

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7283**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CENTRO POBLADO SAN ANTONIO DE QUIRCÁN

Departamento Huánuco  
Provincia Ambo  
Distrito San Francisco



JULIO  
2022

## **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CENTRO POBLADO SAN ANTONIO DE QUIRCÁN.**

*(Distrito San Francisco, provincia Ambo, departamento Huánuco)*

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

*Equipo de investigación:*

*Ely Milder Ccorimanya Challco*

*Guisela Choquenaira Garate*

### **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022) - *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el Centro Poblado San Antonio de Quircán. Distrito San Francisco, provincia Ambo, departamento Huánuco*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7283, 42 p.

## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>1.1. Objetivos del estudio</b> .....	5
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores</b> .....	5
1.3.1. Ubicación .....	6
1.3.2. Población .....	7
1.3.3. Accesibilidad.....	7
1.3.4. Clima .....	8
<b>2. DEFINICIONES</b> .....	9
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	10
<b>3.1. Unidades litoestratigráficas</b> .....	10
3.1.1. Grupo Ambo (Cm-a) .....	10
3.1.2. Depósito coluvio - deluvial (Q-cd).....	12
3.1.3. Depósito proluvial (Q-pl).....	12
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	13
<b>4.1. Pendientes del terreno</b> .....	13
<b>4.2. Unidades geomorfológicas</b> .....	13
4.2.1. Unidad de montañas.....	14
4.2.2. Unidad de piedemonte.....	15
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	17
<b>5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa.</b> .....	18
<b>5.2. Deslizamiento – flujo en el Centro Poblado San Antonio de Quircán.</b> .....	18
5.2.1. Características visuales del evento .....	19
<b>5.3. Reptación de suelos en el centro poblado San Antonio de Quircán.</b> .....	22
<b>5.4. Erosión de laderas en cárcavas en el C.P. San Antonio de Quircán</b> .....	23
<b>5.5. Derrumbe -flujo en la margen derecha de la quebrada Huangrín.</b> .....	24
<b>5.6. Erosión de laderas y Derrumbe – flujo en el flanco este del cerro Rumichaca</b> .....	25
<b>5.7. Análisis de perfil Transversal:</b> .....	31
<b>5.8. Factores condicionantes</b> .....	32
<b>5.9. Factores detonantes o desencadenantes</b> .....	32
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	33
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	34
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	35
<b>ANEXO 1: MAPAS</b> .....	36
<b>ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN</b> .....	41

## RESUMEN

El presente informe, es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el centro poblado San Antonio de Quircán (cerro Rumichaca y quebrada Habaspampa), distrito de San Francisco, provincia Ambo, departamento de Huánuco. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos, en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

El substrato de rocas sedimentarias tipo areniscas, limolitas y lutitas (Grupo Ambo), medianamente a muy fracturadas y altamente meteorizadas; con espaciamientos de 0.10 m a 0.40 m; por la constante caída ha formado depósitos coluvio-deluviales compuestos por fragmentos de roca comprendidas entre 5 cm a 35 cm, de formas angulosas a subangulosas, en matriz limo-arenosa, y depósitos proluviales, con bloques de hasta 0.6 m de diámetro.

Las geoformas corresponden a montañas modeladas sobre rocas sedimentarias, cuyas laderas poseen pendientes fuertes a muy fuertes (15° - 45°); vertientes con depósito de deslizamiento, que presentan una inclinación moderada a fuerte (5°-25°). Así mismo, la ladera noreste del cerro Rumichaca, presentan movimientos en masa, evidenciándose múltiples escarpes de deslizamientos antiguos, con posibilidad de reactivación.

El año 2019 al suroeste del centro poblado San Antonio de Quircán, en la margen izquierda de la quebrada Habaspampa, ocurrió un movimiento en masa complejo, compuesto por un deslizamiento (con un escarpe principal de 1.8 m y un ancho de 14 m) seguido de un flujo de detritos, alcanzando 60 cm de altura, el cual se desplazó en la ladera media del cerro Rumichaca, e involucró material de detritos de un movimiento antiguo.

La existencia de varios deslizamientos antiguos se evidencia por la morfología de la ladera, que presenta una superficie escalonada. El área afectada por el deslizamiento está ocupada por terrenos de pastizales.

Se le atribuye como factor detonante, las lluvias intensas y/o prolongadas registradas en la zona, con umbrales de 39.2 mm por día, coadyuvados y sumados a ellos las características de sitio como: substrato rocoso muy fracturado, presencia de suelos poco consolidados de fácil erosión y remoción, laderas con pendientes fuertes a muy fuertes, y surgencia de aguas subterráneas.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas mencionadas anteriormente, el centro poblado San Antonio de Quircán, se considera de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamientos, flujos de detritos, reptación de suelos, que pueden ser reactivados con lluvias intensas y/o prolongadas.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades competentes tomadores de decisiones pongan en práctica en el área evaluada con la finalidad de minimizar las ocurrencias de daños que pueden ocasionar los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la zona.

## 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 la solicitud de la Municipalidad distrital de San Francisco, Oficio N° 137-2020-A-MDSF-A; en el marco de nuestras competencias se realizó la evaluación de peligros geológicos, de movimientos en masa, tipo complejo, compuesto por deslizamiento rotacional seguido de flujo de detritos, que ocurrieron el año 2019.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designaron a los especialistas. Guisela Choquenaira Garate y Ely Ccorimanya Challco, realizar la evaluación de peligros geológicos en el Centro Poblado San Antonio de Quircán, llevada a cabo el 29 de abril del año 2022, en coordinación con representantes de la Unidad de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de San Francisco y representantes del Centro Poblado San Antonio de Quircán.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de la información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías a nivel de terreno, levantamiento fotogramétrico con dron, con el fin de observar mejor el alcance del evento), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realiza la redacción del informe técnico.

Este documento técnico se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de San Francisco, Gobierno Regional de Huánuco 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 de desastre, a fin de que sea un instrumento para la toma de decisiones.

### 1.1. Objetivos del estudio

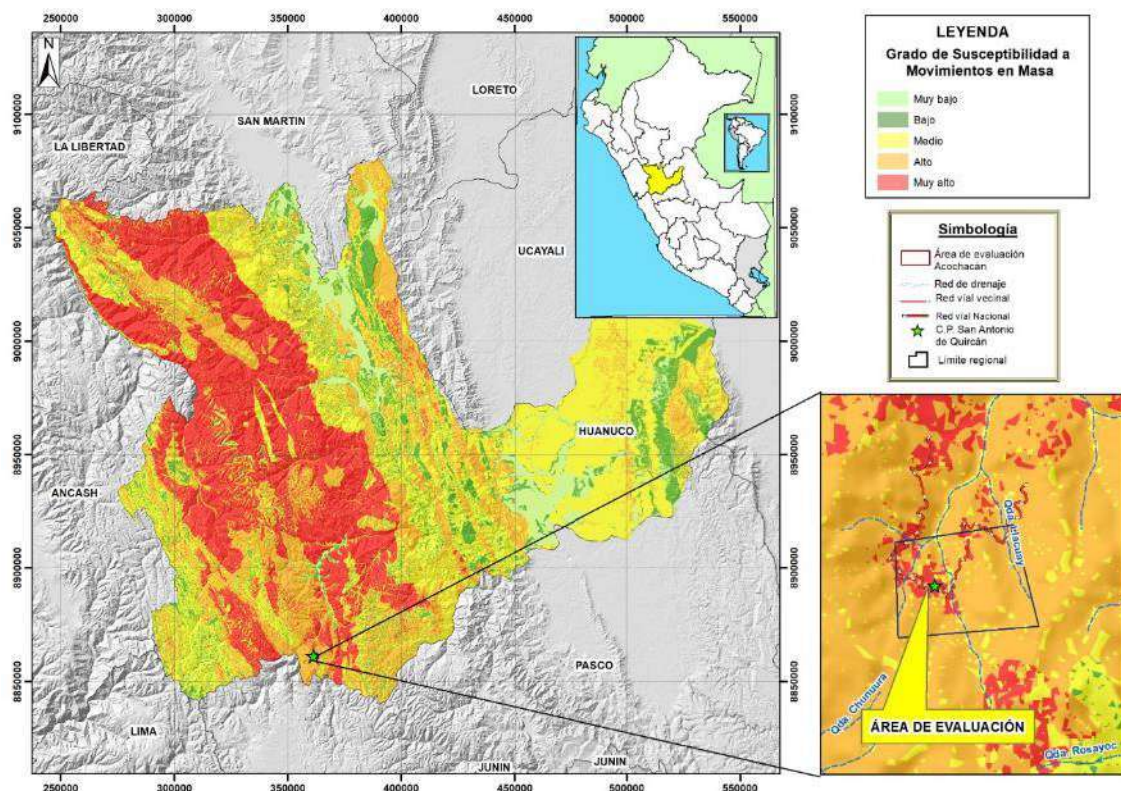
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar, tipificar y caracterizar el peligro geológico que ocurre en el centro poblado de San Antonio de Quircán.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros.
- c) Proponer alternativas de prevención, reducción y mitigación de impactos por el peligro geológico identificado en trabajo de campo.

### 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional, que involucra la zona de evaluación, tenemos:

- A) En el boletín de **Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco** de la Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, elaborado por Zavala & Vélchez. (2006), se tiene el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala (1:300 000.), donde el área de estudio presenta susceptibilidad alta a muy alta. (figura 1).



**Figura 1.** Susceptibilidad a movimientos en masa del Centro Poblado San Antonio de Quircán.  
**Fuente:** Zavala & Vílchez, (2006)

- B) Boletín N° 77, Serie A, Carta Geológica Nacional: Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores; Hojas: 21-K, 22-K y 23-K a escala 1:100 000. (Cobbing et.al., 1996). Describe la geología de la zona de estudio y alrededores que corresponde a rocas sedimentarias del Grupo Ambo.

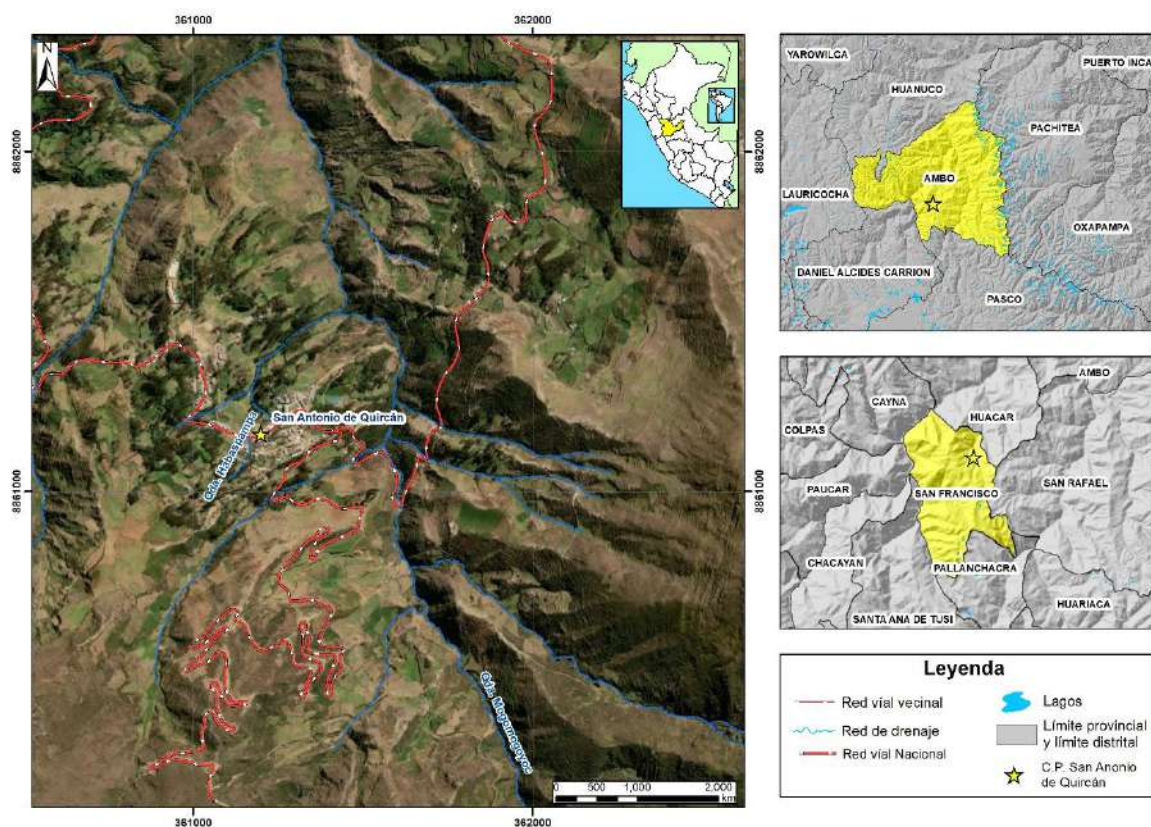
## Aspectos generales

### 1.2.1. Ubicación

El centro poblado San Antonio de Quircán, políticamente pertenece al distrito de San Francisco, provincia Ambo, departamento de Huánuco (figura 2). Cuenta con las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 S) mostradas en el cuadro 1:

**Cuadro 1.** Coordenadas del área de evaluación Centro Poblado San Antonio de Quircán.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	361000	8861500	-10.292653°	-76.269354°
2	362000	8861500	-10.292689°	-76.260224°
3	362000	8860500	-10.301727°	-76.260260°
4	361000	8860955	-10.303092°	-76.270879°
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
C	361028	8860980	-10.301273°	-76.268837°



**Figura 2.** Ubicación del área de evaluación – Centro poblado San Antonio de Quircán.

### 1.2.2. Población

De acuerdo con el directorio nacional de Centros Poblados, Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, el Centro Poblado San Antonio de Quircán cuenta con 110 habitantes, distribuidos en 52 viviendas (figura 3).

DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO									
CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN		POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
		NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
0218	PACUSH	Quechua	2 994	23	12	11	11	9	2
<b>100206</b>	<b>DISTRITO SAN FRANCISCO</b>			<b>1 561</b>	<b>794</b>	<b>767</b>	<b>845</b>	<b>655</b>	<b>190</b>
0001	MOSCA	Suni	3 521	371	192	179	194	166	28
0002	UCHUCYACU	Yunga fluvial	2 278	59	31	28	24	24	-
0003	SOGO	Quechua	3 048	15	9	6	6	6	-
0004	BUENOS AIRES	Yunga fluvial	2 298	-	-	-	2	-	2
0005	SHIGUINTUYOG (SHAUYONUINTO)	Yunga fluvial	2 299	-	-	-	1	1	-
0006	ACOHACAN (PACUYA)	Quechua	2 361	109	54	55	53	51	2
0007	CHURRIAS	Quechua	2 771	1	1	-	1	1	-
0008	HUACA CORRAL	Quechua	2 740	-	-	-	4	1	3
0009	PULPOL	Quechua	3 309	47	22	25	26	26	-
0010	JIRCAN PATA	Quechua	3 434	78	36	42	33	33	-
<b>0011</b>	<b>SAN ANTONIO DE QUIRCAN</b>	<b>Quechua</b>	<b>3 417</b>	<b>110</b>	<b>57</b>	<b>53</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>2</b>
0012	MUÑAURA (UÑAURA)	Suni	3 589	-	-	-	2	-	2
0013	RUMICHACA	Suni	3 892	5	4	1	2	1	1
0014	RANRAMAYO	Quechua	3 332	29	20	9	13	12	1

**Figura 3.** Población Censada por centros poblados.

**Fuente:** INEI: Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

### 1.2.3. Accesibilidad

El acceso al centro poblado San Antonio de Quircán, se realiza desde la ciudad de Lima por vía terrestre, mediante las siguientes rutas mencionadas en el cuadro 2:

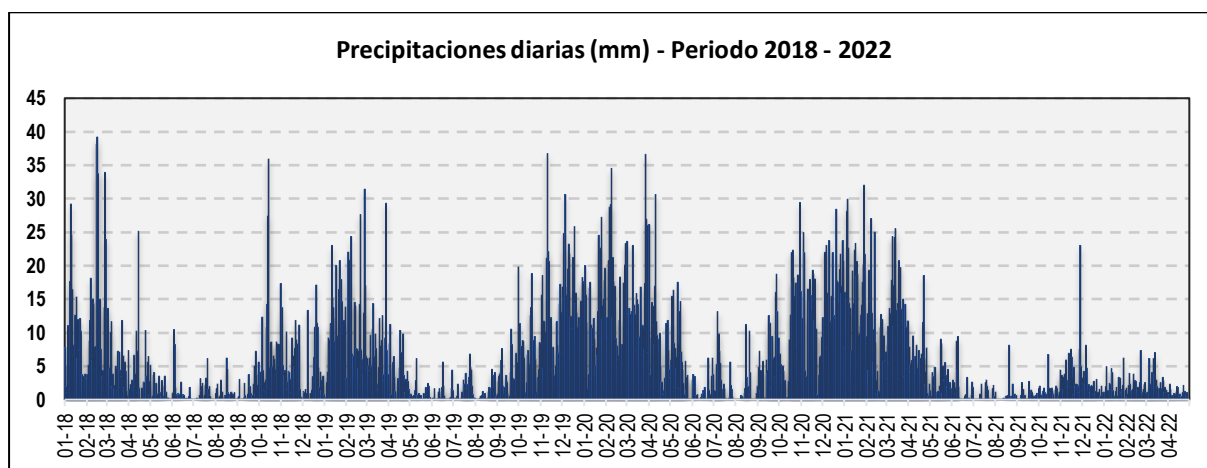
**Cuadro 2.** Rutas y accesos

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Lima – Ambo	Carretera asfaltada	350	9 horas
Ambo – Centro Poblado San Antonio de Quircán	Carretera asfaltada y trocha	34.9	1 hora y 30 minutos

#### 1.2.4. Clima

Según el Mapa de Clasificación Climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020). el centro poblado San Antonio de Quircán, se encuentra dentro de dos tipos de climas: lluvioso con otoño e invierno seco, con ambiente frío y húmedo.

En cuanto a la cantidad de lluvia según 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 ráster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el último periodo 2018-2022, fue de 39.2 mm (figura 4). Cabe recalcar que las lluvias son abundantes en los periodos (diciembre a marzo).

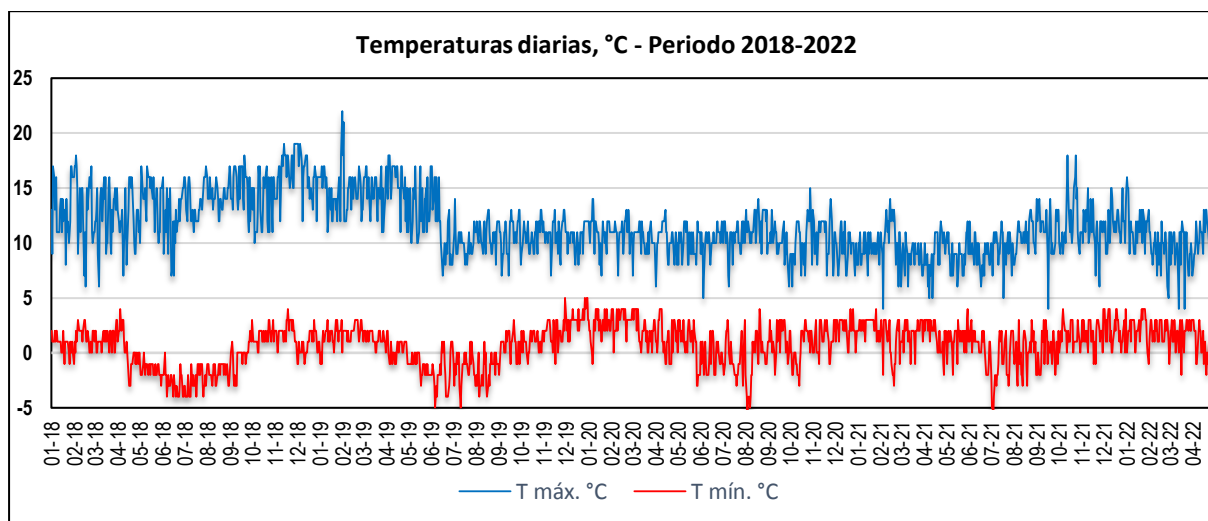


**Figura 4.** Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo 2018-2022. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen a la ocurrencia de procesos de movimientos en masa.

**Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>

La temperatura en la zona de estudio oscila entre un máximo de 21 °C en verano y un mínimo de -5 °C en invierno (figura 5), y humedad promedio de 74.15 % durante casi todo el año, (Servicio aWhere).





**Figura 5.** Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo 2018-2022. La figura permite analizar a partir de datos históricos, la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad.

**Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>

## 2. DEFINICIONES

Considerando que el presente informe de evaluación técnica está dirigido a las autoridades, personal no especializado y tomadores de decisiones que no son necesariamente geólogos; es por ese motivo que se desarrolla algunas definiciones relevantes, considerando como base el libro de “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007)

**Activo:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

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

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

**Deslizamientos:** Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. 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).

**Derrumbe:** son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. Se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.

**Erosión:** Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste en el arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua, el viento y el hielo, o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clasificar en eólica, fluvial, glaciar, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo con las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.

**Escarpe, sin.: (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.

**Formación geológica.** Es una unidad litoestratigráfica formal que defino cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

**Fractura:** Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

**Inactivo:** Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional.

**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.

**Movimientos en masa:** Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. En el territorio peruano, los tipos más frecuentes corresponden a caídas, deslizamientos, flujos, reptación de suelos, entre otros.

**Peligro o amenaza geológica:** Es un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La caracterización de los aspectos geológicos (mapa 1) se realizó en base a la memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Ambo (21-k), a escala 1/100 000, elaborado por Cobbing., et.al. 1996. Además, se realizó trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo.

#### 3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en el área evaluada (mapa 1), están conformadas por rocas sedimentarias del Grupo Ambo, depósitos coluvio-deluviales y proluviales. La descripción se desarrolló en base a la información de Cobbing., et.al. 1996.

##### 3.1.1. Grupo Ambo (Cm-a)

Compuesto por rocas sedimentarias conglomerados, areniscas cuarzosas, limolitas y lutitas que aflora en el área de estudio; el conglomerado está constituido por fragmentos bien redondeados a subangulosos de cuarcitas, areniscas, concentrado por una matriz de areniscas.

Estas rocas presentan una resistencia moderada (estimada manualmente con el martillo de geólogo), muy fracturado (F4) con espaciamientos de 0.10 m a 0.40 m y altamente meteorizada, (figura 6).



**Figura 6.** Afloramiento del Grupo Ambo, conformada por conglomerados, areniscas, limolitas y lutitas, con coordenadas UTM (WGS 84): 362847 E; 8862227 N a 3243 m.s.n.m.



**Fotografía 1.** Afloramiento del Grupo Ambo, conformada por lutitas, con coordenadas UTM (WGS 84): 361619 E; 8860974 N a 3350 m.s.n.m.

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

Agrupación de depósitos de origen gravitacional, acumulado en la vertiente o márgenes del valle; constituye escombros de laderas que cubren parcialmente a los afloramientos del grupo Ambo.

Estos depósitos se originan por eventos de deslizamientos, grandes y pequeños derrumbes, procesos de reptación. Este depósito está compuesto por fragmentos de roca comprendidos entre 5 cm a 35 cm, son de formas angulosos a subangulosos, conformados por areniscas, limolitas y lutitas, envueltas en una matriz limo – arenoso poco consolidado, en algunos sectores se encuentra saturado por las surgencias de aguas subterráneas que afloran en las laderas del cerro Rumichaca (fotografía 2).



**Fotografía 2.** Depósitos coluvio-deluviales ubicado sobre la vía C.P. Quircán – C.P. Añay, con coordenadas UTM (WGS 84): 362847 E; 8862187 N.

### 3.1.3. Depósito proluvial (Q-pl)

Los depósitos proluviales se originan a partir de los depósitos de flujos, por la existencia de material detrítico suelto acumulado y cuando ocurren precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas. El material inconsolidado, está conformado por bloques de hasta 0.6 m de diámetro, son de formas angulosas a subangulosas, envueltos en una matriz limo-arenoso (fotografía 3).



**Fotografía 3.** Depósito proluvial (Q-pl), emplazado en la ladera noreste del cerro Rumichaca, ubicado con coordenadas UTM (WGS 84): 361122 E; 8861038 N.

## 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### 4.1. Pendientes del terreno

La pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como uno de los factores condicionantes y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el mapa 02, se presenta el mapa de pendientes de la zona de estudio y alrededores, elaborado en base a la información producto de imagen ALOS PALSAR, DEM con 12.5 de resolución.

Se consideraron 6 rangos de pendientes como son: de 0°-1° (considerados terrenos llanos); 1°a 5° (terrenos inclinados con pendiente suave); 5°a 15° (pendiente moderada); 15°a 25° (pendiente fuerte); 25°a 45° (pendiente muy fuerte a escarpado); finalmente, mayor a 45° terreno como muy escarpado.

Teniendo como pendiente promedio, de las laderas que circundan al centro poblado San Antonio de Quircán, varía de fuerte (15°- 25°) a muy fuerte (25°- 45°).

### 4.2. Unidades geomorfológicas

La caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas en el área de estudio se realizó utilizando el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve.

Asimismo, para la delimitación de las subunidades geomorfológicas, se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (substrato rocoso y depósitos superficiales).

En el mapa 3, se presentan las subunidades geomorfológicas modeladas y conformadas en el área de evaluación.

#### 4.2.1. Unidad de montañas

Las montañas, presentan la mayor distribución en la zona de evaluación; son geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (citado por Villota, 2005) donde se reconocen cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza. Se encuentran conformadas por alineamientos constituidos principalmente de rocas sedimentarias. Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades.

##### Montaña en roca sedimentaria (M-rs)

Esta subunidad geomorfológica corresponde a relieve moldeado sobre roca sedimentaria conformado por areniscas de grano medio a grueso, limolitas y lutitas, los cuales se presentan muy fracturadas y meteorizadas (fotografía 4)

Debido a la forma del terreno mixto (cóncavo y convexo) las pendientes de la ladera de las montañas varían principalmente de 15°- 25° (pendientes fuertes) a muy escarpados (>45°).

Específicamente la zona de evaluación atraviesa una morfología variable, debido a la presencia de eventos antiguos (deslizamientos), configurando relieves de hasta 35° de pendiente.

