

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7332

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR DE UMACCATA BAJA

Departamento Apurímac
Provincia Abancay
Distrito Abancay



DICIEMBRE
2022

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL
SECTOR DE UMACCATA BAJA**
(Distrito Abancay, provincia Abancay, departamento Apurímac)

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

Equipo de investigación:

Ángel Gonzalo Luna Guillén
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 el sector de Umaccata baja: Distrito Abancay, provincia Abancay, departamento Apurímac. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7332, 52 p.

ÍNDICE

1. RESUMEN	4
2. INTRODUCCIÓN	5
2.1. Objetivos del estudio	5
2.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
2.3. Aspectos generales.....	9
2.3.1. Ubicación	9
2.3.2. Población	9
2.3.1. Accesibilidad	10
2.3.1. Clima	13
3. DEFINICIONES	14
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS	18
4.1. Unidades litoestratigráficas	18
4.1.1. Grupo Mitu	18
4.1.2. Depósito coluvial (Qh-co).....	21
4.1.3. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd).....	22
5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	29
5.1. Pendientes del terreno	29
5.2. Unidades geomorfológicas.....	31
5.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	31
5.2.1. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	32
6. PELIGROS GEOLÓGICOS	33
6.1. Peligros por movimientos en masa.....	33
6.1.1. Deslizamiento de Umaccata Baja.....	33
6.1.2. Daños y afectaciones	40
6.1. Factores condicionantes	42
6.2. Factores desencadenantes	43
7. CONCLUSIONES	45
8. RECOMENDACIONES	46
9. BIBLIOGRAFÍA	47

1. RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el sector de Umaccata Bajo, situado al noroeste de la ciudad de Abancay, ladera sureste del cerro Lacrajasa, en la margen derecha del río Mariño, afluyente del río Pachachaca. Políticamente pertenece a la jurisdicción distrital de Abancay, provincia de Abancay, departamento Apurímac. 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 para los tres niveles de gobierno.

En la zona evaluada afloran areniscas, lutitas, andesitas basálticas y traquiandesitas altamente meteorizadas y muy fracturadas a fragmentados del Grupo Mitu, dicho substrato rocoso se encuentra cubierto por depósitos coluvio-deluviales, originados por movimientos en masa antiguos y procesos deluviales, como los del deslizamiento ocurrido en diciembre del 2021. Este depósito se observa mediamente consolidado con una textura arenosa, conformada de bolos (3%), cantos (5%), gravas (15%), gránulos (22%) y arenas (10%), envueltos en una matriz de limos (15%) y arcilla (15%), la forma promedio de los fragmentos de roca es subredondeada a subangulosa, envueltas en una matriz medianamente plástica; por sus características se le considera susceptible a generar nuevos deslizamientos.

El deslizamiento se originó el 21 de diciembre del 2021, en un área aproximada de 0.79 Ha en la ladera inferior del sector Umaccata Baja con un salto de escarpe semicircular de 3.5 m, longitud corona de 70 m, y desnivel entre la escarpa y pie de deslizamiento de 47 m. Las obras de mejoramiento y corte de talud para la vía que conecta la ciudad de Abancay con el sector de Umaccata, en unos 165 m ha ido formando escarpas retrogresiva agrietamientos en el terreno de Umaccata Baja, dejando 07 viviendas expuestas, un parque local con afectaciones, y el enterramiento parcial de 165 m de la vía.

El deslizamiento podría afectar directamente 06 viviendas ubicadas dentro de los primeros 25 m desde la escarpa del deslizamiento y 01 vivienda ubicada en el extremo derecho del pie de la masa deslizada.

Dentro de los factores que condicionaron la ocurrencia del deslizamiento, en la ladera inferior del sector de Umaccata, se consideran: el corte de talud que modificó la pendiente de la ladera de 30° a 35°, la pérdida de cobertura vegetal, la infiltración de aguas domésticas y de riego provenientes del sector de Umaccata baja por el deficiente sistema de desagüe, riego no controlado, así como la falta de obras de drenajes.

Por las características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas en el sector de Umaccata Baja, se le considera de **Peligro Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa **y al área delimitada con polígono rojo, como zona crítica.**

Se recomienda la reubicación temporal de por lo menos 07 viviendas hasta lograr la estabilidad de la ladera, teniendo que desarrollar estudios de EVAR para determinar el nivel de riesgo, complementar con cálculos de factor de seguridad, y caracterización geotécnica para un correcto diseño de banquetas en la ladera, acompañando las obras con medidas de protección de talud como por ejemplo, mallas electro soldadas y concreto lanzado, así como la perforación e instalación de pernos anclados y sistemas de drenaje subterráneo; finalmente, la obra debería contemplar geomembranas o agro-textiles, para protegerla en su totalidad y favorecer el crecimiento de vegetación.

2. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo el oficio N° 0292-2022-A-MPA, de la Municipalidad provincial de Abancay, donde solicita la inspección de peligros geológicos en el sector denominado Umaccata Baja, distrito y provincia de Abancay, departamento Apurímac, La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designa a los Ingenieros Gonzalo Luna Guillén y Guisela Choquenaira Garate, realizar la evaluación de peligros geológicos, los cuales se llevaron a cabo el 14 de septiembre de 2022, en coordinación con la Municipalidad provincial de Abancay

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

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

2.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que puedan afectar al sector denominado Umaccata Baja.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos en el sector de inspección.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la etapa de campo.

2.2. Antecedentes y trabajos anteriores

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

- A) Boletín N° 71 de Ingemmet serie C, “Evaluación integral de la cuenca del río Mariño (Abancay, Apurímac) para la prevención de desastres de origen geológico y geohidrológico” (Villacorta et al.,2019). Muestra el mapa litológico de la cuenca Mariño, donde el sector de inspección (Umaccata) presenta rocas volcano-sedimentarias (Grupo Mitu) y depósitos coluvio-deluviales (figura 1); geomorfológicamente se presenta vertientes coluviales y de detritos (figura 2), hidrogeológicamente el sector corresponde a acuitardos volcano-sedimentarios, en cuanto a peligros geológicos este boletín identifica al sector de inspección como un área con deslizamientos antiguos (figura 3) y con susceptibilidades muy altas, altas y medias a sufrir procesos de movimientos en masa (figura 4).

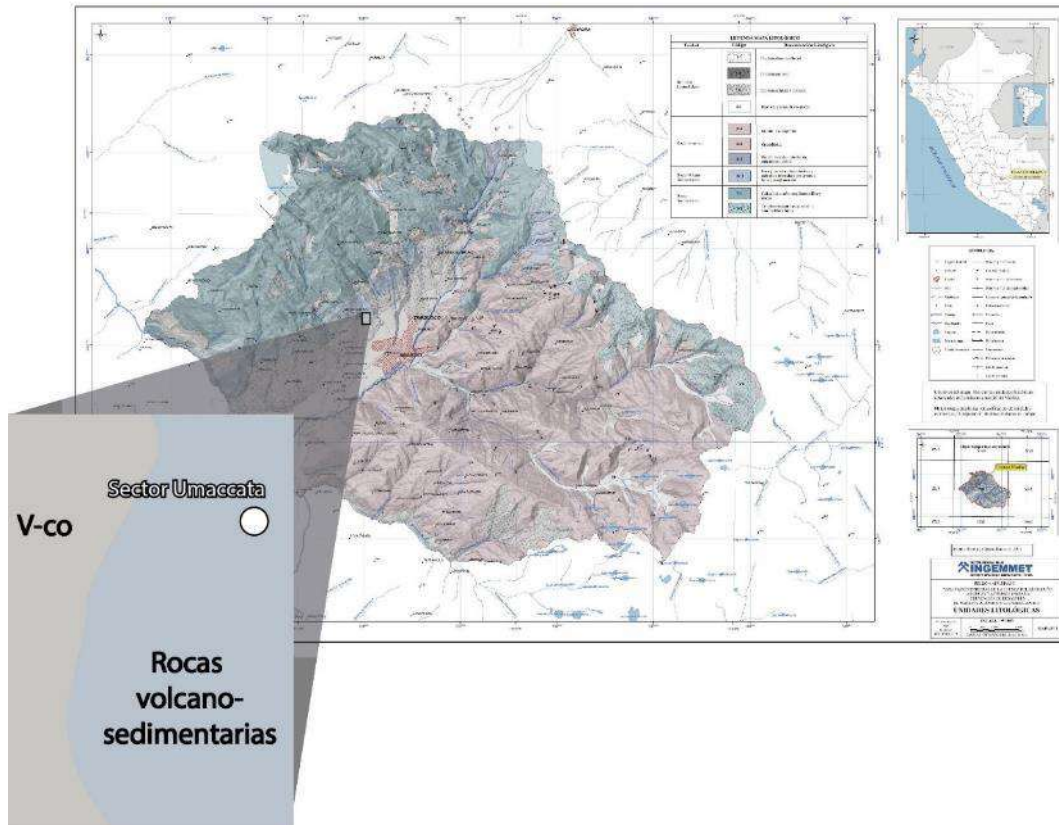


Figura 1. Mapa litológico de la cuenca Mariño, resaltando el área de inspección.
 Fuente: Villacorta et al.,2019, Escala 1:50 000.

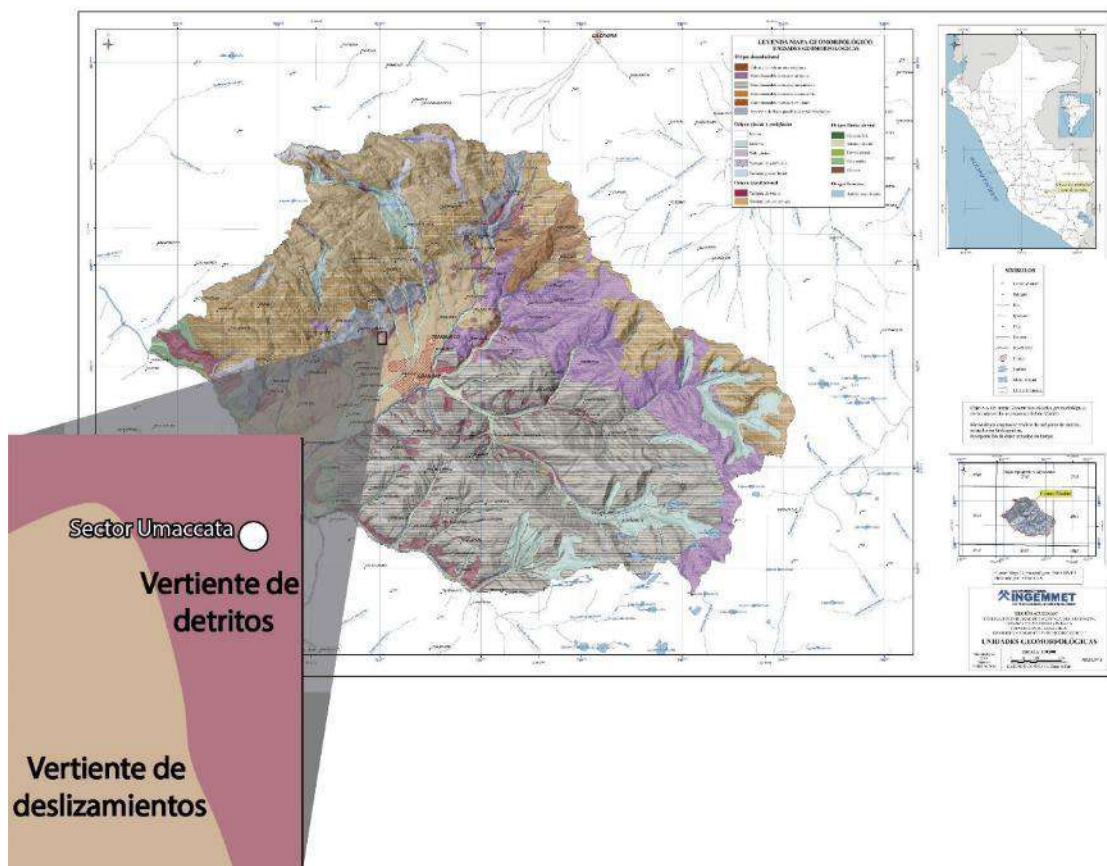


Figura 2. Mapa geomorfológico de la cuenca Mariño, resaltando el área de inspección.
 Fuente: Villacorta et al.,2019, Escala 1:50 000.

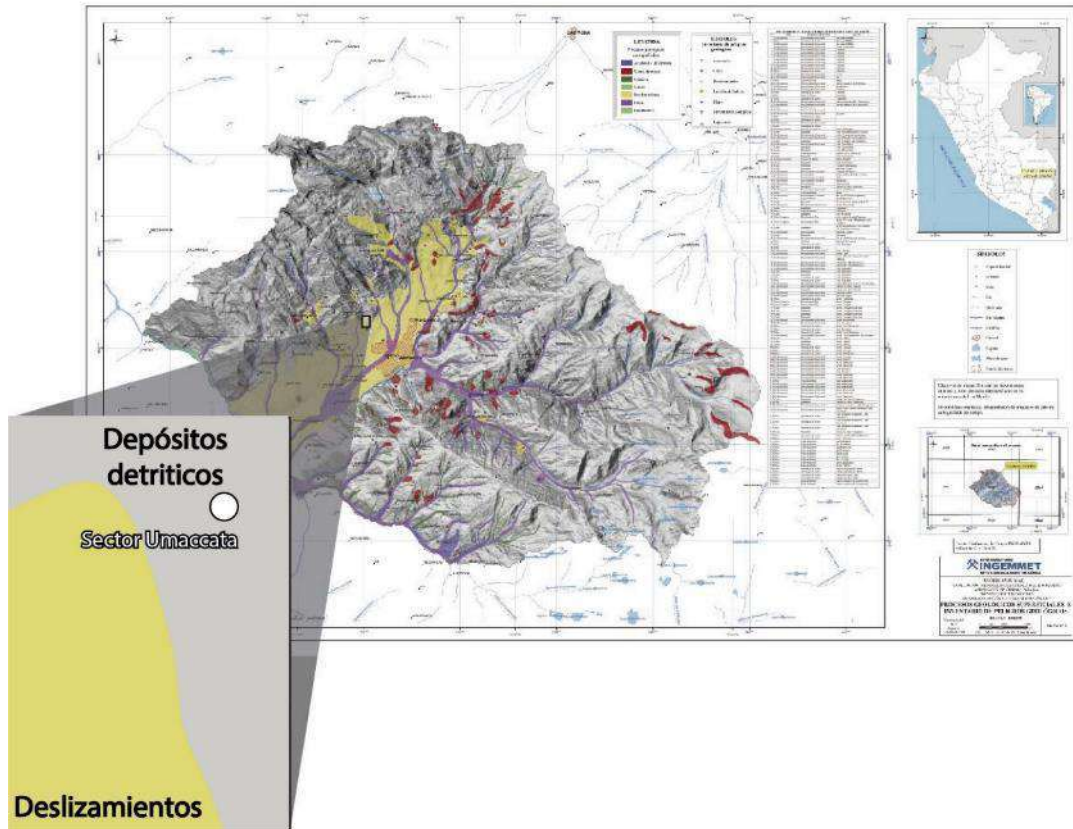


Figura 3. Mapa de procesos geológicos de la cuenca Mariño, resaltando el área de inspección.
 Fuente: Villacorta et al.,2019, Escala 1:50 000.

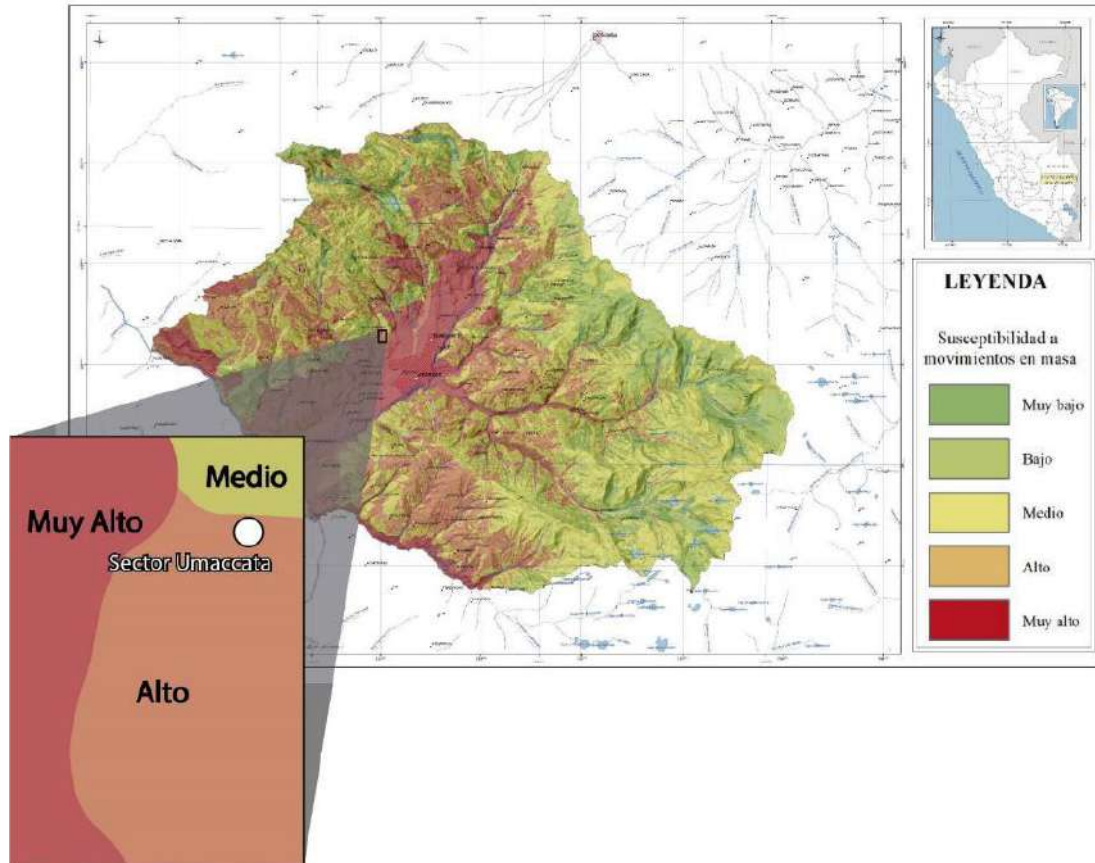


Figura 4. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la cuenca Mariño, resaltando el área de inspección.

