

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7355

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA COMUNIDAD DE ACCO CAPILLAPATA

Departamento Ayacucho
Provincia Huamanga
Distrito Socos



ENERO
2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA COMUNIDAD DE ACCO CAPILLAPATA

Distrito Socos, provincia Huamanga, departamento Ayacucho

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

Equipo de investigación:

*Ely M. Ccorimanya Chalco
Mauricio A. Núñez Peredo*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). "Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la Comunidad de Acco Capillapata". Distrito Socos, provincia Huamanga, departamento Ayacucho", informe técnico N°A7355, Ingemmet 38 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Objetivos del estudio	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	2
1.3. Aspectos generales.....	4
1.3.1. Ubicación.....	4
1.3.2. Población.....	4
1.3.3. Accesibilidad.....	4
1.3.4. Clima	6
1.3.5. Zonificación sísmica	7
2. DEFINICIONES	8
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	10
2.1. Unidades litoestratigráficas.....	10
2.1.1. Formación Ticllas (Ppe-t3)	10
2.1.2. Depósitos cuaternarios	12
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	13
4.1. Pendientes del terreno.....	13
4.2. Unidades geomorfológicas.....	15
4.2.1. Subunidad de montañas en rocas sedimentarias (M-rs):	15
4.2.2. Subunidad de vertiente coluvial (V-c):	16
4.2.4. Subunidad de piedemonte proluvial o aluvio-torrencial (P-pral).....	17
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	18
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	18
5.2. Deslizamientos antiguos	18
5.3. Deslizamiento Reciente	18
5.3.1. Características visuales del evento.....	19
5.3.2. Factores condicionantes.....	23
5.3.3. Factores detonantes o desencadenantes	24
5.3.4. Daños por peligros geológicos.....	24
5.4. Flujo de detritos	25
5.4.1. Características visuales del evento.....	25
5.5. Otras Ocurrencias	25
6. CONCLUSIONES.....	28
7. RECOMENDACIONES.....	29
8. BIBLIOGRAFÍA.....	30

ANEXO 1: MAPAS	31
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	36

RESUMEN

El Ingemmet, ente técnico-científico que 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.

En el sector afloran rocas de origen sedimentario, en la parte inferior se tiene una secuencia grano decreciente en la base de conglomerados, intercalados con areniscas rojas y esporádicos niveles de yeso; esta secuencia se encuentra moderadamente meteorizada y muy fracturada.

En la parte superior presenta una secuencia de areniscas y limolitas rojas intercalada con capas delgadas de calizas y arenisca; muy fracturadas con espaciamentos próximos a medianamente separadas entre sí (0.05-0.30 m), algo abiertas (0.5-1.0 mm), sin relleno visible y de resistencia media (50-100 Mapa). Superficialmente se encuentran muy alteradas y de moderado a fuertemente meteorizadas.

Las geoformas identificadas corresponden a montañas modeladas en rocas sedimentarias y geoformas de piedemonte (vertiente con depósitos de deslizamiento, coluvial y aluvio torrencial) que conforman laderas de montañas con pendientes variables que van de moderada a muy fuerte (5° a 45°).

El 22 de julio del 2022, al promediar las 2:30 p.m, en la comunidad de Acco Capillapata, margen izquierda de la quebrada Raqraqui, se inició un deslizamiento rotacional en el campo deportivo del poblado, este deslizamiento afectó terrenos de cultivos de maíz, alfalfa, trigo y pastizales, en 9 has.

La geometría de la corona del movimiento tiene forma semicircular y elongada, estrecha hacia la cabeza y abierta hacia sus dos extremos. El escarpe principal tiene una longitud de 140 m, saltos verticales que varían de 1 a 2.40 m, desplazamientos horizontales entre 20 cm a 1 m y la pendiente del terreno entre 45° a 73°; así mismo se evidencian varios escarpes secundarios paralelos al escarpe principal, escalonados y de forma discontinua e irregular con longitudes de 30 a 75 m, saltos verticales que varían entre 0.45 a 1 m y pendientes del terreno entre 55° a 65°.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas mencionadas anteriormente, la comunidad Acco Capillapata se considera de **Peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y flujos, susceptibles a ser reactivados con lluvias intensas y/o prolongadas.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones a fin de que las autoridades competentes pongan en práctica, como promover la construcción de drenajes, zanjas de coronación por encima del escarpe principal, con el fin de que el desplazamiento no continúe; así como impermeabilizar los canales de riego, entre otros. Realizar el EVAR correspondiente.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que 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 del Gobierno Regional de Ayacucho, según Oficio N°240-2022-GRA/SIREDECI-ST; es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la Comunidad de Acco Capillapata.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los especialistas Ely Ccorimanya Chalco y Mauricio Núñez Peredo, realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, la cual se realizó los días 29 y 30 de agosto del 2022 en coordinación con el secretario técnico de defensa civil del Gobierno Regional de Ayacucho y autoridades locales de la comunidad de Acco Capillapata.

La evaluación técnica se basa en 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 aéreas), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone a consideración del Gobierno Regional de Ayacucho y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, 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) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en la Comunidad Acco Capillapata.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- A) Boletín N° 70, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro Geológico en la Región Ayacucho” (Vílchez *et al.*, 2019). Identifica los peligros geológicos

y geohidrológicos que pueden causar desastres dentro del ámbito de estudio. Se identificó un total de 1390 ocurrencias de peligros y se determinaron 31 zonas críticas a nivel regional. Así mismo, los autores señalan la ocurrencia de un deslizamiento en el año 2000 que afectó varias comunidades del distrito de Socos.

El presente boletín muestra, además, el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:300 000, donde la Comunidad de Accho Capillapata y alrededores, se localizan en zonas de susceptibilidad muy alta, (figura 1).

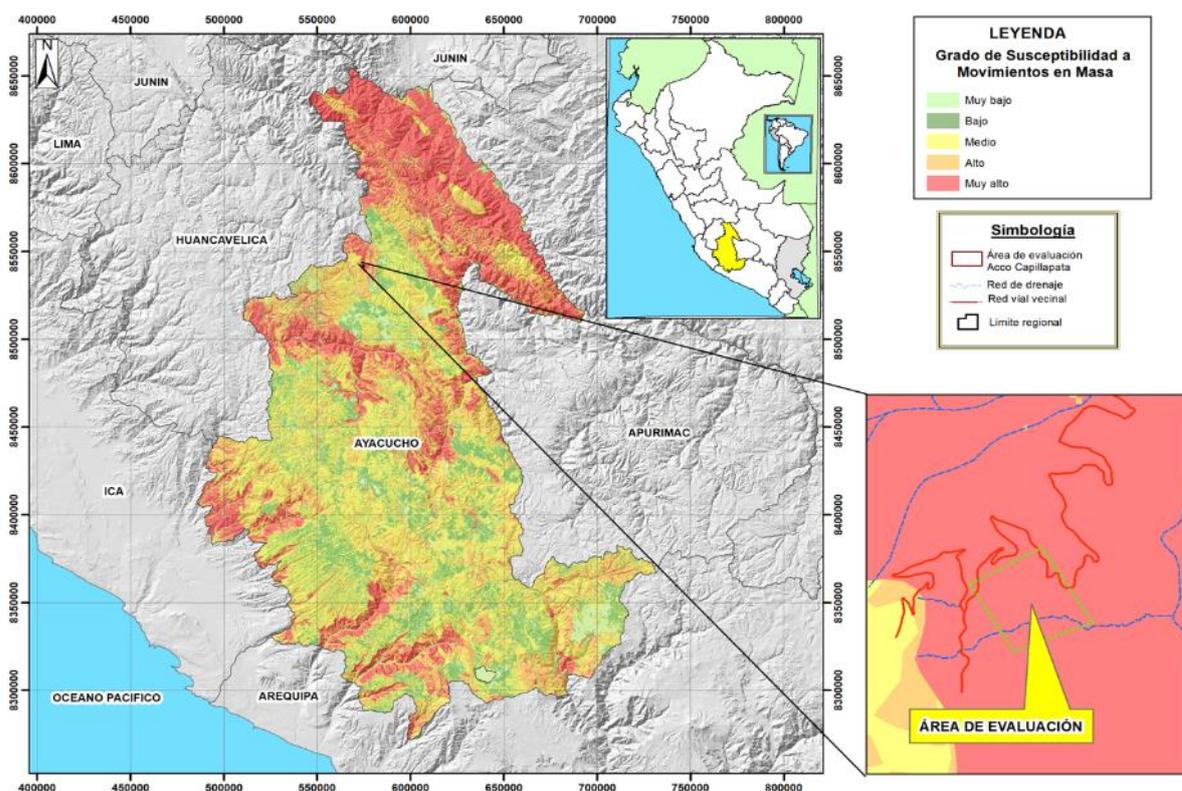


Figura 1: Susceptibilidad por movimientos en masa en la Comunidad de Accho Capillapata.

Fuente: Vilchez et al., 2019.

- B) Boletín N° 61, serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología del cuadrángulo de Ayacucho” (Morche, *et al.*, 1995), se describe la geología presente en la zona evaluada, donde se exponen rocas de edad Cenozoica de naturaleza sedimentaria y volcánico-sedimentaria.
- C) “Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Ayacucho” escala 1:100 000 (Rodríguez & Chacaltana, 2003). Se realiza una descripción detallada de la geología del cuadrángulo de Ayacucho; hace una redefinición estratigráfica de la Formación Ticllas (antes llamada Formación Socos), (presentes en la zona de estudio).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

La Comunidad de Acco Capillapata. Políticamente pertenece al distrito Socos, provincia Huamanga, departamento de Ayacucho (figura 2).

