

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
**Opinión Técnica N° 16-2024**

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA: DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS EN LA APV. SOL NACIENTE**

Departamento Cusco  
Provincia Cusco  
Distrito Saylla

**Agosto  
2024**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>2. UBICACIÓN</b> .....	3
<b>3. ANTECEDENTES O TRABAJOS ANTERIORES</b> .....	4
<b>4. ANÁLISIS</b> .....	5
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	7
<b>6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	9
<b>ANEXO 1</b> .....	10
<b>ANEXO 2</b> .....	16

## OPINIÓN TÉCNICA

### EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA: DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS EN LA APV. SOL NACIENTE

(Distrito de Saylla, provincia de Cusco, departamento Cusco)

#### 1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico, desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Servicio de Asistencia Técnica en la Evaluación de Peligros Geológicos a Nivel Nacional (ACT - 11)”, de esta manera, contribuye 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 Saylla, según Oficio N°621-2023-A-MDS/C, en el marco de nuestras competencias se realizó una evaluación de la posible ocurrencia de movimientos en masa de tipo derrumbe, en la Asociación Pro Vivienda (APV) Sol Naciente. Este fenómeno es condicionado por surgencias de aguas infiltradas a la superficie desde hace 2 años, viéndose afectadas dos viviendas.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó al Ing. David Prudencio, para realizar la evaluación de peligros geológicos y contó con la colaboración de un representante de la oficina de defensa civil de la Municipalidad Distrital de Saylla.

La evaluación técnica se realizó en 03 etapas: etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete, se realizó el procesamiento de toda información terrestre adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción de la opinión técnica.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Saylla e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

#### 2. UBICACIÓN

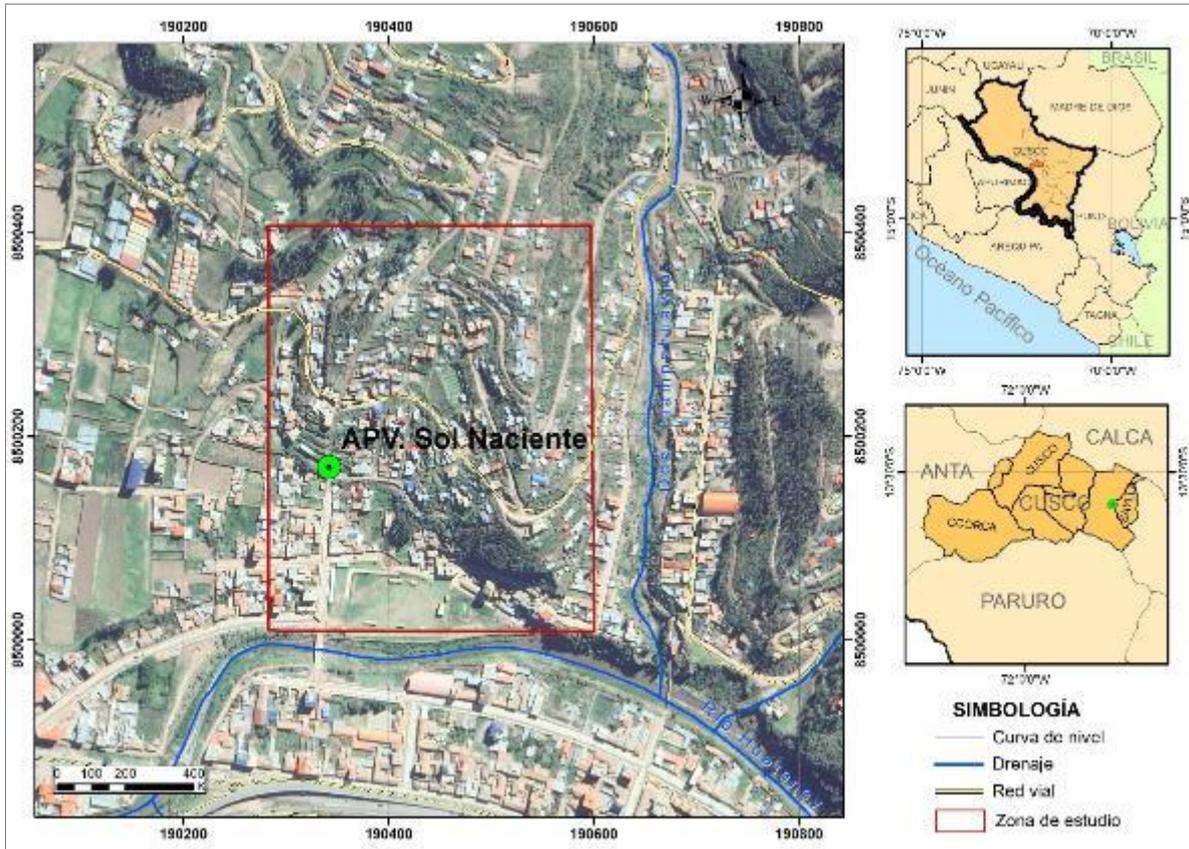
La APV Sol Naciente se ubica aproximadamente a 4 km al oeste de la plaza principal del distrito de Saylla.

Hidrográficamente se localiza en la margen izquierda del río Huatanay, río principal que cruza el distrito de este a oeste. en la margen derecha de la quebrada Llampahuayjo que vierte sus aguas al río Huatanay.