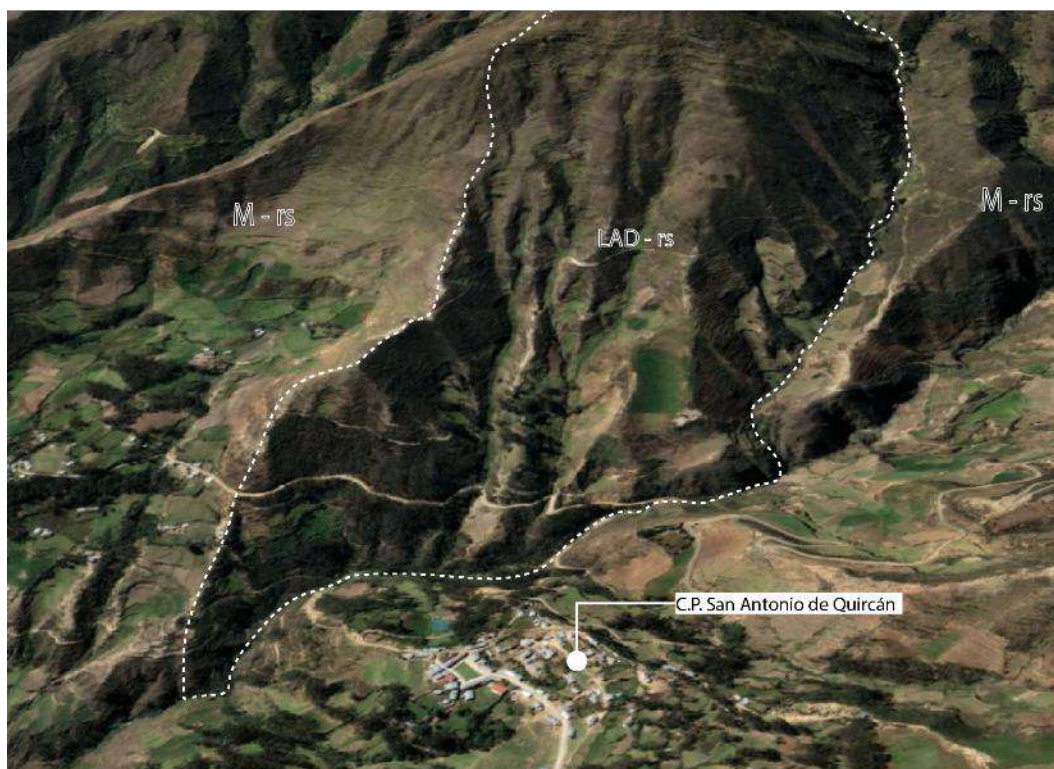


**Fotografía 4.** Subunidades geomorfológicas conformadas por montaña en roca sedimentaria (M-rs)

**Fuente:** Imagen tomada con dron Mavic

##### Ladera disectada en roca sedimentaria (LAD-rs)

Esta subunidad geomorfológica corresponde a relieves modelados sobre roca sedimentaria, se caracteriza por presentar erosión en cárcavas las cuales disectan las laderas (figura 7).



**Figura 7.** Subunidades geomorfológicas conformadas por ladera disectadas en roca sedimentaria (LAD-rs) y montaña en roca sedimentaria (M-rs).

#### 4.2.2. Unidad de piedemonte

Corresponde a la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afecta las unidades de montaña, generalmente se encuentran en las laderas y piedemontes, aquí se tienen:

##### Vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

Corresponde a los paisajes originados por procesos gravitacionales, varían de pequeños a grandes dimensiones, detonados por la pendiente y lluvias excepcionales. Agrupa depósitos de piedemonte de origen gravitacional y fluvio-gravitacional, acumulado en las vertientes o márgenes del valle; en muchos casos, son resultado de una mezcla de ambos, constituyendo escombros de laderas que cubren parcialmente los afloramientos del grupo Ambo.

Esta subunidad en el área de evaluación corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa de tipo reptación de suelos, así como a las acumulaciones de material fino y detrítico movilizadas por escorrentía superficial, los que se acumulan lentamente en las laderas (figura 8).



**Figura 8.** Vista de las subunidades geomorfológicas conformadas por piedemonte coluvio-deluvial (V-cd), enmarcado en líneas punteadas de color negro, se encuentran distribuidos a lo largo de las laderas que circundan el centro poblado San Antonio de Quircán.

Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Corresponde a zonas de acumulaciones en laderas originadas por procesos de movimientos en masa de tipo deslizamientos antiguos y recientes. Generalmente su composición litológica es heterogénea; con materiales poco consolidados de corto a mediano recorrido. Cuya morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular en relación con la zona de arranque del deslizamiento (figura 9).

Estas geoformas se observaron como cuerpos de deslizamientos antiguos y reciente, sobre el cual se asienta el centro poblado San Antonio de Quircán, y donde las pendientes van desde moderado a muy fuerte.



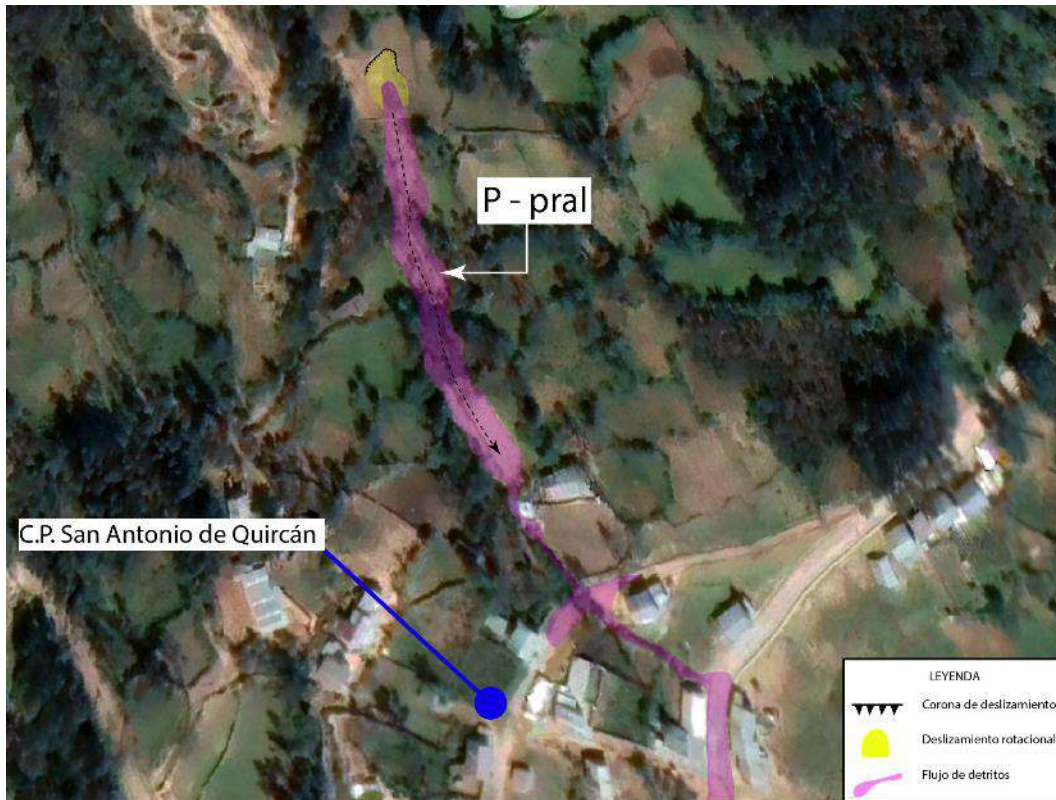
**Figura 9.** Vista de la subunidad geomorfológica, vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), corresponde al cuerpo de los deslizamientos antiguos y recientes.



Piedemonte proluvial o aluvio torrencial (P-pral)

Son el resultado de la acumulación de material movilizado a manera de flujos, modifican localmente la dirección de los cursos de ríos y se ubican en las desembocaduras de quebradas hacia los ríos principales.

En la zona de estudio, se pudo identificar depósitos antiguos de flujos (flujo de detritos que ocurrió el año 2019) en la ladera noreste del cerro Rumichaca que discurrió con dirección SW-NE. (figura 10).



**Figura 10.** Subunidades geomorfológicas conformadas por piedemonte proluvial (P-pral), se emplazan en el flanco noreste del cerro Rumichaca.

**Fuente:** Imagen satelital de Google Earth.

**5. PELIGROS GEOLÓGICOS**

Los peligros geológicos identificados en el centro poblado San Antonio de Quircán, cerro Rumichaca y quebrada Habaspampa, corresponden a los tipos de movimientos en masa (anexo 1 – mapa 4).

La caracterización de los eventos geodinámicos, se realizó sobre la base de la información recabada durante los trabajos de campo, donde se identificó el tipo de peligro, los factores condicionantes basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se toma puntos GPS, fotografías a nivel de terreno y el levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.083 y 0.041 cm/pixel respectivamente, complementada con el análisis y la fotointerpretación de las imágenes satelitales.

Cabe mencionar que según estudios de Zavala & Vílchez, 2006, la zona presenta alta a muy alta susceptibilidad a movimientos en masa).

## 5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa.

A continuación, se describen los principales eventos identificados y evaluados:

### 5.2. Deslizamiento – flujo en el centro poblado San Antonio de Quircán.

El año 2019, se presentó como la reactivación de un evento antiguo de deslizamiento, el cual se desplazó en la ladera media del cerro Rumichaca, que se encuentra sobre la margen izquierda de la quebrada Habaspampa e involucró material de detritos de un movimiento antiguo.

La existencia de este deslizamiento antiguo se evidencia por la morfología de la ladera que presenta una superficie escalonada.

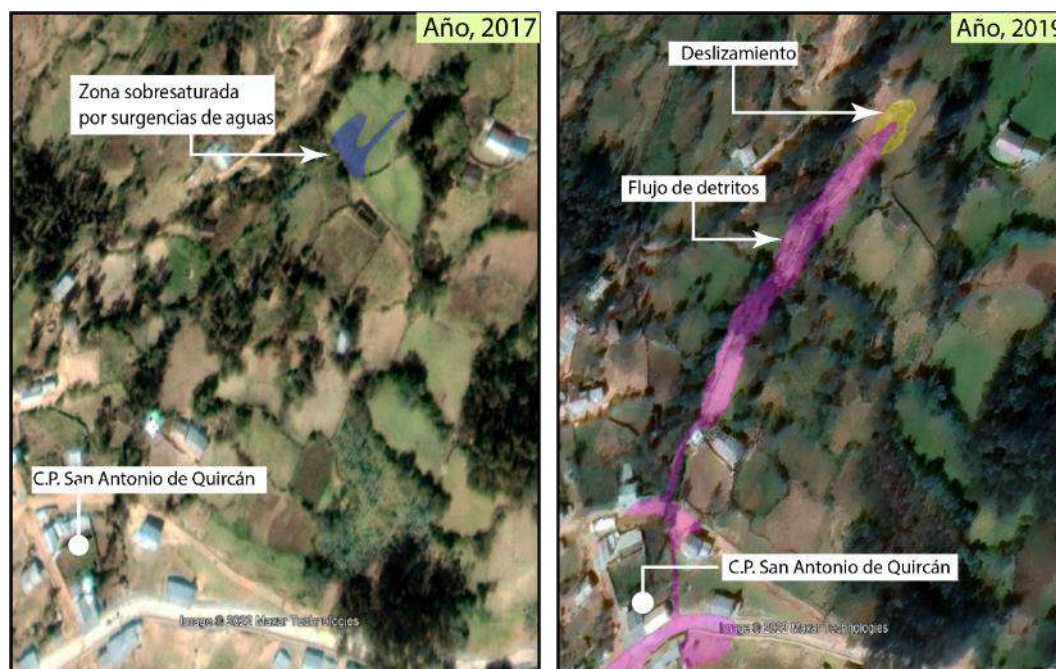
El área afectada por el deslizamiento está ocupada por terrenos de pastizales.

El evento se desarrolló como un movimiento de tipo complejo, compuesto por una reactivación de deslizamiento seguido por flujo de detritos (figura 12).

El evento tuvo un carácter poco violento, cuyo material deslizado se canalizó por la quebrada, formando un flujo de detritos, en su recorrido transportó bloques de hasta 0.6 m, en la parte más distal llegó a una altura de 60 cm, ensanchando el lecho de la quebrada y desviando la dirección del cauce en 5 m hacia la margen derecha.

Este flujo de detritos se canalizó por la quebrada hasta llegar a la calle principal del centro poblado, donde empezó a desbordar ladera abajo, por la existencia de viviendas, estas sirvieron de muro; por lo cual el flujo se canalizó por la calle principal con dirección a la plaza

En la figura 11, se observa dos imágenes satelitales multitemporales del 2017 y 2019, que muestran la evolución del proceso del deslizamiento - flujos citados, registrándose el año 2019, donde el flujo de detritos alcanzó una altura de 60 cm (según información corroborada por versión de los pobladores).



**Figura 11.** Vista de imágenes satelitales multitemporales de los años 2017 y 2019, donde se observa el proceso de flujo de detritos.



**Figura 12.** Vista con dirección SW ladera arriba del cerro Rumichaca, donde se observa el movimiento complejo compuesto por deslizamiento – flujo.

**Fuente:** Fotografía tomada con Dron.

### 5.2.1. Características visuales del evento

El flujo de detritos recorrió aproximadamente 270 m desde la zona de arranque hasta llegar al poblado San Antonio de Quircán. En su trayecto llegó a extenderse en 15 m de ancho, alcanzando una altura de 60 cm.

Características y dimensiones del flujo de detritos:

- Estado de la actividad: Inactivo latente.

