

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7264**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE ACOS

Departamento Ayacucho  
Provincia Parinacochas  
Distrito Chumpi



MAYO  
2022

## **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE ACOS.** *(Distrito Chumpi, provincia Parinacochas, departamento Ayacucho)*



Elaborado por la Dirección  
de Geología Ambiental y  
Riesgo Geológico del  
INGEMMET

*Equipo de investigación:*

*Ángel Gonzalo Luna Guillén  
Ely Ccorimanya Challo*

### **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). Evaluación de peligros geológicos en la localidad de Acos, distrito Chumpi, provincia Parinacochas, departamento Ayacucho. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7264, 59 p.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
1.1. Objetivos del estudio .....	6
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores .....	6
1.3. Aspectos generales .....	7
1.3.1. Ubicación .....	7
1.3.2. Accesibilidad .....	9
1.3.3. Clima .....	10
<b>2. DEFINICIONES</b> .....	<b>11</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	<b>14</b>
3.1. Unidades litoestratigráficas .....	14
3.1.1. Grupo Barroso (NQ-b).....	14
3.1.2. Grupo Tacaza (PN-ta) .....	14
3.1.3. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd).....	17
3.1.4. Depósito Coluvial (Q-co).....	19
3.1.5. Depósito proluvial (Q-pl).....	19
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	<b>21</b>
4.1. Pendientes del terreno.....	21
4.2. Unidades geomorfológicas .....	23
4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	24
4.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional .....	24
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	<b>28</b>
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa .....	28
5.1.1. Deslizamientos antiguos en la margen izquierda de Acos. ....	28
5.1.2. Derrumbe activo en la parte superior de la plaza de toros de Acos .....	30
5.1.3. Flujo de detritos.....	31
5.1.4. Simulación de flujo de detritos para la quebrada Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco 36	
5.2. Factores condicionantes .....	43
5.3. Factores desencadenantes .....	44
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>45</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>47</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>48</b>
<b>ANEXO 1: MAPAS</b> .....	<b>49</b>

## RESUMEN

El presente informe técnico, es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa realizado en la localidad de Acos, ubicado en la margen izquierda del río Acos, perteneciente a la jurisdicción del distrito de Chumpi, provincia de Parinacochas, departamento de Ayacucho. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología, en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en las áreas de inspección, corresponden a rocas de origen volcánico (montañas modeladas en roca volcánica / Cerro Anchacata) del Grupo Barroso constituida por derrames lávicos de naturaleza andesítica, en general estas rocas presentan alto grado de fracturamiento y meteorización.

Usando la determinación GSI (Geological Strength Index), y teniendo como base los parámetros de: estado de fracturamiento y calidad de las discontinuidades, se pudo observar que los afloramientos rocosos disminuyen su índice de resistencia desde la cima del cerro Anchacata hasta su base, presentándose así niveles de mayor meteorización en la parte media de la ladera, donde se generan suelos residuales de carácter arcilloso, los cuales junto a los bloques andesíticos rellenan el cauce de las quebradas río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco (depósitos coluvio – proluviales) susceptibles a generación de nuevos flujos de detritos; otros se adosan en la ladera noreste del Cerro Anchacata (depósitos coluviales), siendo susceptibles a derrumbes.

Entre la base del cerro Anchacata y el cauce del río Acos se observan depósitos coluvio – deluviales, donde se ubican las viviendas de la localidad de Acos. También se observan depósitos originados por deslizamientos (vertiente de deslizamiento) ubicados a la margen izquierda del río Acos, cuyas coronas se ubican ~350 m por debajo del centro urbano de Acos.

Geodinámicamente, la localidad de Acos es afectada por movimientos en masa como son flujos de detritos (huaicos) que pueden provenir de las quebradas río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco que atraviesan el centro urbano, juntándose y desembocando en el río Acos; el material detrítico acumulado en ambas quebradas, sumado a la morfometría de las mismas (pendientes del cauce superiores a 25° y márgenes con laderas escarpadas), aumenta la probabilidad de ocurrencia de flujos de detritos o huaicos.

Simulaciones de flujo de detritos para un tiempo de retorno de 50 años para cada una de las quebradas muestra que las lluvias pueden alcanzar picos de 25.7 mm en un tiempo de 24 horas, generando caudales máximos de 4.9 y 3.5 m<sup>3</sup>/s, esto sumado a concentraciones solidas porcentuales de 40% y 35%, generaría flujos de detritos (huaicos), afectando a las viviendas de la localidad.

Según las simulaciones, flujos descendientes desde la quebrada Millu Cuchu Macma alcanzarían tirantes máximos (alturas) entre 1.7 y 2.6 m (registrándose las mayores alturas en el cauce y zonas de depresiones topográficas), llegando a la localidad de Acos con velocidades entre 0.9 y 5 m/s, así un flujo de detritos descendiente desde la quebrada Panteón Huaycco produciría en el cauce que cruza el centro urbano tirantes máximos entre 0.2 a 2.6 m (registrándose las mayores alturas en el cauce y zonas de depresiones topográficas), con velocidades entre 0.8 a 3 m/s. Ambos casos afectarían viviendas aledañas y producirían inundaciones en la localidad, la cual actualmente carece de sistemas de drenajes adecuados.

También se identificó 01 derrumbe ubicado en la margen derecha de la quebrada Panteón Huaycco aledaño al cementerio de Acos y sobre la plaza de toros, con una altura de 18 m y

alcance longitudinal de 36 m, este destruyó un canal de riego de concreto (5 m) y dejó material detrítico dentro de la plaza de toros.

La localidad de Acos se encuentra sobre depósitos de deslizamientos antiguos ocurridos en la margen izquierda del río Acos, cuyos escarpes más recientes (de aproximadamente 700 m longitudinales) se encuentran a 350 m de la población. Estos deslizamientos muestran reactivación de sus frentes de avance por el socavamiento del río Acos, este proceso sumado a la saturación del terreno por malas prácticas de riego y las características del depósito (material poco consolidado a suelto, limo-arcilloso), puede generar reactivaciones mayores de comportamiento retrogresivo en las vertientes de deslizamiento.

Por lo antes expuesto, el sector de evaluación: localidad de Acos se considera de **Peligro Muy Alto** por la susceptibilidad a ocurrencia de flujo de detritos, derrumbes y reactivación de deslizamientos rotacionales.

Entre algunas recomendaciones planteadas en el presente informe se puede mencionar la implementación de medidas estructurales para el control de flujo de detritos (limpieza de cauce, ensanchamientos, profundización y enrocados del cauce), delimitación de fajas marginales, reubicación de viviendas aledañas al cauce de las quebradas, muros de contención en zonas de derrumbe, y monitorización constante de las áreas de deslizamientos antiguos, entre otros.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo el Oficio N° 85 – 2020 – MDCH/ALC de la Municipalidad distrital de Chumpi. La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designa al Ing. Angel Gonzalo Luna Guillen y Geol. Ely Ccorimanya Chalco, realizar la evaluación de peligros geológicos, los cuales se llevaron a cabo el 30 y 31 de enero de 2022, en coordinación con la Municipalidad Distrital Chumpi, teniendo como principal representante al alcalde distrital Sr. Adrián Heldrez Muñoa.

La evaluación técnica, se realizó con la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo puntos de control GPS, fotografías terrestres y áreas con dron, así como la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe, se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Chumpi, y entidades encargadas de la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### 1.1. Objetivos del estudio

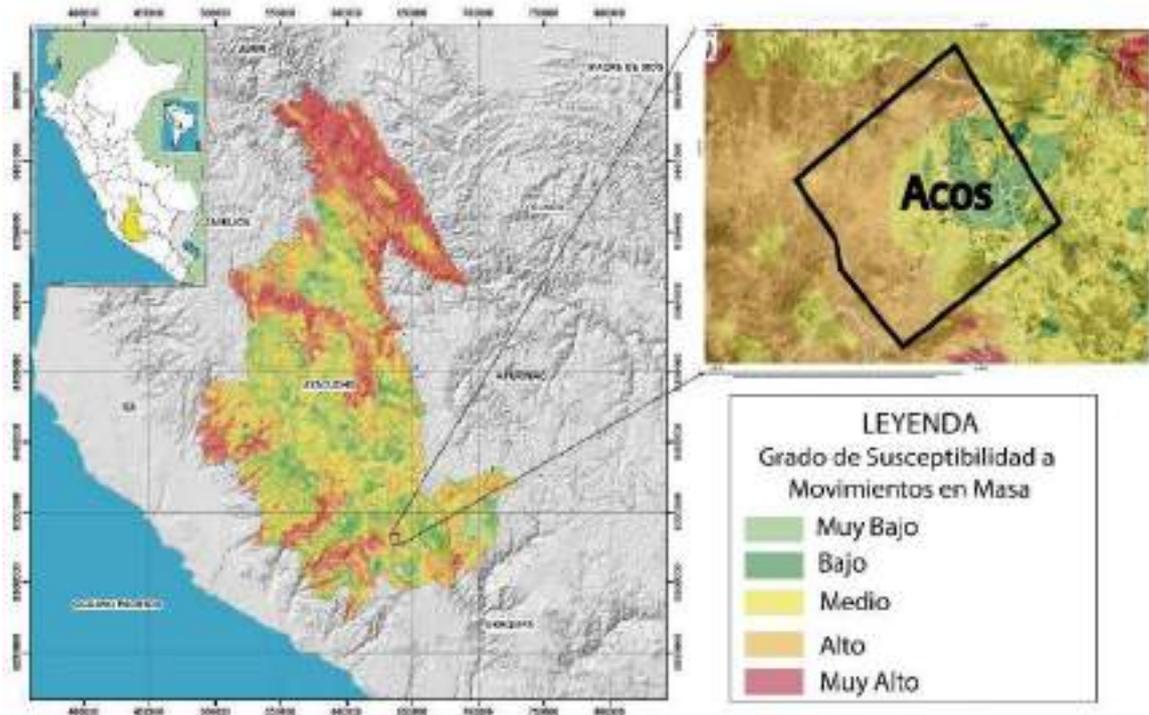
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que se suscitan alrededor de la localidad de Acos; los cuales comprometen la seguridad física de las poblaciones, infraestructuras y medios de vida.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos por movimientos en masa.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la etapa de campo.

### 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en los sectores de evaluación se tienen:

- A) En el Boletín N° 70, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro Geológico en la Región Ayacucho” (Vílchez et al., 2019), donde se elaboró el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:300 000 (figura 1), que caracteriza al área de estudio (localidad de Acos) como un área de susceptibilidad Alta en el Cerro Anchacata, y de susceptibilidades media a baja en la Localidad de Acos y margen derecha del río Acos.



**Figura 1.** Susceptibilidad a movimientos en masa de la región Junín (escala base 1:250 000).  
 Fuente: Luque et al., 2019.

### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

Geográficamente el área de inspección (figura 2) en la localidad de Acos, se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Acos, vertiente noreste del cerro Anchacata, de donde nacen las quebradas Panteón Huayco y Río Millu-Cuchu-Macma que confluyen en el río Acos (figura 3).



**Figura 2.** Vista 3D del área de inspección (localidad de Acos).

Políticamente el área de inspección pertenece a la localidad Acos, distrito de Chumpi, provincia de Parinacochas, departamento Ayacucho (figura 3), las coordenadas del área general de inspección se encuentran representadas por 6 vértices que se detallan en el cuadro 1.

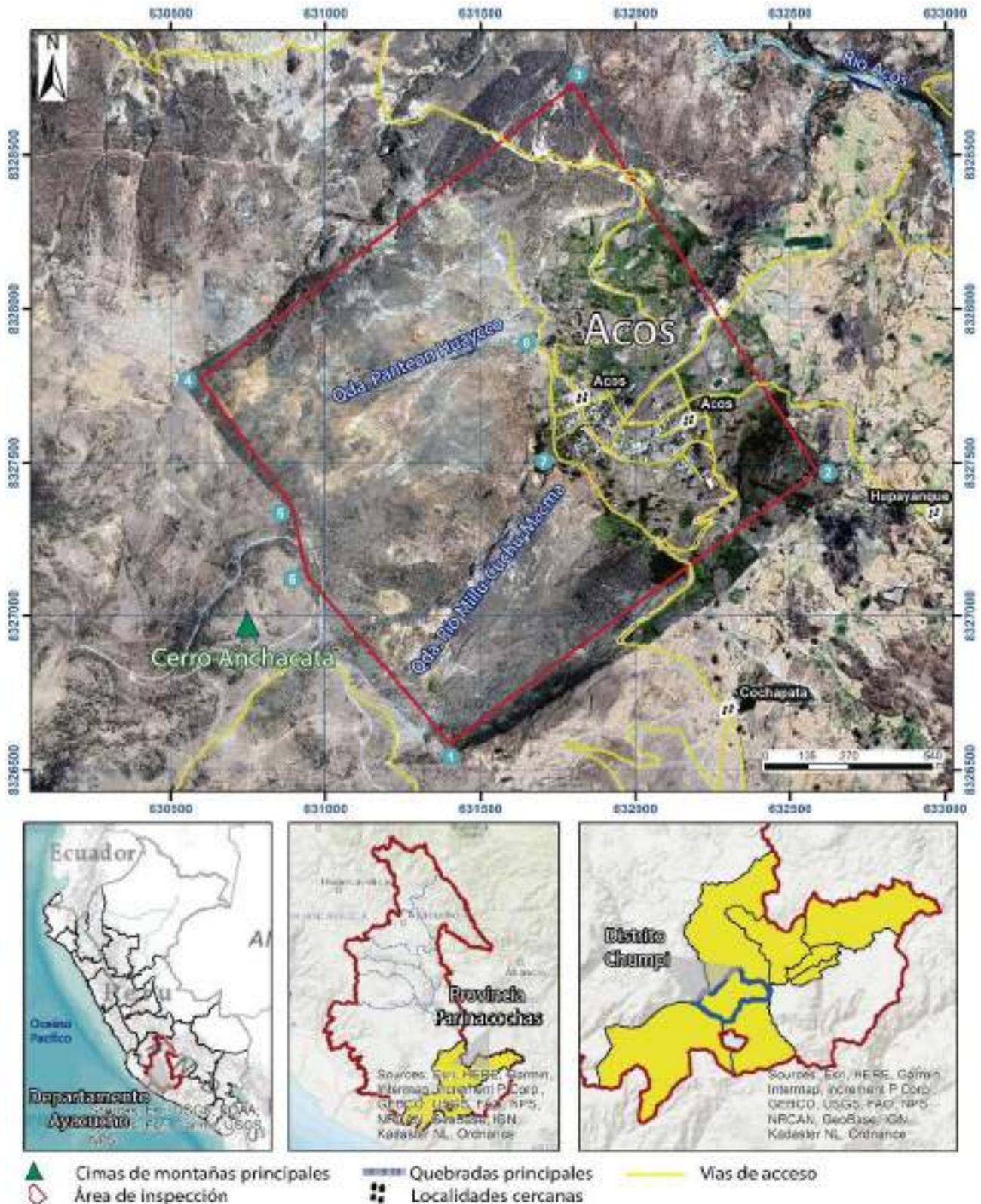


Figura 3. Mapa de ubicación Política del sector Jeyrucha y Andenes de Chimpa.

**Cuadro 1.** Coordenadas del área de estudio Jeyrucha y Chimpa.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	631403.00 m	8326590.00 m	15° 7'59.04"S	73°46'37.39"O
2	632543.00 m	8327460.00 m	15° 7'30.52"S	73°45'59.36"O
3	631790.00 m	8328743.00 m	15° 6'48.91"S	73°46'24.83"O
4	630583.00 m	8327788.00 m	15° 7'20.20"S	73°47'5.08"O
5	8327788.00 m	8327355.00 m	15° 7'34.24"S	73°46'54.35"O
6	630936.00 m	8327156.00 m	15° 7'40.71"S	73°46'53.14"O
<b>COORDENADA CENTRAL DE LOS PUNTOS DE INTERSECCIÓN DE LAS QUEBRADAS CON LA LOCALIDAD DE ACOS</b>				
7	631730.00 m	8327527.00 m	15° 7'28.49"S	73°46'26.61"O
8	631684.00 m	8327874.00 m	15° 7'17.21"S	73°46'28.22"O

### 1.3.2. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Lima, a través de vías asfaltadas, trochas carrozables y caminos vecinales, siguiendo la ruta y accesos del cuadro 2.

**Cuadro 2.** Rutas y accesos a la zona de evaluación

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima-Nazca	Carretera asfaltada	447	6 horas
Nazca - Puquio	Carretera asfaltada	156	3 h 7 min
Puquio – Coracora	Carretera asfaltada y trocha carrozable	74.6	1 h 26 min
Coracora - Acos	Carretera asfaltada y trocha carrozable	26	42 min

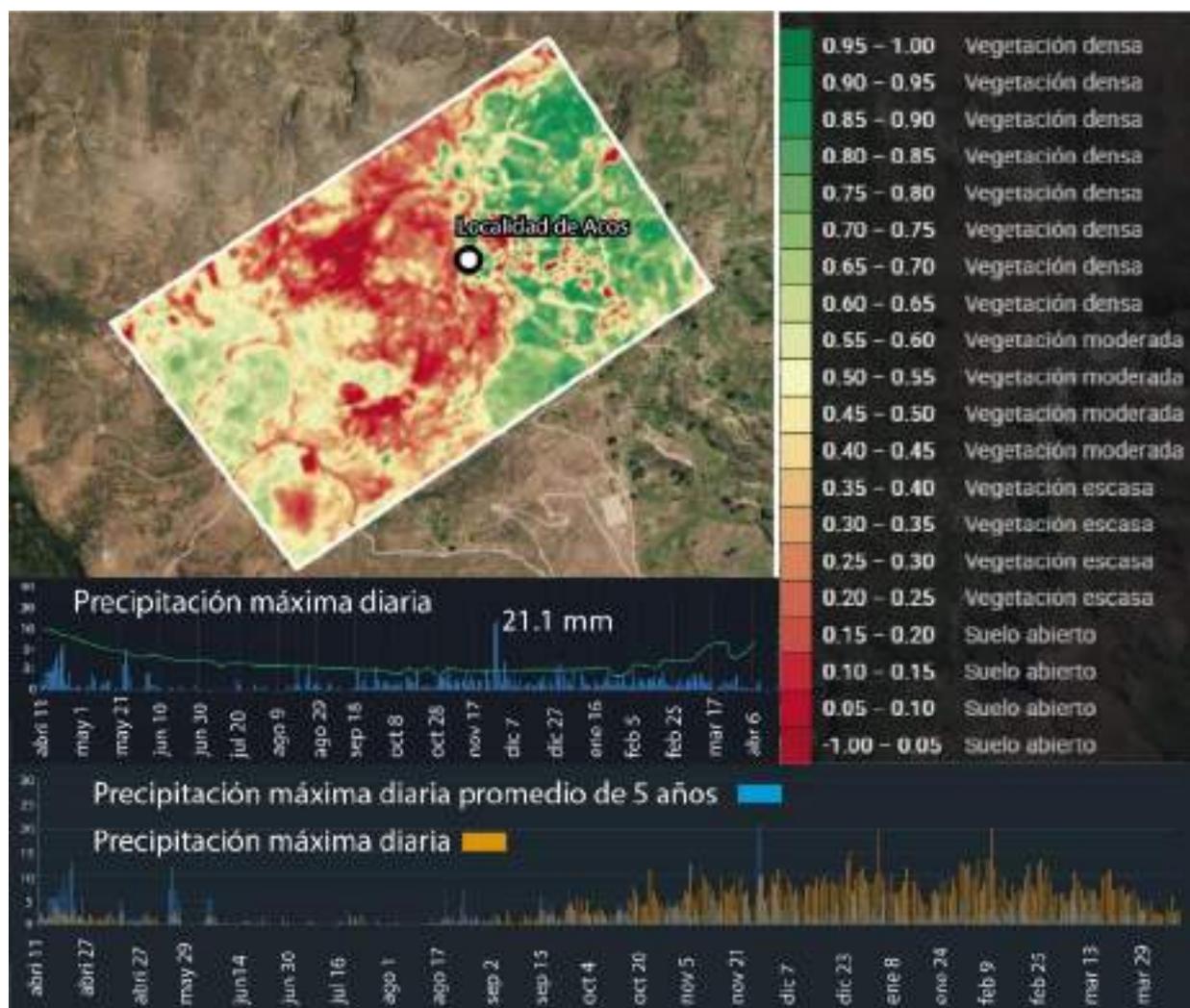


**Figura 4.** Imagen que muestra la ruta de accesibilidad desde el departamento de Lima al sector de inspección en la localidad de Acos.

### 1.3.3. Clima

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi, 2002), el clima de la zona como en la mayor parte de los andes peruanos presentan una estación seca (abril-noviembre) y otra lluviosa (diciembre-marzo), la precipitación acumulada durante el periodo lluvioso normal (setiembre – mayo) es de 100 a 500 mm, y para el periodo de precipitación acumulado en el evento del fenómeno “El Niño” 1997/1998, fue de 400 a 600 mm.

En cuanto a la cantidad de lluvia y temperatura local, según fuente de datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos rasters y de satélite), la precipitación máxima registrada en el último periodo 2020-2021, fue de 21.1 mm en el mes de noviembre. Las precipitaciones promedio de 5 años muestra la persistencia de lluvias desde septiembre hasta abril, de igual manera el índice de vegetación NDVI, revela valores entre -1 y 0.20, lo cual demuestra la ausencia de vegetación en el área de inspección. (figura 5).



**Figura 5.** Precipitaciones según registros satelitales awhere, en el sector de la localidad de Acos.  
**Fuente:** <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7407143>

## 2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: "Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas" desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

**Agrietamiento:** Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

**Aluvial:** Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.

**Aluvión:** Flujo extremadamente rápido que desciende por cauces definidos, formando ríos de roca y lodo, alcanzando grandes velocidades, con gran poder destructivo. Están relacionados a lluvias excepcionales, aludes en nevados, movimientos sísmicos, ruptura de lagunas o embalses artificiales y desembalse de un río producido por un movimiento en masa.

**Arcilla:** Suelo para ingeniería con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.

**Buzamiento:** Ángulo que forma la recta de máxima pendiente de un plano con respecto a la horizontal y puede variar entre 0° y 90°.

**Caída:** Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.

**Caída de rocas:** Tipo de caída producido cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando.

**Coluvial:** Forma de terreno o material originado por la acción de la gravedad.

**Coluvio-deluvial:** Forma de terreno o depósito formado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), los cuales se encuentran interestratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.

**Corona:** Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladera abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción.

**Crecida de detritos:** Flujo muy rápido de una crecida de agua que transporta una gran carga de detritos a lo largo de un canal, usualmente también llamados flujos hiperconcentrados (Hungry *et al.*, 2001).

**Deluvial:** Terreno constituido por enormes depósitos de materiales que fueron transportados por grandes corrientes de agua.

**Derrumbe:** Desplome de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido de ruptura, y más bien una zona irregular. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas muy meteorizadas y fracturadas.