Políticamente pertenece al distrito de Saylla, provincia de Cusco, departamento Cusco (figura 1); en las coordenadas centrales UTM (WGS84 – Zona 19 s) siguientes (cuadro 1):

**Tabla 1.** Coordenadas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 19S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	190284	8500405	-13.548397°	-71.861418°
2	190596	8500405	-13.548430°	-71.858538°
3	190596	8500009	-13.552006°	-71.858580°
4	190284	8500009	-13.551973°	-71.861460°
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA</b>				
C	190420	8500165	-13.550578°	-71.860188°



**Figura 1.** Ubicación de la zona evaluada, distrito de Saylla, provincia de Cusco, departamento Cusco.

### 3. ANTECEDENTES O TRABAJOS ANTERIORES

Entre los principales estudios realizados a nivel local en la zona de estudio, se pueden mencionar:

- 3.1. Boletín N° 80, serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligros geológicos por movimientos en masa e inundación fluvial en la ciudad de Cusco” (Medina *et al.*, 2021); indica que, junto a la zona evaluada se presentan peligros por flujo de detritos y derrumbes. También, se realizó un estudio de susceptibilidad a movimientos en masa a una escala de 1:25 000, donde la zona evaluada presenta áreas de alta a muy alta susceptibilidad a movimientos en masa. Entendiéndose, la susceptibilidad como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico y geohidrológicos, expresado en grados cualitativos y relativos.

3.2. En la “Revisión y actualización del cuadrángulo de Cusco (28-s)”, escala 1: 50 000 (Carlotto et al., 2003) y la “Geología del cuadrángulo del Cusco 28-s”, escala 1:50 000 (Carlotto et al., 2011); se describe la geología presente en la zona evaluada e información relacionada a los cambios más resaltantes sobre estratigrafía del área de dicho cuadrángulo, las cuales son de naturaleza sedimentaria en el sector de estudio.

#### 4. ANÁLISIS

Al noroeste de la zona evaluada aflora la Formación Kayra está conformada por areniscas feldespáticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas, que se presentan muy fracturadas, por lo se considera como el acuífero de Kayra y Soncco (Carlotto, *et al.* 2011); además, sobre este afloramiento se aprecian depósitos coluvio-deluviales, compuesto por bloques de hasta 30 cm (10%), gravas heterométricas (50 %) en matriz limo arcillosa (40%), que fueron el producto de eventos de deslizamientos, caídas y trasladados por aguas de escorrentía (Anexo 1: Mapa 1).

Las unidades geomorfológicas, que se presentan son: montañas o colinas en roca sedimentaria, modelada sobre areniscas y lutitas; y vertiente coluvio-deluvial, cuyos depósitos están ubicados al pie de las laderas, siendo resultado de acumulación de materiales caídos o deslizados desde las partes altas, por acción de la gravedad y por la escorrentía superficial (Anexo 1: Mapa 2).

Las laderas presentan pendientes fuertes (15°-25°) a escarpadas (25°-45°) en promedio entre 39° hasta 43°, los que condicionan la generación de movimientos en masa. Además, se observó la modificación del terreno con cortes perpendiculares del talud para la construcción de viviendas, su área deportiva y la habilitación de vías (Anexo 1: Mapa 3).

En la zona evaluada se aprecia una zona de derrumbes que fue cartografiado en el Boletín N° 80, serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: Peligros geológicos por movimientos en masa e inundación fluvial en la ciudad de Cusco” (Medina *et al.*, 2021). Además, con la evaluación de campo se pudo cartografiar cárcavas, un deslizamiento y un punto con surgencias de agua que están ayudando a la generación derrumbes en el sector (Ver Anexo 1: Mapa 5).

El problema principal del sector es la surgencia de agua en ladera, ubicada en coordenadas UTM 190423E; 8500167N, el que viene afectando a dos viviendas en la parte baja de la APV. Sol Naciente, estas surgencias aparecieron dentro de las construcciones, tienen un flujo continuo el cual traslada material fino provenientes de los taludes, esta es una razón por lo cual la ladera se está desestabilizando. Los habitantes de las viviendas, indican que esto, viene pasando desde agosto del año 2022, y se incrementa la cantidad de agua en época de lluvias (Anexo 2: figura 2 y 3).

Estas surgencias en un futuro afectarán al talud, generando derrumbes con corona de hasta 22 m y altura de corona al pie de 10 m, en dirección N 280°. Al encontrarse el material sobresaturado, va a tender a desestabilizarse por pérdida de material fino. Además, se tiene en el talud cortes perpendiculares realizados para la construcción de viviendas, los que podría afectar las viviendas y hasta la vida de las personas que se encuentran dentro de ellas (Anexo 2: figura 4 y 5).

El factor por el que se generan las surgencias en laderas, son los cortes del talud para la construcción de vías, viviendas e instalación de tuberías de agua y desagüe, ya que,

en zonas más bajas (en las terrazas), los puquiales que siempre existieron están desapareciendo con el paso del tiempo.

Adicionalmente, los pobladores del sector mencionan que la infiltración se debe a la existencia de fugas en la red de agua y desagüe del sector. Las instalaciones de las redes se realizaron el 2021, cuando comenzaron las surgencias de agua y generación de derrumbes la parte baja (coordenadas UTM 190460E; 8500120N). Esto fue controlado al cerrar las llaves de las tuberías instaladas en la parte alta del sector (Anexo 2: figura 6).

Además, en la inspección se verificó un canal de aguas de regadío que pasa por la parte alta de la APV. Sol Naciente, presentando rajaduras y zonas con uso agrícolas las cuales genera infiltración de agua al suelo (Anexo 2: figura 7 y 8).

Por otro lado, se constató al sur de la zona de estudio, derrumbes antiguos latentes (Medina *et al.*, 2021); estos eventos se presentan en laderas con pendientes escarpadas susceptibles a generar reactivaciones.

También en la evaluación de campo, se pudo apreciar que todas las calles que presentan pendientes del terreno fuertes ( $5^\circ - 25^\circ$ ) en promedio  $22^\circ$ , presentan erosión de tipo cárcava con incisiones en el terreno de más de 20 cm de profundidad, provocado por la escorrentía de las aguas de lluvia y la falta de canales de drenaje, lo que puede genera flujos en la zona evaluada (Anexo 2: figura 9).