Cuenta con las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S):

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	574182.65	8541647.47	-13.190946°	-74.315413°
2	574375.87	8542158.69	-13.186321°	-74.313645°
3	574950.82	8541663.02	-13.190782°	-74.308326°
4	574456.30	8541498.58	-13.192286°	-74.312881°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
	574485.97	8541879.79	-13.188841°	-74.312623°

1.3.2. Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la comunidad de Acco Capillapata, tiene una población censada de 230 habitantes distribuidos en un total de 83 viviendas particulares.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realizó por vía terrestre desde la ciudad de Lima, mediante la siguiente ruta (cuadro 2):

Cuadro 2. Ruta de acceso.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Ayacucho	Asfaltada	550	9 horas 15min
Ayacucho – Acco Capillapata	Asfaltada/ Afirmada	25.5	51 min

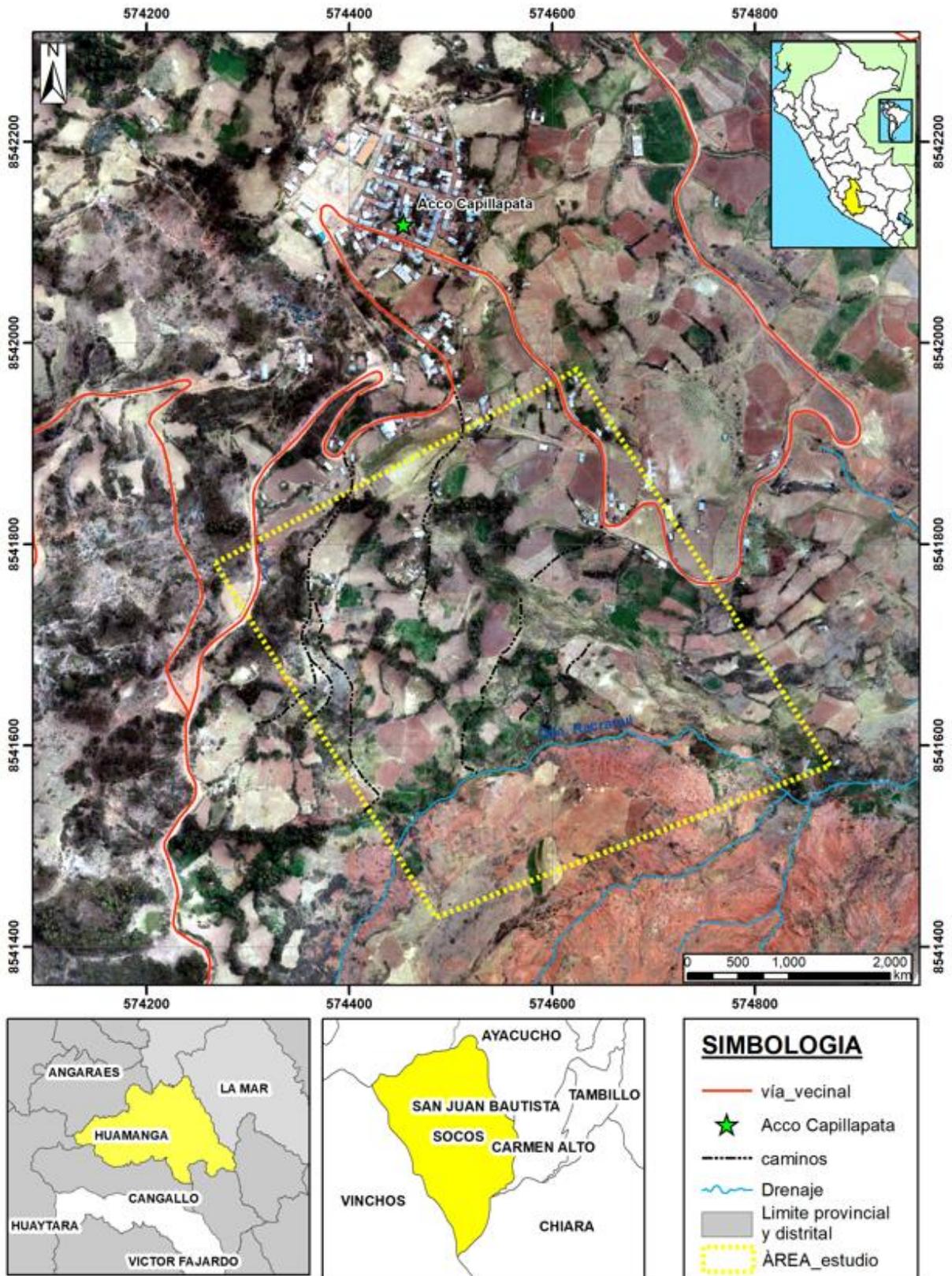


Figura 2: Ubicación de la Comunidad de Acco Capillapata”. Distrito Socos, provincia Huamanga, departamento Ayacucho

1.3.4. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), la Comunidad de Acco Capillapata presenta un clima frío, lluvioso, con deficiencias de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.

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 raster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo 2018-2022 fue de 38.4 mm, (figura 3). Cabe recalcar que las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de diciembre a abril.

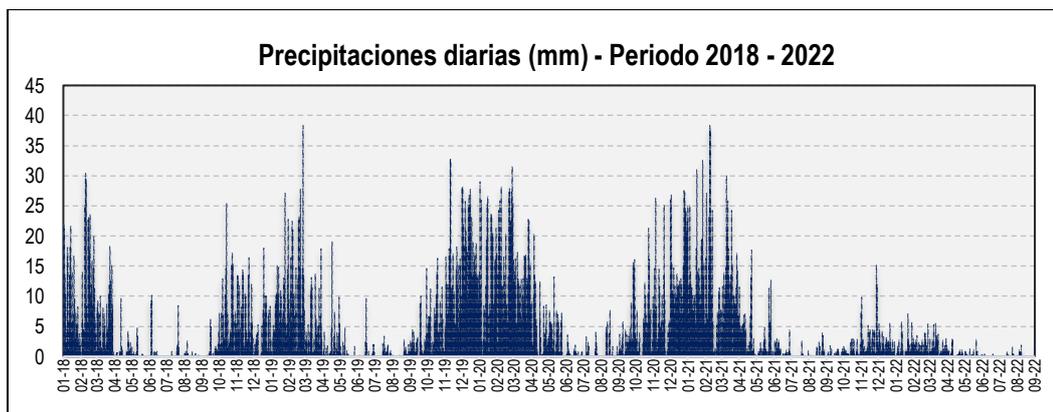


Figura 3. Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo 2018-2022. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen al desarrollo de la erosión del suelo. Fuente: Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/8404119>.

La temperatura anual oscila entre un máximo de 25.0°C en verano y un mínimo de -1.0°C en invierno (figura 4). Así mismo, presenta una humedad promedio de 38.4% durante casi todo el año, (Servicio aWhere).

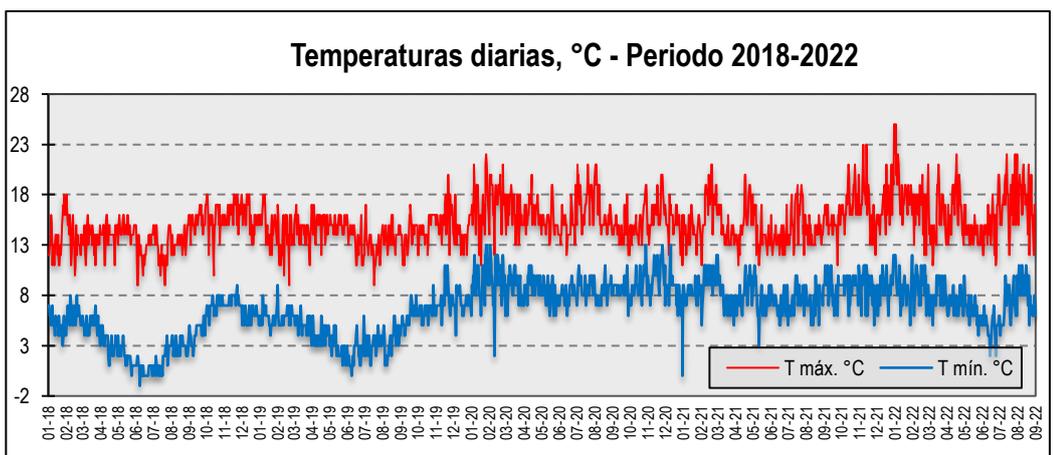


Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo 2018-2022. La figura permite analizar la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad. Fuente: Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/8404119>.

1.3.5. Zonificación sísmica

De acuerdo con los niveles de zonificación sísmica en el Perú (figura 5); el área de estudio se ubica en la Zona 3 (sismicidad Alta), localizada desde la línea de costa hasta el margen occidental de la Cordillera de los Andes, determinándose aceleraciones de 0.35 g.

La zonificación propuesta, se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y atenuación de estos con la distancia epicentral, así como la información neotectónica. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en el cuadro 3. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (DS No. 003-2016-VIVIENDA).

Cuadro 3. Factores de zona Z.