Fuente: Villacorta et al.,2019, Escala 1:50 000.

- A) En el Reporte complementario N°186-9/1/2022/ COEN – INDECI/17:20 HORAS, describe que el 29 de diciembre del 2021 a las 5:00 horas, como consecuencia de lluvias locales se produjo el deslizamiento de la parte superior de una ladera, causando daños a las viviendas y medios de vida de la localidad de Umaccata Baja. Este evento habría dejado 25 familias damnificadas, 7 viviendas inhabitables, 150 m de caminos rurales afectados y 1.5 ha de cultivo perdido.

- B) En la Memorias descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Abancay (28-q), escala 1:50 000 (Valdivia y Latorre 2003), describe que en el área de inspección afloran areniscas, pelitas rojas, conglomerados con clastos de calizas, rocas volcánicas, niveles volcánicos de andesitas, cuarcitas y mica esquistos del Grupo Mitu, cubiertos por depósitos coluviales compuestos por bloques y cantos angulosos de tamaño variable, envueltos en una matriz areno-limosa.

2.3. Aspectos generales

2.3.1. Ubicación

El sector de Umaccata Baja, se ubica al noroeste de la ciudad de Abancay, ladera sureste del cerro Lacrajasa en la margen derecha del río Mariño, afluyente del río Pachachaca.

Políticamente, se encuentra en el distrito y provincia de Abancay, departamento de Apurímac.

Las coordenadas del área de estudio se detallan en el cuadro siguiente y se muestran en la figura 2:

Cuadro 1. Coordenadas del área de inspección en el sector de Umaccata Baja.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	727923.00 m E	8492883.00 m S	-13.623877°	-72.893229°
2	728205.00 m E	8492884.00 m S	-13.623846°	-72.890623°
3	728202.00 m E	8493285.00 m S	-13.620223°	-72.890683°
4	727924.00 m E	8493283.00 m S	-13.620263°	-72.893251°
COORDENADA CENTRAL ÁREA DEL SECTOR DE UMACCATA BAJA				
cc	728077.00 m E	8493029.00 m S	-13.622546°	-72.891818°

2.3.2. Población

En cuanto a la población en el área de inspección, según el sistema de Información geográfica del Instituto Nacional de estadística e Informática (INEI, 2017*), el sector de Umaccata con código de ubigeo 0301010011 posee 60 viviendas con 100 habitantes <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/> , sin embargo, según la información de la Municipalidad provincial de Abancay y el oficio N°051-2022-SGGRD/MPA, el área de inspección contaría con un aproximado de 30 familias (figura 5 y cuadro 2).



Figura 5. Vista de la consulta de centro poblados del Sistema de Información Geográfica <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

Cuadro 2. Características del sector de Umaccata Baja publicadas por el INEI
<http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>.

Descripción	Total	Descripción	Total
DEPARTAMENTO	APURIMAC	TRANSPORTE DE MAYOR USO	CAMINANDO
PROVINCIA	ABANCAY	ALUMBRADO PUBLICO	NO
DISTRITO	ABANCAY	TRANSPORTE DE MAYOR USO	a pie
SECTOR	HUMACCATA	HELADAS /NEVADAS	NO
CATEGORIA	-	GRANIZADAS	si
VIVIENDAS	60	LLUVIAS	si
POBLACIÓN	100	SEQUIAS	si
AGUA POR RED PUBLICA	SI	VENDA VALES (VIENTOS FUERTES)	si
ENERGIA ELECTRICA EN LA VIVIENDA	SI	INUNDACIONES	no
DESAGUE POR RED PUBLICA	NO	DERRUMBES/DESLIZAMIENTOS	no
VIA DE MAYOR USO	camino de herradura / trocha	HUAYCOS / ALUDES/ALUVIONES	no

2.3.1. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Cusco, a través de vías asfaltadas, trochas carrozables y caminos vecinales, siguiendo la ruta y accesos del cuadro 3 (figura 6).

Cuadro 3. Rutas y accesos a la zona de evaluación

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cusco - Abancay	Vía asfaltada	194 km	4 h 50 min
Abancay - Umaccata	Vía asfaltada	1 km	15 min



Figura 6. Rutas de acceso al sector de Umaccata Baja en el distrito y provincia de Abancay, departamento de Apurímac desde la ciudad de Cusco.

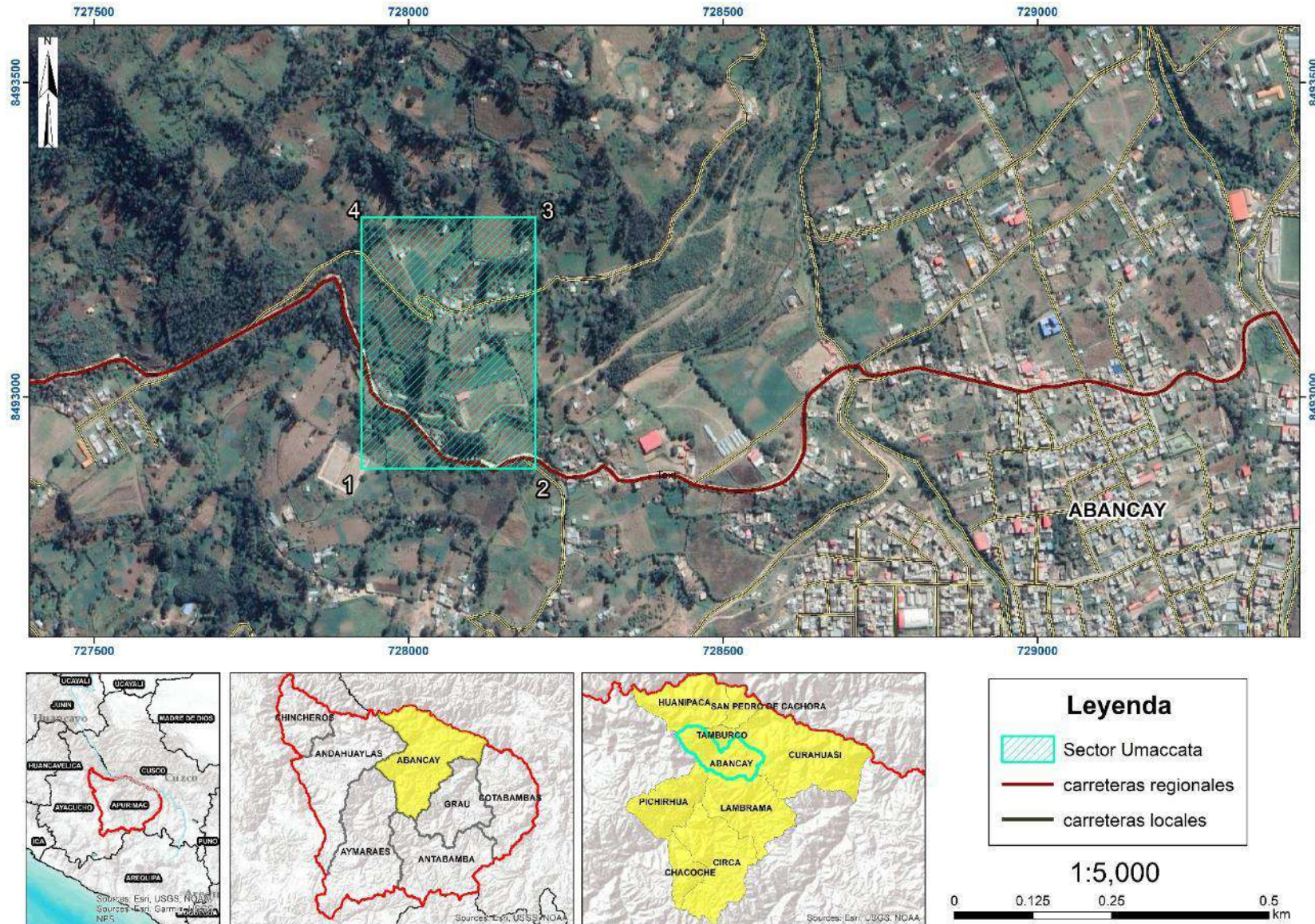


Figura 7. Mapa de ubicación política del área de inspección, referente al sector denominado Umaccata Baja.

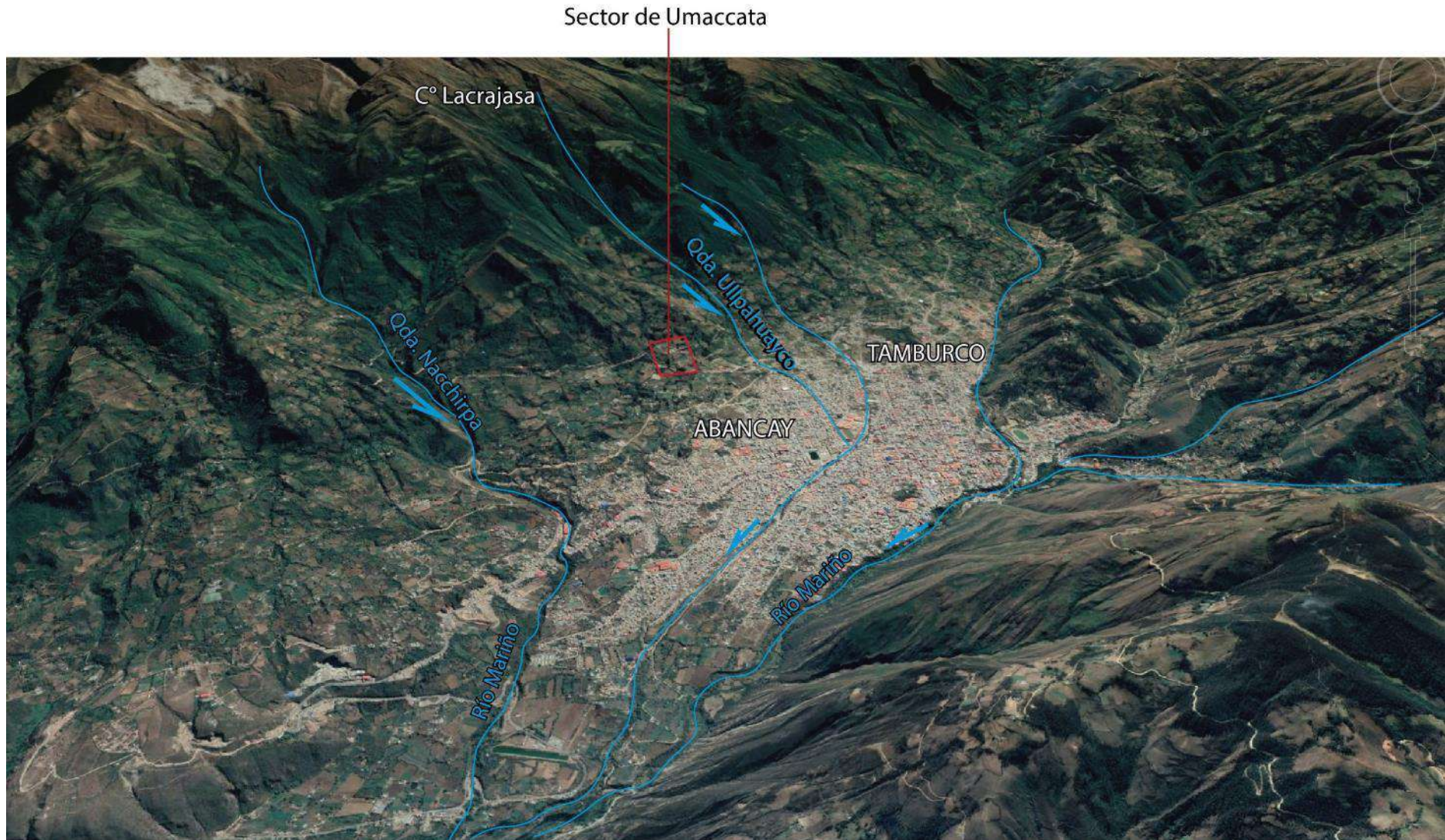


Figura 8. Mapa de ubicación política del área de inspección, referente al sector denominado Umaccata Baja.

2.3.1. Clima

El clima se caracteriza por presentar una temporada lluviosa muy marcada entre los meses de diciembre a marzo, con temperaturas promedio de 16 °C, así como una temporada de estiaje el resto del año, con temperaturas máximas de 25 °C y mínimas de 8 °C. Cabe resaltar que en los últimos años se registra un incremento inusual de las precipitaciones pluviales en esta región (Madueño, 2011).

En cuanto a la cantidad de lluvia y temperatura local, según fuente de datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos rasters y de satélite), la precipitación diaria máxima registrada en el último periodo 2018-2022, fue de 50.9 mm en el mes de febrero del 2021. Mientras que las temperaturas oscilaron en rangos de -6° y 26°C hasta el 2022 (figuras 10 y 11).

De igual manera los valores de NDVI (índices de vegetación), señalan que estas precipitaciones proporcionan al terreno valores promedio de 0.4 a 0.5 (vegetación escasa a moderada), figura 9

Este tipo de precipitaciones y valores de NDVI puede conllevar a la saturación de suelos, y posteriores movimientos en masa.

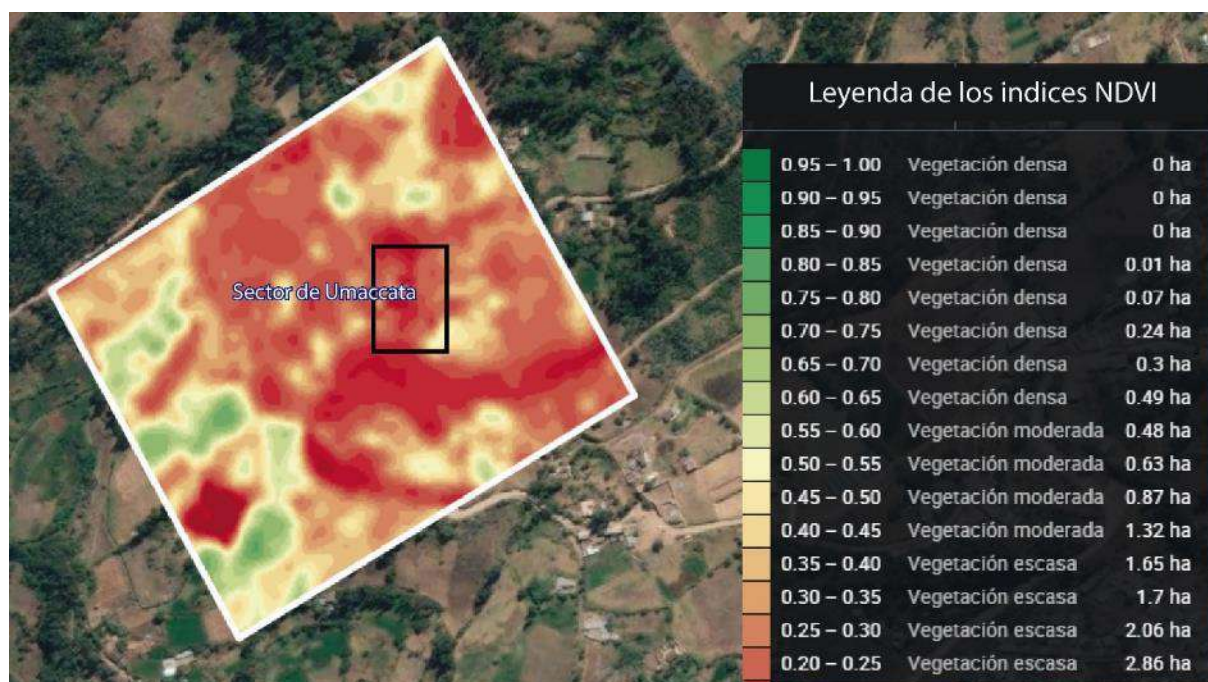


Figura 9. Visualización de los datos meteorológicos del sistema Crop Monitoring, muestra que el 2022, los índices de vegetación en el sector de Umaccata corresponden a vegetaciones escasas y moderadas.

