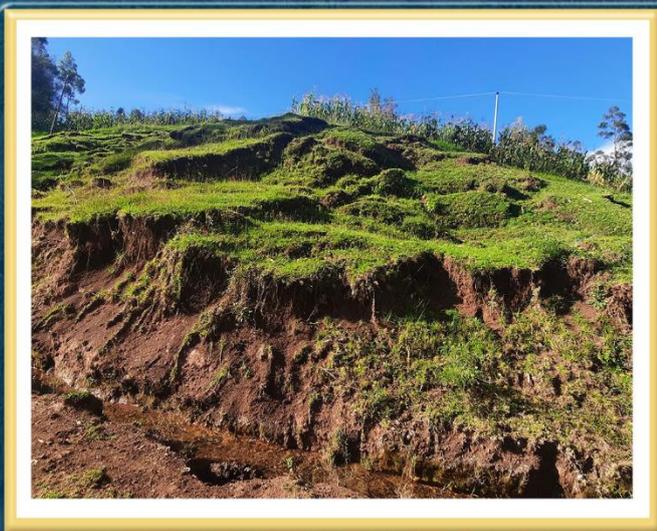


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7461

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA COMUNIDAD DE BARROPATA

Departamento Apurímac
Provincia Chincheros
Distrito Ongoy



DICIEMBRE
2023

***EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA
COMUNIDAD DE BARROPATA***

Distrito Ongoy, provincia Chincheros, departamento Apurímac

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

Responsable de la investigación:

*Gael Araujo Huamán
David Prudencio Mendoza*

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 Barropata. Distrito Ongoy, provincia Chincheros, departamento Apurímac.* Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7461, 31 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Objetivos del estudio	6
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	6
1.2. Aspectos generales	7
1.2.1. UBICACIÓN.....	7
1.2.2. POBLACIÓN	7
1.2.3. ACCESIBILIDAD	7
1.2.4. CLIMA.....	9
2.1. Estratigrafía.....	11
2.1.1. Formación Soncco.....	11
2.1.2. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)	14
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	16
3.1. Pendientes del terreno	16
3.2. Unidades geomorfológicas	16
3.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	17
3.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	17
Figura 3. Vista de geoformas de la comunidad de Barropata y alrededores.....	18
4. PELIGROS GEOLÓGICOS	19
4.1. Movimientos en masa antiguos.....	19
4.2. Movimientos en masa recientes.....	21
4.3. Factores condicionantes y desencadenantes	24
4.3.1. FACTORES CONDICIONANTES.....	24
4.3.2. FACTORES DESENCADENANTES.....	24
5. CONCLUSIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXOS.....	28

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, tipo deslizamientos y movimientos complejos, en la comunidad de Barropata, del distrito Ongoy, provincia Chincheros, 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.

El sustrato que se encuentra en la comunidad Barropata está conformado por limos y arenisca rojas de la Formación Soncco, dichos afloramientos se encuentran ligeramente meteorizados y de poco a medianamente fracturados. Las geoformas más representativas de la comunidad Barropata, corresponden a montañas de roca sedimentaria y vertientes coluvio-deluviales con pendientes media a fuerte (5° a 25°).

En la comunidad de Barropata se han cartografiado movimientos en masa, tipo reptación, deslizamientos y movimientos complejos (deslizamientos y flujo), de actividad inactiva latente a activa. Durante el periodo de 23 años (2000 al 2023), fueron afectados 4 ha de terrenos de cultivos de maíz, infraestructura del centro educativo, destrucción de muros antiguos de viviendas, afectación del local comunal, y viviendas de 60 familias que habitaban en la comunidad de Barropata hasta el 2010. En el 2000, 2004 y 2010 se registraron los peores daños en las viviendas de adobe en la comunidad de Barropata. Por lo que se considera de **peligro alto** a **muy alto** a la ocurrencia de movimientos en masa.

El factor desencadenante de movimientos en masa en la comunidad de Barropata es el agua debido a la precipitación intensa, surgencias de agua y riego, siendo las más importante la presencia de surgencias de agua que satura suelos no competentes del área de estudio. Desde antes del 2010 hasta la actualidad, los pobladores no realizaron ninguna medida de mitigación.

El presente informe se pone a disposición de las autoridades, a fin de que las conclusiones y recomendaciones sirvan como instrumento, para contribuir en los planes de reducción de riesgo de desastre.

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 (ACT11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Ongoy, según Oficio N° 069-2023-AL-MAN-MDO-VRAEM, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, tipo reptación de suelos, deslizamientos y movimientos complejos (deslizamientos y flujo de lodo), en comunidad de Barropata.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a la magister Gael Araujo Huamán y al Ing. David Prudencio Mendoza, para que realicen una evaluación técnica de peligros geológicos por movimientos en masa en la comunidad Barropata, la cual se llevó a cabo el 14 de junio de 2023.

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

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

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar, cartografiar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en la comunidad de Barropata, distrito de Ongoy, provincia de Chincheros y departamento de Apurímac.
- b) Emitir conclusiones y recomendaciones que contribuyan a la formulación de planes de prevención y/o mitigación del riesgo de desastre por movimientos en masa.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

- A) El mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:50 000 de Vilchez M., 2017 es información referencial que indica que la comunidad Barropata cuenta con en niveles de susceptibilidad baja y media a la ocurrencia de movimientos en masa (Figura 1). Sin embargo, en dicho análisis no se consideró la presencia de surgencias de agua y bofedades que saturan los limos de la formación Soncco y depósitos coluviodeluviales, convirtiendo la comunidad de Barropata en una zona de susceptibilidad muy alta a la ocurrencia de movimientos en masa.



Figura 1: El sector de Barropata, se encuentra en una zona de Susceptibilidad media a baja a movimientos en masa (Vilchez M. 2017)

- B) El boletín N° 83, serie A. Geología del cuadrángulo de San Miguel (hojas 270) (Marocco, R. et al. 1996), describe las unidades geológicas que conforman el área de estudio.

1.2. Aspectos generales

1.2.1. UBICACIÓN

El Comunidad Barropata, geográficamente se sitúa en el flanco izquierdo del río Pampas. Políticamente, forma parte del distrito de Ongoy, provincia de Chincheros y departamento Apurímac (figura 2), en las siguientes coordenadas UTM WGS84 y geográficas de la tabla 1 (figure 1).

Tabla 1. Coordenadas UTM y geográficas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
C1	644539	8516597	-13.415°	-73.665°
C2	644067	8516278	-13.418°	-73.669°
C3	643533	8516851	-13.413°	-73.674°
C4	644000	8517198	-13.409°	-73.669°
CC	644148	8516517	-13.455°	-73.669°

1.2.2. POBLACIÓN

Según el sistema de información estadístico del INEI, en el censo del 2017, en la comunidad de Barropata se registraron 155 habitantes en 65 viviendas. Sin embargo, según el testimonio, desde entonces muchas familias abandonaron sus viviendas afectadas por los movimientos en masa. Actualmente, en el 2023, solo 10 familias viven en la comunidad de Barropata.

1.2.3. ACCESIBILIDAD

Partiendo de la ciudad del Andahuaylas, en dirección noroeste se toma la vía AP-102 en dirección al C.P. Occobamba, se continua por la misma vía hasta llegar a la comunidad de Barropata (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ruta de acceso al Comunidad Barropata

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Andahuaylas – C.P. Occobamba	Carretera AP-102	47.7	1 h 48 min
C.P. Occobamba – Comunidad de Chacabamba	Carretera AP-102	28.8	1 h 10 min
Comunidad de Chacabamba – Comunidad de Barropata	Trocha vecinal	1	5 min