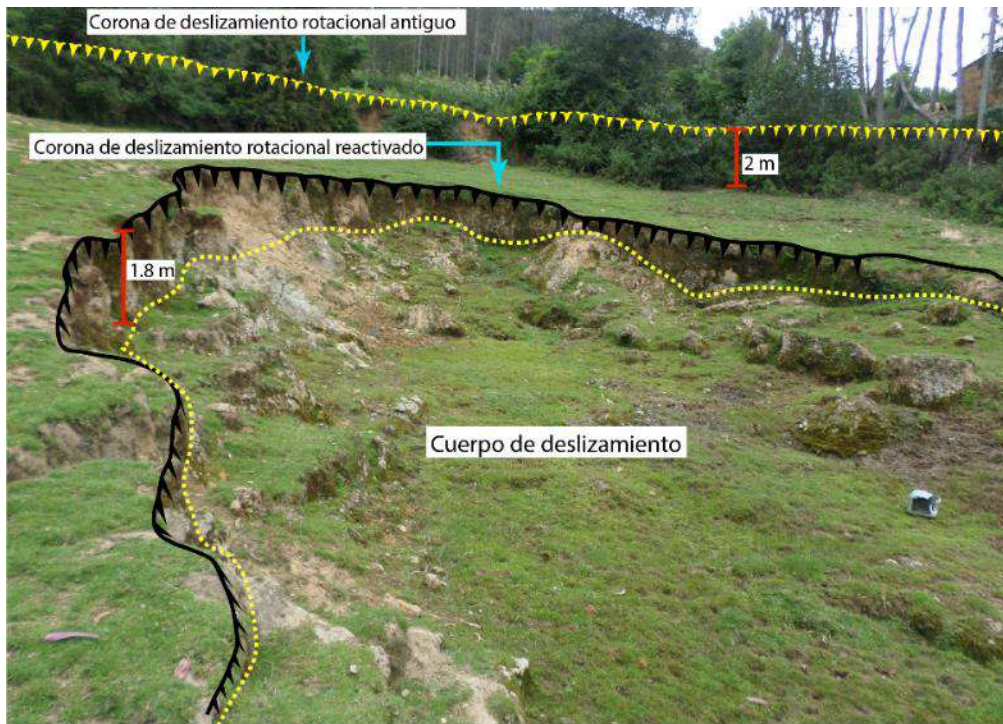
- Depósito: Chorrera.
- Material: Heterogéneo y heterométrico.
- Flujo de material: canalizado.
- Tamaño de clastos: Bloq/Bol (15%), Gr (25%), Ar/Lim (60%).

Características y dimensiones del deslizamiento:

- Estado de la actividad: Reactivado.
- Tipo de peligro: Deslizamiento rotacional
- Salto de escarpes antiguos de deslizamiento: 2 m, 1.7m (figura 14)
- Escarpe de la reactivación del deslizamiento, presenta un salto de 1.80 m (figura 14)
- Longitud de la corona principal: 20 m
- En el cuerpo del deslizamiento se puede observar surgencia de agua el cual se encuentra saturando el terreno (fotografía 5).



**Figura 13.** Vista del depósito de flujo de detritos, emplazado en la ladera del cerro Rumichaca con dirección SW – NE.



**Figura 14.** Vista de la zona de arranque del deslizamiento, donde se muestra el escarpe antiguo de 2m (línea dentada amarillo) y el escarpe de la reactivación del deslizamiento con 1.8 m de salto (línea dentada de color negro).



**Fotografía 5.** Vista del suelo saturado, con surgencia de agua en el cuerpo del deslizamiento reactivado, ubicado con coordenadas UTM (WGS 84): 361028 E; 8860980 N.

**Causas del movimiento:**

De acuerdo con las características del movimiento, se pudo inferir que éste fue causado por diversos factores. Entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

- La existencia de escarpes antiguos de deslizamiento que circunda la ladera del cerro Rumichaca y que constituyó probablemente el plano de debilidad a lo largo del cual falló el material.

- Las filtraciones de agua acumuladas en el periodo lluvioso, que ayudaron a humedecer el material detrítico en las laderas, provocando sobresaturación y pérdida de cohesión, existen filtraciones en la ladera que evidencian material saturado.
- La naturaleza del suelo coluvio-deluvial, el cual se encuentra saturado.
- La pendiente fuerte (25°) en la zona de arranque.

## **OTROS PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO DE QUIRCÁN.**

### **5.3.Reptación de suelos en el centro poblado San Antonio de Quircán.**

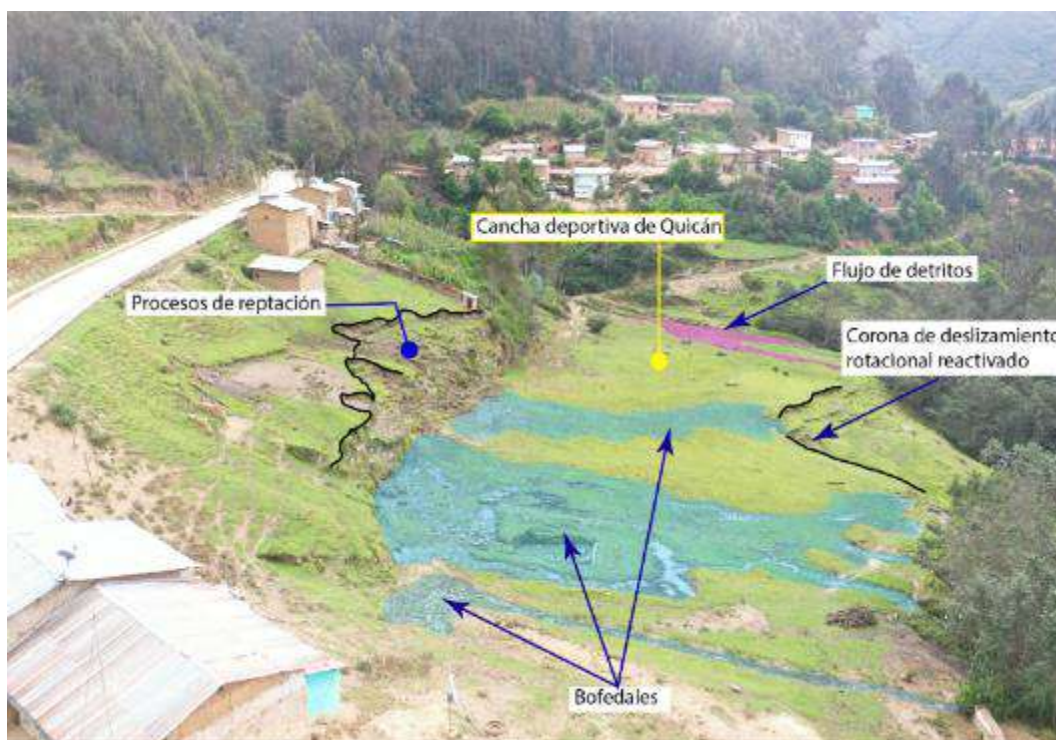
Los procesos de reptación se refieren a aquellos movimientos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla.

Alrededores del centro poblado, se presenta una cubierta detrítica superficial (depósitos coluvio-deluvial), de matriz limo-arcilloso, altamente saturados por surgencias de agua (fotografía 6).

Este proceso es más visible en el talud superior de la cancha deportiva, donde se observa pequeños saltos de terreno de hasta 50cm, surgencias de agua saturando el terreno y formando bofedales, también se identificó escarpes de deslizamiento reactivado y flujo de detritos (ubicado al NW de la cancha deportiva) (figura 15).



**Fotografía 6.** Vista de reptación de suelos, con presencia de saturación de suelos, ubicado sobre el talud superior de la cancha deportiva de Quircán, con coordenadas UTM (WGS 84): 361117 E; 8861194 N



**Figura 15:** Vista de la cancha deportiva del centro poblado, afectado por diferentes procesos de movimientos en masa y la presencia de bofedales.

#### 5.4. Erosión de laderas en cárcavas en el C.P. San Antonio de Quircán

Las cárcavas son canales producto de la erosión que genera el agua; al profundizarse y ampliarse los surcos de erosión se convierte en cárcavas, las cuales actúan como cauces de concentración y transporte de agua y sedimento.

En la zona de evaluación, la cárcava es causada por actividades antrópicas, por la concentración de aguas derivadas por los canales que sirven de alcantarilla en las calles.

La cárcava se encuentra en el cuerpo del deslizamiento antiguo, con 2 m de profundidad, la erosión retrogresiva de sus márgenes ha generado un ancho de hasta 4 m en la zona más amplia (figura 16).

Es importante mencionar que sobre la cabecera de la cárcava se encuentra la calle principal del poblado, en la margen derecha a 2 m, se asienta la I.E. Inicial y en la margen izquierda una vivienda los cuales podrían ser afectados por la erosión retrogresiva de sus márgenes que presenta la cárcava (figura 17).



**Figura 16:** Vista de la erosión en cárcava, con coordenadas UTM (WGS 84): 361238 E; 8861224 N, donde por la erosión retrogresiva en sus márgenes, presenta un ancho de 4 m y profundidad de 2 m



**Figura 17:** Vista de la erosión en cárcava que podría afectar la I.E. Inicial y una vivienda, asentadas en las márgenes de la cárcava, con coordenadas UTM (WGS 84): 361237.652 E; 8861213.273 N.

### 5.5. Derrumbe -flujo en la margen derecha de la quebrada Huangrín.

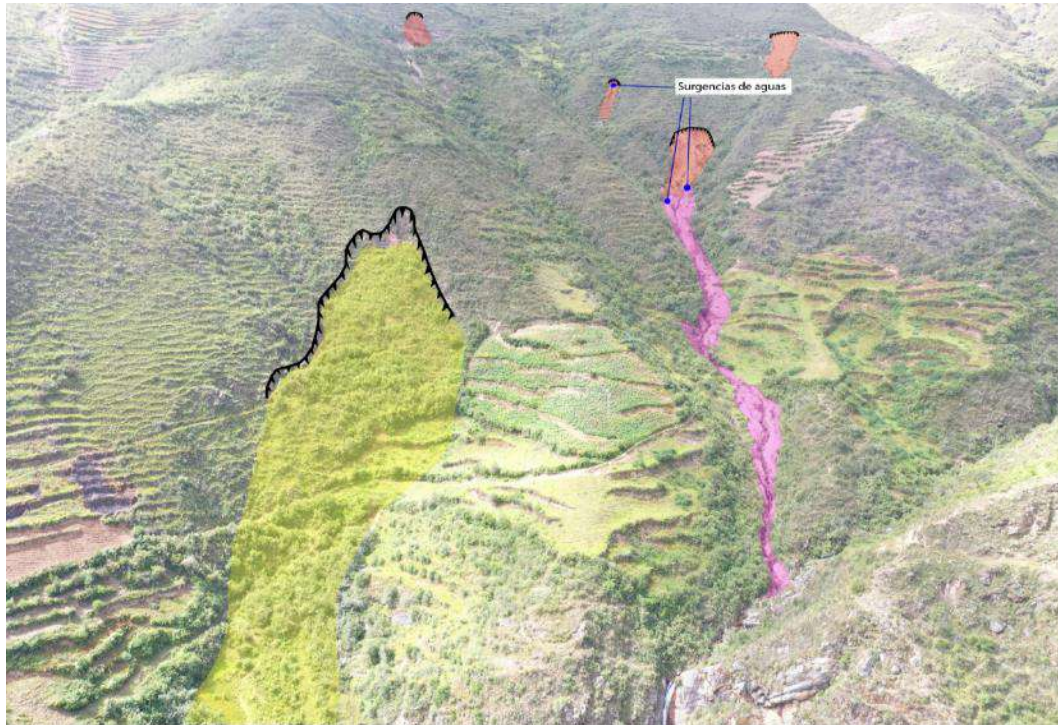
El presente año 2022, al noreste del centro poblado San Antonio de Quircán, en la margen derecha de la quebrada Huangrín (denominada en la carta Nacional con el nombre de Quebrada Llacuay), ocurrió un peligro complejo, compuesto por derrumbe seguido de flujo de detritos (figura 18).



Según testimonio de los pobladores, cada año, en temporada de lluvias intensas, la quebrada se activa en flujo de detritos (huaico), transportando bloques, gravas y arenas sobre la trocha carrozable que conecta el centro poblado Quircán y Añay.

Es importante mencionar que la ladera derecha de la quebrada geodinámicamente es activa, se pudo observar cicatrices de eventos antiguos, con algunas escarpas en procesos de reactivación, el cual podría ceder cuesta abajo. Estos terrenos están siendo utilizados para cultivo.

El depósito proluvial está compuesto por bloques (5%), cantos (15%), gravas (20%), arenas (35%), limos (25%).



**Figura 18:** Vista del derrumbe-flujo, derrumbes y deslizamiento en proceso de reactivación, mostrando así la actividad geodinámica que presenta la ladera derecha de la quebrada Huangrín).

#### **5.6. Erosión de laderas y Derrumbe – flujo en el flanco este del cerro Rumichaca**

Hacia el sureste del centro poblado San Antonio de Quircán, se observó procesos de erosión de laderas en carcava con ensanchamiento de sus márgenes a derrumbes, presenta un ancho máximo de 28 m, en esta zona afectó 20 m del canal de riego entubado denominado Taurio (fotografía 7 y figura 19).

Las causas de estos procesos corresponden a la saturación del terreno en la zona, la pendiente muy fuerte (25° - 35°).



**Fotografía 7.** Vista del derrumbe, el cual afecta 20 m de la tubería de riego de Taurio, ubicado en el flanco este del cerro Rumichaca, con coordenadas UTM: 361389 E, 8860272 N.



**Figura 19.** Cartografiado del peligro geológico por movimientos en masa de tipo derrumbe seguido por un flujo de detritos, el cual se encausa por la cárcava.