Finalmente, se inspeccionó la cancha de futbol de Grass sintético de la APV. Sol Naciente, dicha infraestructura fue construida sobre relleno con materiales para conseguir el área necesaria. Se apreció que el terreno está siendo afectado por un deslizamiento rotacional, como también está afectando un poste de tendido eléctrico que muestra inclinación de hasta  $4^\circ$  (Anexo 2: figura 10 Y 11).

Para un mejor entendimiento y caracterización del deslizamiento se presenta algunas dimensiones tomadas en campo:

Coordenada UTM 190458 E; 8500246 N

- Deslizamiento rotacional.
- Escarpe con longitud de 18 m.
- Salto principal de 3 cm.
- Altura aproximada de la cabecera al pie del deslizamiento 23 m.
- Dirección del movimiento N  $230^\circ$ .
- Pendiente del terreno  $43^\circ$ .
- La forma del cuerpo del deslizamiento es cóncava.
- No se observan daños en zonas circundantes.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al análisis de información geológica y geomorfológica de la zona de estudio, así como a los trabajos de campo, y la evaluación de peligros geológicos, emitimos las siguientes conclusiones y recomendaciones, este último con la finalidad de mitigar los riesgos en la zona evaluada. La implementación de estas recomendaciones permitirá dar mayor seguridad a la APV. Sol Naciente; además, varias de estas tendrán que realizarse por profesionales especialistas en el tema.

1. En la cancha de futbol de Grass sintético de la APV. Sol Naciente se identificó la activación de un deslizamiento rotacional desarrollado en depósitos coluvio deluviales recientes no consolidados, donde se puede apreciar una escarpa de deslizamiento con longitud de 18 m, salto de 3 cm y altura de 23 m, este evento afecta al campo deportivo con hundimientos del suelo y un poste que esta inclinado en 4 °.
2. Se identificó un área con la posibilidad que genere derrumbe (coordenadas UTM 190423E; 8500167N), condicionado por las surgencias de agua que dejan los taludes sobresaturados, con pérdida de material fino de su matriz, por lo cual se vuelven inestables. De generarse el derrumbe presentaría una corona con longitud de hasta 22 m y altura de corona al pie de 10 m, pudiendo afectar a dos viviendas.
3. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, las áreas evaluadas se consideran como zonas de **Peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes.
4. Los factores condicionantes que pueden generar procesos de movimientos en masa son:
  - a. El sustrato rocoso de areniscas feldespáticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas, que se presentan muy fracturadas. Desde el punto de vista hidrogeológico esta unidad se considera como acuífero de Kayra y Soncco.
  - b. Los depósitos coluvio-deluviales no consolidados adosados a las laderas, compuestos por bloques de hasta 30 cm y gravas heterométricas, en matriz limo arcillosa, que son fácilmente erosionables y removibles en presencia de aguas infiltradas.
  - c. Las laderas presentan pendientes fuertes (15°-25°) a escarpadas (25°-45°), estas últimas favorecen a la generación de derrumbes y erosión.
  - d. La infiltración de aguas de escorrentía por falta de vegetación.
5. El factor desencadenante de los derrumbes y deslizamientos son las lluvias periódicas intensas y/o prolongadas que se presentan entre los meses de diciembre a marzo. Estas se infiltran al subsuelo y generan mayor caudal en las surgencias de agua, ubicadas en las zonas más bajas; mientras que las aguas de escorrentía generan erosión y desestabilización de laderas.

### **A. Para reducir el nivel freático y no genere surgencias en laderas se recomienda:**

1. Realizar un estudio hidrogeológico para conocer la profundidad de las aguas freáticas del sector, la cantidad y los lugares posibles de afloramientos.
2. Implementar un sistema de drenaje para recolectar y drenar el agua acumulada e infiltrada.

3. Realizar un proyecto de forestación con plantas nativas en toda la APV. y con mayor énfasis en las zonas evaluadas para estabilizar mejor los taludes y reducir la infiltración.
4. Prohibir el uso de los terrenos urbanos como zonas agrícolas en la APV. ya que el riego genera infiltración y desestabiliza el talud.
5. Realizar una evaluación de las tuberías de agua y desagüe, para verificar si están generando infiltraciones de agua.
6. Mejorar los canales de agua de regadío para evitar filtraciones al terreno o cambiar el trazo del canal.

**B. Para el deslizamiento se recomienda:**

1. Realizar un estudio de estabilidad de talud para conocer las propiedades físicas del sector, definiendo el método de estabilización más adecuado, como muros de contención, así evitar el avance del deslizamiento.

**C. Para evitar la erosión que se presenta en las calles de la APV. Sol Naciente se recomienda**

1. Crear un sistema de drenaje pluvial que capte las aguas de escorrentía en todas las calles de la APV. Sol Naciente, evitando la pérdida de suelos y los posibles eventos de remoción en masa.