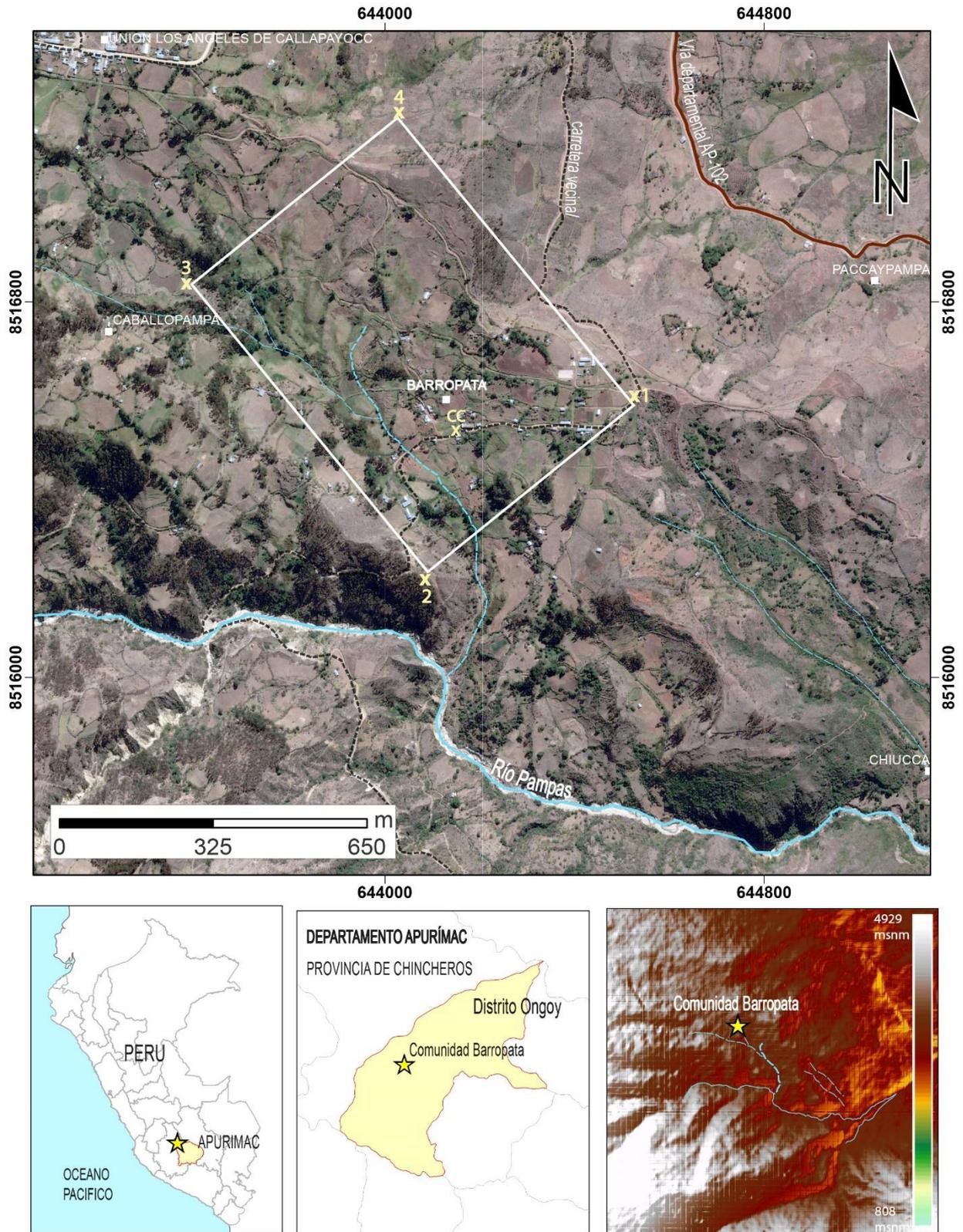


Figura 2. Ubicación del área de estudio.

1.2.4. CLIMA

- Temperaturas y precipitaciones

Según el mapa climático nacional del SENAMHI (2020), la comunidad Barropata tiene clima de tipo semiseco con invierno seco. Templado.

Esta región presenta durante el año, en promedio temperaturas máximas de 15°C a 21°C y temperaturas mínimas oscilan entre 7°C y 11°C. Asimismo, los acumulados anuales de lluvias alcanzan valores entre los 300 mm hasta los 700 mm aproximadamente.

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:

FORMACIÓN GEOLOGICA	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.
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.

PELIGROS GEOLÓGICOS

Los 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.

DESLIZAMIENTO

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

FLUJO

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

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

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

MOVIMIENTO COMPLEJO Tipo de movimiento en masa que involucra una combinación de uno o más de los tipos principales de movimientos, ya sea dentro de las diferentes partes que componen la masa en movimiento, o en los diferentes estados de desarrollo del movimiento (Varnes, 1978). Los más comunes son: deslizamiento-flujo y derrumbe-flujo.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis y descripción litológica en la zona, se desarrolló en base Mapa geológico del cuadrángulo San Miguel (27 o) escala 1: 50,000 (Velasco J. et al. 2009), boletín N° 83, serie A. Geología del cuadrángulo San Miguel (hojas 27-o) (Marocco R. et al. 1996), además el boletín N°74, serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica Peligros Geológicos en la región Cusco (Vílchez et al., 2020), complementándose con trabajos de fotointerpretación de imágenes satelitales, y observaciones en campo. Es información usada para la descripción de depósitos cuaternarios (anexo 1-mapa 1).

2.1. Estratigrafía

En la comunidad Barropata, afloran limos y areniscas rojas de la Formación Soncco, de edad Oligoceno o Mioceno Inferior. Además de depósitos cuaternarios inconsolidados de origen coluvio-deluvial producto de la ocurrencia de movimientos en masa antiguos y recientes (Anexo 1_mapa 1).

2.1.1. Formación Soncco

La Formación Soncco es un miembro del Grupo San Jerónimo, que a su vez es correlacionable con la Formación Ongoy. La parte superior de las secuencias están constituidas por sedimentos finos como areniscas de grano grueso a fino (Figura 1), arcillas (Marocco R. et al. 1996) y limolitas rojas (Fotografía 2)

Las areniscas de la Formación Soncco tienen una meteorización ligera (Cuadro 2) con fracturamiento de poco a mediana (Cuadro 3).

Cuadro 2. Clasificación de la meteorización de los afloramientos de la Formación Soncco en el área de estudio (Grado de meteorización de rocas ISRM,1981)

GRADO DE METEORIZACIÓN				
SÍMBOLO	CALIFICATIVO	IDENTIFICACIÓN	CALIDAD GEOTÉCNICA	

A1	Roca fresca	No hay signos visibles de meteorización, ligera decoración	Muy buena para cimientos	
A2	Ligeramente meteorizada	Decoloración en la roca y en superficie de discontinuidades (fracturas).	Buena para cimientos	Formación Soncco
A3	Moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo.	Buena para cimientos	
A4	Altamente meteorizada	Más del 50% esta descompuesto y/o desintegrado a suelo, roca fresca o descolorida esta presente como testigos discontinuos.	Requiere de limpieza del terreno suelto	
A5	Completamente meteorizada	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso esta aun en parte intacta.	Malos para cimientos , se requiere tomar ciertas medidas correctivas	
A6	Suelo residual	Todo el material rocoso esta convertido en suelo. La estructura y textura estan destruidos	Muy malos para cimientos	

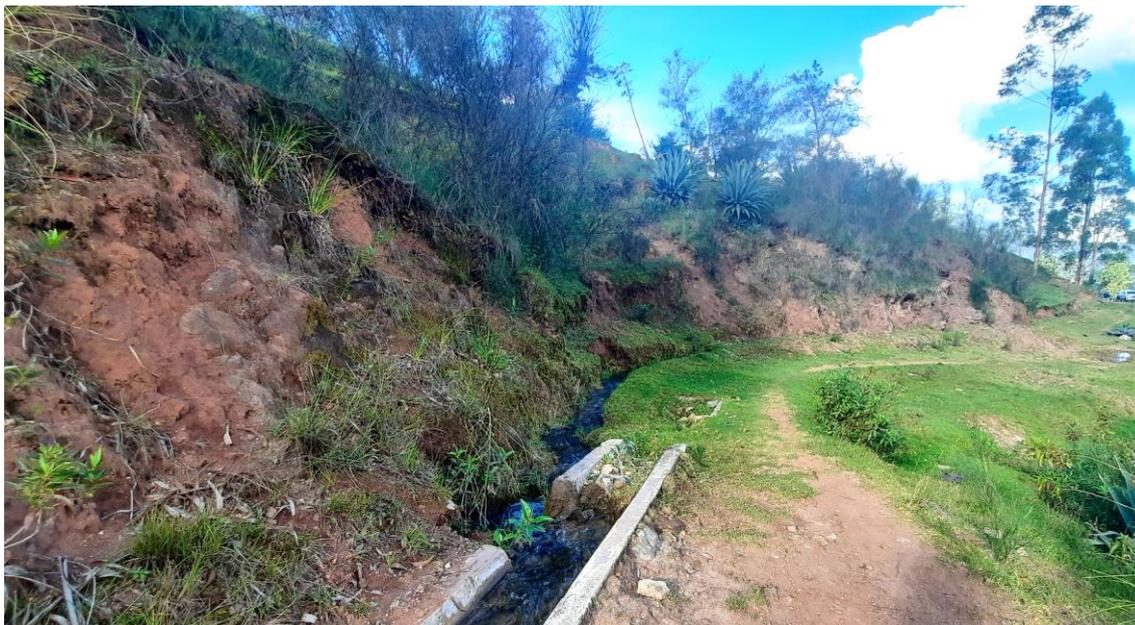
Cuadro 3. Clasificación del fracturamiento del afloramiento de la Formación Soncco en el área de estudio (Grado de fracturamiento de rocas ISRM,1981)

INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO					
NOMBRE	SEPARACIÓN	CALIFICATIVO	IDENTIFICACIÓN	CAIDAD GEOTÉCNICA	CLASIFICACION
F1	>3 m	Maciza	Fracturas espaciadas entre si	Excelente para fundación de obras	
F2	3-1 m	Poco fracturada	Fracturadas espaciadas a veces no distinguibles	Buena	Formación Soncco
F3	1-0.3 m	Medianafracturado	Espaciamiento regular entre fracturas	Buena	Formación Soncco

F4	0.3-0.05 m	Muy fracturado	Fracturas muy proximas entre si, se separan en bloques tabulares	Regular a mala, requiere limpiar el material fragmentado	
F5	< 0.05 m	fragmentado	La roca se muestra astillosa y se sepran en lajas con facilidad	Mala a pésima descartar uso o limpiar y estabilizar	



Fotografía 1. Areniscas de la Formación Soncco en la comunidad de Barropata. Coordenadas



Fotografía 2. Limolitas medianamente saturados con intercalaciones de arenisca de la Formación Soncco, en el corte de trocha vecinal de la comunidad Barropata.

2.1.2. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)

Conformado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvio-deluvial, interestratificados, imposibles de separarlos como unidades individuales (Vílchez et al., 2019), por su relación directa con corrientes de agua.

Se encuentran acumulados a lo largo de laderas de media a fuerte pendiente.

En la zona de estudio la presencia de deslizamientos y flujos de detritos antiguos y reptación (Fotografía 2) como precursores de deslizamientos y flujos en la comunidad de Barropata dan lugar a la presencia de depósitos coluvio-deluviales. Estos depósitos están constituidos por materiales de secuencias de gravas, limos y arcillas, siendo el material fino el predominante en un 90% y se encuentran de medianamente a altamente saturados.

En la comunidad de Barropata, los principales agentes formadores de estos depósitos son la meteorización, la gravedad, agua (precipitaciones y agua subterránea), movimientos sísmicos, movimientos en masa (deslizamientos, flujos de detrito/lodo y movimientos complejos).



Fotografía 3. Saturación suelo da lugar a la reptación de suelos precursores de deslizamientos y flujo de lodo en la comunidad Barropata.

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

3.1. Pendientes del terreno

Es uno de los principales factores dinámicos, que contribuyen particularmente a 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 importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa (cuadro 4).

En la comunidad de Barropata predominan pendientes medias y fuertes (5° a 25°), descritos en el Cuadro 4 y Anexo-mapa2.

Cuadro 4. Rango de pendientes del terreno en la comunidad de Barropata.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
5°a 15°	Media	En este rango de pendientes se encuentra el 50% de la comunidad de Barropata, formado por terrenos de cultivos y viviendas afectadas por reptación de suelo, debido a la saturación media a alta.
15°a 25°	Fuerte	Laderas de pendientes fuertes se encuentra en un 50% en la comunidad de Barropata, formado por terrenos de cultivos y viviendas afectadas por reptación de suelo, debido a la saturación media a alta.

3.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas (Anexo1-mapa3), se realizó la adaptación del mapa geomorfológico regional, donde 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). Además de fotointerpretación de imágenes satelitales a detalle.

Dentro de las unidades geomorfológicas regionales descritas de manera indirecta y de orden secundario al área de inspección, se tienen subunidades de montañas en rocas sedimentarias, vertientes de deslizamiento, vertientes coluvio-deluviales, y vertientes

aluviales. A continuación, se realiza una descripción de subunidades representativas del área de estudio, divididos en geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional: y geoformas de carácter deposicional y agradacional. Siendo las montañas en rocas sedimentarias y vertientes de deslizamiento las geoformas que representan la comunidad de Barropata.

3.2.1. 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 (Villota, 2005).

Subunidad de montañas en roca sedimentaria (RM-rs):

Está conformada por afloramientos de la Formación Soncco, representados por algunos sectores de la comunidad de Barropata y alrededores. Se ubica entre las cotas de 3200 m y 4929 m, sus laderas son fuertes a abruptas (Fotografía 4), predominando pendientes muy fuertes a abruptas (25° a $>45^\circ$). Los procesos de meteorización y gravedad originan deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos que representan a depósitos coluvio-deluviales y depósitos de deslizamientos a lo largo de laderas de pendientes medias a fuertes (5° a 25°).

3.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

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

Vertiente coluvio-deluvial (V-cd):

Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, esta unidad se encuentra en la parte alta del área de estudio sobre pendientes muy fuertes (25° a 45°) a abruptas ($>45^\circ$) (Anexo1-mapa2).

Estos depósitos se consideran inestables, ya que no existe cohesión entre sus fragmentos. Por esta razón, es fácil que un sobrepeso (caída de nuevos bloques) produzca deslizamiento de parte de los materiales. Cuando el talud o vertiente de detritos es relativamente antiguo y el clima es propicio, se pueden desarrollar suelo y cobertura vegetal estabilizadora (Villota, 2005).

Al noroeste de la comunidad de Barropata, se pueden observar depósitos coluvio-deluviales (Figura 3), producto de la ocurrencia de antiguos movimientos en masa inducido por acción de precipitaciones históricas o sismos.

Vertiente de deslizamiento (V-dd):

Corresponde a las acumulaciones de ladera en la comunidad de Barropata, originadas por procesos de movimientos en masa de tipo deslizamiento y movimientos complejos. Está constituido por materias finas (arcilla y limo) en un 90% puede observarse escasos fragmentos de arenisca de la Formación Soncco.

Su morfología es usualmente convexa y su disposición semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despegue del movimiento en masa (Vílchez et al. 2019). Se trata de superficies con pendiente mediana a fuerte (5° a 25°) (Anexo1-mapa2),