**Deslizamiento:** Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

**Deslizamiento rotacional:** Tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

**Erosión fluvial:** Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos al socavar los valles, profundizarlos, ensancharlos y alargarlos. Ocurre cuando periodos con abundantes o prolongadas precipitaciones pluviales, en las vertientes o quebradas, aumentan el caudal de los ríos principales o secundarios que drenan una cuenca.

**Escarpe o escarpa:** Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

**Factor condicionante:** Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

**Factor detonante:** Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

**Flujo:** Movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Existen tipos de flujos como flujos de lodo, flujos de detritos (huaicos), avalanchas de rocas y detritos, crecida de detritos, flujos secos y lahares (por actividad volcánica).

**Flujo de detritos (huaico):** Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.

**Flujo de lodo:** Tipo de flujo con predominancia de materiales de fracción fina (limos, arcillas y arena fina), con al menos un 50%, y el cual se presenta muy saturado.

**Fractura:** Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan. Los rangos de fracturamiento rocoso, dependiendo del espaciamiento entre las fracturas, pueden ser: maciza, poco fracturada, medianamente fracturada, muy fracturada y fragmentada.

**Inactivo abandonado:** Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la causa de la inestabilidad del movimiento ha dejado de actuar (WP/WLI, 1993).

**Inactivo estabilizado:** Movimiento en masa cuyo desplazamiento ha cesado debido a la ejecución de obras correctivas o de control (Cruden y Varnes, 1996).

**Inactivo latente:** Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

**Inactivo relicto:** Movimiento en masa que claramente ocurrió bajo condiciones geomórficas o climáticas diferentes a las actuales, posiblemente hace miles de años (Cruden y Varnes, 1996).

**Inundación fluvial:** La inundación fluvial se define como el terreno aledaño al cauce de un río, que es cubierto por las aguas después de una creciente. Las causas principales de las inundaciones son las precipitaciones intensas, las terrazas bajas, la dinámica fluvial y, en algunos casos, la deforestación.

**Inundación pluvial:** Se originan por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable.

**Meteorización:** Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes. Los rangos de meteorización se clasifican en: roca fresca, ligeramente meteorizada, moderadamente meteorizada, altamente meteorizada, completamente meteorizada y suelo residual.

**Movimiento en masa:** Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.

**Retrogresivo:** Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

**Saturación:** El grado de saturación refleja la cantidad de agua contenida en los poros de un volumen de suelo dado. Se expresa como una relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos.

**Suelo residual:** Suelo derivado de la meteorización o descomposición de la roca in situ. No ha sido transportado de su localización original, también llamado suelo tropical.

**Susceptibilidad:** La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

**Velocidad:** Para cada tipo de movimiento en masa se describe el rango de velocidades, parámetro importante ya que ésta se relaciona con la intensidad del evento y la amenaza que puede significar. De acuerdo con Cruden y Varnes (1996), las escalas de velocidades corresponden a: extremadamente lenta, muy lenta, lenta, moderada, rápida, muy rápida y extremadamente rápida.

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico, se desarrolla en base al informe de revisión y actualización de los cuadrángulos de Jaqui (31-ñ), Coracora (31-o), Chala (32-ñ) y Chaparra (32 o) a escala 1:100 000, en cuanto al cartografiado y reconocimiento de unidades litoestratigráficas se tomó como base al mapa del Cuadrángulo de Coracora hoja 31-o-IV, elaborada a escala 1:50 000 y publicado en la página del Geocatmin <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>, complementándose con trabajos de fotointerpretación de imágenes satelitales, ortomosaicos con dron y observaciones en campo, con lo que finalmente se elaboró el mapa geológico. (Anexo 1-mapa 1)

#### 3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas comprenden rocas volcánicas (que representan secuencias volcánicas constituidos por flujos lávicos con relieves agrestes) y volcanosedimentarias, cuyas vertientes o piedemontes se encuentran cubiertos por depósitos coluvio-deluviales, originados por deslizamientos antiguos descendientes de la ladera oeste del cerro Anchacata, que en algún momento pudieron represar el río Acos, conformado a su vez por depósitos fluviales en el cauce y aluviales en sus márgenes.

A continuación, se describe brevemente la composición y características litológicas de los depósitos y Formaciones identificadas en los trabajos de campo:

##### 3.1.1. Grupo Barroso (NQ-b)

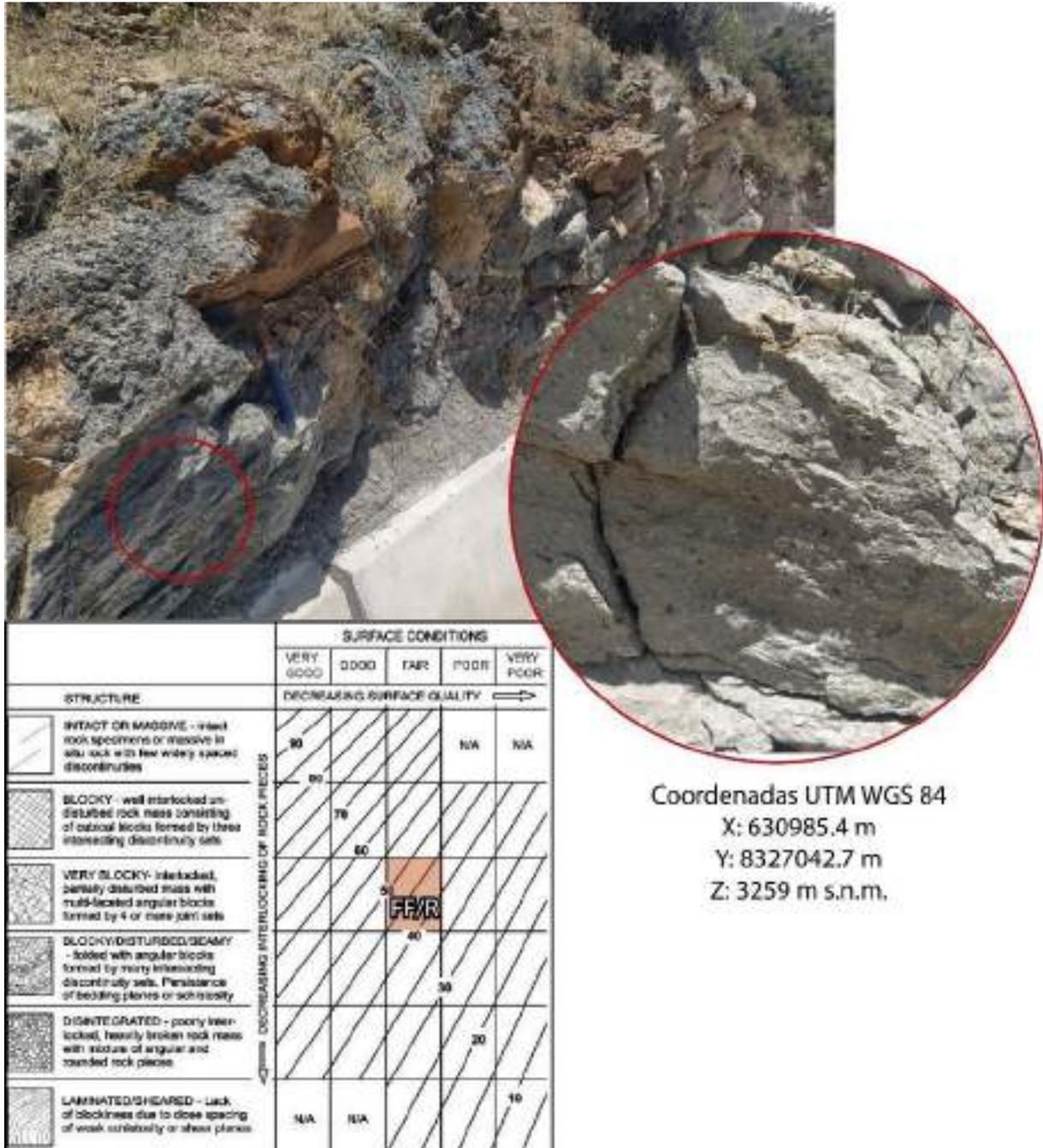
Litológicamente está constituida por derrames lávicos de naturaleza andesítica - dacítica, con textura porfirítica y de grano fino. (Díaz & Milla 2003).

Usando la determinación GSI (Geological Strength Index), para la estimación cualitativa del macizo rocoso a partir de observaciones en campo y teniendo como base los parámetros de: estado de fracturamiento y calidad de las discontinuidades, se pudo observar que los afloramientos rocosos disminuyen su índice de resistencia desde la cima del cerro Anchacata, hasta su base, así.

- En la cima (~3260 m s.n.m.) donde predominan afloramientos de andesitas grises se observan rocas muy fracturadas y moderadamente meteorizadas, equivalentes a un GSI de 45, descritas como fuertemente fracturadas con superficies de discontinuidades regulares (figura 6).
- En las márgenes de la quebrada se observan rocas andesitas muy fracturadas y moderadamente meteorizadas, que conforman bloques subredondeados que proporcionan material detrítico suelto al cauce de la quebrada (figura 7).
- El grado de meteorización y fracturamiento de las rocas volcánicas en la quebrada Millu – Cuchu Macma, se incrementa desde la cota ~ 3052 hacia su base, donde se observan rocas muy fracturadas (figura 8), así como rocas fragmentadas y completamente meteorizadas que han generado suelos residuales arcillosos y limosos de coloraciones rojizas y amarillentas (GSI de < 20) (figura 9).

##### 3.1.2. Grupo Tacaza (PN-ta)

Su litología está constituida por aglomerados, brechas de color morado, tobas de color blanquecino, de naturaleza dacítica (Díaz & Milla 2003), localmente se observan afloramientos de este Grupo al sur de la localidad de Acos y al igual que el Grupo Barroso, se le considera poco competente y de fácil erosión, susceptible a generar suelos residuales arcillosos.



**Figura 6.** Andesitas grises fuertemente fracturadas y con discontinuidades regulares, según la clasificación GSI poseen un valor de 45. Ubicadas en la parte alta del Cerro Anchacata.

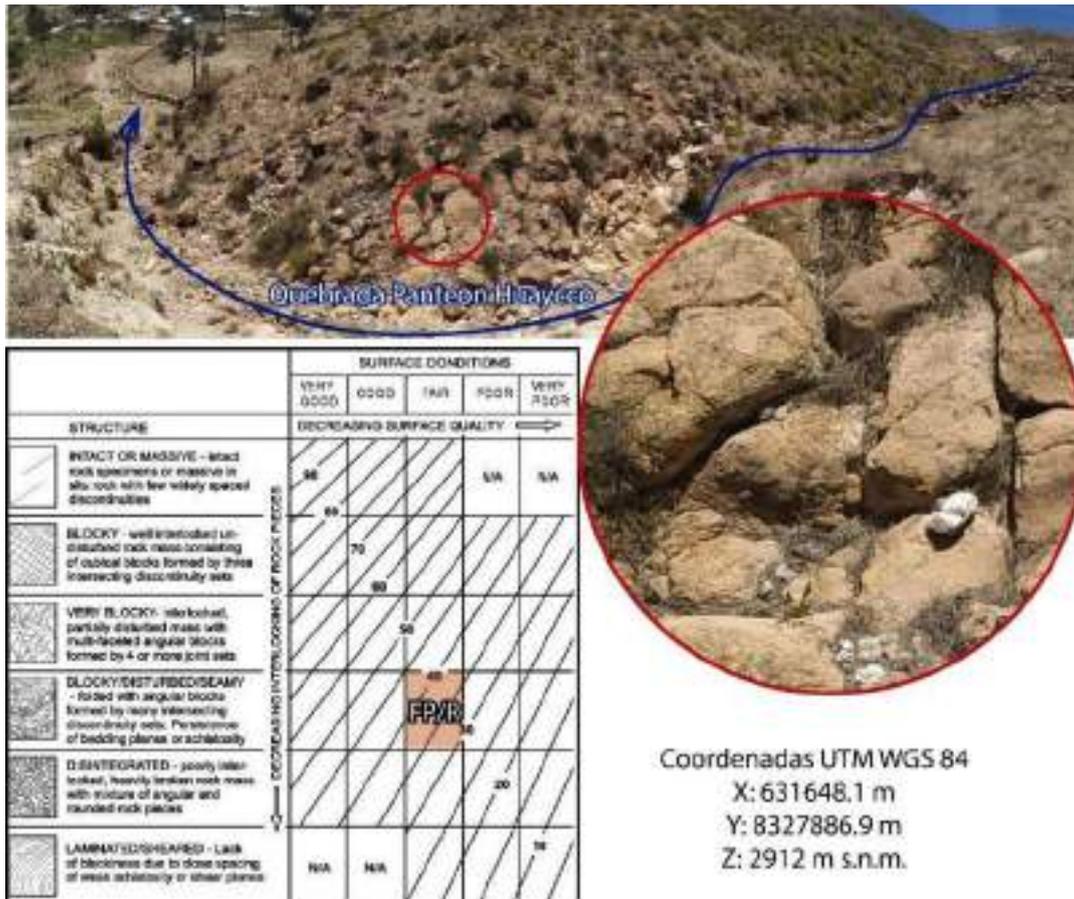


Figura 7. Andesitas grises fuertemente fracturadas, con moderada a alta meteorización, según la clasificación GSI poseen un valor de 35, pertenecerían a rocas fuertemente fracturadas y perturbadas. Ubicadas en la parte baja de la quebrada Panteón Huaycco.

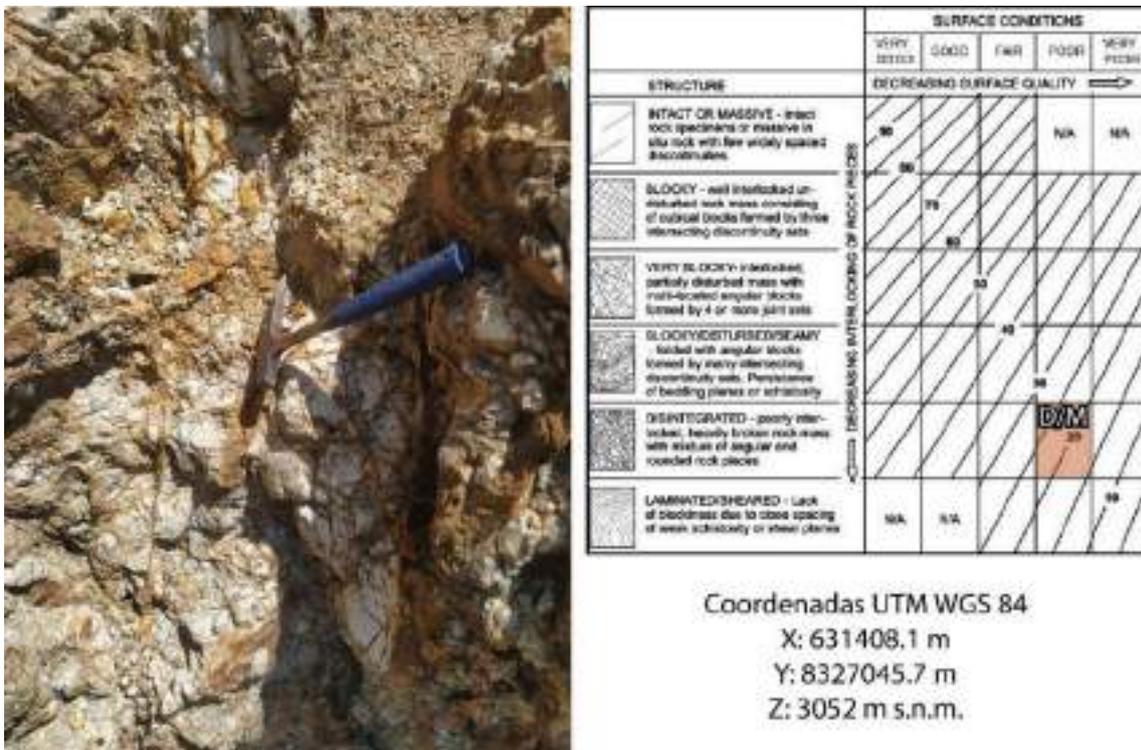
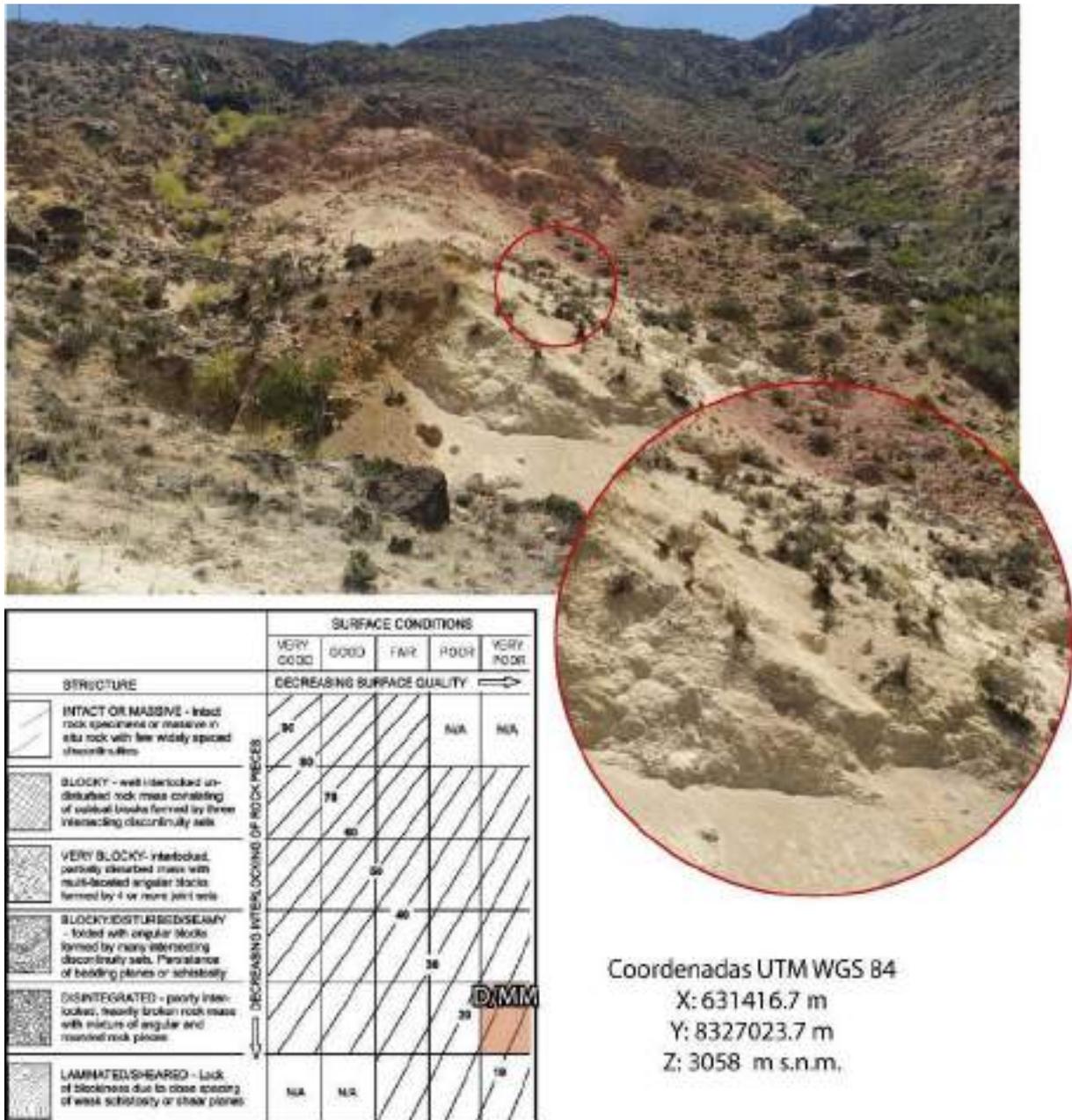


Figura 8. Dacitas Muy fracturadas y con alto grado de meteorización, muestra discontinuidades malas e irregulares, según la clasificación GSI poseen un grado de 20.



**Figura 9.** Rocas volcánicas fragmentadas y completamente meteorizadas, según el índice GSI poseen un valor de 15, corresponden a macizos quebrados, que han generado suelos residuales arcillosos y limosos de coloraciones rojizas y amarillentas.

### 3.1.3. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)

Depósito conformado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, interestratificados, imposibles de separarlos como unidades individuales. Se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas o acantilados de valles (Vilchez et al., 2019).

En el área evaluada se observan secuencias de materiales coluvio-deluviales y de escombros originados a partir de ocurrencias de movimientos en masa de gran magnitud, los componentes principales en estas secuencias son: gravas arcillosas con arenas y limos, dentro del material también se observan cantos y bloques de hasta 1 m de diámetro, de composición volcánica, mayoritariamente estos depósitos se encuentran saturados y poseen mediana a alta plasticidad, una clasificación tentativa (S.U.C:S), para estos depósitos las

ubicar como gravas pobremente clasificadas limosas y arcillosas (GP-GMC). La mayor representación de estos depósitos se encuentra desde la cota 3150 m s.n.m. debajo de la localidad de Acos y corresponden a deslizamientos antiguos con escarpas de hasta 700 m de longitud, y movimiento promedio de N50° hacia el río Acos.

La localidad de Acos se ubica sobre depósitos coluvio-deluviales producto de la meteorización, erosión y transporte de las rocas volcánicas de mala calidad del cerro Anchacata.

La menor representación de este depósito se encuentra en la margen derecha de la quebrada Panteón Huaycco, sobre la plaza de toros de la localidad de Accos, donde también se observa la ocurrencia de derrumbes (figura 10).



