

***“Evaluación de Riesgo originado por flujo de  
detritos en las Quebradas Yanaqaqa y Quishuar, en los  
sectores de Hornopampa y Totora, Distrito de Santa  
Teresa, Provincia de La Convención,  
Región Cusco”***



**EVALUADORA DE RIESGOS**

**Ing. Geol. Alcira Elena Olivera Silva**

**Ingeniero Geólogo con CIP: 101380**

**Evaluador de Riesgo por Fenómenos Naturales, R.J. N°120-2018 – CENEPRED-J**

**SANTA TERESA - LA CONVENCION**

**2022**



## **EQUIPO TECNICO**

### **EVALUADORA DE RIESGO:**

Ing. Geol. Alcira Elena Olivera Silva  
Ingeniero Geólogo con CIP: 101380  
Evaluador de Riesgo por Fenómenos Naturales, R.J. N°120-2018 – CENEPRED-J

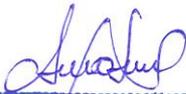
### **ASISTENCIA TÉCNICA**

Bach. Ing. Geol. Staci Adieth Noa Huanca

### **ESPECIALISTAS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y TELEDETECCIÓN:**

Bach. Ing. Geol. Ronal Camargo Gonzales

Bach. Ing. Geol. Bhrayam Condori Cañari

  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



## INDICE

<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>7</b>
1.1. OBJETIVO GENERAL .....	7
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
1.3. FINALIDAD .....	7
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	7
1.5. ANTECEDENTES.....	7
1.6. MARCO NORMATIVO.....	13
<b>CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES .....</b>	<b>15</b>
2.1. UBICACIÓN .....	15
2.2. VÍAS DE ACCESO .....	16
2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS .....	20
2.4. CONDICIONES HIDROLOGICAS.....	24
2.5. CONDICIONES GEOLÓGICAS.....	25
<b>CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD .....</b>	<b>36</b>
3.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.....	36
3.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOPIADA.....	36
3.3. IDENTIFICACIÓN DEL FENOMENO Y EL PELIGRO.....	37
3.4. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS. ....	38
3.5. IDENTIFICACIÓN DEL ÁMBITO DE INFLUENCIA.....	38
3.6. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO.....	39
3.7. PARÁMETRO DE EVALUACIÓN.....	45
3.8. NIVELES DE PELIGRO .....	47
3.9. ESTRATO NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	48
3.10. MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS:.....	49
3.11. MAPA DE PELIGRO POR FLUJO DE DETRITOS EN EL AMBITO DE ESTUDIO .....	50
3.12. MAPA DE PELIGRO POR ELEMENTO EXPUESTO .....	51
3.13. DEFINICIÓN DE ESCENARIO .....	51
<b>CAPITULO IV: ANÁLISIS DEL NIVEL DEL VULNERABILIDAD .....</b>	<b>52</b>
4.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD.....	52
4.2. PARAMETROS ANALISIS DE VULNERABILIDAD .....	53
4.3. VULNERABILIDAD EN LA DIMENSION ECONOMICA .....	53
4.4. VULNERABILIDAD EN LA DIMENSION SOCIAL.....	59
4.5. VULNERABILIDAD EN LA DIMENSION AMBIENTAL .....	65
4.6. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD .....	68
4.7. NIVELES DE VULNERABILIDAD.....	70
<b>CAPITULO V: CALCULO DEL RIESGO .....</b>	<b>71</b>
5.1. METODOLOGÍA PARA EL CALCULO DEL RIESGO .....	74
5.2. NIVELES DEL RIESGO .....	74
5.3. ESTRATO NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS .....	74
5.4. MATRIZ DE RIESGOS .....	76
5.5. MAPA DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS .....	77



<b>CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO .....</b>	<b>78</b>
6.1. CONTROL DE RIESGOS.....	78
6.2. VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS.....	78
6.3. VALORACIÓN DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA.....	78
6.4. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (MATRIZ DE DOBLE ENTRADA) .....	79
6.5. ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA.....	79
6.6. MATRIZ DEL NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO .....	79
6.7. PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN.....	80
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>

  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380

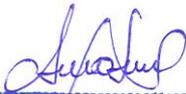


## PRESENTACIÓN

El presente informe técnico corresponde a realizar la evaluación de riesgo de desastres por fenómenos naturales, en el enfoque del componente prospectivo por la naturaleza del Estudio denominado “Evaluación de Riesgo originado por Flujo de detritos en las Quebradas Yanaqqa y Quishuar, en los sectores de Hornopampa y Totorá, Distrito de Santa Teresa, Provincia de la Convención, Departamento del Cusco” considerando los efectos de los fenómenos naturales recurrentes de origen de geodinámica externa, con la probabilidad de la ocurrencia de peligro por flujo de detritos originados por desprendimiento de masa glaciar y precipitaciones intensas, y a ello expuesto la población de los centros poblados de Totorá y Hornopampa, sus bienes y medios de vida, así como la infraestructura existente y también la infraestructura planteada a futuro.

Para el desarrollo de la evaluación se aplicó como guía la metodología técnica del “Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión, los lineamientos técnicos de la Resolución Jefatural N° 058-2020–CENEPRED/J, y los criterios técnicos del profesional evaluador acreditado, que permite: analizar parámetros de evaluación y el análisis de la susceptibilidad con los factores condicionantes y factores desencadenantes, para determinar el nivel de peligrosidad y cuantificar los elementos expuestos; la que prosigue con el análisis de vulnerabilidad social, económico y ambiental de dichos elementos expuestos a los peligros por flujo de detritos, en función a la exposición, fragilidad y resiliencia; para culminar en la determinación del cálculo y niveles de riesgo, control del riesgo y la formulación de propuestas estructurales y no estructurales finalizando con la conclusiones y recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas objeto de evaluación. Todo ello establecido en el marco de la Ley N°29664 del SINAGERD y su reglamento aprobado mediante DS N° 048-2011-PCM, dentro del proceso de estimación del riesgo.

El informe técnico se enmarca en la búsqueda de antecedentes, el que se incide en información existente de entidades técnico científicas, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) Sistema de información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), Instituto Geofísico del Perú (IGP), Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y ecosistemas de montaña (INAIGEM), Instituto de Defensa Civil (INDECI) y Municipalidad Distrital de Santa Teresa.

  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



## INTRODUCCIÓN

El presente Informe técnico de Evaluación del Riesgo por flujo de detritos, permite identificar el peligro o amenaza a los elementos que se exponen (proyectos y población expuesta), analizar la vulnerabilidad de dichos elementos en cuanto a su fragilidad y resiliencia en los ámbitos social, económico y ambiental, para luego determinar el grado de riesgo por flujo de detritos en el área de intervención, desencadenado por precipitaciones intensas y a su vez desprendimiento de masas de cobertura glaciar.

La ocurrencia de eventos por flujo de detritos está relacionada a los fenómenos de geodinámica externa, que puede causar daños considerables a los elementos expuestos determinados como los componentes de proyectos planteados, debido al nivel de vulnerabilidad que presentará y ausencia de medidas que puedan reducir el riesgo existente.

Los desastres en áreas de riesgo pueden ser de origen natural e inducidos por alteraciones al estado natural, cada uno de éstos tiene efectos sobre la infraestructura, los cuales deben ser clasificados según su origen y evaluados los daños, para diseñar medidas de mitigación que sean económicamente factibles.

Como inicio se enmarca en la búsqueda de antecedentes, el que se incide en información existente de entidades técnicas científicas, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) Sistema de información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

En la primera parte del informe, se desarrollan los aspectos generales, objetivos, justificación, antecedentes y marco normativo.

En la segunda parte, se describen los aspectos generales del área de estudio: ubicación geográfica, características físicas, sociales, económicas, entre otros.

La tercera parte contiene la identificación del peligro, su caracterización y evaluación de acuerdo a los elementos expuestos, el análisis físico de susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes), en el área de influencia del peligro; representados en Mapas temáticos.

La cuarta parte contiene el análisis de la vulnerabilidad en las tres dimensiones: social, económico y ambiental y las condiciones de fragilidad y resiliencia en los componentes estructurales del proyecto para definir los niveles de vulnerabilidad, representándose en un Mapa temático.

La quinta parte contempla el cálculo del riesgo, en el que se determina el nivel del riesgo por flujo de detritos, sabiendo que el riesgo es igual al factor del peligro por vulnerabilidad, representándose en un Mapa de niveles de riesgo.

Como parte final, se evalúa el control del riesgo, para identificar su aceptabilidad y tolerancia, considerando las medidas o componentes estructurales del proyecto que permitan prevenir el riesgo identificado.

  
Alcira Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



## CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

### 1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de riesgo por flujo de detritos en las quebradas Quishuar y Yanaqaqa, sectores Totorá y Hornopampa del distrito de Santa Teresa, Provincia de La Convención, Departamento del Cusco.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los parámetros del peligro por flujo de detritos del ámbito de influencia del área de evaluación.
- Identificar y caracterizar el peligro y niveles de peligrosidad.
- Identificar y cuantificar los elementos expuesto en el área de influencia del peligro.
- Analizar la vulnerabilidad en las dimensiones sociales, económicas y ambientales; determinando los niveles de vulnerabilidad.
- Calcular los niveles de riesgo para el análisis del control de riesgo identificando su aceptabilidad y tolerancia.
- Calcular probables pérdidas o daños (vidas, infraestructura y ambiente) que podría ocasionar la ocurrencia de flujo de detritos en el área de evaluación.
- Recomendar la implementación de las medidas de control del riesgo de carácter estructural y no estructural.
- Contribuir con el documento técnico para que la autoridad y entidad competente adopte las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres según la normativa vigente.

### 1.3. FINALIDAD

Contribuir con un instrumento técnico que permita establecer medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres y favorezcan la adecuada toma de decisiones por parte de las autoridades competentes de la Gestión del Riesgo para prevenir y reducir los efectos negativos o desastres que se puedan generar por los peligros por flujo de detritos.

Identificar el Nivel de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo que presentan los centros poblados de Totorá y Hornopampa en el Distrito de Santa Teresa, según el estudio de Evaluación de Riesgos más detallado.

### 1.4. JUSTIFICACIÓN

Sustentar la implementación de acciones de reducción que permitan gestionar, mitigar y preparar acciones frente a la amenaza del área afectada por peligro de flujo de detritos que contribuye en su proceso del desarrollo sostenible en el área de influencia de los centros poblados de Totorá y Hornopampa.

### 1.5. ANTECEDENTES

El área del proyecto se encuentra, el distrito presenta antecedentes de desastres por fenómenos hidrometeorológicos, información cartográfica de INGEMMET, INDECI, etc.

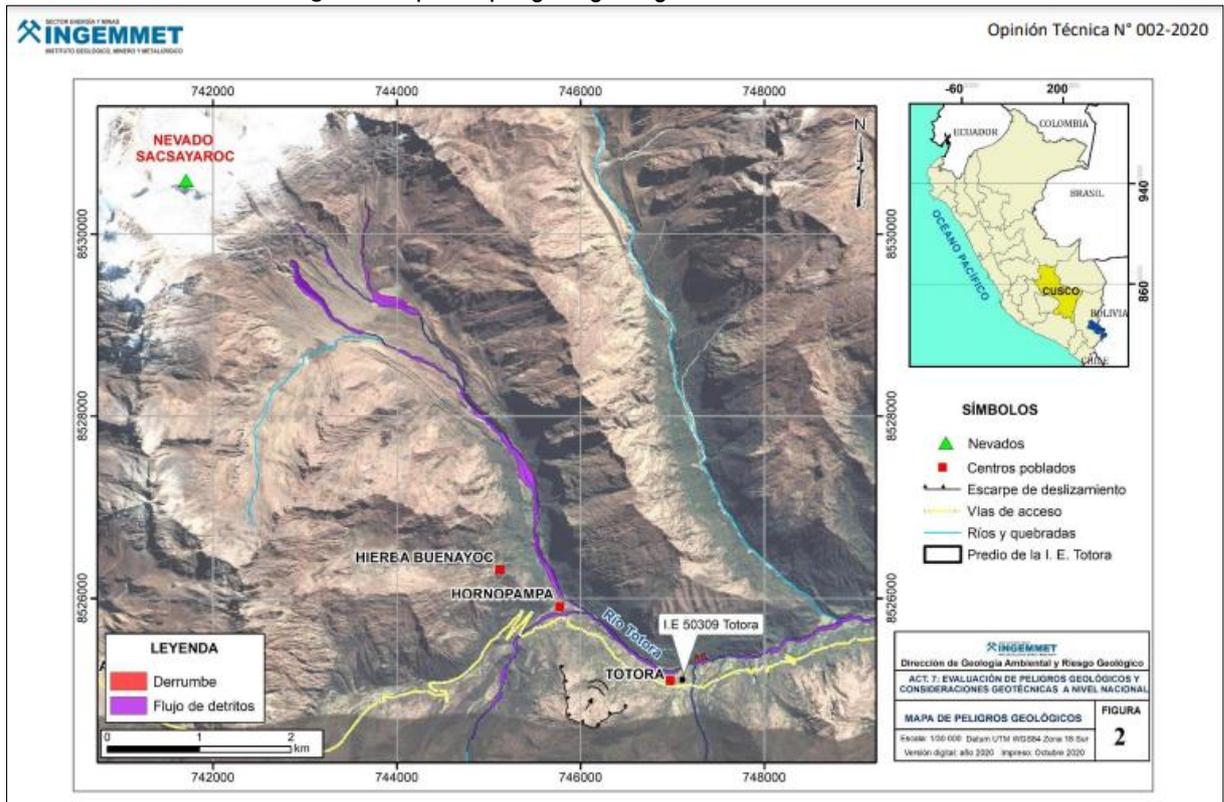


## INGEMMET

- ✓ El informe técnico N° A7085 “Evaluación geológica y geodinámica en los terrenos de reubicación, para los sectores afectados por el aluvión del 23/02/2020 en el río Salkantay”, realizado en el año 2020. se consideran aptos a los terrenos Tambo Unuyoc (T-1 y T2), Wiñaypocco (T-1), Parcela Isla del Gallo (T-1), Churubamba (T-1), Sahuayaco (T-2, T-4 y T-5), Cochapampa (T-2 y T-3), Suriray (T-1 y T-2), Tendalpampa (T-1 y T-2), Sahuintuyoc (T-1 y T-2), y Limompata (T-1).
- ✓ El informe técnico N° A7063 “Evaluación del impacto ocasionado por el aluvión del 23/02/2020 en el río Salkantay”, realizado en el año 2020. De acuerdo a las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa, se concluye que, los sectores de Huayracmachay, Chaullay, Huiñaypoco, Palmaderayoc, Playa Sahuayaco, Cochapampa y Paltaychayoc, son considerados como Zonas Críticas y de Peligro Alto a la ocurrencia de flujos de detritos (huaico y aluviones).
- ✓ Opinión Técnica “Evaluación geológica en las nuevas zonas de reubicación para los poblados afectados por el aluvión del 23/20/2020. Informe Complementario”. De acuerdo a las condiciones geológicas, se concluye que, los sectores Sahuayaco (T1,T2-S), Bayona (T1-B), Lucmabamba (T1-L), Paltachayoc (T1-P), Paltachayoc Bajo (T6-P), Suriray (T1, T2-S) , Tendalpampa (T2, T3, T4, T5, T10, T11-T), Cejapata (T1-C), y Sahuintuyoc (T2-S), son considerados aptos.
- Cabe mencionar que en estos informes no se menciona la quebrada Quishuar y Yanaqqa, asimismo los sectores de Totorá y Hornopampa.
- Además, estos mismos están enfocados en eventos ocurridos dentro de la Cuenca Santa Teresa, pero no en la misma Sub Subcuenca, en su mayoría tratan de la Subcuenca Salkantay del Río del mismo Nombre, el estudio actual es específicamente para la Subcuenca Totorá, espacialmente ubicada al Nor Este de la Subcuenca Salkantay.
- ✓ Según la Opinión Técnica N°002-2020, de Evaluación Geológica y geodinámica en el predio de la Institución Educativa Nivel primaria del Centro Poblado Totorá. Indica que se encuentra en peligro alto ante ocurrencia de aluviones y huaycos, asimismo es una zona de susceptibilidad alta a movimiento en masa, pero no evidencia estudios a fondo para considerar una zona crítica o “zona roja” o en un Nivel Muy alto.



Imagen 1 Mapa de peligros geológicos sector Totorá



Fuente: Opinión Técnica 002-2020, INGENMET

### 1.5.1. SINPAD V2

PELIGRO	DISTRITO	N. EMERGENCIA	CP - LUGAR	FECHA
Huayco	Santa Teresa	NIVEL 2	Sahuayaco	27/03/22
Huayco	Santa Teresa	NIVEL 1	Sullyucuyoc – Achirayoc	23/03/22
Huayco	Santa Teresa	NIVEL 2	Collpapampa	01/03/22
Aluvión	Santa Teresa	NIVEL 5	Cuenca Salkantay	23/02/20

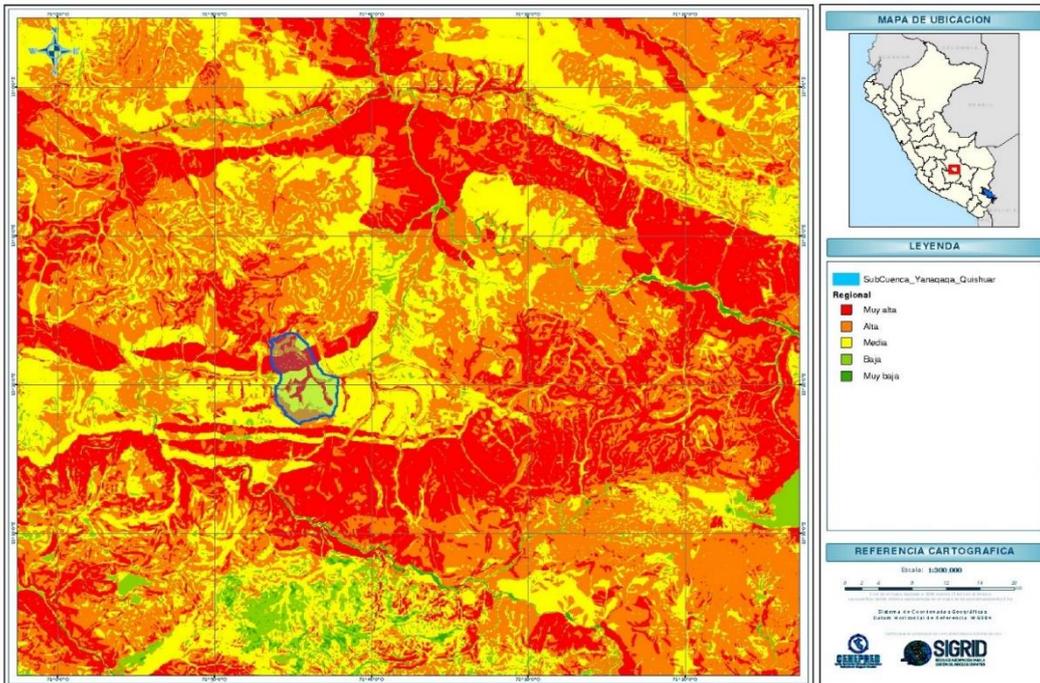
### 1.5.2. CENEPRED – SIGRID

La información cartográfica obtenida del sistema de información para la gestión de riesgos de desastres SIGRID, para el área de estudio, se determina en la capa de peligros, para el análisis en la determinación y zonificación de la peligrosidad a la que se encuentra expuesta el área de estudio, a continuación, se muestra los diferentes peligros zonificados a nivel regional y nacional.

*Alcira Elena Olivera Silva*  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380

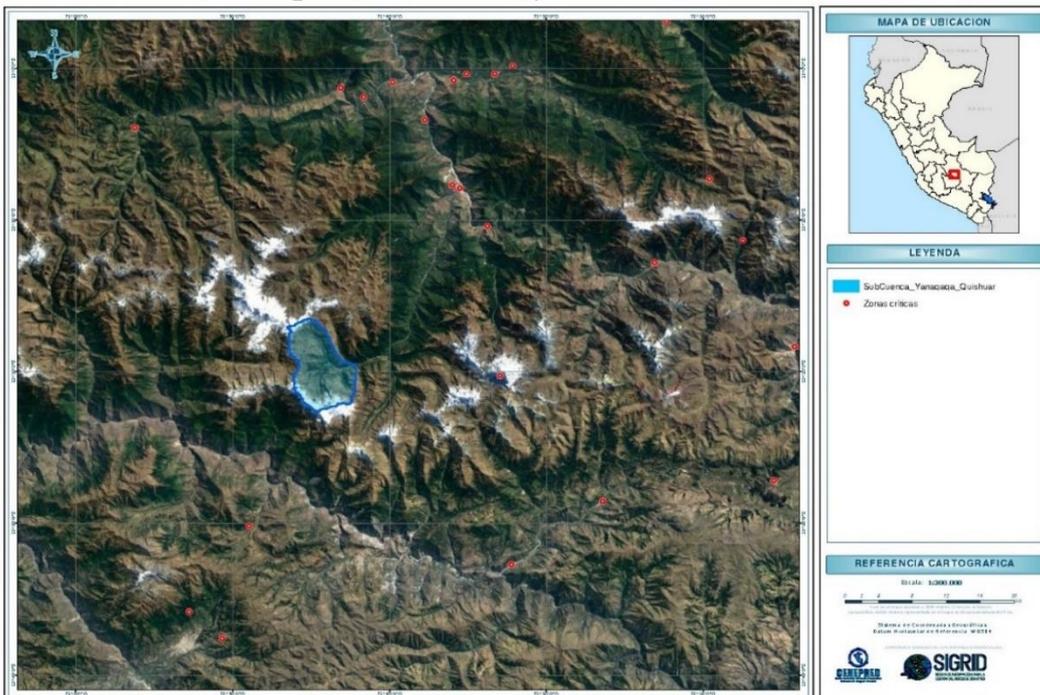


Imagen 2: Áreas de susceptibilidad por movimientos en masa a nivel regional



Fuente: CENEPRED-SIGRID

Imagen 3: Puntos críticos por movimientos en masa

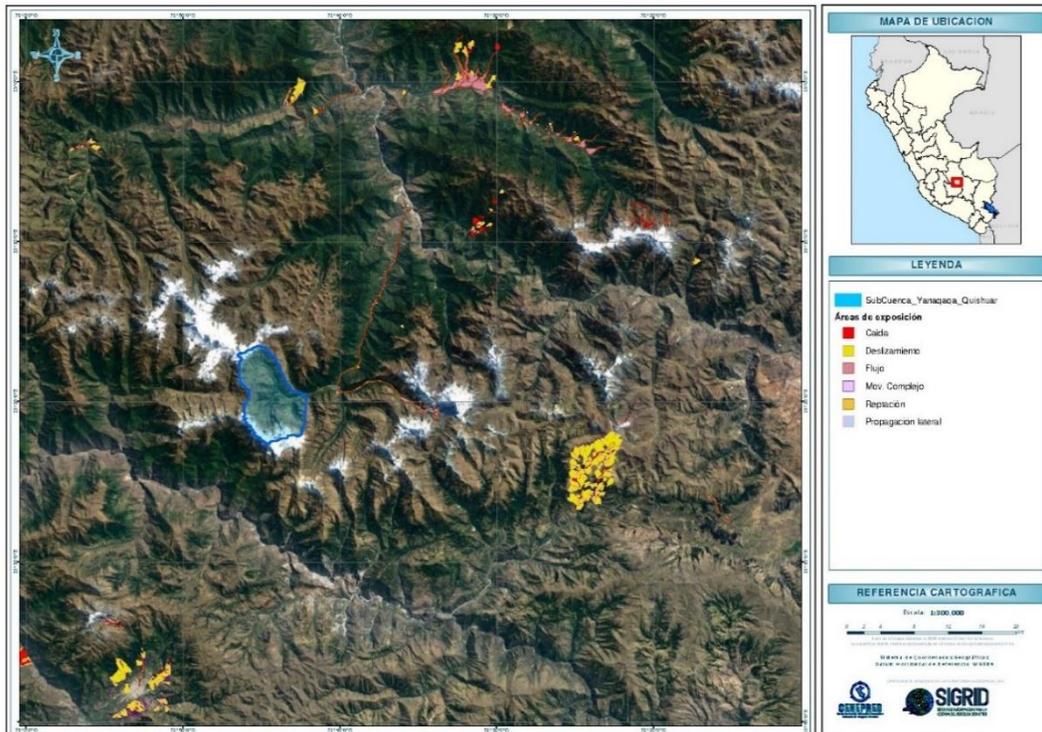


Fuente: CENEPRED-SIGRID

  
Alara Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380

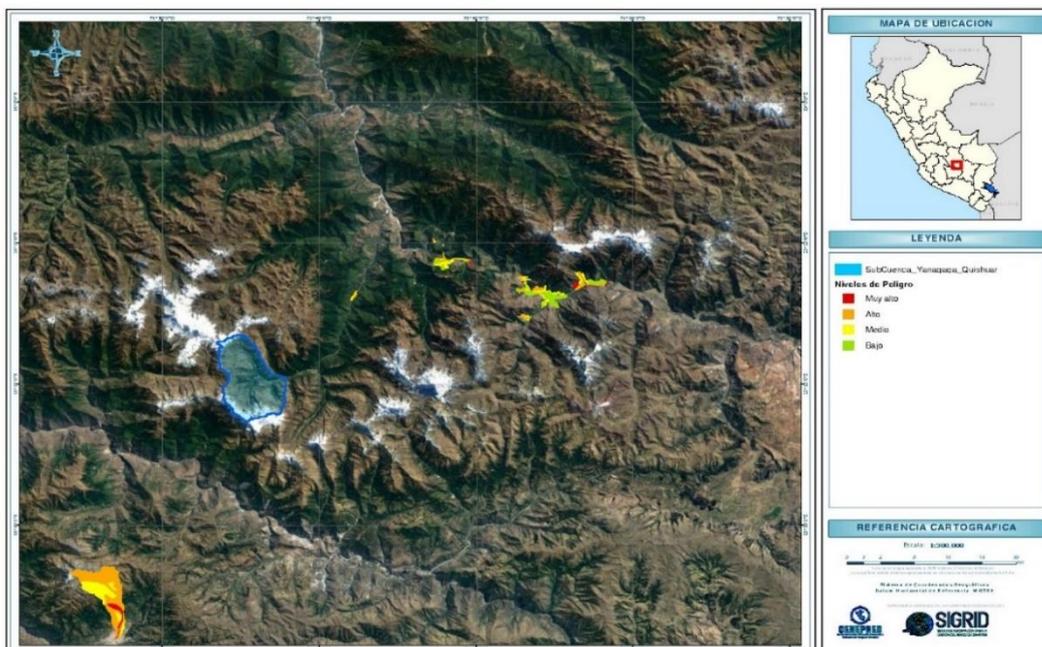


Imagen 4: Áreas de exposición por movimiento en masa



Fuente: CENEPRED-SIGRID

Imagen 5: Áreas de peligro por movimientos en masa



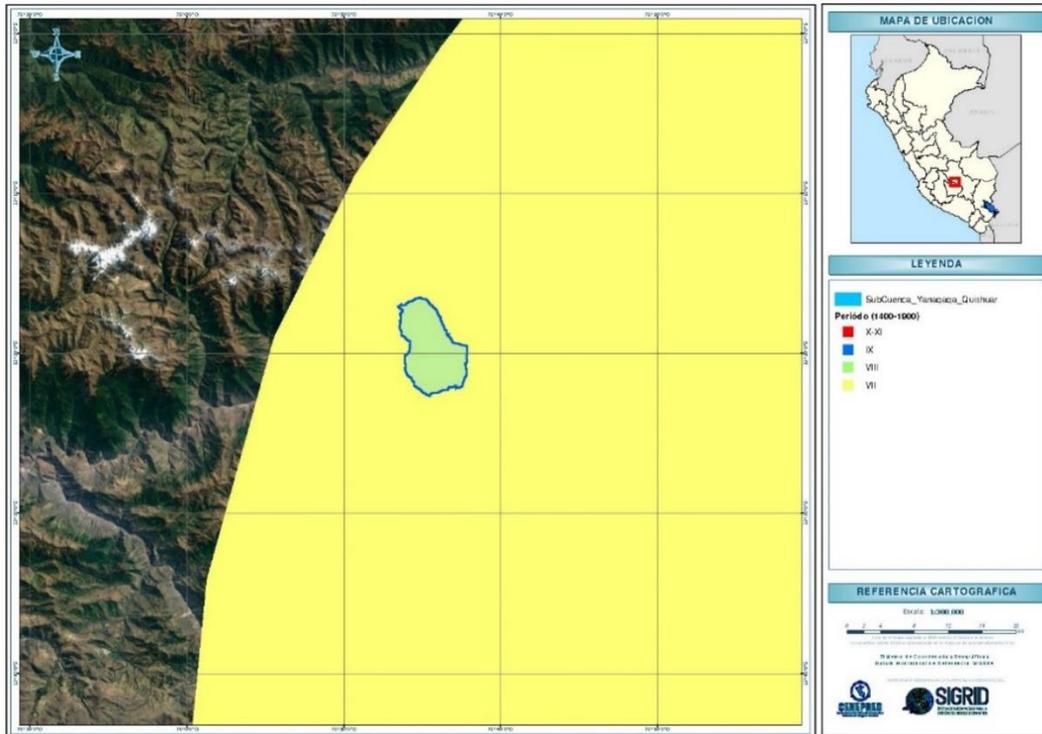
Fuente: CENEPRED-SIGRID

Imagen 6: Áreas de Intensidades sísmicas máximas (1400-1900)