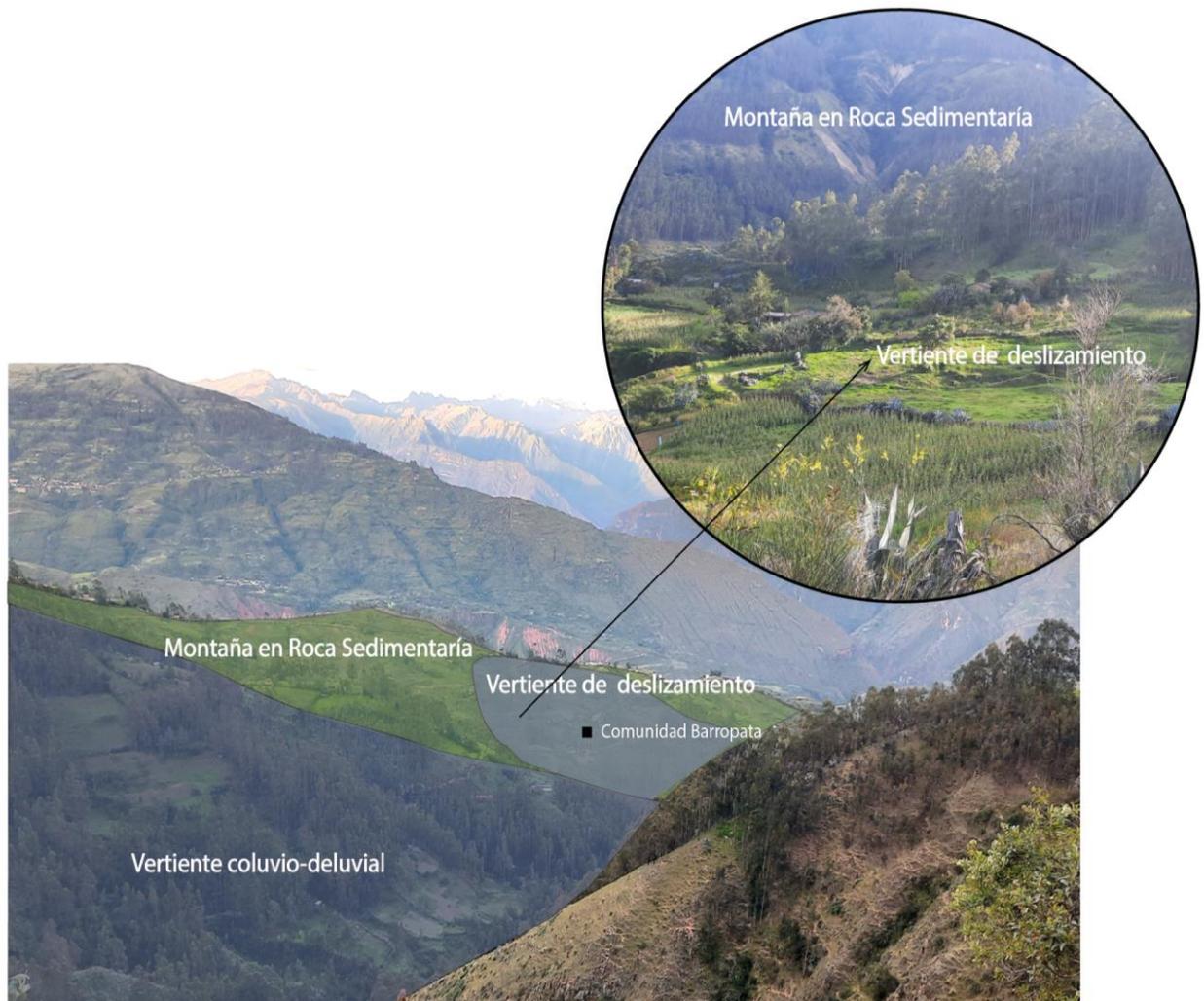


Figura 3. Vista de geformas de la comunidad de Barropata y alrededores

o.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS

En la comunidad de Barropata se ha identificado y cartografiado peligros geológicos por movimientos en masa, tipo reptación de suelos, deslizamientos y movimientos complejos (deslizamientos y flujo) (Figura 4) (Anexo_Mapa4).

Los movimientos en masa antiguos propiamente dichos son de actividad inactiva latente, mientras que otros movimientos como las reptaciones de suelos son visibles desde hace más de 25 años y continúan activos hasta la fecha, debido a la presencia de ojos de agua, manantes y bofedales que saturan los suelos sobre los que se asienta la comunidad de Barropata y alrededores (Figura 4) (Anexo_Mapa4).

4.1. Movimientos en masa antiguos.

Movimiento complejo (deslizamiento – flujo)

La presencia de alineaciones coronarias antiguas de longitud 85 a 125 m, con saltos de 3 a 5 m, en la parte alta de la comunidad de Barropata (Figura 4B), junto con la geología y geoforma del área de estudio muestra evidencias de la ocurrencia de un movimiento en masa antiguo de tipo movimiento complejo (deslizamiento – flujo) (Figura 4B).

El deslizamiento tiene una escarpa semicircular de longitud 500 m, distancia de la escarpa principal hasta el pie de largo 770 m, y el ancho de 330 m (distancia promedio entre ambos flancos) (Figura 4B), la masa del deslizamiento al pie, desemboca paralela al afluente del río Pampas para después convertirse en un flujo que se extendió por una longitud de 220 m, hasta desembocar en el río Pampas (Figura 4B).

Deslizamiento

Al lado izquierdo del movimiento complejo antiguo, se ha fotointerpretado un deslizamiento antiguo cuya distancia de la escarpa principal hasta el pie es de largo 390 m, y el ancho de 190 m (distancia promedio entre ambos flancos) (Figura 4B).

A pesar que dentro de los movimientos en masa antiguos se han reactivado y/o activado procesos de reptaciones, deslizamientos y movimientos complejos, se considera que ambos son de actividad inactiva latente, inactiva, debido a que no se muestra un avance masivo de cada evento propiamente dicho y latente porque la presencia de los movimientos en masa activos pequeños dentro de los cuerpos antiguos puede llegar a activarlos.

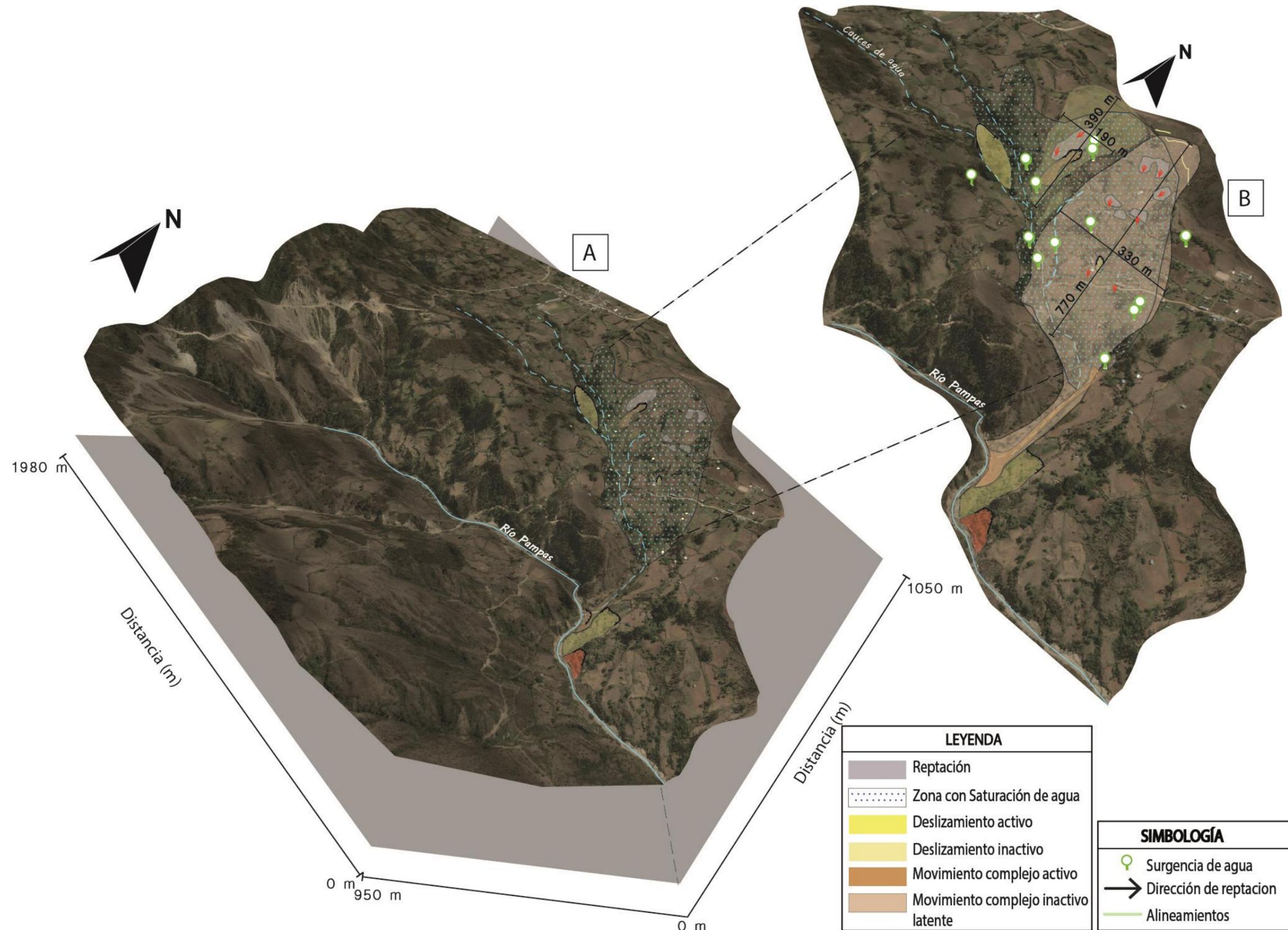


Figura 4. A. Vista 3D de los movimientos en masa en la comunidad Barropata y alrededores . B. Cartografiado de movimientos en masa de actividad inactiva latente y activa, además de surgencias de agua en la comunidad de Barropata.

4.2. Movimientos en masa recientes.

Reptación

La alta saturación hídrica del suelo debido a surgencias de agua, bofedales, manantes en la comunidad Barropata, da lugar a reptaciones de suelos (Figura 4B y 5), que afectaron y/o destruyeron más de 4 ha de terrenos de cultivos de maíz, infraestructura del centro educativo, muros antiguos, infraestructura de concreto del local comunal, y viviendas de adobe de las 60 familias que habitaban en la comunidad de Barropata en el 2010.

