

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7411

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL C.P. LUCMAPAMPA Y ALREDEDORES

Departamento Cusco
Provincia La Convención
Distrito Santa Teresa



AGOSTO
2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL C.P. LUCMAPAMPA Y ALREDEDORES

Distrito Santa Teresa, provincia La Convención, departamento Cusco

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

Responsable de la investigación:

*Gael Araujo Huamán
Ángel Gonzalo Luna Guillén*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el C.P. Lucmapampa y alrededores. Distrito Santa Teresa, provincia La Convención, departamento Cusco*. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7411. 34 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.2. Aspectos generales	6
1.2.1. UBICACIÓN	6
1.2.2. POBLACIÓN	7
1.2.3. ACCESIBILIDAD	7
1.2.4. CLIMA	8
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	11
2.1. Unidades litoestratigráficas.....	11
2.1.1. Formación Málaga.....	11
2.1.2. Formación Sandía	12
2.1.3. Plutón Choquetacarpo.....	12
2.1.4. Plutón Cirialo	13
2.1.5. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd).....	14
2.1.6. Depósito proluvial (Q-pr)	15
2.1.7. Depósito fluvial (Q-fl)	16
2.2. Pendientes del terreno.....	17
2.3. Unidades geomorfológicas	18
2.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	19
2.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	19
3. PELIGROS GEOLÓGICOS	21
3.1. Evolución temporal del área de estudio	21
3.2. Factores condicionantes y desencadenantes	26
3.1.1. FACTORES CONDICIONANTES.....	26
3.1.2. FACTORES DESENCADENANTES	26
4. CONCLUSIONES	27
5. BIBLIOGRAFÍA.....	30
ANEXO	31

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el C.P. Lucmapampa y alrededores, distrito de Santa Teresa, provincia La Convención y departamento Cusco. 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 C.P. Lucmapampa y alrededores está conformada por cuarcitas finas y areniscas gris amarillentas, cuyos afloramientos están medianamente fracturados con separaciones de 0.3 m a 1 m y altamente meteorizados, provenientes de las formaciones Málaga y Sandia, se tienen además plutones Choquetacarpó y Cirialó.

Sobre el substrato rocoso se observan depósitos inconsolidados coluviales (originados por deslizamientos y derrumbes), y proluviales originados por flujos, constituidos por bloques / gravas de areniscas y monzogranitos; envueltos en matriz limo – arenosa, mediana a altamente saturada. Dichos depósitos están distribuidos a lo largo de una ladera con pendientes medias (15° a 25°) a muy fuertes (>45°).

Las unidades geomorfológicas de carácter degradacional y erosional están representadas por montañas sedimentarias, mientras que geoformas de carácter depositacional son vertientes coluviales, vertiente de deslizamiento, vertiente proluvial y abanico proluvial, con pendientes medias (5° a 15°) a abruptas (>45°), propias de acumulación de masas de deslizamientos y flujos de detritos en la parte alta y en el C.P. Lucmapampa.

Las imágenes satelitales obtenidas del C.P. Lucmapampa y alrededores del período 2007 a 2023, muestran la activación de deslizamientos a ambos flancos de la quebrada Lucmapampa, cuya longitud entre la escarpa y pie es hasta 130 m. Dichos depósitos de remoción en masa, activaron flujos de detritos y lodo sobre la quebrada Lucmapampa y adyacentes a la misma, llegando a desembocar en el río Chaupimayo.

Cabe resaltar que estos procesos de movimientos en masa recientes, tipo deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos y flujos de lodo, se registraron el 2009, 2014, y 2015, en cuatro sectores principalmente, considerados con peligro **Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa en el sector evaluado.

Teniendo así que en el sector 1, se destruyeron más de 4 hectáreas de terrenos de cultivos de maíz, café, palta y plantaciones de cítricos, a lo largo de la quebrada Lucmapampa y zonas adyacentes, dejando 20 de 72 familias damnificadas, además de la cancha deportiva del C.P. Lucmapampa. En el sector 2 se perdieron aproximadamente 200 m² de terrenos de cultivo. En el sector 3 destruyó la trocha carrozable y ¼ hectárea de terrenos de cultivos (cerca al puente Achirayoc – Chaupimayo). Finalmente, en el sector 4, se registraron daños en la escuela de Lucmapampa (actualmente se construyó otra escuela al oeste), así como ¼ de hectárea de plantaciones de cacao y choclo.

El presente informe se pone a disposición de las autoridades, a fin de que las conclusiones y recomendaciones sirvan como instrumento, en el marco del control del riesgo.