  
Alara Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380

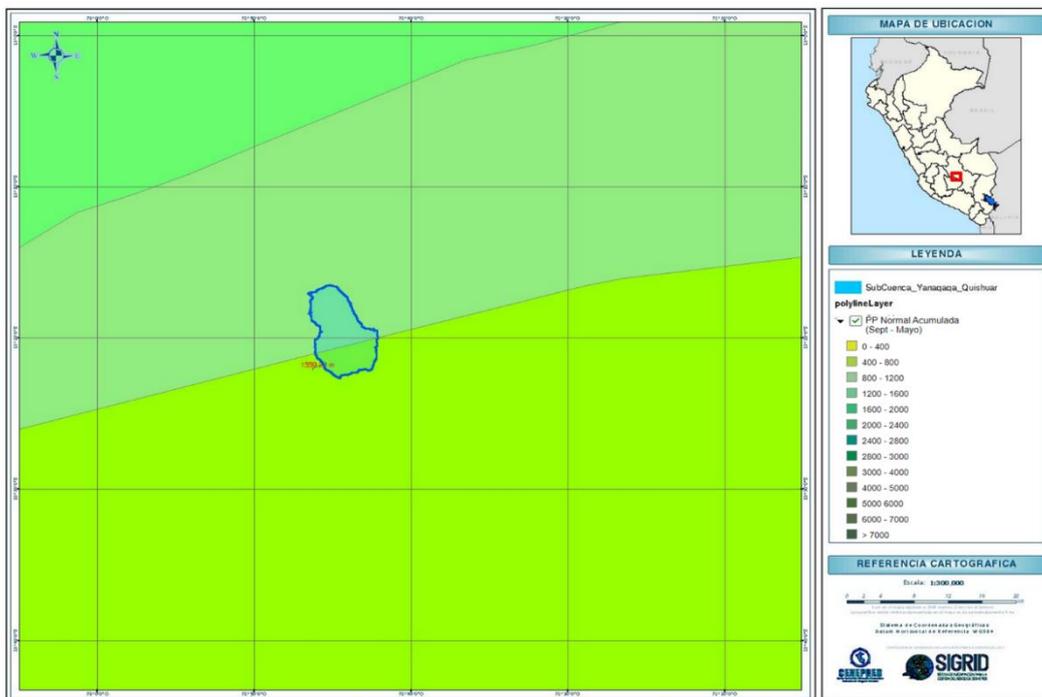


“Evaluación de Riesgo originado por Flujo de detritos en las Quebradas Yanaqaqa y Quishuar, en los sectores de Hornopampa y Totorá, Distrito de Santa Teresa, Provincia de La Convención, Departamento del Cusco”



Fuente: CENEPRED-SIGRID

Imagen 7: Áreas de precipitación normal acumulada de lluvias intensas (sep-may)

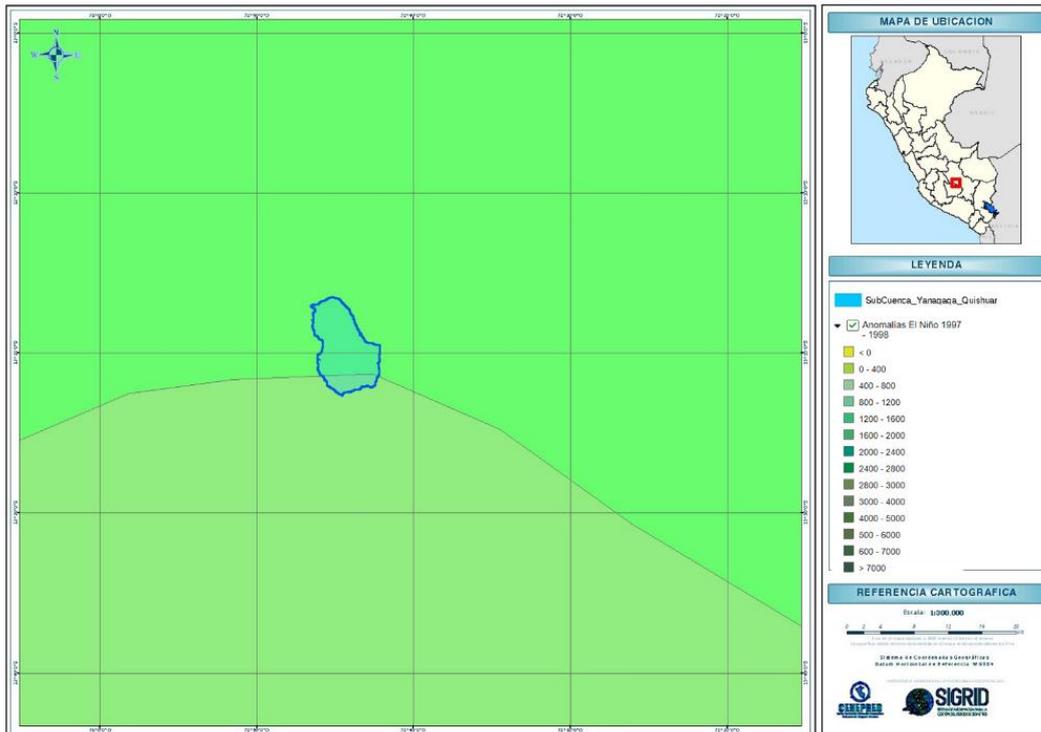


Fuente: CENEPRED-SIGRID

  
Alara Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



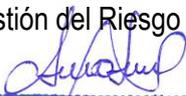
Imagen 8: Anomalías El Niño 1997-1998, lluvias intensas



Fuente: CENEPRED-SIGRID

## 1.6. MARCO NORMATIVO

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Ley N° 30556, Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del Gobierno Nacional frente a desastres y que dispone la creación de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios.
- Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 111 – 2012 – PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

  
Alcira Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



- Resolución Ministerial N°147-2016-PCM, de fecha 18 de julio del 2016, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción”.
- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos.
- Ley General del Ambiente – Ley N° 28611, año 2005

  
Alcira Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



## CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES

El área de influencia de la evaluación abarca la quebrada Quishuar y Yanaqaqa comprendiendo los sectores de Totorá y Hornopampa, del distrito de Santa Teresa provincia de la Convención.

### 2.1. UBICACIÓN

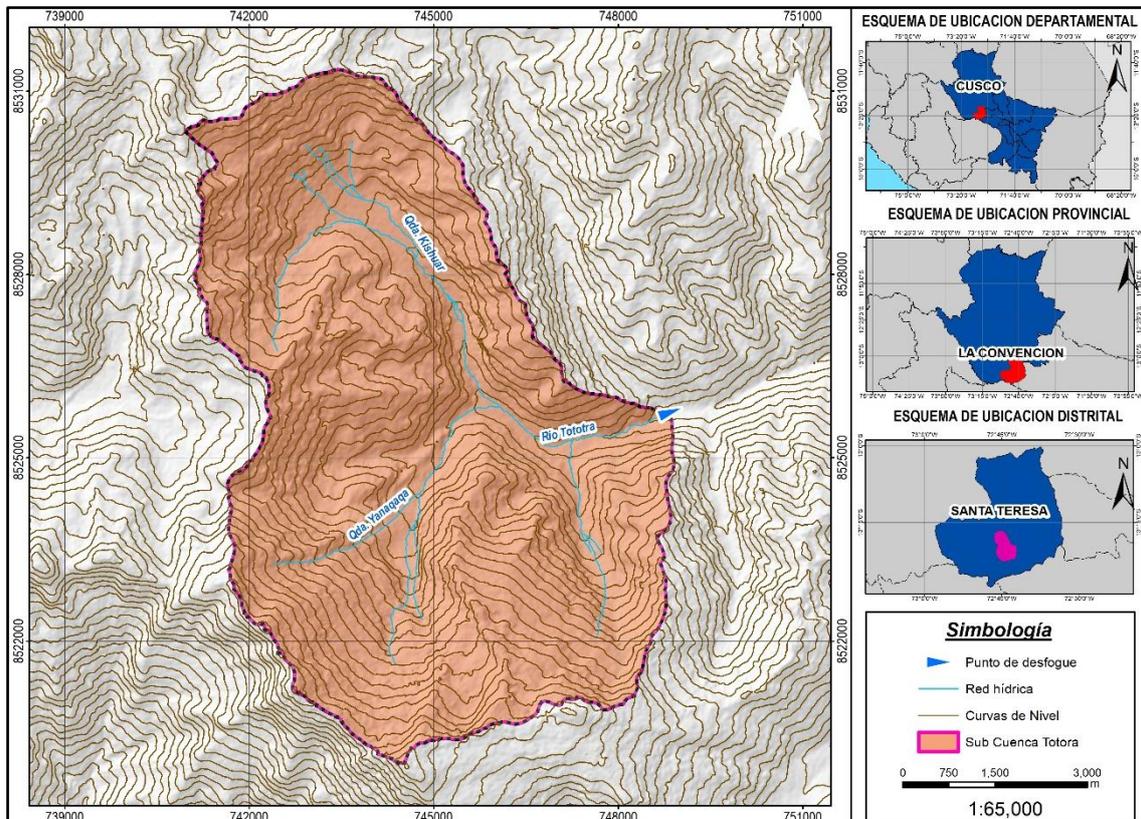
#### 2.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

- Este : 746707
- Norte : 8525251
- Altitud : m.s.n.m.
- Zona : 18S
- Datum : WGS84

#### 2.1.2. UBICACIÓN GEOPOLÍTICA

- Región : Cusco
- Provincia : La Convención
- Distrito : Santa Teresa
- Sector : Totorá y Hornopampa
- Quebrada : Quishuar y Yanaqaqa

Imagen 9: Mapa de Ubicación



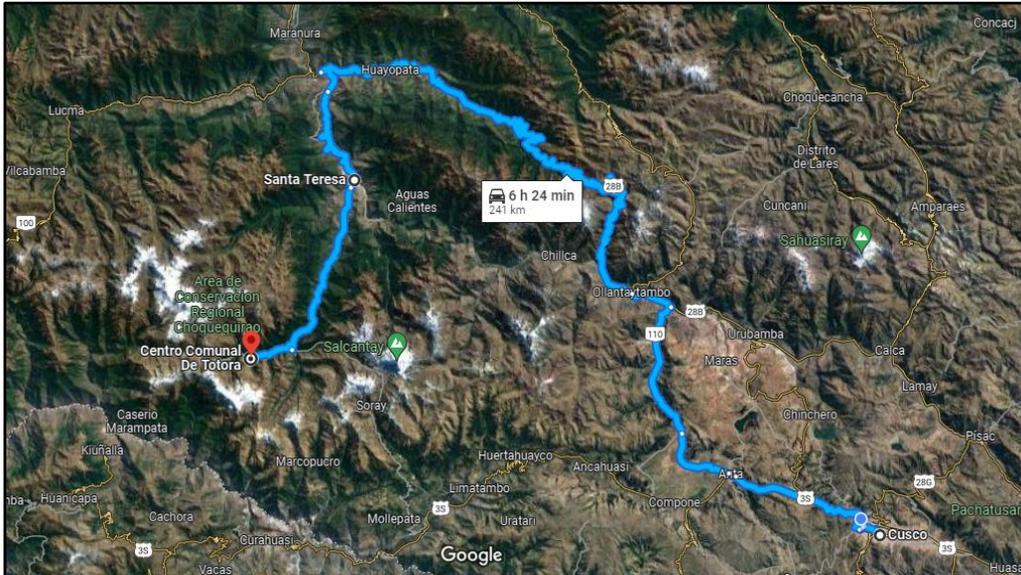
  
Alara Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



## 2.2. VÍAS DE ACCESO

- Primer acceso es por la vía Cusco – Anta – Huarcocondo – Ollantaytambo – Santa María – Santa Teresa, desde ahí hacia la Comunidad de Totorá.
- Segundo acceso es de Cusco hacia Ollantaytambo, y por la vía férrea hacia Hidroeléctrica (Machupicchu), de ahí hacia Santa Teresa – Comunidad de Totorá.

Imagen 10: Mapa de Accesibilidad



Fuente: Google Maps

## CARACTERÍSTICAS SOCIALES

Los datos que se consignan a continuación fueron descargados del "Sistema de Información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales" del Instituto Nacional de Estadística e Informática 2017. La data esta referida a los sectores de Totorá y Hornopampa.

**2.3.1 Población Total:** El área de influencia abarca 3 centros poblados, los cuales están distribuidos de la siguiente forma:

Cuadro 1: Población total

CENTRO POBLADO	POBLACIÓN	PORC (%)
Hornopampa	36	35.29
Pucara	06	5.88
Totorá	60	58.82
TOTAL	102	100.00

Fuente: INEI 2017

### Población según grupo etareo

La población de los tres sectores se caracteriza se distribuye de la siguiente manera: con una población adulta de 18 a 59 años que representa el 60.78% de la población, un 26.47% representa la población de 0 a 17 años, y finalmente un 12.75% representa a la población comprendida más de 60 años, como se puede percibir en el siguiente cuadro:

*Alcira Elena Olivera Silva*  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380



**Cuadro 2:** Población Según Grupo Etareo

GRUPO DE EDADES	POBLACION	PORC (%)
De 0 a 17 años	27	26.47
De 18 a 59 años	62	60.78
De 60 a más años	13	12.75
Total	102	100.00

Fuente: INEI 2017

**2.3.2 Vivienda:** En el área de influencia de cuenta con 32 viviendas particulares en total. El material predominante de las paredes es de piedra con barro representando el 62.50 %, seguido de adobe con 18.75%, el 15.63 % representa el material de madera.

**Cuadro 3:** Material Predominante de las paredes

MATERIAL EN PAREDES	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
Ladrillo o bloque de cemento	0	0
Adobe	6	18.75
Madera (pona, tornillo, etc)	5	15.63
Quincha (caña con barro)	0	0
Triplay/calamina/estera	1	3.13
Piedra con barro	20	62.50
Piedra o sillar con cal o cemento	0	0
Tapia	0	0
Otro material	0	0
Total	32	100.00

Fuente: INEI 2017

Asimismo, en las viviendas que se encuentran dentro del área de influencia, el material predominante del techo con el 93.75% son de planchas de calamina y con un 6.25 % de paja

**Cuadro 4:** Material Predominante en Techos

MATERIAL EN TECHOS	CANT.	PORC (%)
Concreto armado	0	0
Tejas	0	0
Madera	0	0
Plancha de calamina	30	93.75
Caña o estera con torta de barro	0	0
Triplay / estera / carrizo	0	0
Paja, hojas de palmera	2	6.25
Otro material	0	0
Concreto armado	0	0
Total	32	100.00

Fuente: INEI 2017



### 2.3.3 SERVICIOS BÁSICOS

**Abastecimiento de Agua:** en el siguiente cuadro, se puede apreciar que el 93.75 % de viviendas con el abastecimiento de agua de red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación y el 6.25 % representa el abastecimiento de agua a partir de un pozo.

**Cuadro 5:** Tipo de Abastecimiento de Agua

ABASTECIMIENTO DE AGUA	CANT.	PORC (%)
Red pública dentro de la vivienda	0	0
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de edificación	30	93.75
Pilón de uso publico	0	0
Camión, cisterna u otro similar	0	0
Pozo	2	6.25
Manantial o puquio	0	0
Río, acequia, lago, laguna	0	0
Otro tipo de abastecimiento de agua	0	0
Total	32	100.00

Fuente: INEI 2017

**Servicio Higiénico:** en el siguiente cuadro se puede observar, que el 87.5 % representa el acceso a pozo ciego o negro, asimismo el 9.38 % representa el uso de campo abierto o al aire libre.

**Cuadro 6:** Acceso al Servicio Higiénico

SERVICIO HIGIÉNICO	CANT.	PORC (%)
Red pública de desagüe en la vivienda	0	0
Red pública de desagüe fuera de la vivienda	0	0
Pozo séptico	28	87.5
Letrina (con tratamiento)	1	3.13
Pozo ciego o negro	0	0
Río, acequia o canal	0	0
Campo abierto o al aire libre	3	9.38
Otro	0	0
Total	32	100.00

Fuente: INEI 2017

**Energía Eléctrica:** de acuerdo al siguiente cuadro un 84.38 % cuenta con energía eléctrica y un 15.63 % no dispone de alumbrado eléctrico.

**Cuadro 7:** Acceso a Servicio Eléctrico

SERVICIO ELÉCTRICO	CANT.	PORC (%)
Si dispone de alumbrado eléctrico por red pública	27	84.38
No dispone de alumbrado eléctrico por red pública	5	15.63
Total	32	100.00

Fuente: INEI 2017



Foto 1: Vista de los postes de alumbrado eléctrico



2.3.4 **Educación:** El área de influencia cuenta con una institución educativa de Nivel primario, con un alumnado total de 12, con 01 docente.

Foto 2: Vista del centro de educación



2.3.5 **Salud:** El área de influencia cuenta con un centro de salud, posta.

Foto 3: Vista de la posta de salud



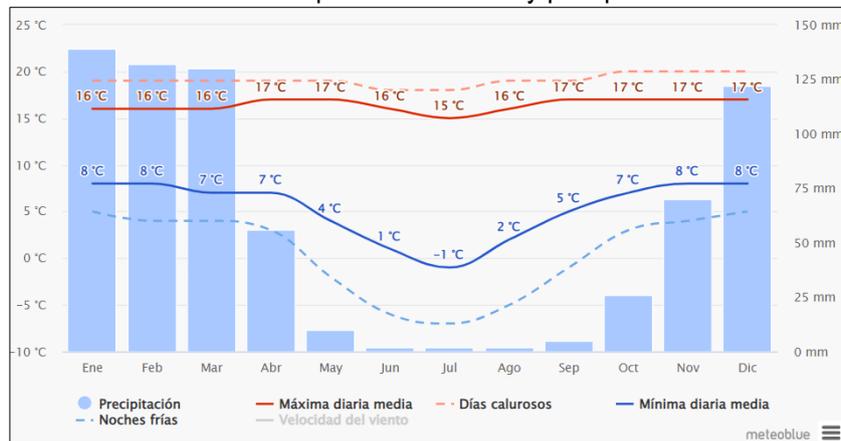


### 2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

En la simulación de los datos climáticos en el Sector de Totorá se utilizó la plataforma de meteoblue, los diagramas climáticos de meteoblue se basan en 30 años de simulaciones de modelos meteorológicos por hora y están disponibles para todos los lugares de la Tierra. Ofrecen buenas indicaciones de los patrones climáticos típicos y de las condiciones esperadas (temperatura, precipitación, insolación y viento). Los datos meteorológicos simulados tienen una resolución espacial de aproximadamente 30 km y es posible que no reproduzcan todos los efectos meteorológicos locales, como las tormentas, los vientos locales o los tornados, ni las diferencias locales que se producen en las zonas urbanas, montañosas o costeras.

**2.3.1. Temperaturas Medias Y Precipitaciones:** La "máxima diaria media" (línea roja continua) muestra la media de la temperatura máxima de un día por cada mes del Sector de Totorá. Del mismo modo, "mínimo diario media" (línea azul continua) muestra la media de la temperatura mínima. Los días calurosos y noches frías (líneas azules y rojas discontinuas) muestran la media del día más caliente y noche más fría de cada mes en los últimos 30 años.

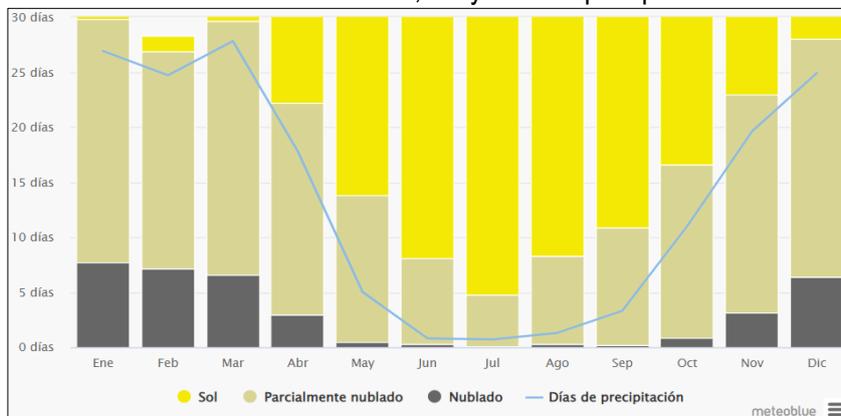
**Gráfico 1** Temperaturas medias y precipitaciones



Fuente: meteoblue

### 2.3.2. Cielo Nublado, Sol y Días De Precipitación

**Gráfico 2** Cielo nublado, sol y días de precipitación

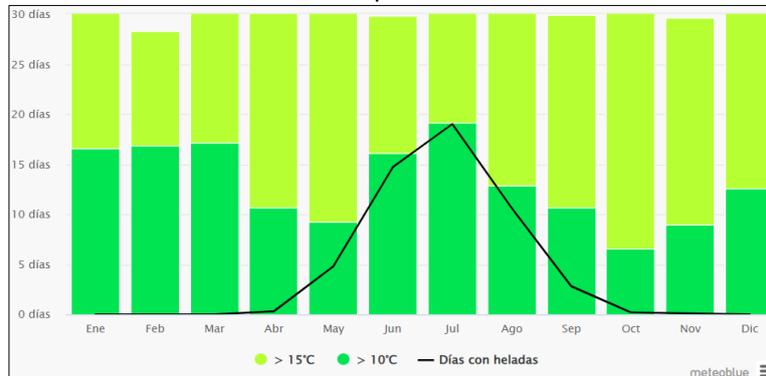


Fuente: meteoblue



**2.3.3. Temperaturas Máximas:** El diagrama de la temperatura máxima en el Sector de Totorá muestra cuántos días al mes llegan a ciertas temperaturas.

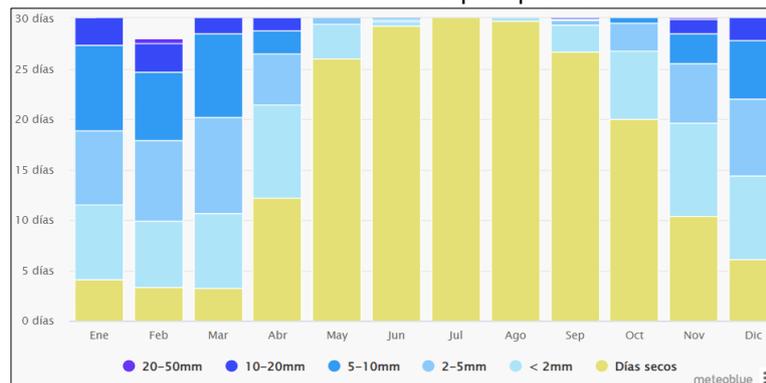
**Gráfico 3** Temperaturas máximas



Fuente: meteoblue

**2.3.4. Cantidad De Precipitación:** El diagrama de precipitación para el Sector de Totorá muestra cuántos días al mes, se alcanzan ciertas cantidades de precipitación.

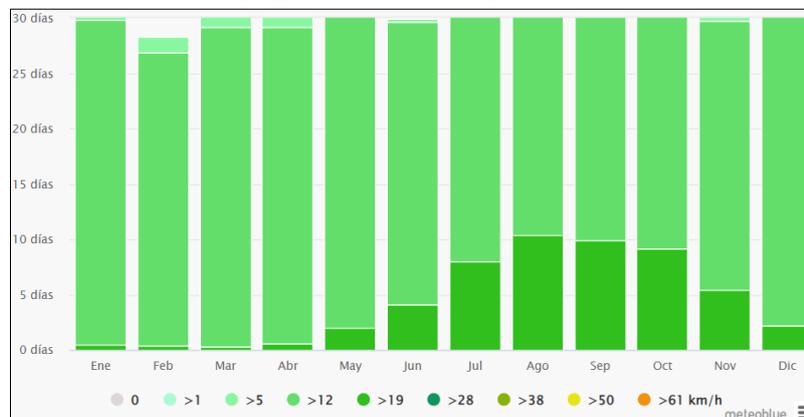
**Gráfico 4** Cantidad de precipitación



Fuente: meteoblue

**2.3.5. Velocidad Del Viento:** El diagrama del Sector de Totorá muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad.

**Gráfico 5** Velocidad del viento



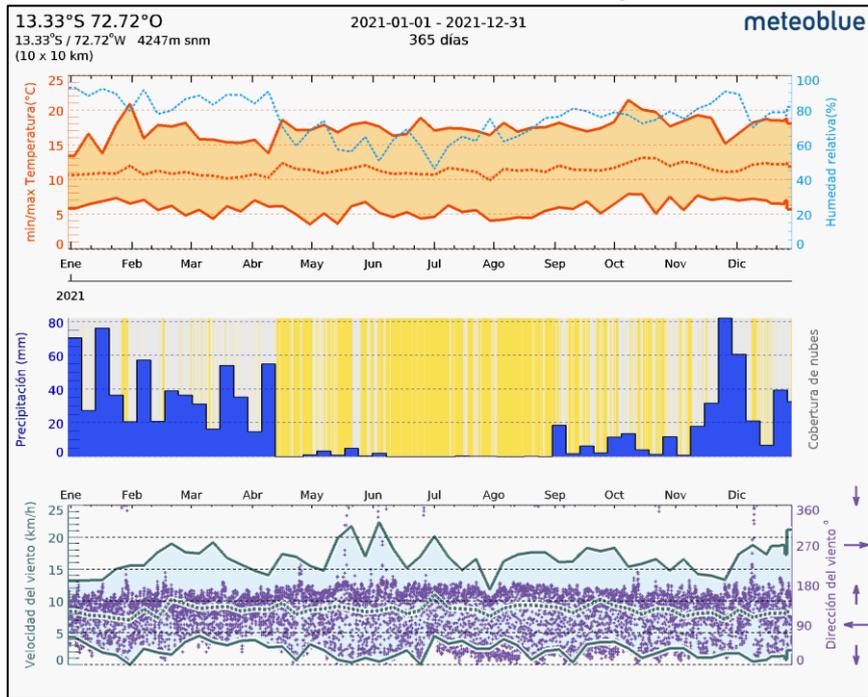
Fuente: meteoblue

**Alcará Elena Olivera Silva**  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



### 2.3.6. Resumen de Climatología

Gráfico 6 Resumen de climatología



Fuente: meteoblue



### 2.3.7. PRECIPITACIONES MAXIMAS 24 HORAS ESTACIÓN MACHUPICCHU

Las lluvias máximas en 24 hrs. de las 03 estaciones, muestran una variación de acuerdo a la altitud; tal como se muestra en el siguiente cuadro. Se tomaron los datos del estudio Hidrológico

**Cuadro 1** Información Pluviométrica máxima 24 hrs en estaciones analizadas.

AÑO	PP 24 Hrs			AÑO	PP 24 Hrs		
	HUYRO	MACHUPICCHU	QUILLABAMBA		HUYRO	MACHUPICCHU	QUILLABAMBA
1963				1992		41	31
1964	44	45.3	36	1993		41	
1965	53	48.4	41	1994		41	
1966	35.2	58.3	38	1995		41	
1967	58	61.2	30	1996		41	22
1968	90	85.2	37	1997		41	40
1969	44.6	68.2	55	1998		42	63
1970	60.2	80	39	1999		64.3	58
1971	59.4	65.5	42	2000		64.8	57
1972	59	78.6	42	2001		66.2	44
1973	47.4	78	35	2002		105.8	57
1974	51	69	30	2003		82.6	46
1975	52	56	42	2004		58.6	38
1976	48	56	35	2005		70	40
1977	55	41	40	2006		67.5	49
1978	50	41	59	2007		77.6	52
1979	54	41	33	2008		70	52
1980	13	41	37	2009		57.5	54
1981	36	41	39	2010		75.9	83
1982		41		2011		59.9	34
1983		41		2012		63.1	
1984		41		2013		57.5	
1985		41		2014		68	
1986		41	58	2015		64.1	
1987		41	132	2016		97.8	
1988		41	82	2017		74.3	
1989		41	50	2018		58	
1990		41	78				
1991		41	52				

Fuente: Senamhi

### 2.3.8. Promedios de temperatura media mensual 37 años

**Cuadro 2** Promedios de Temperatura media mensual en un período de 37 años.

Mes	Temp Medias mensuales °C	Mes	Temp Medias mensuales °C
Enero	11.74	Julio	8.91
Febrero	11.62	Agosto	10.04
Marzo	11.55	Setiembre	10.95
Abril	11.20	Octubre	12.14
Mayo	11.21	Noviembre	12.35
Junio	9.11	Diciembre	12.21

Fuente: SENAMHI – 2020

  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380



### 2.3.9. Humedad Relativa - Estación Machupicchu

Cuadro 3 Humedad promedio Mensual Estación Machupicchu

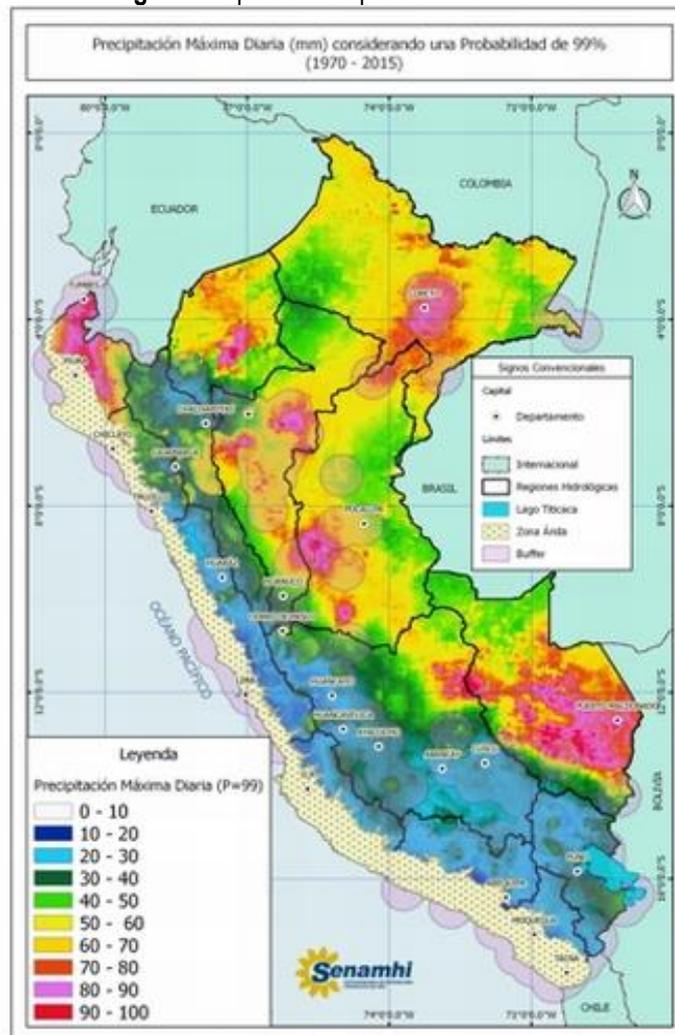
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2020	93.28	93.61	90.56	88.40	85.99	82.09	79.96	83.61	84.46	84.74	86.25	91.48

Fuente: SENAMHI – 2020

### 2.4. CONDICIONES HIDROLOGICAS

2.4.1. **Umbral de Precipitación:** Según el Mapa de Umbrales de Precipitación del SENAMHI (2016), presenta la Categorías de las Lluvias según su percentil de precipitación Máxima Diaria como: Extremadamente Lluvioso, Muy Lluvioso, Lluvioso y Moderadamente Lluvioso”

Imagen 1 Mapa de Precipitación Máxima Diaria



Fuente: SENAMHI – 2018

Por consiguiente, la Convención presenta máximas precipitaciones pluviales entre los percentiles de P40 a P100. Se utilizó los umbrales de precipitación de la estación meteorológica de Machupicchu

**Alara Elena Olivera Silva**  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



**Cuadro 4** Cuadro de precipitación máximas anuales

DESCRIPTORES	Umrales de Precipitación	Caracterización de lluvias extremas	PRECIPITACION
PP1	RR/día>99p	Extremadamente lluvioso	PM>43.8 mm
PP2	95p<RR/día≤99p	Muy lluvioso	28 mm<PM≤43.8 mm
PP3	90p<RR/día≤95p	Lluvioso	21.4 mm<PM≤28 mm
PP4	75p<RR/día≤90p	Moderadamente Lluvioso	12.7 mm<PM≤21.4 mm
PP5	50p<RR/día≤75p	Usualmente Lluvioso	PM<12.7 mm

Fuente: SENAMHI – 2018

## 2.5. CONDICIONES GEOLÓGICAS

### 2.5.1. Características geológicas regionales

#### Litoestratigrafía Regional

El trabajo inicia con una configuración regional, identificando al cuadrángulo de Machupicchu 27-q a escala 1: 50,000 del INGEMMET. La zona de estudio, está desarrollada sobre rocas intrusivas, correspondientes al Plutón de Machupicchu del Pérmico-Triásico, rocas metamórficas del Ordovícico, también afloran rocas metavolcánicas anfibolitas, granito, gneis, correspondientes al Complejo Iscaybamba; sobre estas rocas se desarrollan diferentes depósitos cuaternarios (ver plano geológico local). A continuación, se describen las unidades estratigráficas locales que fueron reconocidas en la zona de estudio.

