



## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

### **EQUIPO TECNICO PARA LA FORMULACION DEL INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS ORIGINADOS POR FLUJO DE DETRITOS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL ANEXO DE COSOS DEL DISTRITO DE APLAO, PROVINCIA DE CASTILLA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA**

Ing. Robert Romel Pílares Hualpa  
**Jefe de Equipo Técnico**

Bch. Civil Bayardo Churata Halanocca  
**Especialista en Gis**

Genoveva G. Rufino Valdivia  
**Coordinadora**

Eg. Civil Percy Rojas Taco  
**Asistente Cadista**

Ing Eduardo Lupaca Adco  
**Ing Geólogo**

  
Ing. Robert R. Pílares Hualpa  
EVALUADOR DE RIESGO  
CIP. 82435

**Contenido**

I INTRODUCCIÓN ..... 10

1.1 OBJETIVO GENERAL ..... 10

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS ..... 10

1.3 FINALIDAD ..... 10

1.4 JUSTIFICACIÓN ..... 11

1.5 ANTECEDENTES ..... 11

1.6 MARCO NORMATIVO ..... 11

CAPITULO II ..... 13

2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO ..... 14

2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA ..... 14

2.1.1 LIMITES ..... 14

2.2 VÍAS DE ACCESO ..... 14

2.3 CARACTERÍSTICAS SOCIALES ..... 17

2.3.1 POBLACIÓN TOTAL ..... 17

2.3.2 POBLACIÓN SEGÚN GRUPO ..... 17

2.3.3 VIVIENDA ..... 18

2.3.4 AGUA POTABLE ..... 19

2.3.5 SERVICIOS HIGIÉNICOS ..... 19

2.3.6 ENERGÍA ELÉCTRICA ..... 20

2.3.7 EDUCACIÓN ..... 21

2.3.8 SALUD ..... 21

2.4 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS ..... 21

2.4.1 TEMPERATURA ..... 21

2.4.2 PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS ..... 21

2.5 CONDICIONES GEOLÓGICAS ..... 24

2.5.1 GEOLOGÍA ..... 24

2.5.2 GEOMORFOLOGÍA ..... 26

2.5.3 PENDIENTE ..... 28

2.5.4 TOPOGRAFIA Y RELIEVE DE LA ZONA DE ESTUDIO ..... 29

2.5.5 FAJA MARGINAL DE LA QUEBRADA COSOS (ANA) ..... 30

CAPITULO III ..... 31

3 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGROSIDAD ..... 32

3.1 METODOLOGÍA ..... 32

3.2 IDENTIFICACIÓN DEL FENÓMENO Y EL PELIGRO ..... 32

3.3 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS ..... 32

3.4 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN ..... 32

*RR*

 Ing. Robert R. Pizarro  
EVALUADOR DE RIESGO  
CIP. 82435

3.5	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	33
3.6	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO GENERADO POR FLUJO DE DETRITOS .....	33
3.7	PARÁMETRO DE EVALUACIÓN DEL FENÓMENO.....	33
3.8	SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO ANTE EL PELIGRO .....	34
3.8.1	ANÁLISIS DEL FACTOR DESENCADENANTE .....	34
3.8.2	ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES .....	35
3.9	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS .....	38
3.9.1	ELEMENTOS EXPUESTOS A NIVEL SOCIAL.....	38
3.9.2	ELEMENTOS EXPUESTOS A NIVEL ECONÓMICO.....	40
3.10	DEFINICIÓN DE ESCENARIOS .....	40
3.11	NIVELES DE PELIGROSIDAD .....	40
3.12	ESTRATIFICACIÓN DE NIVELES DE PELIGRO .....	41
CAPITULO IV.....		43
4	ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.....	44
4.1	ÁREA DE INFLUENCIA .....	44
4.2	ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE LA VULNERABILIDAD .....	44
4.3	VULNERABILIDAD SOCIAL.....	44
4.3.1	ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	45
4.3.2	ANÁLISIS DE LA RESILENCIA EN LA DIMENSIÓN SOCIAL .....	46
4.3.3	ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE LA RESILENCIA SOCIAL.....	49
4.4	VULNERABILIDAD ECONÓMICA .....	50
4.4.1	ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA .....	50
4.4.2	ANÁLISIS DE LA RESILENCIA EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	52
4.5	NIVELES DE VULNERABILIDAD .....	55
4.6	ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD .....	56
CAPITULO V.....		59
5	CALCULO DE RIESGOS .....	60
5.1	MATRIZ DE RIESGO .....	60
5.2	NIVELES DE RIESGO .....	60
5.3	ESTRATIFICACION DE NIVELES DE RIESGOS .....	61
5.4	CÁLCULOS DE PROBABLES PÉRDIDAS .....	64
CAPITULO VI.....		65
6	CONTROL DE RIESGOS .....	66
6.1	ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DE RIESGOS .....	66
CAPITULO VII .....		69
7	CONCLUSIONES.....	70
CAPITULO VIII .....		71
8	RECOMENDACIONES .....	72



## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

8.1	MEDIDAS ESTRUCTURALES .....	72
8.2	MEDIDAS NO ESTRUCTURALES.....	72
CAPITULO IX .....		73
9	BIBLIOGRAFÍA.....	74

  
 **Ing. Robert R. Pílares Hualpa**  
**EVALUADOR DE RIESGO**  
CIP. 82435

### Relación de Mapas

- Mapa N° 01 : Mapa de ubicación del anexo cosos.
- Mapa N° 02: Mapa de vías de acceso del anexo cosos.
- Mapa N° 03: Mapa de Precipitaciones del anexo cosos.
- Mapa N° 04: Mapa geológico del anexo cosos.
- Mapa N° 05: Mapa de geomorfológico del anexo cosos.
- Mapa N° 06: Mapa de Pendientes del anexo cosos.
- Mapa N° 07: Mapa de topográfico del anexo cosos.
- Mapa N° 08: Mapa de la faja marginal de la quebrada cosos.
- Mapa N° 09: Mapa de elementos expuestos del anexo cosos.
- Mapa N° 10: Mapa de Peligros del anexo cosos.
- Mapa N° 11 : Mapa de vulnerabilidad del anexo cosos.
- Mapa N° 12: Mapa de riesgo del anexo cosos.

### Relación de Gráficos

- Gráfico N° 01 : Población según grupo de edades.
- Gráfico N° 02: Tipo de abastecimiento de agua.
- Gráfico N° 03: Viviendas con servicios higiénicos.
- Gráfico N° 04: Resumen histórico de la temperatura (°C) vs precipitación (mm/día).
- Gráfico N° 05: Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad.
- Gráfico N° 06: Flujoograma general del proceso de análisis de información.
- Gráfico N° 07: Flujoograma para estimar los niveles de vulnerabilidad.
- Gráfico N° 08: Flujoograma para estimar los niveles de riesgo.

### Relación de Tablas

- Tabla N° 01 : Población total
- Tabla N° 02: Población según grupo etario
- Tabla N° 03: Material predominante en las paredes
- Tabla N° 04: Material predominante en los techos
- Tabla N° 05: Tipo de abastecimiento de agua.
- Tabla N° 06: Viviendas con servicios higiénicos.
- Tabla N° 07: Viviendas con servicio eléctrico
- Tabla N° 08: Instituciones educativas en el anexo cosos

Tabla N° 09: Establecimientos de salud en el anexo cosos

Tabla N° 10: Umbrales calculados para el área de estudio

Tabla N° 11: Matriz de comparación de pares del parámetro de frecuencia

Tabla N° 12: Matriz de normalización de pares del parámetro de frecuencia

Tabla N° 13: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro de frecuencia.

Tabla N° 14: Factores condicionantes y desencadenantes

Tabla N° 15: Matriz de comparación de pares del parámetro de precipitación

Tabla N° 16: Matriz de normalización de pares del parámetro de precipitación

Tabla N° 17: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Precipitación.

Tabla N° 18: Subdivisión de unidades geológicas para el análisis del peligro.

Tabla N° 19: Matriz de comparación de pares del parámetro de geología.

Tabla N° 20: Matriz de normalización de pares del parámetro de geología.

Tabla N° 21: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro geología.

Tabla N° 22: Subdivisión de unidades geomorfológicas para el análisis del peligro.

Tabla N° 23: Matriz de comparación de pares del parámetro de geomorfología.

Tabla N° 24: Matriz de normalización de pares del parámetro de geomorfología.

Tabla N° 25: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro geomorfología.

Tabla N° 26: Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente

Tabla N° 27: Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente

Tabla N° 28: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro pendiente.

Tabla N° 29: Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en los factores condicionantes.

Tabla N° 30: Matriz de normalización de pares de los parámetros utilizados en los factores condicionantes.

Tabla N° 31: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los parámetros utilizados en los factores

Tabla N° 32: Elementos expuestos a nivel social.

Tabla N° 33: Elementos expuestos a nivel económico.

Tabla N° 34: Calculo de la susceptibilidad

Tabla N° 35: Calculo del peligro

Tabla N° 36: Niveles de Peligro

Tabla N° 37: Estratificación de niveles de Peligro.

Tabla N° 38: Vulnerabilidad por dimensión social.

Tabla N° 39: Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario.

Tabla N° 40: Matriz de normalización de pares del parámetro grupo etario.

Tabla N° 41: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro grupo etario.

Tabla N° 42: Matriz de comparación de pares del parámetro de discapacidad.

Tabla N° 43: Matriz de normalización de pares del parámetro de discapacidad.

Tabla N° 44: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro de discapacidad.

Tabla N° 45: Matriz de comparación de pares del parámetro nivel educativo.

Tabla N° 46: Matriz de normalización de pares del parámetro nivel educativo.

Tabla N° 47: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro nivel educativo.

Tabla N° 48: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de seguro.

Tabla N° 49: Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de seguro.

Tabla N° 50: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de seguro.

Tabla N° 51: Matriz de comparación de pares del parámetro de beneficiario de programas sociales.

Tabla N° 52: Matriz de normalización de pares del parámetro de beneficiario de programas sociales.

Tabla N° 53: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro de beneficiario de programas sociales.

Tabla N° 54: Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el análisis de resiliencia social.

Tabla N° 55: Matriz de normalización de pares de los parámetros utilizados en el análisis de resiliencia social.

Tabla 56: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los parámetros utilizados en el análisis de resiliencia social.

Tabla N° 57: Vulnerabilidad por dimensión económica.

Tabla N° 58: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de las paredes.

Tabla N° 59: Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de las paredes.

Tabla N° 60: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro material predominante de las paredes.

Tabla N° 61: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de techos.

Tabla N° 62: Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de techos.

Tabla N° 63: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro material predominante de techos.

Tabla N° 64: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de vivienda.

Tabla N° 65: Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de vivienda.

Tabla N° 66: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de vivienda.

Tabla N° 67: Matriz de comparación de pares del parámetro régimen de tenencia.

Tabla N° 68: Matriz de normalización de pares del parámetro régimen de tenencia.

Tabla N° 69: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro régimen de tenencia.

Tabla N° 70: Dimensión de vulnerabilidad social.

Tabla N° 71: Dimensión de vulnerabilidad económica.

Tabla N° 72: Resultados de niveles de vulnerabilidad.

Tabla N° 73: Niveles de vulnerabilidad.

Tabla N° 74: Estratificación de la vulnerabilidad.

Tabla N° 75: Matriz de riesgo.

Tabla N° 76: Niveles de riesgo.

Tabla N° 77: Estratificación del riesgo.

Tabla N° 78: Cálculo de probables pérdidas.

Tabla N° 79: Valoración de consecuencias.

Tabla N° 80: Valoración de frecuencia de recurrencia.

Tabla N° 81: Nivel de Consecuencia y Daño.

Tabla N° 82: Aceptabilidad y/o Tolerabilidad.

Tabla N° 83: Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo.



## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

---

Tabla N° 84: Priondad de intervención.



## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

---

# Capítulo I

## I INTRODUCCIÓN

El presente estudio de Evaluación de Riesgo ante el Fenómeno natural (flujo de detritos) del anexo Cosos, del distrito de Aplao, Provincia Castilla, Departamento de Arequipa, se realizó debido a los recurrentes eventos (flujos de detritos) que se encuentran afectando a la infraestructura urbana y vías de comunicación, muchos de estos eventos son activados por fenómeno Hidrometeorológicos producto de las precipitaciones pluviales, estos se generan durante los meses de verano. Ocasionando desastres y afectando en diferente grado a la población. Esto genera altos costos en los trabajos de recuperación de las zonas afectadas. Se suman a estas consecuencias, la pérdida de vidas humanas y económicas, así como la interrupción de las actividades socioeconómicas y comerciales. Por esta razón, se consideran muy importantes su reconocimiento y evaluación.

La ocurrencia de los desastres por fenómeno naturales es uno de los factores que mayor destrucción causa debido a la ausencia de medidas y/o acciones que puedan garantizar las condiciones de estabilidad física en su habitat.

El estudio de evaluación de riesgos consiste en identificar y caracterizar el peligro o amenaza, analizar las vulnerabilidades y establecer los niveles de riesgo del área urbana del anexo Cosos, a efectos de proponer medidas para prevenir y reducir el riesgo, la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia de la población, constituyendo como una herramienta básica para la gestión del riesgo de desastres.

En el presente estudio se expone el fenómeno de flujo de detritos, se determina los factores de susceptibilidad del territorio, los niveles de peligrosidad, se analiza la vulnerabilidad, los escenarios de riesgo por flujo de detritos y se cuantifica las posibles pérdidas, tomando como referencia la metodología establecida por el CENEPRED (Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales) 2º Versión.

### I.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel de riesgo originado por flujo de detritos en el área de influencia del anexo de cosos, provincia de castilla y departamento de Arequipa.

### I.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar el nivel de peligro al que está expuesto el área de influencia, así mismo elaborar el mapa temático del peligro en el área de influencia.
- Determinar el nivel de vulnerabilidad que tiene el área de influencia, así mismo elaborar el mapa temático de la vulnerabilidad del área de influencia.
- Determinar el nivel de riesgo que tiene el área de influencia, así mismo elaborar el mapa temático del riesgo del área de influencia.
- Establecer las medidas de mitigación control de riesgo.

### I.3 FINALIDAD

Brindar estrategias a las poblaciones que han sufrido un evento natural y a la vez controlar los riesgos a la que está expuesta la población, mediante el análisis de los peligros y vulnerabilidad, a fin de reducir los riegos.

Dichos lineamientos ayudarán a plantear medidas estructurales y no estructurales, estas medidas serán la base para el desarrollo de los proyectos que tendrán una priorización de ejecución.

#### 1.4 JUSTIFICACIÓN

Sustentar la implementación de acciones de prevención y reducción de riesgos en el área de influencia del área de estudio, que contribuya en su proceso de desarrollo de manera sostenible.

#### 1.5 ANTECEDENTES

Los flujos de detritos, comúnmente conocidos como "huaicos" son muy comunes en nuestro país debido a la configuración del relieve en el territorio, constituido por altas montañas, vertientes pronunciadas, estribaciones occidentales sumamente áridas con rocas y suelos deleznable o susceptibles de remoción con aguas de lluvia (Zavala et al. 2012).

De acuerdo a INGEMMET, generalmente las zonas afectadas son espacios delimitados por una microcuenca, subcuenca, quebrada o riachuelo, siendo los principales daños, los que se producen en el cono o abanico deyectivo, parte terminal de depósito de un cauce tributario a otro. Los daños que producen son considerables, por la gran energía y violenta aparición con que se presentan, destruyendo, arrasando o sepultando lo que encuentran en su paso, infraestructura urbana y vías de comunicación.

En años pasados, principalmente en los meses de verano, los eventos climatológicos causaron daños en el distrito, el principal peligro es el flujo de detritos (huaicos) en el anexo de cosos, lugar en donde se concentra una cantidad considerable de la población del distrito.

El anexo Cosos, sufre de Flujos de detritos por la Quebrada que acarrea flujos de manera excepcional, formando conos de talud en las cabeceras, estos materiales sueltos se sobresaturan y son movilizadas, cuando se producen lluvias excepcionales. Depósito proluvial forma un abanico, que alcanza los 2100 m de ancho máximo en la parte distal.

Ocasionando, el corte de la carretera Aplao al desvío Chuquibamba – Viraco, en dos tramos, es por ello que se recomienda, Limpieza y Descolmatación del cauce, mantenimiento del badén.

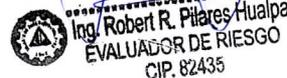
#### 1.6 MARCO NORMATIVO

- 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° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- 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.

## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"Informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

- 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.
- Resolución Ministerial N° 147-2016-PCM, de fecha 18 julio 2016, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción".
- Decreto de Urgencia N°004-2017, de fecha 17 de marzo del 2017, que aprueba medidas para estimular la economía, así como para la atención de intervenciones ante la ocurrencia de lluvias y peligros asociados.



Ing/ Robert R. Pílares Hualpa  
EVALUADOR DE RIESGO  
CIP. 82435



## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

---

# CAPITULO II



## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

## **2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

El anexo cosos esta ubicado en el distrito de Aplao, en la provincia de castilla y en el departamento de Arequipa. está a una elevación de 662.35 m.s.n.m.

Sus coordenadas geográficas son:  $16^{\circ} 03' 29''$  de longitud al oeste del meridiano de Greenwich y a  $72^{\circ} 29' 12''$  de latitud sur.

#### **2.1.1 LIMITES**

Sus límites del anexo cos son los que se mencionan a continuación:

Por el norte : Con el anexo alto la Barranca.

Por el sur : Con el anexo Bilbao.

Por el este : Con el rio Ocoña.

Por el oeste : Con la quebrada cosos.

