.1.9 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN ÁREAS SUSCEPTIBLES

Comprenden elementos de la población, viviendas e infraestructuras. Estos elementos se encuentran expuestos en área potencial del impacto o de peligrosidad muy alta, alta, media y baja por flujo de detritos, los que probablemente ante la ocurrencia del peligro serán afectados directamente y sufrirán sus efectos de cada nivel.

4.1.9.1 POBLACIÓN

Para la cantidad de la población en la cuenca de Chicón, se emplearon datos del Catastro Urbano para determinar la cantidad de población, los cuales se complementaron con encuestas en campo, realizada en octubre del 2023; todo este proceso se validó mediante los registros de RENIEC actualizados hasta junio de 2023, junto con la proyección de población proporcionada por el INEI para el año 2023.

En la cuenca de Chicón residen 8090 habitantes, distribuidos entre zonas urbanas (60.86%) y zonas urbanas rurales (30.14%). El centro poblado de Urubamba constituye la zona urbana, mientras que los centros poblados de Chichubamba, Yanacona y San Isidro Chicón conforman la zona urbano-rural.

Cuadro 37. Población expuesta al flujo de detrito.

Población	Total (Habitantes)	Hombre	Mujer
Urbana	4923	2402	2521
Urbana - rural	3167	1545	1622
TOTAL	8090	3947	4143

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

4.1.9.2 VIVIENDAS E INFRAESTRUCTURAS

En la cuenca de Chicón, se tiene un total de 1311 infraestructuras de viviendas expuesta. Estas han sido clasificadas según sus características constructivas, y se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro 38. Distribución de viviendas de la cuenca de Chicón, según su característica constructiva.

Tipo de Material	Cantidad de viviendas
Adobe	809
Concreto armado	401
Ladrillo con barro sin vigas y columnas	60
Ladrillo y/o bloqueta	41
TOTAL	1311

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 25724



A) INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

En la cuenca de Chicón, se tiene un total de 23 infraestructuras de educación expuesta. Estas han sido clasificadas según su nivel educativo, y se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro 39. Distribución de la infraestructura educativa de la cuenca de Chicón, según el Nivel educativo

Nivel educativo	Cantidad
Inicial	9
Primaria	5
Primaria secundaria	4
Secundaria	2
Superior Instituto	2
Centro de Capacitación	1
TOTAL	23

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

B) INFRAESTRUCTURA SALUD

En la cuenca de Chicón, se tiene un total de 8 infraestructuras de salud expuesta. Estas han sido clasificadas según su categoría, y se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro 40. Distribución de la infraestructura de salud de la cuenca de Chicón según su Categoría.

Categoría	Cantidad
Centro de Salud I-4 ESSALUD	1
Centro de Salud I-4 SIS	1
Clínica	3
Puesto de Salud	3
TOTAL	8

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

C) INFRAESTRUCTURA ADMINISTRATIVO

En la cuenca de Chicón, se tiene un total de 10 infraestructuras de salud expuesta. Estas han sido clasificadas según su descripción de uso, y se detallan en el cuadro siguiente.





Cuadro 41. Distribución de la infraestructura administrativa de la cuenca de Chicón según su descripción de uso.

Descripción de uso	Cantidad
Entidades Bancarias	4
Locales de gobierno local	3
Administrativo Otros	3
TOTAL	10

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

D) INFRAESTRUCTURA CULTURAL

En la cuenca de Chicón, se tiene un total de 2 infraestructuras de culturales expuesta. Estas han sido clasificadas según su descripción de uso, y se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro 42. Distribución de la infraestructura cultural de la cuenca de Chicón según Descripción de uso.

Descripción de Uso	Cantidad	Arena (m2)
Museo	1	531.21
Centro Cultural	1	367.50
TOTAL	2	898.71

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

E) INFRAESTRUCTURA SEGURIDAD

En la cuenca de Chicón, se tiene un total de 3 infraestructuras de seguridad expuesta. Estas han sido clasificadas según su descripción de uso, y se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro 43. Distribución de la infraestructura de seguridad de la cuenca de Chicón, según su descripción de uso.

Descripción de Uso	Cantidad	Arena (m2)
Comisaria	1	1064.53
Compañía de Bomberos	1	377.32
Sub Estación de Telecomunicaciones	1	345.35
TOTAL	3	1787.20

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP. 257274



F) INFRAESTRUCTURA RECREACIÓN PUBLICA

En la cuenca de Chicón, se tiene un total de 12 infraestructuras de recreación pública expuesta. Estas han sido clasificadas según su tipo, y se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro 44. Distribución de la infraestructura de la cuenca de Chicón según el Nivel educativo

Tipo de recreación Pública	Cantidad
Área verde	3
Campo deportivo	5
Parques/Plaza	4
TOTAL	12

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

G) INFRAESTRUCTURA PATRIMONIO CULTURAL

En la cuenca de Chicón, se tiene un total de 2 infraestructuras de patrimonio cultural expuesta, las cuales tienen un reconocimiento con resolución directoral mediante la Ministerio de Cultura, y se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro 45. Distribución de la infraestructura de patrimonio cultural de la cuenca de Chicón

Patrimonio cultural	Descripción	Área (m2)
SITIO ARQUEOLOGICO DE QESPIHUANKA	Conformado por recintos con hornacinas y andenes a base de piedras revestido con arcilla. RES.DIR.NAC.N°516/INC-2003	112987.17
SITIO ARQUEOLOGICO DE QOCHASUNTUR	sitio de adoración al agua, conformado por un recinto de muro fino y a la parte superior con adobe Inca. RES.DIR.NAC.N°518/INC-2003	29316.90
TOTAL		142304.07

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

H) INFRAESTRUCTURA OTROS USOS

En la cuenca de Chicón, se tiene un total de 13 infraestructuras de otros usos expuesta. Estas han sido clasificadas según su descripción de uso, y se detallan en el cuadro siguiente.

Cuadro 46. Distribución de la infraestructura de otros usos de la cuenca de Chicón según su descripción de uso

Descripción de uso	Cantidad
Asistencia Social	4
Cementerio	1





Descripción de uso	Cantidad
coliseo	1
religioso	3
reservorios	3
Ruedo de toros (cultural)	1
TOTAL	13

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

4.1.9.3 INFRAESTRUCTURA VIAL

En la cuenca de Chicón, se tiene un total de 30915.04 m lineales de infraestructuras vial expuesta. Estas han sido clasificadas según su tipo de vía, y se detallan en el cuadro siguiente.

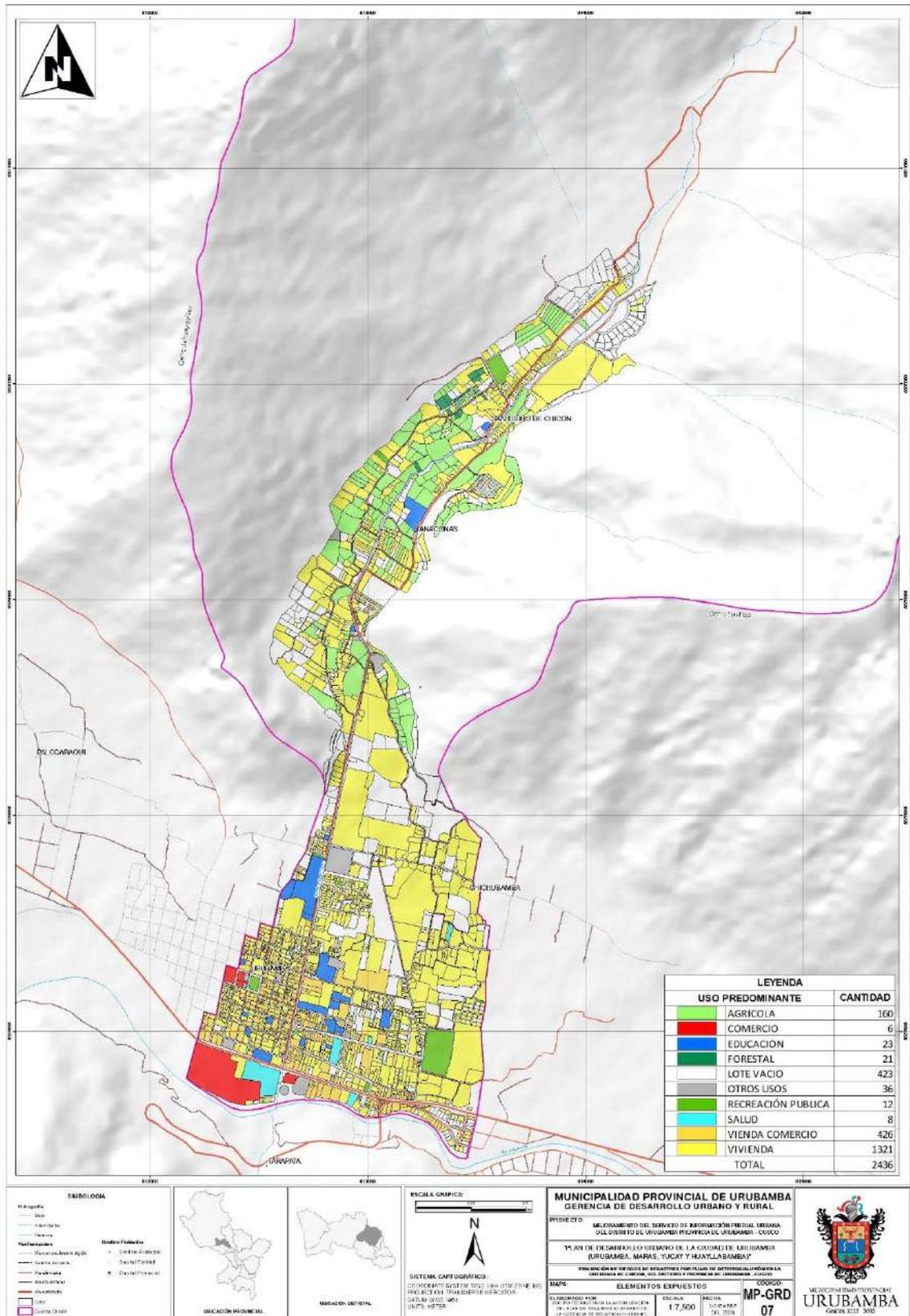
Cuadro 47. Distribución de la infraestructura de otros usos de la cuenca de Chicón según su descripción de uso

Tipo de vía	Longitud (m)
Trocha afirmada	2849.94
Trocha sin afirmar	9968.75
Vía asfaltada	7612.29
Vía con pavimento rígido	10484.05
TOTAL	30915.04

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.



Figura 72. Mapa de Elementos Expuesto de la cuenca de Chicón



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023. Adaptado de CENEPRED, 2014.



4.1.10 DEFINICIÓN DE ESCENARIO

Para la definición de escenarios se tomó en cuenta el modelo numérico RAMMS desarrollado por (Silva et al., 2018) en su informe de ANALISIS, EVALUACION Y MAPEO DE PELIGROS DE REMOCIONES EN MASA EN LA CUENCA DEL CHICÓN, URUBAMBA, quienes desarrollaron el análisis de tres escenarios (pequeño, mediano y grande), donde el Escenario grande.- Es el más pesimista y sugiere una gran avalancha de hielo desde el nevado Pasñaqahuarina que desembalsa las tres lagunas Paccascacocha, Quellococha y Qomercocha, causando el colapso de una gran parte de la morrena Allpamocco, asociado del plano de deslizamiento a favor de la pendiente, contacto roca suelo y la presencia de manantes. Al igual que el escenario mediano el material solido transportado se depositaría en las obras civiles ubicadas en Occoruruyoc Pampa, sin embargo, el agua y parte del material solido seguiría su camino hacia el rio Vilcanota erosionando la morrena existente por debajo del dique. A su paso afectaría las comunidades de San isidro de Chicón, Yanaconas, Chichubamba e inclusive el área urbana de Urubamba.

3.1.11 NIVELES DE PELIGRO

En el siguiente cuadro se muestran los niveles de peligro y sus respectivos umbrales obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro 48. Nivel de peligrosidad por flujo de detritos de la cuenca Chicón.

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.254	<	P	≤	0.491
ALTO	0.139	<	P	≤	0.254
MEDIO	0.076	<	P	≤	0.139
BAJO	0.040	≤	P	≤	0.076

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.





3.1.12 ZONIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

Cuadro 49. Zonificación del nivel de peligrosidad por flujo de detritos de la cuenca Chicón.

NIVELES DE PELIGRO	DESCRIPCION	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Zonas de depósito Fluvio-Aluviales, Depósitos Fluvio - glaciares, predominantemente de cauces de ríos, geomorfológicamente esta zona corresponde predominantemente a fondo de valle fluvial, con pendiente plana a moderadamente inclinada (0°-5°); desencadenados con umbrales de precipitaciones máximas en 24 hr. mayores a 31.0, con un escenario GRANDE, con volumen desde el dique 415,000 m ³ <, caudal máximo de 350 m ³ /s, velocidad de 5m/s, con altura del flujo promedio aproximado en el fondo de 10 m	0.254<P≤0.491
PELIGRO ALTO	Zonas de depósito-Aluviales, Depósitos Aluvio - glaciares, predominantemente de depósitos fluviales, geomorfológicamente esta zona corresponde predominantemente a terrazas aluviales, terrazas fluvio glaciares con pendiente fuertemente inclinada (5°-15°); desencadenados con umbrales de precipitaciones máximas en 24 hr. muy lluvioso (25.5 <PP≤ 31.0), con un escenario GRANDE, con volumen desde el dique 415,000 m ³ <, caudal máximo de 350 m ³ /s, velocidad de 5m/s, con altura del flujo promedio aproximado en el fondo de 10 m	0.139<P≤0.254
PELIGRO MEDIO	Zonas de depósito aluvial 1, fluvial, Glaciares, coluvio-deluviales; geomorfológicamente esta zona corresponde a fondo de valle aluvial encañonado, con pendiente moderadamente empinado (15°-25°); desencadenados con umbrales de precipitaciones máximas en 24 hr. lluvioso (21.0 < PP≤ 25.5), con un escenario MEDIANO, con volumen desde el dique 200,000 m ³ <, caudal máximo de 100 m ³ /s, con altura del flujo promedio aproximado en el fondo de 5 m.	0.076<P≤0.139
PELIGRO BAJO	Zonas predominantemente de depósitos coluviales y afloramientos de rocas de granitos y las formaciones de Ayabacas, Chilca, Maras, Puquin. Esta zona geomorfológicamente corresponde predominantemente a laderas empinadas, cimas, con pendientes empinadas (25°-45°) y extremadamente empinadas (mayores a 45°); con umbrales de precipitaciones máximas en 24 hr Moderadamente lluvioso (16.5<PP≤ 21.0) y con poca Lluvia (<16.5), con un escenario PEQUEÑO, con volumen desde el dique 75,000 m ³ <, con altura del flujo promedio aproximado en el fondo de 3.8 m.	0.040≤P≤0.076

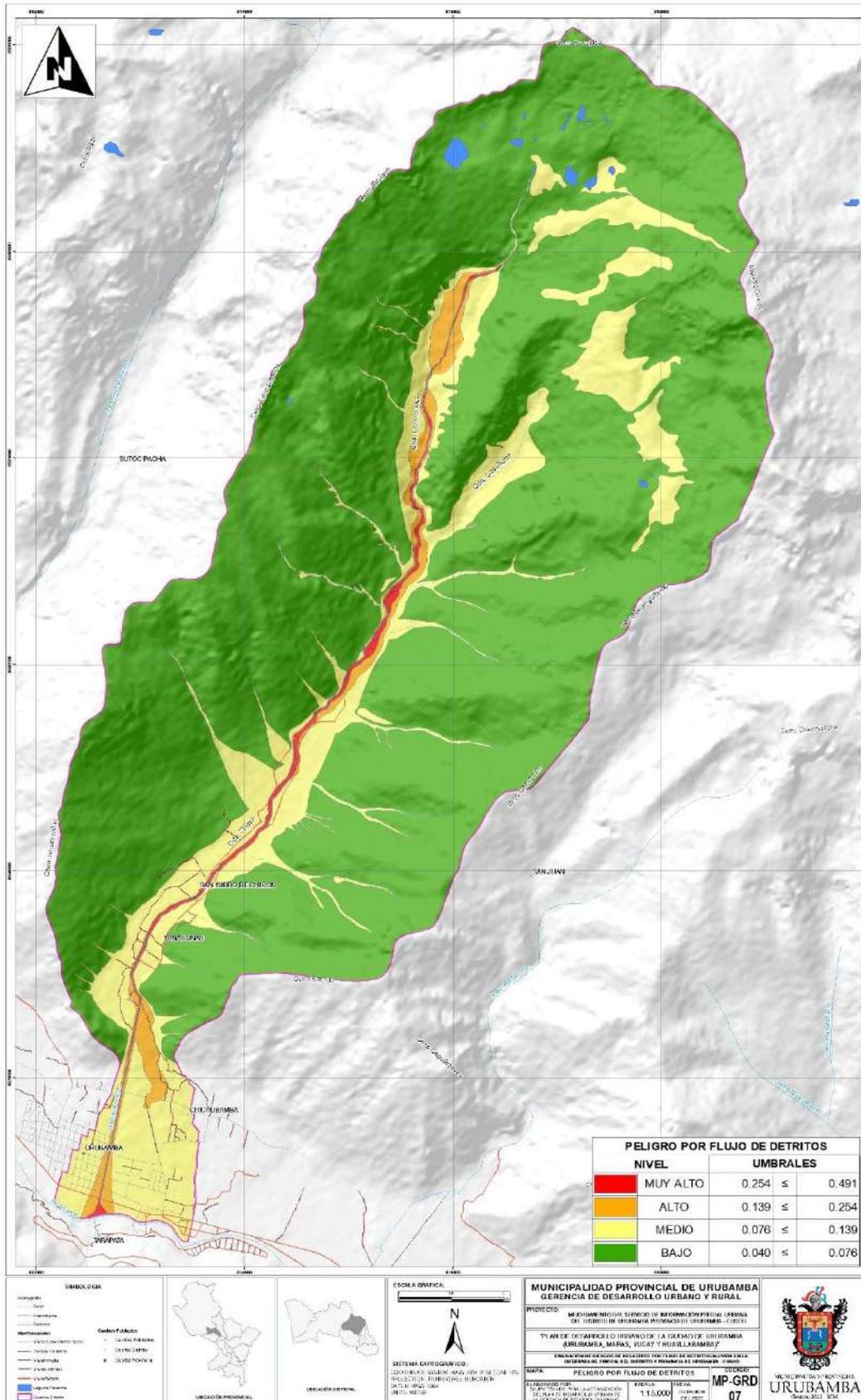
Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

Es fundamental destacar que, al adoptar un enfoque de cuenca, nuestra evaluación se llevó a cabo a una escala de 1/15000 (una escala amplia). Esta elección puede dificultar la visualización de los niveles de peligro (Figura 73), especialmente el nivel de peligro MUY ALTO. No obstante, en el shapefile y los anexos adjuntos, se podrán observar con mayor detalle las características del flujo.