#### - Depósito aluvial (Qh-al)

Se ubican preferentemente a lo largo del cauce y en ambas márgenes de los ríos y riachuelos de la zona, conformado por bloques y gravas de rocas intrusivas en su mayoría, envueltos por una matriz areno - arcillosa. Representan antiguos niveles del curso del río.

#### - Depósito coluvial (Qh-cl)

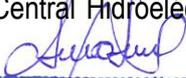
Estos materiales son acumulados generalmente en las laderas bajas de los cerros como producto del acarreo de sedimentos por la escorrentía pluvial, flujos de lodo y las precipitaciones pluviales, están constituidos por bloques angulosos envueltos en una matriz limosa, son producto de la caída de detritos y bloques de roca, los cuales se depositan al pie de las vertientes.

#### - Depósito fluvial (Qh-fl)

En la zona de estudio está ubicada a los alrededores de nuestro ámbito de estudio, compuesto mayormente de roca intrusiva, monzogranito y sienogranito redondeados a subredondeados. También se observa cuarcita, pizarra y esquisto en menor proporción.

#### - Depósito glaciar (Q-gl)

Se localizan principalmente en las partes altas de las montañas. Estos depósitos se presentan aproximadamente a partir de los 3300 msnm, en el fondo de los valles glaciares. Se encuentra formado por depósitos morrénicos, bloques angulosos rellenos con arcillas, limos y arenas. La cadena de nevados Sacsarayoc - Pumasillo, Salcantay - Corihuayrachina y Ciriál o en sus dos vertientes, presenta los mayores volúmenes de morrenas. Estos depósitos mayormente son de corto recorrido y con valles bien anchos. Las morrenas de los nevados Salcantay Corihuayrachina y de Sacsarayoc - Pumasillo, han alimentado los aluviones producidos en el año 1998 que destruyeron la Central Hidroeléctrica de Machupicchu y el poblado de Santa Teresa, respectivamente.

  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380



- **Depósito glaciar, fluvial (Q-glfl)**

En el fondo de los valles, se pueden observar depósitos fluvioglaciares, constituidos por gravas envueltas en matriz areno – arcillosa, que son resultado del acarreo y depositación de material de origen glaciar por corrientes fluviales.

- **Complejo Iscaybamba (NP-ci-anft,gn,mrl,msed)**

Infrayace a la Formación Ollantaytambo, por lo que se le atribuye una edad Cámbrica a Ordovícica basal y podría correlacionarse con el Complejo del Marañón, datado como Ordovícico basal (Concha, 2015).

Está conformado por cuarcitas blanquecinas intercaladas con pequeños niveles de micaesquistos, luego pasan a mármoles de textura granoblástica, continúan gneises de textura granular y finalmente pasan a micaesquistos intercalados con pequeños niveles de hornfels y anfibolitas según los estudios de Carlotto (1999) y Carlotto (2007).

- **Plutón Yanatile (Po-y-mgr)**

Aflora Nor-Oeste de nuestro ámbito de estudio. Está compuesta por rocas de color gris blanquecino, textura fanerítica inequigranular de grano medio a grueso. Presenta cristales de cuarzo, cristales bien desarrollados de feldespatos potásico, plagioclasa y biotita.

- **Plutón Choquetacarpo (Oi-cho-gd,mgr)**

Se encuentra aflorando en la zona Nor-Oeste de nuestro ámbito de estudio. Está compuesta por rocas de color gris blanquecino, textura fanerítica inequigranular de grano medio a grueso (Granodiorita y monzogranito). Presenta cristales de cuarzo (35%), cristales bien desarrollados de feldespatos potásico (30%), plagioclasa (20%) y biotita (10%).

- **Plutón Chucuito (Oi-chu-di)**

Aflora principalmente al Norte de nuestro ámbito de estudio. Está compuesta por diorita foliada de color gris oscuro de grano fino, cubierto por depósitos coluviales.

Plutón Machupicchu (Oi-mch3-sgr)

Aflora principalmente al Este de nuestro ámbito de estudio. Está compuesta por monzogranito de grano medio a grueso de textura inequigranular con cristales desarrollados de feldespatos potásico. Con variaciones locales a sienogranito.

- **Formación Sandía (Os-s3)**

Está compuesta por cuarcitas negras y areniscas cuarzosas de grano medio y fino con laminación plana.

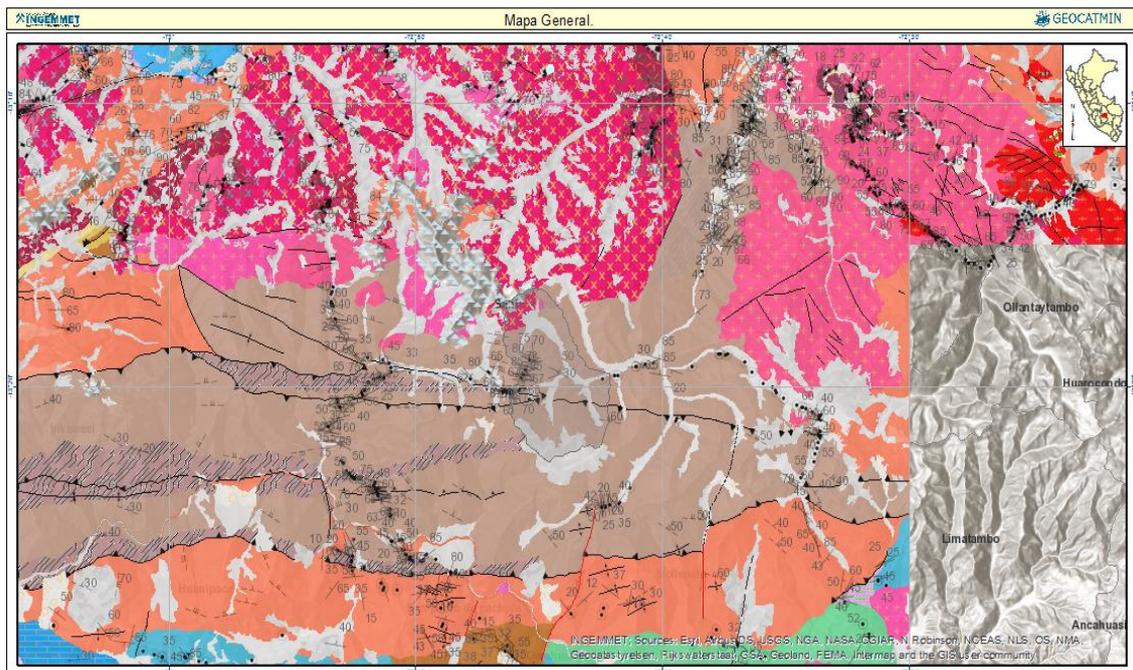
- **Complejo Iscaybamba (NP-ci-anft,gn,mrl,msed)**

Infrayace a la Formación Ollantaytambo, por lo que se le atribuye una edad Cámbrica a Ordovícica basal y podría correlacionarse con el Complejo del Marañón, datado como Ordovícico basal (Concha, 2015).

Está conformado por cuarcitas blanquecinas intercaladas con pequeños niveles de micaesquistos, luego pasan a mármoles de textura granoblástica, continúan gneises de textura granular y finalmente pasan a micaesquistos intercalados con pequeños niveles de hornfels y anfibolitas según los estudios de Carlotto (1999) y Carlotto (2007).



Imagen 11: Mapa Geológico Regional



Fuente: INGEOMET - GEOCATMIN

### Geomorfología Regional

Desde el punto de vista geomorfológico, sus vertientes más altas han sido modelados por la acción erosiva de los glaciares, formando paisajes muy característicos, como circos y valles glaciares en forma de “U”, cuyas vertientes están cubiertas por depósitos de till, que son sedimentos originados por la acción glaciar, las vertientes medias y bajas están modeladas por acción fluvial, provenientes de ríos que nacen de los nevados que bordean la cabecera de cuenca como el Salkantay, Amparay, Tucurhuay, Yanama, Abuela a lo largo de toda la cabecera de la Cuenca Santa teresa.

#### - Valles fluviales – fluvioglaciares con lagunas

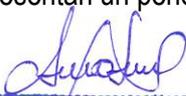
Son superficies bajas adyacentes a los fondos de valle y ocupan también el mismo curso fluvial, se originan por inundaciones de detritos es decir movimientos en masa con abundante contenido de agua producto del derretimiento de la nieve y el hielo, y las intensas precipitaciones pluviales registradas en la zona.

Morfológicamente se distinguen como terrenos planos con pendientes de entre 5° y 20°; compuesto por gravas y bloques envueltas en matriz limo arcillosa.

Los peligros geológicos asociados son los aludes, las inundaciones de detritos, flujos de detritos y flujos de lodo

#### - Unidad de montaña

Se considera dentro de esta unidad a las geformas con alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local. Se reconocen como cimas o cumbres agudas, subagudas, semiredondeadas, redondeadas o tubulares y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza (levantamiento, glaciación, etc.). Sus laderas presentan un pendiente promedio superior al 30 %.

  
Alcira Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



- **Montañas en rocas intrusivas**

Conforman laderas y crestas de topografía muy abrupta, con pendientes de hasta 80° (vertiente sur de los nevados Salkantay) y elevaciones que alcanzan los 6271 m s.n.m. Estos relieves tienen formas irregulares y la evolución de sus formas está controlada por fallas de dirección E-O, diaclasas y el modelado glaciar. Desde el punto de vista litológico son rocas graníticas que pertenecen al Batolito de Machupicchu.

El grado de peligrosidad en esta subunidad está caracterizado por las continuas caídas y desprendimientos de roca y detritos, así como avalanchas de hielo y nieve de los nevados Salkantay, Amparay y Humantay (Concha, 2015).

- **Montañas en rocas metamórficas**

Conforman también laderas y crestas muy empinadas y abruptas, con pendientes que varían entre 50° - 80° y con elevaciones que alcanzan los 5890 m s.n. m. (nevado Turcarhuay). Tienen formas muy parecidas a los relieves montañosos en rocas intrusivas, aunque no se encuentran tan fracturadas, pero si están fuertemente plegadas y alteradas. Su forma también está controlada por fallas, pliegues y el modelado glaciar. En este caso se trata de gneises, esquistos y cuarcitas de edad paleozoica.

El grado de peligrosidad en esta subunidad está caracterizado por caídas y desprendimientos de roca y detritos, así como avalanchas de nieve del nevado Tucarcuay, ubicados al sur del nevado Salkantay (Concha, 2015).

- **Vertiente o piedemonte coluvio – deluvial**

Corresponde a las acumulaciones o depósitos de ladera media a baja originados por procesos de movimientos en masa del tipo deslizamientos, derrumbes, avalanchas de rocas o movimientos complejos. Corresponde a laderas con pendientes que varían entre 30° y 70° (vertiente sur del nevado Salkantay). Su composición litológica es homogénea, constituida por fragmentos rocosos envueltos en matriz arenosa, son depósitos de corto recorrido y forman abanicos y conos de deyección en las laderas de las montañas.

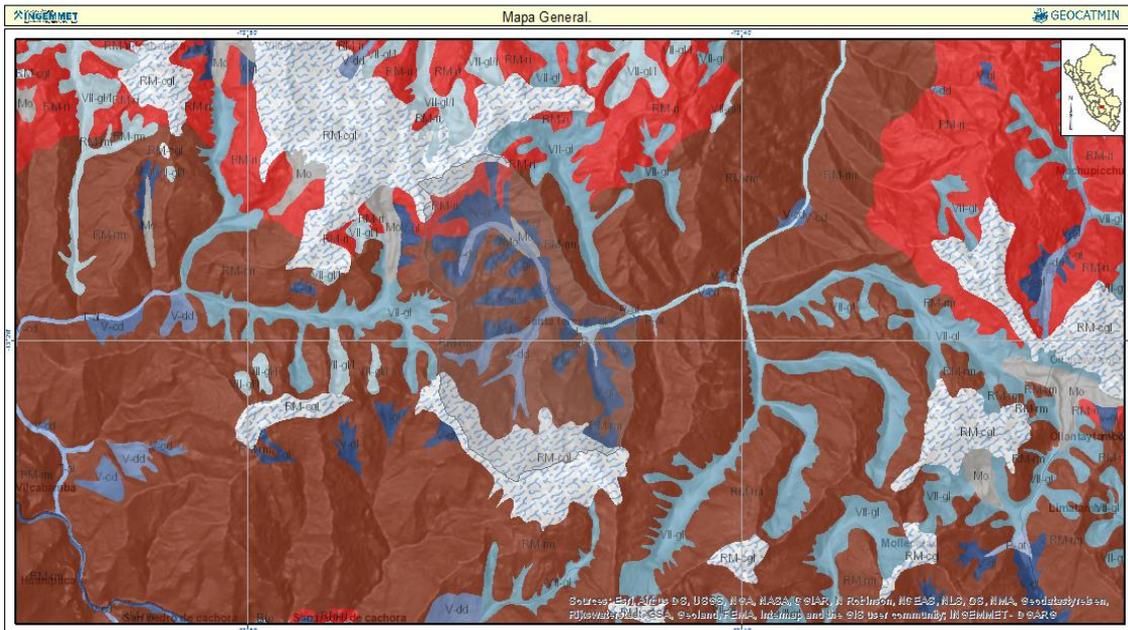
Su peligrosidad está caracterizada por la formación de deslizamientos, derrumbes y avalanchas producidas por el desgaste y la erosión de las rocas que en muchos casos se encuentran fracturadas y alteradas (Concha, 2015).

- **Vertiente o piedemonte aluvio torrencial**

Asociada a depósitos dejados por flujos de detritos y de lodos de tipo excepcional, de pendiente suave, menor a 5°. Compuesto por fragmentos rocosos heterométricos (bloques bolos y detritos) en matriz limoarenarcillosa, depositado en forma de cono en la confluencia entre la quebrada Santa Teresa y Saccsara.



Imagen 12: Mapa Geomorfológico Regional



Fuente: INGEMMET - GEOCATMIN

### 2.5.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS LOCALES

**Unidades Litológicas:** Información litológica identificada en el ámbito de evaluación o influencia al peligro por flujo de detritos, específicamente en toda el área de recepción de las quebradas Yanaqaqa y Quishuar.

**Depósito fluvio glaciar:** En el fondo de los quebradas Yanaqaqa, Quishuar y en la subcuenca Totorá, se identifican depósitos fluvio-glaciares, constituidos por gravas envueltas en matriz areno – arcillosa, que son resultado del acarreo y depositación de material de origen glaciar por corrientes fluviales, en el área de evaluación afloran en los centros poblados de Hornopampa principalmente y en menor volumen en el sector de Totorá.

Foto 4: Quebrada Quishuar depósitos fluvio glaciarios



*Alcira Elena Olivera Silva*  
Alcira Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



**Depósito aluvial:** Se ubican preferentemente a lo largo del cauce y en ambas márgenes de las quebradas Yanaqaqa, Quishuar y a lo largo de la subcuenca Totorá, conformado por bloques y gravas de rocas, envueltos por una matriz areno – arcillosa, en el área de evaluación afloran en los márgenes del Río Totorá.

**Foto 5:** Depósito aluviales



**Depósito coluvial:** Estos materiales son acumulados generalmente en las laderas bajas de las Montañas en todo el Ámbito de Estudio del acarreo de sedimentos por la escorrentía pluvial, flujos de lodo y las precipitaciones pluviales, están constituidos por bloques angulosos envueltos en una matriz limo arcillosa, son producto de la caída de detritos y bloques de roca, en el área de evaluación afloran en las laderas medias de las montañas dentro del ámbito de estudio.

**Foto 6:** Depósitos coluviales hacia la ladera



**Intrusivo Choquetacampo, Monzogranito:** Está compuesta por rocas de color gris blanquecino, textura fanerítica inequigranular de grano medio a grueso (Granodiorita y monzogranito), en el área de evaluación afloran muy cerca a la cabecera de cuenca.



**Complejo metamórfico Iscaybamba:** Está conformado por cuarcitas blanquecinas intercaladas con pequeños niveles de micaesquistos, en el área de evaluación afloran en gran porcentaje dentro del ámbito de estudio formando las montañas que rodean los centros poblados de Totorá y Hornopampa.

Foto 7: Complejo metamórfico formando las montañas



Imagen 1 Unidades litológicas del área de estudio

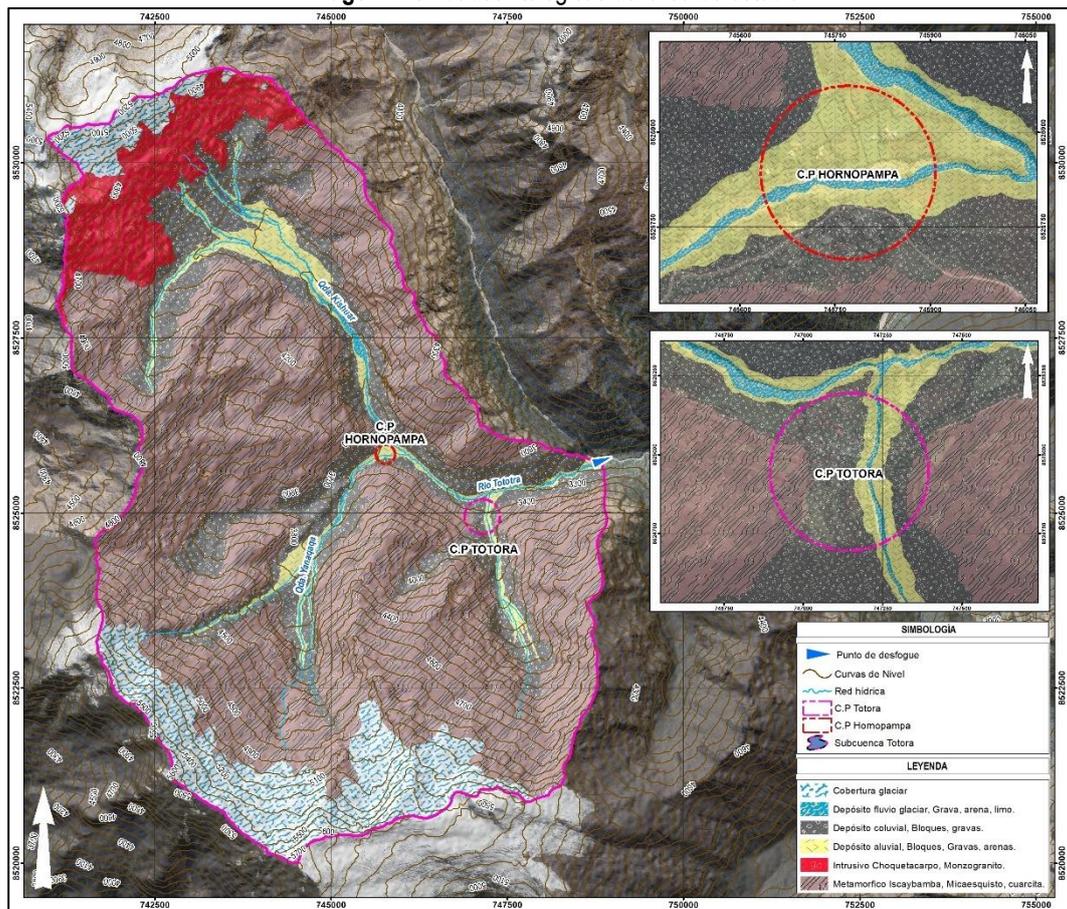
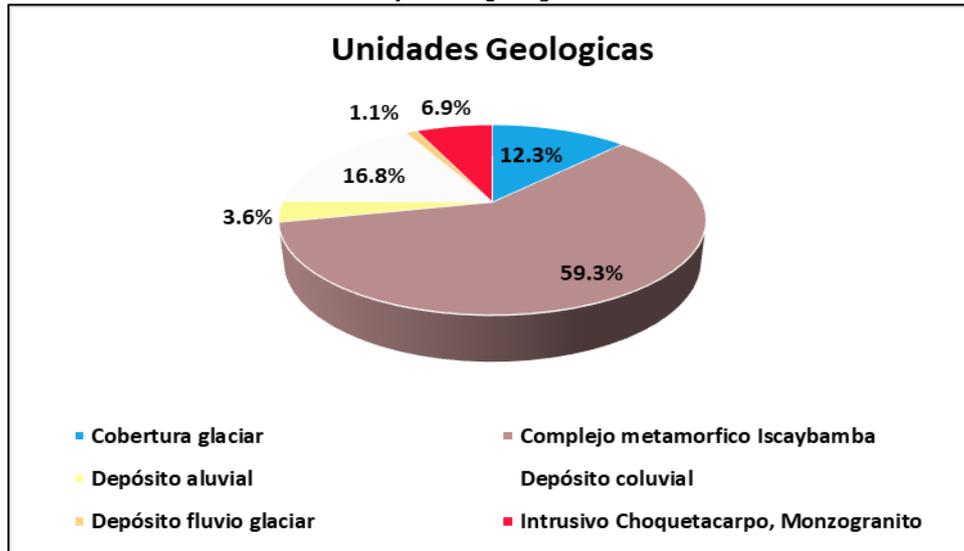




Gráfico 7 Porcentajes de la geología en el área de estudio.



### Unidades Geomorfológicas

**Cauce del río:** Identificado en las quebradas Yanaqaqa, Quishuar y a lo largo del recorrido del río Totorá, formadas por la incidencia de la escorrentía superficial del área de recepción de las quebradas y vertientes de la subcuenca Totorá, compuesto de material proluvial de origen fluvio-glaciár.

**Morrenas:** Geformas de origen glaciár tipo lomadas, compuestas por material glaciáricos, ubicados en las partes altas del ámbito de evaluación

**Vertiente con depósito de deslizamiento:** Geformas formadas por erosión de cauces sobre laderas de montaña, generando desprendimientos que corresponden a deslizamientos mayormente apreciables a lo largo del Cauce fluvial.

**Montaña con cobertura glaciár:** Geformas de montañas en la parte alta o cima de montañas, compuestas por rocas metamórficas e intrusivas con cobertura glaciár.

**Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial:** geformas de conos compuestos por depósitos proluviales o de flujos de detritos y de lodos, compuesto por fragmentos rocosos heterométricos, en la base de las quebradas Yanaqaqa y Quishuar

**Vertiente glaciár o de gelifracción:** Geformas de vertientes compuestas por rocas metamórficas de micaesquistos, con cobertura glaciár formando derrubios por gelifracción

**Montaña en roca intrusiva:** Geformas de montañas compuestas por rocas intrusiva ubicada hacia el Nor Oeste del Centro poblado de Hornopampa cercana y formando la cabecera de cuenca.

**Montaña en roca metamórfica:** Geformas de montañas compuestas por rocas metamórficas Gneis, Cuarzitas y Esquistos de mica, que forman las vertientes de las quebradas Yanaqaqa, Quishuar y las montañas que rodean y conforman gran parte del área de estudio.



Imagen 2 Mapa de unidades Geomorfológicas del área de estudio

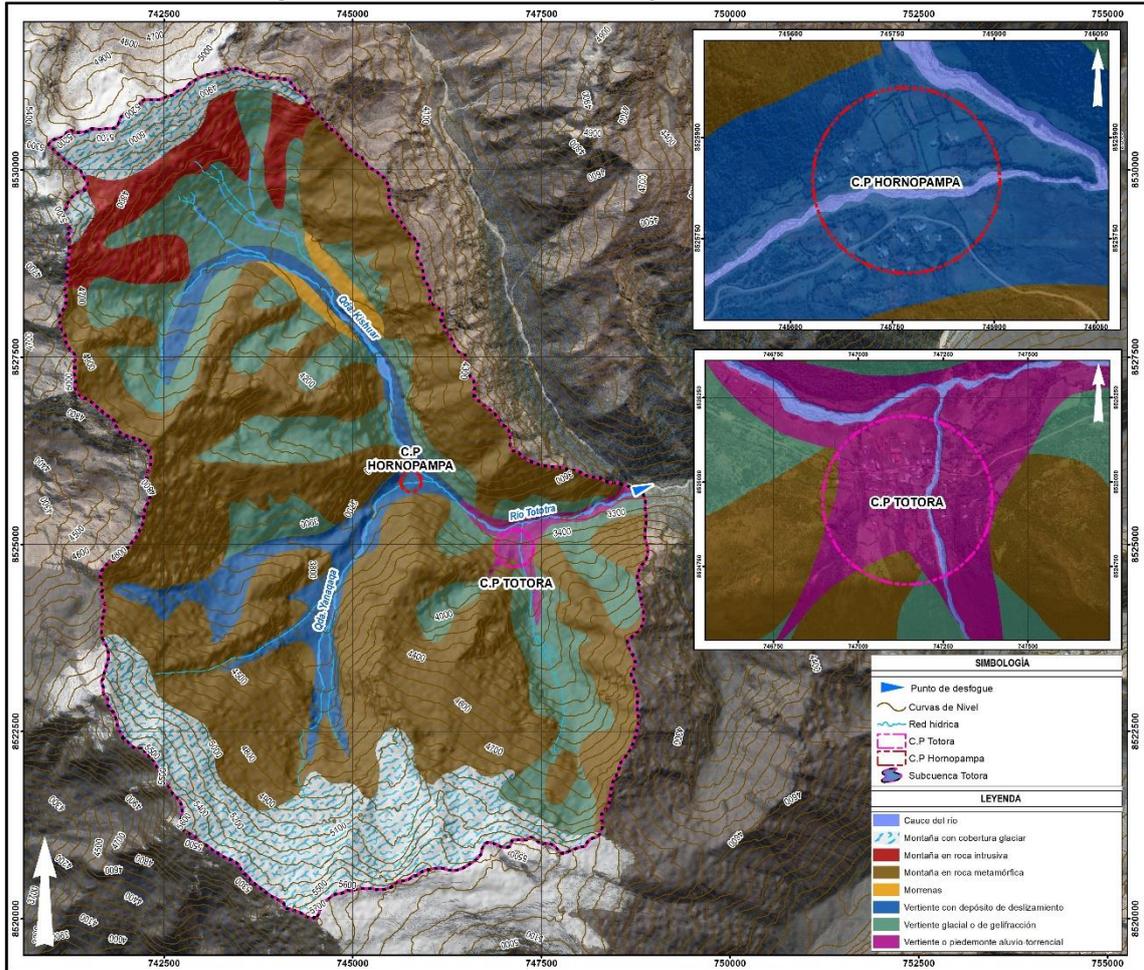
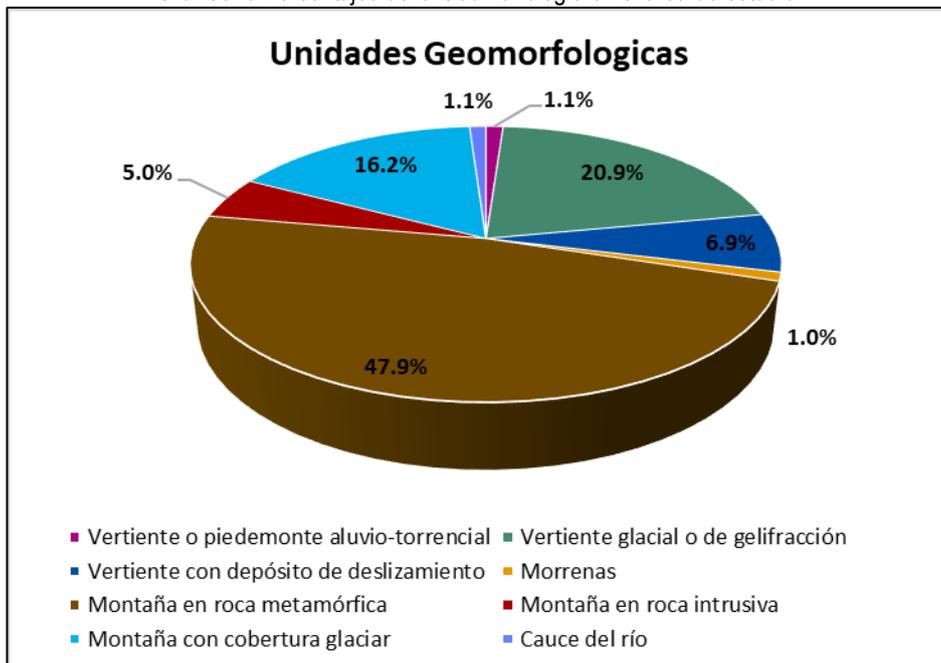


Gráfico 8 Porcentajes de la Geomorfología en el área de estudio.



*Alcira Elena Olivera Silva*  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380



## Pendientes

### **Pendientes Llanas (0-8) °**

En el área de estudio son pendientes bajas, principalmente formando llanuras o terrazas altas y medias donde se ubican el centro poblado de Hornopampa, áreas destinadas al asentamiento de la población, cultivo y estancias para ganado.

### **Pendientes Ligeramente Inclinadas (8-15) °**

Son topografías estables a aspectos geodinámicos, excelentes para temas constructivos, considerando las fuertes precipitaciones de las lluvias, estas superficies se prestan al fácil discurrir de las aguas pluviales, pendiente donde se ubica el centro poblado de Totorá.

### **Pendientes Modernamente Inclinadas (15-25) °**

Estos relieves con pendientes que fluctúan entre los (15 a 25) °, que también pueden ser aprovechables para usos agrícolas, pero con ciertas limitaciones, estas áreas se encuentran mayormente concentrados hacia las vertientes de las montañas que rodean los centros poblados de Totorá y Hornopampa, aprovechables para áreas de cultivo o estancias para ganado.