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



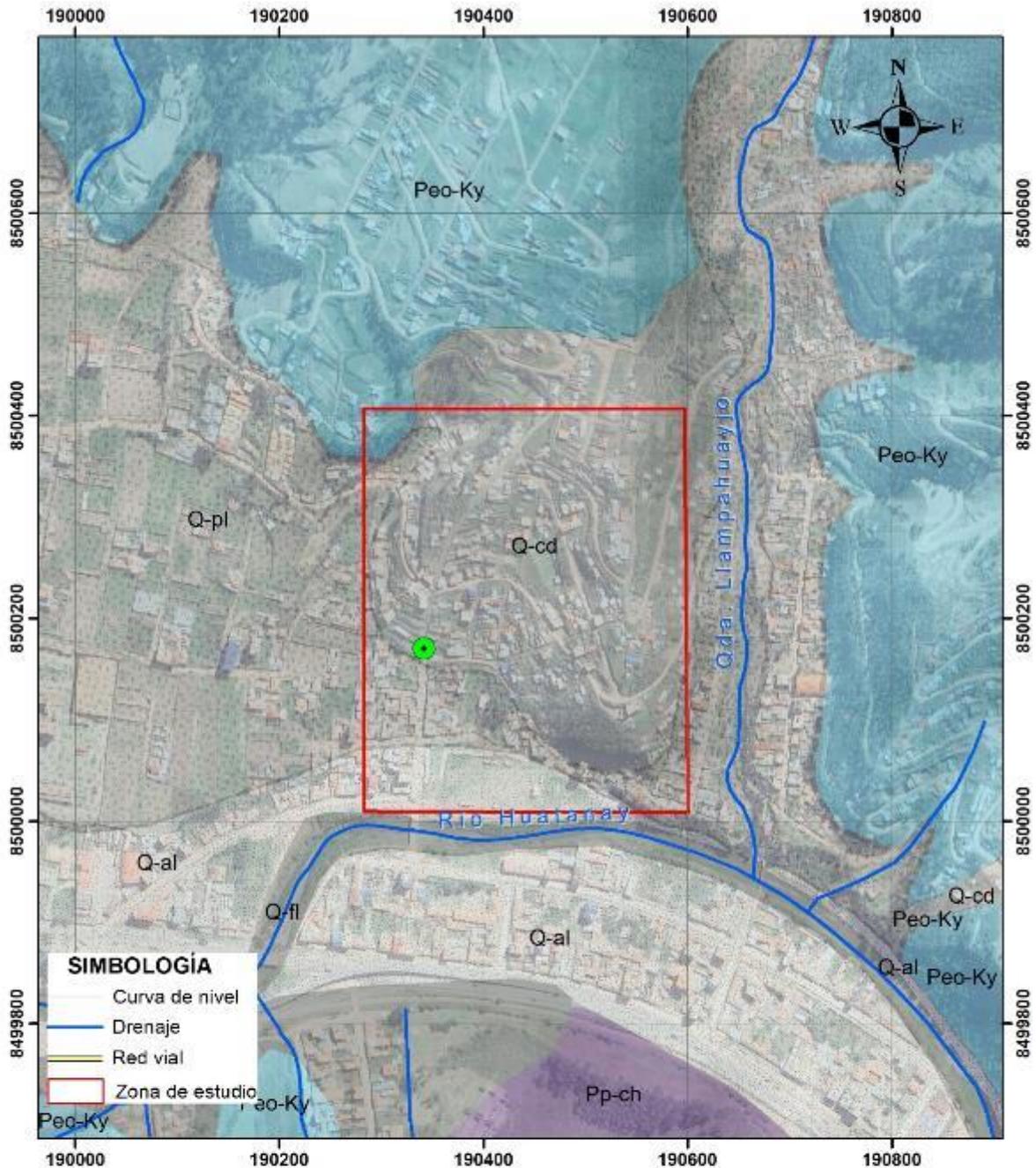
Ing. BILBERTO ZAVALA CARRIÓN  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## 6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Carlotto, V., Cardénas, J. y Carlier, G. (2011) - Geología del Cuadrángulo de Cusco 28-s. 1:50 000. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 138, 258p., 6 mapas.
- Carlotto, V., Cardénas, J. (2003) - Revisión y actualización del cuadrángulo de Cusco (28-s). 1:50 000. INGEMMET, 80p.
- Medina, L.; Nuñez, M.; Vílchez, M.; Peña, F.; Gómez, H. & Sosa, N. (2021) – Peligro geológico por movimientos en masa e inundación fluvial en la ciudad de Cusco. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 80, 206 p., 10 mapas.
- Vílchez, M.; Sosa, N.; Pari, W. & Peña, F. (2020) - Peligros geológicos en la región Cusco. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 74, 155 p.  
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2564#files>

## **ANEXO 1**

### MAPAS



Formación	Sistema	Símbolo	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS Y ROCAS VOLCÁNICAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	Uds. Colado delavta	<b>Q-cd</b> Trazados acumulados e involucrados al pie del lavad pertenecientes a avalanchamientos y canchales.
		Uds. Aluviales	<b>Q-al</b> Bolso gravas y arenas de fragmentos rocosos heterométrico y heterogéneos, autosedimentados, interstratificados por ríos o quebradas.
		Uds. Proluviales	<b>Q-pl</b> Fragmentos rocosos de grava y bloques en matriz limosa, depositado en la confluencia de los ríos, formando conos de deyección.
		Uds. Fluviales	<b>Q-fl</b> Depósitos en forma de terrazas o playas, son materiales remanentes por el curso del agua.
PLEISTOCENO	MISMO	Pm. Colado delavta	<b>Peo-ky</b> Areniscas fósilíferas intercaladas con niveles de lutitas de medios niveles, al hecho complementado fluviales y en la base bancos arenosos.
		Pm. Colado delavta	<b>Pp-ch</b> Lutitas y masas rocas arenosas con intercalaciones delgadas de yemas de medios niveles y areniscas fluviales, presencia de corchitas.
		Pm. Chirca	