En los años 2000, 2004 y 2010 se registraron los peores daños en las viviendas de adobe (Figura 6C). Según el testimonio de los pobladores, después del 2010, 30 familias volvieron a reconstruir sus viviendas de adobe, sin embargo, continúan siendo afectadas (Figura 6B). Mientras que el resto de la población del 2010 abandonó sus viviendas por estas completamente destruidas o al borde del colapso. Actualmente, 10 familias habitan en la comunidad de Barropata.

El local comunal de Barropata fue construido de concreto, sin embargo, en el interior se observa agrietamientos en las paredes (Figura 6 D2). Además, la vivienda de adobe construida al ras de la ubicación del local comunal, fue desplazada 50 cm ladera abajo (Figura 6 D1).

Algunos tramos de canales de agua ubicados en la parte alta de la comunidad de Barropata no tienen revestimiento (Figura 5C y 5D). Así como terrenos de cultivos de maíz regados por gravedad y aspersión aceleran la saturación del suelo.

Las reptaciones fueron indicios que antecedieron la ocurrencia de otros deslizamientos (Figura 5 y 5D) y movimientos complejos, dimensionalmente más pequeños a comparación de los movimientos antiguos descritos (Figura 5).

Por lo expuesto, la comunidad de Barropata es de **peligro alto a muy alto** a la ocurrencia de movimientos en masa.

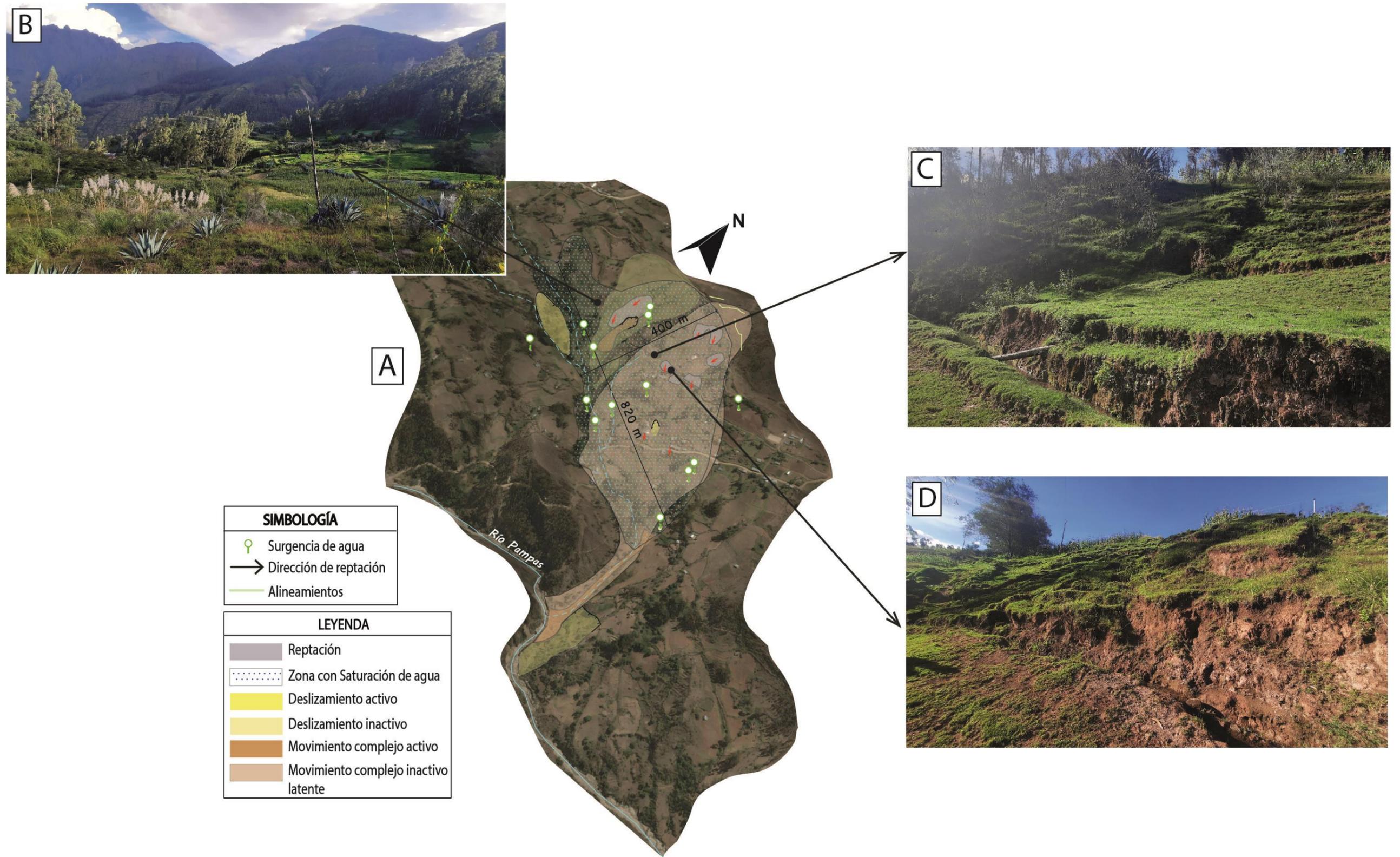


Figura 5. A. Vista 3D del cartografiado de movimientos en masa en la comunidad de Barropata. B. Vista de zonas saturadas que generan reptación. C. Reptación que afectan canales artesanales de riego. D. Reptación generan deslizamientos

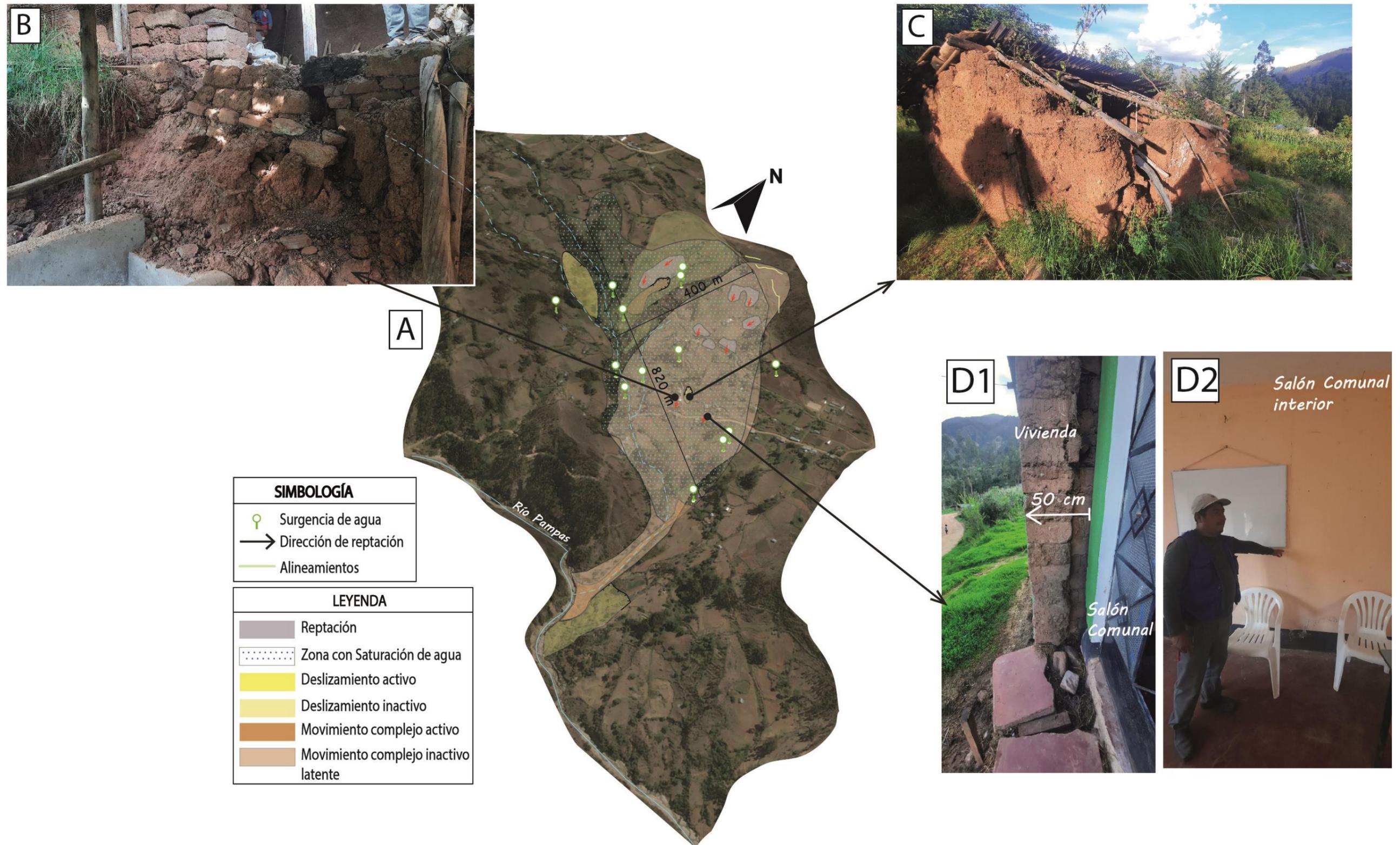


Figura 6. A. Vista 3D de del cartografiado de movimientos en masa en la comunidad de Barropata. B. Vivienda afectada en la comunidad Barropata. C. Vivienda destruida en el 2000. D. Desplazamiento de viviendas de adobe, y afectación de infraestructuras de concreto del salón comunal.