### **Pendientes Fuertemente Inclinadas (25-35) °**

Los relieves moderadamente abruptos con pendientes que fluctúan entre los 25 a 35°. Se encuentran mayormente concentrados en zonas moderadamente elevadas como es el caso de nuestra zona y a veces cercanas a las cabeceras, constituyen zonas de transición a relieves de pendiente más elevadas, su formación se da como consecuencia de la actividad erosiva sedimentaria de los agentes erosivos y los sistemas hídricos dando lugar a activaciones geodinámicas.

### **Pendientes Fuertemente Empinada (> 35) °**

Los relieves muy inclinados a escarpados con pendientes mayores a 35°, se encuentran mayormente identificados hacia las partes altas de la montaña, y hacia las laderas de estas, resultado eminentemente de la actividad de los agentes erosivos glaciáricos que formaron el valle glaciar y los sistemas hídricos erosionales, estas unidades presentan cobertura vegetal densa. Así mismo estas pendientes se ubican a los laterales del cauce del Río formando escarpas de entre 4 a 15 m de altura.



Imagen 3 Mapa de Pendientes ámbito de estudio.

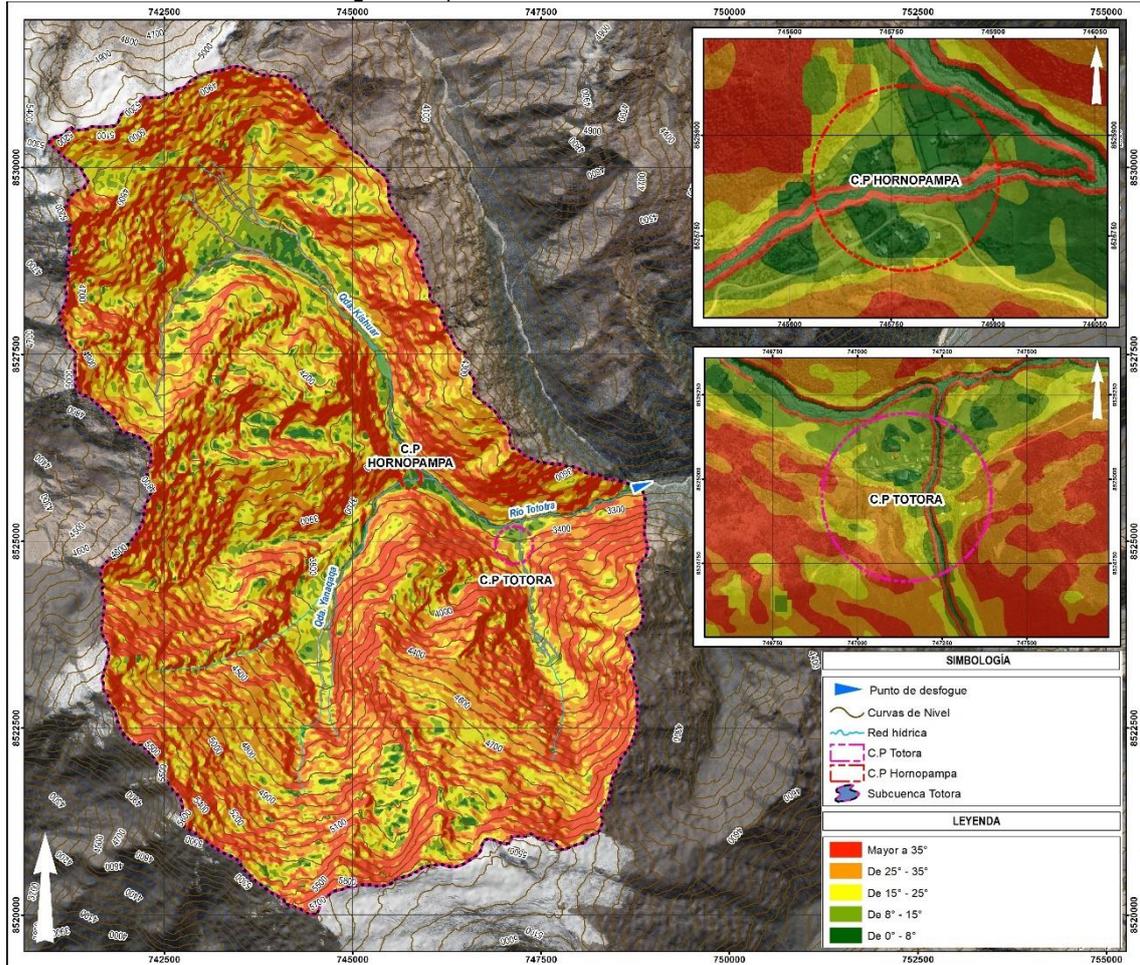
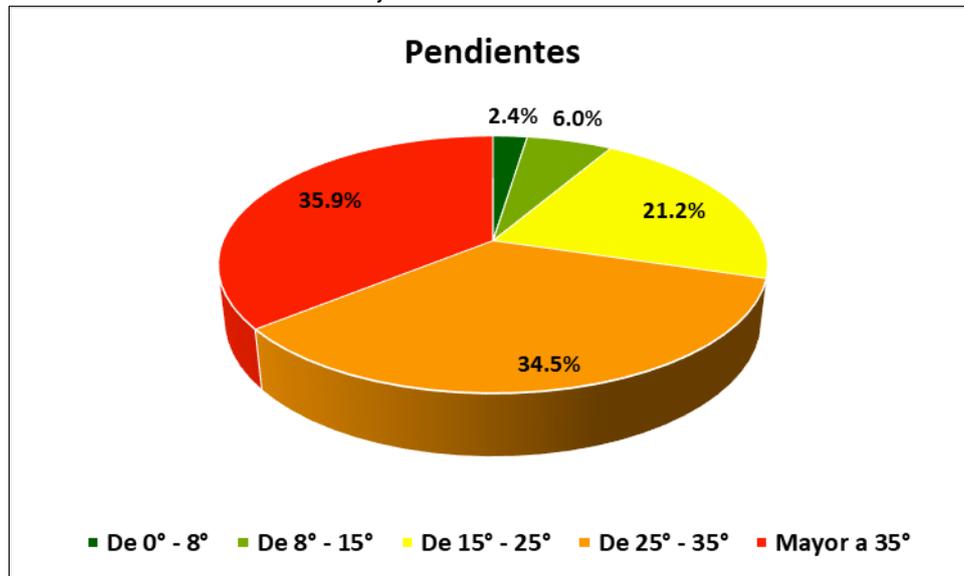


Gráfico 9 Porcentajes de las Pendientes en el área de estudio.





## CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

### 3.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

Para determinar el nivel de peligrosidad por Flujo de Detritos, se realizó la visita a Campo y el correspondiente mapeo de la Geología, Contrastación de Pendientes y de las Unidades Geomorfológicas, además el cálculo del Índice Topográfico de Humedad.

Las precipitaciones máximas según los umbrales de precipitación máxima del SENAMHI como factor desencadenante.

Para el parámetro de evaluación se realizó la simulación o modelamiento para Debris Flow, con el uso del Software Morpho 2D, considerando las velocidades máximas y las alturas máximas del flujo.

### 3.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOPIADA

Se ha realizado la recopilación de información disponible de plataformas de entidades Técnico Científicas Nacionales y del Extranjero, la Geología regional a consultar se obtuvo de la página del INGEMMET – GEOCATMIN <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/> , la información para lelemtos expuestos, quebradas, drenajes, etc. Fueron consultadas en el Geoservido del SIGRID <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/home> . Los umbrales de precipitación y temperaturas máximas fueron consultadas del SENAMHI [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe).

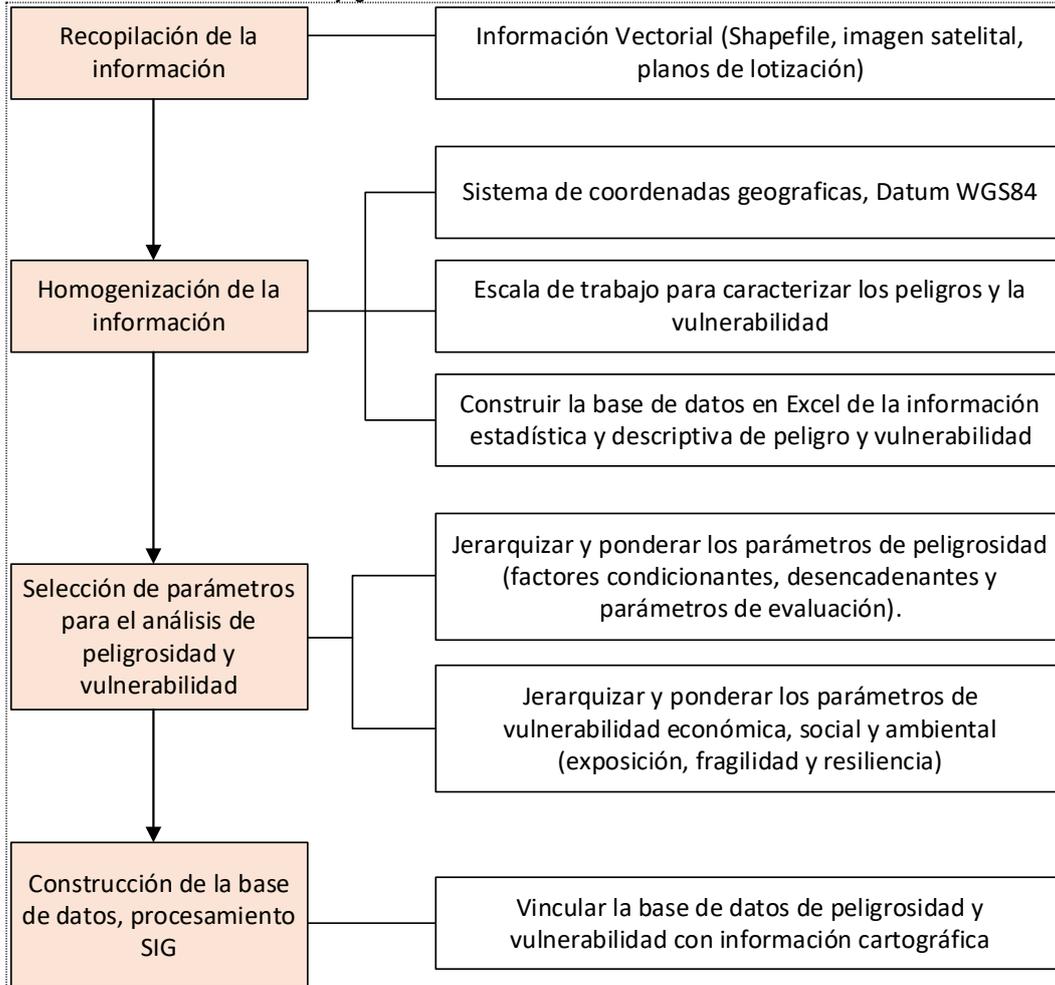
Para el Modelo de Elevación Digital se usó el DEM del sensor ALOS con tamaño de pixel de 12.5 x 12.5, de la plataforma Alaska Search Vertex ASF, <https://search.asf.alaska.edu/#/> , así mismo el Modelo Digital Obtenido se usó para el cálculo del Índice Topográfico de Humedad mediante el uso del Software SAGA GIS, software free code, este modelo determina las áreas o zonas con mayor concentración de agua o humedad, con valores que van del 0 al 20 siendo un valor traducido a porcentaje de humedad, representado del 0 al 100% con el valor máximo en áreas saturadas.

Para el cálculo de la simulación para flujos se usó el Software IRIC – Morpho 2D, el cual es un Software Free code, Especializado para la simulación de flujos, se usó el Modelo de Elevación Digital del sensor ALOS y un mallado de 5 x 5 metros para generar la simulación y determinar las Velocidades máximas y Alturas máximas.

Se realizó la simulación en las quebradas Yanaqaqa, Kishuar y Totorá.



Gráfico 10 Flujo de Información General del Proceso de Análisis de Información



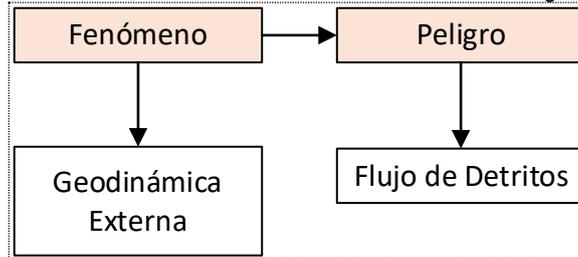
### 3.3. IDENTIFICACIÓN DEL FENOMENO Y EL PELIGRO

Para identificar y caracterizar el peligro, además de la información generada por las entidades técnico- científicas, se ha realizado un cartografiado en campo para identificar los principales peligros de origen natural que podrían afectar el área de estudio. Ante ello, es importante precisar lo siguiente:

- El peligro a evaluar es: Flujo de Detritos.
- El área de estudio pertenece a una zona de Alta montaña, ambiente Periglacial y Glaciar relacionada a eventos de aluviones y flujos de detritos en eventos pasados y que son recurrentes en periodos de tiempo largos en el área de estudio.
- En campo se observó la acumulación de material aluvial típico de eventos anteriores en volúmenes considerables.

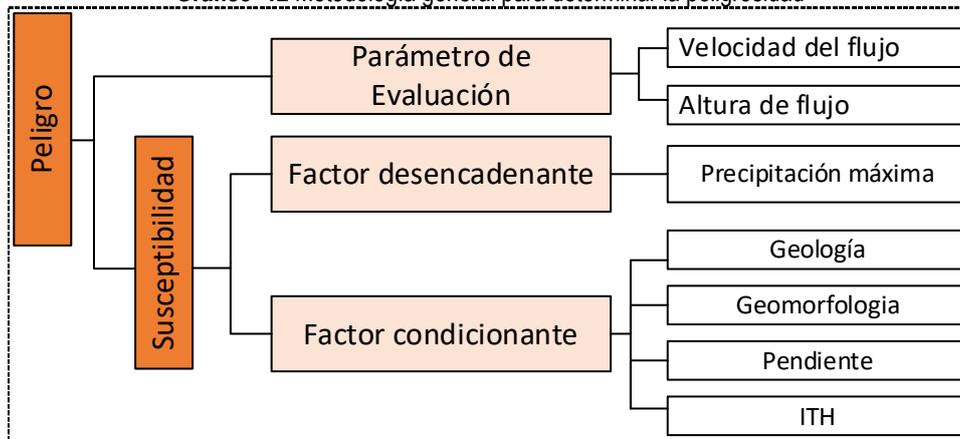


Gráfico 11 Clasificación de Fenómeno Natural – Peligro



### 3.4. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS.

Gráfico 12 Metodología general para determinar la peligrosidad

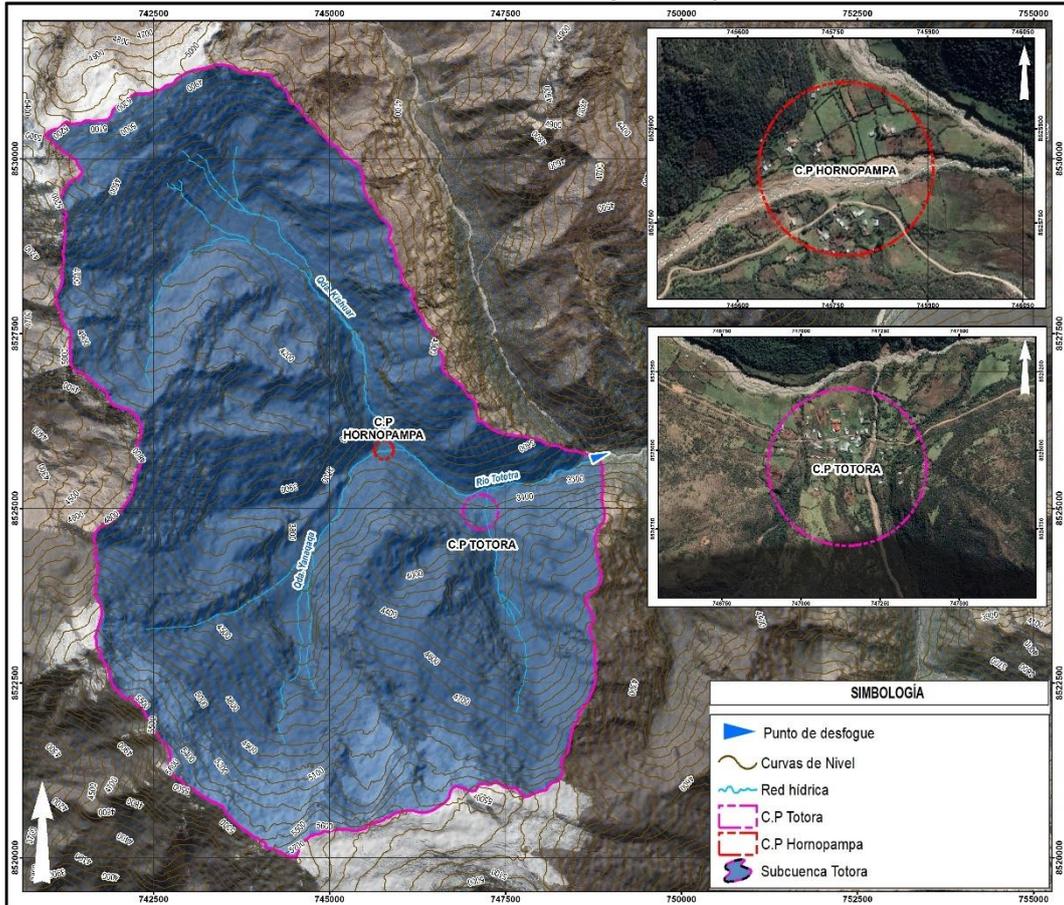


### 3.5. IDENTIFICACIÓN DEL ÁMBITO DE INFLUENCIA

El ámbito de evaluación presenta una extensión territorial de 5780.16 Ha. Dentro de la Subcuenta Totor de la Cuenca Salkantay, Identificada por INGEMMET como zona crítica de Alto a Muy alto Peligro, y también por los antecedentes de eventos de Flujo de detritos con anterioridad, por otro lado, se consideró de acuerdo al número de elementos expuestos en principal la población que corresponde a los Centros Poblados de Totor y Hornopampa. Y sus medios de vida, además de Centro de Salud y la Institución Educativa.



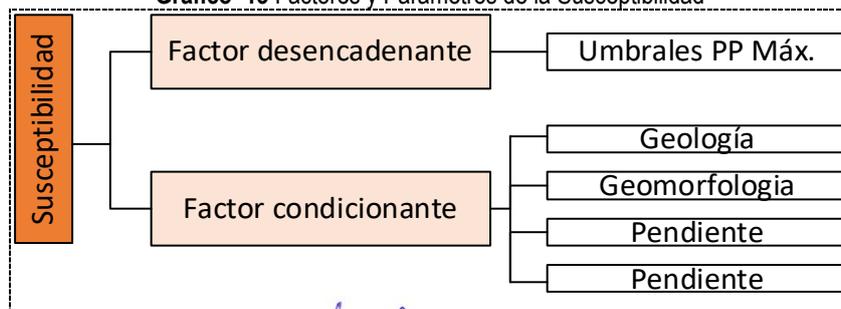
Mapa 4 Ámbito de evaluación del peligro por Flujo de Detritos



### 3.6. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico). Para la evaluación de la susceptibilidad del ámbito de influencia del peligro por flujo de detritos; se han considerado como factores condicionantes del territorio la geología, la geomorfología, la pendiente y el índice topográfico de humedad, como factor desencadenante las precipitaciones máximas según los umbrales de precipitación máxima para la estación Vilcabamba. Se presenta ponderación utilizando el proceso de análisis jerárquico, el método de Saaty.

Gráfico 13 Factores y Parámetros de la Susceptibilidad



Alara Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



### 3.6.1. ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor condicionante, se utilizó un método cuantitativo con los datos obtenidos del mapeo que se hizo del ámbito de influencia de la geología, la geomorfología y la pendiente y el análisis del Índice topográfico de humedad.

**Cuadro 5** Nomenclatura de Factores Condicionantes

CODIGO	PARAMETROS
FC1	Geología
FC2	Geomorfología
FC3	Pendiente
FC4	Índice Topográfico de Humedad

**Cuadro 6** Matriz de Comparación de Pares

PARAMETROS	FC1	FCA2	FC3	FC4
FC1	1.00	2.00	4.00	6.00
FC2	0.50	1.00	2.00	4.00
FC3	0.25	0.50	1.00	2.00
FC4	0.17	0.25	0.50	1.00

**Cuadro 7** Matriz de Normalización de pares

PARAMETROS	FC1	FC2	FC3	FC4	Vector priorización
FC1	0.522	0.533	0.533	0.462	0.529
FC2	0.261	0.267	0.267	0.308	0.265
FC3	0.130	0.133	0.133	0.154	0.132
FC4	0.087	0.067	0.067	0.077	0.073

### PARÁMETRO: UNIDADES LITOLÓGICAS

**Cuadro 8** Nomenclatura de Parámetro unidades litológicas

CODIGO	DESCRIPTORES
GEO1	Depósito fluvio glaciar
GEO2	Depósito aluvial, Cobertura glaciar
GEO3	Depósito coluvial
GEO4	Intrusivo Choquetacarpo, Monzogranito
GEO5	Complejo metamórfico Iscaybamba

**Cuadro 9** Matriz de Comparación de Pares

DESCRIPTORES	GEO1	GEO2	GEO3	GEO4	GEO5
GEO1	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
GEO2	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
GEO3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
GEO4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
GEO5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00



**Cuadro 10** Matriz de Normalización de pares

DESCRIPTORES	GEO1	GEO2	GEO3	GEO4	GEO5	Vector priorización
GEO1	0.512	0.544	0.524	0.429	0.360	0.474
GEO2	0.256	0.272	0.315	0.306	0.280	0.286
GEO3	0.102	0.091	0.105	0.184	0.200	0.136
GEO4	0.073	0.054	0.035	0.061	0.120	0.069
GEO5	0.057	0.039	0.021	0.020	0.040	0.035

**PARÁMETRO: UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS**

**Cuadro 11** Nomenclatura de Parámetro Unidades Geomorfológicas

CODIGO	DESCRIPTORES
GM1	Cauce del río, Morrenas
GM2	Vertiente con depósito de deslizamiento, Montaña con cobertura glaciar, Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial
GM3	Vertiente glaciar o de gelifracción
GM4	Montaña en roca intrusiva
GM5	Montaña en roca metamórfica

**Cuadro 12** Matriz de Comparación de Pares

DESCRIPTORES	GM1	GM2	GM3	GM4	GM5
GM1	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
GM2	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
GM3	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
GM4	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
GM5	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00

**Cuadro 13** Matriz de Normalización de pares

DESCRIPTORES	GM1	GM2	GM3	GM4	GM5	Vector priorización
GM1	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
GM2	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
GM3	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
GM4	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
GM5	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

**PARÁMETRO: PENDIENTE**

**Cuadro 14** Nomenclatura de Parámetro Pendiente

CODIGO	DESCRIPTORES
PE1	De 0° - 8°
PE2	De 8° - 15°
PE3	De 15° - 25°
PE4	De 25° - 35°
PE5	Mayor a 35°



**Cuadro 15** Matriz de Comparación de Pares

DESCRIPTORES	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5
PE1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
PE2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
PE3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
PE4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
PE5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 16** Matriz de Normalización de pares

DESCRIPTORES	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	Vector priorización
PE1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
PE2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
PE3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
PE4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
PE5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

**PARÁMETRO: ÍNDICE TOPOGRÁFICO DE HUMEDAD**

**Cuadro 17** Nomenclatura de Parámetro ITH

CODIGO	DESCRIPTORES
ITH1	ITH 80 - 100%
ITH2	ITH 60 - 80%
ITH3	ITH 40 - 60%
ITH4	ITH 20 - 40%
ITH5	ITH 0 - 20%

**Cuadro 18** Matriz de Comparación de Pares

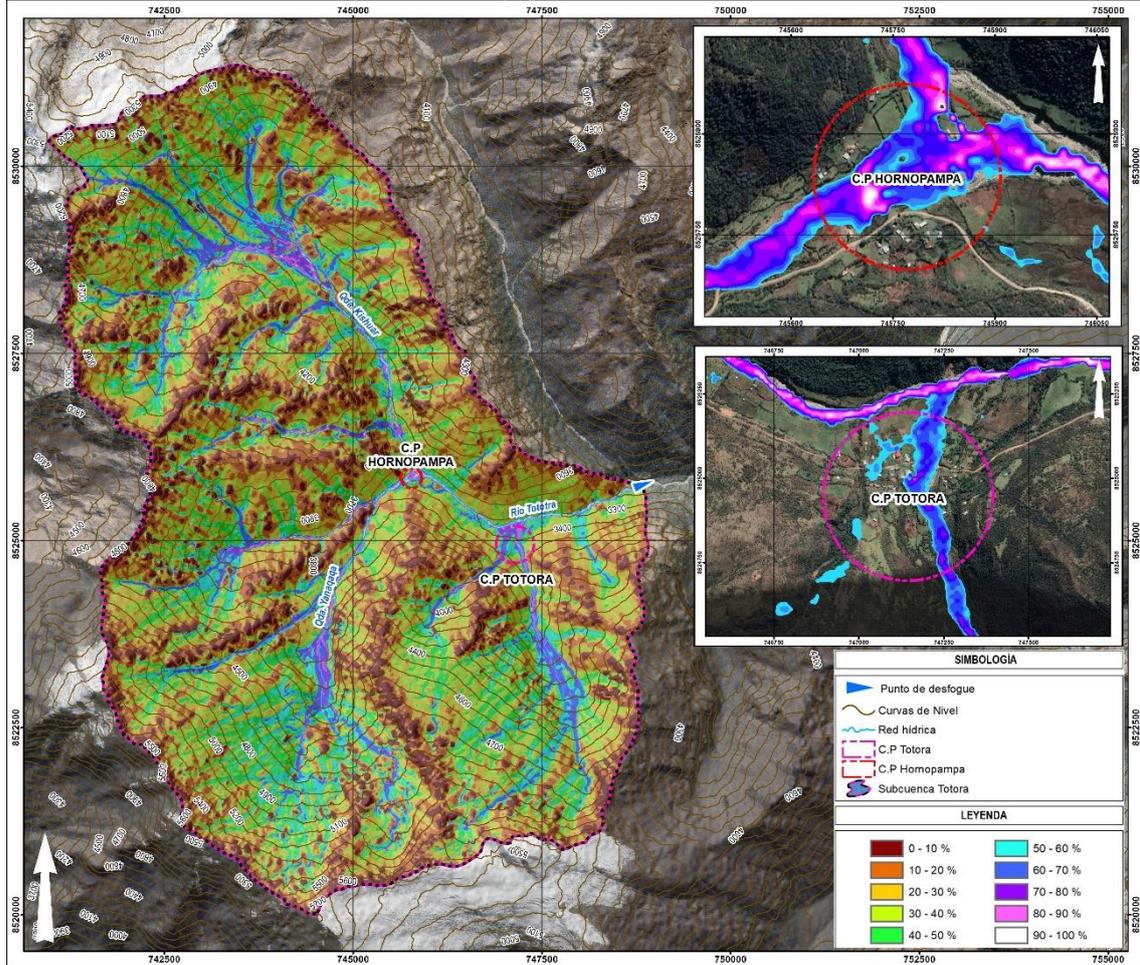
DESCRIPTORES	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5
PE1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
PE2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
PE3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
PE4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
PE5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 19** Matriz de Normalización de pares

DESCRIPTORES	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	Vector priorización
PE1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
PE2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
PE3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
PE4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
PE5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035



**IMAGEN 5** Mapa de índice topográfico de humedad en el área de estudio



### 3.6.2. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DESENCADENANTES

Se considera como factor desencadenante a las precipitaciones máximas según los umbrales de precipitación máxima, SENAMHI, para la estación más cercana.

**Parámetro: Precipitación Máxima**

**Cuadro 20** Nomenclatura de Parámetro Precipitación Máxima

CODIGO	DESCRIPTORES
PP1	PM > 43.8 mm
PP2	28 mm < PM ≤ 43.8 mm
PP3	21.4 mm < PM ≤ 28 mm
PP4	12.7 mm < PM ≤ 21.4 mm
PP5	PM < 12.7 mm

**Cuadro 21** Matriz de Comparación de Pares

DESCRIPTORES	PP1	PP2	PP3	PP4	PP5
PP1	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
PP2	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
PP3	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
PP4	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
PP5	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00

*Alcira Elena Olivera Silva*  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380

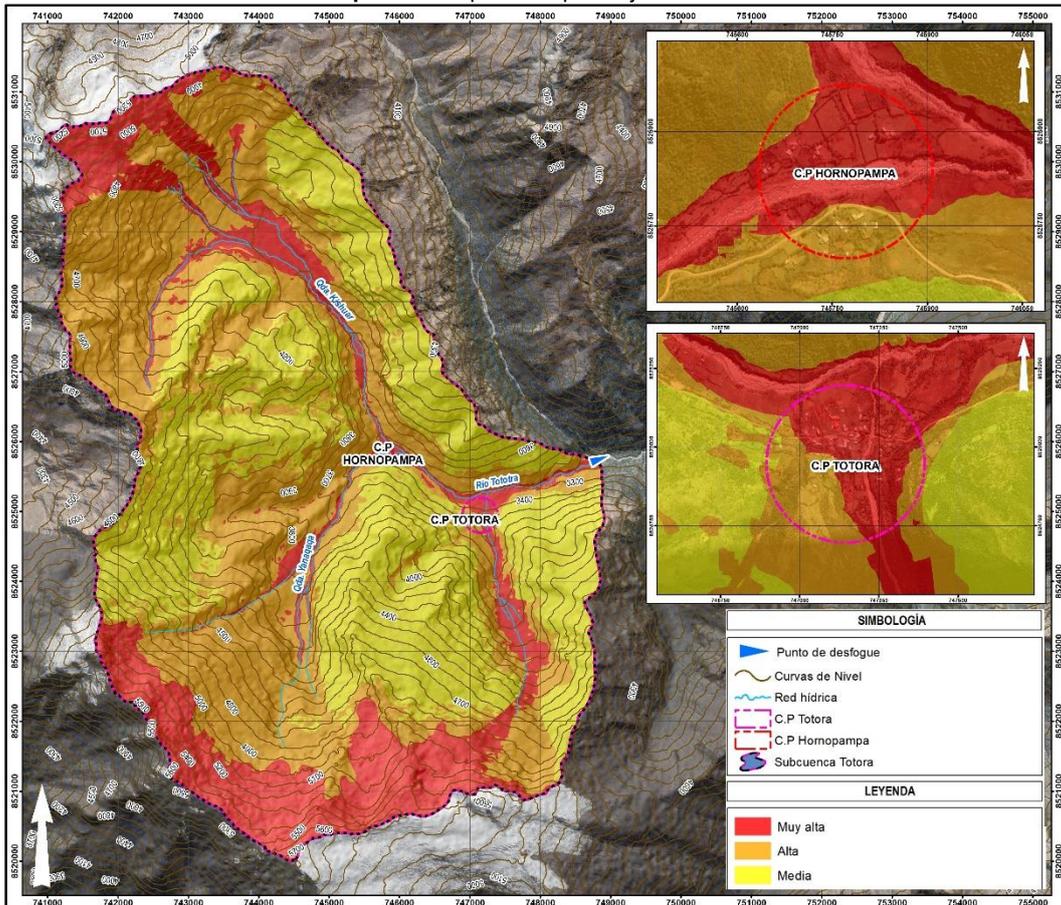


“Evaluación de Riesgo originado por Flujo de detritos en las Quebradas Yanaqaqa y Quishuar, en los sectores de Hornopampa y Totorá, Distrito de Santa Teresa, Provincia de La Convención, Departamento del Cusco”

**Cuadro 22** Matriz de Normalización de pares

DESCRPTORES	MW1	MW2	MW3	MW4	MW5	Vector priorización
PP1	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
PP2	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
PP3	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
PP4	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
PP5	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044

**Mapa 6** Susceptibilidad por Flujo de detritos



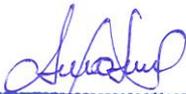
  
**Alara Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380



Gráfico 14 Nivel de Susceptibilidad en el ámbito de estudio



### 3.7. PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

Para identificación y determinación de los parámetros de evaluación se realizó la simulación para flujo de detritos y el cálculo de la velocidad y altura de flujo.