Fuente: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7407143>

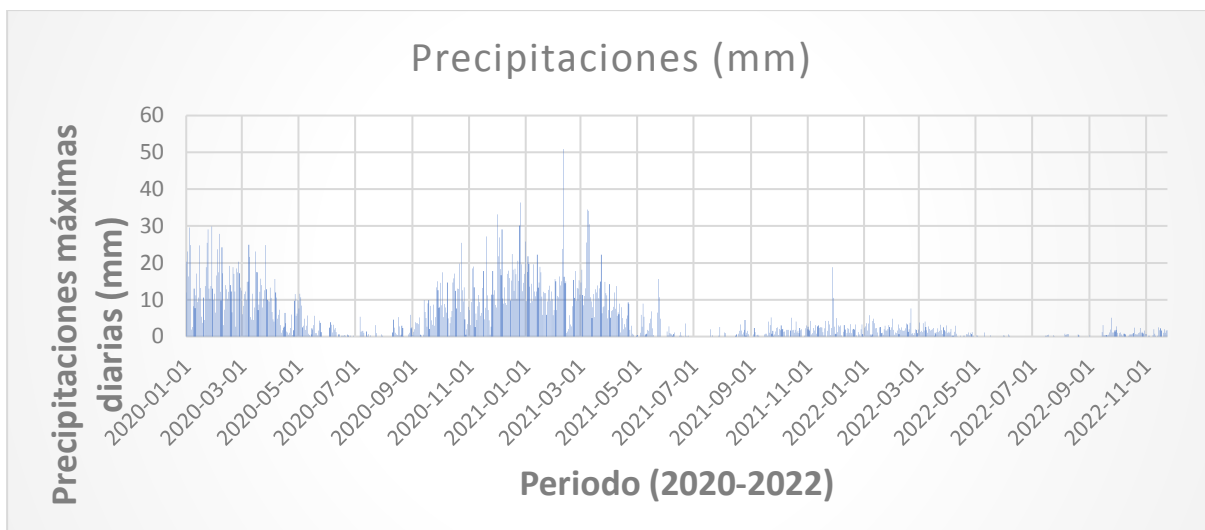


Figura 10. Precipitaciones máximas diarias según registros satelitales awhere, en el sector de Umaccata muestra un pico de 50.9 mm, registrado el 10 de febrero del 2021
Fuente: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7407143>

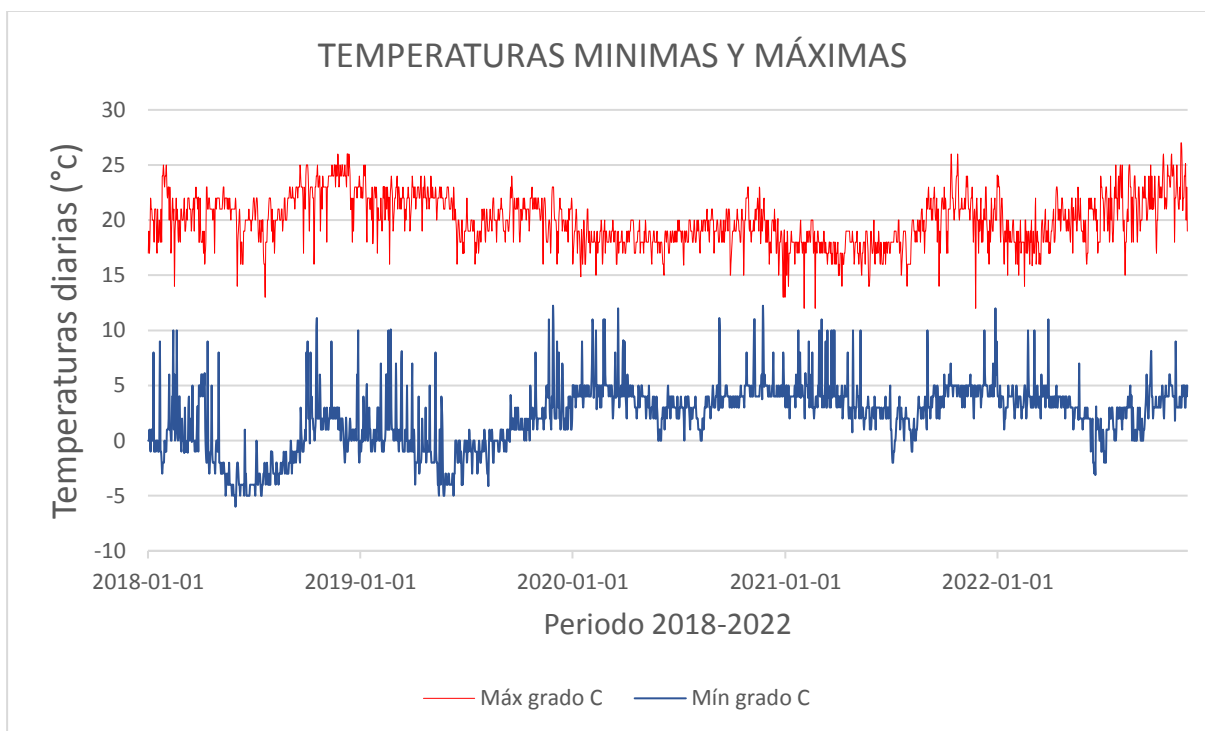


Figura 11. Temperaturas máximas y mínimas diarias según registros satelitales awhere, en el sector de Umaccata
Fuente: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7407143>

3. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las

Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

- Activo:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- Aluvial:** Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.
- Arcilla:** Suelo para ingeniería con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.
- Buzamiento:** Ángulo que forma la recta de máxima pendiente de un plano con respecto a la horizontal y puede variar entre 0° y 90°.
- Caída:** Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.
- Caída de rocas:** Tipo de caída producido cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando.
- Coluvio-deluvial:** Forma de terreno o depósito formado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), los cuales se encuentran interestratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.
- 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:** Movimiento ladera debajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).
- Deluvial:** Terreno constituido por enormes depósitos de materiales que fueron transportados por grandes corrientes de agua.

- 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.
- Formación geológica:** Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.
- Fractura:** Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan. Los rangos de fracturamiento rocoso, dependiendo del espaciamiento entre las fracturas, pueden ser: maciza, poco fracturada, medianamente fracturada, muy fracturada y fragmentada.
- Inactivo latente:** Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen
- Meteorización:** Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes. Los rangos de meteorización se clasifican en: roca fresca, ligeramente meteorizada, moderadamente meteorizada, altamente meteorizada, completamente meteorizada y suelo residual.
- Peligro o amenaza geológica:** 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.
- Suspendido:** Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento
- Susceptibilidad:** La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.
- 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:

Zona o área con peligros potenciales de acuerdo con la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico se desarrolló en base a la memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Abancay, 28-q (Valdivia y Latorre 2003),

4.1. Unidades litoestratigráficas

De manera general el área de estudio se encuentra sobre rocas de origen volcano-sedimentario de edad Pérmico/Triásico del Grupo Mitu, cubierto por depósitos cuaternarios coluviales y coluvio-deluviales.

A continuación, se describe brevemente la composición y características litológicas de los depósitos y formaciones identificadas en los trabajos de campo (Anexo 1-mapa 1-figura 12).

4.1.1. Grupo Mitu

Litológicamente, está compuesto por conglomerados, areniscas de composición feldespáticas de grano fino a grueso, limolitas y pelitas, que en conjunto son de color rojo a veces verdes. Los conglomerados presentan clastos subangulosos de volcánicos, intrusivos, areniscas y cuarcitas, englobados en una matriz areno-arcillosa. A los anteriores se intercalan algunos niveles de brechas volcánicas y andesitas caracterizadas en conjunto por sus coloraciones verdes y rojo violáceas (Valdivia & Latorre 2003).

Localmente se observaron lavas de andesitas basálticas, color gris oscuro, así como traquiandesitas de color gris claro, intercalados con lutitas, areniscas de color pardo con laminación paralela y estructuras de canal, así como limolitas y conglomerados de color pardo rojizo (fotografía 1).



Fotografía 1. Afloramientos del Grupo Mitu, obsérvese la areniscas y limolitas pardo-rojizas, en la base del afloramiento se ven lavas andesíticas basálticas de color oscuro, caídas por la fragmentación de rocas coordinadas UTM, WGS 84, 18 s: X-728003 & Y: 8492987.



Figura 12. A) Areniscas pardo-rojizas muy fracturadas en la base del deslizamiento de Umaccata, B) muestra traquiandesitas fragmentadas y C) el depósito coluvio-deluvial que cubre los afloramientos rocosos.

Cualitativamente estos afloramientos se describen como rocas de mala calidad, así las areniscas intercaladas con lutitas en la base del deslizamiento de Umaccata (figura 12-A) presentan una separación de fracturas entre 0.3 y 0.05 m (Muy fracturada), además de que más del 50% de estas rocas están descompuestas y se desprenden con facilidad (altamente meteorizada). Ver cuadros 4 y 5

Cuadro 4. Clasificación de la meteorización de las areniscas intercaladas con lutitas del Grupo Mitu (Grado de fracturamiento de rocas ISRM,1981)

INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO				
NOMBRE	SEPARACIÓN	DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN
F1	>3 m	Maciza	Fracturas espaciadas entre si	
F2	3-1 m	Poco fracturada	Fracturadas espaciadas a veces no distinguibles	
F3	1-0.3 m	Medianamente fracturado	Espaciamiento regular entre fracturas	
F4	0.3-0.05 m	Muy fracturado	Fracturas muy proximas entre si, se separan en bloques tabulares	X
F5	< 0.05 m	fragmentado	La roca se muestra astillosa y se se sepran en lajas con facilidad	

Cuadro 5. Clasificación de la meteorización de las areniscas intercaladas con lutitas del Grupo Mitu (Grado de meteorización de rocas ISRM,1981)

GRADO DE METEORIZACIÓN				
NOMBRE	DESCRIPCIÓN			CLASIFICACIÓN
A1	Roca fresca	No hay signos visibles de meteorización, ligera decoración	-	
A2	Ligeramente meteorizado	Decoloración en la roca y en superficie de discontinuidades (fracturas).	<10%	
A3	Moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo.	10-50%	
A4	Altamente meteorizado	Más del 50%esta descompuesto y/o desintegrado a suelo, roca fresca o descolorida esta presente como testigos descompuestos.	50-60%	X
A5	Completamente meteorizado	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso esta aun en parte intacta.	>90%	
A6	Suelo residual	Todo el material rocoso esta convertido en suelo. La estructura	100%	

Las andesitas y traquiandesitas de la figura 12 B, se localizan en las coordenadas UTM, WGS 84, 18 s: X- 728016 & Y: 8492981, estas presentan menos de 0.05 m de espaciamento entre sus fracturas (roca fragmentada), además se observan alta a completamente meteorizada (cuadros 6 y 7).

Cuadro 6. Clasificación de la meteorización de andesitas y traquiandesitas intercaladas con lutitas del Grupo Mitu (Grado de fracturamiento de rocas ISRM,1981)

INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO				
NOMBRE	SEPARACIÓN	DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN
F1	>3 m	Maciza	Fracturas espaciadas entre si	
F2	3-1 m	Poco fracturada	Fracturadas espaciadas a veces no distinguibles	
F3	1-0.3 m	Medianamente fracturado	Espaciamiento regular entre fracturas	
F4	0.3-0.05 m	Muy fracturado	Fracturas muy proximas entre si, se separan en bloques tabulares	
F5	< 0.05 m	fragmentado	La roca se muestra astillosa y se se sepran en lajas con facilidad	X

Cuadro 7. Clasificación de la meteorización de andesitas y traquiandesitas del Grupo Mitu(Grado de meteorización de rocas ISRM,1981)

GRADO DE METEORIZACIÓN				
NOMBRE	DESCRIPCIÓN			CLASIFICACIÓN
A1	Roca fresca	No hay signos visibles de meteorización, ligera decoración	-	
A2	Ligeramente meteorizado	Decoloración en la roca y en superficie de discontinuidades (fracturas).	<10%	
A3	Moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo.	10-50%	
A4	Altamente meteorizado	Más del 50%esta descompuesto y/o desintegrado a suelo, roca fresca o descolorida esta presente como testigos descompuestos.	50-60%	X
A5	Completamente meteorizado	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso esta aun en parte intacta.	>90%	X
A6	Suelo residual	Todo el material rocoso esta convertido en suelo. La estructura	100%	

4.1.2. Depósito coluvial (Qh-co)

Los depósitos coluviales, sobreyacen al Grupo Mitu, fueron conformadas por movimientos en masa de tipo deslizamientos. Estos depósitos se observan con una textura harinosa, conformada por bolos (5%), cantos (10%), gravas (30%), gránulos (20%) y arenas (10%), envueltos en una matriz limo-arcillosa suelto, el porcentaje referencial del material, así como la forma promedio de los fragmentos rocosos se describen en el cuadro 8.

Adicionalmente se pudo observar que los bolos presentan diámetros conformados por andesitas basálticas con diámetros máximos entre 1.7 y 2.5 m. Estos se desprendieron de los afloramientos del Grupo Miitu y de los bloques englobados en el depósito coluvio -deluvial que se deslizó el 29 de diciembre del 2021 (figuras 13 y 14.)

Cuadro 8. Descripción preliminar de las características del depósito coluvial en el sector de Umaccata.Baja.

GRANULOMETRIA	PORCENTAJE (%)	REDONDEZ	FORMA	PLASTICIDAD
Bolos	5	subangulosos	esférico	
Cantos	10	subangulosos	esférico	
Gravas	30	subangulosos	esférico	
Gránulos	20	Redondeados	esférico	
Arenas	10	-		
Limos	15	-		Medianamente plástico
Arcillas	10	-		Alta plasticidad

Este depósito se considera altamente susceptible a sufrir nuevos procesos de movimientos de masa como deslizamientos y derrumbes.

4.1.3. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)

Estos depósitos están constituidos por la intercalación de depósitos de origen coluvial (caídas de rocas, derrumbes y deslizamientos) y deluvial (procesos de erosión con bajo transporte), que se encuentran entrecruzados haciendo difícil separar uno del otro, estos se presentan adosados a la ladera sureste del cerro Lacrajasa, cubriendo el substrato rocoso (Gpo. Mitu). Estos depósitos se observan con una textura harinosa, conformada por bolos (3%), cantos (5%), gravas (15%), gránulos (22%), arenas (10%) envueltos en una matriz limo-arcillosa (30%) poco consolidado (cuadro 9, figuras 15 y 16).

Cuadro 9. Descripción preliminar de las características del depósito coluvio-deluvial en el sector de Umaccata

GRANULOMETRIA	PORCENTAJE (%)	REDONDEZ	FORMA	PLASTICIDAD
Bolos	3	subangulosos	esférico	
Cantos	5	subangulosos	esférico	
Gravas	15	subangulosos	esférico	
Gránulos	22	Redondeados	esférico	
Arenas	10	-		
Limos	15	-		Medianamente plástico
Arcillas	15	-		Alta plasticidad

Los cortes A-A', B-B' y C-C' del mapa geológico (anexo 1-mapa 1), muestra que la ladera sur este (Grupo Mitu) estaba cubierta por depósitos coluvio-deluviales medianamente a poco consolidados, a raíz del corte de talud se produjo el deslizamiento del 2021 (deposito coluvial) que involucro material detrítico del depósito coluvio-deluvial y rocas fracturadas del Grupo Mitu (figuras 17-19).

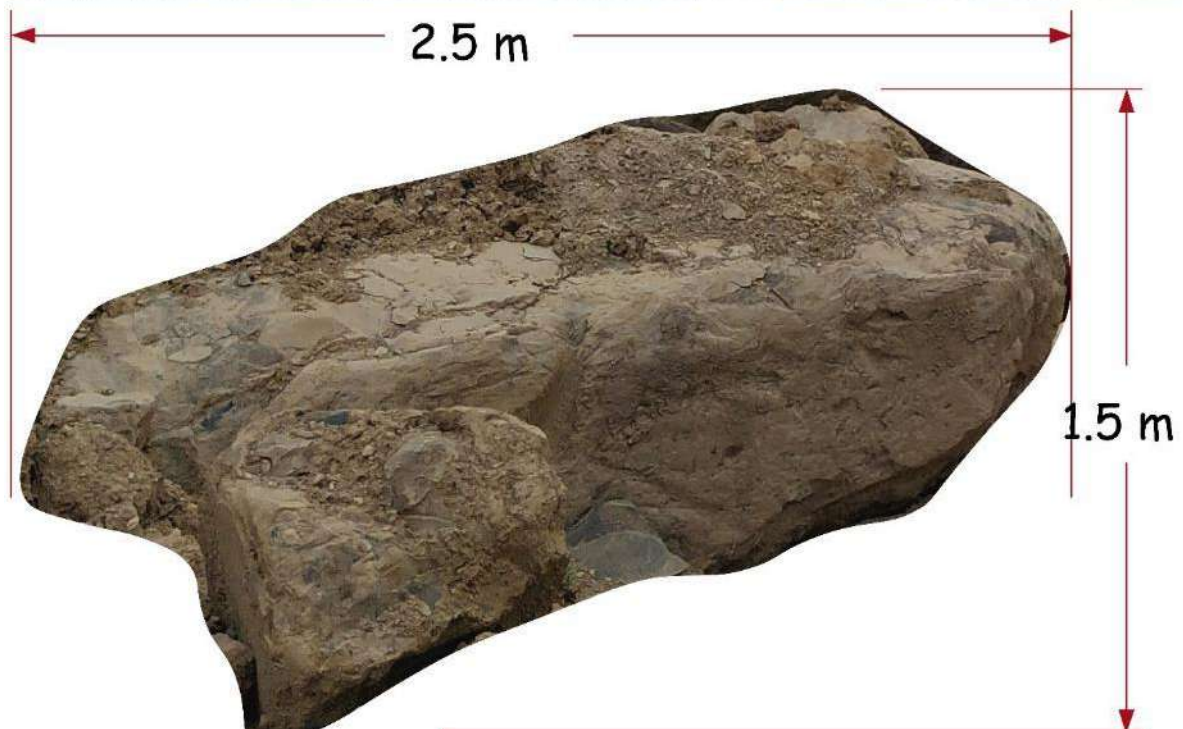


Figura 13. Bolos con diámetros de 2.5 m en el depósito coluvial del deslizamiento de diciembre del 2021.



Figura 14. Bolos de andesitas basálticas con diámetros de 1.7 m en el depósito coluvial del deslizamiento de diciembre del 2021.



Figura 15. Obsérvese la diferencia en el grado de consolidación entre los depósitos coluvio-deluviales (poco consolidado) y coluviales (suelos).



Figura 16. Bolos englobados en el depósito coluvio deluvial.