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

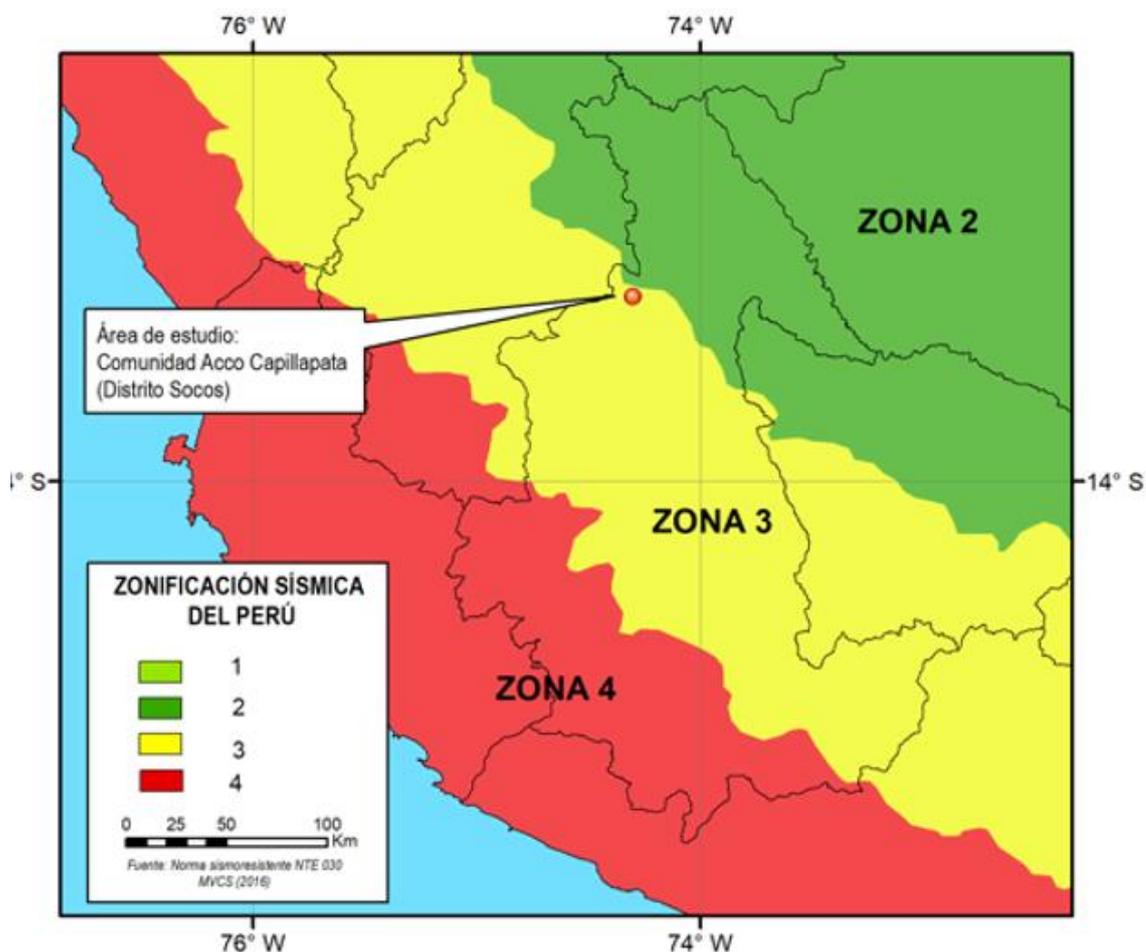


Figura 5. Zonificación sísmica del Perú.

Fuente: Norma sismorresistente NTE 030 MVCS, 2016.

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; es por ese motivo, 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), se desarrolla algunas definiciones relevantes en términos sencillos como son:

ACTIVIDAD: La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

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.

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.

DESLIZAMIENTO: Es un movimiento, ladera abajo, de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales, a su vez, pueden ser planares y/o en cuña.

EROSIÓN DE LADERAS: Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas o bad lands. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.

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: Es un tipo de 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 deslizamiento o una caída. Estos pueden ser canalizados (flujos de detritos o huaicos) y no canalizados (avalanchas).

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.

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 (WP/WLI, 1993).

INACTIVO LATENTE: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WPMPI, 1993).

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.

MOVIMIENTO EN MASA: Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. Los tipos más frecuentes son: caídas, deslizamientos, flujos, vuelcos, expansiones laterales, reptación de suelos, entre otros. Existen movimientos extremadamente rápidos (más de 5 m por segundo) como avalanchas y/o deslizamientos, hasta extremadamente lentos (menos de 16 mm por año) a imperceptibles como la reptación de suelos.

PELIGROS GEOLÓGICOS: Son procesos o fenómenos geológicos que podrían ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud. Daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, trastornos sociales y económicos o daños materiales. Pueden originarse al interior (endógenos) o en la superficie de la tierra (exógenos). Al grupo de endógenos pertenecen los terremotos, tsunamis, actividad y emisiones volcánicas; en los exógenos se agrupan los movimientos en masa (deslizamientos, aludes, desprendimientos de rocas, derrumbes, avalanchas, aluviones, huaicos, flujos de lodo, hundimientos, entre otros), erosión e inundaciones.

SUSCEPTIBILIDAD: Está definida como la propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de un proceso de movimientos en masa determinado.

TALUD: Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén.

ZONA CRÍTICA: Las zonas o áreas consideradas como críticas (Fidel et al., 2006), presentan recurrencia en algunos casos periódica a excepcional de peligros geológicos y geohidrológicos; alta susceptibilidad a procesos geológicos que puede causar desastres y alto grado de vulnerabilidad.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología local, se desarrolló teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Ayacucho (27-ñ-IV), a escala 1: 50,000 (Chacaltana & Rodríguez, 2002), así como la referencia del Boletín N°61: “Geología del cuadrángulo de Ayacucho Hoja 27-ñ” (Morche, *et al.*, 1995) y la memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Ayacucho (27-ñ). Escala 1:100 000 (Chacaltana & Rodríguez, 2003) publicados por Ingemmet.

De igual manera, esta información se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite, vuelos de dron y observaciones de campo.

2.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio son principalmente de origen sedimentario, representado por las Formaciones Ticllas. Estas unidades se encuentran cubiertas por depósitos recientes coluvio-deluvial, proluvial y coluvial, que han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad, (anexo 1: Mapa 01).

2.1.1. Formación Ticllas (Ppe-t3)

Chacaltana & Rodríguez (2002), mencionan que la Formación Ticllas se encuentra conformada por una secuencia granodecreciente, compuesta en la base por conglomerados intercalados con areniscas rojas y contenidos esporádicos de niveles de yeso (fotografía 1). En la parte superior presenta una secuencia de areniscas y limolitas rojas intercalada con capas delgadas de calizas y arenisca (fotografía 2). Y finalmente en las partes superiores presentan una intercalación de limolitas y areniscas de colores verdes y rojos.

La presencia de niveles de yeso la hace de baja calidad geotécnica (Vílchez *et al.*, 2019).



Fotografía 1. Detalle de los conglomerados intercalados con areniscas rojas y contenidos esporádicos de niveles de yeso las cuales se encuentran muy fracturado con espaciamentos próximos a medianamente separadas entre sí (0.05-0.25 m), algo abiertas (0.5-1.0 mm), Superficialmente se encuentran meteorizadas.



Fotografía 2. Detalle de las secuencias de areniscas y limolitas rojas intercalada con capas delgadas de calizas y arenisca las cuales se encuentran muy fracturado con espaciamentos próximos a medianamente separadas entre sí (0.05-0.25 m), algo abiertas (0.5-1.0 mm). Superficialmente se encuentran meteorizadas.

2.1.2. Depósitos cuaternarios

a. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd):

Se localizan en forma caótica al pie de laderas por acción de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía. Están compuestos por fragmentos líticos, angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.02 a 0.10 m envueltos en una matriz de arenas y limos (fotografía 3). Son producto de la meteorización de las rocas sedimentarias y removidos por procesos de movimientos en masa antiguos.



Fotografía 3. Depósito coluvio-deluvial compuestos por fragmentos de rocas angulosos a subangulosos, heterométricos y envueltos en una matriz de arenas y limos, removidos por procesos de movimientos en masa antiguos.

b. Depósito proluvial (Q-pl):

Los depósitos proluviales se originan a partir de flujos, por la existencia de material detrítico suelto acumulado en cauces de quebradas, presencia de bofedales. El factor desencadenante son las precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas.

Están compuestos por fragmentos líticos angulosos a subangulosos con tamaños máximos de 0.5 m y mínimos de 0.02 m envueltos en una matriz areno limoso, permeables y medianamente consolidados (fotografía 4). Su granulometría está compuesta por: Bolos (15%), cantos (15%), gravas (25%), gránulos (25%), arenas y limos (20%).



Fotografía 4. Depósito proluvial compuesto fragmentos líticos angulosos a subangulosos con tamaños máximos de 0.5 m y mínimos de 0.02 m envueltos en una matriz areno limoso, permeable y medianamente consolidado.

c. Depósito coluvial (Q-co):

Son depósitos inconsolidados, compuestos por fragmentos de roca angulosos de tamaños variables y de naturaleza litológica homogénea. Presentan nula o poca compactación y se encuentran acumulados al pie de taludes escarpados; generalmente corresponde a depósitos de derrumbes y deslizamientos. Su granulometría está compuesta por: cantos (25%), gravas (30%), arenas (25%), limos (20%).

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, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el anexo 1: Mapa 02, se presenta el mapa de pendientes elaborado en base a información del modelo de elevación digital de 0.066 m de resolución obtenido de sobrevuelos de dron. De acuerdo con este mapa, la Comunidad de Acco Capillapata, se localizan en laderas de montañas cuyos rangos de pendientes van de moderado (5°-15°) a muy fuerte (25° a 45°) con un cambio abrupto a terrenos de pendiente muy escarpada (> 45°) (figura 6). Este rango de pendientes es el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre.