COL. G. DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP. 257274



Figura 73. Mapa de Peligros por flujo de detritos/Aluvi3n de la cuenca de Chic3n



Elaboraci3n: Equipo t3cnico PDU Urubamba, 2023. Adaptado de CENEPRED, 2014.

CAPITULO V. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

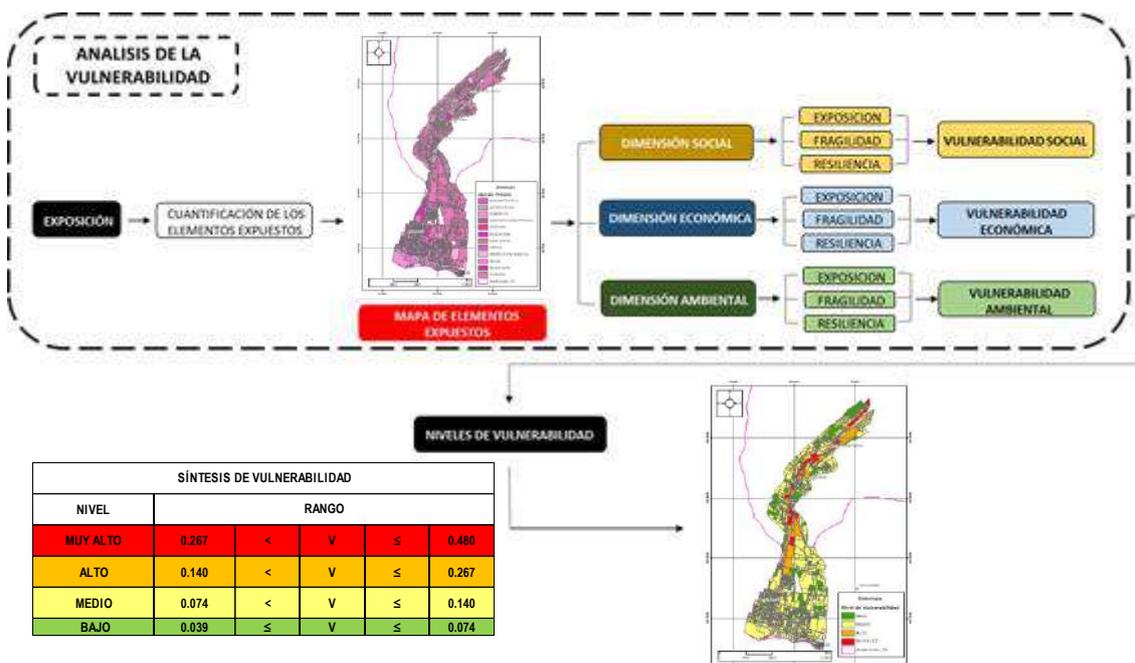
La Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, definen a la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, de la estructura física o de las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. En ese contexto, analizar la vulnerabilidad de la población de la cuenca de Chicón y de los elementos económicos y ambientales expuestos en el centro poblado en un momento dado, en base a los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, coadyuva a establecer medidas y/o mecanismos para reducir su vulnerabilidad frente al peligro de flujo de detritos.

5.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para realizar el análisis de vulnerabilidad en la cuenca de Chicón se ha considerado las dimensiones social, económica y ambiental, empleando para ello la metodología definida en el “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 02 versión” elaborada por el CENEPRED.

En la siguiente figura se esquematiza la metodología para el análisis de la vulnerabilidad.

Figura 74. Metodología para análisis de vulnerabilidad en la cuenca de Chicón



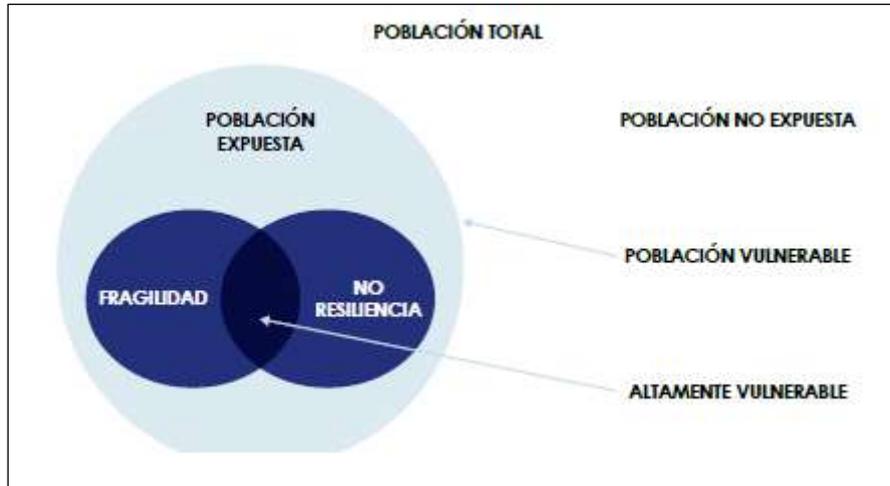
Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023. Adaptado de CENEPRED, 2014.

5.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD EN LA CUENCA DE CHICÓN

Para llevar a cabo el análisis de vulnerabilidad en la cuenca de Chicón, se utilizó una combinación de datos actualizados obtenidos en campo, complementados con la información catastral del proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN PREDIAL URBANA DEL DISTRITO DE URUBAMBA, PROVINCIA DE URUBAMBA-CUSCO". Esta estrategia de investigación directa en el campo proporcionó un entendimiento detallado y reciente de las condiciones locales, abordando elementos como la infraestructura, el uso del suelo y las dinámicas socioeconómicas, lo que enriqueció notablemente el análisis de vulnerabilidad.

Además de esta recolección de datos primarios, se enriqueció el estudio con la información proveniente del Censo Nacional 2017: XII de Población del INEI y datos del geo servidor SIGRID-CENEPRED. Esta amplia variedad de fuentes aportó a garantizar una evaluación completa y precisa de la vulnerabilidad en el distrito de Urubamba.

Figura 75. Distribución de la población en términos de la vulnerabilidad



Fuente: CENEPRED. Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 02 versión.

Figura 76. Viviendas construidas con adobe y tejas, comunidad campesina Yanaconas Chicón.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 50. Matriz de comparación de pares de las dimensiones de vulnerabilidad

COL. DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



DESCRIPTORES	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION SOCIAL	DIMENSION AMBIENTAL
DIMENSION ECONOMICA	1.00	2.00	4.00
DIMENSION SOCIAL	0.50	1.00	2.00
DIMENSION AMBIENTAL	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.75	3.50	7.00
1/SUMA	0.57	0.29	0.14

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 51. Matriz de Normalización de pares de las dimensiones de vulnerabilidad

DESCRIPTORES	DIMENSION ECONOMICA	DIMENSION SOCIAL	DIMENSION AMBIENTAL	VECTOR PRIORIZACIÓN
DIMENSION ECONOMICA	0.571	0.571	0.571	0.571
DIMENSION SOCIAL	0.286	0.286	0.286	0.286
DIMENSION AMBIENTAL	0.143	0.143	0.143	0.143

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 52. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de las dimensiones de vulnerabilidad

IC	0.017
RC	0.015

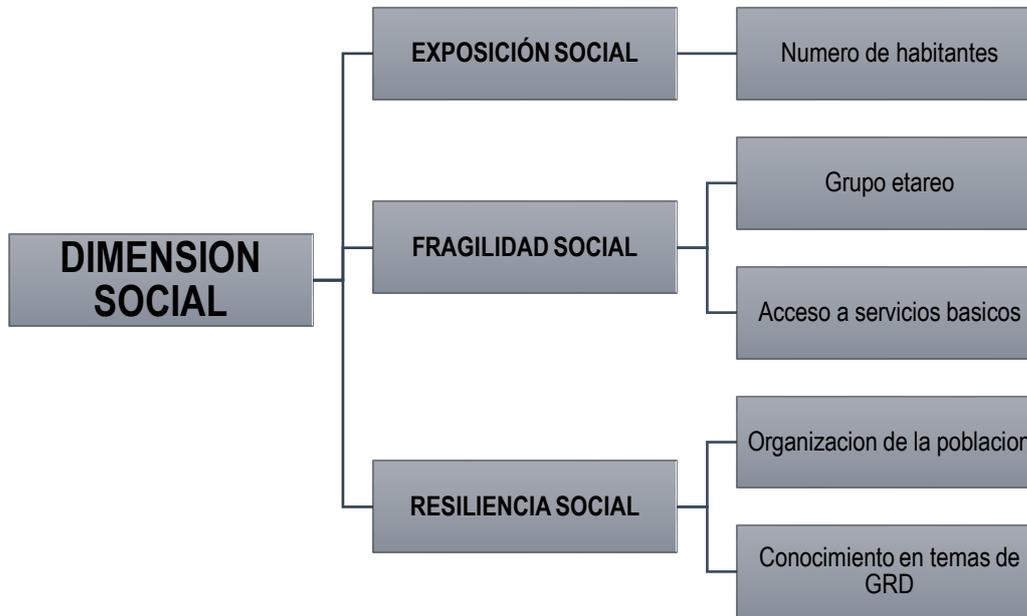
Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.



5.2.1 VULNERABILIDAD SOCIAL

Para determinar la vulnerabilidad social se analizó los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, que se muestran en la siguiente figura.

Figura 77. Determinación de la Vulnerabilidad Social.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, según metodología de (CENEPRED, 2014)

Cuadro 53. Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión Social.

DESCRIPTORES	FRAGILIDAD	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA
FRAGILIDAD	1.00	2.00	3.00
EXPOSICIÓN	0.50	1.00	2.00
RESILIENCIA	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 54. Matriz de Normalización de pares de los factores de la dimensión Social.

DESCRIPTORES	FRAGILIDAD	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	VECTOR PRIORIZACIÓN
FRAGILIDAD	0.545	0.571	0.500	0.539
EXPOSICIÓN	0.273	0.286	0.333	0.297
RESILIENCIA	0.182	0.143	0.167	0.164

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



Cuadro 55. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los factores de la dimensión Social.

IC	0.005
RC	0.009

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

5.2.1.1 EXPOSICIÓN DE LA DIMENSION SOCIAL:

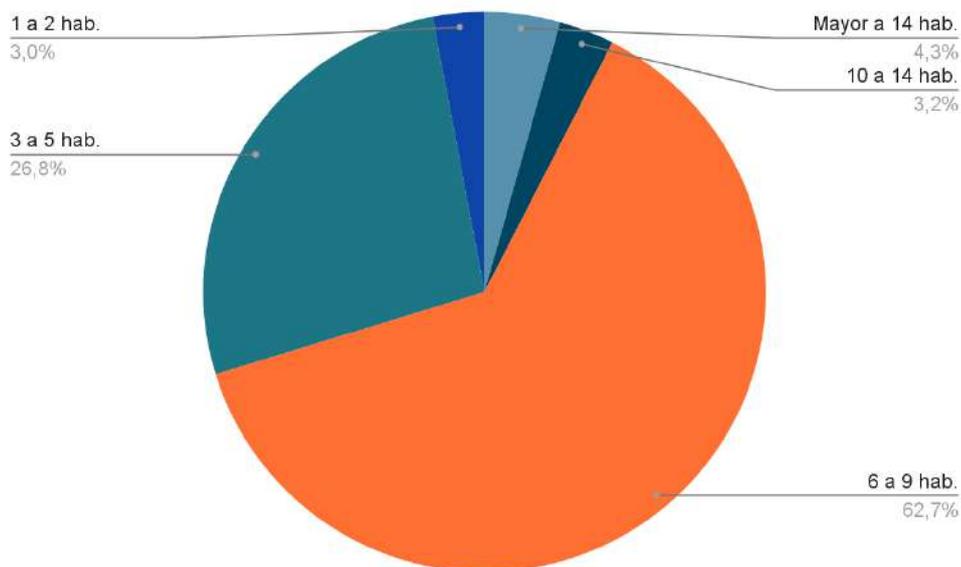
Para analizar la exposición social, se considera el número de habitantes por vivienda como un parámetro esencial. Se establece que, a mayor número de residentes en una vivienda, existe una mayor vulnerabilidad. Esta vulnerabilidad puede deberse a diversos factores como recursos limitados, menor espacio personal y posibles desafíos en la gestión del hogar. El enfoque se centra en cómo la densidad de población en un espacio doméstico puede afectar directamente el bienestar y la seguridad de sus habitantes.

A. Número de Habitantes a nivel predio:

Agrupamos la población en dos zonas distintas para analizar el número de habitantes: zonas urbanas y zonas urbanas rurales. Este enfoque demográfico y geográfico diverso se ha adaptado cuidadosamente para atender eficazmente las necesidades y reducir la vulnerabilidad en toda la cuenca de Chicón. En nuestro ámbito de estudio residen 8090 habitantes, distribuidos entre zonas urbanas (60.86%) y zonas urbanas rurales (30.14%). El centro poblado de Urubamba constituye la zona urbana, mientras que los centros poblados de Chichubamba, Yanacona y San Isidro Chicón conforman la zona urbano-rural.

Zona Urbana: En esta zona, la distribución de habitantes fue la siguiente: El rango más común es de 6 a 9 habitantes por vivienda, representando la mayor proporción con un 62.7%. Le sigue el intervalo de 3 a 5 habitantes por vivienda, con un 26.8%. En tercer lugar, se encuentran los hogares con más de 14 habitantes, con un 4.3%. Los hogares del intervalo de 10 a 14 habitantes representaron un 3.2%, mientras que aquellos con el intervalo de 1 a 2 habitantes por vivienda es el 3.0%.

Figura 78. Distribución del número de Habitantes de la zona Urbana.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.



Cuadro 56. Matriz de comparación de pares del parámetro de Número de Habitantes, zona Urbana.

DESCRIPTORES	Mayor a 14 hab.	10 a 14 hab.	6 a 9 hab.	3 a 5 hab.	1 a 2 hab.
Mayor a 14 hab.	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
10 a 14 hab.	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
6 a 9 hab.	0.20	0.33	1.00	3.00	4.00
3 a 5 hab.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
1 a 2 hab.	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.70	9.58	16.33	22.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.05

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 57. Matriz de Normalización de pares del parámetro de Número de Habitantes, zona Urbana.

DESCRIPTORES	Mayor a 14 hab.	10 a 14 hab.	6 a 9 hab.	3 a 5 hab.	1 a 2 hab.	Vector Priorización
Mayor a 14 hab.	0.555	0.638	0.522	0.429	0.364	0.501
10 a 14 hab.	0.185	0.213	0.313	0.306	0.273	0.258
6 a 9 hab.	0.111	0.071	0.104	0.184	0.182	0.130
3 a 5 hab.	0.079	0.043	0.035	0.061	0.136	0.071
1 a 2 hab.	0.069	0.035	0.026	0.020	0.045	0.039

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 58. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro de Número de Habitantes, zona Urbana.

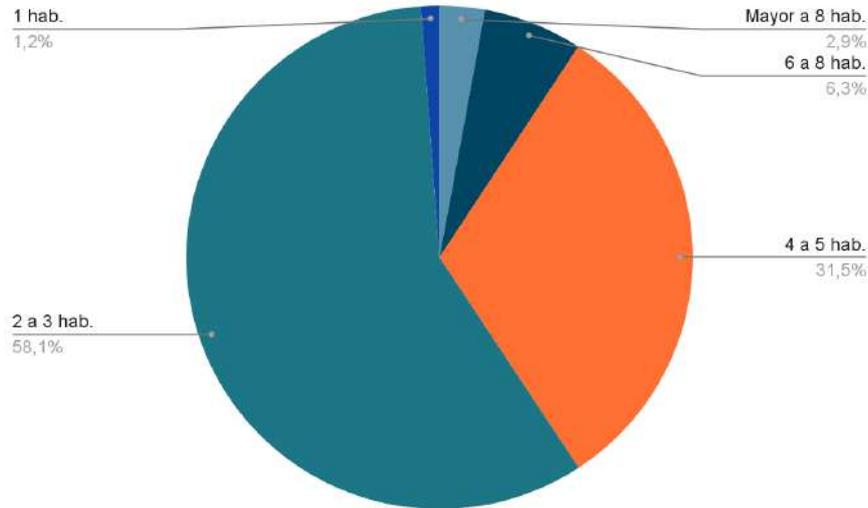
IC	0.066
RC	0.059

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Zona Urbana rural: En esta zona, la distribución de habitantes fue la siguiente: El rango más común es de 2 a 3 habitantes por vivienda, representando la mayor proporción con un 58.1%. Le sigue el intervalo de 4 a 5 habitantes por vivienda, con un 31.5%. En tercer lugar, se encuentran los hogares con 6 a 8 habitantes, con un 6.3%. Los hogares con más de 8 habitantes representaron un 2.9%, mientras que aquellos con solo 1 habitante por vivienda es el 1.2%.



Figura 79. Distribución del número de Habitantes de la zona Urbana rural.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 59. Matriz de comparación de pares del parámetro de Número de Habitantes, zona Urbana rural.

DESCRIPTORES	Mayor a 8 hab.	6 a 8 hab.	4 a 5 hab.	2 a 3 hab.	1 hab.
Mayor a 8 hab.	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
6 a 8 hab.	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
4 a 5 hab.	0.20	0.33	1.00	3.00	4.00
2 a 3 hab.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
1 hab.	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.70	9.58	16.33	22.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.05

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 60. Matriz de Normalización de pares del parámetro de Número de Habitantes, zona Urbana rural.

DESCRIPTORES	Mayor a 8 hab.	6 a 8 hab.	4 a 5 hab.	2 a 3 hab.	1 hab.	Vector Priorización
Mayor a 8 hab.	0.555	0.638	0.522	0.429	0.364	0.501
6 a 8 hab.	0.185	0.213	0.313	0.306	0.273	0.258
4 a 5 hab.	0.111	0.071	0.104	0.184	0.182	0.130
2 a 3 hab.	0.079	0.043	0.035	0.061	0.136	0.071
1 hab.	0.069	0.035	0.026	0.020	0.045	0.039

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.



Cuadro 61. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro de Número de Habitantes, zona Urbana rural.

IC	0.066
RC	0.059

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

5.2.1.2 FRAGILIDAD DE LA DIMENSION SOCIAL:

Para el análisis de la fragilidad social se consideró los parámetros del grupo etario y el acceso a servicios básicos como agua, electricidad y desagüe. Este enfoque reconoce las distintas necesidades de cada grupo de edad y cómo la disponibilidad de estos servicios esenciales afecta de manera única a cada grupo etario. Mientras que los niños requieren un entorno saludable para su desarrollo, los ancianos dependen de estos servicios para su bienestar y salud. Así, al evaluar la fragilidad social a través de estos dos parámetros, se logra una comprensión más profunda de cómo las deficiencias en los servicios básicos impactan a diversos segmentos de la población.