#### PARÁMETRO: VELOCIDADES MÁXIMAS DE FLUJO

Cuadro 23 Nomenclatura de Parámetro de Velocidades máximas del flujo

CODIGO	DESCRIPTORES
VF1	Mayor a 10.50 m/s
VF2	7.50 m/s a 10.50 m/s
VF3	5.00 m/s a 7.50 m/s
VF4	2.50 m/s a 5.00 m/s
VF5	0.00 m/s a 2.50 m/s

Cuadro 24 Matriz de Comparación de Pares

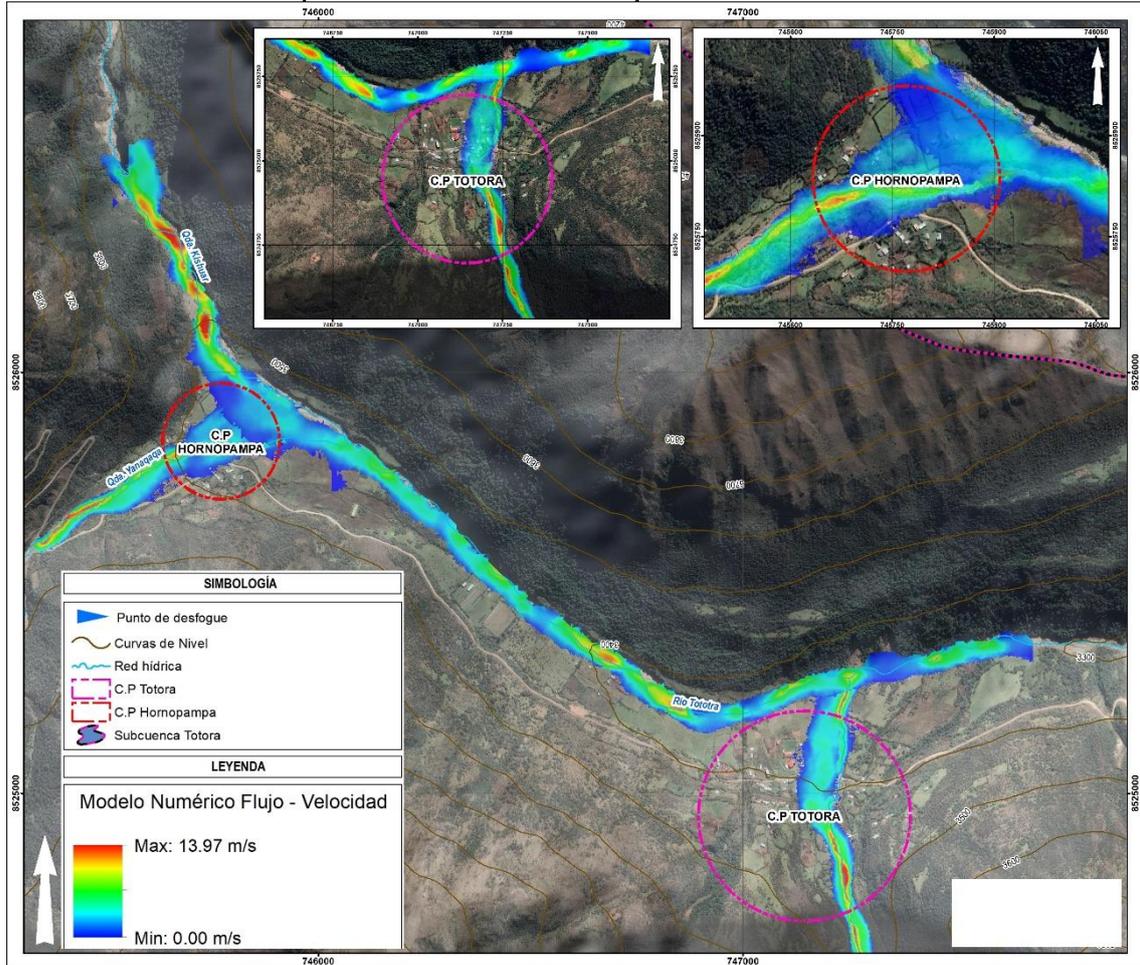
DESCRIPTORES	VF1	VF2	VF3	VF4	VF5
VF1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
VF2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
VF3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
VF4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
VF5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Cuadro 25 Matriz de Normalización de pares

DESCRIPTORES	VF1	VF2	VF3	VF4	VF5	Vector priorización
VF1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
VF2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
VF3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
VF4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
VF5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035



**Mapa 7** Velocidades máximas del flujo en el área de estudio



**PARÁMETRO: ALTURAS MÁXIMAS DE FLUJO**

**Cuadro 26** Nomenclatura de Parámetro de Alturas máximas del flujo

CODIGO	DESCRIPTORES
AM1	Mayor a 4.80 m
AM2	3.60 m a 4.8 m
AM3	2.40 m a 3.60 m
AM4	1.20 m a 2.40
AM5	0.00 m a 1.20 m

**Cuadro 27** Matriz de Comparación de Pares

DESCRIPTORES	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5
AM1	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
AM2	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
AM3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
AM4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
AM5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

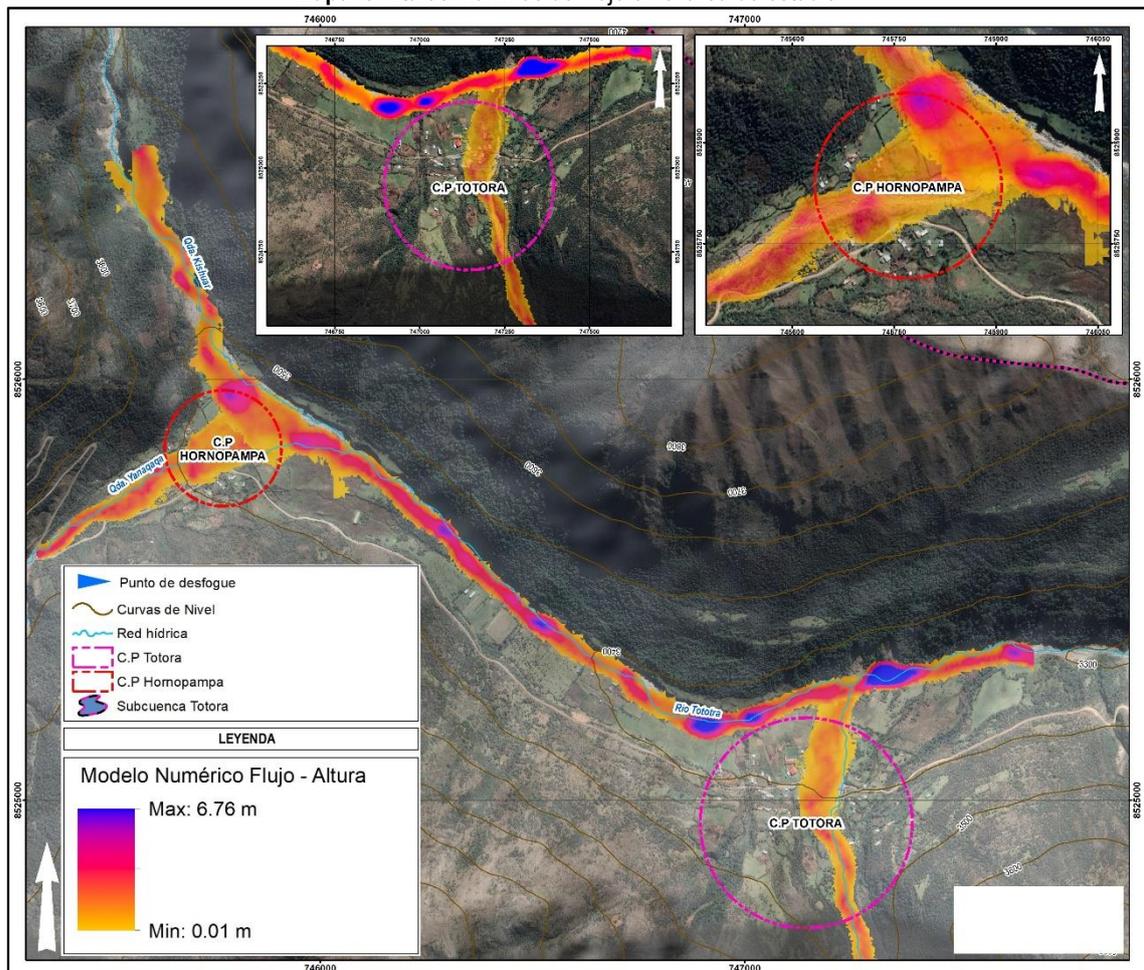
*Alcira Elena Olivera Silva*  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380



**Cuadro 28** Matriz de Normalización de pares

DESCRPTORES	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	Vector priorización
AM1	0.512	0.544	0.524	0.429	0.360	0.474
AM2	0.256	0.272	0.315	0.306	0.280	0.286
AM3	0.102	0.091	0.105	0.184	0.200	0.136
AM4	0.073	0.054	0.035	0.061	0.120	0.069
AM5	0.057	0.039	0.021	0.020	0.040	0.035

**Mapa 8** Alturas máximas del flujo en el área de estudio



### 3.8. NIVELES DE PELIGRO

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

**Cuadro 29** Niveles de Peligro

NIVEL	RANGO			
MUY ALTO	0.272	≤	P	≤ 0.477
ALTO	0.139	≤	P	< 0.272
MEDIO	0.072	≤	P	< 0.139
BAJO	0.039	≤	P	< 0.072

*Alcira Elena Olivera Silva*  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380



### 3.9. ESTRATO NIVEL DE PELIGROSIDAD.

Cuadro 30 Matriz Nivel de Peligrosidad

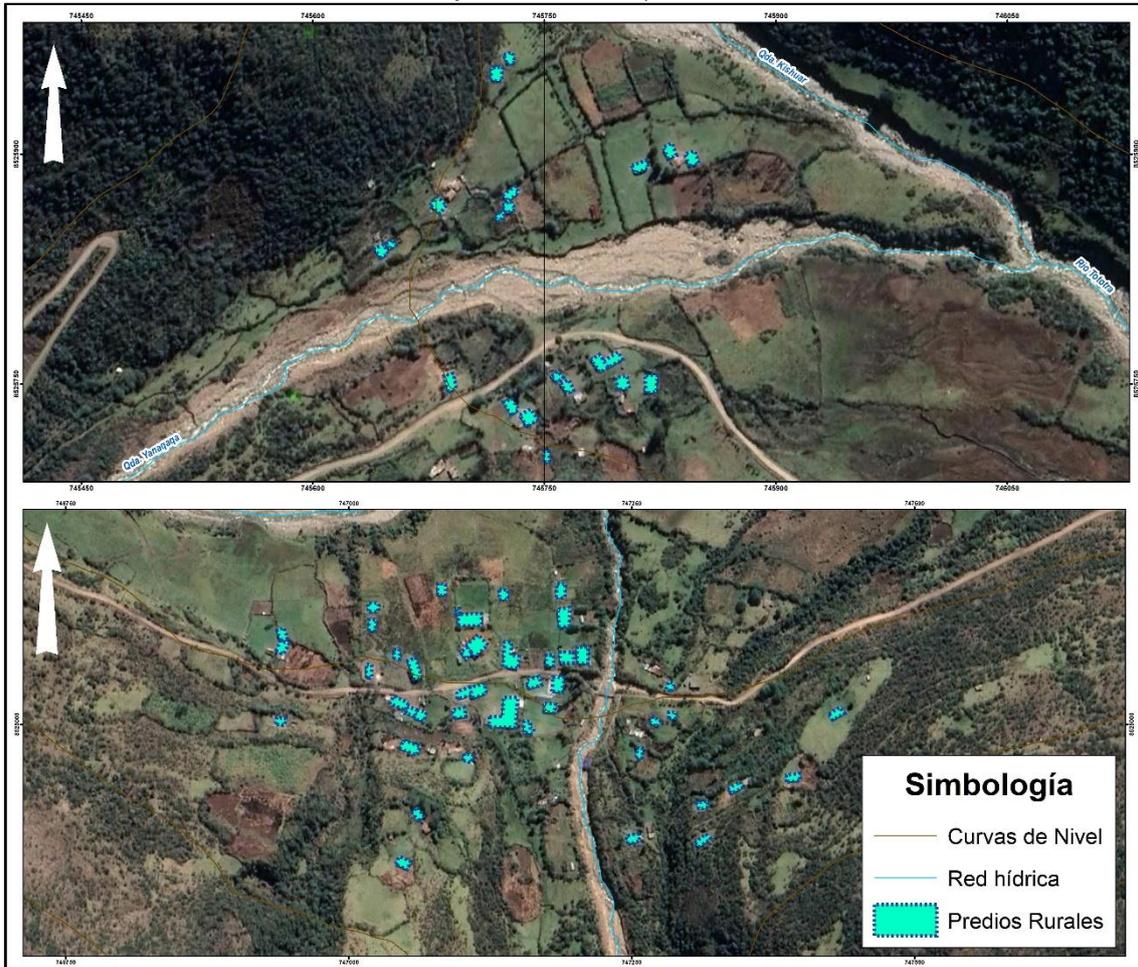
NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	Este nivel de peligrosidad está determinado por depósitos fluvio glaciares en el área de estudio, las unidades geomorfológicas son cauce del río fluvio glaciar, y morrenas en la zona, las pendientes más bajas condicionan al peligro de 0° a 8°, el índice topográfico de humedad equivale a concentraciones de 80% a 100%, el factor desencadenante más crítico corresponde a precipitaciones mayores a 43.8 mm. Para el parámetro de evaluación en la zona las velocidades del flujo con velocidades a mayores a 10.50 m/s son las más críticas, las alturas máximas son alturas mayores de 4.80 metros siendo las máximas cerca a los 7 metros.	0.272 ≤ P < 0.477
ALTO	Este nivel de peligrosidad está determinado por depósitos aluviales y zonas de cobertura glaciar, las unidades geomorfológicas son vertiente con depósito de deslizamiento, montaña con cobertura glaciar, vertiente o piedemonte aluvio torrencial, las pendientes tienen ángulos de 8° a 15°, el índice topográfico de humedad tiene valores de entre 60 a 80% de concentración de agua o humedad, las precipitaciones máximas en este nivel son de 28 a 43.8 mm, se tiene velocidades de entre 7.5 m/s a 10.5 m/s, las alturas máximas en este nivel son de 3.60 m a 4.80 m.	0.139 ≤ P < 0.272
MEDIO	Este nivel de peligrosidad está determinado por depósitos coluviales, las unidades geomorfológicas en este nivel son vertiente glaciar o de gelifracción, las pendientes tienen ángulos, de entre 15° a 25° grados, el índice topográfico indica valores de 40% a 60% de concentración de agua o humedad, la precipitación máxima tiene valores de 21.4 mm a 28 mm, las velocidades máximas del flujo son de 5 m/s a 7.5 m/s, con alturas máximas de entre 2.40 m a 3.60 metros.	0.072 ≤ P < 0.139
BAJO	Este nivel de peligrosidad está determinado por Unidades geológicas más competentes, como el intrusivo monzogranítico de Choquetacarpo, y el complejo metamórfico Iscaybamba, las unidades geomorfológicas son montaña en roca intrusiva y montaña en roca sedimentaria, las pendientes tienen ángulos de 25° a mayores de 35°, el índice topográfico de humedad indica valores de 0% a 40% y las precipitaciones máximas tienen valores de 21.4 mm a menores de 12.7 mm, las velocidades máximas de flujo tienen velocidades de 5.00 m/s a menores de 2.5 m/s, con alturas de flujo máximas de 2.40 a menores de 1.20 metros.	0.039 ≤ P < 0.072

  
Alcira Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



### 3.10. MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS:

Mapa 9 Elementos expuestos



  
Alara Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



### 3.11. MAPA DE PELIGRO POR FLUJO DE DETRITOS EN EL AMBITO DE ESTUDIO

Mapa 10 Peligro por flujo de detritos

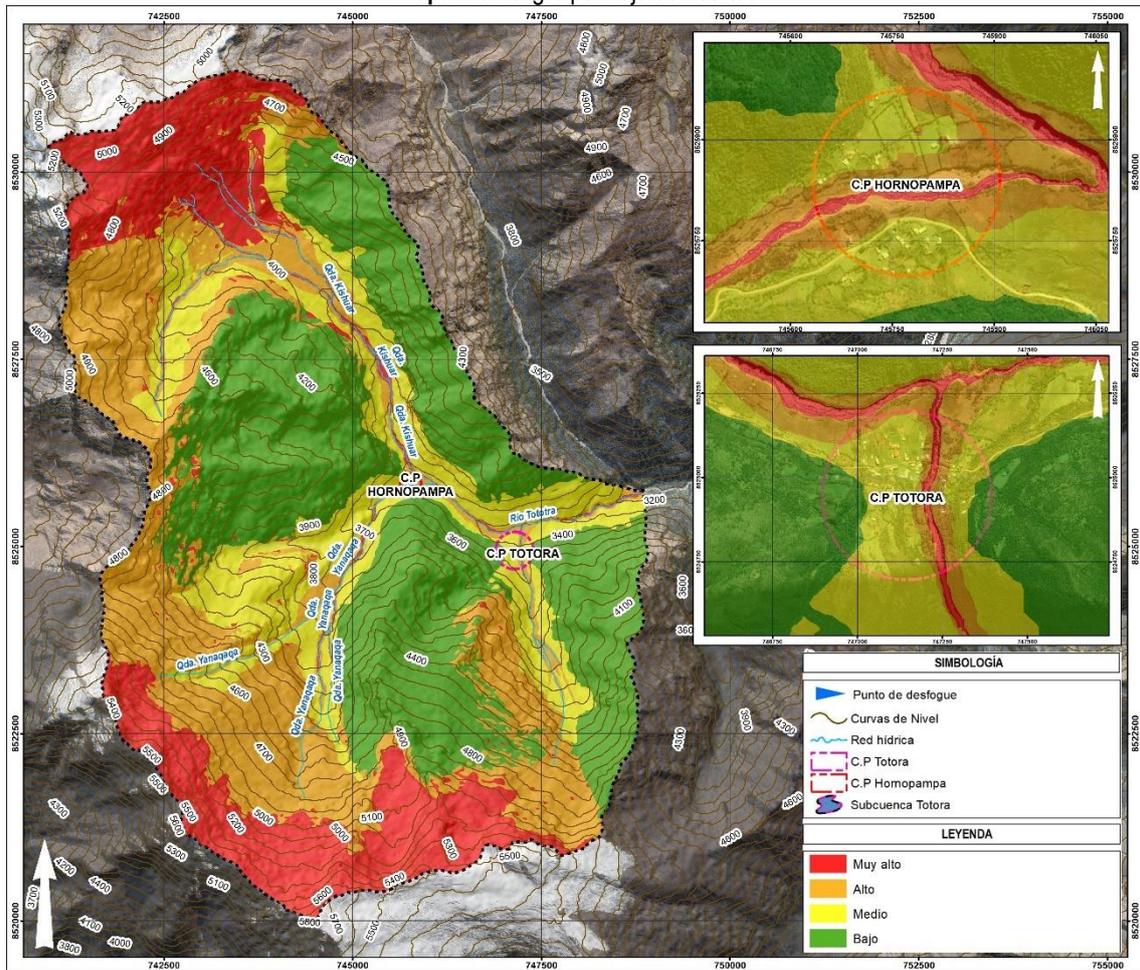
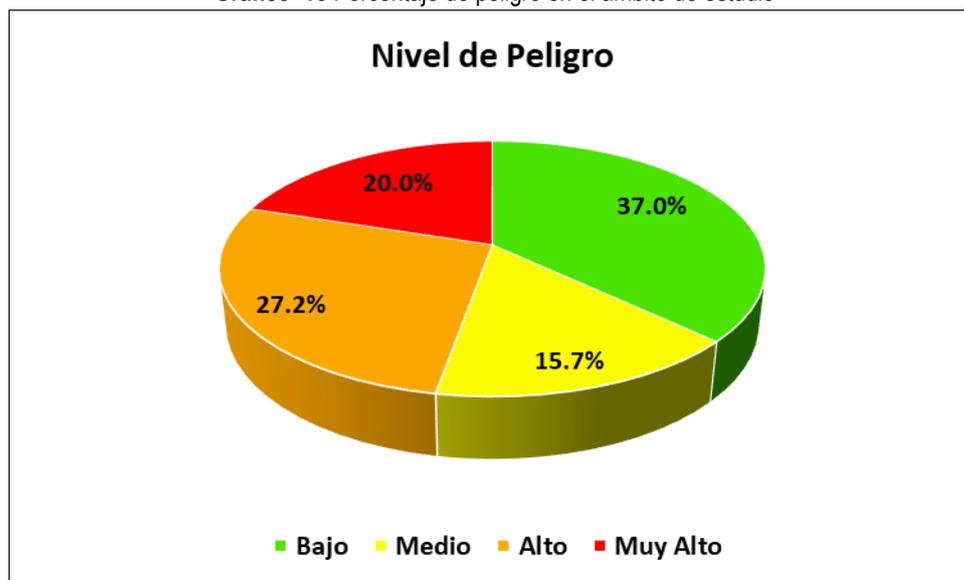


Gráfico 15 Porcentaje de peligro en el ámbito de estudio

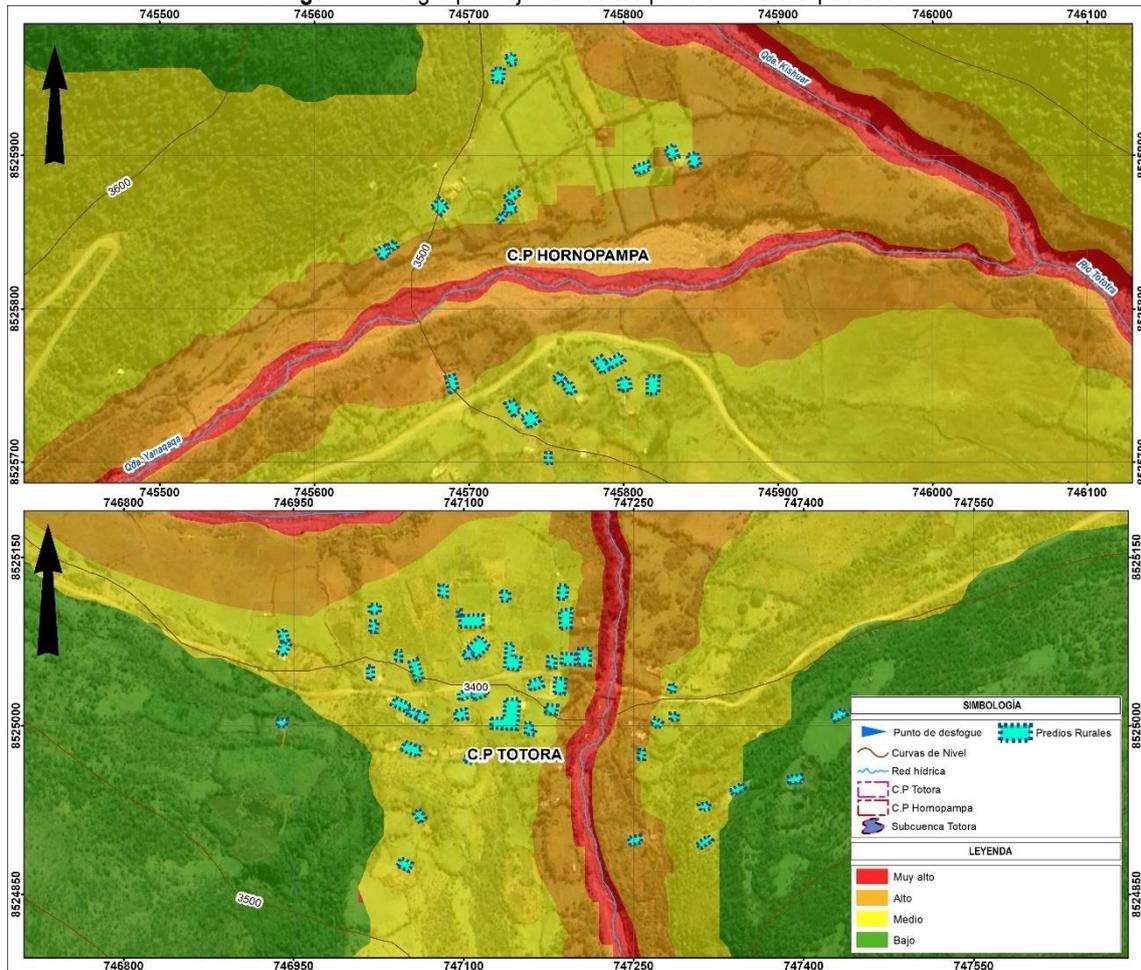


*Alcira Elena Olivera Silva*  
Alcira Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



### 3.12. MAPA DE PELIGRO POR ELEMENTO EXPUESTO

Imagen 11 Peligro por flujo de detritos por elementos expuestos



### 3.13. DEFINICIÓN DE ESCENARIO

Se ha considerado un escenario crítico, para los centros poblados de Totorá y Hornopampa, su población, vivienda e infraestructura como Establecimiento de salud Totorá y la Institución educativa de Totorá, así como sus medios de vida y campos de cultivo y se ha identificado el escenario más crítico es cual está condicionado por geología de depósitos fluvio glaciares en el área de estudio, las unidades geomorfológicas son cauce del río fluvio glaciar, y morrenas en la zona, las pendientes más bajas condicionan al peligro de 0° a 8°, el índice topográfico de humedad equivale a concentraciones de 80% a 100%, el factor desencadenante más crítico corresponde a precipitaciones mayores a 43.8 mm.

Para el parámetro de evaluación en la zona las velocidades del flujo con velocidades a mayores a 10.50 m/s son las más críticas, las alturas máximas son alturas mayores de 4.80 metros siendo las máximas cerca a los 07 metros, además se considera estudios previos realizados por Instituciones técnico científicas como INGEMMET, según estudios en la Cuenca Salkantay, según el evento del 2020 flujo de detritos originado por desborde de la laguna Salkantay, pero no siendo específico para la subcuenca Totorá.

Alara Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380

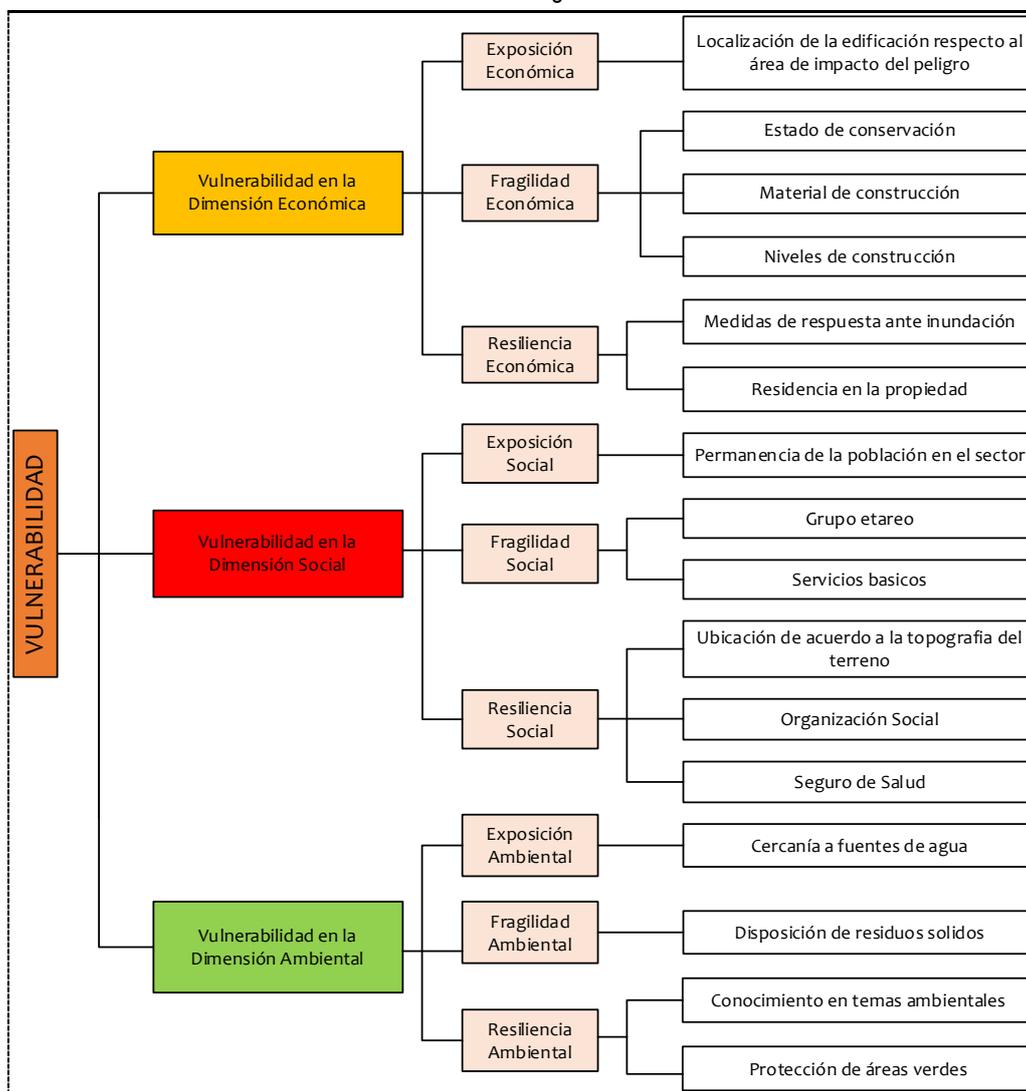


## CAPITULO IV: ANÁLISIS DEL NIVEL DEL VULNERABILIDAD

Se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. El crecimiento poblacional y los procesos de urbanización, las tendencias en la ocupación del territorio, el proceso de empobrecimiento de importantes segmentos de la población, la utilización de sistemas organizacionales inadecuados y la presión sobre los recursos naturales, han hecho aumentar en forma continua la vulnerabilidad de la población frente a una amplia diversidad de fenómenos de origen natural.