DESCRIPCIÓN DE DEPÓSITOS CUATERNARIOS					
<input type="checkbox"/> Fluvial <input checked="" type="checkbox"/> Deluvial <input checked="" type="checkbox"/> Coluvial <input type="checkbox"/> Aluvial <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Proglacial <input type="checkbox"/> Glacial	<input type="checkbox"/> Lacustre <input type="checkbox"/> Marino <input type="checkbox"/> Eólico <input type="checkbox"/> Orgánico <input type="checkbox"/> Artificial <input type="checkbox"/> Litoral <input type="checkbox"/> Fluvio glacial	<b>GRANULOMETRÍA</b> % <input type="checkbox"/> 5 Bolos <input type="checkbox"/> 5 Cantos <input type="checkbox"/> 10 Gravias <input type="checkbox"/> 15 Gránulos <input type="checkbox"/> 15 Arenas <input type="checkbox"/> 30 Limos <input type="checkbox"/> 20 Arcillas	<b>FORMA</b> <input checked="" type="checkbox"/> Esférica <input type="checkbox"/> Discoidal <input type="checkbox"/> Lamelar <input type="checkbox"/> Cilíndrica	<b>REDONDES</b> <input type="checkbox"/> Redondeado <input checked="" type="checkbox"/> Subredondeado <input type="checkbox"/> Anguloso <input checked="" type="checkbox"/> Subanguloso	<b>PLASTICIDAD</b> <input type="checkbox"/> Alta plasticidad <input type="checkbox"/> Med. Plástico <input checked="" type="checkbox"/> Baja Plasticidad <input type="checkbox"/> No plástico
* la matriz de carácter limoarcilloso, presenta plasticidad media a alta					
<b>CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.</b>					
<b>ESTRUCTURA</b> <input type="checkbox"/> Masivo <input type="checkbox"/> Estratificada <input type="checkbox"/> Laminar		<b>TEXTURA</b> <input type="checkbox"/> Harinoso <input type="checkbox"/> Arenoso <input checked="" type="checkbox"/> Aspero		<b>CONTENIDO DE</b> <input type="checkbox"/> Materia Orgánica <input type="checkbox"/> Carbonatos <input checked="" type="checkbox"/> Sulfatos	
<b>COMPACTIDAD</b> <b>SUELOS FINOS</b> Limos y Arcillas: <input type="checkbox"/> Blanda <input type="checkbox"/> Compacta <input type="checkbox"/> Dura		<b>SUELOS GRUESOS</b> Arenas: <input type="checkbox"/> Suelta <input type="checkbox"/> Densa <input type="checkbox"/> Muy Densa		Gravias: <input checked="" type="checkbox"/> Suelta <input type="checkbox"/> Med. Consolidada <input type="checkbox"/> Consolidada <input type="checkbox"/> Muy Consolidada	
<b>SUELOS FINOS</b> <input type="checkbox"/> GW <input checked="" type="checkbox"/> GP <input checked="" type="checkbox"/> GM <input type="checkbox"/> SM		<b>SUELOS GRUESOS</b> <input type="checkbox"/> GC <input type="checkbox"/> SW <input type="checkbox"/> SP <input type="checkbox"/> SC		<b>SUELOS FINOS</b> <input type="checkbox"/> ML <input type="checkbox"/> CL <input type="checkbox"/> DL <input type="checkbox"/> MH	
				<input type="checkbox"/> CH <input type="checkbox"/> OH <input type="checkbox"/> PT	

Figura 10. Tabla clasificatoria empírica de los depósitos coluvio-deluviales en la margen derecha de la quebrada Panteón Huaycco.

### 3.1.4. Depósito Coluvial (Q-co)

Son depósitos inconsolidados que han sido originados por movimientos en masa recientes de tipo derrumbes, estos se ubican en las márgenes de las quebradas Panteón Huaycco y Río Millu-Cuchu Macma, conformados por bloques volcánicos de hasta 2 m de diámetros, y son el mayor aporte de material detrítico de las quebradas.

### 3.1.5. Depósito proluvial (Q-pl)

Los depósitos proluviales constituyen materiales ubicados en el cauce de las quebradas, constituidos por gravas y arenas gruesas a finas, subredondeadas de origen volcánico, en este caso se ubican en los cauces de las quebradas Panteón Huaycco y Río Millu -Cuchu Macma, donde existen evidencia de flujos antiguos (materiales subredondeados, arenas y limos con evidencias de transporte por agua). Ver figura 11.

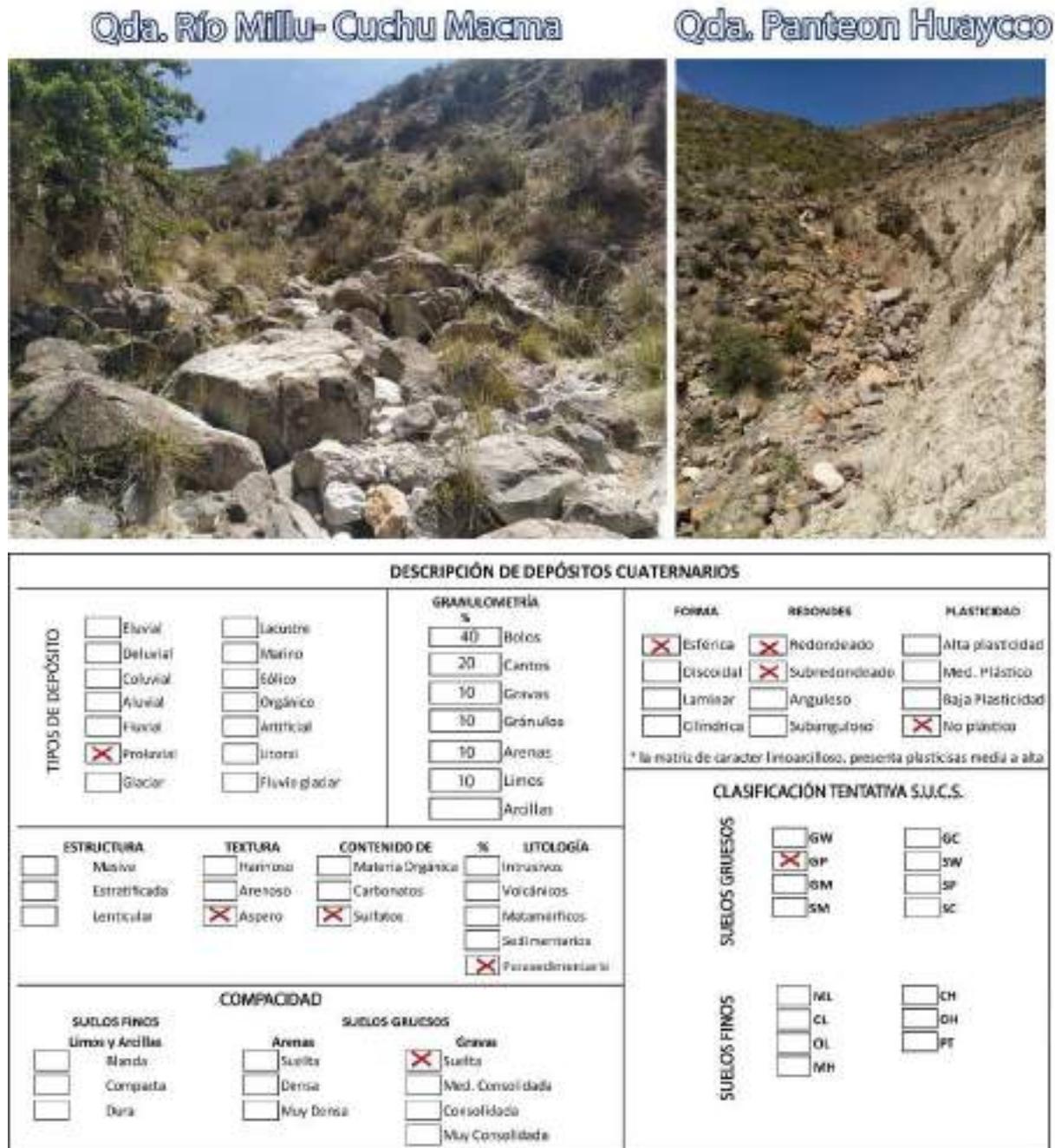
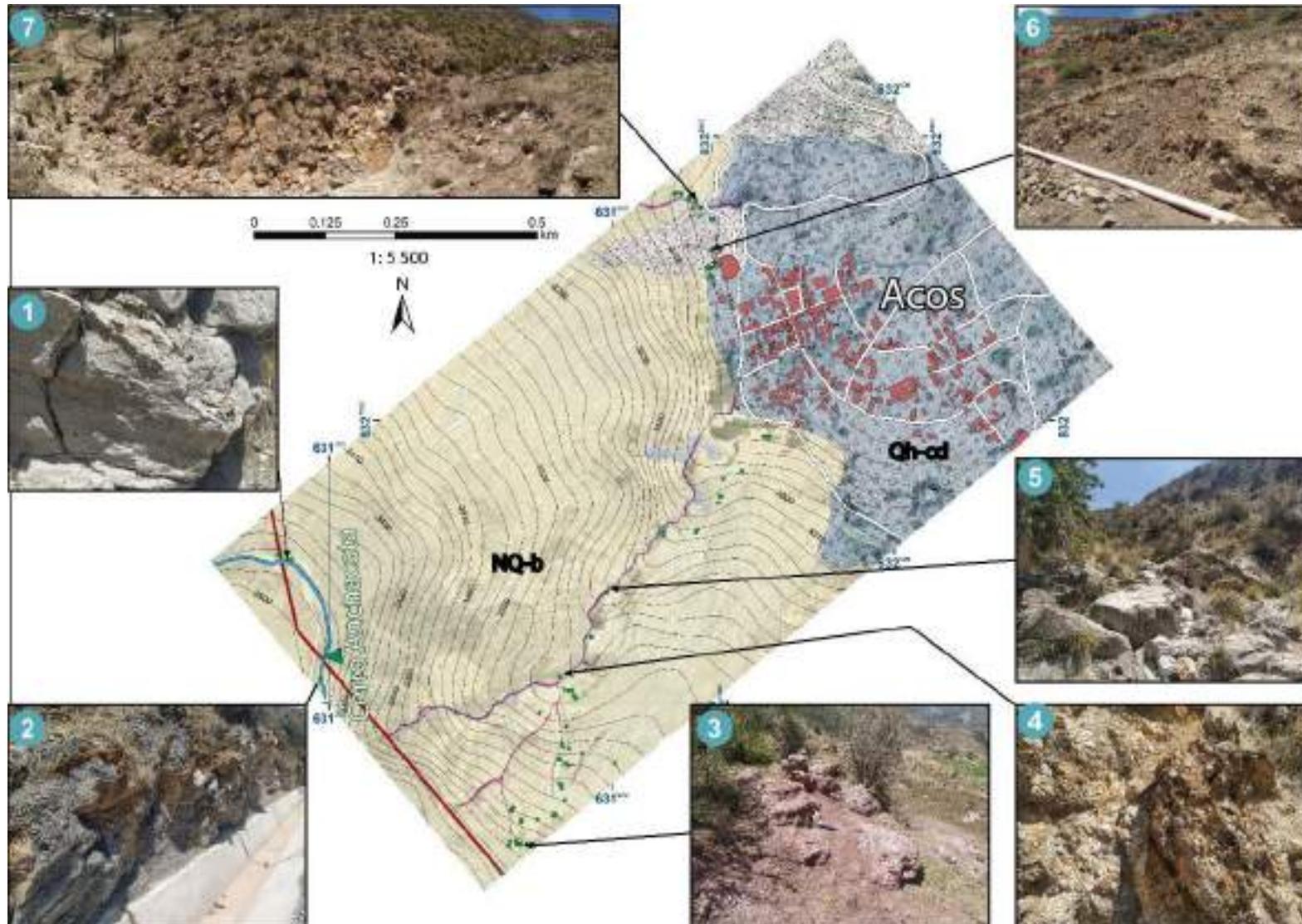


Figura 11. Tabla clasificatoria empírica de los depósitos proluviales la localidad de Acos.



**Figura 13.** Muestra: 1 y 2 andesitas ubicadas en las cabeceras de las quebradas Panteón Huaycco y Rio Millu Cuchu Macma; 3 y 4: riolitas y dacitas con alto grado de meteorización formando suelos residuales; 5 y 7: material proluvial y coluvial en el cauce de las quebradas; 6: depósitos coluvio-deluviales en la margen derecha de la quebrada Panteón Huaycco.

## 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### 4.1. Pendientes del terreno

La pendiente es uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa (formadores de las geoformas de carácter depositacional o agradacional), ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002); por lo cual es un parámetro que actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa (cuadro 3, figura 15).

En el área de inspección (localidad de Acos) podemos observar los 6 rangos de pendiente descritos en el cuadro 3.

En general, el depósito coluvio-deluvial sobre el cual se ubica la localidad de Acos, posee pendientes moderadas, de inclinación suave y áreas llanas, estos terrenos se encuentran entre las cotas 2600 y 3000 m s.n.m. (figura 14 y 16). y fueron conformados por procesos de acumulación detrítica de deslizamientos antiguos.

En cuanto a las quebradas río Millu-Cuchu Macma y Panteón Huaycco, poseen cabeceras que se encuentran alrededor de los 3500 m s.n.m, en el cerro Anchacata; el cauce de ambas quebradas presenta superficies con pendientes muy fuertes, intercalado con superficies semiverticalizadas (pendientes muy escarpadas), lo que favorece la velocidad de flujos combinados de agua y detritos.

En general la ladera este de cerro Anchacata, posee pendientes fuertes y escarpadas, y las márgenes de las quebradas Panteón Huaycco y Río Millu Cuchu Macma, poseen pendientes muy escarpadas (figura 15 y 17)

**Cuadro 3.** Rango de pendientes del terreno

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
< 1°	Llano	Este rango de pendiente, aparece en terrenos coluvio-deluviales de la localidad de Acos, mayoritariamente en terrenos retrabajados de cultivo.
1°a 5°	Inclinación suave	Este rango de pendiente es uno de los más representativos de la localidad de Acos, se presenta tanto en el área urbana como en sus alrededores
5°a 15°	Moderado	Terrenos con moderada pendiente, predominan en toda la vertiente coluvio deluvial y de deslizamiento desde la base del cerro Anchacata hasta el río Acos.
15°a 25°	Fuerte	Este rango de pendiente se observa en la ladera este del cerro Anchacata entre las quebradas Panteón Huaycco y río Millu Cuchu Macma, así como en la ladera Norte que circunscribe a la localidad de Acos.
25°a 45°	Muy fuerte	Predomina en las márgenes de la quebradas río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco, este tipo de pendientes sumadas al basamento rocoso fracturado y meteorizado genera derrumbes y caída de bloques desde las márgenes de quebrada, hasta el cauce de las mismas, aumentando el material detrítico susceptible a ser erosionado por corrientes temporales.
>45°	Muy escarpado	Se presentan en la margen derecha de la quebrada río Millu Cuchu Macma, corresponde a la cicatriz de un derrumbe cercano a la desembocadura de la quebrada.

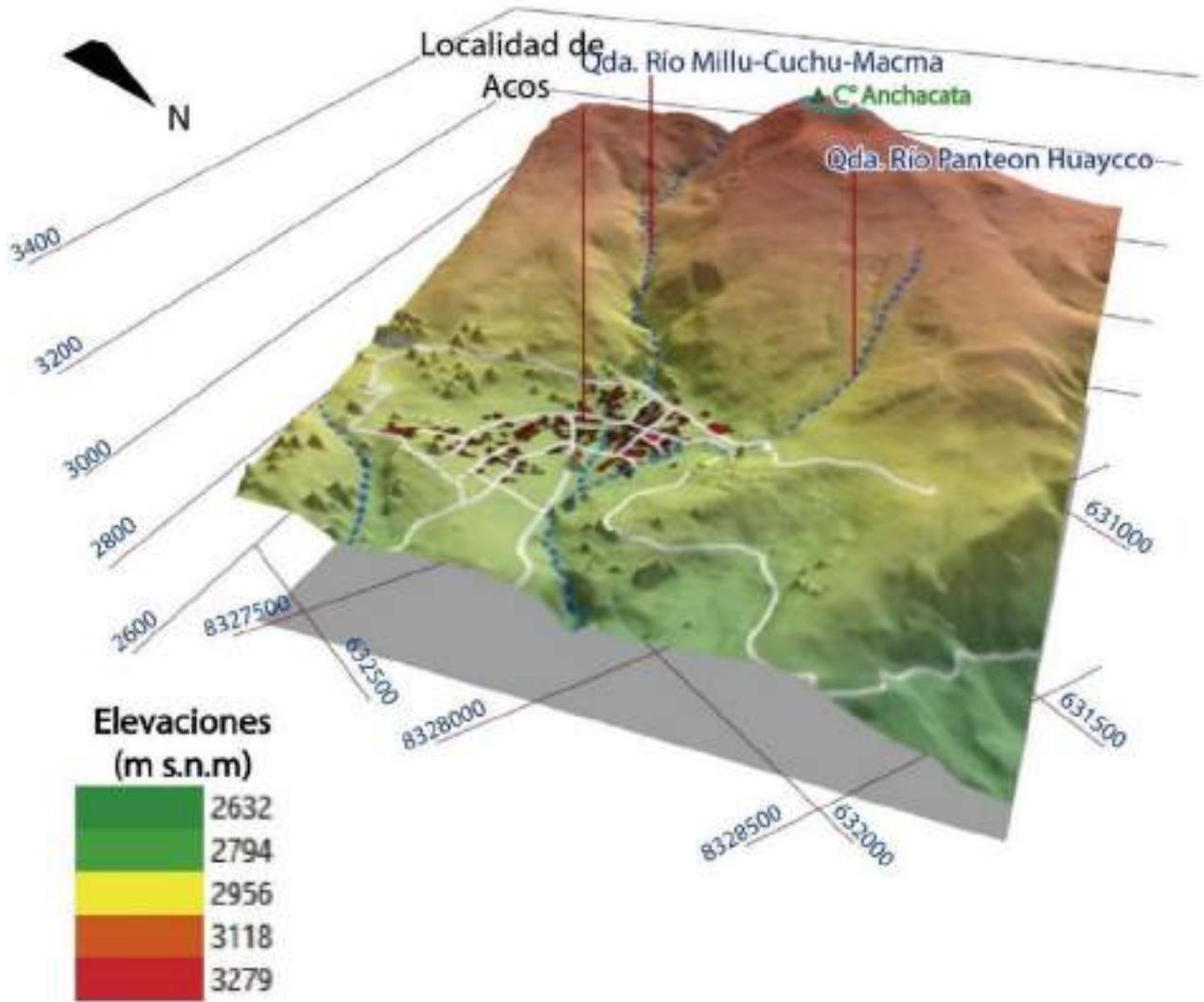


Figura 14. Vista 3D, de las elevaciones en la localidad de Acos.



Figura 15. Pendientes en las márgenes de la quebrada río Millu Cuchu Macma.

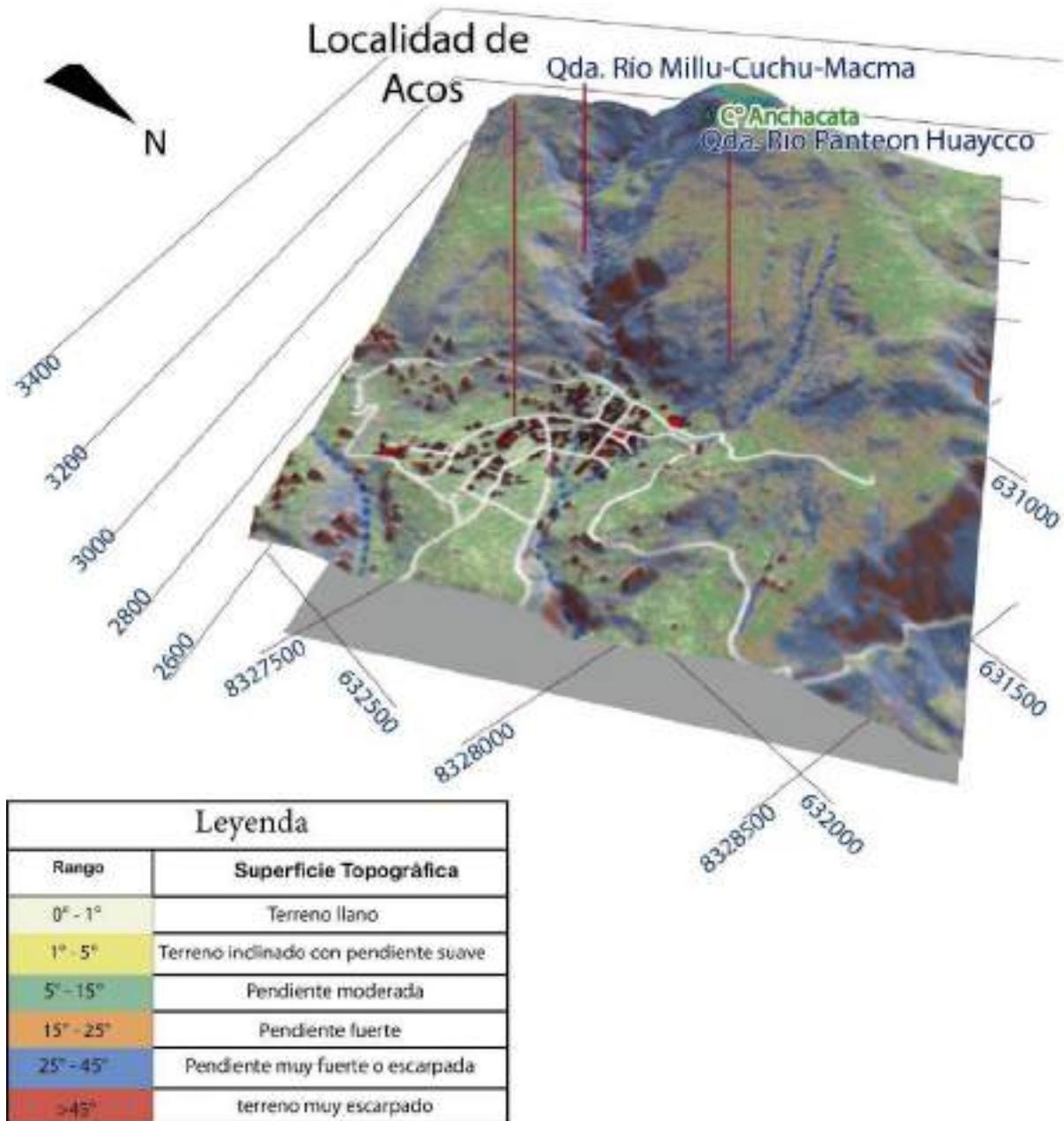
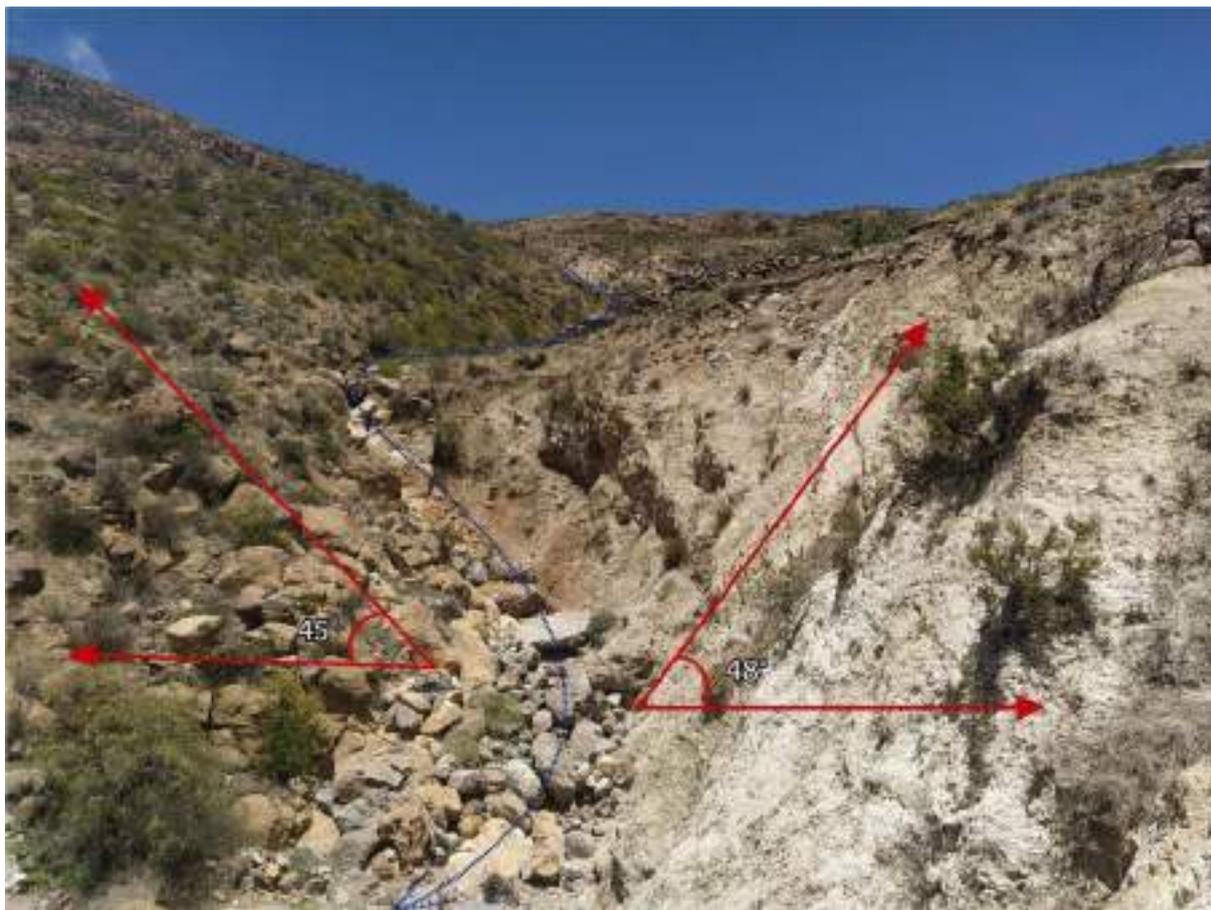


Figura 16. Vista 3D, de las pendientes en la localidad de Acos.