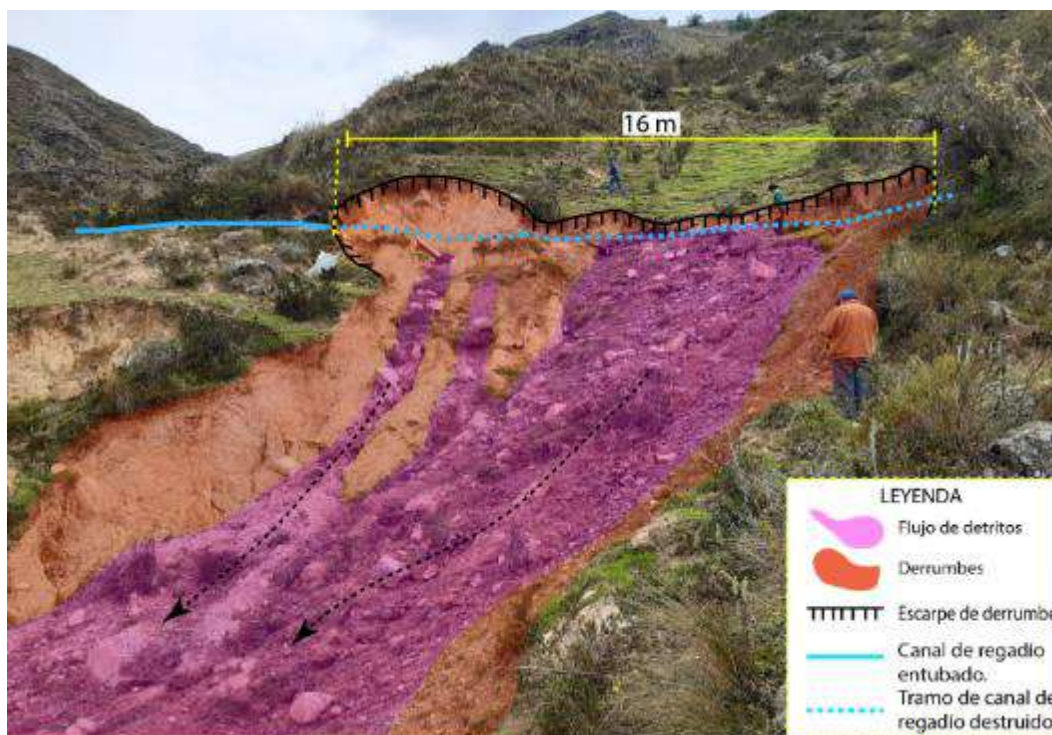
En el mismo sector a solo 30 m del primer evento, se identificó un derrumbe seguido de flujo de detritos, afectando 16 m del mismo canal de riego entubado antes mencionado (fotografía 8 y figura 20).

El derrumbe presenta un avance retrogresivo, con presencia de grietas en la parte posterior a la corona, con profundidades visibles que varían de 50 cm a 80 cm, con desplazamientos de hasta 30 cm (fotografía 9).

Ladera arriba de la corona de derrumbe, se observa saturación en el terreno, lo cual causa procesos de reptación de suelos, donde posteriormente podría ocurrir un evento de mayor magnitud, ya sea un derrumbe o un deslizamiento.



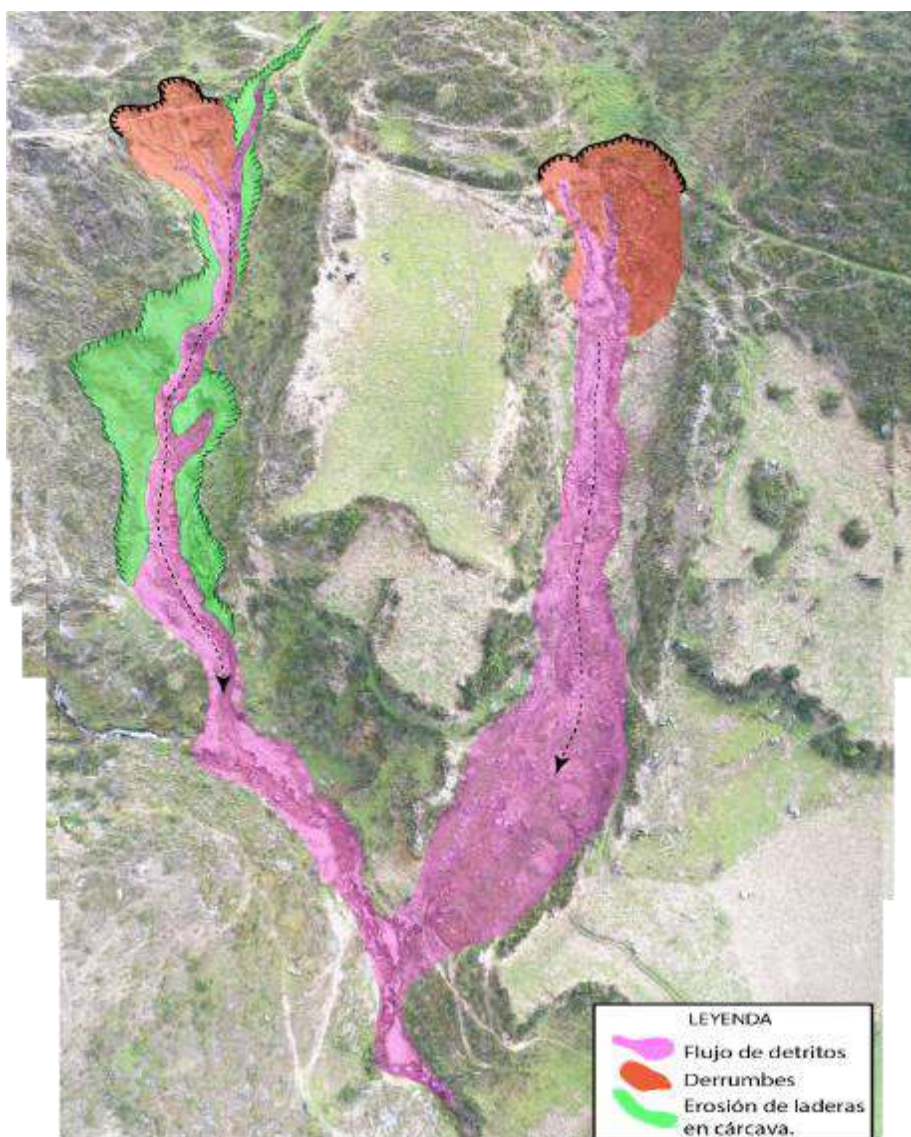
**Fotografía 8.** Vista del derrumbe, que afecta 16 m del canal de regadío entubado de Taurio, con coordenadas UTM: 361382 E, 8860324 N.



**Figura 20.** Cartografiado del peligro geológico por movimientos en masa de tipo derrumbe seguido por un flujo de detritos, con coordenadas UTM: 361382 E, 8860324 N.

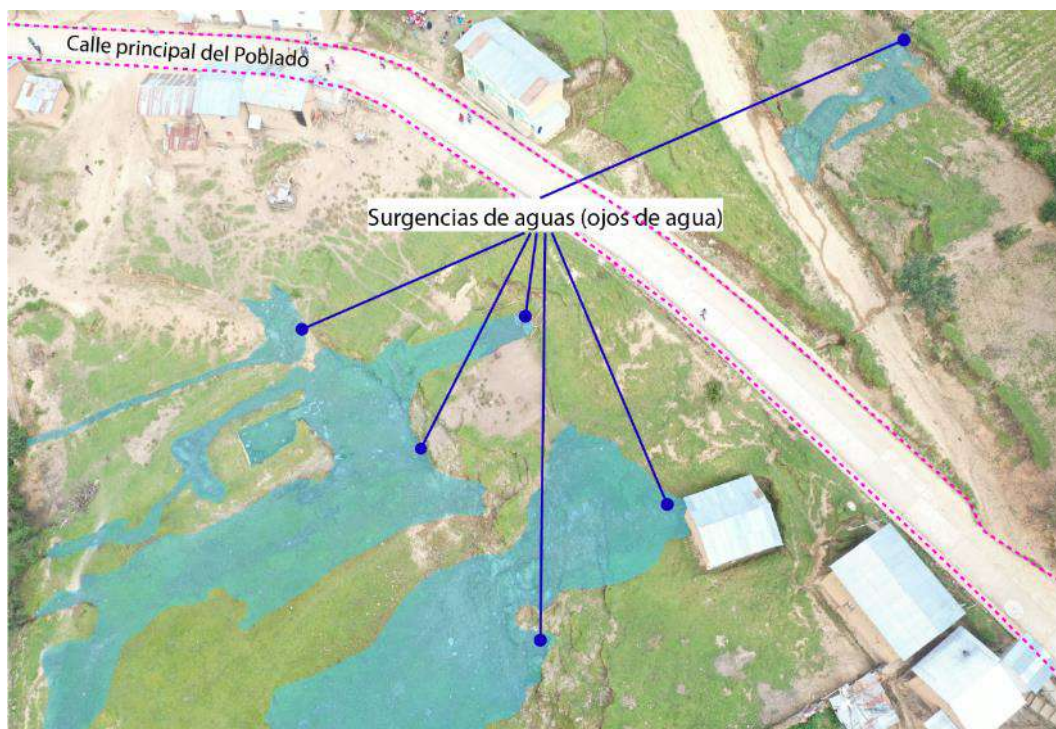


**Fotografía 9.** Vista de grietas con profundidades visibles que varían de 50 cm a 80 cm, con desplazamientos de hasta 30 cm, distribuidos sobre la corona del derrumbe.

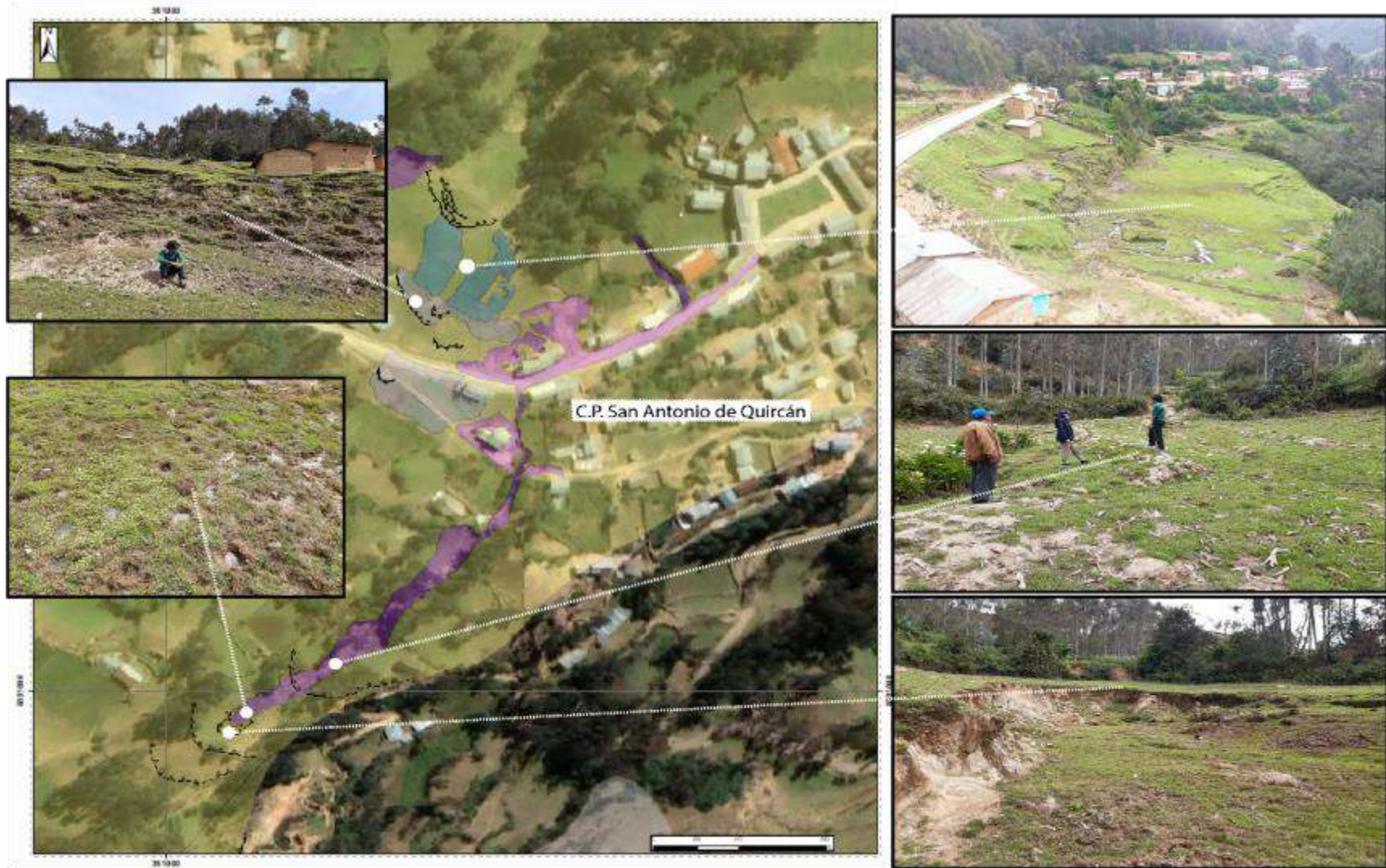


**Figura 21.** Cartografiado de peligros por movimientos en masa en el flanco este del cerro Rumichaca.

Además, en varios puntos de las laderas que circundan al centro poblado San Antonio de Quircán, se identificaron varios puntos de surgencia de aguas subterráneas, evidentemente controlados por el fracturamiento de la roca y cambio litológico (cobertura de depósitos superficiales). Estas filtraciones saturan el terreno (figura 22), lo cual contribuye a la reactivación de nuevos derrumbes y deslizamientos.