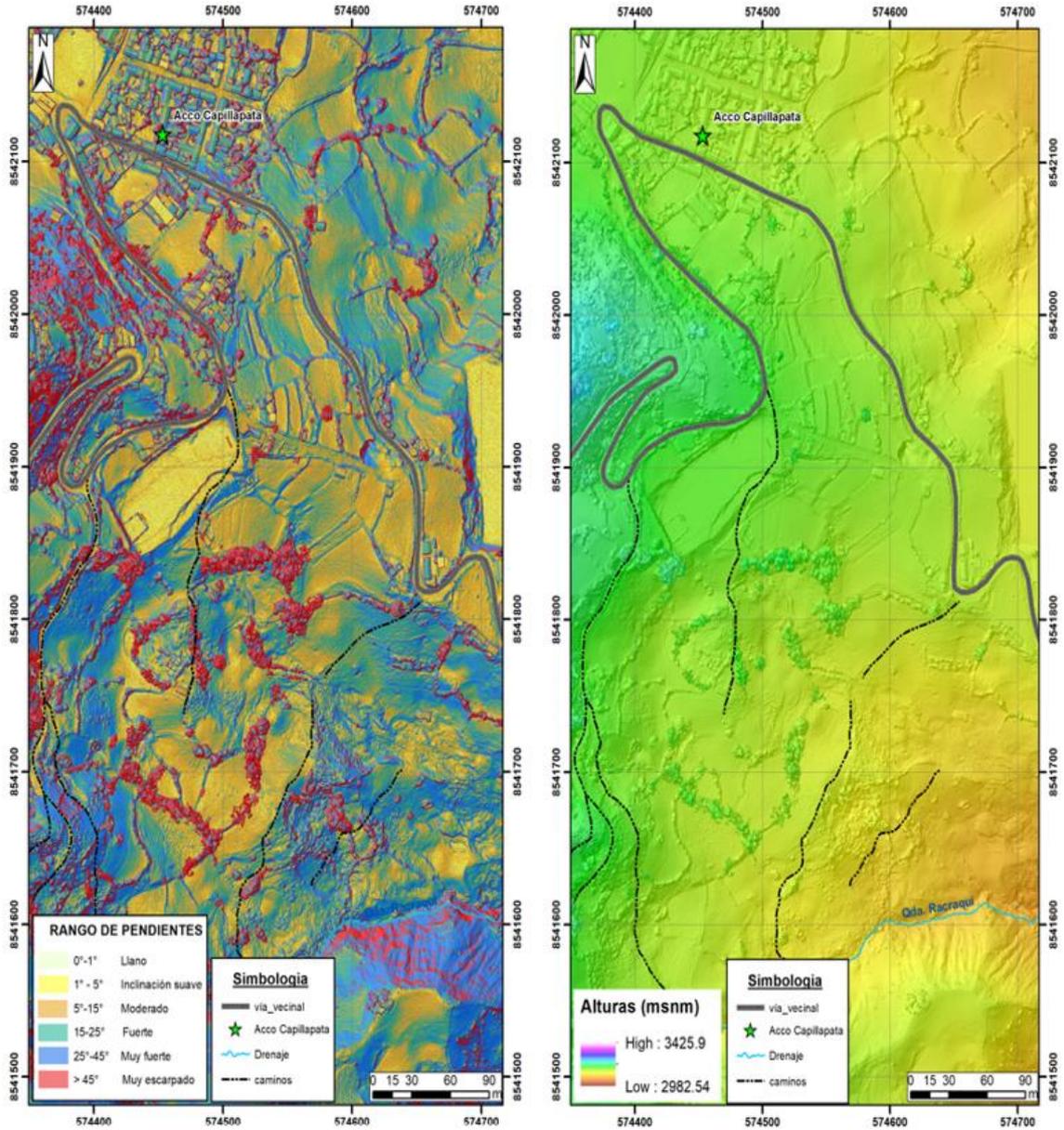


Figura 6. Izquierda: Variación de pendientes. Derecha: Variación de alturas.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (Anexo 1: Mapa 03), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación; además se usó como referencia el mapa geomorfológico regional a escala 1:250 000 elaborado por Ingemmet.

En la zona evaluada y alrededores se han diferenciado las siguientes geofomas:

A) Unidad de montañas

Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual, (Villota, 2005).

4.2.1. Subunidad de montañas en rocas sedimentarias (M-rs):

Corresponde a las cadenas montañosas donde los procesos denudativos (fluvio-erosionales) afectaron rocas sedimentarias (figura 7). Las montañas cubren gran parte de la zona de estudio, cuyas laderas de pendientes moderada a muy fuerte varían de 5° a 45°, incluso llega a tener paredes semiverticalizadas de pendientes mayores a 45°. Por la configuración geomorfológica de estas se les considera susceptibles a derrumbes, deslizamientos, erosión de laderas y flujos.



Figura 7. Vista de la subunidad de montaña modelada en rocas sedimentaria (M-rs), sobre la cual se asienta la Comunidad Acco Capillapata. Sus relieves se encuentran asociadas a procesos dominantes de erosión de laderas, deslizamientos, derrumbes y flujos.

B) Unidad de Piedemonte

Corresponde a la acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arenas, limos y arcilla inconsolidados ubicado al pie de las cadenas montañosas; estos depósitos ocupan grandes extensiones. Se identificó las siguientes subunidades:

4.2.2. Subunidad de vertiente coluvial (V-c):

Son depósitos inconsolidados, localizados al pie de laderas de montañas sedimentarias, resultantes de la acumulación de material de origen coluvial. Los principales agentes formadores de esta subunidad son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, las lluvias, el viento, agua de escorrentía superficial y son altamente susceptibles a sufrir procesos geodinámicos como derrumbes y deslizamientos (figura 8).

Están compuestos principalmente por fragmentos líticos de rocas sedimentarias, heterométricos, compuestos de: cantos (25%), gravas (35%), arenas (20%), limos (20%), angulosos a subangulosos envueltos en una matriz de arenas y limos. Estas geoformas se encuentran ampliamente desarrolladas en las laderas de montañas, con pendientes predominantes de moderado a muy escarpado (5° - $>45^{\circ}$) y de fácil remoción.



Figura 8. Vista de las subunidades de vertientes coluvio-deluvial (V-cd) adosadas al pie de ladera de montañas resultantes de la acumulación de material de origen coluviodeluvial y susceptibles a sufrir procesos geodinámicos como derrumbes y deslizamientos.

4.2.3. Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Zonas de acumulaciones en ladera originadas por procesos de movimientos en masa antiguos y recientes (figura 9). Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados compuestos de: Bolos (5%), cantos (15%), gravas (35%), arenas (25%), limos (20%), de corto a mediano recorrido. Su morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.

Estas geoformas se observaron como cuerpos de deslizamientos antiguos y recientes depositadas en las laderas, donde las pendientes van de moderada a muy fuerte (5°- 45°).



Figura 9. Vista de la subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) ubicado en la Comunidad de Accho Capillapata, originado por procesos de movimientos en masa de tipo deslizamientos antiguos y actuales.

4.2.4. Subunidad de piedemonte proluvial o aluvio-torrencial (P-pral)

Corresponden a planicies inclinadas a ligeramente inclinadas y extendidas, posicionadas al pie de los sistemas montañosos, formado por la acumulación de sedimentos acarreados por corrientes de agua estacionales y de carácter excepcional, en ocasiones a manera de flujos de detritos.

Se depositan en la desembocadura de las quebradas y están asociadas a lluvias excepcionales. El material que los constituye es heterométrico, subangulosos a subredondeados, compuesto de: Bolos (15%), cantos (15%), gravas (25%), gránulos (25%), arenas y limos (20%); permeables y medianamente consolidados. Actualmente son áreas ocupadas por terrenos de cultivo y una cancha deportiva.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados, ocurridos en la Comunidad de Acco Capillapata y alrededores corresponden a los movimientos en masa, tipo deslizamientos, derrumbes, flujo de detritos (anexo 1: Mapa 4).

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

La caracterización de estos eventos, se realizó en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se tomó datos GPS, fotografías a nivel de terreno y levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.13 y 0.066 m/pixel respectivamente, complementada con el análisis de imágenes satelitales.

Además de ello, la zona es considerada muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa (Vílchez et al., 2019).

Según su edad y/o actividad se cuentan con eventos antiguos, activos- recientes e inactivos latentes.

5.2. Deslizamientos antiguos

Presentes como grandes depósitos de movimientos en masa antiguos (deslizamientos), cuya masa desplazada presenta una dirección preferente de noroeste-sureste, hacia la quebrada Raqraqui.

El evento en general es la consecución de la activación de varios eventos ocurridos al pie de la ladera (se puede observar varias escarpas de deslizamiento), cuya cronología es difícil de establecer.

El escarpe principal tiene la forma semicircular elongada y una longitud de 240 m, el salto no se puede apreciar por estar erosionado

5.3. Deslizamiento Reciente

Según testimonio de los pobladores en el mes de enero del 2021 se evidenciaron las primeras grietas sobre el campo deportivo "Patuyoc" y desencadenándose un deslizamiento el 22 de julio del 2022 a horas 2:30 p.m, ubicado en la Comunidad de Acco Capillapata (figura 10).

La corona del deslizamiento afectó el campo deportivo del poblado, el flanco derecho del deslizamiento afectó la infraestructura del cementerio. Así mismo afectó terrenos de cultivos de maíz, alfalfa, trigo y pastizales en aproximadamente 9 ha.