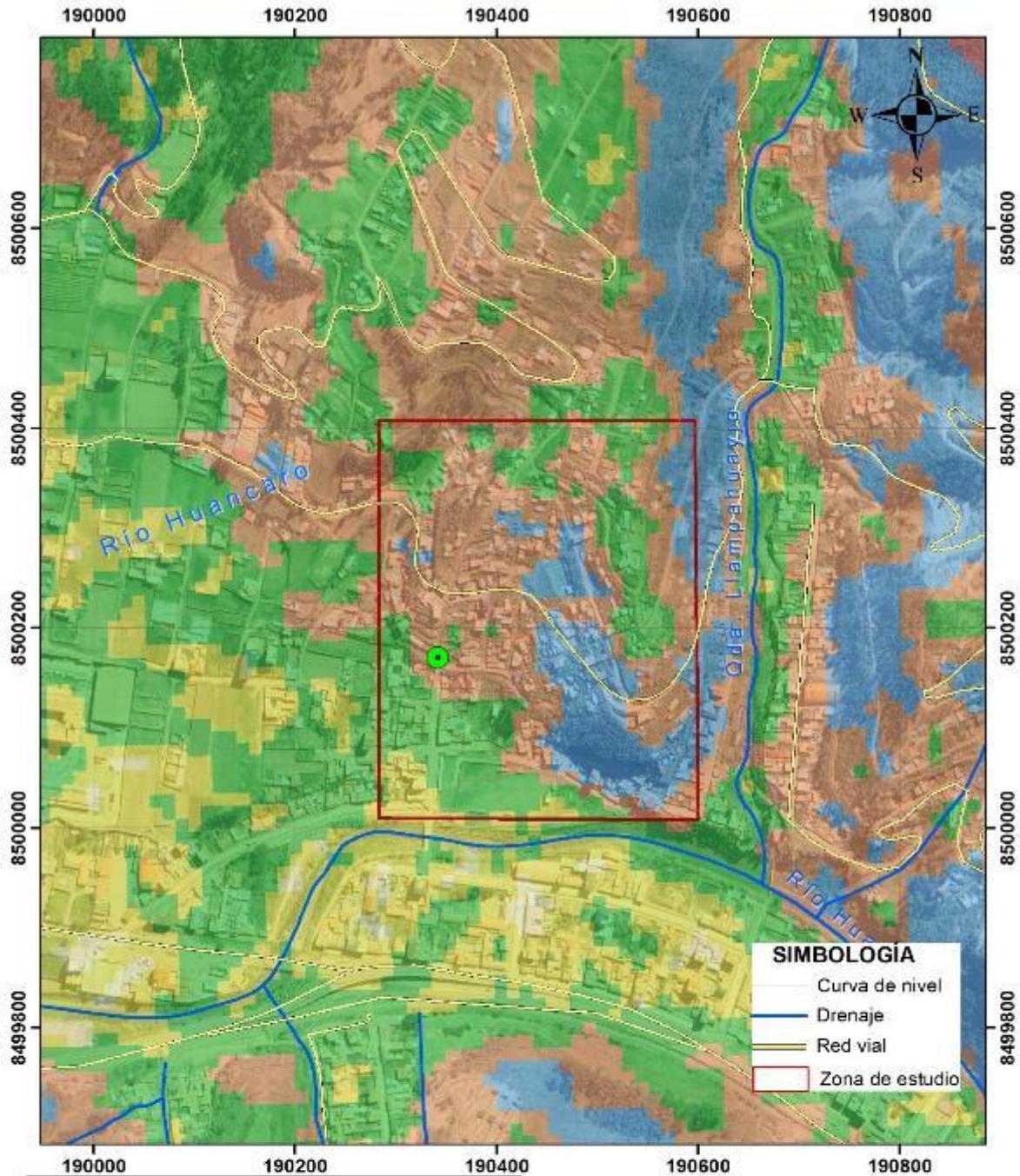
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

**ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL**

**Mapa Geológico**

Escala 1:5 000 Datum UTM WGS 84 Zona 19S  
 Versión digital: año 2024 Impreso: Junio 2024