## 4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas (mapa 3), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual; en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vilchez et al., 2019).

En general la localidad de Acos se ubica sobre una vertiente coluvio deluvial, y vertiente con depósito de deslizamiento, al oeste de la localidad se encuentra una montaña modelada en roca volcánica (cerro Anchacata), disectada por dos quebradas principales (río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco) que confluyen cercanos a la localidad de Acos y son afluentes al río del mismo nombre.



**Figura 17.** Pendientes en las márgenes de la quebrada Panteón Huaycco.

#### 4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Están representadas por las formas de terreno resultados del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

**Subunidad de montañas en roca volcánica (RM-rv):** Esta subunidad está conformada por secuencias litológicas volcánicas del Grupo Barroso (Cerro Anchacata), ubicado entre los 3510 m s.n.m. y 3120 m s.n.m (altura de 390 m), en promedio la ladera noreste de la montaña (ladera que desciende hacia la localidad de Acos) presenta pendientes fuertes (15°-25°), disectada por las quebradas Río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco, con laderas de pendiente muy fuerte o escarpada (25°-45°).

#### 4.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Están representadas por formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores, aquí se tienen:

**Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd):** Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, se encuentran interestratificados y no es posible separarlos como unidades individuales; estos se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas volcánicas (cerro Anchacata), su composición litológica (ítem 3.1.3.), sumado a la pendiente de la ladera, lo hacen susceptible a sufrir procesos de erosión y movimientos en masa como deslizamientos y derrumbes.

**Vertiente aluvio-torrencial (V-at):** Se trata de superficies de pendiente moderada, conformado por procesos proluviales, estos se pueden observar en los cauces de las quebradas Panteón Huaycco y Río Millu Cuchu Macma, conformado por gravas, y bloques de hasta 1 m de diámetro en una matriz limo-arenosa.

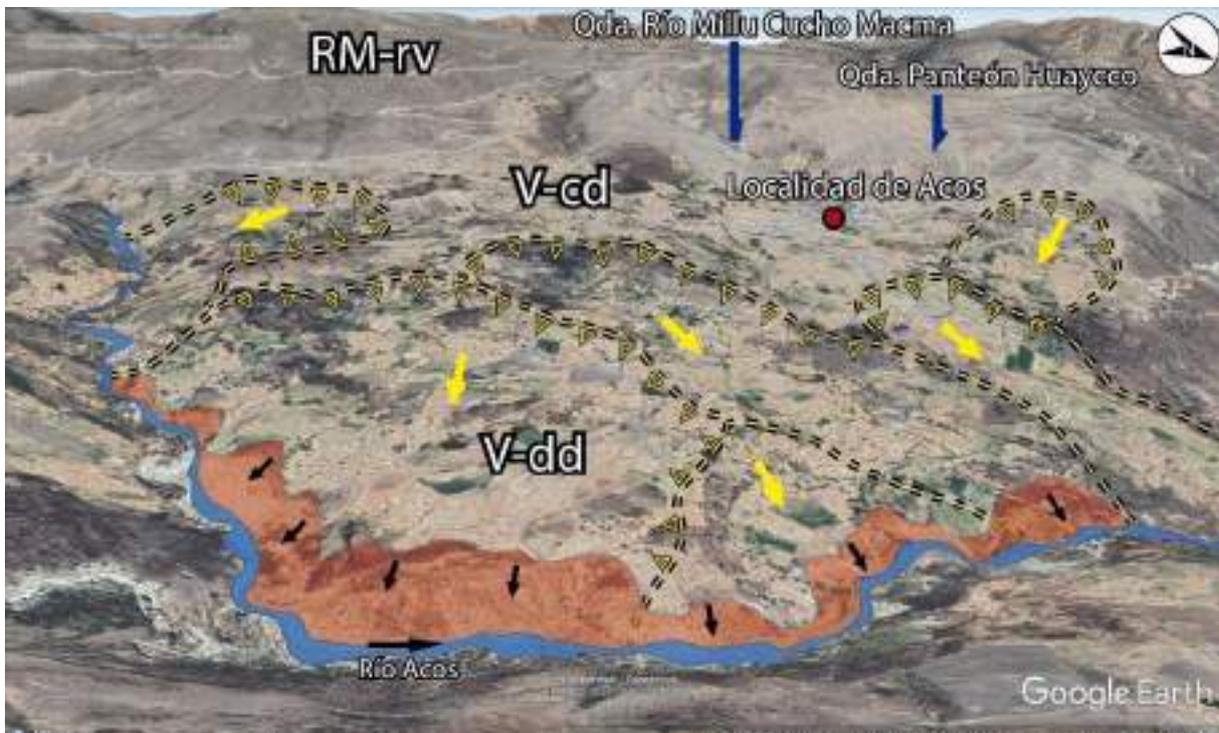
**Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd):** Corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa, antiguos y recientes. En este caso corresponde a deslizamientos de gran magnitud que cubrieron la ladera noreste del cerro Anchacata actualmente se observan escarpes antiguos y reactivaciones en la margen izquierda del río Acos, que sumados a la saturación del terreno podrían producir deslizamientos similares cercanos a la localidad de Acos.



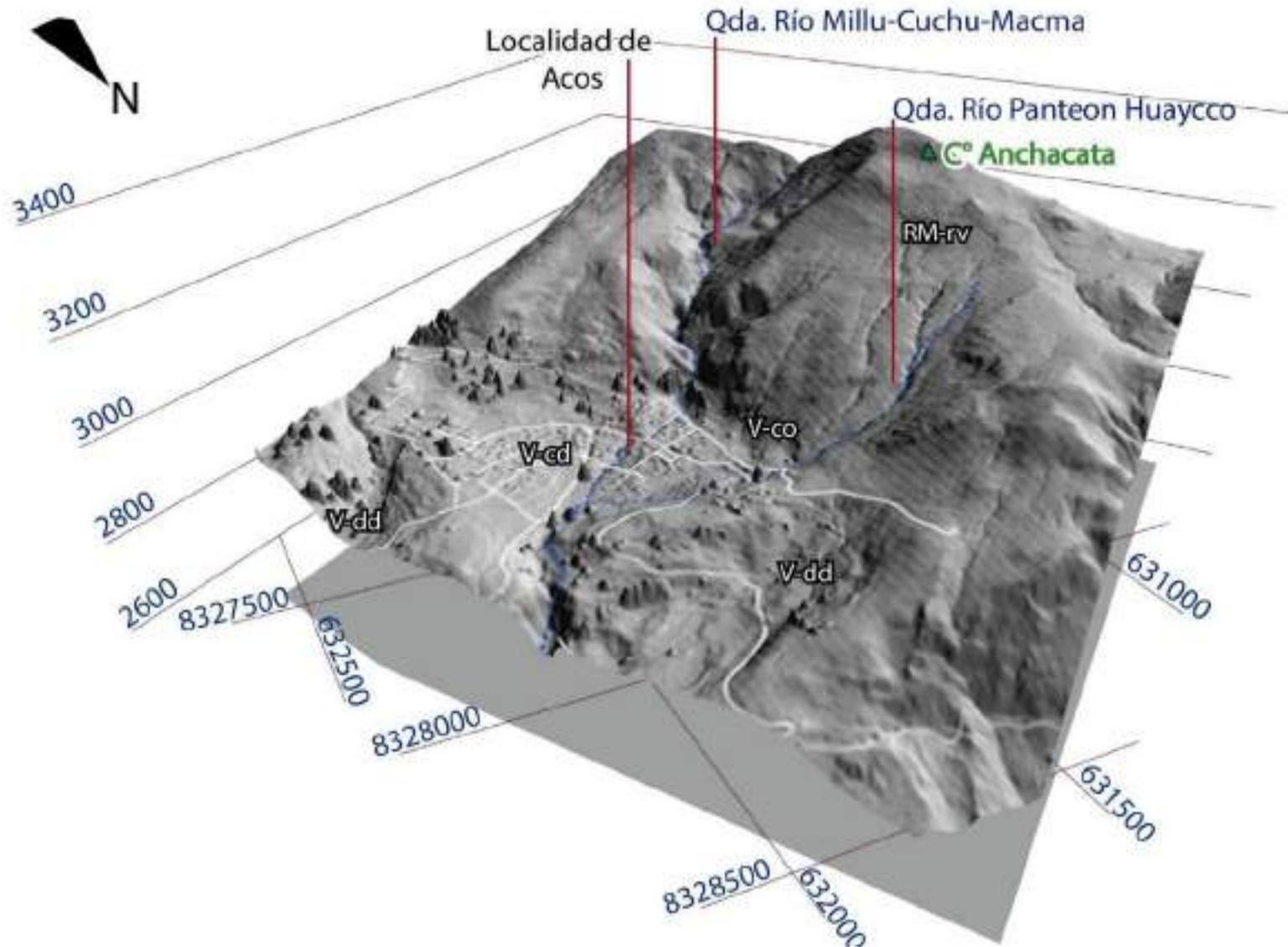
**Figura 18.** Obsérvese la fotografía tomada desde el cerro Anchacata (montaña modelada en roca volcánica), y la vertiente coluvio-deluvial adosada a su vertiente noreste, donde se ubica la localidad de Acos.



**Figura 19.** Vista área del cerro Anchacata (Montaña modelada en roca volcánica / RM-rv), disectada por las quebradas Panteón Huaycco y río Millu Cuchu Macma.



**Figura 20.** Vista satelital (Google Earth) de las vertientes con depósito de deslizamientos (V-dd), ubicados en la margen izquierda del río Acos.



**Figura 21.** Geoformas alrededor de la localidad de Acos, donde: RM-rv representa a Montaña en roca volcánica, V-co es la vertiente coluvial, V-cd es la vertiente coluvio-deluvial y V-dd representa la vertiente de deslizamiento

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en los alrededores de la localidad de Acos, provienen principalmente de las quebradas Panteón Huaycco y río Millu Cuchu Macma, donde se evidencia material detrítico susceptible a ser erosionado y generar flujo de detritos que afecte a viviendas, especialmente a aquellas ubicadas en las márgenes de quebrada, Además de ello se ha identificado un derrumbe en el sector de Panteón Huaycco que afectó la plaza de toros y canales de riego, así como cuerpos de deslizamientos antiguos en la margen izquierda del río Acos susceptibles a reactivaciones.

La caracterización de peligros geológicos, se realizó en base a la información obtenida de trabajos en campo; donde se clasificaron los tipos de movimientos en masa, basados en la observación, descripción litológica y morfométrica in situ de los mismos, así como la toma de puntos GPS, medidas con distanciómetro láser, fotografías a nivel de terreno y fotografías aéreas que sirvieron para la elaboración de ortomosaicos y modelos digitales de superficie sobre los cuales se realizó el cartografiado de peligros geológicos por movimientos en masa (anexo 1, mapa 1).

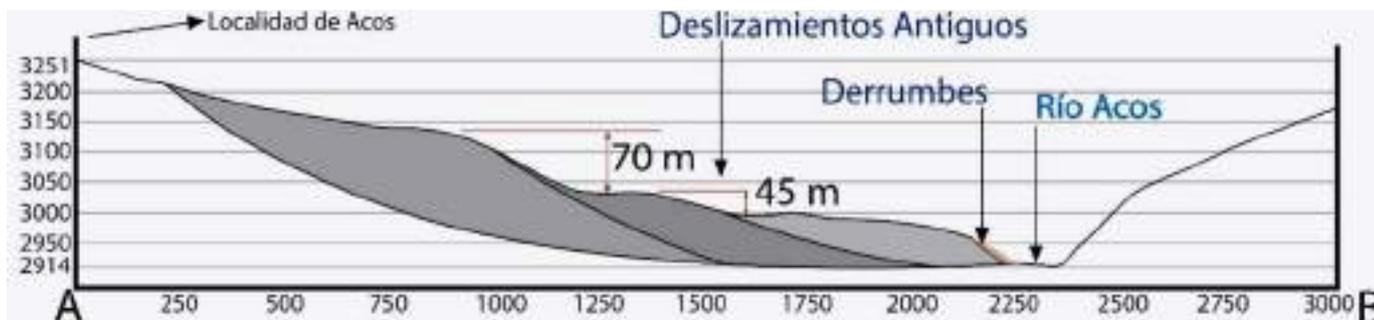
### 5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

#### 5.1.1. Deslizamientos antiguos en la margen izquierda de Acos.

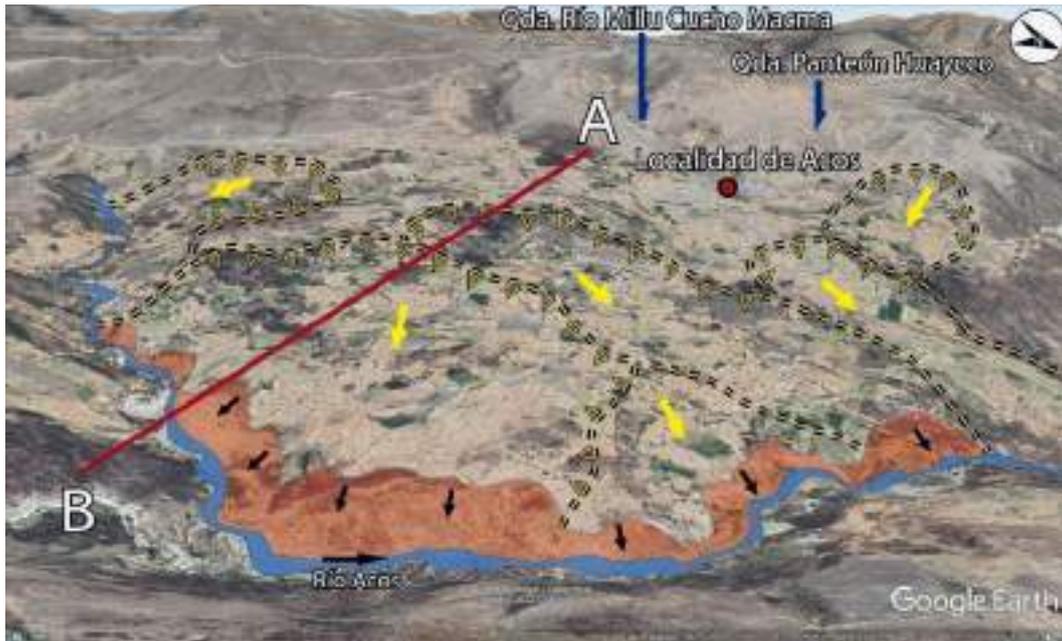
La margen izquierda del río Acos conformada por depósitos coluvio-deluviales (ver ítem 3.1.3.) evidencia haber sufrido procesos de remoción en masa, específicamente deslizamientos rotaciones, la corona de estos deslizamientos se encuentran a 350 m de la población de Acos (figura 24) y presenta escarpas de hasta 70 m de altura con longitudes que varían de 400 a 700 m (figura 23).

En la margen izquierda del río se evidencia procesos de socavación que ha generado derrumbes en los pies de avance de los deslizamientos, estos derrumbes presentan alturas promedio de 36 m (figura 24).

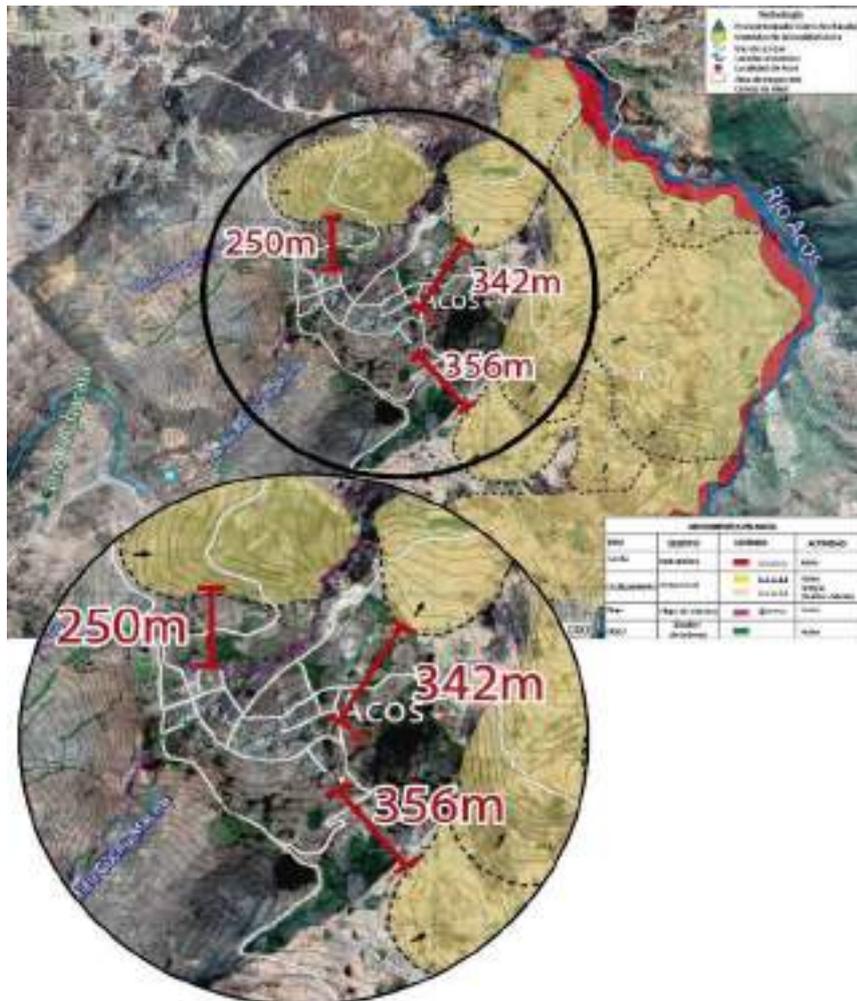
Actualmente no se evidencian grietas recientes ni otro tipo de registro que muestre la actividad de dichos deslizamientos desde las coronas y escarpes cercanos a la localidad de Acos, sin embargo, la saturación del terreno sumada a la socavación de los pies de deslizamiento podría generar la reactivación de estas masas.



**Figura 22.** Perfil referencial de las masas de deslizamiento antiguo, situados debajo de la localidad de Acos.



**Figura 23.** Derrumbes en la margen izquierda del río Acos, de los pies de deslizamiento ubicados debajo de la localidad de Acos.



**Figura 24.** Distancia de la localidad de Acos a la corona de deslizamientos antiguos, ubicados en la margen izquierda del río Acos.

### 5.1.2. Derrumbe activo en la parte superior de la plaza de toros de Acos

Parte de la ladera noreste del cerro Anchacata (a la derecha de la desembocadura de la quebrada Panteón Huaycco), se encuentra cubierta por depósitos coluviales, conformados por la fracturación y meteorización de rocas volcánicas de Grupo Barroso, que por gravedad han caído cubriendo las laderas del cerro, en este sector se ubica el cementerio de Acos, ver figura 26, (Coordenadas UTM, WGS 84 18 s, X: 631657.94; Y: 8328083.08).

Los depósitos no consolidados y sueltos han generado un (01) derrumbe con las siguientes características:

- Altura del derrumbe: 18 m.
- Alcance del material derrumbado: 36 m
- Ancho del derrumbe: 18 m
- Elevación de la zona de arranque: 2915 m s.n.m.
- Elevación del depósito de material: 2897 m s.n.m.
- Afectaciones: el derrumbe generó el daño de 5 m de un canal de riego revestido de concreto (figura 25 A), además el material ingreso a la plaza de toros de Acos (Coordenadas UTM, WGS 84 18 s, X: 631692.30; Y: 8327764.56).
- Causas de inestabilidad: se infiere que la principal causa del derrumbe se originó por el corte de talud para la construcción del canal de riego.



**Figura 25.** A) altura del derrumbe identificado en la ladera noreste del cerro Anchacata, derecha de la quebrada Panteón Huaycco; B) muestra canal de riego revestido destruido por el derrumbe (5 m longitudinales) y reemplazado por tubería provisional, C) vista del derrumbe y como llego hasta la plaza de toros de Acos



**Figura 26.** Dimensiones en una vista aérea del derrumbe identificado en la ladera noreste del cerro Anchacata, derecha de la quebrada Panteón Huaycco.

### 5.1.3. Flujo de detritos

Las quebradas río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco desembocan en la localidad de Acos, los trabajos de campo permitieron identificar que ambas quebradas presentan material detrítico (gravas, bloques y bolones) en sus causas, susceptibles a ser erosionados y generar flujo de detritos (huaicos) que afecten a la localidad de Acos, especialmente a aquellas viviendas ubicadas en las márgenes de dichas quebradas.

La quebrada denominada localmente río Millu Cuchu Macma, presenta su cabecera en la cota 3411 m s.n.m; mientras que su desembocadura en la localidad de Acos se encuentra en la cota 2879 m s.n.m. haciendo una diferencia de cotas de 532 m, con una pendiente promedio de 25°.