A continuación, se describe a detalle las características de dicho evento:

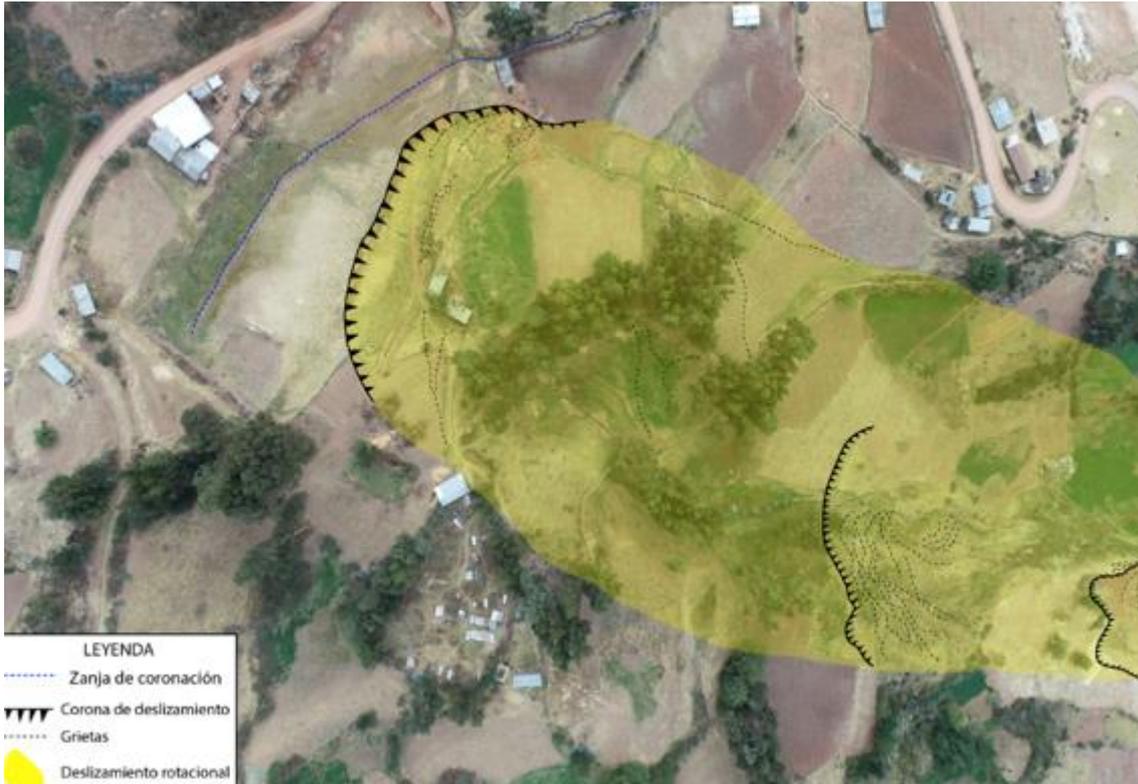


Figura 10. Vista panorámica del deslizamiento de tipo rotacional ocurrido el 22 de julio del 2022
Fuente: Fotografía tomada con dron, agosto-2022

5.3.1. Características visuales del evento

Se trata de un deslizamiento rotacional, caracterizado por presentar un escarpe principal de forma irregular y continua. En el pie del deslizamiento, se viene registrando varias grietas por la acumulación del movimiento del terreno condicionados principalmente por la pendiente que presenta el terreno (20° - 45°).

El deslizamiento se desplazó a lo largo de la ladera media de una montaña en la comunidad de Acco Capillapata. El área que comprende el cuerpo del deslizamiento presenta una topografía ondulada. Así mismo es posible observar sobre el depósito dejado por el movimiento antiguo.

El tipo de roca comprometida son conglomerados, limos y areniscas, que se presentan muy alteradas y poco resistente, por lo que se considera de mala calidad geotécnica. Las rocas del substrato al descomponerse conforman un suelo arenoso a limoso-arcilloso con plasticidad media y de baja permeabilidad.

La geometría de la corona del movimiento tiene una forma semicircular y elongada, estrecha hacia la cabeza y abierta hacia sus dos extremos. El escarpe principal se muestra de forma irregular y continua con una longitud de 140 m, saltos verticales que varían de 1 a 2.40 m (figura 11), desplazamientos horizontales entre 20 cm a 1m y pendientes entre 45° a 73° ; así mismo se evidencian varios escarpes secundarios paralelos al escarpe principal, escalonados y de forma discontinua e irregular con longitudes de 30 a 75 m, saltos verticales que varían entre 0.45 a 1 m (figura 12), y pendientes entre 55° a 65° (figura 14 Y 15).



Figura 11. Vista del escarpe principal de forma irregular y continua con una longitud de 140 m, con un salto de hasta 2.40 m.



Figura 12. Vista de escarpes secundarios paralelos al escarpe principal con salto de 1 m, con desplazamiento horizontal de 0.10 m.

La superficie del terreno quedó bastante agrietada, con pendientes moderadas a muy fuertes (entre 15° a 45°) y grietas transversales en la cabeza, cuerpo y pie del deslizamiento con longitudes entre 10 a 30 m, aperturas que en algunos casos alcanza hasta los 20 cm (fotografía 5) y profundidades visibles que varían entre los 0.05 a 0.1 m.



Fotografía 5. Vista de la superficie del terreno bastante agrietada, con longitudes variables de 5 a 20 m y aperturas de hasta 20 cm.

La masa deslizada empieza desde los 3412 m s.n.m. con un ancho promedio de 130 m y una longitud de aproximada de 378 m, la cual se moviliza sobre una superficie de falla rotacional con una velocidad de movimiento aparentemente lento, cuyo vector de desplazamiento presenta una dirección preferente al sureste.

Cabe mencionar que en el cuerpo y pie del deslizamiento se encuentran surgencias de aguas subterráneas (fotografía 6), lo cual nos muestra un terreno sobresaturado, esto adicional al material de constitución se desencadena un deslizamiento.



Fotografía 6. Vista de una de las surgencias de aguas subterráneas, ubicada en el cuerpo del deslizamiento.

Actualmente, en el cuerpo del material deslizado se distinguen diversas características morfológicas debidas al movimiento inicial y los posteriores que han venido ocurriendo. Por ejemplo, se encuentran zonas con asentamiento, escalonamientos, escarpes secundarios y agrietamientos.

Todos estos rasgos observados en campo son indicativos que la masa deslizada sigue moviéndose hacia la quebrada Raqraqui como un movimiento activo y latente, con actividad progresiva. Si bien es cierto el movimiento es de velocidad lenta, pero las lluvias intensas y/o prolongadas; así como la infiltración de las aguas puede acelerar el proceso.

Se observaron canales de riego no impermeabilizados, por donde se infiltran las aguas y saturan el terreno (fotografía 7)



Fotografía 7. Vista del canal de riego, el cual se encuentra sin revestimiento permitiendo la infiltración del agua al suelo.

Es importante mencionar que se observó grietas en terreno en:

- Vía vecinal Samana – Acco Capillapata, (coordenadas UTM. 574404.357 m E; 8542065.447 m N.)
- A 90 m del local comunal de Acco Capillapata,
- Pisos de algunas viviendas,
- Terrenos de cultivos (coordenadas UTM: 574463.200 m E; 8542043.031 m N).

Esto evidenciaría que el terreno donde se encuentran asentados el 80% de las viviendas de la comunidad (80%) son susceptibles a una posible ocurrencia de movimientos en masa (fotografías 8 y 9).



Fotografía 8. Vista de los baños de servicio público, donde se evidencia una inclinación de la infraestructura por el movimiento lento del terreno, ubicado con coordenadas UTM (WGS 84): 574516.148 E; 8541940.940 N



Fotografía 9. Vista de vivienda cuya pared presenta grietas con 2 cm de abertura y una longitud de 2 m, ubicado con coordenadas UTM (WGS 84): 574537.816 E; 8541943.949 N.

5.3.2. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

- Substrato rocoso compuesto en la base por conglomerados intercalados con areniscas rojas y contenidos esporádicos de niveles de yeso; muy alterada, fuertemente fracturada y de moderado a fuertemente meteorizadas lo que permite mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.
- Suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales), compuestos principalmente por fragmentos líticos, angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.02 a 0.10 m envueltos en una matriz de arenas y limos, producto de la meteorización de rocas sedimentarias y removidos por procesos de movimientos en masa antiguos.
- Formación Ticllas se encuentra conformada por conglomerados intercalados con areniscas rojas y contenidos esporádicos de niveles de yeso con espesores de 1 cm hasta 15 cm. El yeso al entrar en contacto con el agua, se hincha y se llega a desestabilizar la roca.

Factor geomorfológico

- Presencia de montañas modeladas en rocas sedimentarias, cuyas laderas presentan pendientes moderadas (5°-15°) a muy fuertes (25°-45°); lo que permite que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.

Factor hidrogeológico

- El material que conforma el deslizamiento, permite la infiltración de agua al subsuelo y su retención, lo que permite la saturación del terreno y por ende un aumento de la masa inestable.

Factor de sitio:

- Cobertura vegetal de tipo cultivos, pastizales y matorrales dispersos, que ofrecen poca protección al suelo y la roca.
- Canal de regadío sin revestimiento, que permite la filtración de agua al subsuelo.

5.3.3. Factores detonantes o desencadenantes

- **PRECIPITACIONES:** Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, principalmente entre los meses de noviembre a abril, que en el periodo 2018-2022 fue de un máximo 38.4 mm.
- **SISMOS:** La presencia de sismos de gran magnitud, que según el Mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva & Meneses, 1984), el área de estudio se encuentra ubicada en la zona 3 que corresponde a sismicidad alta.

5.3.4. Daños por peligros geológicos

- Destruyó 722 m² del campo deportivo "Patuyoc".

- Así mismo afectó terrenos de cultivos de maíz, alfalfa, trigo y pastizales en aproximadamente 9 ha.
- Afecto la infraestructura del cementerio del poblado.

5.4. Flujo de detritos

De acuerdo con testimonios de los pobladores, la quebrada Melchorahuayco, ubicada a 500 m lineales del local comunal del poblado, donde se registran flujos de detritos (huaycos) anualmente en periodo de lluvias.