Cuadro 62. Parámetros de la exposición social.

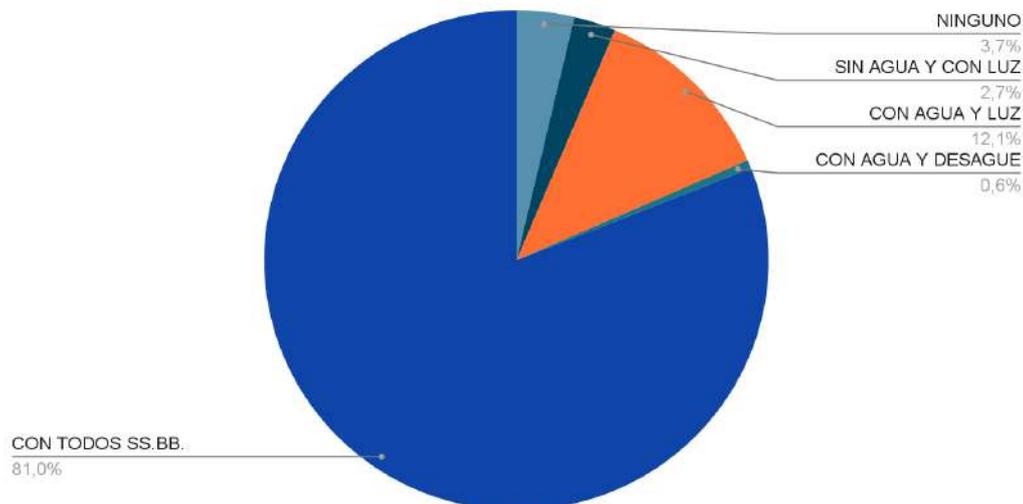
Parámetros	Pesos
Acceso a servicios básicos	0.5
Grupo etario	0.5

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

A. Acceso a servicios básicos:

En la cuenca de Chicón, el acceso a servicios básicos en las viviendas revela una situación compleja. De las 1816 viviendas registradas, el 81.0% tienen los tres servicios básicos, seguido por un 12.1% que dispone únicamente de agua y luz. Un 3.7% de viviendas no cuenta con ninguno de estos servicios, mientras que solo el 2.7% tiene acceso exclusivamente a la electricidad, y un modesto 0.6% dispone únicamente de agua y desagüe.

Figura 80. Acceso a los servicios básicos de ámbito de estudio.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.



Cuadro 63. Matriz de comparación de pares del parámetro de Acceso a los servicios básicos.

DESCRIPTORES	Ninguno	Sin agua y con luz	Con agua y luz	Con agua y desagüe	Con agua, luz y desagüe
Ninguno	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Sin agua y con luz	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Con agua y luz	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Con agua y desagüe	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Con agua, luz y desagüe	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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 64. Matriz de Normalización de pares del parámetro de Acceso a los servicios básicos.

DESCRIPTORES	Ninguno	Sin agua y con luz	Con agua y luz	Con agua y desagüe	Con agua, luz y desagüe	Vector Priorización
Ninguno	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Sin agua y con luz	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Con agua y luz	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Con agua y desagüe	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Con agua, luz y desagüe	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 65. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro de Acceso a los servicios básicos.

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

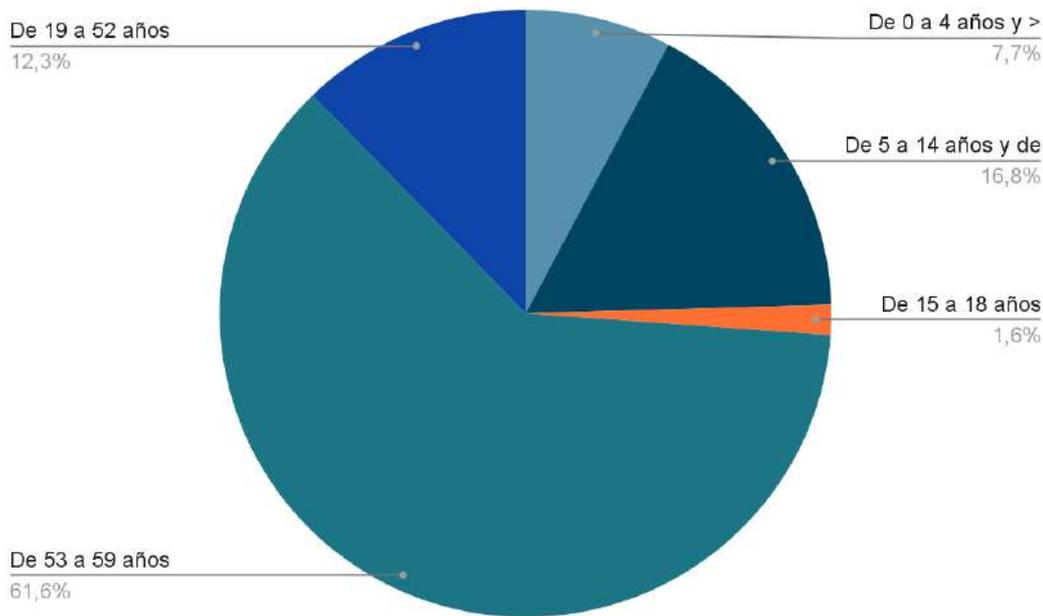
B. Grupo etario:

Dada la falta de información, se consideró el parámetro del grupo etario exclusivamente para las zonas urbano-rurales (Yanacona, Chichubamba y San Isidro de Chicón). Se resalta la importancia de dirigirse hacia los grupos etarios más vulnerables: los menores de 4 años y los mayores de 65. Estos segmentos demandan una atención especial debido a sus necesidades particulares y a la mayor exposición que tienen ante los retos sociales y económicos. Los niños menores de 4 años son



especialmente susceptibles a problemas de salud y desarrollo, mientras que los mayores de 65 pueden enfrentar desafíos relacionados con la salud, movilidad y seguridad económica. Por consiguiente, al enfocar las intervenciones en estos grupos, se pueden abordar de forma más efectiva las necesidades y mejorar la calidad de vida de la comunidad. En el entorno urbano-rural, sobresalen los habitantes de 53 a 59 años, representando un 61.6%, seguidos por los de 5 a 14 años, que constituyen el 16.8%. Les siguen los habitantes de 19 a 52 años, con un 12.3%, mientras que la población de 0 a 4 años alcanza un 7.7%. Por último, los habitantes de 15 a 18 años representan el 1.6%.

Figura 81. Grupos Etarios en la cuenca de Chicón, sector urbano rural.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

Cuadro 66. Matriz de comparación de pares del parámetro del Grupo etario.

DESCRIPTORES	De 0 a 4 años y > 65 años	De 5 a 14 años y de 60 a 64 años	De 15 a 18 años	De 53 a 59 años	De 19 a 54 años
De 0 a 4 años y > 65 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 5 a 14 años y de 60 a 64 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 15 a 18 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 53 a 59 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
De 19 a 54 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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



Cuadro 67. Matriz de Normalización de pares del parámetro del Grupo etario.

DESCRIPTORES	De 0 a 4 años y > 65 años	De 5 a 14 años y de 60 a 64 años	De 15 a 18 años	De 53 a 59 años	De 19 a 54 años	Vector Priorización
De 0 a 4 años y > 65 años	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 5 a 14 años y de 60 a 64 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 15 a 18 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 53 a 59 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
De 19 a 54 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 68. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro del Grupo etario.

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

5.2.1.3 RESILIENCIA DE LA DIMENSION SOCIAL

Cuadro 69. Parámetros de la resiliencia social.

Parámetros	Pesos
Organización de la Población/Participación asambleas y faenas	0.5
Conocimiento en temas de Gestión de Riesgos de Desastre	0.5

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

A. Organización de la población/participación asambleas y faenas

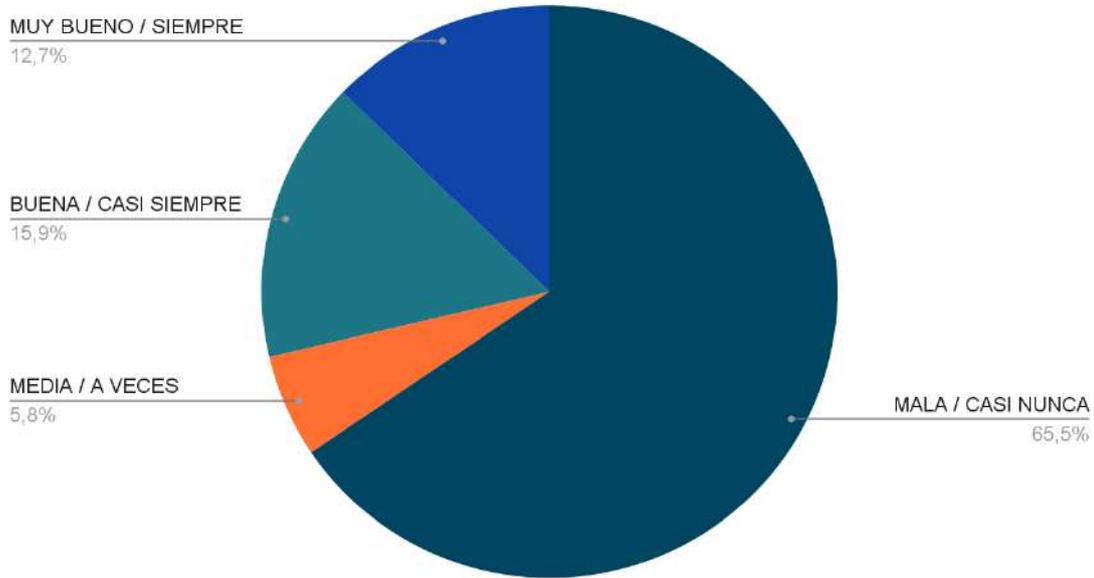
Clasificar la organización de la población es fundamental para comprender cómo enfrentan los distintos centros poblados sus desafíos. Al categorizar la situación de los grupos desde "muy mala organización" hasta "muy buena", se obtiene una visión clara de quiénes muestran mayor resiliencia. Esto no solo revela el nivel de preparación de la población ante vulnerabilidades, sino que también destaca las áreas que necesitan mayor intervención y apoyo. De esta manera, se facilita la implementación de políticas y programas más efectivos y enfocados, adaptados a las necesidades específicas de cada segmento poblacional.

De acuerdo con las encuestas realizadas en el ámbito de estudio, se evidencia una organización deficiente que representa el 65.5% de la población, seguida por una organización buena que comprende el 15.9%. Además, un 12.7% muestra un nivel muy bueno de organización, mientras que el 5.8% tiene una organización promedio, participando ocasionalmente en asambleas y actividades comunitarias.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP. 257274



Figura 82. Organización de la población/participación asambleas y faenas en la cuenca de Chicón.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 70. Matriz de comparación de pares de la Organización de la población/participación asambleas y faenas.

DESCRIPTORES	Muy mala / nunca	Mala / casi nunca	Media / a veces	Buena / casi siempre	Muy bueno / siempre
Muy mala / nunca	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Mala / casi nunca	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Media / a veces	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Buena / casi siempre	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Muy bueno / siempre	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.53	14.33	23.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



Cuadro 71. Matriz de Normalización de pares de la Organización de la población/participación asambleas y faenas.

DESCRIPTORES	Muy mala / nunca	Mala / casi nunca	Media / a veces	Buena / casi siempre	Muy bueno / siempre	Vector Priorización
Muy mala / nunca	0.490	0.511	0.531	0.419	0.348	0.460
Mala / casi nunca	0.245	0.255	0.265	0.279	0.261	0.261
Media / a veces	0.122	0.128	0.133	0.209	0.217	0.162
Buena / casi siempre	0.082	0.064	0.044	0.070	0.130	0.078
Muy bueno / siempre	0.061	0.043	0.027	0.023	0.043	0.039

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 72. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro de la Organización de la población/participación asambleas y faenas.

IC	0.036
RC	0.032

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

B. Conocimiento en temas de Gestión de Riesgos de Desastre.

El equipo técnico del Plan de Desarrollo Urbano (PDU) Urubamba, 2023 ha diseñado un instrumento de recolección de datos, en forma de encuestas, con el objetivo de evaluar el conocimiento de la población en relación con los temas de gestión de riesgos de desastres, la cual está valorada de acuerdo a 4 preguntas y son las siguientes:

- ¿Conoce si está expuesto a algún peligro? ¿cual?
- ¿Ante un deslizamiento - lloclla - huayco que haría y/o a dónde iría?
- ¿Viviste la experiencia del huayco - lloclla que ocurrió en 2010?1
- ¿Alguna vez realizaron simulacro frente a algún peligro?

Estas preguntas se han diseñado con el propósito de evaluar el nivel de conocimiento de la población en temas relacionados con la gestión de riesgos. Se presta especial atención a las respuestas que puedan indicar un conocimiento erróneo, considerando aquellas que puedan aumentar la vulnerabilidad, como dirigirse a zonas de muy alto peligro o permanecer en las mismas. Es por esta razón que se otorga un peso mayor a las respuestas que indiquen falta de conocimiento adecuado.

En Urubamba, la gestión de riesgos de desastres y el conocimiento territorial se enfocan en dos aspectos clave: la adaptación de los residentes, muchos de ellos migrantes de primera o segunda generación de otras regiones del Perú, a las características geográficas y riesgos locales; y el trabajo de la unidad de Gestión de Riesgos de Desastres en colaboración con organizaciones civiles y

¹ Utilizamos palabras que la población utiliza para referirse al flujo de detritos.

educativas para educar y preparar a la comunidad. Este enfoque integral no solo contempla la necesidad de familiarizar a los nuevos residentes con los riesgos específicos del área, sino también de fortalecer la capacidad de respuesta de toda la población mediante la realización de capacitaciones y ejercicios. A pesar de los esfuerzos existentes, la ampliación de estas actividades a un mayor número de residentes, incluyendo a los migrantes recientes, es crucial para mejorar la preparación y resiliencia de la comunidad ante posibles desastres naturales en Urubamba.

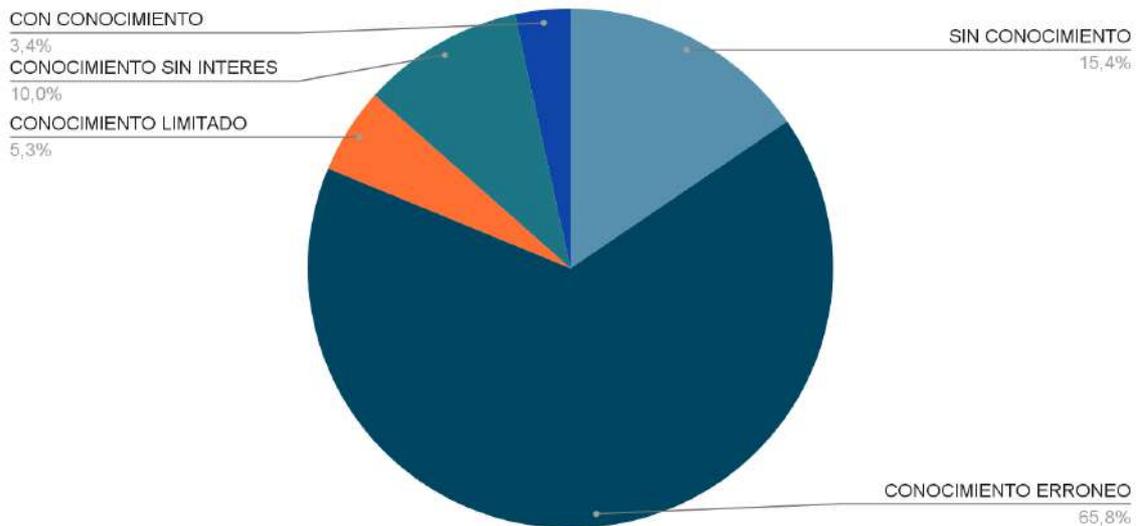
Figura 83. Encuestas realizadas en la zona urbana de Urubamba, cuenca de Chicón



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

En el ámbito de estudio, la mayoría de la población tiene un conocimiento erróneo sobre la gestión de riesgos de desastres, alcanzando un 65.8%. Le sigue un segmento de población sin conocimientos en estos temas, representando el 15.4%. Además, se identifica a una parte de la población con conocimiento, pero sin un interés activo, y otro grupo con un conocimiento limitado en estos temas. Únicamente un reducido porcentaje de 3.4%, muestra tener un conocimiento adecuado sobre la gestión de riesgos de desastres.

Figura 84. Conocimiento en temas de Gestión de Riesgos de Desastre en la cuenca de Chicón.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.



Cuadro 73. Matriz de comparación de pares del Conocimiento en temas de Gestión de Riesgos de Desastre.

DESCRIPTORES	Sin conocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento
Sin conocimiento	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Conocimiento erróneo	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Conocimiento limitado	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Conocimiento sin interés	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Con conocimiento	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.53	14.33	23.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 74. Matriz de Normalización de pares del Conocimiento en temas de Gestión de Riesgos de Desastre.

DESCRIPTORES	Sin conocimiento	Conocimiento erróneo	Conocimiento limitado	Conocimiento sin interés	Con conocimiento	Vector Priorización
Sin conocimiento	0.490	0.511	0.531	0.419	0.348	0.460
Conocimiento erróneo	0.245	0.255	0.265	0.279	0.261	0.261
Conocimiento limitado	0.122	0.128	0.133	0.209	0.217	0.162
Conocimiento sin interés	0.082	0.064	0.044	0.070	0.130	0.078
Con conocimiento	0.061	0.043	0.027	0.023	0.043	0.039

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 75. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro del Conocimiento en temas de Gestión de Riesgos de Desastre.