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos y actividades 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 del Estado 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 Santa Teresa, según Oficio N°137-2022-A-MDST-LC, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, en el centro poblado de Lucmapampa y alrededores.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, designó a la magister Gael Araujo Huamán y a los Ingenieros David Prudencio Mendoza y Gonzalo Luna Guillén, para que realicen una evaluación técnica de peligros geológicos por movimientos en masa en el C.P. Lucmapampa, la cual se llevó a cabo el 12 de abril de 2023.

La evaluación técnica se realizó en 03 etapas: etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (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 Santa Teresa 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 el centro poblado de Lucmapampa y alrededores.
- 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 boletín N°74, serie C: Peligros Geológicos en la Región Cusco (Vílchez et al., 2020), con el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:500 000; es información de referencia que, sumada a la evaluación técnica de campo y fotointerpretación en gabinete, permitió corroborar las áreas de estudio en niveles de susceptibilidad media a muy alta (Figura 1).

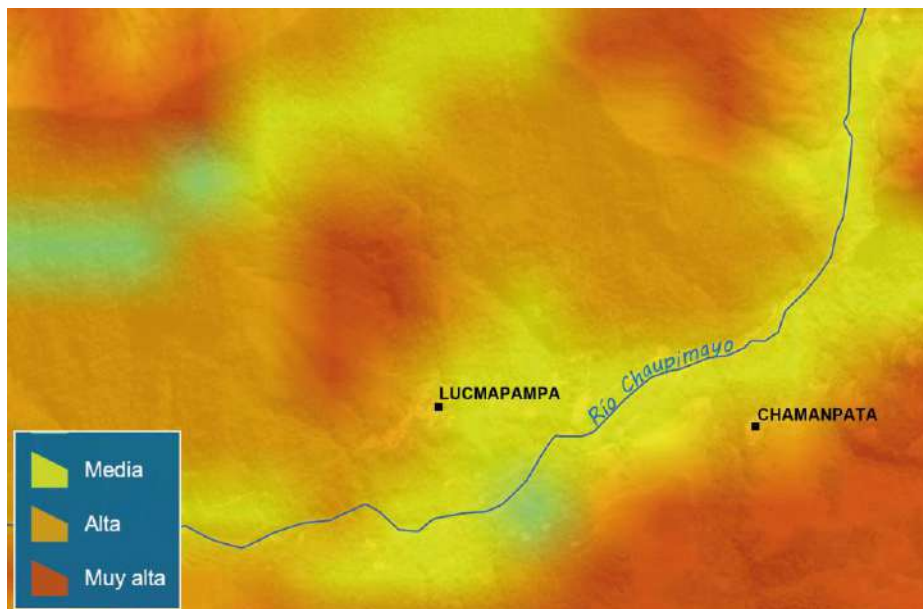


Figura 1: Susceptibilidad a movimientos en masa (Vílchez, M. et al. 2020)

- B) El boletín N° 127, serie A. Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu (hojas 26-q y 27-q) (Carlotto V. et al. 1999), boletín N° 30, serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000). Geología de los cuadrángulos de Machupicchu (hojas 27q2, 27q3), Pacaypata (27p2, 27p3, 27p4) y San Miguel (hoja 27o1). La actualización del mapa geológico 1: 50,000 publicado en el portal de Geocatmin. Además, el boletín N°74, serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica Peligros Geológicos en la región Cusco (Vílchez et al., 2020). En estas publicaciones se describen las unidades geológicas y depósito superficiales no consolidados que conforman el área de estudio.

1.2. Aspectos generales

1.2.1. UBICACIÓN

El centro poblado de Lucmapampa se sitúa en la margen derecha del río Chaupimayo, cuenca de Chaupimayo. Políticamente, pertenece a la jurisdicción distrital de Santa Teresa, provincia de La Convención y departamento de Cusco (Tabla 1, figura 2).

Tabla 1. Coordenadas UTM y geográficas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	745078	8556830	-13.044 °	-72.740°
2	746180	8557329	-13.040°	-72.730°
3	746812	8556140	-13.050°	-72.724°
4	745107	8555615	-13.055°	-72.739°
CC	745967	8555882	-13.053°	-72.731°

1.2.2. POBLACIÓN

Según las cifras oficiales del XII Censo Nacional de Población y Vivienda (INEI 2017), el centro poblado de Lucmapampa tiene 130 habitantes. Sus principales actividades económicas son la plantación de frutales como palta, mango, cítricos, entre otros.