**Figura 22.** Se evidencia presencia de surgencias de aguas subterráneas alrededores del centro poblado, distribuidos sobre el campo deportivo del centro poblado San Antonio de Quircán.

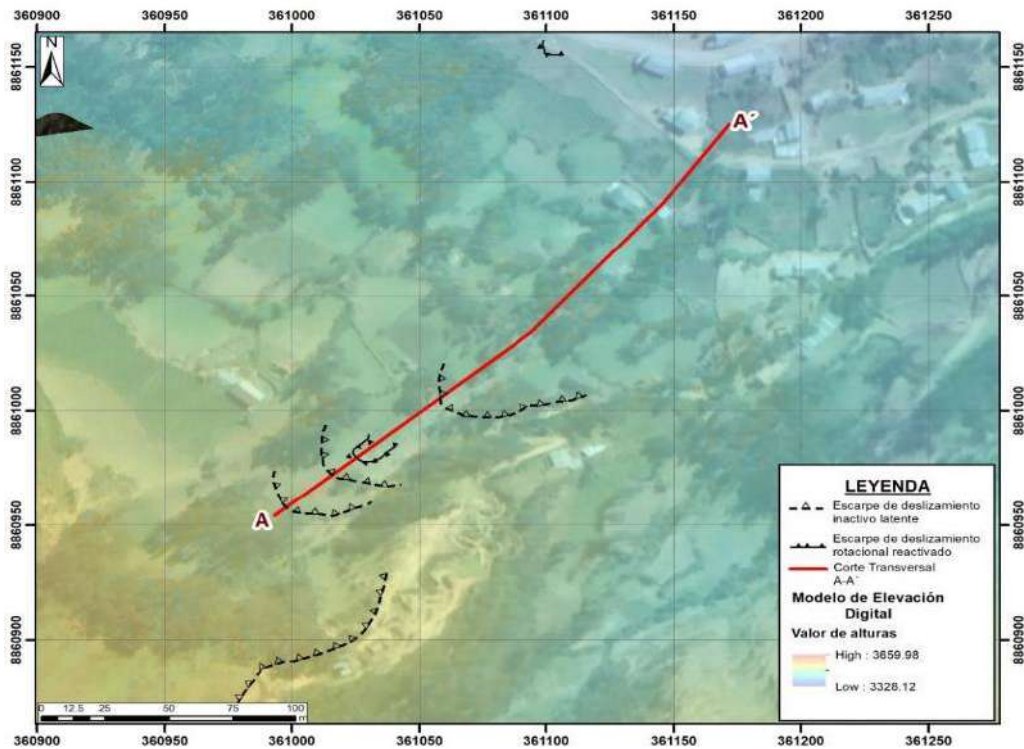


**Figura 23.** Mapa de cartografía de peligros geológicos en el centro poblado San Antonio de Quircán, en las fotografías se muestran los eventos tipos representativos.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 5.7. Análisis de perfil Transversal:

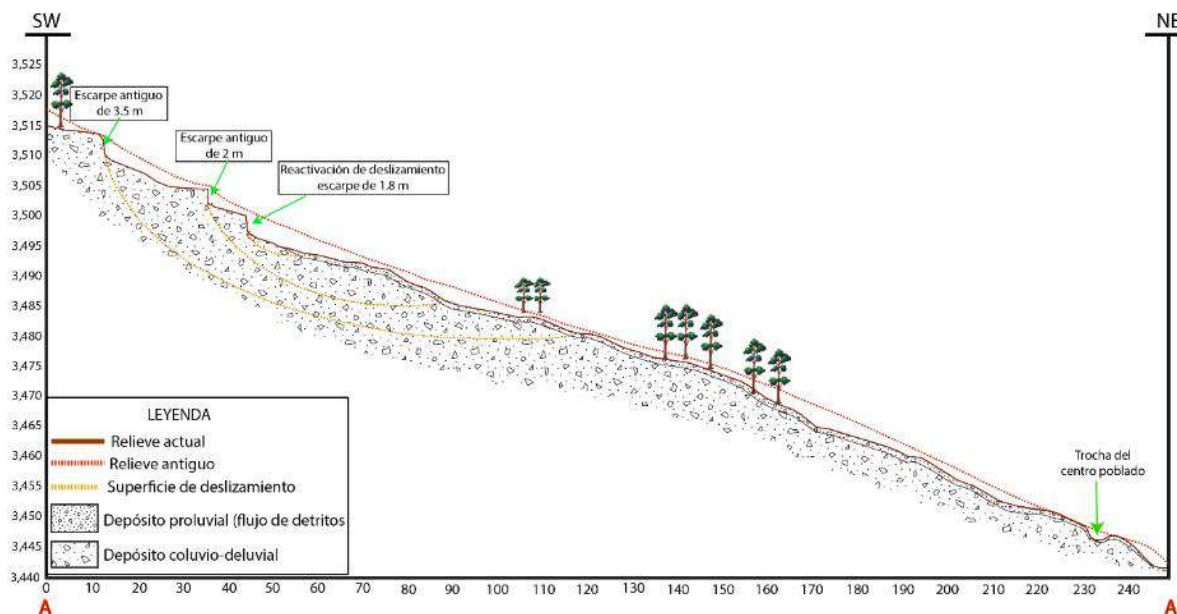
Con el levantamiento fotogramétrico de “dron” se generó el Modelo Digital de Terreno (MDT) y se elaboró un perfil transversal (figura 24) con el objetivo de caracterizar la morfometría del deslizamiento - flujo ubicados en la ladera noreste del cerro Rumichaca, descritos a continuación:



**Figura 24.** Vista de las secciones A-A', el cual corta de SW-NE parte del flanco noreste del cerro Rumichaca.

El perfil A-A', corte con dirección SW-NE, muestra gráficamente la reactivación de un deslizamiento antiguo, desencadenándose un movimiento complejo compuesto por un deslizamiento rotacional seguido de un flujo de detritos, también se muestra los escarpes de antiguas reactivaciones y las superficies de desplazamientos inferidos (figura 25).

El factor detonante son las fuertes lluvias y las aguas que se infiltran; así como la existencia de bofedales, los cuales se encuentran distribuidos en el cuerpo del deslizamiento antiguo; también se observó la existencia de filtraciones de aguas subterráneas en el cuerpo del deslizamiento. De manera que el efecto del agua infiltrada se combinó desfavorablemente con las propiedades físico-mecánicas de los materiales cuaternarios (de naturaleza poco consolidado) y la pendiente de la ladera que en este caso se encuentra de moderada (5° a 15°) a fuerte (15° a 25°).



**Figura 25.** Perfil transversal A-A' sobre el modelo (MDT), se muestra el perfil con corte SW-NE, correspondiente al flanco noreste del cerro Rumichaca, donde se produjo el deslizamiento seguido de flujo de detritos.

### 5.8. Factores condicionantes

Las causas principales están relacionados a los siguientes factores:

#### Factor litológico-estructural

- Substrato rocoso compuesto por rocas sedimentarias (areniscas, limolitas, lutitas) que forman parte del grupo Ambo, en la zona de evaluación estas rocas se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas, lo que permite mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.
- Disposición de suelos poco consolidados (depósitos coluvio-deluviales), en laderas, compuestos por fragmentos de areniscas, de formas angulosos a subangulosos, envueltos en una matriz limo-arenosa de fácil erosión y remoción ante precipitaciones pluviales intensas.

#### Factor geomorfológico

- Unidad geomorfológica de montañas modeladas en sedimentarias, con laderas de pendientes fuertes (15°-25°) a muy fuertes (25°- 45°), cubierta en algunas zonas por depósitos coluvio-deluviales.

#### Factor hidrogeológico

- Presencia de varios puntos y surgencias de agua subterránea (ojos de agua), los cuales saturan el terreno.

### 5.9. Factores detonantes o desencadenantes

- **PRECIPITACIONES:** precipitaciones pluviales intensas estacionales y/o excepcionales, que alcanzan un máximo de 39.2 mm, en el periodo de 2018 – 2022, los cuales activan los procesos de movimientos en masa como los deslizamientos existentes en las laderas.




## 6. CONCLUSIONES

1. El substrato rocoso esta conformado por areniscas, limolitas y lutitas (Grupo Ambo), medianamente a muy fracturados y altamente meteorizados, estas unidades están cubiertas por depósitos poco consolidados (depósitos coluvio-deluvial), compuestos por bloques (20%), gravas (20%), arenas (35%), limos (25%) que condicionan la naturaleza susceptible a erosión, remoción y saturación de estos, ante precipitaciones pluviales.
2. La ladera noreste del cerro Rumichaca, presenta una geodinámica activa identificándose múltiples escarpes de deslizamientos antiguos. El año 2019 al suroeste del centro poblado San Antonio de Quircán, ocurrió un movimiento complejo, compuesto por un deslizamiento (con un escarpe principal de 1.8 m y un ancho de 14 m) seguido de un flujo de detritos, alcanzando 60 cm de altura, el cual se desplazó en la ladera media del cerro Rumichaca, en la margen izquierda de la quebrada Habaspampa e involucró material de detritos de un movimiento antiguo. La existencia de varios deslizamientos antiguos se evidencia por la morfología de la ladera que presenta una superficie escalonada.
3. Los factores son.
  - Litológicos, areniscas, limolitas y lutitas, que se encuentran muy meteorizados y medianamente a muy fracturados. Se presentan depósitos coluvio-deluviales.
  - Geomorfológicos, laderas de montañas con pendiente fuerte a muy fuerte
  - Presencia de aguas subterráneas que emergen en la zona de las laderas que circundan el centro poblado.Estos factores condicionan al terreno con una susceptibilidad alta por movimientos en masa.
4. El factor detonante para la ocurrencia y activación de movimientos en masa en el centro poblado de San Antonio de Quircán, se atribuye a las lluvias intensas registradas en la zona, con umbrales de 39.2 mm por día y la presencia de surgencias de aguas subterráneas.
5. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas mencionadas anteriormente, el centro poblado San Antonio de Quircán, se considera de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamientos, flujos de detritos, reptación de suelos, susceptibles a ser reactivados con lluvias intensas y/o prolongadas.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Implementar zanjas de coronación por encima de la corona del deslizamiento e impermeabilizar los canales que discurren en el flanco noreste del cerro Rumichaca, específicamente ladera arriba del centro poblado de San Antonio de Quircán.
2. Realizar la captación y la derivación de las surgencias de aguas que se encuentran dentro y cerca del cuerpo del deslizamiento; estas deberán ser conducidas por medio de canales revestidos hacia cauces naturales (quebradas) ubicadas lejos de las zonas inestables.
3. Evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos. De igual forma se debe favorecer el cultivo de plantas que requieran poca agua y proporcionen una buena cobertura del terreno para evitar el impacto directo de la lluvia sobre el terreno.
4. La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial, pues una más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
5. La construcción de la cancha deportiva debe contemplar implementar un sistema de drenaje y tomar en cuenta el área de deslizamiento y las reptaciones de suelo.
6. A la altura de la I.E. Inicial del centro poblado, canalizar la quebrada contemplando las máximas avenidas de la quebrada.
7. En la quebrada Huangrín construir un puente, para ello se debe contemplar las máximas avenidas de la quebrada, previo un estudio ingeniero geológico, debido a los antecedentes de recurrencia de flujos de detritos.
8. En el flanco este del cerro Rumichaca, realizar un tratamiento en las zonas de carcavamiento y contemplar el cambio de trazo de la tubería de riego Taurio o cambiar la tubería por uno de mayor diámetro y flexible, con el debido soporte de base correspondiente.
9. Sensibilizar a la población a través de talleres o charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos para evitar asentamientos de viviendas o infraestructura en zonas de riesgo.