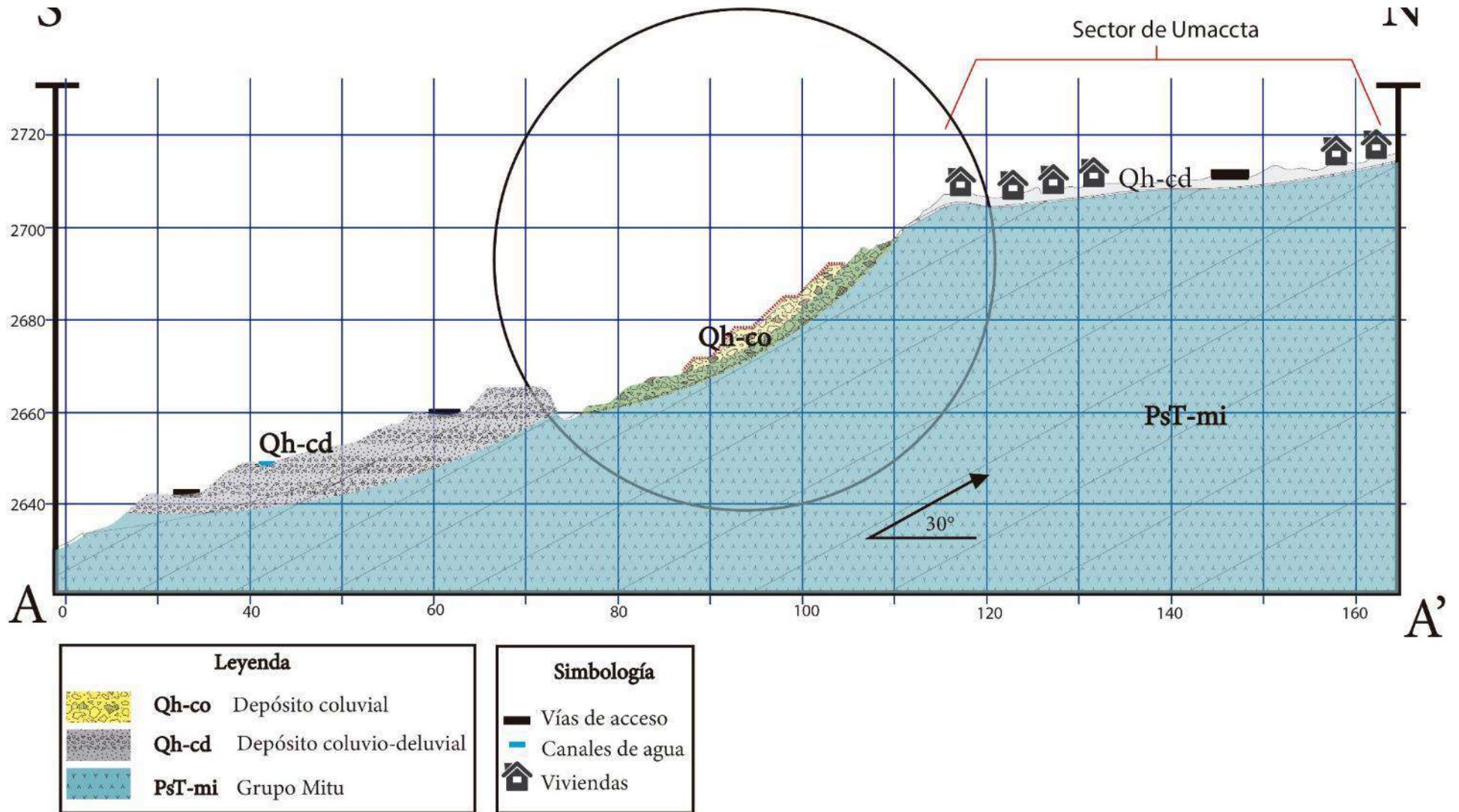
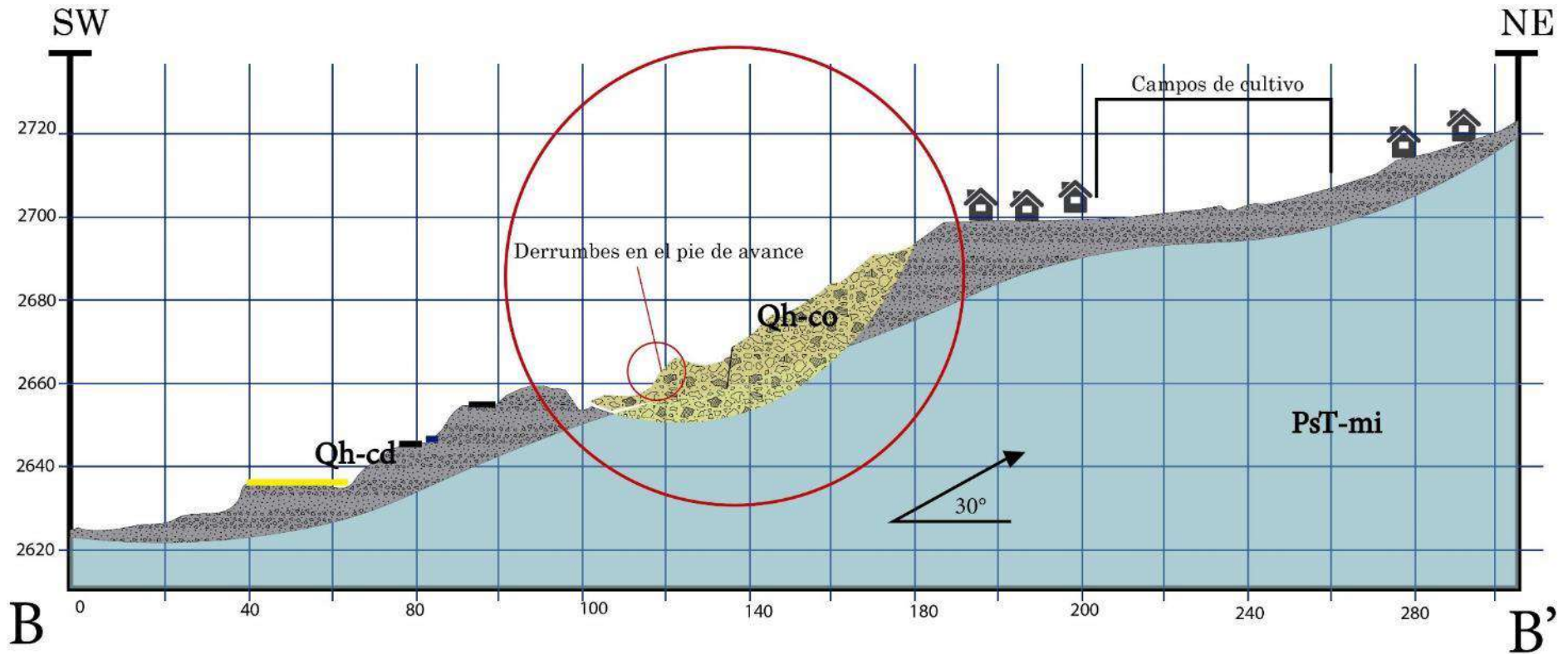


Figura 17. Perfil A-A' del mapa geológico (Anexo 1-mapa 1), muestra la configuración litoestratigráfica actual del sector de Umaccata Baja.



Leyenda		Simbología	
	Qh-co Depósito coluvial		Vías de acceso
	Qh-cd Depósito coluvio-deluvial		Canales de agua
	PsT-mi Grupo Mitu		Viviendas

Figura 18. Perfil B-B' del mapa geológico (Anexo 1-mapa 1), muestra la configuración litoestratigráfica actual del sector de Umaccata Baja.

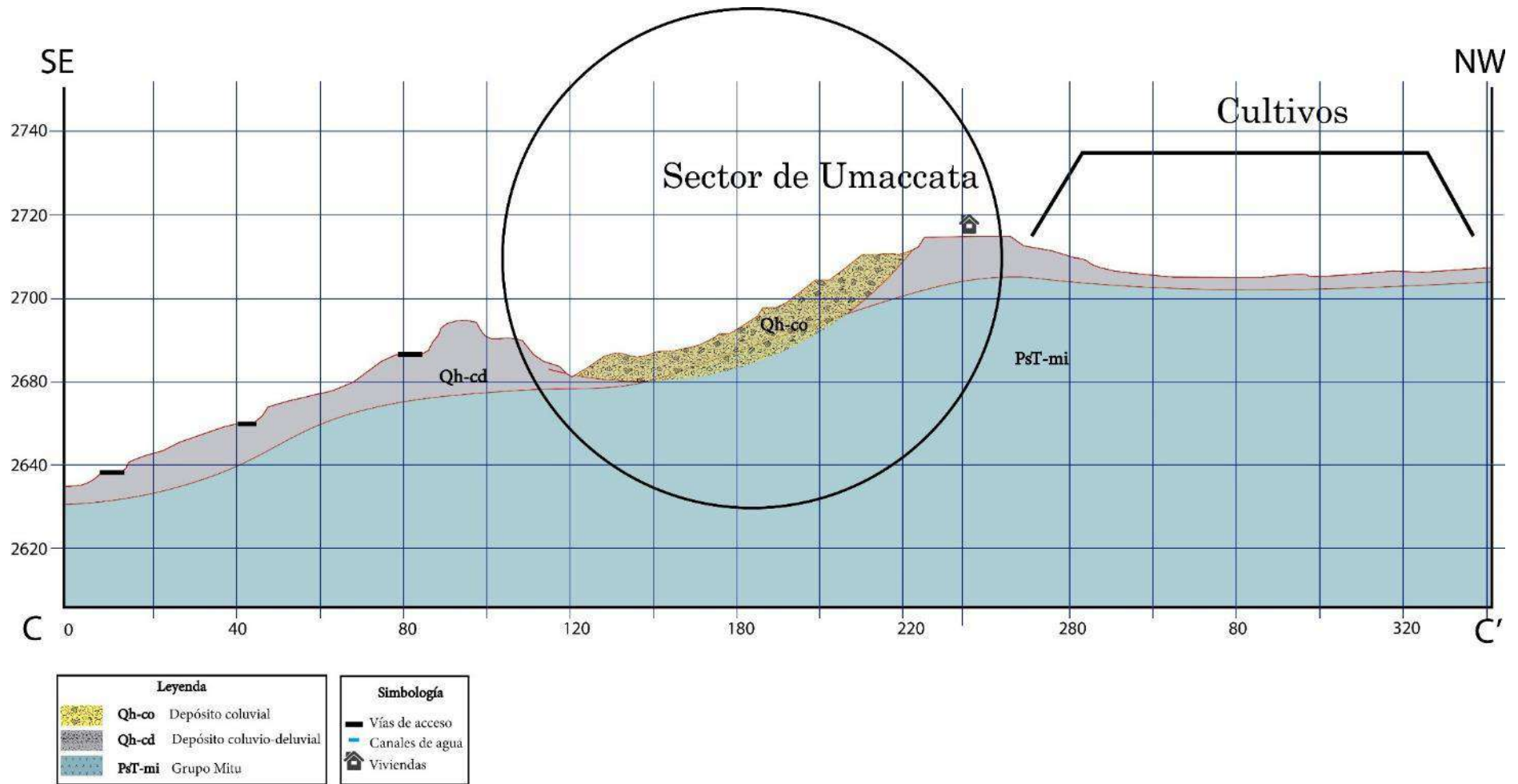


Figura 19. Perfil C-C' del mapa geológico (Anexo 1-mapa 1), muestra la configuración litoestratigráfica actual del sector de Umaccata Baja.

5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

5.1. Pendientes del terreno

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

El mapa de pendientes para el sector de Umaccata se obtuvo a partir de un modelo digital del terreno (MDT) de 0.05 m/px, obtenido a partir del procesamiento de imágenes aéreas con dron (fotogrametría).

Este MDT, fue calibrado con Google Mapper para realizar un remuestreo bilineal, con la finalidad de suavizar los posteriores rangos de pendiente.

En el área de inspección se han identificado 6 rangos de pendientes descritos en el cuadro 10, así como en el mapa 2 del anexo 1.

Cuadro 10. Rangos de pendiente identificados en el área de inspección. presentes en la leyenda del mapa 2, del anexo 1.

RANGO	DESCRIPCIÓN	SECTOR	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
0°-1°	Terreno Llano	Se diferencian pequeños sectores con esta pendiente (< 0.1 km ²), en terrenos cementados como las banquetas construidas para estabilizar el deslizamiento del 2021 (figura 20).	Terrenos intervenidos antrópicamente.
1°-5°	Terreno inclinado con pendiente suave	Se observan en la parte posterior del sector de Umaccata, corresponde a terrenos retrabajados procesos agrícolas (figuras 21 y 22).	Terrenos agrícolas posteriores al sector de Umaccata.
5°-15°	Pendiente moderada	Se presentan en el área urbana de Umaccata	área urbana de Umaccata.
15°-25°	Pendiente fuerte	Se presenta esporádicamente en la ladera este del cerro Lacrajasa.	esporádicamente en la ladera este del cerro Lacrajasa
25°-45°	Pendiente muy fuerte o escarpada	Este es el rango de pendiente predominante en la ladera del sector Umaccata, así el cuerpo del deslizamiento ocurrido en 2021 presenta un promedio de 35°, así como la ladera inferior al pie de avance presenta promedios de 27°	Cuerpo del deslizamiento de Umaccata Baja (figuras 20-22).
>45°	Terreno muy escarpado	Se presenta en algunos sectores de la ladera corresponde a:	Escarpes de deslizamientos y derrumbes, así como cortes de talud.

		<p>1: escarpas de movimientos recientes, como el deslizamiento del 2021 y zonas de arranque de derrumbes.</p> <p>2. cortes de talud para la apertura de carreteras.</p> <p>3, en el ángulo de las banquetas diseñadas para intentar estabilizar el deslizamiento del 2021</p>	
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

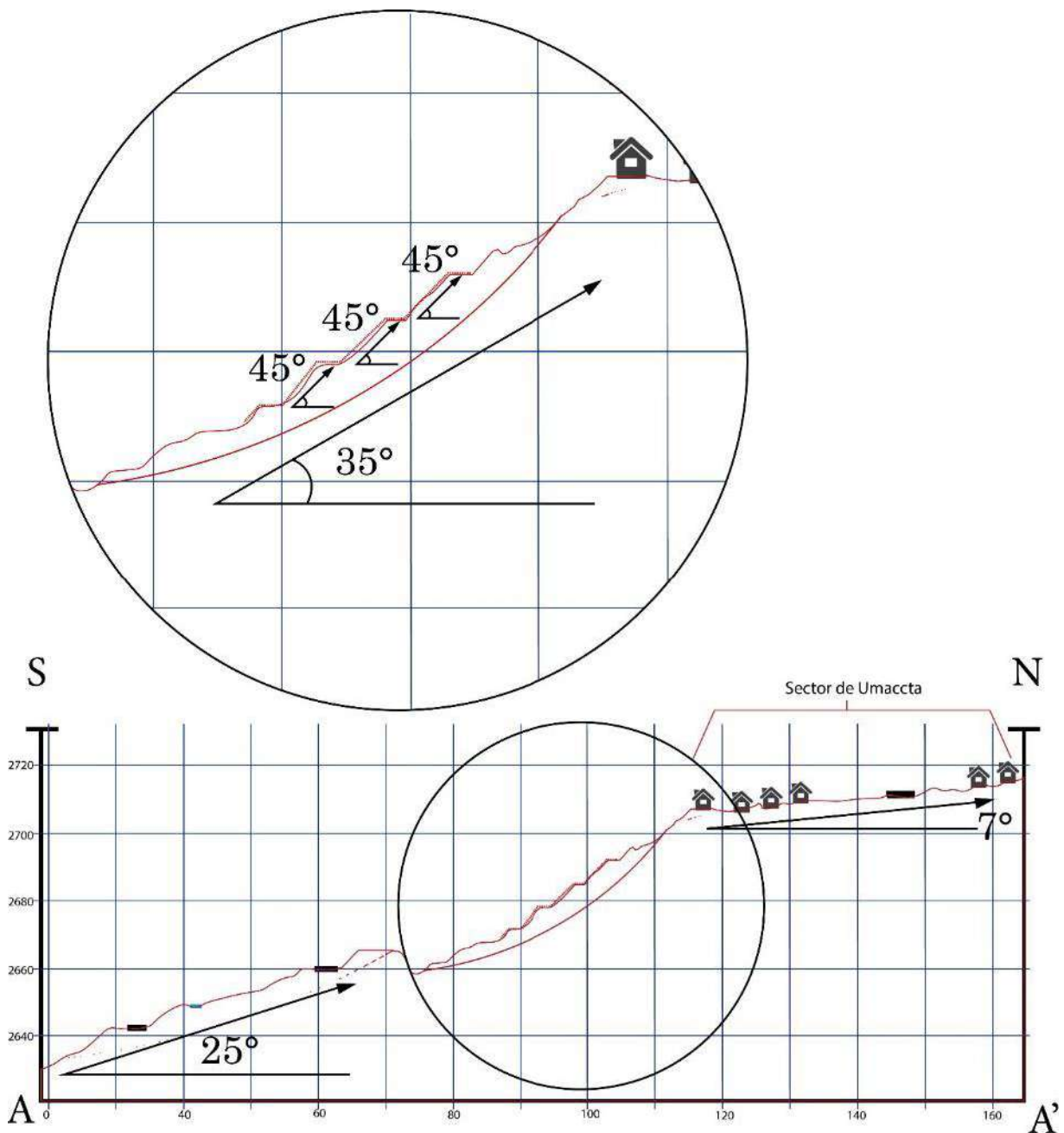


Figura 20. Pendientes en el perfil A-A de mapa 2, anexo 1. Muestra las pendientes en la ladera donde ocurrió el deslizamiento y las pendientes de las banquetas construidas para intentar estabilizarlo.