Longitudinalmente la quebrada mide ~800 m hasta la localidad de Acos y ~3.4 km hasta su desembocadura al río Acos (figura 27). El ancho promedio de la quebrada es de 6 m en la parte alta y media, mientras que en la localidad de Acos es de 5 m (figura 29 y 30).

Las características litológicas (baja competencia, alto grado de fracturamiento y meteorización) de las rocas que componen las laderas de la quebrada han generado depósitos detríticos con bloques de hasta 2 m (figura 28) en el cauce de dicha quebrada intercalada con arenas, arcillas y limos, también se pudo observar un puquial de agua en las coordenadas WGS 84 18s, X: 631349.8; Y: 8326749.9; Z: 3409 m s.n.m. que favorece la meteorización y erosión de las rocas volcánicas.

El cauce de la quebrada que atraviesa la localidad de Acos presenta un ancho promedio de 5 m, con una altura de 1.5 m (figuras 30 y 31), además se observan viviendas, zonas usadas como áreas de cultivo y patios aledaños a la las quebradas que podría resultar seriamente perjudicas frente a flujo de detritos o lodos.

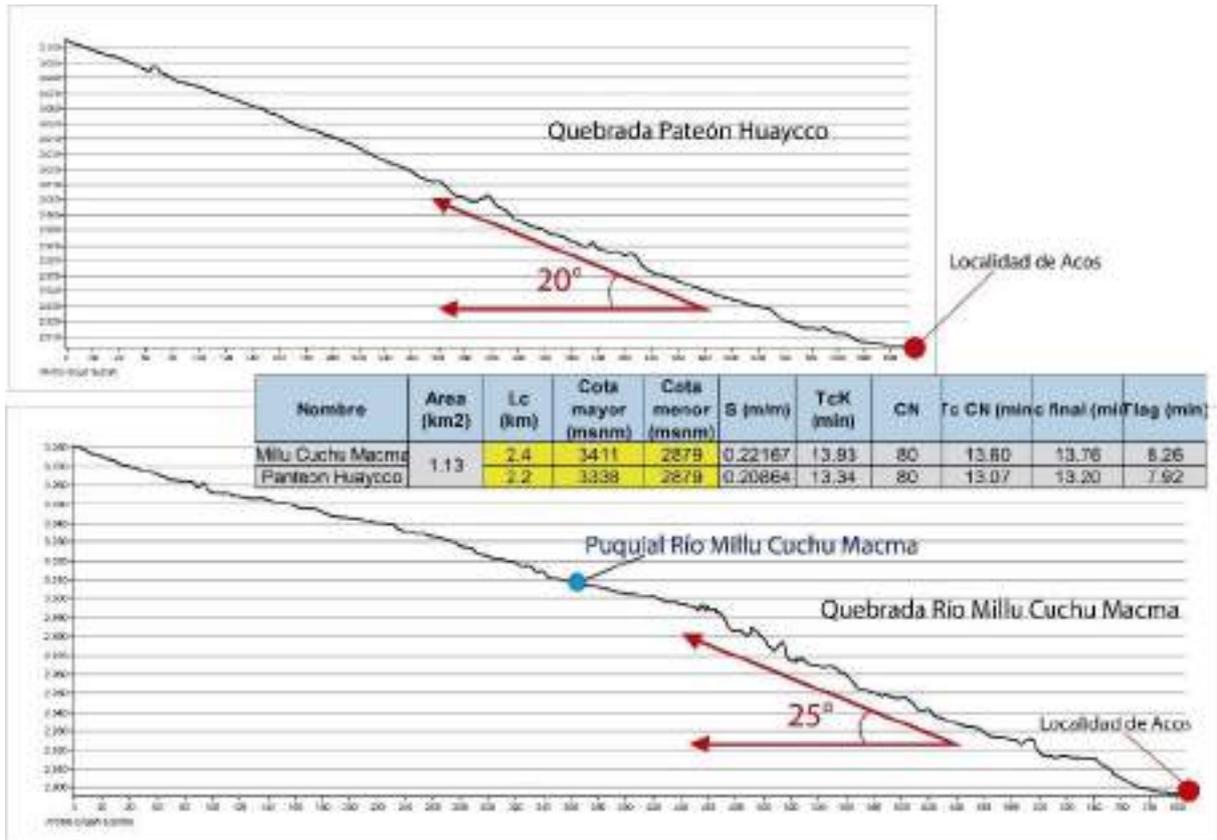


Figura 27. Perfiles generales de las quebradas Panteón Huaycco y río Millu Cuchu Macma, muestra sus pendientes promedio y valores referenciales de tiempos de concentración.



Figura 28. Material detrítico acumulado en la quebrada río Millu Cuchu Macma.



**Figura 29.** Ancho promedio de la quebrada río Millu Cuchu Macma en la parte media.



**Figura 30.** Anchos del cauce de la quebrada en Río Millu Cuchu Macma en la localidad de Acos.

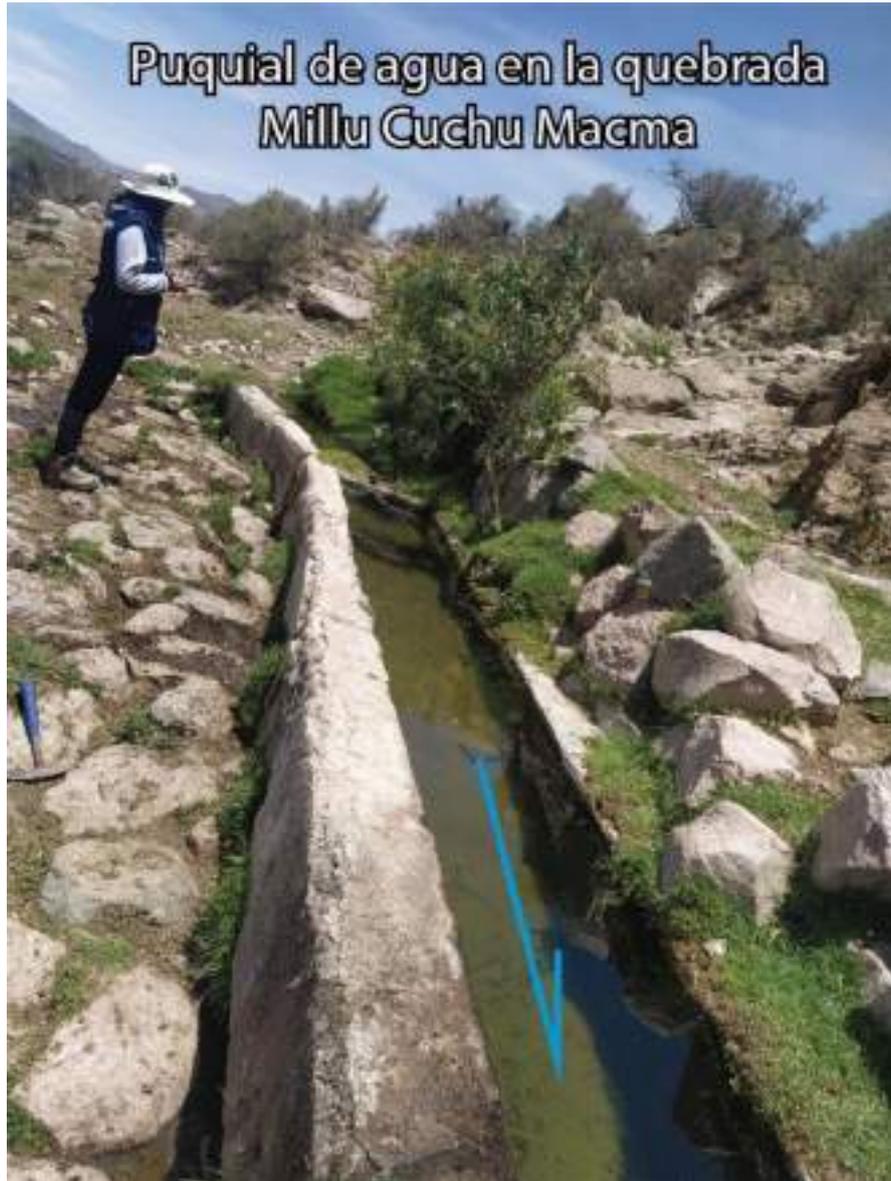


**Figura 31.** Altura de la quebrada río Millu Cuchu Macma de 1.5 m con referencia a un puente peatonal ubicado en las coordenadas WGS 84 18s, X:631890.38 ; Y:8327627.52 ; Z:2876 m s.n.m.

La quebrada denominada localmente Panteón Huaycco, presenta su cabecera en la cota 3338 m s.n.m.; mientras que su desembocadura en la localidad de Acos se encuentra en la cota 2879 m s.n.m. haciendo una diferencia de cotas de 459 m, con una pendiente promedio de 20°. Longitudinalmente la quebrada mide ~630 m hasta la localidad de Acos y ~3.3 km hasta su desembocadura al río Acos (figura 27). En ancho promedio de la quebrada es de 4 m (figura 33).

Las características litológicas de las rocas que componen las laderas de la quebrada han generado depósitos detríticos con bloques de hasta 1 m, estos materiales sueltos llegan hasta el cauce de dicha quebrada.

Esta quebrada estacionaria discurre indiferenciadamente por la localidad de Acos al no tener un cauce definido, pudiendo generar flujo de detritos que afecten a las viviendas cercanas a su desembocadura.



**Figura 32.** Puquial en la quebrada Rio Millu Cuchu Macma, coordenadas WGS 84 18s, X: 631349.8; Y: 8326749.9; Z: 3409 m s.n.m.



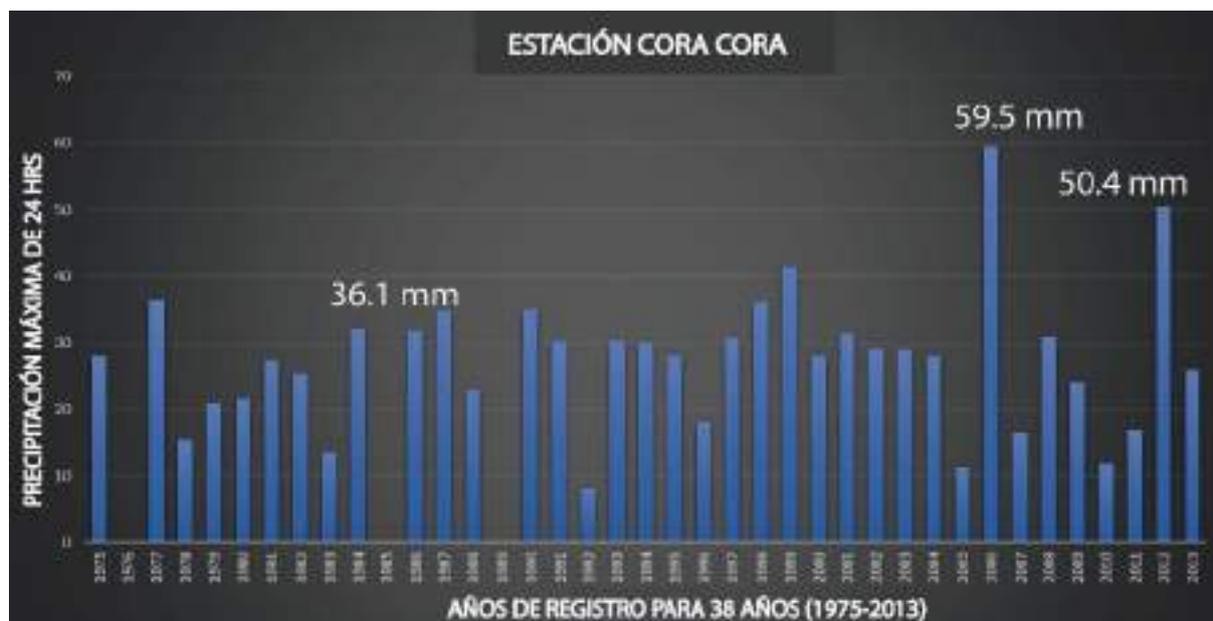
**Figura 33.** Anchos de la quebrada Panteón Huaycco.

#### 5.1.4. Simulación de flujo de detritos para la quebrada Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco

El objetivo de realizar un modelo de flujo de detritos preliminar para las quebradas Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco es el de conocer referencialmente el alcance de un evento tipo flujo a lo largo del ancho de las quebradas, de esta manera identificar las zonas de peligros alrededores.

Para ello se realizaron los siguientes cálculos:

- Determinación de caudales máximos.  
 Para ello se consideró el método empírico y probabilístico (en base a la estación meteorológica Coracora del Senamhi con un registro histórico de 36 años, ver figura 34), tomando como herramienta de apoyo al programa “Hydrognomon”, se seleccionó el método de Pearson III, para la determinación del hietograma de precipitaciones máximas en 24 horas (figura 36), con niveles de significancia aceptables de 1%, 5% y 10% (sugeridos por Kolmogorov Smirnov).



**Figura 34.** Precipitaciones de la estación Coracora usados para la determinación de caudales máximos para las quebradas Millu cucho Macma y Panteón Huaycco.

- La información topográfica utilizada se generó a partir de un modelo digital de superficie de 0.40m /px, obtenido a partir de trabajos fotogramétricos con dron.
- El área total de simulación fue de 1.3 km<sup>2</sup>, considerando desde la cabecera de la cuenca hasta las áreas urbanas de la localidad de Acos.
- El valor de número de curva asignado corresponde a 71 para un grupo hidrológico tipo B (afloramiento lítico) y uso de tierra con pastizales bajos.
- El histograma de avenidas máximas se realizó con el apoyo del programa “HEC-HMS”, y la metodología del Soil Conservation Service (SCS), estimando un caudal máximo de 5 m<sup>3</sup>/s en la 12ava hora de simulación de avenidas, en un tiempo de retorno de 50 años.

- La malla computacional de trabajo fue de 1m/px.
- El coeficiente de rugosidad de Manning (valor de carácter adimensional) se determinó en 0.025 para el cauce principal y 0.05 para el área urbana.
- Se considero una concentración de sedimento de 0.40 (40%), teniendo en cuenta el material detrítico presente en el cauce de ambas cuencas.
- Los parámetros reológicos del fluido se fijaron en función de la ecuación cuadrática de O'Brien, (O'Brien, J. and Julien, P., 1988).

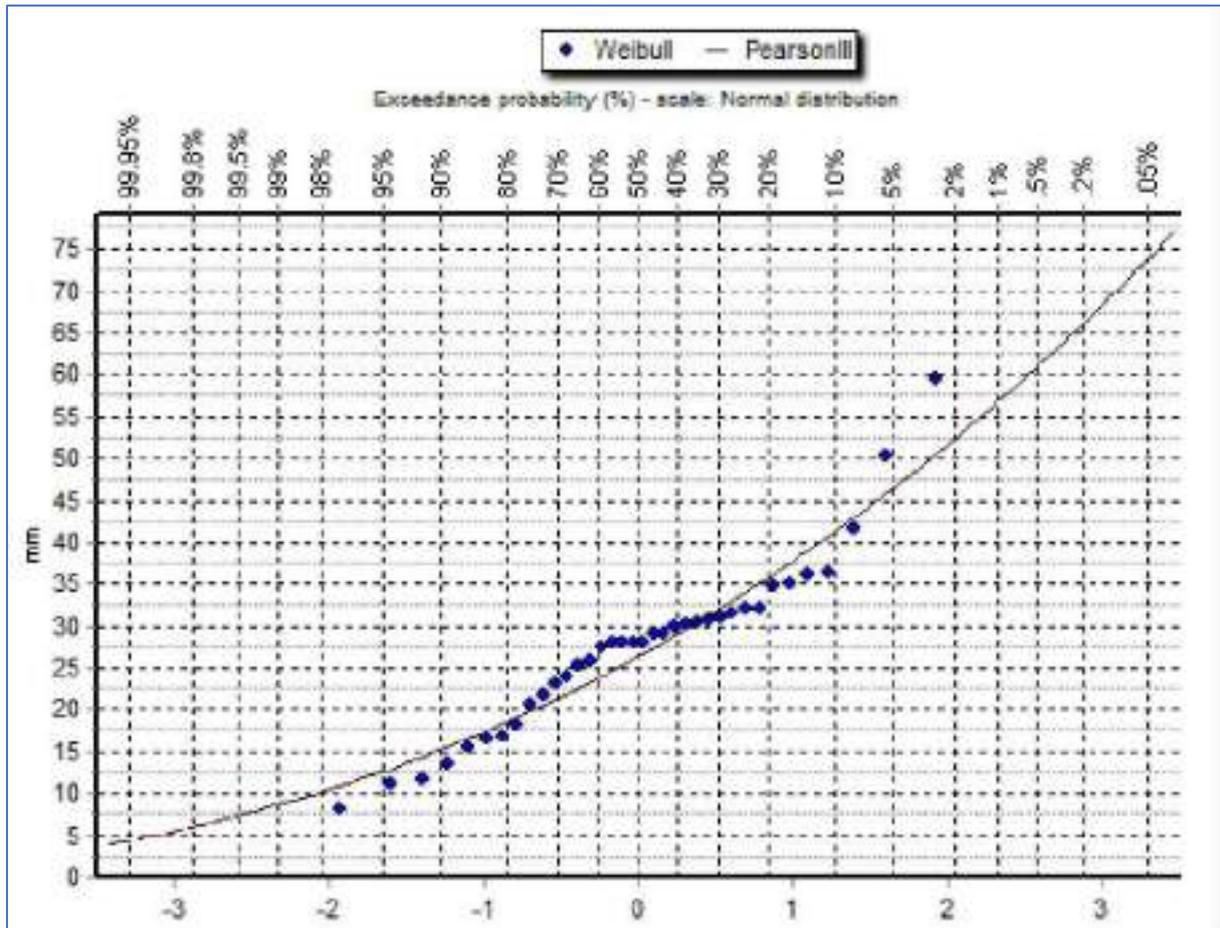


Figura 35. Ajustes de bondad, para la distribución de Pearson III, con niveles de excedencia de 0.13.

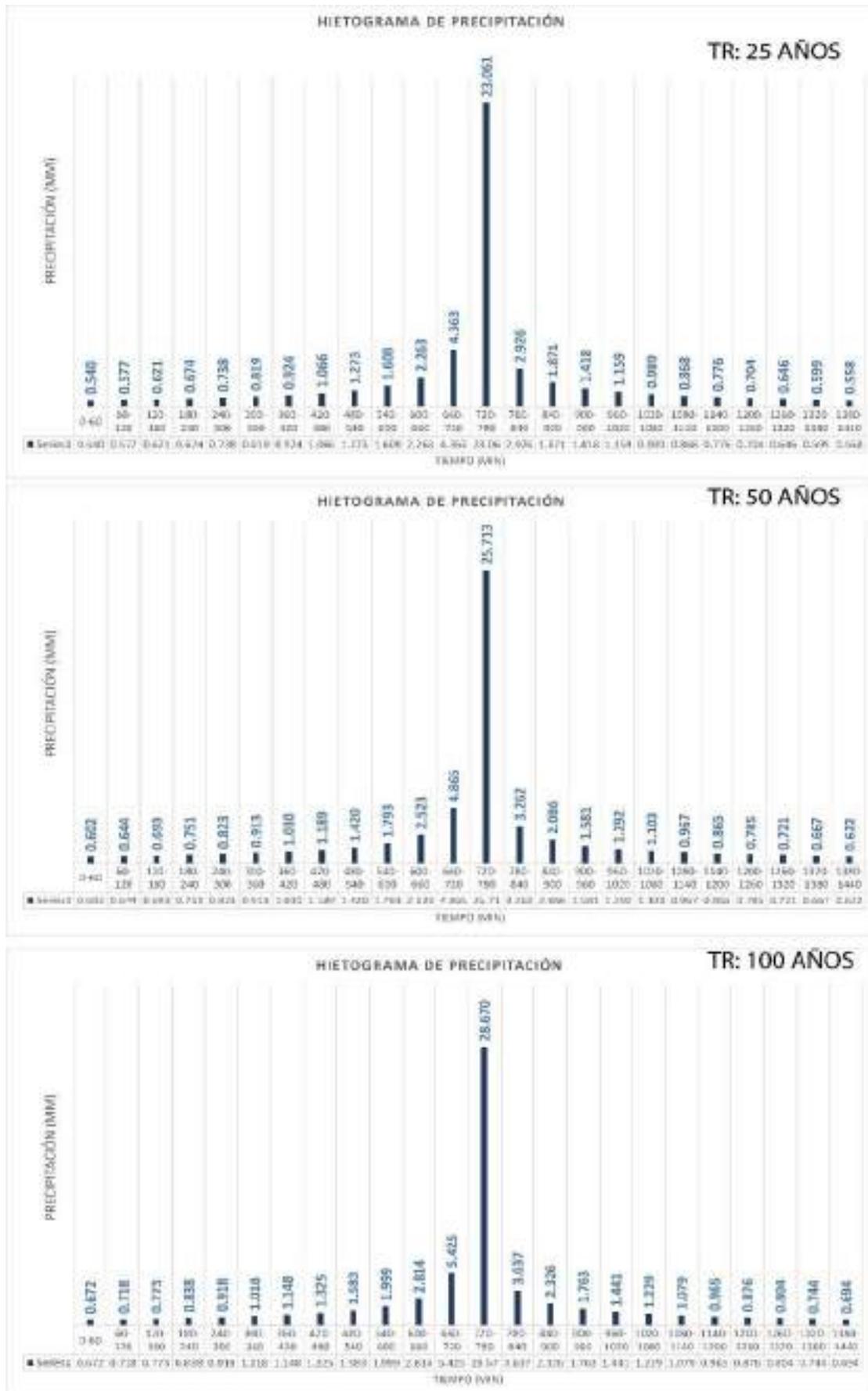
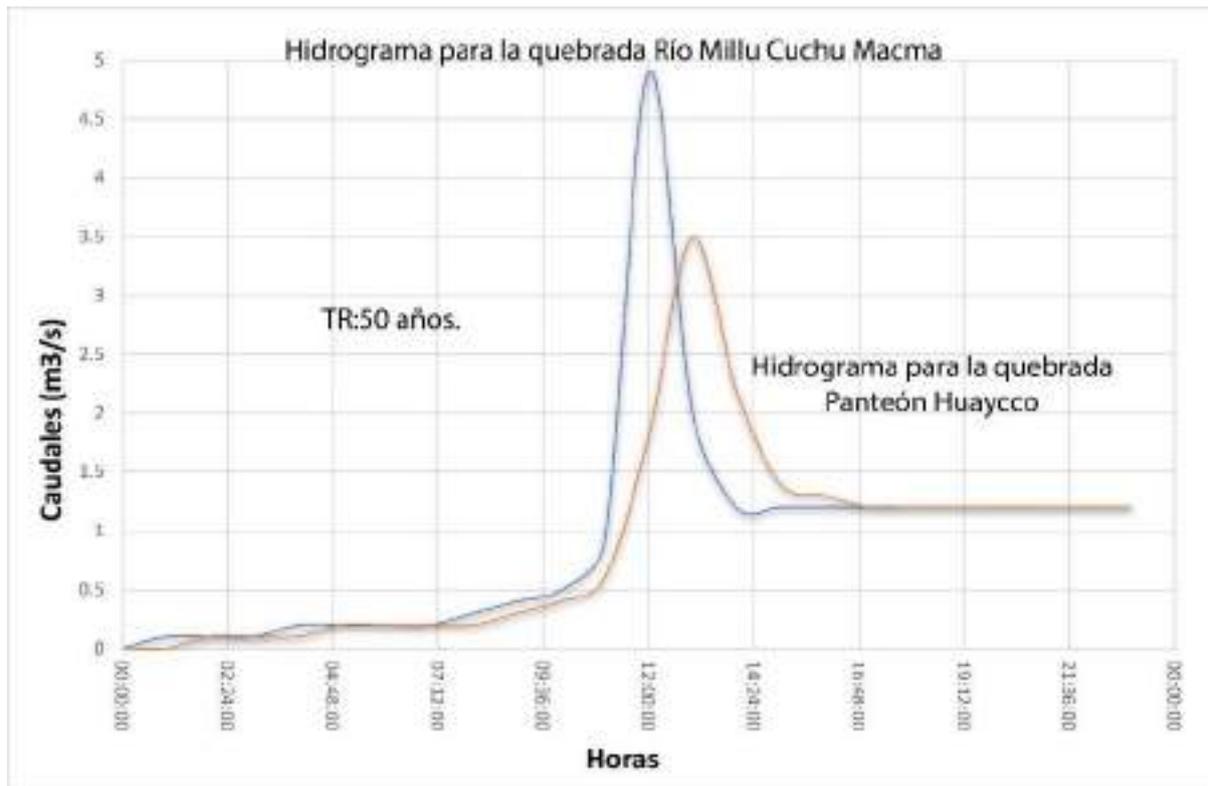


Figura 36. Hietogramas de precipitaciones máximas probabilísticas para tiempos de retorno de 25, 50 y 100 años.