Figura:  
**1**

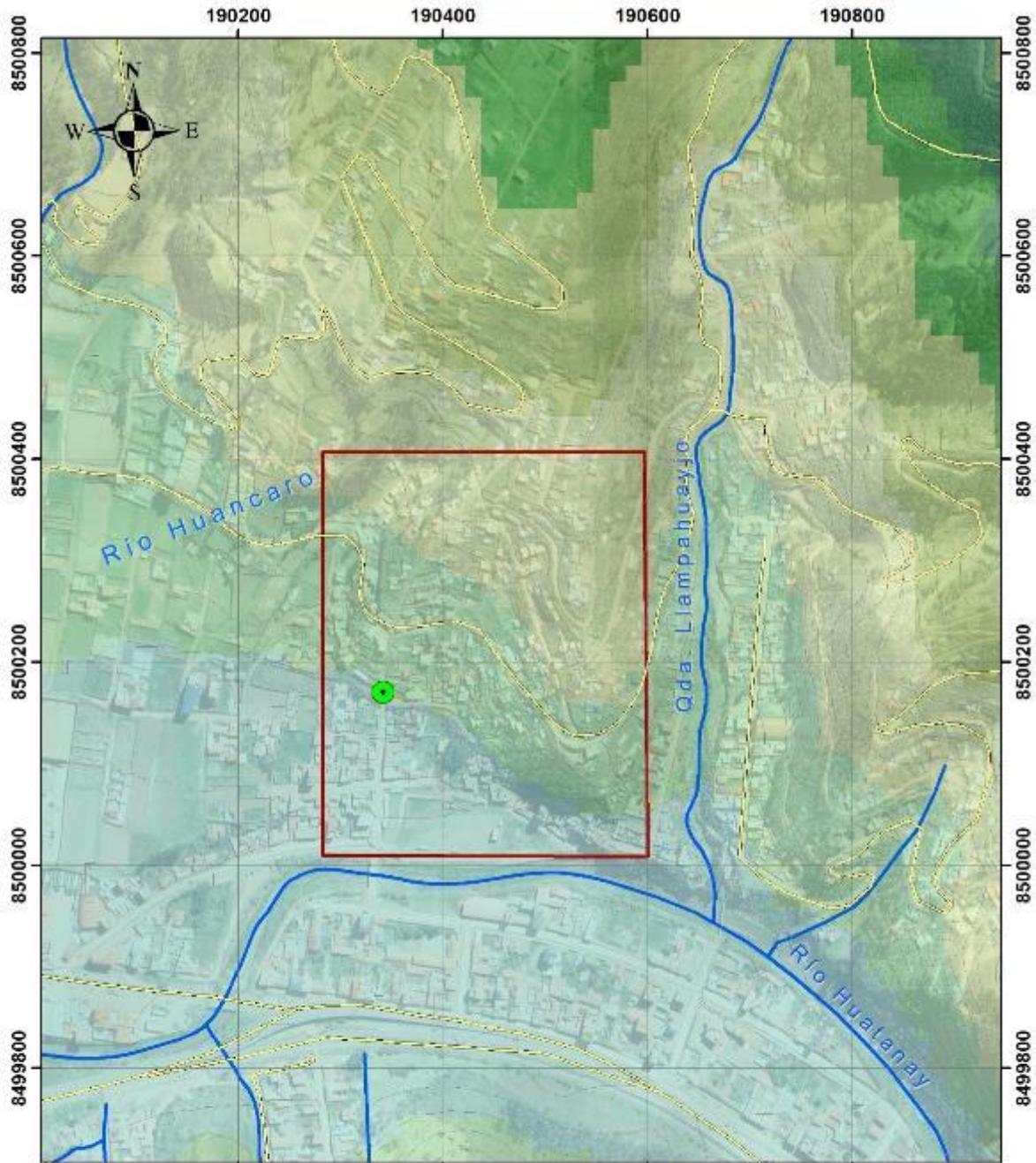


**SIMBOLOGÍA**

- Curva de nivel
- Drenaje
- Red vial
- Zona de estudio

LEYENDA	
	(<math>< 1^\circ</math>) Terreno llano
	(<math>1^\circ - 5^\circ</math>) Terreno inclinado con pendiente suave
	(<math>5^\circ - 15^\circ</math>) Pendiente moderada
	(<math>15^\circ - 25^\circ</math>) Pendiente fuerte
	(<math>25^\circ - 45^\circ</math>) Pendiente muy fuerte o escarpada
	(<math>45^\circ - 90^\circ</math>) Terreno muy escarpado

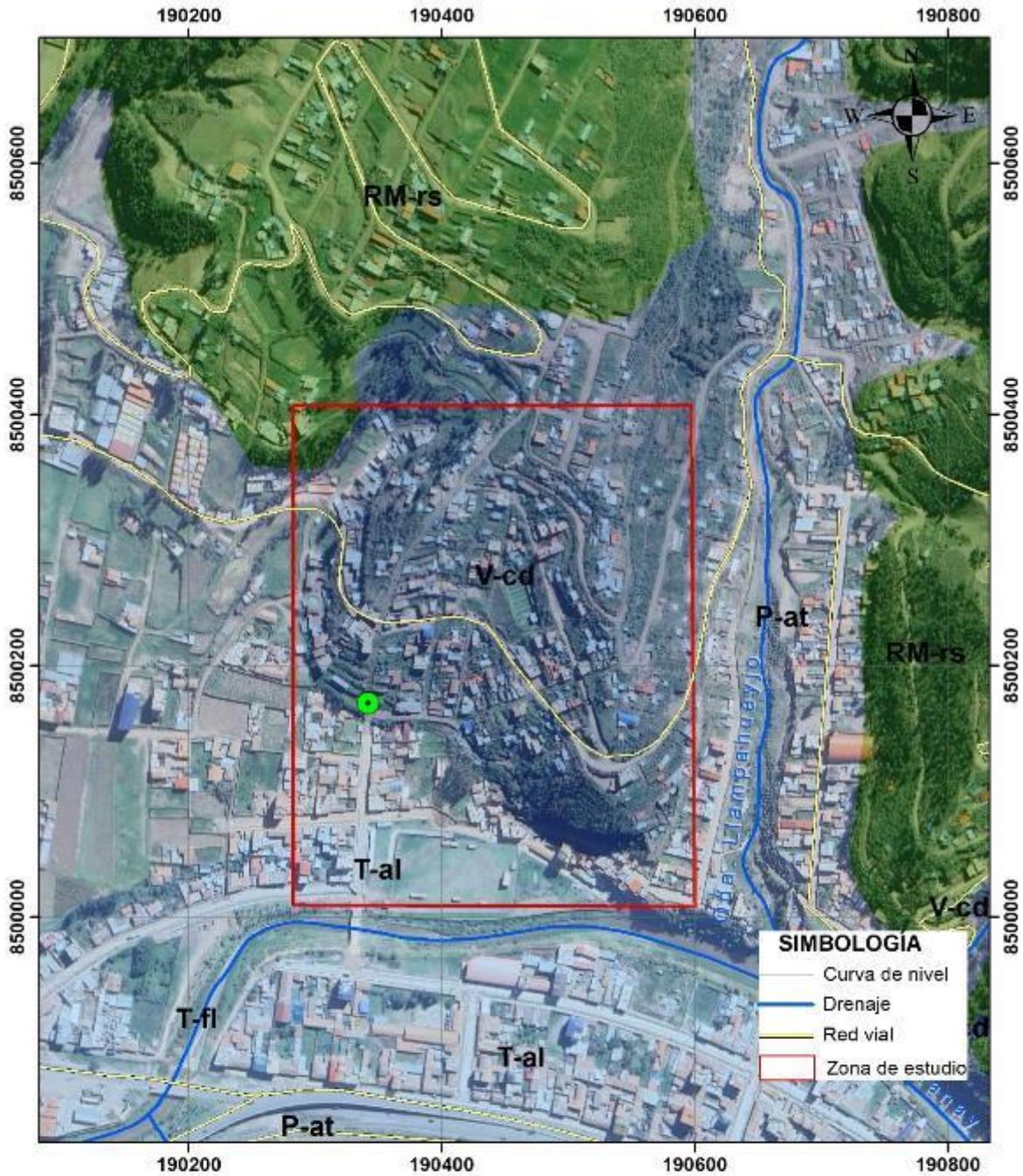
<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS  <b>INGEMMET</b>                  INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</p>	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
<b>Mapa de Pendientes</b>	Figura: <b>2</b>
Escala 1:5 000 Datum UTM WGS 84 Zona 19S Versión digital año 2024 Impreso Junio 2024	