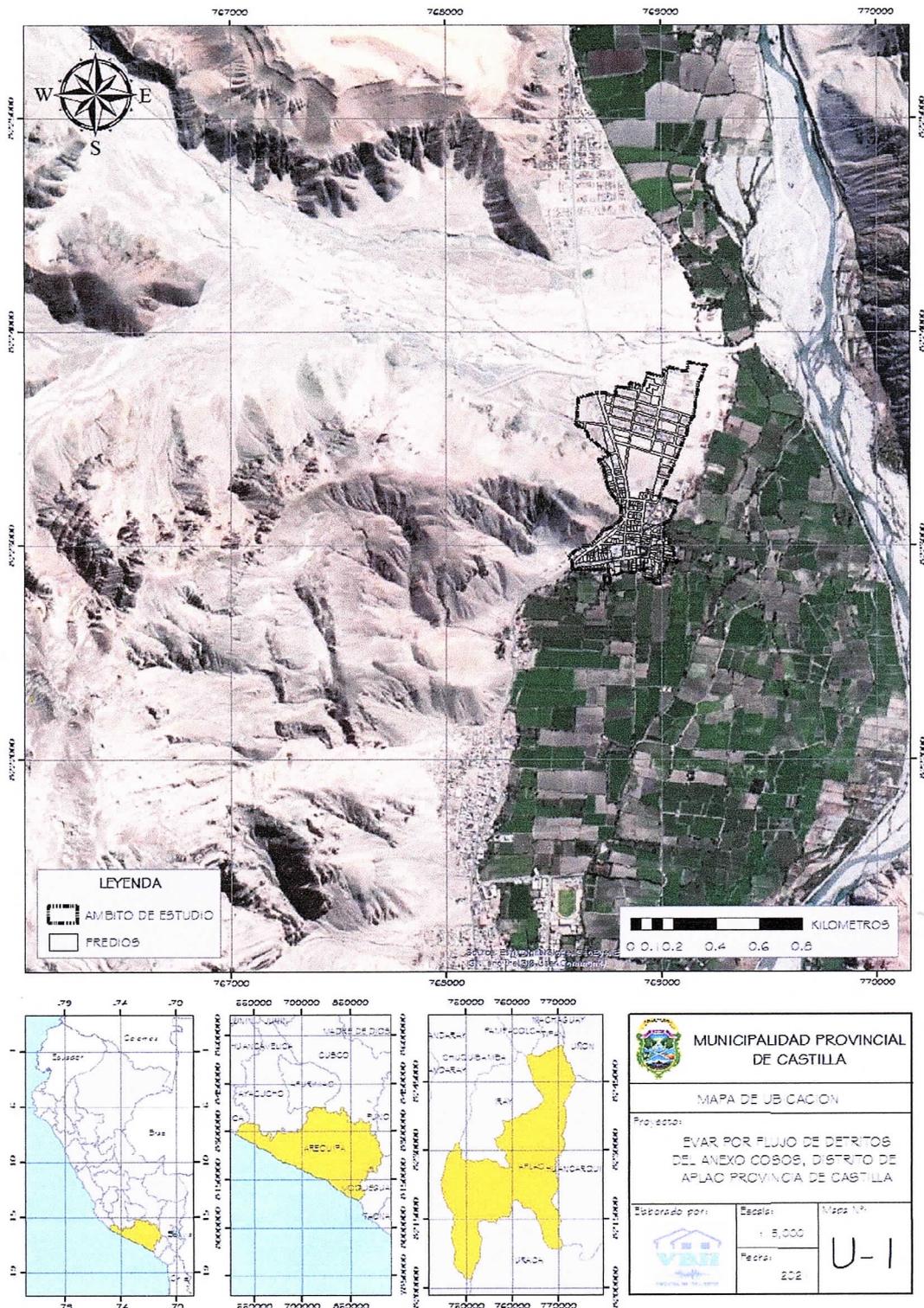
### **2.2 VÍAS DE ACCESO**

El anexo cosos está integrado a la red vial departamental que interconecta al distrito de Aplao con el departamento fronterizo de Apurímac.

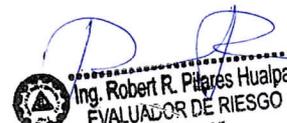
Así mismo el distrito esta interconectado mediante vías vecinales hacia los centros poblados del distrito y distritos vecinos, lo que genera una red de comunicación inter vecinal que facilita la articulación e integración sociocultural y económica entre ellos.

  
 Ing. Robert R. Pilares Hualpa  
EVALUADOR DE RIESGO  
CIP. 82435

Mapa N° 01 : Mapa de ubicación del anexo cosos



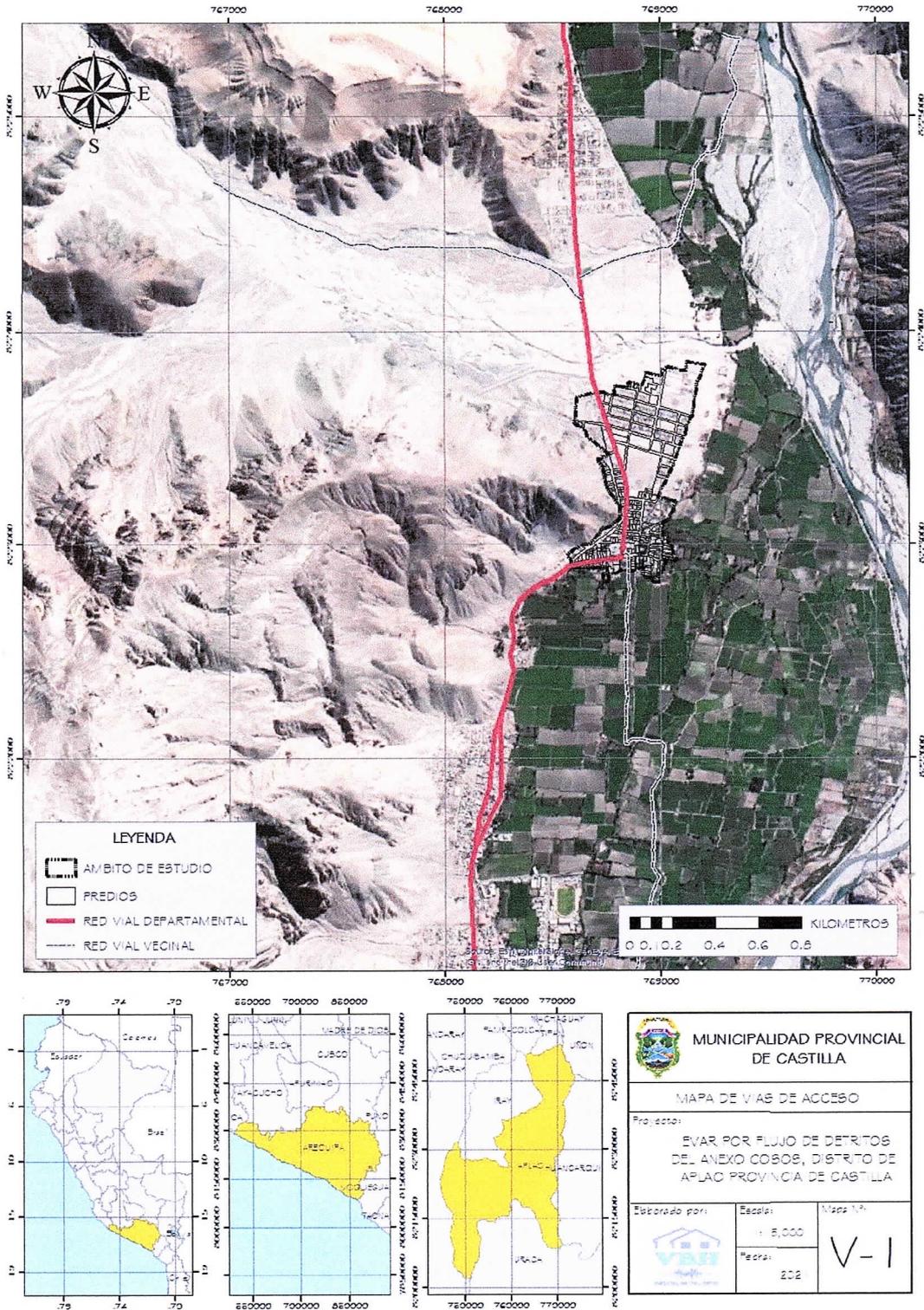
Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Robert R. Páez Hualpa**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 CIP. 82435

**INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

Mapa N° 02: Mapa de vías de acceso del anexo cosos.



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Robert R. Pizarro Hualpa**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 CIP. 82435

**2.3 CARACTERÍSTICAS SOCIALES**

**2.3.1 POBLACIÓN TOTAL**

De acuerdo al censo nacional del año 2017, el anexo de cosos cuenta con una población total de 661 personas, entre hombres y mujeres.

Tabla N° 01 : Población total

Anexo	Población total	%
Cosos	661	100.00
total	661	100.00

Fuente: Censo 2017

**2.3.2 POBLACIÓN SEGÚN GRUPO**

En la tabla N° 02, Se puede observar la distribución de la población por grupo etario del anexo cosos, podemos observar que la población entre los 0 a 17 años de edad se caracteriza por ser una población joven (34.19 %) que se convierte en una posibilidad de desarrollo para el distrito.

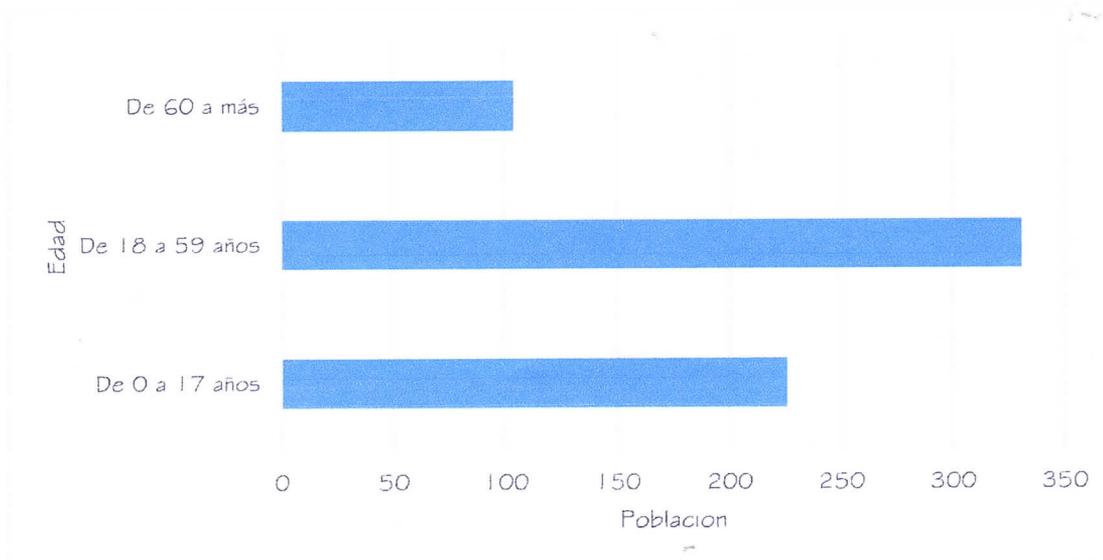
En menores porcentajes se encuentra la población adulta que oscila entre las edades de 18 a 59 años (50.08 %), y el restante de la población corresponde a las personas que se encuentran entre las edades de 60 a más años de edad (15.73 %).

Tabla N° 02: Población según grupo etario

Edades	Población	%
De 0 a 17 años	226	34.19
De 18 a 59 años	331	50.08
De 60 a más	104	15.73
Total	661	100.00

Fuente: Censo 2017

Gráfico N° 01 : Población según grupo de edades



Fuente: Censo 2017

**2.3.3 VIVIENDA**

De acuerdo al censo nacional del año 2017, el anexo de cosos, cuenta con 217 viviendas, siendo el porcentaje más significativo del 41.94 % de viviendas como material predominante adobe, seguido el 38.25 % de las viviendas como material predominante el ladrillo o bloque de cemento.

En menores porcentajes con el 12.44 % se encuentran las viviendas cuyo material predominante es la Quincha (caña con barro), dichos datos los podemos observar en la siguiente tabla.

Tabla N° 03: Material predominante en las paredes

Material de construcción predominante en las paredes	Casos	%
Ladrillo o bloque de cemento	83	38.25
Adobe	91	41.94
Madera (pona, tornillo etc.)	7	3.23
Quincha (caña con barro)	27	12.44
Triplay / calamina / estera	8	3.69
Piedra con barro	1	0.46
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Censo 2017

En la Tabla N° 04, se muestra el material predominante de los techos de las viviendas del anexo cosos, donde el 34.10 % de las viviendas cuentan con techos de concreto armado, mientras que el 29.95 % de las viviendas cuentan con techos de caña o estera con torta de barro o cemento.

El restante de las viviendas del distrito, cuentan con techos de madera, tejas, triplay, estera, u otro material.

Tabla N° 04: Material predominante en los techos

Material de construcción predominante en los techos	Casos	%
Concreto armado	74	34.10
Madera	9	4.15
Tejas	3	1.38
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	38	17.51
Caña o estera con torta de barro o cemento	65	29.95
Triplay / estera / carrizo	28	12.90
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Censo 2017

**2.3.4 AGUA POTABLE**

Según el censo nacional del año 2017, señala que el distrito de Jaqui de un total de 508 viviendas, el 80.12 % de las viviendas tienen abastecimiento de agua de la red pública, mientras que el 8.07 % de las viviendas tiene el abastecimiento de red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación.

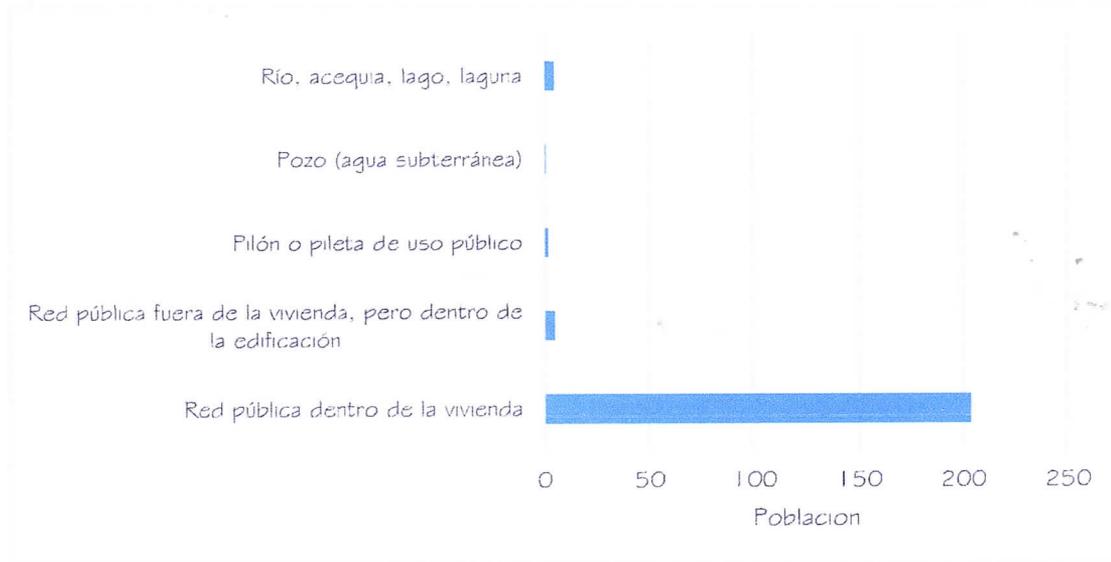
El restante de las viviendas, tienen el abastecimiento del agua a través de pilones o piletas de uso público, camiones cisternas, río, acequias o manantial u otro tipo.

Tabla N° 05: Tipo de abastecimiento de agua.

Abastecimiento de agua en la vivienda	Casos	%
Red pública dentro de la vivienda	204	94.01
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	5	2.30
Pilón o pileta de uso público	2	0.92
Pozo (agua subterránea)	1	0.46
Río, acequia, lago, laguna	5	2.30
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Censo 2017

Gráfico N° 02: Tipo de abastecimiento de agua



Fuente: Censo 2017

**2.3.5 SERVICIOS HIGIÉNICOS**

De acuerdo al censo nacional del año 2017, tenemos que el 63.13 % de las viviendas cuentan el servicio de la red pública, mientras que el 4.15 % de viviendas utilizan la red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación.

El 12.90 % de las viviendas utilizan los servicios higiénicos través de pozo ciego o negro mientras que las viviendas restantes utilizan como servicios higiénicos letrinas, pozo séptico, campo abierto o al aire libre contaminando el ambiente y siendo un foco infeccioso muy peligroso para la salud del ser humano.

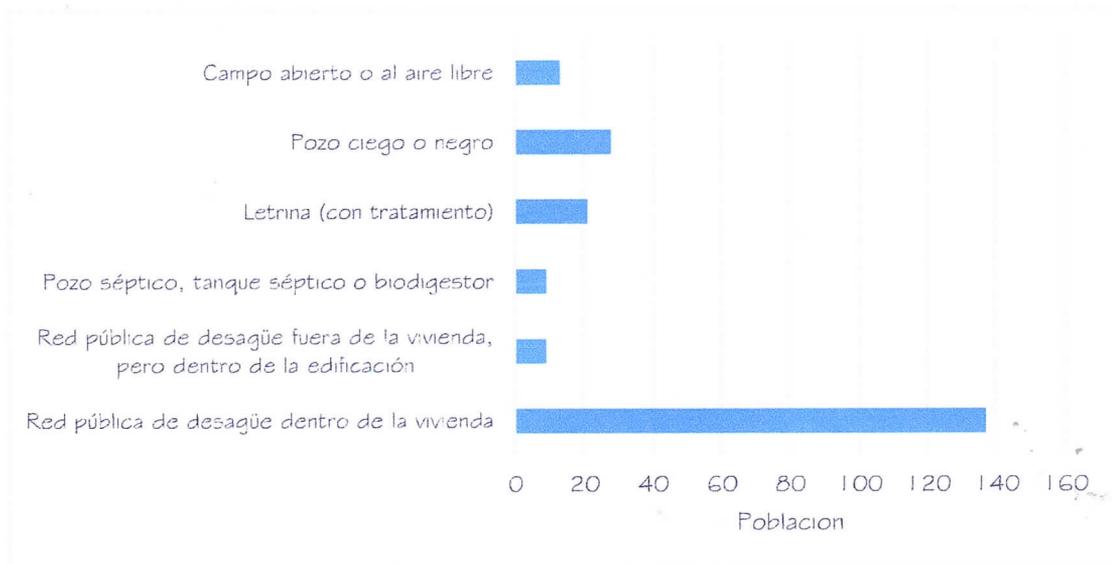
  
 Ing. Robert R. Pílares Hualpa  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 CIP. 82435

Tabla N° 06: Viviendas con servicios higiénicos.

Servicio higiénico que tiene la vivienda	Casos	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	137	63.13
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	9	4.15
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	9	4.15
Letrina (con tratamiento)	21	9.68
Pozo ciego o negro	28	12.90
Campo abierto o al aire libre	13	5.99
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Censo 2017

Gráfico N° 03: Viviendas con servicios higiénicos.