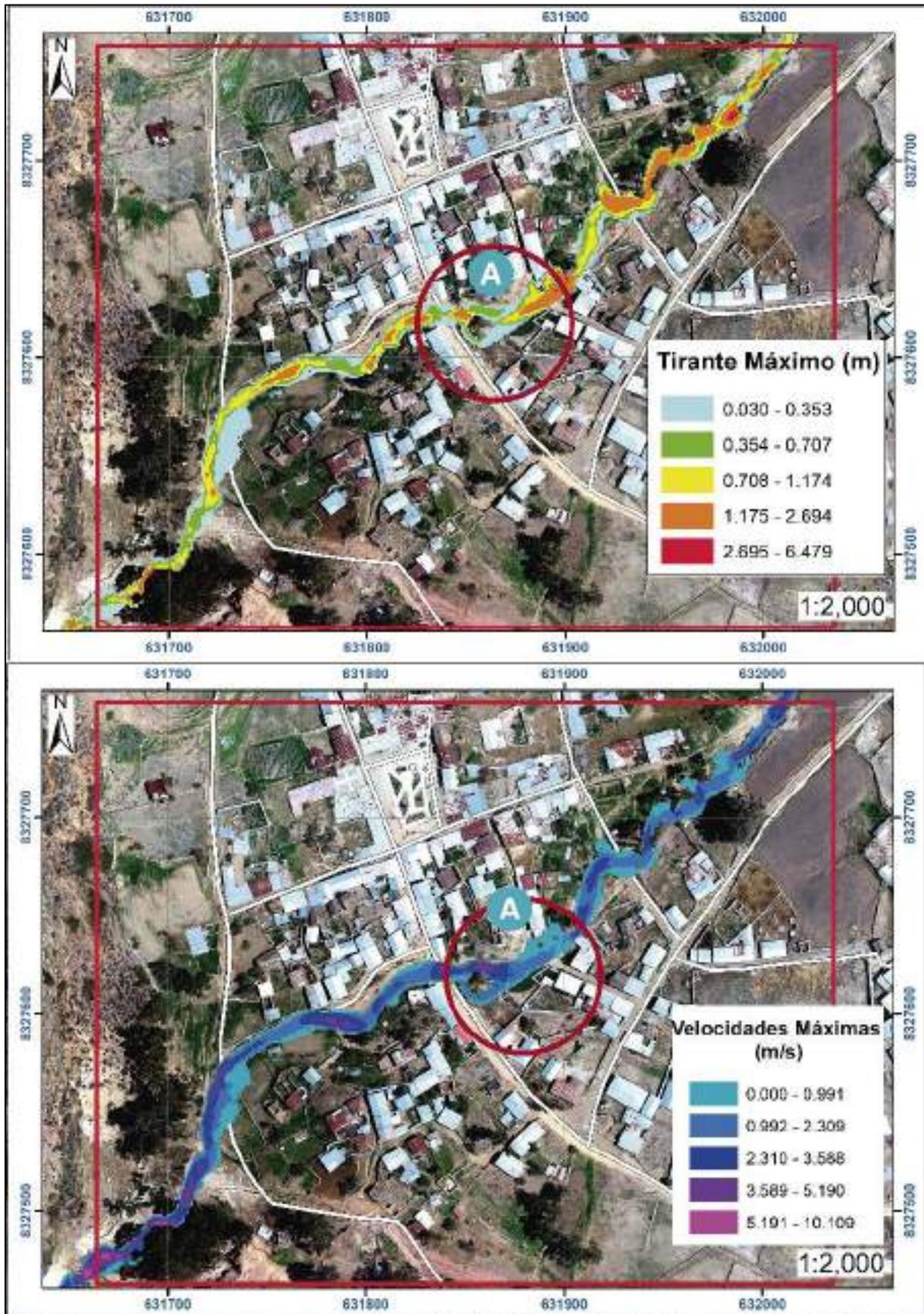


**Figura 37.** Hidrograma de caudales para un TR: 50 años, en las quebradas río Millu Cuchu Macma y panteón Huaycco.

Los resultados del modelo, de simulación fueron los siguientes:

**Para flujo de detritos en la Quebrada río Millu Cuchu Macma (figura 38, mapas 5 y 6 del anexo 1).**

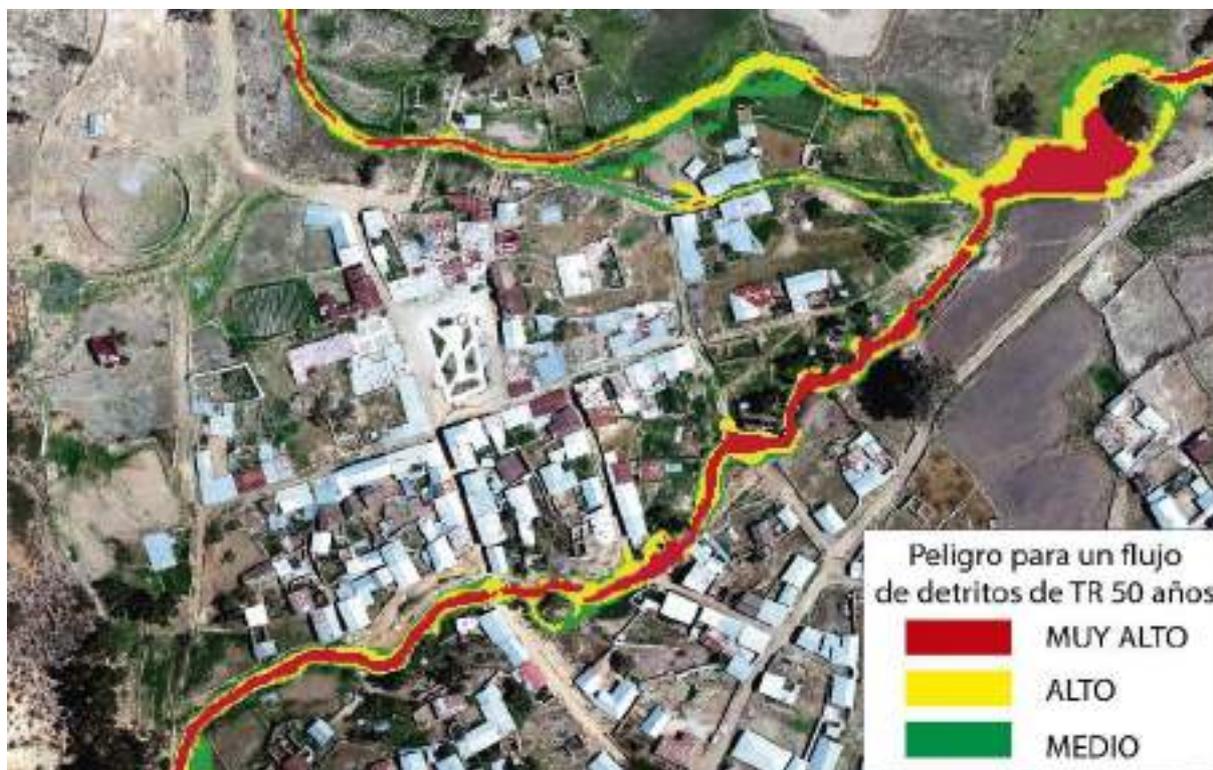
- La altura máxima de los tirantes extremos fue de 6 m (en zonas profundas y estrechas de quebrada) con velocidades máximas de 10 m/s en el cauce de la quebrada donde la pendiente supera los 35 °.
- La zona urbana reporta tirantes máximos entre 1.7 m a 2.6 m, con valores mínimos de 0.3 m, la velocidad de flujo fluctúan entre 0.9 m/s a 5 m/s, finalmente discurren constantes hacia el cauce del río Acos con velocidades de 3 m/s.
- El modelo muestra que las zonas afectas son las márgenes de la quebrada ya que el flujo podría alcanzar 12 m de ancho (6 m en promedio a cada margen desde el eje del cauce) y rebalsar fácilmente el canal del cauce principal generando afectaciones a viviendas e inundaciones.



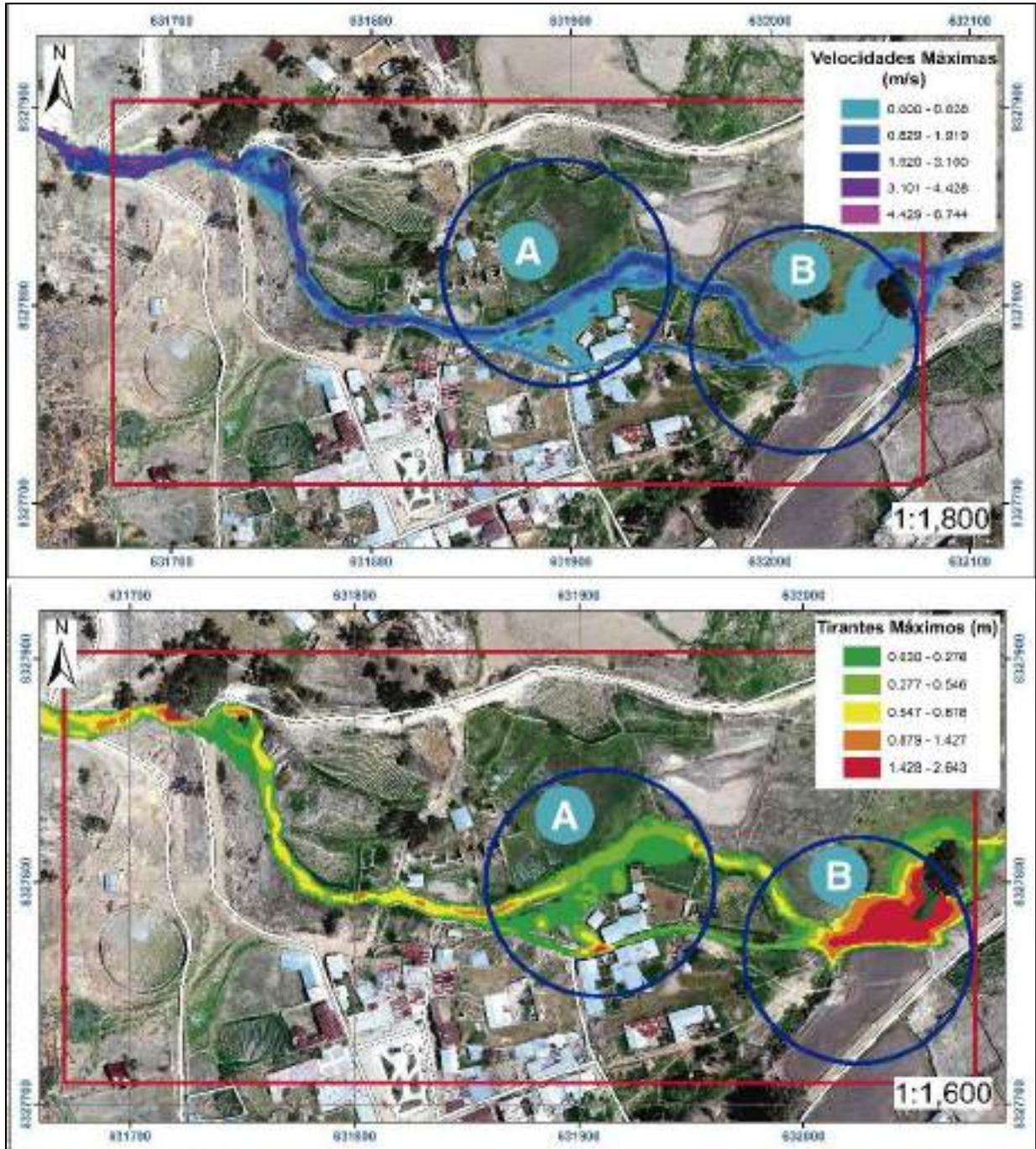
**Figura 38.** Velocidades y tirantes máximos por flujo de detritos (TR:50 años), provenientes desde la quebrada rio Millu Cuchu Macma.

**Para flujo de detritos en la Quebrada Panteón Huaycco (figura 40 , mapas 7 y 8 del anexo 1).**

- La altura máxima de los tirantes extremos fue de 2.6 m (en zonas profundas y estrechas de quebrada) con velocidades máximas de 6.7 m/s en el cauce de la quebrada donde la pendiente supera los 25 °.
- De igual manera el modelo reporta dos zonas de inundación en el área urbana (zonas A y B de la figura 40), donde los tirantes llegarían hasta 1.3 m (en el cauce y zonas de depresión), afectando a viviendas y áreas verdes a su alrededor. El área A de inundación tiene 0.28 ha referencialmente se ubica en el punto medio: WG84, 18s, X:631895 y Y: 8327786, mientras que el área de inundación B de coordenadas WG84, 18s, X:632020 y Y: 8327778 presenta 0.3 ha de zona inundable.
- La zona urbana reporta tirantes máximos entre 0.2 m a 2.6 m (en el cauce y zonas de depresión), con valores mínimos de 0.03 m, las velocidades de flujo fluctúan entre 0.8 m/s a 3 m/s, finalmente discurren constantes hacia el cauce del río Acos con velocidades de 4 m/s
- El modelo muestra que las zonas afectas son las márgenes de la quebrada ya que el flujo podría alcanzar 10 m de ancho (5 m en promedio a cada margen desde el eje del cauce) y rebalsar fácilmente el canal del cauce principal generando afectaciones a viviendas inundaciones (zonas A y B).



**Figura 39.** Zonas de peligrosidad en la localidad de Acos por flujos de detritos para un TR: 50 años. (el mapa completo se encuentra en el anexo 1 – Mapa 9)



**Figura 40.** Velocidades y tirantes máximos por flujo de detritos (TR:50 años), provenientes desde la quebrada Panteón Huaycco, \*las zonas de mayor altura corresponden a zonas de depresión topográfica.

## 5.2. Factores condicionantes

### Factor geomorfológico y de relieve

- La vertiente NE del cerro Anchacata (montaña modelada en roca volcánica) presenta pendientes fuertes de 30°, esta misma montaña se encuentra disectada por las quebradas río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco, donde sus márgenes presentan pendientes muy escarpadas de hasta 70°, esto favorece la acumulación de detritos (gravas, bloques y bolones) en el cauce susceptibles a ser erosionados en tiempo de precipitaciones.
- Los cauces de las quebradas Río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco presentan pendientes de 20° y 25° en promedio respectivamente, consideradas pendientes fuertes que favorecen el incremento de velocidades de flujos estacionales, aumentando así el poder erosivo en el cauce y márgenes de quebrada generando flujos de detritos (mezcla de líquido y sólido), o huaicos que desciendan hasta la localidad de Acos.

### Factor litológico

- El cerro Anchacata se encuentra constituido por rocas volcánicas del Grupo Barroso, de diferentes características resistivas, así:
  - La parte superior constituida por afloramientos de andesitas muy fracturadas y moderadamente meteorizadas generan bloques que caen por gravedad al cauce de las quebradas, dejando bloques con diámetros de hasta 2 m, susceptibles a ser transportados por escorrentías generadas por precipitaciones prolongadas y/o intensas.
  - Las zonas intermedias de las quebradas constituidas por rocas volcánicas altamente meteorizadas y alteradas generan suelos residuales de características arcillosas (plásticas, saturadas y cohesivas), que incrementarían la carga detrítica y cohesión de posibles flujos generados en ambas quebradas.
- La localidad de Acos se encuentra sobre depósitos coluvio-deluviales conformados por la intercalación de gravillas y gravas en matriz limo arcillosa de coloración gris oscura, esta misma configuración se presenta en los cauces de las quebradas Río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco, las cuales serían de fácil erosión ante flujos detríticos (huaicos). Generando inundaciones en la localidad.
- Los depósitos cuaternarios coluvio-deluviales ubicados en la margen izquierda del río Acos presentan baja consolidación y son usados como terrenos de cultivo, la saturación del terreno hace al material detrítico plástico y susceptible a generar reactivaciones de deslizamientos.
- Los depósitos coluviales adosados a la ladera del cerro Anchacata presentan baja cohesión y son susceptibles a generar derrumbes.

### Factor Hidrogeológico

- Se ha evidenciado la presencia de 01 puquial denominado “Puquial río Millu Cuchu Macma” en la parte media-superior de la quebrada del mismo nombre, este favorece la meteorización de las rocas y la saturación del terreno incrementando la erosión y acumulación de detritos en el cauce.

### Factor Antrópico

- En la margen izquierda del río Acos (zona de deslizamientos antiguos) se ha evidenciado el uso inadecuado de técnicas de riego (riego por inundación), que satura el terreno incrementando la presión intersticial de poros y posible reactivación de las masas inestables.

### 5.3. Factores desencadenantes

- Derrumbes en la parte superior de la localidad de Acos.

El derrumbe en la parte superior de la plaza de toros de Acos fue desencadenado por las precipitaciones suscitadas en el mes de diciembre, que aumento la presión de poros y redujo la cohesión del material detrítico ya inestable debido al corte del depósito natural para la construcción de canales de riego, construidos con concreto.

- Deslizamientos Antiguos en la margen derecha del río Acos

Las vertientes con depósito de deslizamiento ubicados en la margen izquierda del río Acos pueden generar reactivación de deslizamientos desencadenados por la presencia de lluvias prolongadas y/o intensas que saturan el material detrítico aumentando la presión de poros y generando el desplazamiento de tierras aguas abajo, de igual manera movimientos sísmicos podrían generar reajustes en la estructura interna del terreno (ya inestable por los derrumbes en sus frentes de depósito provocados por el socavamiento del río Acos), generando la reactivación de los eventos.

- Flujo de detritos en las quebradas río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco

El principal factor desencadenante para la ocurrencia de flujo de detritos en las quebradas que atraviesan la localidad de Acos son las precipitaciones pluviales de carácter prolongado y/extraordinario; el registro histórico del Senamhi (1964 - 2010) muestra que la precipitación máxima diaria puede llegar a umbrales de 59.5 mm (precipitaciones máximas extraordinarias en 24 hrs), mientras que los análisis de datos muestran que las precipitaciones máximas por año, oscilarían entre 23 y 28.6 mm para periodos de retorno de 25, 50 y 100 años.

## 6. CONCLUSIONES

1. Geológicamente el sector de inspección se encuentra conformado por un basamento rocoso volcánico (Gpo. Barroso) con alto grado de fracturamiento y meteorización, que provoca la acumulación de gravas y bloques de roca (por caídas), así como materiales finos en las laderas del cerro y en las quebradas que lo disectan.
2. Los depósitos cuaternarios que cubren al basamento rocoso corresponden a depósitos coluviales adosados a la ladera del cerro Anchacata conformados por bloques y gravas sueltas susceptibles a generar derrumbes. La localidad de Acos se encuentra sobre depósitos coluvio-deluviales que llegan hasta el río Acos, donde debido al mal drenaje de la localidad, malas prácticas de riego y saturación natural del terreno puede generar reactivación de deslizamientos.
3. La localidad de Acos se encuentra expuesta a sufrir daños por fujo de detritos provenientes de las quebradas río Millu Cuchu Macma y Panteón Huayco.
4. Se registro la ocurrencia de 01 derrumbe en el sector de Panteón Huaycco, condicionado por las características intrínsecas del material detrítico (depósito coluvial) adosado a la ladera noreste del cerro Anchacata, y el corte de talud (de pendiente escarpada) del material realizado para construir un canal de riego.
5. Se evidencio la presencia de cuerpos de deslizamientos antiguos con longitudes de escarpe entre 400 m y 700 m, cuyas coronas se ubican a ~350 m de la localidad de Acos, los frentes de depósito de estos materiales (ubicados en la margen izquierda del río Acos) evidencian derrumbes por la socavación del río, y se consideran susceptibles a reactivaciones.
6. En base a una simulación numérica para un tiempo de retorno de 50 años, se determinó la probabilidad de activación de la quebrada Millu Cuchu Macma con un caudal máximo de 4.9 m<sup>3</sup>/s (hidrograma de avenidas máximas) al cual se le adiciono una concentración de sedimentos de 40% (CV:0.4), el cual generaría un flujo de detritos con tirantes máximos de 6 m en zonas profundas de quebrada y velocidades máximas de 10 m/s en el cauce de la quebrada; así como tirantes máximos entre 1.7 m a 2.6 m en el cauce y zonas de depresión topográfica que atraviesan la localidad de Acos, con velocidades que fluctúan entre 0.9 a 5 m/s en zonas urbanas.
7. De generarse un flujo de detritos provenientes de la quebrada río Millu Cuchu Macma, afectaría 12 m de ancho a lo largo del cauce principal, donde se ubican viviendas y zonas de cultivo, produciendo inundaciones.
8. En base a una simulación numérica para un tiempo de retorno de 50 años, se determinó la probabilidad de activación de la quebrada Panteón Huaycco con un caudal máximo de 3.5 m<sup>3</sup>/s (hidrograma de avenidas máximas) al cual se le adiciono una concentración de sedimentos de 40% (CV:0.4), el cual generaría un flujo de detritos con tirantes máximos de 2.6 m y velocidades máximas de 6.7 m/s en el cauce de la quebrada; así como tirantes máximos entre 0.2 m a 2.6 m (zonas de depresión topográfica) con velocidades que fluctuarían entre 0.8 a 3 m/s en zonas urbanas.
9. De generarse un flujo de detritos provenientes de la quebrada Panteón Huaycco afectaría 10 m de las márgenes del cauce principal en la localidad de Acos, además de inundar dos zonas en específico con áreas de 0.28 y 0.3 ha.
10. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas antes descritas, el sector de inspección en la localidad de Acos se le considera de **Peligro Muy Alto**,

susceptible a flujo de detritos o huaicos, derrumbes desde la ladera noreste del cerro Anchacata y la reactivación de los deslizamientos en la margen izquierda del río Acos, que pueden ser desencadenados en temporada de lluvias intensas y/o prolongadas, así como por efectos cosismicos (solo para derrumbes y deslizamientos).