Según testimonio de los pobladores, esta quebrada se activa en temporada de lluvias, afecta la vía Samana – Acco Capillapata en 10 m.

5.4.1. Características visuales del evento

Corresponde a un depósito en forma de abanico con un espesor de hasta 60 cm. Están compuestos por fragmentos líticos angulosos a subangulosos con tamaños máximos de 0.5 m y mínimos de 0.02 m envueltos en una matriz areno limoso, permeables y medianamente consolidados (figura 13). Su granulometría está compuesta por: Bolos (15%), cantos (15%), gravas (25%), gránulos (25%), arenas y limos (20%).



Figura 13. Vista del depósito de flujo de detritos en la quebrada Melchorahuayco, ubicado con coordenadas UTM (WGS 84): 574220.011 E; 8541671.889 N.

5.5. Otras Ocurrencias

La Comunidad de Acco Capillapata presenta además otras afectaciones en las infraestructuras de las viviendas, las cuales se detallan a continuación:

Grietas en las viviendas de la Comunidad Acco Capillapata

Se identificaron grietas en las paredes de las viviendas (construidas por adobes) con aberturas de 3 cm hasta 15 cm con longitud de 1.5 m a 2.5 m; según lo reportado por los pobladores, estas se generaron por los sismos que ocurrieron el año 2020, estos agrietamientos en las viviendas en algunos casos se dan por antigüedad de la vivienda y en otros casos por la calidad del suelo sobre la cual se asientan; actualmente los pobladores siguen habitando en las viviendas (fotografías 10 y 11)



Fotografía 10. Vista de vivienda cuya pared presenta grietas con 8 cm de abertura y una longitud de 2 m, producto de los sismos ocurridos en el año 2020, ubicado con coordenadas UTM (WGS 84): 574476.422 E; 8542143.179 N



Fotografía 11. Vista de vivienda cuya pared presenta grietas con 4 cm de abertura y una longitud de 2.5 m, producto de los sismos ocurridos en el año 2020, ubicado con coordenadas UTM (WGS 84): 574452.948 E; 8542203.370 N

6. CONCLUSIONES

- 1) El 22 de julio del 2022 a horas 2:30 p.m, en la Comunidad de Acco Capillapata, y margen izquierda de la quebrada Raqraqui, se inició un deslizamiento rotacional, que afectó campo deportivo, parte del cementerio y terrenos de cultivos de maíz, alfalfa, trigo y pastizales (9 has).
- 2) La geometría de la corona del movimiento tiene una forma semicircular y elongada, estrecha hacia la cabeza y abierta hacia sus dos extremos. El escarpe principal se muestra de forma irregular y continua con una longitud de 140 m, saltos verticales que varían de 1 a 2.40 m, desplazamientos horizontales entre 20 cm a 1m y terrenos con pendientes de 45° a 73°; así mismo se evidencian varios escarpes secundarios paralelos al escarpe principal, escalonados y de forma discontinua e irregular con longitudes de 30 a 75 m, saltos verticales que varían entre 0.45 a 1 m y terrenos con pendientes 55° a 65°.
- 3) La ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa en la zona evaluada está condicionada por los siguientes factores:
 - Substrato rocoso, en la parte inferior presenta una secuencia granodecreciente, compuesta en la base por conglomerados intercalados con areniscas rojas y contenidos esporádicos de niveles de yeso. La cual se encuentra moderadamente meteorizada y muy fracturada.
 - En la parte superior presenta una secuencia de areniscas y limolitas rojas intercalada con capas delgadas de calizas y arenisca; se encuentran muy fracturado y de moderado a fuertemente meteorizadas lo que permite mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.
 - Presencia de suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales), adosados a las laderas de las montañas producto de la meteorización de rocas sedimentarias y removidos por procesos de movimientos en masa antiguos.
 - Material que permite la infiltración y retención del agua hacia el terreno, lo cual genera un aumento de peso de la masa inestable.
 - Montañas modeladas en rocas sedimentarias, cuyas laderas presentan pendientes moderadas (5°-15°) a muy fuertes (25°-45°); lo que permite que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.
- 4) El factor desencadenante para la ocurrencia del deslizamiento en la comunidad Acco Capillapata, se le atribuye a las lluvias y las filtraciones de agua de la parte superior del área inestable, que ayudaron a humedecer el material coluvio-deluvial de la ladera, provocando sobresaturación y pérdida de cohesión. Filtraciones de agua proveniente del canal de regadío.
- 5) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el área de estudio es considerado de **peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y flujos, que pueden ser desencadenados en temporada de lluvias intensas.

7. RECOMENDACIONES

- 1) Las autoridades competentes deben promover la construcción de zanjas de coronación por encima del escarpe principal, con el fin de captar las aguas que infiltran en el escarpe principal. Ver anexo 2 – Figura 14: Medidas de mitigación para deslizamientos y derrumbes (zanjas de coronación).
- 2) Restringir el tránsito peatonal en la zona del deslizamiento, usando para ello señal y letreros preventivos (como zona de deslizamiento y derrumbes activos).
- 3) Cambiar el tipo de cultivos en parte del deslizamiento y alrededores, que no requieran riego permanente y prolongado, para evitar la saturación del suelo. Tienen que ser coordinados con el Ministerio de Agricultura.
- 4) Impermeabilizar los canales de riego que discurren por la zona.
- 5) No verter aguas residuales directamente a la ladera, esto provoca la saturación del suelo.
- 6) Realizar estudios de evaluación de riesgos (EVAR) por parte de las autoridades locales, a fin de evaluar los elementos expuestos a la generación de nuevos peligros geológicos.
- 7) 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

8. BIBLIOGRAFÍA

Alva, J.; Meneses, J. & Guzmán, V. (1984) - Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú (en línea). Congreso Nacional de Ingeniería Civil, 5, Tacna, 11 p. (consulta: 5 noviembre 2017). Disponible en: http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis17_a.pdf

Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/8404119>.

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; 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.

Morche, A., De la Cruz, J., Cerrón, F., (1995) – Geología del cuadrángulo de Ayacucho. Hoja 27-ñ. Ingemmet, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 61, 120p, 1 mapa. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/183>.

Perú. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016) - Decreto supremo N° 003-2016-VIVIENDA: Decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 “diseño sismoresistente” del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con decreto supremo N° 002-2014-VIVIENDA. El Peruano, Separata especial, 24 enero 2016, 32 p.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

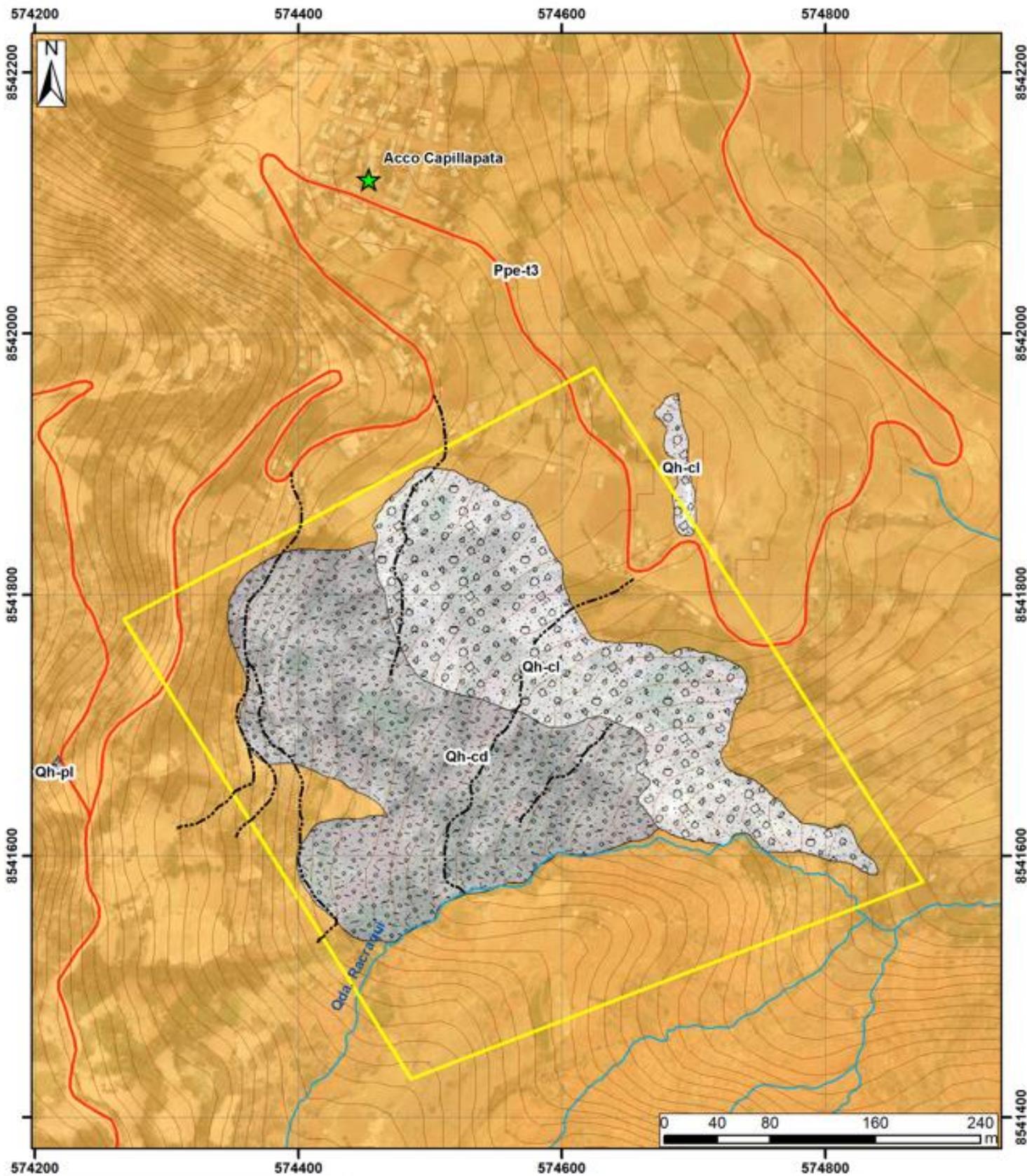
Rodriguez, R., Chacaltana, C., (2003) - Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Ayacucho (27-ñ). Escala 1:100 000. INGEMMET. Memorias descriptivas. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2076>.

Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrológica, SENAMHI (2020) – Mapa de clasificación climática del Perú (Texto). Lima, Perú. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2185020/Climas%20del%20Per%C3%BA%3A%20Mapa%20de%20Clasificaci%C3%B3n%20Clim%C3%A1tica.pdf>.

Vilchez, M.; Ochoa, M. & Pari, W. (2019). Peligro geológico en la región Ayacucho. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 70, 232 p., 9 mapas. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2480>.

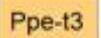
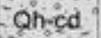
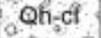
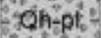
Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

ANEXO 1: MAPAS



LEYENDA

Unidades litoestratigráficas

	Ppe-t3	Formación Ticllas
	Qh-cd	Depósito coluvio-deluvial
	Qh-cl	Depósito coluvial
	Qh-pl	Depósito proluvial

Simbología

	Acco Capillapata
	caminos
	Curvas 5 m
	Drenaje
	vía_vecinal
	Área de estudio



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Región Ayacucho
Provincia Huamanga
Distrito Socos

MAPA GEOLÓGICO DE LA COMUNIDAD DE ACCO CAPILLAPATA

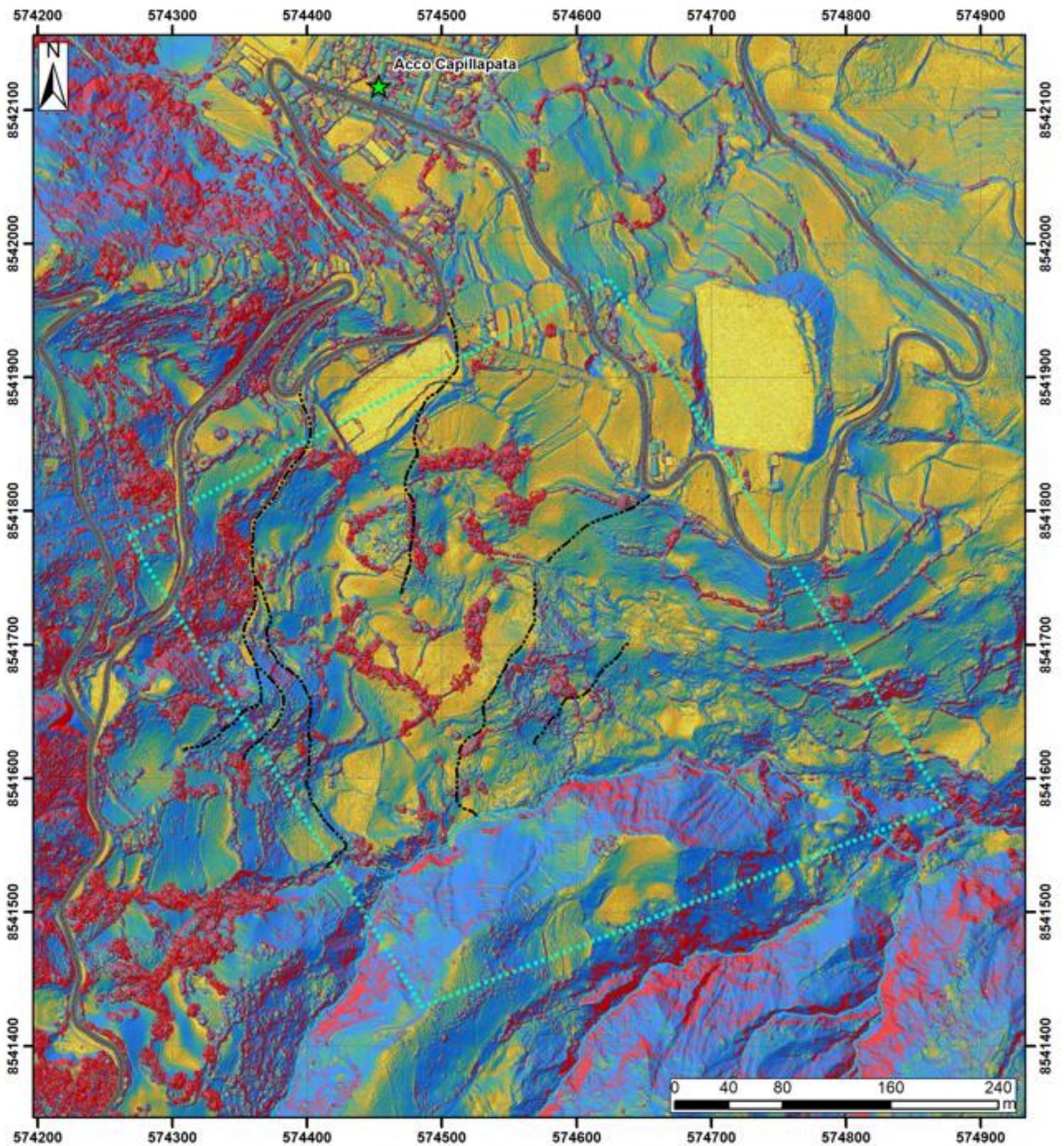
Escala: 1/4000 Elaborado por: Coorimanya Ely

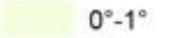
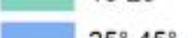
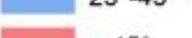
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84