IC	0.036
RC	0.032

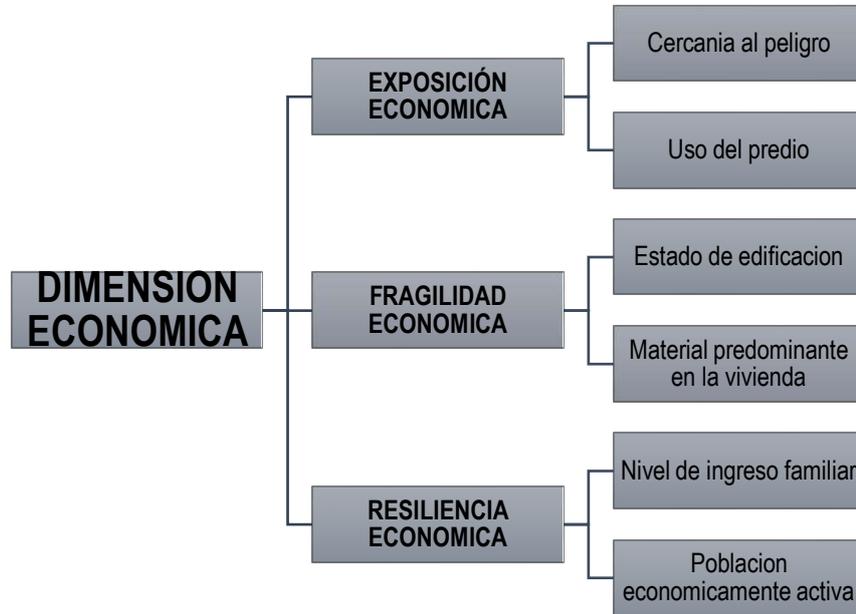
Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023



5.2.2 VULNERABILIDAD ECONOMICA

Para determinar la vulnerabilidad económica se analizó los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, que se muestran en la siguiente figura.

Figura 85. Determinación de la Vulnerabilidad Económica.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, según metodología de (CENEPRED, 2014).

Cuadro 76. Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión Económica.

DESCRIPTORES	FRAGILIDAD	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA
FRAGILIDAD	1.00	2.00	3.00
EXPOSICIÓN	0.50	1.00	2.00
RESILIENCIA	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 77. Matriz de Normalización de pares de los factores de la dimensión Económica.

DESCRIPTORES	FRAGILIDAD	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	VECTOR PRIORIZACIÓN
FRAGILIDAD	0.545	0.571	0.500	0.539
EXPOSICIÓN	0.273	0.286	0.333	0.297
RESILIENCIA	0.182	0.143	0.167	0.164

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



Cuadro 78. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los factores de la dimensión Económica.

IC	0.005
RC	0.009

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

5.2.2.1 EXPOSICION DE LA DIMENSION ECONOMICA

El análisis de la exposición económica se enfoca en evaluar la cercanía de los terrenos a las áreas identificadas como zonas de peligro muy alto, así como el tipo de uso que se les da a estos terrenos.

Cuadro 79. Parámetros de la exposición económica.

Parámetros	Pesos
Cercanía al Peligro	0.5
Uso del predio	0.5

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

A. Cercanía al Peligro:

La evaluación de este parámetro se llevó a cabo considerando la cercanía de estos elementos a las zonas identificadas como de riesgo extremadamente alto. La ubicación geográfica de Urubamba desempeña un papel crucial en este análisis al determinar qué áreas podrían ser más propensas a sufrir daños en caso de desastres naturales. Por tanto, este análisis no solo refleja la vulnerabilidad física de la infraestructura, sino también el riesgo económico para los medios de vida de la población, resaltando la importancia de la planificación urbana y las estrategias de mitigación de riesgos.

Figura 86. Viviendas en proximidad al río Chicón/Tullumayu: a), b) y d) muestran viviendas en un área de peligro muy alto, ubicadas prácticamente en la ribera del río; c) se observa la infraestructura correspondiente al Centro Educativo Inicial de Yanaconas, situado a una distancia de 5 metros del río Chicón.

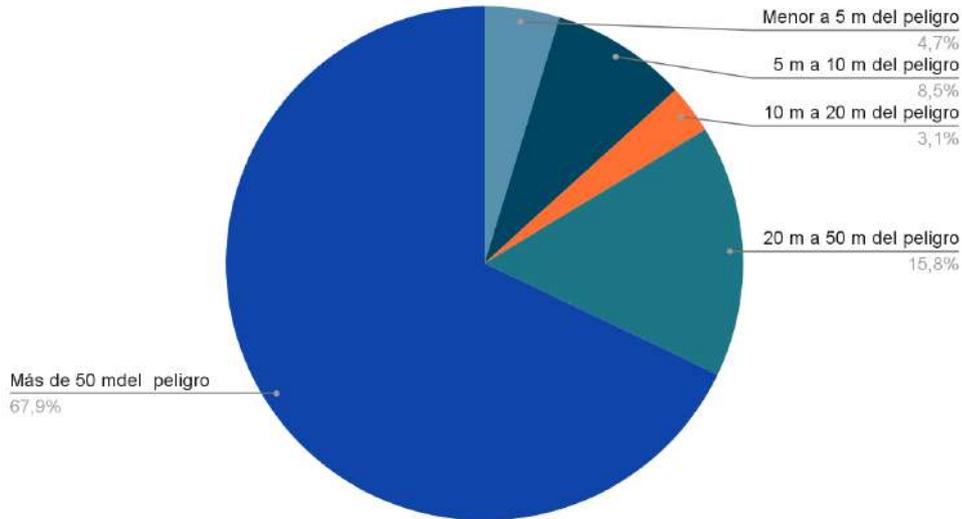


Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Si bien es cierto que hay una considerable cantidad de viviendas que se encuentran a más de 50 metros del área del peligro muy alto, existen algunas viviendas que están cercanas o dentro del área de peligro muy alto, específicamente en las inmediaciones del río Chicón, representando un 4.7%. Además, un número significativo de viviendas se sitúan entre 5 y 10 metros del área de peligro muy alto, abarcando un 8.5% del total.



Figura 87. Cercanía de las viviendas a las áreas al Peligro



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

Cuadro 80. Matriz de comparación de pares del parámetro de la Cercanía de las viviendas a las áreas al Peligro.

DESCRIPTORES	Menor a 5 m del peligro	5 m a 10 m del peligro	10 m a 20 m del peligro	20 m a 50 m del peligro	Más de 50 m del peligro
Menor a 5 m del peligro	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
5 m a 10 m del peligro	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
10 m a 20 m del peligro	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
20 m a 50 m del peligro	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Más de 50 m del peligro	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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLÓGO
CIP 257274



Cuadro 81. Matriz de Normalización de pares del parámetro de la Cercanía de las viviendas a las áreas al Peligro.

DESCRIPTORES	Menor a 5 m del peligro	5 m a 10 m del peligro	10 m a 20 m del peligro	20 m a 50 m del peligro	Más de 50 m del peligro	Vector Priorización
Menor a 5 m del peligro	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
5 m a 10 m del peligro	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
10 m a 20 m del peligro	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
20 m a 50 m del peligro	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Más de 50 m del peligro	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 82. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro de la Cercanía de las viviendas a las áreas al Peligro.

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

B. Uso del predio

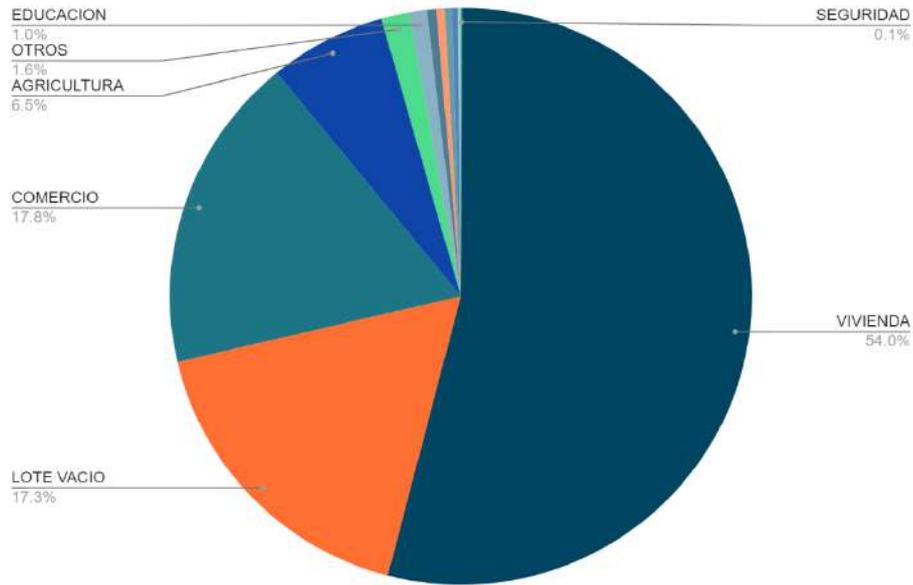
El análisis detallado de los usos específicos de cada terreno se ha categorizado en diversas áreas, como vivienda, comercio, educación, recreación, agricultura, construcciones parciales, lotes vacíos, entre otros. Estas categorías se han agrupado de la siguiente manera: vivienda y comercio una mayor vulnerabilidad, seguidos de terrenos destinados a educación, salud y seguridad. Posteriormente, se encuentran los terrenos destinados a usos administrativos, culturales y recreativos, seguidos por otros usos y construcciones parciales. Por último, los lotes vacíos y a los terrenos eriazos tendrán una vulnerabilidad bajo.

Este enfoque permite comprender cómo los diferentes tipos de propiedades y sus usos influyen en la vulnerabilidad económica de la zona. Las viviendas, por ejemplo, se evalúan en términos de seguridad y estabilidad para los residentes, mientras que los comercios se analizan por su potencial para sufrir pérdidas económicas. Las instituciones educativas y áreas de recreación se consideran por su importancia comunitaria y los riesgos asociados a la interrupción de servicios. Los espacios vacíos y las construcciones parciales se incluyen para valorar su potencial de desarrollo y su susceptibilidad a convertirse en zonas de vulnerabilidad.

En el ámbito de estudio, se observa que los terrenos con mayor uso para viviendas representan un 54.0%, seguidos por los destinados a comercio con un 17.8%; los lotes vacíos ocupan un 17.3%, mientras que los terrenos de uso agrícola representan el 6.5%. Además, se identifican terrenos destinados a educación con un 1.0%, mientras que para cada otro uso se tiene destinado un 1.6%.



Figura 88. Uso del predio en la cuenca de Chicón



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

Cuadro 83. Matriz de comparación de pares del parámetro del Uso del predio.

DESCRIPTORES	Vivienda, Comercio	Educación, salud, seguridad	Administrativo, cultura, recreación, agricultura, otros	Construcción parcial, Forestal	Lote vacío, eriazo
Vivienda, Comercio	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Educación, salud, seguridad	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Administrativo, cultura, recreación, agricultura, otros	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Construcción parcial, Forestal	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Lote vacío, eriazo	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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 25724



Cuadro 84. Matriz de Normalización de pares del parámetro del Uso del predio.

DESCRIPTORES	Vivienda, Comercio	Educación, salud, seguridad	Administrativo, cultura, recreación, agricultura, otros	Construcción parcial, Forestal	Lote vacío, eriazo	Vector Priorización
Vivienda, Comercio	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Educación, salud, seguridad	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Administrativo, cultura, recreación, agricultura, otros	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Construcción parcial, Forestal	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Lote vacío, eriazo	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 85. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro del Uso del predio.

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

5.2.2.2 FRAGILIDAD DE LA DIMENSION ECONOMICA

El análisis de la fragilidad económica se enfoca en evaluar el estado y el tipo de material predominante de las construcciones.

Cuadro 86. Parámetros de la fragilidad económica.

Parámetros	Pesos
Estado de edificación de las viviendas	0.5
Material predominante en la vivienda	0.5

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

A. Estado de edificación de las viviendas:

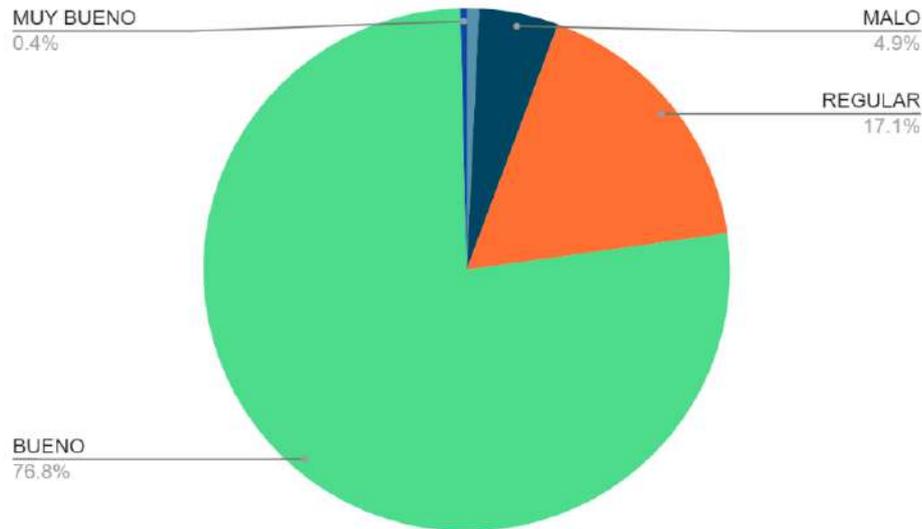
El enfoque del análisis de este parámetro se centra en evaluar el estado de las edificaciones y su vulnerabilidad inherente. Esta metodología implica realizar una inspección minuciosa del estado físico de las estructuras, considerando la solidez de los materiales de construcción, la antigüedad de los edificios, el nivel de mantenimiento llevado a cabo y la capacidad de resistencia a factores ambientales y desastres naturales.





En el ámbito de estudio, la mayoría de las viviendas se encuentran en un estado de conservación catalogado como bueno, alcanzando un 76.8%. Le sigue un segmento de viviendas con un estado de conservación considerado regular, representando el 17.1%. Además, se identifica un porcentaje minoritario de viviendas con un estado de conservación catalogado como malo, representando el 4.9%. Existe también otro grupo de viviendas con un estado de conservación muy bueno, aunque en un porcentaje reducido del 0.4%.

Figura 89. Estado de edificación de las viviendas



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 87. Matriz de comparación de pares del Estado de edificación de las viviendas.

DESCRIPTORES	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
MUY MALO	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
MALO	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
REGULAR	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
BUENO	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
MUY BUENO	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. G. O. DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



Cuadro 88. Matriz de Normalización de pares del Estado de edificación de las viviendas.

DESCRIPTORES	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	Vector Priorización
MUY MALO	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
MALO	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
REGULAR	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
BUENO	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
MUY BUENO	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 89. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro del Estado de edificación de las viviendas.

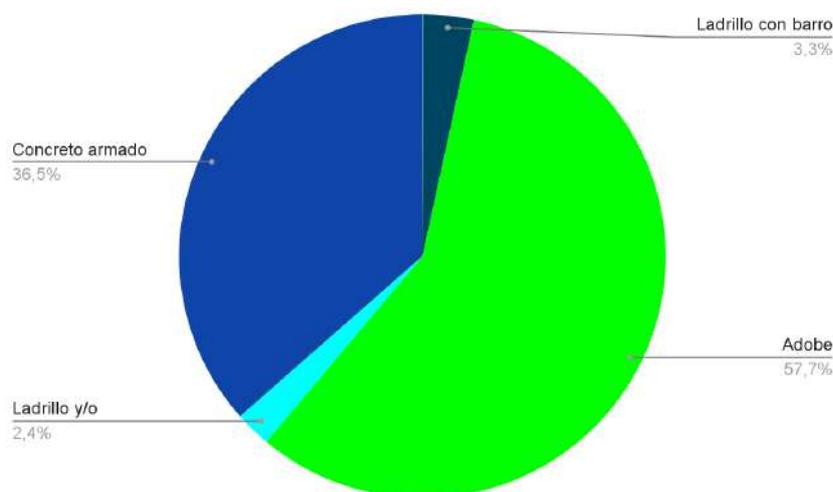
IC	0.007
RC	0.006

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

B. Material predominante en la vivienda:

El tipo de material utilizado en la construcción de viviendas se posiciona como un factor importante para determinar su fragilidad frente a flujos de detritos. Las viviendas construidas con ladrillo y barro exhiben la mayor vulnerabilidad, mientras que aquellas construidas con concreto armado tienden a ser menos vulnerables. Los datos recopilados indican que el 42.20% de las viviendas están construidas con adobe. Por otro lado, el 26.69% se ha levantado con concreto armado, siendo solo un 2.49% construido con ladrillo y barro, careciendo de vigas y columnas que proporcionen una estructura más robusta y menos expuesta al riesgo. Además, un 1.80% de las viviendas están hechas con ladrillo y/o bloqueta, con una resistencia variable según la técnica de construcción y la calidad del material empleado.

Figura 90. Material Predominante de Construcción – Cuenca de Chicón.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR FLUJO DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE CHICÓN, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE URUBAMBA - CUSCO



Cuadro 90. Matriz de comparación de pares del Material predominante en la vivienda.

DESCRIPTORES	Mixto precario plástico, palos calamina	Ladrillo con barro sin vigas y columnas	Adobe	Ladrillo y/o Bloqueta	Concreto armado
Mixto precario plástico, palos calamina	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Ladrillo con barro sin vigas y columnas	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Adobe	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Ladrillo y/o Bloqueta	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Concreto armado	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 91. Matriz de Normalización de pares del Material predominante en la vivienda.

DESCRIPTORES	Mixto precario plástico, palos calamina	Ladrillo con barro sin vigas y columnas	Adobe	Ladrillo y/o Bloqueta	Concreto armado	Vector Priorización
Mixto precario plástico, palos calamina	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Ladrillo con barro sin vigas y columnas	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Adobe	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Ladrillo y/o Bloqueta	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Concreto armado	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 92. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro del Material predominante en la vivienda.

IC	0.007
RC	0.006

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.



5.2.2.3 RESILIENCIA DE LA DIMENSION ECONOMICA

El análisis de la resiliencia económica se enfoca en evaluar el nivel de ingreso familiar promedio y la población económica activa (PEA).

Cuadro 93. Parámetros de la resiliencia económica.

Parámetros	Pesos
Nivel de ingreso familiar promedio mensual	0.5
Población económicamente Activa (PEA)	0.5

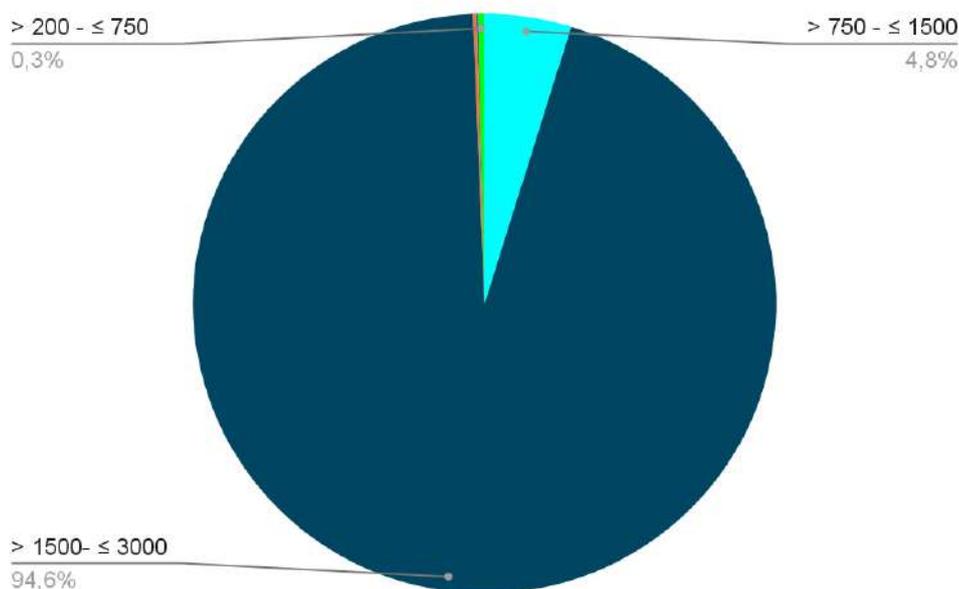
Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

A. Nivel de ingreso familiar promedio mensual:

El análisis de la resiliencia económica en relación con el ingreso familiar promedio mensual implica categorizar los ingresos en soles, con rangos que abarcan desde un mínimo de 200 hasta un máximo de 3000 soles. Las familias con ingresos más altos tienden a ser más resilientes ante posibles flujos de detritos, mientras que aquellas con ingresos más bajos suelen ser menos resilientes frente a esta eventualidad.