1.2.3. ACCESIBILIDAD

A la zona de trabajo se puede acceder, partiendo de la ciudad del Cusco, en dirección noreste, se continua por las carreteras nacionales 3S, CU-110, 28B y CU-100 hacia el C.P. Chaullay (Ruta Cusco a Quillabamba) hasta llegar al C.P. Lucmapampa (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rutas de acceso al C.P. Lucmapampa

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cusco – Pacchar - Chaullay	Carretera nacional 3S, CU-110, 28B y CU-100	177	3 h 54 min
Chaullay – Lucmapampa (cuenca Chaupimayo)	Trocha	25.8	1 h

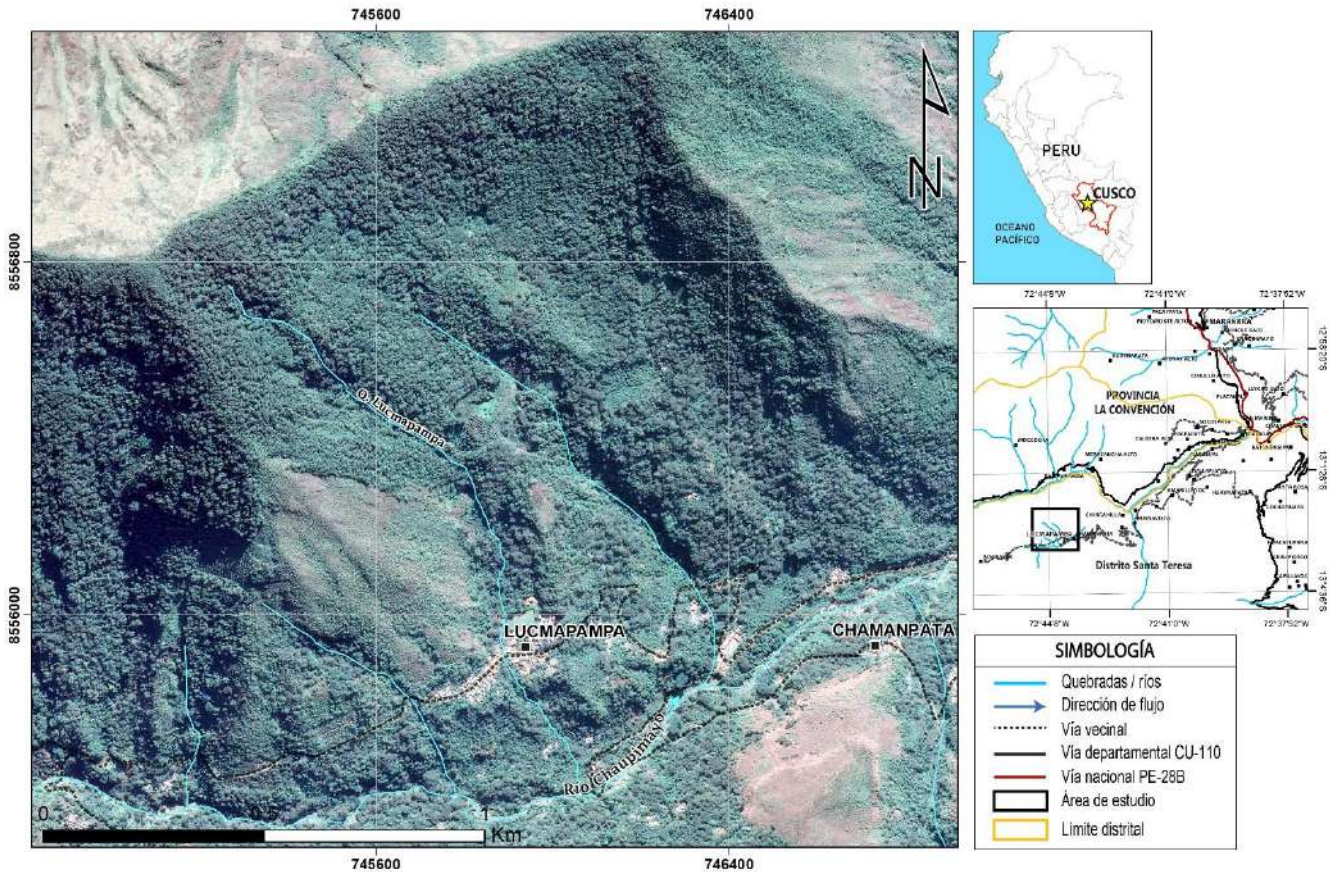


Figura 2. Ubicación del área de estudio

1.2.4. CLIMA

- Temperaturas y precipitaciones

Las temperaturas del C.P. Lucmapampa presentan valores máximos promedio de 17°C a 23°C y valores mínimos de 7°C a 11°C durante todo el año (Figura 3).