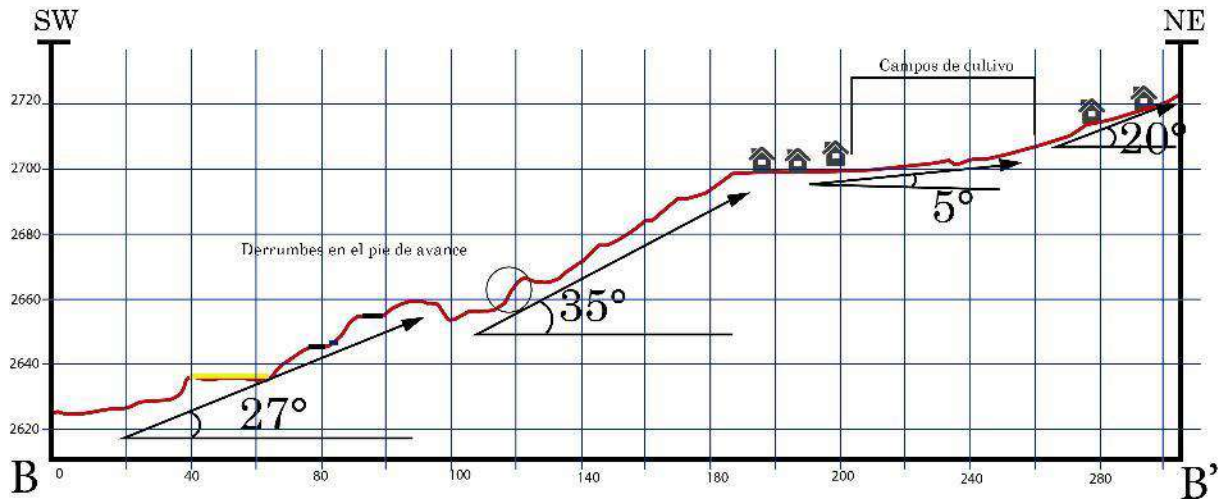


Figura 21. Pendientes en el perfil B-B' de mapa 2, anexo 1. Muestra las pendientes de la ladera en dirección SW-NE

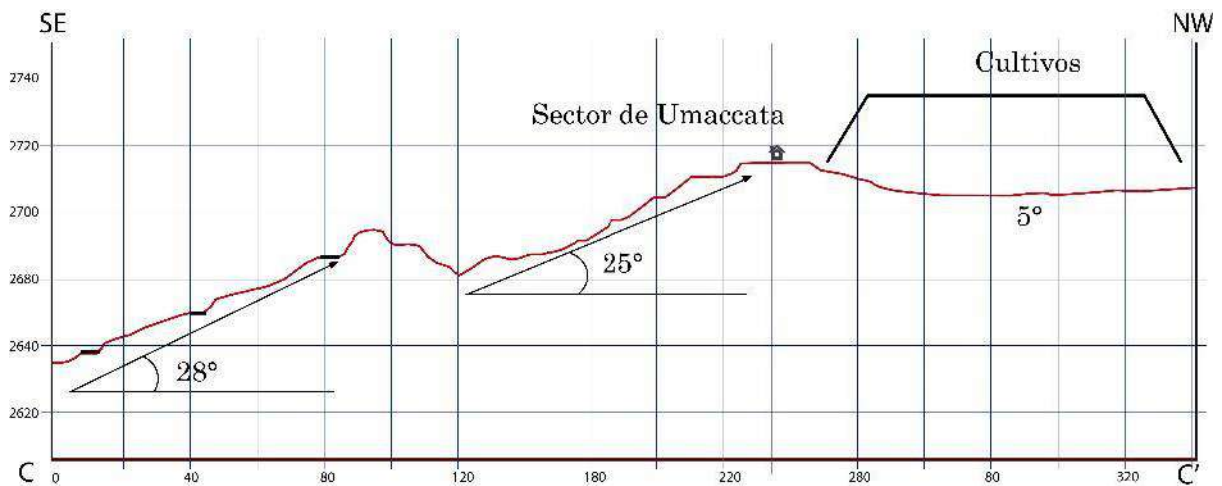


Figura 22. Pendientes en el perfil C-C' de mapa 2, anexo 1. Muestra las pendientes de la ladera en dirección SW-NE

5.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas, 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 (Vílchez et al., 2019).

Dentro de las unidades geomorfológicas aquí se tiene:

5.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

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

Subunidad de montaña en roca volcano-sedimentaria (RME-rvs): Esta subunidad está conformada por secuencias volcano-sedimentarias representadas por la intercalación de areniscas, andesitas basálticas y limolitas del Grupo Mitu, conformando el cerro Lacrajasa,

donde la ladera Este (donde se ubica el sector de Umaccata), presenta pendientes escarpadas (25° a 45°), que aunados a las características del substrato rocoso aumentan la susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa.

5.2.1. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento y por agentes móviles como el agua de escorrentía, los glaciares, etc., los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados (Luque et al.,2020).

Vertiente de deslizamiento (V-dd): Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa prehistóricos, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, derrumbes, avalancha de rocas y/o movimientos complejos. Generalmente su composición litológica es homogénea, con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados de corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores de los valles. Su morfología es usualmente convexa y con disposición semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.

Esta es la principal unidad geomorfológica identificada en el área de inspección, corresponde al material detrítico y fragmentos rocosos del Grupo Mitu, que conformaron el deslizamiento del 2021. Esta vertiente posee una pendiente promedio de 30° (figura 23).

Vertiente o piedemonte coluvio deluvial (V-cd): Es la unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial. Se encuentra interstratificada y no es posible separarla como unidades individuales. Estos se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas o acantilados de valles.

En el área de inspección estos depósitos cubren las laderas de las montañas Lacrajasa con pendientes fuertes de hasta 30° .



Figura 23. Unidades geomorfológicas en el sector de Umaccata Baja.

6. PELIGROS GEOLÓGICOS

6.1. Peligros por movimientos en masa

6.1.1. Deslizamiento de Umaccata Baja

El 21 de diciembre del 2021 se suscitó un deslizamiento en la ladera inferior del sector de Umaccata Baja, esto a consecuencia de las obras de mejoramiento de la vía que conecta la ciudad de Abancay con el sector de Umaccata, específicamente un corte de talud para la apertura de una vía.

En la figura 24 se observa la comparativa de imágenes temporales 2020 y 2022, en ella podemos apreciar el corte de talud y la apertura de la vía de aproximadamente 165 m actualmente enterrada por el deslizamiento (figura 25), también observamos como la ladera inferior sur del cerro Umaccata perdió cobertura vegetal favoreciendo su inestabilidad.

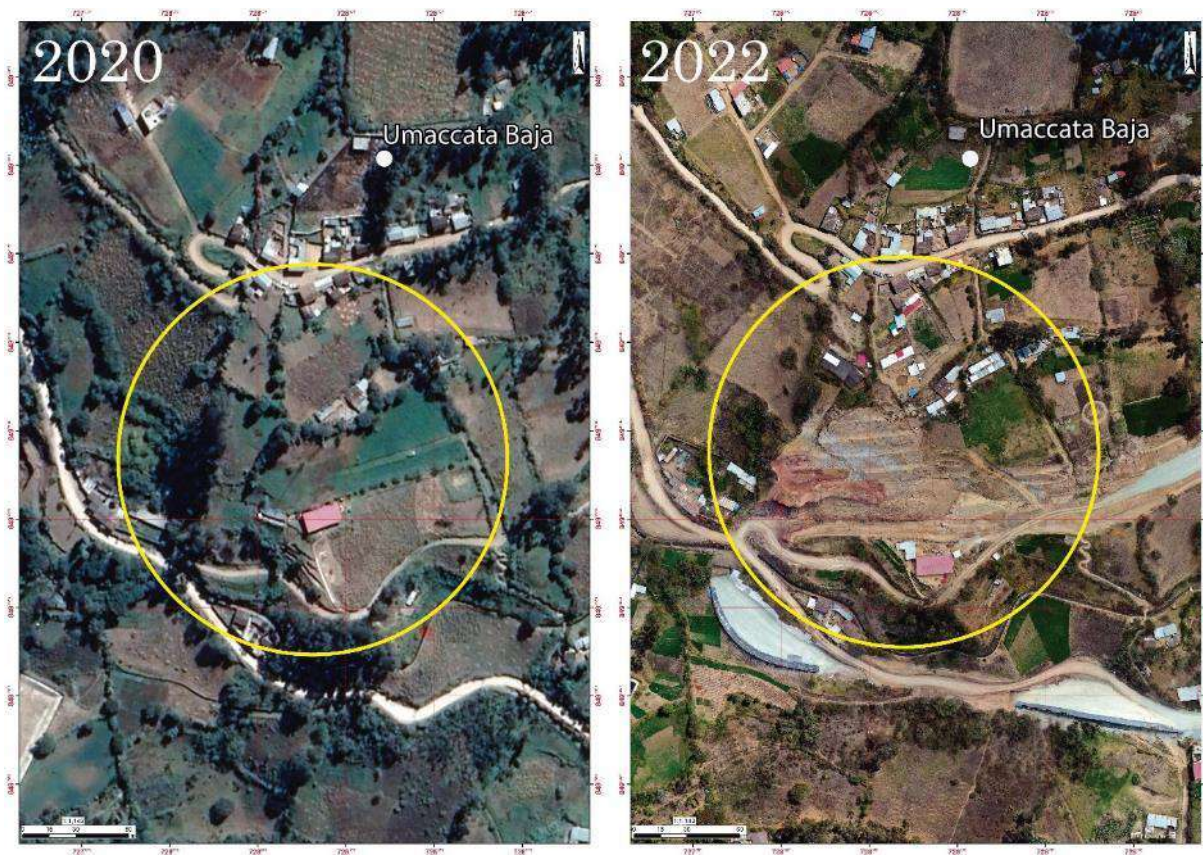


Figura 24. Comparativa de imágenes temporales 2020 y 2022, en círculo amarillo se resalta el sector del deslizamiento de Umaccata, por corte de talud para la apertura de una vía.

Si comparamos los modelos digitales históricos de terreno (ALOS PALSAR) del año 2011, con el modelo digital actual (levantamiento fotogramétrico con dron), podemos observar que el corte del talud (en medio de la ladera) incrementó la pendiente de la misma de 30° a 35° (figura 26), además, el material removido le quito resistencia y estabilidad, haciendo que el peso del material detrítico (esfuerzo por gravedad) sobrepase la resistencia del material (coluvio-deluvial y rocas fracturada del Grupo Mitu) desencadenando el deslizamiento (figura 25 y fotografía 2).

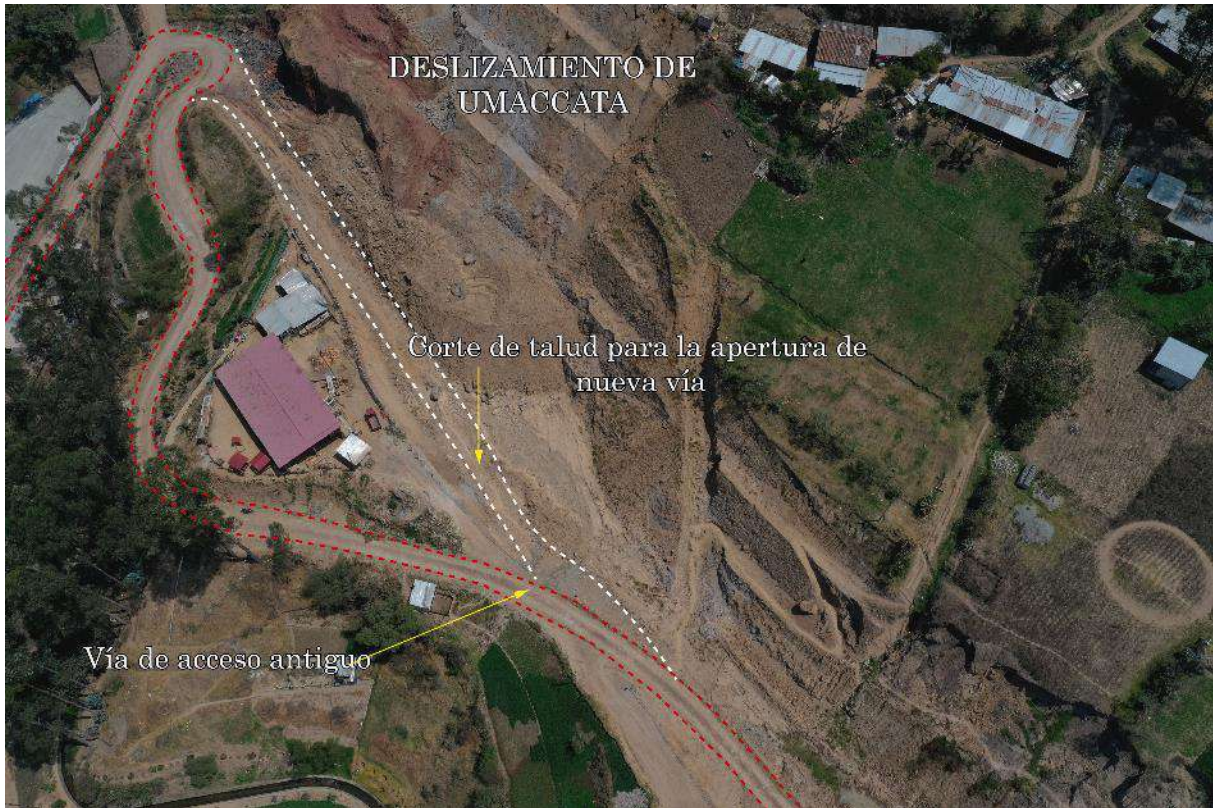


Figura 25. Muestra los trabajos en a la vía que conecta Abancay con Umaccata, la línea roja representa el trazo de carretera existente y las líneas blancas el nuevo trazo de carretera que motivo el corte del talud y posterior deslizamiento.

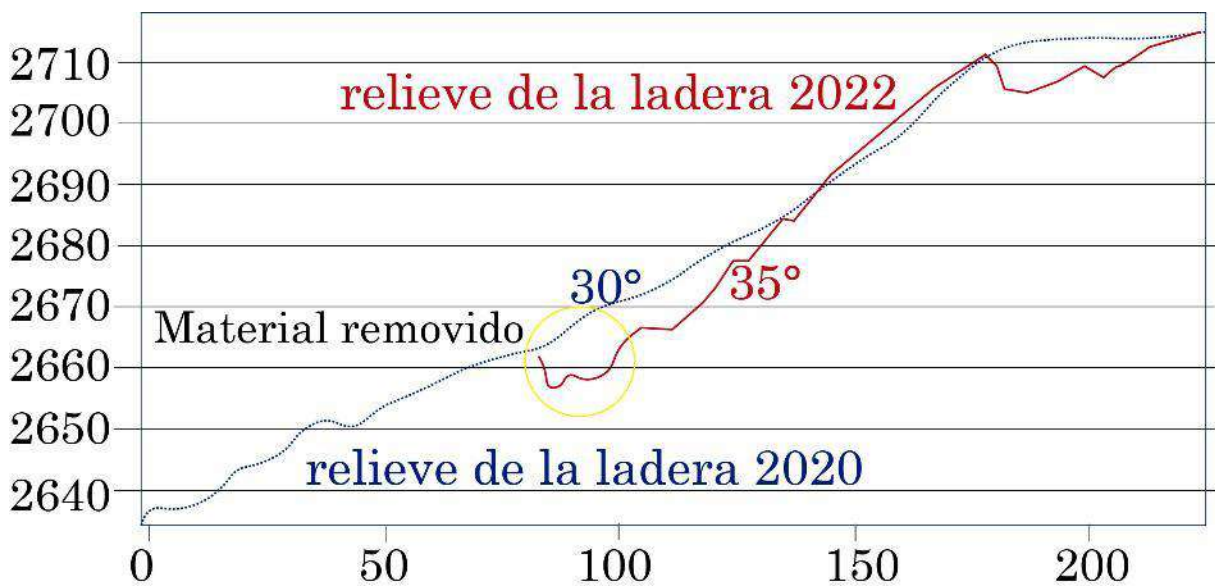


Figura 26. Comparativa entre el relieve del 2020 y relieve del 2021, muestra el incremento de la pendiente y la zona de material removido.



Fotografía 2. Vista panorámica del deslizamiento de Umaccata, muestra el material removido para la apertura de una vía.

El deslizamiento de Umaccata se considera activo, con una escarpa retrogresiva que muestra un salto vertical de 3.5 m, así como un desplazamiento horizontal de 5 m (figura 27). Las características generales del deslizamiento son (figuras 28-31):

- Área del deslizamiento: 0.79 ha/7900 m².
- Forma de la escarpa: Semicircular-continua.
- Estado de la escarpa: Fresco
- Longitud de la escarpa: 70 m.
- Desnivel entre la escarpa y pie: 47 m.
- Ubicación de la escarpa: Cabecera de la ladera (parte inferior del sector de Umaccata baja).
- Salto principal de la escarpa: aproximadamente 3.5 m.
- Salto secundario: entre 2 y 2.5 m
- Superficie de deslizamiento: rotacional (inferido en base a la geomorfología).
- Distribución o actividad: retrogresiva (hacia el sector de Umaccata Baja)
- Agrietamientos: estos se presentan en el sector de Umaccata hasta los 25 m de la escarpa principal.
 Longitud: <= 3 m
 Profundidad: 10 cm visibles
 Separación: 1.5 cm.