Según los datos recopilados revelan que el 94.6% de las familias tienen un ingreso promedio mensual que oscila entre 1500 y 3000 soles. Por otro lado, el 4.8% de los hogares tienen un ingreso familiar que se sitúa entre 750 y 1500 soles, mientras que solo un 0.3% tiene un ingreso mensual que varía entre 200 y 750 soles.

Figura 91. Nivel de ingreso familiar promedio.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP. 257274



Cuadro 94. Matriz de comparación de pares del Nivel de ingreso familiar promedio.

DESCRIPTORES	≤ 200	> 200 - ≤ 750	> 750 - ≤ 1500	> 1500- ≤ 3000	>3000
≤ 200	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00
> 200 - ≤ 750	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
> 750 - ≤ 1500	0.20	0.33	1.00	2.00	4.00
> 1500- ≤ 3000	0.17	0.25	0.50	1.00	3.00
>3000	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.83	4.75	9.75	13.33	22.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.08	0.05

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 95. Matriz de Normalización de pares del Nivel de ingreso familiar promedio.

DESCRIPTORES	≤ 200	> 200 - ≤ 750	> 750 - ≤ 1500	> 1500- ≤ 3000	>3000	Vector Priorización
≤ 200	0.548	0.632	0.513	0.450	0.364	0.501
> 200 - ≤ 750	0.183	0.211	0.308	0.300	0.273	0.255
> 750 - ≤ 1500	0.110	0.070	0.103	0.150	0.182	0.123
> 1500- ≤ 3000	0.091	0.053	0.051	0.075	0.136	0.081
>3000	0.068	0.035	0.026	0.025	0.045	0.040

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 96. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Nivel de ingreso familiar promedio.

IC	0.047
RC	0.042

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

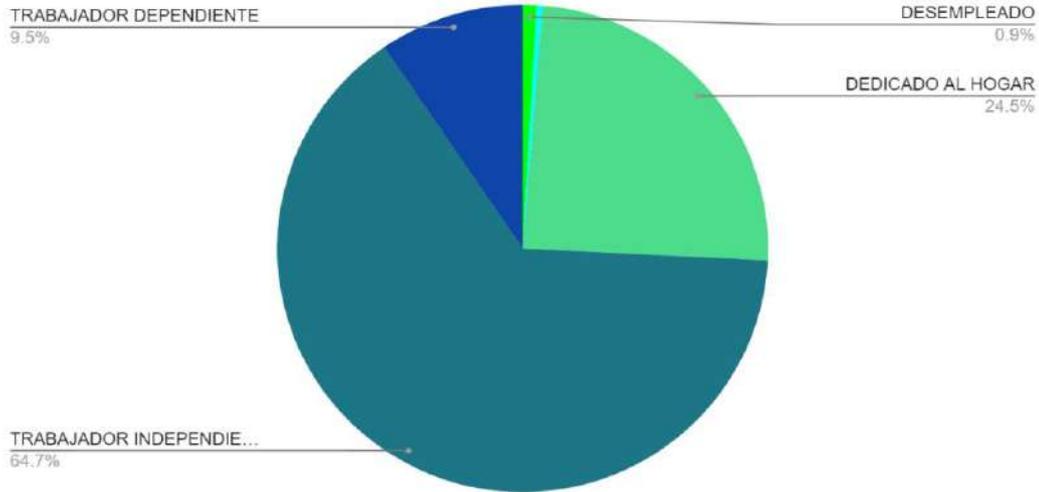
B. Población económicamente Activa:

La población económicamente activa representa la oferta de mano de obra disponible en el mercado. En Perú, se considera activa económicamente a la población a partir de los 14 años, e incluye a quienes están trabajando o buscando activamente empleo. En la cuenca de Chicón, la cifra de población económicamente activa asciende a 1,353 personas. De este total, 681 están ocupadas: 582 trabajan de manera independiente, 95 tienen empleo dependiente y 4 desempeñan labores familiares no remuneradas.

Según los datos recopilados, el 64.7% de la población se desempeña como trabajadores independientes, mientras que un 24.5% se dedica a labores del hogar. Además, un 9.5% de la población son trabajadores dependientes.



Figura 92. Población Económicamente Activa – Cuenca Chicón.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba.

Cuadro 97. Matriz de comparación de pares de la Población económicamente Activa.

DESCRIPTORES	Desempleado	Ocupaciones menores de 18 años	Dedicado al hogar	Trabajador independiente	Trabajador dependiente
Desempleado	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00
Ocupaciones menores de 18 años	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Dedicado al hogar	0.20	0.33	1.00	2.00	4.00
Trabajador independiente	0.17	0.25	0.50	1.00	3.00
Trabajador dependiente	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.83	4.75	9.75	13.33	22.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.08	0.05

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

COL. DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEÓLOGO
 CIP 257274



Cuadro 98. Matriz de Normalización de pares de la Población económicamente Activa.

DESCRIPTORES	Desempleado	Ocupacion es menores de 18 años	Dedicado al hogar	Trabajador independiente	Trabajador dependiente	Vector Priorización
Desempleado	0.548	0.632	0.513	0.450	0.364	0.501
Ocupaciones menores de 18 años	0.183	0.211	0.308	0.300	0.273	0.255
Dedicado al hogar	0.110	0.070	0.103	0.150	0.182	0.123
Trabajador independiente	0.091	0.053	0.051	0.075	0.136	0.081
Trabajador dependiente	0.068	0.035	0.026	0.025	0.045	0.040

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 99. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de la Población económicamente Activa.

IC	0.047
RC	0.042

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

5.2.3 VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Para determinar la vulnerabilidad Ambiental se analizó los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, que se muestran en la siguiente figura.

Figura 93. Determinación de la Vulnerabilidad Ambiental.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, según metodología de (CENEPRED, 2014).



Cuadro 100. Matriz de comparación de pares de los factores de la dimensión Ambiental.

DESCRIPTORES	FRAGILIDAD	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA
FRAGILIDAD	1.00	2.00	3.00
EXPOSICIÓN	0.50	1.00	2.00
RESILIENCIA	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 101. Matriz de Normalización de pares de los factores de la dimensión Ambiental.

DESCRIPTORES	FRAGILIDAD	EXPOSICIÓN	RESILIENCIA	VECTOR PRIORIZACIÓN
FRAGILIDAD	0.545	0.571	0.500	0.539
EXPOSICIÓN	0.273	0.286	0.333	0.297
RESILIENCIA	0.182	0.143	0.167	0.164

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 102. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los factores de la dimensión Ambiental.

IC	0.005
RC	0.009

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

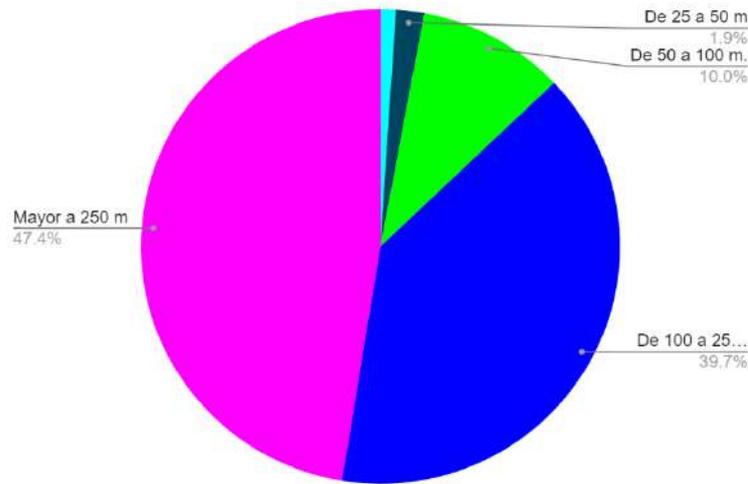
5.2.3.1 EXPOSICIÓN DE LA DIMENSION AMBIENTAL:

A. Cercanía de Residuos Sólidos.

La cercanía de viviendas y espacios comunitarios a zonas de acumulación de residuos sólidos puede aumentar los riesgos para la salud pública debido a la contaminación del aire, del suelo y del agua. Además, estos entornos pueden atraer plagas y vectores de enfermedades, lo que eleva aún más los problemas de salud. También hay implicaciones estéticas y psicosociales, ya que la proximidad a los residuos sólidos puede afectar negativamente la calidad de vida y el bienestar de la comunidad. Por lo tanto, la gestión eficaz de los residuos sólidos y la reducción de la exposición de la población a estos es crucial para disminuir la vulnerabilidad ambiental y proteger la salud y el entorno de los habitantes de Urubamba.



Figura 94. Cercanía de Residuos Sólidos. Cuenca Chicón.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba.

Cuadro 103. Matriz de comparación de pares de la Cercanía de Residuos Sólidos.

DESCRIPTORES	Menos de 25 m.	De 25 a 50 m	De 50 a 100 m.	De 100 a 250 m	Mayor a 250 m
Menos de 25 m.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 25 a 50 m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 50 a 100 m.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 100 a 250 m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 250 m	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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP. 257274



Cuadro 104. Matriz de Normalización de pares de la Cercanía de Residuos Sólidos.

DESCRPTORES	Menos de 25 m.	De 25 a 50 m	De 50 a 100 m.	De 100 a 250 m	Mayor a 250 m	Vector Priorización
Menos de 25 m.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 25 a 50 m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
De 50 a 100 m.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 100 a 250 m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mayor a 250 m	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 105. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de la Cercanía de Residuos Sólidos.

IC	0.061
RC	0.054

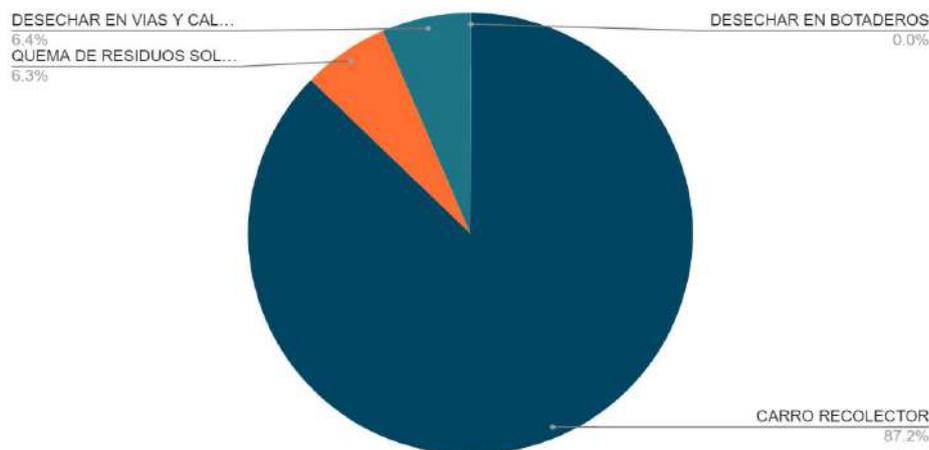
Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

5.2.3.2 FRAGILIDAD DE LA DIMENSION AMBIENTAL:

A. Disposición de residuos sólidos:

En Urubamba, la forma en que se manejan los residuos sólidos tiene implicaciones directas en la salud y la sostenibilidad ambiental del distrito. Una disposición inadecuada puede conducir a la contaminación de recursos vitales como el agua y el suelo, afectando a la biodiversidad y a la salud pública. Además, puede incrementar los riesgos de deslizamientos de tierra o inundaciones si los desechos obstruyen vías de agua. Por ende, la resiliencia ambiental de Urubamba depende en gran medida de la implementación de estrategias efectivas para el manejo de residuos, incluyendo la reducción, el reciclaje, la reutilización y la adecuada eliminación de desechos. Estas prácticas no solo minimizan la vulnerabilidad ambiental, sino que también promueven una mayor conciencia ecológica entre los residentes.

Figura 95. Disposición De RRSS – Cuenca de Chicón.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES POR FLUJO DETRITOS/ALUVIÓN EN LA QUEBRADA DE CHICON, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE URUBAMBA - CUSCO



Cuadro 106. Matriz de comparación de pares de la disposición de residuos sólidos.

DESCRIPTORES	Desecha en quebradas	Quema de residuos solidos	Desecha en vías y calles.	Desechar en botaderos	Carro recolector
Desecha en quebradas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Quema de residuos solidos	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Desecha en vías y calles	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Desechar en botaderos	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Carro recolector	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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 107. Matriz de Normalización de pares de la disposición de residuos sólidos.

DESCRIPTORES	Desecha en quebradas	Quema de residuos solidos	Desecha en vías y calles.	Desechar en botaderos	Carro recolector	Vector Priorización
Desecha en quebradas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Quema de residuos solidos	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Desecha en vías y calles	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Desechar en botaderos	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Carro recolector	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 108. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) de la disposición de residuos sólidos.

IC	0.061
RC	0.054

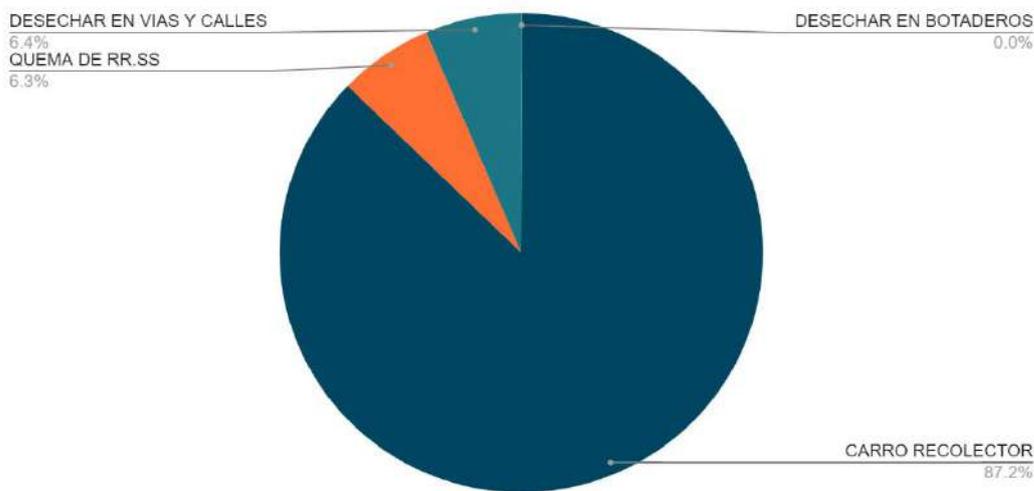
Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

5.2.3.3 RESILIENCIA DE LA DIMENSION AMBIENTAL:

A. Manejo de Residuos sólidos.

El manejo eficaz de residuos sólidos es esencial para fortalecer y concientizar sobre la importancia del medio ambiente, implicando la adaptación y recuperación ante desafíos ambientales. Estrategias como la segregación de residuos, reciclaje, reutilización y educación ambiental son cruciales. Además, se necesita mejorar la infraestructura de recolección y disposición de residuos, adaptándola a las necesidades de la comunidad. La resiliencia en esta área requiere un esfuerzo conjunto y coordinado entre autoridades, ciudadanos y otros actores sociales, creando una cultura de responsabilidad ambiental. Estas medidas no solo mitigarán los impactos negativos en el medio ambiente, sino que también promoverán la salud pública y el bienestar general en Urubamba.

Figura 96. Manejo de residuos sólidos – Cuenca de Chicón.



Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 109. Matriz de comparación de pares del Manejo de Residuos sólidos.

DESCRIPTORES	Sin manejo	Deposita en solo envases	Selecciona orgánico e inorgánico	Reusó y compostaje	Clasificación por material
Sin manejo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Deposita en solo envases	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Selecciona orgánico e inorgánico	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Reusó y compostaje	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Clasificación por material	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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.



Cuadro 110. Matriz de Normalización de pares del Manejo de Residuos sólidos.

DESCRIPTORES	Sin manejo	Deposita en solo envases	Selecciona orgánico e inorgánico	Reusó y compostaje	Clasificació n por material	Vector Priorización
Sin manejo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Deposita en solo envases	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Selecciona orgánico e inorgánico	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Reusó y compostaje	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Clasificación por material	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

Cuadro 111. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Manejo de Residuos sólidos.

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

3.2.5. 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 112. Nivel de vulnerabilidad por flujo de detritos de la cuenca Chicón.

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.267	<	V	≤	0.480
ALTO	0.140	<	V	≤	0.267
MEDIO	0.074	<	V	≤	0.140
BAJO	0.039	≤	V	≤	0.074

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

COLGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



3.2.6 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

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

Cuadro 113. Zonificación del nivel de vulnerabilidad por flujo de detritos de la cuenca Chicón.