Las precipitaciones acumuladas anuales alcanzan valores desde los 1200 mm hasta 1800 mm aproximadamente. Los meses lluviosos varían de noviembre a abril.

Por lo descrito anteriormente, el sector de Lucmapampa es catalogado con un clima lluvioso con invierno seco, según el Mapa climático Nacional del SENAMHI (2020).

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 informe se desarrollan 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. La terminología técnica utilizada, tiene 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 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.
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).
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. DERRUMBE: Un tipo de caída, 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.

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

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.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico, se desarrolló en base al boletín N° 127, serie A. Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu (hojas 26-q y 27-q) (Carlotto V. et al. 1999), boletín N° 8, serie L: y la reciente actualización de la Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000). Geología de los cuadrángulos de Quillabamba (hojas 26q1, 26q2, 26q3, 26q4) (Ramos y Minaya. 2021), boletín N° 30, serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000). Geología de los cuadrángulos de Machupicchu (hojas 27q2, 27q3), Pacaypata (27p2, 27p3, 27p4) y San Miguel (hoja 27o1) (Arcos et al., 2021), , además del boletín N°74, serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica Peligros Geológicos en la región Cusco (Vílchez et al., 2020) donde se describe las unidades no consolidadas, complementándose con trabajos de fotointerpretación de imágenes satelitales, y observaciones en campo, con lo que finalmente se elaboró el mapa geológico del presente informe (Anexo 1-mapa 1).

2.1. Unidades litoestratigráficas

El mapa geológico comprende unidades como son la Formación Málaga (Ordovícico inferior - medio), Formación Sandia (Paleozoico inferior, Ordovícico superior), plutones Choquetacarpó (Ordovícico inferior) y Cirialó (Permo-triásico).

Todas a excepción de la Formación Sandia, se describen de manera breve, al ser formaciones circundantes al centro poblado de Lucmapampa (área principal de estudio), con predominancia de depósitos cuaternarios – Holocenos de origen coluvio-deluviales, proluvial, de deslizamiento y fluvial.

El mapa geológico muestra una falla inversa inferida de orientación oeste a este, la misma que corta depósitos no consolidados en la margen izquierda del río Chaupimayo (Anexo-mapa 1).

2.1.1. Formación Málaga

Afloran en pequeña extensión en un tramo vecinal de la ruta CU-523 (Chaullay a Lucmapampa), 850 m al suroeste del centro poblado de Lucmapampa. Está conformada por intercalaciones de pizarras, gris oscuro (Arcos et al., 2021) (Figura 3) muy fracturada y altamente meteorizada (cuadro 2 y 3), con cuarcitas de edad Ordovícico inferior (Ramos y Minaya. 2021). Esta formación aflora también en la margen derecha del río Chaupimayo y/o frente al centro poblado de Lucmapampa (Anexo 1-mapa 1).