Fuente: Censo 2017

### 2.3.6 ENERGÍA ELÉCTRICA

De acuerdo con la Tabla N° 07, en el anexo de cosos el 94.93 % de las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica a través de la red pública, mientras que 5.07 % no cuenta el servicio de energía eléctrica.

Tabla N° 07: Viviendas con servicio eléctrico

La vivienda tiene alumbrado eléctrico por red pública	Casos	%
Sí tiene alumbrado eléctrico	206	94.93
No tiene alumbrado eléctrico	11	5.07
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Censo 2017

### 2.3.7 EDUCACIÓN

En el anexo de cosos se cuenta con 2 instituciones educativas, las 2 instituciones educativas están dedicadas a la educación básica regular en diferentes niveles (inicial, primaria y secundaria), todas las instituciones educativas pertenecen a la gestión pública.

Tabla N° 08: Instituciones educativas en el anexo cosos

Nombre	Nivel	Gestión	Alumnos
José Rodríguez Bustamante	Primaria	Sector Educación	67
Cosos	Inicial - jardín	Sector Educación	29

Fuente: Escala 2020

### 2.3.8 SALUD

En materia de salud la población del anexo cosos acude al centro poblado de Aplao para atenciones primarias ya que cuenta con infraestructura básica para la atención de salud, Los casos de mayor gravedad se derivan a los hospitales de la ciudad de Arequipa.

Tabla N° 09: Establecimientos de salud en el anexo cosos

Nombre	Red	Dependencia
Centro médico Aplao	Es Salud	
Hospital Aplao	Castillos Condesuyos - la unión	Gobierno regional

Fuente: SIGRID 2021

## 2.4 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

El clima de distrito de Aplao es templado, desértico y con amplitud térmica moderada.

### 2.4.1 TEMPERATURA

Según los reportes de la Estación Meteorológica Aplao, el clima es semicálido, en la estación de invierno, existe problemas de bajas temperaturas, entendiéndose como el trastorno climatológico caracterizado por frío intenso y lluvias con desplazamiento de masas de aire frío y vientos huracanados, que se presenta en la región de Arequipa a partir del mes de abril donde se registran descensos bruscos de temperaturas que oscilan entre 08 hasta - 20 grados centígrados.

### 2.4.2 PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS

Para las condiciones climatológicas, se ha tomado la información del Informe Técnico de SENAMHI, Informe de Lluvias Intensas y Umbrales de Precipitación en la Región Arequipa.

La información meteorológica basada para la caracterización del clima del área de estudio, proviene de la (Estación climatológica de Aplao – Provincia de Castilla).

La época húmeda con mayores precipitaciones se da en los meses de diciembre a marzo, siendo los meses de abril y noviembre los meses de transición; mientras la época de secas corresponde a los demás meses del año.

#### 2.4.2.1 PRECIPITACIÓN

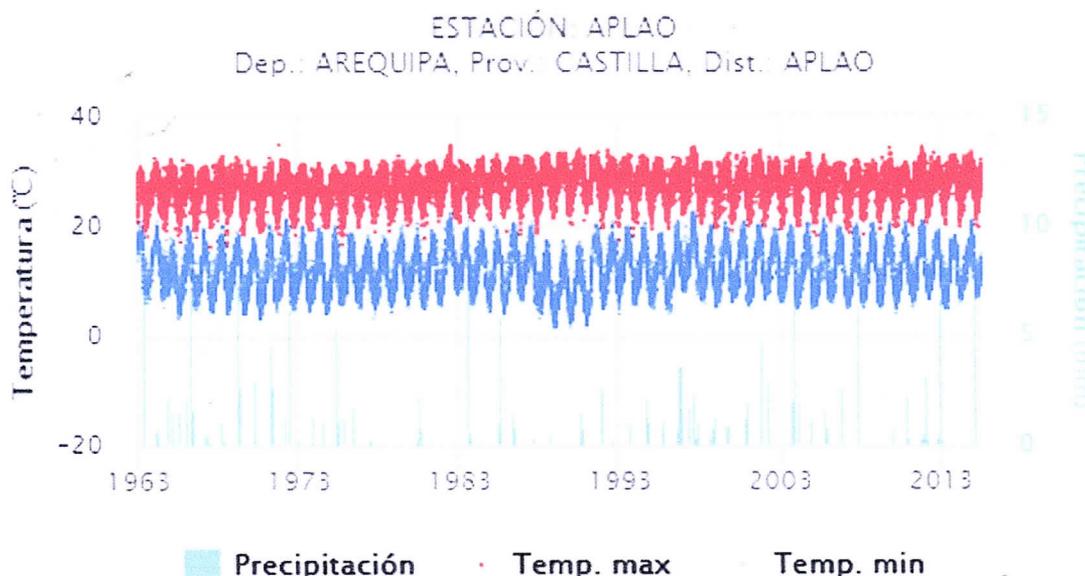
La precipitación se considera como la primera variable hidrológica y es la entrada natural del agua, dentro del balance hídrico de los agro-ecosistemas y de las cuencas

hidrográficas. El régimen de la precipitación, estará sujeta a las características climáticas estacionales de la zona.

Normalmente, las zonas ubicadas a mayor altitud presentan las mayores cantidades de lluvias. La estación meteorológica considerada en la presente evaluación de precipitación extrema se tomó valores de la (Estación climatológica de Aplao – Provincia de Castilla).

Este fenómeno natural ha sido considerado para evaluar el nivel de peligrosidad que presenta el anexo Cosos distrito de Aplao, ya que tiene una mayor probabilidad de ocurrencia en la época de verano entre los meses de diciembre y marzo donde se da una precipitación excesiva, provocando un aumento de caudal en las quebradas y torrenteras aledañas que pasan por el anexo de Cosos.

Gráfico N° 04: Resumen histórico de la temperatura (°C) vs precipitación (mm/día)



Fuente: SENAMHI

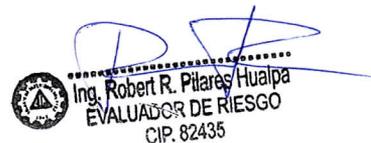
**Comportamiento mensual de la precipitación durante el año**

En estaciones ubicadas en altitudes menores a los 3 000 msnm, las lluvias se presentan de diciembre a marzo, presentándose sus mayores intensidades entre los meses de enero a marzo, empezando a disminuir significativamente en abril.

Tabla N° 10: Umbrales calculados para el área de estudio

Umbrales de precipitación	Caracterización de lluvias extremas
0.350 mm <= RR/día < 0.450 mm	Extremadamente lluvioso
0.250 mm <= RR/día < 0.350 mm	Muy lluvioso
0.150 mm <= RR/día < 0.250 mm	Lluvioso
0.075 mm <= RR/día < 0.150 mm	Moderadamente lluvioso

Fuente: Elaboración propia

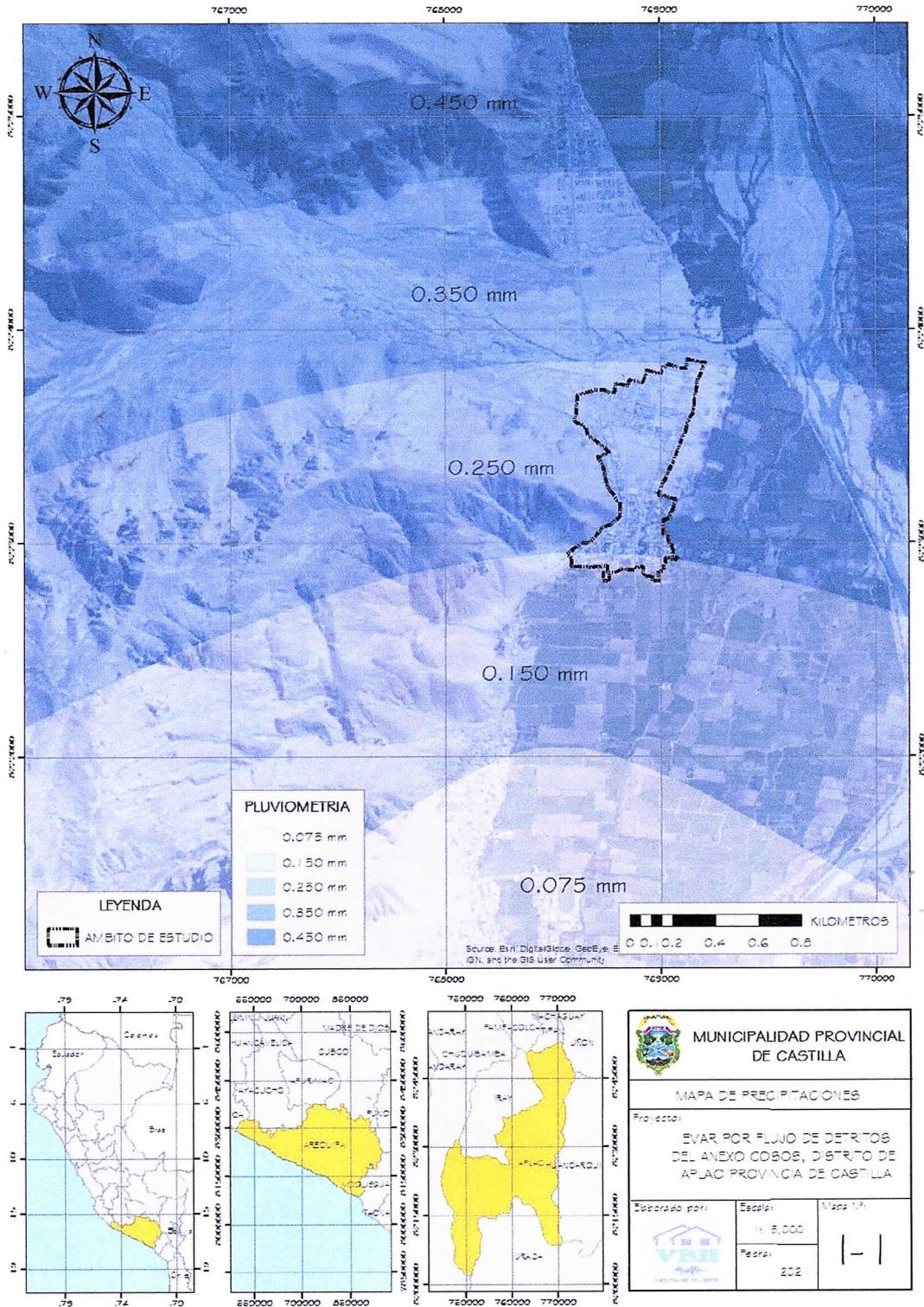


Ing. Robert R. Pílarés Hualpa  
EVALUADOR DE RIESGO  
CIP. 82435

**INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

Mapa N° 03: Mapa de Precipitaciones del anexo cosos



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Robert R. Pílarés Hualpa**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 CIP. 82435

## 2.5 CONDICIONES GEOLÓGICAS

### 2.5.1 GEOLOGÍA

Tomando como referencia los mapas geológicos de los cuadrángulos La Yesera (33-q) y Aplao (33-r), realizados por Pecho y Morales (1998) y Guizado y Guevara (1998), respectivamente, podemos indicar que el área comprendida entre Caspani-Aplao-Casquina, se encuentran afloramientos sedimentarios del Grupo Yura, conformados desde la base al tope por:

- Areniscas cuarcíticas de color gris blanco con estratificación sesgada y limo arcillas de color gris oscuras (Formación Labra).
- Areniscas cuarcíticas de color blanquecina con estratificación sesgada (Formación Hualhuani).
- En medio del paquete sedimentario de estratos del Grupo Yura, aflora de manera concordante con los depósitos sedimentarios un "sill" andesítico con textura porfírica, el cual presenta un color verde grisáceo.

Al otro lado del valle, en el sector del poblado Huancarqui, sobre la secuencia mencionada afloran depósitos de la Formación Sotillo, conformados de limolitas, limo arcillitas, areniscas limosas de color gris rojiza a marrón rojiza, y hacia el tope de estas secuencias se exponen depósitos de la Formación Moquegua, conformados por conglomerados, areniscas y limolitas grises.

El piso del valle en el sector Aplao está conformado por una unidad netamente aluvioproluvial, producto de depósitos del río Majes con aporte de sedimentos intermitentes depósitos de antiguos huaicos (Evaluación de peligros geológicos en los sectores de Aplao, Casquina y Caspani - INGEMMET - 2019).

A continuación, una breve descripción de las formaciones que componen el grupo Yura que se encuentran en el ámbito de estudio.

#### FORMACIÓN MOQUEGUA Y FORMACIÓN SOTILLO (Po-mo y Pp-so)

Conglomerados, areniscas tobáceas y limonitas grises limolitas, areniscas rojas, tobas lapilli pobremente seleccionadas.

#### DEPOSITO ALUVIAL (Qh-al)

Acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente comparación.

#### FORMACIÓN GRAMADAL Y FORMACIÓN LABRA Y FORMACIÓN HUALHUANI (Js-g y Js-l y Ki-hu)

Calizas grises, areniscas cuarzosas lutitas bituminosas y Areniscas cuarzosas gris blanquecinas, areniscas calcáreas, y Areniscas cuarzosas de grano fino a medio, coloraciones blanquecinas.

#### ANDESITA (P-and)

Andesita.

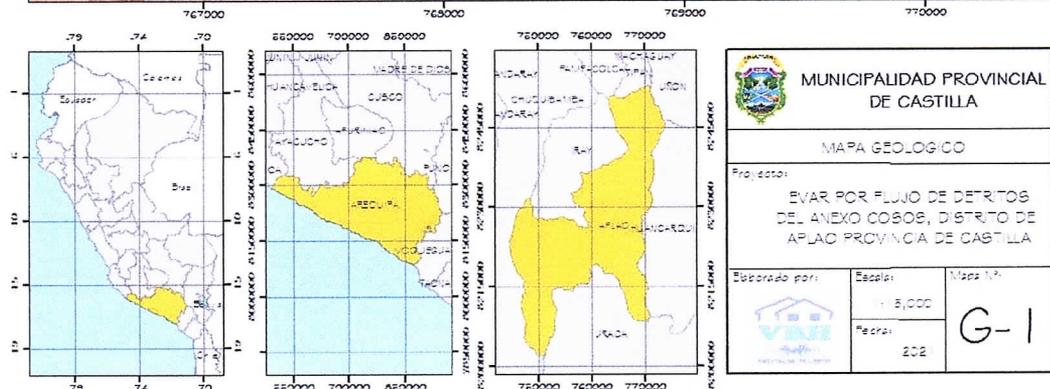
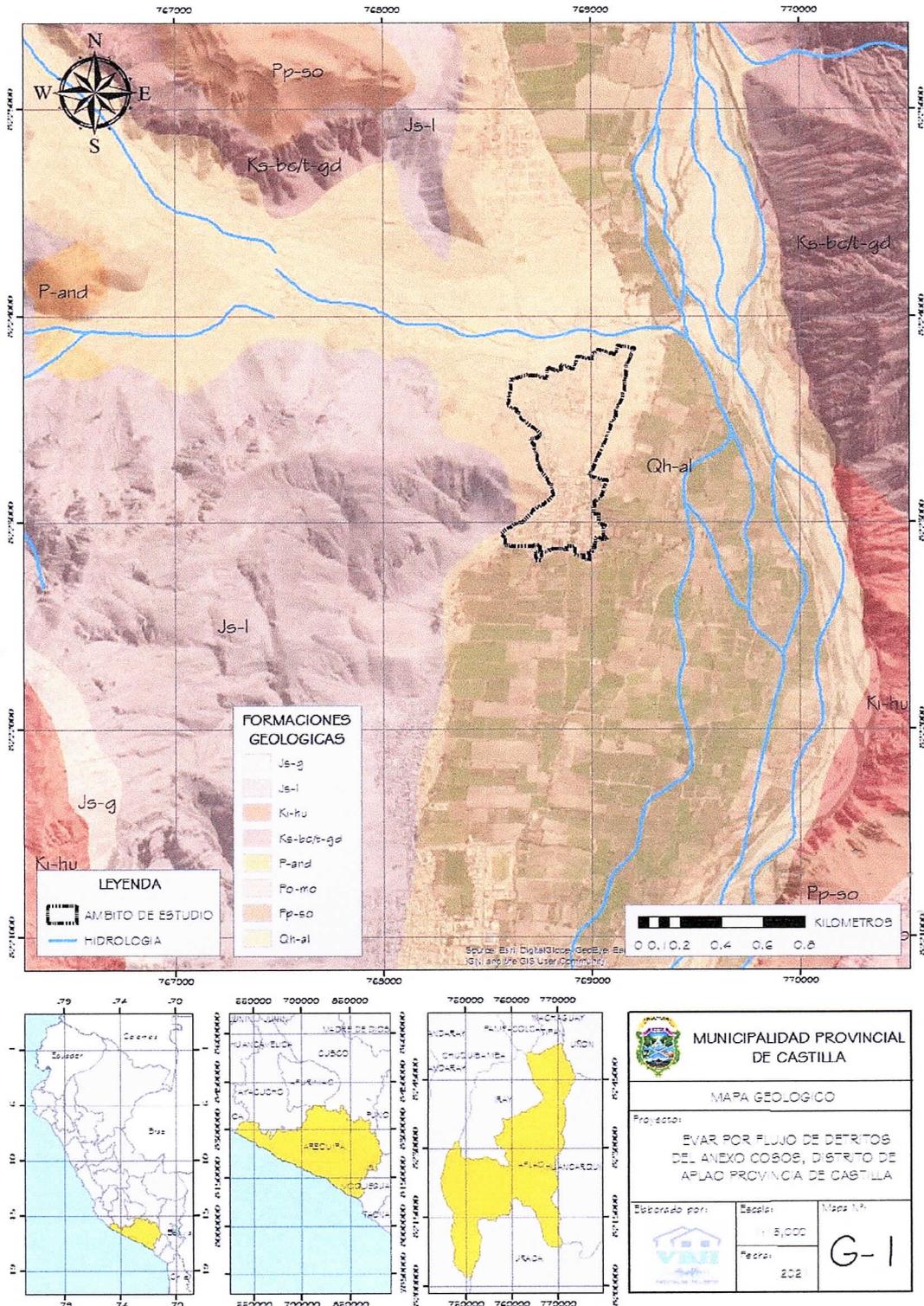
#### BATOLITO DE LA COSTA – SUPER UNIDAD TIABAYA - GRANODIORITA (Ks-bc/t-gd)

Granodiorita.

**INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

Mapa N° 04: Mapa geológico del anexo cosos



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Robert R. Pílares Hualpa**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 CIP. 82435

### 2.5.2 GEOMORFOLOGÍA

Desde el punto de vista geomorfológico Aplao, Casquina y Caspani se encuentran sobre una unidad piedemonte proluvial (originada por huaicos), que presenta laderas agrestes con pendientes moderadas a pronunciadas, entre 25° a 70°. Las laderas inferiores, mezcla de niveles de terrazas aluviales del río Majes, y de piedemonte proluvial, presentan una inclinación menor a 5°; esta pendiente se incrementa al interior y aguas arriba de las quebradas (hacia sus cabeceras) alcanzando pendientes entre 5 y 25°. (INGEMMET).

- Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (PL-i y al).
- Llanura o planicie inundable y terraza aluvial (PL-i y T-al).
- Colina en roca sedimentaria y colina estructural en roca sedimentaria (RC-rs y RCE-rs).
- Montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria y montaña estructural en roca sedimentaria (RMCE-rs y RME-rs).
- Colina y lomada en roca intrusiva y montaña en roca intrusiva (RCL-ni y RM-ni).

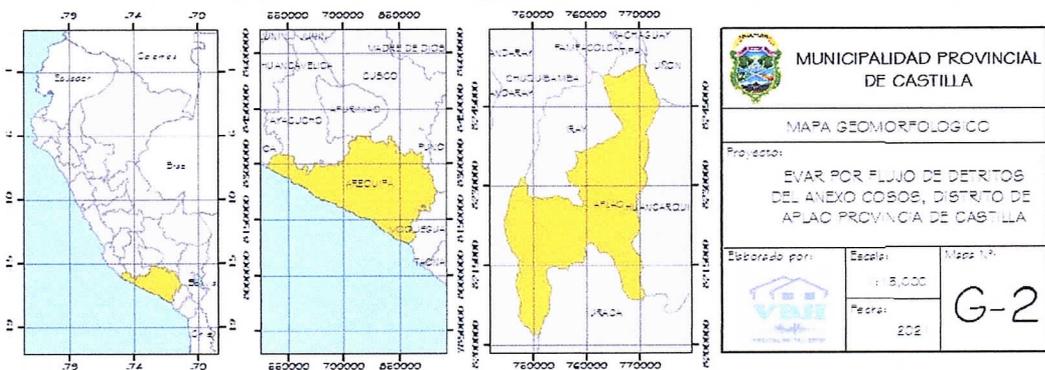
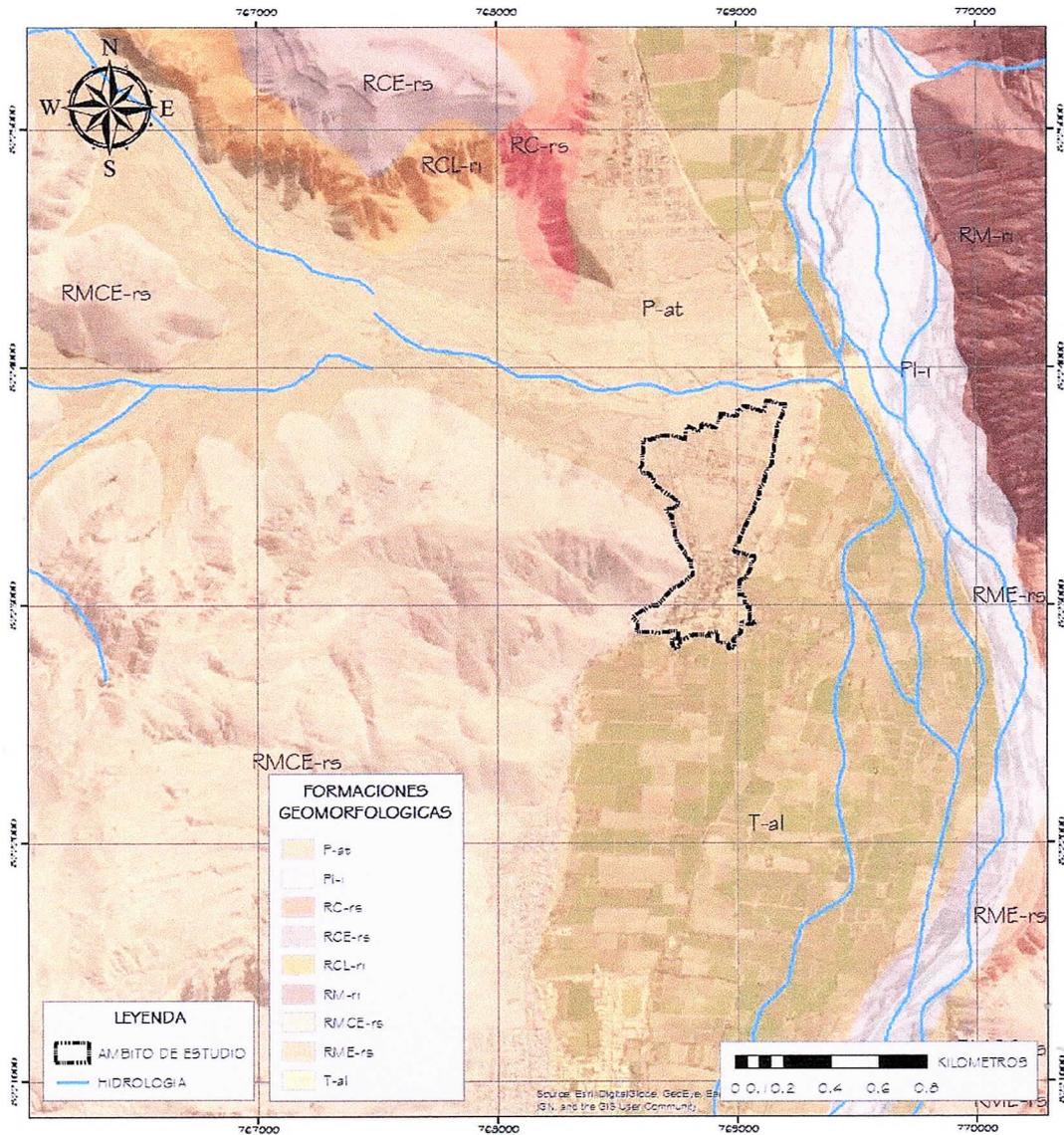


Ing. Robert R. Pilares Hualpa  
EVALUADOR DE RIESGO  
CIP. 82435

# INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

Mapa N° 05: Mapa de geomorfológico del anexo cosos



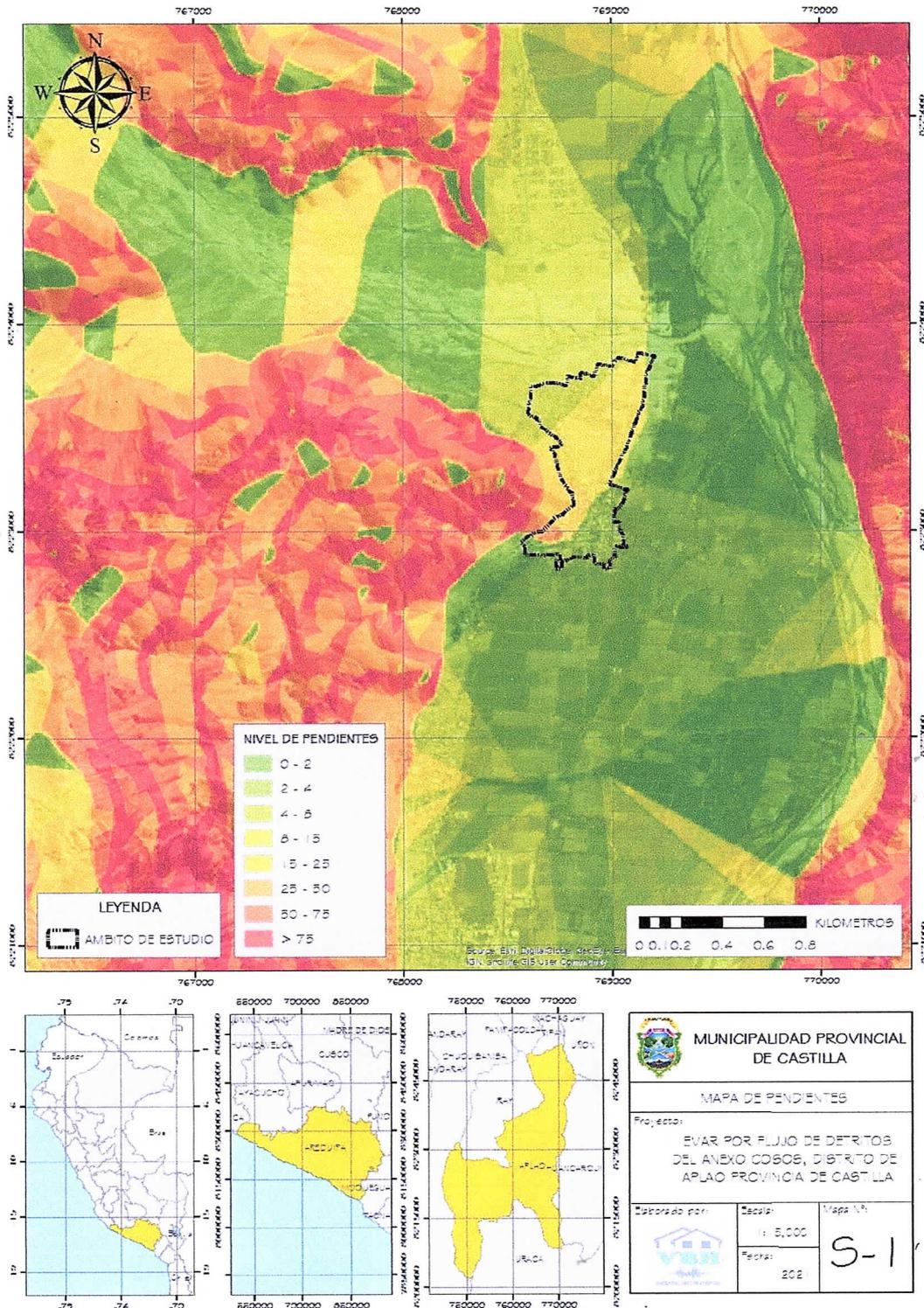
Fuente: Elaboración propia

  
 Ing. Robert R. Pílares Hualpa  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 CIP. 82435

**2.5.3 PENDIENTE**

La pendiente del anexo de cosos viene de muy baja a muy alta teniendo los valores indicados en el mapa de pendientes.

Mapa N° 06: Mapa de Pendientes del anexo cosos



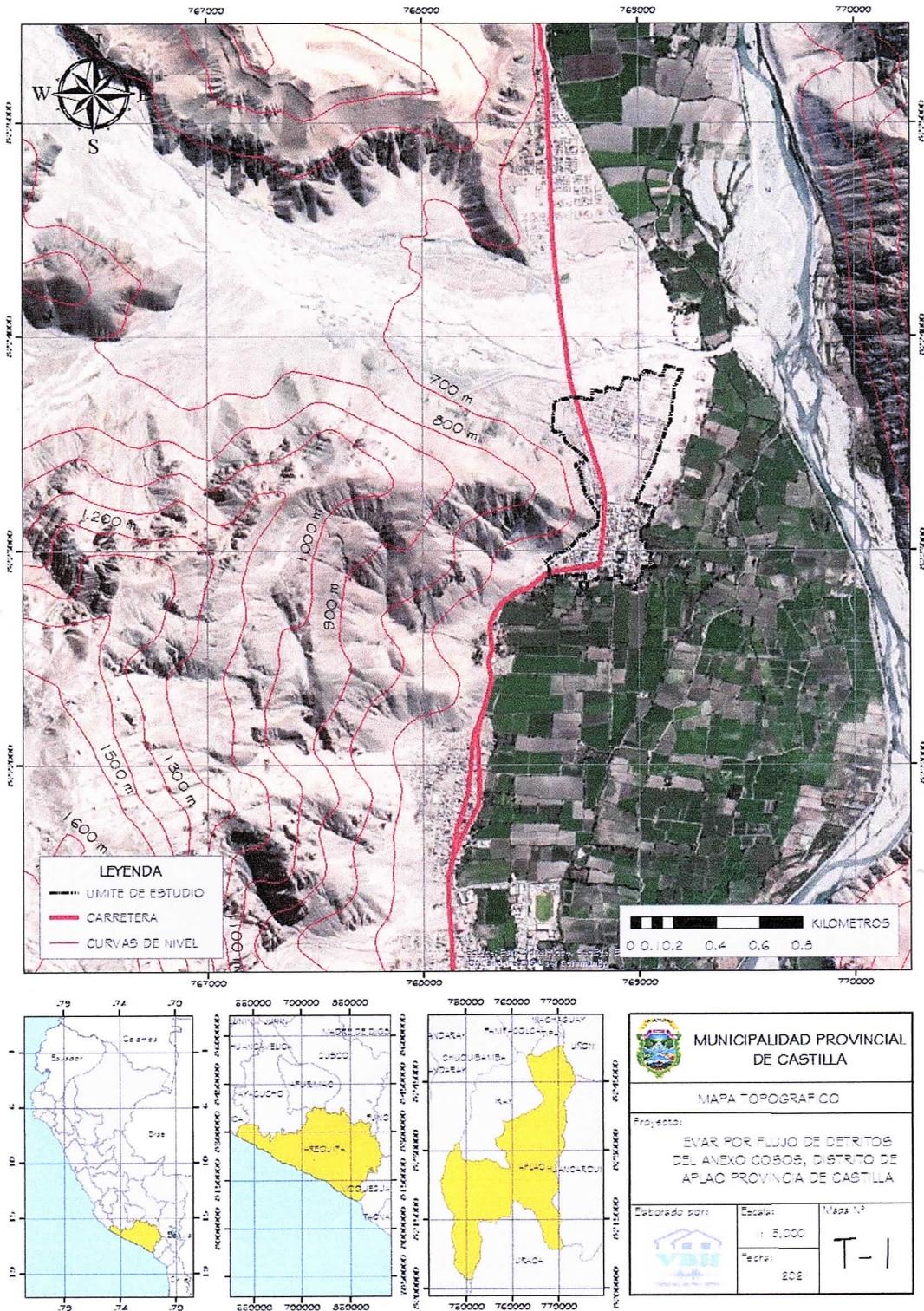
Fuente: Elaboración propia

**Ing. Robert R. Pílares Hualpa**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 CIP. 82436

**2.5.4 TOPOGRAFIA Y RELIEVE DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Mapa N° 07: Mapa de topográfico del anexo cosos



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Robert R. Pílares Hualpa**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 CIP. 82.415



### INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS

"Informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

#### 2.5.5 FAJA MARGINAL DE LA QUEBRADA COSOS (ANA)

Mapa N° 08: Mapa de la faja marginal de la quebrada cosos



Fuente: Elaboración propia



Ing. Robert R. Pílares Hualpa  
EVALUADOR DE RIESGO  
CIP. 82435



## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

---

# CAPITULO III

**3 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGROSIDAD**

**3.1 METODOLOGÍA**

La metodología a utilizar tanto para la evaluación del peligro, como para el análisis de la vulnerabilidad, es el procedimiento de Análisis Jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión. (CENEPRED, 2014).

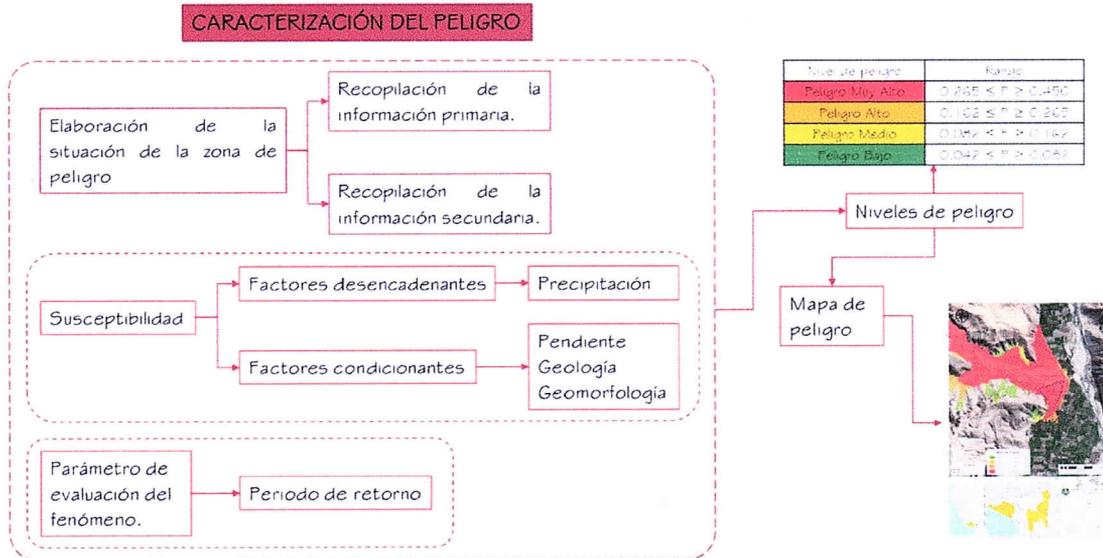
**3.2 IDENTIFICACIÓN DEL FENÓMENO Y EL PELIGRO**

El peligro a analizar en el presente estudio es generado por fenómenos de origen natural y es de geodinámica externa según el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, dicho fenómeno es el flujo de detritos.

**3.3 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS**

Para determinar el nivel de peligrosidad por flujo de detritos, se utilizó la siguiente metodología descrita en el gráfico N° 05

Gráfico N° 05: Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad.