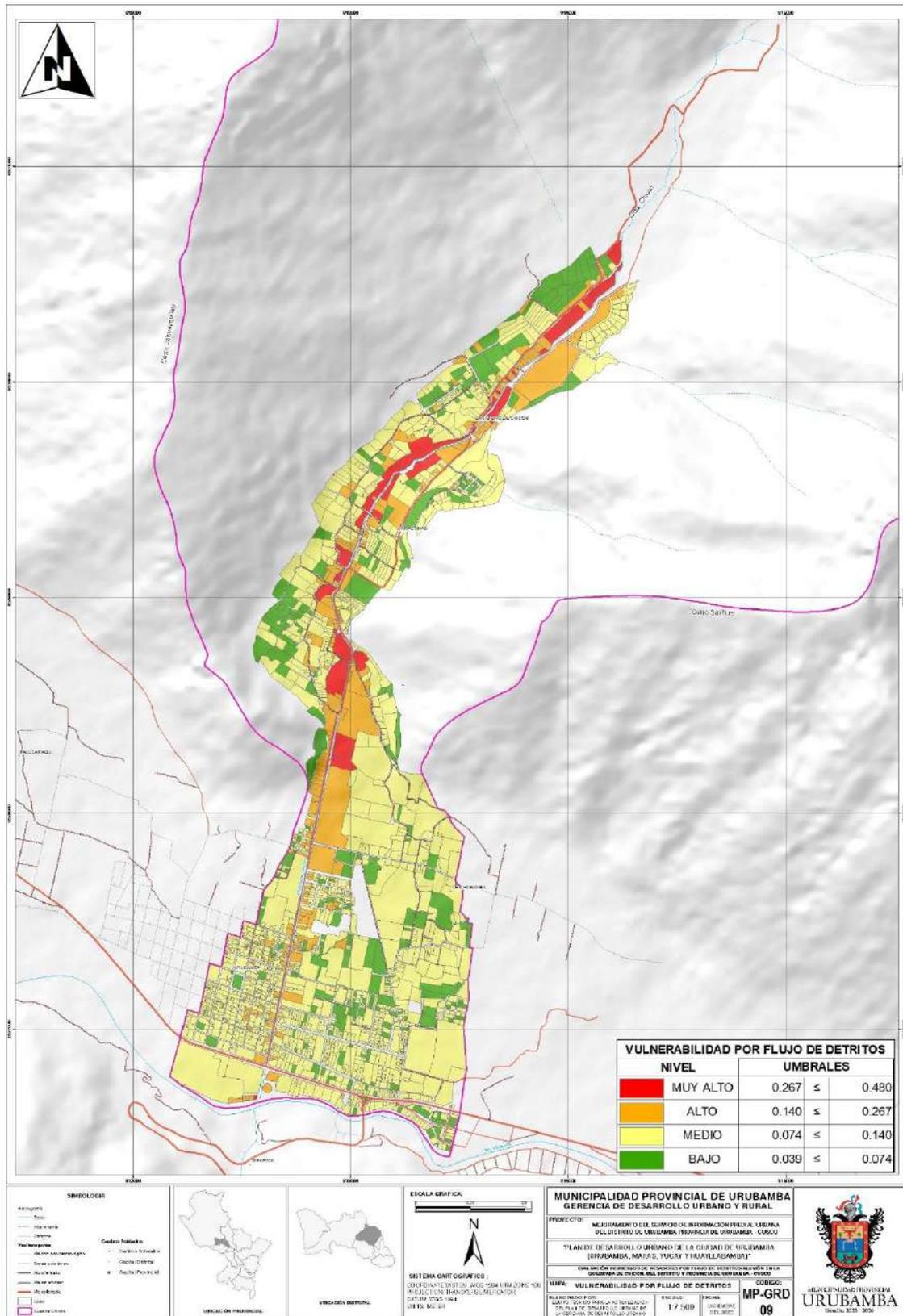
NIVELES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCION	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTO	Mayor a 14 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 0 a 4 años y mayor a 65 años, sin acceso a servicios básicos, sin conocimiento en temas de GRD, muy mala organización poblacional; viviendas muy cercanas (Menor a 5m) al peligro, uso del predio comercio y vivienda, material de construcción mixto/otros, estado de conservación precario/muy malo, la mayoría de miembros de la familia son desempleados con ingreso familiar promedio mensual menor a 200 soles. Predios muy cercanos a exposición de RR.SS. (menor a 25m), sin manejo y desechan sus RR.SS. en quebradas.	$0.267 < V \leq 0.480$
VULNERABILIDAD ALTO	Entre 10 a 14 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 5 a 14 años y 60 a 64 años, acceso a solo un servicio básico, con conocimiento erróneo en temas de GRD, mala organización poblacional, vivienda cercana (5m a 10m) al peligro, uso del predio educación, salud y seguridad, material de construcción de ladrillo con barro sin vigas y columnas, estado de conservación malo, la mayoría de miembros de la familia son dedicados al hogar con ingreso familiar promedio entre 200 a 750 soles Predios cercanos a exposición de RR.SS. (de 25 a 100 m), que depositan sus RR.SS. en un solo envase y desechan sus RR.SS. en vías y calles.	$0.140 < V \leq 0.267$
VULNERABILIDAD MEDIO	Entre 6 a 9 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 15 a 18 años, acceso a 2 servicios básicos con conocimiento limitado en GRD, regular organización poblacional, viviendas medianamente cercanas (10m a 20m) al peligro, uso del predio administrativo, cultura, Recreación y otros usos, material de construcción de adobe, estado de conservación regular, la mayoría de miembros de la familia son ocupados menor de 18 años con ingreso familiar promedio entre 750 a 1500 soles. Predios que no están cercanos a exposición de RR.SS. (de 100 a 250 m), seleccionan orgánico e inorgánico y desechan sus RR.SS. en botaderos.	$0.074 < V \leq 0.140$
VULNERABILIDAD BAJO	Menos de 5 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 19 a 54 y 53 a 59 años, acceso a 3 o más servicios básicos, con conocimiento de GRD, buena organización poblacional, viviendas alejadas (mayor a 50m) al peligro, construcciones parciales o lotes vacíos, material de construcción de ladrillo/bloqueta o concreto armado, estado de conservación bueno, la mayoría de miembros de la familia son trabajadores dependientes e independientes con ingreso familiar promedio de más de 1500 soles. Predios que no están cercanos a exposición de RR.SS. (mayor a 250m), clasifican por material y desechan sus RR.SS. en el carro recolector.	$0.039 \leq V \leq 0.074$

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023





Figura 97. Mapa de Vulnerabilidad por flujo de detritos/Aluvión de la cuenca de Chicón



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 257274

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023. Adaptado de CENEPRED, 2014.



3.3. CÁLCULO DEL RIESGO

3.3.1 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.

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

Dónde:

R= Riesgo.

f= En función

Pi = Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición “t”

Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto.

Los niveles de riesgos frente flujo de detritos para la cuenca de Chicón se obtuvo en función al mapa de peligro (que se construye con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición “t”) y el mapa de vulnerabilidad la cual se explica en el flujograma siguiente.

Cuadro 114. Cálculo de Nivel de Riesgo por flujo de detritos de la cuenca Chicón.

PMA	0.491	0.036	0.069	0.131	0.236
PA	0.254	0.019	0.036	0.068	0.122
PM	0.139	0.010	0.019	0.037	0.067
PB	0.076	0.006	0.011	0.020	0.037
		0.074	0.140	0.267	0.480
		VB	VM	VA	VMA

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.



3.3.2 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 115. Nivel de peligrosidad por flujo de detritos de la cuenca Chicón.

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.0680	<	R	≤	0.2358
ALTO	0.0194	<	R	≤	0.0680
MEDIO	0.0056	<	R	≤	0.0194
BAJO	0.0015	≤	R	≤	0.0056

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

3.3.2.1 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

En la siguiente Cuadro, se muestran la zonificación del nivel de riesgo y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro 116. Zonificación del nivel de riesgo por flujo de detritos de la cuenca Chicón.

NIVELES DE RIESGO	DESCRIPCION	RANGO
RIESGO MUY ALTO	<p>Zonas de depósito Fluvio-Aluviales, Depósitos Fluvio - glaciares, predominantemente de cauces de ríos, geomorfológicamente esta zona corresponde predominantemente a fondo de valle fluvial, con pendiente plana a moderadamente inclinada (0°-5°); desencadenados con umbrales de precipitaciones máximas en 24 hr. mayores a 31.0, con un escenario GRANDE, con volumen desde el dique 415,000 m³ <, caudal máximo de 350 m³/s, velocidad de 5m/s, con altura del flujo promedio aproximado en el fondo de 10 m</p> <p>Mayor a 14 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 0 a 4 años y mayor a 65 años, sin acceso a servicios básicos, sin conocimiento en temas de GRD, muy mala organización poblacional; viviendas muy cercanas (Menor a 5m) al peligro, uso del predio comercio y vivienda, material de construcción mixto/otros, estado de conservación precario/muy malo, la mayoría de miembros de la familia son desempleados con ingreso familiar promedio mensual menor a 200 soles. Predios muy cercanos a exposición de RR.SS. (menor a 25m), sin manejo y desechan sus RR.SS. en quebradas.</p>	0.0680 < R ≤ 0.2358
RIESGO ALTO	<p>Zonas de depósito-Aluviales, Depósitos Aluvio - glaciares, predominantemente de depósitos fluviales, geomorfológicamente esta zona corresponde predominantemente a terrazas aluviales, terrazas fluvio glaciares con pendiente fuertemente inclinada (5°-15°); desencadenados con umbrales de precipitaciones máximas en 24 hr. muy lluvioso (25.5 < PP ≤ 31.0), con un escenario GRANDE, con volumen desde el dique 415,000 m³ <, caudal máximo de 350 m³/s, velocidad de 5m/s, con altura del flujo promedio aproximado en el fondo de 10 m</p>	0.0194 < R ≤ 0.0680

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



NIVELES DE RIESGO	DESCRIPCION	RANGO
	Entre 10 a 14 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 5 a 14 años y 60 a 64 años, acceso a solo un servicio básico, con conocimiento erróneo en temas de GRD, mala organización poblacional, vivienda cercana (5m a 10m) al peligro, uso del predio educación, salud y seguridad, material de construcción de ladrillo con barro sin vigas y columnas, estado de conservación malo, la mayoría de miembros de la familia son dedicados al hogar con ingreso familiar promedio entre 200 a 750 soles Predios cercanos a exposición de RR.SS. (de 25 a 100 m), que depositan sus RR.SS. en un solo envase y desechan sus RR.SS. en vías y calles.	
RIESGO MEDIO	Zonas de depósito aluvial 1, fluvial, Glaciares, coluvio-deluviales; geomorfológicamente esta zona corresponde a fondo de valle aluvial encañonado, con pendiente moderadamente empinado (15°-25°); desencadenados con umbrales de precipitaciones máximas en 24 hr. lluvioso (21.0 < PP ≤ 25.5), con un escenario MEDIANO, con volumen desde el dique 200,000 m ³ <, caudal máximo de 100 m ³ /s, con altura del flujo promedio aproximado en el fondo de 5 m. Entre 6 a 9 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 15 a 18 años, acceso a 2 servicios básicos con conocimiento limitado en GRD, regular organización poblacional, viviendas medianamente cercanas (10m a 20m) al peligro, uso del predio administrativo, cultura, Recreación y otros usos, material de construcción de adobe, estado de conservación regular, la mayoría de miembros de la familia son ocupados menor de 18 años con ingreso familiar promedio entre 750 a 1500 soles. Predios que no están cercanos a exposición de RR.SS. (de 100 a 250 m), seleccionan orgánico e inorgánico y desechan sus RR.SS. en botaderos.	0.0056 < R ≤ 0.0194
RIESGO BAJO	Zonas predominantemente de depósitos coluviales y afloramientos de rocas de granitos y las formaciones de Ayabacas, Chilca, Maras, Puquin. Esta zona geomorfológicamente corresponde predominantemente a laderas empinadas, cimas, con pendientes empinadas (25°-45°) y extremadamente empinadas (mayores a 45°); con umbrales de precipitaciones máximas en 24 hr Moderadamente lluvioso (16.5 < PP ≤ 21.0) y con poca Lluvia (<16.5), con un escenario PEQUEÑO, con volumen desde el dique 75,000 m ³ <, con altura del flujo promedio aproximado en el fondo de 3.8 m. Menos de 5 habitantes por predio expuesto, grupo etario de 19 a 54 y 53 a 59 años, acceso a 3 o más servicios básicos, con conocimiento de GRD, buena organización poblacional, viviendas alejadas (mayor a 50m) al peligro, construcciones parciales o lotes vacíos, material de construcción de ladrillo/bloqueta o concreto armado, estado de conservación bueno, la mayoría de miembros de la familia son trabajadores dependientes e independientes con ingreso familiar promedio de más de 1500 soles. Predios que no están cercanos a exposición de RR.SS. (mayor a 250m), clasifican por material y desechan sus RR.SS. en el carro recolector.	0.0015 ≤ R ≤ 0.0056

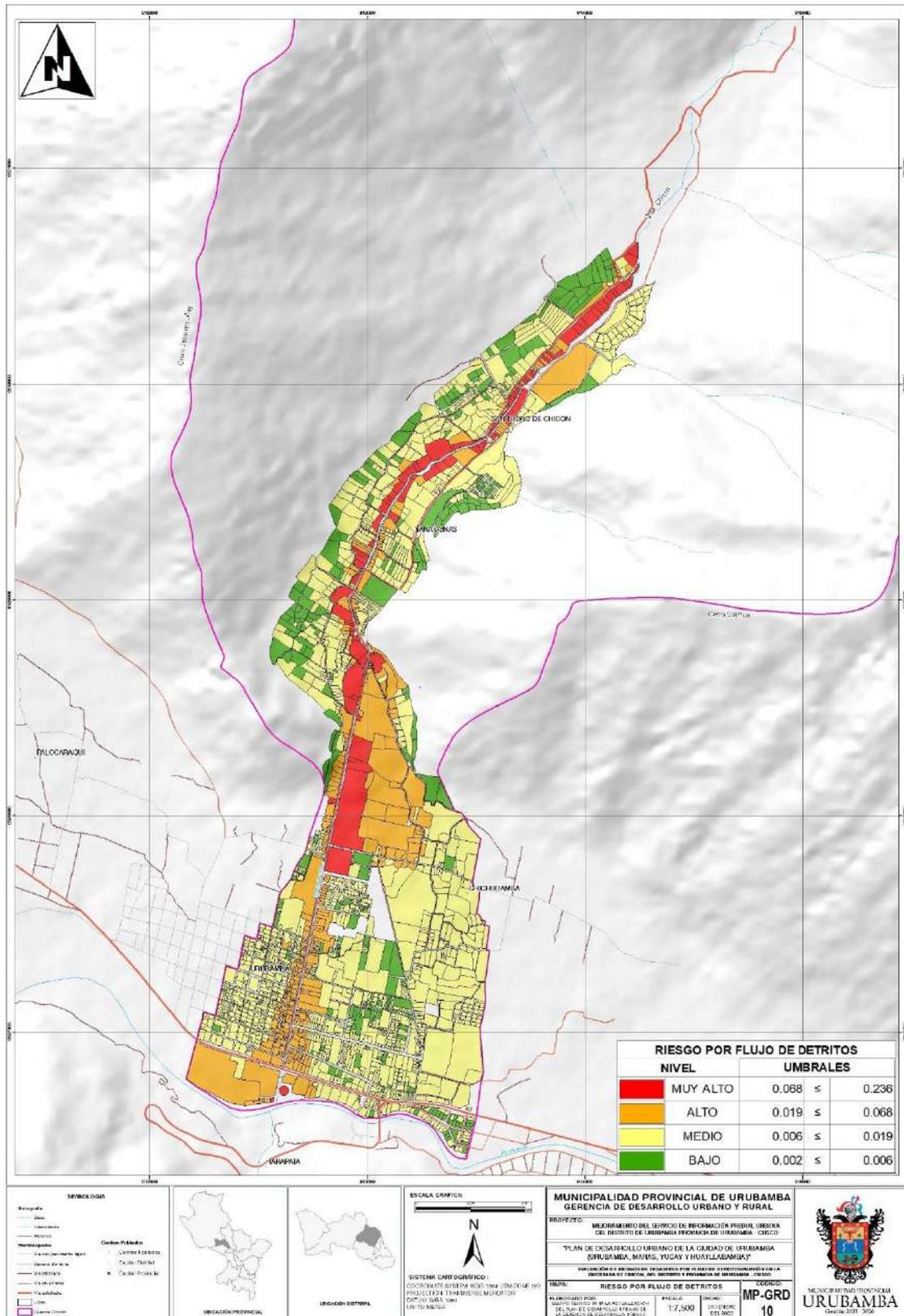
Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



Figura 98. Mapa de Vulnerabilidad por flujo de detritos/Aluvión de la cuenca de Chicón



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLÓGO
CIP 257274

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023. Adaptado de CENEPRED, 2014.



3.3.3 CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS (CUALITATIVA Y CUANTITATIVA)

3.3.3.1 CUALITATIVA

Según la evaluación de riesgo por flujo de detritos en la cuenca de Chicón, se identificaron 93 predios con RIESGO MUY ALTO, de los cuales 33 son viviendas, 19 se destinan a uso agrícola, 7 tienen otros usos, 1 predio con fines educativos (PRONOI Sol Naciente) y 33 son terrenos vacíos. Asimismo, se registraron 403 predios con RIESGO ALTO, de los cuales 258 son viviendas, 7 está destinado a uso agrícola, 6 son terrenos vacíos, 2 tienen otros usos, 1 es considerado patrimonio cultural, 1 se destina a recreación pública, 2 centro de salud, 6 son utilizados con fines educativos y 119 son comercios.

3.3.3.1 CUANTITATIVA

El siguiente procedimiento técnico está diseñado para calcular de manera aproximada el valor económico del daño probable a edificaciones de vivienda, edificaciones públicas, infraestructuras, mobiliarios, equipamiento, maquinarias y existencias identificadas dentro de las zonas de riesgo ante flujo de detritos en la cuenca de Chicón. Es importante destacar que los costos calculados son estimaciones que brindan una perspectiva monetaria sobre el costo de reemplazo de los daños ocasionados. Sin embargo, estos cálculos no deben interpretarse como una compensación económica exacta o el costo real de reparación de los daños.

Según la información determinada por el equipo técnico del proyecto se determinó en la cuenca de Chicón el siguiente Cuadro, donde se muestra el costo total de perdidas probables, que asciende a S/. 43,098,055.97

PROBABILIDAD DE AFECTACIÓN

EDIFICACIONES

Para calcular el valor probable del daño a las edificaciones, se estima el costo de reposición y reparación para aquellas con probabilidad de sufrir daños, ya sean de destrucción total, parcial o daños menores, como resultado del impacto del peligro. Esto incluye viviendas, edificios públicos, instituciones educativas, establecimientos de salud, edificaciones culturales, establecimientos públicos, así como edificaciones privadas de comercios, servicios, manufacturas, turismo, agricultura, agroindustria, entre otros.

Para realizar la estimación del costo de reposición probable de la edificación, resulta del producto del metraje total de área construida de la edificación, por el costo promedio por metro cuadrado con las mismas características actuales (tipo, estado de conservación, material de construcción, antigüedad de construcción), por el factor de pérdida, y por el número de edificaciones con probabilidad de daño.

Se calculó la probabilidad de afectación por lote en base la siguiente expresión

$$PT=A*Fr*P.U.$$

Donde:

PT: Perdida probable en la extensión del lote.

A: Área del lote en m².

Fr: Factor de riesgo según el nivel de riesgo.

P.U.: Costo total, entre predial y edificatoria por lote.





Para la evaluación del costo de reposición probable de la infraestructura se consideró las características actuales de las edificaciones, mediante reportes fotográficos, catastro Urbano y ortofotos trabajados. Además, para el costo promedio por metro cuadrado, se tomaron en cuenta las características y valores determinados en la normativa de edificaciones; como 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, con Resolución Ministerial N° 309-2022-VIVIENDA del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2022). También se consideraron los costos unitarios de proyectos de inversión pública registrados en el banco del Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), así como los costos locales obtenidos durante el trabajo de campo.