### 4.1 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

Gráfico 16 Secuencia de la metodología del análisis de vulnerabilidad



Fuente: Equipo Técnico



## 4.2 PARAMETROS ANALISIS DE VULNERABILIDAD

**Cuadro 31** Nomenclatura Dimensión Económica

CODIGO	DESCRIPTORES
DIM_ECO	DIMENSIÓN ECONÓMICA
DIM_SOC	DIMENSIÓN SOCIAL
DIM_AMB	DIMENSIÓN AMBIENTAL

**Cuadro 32** Matriz de Comparación de Pares

DESCRIPTORES	DIM_ECON	DIM_SOC	DIM_AMB
DIM_ECO	1.00	3.00	5.00
DIM_SOC	0.33	1.00	3.00
DIM_AMB	0.20	0.33	1.00

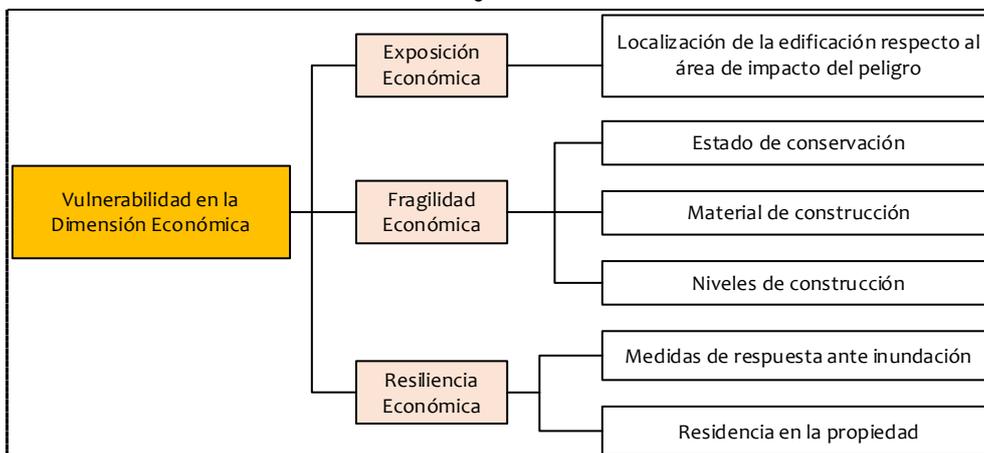
**Cuadro 33** Matriz de Normalización de pares

DESCRIPTORES	DIM_ECON	DIM_SOC	DIM_AMB	Vector priorización
DIM_ECO	0.652	0.692	0.556	0.633
DIM_SOC	0.217	0.231	0.333	0.260
DIM_AMB	0.130	0.077	0.111	0.106

## 4.3 VULNERABILIDAD EN LA DIMENSION ECONOMICA

El análisis de la dimensión económica considera características de la infraestructura. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de exposición, fragilidad y resiliencia.

**Gráfico 17** Secuencia de la metodología del análisis de vulnerabilidad Económica





**Cuadro 34** Nomenclatura Dimensión Económica

CODIGO	DESCRIPTORES
EXP_E	EXPOSICIÓN ECONÓMICA
FRAG_E	FRAGILIDAD ECONÓMICA
RESL_E	RESILIENCIA ECONÓMICA

**Cuadro 35** Matriz de Comparación de Pares

DESCRIPTORES	EXP_E	FRAG_E	RESL_E
EXP_E	1.00	3.00	4.00
FRAG_E	0.33	1.00	2.00
RESL_E	0.25	0.50	1.00

**Cuadro 36** Matriz de Normalización de pares

DESCRIPTORES	EXP_E	FRAG_E	RESL_E	Vector priorización
EXP_E	0.632	0.667	0.571	0.623
FRAG_E	0.211	0.222	0.286	0.239
RESL_E	0.158	0.111	0.143	0.137

#### 4.3.1 EXPOSICIÓN ECONÓMICA

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes.

**Cuadro 37** Pesos Exposición Social

PARÁMETROS	Peso
Localización respecto al área de impacto del peligro	1.0

##### 4.3.1.1 LOCALIZACIÓN RESPECTO AL ÁREA DE IMPACTO DEL PELIGRO

Para la evaluación de la localización de la edificación respecto al área de impacto del peligro se tomó en cuenta la zonificación de peligro por flujo de detritos que se menciona en el capítulo III del informe de evaluación de riesgos.

**Cuadro 38** Nomenclatura Localización de la edificación respecto al área de impacto del peligro

CODIGO	DESCRIPTORES
LEP1	Muy cercana (Menor a 30 m)
LEP2	Cercana (30 a 50m)
LEP3	Regular (50 a 80 m)
LEP4	Alejada (80 a 100 m)
LEP5	Muy alejada (Mayor a 100 m)



**Cuadro 39** Matriz comparación de pares

Descriptor	LEP1	LEP2	LEP3	LEP4	LEP5
LEP1	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
LEP2	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00
LEP3	0.25	0.33	1.00	4.00	5.00
LEP4	0.20	0.20	0.25	1.00	3.00
LEP5	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 40** Matriz normalización de pares

Descriptor	LEP1	LEP2	LEP3	LEP4	LEP5	Vector de priorización
LEP1	0.482	0.541	0.473	0.326	0.348	0.434
LEP2	0.241	0.270	0.355	0.326	0.261	0.291
LEP3	0.120	0.090	0.118	0.261	0.217	0.161
LEP4	0.096	0.054	0.030	0.065	0.130	0.075
LEP5	0.060	0.038	0.023	0.025	0.042	0.038

### 4.3.2 FRAGILIDAD ECONÓMICA

Está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. Centrada a las características físicas de la Infraestructura y zona de influencia.

**Cuadro 41** Nomenclatura Fragilidad Económica

CODIGO	DESCRITORES
FAG_E1	Material de construcción
FAG_E2	Niveles de edificación
FAG_E3	Estado de conservación

**Cuadro 42** Matriz de Comparación de Pares

PARÁMETROS	FAG_E1	FAG_E2	FAG_E3
FAG_E1	1.00	3.00	5.00
FAG_E2	0.33	1.00	3.00
FAG_E3	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 43** Matriz de normalización de Pares

PARÁMETROS	FAG_E1	FAG_E2	FAG_E3	Vector de Priorización
FAG_E1	0.652	0.692	0.556	0.633
FAG_E2	0.217	0.231	0.333	0.260
FAG_E3	0.130	0.077	0.111	0.106



#### 4.3.2.1 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

La información de material de construcción se obtuvo a partir de la información de encuestas y verificación en campo

**Cuadro 44** Nomenclatura Material de construcción

CODIGO	DESCRIPTORES
MC1	Mixto precario
MC2	Quincha
MC3	Adobe
MC4	Ladrillo bloqueta
MC5	Concreto armado

**Cuadro 45** Matriz comparación de pares

Descriptores	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5
MC1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
MC2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
MC3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
MC4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
MC5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 46** Matriz normalización de pares

Descriptores	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	Vector de priorización
MC1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
MC2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
MC3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
MC4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
MC5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

#### 4.3.2.2 NIVELES DE EDIFICACIÓN

La información del nivel de edificación se obtuvo de la información de las encuestas y verificación en campo.

**Cuadro 47** Niveles de edificación

CODIGO	DESCRIPTORES
NC1	Mas de 5
NC2	4
NC3	3
NC4	2
NC5	1



**Cuadro 48** Matriz comparación de pares

Descriptorios	NC1	NC2	NC3	NC4	NC5
NC1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
NC2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
NC3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
NC4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
NC5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 49** Matriz normalización de pares

Descriptorios	NC1	NC2	NC3	NC4	NC5	Vector de priorización
NC1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
NC2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
NC3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
NC4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
NC5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

#### 4.3.2.3 ESTADO DE CONSERVACIÓN

**Cuadro 50** Nomenclatura Estado de conservación de toda la estructura

CODIGO	DESCRIPTORIOS
EC1	Muy Malo
EC2	Malo
EC3	Regular
EC4	Bueno
EC5	Conservado

**Cuadro 51** Matriz comparación de pares

Descriptorios	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5
EC1	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
EC2	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
EC3	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
EC4	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
EC5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 52** Matriz normalización de pares

Descriptorios	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	Vector de priorización
EC1	0.466	0.544	0.398	0.349	0.360	0.423
EC2	0.233	0.272	0.398	0.349	0.280	0.306
EC3	0.155	0.091	0.133	0.209	0.200	0.158
EC4	0.093	0.054	0.044	0.070	0.120	0.076
EC5	0.052	0.039	0.027	0.023	0.040	0.036



### 4.3.3 RESILIENCIA ECONÓMICA

La Resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro.

**Cuadro 53** Pesos Resiliencia Económica

PARÁMETROS	Peso
Medidas de respuesta ante inundaciones	0.5
Residencia en la propiedad	0.5

#### 4.3.3.1 MEDIDAS DE RESPUESTA ANTE INUNDACIONES

**Cuadro 54** Nomenclatura Medidas de respuesta ante inundaciones

CODIGO	DESCRIPTORES
MR1	Muy mala
MR2	Mala
MR3	Regular
MR4	Buena
MR5	Muy buena

**Cuadro 55** Matriz comparación de pares

Descriptores	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5
MR1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
MR2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
MR3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
MR4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
MR5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 56** Matriz normalización de pares

Descriptores	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	Vector de priorización
MR1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
MR2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
MR3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
MR4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
MR5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

#### 4.3.3.2 RESIDENCIA EN LA PROPIEDAD

**Cuadro 57** Nomenclatura Residencia de la propiedad

CODIGO	DESCRIPTORES
RP1	Multifamiliar
RP2	Unifamiliar
RP3	Inquilino
RP4	Cuidante
RP5	No permanecen

  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380



**Cuadro 58** Matriz comparación de pares

Descriptor	RP1	RP2	RP3	RP4	RP5
RP1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
RP2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
RP3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
RP4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
RP5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

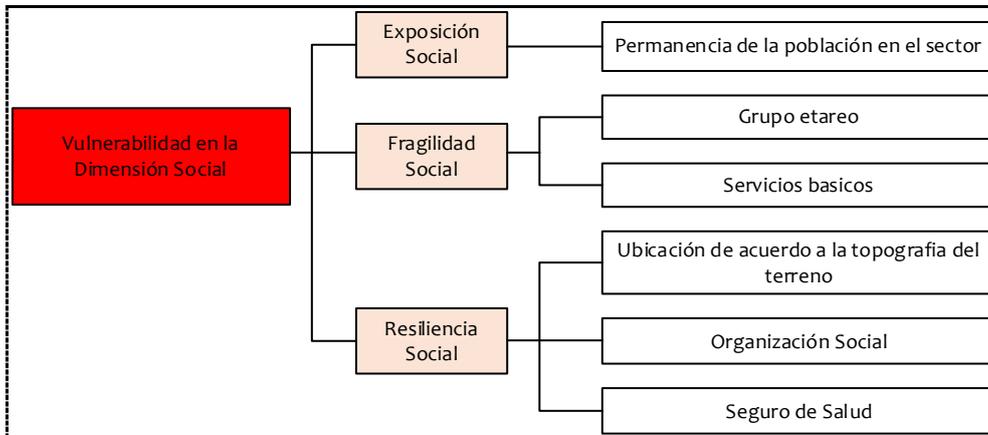
**Cuadro 59** Matriz normalización de pares

Descriptor	RP1	RP2	RP3	RP4	RP5	Vector de priorización
RP1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
RP2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
RP3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
RP4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
RP5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

#### 4.4 VULNERABILIDAD EN LA DIMENSION SOCIAL

Para el análisis de la dimensión social se ha identificado las características intrínsecas de la población y con ello se realizará el análisis de la vulnerabilidad. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de exposición, fragilidad y resiliencia.

**Gráfico 18** Secuencia de la metodología del análisis de vulnerabilidad Social



**Cuadro 60** Nomenclatura Dimensión Social

CODIGO	DESCRITORES
EXP_S	Exposición Social
FRAG_S	Fragilidad Social
RESL_S	Resiliencia Social

**Cuadro 61** Matriz de Comparación de Pares

DESCRITORES	EXP_S	FRAG_S	RESL_S
EXP_S	1.00	2.00	3.00
FRAG_S	0.50	1.00	2.00
RESL_S	0.33	0.50	1.00



**Cuadro 62** Matriz de Normalización de pares

DESCRITORES	EXP_S	FRAG_S	RESL_S	Vector priorización
EXP_S	0.545	0.571	0.500	0.539
FRAG_S	0.273	0.286	0.333	0.297
RESL_S	0.182	0.143	0.167	0.164

#### 4.4.1 EXPOSICIÓN SOCIAL

Referida a las decisiones y prácticas que ubican a la población que será beneficiaria del proyecto de manera permanente y población que hará uso de modo eventual. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.

**Cuadro 63** Pesos Exposición Social

PARÁMETROS	Peso
Permanencia de la población en el sector	1.00

#### 4.4.1.1 PERMANENCIA DE LA POBLACIÓN EN EL SECTOR

**Cuadro 64** Nomenclatura Actividad a la que se dedica la población beneficiaria

CODIGO	DESCRITORES
PPS1	10 días al mes
PPS2	15 días al mes
PPS3	20 días al mes
PPS4	25 días al mes
PPS5	siempre permanece en el sector

**Cuadro 65** Matriz comparación de pares

Descriptores	PPS1	PPS2	PPS3	PPS4	PPS5
PPS1	1.00	3.00	5.00	6.00	7.00
PPS2	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
PPS3	0.20	0.33	1.00	3.00	3.00
PPS4	0.17	0.25	0.33	1.00	2.00
PPS5	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00

**Cuadro 66** Matriz normalización de pares

Descriptores	PPS1	PPS2	PPS3	PPS4	PPS5	Vector de priorización
PPS1	0.543	0.627	0.517	0.414	0.389	0.498
PPS2	0.181	0.209	0.310	0.276	0.278	0.251
PPS3	0.109	0.070	0.103	0.207	0.167	0.131
PPS4	0.090	0.052	0.034	0.069	0.111	0.071
PPS5	0.078	0.042	0.034	0.034	0.056	0.049

#### 4.4.2 FRAGILIDAD SOCIAL

La Fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa de la población y sus medios de vida frente a un peligro. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad.



**Cuadro 67** Pesos Fragilidad Social

PARÁMETROS	Peso
Grupo etareo	0.5
Servicios básicos	0.5

#### 4.4.2.1 GRUPO ETAREO

**Cuadro 68** Nomenclatura Grupo etareo

CODIGO	DESCRIPTORES
GE1	De 0 a 5 y mayor a 65
GE2	De 5 a 12 y 60 a 65
GE3	De 12 a 15 y 50 a 60
GE4	De 15 a 30
GE5	De 30 a 50

**Cuadro 69** Matriz comparación de pares

Descriptores	GE1	GE2	GE3	GE4	GE5
GE1	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
GE2	0.50	1.00	3.00	4.00	5.00
GE3	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
GE4	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
GE5	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00

**Cuadro 70** Matriz normalización de pares

Descriptores	GE1	GE2	GE3	GE4	GE5	Vector de priorización
GE1	0.478	0.529	0.466	0.375	0.350	0.439
GE2	0.239	0.264	0.350	0.300	0.250	0.281
GE3	0.119	0.088	0.117	0.225	0.200	0.150
GE4	0.096	0.066	0.039	0.075	0.150	0.085
GE5	0.068	0.053	0.029	0.025	0.050	0.045

#### 4.4.2.2 SERVICIOS BASICOS

**Cuadro 71** Nomenclatura Servicios básicos

CODIGO	DESCRIPTORES
SB1	Ninguno
SB2	Agua o Luz
SB3	Luz y agua
SB4	Luz, agua no potable y desagüe
SB5	Luz, agua potable y desagüe



**Cuadro 72** Matriz comparación de pares

Descriptor	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5
SB1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
SB2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
SB3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
SB4	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
SB5	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00

**Cuadro 73** Matriz normalización de pares

Descriptor	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	Vector de priorización
SB1	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
SB2	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
SB3	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
SB4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
SB5	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037

#### 4.4.3 RESILIENCIA SOCIAL

La Resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. a mayor resiliencia, menor vulnerabilidad.

**Cuadro 74** Nomenclatura Resiliencia Social

CODIGO	DESCRIPTORES
RES_S1	Ubicación de acuerdo a la topografía del terreno
RES_S2	Organización Social
RES_S3	Seguro de Salud

**Cuadro 75** Matriz de Comparación de Pares

PARÁMETROS	RES_S1	RES_S2	RES_S3
RES_S1	1.00	3.00	5.00
RES_S2	0.33	1.00	3.00
RES_S3	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 76** Matriz de normalización de Pares

PARÁMETROS	RES_S1	RES_S2	RES_S3	Vector de Priorización
RES_S1	0.652	0.692	0.556	0.633
RES_S2	0.217	0.231	0.333	0.260
RES_S3	0.130	0.077	0.111	0.106



#### 4.4.3.1 UBICACIÓN DE ACUERDO A LA TOPOGRAFÍA DEL TERRENO

**Cuadro 77** Nomenclatura Ubicación de acuerdo a la topografía del terreno

CODIGO	DESCRIPTORES
UT1	Zonas muy bajas
UT2	Zonas bajas
UT3	Zonas medias
UT4	Zonas altas
UT5	Zonas muy altas

**Cuadro 78** Matriz comparación de pares

Descriptores	UT1	UT2	UT3	UT4	UT5
UT1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
UT2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
UT3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
UT4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
UT5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 79** Matriz normalización de pares

Descriptores	UT1	UT2	UT3	UT4	UT5	Vector de priorización
UT1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
UT2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
UT3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
UT4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
UT5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

#### 4.4.3.2 ORGANIZACIÓN SOCIAL

**Cuadro 80** Nomenclatura organización Social

CODIGO	DESCRIPTORES
OS1	Nunca
OS2	Casi nunca
OS3	A veces
OS4	Casi siempre
OS5	Siempre

**Cuadro 81** Matriz comparación de pares

Descriptores	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5
OS1	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
OS2	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
OS3	0.20	0.33	1.00	3.00	4.00
OS4	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
OS5	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00



**Cuadro 82** Matriz normalización de pares

Descriptor	BN1	BN2	BN3	BN4	BN5	Vector de priorización
OS1	0.555	0.638	0.522	0.424	0.381	0.504
OS2	0.185	0.213	0.313	0.303	0.286	0.260
OS3	0.111	0.071	0.104	0.182	0.190	0.132
OS4	0.079	0.043	0.035	0.061	0.095	0.062
OS5	0.069	0.035	0.026	0.030	0.048	0.042

#### 4.4.3.3 TIPO DE SEGURO DE SALUD

**Cuadro 83** Nomenclatura Tipo de seguro de salud

CODIGO	DESCRIPTORES
TS1	No tiene
TS2	SIS
TS3	PNP - FFAA
TS4	ESSALUD
TS5	Particular

**Cuadro 84** Matriz comparación de pares

Descriptor	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5
TS1	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
TS2	0.33	1.00	2.00	4.00	5.00
TS3	0.25	0.50	1.00	3.00	4.00
TS4	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
TS5	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00

**Cuadro 85** Matriz normalización de pares

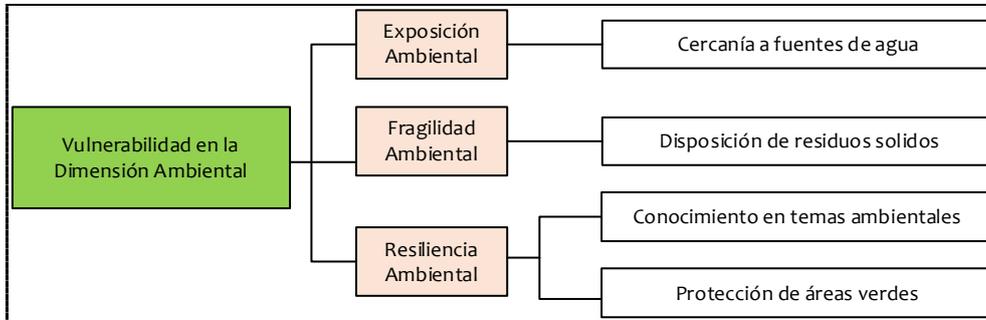
Descriptor	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5	Vector de priorización
TS1	0.519	0.606	0.527	0.375	0.350	0.476
TS2	0.173	0.202	0.264	0.300	0.250	0.238
TS3	0.130	0.101	0.132	0.225	0.200	0.158
TS4	0.104	0.051	0.044	0.075	0.150	0.085
TS5	0.074	0.040	0.033	0.025	0.050	0.045



#### 4.5 VULNERABILIDAD EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

Para el análisis de la dimensión ambiental se ha identificado las características intrínsecas de la población y con ello se realizará el análisis de la vulnerabilidad. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de exposición, fragilidad y resiliencia.

**Gráfico 19** Secuencia de la metodología del análisis de vulnerabilidad Ambiental



**Cuadro 86** Nomenclatura Dimensión Ambiental

CODIGO	DESCRIPTORES
EXP_A	Exposición Ambiental
FRAG_A	Fragilidad Ambiental
RESL_A	Resiliencia Ambiental

**Cuadro 87** Matriz de Comparación de Pares

DESCRIPTORES	EXP_A	FRAG_A	RESL_A
EXP_A	1.00	3.00	5.00
FRAG_A	0.33	1.00	4.00
RESL_A	0.20	0.25	1.00

**Cuadro 88** Matriz de Normalización de pares

DESCRIPTORES	EXP_A	FRAG_A	RESL_A	Vector priorización
EXP_A	0.652	0.706	0.500	0.619
FRAG_A	0.217	0.235	0.400	0.284
RESL_A	0.130	0.059	0.100	0.096

##### 4.5.1 EXPOSICIÓN AMBIENTAL

Referida a las decisiones y prácticas que ubican a la población que hará uso del proyecto de manera permanente y población que hará uso de modo eventual. La exposición se genera por la cercanía a fuentes de agua. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.

**Cuadro 89** Pesos Exposición Ambiental

PARÁMETROS	Peso
Cercanía a fuentes de agua	1.00

  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380



#### 4.5.1.1 CERCANÍA A FUENTES DE AGUA

La siguiente matriz fue evaluada para determinar el nivel de vulnerabilidad ambiental con el parámetro cercanía a fuentes de agua.

**Cuadro 90** Nomenclatura Cercanía a fuentes de agua

CODIGO	DESCRIPTORES
CFA1	Muy cerca
CFA2	Cerca
CFA3	Medio
CFA4	Lejos
CFA5	Muy lejos

**Cuadro 91** Matriz comparación de pares

Descriptores	CFA1	CFA2	CFA3	CFA4	CFA5
CFA1	1.00	2.00	5.00	7.00	8.00
CFA2	0.50	1.00	3.00	6.00	7.00
CFA3	0.20	0.33	1.00	3.00	4.00
CFA4	0.14	0.17	0.33	1.00	3.00
CFA5	0.13	0.14	0.25	0.33	1.00

**Cuadro 92** Matriz normalización de pares

Descriptores	CFA1	CFA2	CFA3	CFA4	CFA5	Vector de priorización
CFA1	0.508	0.549	0.522	0.404	0.348	0.466
CFA2	0.254	0.275	0.313	0.346	0.304	0.298
CFA3	0.102	0.092	0.104	0.173	0.174	0.129
CFA4	0.073	0.046	0.035	0.058	0.130	0.068
CFA5	0.064	0.039	0.026	0.019	0.043	0.038

#### 4.5.2 FRAGILIDAD AMBIENTAL

La Fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa de la población y sus medios de vida frente a un peligro. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad.

**Cuadro 93** Pesos Fragilidad Ambiental

PARÁMETROS	Peso
Disposición de residuos solidos	1.00

#### 4.5.2.1 DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS

**Cuadro 94** Nomenclatura Disposición de residuos solidos

CODIGO	DESCRIPTORES
RS1	Desechar en río
RS2	Quema de RRSS
RS3	Desechar en vías y calles
RS4	Desechar en botaderos
RS5	Carro recolector



**Cuadro 95** Matriz comparación de pares

Descriptor	RS1	RS2	RS3	RS4	RS5
RS1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
RS2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
RS3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
RS4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
RS5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 96** Matriz normalización de pares

Descriptor	RS1	RS2	RS3	RS4	RS5	Vector de priorización
RS1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
RS2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
RS3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
RS4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
RS5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

#### 4.5.3 RESILIENCIA AMBIENTAL

La Resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro.

**Cuadro 97** Pesos Resiliencia Ambiental

PARÁMETROS	Peso
Conocimiento en temas ambientales	0.5
Conservación y protección de áreas verdes	0.5

##### 4.5.3.1 CONOCIMIENTO EN TEMAS AMBIENTALES

**Cuadro 98** Nomenclatura conocimiento en temas ambientales

CODIGO	DESCRIPTOR
CTA1	Ninguna
CTA2	Por otras personas
CTA3	Por radio y TV
CTA4	Por medio de internet
CTA5	Sensibilización por instituciones

**Cuadro 99** Matriz comparación de pares

Descriptor	CTA1	CTA2	CTA3	CTA4	CTA5
CTA1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
CTA2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
CTA3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
CTA4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
CTA5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00



**Cuadro 100** Matriz normalización de pares

Descriptores	CTA1	CTA2	CTA3	CTA4	CTA5	Vector de priorización
CTA1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
CTA2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
CTA3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
CTA4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
CTA5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

#### 4.5.3.2 CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE ÁREAS VERDES

**Cuadro 101** Nomenclatura conservación y protección de áreas verdes

CODIGO	DESCRIPTORES
CPA1	Degrada el suelo
CPA2	Conserva el suelo
CPA3	Ornamentación y jardinería
CPA4	Revegetación y reforestación
CPA5	Conservación de especies nativas

**Cuadro 102** Matriz comparación de pares

Descriptores	CPA1	CPA2	CPA3	CPA4	CPA5
CPA1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
CPA2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
CPA3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
CPA4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
CPA5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

**Cuadro 103** Matriz normalización de pares

Descriptores	CPA1	CPA2	CPA3	CPA4	CPA5	Vector de priorización
CPA1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
CPA2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
CPA3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
CPA4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
CPA5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

#### 4.6 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD

**Cuadro 104** Estratificación de la Vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTA	Este estrato nivel está determinado para la dimensión económica por la localización respecto al área de impacto del peligro de cercano a muy cercano, estado de conservación de la edificación de malo y muy malo, material de construcción mixto precario y quincha, con más de 4 niveles de edificación, con medidas de respuesta ante inundaciones de mala y muy mala, con residencia de la propiedad multifamiliar y unifamiliar, para la dimensión social de 10 y 15 días de permanencia de la población en el sector, con grupo etareo de 0 a 12 años y mayores de 60 años, con servicios básicos de ninguno o de agua o de luz, ubicación de acuerdo a la topografía del terreno de zonas muy bajas y bajas, con	0.279 ≤ R ≤ 0.462



"Evaluación de Riesgo originado por Flujo de detritos en las Quebradas Yanaqaqa y Quishuar, en los sectores de Hornopampa y Titora, Distrito de Santa Teresa, Provincia de La Convención, Departamento del Cusco"

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
	organización social de nunca y casi nunca, con tipo de seguro de no tiene y SIS, para la dimensión ambiental para la cercanía a fuentes de agua de muy cerca y cerca, con disposición de residuos sólidos de desechar en el rio y quema de residuos sólidos, conocimiento en temas ambientales de ninguna y por otras personas, conservación y protección de áreas verdes de degrada y conserva el suelo.	
ALTA	Este estrato nivel está determinado para la dimensión económica por la localización respecto al área de impacto del peligro de cercano a regular, estado de conservación de la edificación de malo y regular, material de construcción de quincha y adobe, 3 y 4 niveles de edificación, con medidas de respuesta ante inundaciones de mala y regular, con residencia de la propiedad unifamiliar e inquilino, para la dimensión social de 15 y 20 días de permanencia de la población en el sector, con grupo etareo de 5 a 15 años y de 50 a 65 años, con servicios básicos de agua o de luz o ambas, ubicación de acuerdo a la topografía del terreno de zonas bajas y medias, con organización social de casi nunca y a veces, con tipo de seguro de SIS y PNP-FFAA, para la dimensión ambiental para la cercanía a fuentes de agua de media a cerca, con disposición de residuos sólidos de quema de residuos sólidos y desechar en vías y calles, conocimiento en temas ambientales por otras personas o por radio y tv, conservación y protección de áreas verdes de conserva el suelo o ornamentación y jardinería.	0.147 ≤ R < 0.279
MEDIA	Este estrato nivel está determinado para la dimensión económica por la localización respecto al área de impacto del peligro de regular a alejada, estado de conservación de la edificación de regular a bueno, material de construcción de adobe y ladrillo bloqueta, 2 y 3 niveles de edificación, con medidas de respuesta ante inundaciones de regular y buena, con residencia de la propiedad inquilino y cuidante, para la dimensión social de 20 y 25 días de permanencia de la población en el sector, con grupo etareo de 12 a 30 años y de 50 a 60 años, con servicios básicos de agua no potable, luz y desagüe, ubicación de acuerdo a la topografía del terreno de zonas medias y altas, con organización social de a veces y casi siempre, con tipo de seguro de PNP-FFAA y ESSALUD, para la dimensión ambiental para la cercanía a fuentes de agua de media a lejos, con disposición de residuos sólidos de desechar en vías, calles y botaderos, conocimiento en temas ambientales por radio, tv y por medio de internet, conservación y protección de áreas verdes ornamentación, jardinería, revegetación y reforestación.	0.072 ≤ R < 0.147
BAJA	Este estrato nivel está determinado para la dimensión económica por la localización respecto al área de impacto del peligro de alejada a muy alejada, estado de conservación de la edificación de bueno a conservado, material de construcción de ladrillo bloqueta y concreto armado, 1 y 2 niveles de edificación, con medidas de respuesta ante inundaciones de buena y muy buena, con residencia de la propiedad de cuidante y no permanente, para la dimensión social de 25 días de permanencia de la población en el sector o siempre permanece, con grupo etareo de 15 a 50 años, con servicios básicos de agua potable, luz y desagüe, ubicación de acuerdo a la topografía del terreno de zonas altas y muy altas, con organización social de casi siempre y siempre, con tipo de seguro de ESSALUD y particular, para la dimensión ambiental para la cercanía a fuentes de agua de lejos y muy lejos, con disposición de residuos sólidos de desechar botaderos y carro recolector, conocimiento en temas ambientales por medio de internet y sensibilización por instituciones, conservación y protección de áreas verdes de revegetación, reforestación y conservación de especies nativas.	0.039 ≤ V < 0.072



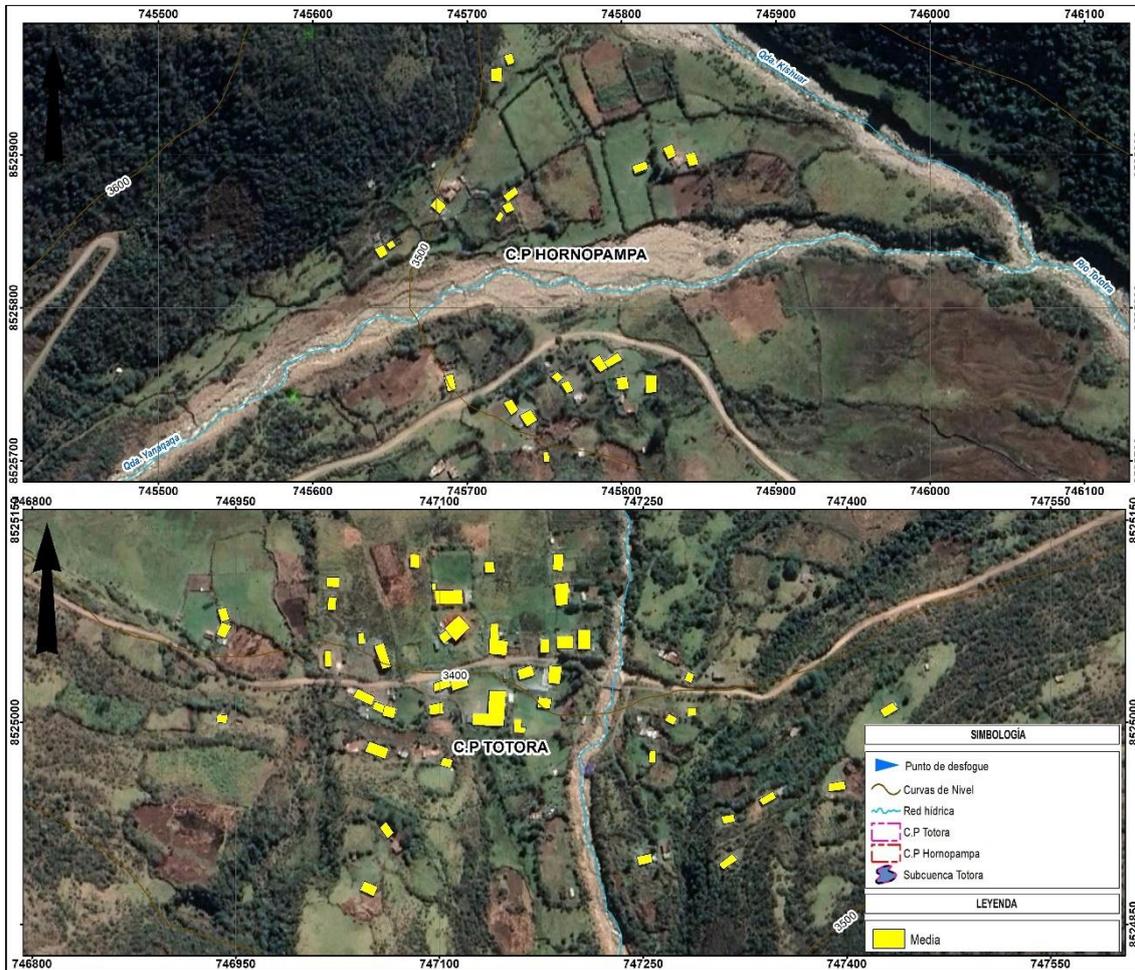
### 4.7 NIVELES DE VULNERABILIDAD

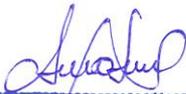
Los niveles de vulnerabilidad, resultan del procesamiento de la información en formato Shp – GIS, de cada una de las dimensiones económica, social y ambiental, de las cuales se han dado como resultado los 04 niveles por defecto.