Fuente: Elaboración propia

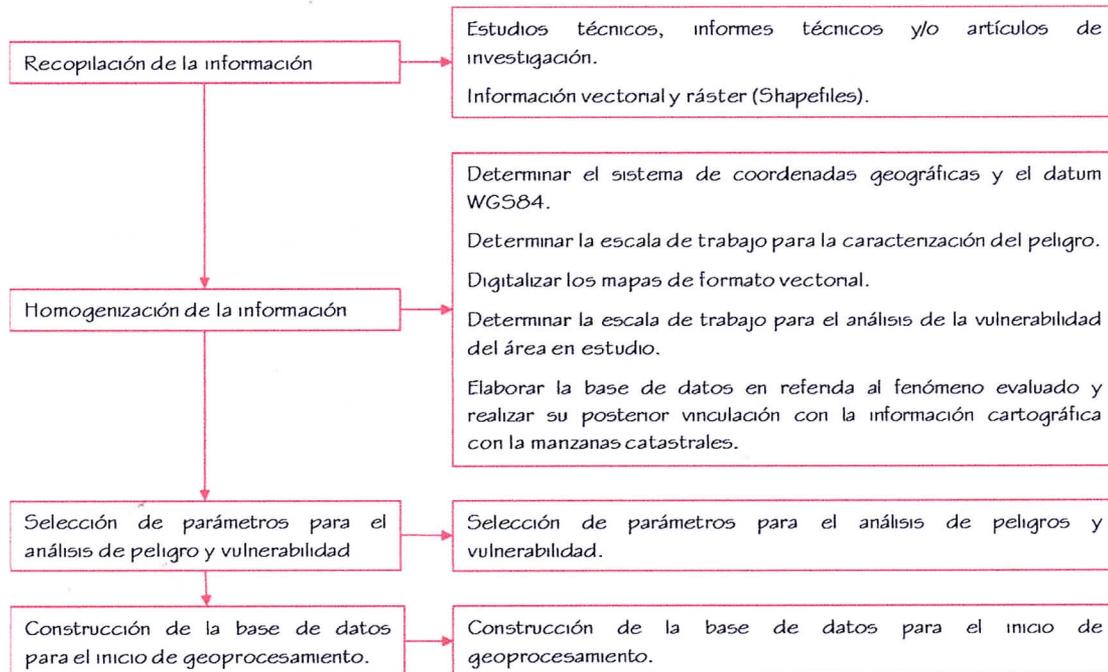
**3.4 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

Se ha realizado la recopilación de la información disponible: estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMET, INEI, SENAMHI, ANA, MINAGRI), Información histórica, cartográfica, topográfica, hidrográfica, climatológica, geológica y geomorfológica del distrito de Aplao para el presente estudio.

Así también, se ha realizado el análisis de la información proporcionada de entidades técnico-científicas y estudios publicados acerca de las zonas evaluadas.

  
 Ing. Robert R. Pílares Hualpa  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 CENEPRED

Gráfico N° 06: Flujoograma general del proceso de análisis de información.



Fuente: Elaboración propia

### 3.5 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Para identificar y caracterizar el peligro, se ha considerado la información generada por visita de campo, así como la identificación de peligros y emergencias proporcionado en el área del Anexo Cosos del distrito de Aplao, se basa en los eventos de origen hidrometeorológico, principalmente flujo de detritos que afectan la infraestructura (viviendas) y los medios de vida de los pobladores del dicho Anexo antes mencionado.

Para el presente informe se está tomando el peligro de flujo de detritos, los huaicos se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo y afectan los medios de vida de los pobladores del Anexo Cosos y los terrenos circundantes.

Cabe mencionar que la zona de intervención no cuenta con mucha información técnica de los eventos ocurridos como intensidad, magnitud, frecuencia, áreas afectadas, daños causados o pérdidas de infraestructura.

### 3.6 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO GENERADO POR FLUJO DE DETRITOS

Los flujos constituyen un tipo de movimiento de masa fluidificada por el agua o aire. El flujo implica una mayor deformación interna que un deslizamiento. Los movimientos tienen lugar sobre un gran número de pequeñas superficies de cizalla o porque el contenido de agua en la masa es tan alto, que llega a comportarse como un fluido.

### 3.7 PARÁMETRO DE EVALUACIÓN DEL FENÓMENO

#### a) Frecuencia

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro de evaluación, se utilizó el proceso de análisis jerárquico, los resultados son los siguientes:

Tabla N° 11: Matriz de comparación de pares del parámetro de frecuencia

Frecuencia	Mayor a 4 eventos por años en promedio	De 3 a 4 eventos por año en promedio	De 2 a 3 eventos por año en promedio	De 1 a 2 eventos por año en promedio	De 1 evento por año en promedio o menor
Mayor a 4 eventos por años en promedio	1.000	3.000	3.000	5.000	7.000
De 3 a 4 eventos por año en promedio	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
De 2 a 3 eventos por año en promedio	0.333	0.333	1.000	3.000	5.000
De 1 a 2 eventos por año en promedio	0.200	0.200	0.333	1.000	3.000
De 1 evento por año en promedio o menor	0.143	0.143	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	2.010	4.676	7.533	14.333	23.000
<b>1/Suma</b>	0.498	0.214	0.133	0.070	0.043

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12: Matriz de normalización de pares del parámetro de frecuencia

Frecuencia	Mayor a 4 eventos por años en promedio	De 3 a 4 eventos por año en promedio	De 2 a 3 eventos por año en promedio	De 1 a 2 eventos por año en promedio	De 1 evento por año en promedio o menor	Vector Priorización
Mayor a 4 eventos por años en promedio	0.498	0.642	0.398	0.349	0.304	0.438
De 3 a 4 eventos por año en promedio	0.166	0.214	0.398	0.349	0.304	0.286
De 2 a 3 eventos por año en promedio	0.166	0.071	0.133	0.209	0.217	0.159
De 1 a 2 eventos por año en promedio	0.100	0.043	0.044	0.070	0.130	0.077
De 1 evento por año en promedio o menor	0.071	0.031	0.027	0.023	0.043	0.039

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro de frecuencia.

IC	0.072
RC	0.065

Fuente: Elaboración propia

### 3.8 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO ANTE EL PELIGRO

Para la evaluación de la susceptibilidad en el área de influencia por el peligro de flujo de detritos en el anexo cosos, se consideraron los factores desencadenantes y condicionantes:

Tabla N° 14: Factores condicionantes y desencadenantes

Factor desencadenante	Factor condicionante		
Precipitación	Geomorfología	Geología	Pendiente

Fuente: Elaboración propia

#### 3.8.1 ANÁLISIS DEL FACTOR DESENCADENANTE

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

- b) Parámetro: Precipitación

Tabla N° 15: Matriz de comparación de pares del parámetro de precipitación

Precipitación	Mayor a P99	P95 - P99	P90 - P95	P75 - P90	Menor a P75
Mayor a P99	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
P95 - P99	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
P90 - P95	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
P75 - P90	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Menor a P75	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 16: Matriz de normalización de pares del parámetro de precipitación

Precipitación	Mayor a P99	P95 - P99	P90 - P95	P75 - P90	Menor a P75	Vector Priorización
Mayor a P99	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
P95 - P99	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
P90 - P95	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
P75 - P90	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a P75	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Precipitación.

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia

### 3.8.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor condicionantes, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

- a) Parámetro: Geología

Para atacar el factor de la geología subdividimos las unidades geológicas en 5 grupos (los cuales presentan características similares) se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla N° 18: Subdivisión de unidades geológicas para el análisis del peligro.

Unidad	Grupo
Formación Moquegua (Po-mo)	1
Formación sotillo (Pp-so)	1
Deposito aluvial (Qh-al)	2
Formación Gramadal (Js-g)	3
formación labra (Js-l)	3
formación Hualhuani (Ki-hu)	3
Andesita (p-and)	4
Batolito de la costa – súper unidad Tiabaya - granodiorita (Ks-bc/t-gd)	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19: Matriz de comparación de pares del parámetro de geología.

Geología	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Grupo 1	1.000	3.000	3.000	5.000	5.000
Grupo 2	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Grupo 3	0.333	0.333	1.000	3.000	5.000
Grupo 4	0.200	0.200	0.333	1.000	3.000
Grupo 5	0.200	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	2.067	4.676	7.533	14.333	21.000
1/Suma	0.484	0.214	0.133	0.070	0.048

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20: Matriz de normalización de pares del parámetro de geología.

Geología	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Vector Priorización
Grupo 1	0.484	0.642	0.398	0.349	0.238	0.422
Grupo 2	0.161	0.214	0.398	0.349	0.333	0.291
Grupo 3	0.161	0.071	0.133	0.209	0.238	0.163
Grupo 4	0.097	0.043	0.044	0.070	0.143	0.079
Grupo 5	0.097	0.031	0.027	0.023	0.048	0.045

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 21: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro geología.

IC	0.095
RC	0.085

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Geomorfología

Para atacar el factor de la geomorfología subdividimos las unidades geomorfológicas en 5 grupos (los cuales presentan características similares) se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla N° 22: Subdivisión de unidades geomorfológicas para el análisis del peligro.

Unidad	Grupo
Vertiente o piedemonte aluvio - torrencial (P-at)	1
Llanura o planicie inundable (PL-i)	2
Terraza aluvial (T-al)	2
Colina en roca sedimentaria (RC-rs)	3
Colina estructural en roca sedimentaria (RCE-rs)	3
Montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria (RMCE-rs)	4
Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)	4
Colina y lomada en roca intrusiva (RCL-ri)	5
Montaña en roca intrusiva (RM-ri)	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 23: Matriz de comparación de pares del parámetro de geomorfología.

Geomorfología	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Grupo 1	1.000	3.000	3.000	5.000	7.000
Grupo 2	0.333	1.000	3.000	3.000	5.000
Grupo 3	0.333	0.333	1.000	3.000	5.000
Grupo 4	0.200	0.333	0.333	1.000	3.000
Grupo 5	0.143	0.200	0.200	0.333	1.000
Suma	2.010	4.867	7.533	12.333	21.000
1/Suma	0.498	0.205	0.133	0.081	0.048

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 24: Matriz de normalización de pares del parámetro de geomorfología.

Geomorfología	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Vector Priorización
Grupo 1	0.498	0.616	0.398	0.405	0.333	0.450
Grupo 2	0.166	0.205	0.398	0.243	0.238	0.250
Grupo 3	0.166	0.068	0.133	0.243	0.238	0.170
Grupo 4	0.100	0.068	0.044	0.081	0.143	0.087
Grupo 5	0.071	0.041	0.027	0.027	0.048	0.043

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 25: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro geomorfología.

IC	0.070
RC	0.063

Fuente: Elaboración propia

c) Parámetro: Pendientes

Tabla N° 26: Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente

Pendientes	Menor a 4%	4% a 8%	8 % a 15%	15 % a 25%	Mayor a 25%
Menor a 4%	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
4% a 8%	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
8 % a 15%	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
15 % a 25%	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Mayor a 25%	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 27: Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente

Pendientes	Menor a 4%	4% a 8%	8 % a 15%	15 % a 25%	Mayor a 25%	Vector Priorización
Menor a 4%	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
4% a 8%	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
8 % a 15%	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
15 % a 25%	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mayor a 25%	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 28: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro pendiente.

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia

### 3.8.2.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DEL FACTOR CONDICIONANTES

Tabla N° 29: Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en los factores condicionantes.

Factores Condicionantes	Geomorfología	Geología	Pendiente
Geomorfología	1.000	3.000	7.000
Geología	0.333	1.000	5.000
Pendiente	0.143	0.200	1.000
Suma	1.476	4.200	13.000
1/Suma	0.677	0.238	0.077

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 30: Matriz de normalización de pares de los parámetros utilizados en los factores condicionantes.

Factores Condicionantes	Geomorfología	Geología	Pendiente	Vector Priorización
Geomorfología	0.677	0.714	0.538	0.643
Geología	0.226	0.238	0.385	0.283
Pendiente	0.097	0.048	0.077	0.074

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 31: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los parámetros utilizados en los factores condicionantes.

IC	0.033
RC	0.062

Fuente: Elaboración propia

### 3.9 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

En el área de influencia del anexo cosos, se encuentran elementos expuestos susceptibles ante el impacto por el peligro de flujo de detritos, como: viviendas, colegios, vías departamentales y servicios públicos básicos, entre otros.

#### 3.9.1 ELEMENTOS EXPUESTOS A NIVEL SOCIAL

A continuación, se muestran los principales elementos expuestos a nivel social ubicados en la faja marginal de la quebrada cosos.

Tabla N° 32: Elementos expuestos a nivel social.

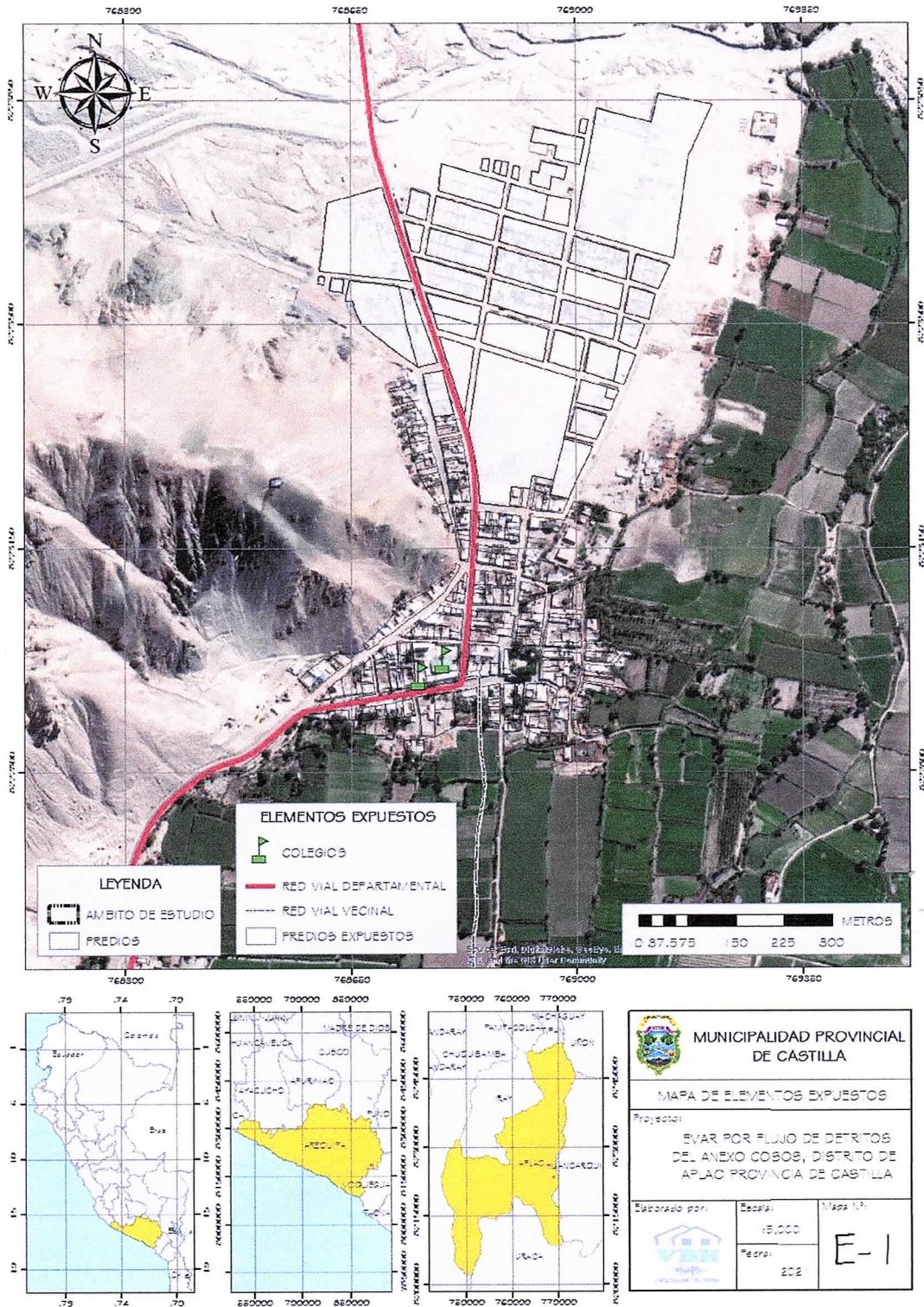
Elementos	Numero	Descripción
Población	164 hab.	Población ubicada en la faja marginal de la quebrada Cosos.
Viviendas	58 Und.	Viviendas ubicadas en la faja marginal de la quebrada Cosos.

Fuente: Elaboración propia

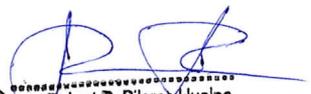
### INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS

"Informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

Mapa N° 09: Mapa de elementos expuestos del anexo cosos



Fuente: Elaboración propia

  
 Ing. Robert R. Pílares Hualpa  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 CIP. 82435

**3.9.2 ELEMENTOS EXPUESTOS A NIVEL ECONÓMICO**

A continuación, se muestran los principales elementos expuestos a nivel económico ubicados en la faja marginal de la quebrada cosos.

Tabla N° 33: Elementos expuestos a nivel económico.

Elementos	Descripción
Vías departamentales	Vías que comunica al distrito de Aplao (castilla - Arequipa) con Apurímac.
Vías vecinales	Vías que comunican al anexo cosos.

Fuente: Elaboración propia

**3.10 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS**

Se ha considerado el escenario más alto:

Que se encuentre inmerso en una unidad geológica del grupo 1 y 2 así mismo que se encuentre inmerso en una unidad geomorfológica del grupo 1 y 2, que tenga una pendiente menor a 4%, y que cuente con precipitación mayor a P95 y que la frecuencia sea mayor a 3 eventos por año en promedio.