Según el servicio de actualización del catastro urbano de la provincia de Urubamba, Equipo Técnico del PDU Urubamba, 2023, se hizo la estimación de perdida predial que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 117. Costo de perdida probable de edificaciones por vivienda (Riesgo Muy alto).

USO DE PREDIO	PRECIO UNITARIO X M2	CANTIDAD	PERDIDA PARCIAL TERRENO (*)
AGRICOLA	50	19	2152624.41
LOTE VACIO	100	33	3695443.94
VIVIENDA	120	33	5798925.24
TOTAL DE PERDIDA			11646993.59

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

*El precio está sujeto al factor de perdida (70%) para los predios que están en riesgo muy alto.

Cuadro 118. Costo de perdida probable de edificaciones por vivienda (Riesgo Alto).

USO DE PREDIO	PRECIO UNITARIO X M2	CANTIDAD	PERDIDA PARCIAL TERRENO (*)
AGRICOLA	50	7	279582.08
COMERCIO	180	2	5059275.19
LOTE VACIO	100	25	3727865.00
VIENDA COMERCIO	150	117	3505924.92
VIVIENDA	120	239	16663912.58
TOTAL DE PERDIDA			29236559.77

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

*El precio está sujeto al factor de perdida (50%) para los predios que están en riesgo alto.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP. 25724

INFRAESTRUCTURA – RED VIAL

El valor del daño probable de infraestructura consiste en estimar el costo de reposición y reparación de la infraestructura física con probabilidad de sufrir daño de destrucción total o parcial, o daños menores a consecuencia del impacto de peligro, tales como infraestructura de transporte, energía. El costo de reposición y reparación de la infraestructura física se estima con las mismas características que prevalecen actualmente, se usa las mismas normas de construcción que estaban vigentes al



momento de la construcción de la edificación. En el cuadro siguiente se presenta las diferentes infraestructuras de la cuenca Chicón, para una mejor cuantificación y visualización de los costos que se han separado en diferentes tipos de infraestructura.

Se calculó la probabilidad de afectación de pérdida de la red vial en base la siguiente expresión

$$PT=A*Fr*P.U.$$

Donde:

PT: Perdida probable en la red vial.

A: Longitud afectada (m).

Fr: Factor de riesgo según el nivel de riesgo.

P.U.: Costo total, por metro lineal.

Según el servicio de actualización del catastro Urbano de la provincia de Urubamba, IVP Urubamba, Ministerio de transporte, Equipo Técnico del PDU Urubamba, 2023, se hizo la estimación de pérdida de la red vial que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 119. Costo de pérdida probable de la red Vial (Riesgo Muy alto).

Tipo de vía	PRECIO UNITARIO X M	LONGITUD AFECTADA (M)	PERDIDA PARCIAL TERRENO (*)
Vía Nacional	300.00	17.86	3750.99
Vía Arterial	200.00	2579.88	361183.56
Vía Colectora	150.00	251.39	26395.95
Vía Local	100.00	471.72	33020.09
TOTAL DE PERDIDA			424350.60

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

*El precio está sujeto al factor de pérdida (70%) para los predios que están en riesgo muy alto.

Cuadro 120. Costo de pérdida probable de la red Vial (Riesgo Alto).

Tipo de vía	PRECIO UNITARIO X M2	LONGITUD AFECTADA (M)	PERDIDA PARCIAL TERRENO (*)
Vía Nacional	300.00	219.46	32918.79
Vía Arterial	200.00	642.65	64265.50
Vía Colectora	150.00	1414.89	106116.47
Vía Local	100.00	998.95	49947.28
TOTAL DE PERDIDA			424350.60

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

*El precio está sujeto al factor de pérdida (50%) para los predios que están en riesgo alto.

COL. DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
 Ing. Oscar Huaman Quispe
 INGENIERO GEOLOGO
 CIP 257274



INFRAESTRUCTURA – ENERGIA

Se calculó la probabilidad de afectación de los postes de energía en base la siguiente expresión

$$PT=A*Fr*P.U.$$

Donde:

PT: Perdida probable en la red vial.

A: Cantidad de postes

Fr: Factor de riesgo según el nivel de riesgo.

P.U.: Costo total, por metro lineal.

Según el servicio de actualización Electro Sur Este S.A.A., Equipo Técnico del PDU Urubamba, 2023, se hizo la estimación de perdida de la red vial que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 121. Costo de perdida probable de los postes de energía (Riesgo Muy Alto).

Tipo de vía	PRECIO UNITARIO X M	CANTIDAD	PERDIDA PARCIAL TERRENO (*)
CONCRETO	300	98	14700.00
FIERRO	200	3	300.00
MADERA	100	3	150.00
TOTAL DE PERDIDA			15150.00

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

*El precio está sujeto al factor de perdida (75%) para los predios que están en riesgo muy alto.

Cuadro 122. Costo de perdida probable de los postes de energía (Riesgo Alto).

Tipo de vía	PRECIO UNITARIO X M	CANTIDAD	PERDIDA PARCIAL TERRENO (*)
CONCRETO	300	115	24150.00
FIERRO	200	31	4340.00
TOTAL DE PERDIDA			15150.00

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

*El precio está sujeto al factor de perdida (50%) para los predios que están en riesgo alto.

Se calculó la probabilidad de afectación de los cables de energía en base la siguiente expresión

$$PT=A*Fr*P.U.$$

Donde:

PT: Perdida probable en la red vial.

A: Longitud de Cable metro lineal

Fr: Factor de riesgo según el nivel de riesgo.

P.U.: Costo total, por metro lineal.



Según el servicio de actualización Electro Sur Este S.A.A., Equipo Técnico del PDU Urubamba, 2023, se hizo la estimación de pérdida de la red vial que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 123. Costo de pérdida probable de los cables de energía.

TIPO DE VÍA	PRECIO UNITARIO X M2	LONGITUD AFECTADA (M)	FACTOR DE PERDIDA	PERDIDA PARCIAL TERRENO (*)
Muy Alto	200.00	6359.06	0.70	890268.57
Alto	200.00	4452.33	0.50	445232.84
TOTAL DE PERDIDA				1335501.41

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023

*El precio está sujeto al factor de pérdida (70%) para los predios que están en riesgo muy alto. (50%) para los predios que están en riesgo alto.



CAPÍTULO IV: DEL CONTROL DE RIESGOS

La aplicación de medidas preventivas y correctivas la cuenca de Chicón, no garantiza una confiabilidad de que no se presenten consecuencias a futuro, razón por la cual el riesgo por flujo de detritos no puede eliminarse totalmente por las condiciones actuales de la zona, el riesgo nunca será nulo; por lo tanto, siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas.

Esto significa que pueden presentarse eventos poco probables que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores.

4.1. DE LA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS

4.1.1 ACEPTABILIDAD / TOLERABILIDAD

A. VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS.

Cuadro 124. 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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, en base a CENEPRED. 2014.

De la Cuadro obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural por ser recurrente las que origina la ocurrencia de movimientos en masa como flujo de detritos, pueden ser gestionadas con recursos disponibles ya sea estatal o privado, los que corresponden a un nivel de valoración de consecuencias **ALTO con un valor 3**.

B. VALORACIÓN DE LA FRECUENCIA DE RECURRENCIA.

Cuadro 125. 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 medianamente largos según las circunstancias.
2	MEDIO	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	BAJO	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, en base a CENEPRED. 2014.

Del cuadro anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto por flujo de detritos 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**.



C. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ):

Cuadro 126. Nivel de consecuencia y daño.

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTO	4	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
ALTO	3	ALTO	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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, en base a CENEPRED. 2014.

Del análisis de la consecuencia y frecuencia del fenómeno natural de flujo de detritos se obtiene que el nivel de consecuencia y daño en los predios de riesgo muy alto y alto del ámbito de estudio se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de **NIVEL MUY ALTO**.

D. MEDIDAS CUALITATIVAS DE CONSECUENCIA Y DAÑO.

Cuadro 127. 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 altas.
1	BAJO	Tratamiento de primeros auxilios en las personas, pérdida de bienes y financieras altas.

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, en base a CENEPRED. 2014

Del análisis de las medidas cualitativas de consecuencias y daños por fenómeno de flujo de detritos para las viviendas circunscritas en el área de riesgo potencial del ámbito de estudio corresponde el **NIVEL 3 –ALTO**.

E. ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA

Cuadro 128. 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	Tolerable	Se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, en base a CENEPRED. 2014



Del análisis de la aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo por flujo de detritos en las viviendas de riesgo muy alto y alto del ámbito de estudio se deben desarrollar actividades para el manejo del riesgo, corresponde el **NIVEL 3 – INACEPTABLE**.

F. MATRIZ DE ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA:

La matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo se indica a continuación:

Cuadro 129. 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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, en base a CENEPRED. 2014

De la matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo se precisa que el **RIESGO ES INACEPTABLE** en las viviendas de riesgo muy alto y alto en la cuenca de Chicón.

G. Prioridad de la Intervención.

Cuadro 130. Prioridad de intervención.

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

Elaboración: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023, en base a CENEPRED. 2014

Del cuadro anterior se obtiene que el **NIVEL DE PRIORIZACIÓN ES II**, del cual constituye el soporte para la priorización de actividades, acciones y proyectos de inversión vinculadas a la Prevención y/o Reducción del Riesgo de Desastres en la cuenca de Chicón.

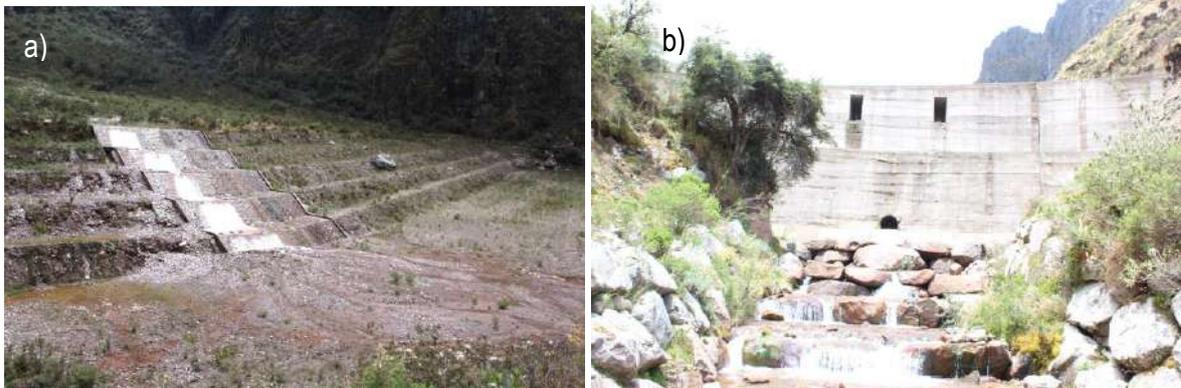
4.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DESASTRES (RIESGOS FUTUROS)

4.2.1 MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL

Las medidas estructurales de prevención de riesgos ante flujo de detritos se centran en acciones para evitar o minimizar la posibilidad de que ocurran flujos de detritos y reducir su impacto. Algunas de estas medidas son:

IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE REGULACIÓN DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO para garantizar la eficacia continua de los controladores/disipadores de flujo de detritos ubicados en el sector Occoruruyoc. Esto incluirá la limpieza periódica, reparación de posibles daños, y la actualización de cualquier equipo obsoleto.

Figura 99. Sector Occoruruyoc Pampa con las obras de reducción de riesgos, a) Foso de retención y b) Dique regulador.



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

IMPLEMENTAR UN PROGRAMA INTEGRAL DE FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN en las zonas elevadas de la cuenca Chicón, priorizando el uso de plantas nativas, especialmente *Polylepis* sp, debido a su capacidad de adaptación a condiciones climáticas específicas y su contribución significativa a la retención del agua subterránea.

Figura 100. Especie *Polylepis* sp, plantas existentes en la quebrada Chicón.



Fuente: (Aguilar López, 2011)

4.2.2 MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

- Desarrollar capacitaciones sobre el conocimiento y funcionamiento del SAT e incorporar los componentes y procedimientos del SAT porque no está socializado, ya que las instituciones, organismos de respuesta, ni la población, tienen conocimiento de su existencia.
- Sistematizar y analizar los diferentes escenarios pasados que permitan proyectar y actualizar los procesos a futuro. Para lo cual es necesario presupuestar el proceso de sistematización, actualización, edición y publicación de los estudios de riesgos que permita dar a conocer las condiciones del riesgo a la población y autoridades involucradas.
- Gestionar el desarrollo urbano de la zona, bajo un enfoque de cuenca, articulando sinergias entre todos los actores sociales del centro poblado.

- Es fundamental aprobar y señalar de inmediato la zona de la faja marginal de la quebrada de Chicón. Además, es crucial implementar medidas estrictas para controlar la ocupación de esta área por parte de la municipalidad provincial de Urubamba.
- Elaborar y actualizar el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de en la que se incluyan los resultados del estudio de evaluación de riesgos, con la finalidad de que las autoridades locales y regionales programen actividades, programas o proyectos que corrijan la situación de riesgo por el peligro de flujo de detritos en la zona de estudio.

4.3 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES)

4.3.1 MEDIDAS DE ORDEN ESTRUCTURAL

IMPLEMENTAR UN PROGRAMA INTEGRAL DE RESTAURACIÓN, RECUPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL CANAL PREHISPÁNICO en el tramo que abarca desde el kilómetro 0.00 hasta el kilómetro 2.141 (Av. Mariscal Castilla), con especial atención a las recomendaciones proporcionadas por el Ministerio de Cultura. Este programa deberá involucrar expertos en conservación del patrimonio cultural y técnicos especializados en ingeniería hidráulica.

Figura 101. Canal y puente prehispánico, ubicado a la Altura de cementerio Quespehuanca



Fuente: Equipo técnico PDU Urubamba, 2023.

DESARROLLAR UN PROGRAMA INTEGRAL DE BARRERAS FÍSICAS VIVAS en ambas márgenes del río Chicón, focalizándose especialmente en las áreas críticas de Chicón y Yanaconas.



4.3.2 MEDIDAS DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

Para reducir el riesgo existente se plantean las siguientes medidas no estructurales:

- A las autoridades se recomienda realizar trabajos de sensibilización con los pobladores en la cuenca de Chicón, en los sectores de San Isidro de Chicón, Yanaconas, Chichubamba y el área urbana de Urubamba, sobre temas relacionados a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo al que se encuentran expuestos, con la finalidad de que, cambien de aptitud frente al riesgo.
- Asimismo, proponer iniciativas de reubicación hacia zonas seguras.
- A la autoridad provincial se recomienda actualizar el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, en la que se incluyan los resultados del estudio de evaluación de riesgos, con la finalidad de que las autoridades locales y regionales programen actividades, programas o proyectos que corrijan la situación de riesgo por el peligro de flujo de detritos en la zona de estudio.
- Evaluar el estado estructural de las infraestructuras ubicadas a lo largo de la quebrada de Chicón/ Tullumayu con la finalidad de implementar medidas de corrección y evitar pérdidas en el patrimonio de las personas y de las entidades públicas y privadas.
- Elaboración de un Plan de Educación Comunitaria, con la finalidad de fortalecer las capacidades de la población en materia de gestión correctiva del riesgo por el peligro de flujo de detritos.
- A los responsables de las operaciones de las infraestructuras viales, telecomunicaciones, educación, salud, se recomienda la elaboración de planes de contingencia y de continuidad operativa en caso el servicio se vea interrumpido por la afectación por flujo de detritos.



CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En la cuenca de Chicón, según los reportes y estudios de las entidades del CENEPRED, INGEMMET, INDECI, Proyecto Glaciares y otros el ámbito de estudio es susceptible a flujo de detritos (huayco), asimismo, esta premisa se corroboró con los trabajos de campo y gabinete.

El ámbito de estudio exhibe una variedad geológica notable, con predominio de depósitos aluviales, glaciares, fluviales, coluviales y afloramientos de granitos y sedimentarios. Desde una perspectiva geomorfológica, se identifican diferentes unidades tales como Glaciares, que incluyen aristas Glaciar, circo Glaciar, los horns, las morrenas y los valles glaciares; Unidades Montañosas, que incluyen laderas, escarpadas, crestas, laderas con deslizamientos y cárcavas; así como Unidades de Fondo de Valle, tales como abanicos aluviales, cauces de quebrada, terrazas aluviales y fluviales-glaciares. Además, se observan diversos rangos de pendientes, desde terrenos llanos con una inclinación suave (0°-5°, baja), hasta pendientes moderadas (5°-15°, media), fuertes (15°-25°), muy pronunciadas o escarpadas (25°-45°) y extremadamente escarpadas (>45°, abruptas).

Para determinar el peligro por flujo de detritos se ha considerado para la susceptibilidad los factores condicionantes: unidades geológicas, pendientes y unidades geomorfológicas y como factor desencadenante a los Umbral De Precipitación Máximas 24 Hr; y como parámetros de evaluación se consideró la profundidad de flujo (m).

En cuanto a elementos expuestos al peligro de flujos de detritos, se registran los siguientes elementos: una población de 8,090 habitantes, distribuidos entre zonas urbanas (60.86%) y zonas urbanas rurales (30.14%). Además, se tiene 1,311 viviendas, 23 instituciones educativas, 8 centros de salud, 2 instalaciones culturales, 3 infraestructuras de seguridad, 12 espacios de recreación pública, 2 sitios de patrimonio cultural y 13 estructuras de otros usos expuestos. También se identifican 30,915.04 metros lineales de infraestructura vial.

En relación con la vulnerabilidad, se llevó a cabo un análisis considerando las dimensiones social, económica y ambiental de los terrenos. Se identificaron 60 predios con **una VULNERABILIDAD MUY ALTA**, de los cuales 3 son viviendas, 19 se destinan a uso agrícola, 6 tienen otros usos y 32 son terrenos vacíos. Asimismo, se registraron 276 predios con **VULNERABILIDAD ALTA**, de los cuales 219 son viviendas, 1 está destinado a uso agrícola, 21 son terrenos vacíos, 3 tienen otros usos, 1 es considerado patrimonio cultural, 1 se destina a recreación pública, 4 son utilizados con fines educativos y 26 son comercios.

Se ha realizado el cálculo del riesgo por flujo de detritos, considerando el nivel de peligro y la vulnerabilidad de los predios. Se identificaron 93 predios con **RIESGO MUY ALTO**, de los cuales 33 son viviendas, 19 se destinan a uso agrícola, 7 tienen otros usos, 1 predio con fines educativos (PRONOI Sol Naciente) y 33 son terrenos vacíos. Asimismo, se registraron 403 predios con **RIESGO ALTO**, de los cuales 258 son viviendas, 7 está destinado a uso agrícola, 6 son terrenos vacíos, 2 tienen otros usos, 1 es considerado patrimonio cultural, 1 se destina a recreación pública, 2 centros de salud, 6 son utilizados con fines educativos y 119 son comercios.

La aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por flujo de detritos es INACEPTABLE, y se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo del riesgo siendo el nivel de PRIORIZACIÓN II, con actividades, acciones y proyectos de inversión vinculadas a la prevención y/o reducción del riesgo de desastres.

COLGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



5.1 RECOMENDACIONES

Se recomienda difundir en el caserío las zonas de riesgos y poner en conocimiento a toda población de la cuenca de Chicón, sectores de San Isidro de Chicón, Yanaconas, Chichubamba y el área urbana de Urubamba para que puedan identificar los lugares donde no deben ubicar sus viviendas o alguna infraestructura sea pública o privada.

Debido a la exposición de la población se recomienda un adecuado ordenamiento territorial a través de ordenanzas y otras disposiciones establecidas por la Municipalidad provincial de Urubamba para regular la expansión urbana evitando la construcción dentro de las áreas con niveles de peligro Alto y Muy Alto.

Se recomienda el mantenimiento y limpieza de todo el río Chicón en especial las áreas donde exista canalización y aquellas donde hayan puentes, además de las obras existentes en Occoruruyoc Pampa como son el dique y la fosa, son de vital importancia para que el río no se colmate ni embalse.

Incorporar acciones estratégicas en sus Instrumentos en Gestión, como el Plan de Desarrollo Local Concertado, Plan de Estratégico Institucional, entre otros, referidas a la presencia del flujo de detritos en este sector, que se desarrollan a nivel distrital, provincial y regional.

Hacer de conocimiento el escenario del riesgo del presente estudio a las entidades privadas prestadoras de servicios básicos y públicos, para que puedan elaborar o implementar sus planes de contingencia y continuidad operativa de su servicio.

CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar López, M. A. (2011). *Evaluación de Riesgos Ambientales en la Microcuenca del Chicón— Urubamba* (p. 65) [Informe Académico]. UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, E. P. DE BIOLOGÍA.
- Cárdenas Roque, J. D., García Fernández Baca, B., Concha Niño de Guzmán, R. F., Astete Farfán, I., Zela, J., Ancco, K., Requejo, D., Carlotto Caillaux, V. S., & Flores, T. (2013). Evaluación geológica y geodinámica en la quebrada Chicón: Aluvión del 17 de octubre del 2010 que afectó Urubamba-Cusco. *Repositorio Institucional INGEMMET*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1128>
- Carlotto Caillaux, V. S., Cárdenas Roque, J. D., Concha Niño de Guzmán, R. F., Astete Farfán, I., Del Castillo Herrera, B., García Fernández Baca, B., & Tito García, V. (2012). Geología y geodinámica de la quebrada Chicón: El aluvión del 17 de octubre del 2010 que afectó Urubamba-Cusco. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1129>
- Carlotto Caillaux, V. S., Cárdenas Roque, J. D., Del Castillo Herrera, B., Concha Niño de Guzmán, R. F., García Fernández Baca, B., Astete Farfán, I., & Tito García, V. (2010). Evaluación geológica y geodinámica en la quebrada Chicón: Aluvión del 17 de octubre del 2010 que afectó Urubamba-Cusco. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1908>
- INGEMMET. (2021). Evaluación de peligros geológicos en el tramo del km 18+000 hasta el km 28+000 de la carretera Conococha-Aquia. Distrito de Aquia, provincia Bolognesi, departamento de Ancash. *Repositorio Institucional INGEMMET*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3538>





Silva, H., Cuenca, J., Vila, R., & 1Corporación Allin Puriy SAC. (2018). *ANALISIS, EVALUACION Y MAPEO DE PELIGROS DE REMOCIONES EN MASA EN LA CUENCA DEL CHICÓN, URUBAMBA*. (p. 18).

Zavala Carrión, B. L., Valderrama Murillo, P. A., Pari Pinto, W., Luque Poma, G., & Barrantes Huamán, R. (2009). Riesgos geológicos en la región Ancash—[Boletín C 38]. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/243>





ANEXOS

ANEXO 1. MAPAS

ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 102. Reunión de coordinación con CENEPRED y equipo técnico de PDU de Urubamba, 06.09.2023.

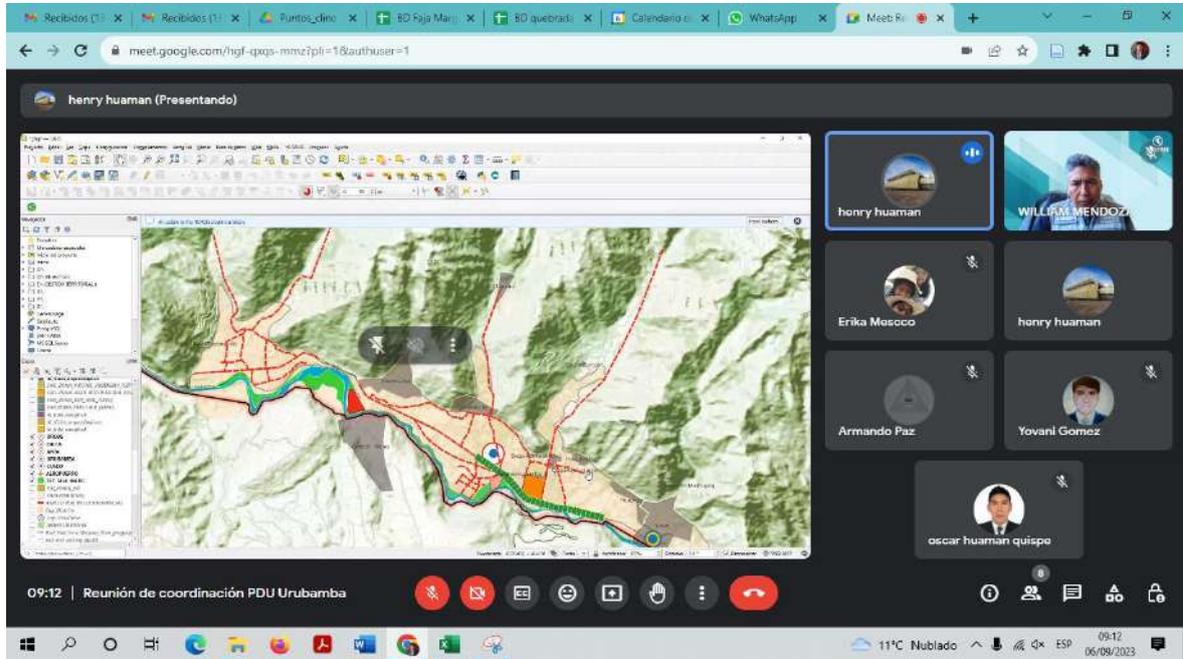


Figura 103. Reunión de coordinación con CENEPRED y el componente de GRD, Parte del equipo técnico de PDU de Urubamba, 19.09.2023.



Figura 104. Trabajo de campo en la quebrada de Chicón, 01.09.23



Figura 105. Trabajo de campo en la quebrada de Chicón, 05.09.23



Figura 106. Trabajo de campo en la quebrada de Chicón, 17.09.23 y 22.09.23.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



Figura 107. Trabajo de campo en la quebrada de Chicón, recojo de información, 18 y 19 octubre de 2023.



Figura 108. Reunión de coordinación técnica con CENEPRED. Tema: Avance del EVAR de la quebrada de Chicón. Urubamba, Vínculo a la videollamada: <https://meet.google.com/pia-wwdt-mnf>, Fecha de la reunión: 07 de noviembre. de 2023

ANTECEDENTES HISTORICOS - REGISTRADOS

EL COMERCIO
1728
Riachuelo Tulumayo (actual Av. Mariscal Castilla), 1942. Fuente: Folio INDECI - PNUD - 2005. Diario El comercio del Cusco - 1942

1679 1728 1942 2003 2010 2011

Huayco Qda. Chicon (18/10/2010), 141 personas damnificadas y 581 personas afectadas, así como los servicios básicos

Mapa geodinámico de las quebradas Occoronyoc y Chicón INOEMMET (2010)

ING. RONALD VERA GALLEGOS

Participants: Oscar Huaman Quispe (Presentar), WILLIAM MENDOZA, oscar huaman quispe, MARIA MILAGROS RIVEROS GUEVARA

COLLEJO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274

Figura 109. Trabajo de campo en la quebrada de Chicón, sector Occoruruyoc, 25 octubre de 2023.



Figura 110. Verificación del mapa de vulnerabilidad de la Quebrada Chicón y medición de secciones hidráulica de la quebrada Chicón y/o Tullmayu, Av. Mariscal Castilla



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huaman Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



ANEXO 3. OTROS, ACTAS DE REUNIÓN

ACTA DE REUNION

Tema: Definición del ámbito de estudio del componente GRD para la actualización del PDU de la ciudad de Urubamba

Vínculo a la videollamada: <https://meet.google.com/eyh-vhxa-wdf>

Fecha de la reunión: 19 de sept. de 23

Lugar de la reunión: Urubamba, mediante la plataforma Google Meet

Asistentes:

Ing. William Mendoza Huamán – Coordinador De Enlace del CENEPRED

Ing. Oscar Huamán Quispe – Coordinador del componente GRD del PDU de Urubamba

Br. Ing. Uriel Cocama Rodriguez – Asistente del componente GRD del PDU de Urubamba

Objetivos de la reunión:

- Definir el ámbito de estudio del componente GRD para la actualización del PDU de la ciudad de Urubamba.
- Definir los tipos de peligros para el trabajo del Informe del Riesgo de Desastres para la actualización del PDU de la ciudad de Urubamba.
- Definir los tipos de estudio para la componente GRD para la actualización del PDU de la ciudad de Urubamba.

Siendo las 14:00 hr. Del día 19 de sept. de 23, reunidos mediante la plataforma Google Meet el Ing. Oscar Huamán, coordinador del componente GRD del PDU de Urubamba, realizó el correspondiente saludo y bienvenida a los asistentes, y da inicio a la reunión. Acto seguido el Ing. Oscar Huamán expone y da a conocer el polígono del ámbito preliminar de estudio correspondiente al componente GRD para la actualización del PDU de la ciudad de Urubamba. Luego de ello el Ing. William Mendoza Huamán, coordinador De Enlace Regional del CENEPRED hace su saludo a todos los presentes y pide dar inicio al taller de dialogo para la definición del polígono a trabajar en la componente de GRD de manera técnica y consensuada y en concordancia a la realidad del territorio de la cual:

PRIMERO: Con respecto al quebrada de Chicón, y de acuerdo a la información técnica existente se recomienda ampliar el área de estudio, incluyendo las lagunas de Azulcocha, Riticocha, Q'omercocha y Quellococha, dándole un enfoque de cuenca, y se recomienda realizar un EVAR por flujo de detritos, tomando como base para el parámetro de evaluación, el modelo planteado en el estudio de ANALISIS, EVALUACION Y MAPEO DE PELIGROS DE REMOCIONES EN MASA EN LA CUENCA DEL CHICÓN, URUBAMBA.

SEGUNDO: Con respecto a la quebrada Pumahuanca y margen izquierdo del rio Vilcanota ajustar el polígono del ámbito de estudio de acuerdo al mapeo de la geodinámica externa y considerando la realidad de la jurisdicción territorial.

TERCERO: Con respecto a la quebrada San Juan, Yanahuara el polígono queda como se propuso en concordancia a la realidad de la jurisdicción territorial.

CUARTO: Con respecto a los sectores que corresponde a la determinación del área de trabajo hacia Huayllabamba y Ollantaytambo, ajustar el límite del análisis del componente GRD al polígono del análisis urbano.



Cont. 02 acta de reunión

QUINTO: Con respecto al análisis de peligro por inundación del río Vilcanota se recomienda tomar en consideración los puntos críticos del ANA y a la determinación de la faja marginal.

SEXTO: Con respecto al análisis del peligro por sismo en el ámbito del borde urbano, se recomienda revisar las isoyetas del IGP y de acuerdo a sus antecedentes sísmicos en la provincia de Urubamba.

Acuerdos y compromisos

Se acuerda y recomienda realizar los siguientes informes:

- Informe de evaluación de riesgo a nivel cualitativo para la actualización del PDU de la ciudad de Urubamba, en la cual se incluirá todos los peligros existentes en la zona, en vista que el producto final es el Plan de Desarrollo Urbano.
- Informe de evaluación del riesgo de desastres en la Quebrada de Chicon, Urubamba, para lo cual es necesario solicitar con oficio asistencia técnica para la elaboración del EVAR al CENEPRED.

Adicionalmente, se acuerda el envío del acta a todos los miembros del Comité para su conocimiento y aprobación.

Anexos: NINGUNO

Fecha próxima reunión:
19 de sept. de 23

Ing. William Mendoza Huamán -
CENEPRED



Ing. Oscar Huamán Quispe – MPU

Br. Ing. Uriel Cocama Rodríguez - MPU

Arq. Armando Paz Alvarado
Residente de Proyecto

Arq. Wilder Sanchez Forton
Supervisor del proyecto

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huamán Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP 257274



ACTA DE REUNION DE ASISTENCIA TECNICA DEL DESARROLLO DEL INFORME EVAR DE LA QUEBRADA DE CHICÓN, URUBAMBA

Tema: Avance del EVAR de la quebrada de Chicón. Urubamba

Vínculo a la videollamada: <https://meet.google.com/pia-wwwt-mnf>

Fecha de la reunión: 07 de noviembre. de 2023

Lugar de la reunión: Urubamba, mediante la plataforma Google Meet

Asistentes:

Nro.	Cargo	Apellidos y nombres
1	Responsable de la evaluación	Ing. Gigo. Oscar Huamán Quispe
2	Coordinador de Enlace Regional del CENEPRED	Ing. William Mendoza Huamán
4	Apoyo en el proyecto	Pract. Marilia Mamani Catari
5	Apoyo en el proyecto	Pract. Abraham Condori Gonzales
6	Apoyo en el proyecto	Pract. Milagros Riveros Guevara

Objetivos de la reunión:

- Socializar y analizar el trabajo a desarrollar Avance del informe de Evaluación de Riesgos (EVAR) de desastres por flujo de detritos en la quebrada de Chicón, distrito de Urubamba, 2023
- Determinar el procedimiento de trabajo por parte del Coordinador de Enlace Regional del CENEPRED al EVAR de la quebrada de Chicón.

Siendo las 10:00 hr. Del 07 de noviembre de 2023, reunidos mediante la plataforma Google Meet el Ing. Oscar Huamán, responsable de la elaboración de la Evaluación de Riesgos de la quebrada de Chicón, realizó el correspondiente saludo y bienvenida a los asistentes, para dar inicio a la reunión. Luego de ello el Ing. William Mendoza Huamán, coordinador de Enlace Regional del CENEPRED hace su saludo a todos los presentes y pide dar inicio a la reunión convocada para analizar el trabajo a desarrollar sobre la asistencia técnica en el desarrollo del Informe de evaluación del riesgo en el sector Chicon.

Acto seguido el Ing. Oscar Huamán presenta el área de trabajo a desarrollar el estudio de informe del EVAR de la quebrada de Chicón. Dentro de ello se informa y se precisa que el trabajo será desarrollado sobre el modelamiento del ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y MAPEO DE PELIGROS DE REMOCIONES EN MASA EN LA CUENCA DEL CHICÓN, URUBAMBA, 2018; que cuenta la Municipalidad Provincial de Urubamba; así mismo se desarrolló las siguientes actividades:

Cont. 02 acta de reunión

COL. G. O. DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Oscar Huamán Quispe
INGENIERO GEOLOGO
CIP. 257274



PRIMERO: Se determinan los factores condicionantes: pendientes, geomorfología y geología local. Para cada uno de ellos se presentan los respectivos mapas elaborados en base al mapeo e información complementaria de INGEMMET, imágenes INSAR y bibliografía científica.

SEGUNDO: Con respecto a la geología local, se da mayor enfoque a los depósitos cuaternarios donde ocurre el flujo de débitos, se recomienda cambiar el término "geología local" por "litología".

TERCERO: Con respecto a los factores condicionantes, se recomienda incrementar un cuarto factor, el cual corresponde a la cobertura vegetal para dar un enfoque mucho más local, para ello se recurrirá a la Oficina de Medio Ambiente para que nos apoyen con el complemento de la información en éste factor.

CUARTO: Se determina el factor desencadenante: precipitaciones pluviales, se usa información meteorológica proporcionada por el SENHAMI, estación Urubamba, umbrales de precipitación en 24 horas, Además, se determina el parámetro de evaluación para lo cual se tomará en cuenta el modelamiento del ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y MAPEO DE PELIGROS DE REMOCIONES EN MASA EN LA CUENCA DEL CHICÓN, URUBAMBA, 2018.

QUINTO: Con respecto al análisis de vulnerabilidad de la quebrada Chicon, estará acorde a encuestas por lotes para la zona urbano rural y se hará uso de la información catastral disponible para la zona urbana, la misma que será complementada de acuerdo a la información requerida.

SEXTO: Con respecto a la elaboración de la matriz de vulnerabilidad de la quebrada Chicon se debe desarrollar dos matrices correspondientes a la zona urbana y urbano rural.

SETIMO: Con respecto a los elementos considerados en la matriz de vulnerabilidad de la quebrada Chicon se deberá tomar en cuenta las especificaciones y descripciones necesarias para dar un enfoque claro. En la categoría de "Cercanía al peligro" la información manejada será en función a la faja marginal establecida por el ANA.

OCTAVO: Con respecto al informe del EVAR, se presentan los antecedentes, el marco normativo, la ubicación, se recomienda aumentar la ubicación geográfica y política, las características físicas, la determinación del peligro y el análisis de la vulnerabilidad.

Acuerdos y compromisos

- Se acuerda que la municipalidad desarrolle el avance de trabajo y enviar el documento de avance del informe del EVAR al Coordinador de Enlace Regional del CENEPRED para que le de lectura correspondiente y pueda dar algunas sugerencias y recomendaciones.
- De acuerdo a las coordinaciones internas del equipo técnico de la municipalidad y el CENEPRED se programará la siguiente reunión para el análisis del avance del informe EVAR en el marco de la asistencia técnica.

Adicionalmente, se acuerda el envío del acta a todos los miembros del Comité para su conocimiento y aprobación.

Cont. 03 acta de reunión



Anexos:

NINGUNO

Fecha próxima reunión:
Indefinido



Ing. William Mendoza Huaman - CENEPRED

Ing. Oscar Huaman Quispe - MPU

Pract. Mariña Mamani Catari

Pract. Abraham Condori Gonzales

Pract. Milagros Riveros Guevara