Cuadro 105 Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.279	≤	V	<	0.462
ALTO	0.147	≤	V	<	0.279
MEDIO	0.072	≤	V	<	0.147
BAJO	0.039	≤	V	<	0.072

Mapa 12 Vulnerabilidad por flujo de detritos



  
Alara Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



## CAPITULO V: CALCULO DEL RIESGO

Una vez identificados y analizados los peligros a los que están expuestos los centros poblados de Totorá y Hornopampa, mediante el nivel de susceptibilidad ante flujo de detritos y la evaluación de los respectivos parámetros de evaluación de los peligros por flujo de detritos e identificado la exposición ante el peligro y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad en sus componentes de exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio.

Gráfico N° 20. Metodología para el cálculo del Riesgo

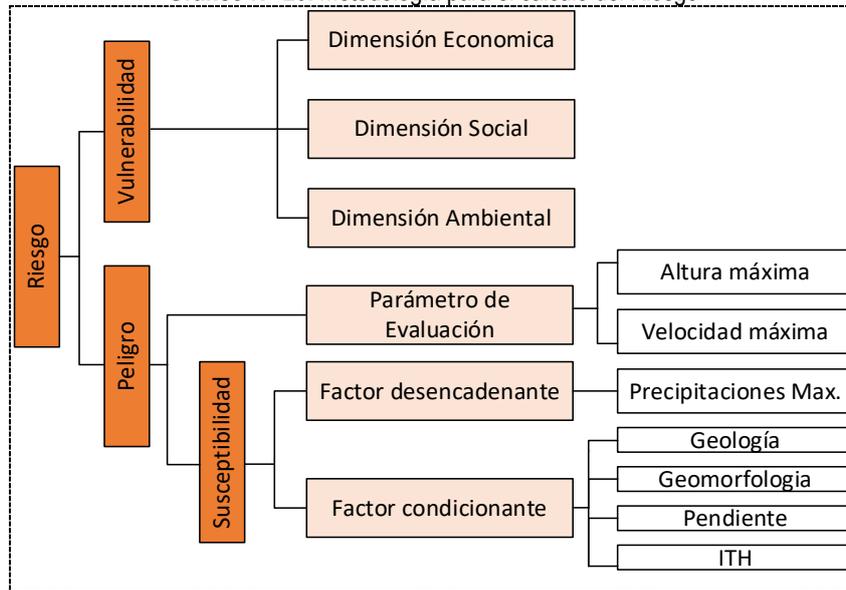




Gráfico N° 21 Metodología para el cálculo de Riesgo

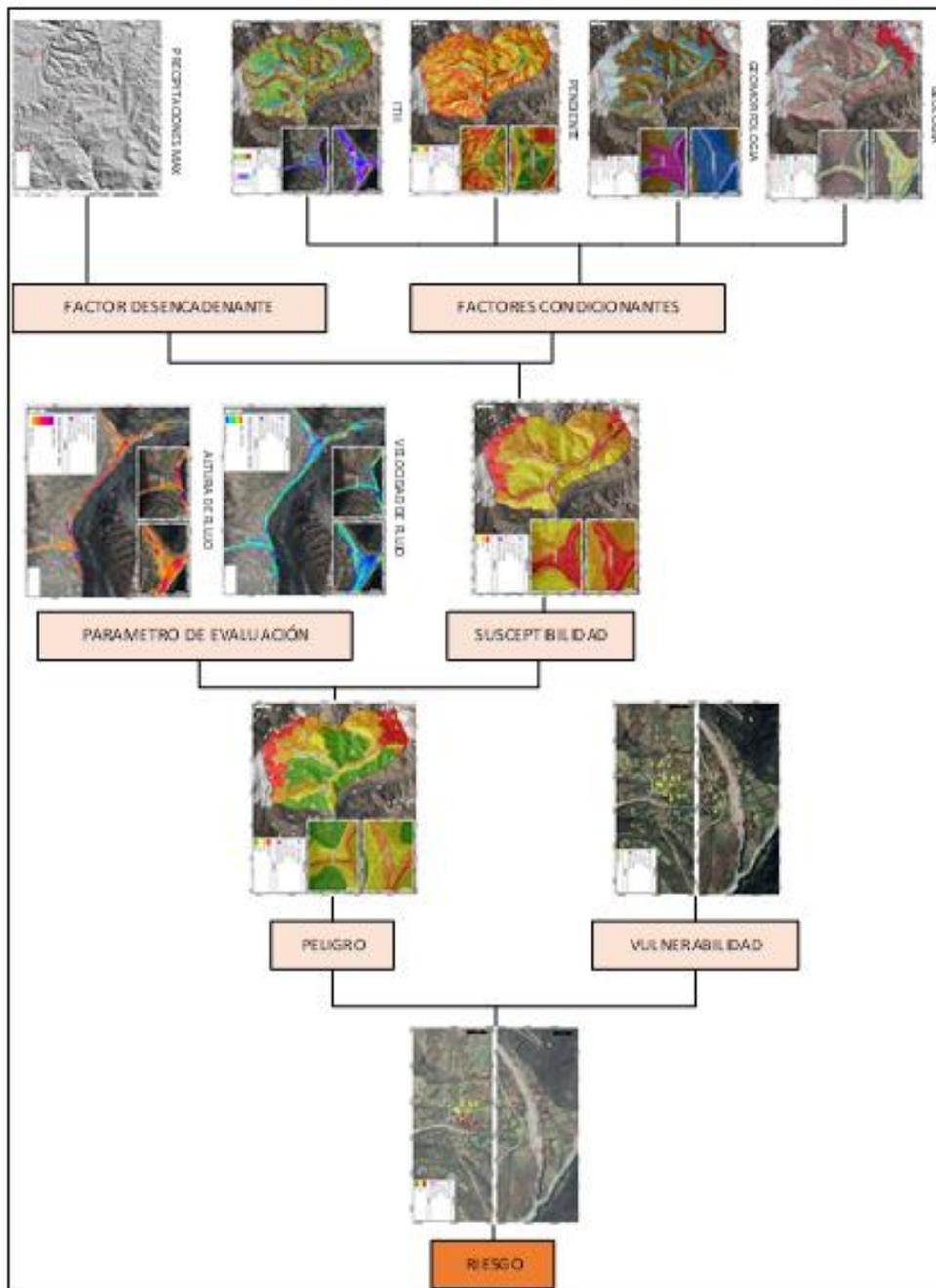
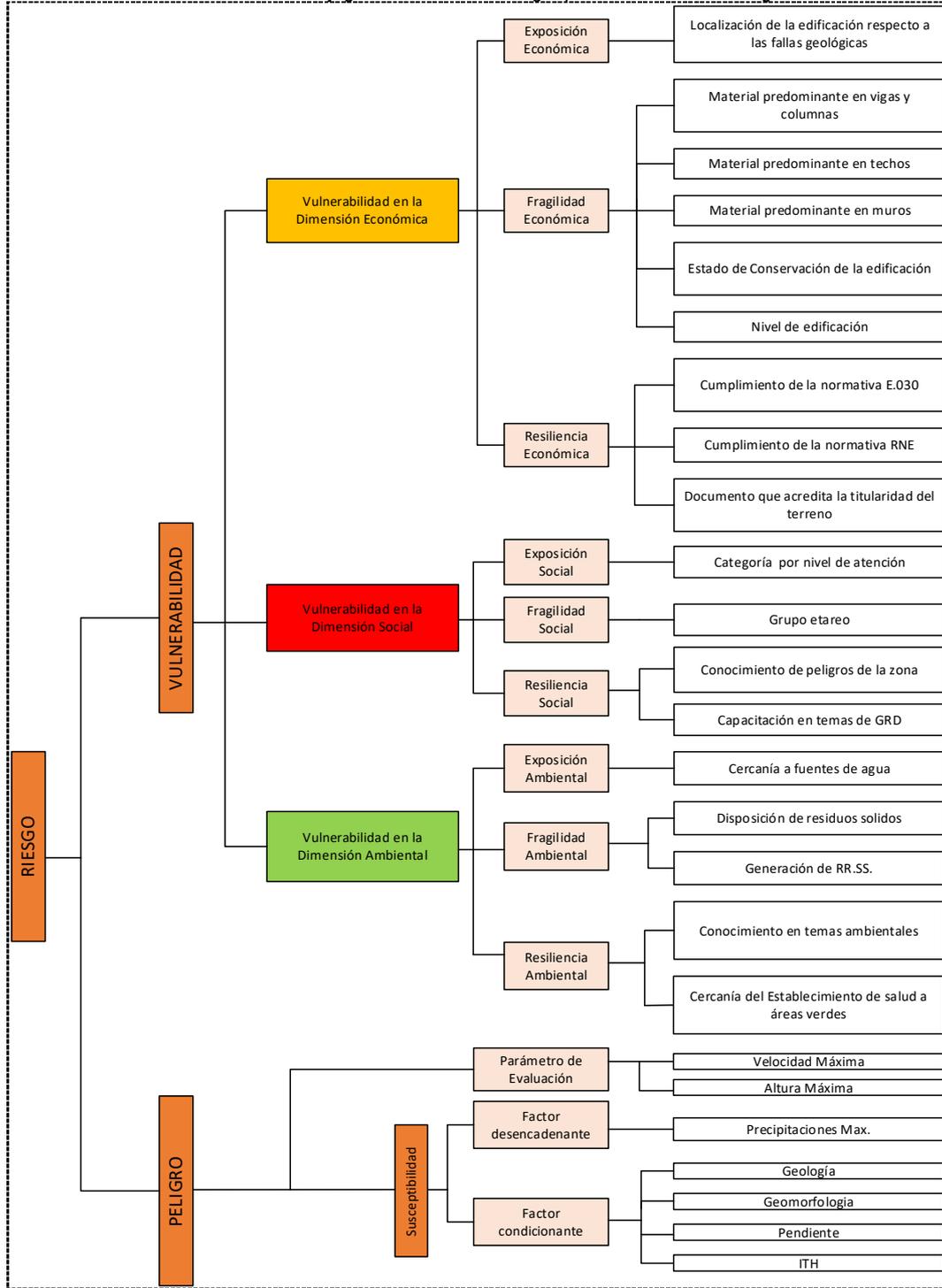




Gráfico N° 22 Flujograma de la Metodología para el cálculo de Riesgo





## 5.1. METODOLOGÍA PARA EL CALCULO DEL RIESGO

Gráfico N° 23 Fórmula para determinar el nivel del riesgo

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

Dónde:

R= Riesgo.  
 f= En función  
 P<sub>i</sub> = Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t  
 V<sub>e</sub> = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

Fuente: CENEPRED

## 5.2. NIVELES DEL RIESGO

Cuadro N° 106 Niveles de Riesgo

NIVEL DE RIESGO	RANGO	≤ R <	RANGO
MUY ALTO	0.076	≤ R <	0.221
ALTO	0.020	≤ R <	0.076
MEDIO	0.005	≤ R <	0.020
BAJO	0.002	≤ R <	0.005

## 5.3. ESTRATO NIVEL DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS

Cuadro N° 107 Estratificación del Riesgo por flujo de detritos

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
MUY ALTO	Este nivel de peligrosidad está determinado por depósitos fluvio glaciares en el área de estudio, las unidades geomorfológicas son cauce del río fluvio glaciar, y morrenas en la zona, las pendientes más bajas condicionan al peligro de 0° a 8°, el índice topográfico de humedad equivale a concentraciones de 80% a 100%, el factor desencadenante más crítico corresponde a precipitaciones mayores a 43.8 mm. Para el parámetro de evaluación en la zona las velocidades del flujo con velocidades a mayores a 10.50 m/s son las más críticas, las alturas máximas son alturas mayores de 4.80 metros siendo las máximas cerca a los 7 metros. Este estrato nivel está determinado para la dimensión económica por la localización respecto al área de impacto del peligro de cercano a muy cercano, estado de conservación de la edificación de malo y muy malo, material de construcción mixto precario y quincha, con más de 4 niveles de edificación, con medidas de respuesta ante inundaciones de mala y muy mala, con residencia de la propiedad multifamiliar y unifamiliar, para la dimensión social de 10 y 15 días de permanencia de la población en el sector, con grupo etario de 0 a 12 años y mayores de 60 años, con servicios básicos de ninguno o de agua o de luz, ubicación de acuerdo a la topografía del terreno de zonas muy bajas y bajas, con organización social de nunca y casi nunca, con tipo de seguro de no tiene y SIS, para la dimensión ambiental para la cercanía a fuentes de agua de muy cerca y cerca, con disposición de residuos sólidos de desechar en el río y quema de residuos sólidos, conocimiento en temas ambientales de ninguna y por otras personas, conservación y protección de áreas verdes de degrada y conserva el suelo.	0.072 ≤ R ≤ 0.234
ALTO	Este nivel de peligrosidad está determinado por depósitos aluviales y zonas de cobertura glaciar, las unidades geomorfológicas son vertiente con depósito de deslizamiento, montaña con cobertura glaciar, vertiente o piedemonte aluvio torrencial, las pendientes tienen ángulos de 8° a 15°, el índice topográfico de humedad tiene valores de entre 60 a 80% de concentración de agua o humedad, las precipitaciones máximas en este nivel son de 28 a	0.018 ≤ R < 0.072



"Evaluación de Riesgo originado por Flujo de detritos en las Quebradas Yanaqqa y Quishuar, en los sectores de Hornopampa y Titora, Distrito de Santa Teresa, Provincia de La Convención, Departamento del Cusco"

NIVEL	DESCRIPCION	RANGO
	<p>43.8 mm, se tiene velocidades de entre 7.5 m/s a 10.5 m/s, las alturas máximas en este nivel son de 3.60 m a 4.80 m.</p> <p>Este estrato nivel está determinado para la dimensión económica por la localización respecto al área de impacto del peligro de cercano a regular, estado de conservación de la edificación de malo y regular, material de construcción de quincha y adobe, 3 y 4 niveles de edificación, con medidas de respuesta ante inundaciones de mala y regular, con residencia de la propiedad unifamiliar e inquilino, para la dimensión social de 15 y 20 días de permanencia de la población en el sector, con grupo etareo de 5 a 15 años y de 50 a 65 años, con servicios básicos de agua o de luz o ambas, ubicación de acuerdo a la topografía del terreno de zonas bajas y medias, con organización social de casi nunca y a veces, con tipo de seguro de SIS y PNP-FFAA, para la dimensión ambiental para la cercanía a fuentes de agua de media a cerca, con disposición de residuos sólidos de quema de residuos sólidos y desechar en vías y calles, conocimiento en temas ambientales por otras personas o por radio y tv, conservación y protección de áreas verdes de conserva el suelo o ornamentación y jardinería.</p>	
MEDIO	<p>Este nivel de peligrosidad está determinado por depósitos coluviales, las unidades geomorfológicas en este nivel son vertiente glacial o de gelifracción, las pendientes tienen ángulos, de entre 15° a 25° grados, el índice topográfico indica valores de 40% a 60% de concentración de agua o humedad, la precipitación máxima tiene valores de 21.4 mm a 28 mm, las velocidades máximas del flujo son de 5 m/s a 7.5 m/s, con alturas máximas de entre 2.40 m a 3.60 metros.</p> <p>Este estrato nivel está determinado para la dimensión económica por la localización respecto al área de impacto del peligro de regular a alejada, estado de conservación de la edificación de regular a bueno, material de construcción de adobe y ladrillo bloqueta, 2 y 3 niveles de edificación, con medidas de respuesta ante inundaciones de regular y buena, con residencia de la propiedad inquilino y cuidante, para la dimensión social de 20 y 25 días de permanencia de la población en el sector, con grupo etareo de 12 a 30 años y de 50 a 60 años, con servicios básicos de agua no potable, luz y desagüe, ubicación de acuerdo a la topografía del terreno de zonas medias y altas, con organización social de a veces y casi siempre, con tipo de seguro de PNP-FFAA y ESSALUD, para la dimensión ambiental para la cercanía a fuentes de agua de media a lejos, con disposición de residuos sólidos de desechar en vías, calles y botaderos, conocimiento en temas ambientales por radio, tv y por medio de internet, conservación y protección de áreas verdes ornamentación, jardinería, revegetación y reforestación.</p>	0.005 ≤ R < 0.018
BAJO	<p>Este nivel de peligrosidad está determinado por Unidades geológicas más competentes, como el intrusivo monzogranítico de Choquetacampo, y el complejo metamórfico Iscaybamba, las unidades geomorfológicas son montaña en roca intrusiva y montaña en roca sedimentaria, las pendientes tienen ángulos de 25° a mayores de 35°, el índice topográfico de humedad indica valores de 0% a 40% y las precipitaciones máximas tienen valores de 21.4 mm a menores de 12.7 mm, las velocidades máximas de flujo tienen velocidades de 5.00 m/s a menores de 2.5 m/s, con alturas de flujo máximas de 2.40 a menores de 1.20 metros.</p> <p>Este estrato nivel está determinado para la dimensión económica por la localización respecto al área de impacto del peligro de alejada a muy alejada, estado de conservación de la edificación de bueno a conservado, material de construcción de ladrillo bloqueta y concreto armado, 1 y 2 niveles de edificación, con medidas de respuesta ante inundaciones de buena y muy buena, con residencia de la propiedad de cuidante y no permanente, para la dimensión social de 25 días de permanencia de la población en el sector o siempre permanece, con grupo etareo de 15 a 50 años, con servicios básicos de agua potable, luz y desagüe, ubicación de acuerdo a la topografía del terreno de zonas altas y muy altas, con organización social de casi siempre y siempre, con tipo de seguro de ESSALUD y particular, para la dimensión ambiental para la cercanía a fuentes de agua de lejos y muy lejos, con disposición de residuos sólidos de desechar botaderos y carro recolector, conocimiento en temas ambientales por medio de internet y sensibilización por instituciones, conservación y protección de áreas verdes de revegetación, reforestación y conservación de especies nativas.</p>	0.002 ≤ R < 0.005

  
Alcira Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



#### 5.4. MATRIZ DE RIESGOS

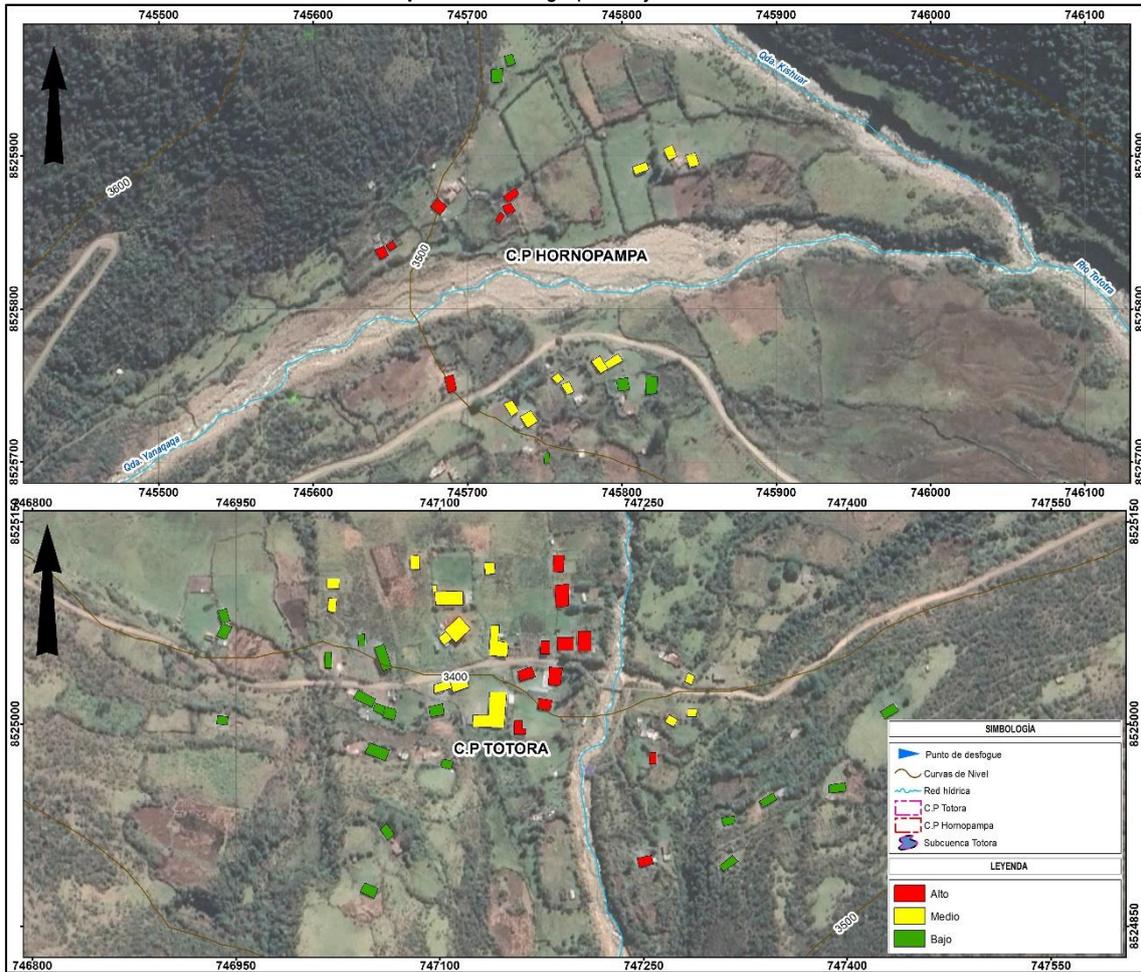
Cuadro N° 108 Matriz de Riesgo

PMA	0.477	0.035	0.070	0.133	0.221
PA	0.272	0.020	0.040	0.076	0.126
PM	0.139	0.010	0.020	0.039	0.064
PB	0.072	0.005	0.011	0.020	0.033
		0.072	0.147	0.279	0.462
		VB	VM	VA	VMA



### 5.5. MAPA DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS

Mapa N° 13 Riesgo por Flujo de detritos



Alcira Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



## CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO

### 6.1. CONTROL DE RIESGOS.

-  **Tipo de Peligro:** Flujo de detritos
-  **Tipo de Fenómeno:** Geodinámica externa

### 6.2. VALORACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS

En consideración a lo expuesto, el peligro por flujo de detritos que está asociado a fenómenos de Geodinámica externa en zonas susceptibles, afectaran a todo elemento expuesto, para este caso son áreas donde se encuentran asentados los centros poblados de Hornopampa y Totorá, que tiene una valorización de consecuencias media, indicando: **Las consecuencias debido al impacto ocasionado por flujo de detritos pueden ser gestionado con los recursos del gobierno local o regional** y el cual se encuentra descrito en la siguiente matriz.

Cuadro N° 109 Valoración de las consecuencias

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy alta	Las consecuencias debido al impacto del flujo de detritos por ser un peligro recurrente son graves.
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto del flujo de detritos por ser un peligro recurrente pueden ser gestionados con apoyo de entidades pertenecientes a la PDC
2	Media	Las consecuencias debido al impacto del flujo de detritos por ser un peligro no recurrente, pueden ser gestionado con los recursos del gobierno local o regional.
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto del flujo de detritos por ser un peligro no recurrente pueden ser gestionados sin dificultad.

Fuente: CENEPRED.

### 6.3. VALORACIÓN DE FRECUENCIA DE RECURRENCIA

Según la evaluación la frecuencia de la recurrencia del fenómeno mínima, los flujos de detritos son poco recurrentes, por lo que la valoración de la frecuencia de recurrencia en la zona **Podría ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias**, la que esta descrita en la siguiente matriz.

Cuadro N° 110 Valoración de frecuencias de recurrencia

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy alta	Podría ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alta	Podría ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Media	Podría ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Podría ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED.

  
**Alcira Elena Olivera Silva**  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
 CIP. 101380



#### 6.4. NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO (matriz de doble entrada)

El nivel MEDIO se obtiene al interceptar en la matriz de doble entrada la consecuencia de nivel MEDIO y Frecuencia de nivel MEDIA.

Cuadro N° 111 Nivel de Consecuencia y daño

NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑO					
CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONAS DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTA	4	ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA
ALTA	3	ALTA	ALTA	ALTA	MUY ALTA
MEDIA	2	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA
BAJA	1	BAJA	MEDIA	ALTA	ALTA
	NIVEL	1	2	3	4
	FRECUENCIA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA

Fuente: CENEPRED

#### 6.5. ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA.

Del análisis de consecuencia y daño que corresponde al nivel MEDIO, este nivel se proyecta en la matriz de aceptabilidad y tolerancia, obteniendo el valor 2 como nivel o **RIESGO TOLERABLE**, donde *la municipalidad debe desarrollar actividades para el manejo de riesgo para reducir efectos.*

Cuadro N° 112 Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo

Valor	Niveles	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 debe desarrollar actividades INMEDIATAS Y PRIORITARIAS para el manejo de los riesgos
2	TOLERABLE	La municipalidad debe desarrollar actividades para el manejo de riesgo para reducir efectos.
1	ACEPTABLE	Riesgo no presenta un peligro significativo.

Fuente: CENEPRED

#### 6.6. MATRIZ DEL NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA DEL RIESGO

Como se identifica el RIESGO TOLERABLE, por consiguiente, se determina el **NIVEL MEDIO** en la matriz de aceptabilidad y tolerancia del riesgo por flujo de detritos.



**Cuadro N° 113** Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y 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 INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE

Fuente: CENEPRED

### 6.7. PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN

De acuerdo al análisis establecido se ha determinado que el riesgo es **TOLERABLE**, por el cual la priorización para la intervención será de **NIVEL DE PRIORIZACION III**.

**Cuadro N° 114** Prioridad de intervención

PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN		
VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACION
4	INADMISIBLE	I
3	INACEPTABLE	II
2	TOLERABLE	III
1	ACEPTABLE	IV

Fuente: CENEPRED

En el control del riesgo por Flujo de detritos, se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgo para la prevención y/o reducción del riesgo de desastres, como la priorización e implementación de Proyectos de Inversión Pública, desarrollando así la política de estado en la REDUCCION DE LAS VULNERABILIDADES, como finalidad de proteger a la población que reside en los centros poblados de Totorá y Hornopampa.