4.3. Factores condicionantes y desencadenantes

4.3.1. FACTORES CONDICIONANTES

- **LITOLÓGICO:** En la zona de estudio predominan depósitos cuaternarios coluvio - deluviales con bloques de arenisca de la formación Soncco dentro de una matriz limo-arcillosas.
- **GEOMORFOLOGÍA Y PENDIENTES:** La comunidad de Barropata están conformada por montañas en roca sedimentaria y vertientes de deslizamiento dispuestas sobre pendientes medias a fuerte (5° a 25°).
- **VEGETACIÓN:** En la comunidad de Barropata, la vegetación está representada por pastizales arboles sin raíces tan profundas, lo que contribuye a restar estabilidad a las laderas, además de demostrar una alta sensibilidad a la erosión hídrica (Jacoby, 2001), puesto que en general las raíces tenderían a actuar como agentes estabilizadores

4.3.2. FACTORES DESENCADENANTES

- AGUA

PRECIPITACIONES: El área de estudio registra precipitaciones anuales acumuladas entre 500 mm a 900 mm, siendo considerado un clima semiseco, lluvioso con invierno seco.

SURGENCIAS DE AGUA: La presencia de ojos de agua, manantes y bofedales dentro de la comunidad Barropata, contribuye con la saturación hídrica del suelo, y posterior activación de movimientos en masa de tipo reptación de suelos, deslizamientos y movimientos complejos.

RIEGO: Los terrenos de cultivos dentro de la comunidad de Barropata son regados por gravedad. Este tipo de riego genera saturación del terreno, lo que conlleva a un aumento de peso de la masa inestable, por lo tanto, la generación de movimientos en masa.

5. CONCLUSIONES

1. La comunidad Barropata se asienta sobre substratos de depósitos coluvio deluviales, con boques pequeños de areniscas de la Formación Soncco envueltos por una matriz limo-arcillosa. Mientras que las geoformas más representativas de la comunidad Barropata son montañas sedimentarias y vertientes de deslizamiento con pendientes medias a fuertes (5° a 25°); Además, el suelo se encuentra altamente saturado, por lo que se le considera como zona de susceptibilidad alta a la ocurrencia de movimientos en masa.
2. En la comunidad de Barropata se han cartografiado movimientos en masa, de tipo reptación de suelos, deslizamientos y movimientos complejos (deslizamientos y flujo) de actividad inactivo latente, reactivado y activo. Estos eventos afectaron y/o destruyeron más de 4 ha de terrenos de cultivos de maíz, infraestructura del centro educativo, muros antiguos, infraestructura de concreto del local comunal, y viviendas de adobe de las 60 familias que habitaban en la comunidad de Barropata en el 2010. En el 2000, 2004 y 2010 se registraron los peores daños en las viviendas de adobe. Por lo tanto, se considera a la comunidad de Barropata dinámicamente Muy **Activa** a la ocurrencia de movimientos en masa, por consiguiente, con **peligro Alto a Muy Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa.
3. Los movimientos en masa antiguos cartografiados en la comunidad de Barropata son dos (movimiento complejo y deslizamiento de actividad inactiva latente). Sobre los cuales se han reactivado y/o activado reptación, deslizamientos y movimientos en masa más pequeños. Los factores desencadenantes principales son precipitaciones intensas y excepcionales, surgencias de agua y mal sistema de riego de cultivos.
4. Dadas sus factores condicionantes litológicos, geomorfológicos y vegetación, la comunidad de Barropata son **susceptibles altamente a la ocurrencia de movimientos en masa**, la temporada de lluvia intensa y prolongada.

6. RECOMENDACIONES

A corto plazo

1. Reubicar las familias cuyas viviendas fueron afectadas por la reptación en la comunidad de Barropata.
2. Restringir y/o prohibir la expansión poblacional o la construcción de nuevas viviendas en la comunidad de Barropata, ya que se encuentra amenazado por el deslizamiento, hasta su estabilización.

A mediano plazo,

1. Realizar un adecuado sistema de drenaje, como captaciones de surgencias de agua (ojos de agua y manantes) en toda la zona de estudio, debido a que su presencia, activa y reptaciones de suelos, deslizamientos y movimientos complejos. Además de la permeabilización del canal de riego, con el objetivo de reducir la infiltración de agua al subsuelo.
2. Prohibir y restringir el uso de suelos como terrenos de cultivos, por lo menos hasta después de su estabilización. Considerar cultivos que no requieran mucha cantidad de agua después de su estabilización.
3. Reforestar dentro de las laderas de la comunidad de Barropata, plantas nativas con raíces profundas y fuertes.
4. Monitorear la reptación de suelos antes y después de realizadas de medidas de mitigación.



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



ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

BIBLIOGRAFÍA

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2007. Plataforma Sistema de Información Geográfica para emprendedores (SIGE).

Jacoby, D., 2001. Vulnerabilidad del sector urbano de La Reina frente a desbordes de la Quebrada de Ramón. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.

Proyecto Multinacional Andino: GCA, 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.

Marocco, R.; Salas, V. & Quispe, L. (1996) – Geología del cuadrángulo de San Miguel, Hoja:27-o, Boletín A 83. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 131 p.

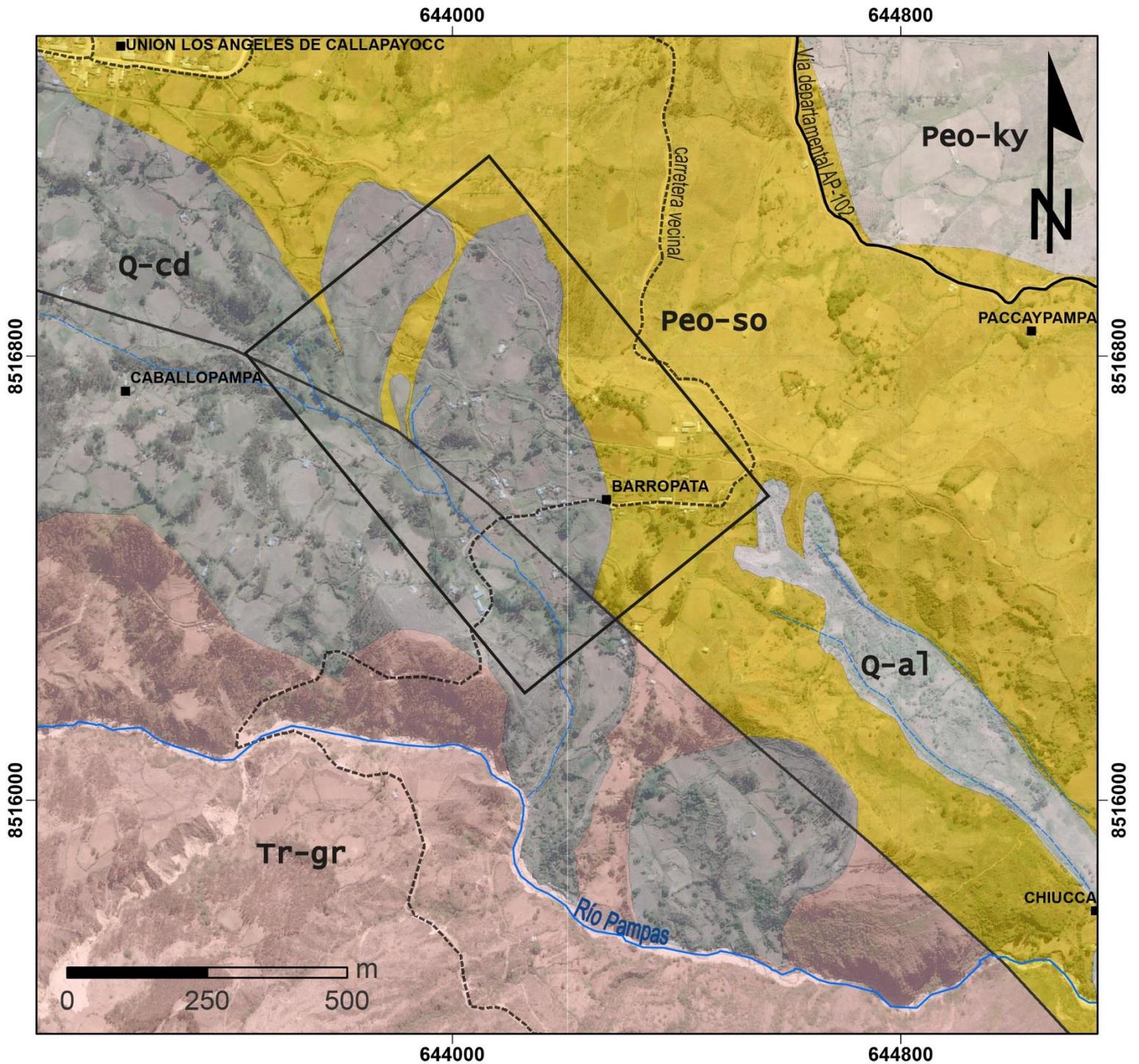
SENAMHI, 2020. Climas del Perú. Mapa de Clasificación Climática Nacional. Resumen Ejecutivo. 7 p.