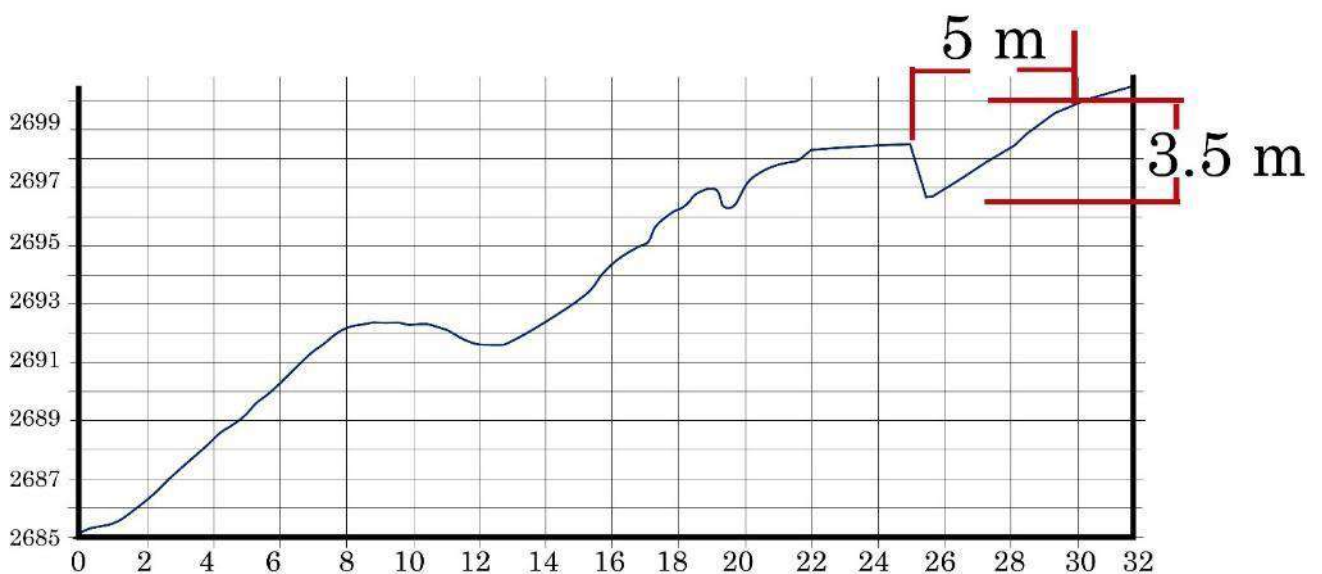


Figura 27 Perfil de la escarpa principal del deslizamiento de Umaccata, muestra un salto de 3.5 m y movimiento horizontal de 5 m.

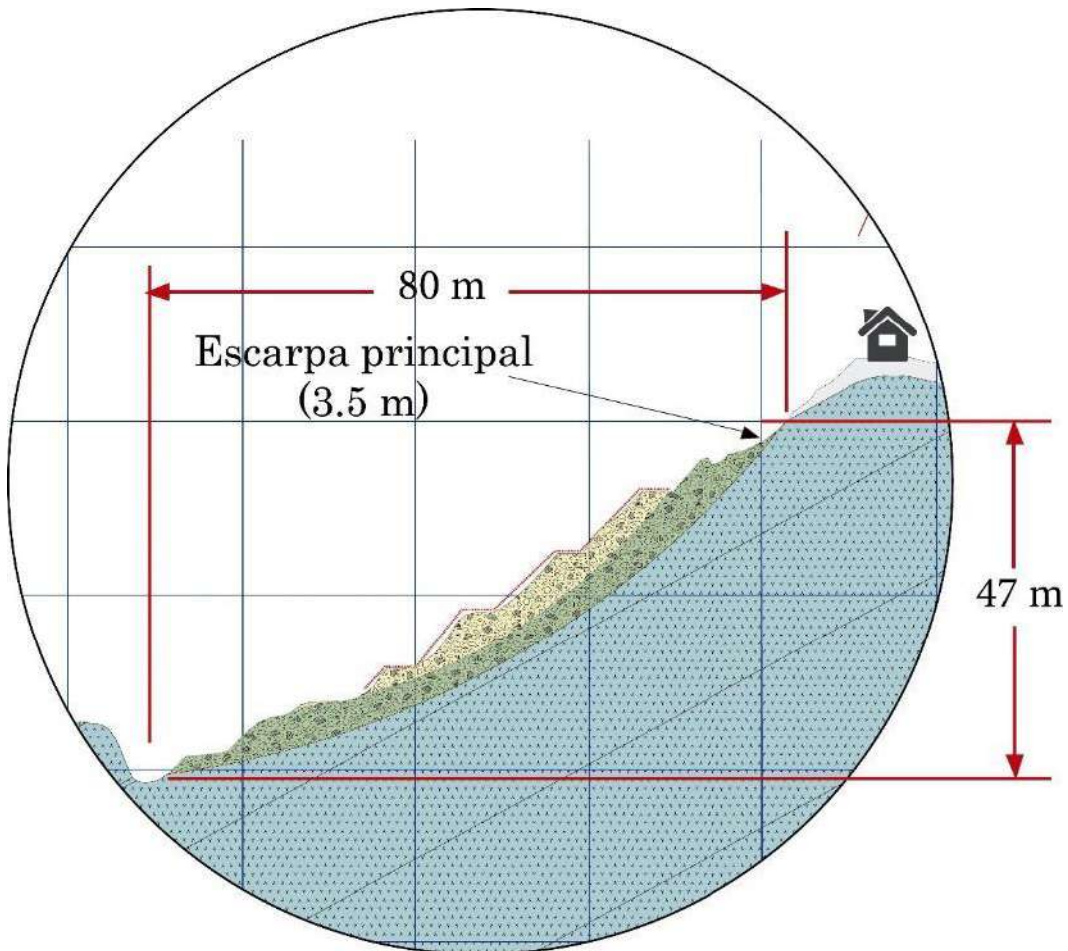


Figura 28 Acercamiento del perfil A-A' de dirección S-N, muestra la longitud de la masa deslizada y altura entre la escarpa principal y pie del deslizamiento.

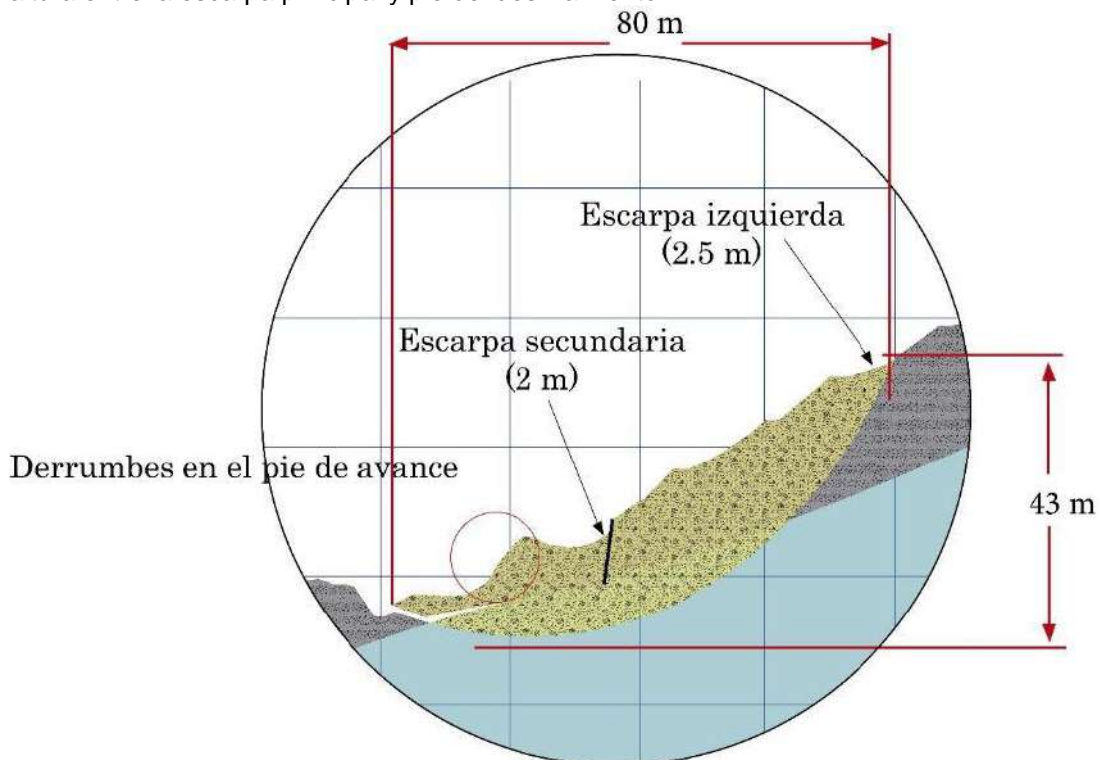


Figura 29 Acercamiento del perfil B-B' de dirección SE-NW, muestra la longitud de la masa deslizada y altura entre la escarpa principal y pie del deslizamiento.

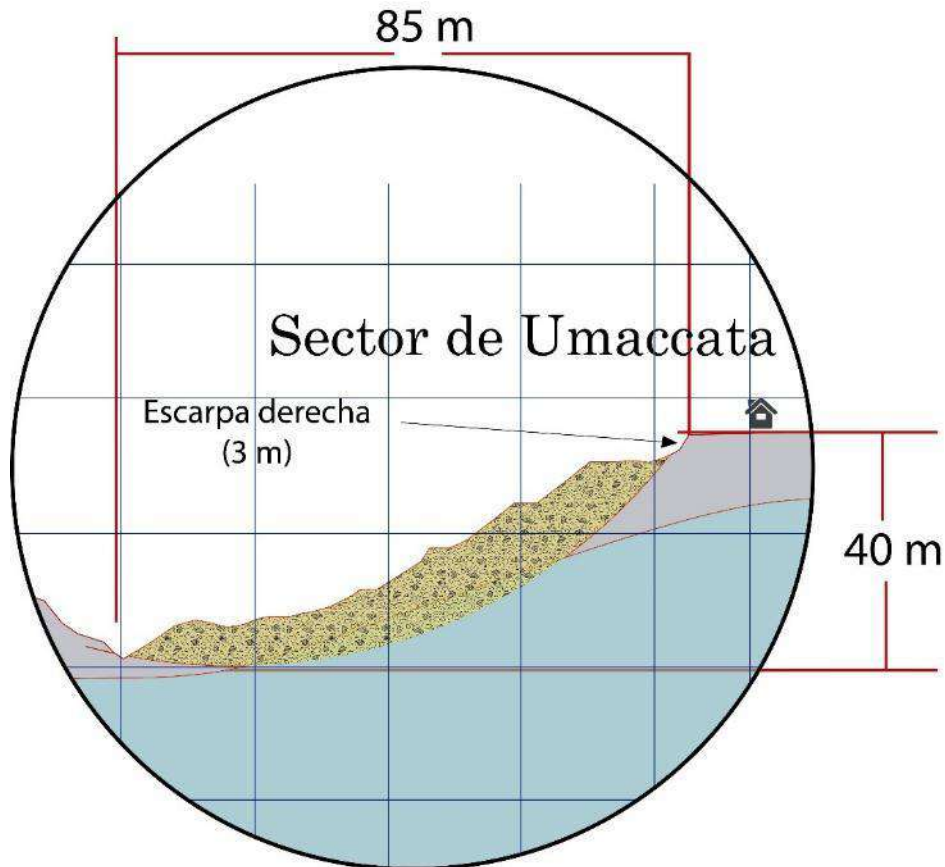


Figura 30. Acercamiento del perfil C-C' de dirección SW-NE, muestra la longitud de la masa deslizada y altura entre la escarpa principal y pie del deslizamiento.

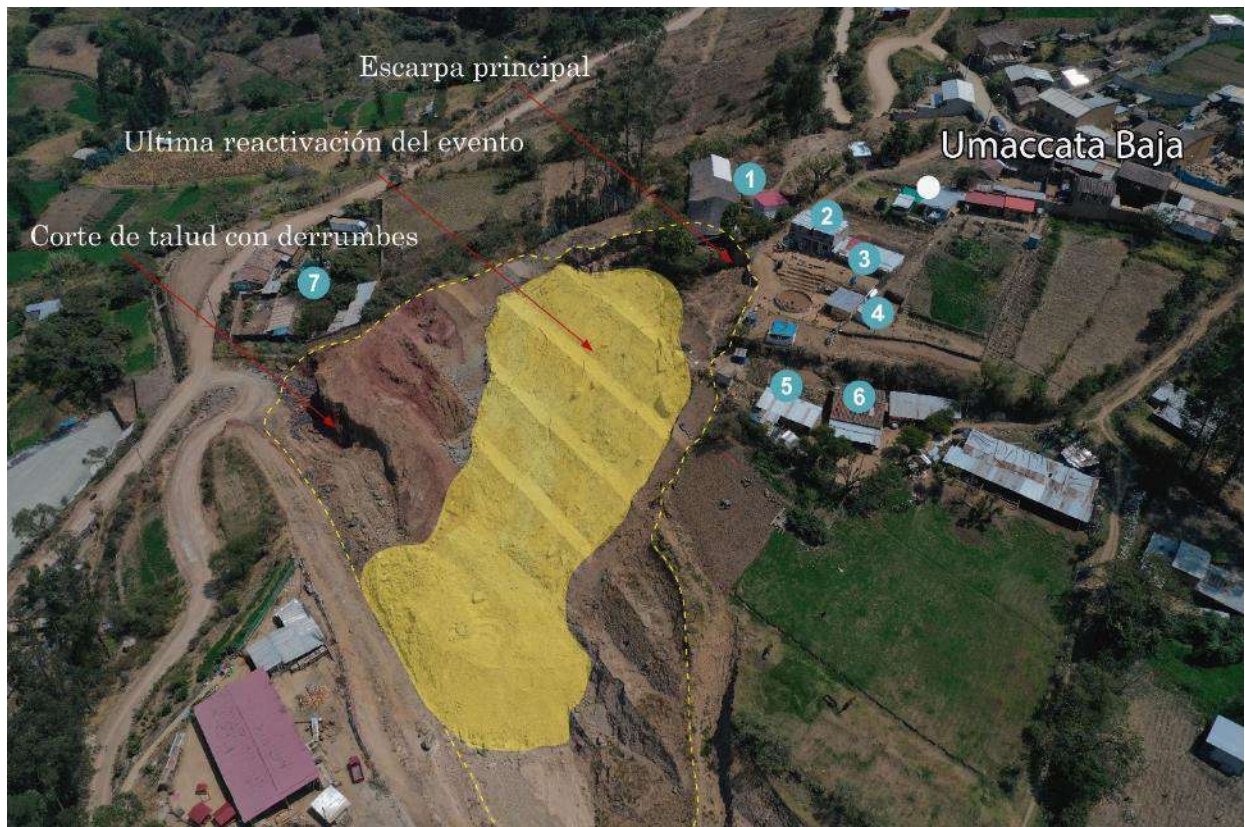


Figura 31. Vista aérea de la última reactivación del deslizamiento de Umaccata Baja.

Longitudinalmente, la masa deslizada posee 80 m desde la escarpa principal al pie del evento, de avance retrogresivo, con un ancho promedio de 105 m.

El evento presenta una escarpa secundaria de 2m, que indica la última actividad del deslizamiento (posterior al banqueteadado del talud), si comparamos la posición inicial de las banquetas con su desplazamiento deduciremos que el último movimiento fue de 4.48 m en dirección SE.

Además, de las evidencias de la escarpa retrogresiva, se identificaron agrietamientos (figura 33) en los alrededores Umaccata Baja. Lo que indicaría la inestabilidad de la parte superior de la ladera.

En el pie del deslizamiento se presentan derrumbes con alturas de 10 m, que favorecen la inestabilidad de la masa ya deslizada (figura 32 y fotografía 3).

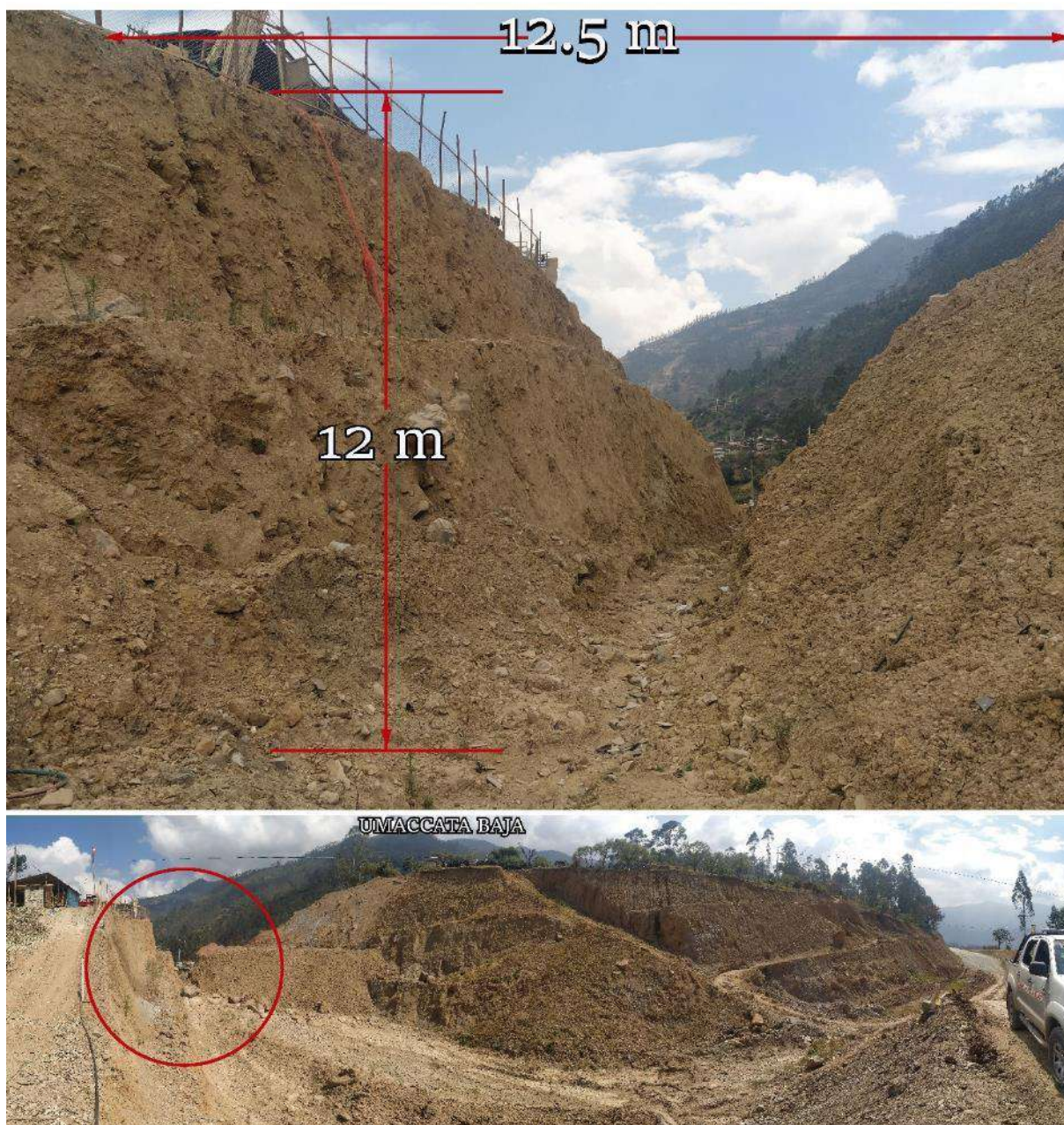


Figura 32. Taludes: izquierdo y derechos dejados por la remoción de tierras para la apertura de una vía.