Segundo A. Núñez Juárez  
Jefe de Proyecto-Act. 11



Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL  
Director  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## 7. RECOMENDACIONES

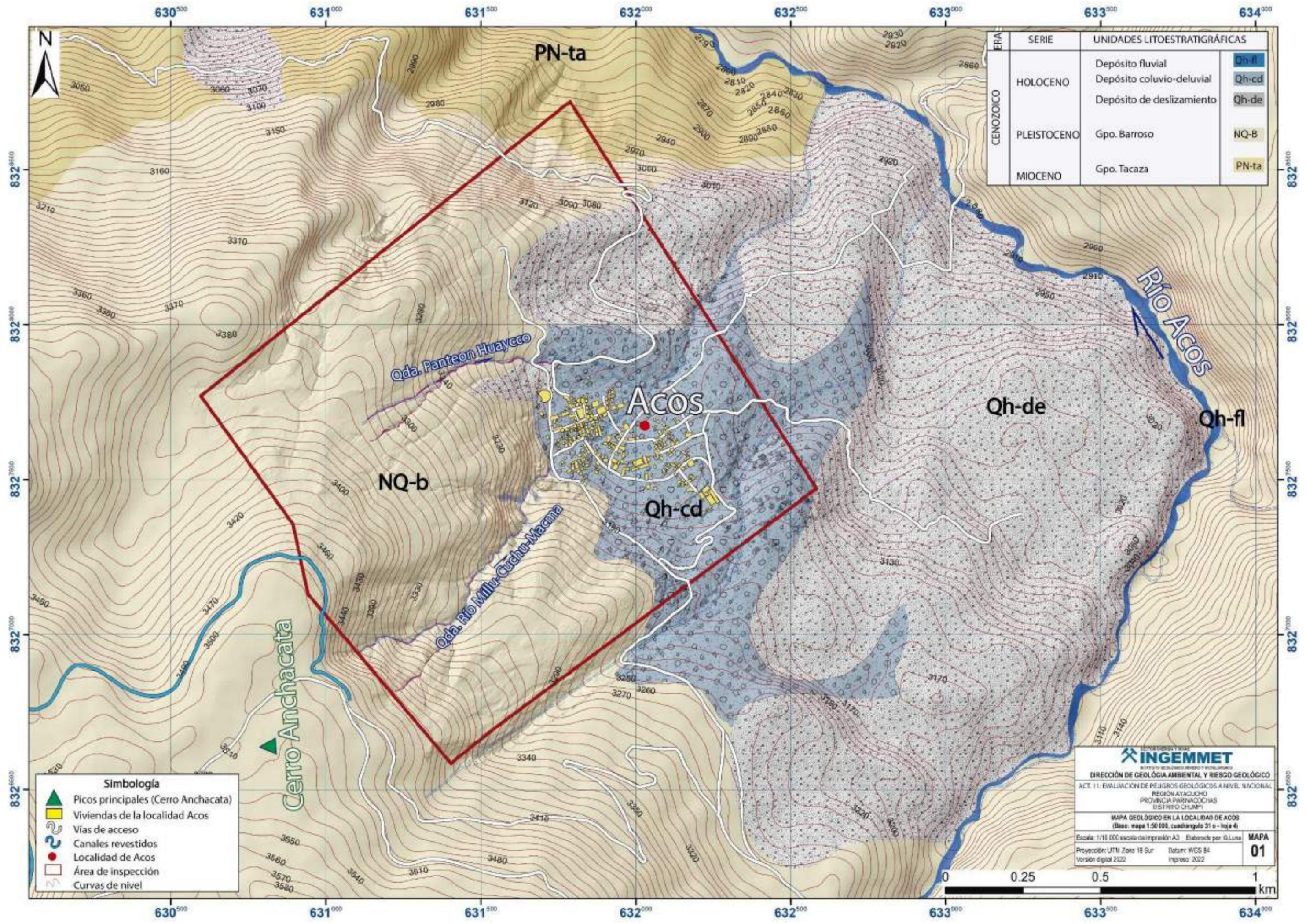
1. Implementar medidas estructurales para el control de flujo de detritos (huaicos), estos pueden ser la construcción de muros de roca (enrocado) usando el material presente en la quebrada y diques; estos apoyarán en la retención de material detrítico y reducción de la velocidad de flujo. Estas medidas deberán ser realizadas por un especialista en el tema, teniendo en cuenta cálculos hidrológicos y geotécnicos, que determinen, las características ingenieriles de cada una.
2. Se debe restringir la expansión urbana hacia el cauce actual de las quebradas Río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco, así como prohibir la construcción de viviendas a zonas aledañas a sus márgenes y retirar a aquellas que ya se encuentren aledañas, por ser una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa por flujos de detritos.
3. Realizar estudios hidrológicos para nuevos tiempos de retornos (100 años), con la finalidad de determinar fajas marginales para ambas quebradas, así reubicar a aquellas viviendas que se encuentren dentro de la influencia de las quebradas, la cual deberá tener trabajos de limpieza, encausamiento y protección de defensas ribereñas adecuadas.
4. Realizar una correcta canalización de aguas de escorrentía, pluviales y servidas en la localidad de Acos con la finalidad de no saturar el terreno, dichas obras deben ser realizadas por especialistas.
5. Proponer la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para flujos, con los respectivos sensores y sistemas de comunicación – alarma, que avise con antelación a la población que vive en el cauce de las quebradas Río Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco y zonas aledañas, con el objetivo de tener avisos oportunos ante la ocurrencia de huaicos, para que la población pueda tomar las precauciones del caso y salvaguardar sus vidas.
6. Para la zona de laderas, donde se han suscitado derrumbes, es necesario la construcción de muros de contención. Y en las laderas inestables que muestran bloques sueltos, desatarlos.
7. Implementar sistemas de monitoreo de grietas y escarpes alrededor de los cuerpos de deslizamientos antiguos ubicados en la margen izquierda del río Acos, con la finalidad de reconocer inestabilidades que puedan surgir.
8. Implementar sistemas de drenaje (espina de pez), que recolecten las aguas de escorrentía provenientes de la parte alta (cerro Anchacata y localidad de Acos) de las coronas de deslizamiento ubicados en la margen izquierda del río Acos, con la finalidad de controlar la saturación del terreno.
9. En los terrenos de cultivo permanente, evitar el riego por inundación, utilizar canales revestidos y riego tecnificado (goteo y aspersion) de igual manera reforestar la ladera de la margen izquierda del río Acos con plantas nativas, para favorecer la estabilidad de la ladera.
10. Realizar estudios de evaluación de riesgos (EVAR) por parte de las autoridades locales, a fin de evaluar los elementos expuestos en la localidad de Acos

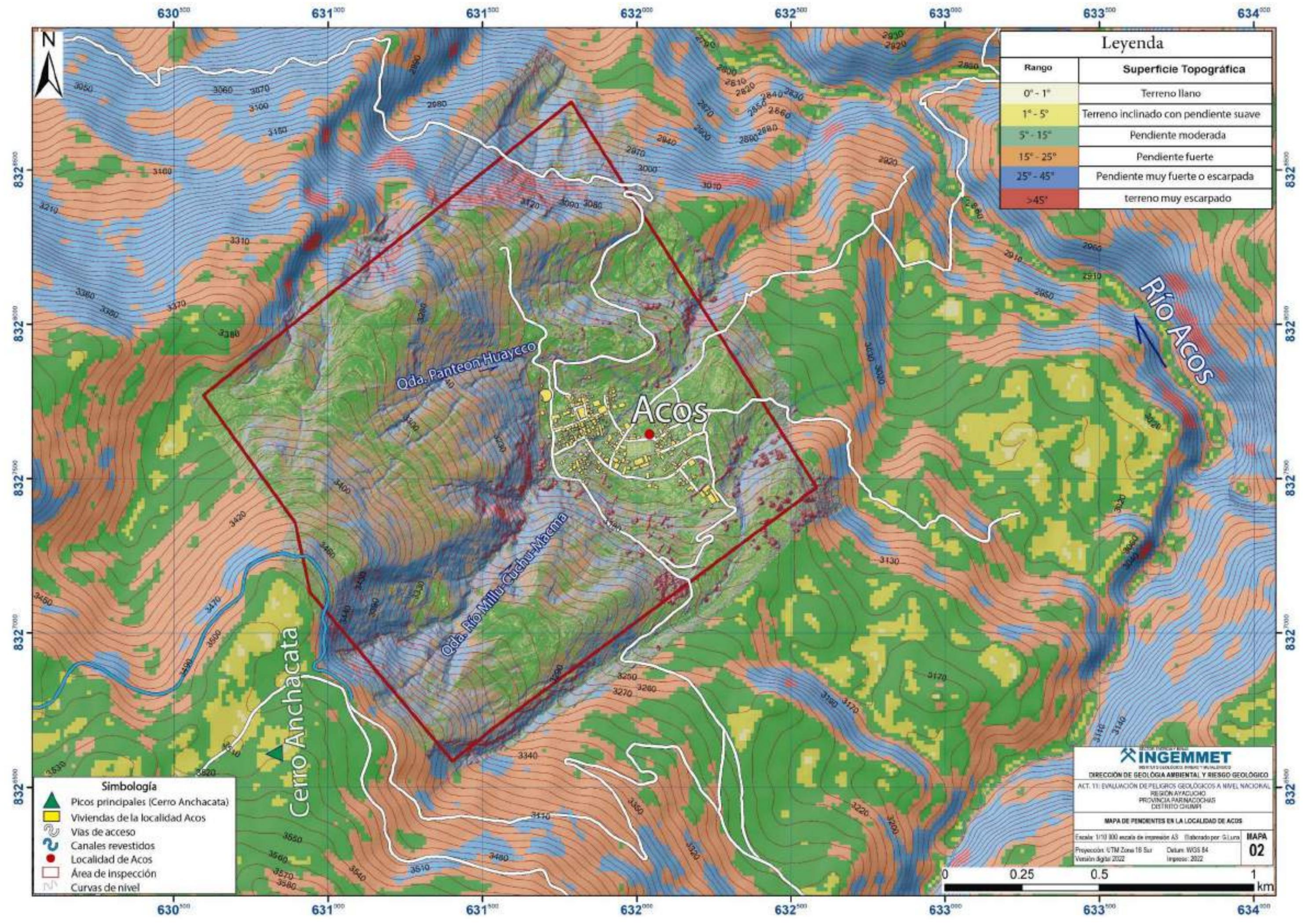
\*todas las medidas estructurales deben ser diseñadas y supervisadas por especialistas teniendo en cuenta estudios geotécnicos, hidrológicos, hidrogeológicos y de factibilidad que determinen las medidas exactas y ubicación final de los mismos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Díaz, G., & Milla, D. (2003) – Revisi3n y actualizaci3n de los cuadrángulos de Jaqui (31-ñ), Coracora (31-o), Chala (32-ñ) y Chaparra (32-o). Escala 1:100 000. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2058>.
- Fuente de Datos Meteorol3gicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7508240>.
- INGEMMET (2003). Estudio de Riesgos Geol3gicos del Per3 - Franja N°3, Bolet3n N°28 Serie C, Geodinámica e Ingenier3a Geol3gica, 373 p., 17 mapas.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – directorio nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Poblaci3n; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: Junio 2021). Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1541/index.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm).
- O’Brien, J. and Julien, P., (1988) “Laboratory Analysis of Mudflow Properties”, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 114(8), 877-887
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la regi3n andina: una gui3a para la evaluaci3n de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Miner3a, 432 p., Publicaci3n Geol3gica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2010a) – Gui3a climática turística (en línea). Lima: SENAMHI, 216 p. (consulta: 03 junio 2015). Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.
- Suárez, J. (1996) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigaci3n sobre Erosi3n y Deslizamientos, 282 p
- Varnes, J. (1978) - Slope movements types and processes. In: SCHUSTER, L. & KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.
- Vílchez M., Ochoa M., Par3 W. (2019). Peligro geol3gico en la regi3n Ayacucho. Bolet3n N° 70, serie C, geodinámica e ingenier3a geol3gica.
- Vílchez M & Ochoa M. (2012). – INGEMMET – Informe t3cnico n°A6590: “ Deslizamientos rotacionales en los sectores de Jeyruycha y andenes de Chimpa- Andamarca . <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1562>
- Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafol3gicos y zonificaci3n física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geogr3fico Agust3n Codazzi, 210 p.

## **ANEXO 1: MAPAS**





### Leyenda

Rango	Superficie Topográfica
0° - 1°	Terreno llano
1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°	Pendiente moderada
15° - 25°	Pendiente fuerte
25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	terreno muy escarpado

### Simbología

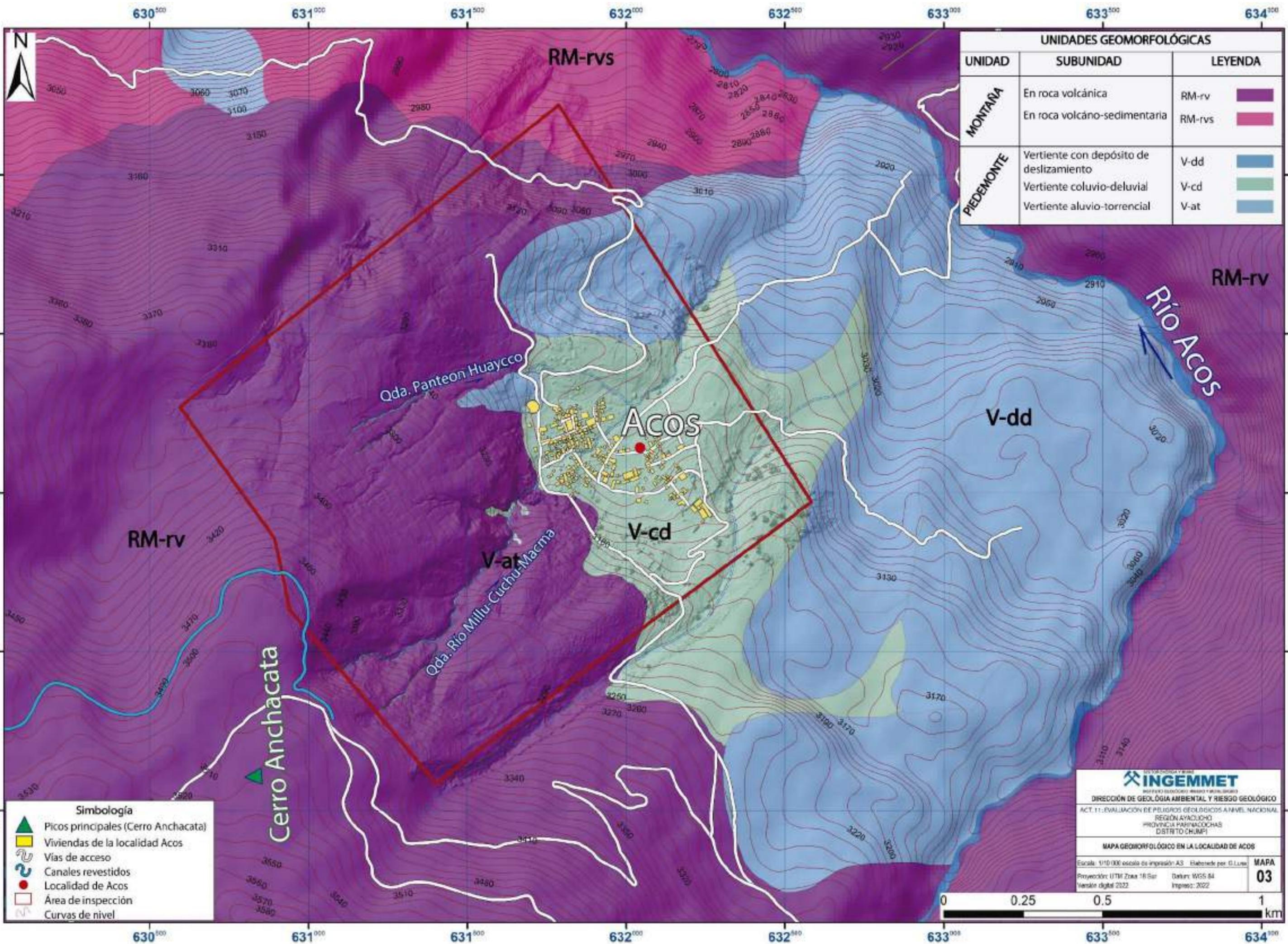
	Picos principales (Cerro Anchacata)
	Viviendas de la localidad Acos
	Vías de acceso
	Canales revestidos
	Localidad de Acos
	Área de inspección
	Curvas de nivel

**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO  
 DIRECCION DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO  
 ACT. 11: EVALUACION DE PELIGROS GEOLOGICOS A NIVEL NACIONAL  
 REGION AYACUCHO  
 PROVINCIA PARMACOCHEAS  
 DISTRITO CHUMPI

**MAPA DE PENDIENTES EN LA LOCALIDAD DE ACOS**

Escala: 1:10 000 escala de impresión A3    Ilustrado por: G. Lora  
 Proyección: UTM Zona 18 Sur    Datum: WGS 84    **MAPA 02**  
 Versión digital: 2022    Impreso: 2022





UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		
UNIDAD	SUBUNIDAD	LEYENDA
MONTAÑA	En roca volcánica	RM-rv
	En roca volcánico-sedimentaria	RM-rvs
PIEDEMONTE	Vertiente con depósito de deslizamiento	V-dd
	Vertiente coluvio-deluvial	V-cd
	Vertiente aluvio-torrencial	V-at

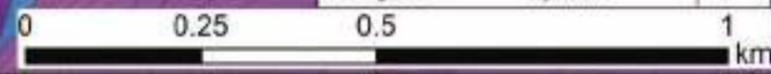
Simbología	
	Picos principales (Cerro Anchacata)
	Viviendas de la localidad Acos
	Vías de acceso
	Canales revestidos
	Localidad de Acos
	Área de inspección
	Curvas de nivel

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**
  
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
   
 REGIÓN AYACUCHO
   
 PROVINCIA PAMPACÓCHAS
   
 DISTRITO CHUMPI

**MAPA GEOMORFOLÓGICO EN LA LOCALIDAD DE ACOS**

Escala: 1:10 000 escala de impresión A3 Elaborado por: G. Luna
   
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84
   
 Versión digital 2022 Impreso: 2022

**MAPA 03**



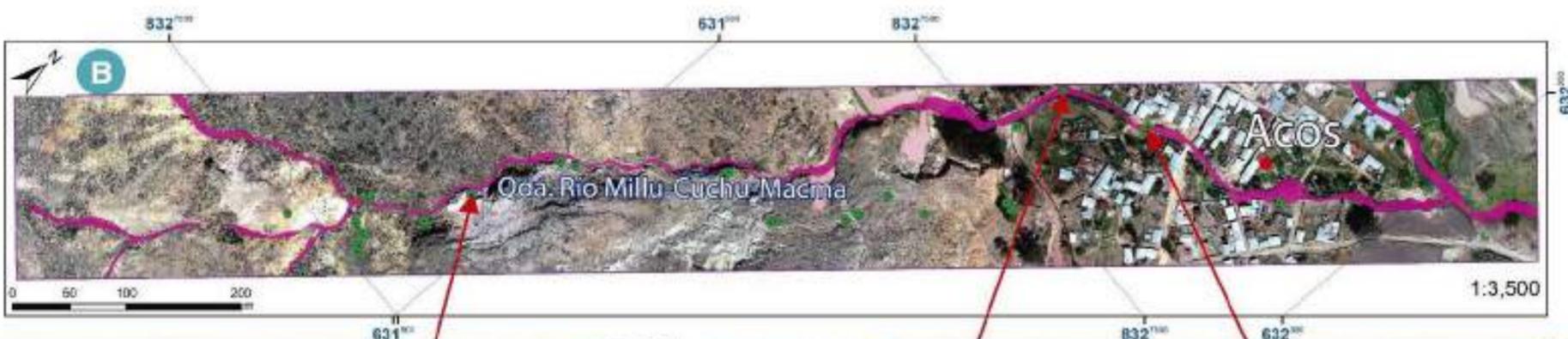
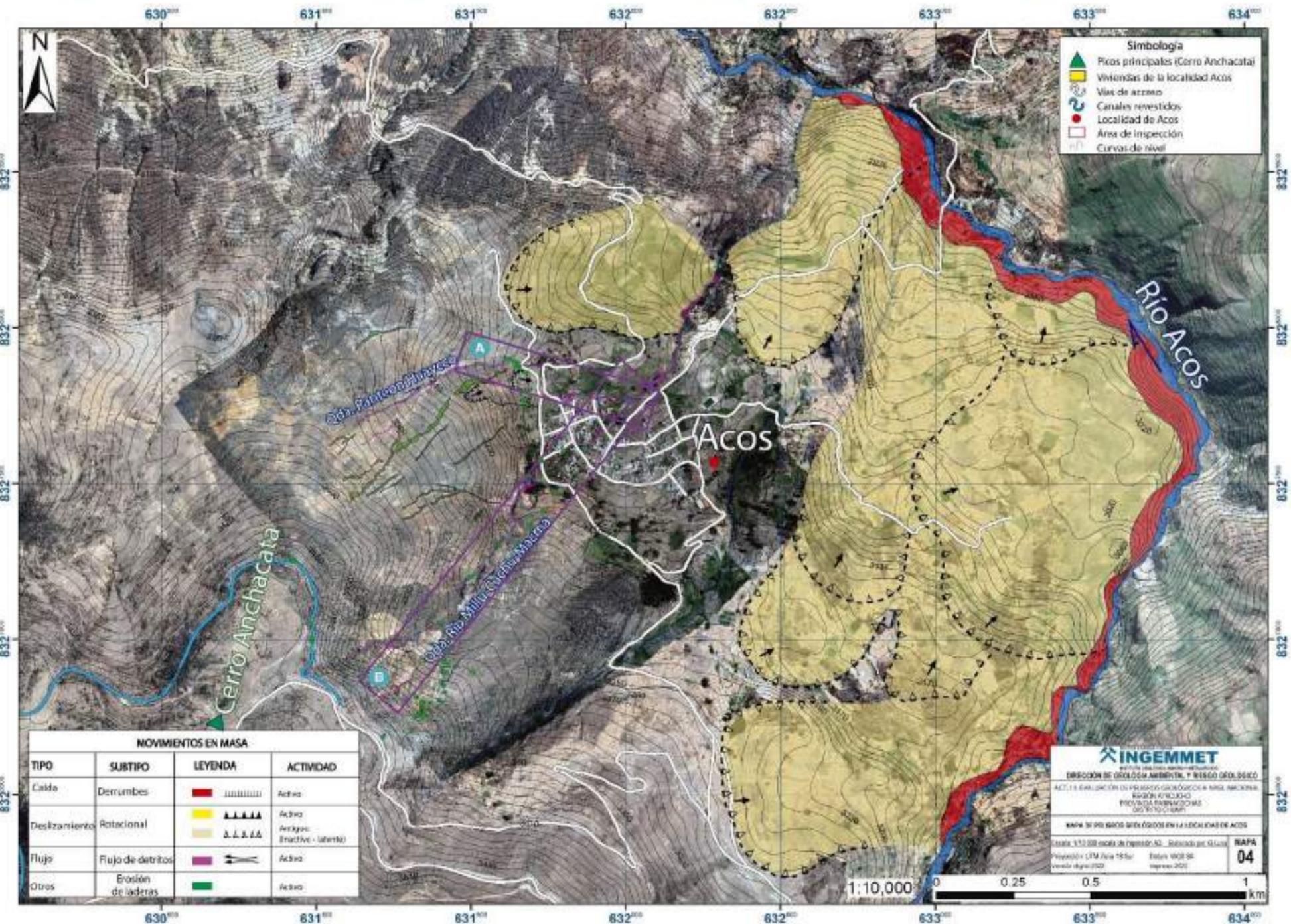
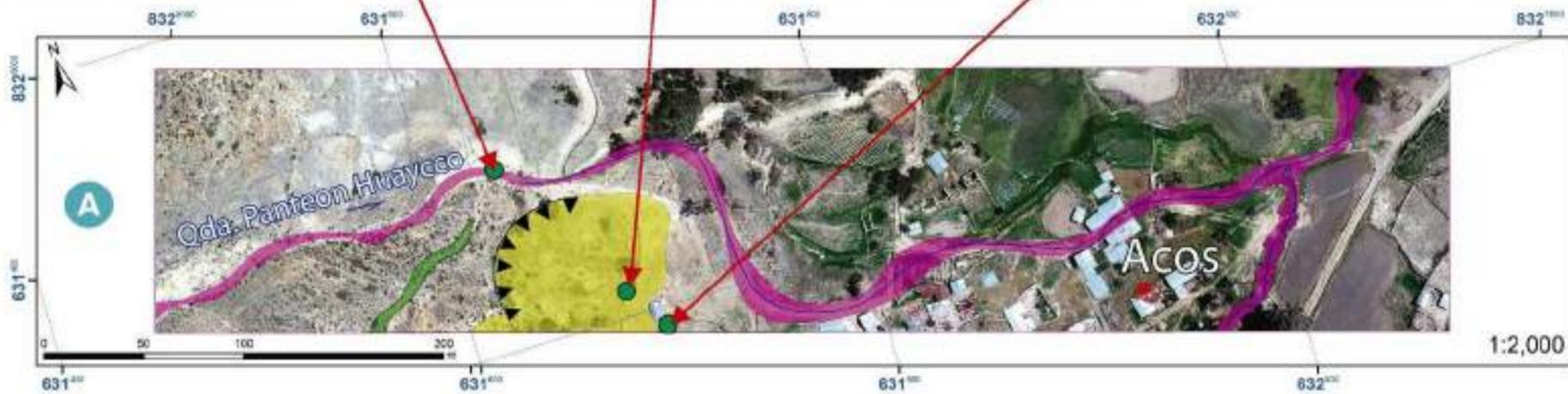
Oda. Panteon Huaycco