**3.11 NIVELES DE PELIGROSIDAD**

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

Tabla N° 34: Calculo de la susceptibilidad

Factor Condicionante						Valor	Peso	Factor Desencadenante		Valor	Peso
Pendientes		Geología		Geomorfología				Precipitación			
P.Param	P. Desc	P.Param	P. Desc	P.Param	P. Desc			P.Param	P. Desc		
0.074	0.503	0.283	0.422	0.643	0.450	0.446	0.900	1.000	0.503	0.503	0.100
0.074	0.260	0.283	0.291	0.643	0.250	0.263	0.900	1.000	0.260	0.260	0.100
0.074	0.134	0.283	0.163	0.643	0.170	0.165	0.900	1.000	0.134	0.134	0.100
0.074	0.068	0.283	0.079	0.643	0.087	0.084	0.900	1.000	0.068	0.068	0.100
0.074	0.035	0.283	0.045	0.643	0.043	0.043	0.900	1.000	0.035	0.035	0.100

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 35: Calculo del peligro

Susceptibilidad		Parámetro de Evaluación		Valor del Peligro
Valor	Peso	Frecuencia		
		Valor	Peso	
0.452	0.900	0.438	0.100	0.450
0.262	0.900	0.286	0.100	0.265
0.162	0.900	0.159	0.100	0.162
0.082	0.900	0.077	0.100	0.082
0.042	0.900	0.039	0.100	0.042

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 36: Niveles de Peligro

Nivel de peligro	Rango
Peligro Muy Alto	0.265 <= P < 0.450
Peligro Alto	0.162 <= P < 0.265
Peligro Medio	0.082 <= P < 0.162
Peligro Bajo	0.042 <= P < 0.082

Fuente: Elaboración propia

**3.12 ESTRATIFICACIÓN DE NIVELES DE PELIGRO**

En la siguiente tabla se muestra la matriz de peligros obtenido:

Tabla N° 37: Estratificación de niveles de Peligro

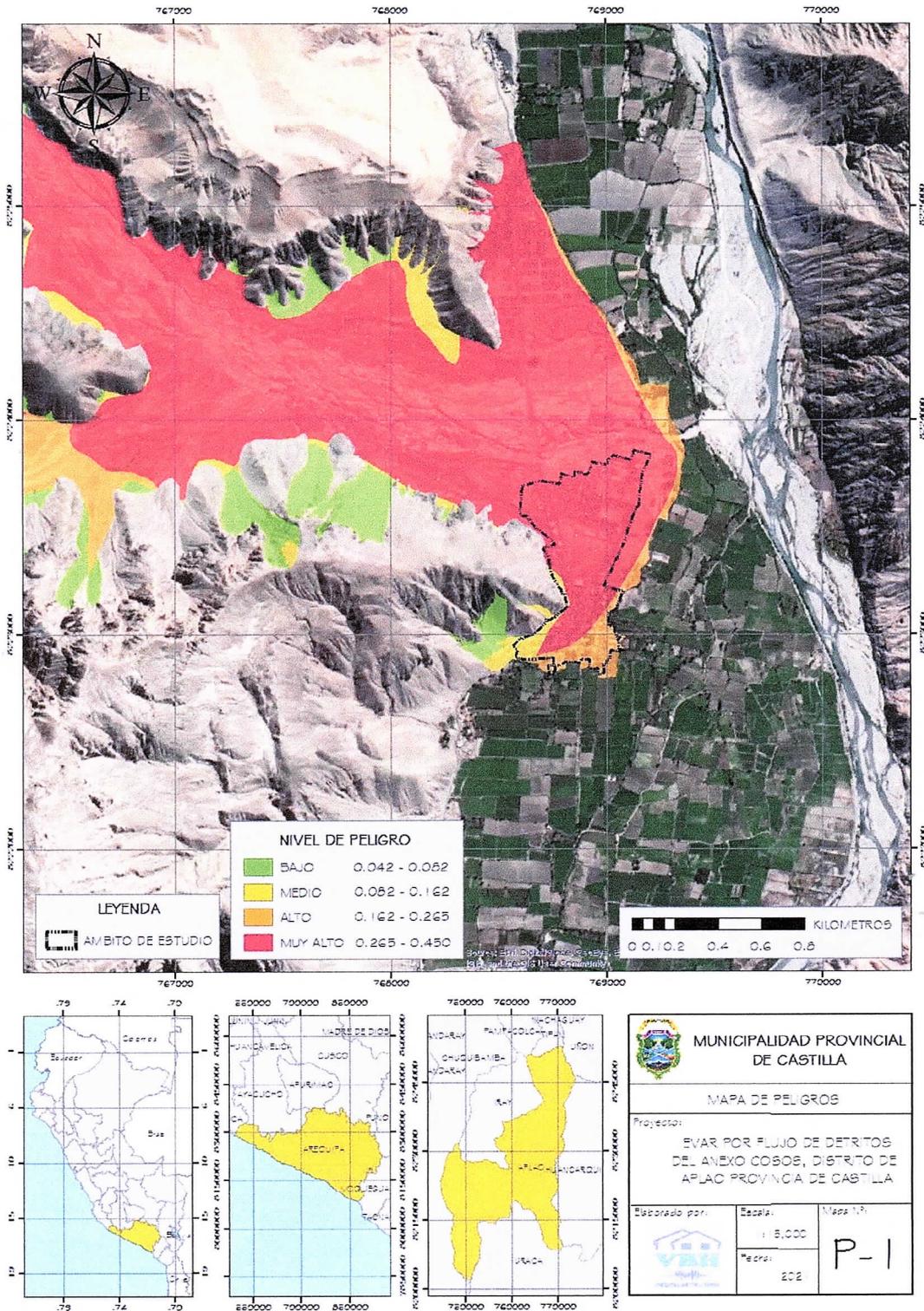
Niveles de peligro	Descripción
Peligro Muy Alto	Que se encuentre inmerso en una unidad geológica de la formación Moquegua (Po-mo) o en la formación sotillo (Pp-so) o en depósitos aluviales (Qh-al) así mismo que se encuentre inmerso en la unidad geomorfológica vertiente o piedemonte aluvio – torrencial (P-at) o llanura o planicie inundable (PL-i) o Terraza aluvial (T-al) que tenga una pendiente menor a 4%, y que se encuentre en una zona extremadamente lluviosa con una precipitación acumulada por día > 0.45 mm y que la frecuencia sea mayor a 3 eventos por año en promedio.
Peligro Alto	Que se encuentre inmerso en una unidad geológica de la formación Gramadal (Js-g) o la formación Labra (Js-l) o la formación Hualhuani (Ki-hu), así mismo que se encuentre inmerso en la unidad geomorfológica colina en roca sedimentaria (RC-rs) o colina estructural en roca sedimentaria (RCE-rs), que tenga una pendiente entre 4% a 15% y que se encuentre en una zona muy lluviosa, con una precipitación acumulada por día 0.250 mm < RR/día <= 0.350 mm y que la frecuencia este entre 2 a 3 eventos por año.
Peligro Medio	Que se encuentre inmerso en la unidad geológica andesita (p-and), así mismo que se encuentre inmerso en la unidad geomorfológica montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria (RMCE-rs) o Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs), que tenga una pendiente entre 15% a 25% y que se encuentre en una zona lluviosa con una precipitación acumulada por día 0.150 mm < RR/día <= 0.250 mm y que la frecuencia este entre 1 a 2 eventos por año.
Peligro Bajo	Que se encuentre inmerso en la unidad geológica batolito de la costa – super unidad Tiabaya – granodiorita (Ks-bc/t-gd), así mismo que se encuentre inmerso en la unidad geomorfológica colina y lomada en roca intrusiva (RCL-ri) o montaña en roca intrusiva (RM-ri), que tenga una pendiente mayor al 25% y que se encuentre en una zona moderadamente lluviosa con una precipitación acumulada por día 0.075 mm < RR/día <= 0.150 mm y que la frecuencia sea de 1 vez al año o ninguna.

Fuente: Elaboración propia

**INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

Mapa N° 10: Mapa de Peligros del anexo cosos



Fuente: Elaboración propia

**Ing. Robert R. Pílares Huaipa**  
 EVALUADOR DE RIESGO  
 CIP. 82435



## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

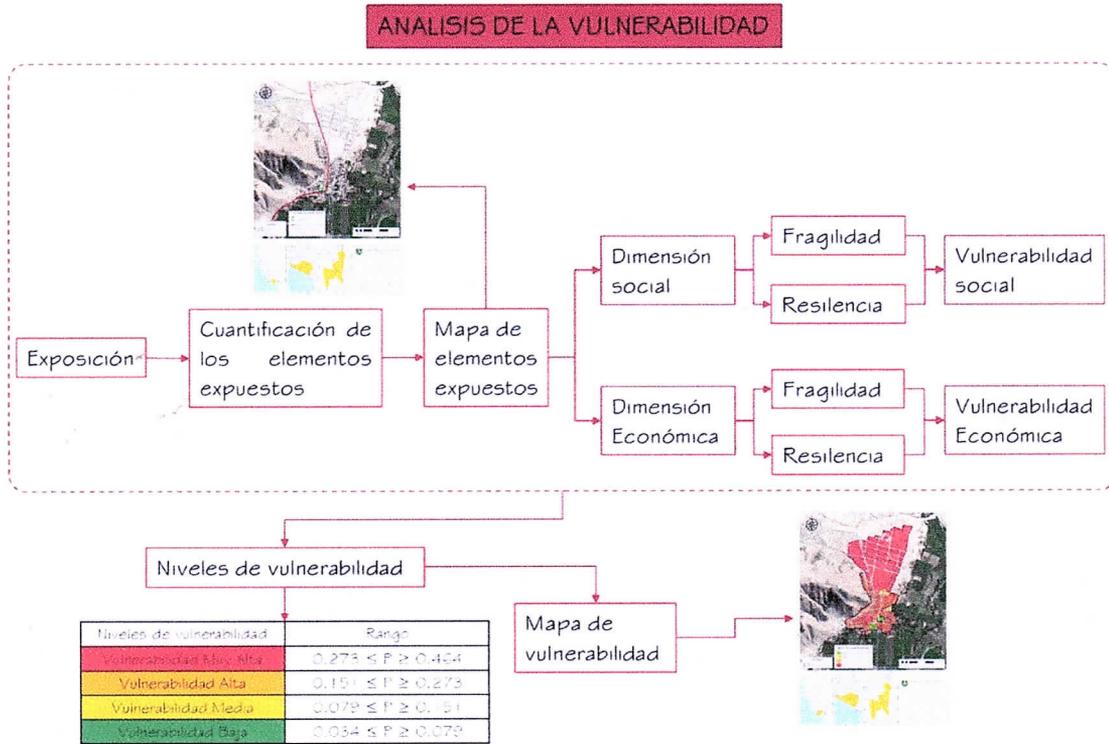
---

# CAPITULO IV

**4 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD**

Para realizar el análisis de la vulnerabilidad, se utiliza la metodología que se muestra en la siguiente imagen.

Gráfico N° 07: Flujoograma para estimar los niveles de vulnerabilidad.



Fuente: Elaboración propia

**4.1 ÁREA DE INFLUENCIA**

El área de influencia en él que se midió lo niveles de vulnerabilidad es el anexo cosos.

**4.2 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE LA VULNERABILIDAD**

Los componentes considerados para el análisis de vulnerabilidad, son la vulnerabilidad en la dimensión social y la económica. Cada componente tiene parámetros que serán analizados en un arreglo matricial, ponderándolos mediante la comparación de pares según el "Proceso de Análisis Jerárquico".

**4.3 VULNERABILIDAD SOCIAL**

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla N° 38: Vulnerabilidad por dimensión social

Vulnerabilidad por Dimensión social	
Fragilidad	Resiliencia
Grupo Etario	Nivel Educativo
Discapacidad	Tipo de Seguro
	Beneficiario de programas sociales

Fuente: Elaboración propia

**4.3.1 ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSIÓN SOCIAL**

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

a) Parámetro: Grupo etario

Tabla N° 39: Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario.

Grupo Etario	De 0 a 5 años y mayores de 65 años	De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	De 18 a 29 años	De 30 a 44 años
De 0 a 5 años y mayores de 65 años	1.000	3.000	5.000	7.000	7.000
De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
De 18 a 29 años	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
De 30 a 44 años	0.143	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.819	4.676	9.533	16.333	23.000
1/Suma	0.550	0.214	0.105	0.061	0.043

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 40: Matriz de normalización de pares del parámetro grupo etario.

Grupo Etario	De 0 a 5 años y mayores de 65 años	De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	De 18 a 29 años	De 30 a 44 años	Vector Priorización
De 0 a 5 años y mayores de 65 años	0.550	0.642	0.524	0.429	0.304	0.490
De 6 a 11 años y de 60 a 64 años	0.183	0.214	0.315	0.306	0.304	0.264
De 12 a 17 años y de 45 a 59 años	0.110	0.071	0.105	0.184	0.217	0.137
De 18 a 29 años	0.079	0.043	0.035	0.061	0.130	0.070
De 30 a 44 años	0.079	0.031	0.021	0.020	0.043	0.039

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 41: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro grupo etario.

IC	0.078
RC	0.070

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Discapacidad

Tabla N° 42: Matriz de comparación de pares del parámetro de discapacidad.

Discapacidad	Visual	Para oír, hablar	Para usar brazos y piernas	Mental o intelectual	No tiene
Visual	1.000	3.000	3.000	3.000	9.000
Para oír, hablar	0.333	1.000	3.000	3.000	9.000
Para usar brazos y piernas	0.333	0.333	1.000	3.000	9.000
Mental o intelectual	0.333	0.333	0.333	1.000	5.000
No tiene	0.111	0.111	0.111	0.200	1.000
Suma	2.111	4.778	7.444	10.200	33.000
1/Suma	0.474	0.209	0.134	0.098	0.030

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 43: Matriz de normalización de pares del parámetro de discapacidad.

Discapacidad	Visual	Para oír, hablar	Para usar brazos y piernas	Mental o intelectual	No tiene	Vector Priorización
Visual	0.474	0.628	0.403	0.294	0.273	0.414
Para oír, hablar	0.158	0.209	0.403	0.294	0.273	0.267
Para usar brazos y piernas	0.158	0.070	0.134	0.294	0.273	0.186
Mental o intelectual	0.158	0.070	0.045	0.098	0.152	0.104
No tiene	0.053	0.023	0.015	0.020	0.030	0.028

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 44: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro de discapacidad.

IC	0.096
RC	0.086

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2 ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN SOCIAL

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

## INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

a) Parámetro: Nivel educativo

Tabla N° 45: Matriz de comparación de pares del parámetro nivel educativo.

Nivel Educativo	Ningun nivel y/o inicial	Primaria	Secundaria	Superior no universitario	Superior universitario
Ningun nivel y/o inicial	1.000	3.000	3.000	5.000	9.000
Primaria	0.333	1.000	3.000	5.000	9.000
Secundaria	0.333	0.333	1.000	3.000	7.000
Superior no universitario	0.200	0.200	0.333	1.000	3.000
Superior universitario	0.111	0.111	0.143	0.333	1.000
Suma	1.978	4.644	7.476	14.333	29.000
1/Suma	0.506	0.215	0.134	0.070	0.034

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 46: Matriz de normalización de pares del parámetro nivel educativo.

Nivel Educativo	Ningun nivel y/o inicial	Primaria	Secundaria	Superior no universitario	Superior universitario	Vector Priorización
Ningun nivel y/o inicial	0.506	0.646	0.401	0.349	0.310	0.442
Primaria	0.169	0.215	0.401	0.349	0.310	0.289
Secundaria	0.169	0.072	0.134	0.209	0.241	0.165
Superior no universitario	0.101	0.043	0.045	0.070	0.103	0.072
Superior universitario	0.056	0.024	0.019	0.023	0.034	0.031

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 47: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro nivel educativo.

IC	0.065
RC	0.058

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Tipo de seguro

Tabla N° 48: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de seguro.

Tipo de seguro	No tiene	SIS	ESSALUD	FFAA-PNP	Seguro privado y/o otro
No tiene	1.000	3.000	3.000	5.000	9.000
SIS	0.333	1.000	3.000	3.000	9.000
ESSALUD	0.333	0.333	1.000	3.000	9.000
FFAA-PNP	0.200	0.333	0.333	1.000	7.000
Seguro privado y/o otro	0.111	0.111	0.111	0.143	1.000
Suma	1.978	4.778	7.444	12.143	35.000
1/Suma	0.506	0.209	0.134	0.082	0.029

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 49: Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de seguro.

Tipo de seguro	No tiene	SIS	ESSALUD	FFAA-PNP	Seguro privado y/o otro	Vector Priorización
No tiene	0.506	0.628	0.403	0.412	0.257	0.441
SIS	0.169	0.209	0.403	0.247	0.257	0.257
ESSALUD	0.169	0.070	0.134	0.247	0.257	0.175
FFAA-PNP	0.101	0.070	0.045	0.082	0.200	0.100
Seguro privado y/o otro	0.056	0.023	0.015	0.012	0.029	0.027

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 50: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de seguro.

IC	0.106
RC	0.095

Fuente: Elaboración propia

c) Parámetro: Beneficiario de programas sociales

Tabla N° 51: Matriz de comparación de pares del parámetro de beneficiario de programas sociales.

Beneficiario de programas sociales	Ninguno	Techo propio y/o mi vivienda	Vaso de leche y/o comedor popular	Juntos y/o pensión 65	Cuna mas
Ninguno	1.000	3.000	3.000	5.000	5.000
Techo propio y/o mi vivienda	0.333	1.000	3.000	5.000	5.000
Vaso de leche y/o comedor popular	0.333	0.333	1.000	3.000	5.000
Juntos y/o pensión 65	0.200	0.200	0.333	1.000	3.000
Cuna mas	0.200	0.200	0.200	0.333	1.000
Suma	2.067	4.733	7.533	14.333	19.000
1/Suma	0.484	0.211	0.133	0.070	0.053

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 52: Matriz de normalización de pares del parámetro de beneficiario de programas sociales.

Beneficiario de programas sociales	Ninguno	Techo propio y/o mi vivienda	Vaso de leche y/o comedor popular	Juntos y/o pensión 65	Cuna mas	Vector Priorización
Ninguno	0.484	0.634	0.398	0.349	0.263	0.426
Techo propio y/o mi vivienda	0.161	0.211	0.398	0.349	0.263	0.277
Vaso de leche y/o comedor popular	0.161	0.070	0.133	0.209	0.263	0.167
Juntos y/o pensión 65	0.097	0.042	0.044	0.070	0.158	0.082
Cuna mas	0.097	0.042	0.027	0.023	0.053	0.048

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 53: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro de beneficiario de programas sociales.

IC	0.099
RC	0.089

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.3 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE LA RESILIENCIA SOCIAL

Tabla N° 54: Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el análisis de resiliencia social.

Resiliencia Social	Nivel Educativo	Tipo de seguro	Beneficiario de programas sociales
Nivel Educativo	1.000	3.000	9.000
Tipo de seguro	0.333	1.000	5.000
Beneficiario de programas sociales	0.111	0.200	1.000
Suma	1.444	4.200	15.000
1/Suma	0.692	0.238	0.067

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 55: Matriz de normalización de pares de los parámetros utilizados en el análisis de resiliencia social.

Resiliencia Social	Nivel Educativo	Tipo de seguro	Beneficiario de programas sociales	Vector Priorización
Nivel Educativo	0.692	0.714	0.600	0.669
Tipo de seguro	0.231	0.238	0.333	0.267
Beneficiario de programas sociales	0.077	0.048	0.067	0.064

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 56: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los parámetros utilizados en el análisis de resiliencia social.