Velasco J. 2009. Mapa geológico del cuadrángulo de San Miguel. Escala 1:50 000. Hoja 27-o. Cuadrante II. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.

Sosa N., Pari W., Peña F. 2020. Peligro Geológico en la región de Apurímac. INGEMMET. Boletín N° 74. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. 342p.

Vilchez M. 2017. Mapa de Susceptibilidad a Movimientos en Masa. Escala 1: 500 000. Peligro Geológico en la región de Apurímac. INGEMMET. Boletín N° 74. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. 342p.

ANEXO



LEYENDA	
Q - cd	Depósito coluvio deluvial Bloques de roca en una matriz areno-limosa
Q - al	Depósito aluvial Gravas y arenas, conos aluviales
Peo-so	Formación Soncco Conglomerados y limos rojos con arenisca roja
Peo-ky	Formación Kayra Conglomerados de clastos volcánico, limo y arenisca roja
Tr-gr	Granito San Miguel, Ongoy

SIMBOLOGÍA	
■	Centro Poblado
—	Falla
-----	Vía vecinal
—	Vía departamental

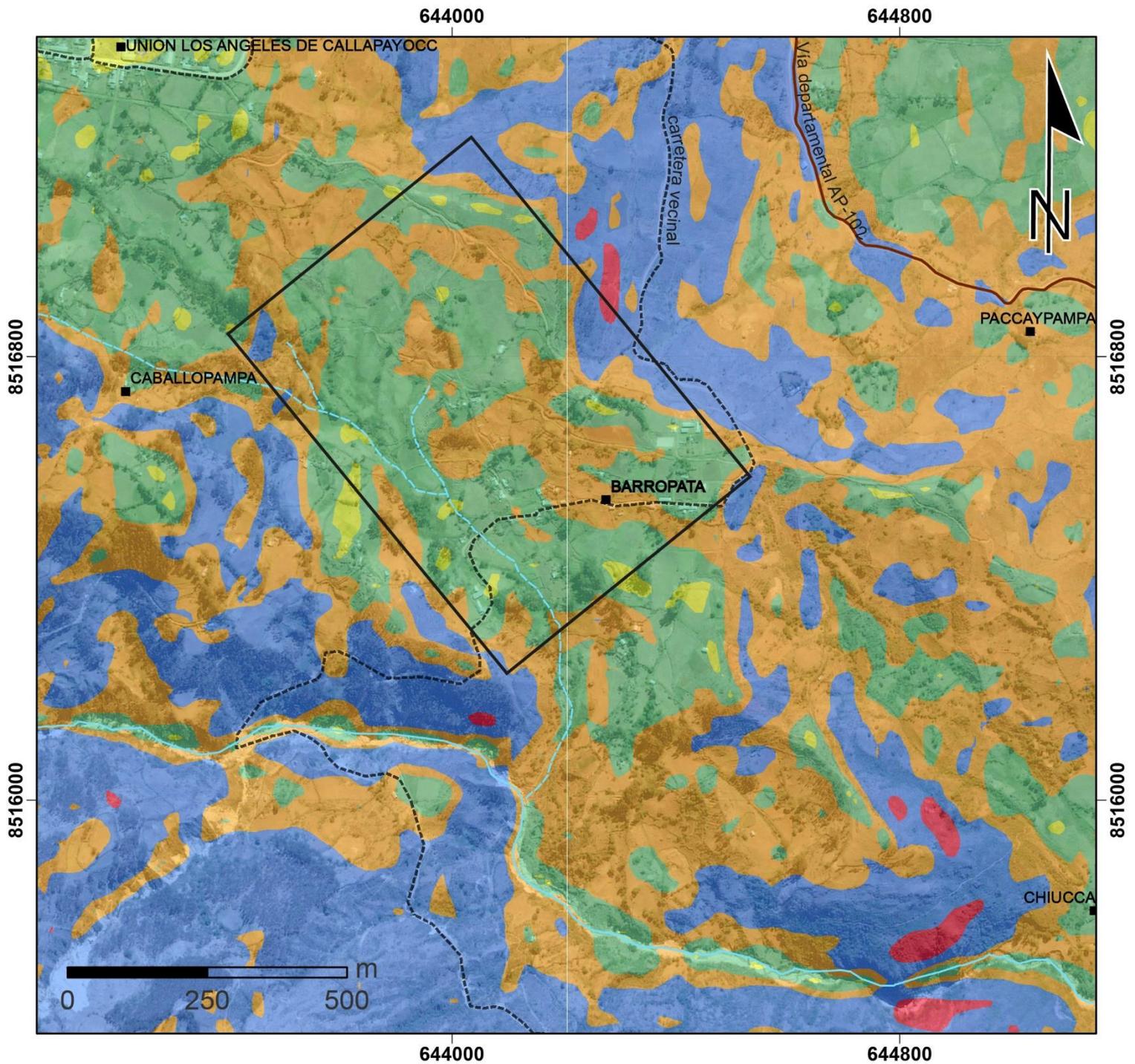
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA
EN LA COMUNIDAD DE BARROPATA
DISTRITO ONGOY, PROVINCIA DE CHINCHEROS Y DEPARTAMENTO DE APURÍMAC