Coordenada UTM

18L

E: 744937

S: 8555641

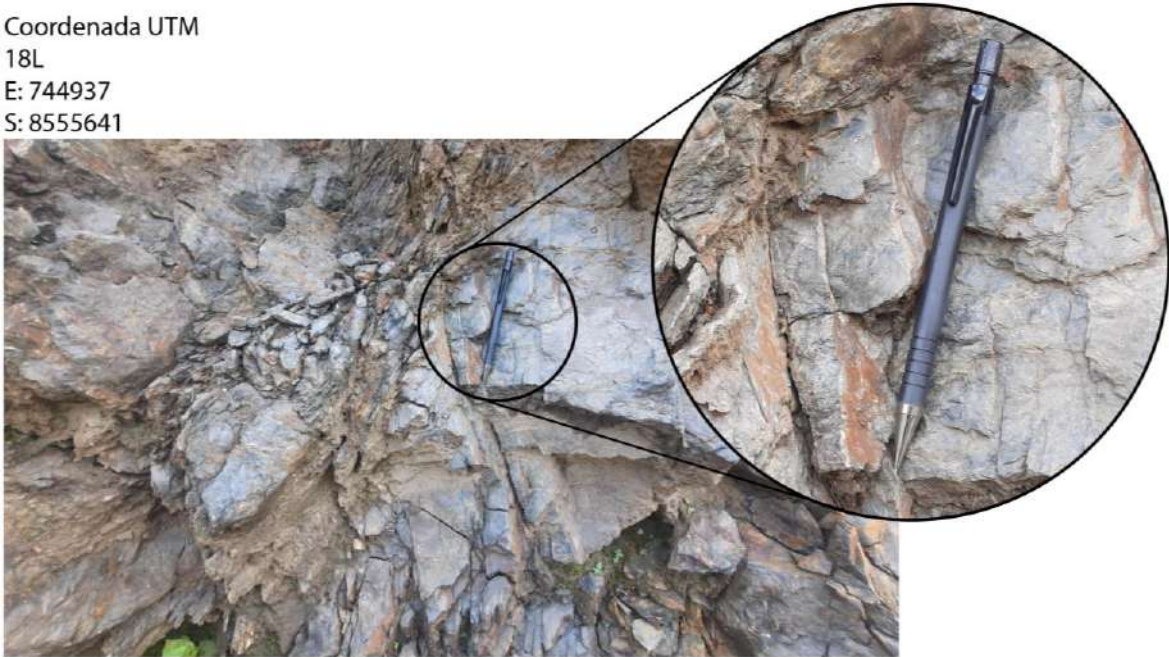


Figura 3. Pizarras de la Formación Málaga al suroeste del centro poblado de Lucmapampa.

2.1.2. Formación Sandía

Según el cuadrángulo de Quillabamba (26q), esta formación se compone de cuarcitas finas, grises verdosos a negras (Carlotto V. et al. 1999) y areniscas gris amarillentas (Ramos y Minaya. 2021). Aflora extensamente en la cuenca del río Chaupimayo, parte alta del centro poblado de Lucmapampa (Anexo 1-Mapa 1). Se encuentra disectada por quebradas donde se han producido huaycos históricos y recientes.

En la parte alta de la quebrada Lucmapampa, la roca se encuentra medianamente fracturadas con separaciones de 0.3 m a 1 m y altamente meteorizada. El desprendimiento de estos bloques puede generar caída de rocas.

PLUTONES

2.1.3. Plutón Choquetacarpó

Regionalmente está conformada por monzogranitos de textura granular, cuyos tamaños de cristales varían de 5 a 10 mm (Figura 3), es considerado como el más antiguo Ordovícico que aflora en el cuadrángulo de Machupicchu (Arcos et al., 2021).

Estos intrusivos afloran en discordancia con la Formación Sandía, en el lado noroeste del centro poblado Lucmapampa y flanco derecho de la cuenca Chaupimayo, extendiéndose longitudinalmente de sureste a noreste, Sus afloramientos son cubiertos por depósitos de deslizamientos y coluvio-deluviales (Anexo 1-mapa1).

Se ha observado bloques de monzogranitos en el flanco derecho sobre depósitos de deslizamiento en el flanco derecho de la quebrada Lucmapampa (Fotografía 1)



Fotografía 1. Bloque de monzogranito en el flanco derecho de la quebrada Lucmapampa.

2.1.4. Plutón Cirialo

Está conformado por granitos y cuarzomonzodioritas como parte del Macizo de Quillabamba (intrusivos Permo-triásicos) (Carlotto, V. et al). luego Sánchez, A. & Zapata, A. (2003) en los trabajos de revisión y actualización de la Carta Geológica la definen como Plutón Cirialo.

Estas afloran en el extremo este y oeste del centro poblado de Lucmapampa, están en discordancia con la Formación Sandia y Plutón Cirialo.

Cuadro 2. Clasificación de la meteorización de la Formación Málaga 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	
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	Requiere de limpieza del terreno suelto	Pizarras de la Formación Málaga

		descolorida esta presente como testigos discontinuos.		
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 de la Formación Sandia y Málaga identificadas 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	
F3	1-0.3 m	Medianamente fracturado	Espaciamiento regular entre fracturas	Buena	Formación Sandia
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	Pizarras de la Formación Málaga
F5	< 0.05 m	fragmentado	La roca se muestra astillosa y se se sepran en lajas con facilidad	Mala a pésima descartar uso o limpiar y estabilizar	

2.1.5. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)

Depósito conformado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvio-deluvial, interestratificados, imposibles de separarlos como unidades individuales. Se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas de la cuenca del río Chaupimayo (Vílchez et al., 2019).

Los afloramientos de las formaciones Sandia y Málaga; los plutones Choquetacampo y Cirialo, son cubiertas por depósitos coluvio-deluviales originados a partir de meteorización y ocurrencias de movimientos en masa (derrumbes), adosados a las laderas de la cuenca del río Chaupimayo.

Estos depósitos están constituidos por materiales de secuencias de gravas, arenas y limos, dentro del material también se observan cantos y bloques de areniscas, pizarras monzogranitos y dioritas; estos depósitos se encuentran cubiertas por abundante vegetación, y poseen suelos muy saturados y de alta plasticidad, estas características

sumadas a los procesos de erosión las hacen susceptibles a generar movimiento en masa (Anexo1-mapa1).