IC	0.015
RC	0.028

Fuente: Elaboración propia

**4.4 VULNERABILIDAD ECONÓMICA**

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión económica, se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla N° 57: Vulnerabilidad por dimensión económica.

Vulnerabilidad por Dimensión económica	
Fragilidad	Resiliencia
Material predominante de las paredes	Tipo de vivienda
Material predominante de techos	Régimen de tenencia

Fuente: Elaboración propia

**4.4.1 ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSIÓN 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:

- a) Parámetro: Material predominante de las paredes

Tabla N° 58: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de las paredes

Material predominante de las paredes	Estera	Quincha (caña con barro)	Adobe y/o tapia y/o piedra con barro	Madera	Ladrillo o bloque de cemento y/o piedra o sillar con cal con cemento
Estera	1.000	3.000	5.000	5.000	9.000
Quincha (caña con barro)	0.333	1.000	3.000	5.000	9.000
Adobe y/o tapia y/o piedra con barro	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Madera	0.200	0.200	0.333	1.000	3.000
Ladrillo o bloque de cemento y/o piedra o sillar con cal con cemento	0.111	0.111	0.200	0.333	1.000
Suma	1.844	4.644	9.533	14.333	27.000
1/Suma	0.542	0.215	0.105	0.070	0.037

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 59: Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de las paredes.

Material predominante de las paredes	Estera	Quincha (caña con barro)	Adobe y/o tapia y/o piedra con barro	Madera	Ladrillo o bloque de cemento y/o piedra o sillar con cal con cemento	Vector Priorización
Estera	0.542	0.646	0.524	0.349	0.333	0.479
Quincha (caña con barro)	0.181	0.215	0.315	0.349	0.333	0.279
Adobe y/o tapia y/o piedra con barro	0.108	0.072	0.105	0.209	0.185	0.136
Madera	0.108	0.043	0.035	0.070	0.111	0.073
Ladrillo o bloque de cemento y/o piedra o sillar con cal con cemento	0.060	0.024	0.021	0.023	0.037	0.033

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 60: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro material predominante de las paredes.

IC	0.067
RC	0.060

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Material predominante de techos

Tabla N° 61: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de techos

Material predominante de los techos	Carton, plasticos y/o elementos similares	Estera, paja y/o hojas de palmera	Madera y/o caña y/o estera con torta de barro	Plancha de calamina y/o tejas	Concreto armado
Carton, plasticos y/o elementos similares	1.000	3.000	5.000	5.000	9.000
Estera, paja y/o hojas de palmera	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Madera y/o caña y/o estera con torta de barro	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Plancha de calamina y/o tejas	0.200	0.200	0.333	1.000	3.000
Concreto armado	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.844	4.676	9.533	14.333	25.000
1/Suma	0.542	0.214	0.105	0.070	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 62: Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de techos.

Material predominante de los techos	Carton, plasticos y/o elementos similares	Estera, paja y/o hojas de palmera	Madera y/o caña y/o estera con torta de barro	Plancha de calamina y/o tejas	Concreto armado	Vector Priorización
Carton, plasticos y/o elementos similares	0.542	0.642	0.524	0.349	0.360	0.483
Estera, paja y/o hojas de palmera	0.181	0.214	0.315	0.349	0.280	0.268
Madera y/o caña y/o estera con torta de barro	0.108	0.071	0.105	0.209	0.200	0.139
Plancha de calamina y/o tejas	0.108	0.043	0.035	0.070	0.120	0.075
Concreto armado	0.060	0.031	0.021	0.023	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 63: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro material predominante de techos.

IC	0.069
RC	0.062

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2 ANÁLISIS DE LA RESILENCIA EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

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

- a) Parámetro: Tipo de vivienda

Tabla N° 64: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de vivienda.

Tipo de vivienda	No destinada para habitaciones, otro tipo.	Chozo o cabaña y/o vivienda improvisada	Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad	Departamento en edificio	Casa Independiente
No destinada para habitaciones, otro tipo.	1.000	3.000	3.000	7.000	9.000
Chozo o cabaña y/o vivienda improvisada	0.333	1.000	3.000	7.000	9.000
Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad	0.333	0.333	1.000	3.000	5.000
Departamento en edificio	0.143	0.143	0.333	1.000	3.000
Casa Independiente	0.111	0.111	0.200	0.333	1.000
Suma	1.921	4.587	7.533	18.333	27.000
1/Suma	0.521	0.218	0.133	0.055	0.037

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 65: Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de vivienda.

Tipo de vivienda	No destinada para habitaciones, otro tipo.	Chozo o cabaña y/o vivienda improvisada	Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad	Departamento en edificio	Casa Independiente	Vector Priorización
No destinada para habitaciones, otro tipo.	0.521	0.654	0.398	0.382	0.333	0.458
Chozo o cabaña y/o vivienda improvisada	0.174	0.218	0.398	0.382	0.333	0.301
Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad	0.174	0.073	0.133	0.164	0.185	0.146
Departamento en edificio	0.074	0.031	0.044	0.055	0.111	0.063
Casa Independiente	0.058	0.024	0.027	0.018	0.037	0.033

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 66: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de vivienda.

IC	0.063
RC	0.056

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Régimen de tenencia

Tabla N° 67: Matriz de comparación de pares del parámetro régimen de tenencia.

Regimen de tenencia	Otro	Cedida por el centro de trabajo y/u otro hogar o institucion	Alquilada	Propia por invasion	Propia, pagando a plazos
Otro	1.000	3.000	3.000	5.000	9.000
Cedida por el centro de trabajo y/u otro hogar o institucion	0.333	1.000	3.000	3.000	7.000
Alquilada	0.333	0.333	1.000	3.000	5.000
Propia por invasion	0.200	0.333	0.333	1.000	5.000
Propia, pagando a plazos	0.111	0.143	0.200	0.200	1.000
Suma	1.978	4.810	7.533	12.200	27.000
I/Suma	0.506	0.208	0.133	0.082	0.037

Fuente: Elaboración propia

## INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

Tabla N° 68: Matriz de normalización de pares del parámetro régimen de tenencia.

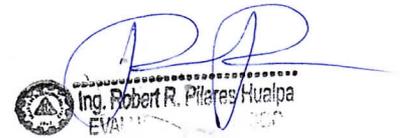
Regimen de tenencia	No destinada para habitaciones, otro tipo.	Choza o cabaña y/o vivienda improvisada	Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad	Departamento en edificio	Casa Independiente	Vector Priorización
No destinada para habitaciones, otro tipo.	0.506	0.624	0.398	0.410	0.333	0.454
Choza o cabaña y/o vivienda improvisada	0.169	0.208	0.398	0.246	0.259	0.256
Vivienda en quinta y/o vivienda en casa de vecindad	0.169	0.069	0.133	0.246	0.185	0.160
Departamento en edificio	0.101	0.069	0.044	0.082	0.185	0.096
Casa Independiente	0.056	0.030	0.027	0.016	0.037	0.033

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 69: Índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro régimen de tenencia.

IC	0.078
RC	0.070

Fuente: Elaboración propia



Ing. Robert R. Pillares Hualpa  
EVA



### INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS

"Informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

#### 4.5 NIVELES DE VULNERABILIDAD

Tabla N° 70: Dimensión de vulnerabilidad social.

Dimensión Social													Dimensión Social	
Fragilidad			Fragilidad			Resiliencia			Resiliencia			Dimensión Social		
Grupo Etario		Discapacidad	Nivel educativo		Tipo de seguro	Beneficiario de programas sociales		Resiliencia		Resiliencia				
P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	
0.400	0.490	0.600	0.414	0.700	0.460	0.669	0.442	0.267	0.441	0.064	0.426	0.300	0.441	0.454
0.400	0.264	0.600	0.267	0.700	0.266	0.669	0.289	0.267	0.257	0.064	0.277	0.300	0.280	0.270
0.400	0.137	0.600	0.186	0.700	0.157	0.669	0.165	0.267	0.175	0.064	0.167	0.300	0.168	0.160
0.400	0.070	0.600	0.104	0.700	0.084	0.669	0.072	0.267	0.100	0.064	0.082	0.300	0.080	0.083
0.400	0.039	0.600	0.028	0.700	0.035	0.669	0.031	0.267	0.027	0.064	0.048	0.300	0.031	0.034

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 71: Dimensión de vulnerabilidad económica.

Dimensión Económica													Dimensión Económica	
Fragilidad			Fragilidad			Resiliencia			Resiliencia			Dimensión Económica		
Material predominante de las paredes		Material predominante de los techos	Tipo de vivienda		Regimen de tenencia	Resiliencia		Resiliencia		Resiliencia				
P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	
0.400	0.479	0.600	0.483	0.700	0.481	0.500	0.458	0.500	0.454	0.500	0.454	0.300	0.456	0.473
0.400	0.279	0.600	0.268	0.700	0.274	0.500	0.301	0.500	0.256	0.500	0.256	0.300	0.278	0.275
0.400	0.136	0.600	0.139	0.700	0.137	0.500	0.146	0.500	0.160	0.500	0.160	0.300	0.153	0.142
0.400	0.073	0.600	0.075	0.700	0.074	0.500	0.063	0.500	0.096	0.500	0.096	0.300	0.080	0.076
0.400	0.033	0.600	0.035	0.700	0.034	0.500	0.033	0.500	0.033	0.500	0.033	0.300	0.033	0.034

Fuente: Elaboración propia



Ing. Robert R. Pílares Hualpa  
EVALUADOR DE RIESGO  
CIP. 82436

Tabla N° 72: Resultados de niveles de vulnerabilidad.

Dimensión Social		Dimensión económica		Vulnerabilidad
P. Param	P. Descr	P. Param	P. Descr	
0.500	0.454	0.500	0.473	0.464
0.500	0.270	0.500	0.275	0.273
0.500	0.160	0.500	0.142	0.151
0.500	0.083	0.500	0.076	0.079
0.500	0.034	0.500	0.034	0.034

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 73: Niveles de vulnerabilidad

Niveles de vulnerabilidad	Rango
Vulnerabilidad Muy Alta	0.273 <= V < 0.464
Vulnerabilidad Alta	0.151 <= V < 0.273
Vulnerabilidad Media	0.079 <= V < 0.151
Vulnerabilidad Baja	0.034 <= V < 0.079

Fuente: Elaboración propia

**4.6 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD**

Tabla N° 74: Estratificación de la vulnerabilidad

Niveles de vulnerabilidad	Descripción
Vulnerabilidad Muy Alta	Grupo etario predominando las edades de 0 a 5 años y mayores de 65 años, con discapacidad visual, para oír o hablar, que no cuente con ningún nivel educativo y/o inicial o que cuente con primaria, no tiene ningún tipo de seguro, no sea beneficiario de ningún programa social. La vivienda tiene esteras y/o quincha (caña con barro) como paredes, tiene cartón, plásticos y/o elementos similares como techo, la vivienda no está destinada para habitaciones o es una choza o cabaña y/o vivienda improvisada, la vivienda no le pertenece.
Vulnerabilidad Alta	Grupo etario predominando las edades de 6 a 17 años y de 45 a 64 años, con discapacidad para usar brazos o piernas, que cuente con ningún nivel de secundaria, que cuente con SIS y/o EsSalud, sea beneficiario de techo propio o mi vivienda. La vivienda tiene como paredes el adobe y/o tapia y/o piedra con barro, tiene como techo estera, paja y/o hojas de palmera, vivienda en quinta y/o en casa de vecindad, la vivienda es alquilada o cedida por el centro de trabajo y/u otro hogar o institución.

### **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

Vulnerabilidad Media	<p>Grupo etario predominando las edades de 18 a 29 años, con discapacidad mental o intelectual, que no cuente con un nivel educativo superior no universitario, tiene seguro FF AA -PNP, es beneficiario de programas sociales como juntos y/o pensión 65, vaso de leche y/o comedor popular.</p> <p>La vivienda tiene madera como paredes, tiene planchas de calamina y/o tejas como techo, es una vivienda en un departamento en un edificio, es propia por invasión.</p>
Vulnerabilidad Baja	<p>Grupo etario predominando las edades de 30 a 44 años, con ningún tipo de discapacidad, que cuente con estudio superior universitario, tiene seguro privado, es beneficiario de cuna más.</p> <p>La vivienda tiene ladrillo o bloques de cemento y/o piedra o sillar con cal con cemento, el techo es de concreto armado, es una casa independiente y es propia o se está pagando a plazos.</p>

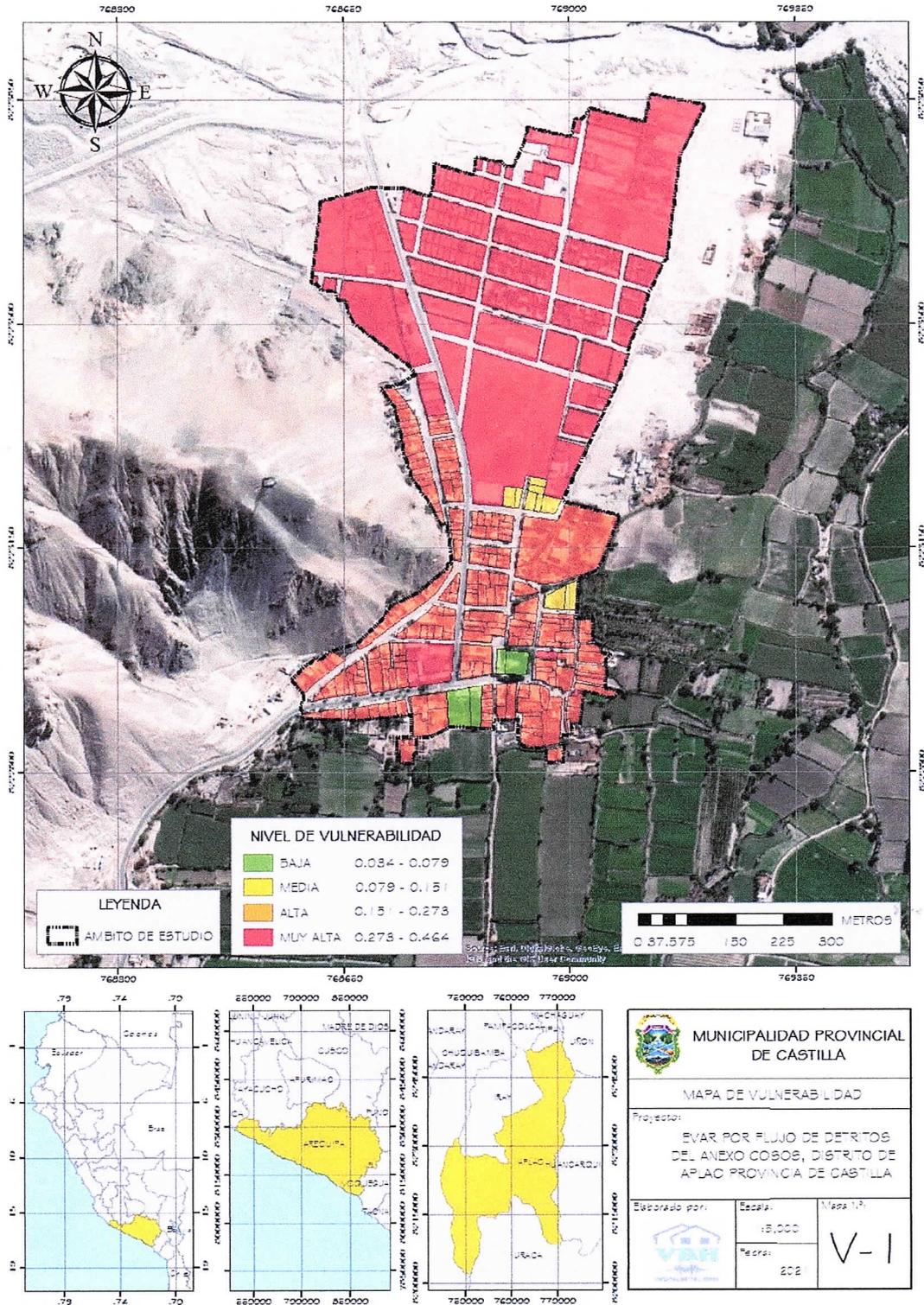
Fuente: Elaboración propia



**INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

Mapa N° 11 : Mapa de vulnerabilidad del anexo cosos



Fuente: Elaboración propia



Ing. Robert R. Pizarro



## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"Informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

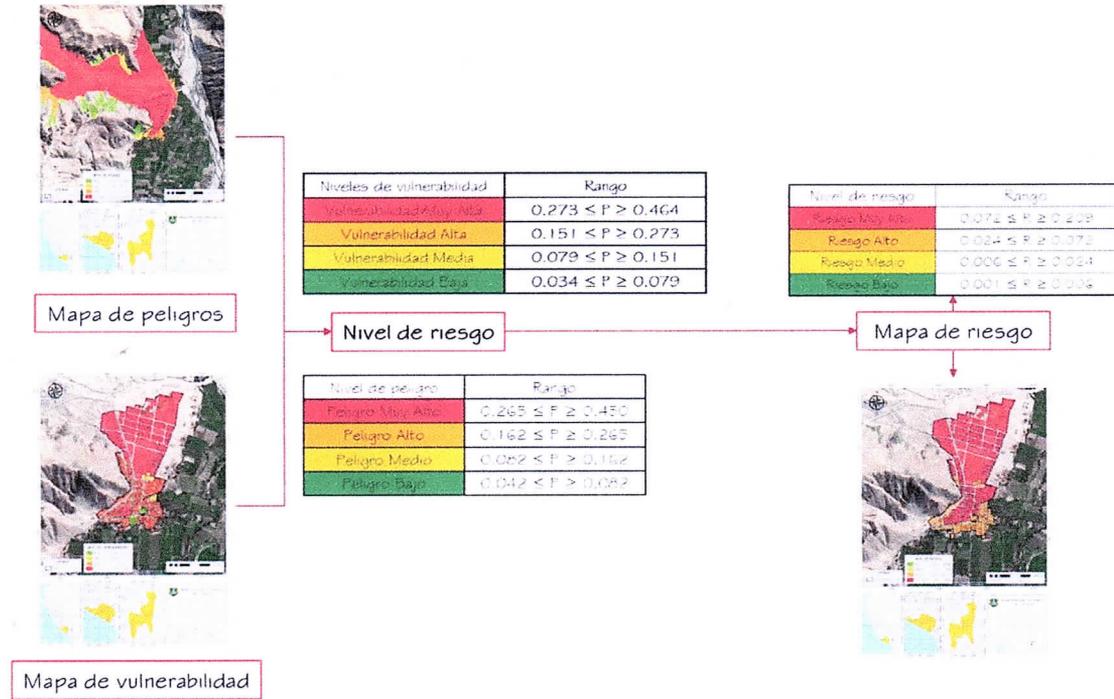
---

# CAPITULO V

**5 CALCULO DE RIESGOS**

Para determinar los niveles de riesgo en el área de influencia, se utilizó el siguiente procedimiento.