Canal de agua destruido por derrumbe



Derrumbe en la desembocadura de la Quebrada Panteon Huaycco



Oda. Río Millu-Cuchu Macma



Cauce de la quebrada  
5 m



Puente peatonal en el Cauce de la quebrada

631250 631500 631750 632000 632250 632500



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO  
 ACT. 11. EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
 REGIÓN AYACUCHO  
 PROVINCIA PAMPACORIAS  
 DISTRITO CHUMPI

VELOCIDADES MÁXIMAS (m/s) PARA FLUJO DE DETRITOS TR: 50 AÑOS  
 PANTEÓN HUAYCCO

Escala: 1:3 500 escala de impresión A3 Elaborado por: G. Luna  
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84  
 Versión digital: 2022 Impreso: 2022

MAPA 05



8328000

8327750

8327500

8327250

Quebrada Panteón Huaycco

Cementerio de Acos

Localidad de Acos

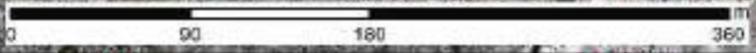
### Velocidades Máximas (m/s)

- 0.000 - 0.828
- 0.829 - 1.919
- 1.920 - 3.100
- 3.101 - 4.428
- 4.429 - 6.744

### Simbolología

- Área de acercamiento
- Vías de acceso

1:3,500



631250 631500 631750 632000 632250 632500

631700 631800 631900 632000 632100



8327900

8327800

8327700

631700 631800 631900 632000 632100

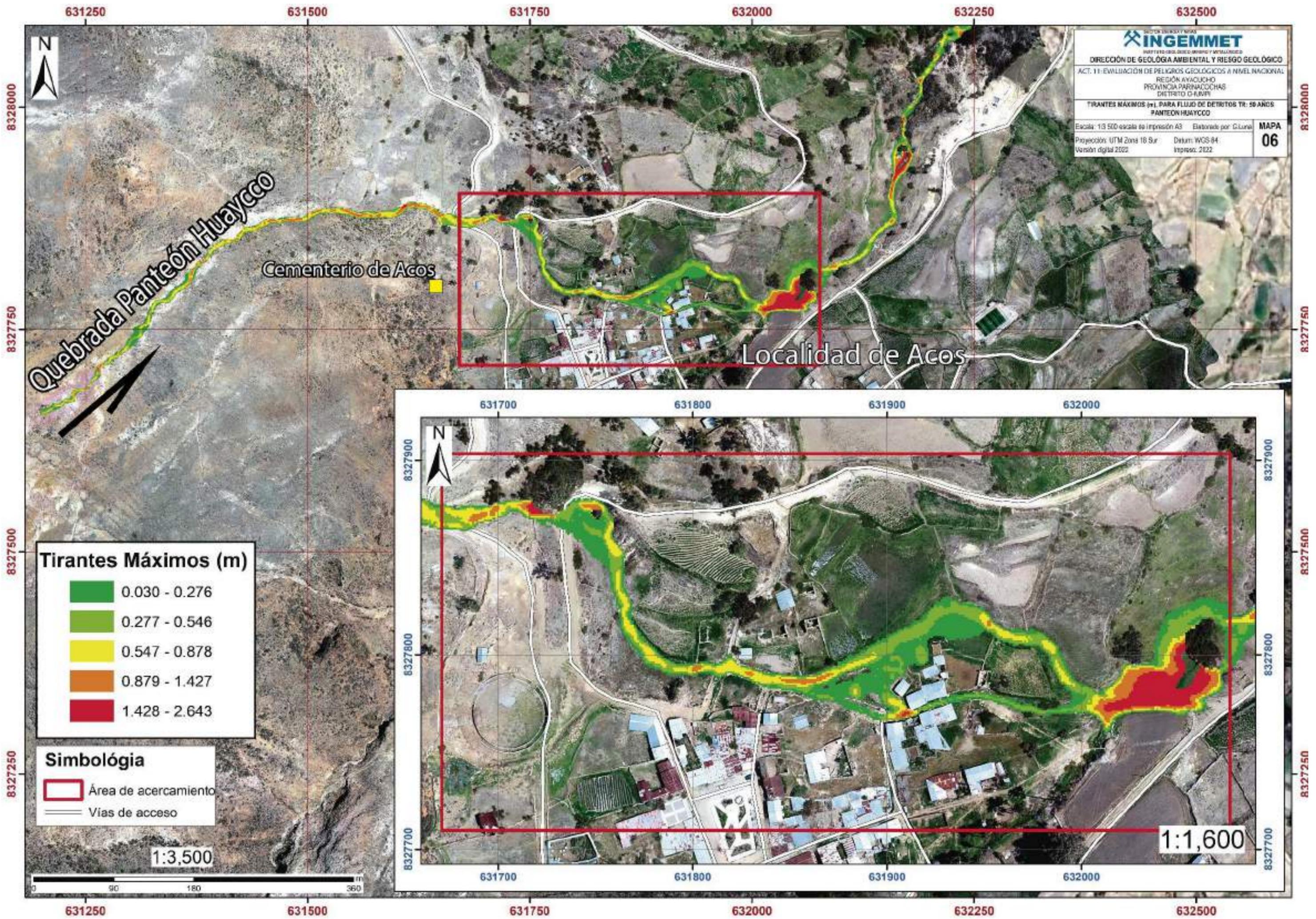
1:1,800

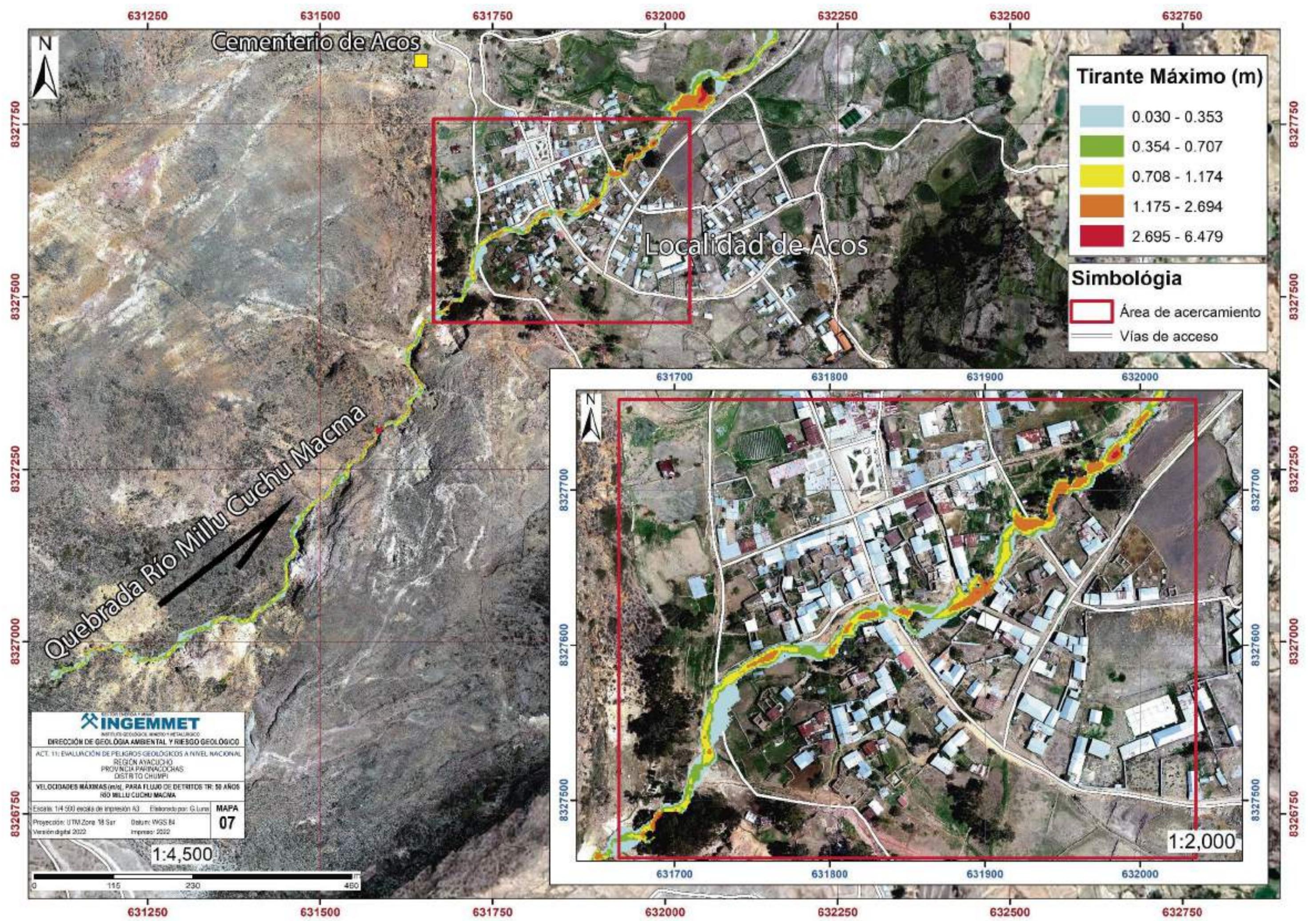
8328000

8327750

8327500

8327250





Cementerio de Acos

Localidad de Acos

Quebrada Río Millu Cuchu Macma

**Tirante Máximo (m)**

- 0.030 - 0.353
- 0.354 - 0.707
- 0.708 - 1.174
- 1.175 - 2.694
- 2.695 - 6.479

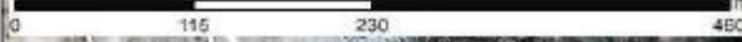
**Simbología**

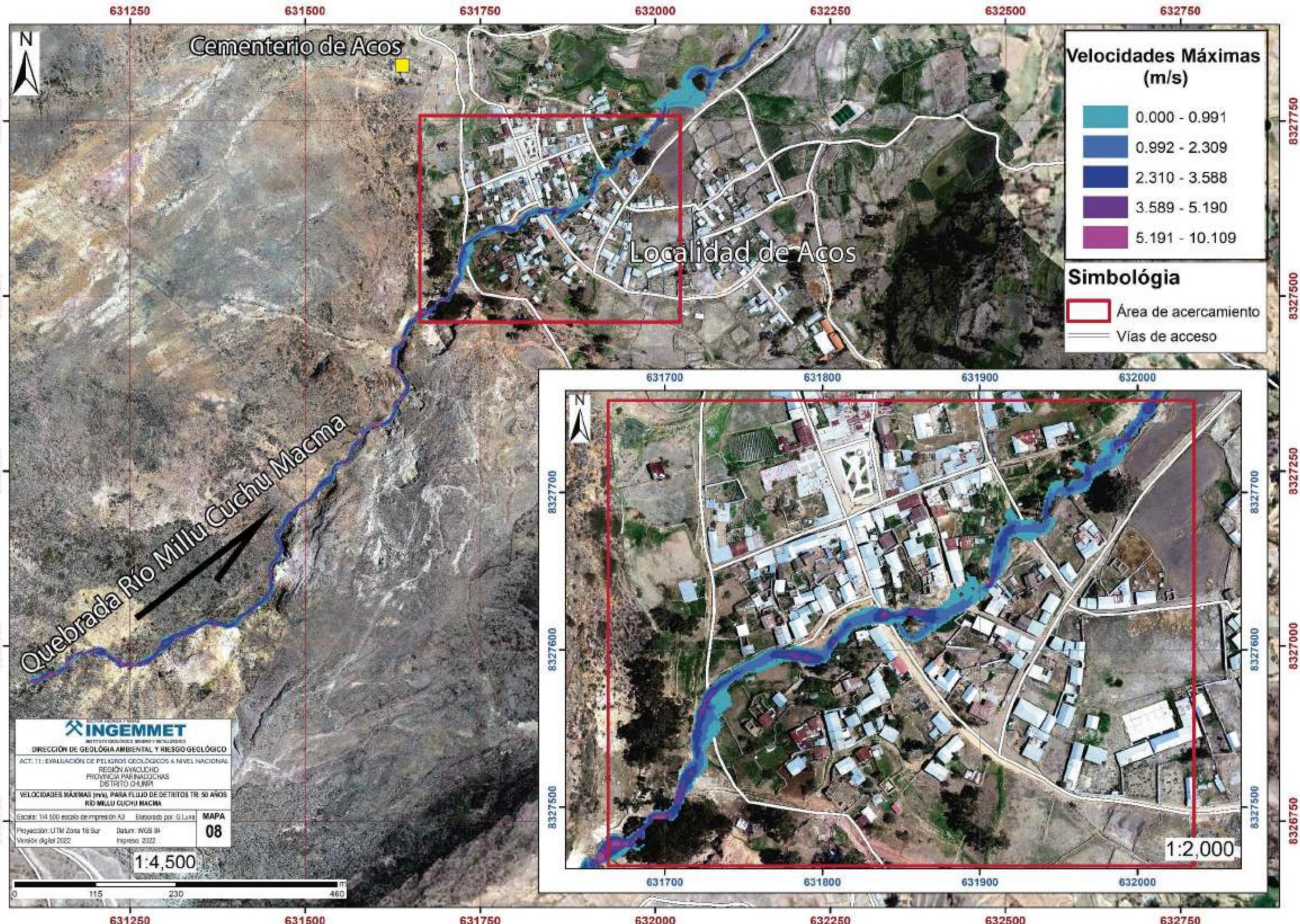
- Área de acercamiento
- Vías de acceso

**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO METALURGICO  
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO  
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS A NIVEL NACIONAL  
 REGION AYACUCHO  
 PROVINCIA PAMPACORCHA  
 DISTRITO CHUMPI  
 VELOCIDADES MÁXIMAS (m/s), PARA FLUJO DE DETRITOS TR: 50 AÑOS  
 RÍO MILLU CUCHU MACMA  
 Escala: 1:4,500 escala de impresión A3    Elaborado por: G. Luna    **MAPA 07**  
 Proyección: UTM Zona 18 Sur    Datum: WGS 84    Versión digital 2022    Impreso: 2022

1:4,500

1:2,000





Cementerio de Acos

Localidad de Acos

Quebrada Río Millu Cuchu Macma

**Velocidades Máximas (m/s)**

- 0.000 - 0.991
- 0.992 - 2.309
- 2.310 - 3.588
- 3.589 - 5.190
- 5.191 - 10.109

**Simbolología**

- Área de acercamiento
- Vías de acceso

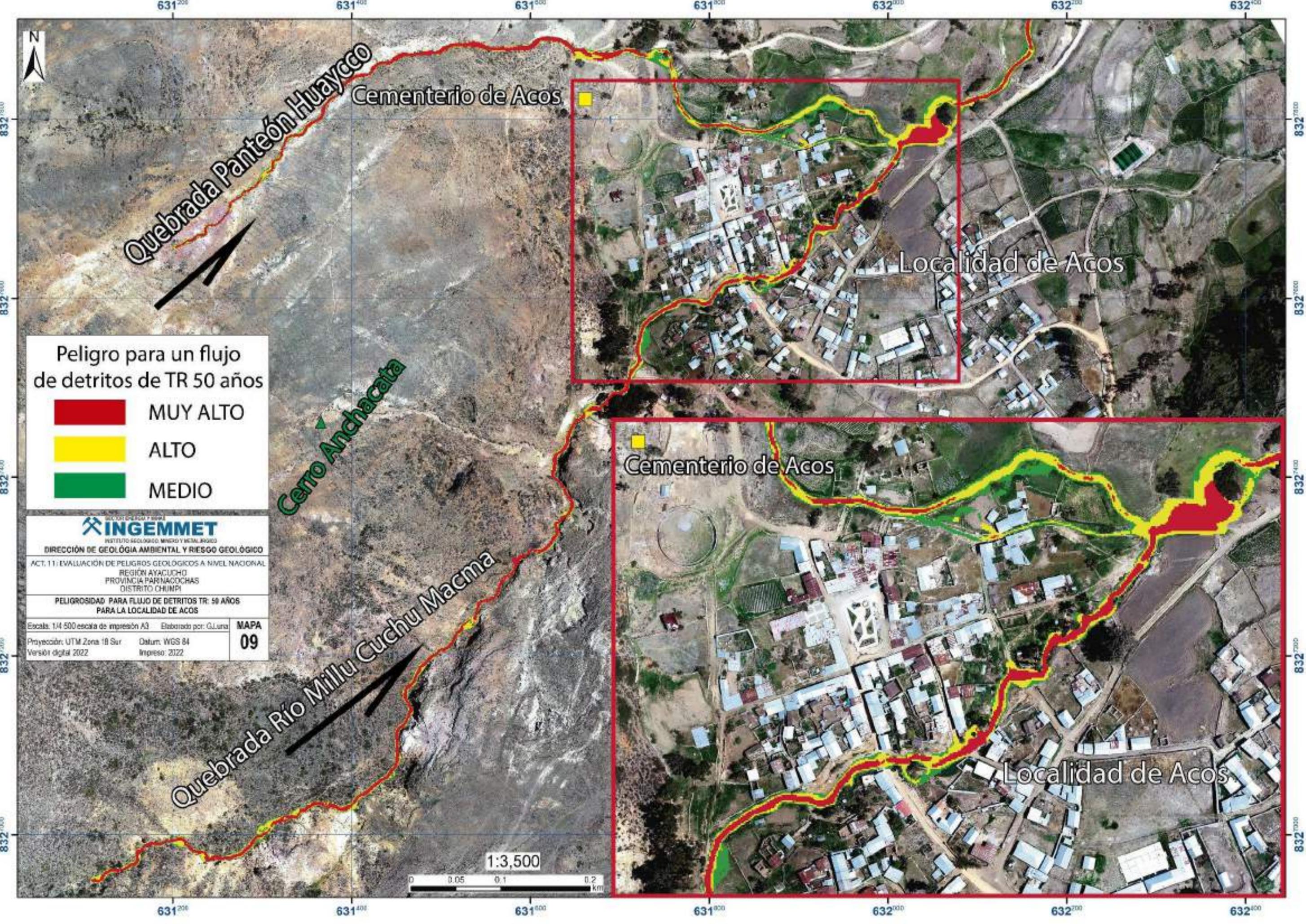
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
 DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO  
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
 REGIÓN AYACUCHO  
 PROVINCIA PARINACOCAS  
 DISTRITO CHUMPI  
 VELOCIDADES MÁXIMAS (m/s), PARA FLUJO DE DETRITOS TR: 50 AÑOS  
 RÍO MILLU CUCHU MACMA  
 Escala: 1:4,500 escala de impresión A3    Elaborado por: G. Luna    MAPA 08  
 Proyección: UTM Zona 18 Sur    Datum: WGS 84  
 Versión digital 2022    Impreso: 2022

1:4,500



1:2,000





Peligro para un flujo de detritos de TR 50 años

- MUY ALTO
- ALTO
- MEDIO

**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO  
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO  
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
REGIÓN AYACUCHO  
PROVINCIA PARMACOCCHAS  
DISTRITO CHUMPI  
PELIGROSIDAD PARA FLUJO DE DETRITOS TR: 50 AÑOS  
PARA LA LOCALIDAD DE ACOS  
Escala: 1:4 500 escala de impresión A3 Elaborado por: G. Luna  
Proyector: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Versión digital 2022 Impreso: 2022  
**MAPA 09**

1:3,500  
0 0.05 0.1 0.2 km