LEYENDA	
	3,200 - 3,250
	3,250.000001 - 3,300
	3,300.000001 - 3,350
	3,350.000001 - 3,400
	3,400.000001 - 3,450
	3,450.000001 - 3,500

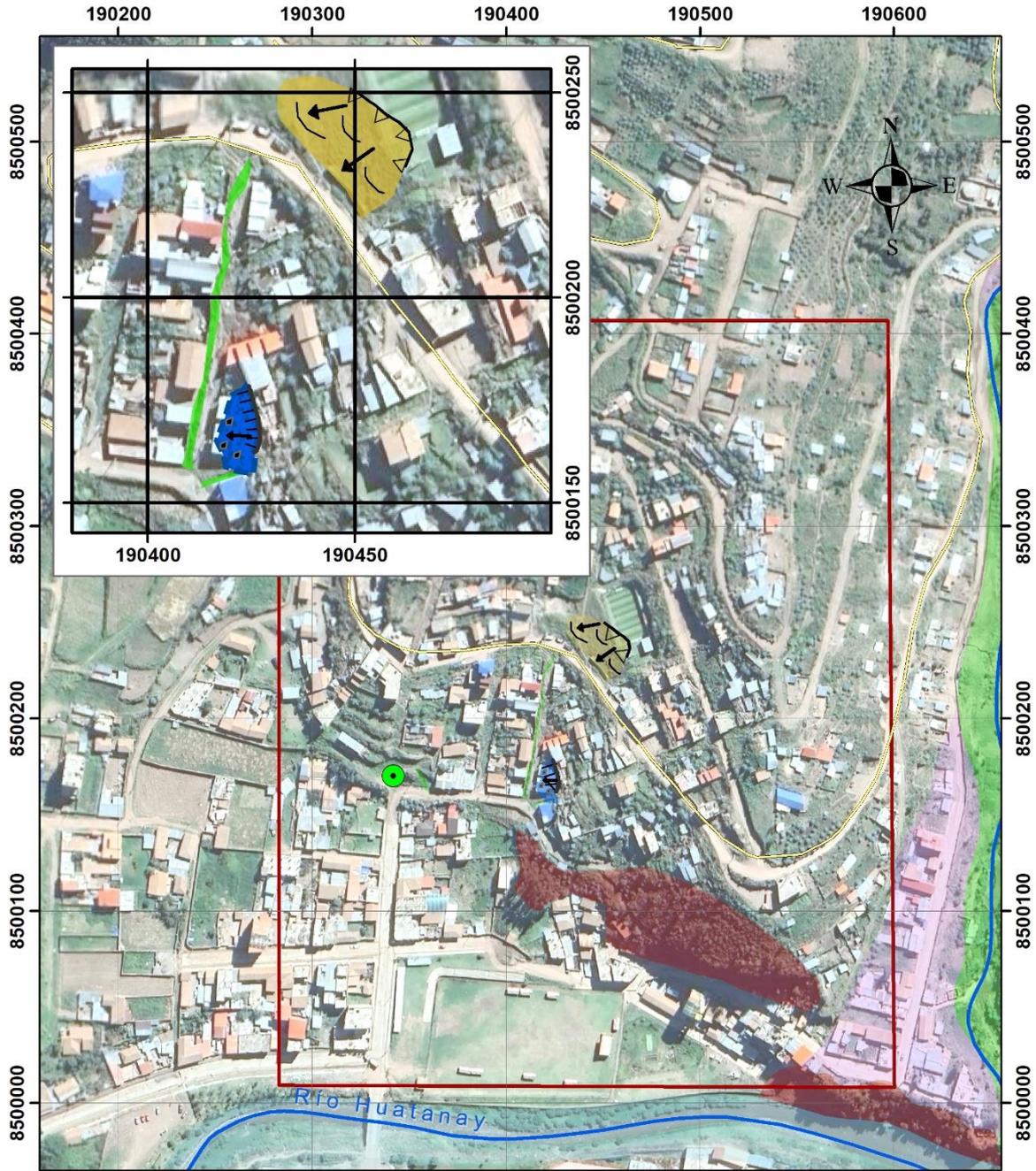
SIMBOLOGÍA	
	Curva de nivel
	Drenaje
	Red vial
	Zona de estudio

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS <b>INGEMMET</b> INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
<b>Mapa de elevación del terreno</b>	Figura: <b>3</b>
Escala 1:5 000 Datum UTM WGS 84 Zona 19S Versión digital: año 2024 Impreso: Junio 2024	



Leyenda	
RM-rs	Montaña en roca sedimentaria
P-at	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial
T-al	Terraza aluvial
T-fl	Terraza fluvial
V-cd	Vertiente coluvio-deluvial

SECTOR ENERGÍA Y MINAS <b>INGEMMET</b> INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
<b>Mapa Geomorfológico</b>	Figura: <b>4</b>
Escala 1:4 000 Datum UTM WGS 84 Zona 19S Versión digital: año 2024 Impreso: Junio 2024	



Leyenda	
	Derrumbe latente
	Flujo de detritos antiguo
	Erosión Cárcava activo
	Erosión Laminar activo
	Deslizamiento activo
	Escarpa de derrumbe
	Escarpa de deslizamiento
	Surgencia de aguas