Gráfico N° 08: Flujoograma para estimar los niveles de riesgo.



Fuente: Elaboración propia

**5.1 MATRIZ DE RIESGO**

La matriz de riesgos originados por flujo de detritos en el ámbito de estudio es la siguiente.

Tabla N° 75: Matriz de riesgo

PMA	0.450	0.036	0.068	0.123	0.209
PA	0.265	0.021	0.040	0.072	0.123
PM	0.162	0.013	0.024	0.044	0.075
PB	0.082	0.006	0.012	0.022	0.038
		0.079	0.151	0.273	0.464
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración propia

**5.2 NIVELES DE RIESGO**

Los niveles de riesgos originados por flujos de detritos en el ámbito de estudio son los siguientes.

Tabla N° 76: Niveles de riesgo

Niveles de riesgo	Rango
Riesgo Muy Alto	0.072 <= V < 0.209
Riesgo Alto	0.024 <= V < 0.072
Riesgo Medio	0.006 <= V < 0.024
Riesgo Bajo	0.001 <= V < 0.006

Fuente: Elaboración propia

**5.3 ESTRATIFICACION DE NIVELES DE RIESGOS**

Tabla N° 77: Estratificación del riesgo

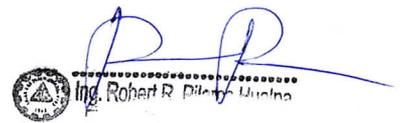
Niveles de riesgo	Descripción
Riesgo Muy Alto	<p>Que se encuentre inmerso en una unidad geológica de la formación Moquegua (Po-mo) o en la formación sotillo (Pp-so) o en depósitos aluviales (Qh-al) así mismo que se encuentre inmerso en la unidad geomorfológica vertiente o piedemonte aluvio – torrencial (P-at) o llanura o planicie inundable (PL-l) o Terraza aluvial (T-al) que tenga una pendiente menor a 4%, y que se encuentre en una zona extremadamente lluviosa con una precipitación acumulada por día &gt; 0.45 mm y que la frecuencia sea mayor a 3 eventos por año en promedio.</p> <p>Que el grupo etario predominando las edades de 0 a 5 años y mayores de 65 años, con discapacidad visual, para oír o hablar, que no cuente con ningún nivel educativo y/o inicial o que cuente con primaria, no tiene ningún tipo de seguro, no sea beneficiario de ningún programa social.</p> <p>La vivienda tiene esteras y/o quincha (caña con barro) como paredes, tiene cartón, plásticos y/o elementos similares como techo, la vivienda no está destinada para habitaciones o es una choza o cabaña y/o vivienda improvisada, la vivienda no le pertenece.</p>
Riesgo Alto	<p>Que se encuentre inmerso en una unidad geológica de la formación Gramadal (Js-g) o la formación Labra (Js-l) o la formación Hualhuani (Ki-hu), así mismo que se encuentre inmerso en la unidad geomorfológica colina en roca sedimentaria (RC-rs) o colina estructural en roca sedimentaria (RCE-rs), que tenga una pendiente entre 4% a 15% y que se encuentre en una zona muy lluviosa, con una precipitación acumulada por día 0.250 mm &lt; RR/día &lt;= 0.350 mm y que la frecuencia este entre 2 a 3 eventos por año.</p> <p>Grupo etario predominando las edades de 6 a 17 años y de 45 a 64 años, con discapacidad para usar brazos o piernas, que cuente con ningún nivel de secundaria, que cuente con SIS y/o EsSalud, sea beneficiario de techo propio o mi vivienda.</p> <p>La vivienda tiene como paredes el adobe y/o tapia y/o piedra con barro, tiene como techo estera, paja y/o hojas de palmera,</p>

**INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

	<p>vivienda en quinta y/o en casa de vecindad, la vivienda es alquilada o cedida por el centro de trabajo y/u otro hogar o institución.</p>
<p>Riesgo Medio</p>	<p>Que se encuentre inmerso en la unidad geológica andesita (p-and), así mismo que se encuentre inmerso en la unidad geomorfológica montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria (RMCE-rs) o Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs), que tenga una pendiente entre 15% a 25% y que se encuentre en una zona lluviosa con una precipitación acumulada por día <math>0.150 \text{ mm} &lt; RR/\text{día} \leq 0.250 \text{ mm}</math> y que la frecuencia este entre 1 a 2 eventos por año.</p> <p>Grupo etario predominando las edades de 18 a 29 años, con discapacidad mental o intelectual, que no cuente con un nivel educativo superior no universitario, tiene seguro FF AA -PNP, es beneficiario de programas sociales como juntos y/o pensión 65, vaso de leche y/o comedor popular.</p> <p>La vivienda tiene madera como paredes, tiene planchas de calamina y/o tejas como techo, es una vivienda en un departamento en un edificio, es propia por invasión.</p>
<p>Riesgo Bajo</p>	<p>Que se encuentre inmerso en la unidad geológica batolito de la costa – super unidad Tiabaya – granodiorita (Ks-bc/t-gd), así mismo que se encuentre inmerso en la unidad geomorfológica colina y lomada en roca intrusiva (RCL-ri) o montaña en roca intrusiva (RM-ri), que tenga una pendiente mayor al 25% y que se encuentre en una zona moderadamente lluviosa con una precipitación acumulada por día <math>0.075 \text{ mm} &lt; RR/\text{día} \leq 0.150 \text{ mm}</math> y que la frecuencia sea de 1 vez al año o ninguna.</p> <p>Grupo etario predominando las edades de 30 a 44 años, con ningún tipo de discapacidad, que cuente con estudio superior universitario, tiene seguro privado, es beneficiario de cuna más.</p> <p>La vivienda tiene ladrillo o bloques de cemento y/o piedra o sillar con cal con cemento, el techo es de concreto armado, es una casa independiente y es propia o se está pagando a plazos.</p>

Fuente: Elaboración propia

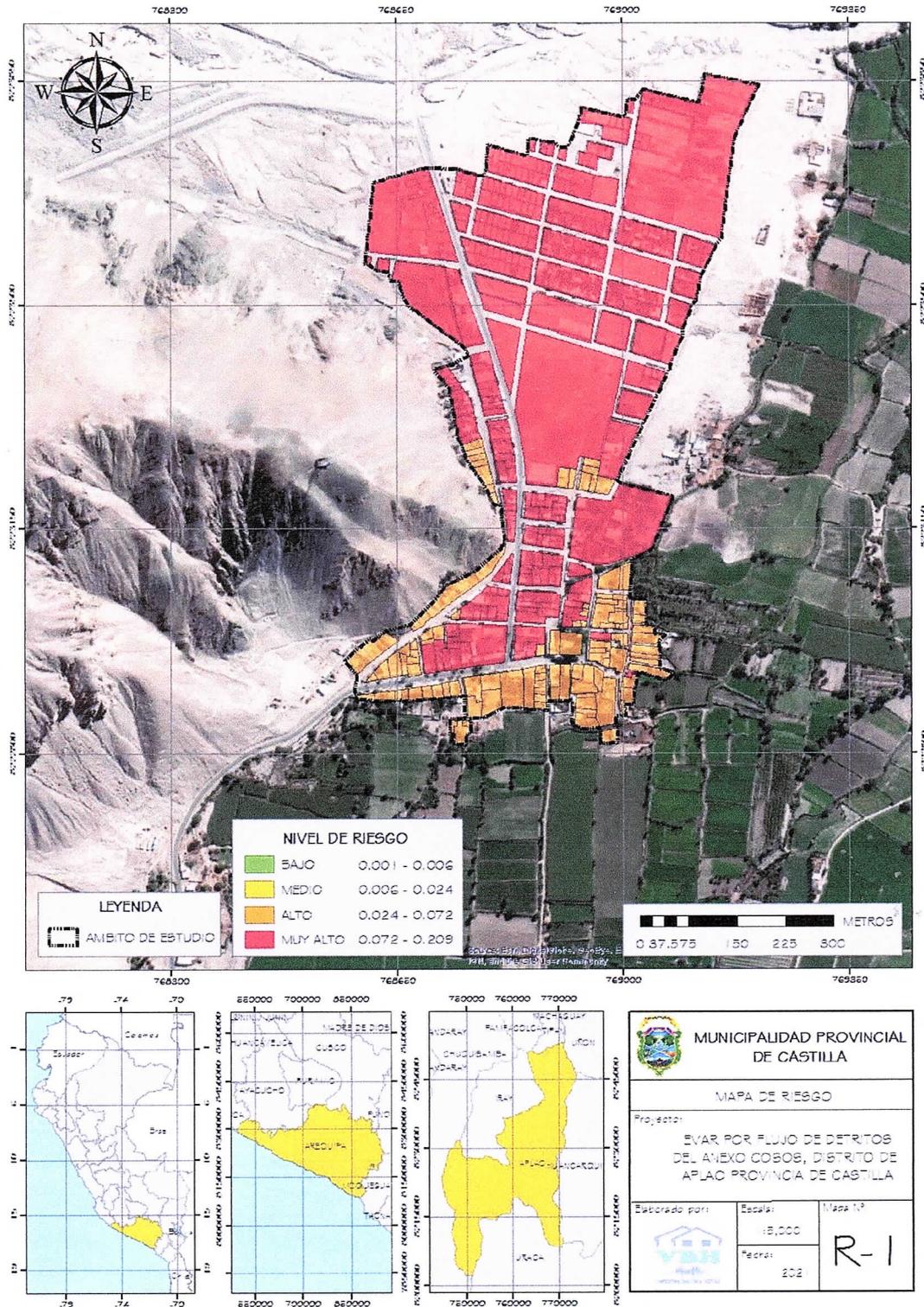


Ing. Robert R. Pineda Huerta

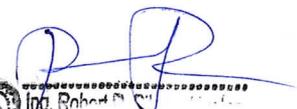
**INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

Mapa N° 12: Mapa de riesgo del anexo cosos



Fuente: Elaboración propia



Ing. Robert M. ...



## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

---

# CAPITULO VI

**6 CONTROL DE RIESGOS**

**6.1 ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DE RIESGOS**

Peligro por flujo de detritos

Tipo de peligro:

Geodinámica externa.

Tipo de Fenómeno:

Flujos de detritos.

Elementos Expuestos:

- La población de la asociación de vivienda los olivos y los viñedos del distrito de Jaqui.
- Las viviendas (manzanas) de la asociación de vivienda los olivos y los viñedos.
- Los reservorios de agua potable.

**Valoración de las Consecuencias:**

*Muy Alta*

En consideración a lo expuesto por Villacorta et al. (2015b) los peligros asociados al fenómeno de flujos de detritos bajan a gran velocidad y destruyen todo lo que encuentran a su paso.

Tabla N° 79: Valoración de consecuencias

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Media	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRED 2014

**Valoración de Frecuencia de Recurrencias:**

*Alta*

Según Zavala et al. (2012), los flujos de detritos son muy recurrentes, por lo que la valoración de la frecuencia de recurrencia sería ALTA.



Ing. Robert R. Pílares Hualpa  
EVALUADOR DE RIESGO  
CIP. 82435

Tabla N° 80: Valoración de frecuencia de recurrencia

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

Fuente: CENEPRED 2014

**Nivel de consecuencias y daño (Matriz):**

*Muy Alta*

El nivel Alta, se obtiene al interceptar consecuencia (Muy Alta) y Frecuencia (Alta).

Tabla N° 81: Nivel de Consecuencia y Daño

Consecuencias	Nivel	Zona 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	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Fuente: CENEPRED 2014

**Aceptabilidad y/o Tolerabilidad:**

*Inadmisibles*

Al obtener el nivel de consecuencia y daño Muy Alto, observamos en el siguiente cuadro que la aceptabilidad y/o tolerancia es Inadmisibles.

Tabla N° 82: Aceptabilidad y/o Tolerabilidad

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

Fuente: CENEPRED 2014

**Matriz del Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerabilidad del Riesgo:**

*Riesgo Muy Alto (Inadmisibile)*

Tabla N° 83: Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibile	Riesgo Inadmisibile	Riesgo Inadmisibile
Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibile
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: CENEPRED 2014

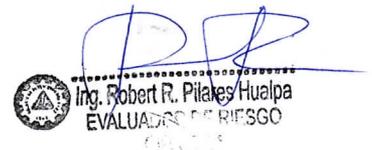
**Prioridad de Intervención:**

Monitorear el fenómeno por flujos de detritos para la aplicación de la ley de reasentamiento poblacional para zonas de riesgo Muy Alto No Mitigable (Ley N° 29869).

Tabla N° 84: Prioridad de intervención

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisibile	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: CENEPRED 2014



Ing. Robert R. Pilares Hualpa  
EVALUADOR DE RIESGO



Castilla

## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

---

# CAPITULO VII

## 7 CONCLUSIONES

- El anexo Cosos se encuentra asentada sobre antiguos depósitos de huaicos, la quebrada Cosos se activa en épocas de lluvias intensas.
- Las laderas de los cerros presentan pendientes mayores a 25% en las partes altas donde se percibe Depósitos de materiales fracturados y que pueden ser removidos ante evento de precipitación extrema.
- El área de influencia de la quebrada Cosos en el distrito de Aplao, existen 58 viviendas al borde del cauce de la quebrada antes mencionado y sin un adecuado control ni planeamiento urbanístico ante un evento de flujo de detritos.
- La disminución de los riesgos está directamente relacionada con la vulnerabilidad sobre todo en la resiliencia en el anexo afectado.
- El nivel de consecuencias y daños ante ocurrencia de flujo de detritos resultó muy alto, debido a que en el área de estudio se presentaron fuertes precipitaciones en los meses de verano. Es importante mencionar que, los flujos de detritos ocurren en tiempos de mediano plazo y se encuentran relacionadas al incremento de lluvias en el área de estudio.
- La aceptabilidad y tolerancia, así como priorización de intervención ante la ocurrencia de flujos de detritos se considera inadmisibles, el cual indica que se deben desarrollar actividades inmediatas medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.



  
Ing. Robert R. Pilajés Hualpa  
EVALUADOR DE RIESGO  
C.I.P. 82435



## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

---

# CAPITULO VIII

## 8 RECOMENDACIONES

- Se recomienda construir sistemas de protección para mitigar el flujo de detritos en zonas de alto peligro.
- Por ningún motivo debe continuar la expansión urbana hacia los cauces de las quebradas.
- Se deberá reservar distancias con respecto a quebradas naturales.
- Se recomienda realizar los estudios hidrológicos respectivos y ejecutar las obras de encauzamiento para mitigar el riesgo, para poder reubicar a la población afectada por el huaico, salvo mejor parecer.
- Antes de la realización cualquier tipo de obras en la zona, se debe considerar realizar estudios complementarios (estudio de suelos y geofísicos) con la finalidad de conocer mejor las características geológicas y físicas del terreno.
- Ante la actividad sísmica recurrente en la ciudad de Arequipa, es necesario que la población se capacite sobre los peligros sísmicos y acciones a implementar, como por ejemplo la señalización de lugares de concentración seguros de la población, entre otros, los cuales deben ser coordinados con su municipalidad.
- Para peligro sísmico se recomienda en las construcciones el tipo de cimentación mediante vigas de conexión, para evitar los asentamientos diferenciales con los consiguientes efectos de daños estructurales.

Se recomienda la evaluación de las siguientes medidas estructurales y no estructurales, entre otras. A la autoridad que corresponda.

### 8.1 MEDIDAS ESTRUCTURALES

- Deberá de plantearse y delimitar el área correspondiente de la faja marginal de quebrada Cosos establecido por el ANA.
- Se deberá de realizar mantenimiento de la defensa riberena existente.
- Realizar acciones de forestación con árboles de raíces profundas para darle una mayor estabilidad al terreno en toda la longitud colindante a las viviendas margen derecho aguas debajo de la torrencera Cosos, en zonas donde se produzcan erosión de terreno.
- Evaluar la construcción de un sistema de drenaje pluvial e integral en el anexo Cosos, con el objetivo de evacuar las aguas pluviales excedentes, sobre todo para casos que ocurra inundación por desborde y/o erosión pluvial.

### 8.2 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Las medidas no estructurales que se muestran a continuación tienen carácter complementario y se sugiere realizarlas a la brevedad posible.

- El alcalde local deberá intervenir para evitar trabajos de construcciones en zonas de quebradas por donde fluye agua pluvial.
- Capacitación a la población en el cumplimiento de las normas técnicas de construcción como medida de seguridad.
- Planes de primera respuesta en situaciones de emergencia (zonas de evaluación. Zonas seguras).
- Talleres de sensibilización en temas de Gestión del Riesgo de Desastres en el proceso reactivo de reparación y respuesta en el Nivel Escolar y Población en General.



Castilla

## **INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS**

"informe de evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en el área de influencia del anexo Cosos del distrito de Aplao, provincia de Castilla, departamento de Arequipa."

---

# CAPITULO IX

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED. Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales (2014).
- Fidel, L.; Zavala, B; Núñez, S. & Valenzuela, G. 2006. Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja No. 4. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 29. 383 pp.
- Saaty T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- Sepúlveda, S. A., Rebolledo, S., Toro, R. 2004. Catastrophic Debris Flow Hazards in Chile: The Case of the 2004 Flows in Lago Ranco. Departamento de Geología. Universidad de Chile.
- Autoridad Nacional del Agua 2020, Mapa de Isoyetas Departamental Departamento de Arequipa.
- Informe técnico N° A6876 Evaluación de Peligros Geológicos en los sectores de Aplao, Casquina y Caspani – 2019.
- Informe Evar N° 001 MPC Informe de evaluación de riesgos por flujo de detritos originado por lluvias intensas en el centro poblado de Aplao, anexos de Casquina y Caspani, distrito de Aplao, Provincia de Castilla, Departamento de Arequipa – 2019.
- Plan de contingencias ante huaicos e inundaciones de Aplao 2019 – 2020.



Ing. Robert R. Pizarro Urzúa