Figura 33. Ubicación de agrietamientos a 25 m de la escarpa principal del deslizamiento de Umaccata.



Fotografía 3 Derrumbes en el pie del deslizamiento de Umaccata (parte derecha de la fotografía).

6.1.2. Daños y afectaciones

El deslizamiento por su característica retrogresiva, además de la presencia de grietas en el sector de Umaccata Baja puede afectar directamente a 6 viviendas ubicadas a 25 m de la escarpa principal, así como a 01 vivienda ubicada en el flanco derecho del cuerpo principal (figura 34).

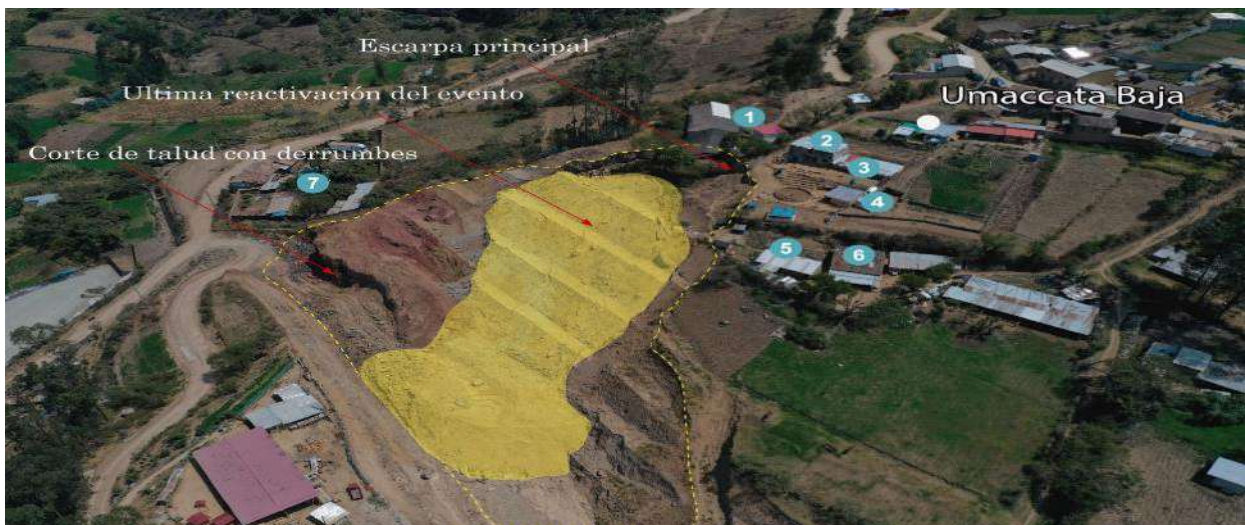


Figura 34. Viviendas aledañas al deslizamiento, con alta probabilidad de ser afectadas.

Como parte de las evidencias de afectaciones en Umaccata se tiene el colapso progresivo de un vivero domestico en las coordenadas UTM, WGS 84 18 s: X:728041 & Y:8493079 (fotografías 4 y 5), aldaño a este también se puede observar sitios de recreación (parques adaptados por la población) con hundimientos, así como la exposición de animales y personas al deslizamiento (fotografía 6)



Fotografía 4 Viveros colapsando en el sector de Umaccata Baja.



Fotografía 5. Parques ya áreas verdes adaptados por la población de Umaccata Baja, afectados por el proceso retrogresivo del deslizamiento del 2021.



Fotografía 6. Animales expuestos al deslizamiento.

6.1. Factores condicionantes

Los factores que parecen condicionar los procesos de movimientos en masa en el sector de Umaccata son:

Factor Litológico

- Rocas de mala calidad con alto grado de fracturamiento, inclusive fragmentadas, y altamente meteorizadas, susceptibles a sufrir movimientos en masa frente a la mínima alteración de sus condiciones actuales.
- El substrato rocoso está cubierto por depósitos coluvio-deluviales medianamente consolidados, también considerados de mala calidad producto de deslizamientos antiguos y procesos de erosión.

Factor Geomorfológico

- La ladera inferior al sector de Umaccata, con pendiente promedio de 30° (pendiente escarpada), sin embargo, por la intervención antrópica ahora presenta una pendiente de 35°, lo que favoreció su inestabilidad.

Factor Antrópico

- Corte de talud para la apertura de una nueva vía.
- Las viviendas del sector de Umaccata no cuentan con un adecuado sistema de desagüe por lo que la mayoría de sus aguas domésticas son vertidas directamente al terreno (fotografías 7 y 8), lo que favorece la infiltración de aguas al subsuelo y el incremento de la presión de poros.
- La falta de sistemas de drenaje y la presencia de canales no revestidos para los cultivos en la parte alta de Umaccata, también favorecen la infiltración de aguas al subsuelo

6.2. Factores desencadenantes

Las precipitaciones pluviales ordinarias y/o extraordinarias pueden desencadenar la ocurrencia de movimientos en masa en la ladera inferior del sector de Umaccata Baja, según el registro de precipitaciones satelitales Awere estas pueden alcanzar máximos diarios de 50.9 mm en épocas de lluvias.



Fotografía 7. Canales de agua y grifos en el sector de Umaccata Baja, sin un adecuado sistema de drenajes que saturan el terreno.



Fotografía 8. Canales de infiltración no revestidos en terrenos de cultivo del sector de Umaccata.

7. CONCLUSIONES

1. El sustrato rocoso de la ladera inferior del sector de Umaccata Baja, es considerado de mala calidad, por el tipo de roca presente: areniscas, lutitas andesitas basálticas y traquiandesitas muy fracturadas a fragmentadas y con alto grado de meteorización.
2. El depósito cuaternario coluvio-deluvial que cubre la ladera inferior del sector de Umaccata está conformado por bolos (3%), cantos (5%), gravas (15%), gránulos (22%) y arenas (10%) envueltos en una matriz limo-arcillosa (30%) poco consolidado, mediana a altamente plástica; susceptible a sufrir procesos de movimientos en masa.
3. La pendiente original de la ladera inferior del sector de Umaccata (vertiente con depósito de deslizamiento y coluvio-deluvial) tiene pendientes muy fuertes a escarpadas, de promedio 30° que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de posibles masas inestables, incrementando la posibilidad de originar deslizamientos.
4. El 21 de diciembre del 2021 se suscitó un deslizamiento de (0.79 ha) en la ladera inferior del sector de Umaccata Baja, con un salto de escarpe semicircular de 3.5 m, longitud de 70 m, desnivel entre la escarpa y pie de 47 m. Esto a consecuencia de las obras de mejoramiento de la vía que conecta la ciudad de Abancay con el sector de Umaccata, específicamente un corte de talud para la apertura de una vía.
5. El deslizamiento de Umaccata de carácter retrogresivo, ha generado agrietamientos en el terreno de Umaccata Baja, dejando 07 viviendas expuestas, afectación de un parque vecinal, y el enterramiento parcial de 165 m de la vía que se pensaba aperturar.
6. Dentro de los factores que condicionaron la ocurrencia del deslizamiento en la ladera inferior del sector de Umaccata fueron: el corte de talud que modificó la pendiente de la ladera de 30° a 35°, la pérdida de cobertura vegetal, la infiltración de aguas domésticas y de riego provenientes del sector de Umaccata baja por el deficiente sistema de desagüe, ausencia de drenajes pluviales, zanjas de infiltración y riego no controlado para cultivos locales.
7. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas en la ladera inferior del sector de Umaccata Baja se le considera de **Peligro Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa y al polígono delimitado en rojo (ver mapa 4) como **Zona Crítica**.

8. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de evaluación de riesgos (EVAR) por parte de las autoridades locales, a fin de evaluar los elementos expuestos en la ladera inferior del sector de Umaccata Baja (polígono rojo), este determinará el número final de viviendas vulnerables que deben ser reubicadas de manera priorizada.
2. Implementar trabajos de monitoreo para identificar nuevos agrietamientos en el cuerpo del deslizamiento y detrás de la escarpa principal, El monitoreo deberá ser coordinado entre la población, municipalidad distrital/provincial de Abancay y las instituciones responsables involucradas en la apertura de la vía que desestabilizó la ladera inferior del sector de Umaccata Baja.
3. Controlar el sistema de riego en el sector de Umaccata baja, implementando sistemas de riego por goteo, además las zanjas de infiltración deberán ser revestidas e impermeabilizadas.
4. La ladera baja del sector de Umaccta deberá ser usada como área verde Implementando planes de forestación para ello se deben usar vegetación nativa que no requiera ningún tipo de riego y prohibir la urbanización en esta zona.
5. Implementar sistemas de drenajes impermeabilizados que recolecten las aguas de lluvias en la ladera, para evitar la infiltración de aguas al suelo (que incrementan las presiones intersticiales), pudiendo desencadenar deslizamientos. De igual manera las autoridades locales deberán mejorar los sistemas de desagüe, para evitar el vertido aguas residuales al terreno
6. El objetivo de realizar la modificación de la geometría del talud debe ser reducir la pendiente de la misma y no por el contrario aumentarla, para ello se debe hacer nuevos cálculos de factor de seguridad, y caracterización geotécnica para un correcto diseño de banquetas, acompañando las obras con medidas de protección de talud : como por ejemplo: mallas electro soldadas y concreto lanzado, así como la perforación e instalación de pernos anclados y sistemas de drenaje subterráneo, finalmente la obra debería contemplar geomembranas o agro-textiles, para protegerla en su totalidad y favorecer el crecimiento de vegetación.
7. Adicionalmente se pueden instalar muros de contención el pie del talud.

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

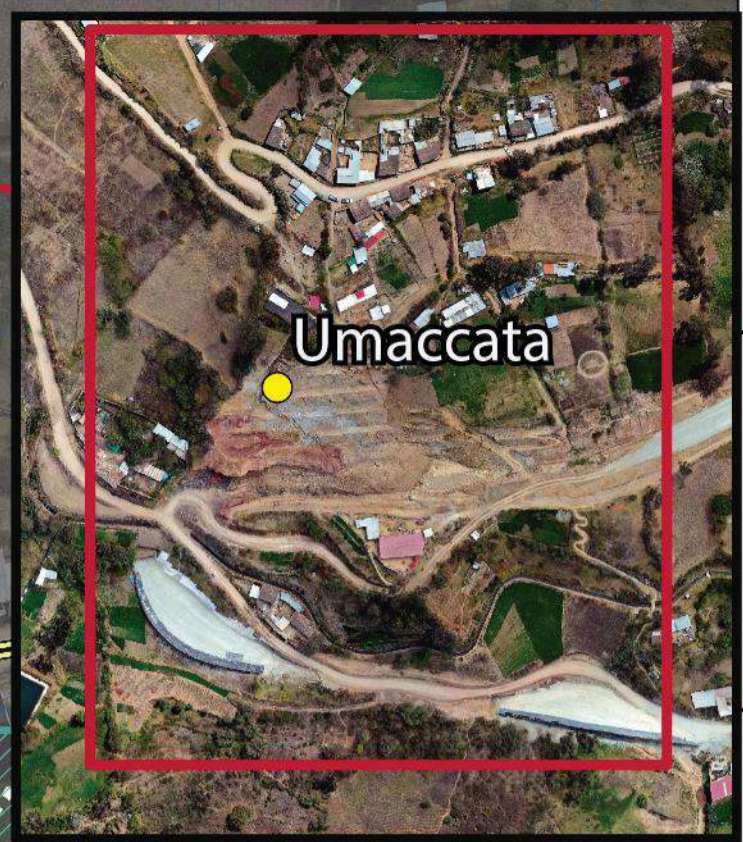
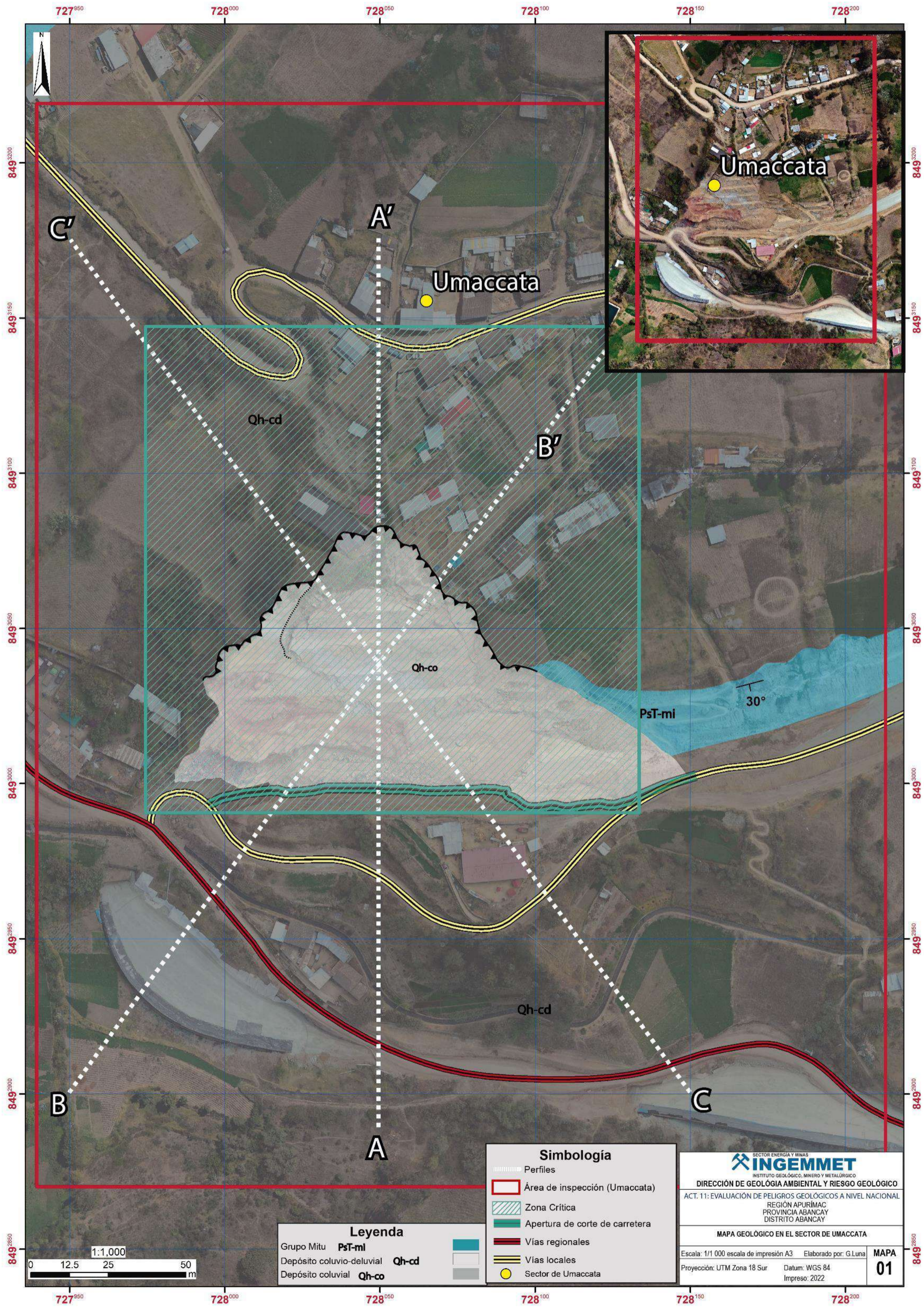
Ing. Guisela Choquenaira Garate.