Algunos depósitos expuestos se observan en un tramo vecinal de la ruta CU-523, al suroeste del centro poblado de Lucmapampa (Fotografía 2).

Son depósitos inconsolidados que han sido acumulados por la ocurrencia de movimientos en masa tipo deslizamiento en las laderas de la cuenca Chaupimayo, las cuales se encuentran cubiertas con abundante vegetación y con suelos saturados (Anexo1-mapa1)

Están conformados por bloques subangulosos de origen sedimentario, ígneo y metamórfico en una matriz no consolidada limo-arenosa.



Fotografía 2. Depósitos coluvio-deluviales cerca de afloramientos de la Formación Málaga. Ubicado en las coordenadas UTM 18 L E: 745011 Y S: 8555617.

2.1.6. Depósito proluvial (Q-pr)

Conforman conos y abanicos de diferentes dimensiones en función a su dinámica y capacidad de transporte de ríos o quebradas. Son depósitos mal clasificados. Presentan fragmentos rocosos heterométricos (cantos, bolos, bloques, etc.) con relleno fino arenoso-arcilloso depositado en el fondo de valles tributarios y conos deyectivos en la confluencia con el río. Puede presentar cierta estratificación, que representa la ocurrencia de varios flujos de detritos a través del tiempo. Los materiales que conforman estas capas pueden ser gruesos y finos, dependiendo de la intensidad de la precipitación pluvial que los originó y la disposición de material suelto en la cuenca donde se originan (Vilchez M. et al. 2020).

Estos depósitos, al igual que los coluvio-deluviales y de deslizamientos, se encuentran cubiertos por abundante vegetación, propio del clima del distrito de Santa Teresa.

2.1.7. Depósito fluvial (Q-fl)

Son depósitos porosos no consolidados distribuidos en el cauce y márgenes del río Vilcanota, están conformados por gravas y arenas redondeadas y alturas menores a 2 m (Fotografía 3).



Fotografía 3. Depósitos fluviales en el cauce del río Chaupimayo. Ubicado en las coordenadas UTM 18 L E: 744880 y S: 855564

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

2.2. Pendientes del terreno

La pendiente es uno de los principales factores condicionantes que contribuyen a la ocurrencia 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 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).

Dentro del área de inspección se han hallado 4 rangos de pendientes descritos en la tabla a continuación, representados por el de la figura 4, las cuales también son mostradas en las correspondientes subunidades geomorfológicas.

Cuadro 4. Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
5° a 15°	Media	En este rango de pendientes se asienta el centro poblado de Lucmapampa (7°), ubicado en la parte baja de la quebrada con el mismo nombre.
15° a 25°	Fuerte	La parte media a baja de la quebrada Lucmapampa tiene pendientes fuertes (26.5°). Corresponden a las laderas conformadas por vertientes de deslizamiento y coluvio-deluviales.
25° a 45°	Muy fuerte	Estas pendientes se observan en las laderas de la cuenca Chaupimayo (39°), corresponde a montañas sedimentaria del Grupo Sandia y depósitos de deslizamiento y proluviales.
>45°	Abrupta	Estas pendientes se observan en laderas de la parte alta y media de ambos márgenes de la quebrada Lucmapampa, corresponde a depósitos proluviales que superponen montañas sedimentarias del Grupo Sandia.

Localmente, en el área de estudio se han identificado pendientes medias (5° a 15°) a abruptas (>45°) (Anexo1-mapa 2). Asimismo, las distribuciones de estas pendientes son explicadas en el perfil que corta longitudinalmente la quebrada Lucmapampa (Figura 4).