SIMBOLOGIA	
	Drenaje
	Red vial
	Agrupaciones Vecinales

SECTOR ENERGÍA Y MINAS <b>INGEMMET</b> INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
<b>Mapa del cartografiado                  de peligros</b>	Figura: <b>4</b>
Escala 1:2 500 Datum UTM WGS 84 Zona 19S Versión digital: año 2024 Impreso: Junio 2024	

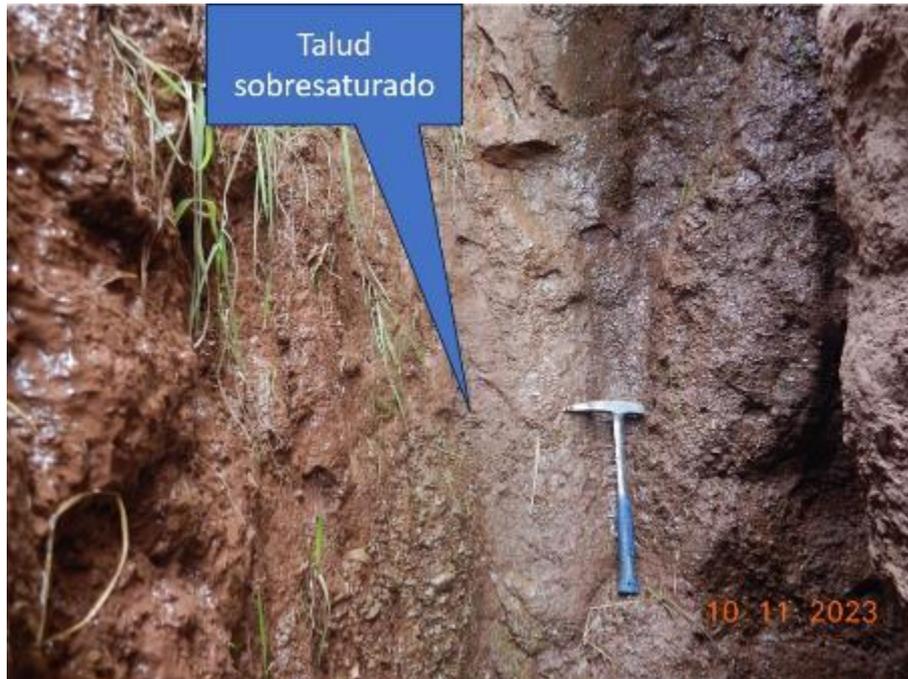
**ANEXO 2**  
FIGURAS



**Figura 2.** Surgencias de agua en la ladera dentro de viviendas de la APV. Sol Naciente, con canales de evacuación realizados artesanalmente.



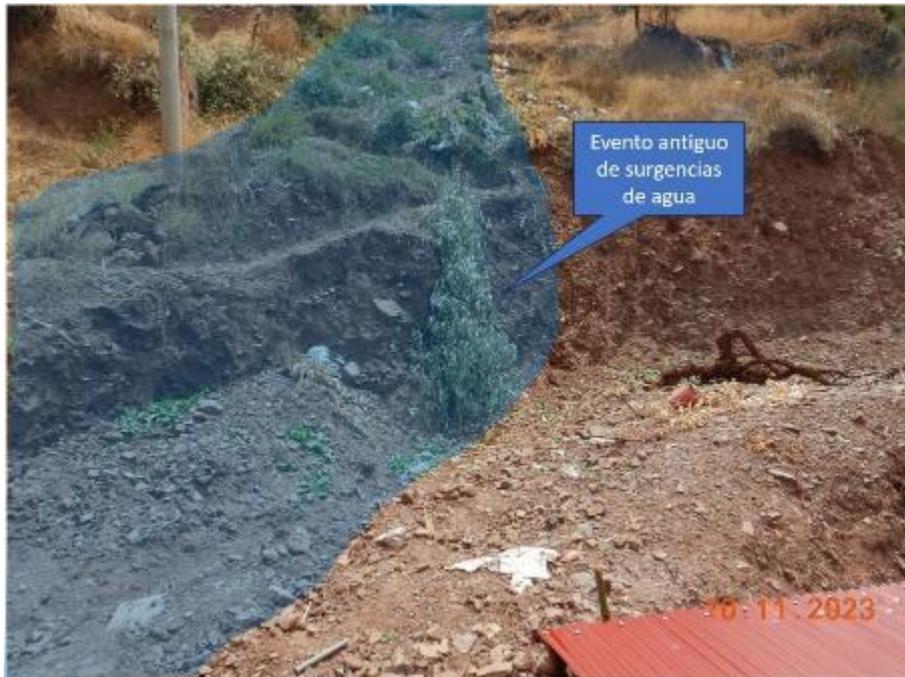
**Figura 3.** Viviendas afectadas por surgencias de agua en la ladera, con las afectaciones a las construcciones.



**Figura 4.** Cortes del talud perpendicular realizados para la construcción las viviendas, se encuentran sobresaturados y con pérdida de materiales finos (matriz).



**Figura 5.** Cortes del talud perpendicular realizados para las construcciones las viviendas, se presentan con pérdida de materiales del talud.



**Figura 6.** Sector donde se presentó infiltración de agua, se aprecia los materiales transportados en el talud.



**Figura 7.** Canal de regadío que pasa por encima de la APV. Sol Naciente, la que presenta grietas en el canal.



**Figura 8.** Dentro de la APV. Sol Naciente, se tienen sectores que siguen utilizados como áreas agrícolas.



**Figura 9.** Calles en la APV. Sol Naciente presentan erosión de laderas de tipo cárcava con incisiones mayores a 20 cm.



**Figura 10.** Deslizamiento activó en la cancha de Grass sintético de la APV. Sol Naciente.



**Figura 13.** Deslizamiento rotacional activó, que afecta la cancha de gras sintético de la APV. Sol Naciente.