GEOLOGÍA EN LA COMUNIDAD DE BARROPATA

Elaborado por: INGENMET
Datum: UTM WGS84
Zona: 18 S

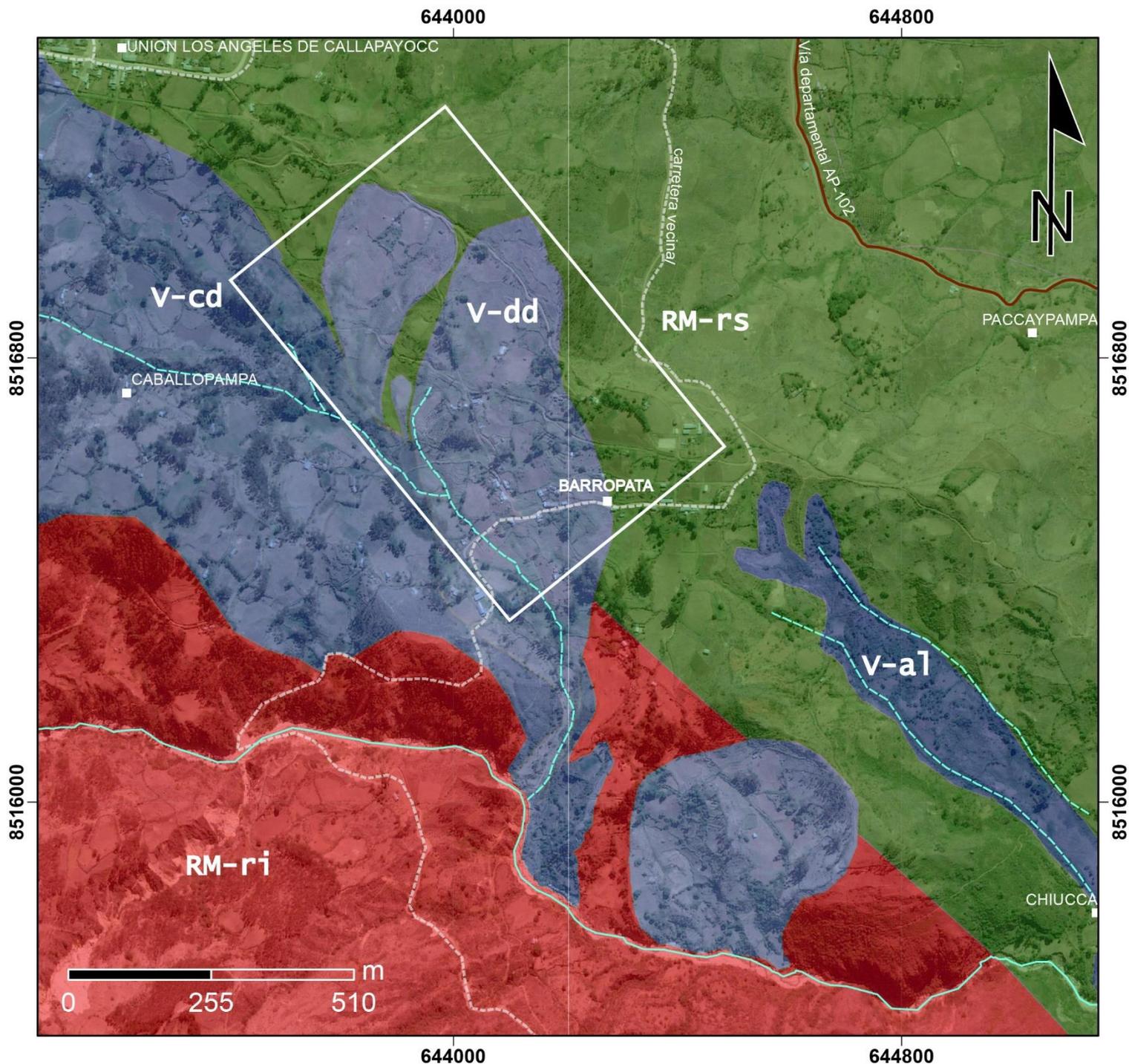
Escala: 1:10,000 m

MAPA **1**



LEYENDA	
< 1°	Muy Baja
1° - 5°	Baja
5° - 15°	Media
15° - 25°	Fuerte
25° - 45°	Muy Fuerte
> 45°	Abrupta

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA COMUNIDAD DE BARROPATA DISTRITO ONGOY, PROVINCIA DE CHINCHEROS Y DEPARTAMENTO DE APURÍMAC	
PENDIENTES DE LA COMUNIDAD BARROPATA Y ALREDEDORES	
Elaborado por: INGENMET Datum: UTM WGS84 Zona: 18 S	MAPA 2
Escala: 1:10,000 	



LEYENDA	
RM-ri	Montaña en roca intrusiva
RM-rs	Montaña en roca sedimentaria
V-cd	Vertiente coluvio-deluvial
V-al	Vertiente aluvial
V-dd	Vertiente de deslizamiento

SIMBOLOGÍA	
 Centro Poblado	 Cursos de agua
 Vía vecinal	 Vía departamental

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA COMUNIDAD DE BARROPATA DISTRITO ONGOY, PROVINCIA DE CHINCHEROS Y DEPARTAMENTO DE APURÍMAC	
GEOMORFOLOGÍA DE LA COMUNIDAD DE BARROPATA Y ALREDEDORES	
Elaborado por: INGGEMMET Datum: UTM WGS84 Zona: 18 S	MAPA 3
Escala: 1 : 10,000 	

643600

644000

644400

8516800

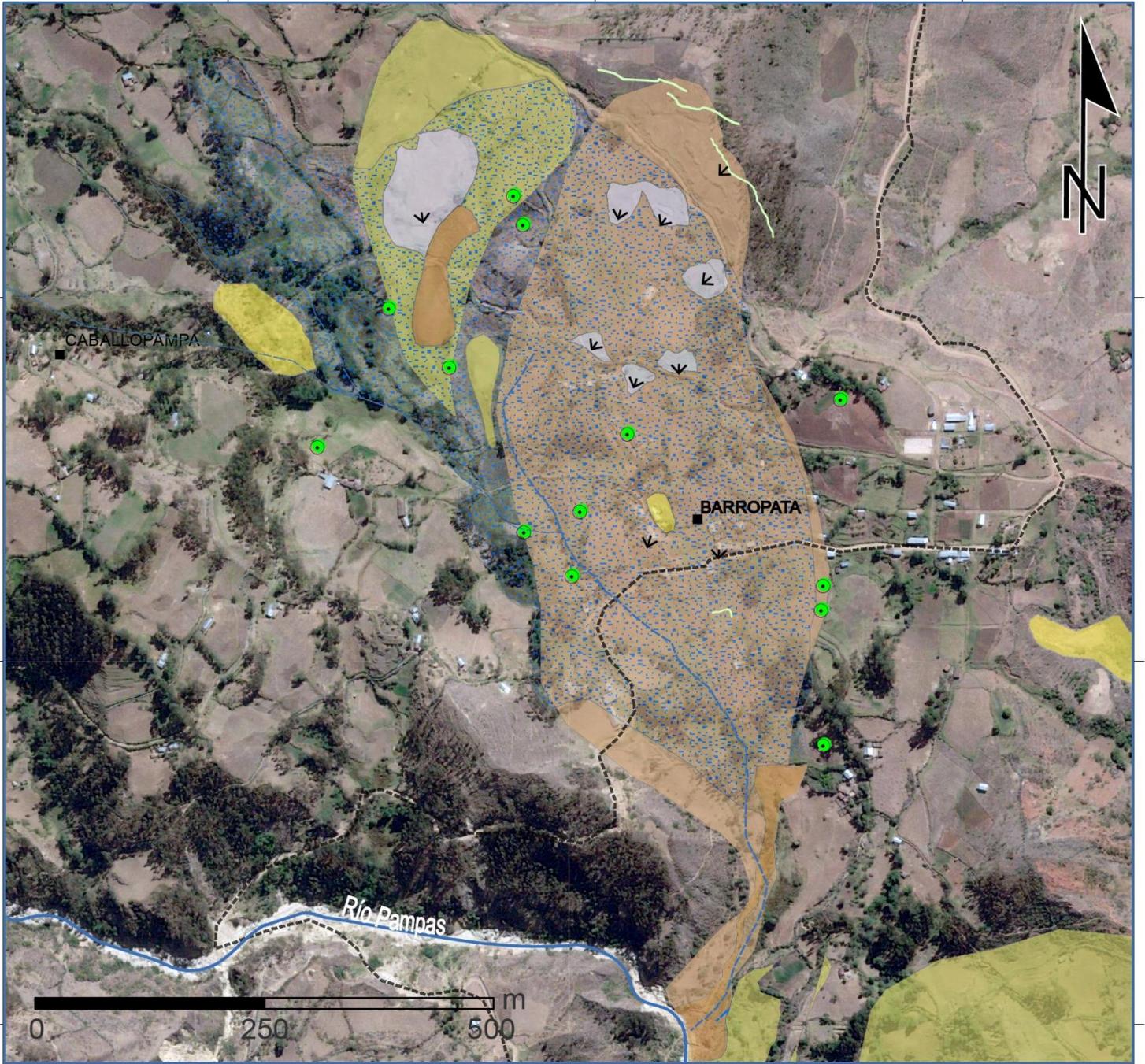
8516800

8516400

8516400

8516000

8516000



643600

644000

644400



LEYENDA

- Reptación
- Zona de saturación de agua
- Deslizamiento activo
- Deslizamiento Inactivo latente
- Movimiento Complejo activo
- Movimiento Complejo inactivo latente

SIMBOLOGÍA

- Centro Poblado
- Cursos de agua
- Surgencia de agua
- Vía vecinal
- Alineamientos
- Dirección de reptación

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA
 EN LA COMUNIDAD DE BARROPATA
 DISTRITO ONGOY, PROVINCIA DE CHINCHEROS Y DEPARTAMENTO DE APURÍMAC

MOVIMIENTOS EN MASA DE LA COMUNIDAD DE BARROPATA

Elaborado por: INGGEMMET
 Datum: UTM WGS84
 Zona: 18 S

Escala: 1:6,500

m
0 250

MAPA
4