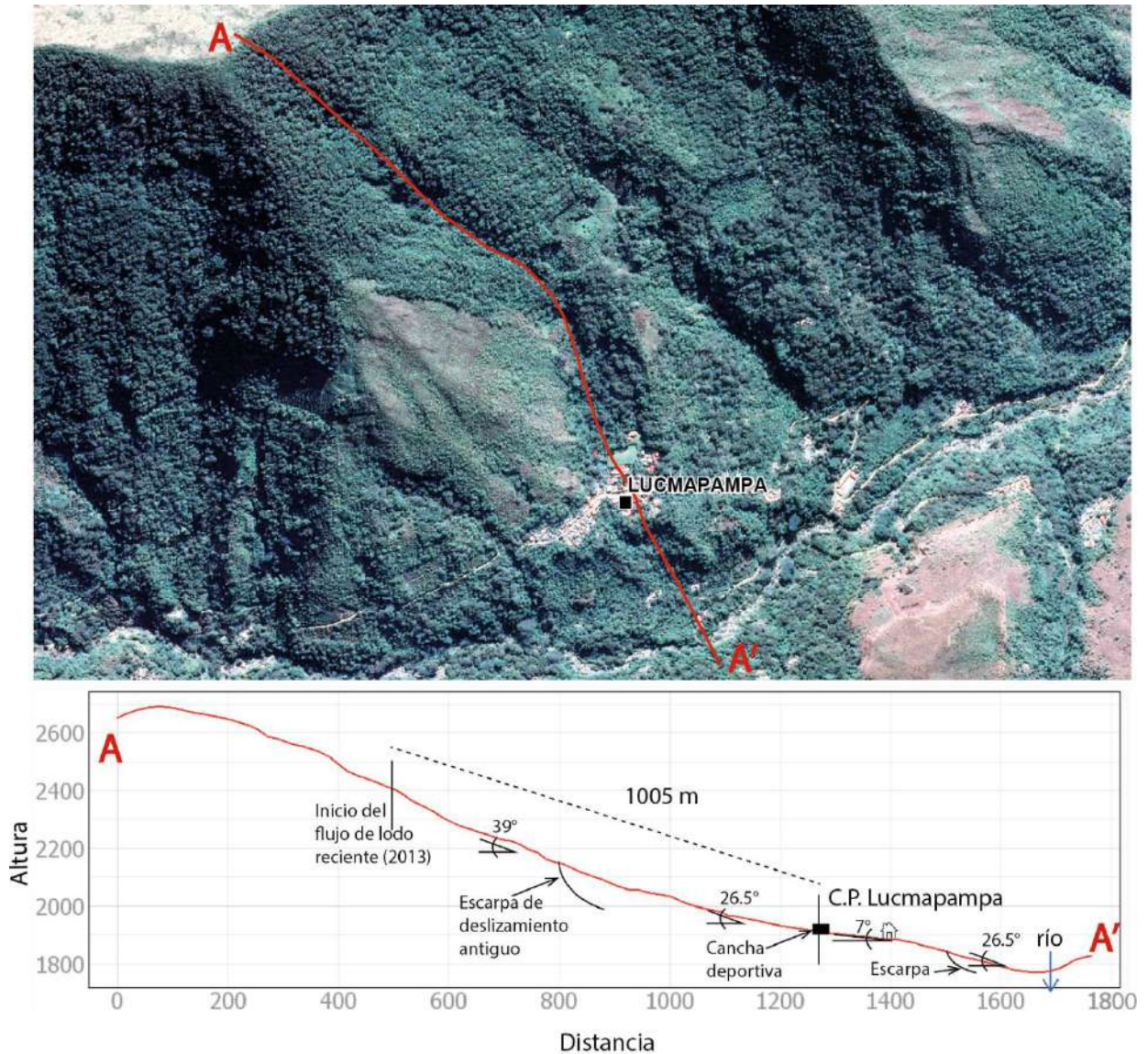


Figura 4. Corte representativo de las principales pendientes de la quebrada Lucmapampa.

2.3. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas (Anexo1-mapa3), 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 regionales descritas de manera indirecta y de orden secundario, en el área de inspección se tienen subunidades de montañas en rocas metamórficas y montañas en rocas intrusivas. Sin embargo, las unidades geomorfológicas locales descritas de manera directa y de influencia primaria al área de estudio, se encuentran representadas por montañas en rocas sedimentarias, vertientes coluvial, vertiente de deslizamiento, vertiente proluvial, abanico proluvial y cauce del río.

A continuación, se realiza una descripción de subunidades representativas del área de estudio, dentro de geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional. y geoformas de carácter deposicional y agradacional.

2.3.1. 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 metamórfica (RM-rm):

Esta subunidad está conformada por secuencias litológicas metamórficas, presenta forma convexa y se ubica entre las cotas promedio de 2000 m s.n.m y 2700 m s.n.m, con una altura estimada de 700 m. Sus laderas son escarpadas con pendientes muy fuertes (25° a 45°) a abruptas (>45°). Las montañas sedimentarias son disectadas por quebradas. Además, los procesos de meteorización dieron lugar a depósitos coluvio-deluviales, en donde se desencadenaron deslizamientos y huaycos.