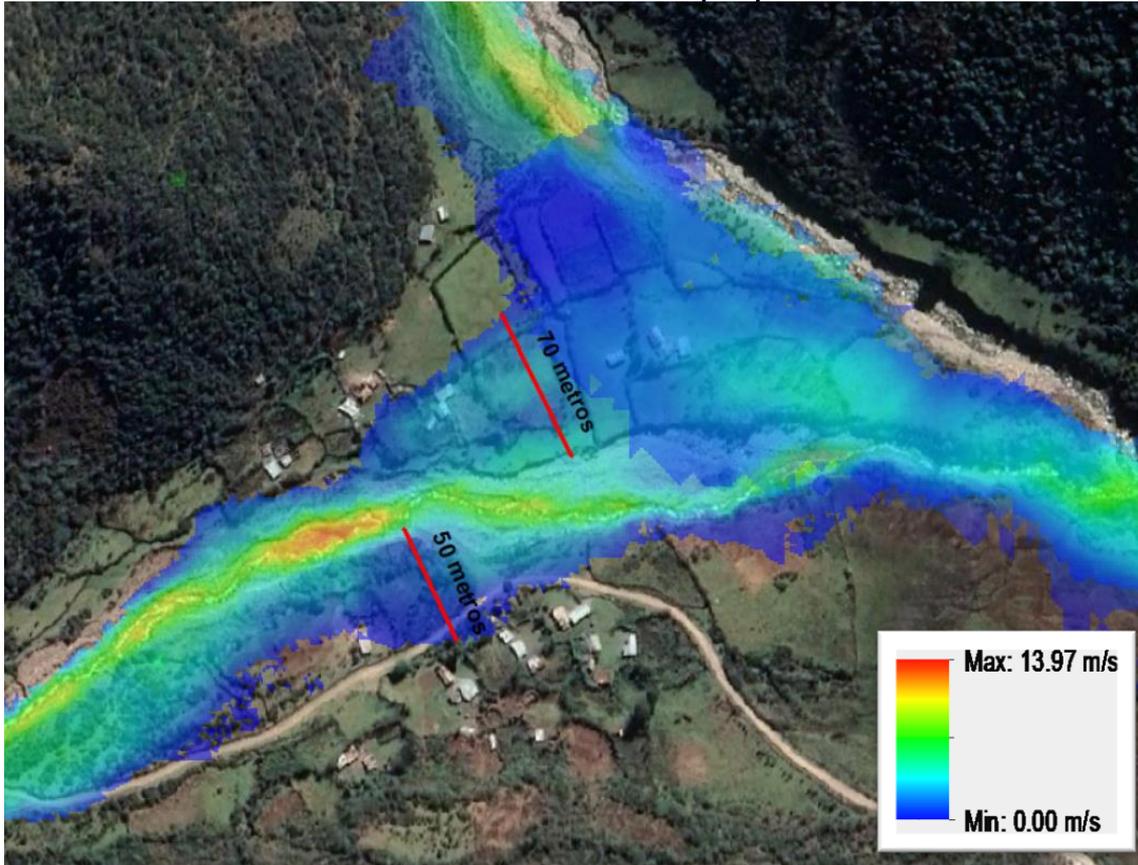


## CONCLUSIONES

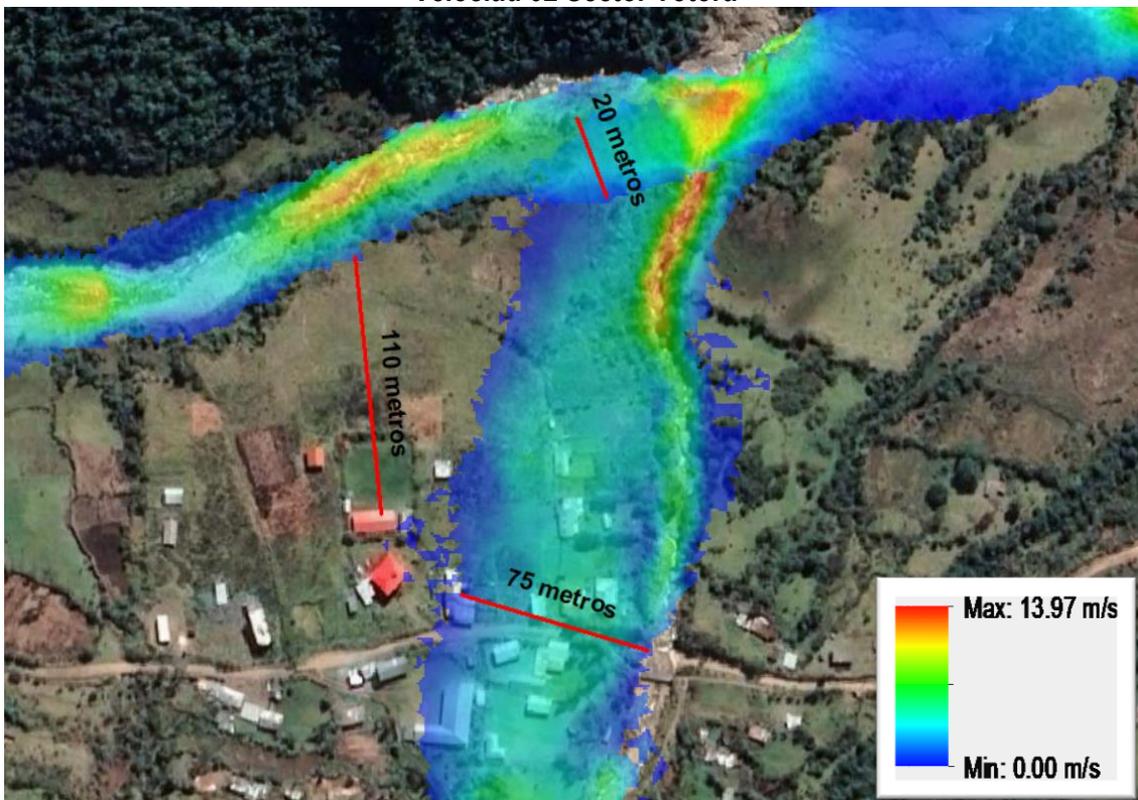
1. Los centros poblados de Totora y Hornopampa, geológicamente se ubican asentadas sobre depósitos aluviales y coluviales con potencias que van de los 12 metros a los aproximadamente 75 metros.
2. En cuanto a la geomorfología se ubican en unidades que corresponden a vertientes aluvio torrenciales.
3. Los centros poblados de Totora y Hornopampa están ubicados sobre pendiente bajas a moderadas, de entre 0° a 8° y de 8° a 15° grados, zonas llanas a laderas de pendiente baja,
4. El Índice topográfico de Humedad calculado con el Modelo de Elevación Digital del sensor ALOS, sugiere zonas con potencial de ser inundadas o afectadas por flujos o agua, según la índice muestra valores que van desde 50% a 100% hacia el cauce. Además, según este parámetro el centro poblado de Totora se ve afectado las zonas cercanas al cauce a unos 60 a 70 metros aproximadamente no se ve afectado en gran medida y sobre todo no se evidencia en el área cercana a la Institución educativa y Establecimiento de salud. De igual forma en el centro poblado de Hornopampa la zona más afectada es hacia la margen izquierda de la quebrada Yanaqaqa cubriendo casi en totalidad la llanura aluvial, correspondiente a unos 40 a 50 metros y hacia la margen derecha solamente alcanzaría unos 20 a 30 metros.
5. La susceptibilidad por flujo de detritos en el ámbito de evaluación está condicionada por la geología, geomorfología, pendientes y el índice topográfico de Humedad, desencadenado por las precipitaciones máximas diarias equivalente a valores mayores a 43.8 mm de precipitación pluviométrica. Se observa que los centros poblados de Totora y Hornopampa, tienen susceptibilidad Muy alta frente a fenómenos de flujo de detritos.
6. El parámetro evaluación Velocidad máxima, calculado con el Software Morpho 2D utilizando un Modelo Digital de Elevación del Sensor ALOS, determina velocidades máximas de 13.97 m/s, se observa en el centro poblado de Totora a uno 50 metros de la quebrada que se ubica al lado derecho del centro poblado, tiene velocidades de 3.3 m/s y hacia la margen izquierda desciende hasta las velocidades más bajas de 0.01 m/s.
  - Por la parte del Río Totora no afecta al centro poblado, cabe resaltar que el centro poblado de Totora, principalmente la Institución educativa y el Centro de Salud se ubica a más de 110 metros de distancia perpendicularmente al cauce del Río, y según la simulación el máximo el desborde que existe es de 20 metros hasta unos 40 metros como máximo.
  - En el centro poblado de Hornopampa hacia la margen izquierda de la Quebrada Yanaqaqa, a partir del borde del cauce, el desborde tiene velocidades que van desde los 3.5 m/s y descienden hasta los 0.01 m/s, la zona más afectada tiene una extensión de 70 metros, hacia la margen derecha de la Quebrada Yanaqaqa la distancia máxima afectada es 50 metros afectando solo una vivienda con velocidades de 0.3 a 0.5 m/s.

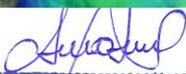


### Velocidad 01 Sector Hornopampa



### Velocidad 02 Sector Totora



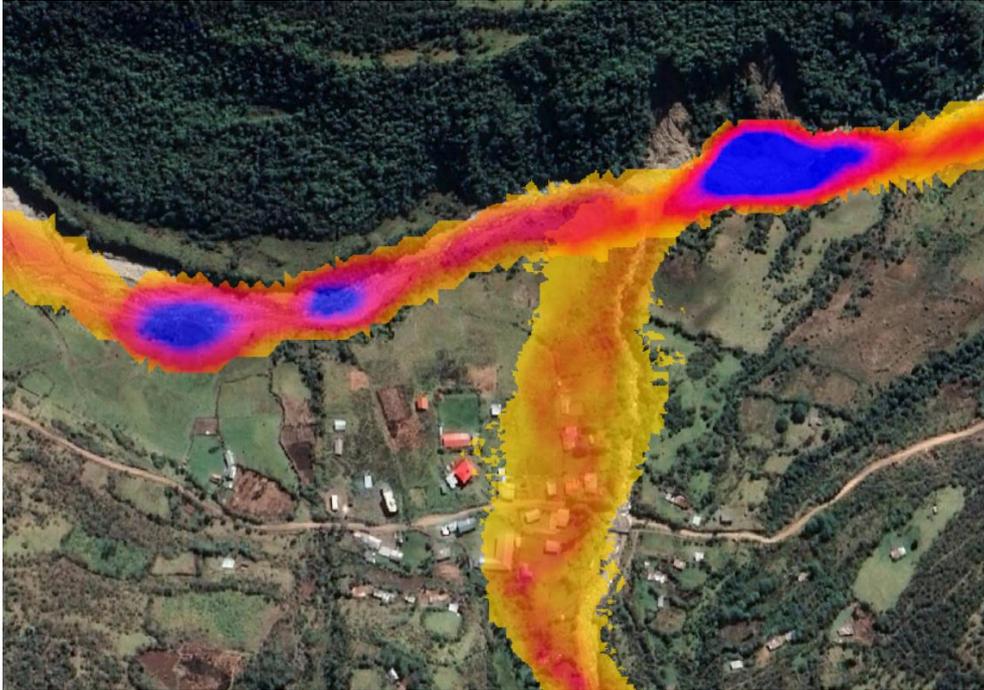
  
Alara Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



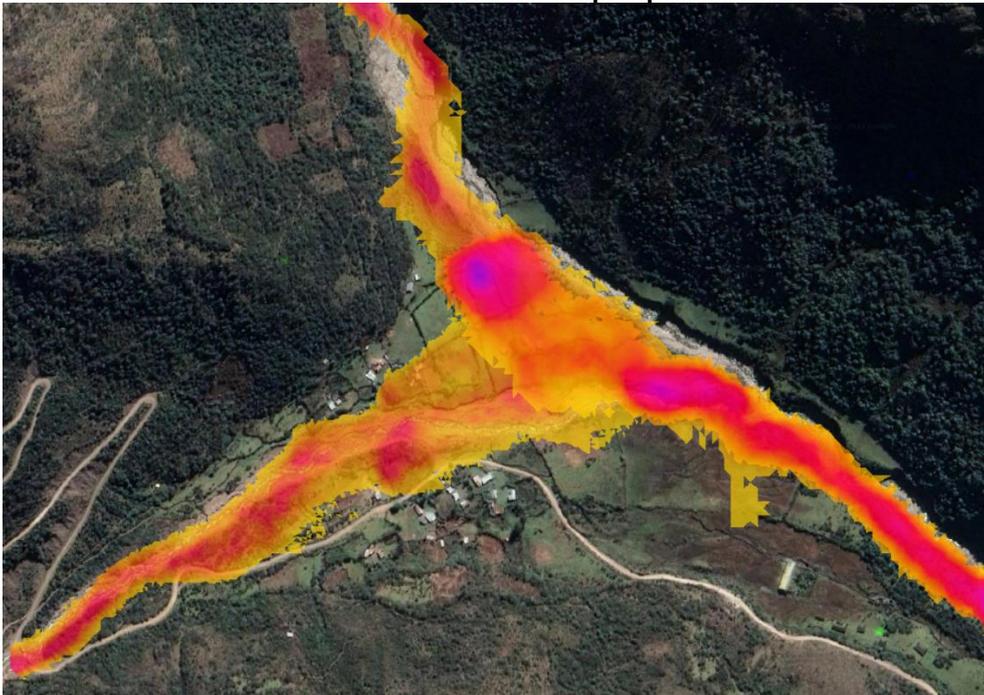
7. El parámetro evaluación Altura máxima, calculada con el Software Morpho 2D utilizando un Modelo Digital de Elevación del Sensor ALOS, determina alturas máximas de 6.76 metros de altura, En el sector de Totora en el área donde desborda la simulación, las alturas máximas decrecen desde los 1.2 metros de altura hasta 0.01 metros hacia la zona afectada.

En el centro poblado de Hornopampa, las alturas hacia las áreas afectadas van desde los 1.2 metros hasta los 2.5 metros de altura.

**Altura 1 Sector Totora**



**Altura 2 Sector Hornopampa**





8. El Nivel de peligro predominantemente en el Sector de Totorá es Medio y en menor área Alto y de igual forma en el Sector de Hornopampa.
9. La vulnerabilidad de los predios rurales incluidos la Institución Educativa y el Establecimiento de Salud tienen un Nivel Medio, considerando las Dimensiones Social, Económica y Ambiental.
10. El riesgo de los predios urbanos presenta niveles Altos, Medios y Bajos, identificándose los de mayor riesgo muy próximos a los cauces de las quebradas en los centros poblados de Totorá y Hornopampa.

  
Alcira Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



## RECOMENDACIONES

### A. DE CARÁCTER ESTRUCTURAL OBRAS DE PROTECCIÓN:

1. A la municipalidad distrital de Santa Teresa, formular expedientes de pre inversión y técnicos en el componente correctivo de riesgos en la creación de la infraestructura de defensa ribereña de río Totorá, con apoyo de los sectores involucrados y gobierno regional Cusco.

### B. DE CARÁCTER NO ESTRUCTURAL.

1. A la municipalidad distrital de Santa Teresa, realizar acciones con asesoramiento de la Autoridad Nacional de Agua ANA para la delimitación de las fajas marginales de los ríos y quebradas adyacentes.
2. A la municipalidad distrital de Santa Teresa, Realizar el tratamiento de laderas de las quebradas de de Yanaqaqa y Quishuar

### COMPONENTE REACTIVO:

1. A la municipalidad distrital de Santa Teresa, instalar un Sistema de alerta temprana comunitario o tecnológico en caso de aluviones y flujos de detritos incluyendo las zonas bajas de la afluencia con el río Quebrada Salkantay y Río Santa Teresa, sector Collpapampa hasta el área urbana de Santa Teresa, confluencia con el río Vilcanota.
2. A la municipalidad distrital de Santa Teresa, realizar limpieza de cauces en las en las quebradas Yanaqaqa, Quishuar y río Totorá, acciones insertadas en el PPR68.
3. A la municipalidad distrital de Santa Teresa, realizas talleres de fortalecimiento de capacidades en el proceso prospectivo y correctivo de la gestión de riesgos de desastres a las autoridades y funcionarios del distrito de Santa Teresa y población en general.
4. A la municipalidad distrital de Santa Teresa, , realizas talleres de sensibilización ante la ocurrencia de aluviones y flujos de detritos a las autoridades y pobladores de los CCPP de Totorá y Hornopampa, en el proceso reactivo.
5. A los pobladores del sector de Totorá, de no ocupar áreas marginales para usos de vivienda y otros.



## **BIBLIOGRAFÍA**

1. CENEPRED (2020). Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales versión 2.
2. INGEMMET Mapa geológico a escala 1: 50 000, del cuadrángulo de Santo Tomas(29-r).
3. Instituto Nacional de Estadística e Informática; Censo Poblacional. Año 2017.
4. Imágenes satelitales disponibles en el Google Earth de diferentes años (hasta el 2017).
5. <http://webinei.inei.gob.pe/nino/index.php/welcome/getInicio#>
6. <https://www.gob.pe/igp>.
7. <http://www.cismid.uni.edu.pe/>.
8. USGS (2012) United States Geological Survey's from <http://earthquake.usgs.gov/hazards/designmaps/pdfs/?code=NEHRP&edition=2009>.
9. Aguilar B. Z. y Gamarra R.C. (2009). Nuevas fuentes flujo de detritosgénicas para la evaluación del peligro sísmico y generación de espectros de peligro uniforme en el Perú Universidad Nacional de Ingeniería.
10. Chávez A., Zenón A., Alva H. J. L. y Lazares F. (2006). Leyes de Atenuación para Aceleraciones Espectrales en el Perú. Universidad Nacional de Ingeniería.
11. (Decreto N° 61), 2011. Aprueba Reglamento que Fija el Diseño Sísmico de Edificios y Deroga Decreto N° 117, de 2010.



## INDICE MAPAS

<b>Imagen 1</b> Unidades litológicas del área de estudio .....	31
<b>Imagen 2</b> Mapa de unidades Geomorfológicas del área de estudio .....	33
<b>Imagen 3</b> Mapa de Pendientes ámbito de estudio. ....	35
<b>Mapa 4</b> Ámbito de evaluación del peligro por Flujo de Detritos.....	39
<b>IMAGEN 5</b> Mapa de índice topográfico de humedad en el área de estudio.....	43
<b>Mapa 6</b> Susceptibilidad por Flujo de detritos .....	44
<b>Mapa 7</b> Velocidades máximas del flujo en el área de estudio.....	46
<b>Mapa 8</b> Alturas máximas del flujo en el área de estudio .....	47
<b>Mapa 9</b> Elementos expuestos.....	49
<b>Mapa 10</b> Peligro por flujo de detritos .....	50
<b>Imagen 11</b> Peligro por flujo de detritos por elementos expuestos .....	51
<b>Mapa 12</b> Vulnerabilidad por flujo de detritos.....	70
<b>Mapa N° 16</b> Riesgo por Flujo de detritos .....	77

## INDICE CUADROS

<b>Cuadro 1</b> Información Pluviométrica máxima 24 hrs en estaciones analizadas. ....	23
<b>Cuadro 2</b> Promedios de Temperatura media mensual en un período de 37 años. ....	23
<b>Cuadro 3</b> Humedad promedio Mensual Estación Machupicchu .....	24
<b>Cuadro 4</b> Cuadro de precipitación máximas anuales .....	25
<b>Cuadro 5</b> Nomenclatura de Factores Condicionantes .....	40
<b>Cuadro 6</b> Matriz de Comparación de Pares .....	40
<b>Cuadro 7</b> Matriz de Normalización de pares .....	40
<b>Cuadro 8</b> Nomenclatura de Parámetro unidades litológicas.....	40
<b>Cuadro 9</b> Matriz de Comparación de Pares .....	40
<b>Cuadro 10</b> Matriz de Normalización de pares.....	41
<b>Cuadro 11</b> Nomenclatura de Parámetro Unidades Geomorfológicas.....	41
<b>Cuadro 12</b> Matriz de Comparación de Pares .....	41
<b>Cuadro 13</b> Matriz de Normalización de pares.....	41
<b>Cuadro 14</b> Nomenclatura de Parámetro Pendiente.....	41
<b>Cuadro 15</b> Matriz de Comparación de Pares .....	42
<b>Cuadro 16</b> Matriz de Normalización de pares.....	42
<b>Cuadro 17</b> Nomenclatura de Parámetro ITH.....	42
<b>Cuadro 18</b> Matriz de Comparación de Pares .....	42
<b>Cuadro 19</b> Matriz de Normalización de pares.....	42
<b>Cuadro 20</b> Nomenclatura de Parámetro Precipitación Máxima .....	43
<b>Cuadro 21</b> Matriz de Comparación de Pares .....	43
<b>Cuadro 22</b> Matriz de Normalización de pares.....	44
<b>Cuadro 23</b> Nomenclatura de Parámetro de Velocidades máximas del flujo.....	45
<b>Cuadro 24</b> Matriz de Comparación de Pares .....	45
<b>Cuadro 25</b> Matriz de Normalización de pares.....	45
<b>Cuadro 26</b> Nomenclatura de Parámetro de Alturas máximas del flujo.....	46
<b>Cuadro 27</b> Matriz de Comparación de Pares .....	46
<b>Cuadro 28</b> Matriz de Normalización de pares.....	47
<b>Cuadro 29</b> Niveles de Peligro.....	47
<b>Cuadro 30</b> Matriz Nivel de Peligrosidad.....	48
<b>Cuadro 31</b> Nomenclatura Dimensión Económica.....	53
<b>Cuadro 32</b> Matriz de Comparación de Pares .....	53
<b>Cuadro 33</b> Matriz de Normalización de pares.....	53
<b>Cuadro 34</b> Nomenclatura Dimensión Económica.....	54
<b>Cuadro 35</b> Matriz de Comparación de Pares .....	54



“Evaluación de Riesgo originado por Flujo de detritos en las Quebradas Yanaqqa y Quishuar, en los sectores de Hornopampa y Totorá, Distrito de Santa Teresa, Provincia de La Convención, Departamento del Cusco”

<b>Cuadro 36</b>	Matriz de Normalización de pares.....	54
<b>Cuadro 37</b>	Pesos Exposición Social.....	54
<b>Cuadro 38</b>	Nomenclatura Localización de la edificación respecto al área de impacto del peligro.....	54
<b>Cuadro 39</b>	Matriz comparación de pares.....	55
<b>Cuadro 40</b>	Matriz normalización de pares.....	55
<b>Cuadro 41</b>	Nomenclatura Fragilidad Económica.....	55
<b>Cuadro 42</b>	Matriz de Comparación de Pares .....	55
<b>Cuadro 43</b>	Matriz de normalización de Pares.....	55
<b>Cuadro 44</b>	Nomenclatura Material de construcción.....	56
<b>Cuadro 45</b>	Matriz comparación de pares.....	56
<b>Cuadro 46</b>	Matriz normalización de pares.....	56
<b>Cuadro 47</b>	Niveles de edificación.....	56
<b>Cuadro 48</b>	Matriz comparación de pares.....	57
<b>Cuadro 49</b>	Matriz normalización de pares.....	57
<b>Cuadro 50</b>	Nomenclatura Estado de conservación de toda la estructura.....	57
<b>Cuadro 51</b>	Matriz comparación de pares.....	57
<b>Cuadro 52</b>	Matriz normalización de pares.....	57
<b>Cuadro 53</b>	Pesos Resiliencia Económica .....	58
<b>Cuadro 54</b>	Nomenclatura Medidas de respuesta ante inundaciones.....	58
<b>Cuadro 55</b>	Matriz comparación de pares.....	58
<b>Cuadro 56</b>	Matriz normalización de pares.....	58
<b>Cuadro 57</b>	Nomenclatura Residencia de la propiedad .....	58
<b>Cuadro 58</b>	Matriz comparación de pares.....	59
<b>Cuadro 59</b>	Matriz normalización de pares.....	59
<b>Cuadro 60</b>	Nomenclatura Dimensión Social.....	59
<b>Cuadro 61</b>	Matriz de Comparación de Pares .....	59
<b>Cuadro 62</b>	Matriz de Normalización de pares.....	60
<b>Cuadro 63</b>	Pesos Exposición Social.....	60
<b>Cuadro 64</b>	Nomenclatura Actividad a la que se dedica la población beneficiaria.....	60
<b>Cuadro 65</b>	Matriz comparación de pares.....	60
<b>Cuadro 66</b>	Matriz normalización de pares.....	60
<b>Cuadro 67</b>	Pesos Fragilidad Social .....	61
<b>Cuadro 68</b>	Nomenclatura Grupo etareo.....	61
<b>Cuadro 69</b>	Matriz comparación de pares.....	61
<b>Cuadro 70</b>	Matriz normalización de pares.....	61
<b>Cuadro 71</b>	Nomenclatura Servicios básicos.....	61
<b>Cuadro 72</b>	Matriz comparación de pares.....	62
<b>Cuadro 73</b>	Matriz normalización de pares.....	62
<b>Cuadro 74</b>	Nomenclatura Resiliencia Social .....	62
<b>Cuadro 75</b>	Matriz de Comparación de Pares .....	62
<b>Cuadro 76</b>	Matriz de normalización de Pares.....	62
<b>Cuadro 77</b>	Nomenclatura Ubicación de acuerdo a la topografía del terreno .....	63
<b>Cuadro 78</b>	Matriz comparación de pares.....	63
<b>Cuadro 79</b>	Matriz normalización de pares.....	63
<b>Cuadro 80</b>	Nomenclatura organización Social.....	63
<b>Cuadro 81</b>	Matriz comparación de pares.....	63
<b>Cuadro 82</b>	Matriz normalización de pares.....	64
<b>Cuadro 83</b>	Nomenclatura Tipo de seguro de salud.....	64
<b>Cuadro 84</b>	Matriz comparación de pares.....	64
<b>Cuadro 85</b>	Matriz normalización de pares.....	64
<b>Cuadro 86</b>	Nomenclatura Dimensión Ambiental.....	65
<b>Cuadro 87</b>	Matriz de Comparación de Pares.....	65



<b>Cuadro 88</b> Matriz de Normalización de pares.....	65
<b>Cuadro 89</b> Pesos Exposición Ambiental.....	65
<b>Cuadro 90</b> Nomenclatura Cercanía a fuentes de agua.....	66
<b>Cuadro 91</b> Matriz comparación de pares.....	66
<b>Cuadro 92</b> Matriz normalización de pares.....	66
<b>Cuadro 93</b> Pesos Fragilidad Ambiental.....	66
<b>Cuadro 94</b> Nomenclatura Disposición de residuos sólidos.....	66
<b>Cuadro 95</b> Matriz comparación de pares.....	67
<b>Cuadro 96</b> Matriz normalización de pares.....	67
<b>Cuadro 97</b> Pesos Resiliencia Ambiental.....	67
<b>Cuadro 98</b> Nomenclatura conocimiento en temas ambientales.....	67
<b>Cuadro 99</b> Matriz comparación de pares.....	67
<b>Cuadro 100</b> Matriz normalización de pares.....	68
<b>Cuadro 101</b> Nomenclatura conservación y protección de áreas verdes.....	68
<b>Cuadro 102</b> Matriz comparación de pares.....	68
<b>Cuadro 103</b> Matriz normalización de pares.....	68
<b>Cuadro 104</b> Estratificación de la Vulnerabilidad.....	68
<b>Cuadro 105</b> Niveles de Vulnerabilidad.....	70
<b>Cuadro N° 141</b> Niveles de Riesgo.....	74
<b>Cuadro N° 142</b> Estratificación del Riesgo por Flujo de detritos.....	74
<b>Cuadro N° 143</b> Matriz de Riesgo.....	76
<b>Cuadro N° 144</b> Valoración de las consecuencias.....	78
<b>Cuadro N° 145</b> Valoración de frecuencias de recurrencia.....	78
<b>Cuadro N° 146</b> Nivel de Consecuencia y daño.....	79
<b>Cuadro N° 147</b> Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo.....	79
<b>Cuadro N° 148</b> Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo.....	80
<b>Cuadro N° 149</b> Prioridad de intervención.....	80

## INDICE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Temperaturas medias y precipitaciones.....	20
<b>Gráfico 2</b> Cielo nublado, sol y días de precipitación.....	20
<b>Gráfico 3</b> Temperaturas máximas.....	21
<b>Gráfico 4</b> Cantidad de precipitación.....	21
<b>Gráfico 5</b> Velocidad del viento.....	21
<b>Gráfico 6</b> Resumen de climatología.....	22
<b>Gráfico 7</b> Porcentajes de la geología en el área de estudio.....	32
<b>Gráfico 8</b> Porcentajes de la Geomorfología en el área de estudio.....	33
<b>Gráfico 9</b> Porcentajes de las Pendientes en el área de estudio.....	35
<b>Gráfico 10</b> Flujograma General del Proceso de Análisis de Información.....	37
<b>Gráfico 11</b> Clasificación de Fenómeno Natural – Peligro.....	38
<b>Gráfico 12</b> Metodología general para determinar la peligrosidad.....	38
<b>Gráfico 13</b> Factores y Parámetros de la Susceptibilidad.....	39
<b>Gráfico 14</b> Nivel de Susceptibilidad en el ámbito de estudio.....	45
<b>Gráfico 15</b> Porcentaje de peligro en el ámbito de estudio.....	50
<b>Gráfico 16</b> Secuencia de la metodología del análisis de vulnerabilidad.....	52
<b>Gráfico 17</b> Secuencia de la metodología del análisis de vulnerabilidad Económica.....	53
<b>Gráfico 18</b> Secuencia de la metodología del análisis de vulnerabilidad Social.....	59
<b>Gráfico 19</b> Secuencia de la metodología del análisis de vulnerabilidad Ambiental.....	65
<b>Gráfico N° 17.</b> Metodología para el cálculo del Riesgo.....	71
<b>Gráfico N° 18</b> Metodología para el cálculo de Riesgo.....	72
<b>Gráfico N° 19</b> Flujograma de la Metodología para el cálculo de Riesgo.....	73



Gráfico N° 20 Fórmula para determinar el nivel del riesgo ..... 74

## INDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1</b> Mapa de peligros geológicos sector Totora .....	9
<b>Imagen 2:</b> Áreas de susceptibilidad por movimientos en masa a nivel regional .....	10
<b>Imagen 2:</b> Puntos críticos por movimientos en masa .....	10
<b>Imagen 3:</b> Áreas de exposición por movimiento en masa.....	11
<b>Imagen 4:</b> Áreas de peligro por movimientos en masa.....	11
<b>Imagen 5:</b> Áreas de Intensidades sísmicas máximas (1400-1900) .....	11
<b>Imagen 7:</b> Áreas de precipitación normal acumulada de lluvias intensas (sep-may).....	12
<b>Imagen 8:</b> Anomalías El Niño 1997-1998, lluvias intensas.....	13
<b>Imagen 9:</b> Mapa de Ubicación.....	15
<b>Imagen 10:</b> Mapa de Accesibilidad .....	16
<b>Imagen 11:</b> Mapa Geológico Regional .....	27
<b>Imagen 12:</b> Mapa Geomorfológico Regional .....	29

Alcira Elena Olivera Silva  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380



# ANEXOS

**Alcira Elena Olivera Silva**  
INGENIERA GEÓLOGA  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN DE RIESGOS  
CIP. 101380