Versión digital 2022 Impreso: Diciembre 2022

MAPA

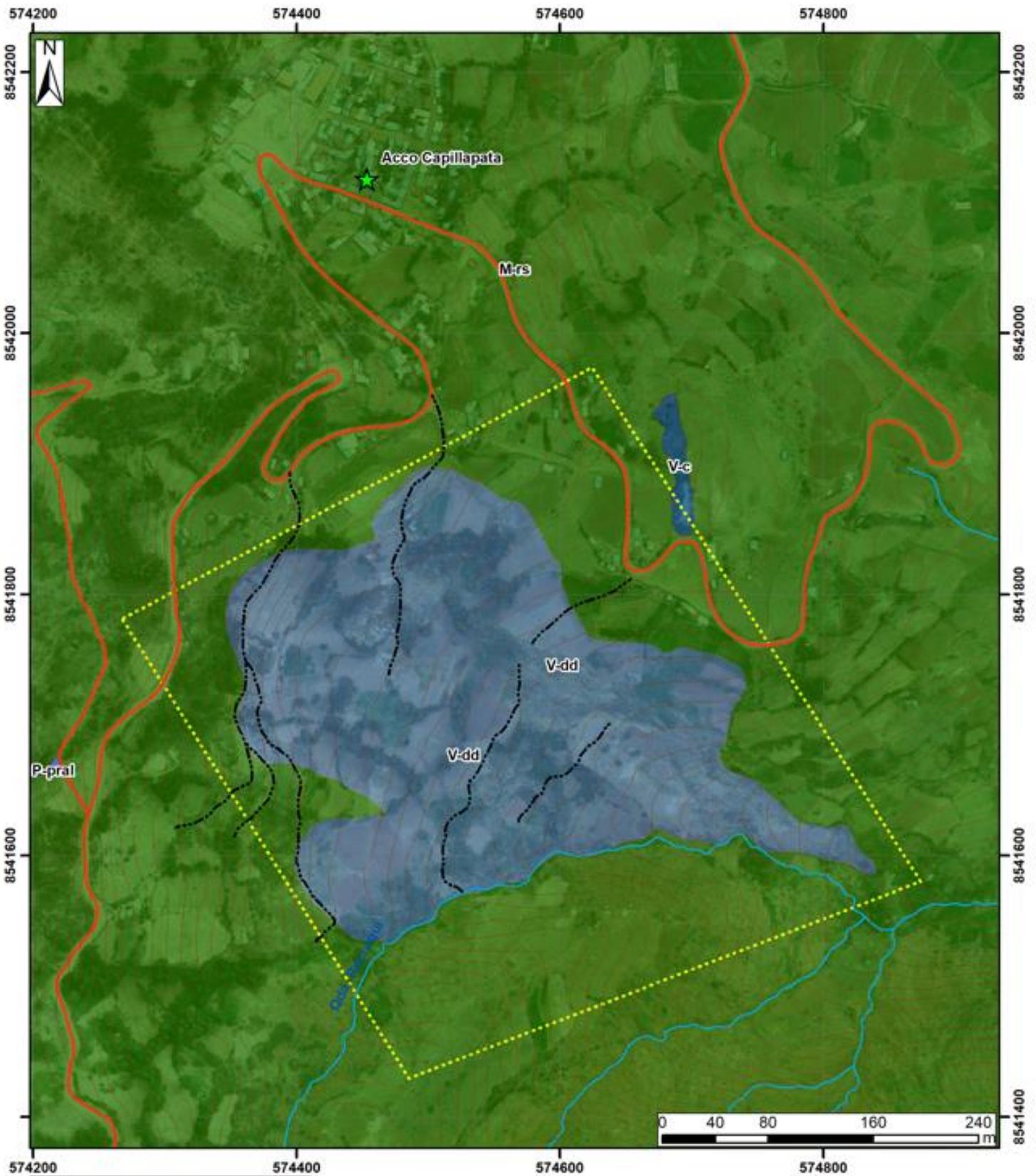
01



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

Simbología	
	vía_vecinal
	Acco Capillapata
	ÁREA_estudio
	Drenaje
	caminos

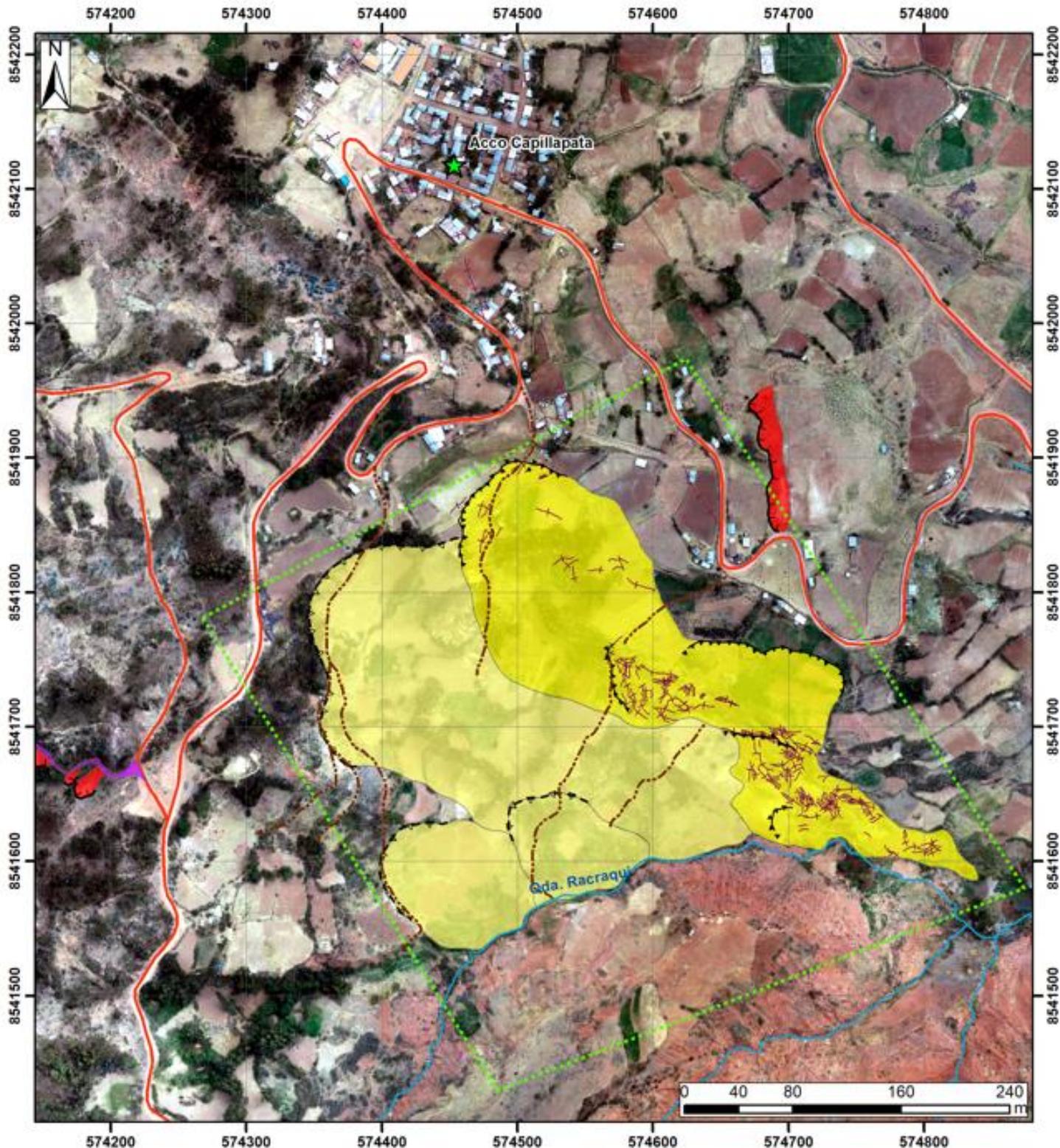
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO Región Ayacucho Provincia Huamanga Distrito Socos	
MAPA DE PENDIENTES DE LA COMUNIDAD ACCO CAPILLAPATA	
Escala: 1/4000	Elaborado por: Ccorimanya Ely
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Versión digital 2022	Impreso: Diciembre 2022
MAPA 02	



LEYENDA	
Subunidades Geomorfológicas	
M-rs	Montaña en roca sedimentaria
V-c	Vertiente coluvial
V-dd	Vertiente con depósito de deslizamiento
P-pral	Piedemonte proluvial o aluviotorrencial

Simbología	
★	Acco Capillapata
-----	caminos
~~~~~	Curvas 5 m
~~~~~	Drenaje
—	vía_vecinal
□	Área de estudio

 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO Región Ayacucho Provincia Huamanga Distrito Socos	
MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA COMUNIDAD DE ACCO CAPILLAPATA	
Escala: 1/4000 Elaborado por: Ccorimanya Ely	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84	03
Versión digital 2022 Impreso: Diciembre 2022	



LEYENDA

Tipo de peligros geológicos

- Derrumbe activo
- Deslizamiento rotacional Inactivo latente
- Deslizamiento rotacional activo
- Flujo de detritos activo

SIMBOLOGIA

- Drenaje
- caminos
- Acco Capillapata
- Área de estudio
- Escarpe de derrumbe
- Escarpe de deslizamiento Activo
- Escarpe de deslizamiento antiguo
- Grietas
- Vía vecinal


 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Región Ayacucho
Provincia Huamanga
Distrito Socos

**PELIGROS GEOLÓGICOS DE LA
COMUNIDAD DE ACCO CAPILLAPATA**

Escala: 1/4000	Elaborado por: Ccorimanya Ely	MAPA 04
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Diciembre 2022	

ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

A. Medidas de mitigación para deslizamientos.

1) Uso de vegetación

El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes es muy debatido; el estado del uso actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización de las plantas sobre el suelo, no ha tenido una explicación universalmente aceptada. Sin embargo, la experiencia ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, reptación y fallas subsuperficiales (J. Suárez Díaz, 1998). Para poder analizar los fenómenos del efecto de la vegetación sobre el suelo se requiere investigar las características específicas de la vegetación en el ambiente natural que se esté estudiando. Entre los factores se sugiere analizar los siguientes:

- Volumen y densidad de follaje, tamaño, ángulo de inclinación y aspereza de las hojas, altura total de la cobertura vegetal, presencia de varias capas diferentes de cobertura vegetal, tipo, forma, profundidad, diámetro, densidad, cubrimiento y resistencia del sistema de raíces.
- El tipo de vegetación, tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales: En primer lugar, tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y, además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces.
- Como controlador de infiltraciones tiene un efecto directo sobre el régimen de aguas subterráneas y actúa posteriormente como secador del suelo al tomar el agua que requiere para vivir.

Otras medidas son:

2) Construir zanjas de coronación

Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas de lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe (figura 14).

Se debe tener en cuenta el mantenimiento periódico que debe efectuarse en las zanjas de coronación, a fin de evitar problemas que pueden incidir en la estabilidad del talud.

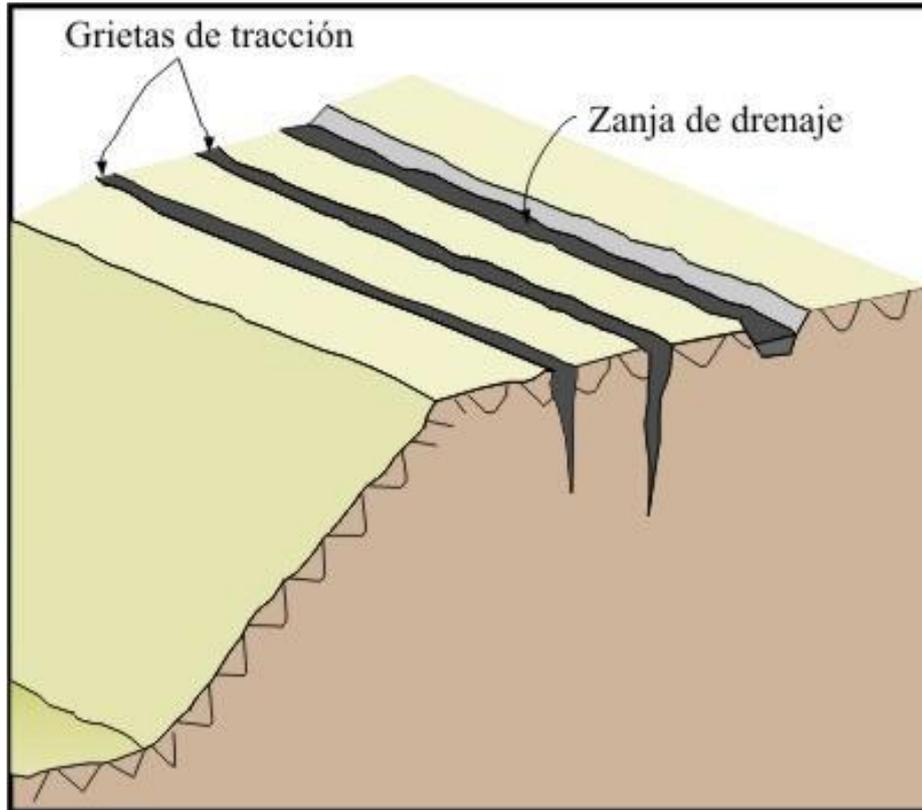


Figura 14. Canales de coronación.