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

9. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Davila y Celi (1994) – INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; n° 12, Estudio Geodinámico de la Cuenca del río Huaura – Huaral, <https://hdl.handle.net/20.500.12544/267>
- Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7508240>.
- Mejía Fernández (1998) – Hidrología e hidráulica, manual para el control de la erosión Manizales - Colombia 1998. P 111-112
- 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>
- Valdivia y Latorre (2003) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Abancay (28-q)- Escala 1:50 000 <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2166>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2010a) – Guía climática turística (en línea). Lima: SENAMHI, 216 p. (consulta: 03 junio 2015). Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.
- Suárez, J. (1996) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos, 282 p
- Varnes, J. (1978) - Slope movements types and processes. In: SCHUSTER, L. & KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.
- Villacorta, S.; Peña, F.; Jaimes, F.; Sosa, N.; Condori, E., et al. (2019). Evaluación integral de la cuenca del río Mariño (Abancay, Apurímac) para la prevención de desastres de origen geológico y geo-hidrológico. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 71, 175 p., 5 mapas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2409>

ANEXO 1: MAPA



C

A'

Umaccata

Qh-cd

B'

Qh-co

Pst-mi

30°

Qh-cd

B

A

C

Leyenda

- Grupo Mitu PsT-mi
- Depósito coluvio-deluvial Qh-cd
- Depósito coluvial Qh-co

Simbología

- Perfiles
- Área de inspección (Umaccata)
- Zona Crítica
- Apertura de corte de carretera
- Vías regionales
- Vías locales
- Sector de Umaccata



DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 REGIÓN APURÍMAC
 PROVINCIA ABANCAY
 DISTRITO ABANCAY

MAPA GEOLÓGICO EN EL SECTOR DE UMACCATA

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

MAPA 01



727⁹⁵⁰ 728⁰⁰⁰ 728⁰⁵⁰ 728¹⁰⁰ 728¹⁵⁰ 728²⁰⁰

849⁸⁵⁰

849⁸⁰⁰

849⁸²⁰

849⁷⁸⁰

849⁷⁴⁰

849⁶⁵⁰

849⁵⁶⁰

849⁴⁷⁰

849³²⁰

849²⁷⁰

849²²⁰

849¹⁷⁰

849⁸⁵⁰

849⁸⁰⁰

849⁸²⁰

849⁷⁸⁰

849⁷⁴⁰

849⁶⁵⁰

849⁵⁶⁰

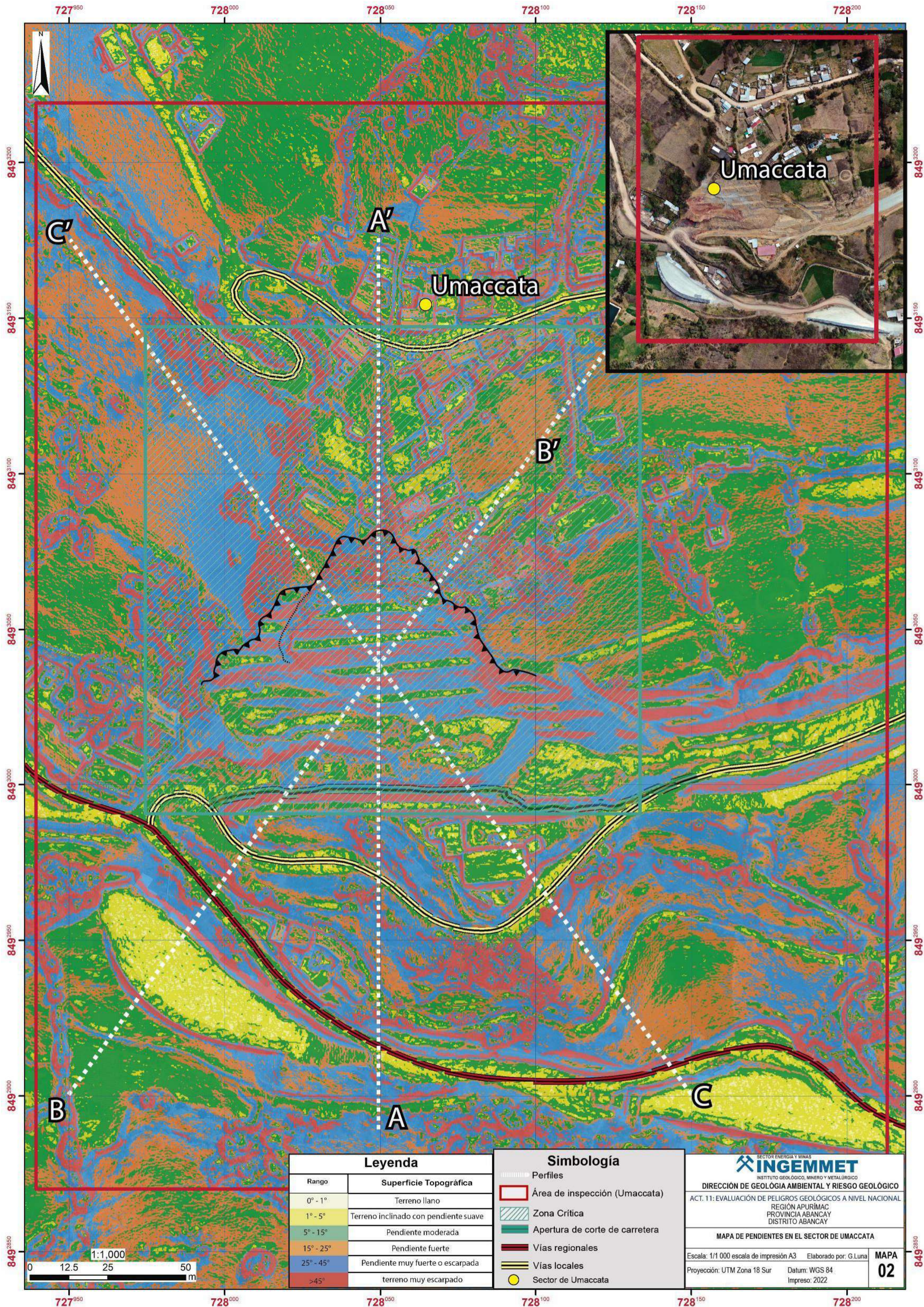
849⁴⁷⁰

849³²⁰

849²⁷⁰

849²²⁰

849¹⁷⁰



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

Simbología	
	Perfiles
	Área de inspección (Umaccata)
	Zona Crítica
	Apertura de corte de carretera
	Vías regionales
	Vías locales
	Sector de Umaccata

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

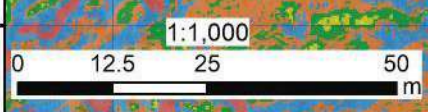
 REGIÓN APURÍMAC

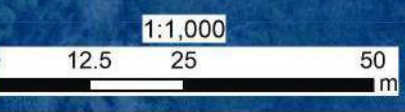
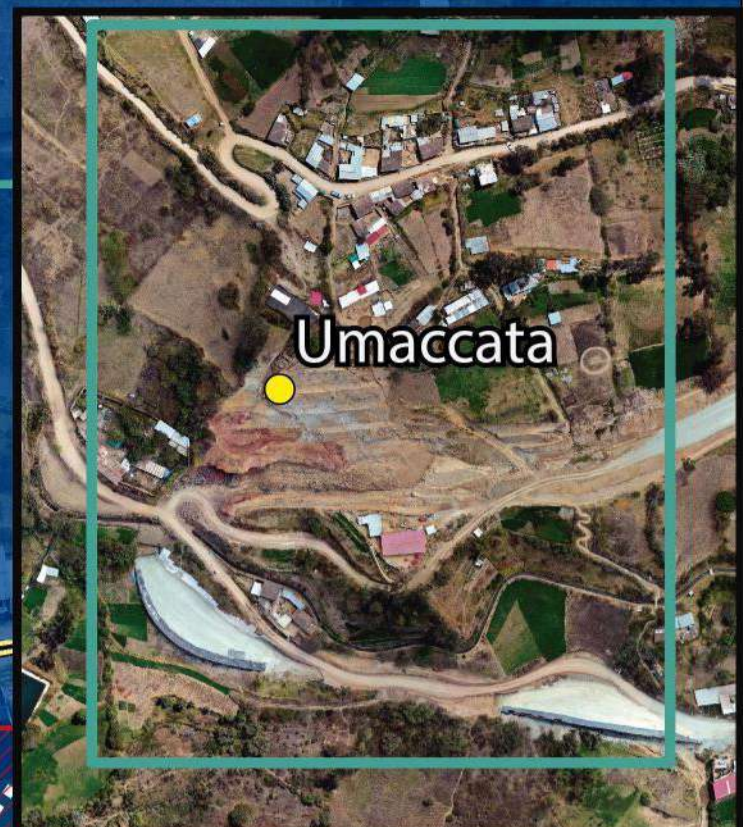
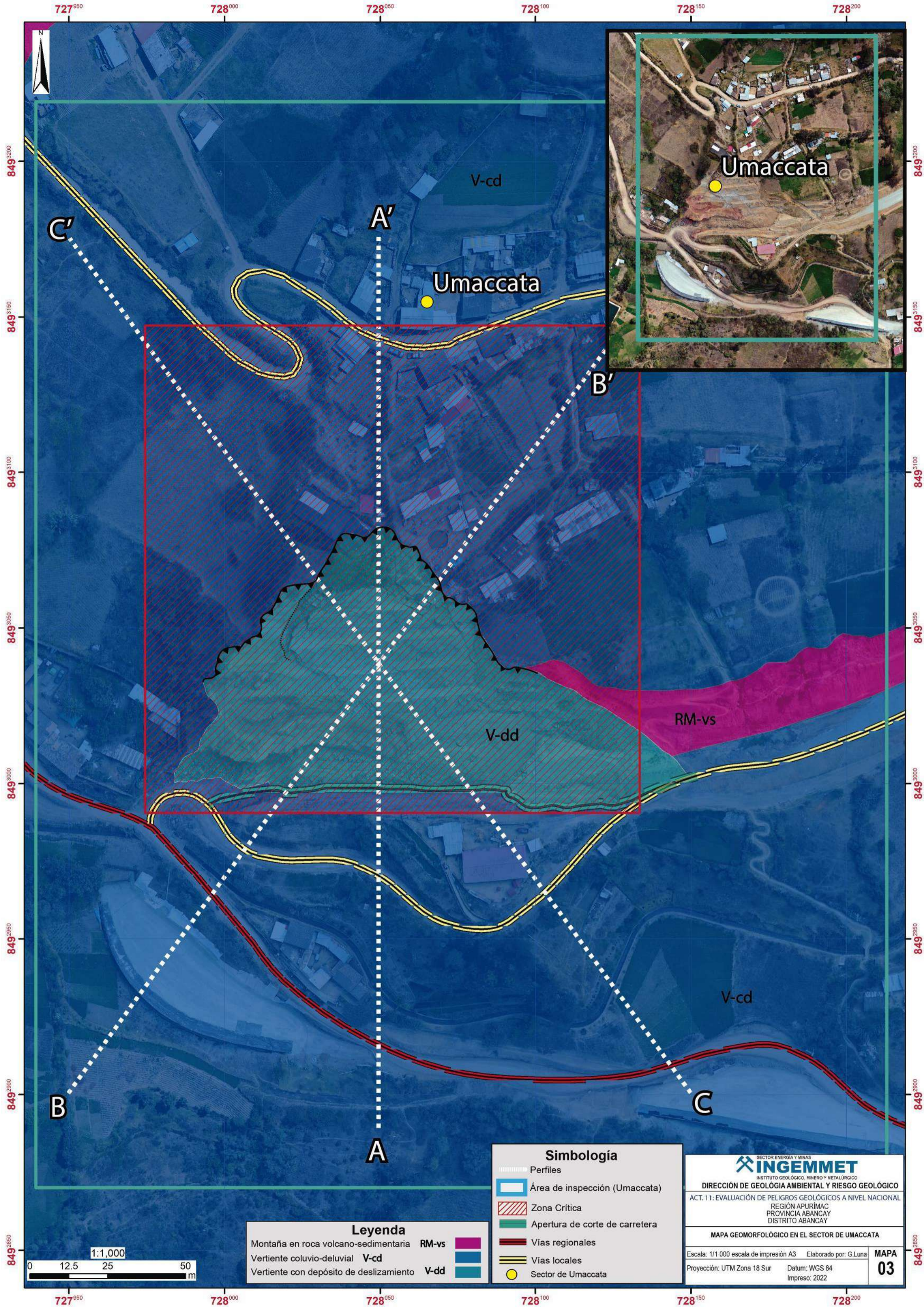
 PROVINCIA ABANCAY

 DISTRITO ABANCAY

MAPA DE PENDIENTES EN EL SECTOR DE UMACCATA

Escala: 1/1 000 escala de impresión A3	Elaborado por: G.Luna	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	02
Impreso: 2022		





Leyenda	
Montaña en roca volcano-sedimentaria	RM-vs
Vertiente coluvio-deluvial	V-cd
Vertiente con depósito de deslizamiento	V-dd

Simbología	
	Perfiles
	Área de inspección (Umaccata)
	Zona Crítica
	Apertura de corte de carretera
	Vías regionales
	Vías locales
	Sector de Umaccata

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

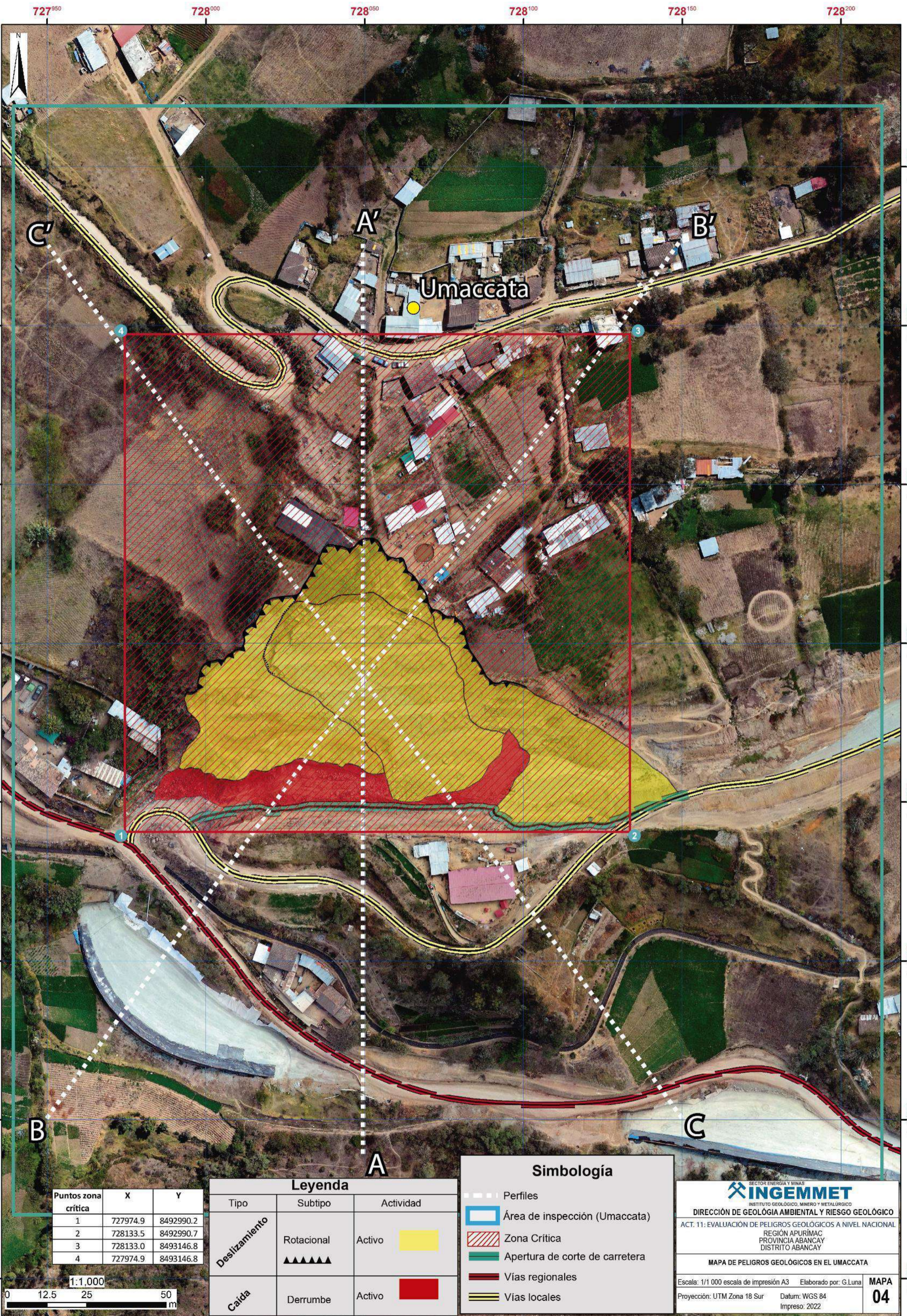
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

REGIÓN APURÍMAC
 PROVINCIA ABANCAY
 DISTRITO ABANCAY

MAPA GEOMORFOLÓGICO EN EL SECTOR DE UMACCATA

Escala: 1/1 000 escala de impresión A3 Elaborado por: G.Luna **MAPA 03**

Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Impreso: 2022



C'

A'

B'

Umaccata

B

A

C

Puntos zona crítica	X	Y
1	727974.9	8492990.2
2	728133.5	8492990.7
3	728133.0	8493146.8
4	727974.9	8493146.8

1:1,000



Leyenda		
Tipo	Subtipo	Actividad
Deslizamiento	Rotacional	Activo
Caída	Derrumbe	Activo

Simbología	
	Perfiles
	Área de inspección (Umaccata)
	Zona Crítica
	Apertura de corte de carretera
	Vías regionales
	Vías locales

INGEMMET

 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

 REGIÓN APURÍMAC

 PROVINCIA ABANCAY

 DISTRITO ABANCAY

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL UMACCATA

Escala: 1/1 000 escala de impresión A3	Elaborado por: G. Luna	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	04
Impreso: 2022		

727⁹⁵⁰ 728⁰⁰⁰ 728⁰⁵⁰ 728¹⁰⁰ 728¹⁵⁰ 728²⁰⁰

849²⁸⁵⁰ 849²⁹⁰⁰ 849²⁹⁵⁰ 849³⁰⁰⁰ 849³⁰⁵⁰ 849³¹⁰⁰ 849³¹⁵⁰ 849³²⁰⁰

849²⁸⁵⁰ 849²⁹⁰⁰ 849²⁹⁵⁰ 849³⁰⁰⁰ 849³⁰⁵⁰ 849³¹⁰⁰ 849³¹⁵⁰ 849³²⁰⁰