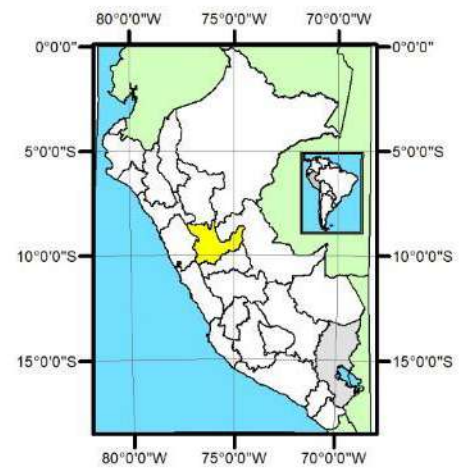
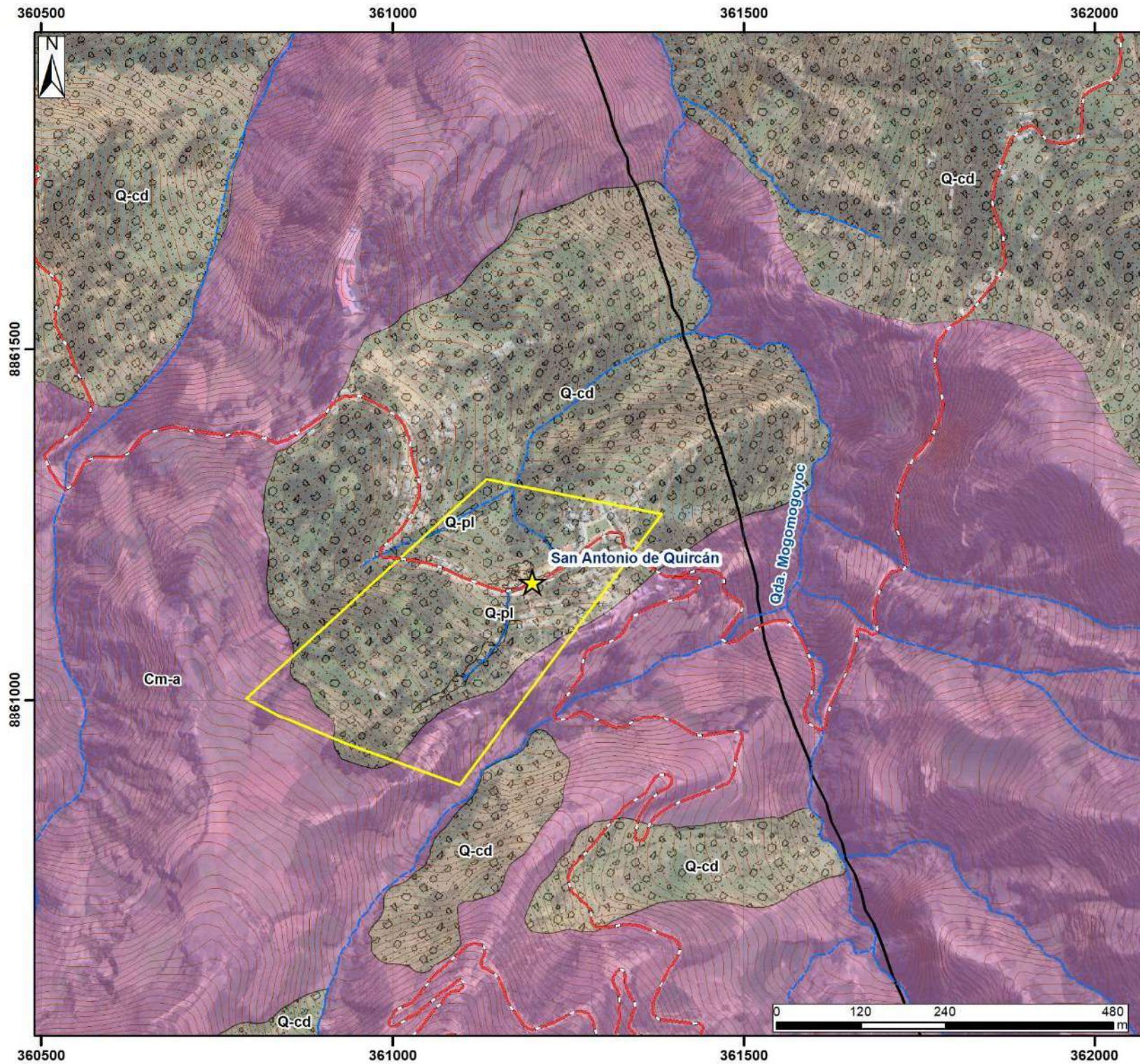
  
Segundo A. Núñez Juárez  
Jefe de Proyecto-Act. 11

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

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cobbing., et.al. 1996 – Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores; hojas: 21-k, 22-k, 23-k., Escala 1: 100 000, disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12544/200>
- Datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del Servicio aWhere, Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>
- Directorio Nacional de Centros Poblados, Censos Nacionales 2017: **XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas:**  
[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)
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2009) - *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: Naciones Unidas, UNISDR, 38 p. [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Villota, H. (2005) - *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Zavala, B., & Vilchez, M., (2006). Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; N° 34. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/278>

## ANEXO 1: MAPAS



**LEYENDA**

- Q-cd Depósito coluvio-deluvial
- Q-pl Depósito proluvial
- Cm-a Grupo Ambo

**Simbología**

- C.P. San Antonio de Quircán
- Vía vecinal
- Curvas de nivel
- Red de drenaje
- Área de evaluación
- Falla normal

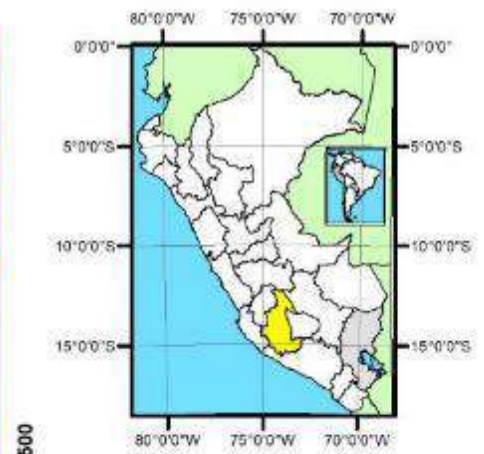
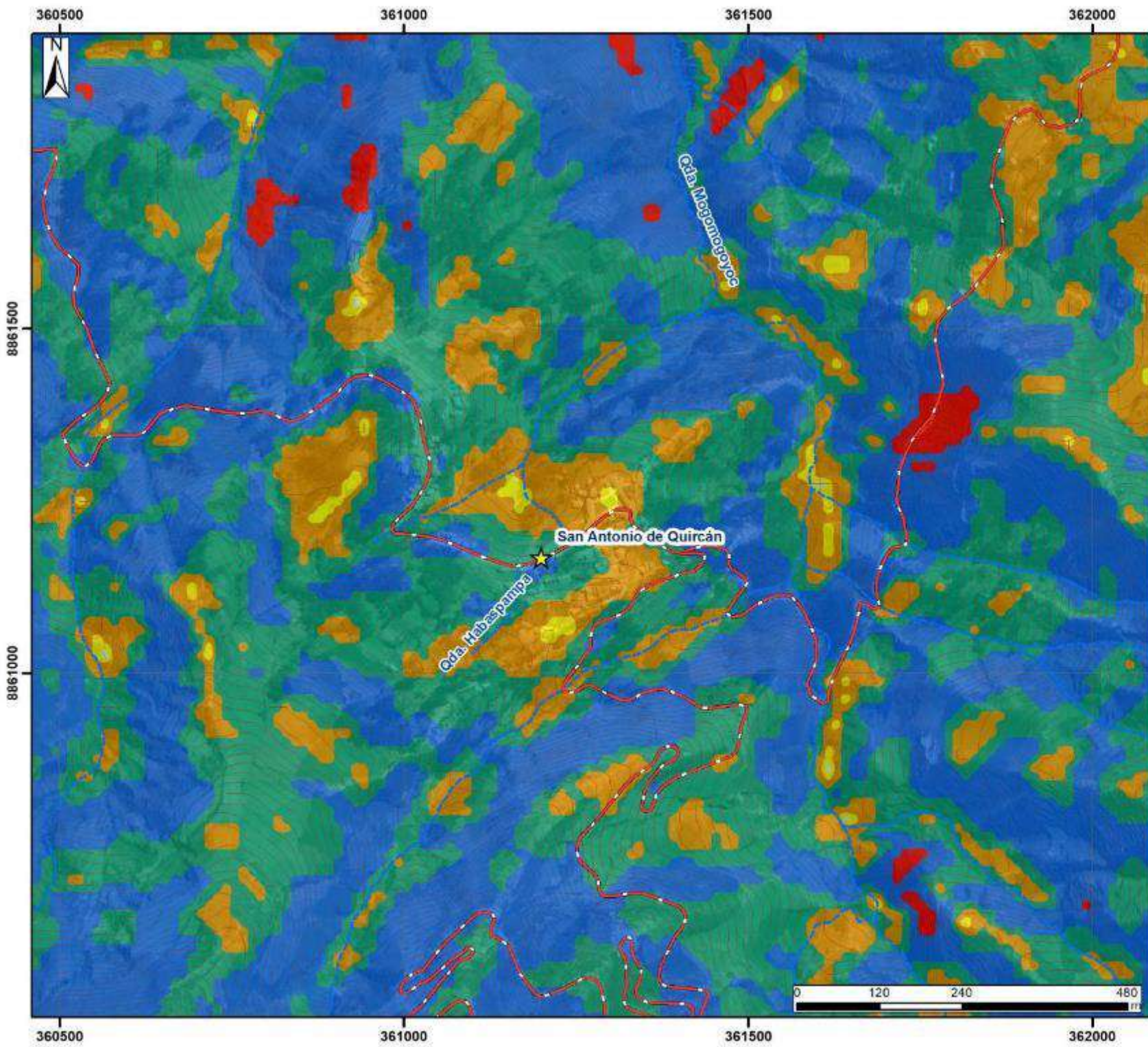
**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

Región Huanuco  
 Provincia Ambo  
 Distrito San Francisco  
 Centro Poblado San Antonio de Quircán

**MAPA GEOLÓGICO**

Escala: 1/7,500	Elaborado por: Ccorimanya Ely	<b>MAPA</b>
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	<b>01</b>
Versión digital 2022	Impreso: Junio 2022	



**Simbología**

- ★ Centro Poblado San Antonio de Quircán
- Vía vecinal
- Curvas de nivel
- Red de drenaje

**RANGO DE PENDIENTES**

0°-1°	Llano
1° - 5°	Inclinación suave
5°-15°	Moderado
15-25°	Fuerte
25°-45°	Muy fuerte
> 45°	Muy escarpado

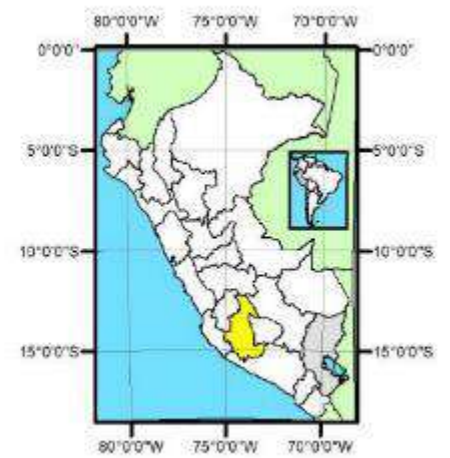
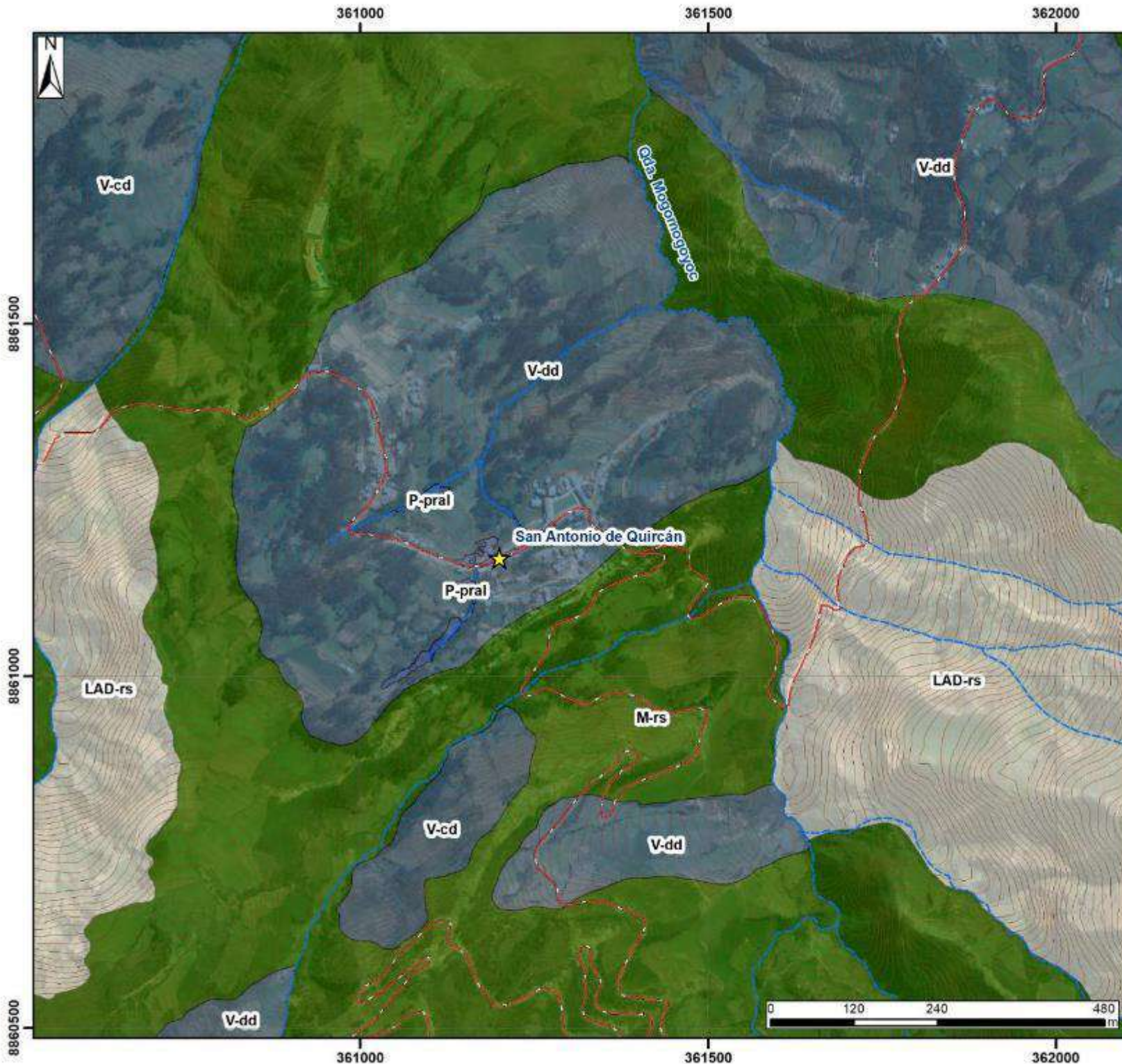
  
**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

Región Huanuco  
 Provincia Ámbo  
 Distrito San Francisco  
 Centro Poblado San Antonio de Quircán

**MAPA DE PENDIENTES**

Escala: 1/7.500	Elaborado por: Coorimanya Ely	<b>MAPA 02</b>
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Version digital 2022	Impreso: Junio 2022	





**Simbología**

- ★ Centro Poblado San Antonio de Quircán
- Via vecinal
- Curvas de nivel
- Red de drenaje

**LEYENDA**

**Subunidades Geomorfológicas**

LAD-rs	Ladera disectada en roca sedimentaria
M-rs	Montañas en roca sedimentaria
P-pral	Piedemonte proluvial o aluviotorrencial
V-cl	Vertiente coluvial
V-cd	Vertiente coluviodeluvial
V-dd	Vertiente con depósito de deslizamiento

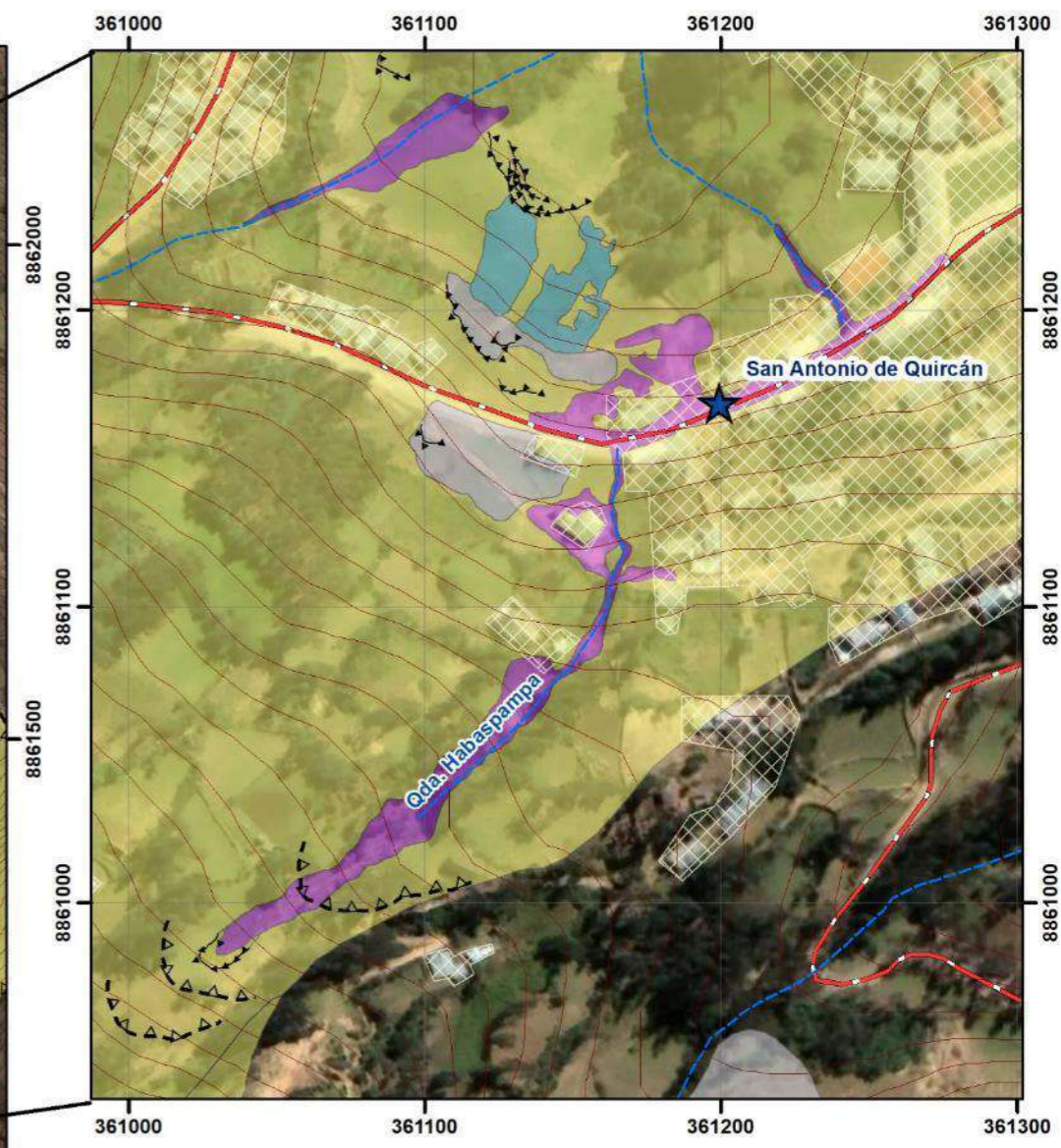
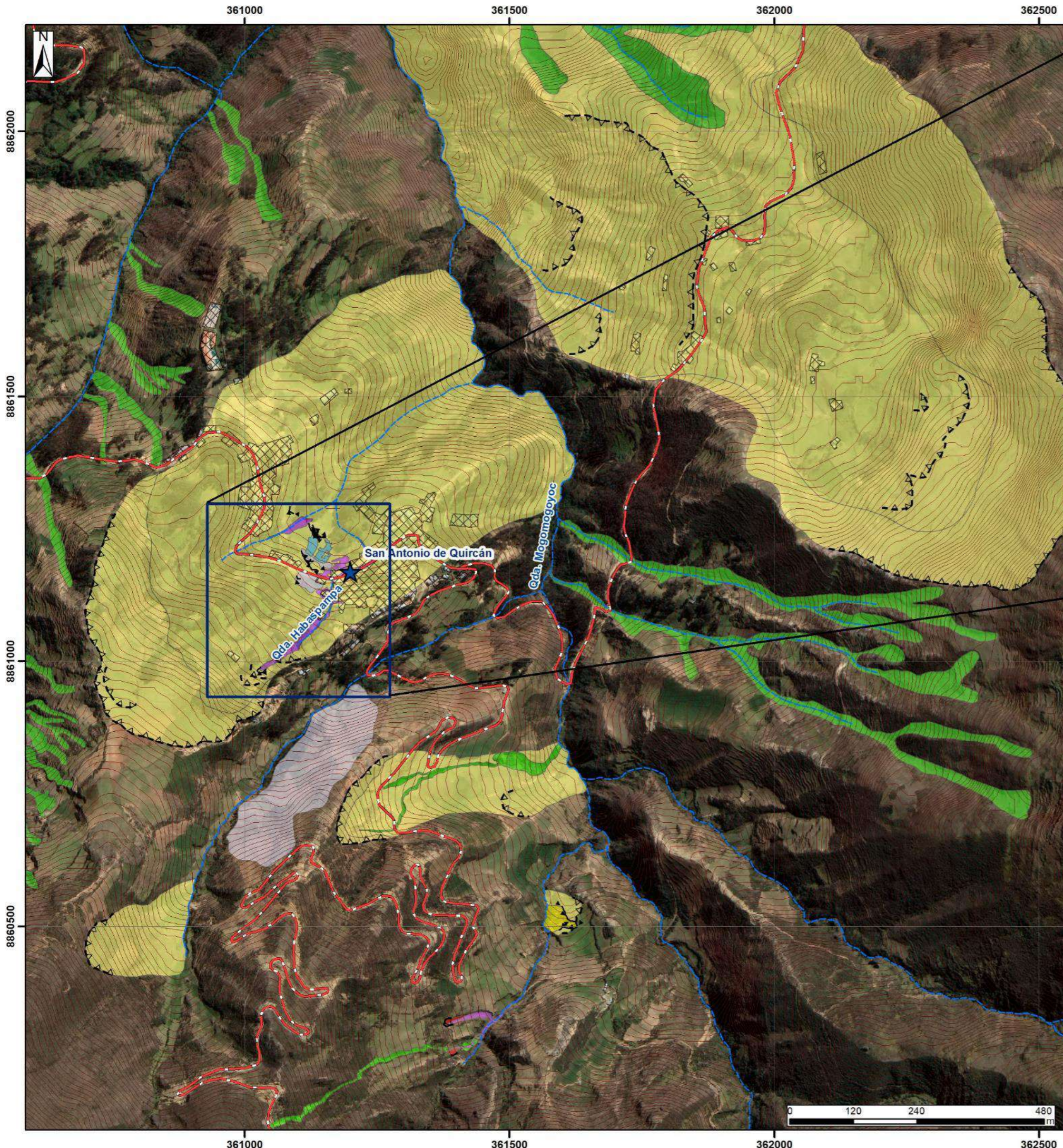
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y PETROLERO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Región Huanuco  
Provincia Ambo  
Distrito San Francisco  
Centro Poblado San Antonio de Quircán

**MAPA GEOMORFOLÓGICO**

Escala: 1/7,500	Elaborado por: Coordinamya Ely	<b>MAPA</b> <b>03</b>
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Junio 2022	



**LEYENDA**

**Tipo de peligros geológicos**

[Red]	Derrumbe activo
[Yellow]	Deslizamiento rotacional activo
[Light Yellow]	Deslizamiento rotacional inactivo latente
[Light Green]	Erosión en cárcava Inactivo latente
[Green]	Erosión en cárcava activo
[Purple]	Flujo de detritos activo
[Light Blue]	Procesos de reptación
[Light Blue]	Bofedal

**Simbología**

[Symbol]	Corona de deslizamiento rotacional antiguo
[Symbol]	Corona de deslizamiento rotacional reciente
[Symbol]	Escarpe de derrumbe
[Symbol]	Vía vecinal
[Symbol]	Curvas de nivel
[Symbol]	Red de drenaje
[Symbol]	Area rural
[Symbol]	centro poblado San Antonio de Quircán

**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Región Huanuco  
 Provincia Ambo  
 Distrito San Francisco  
 Centro Poblado San Antonio de Quircán

**MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS**

Escala: 1/7,500	Elaborado por: Ccorimanya Ely	<b>MAPA</b> <b>04</b>
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Junio 2022	



## ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

### ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE PROBLEMAS GEODINÁMICOS

A continuación, se presentan algunas propuestas generales de solución para los problemas geodinámicos que afectan la zona de estudio. Las mismas que están encaminadas a prevenir los procesos y mitigar los daños ante la ocurrencia de fenómenos naturales, tales como flujo de detritos que afectan el área.

#### Medidas correctivas.

- a) **Drenaje Superficial:** El objetivo principal del drenaje superficial es mejorar la estabilidad del talud reduciendo la infiltración. El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía tanto del talud como de la cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro lejos del deslizamiento. El agua de escorrentía debe en lo posible, desviarse antes de que penetre el área del deslizamiento. Esto puede lograrse con la construcción de zanjas interceptoras en la parte alta del talud, llamadas zanjas de coronación.
  
- b) **Canales o zanjas de coronación:** las zanjas en la corona o parte alta del talud son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas de lluvia, evitando su paso por el talud. Se recomienda que las zanjas de coronación sean totalmente impermeabilizadas, así como debe proveerse una suficiente pendiente para garantizar su rápido drenaje del agua captada, sin embargo, se nota que, a pesar de lograrse originalmente una impermeabilización, con el tiempo se producen movimientos en el terreno que causan grietas en el impermeabilizante y por lo tanto infiltraciones que conllevan a una disminución de la resistencia del suelo y por ende a su falla.
  
- c) **Reforestar,** los canales formados por la erosión de laderas, sus cabeceras, para evitar su ensanchamiento, los derrumbes, con ello se va a detener la erosión retrogresiva (generación de derrumbes).  
 Dentro de los efectos está el control de la erosión, protección del suelo contra el viento, lluvia y heladas, creación de hábitat para la flora y fauna del lugar, reduciendo el impacto de los flujos de detritos (huaicos) (figura 26).

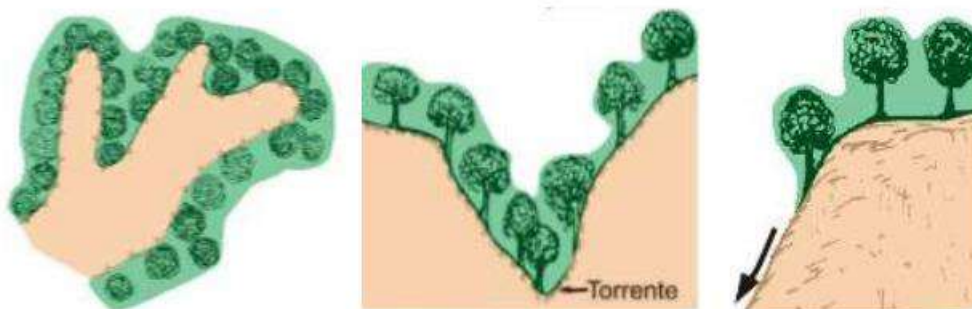


Figura 26. Obras de reforestación en zonas de cabeceras.

- d) **Badenes:** Los badenes son depresiones en el perfil de una carretera que permiten el paso de vehículos y además del flujo de una quebrada que atraviesa la vía la superficie de rodadura actúa tanto como una porción del canal como el tramo corto de una carretera.

Una desventaja del Badén es que por lo general implica una reducción en la velocidad de los vehículos que pasan por dicha estructura.

La mayor ventaja es que permite el paso de material de arrastre que trae el curso del agua, particularmente si este es de gran tamaño. El badén debe tener una longitud aproximadamente igual al ancho del cauce, de manera que la topografía natural se altere mínimamente.

- e) **Canal de regadío entubado para zonas de cárcavas:** Se recomienda este tipo de canal entubado, de preferencia de un material que pueda soportar los factores climáticos y meteorológicos, ya que se encuentran expuestas en la superficie atravesando quebradas, cárcavas, ríos (superficies que no presenten soporte de terreno).



Fotografía 10. Ejemplo de un canal de regadío entubado, el cual se encuentra suspendido con el debido soporte, atravesando una cárcava.