2.3.2. Geoformas de carácter deposicional 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 o piedemonte coluvial (V-cd):

Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, se presentan en las laderas de las montañas sedimentarias conformando talud con pendientes fuertes (26.5°) a abruptas (>45°) (Anexo1-mapa2), está ubicado en la parte alta de la quebrada Lucmapampa (Anexo1-mapa3). La principal representación de estos depósitos son producto de meteorización de laderas de montañas sedimentarias de la Formación Sandía.

Vertiente de deslizamiento (V-dd):

Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa de tipo deslizamiento antiguos. Compuesto por materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, son depósitos de corto a mediano recorrido relacionados a laderas superiores de la cuenca Chaupimayo. Su morfología es usualmente convexa y su disposición semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despeque del movimiento en masa (Vilchez et al. 2019) (Figura 5).

Se trata de superficies con pendiente fuertes (15°-25°) a muy fuertes (25° a 45°) (Anexo1-mapa2), se presentan cortando la parte media de la quebrada Lucmapampa (Anexo1-mapa3).

Vertiente proluvial (V-pr):

Son vertientes que albergan flujos (huaycos) (Figura 5). Se trata de superficies de pendiente media (5° - 15°) a muy fuerte (15° a 25°), se presentan en la desembocadura de las quebradas que cortan el C.P. Lucmapampa, en algunos casos conforma abanicos proluviales.

Abanico proluvial (A-pr):

Se trata de superficies de pendiente media (5° - 15°) a fuerte (15° a 25°) (Anexo-mapa2), se presentan en la desembocadura de las quebradas en forma de abanicos proluviales. Se ha cartografiados abanicos antiguos en la quebrada Lucmapampa a la altura del C.P. Lucmapampa (Figura 5) y en el río Chaupimayo (Anexo1-mapa3).



Figura 5. Geformas depositacionales en el centro poblado de Lucmapampa.

Cauce del río:

Corresponde al lecho o terreno por donde discurre el río Chaupimayo, tiene anchos entre 6 a 30 m. Cabe resaltar que con el incremento de lluvias la corriente puede erosionar plataformas coluvio - deluviales y proluviales actuales y generar nuevos derrumbes en ambos flancos del río Chaupimayo (Fotografía 3).

3. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el área de estudio se han identificado y cartografiado peligros geológicos por movimientos en masa, tipo deslizamientos, derrumbes, flujos de detrito y flujos de lodo (Figura 7).

3.1. Evolución temporal del área de estudio

En las imágenes satelitales multitemporales, en el período (2007 a 2023), se cartografiaron movimientos en masa antiguos (deslizamientos y flujos de detritos) en el C.P. Lucmapampa y sus alrededores, los mismos que muestran reactivaciones de deslizamientos, flujos de detrito y flujos de lodo entre diciembre y abril de 2009 y 2015 en la parte alta y a lo largo de la quebrada Lucmapampa (Figura 6).

Las superficies de deslizamientos expuestos en la parte alta de la quebrada Lucmapampa, se han cubierto y rellenado de vegetación densa que dan la apariencia de la inexistencia de peligros geológicos en el C.P. Lucmapampa y sus alrededores. Sin embargo, la geoforma cóncava del área, y la presencia de quebradas que disectan el C.P. Lucmapampa, con ayuda de las imágenes satelitales multitemporales, han permitido identificar deslizamientos y flujos antiguos, sobre los cuales se asienta el C.P. Lucmapampa (Figura 7).

Las imágenes satelitales cronológicas y el testimonio de pobladores se describen a continuación (Figura 6):

- 2007: Antes del 2007 ya existía el deslizamiento con largo de 130 m y longitud de escarpa circular de 145 m, en la parte alta y flanco derecho de la quebrada de Lucmapampa, dispuesta sobre una pendiente de muy fuerte (25° a 45°) a abrupta (>45°).
- Marzo 2009: Según el testimonio de los pobladores, en esta fecha ocurrió un huayco que se extendió hasta el C.P. Lucmapampa, y destruyó terrenos de cultivo.
- Enero 2014 a marzo de 2015: Las imágenes satelitales entre este periodo muestran la activación de un deslizamiento rotacional con largo de 100 y longitud de escarpa de 118 m, en el flanco izquierdo de la quebrada Lucmapampa.
- Marzo 2014: Según el testimonio de pobladores, en esta fecha a quebrada Lucmapampa se activó, generando un huiaco que destruyó 4 hectáreas de terrenos de cultivos de maíz, café, palta y cítricos y afectó a aproximadamente 20 familias. El flujo se arrastró por 760 m, hasta la cancha deportiva del poblado (Figura 6 y 7).
- 2015: Según el testimonio de los pobladores, en temporada de lluvia de marzo 2015 se reactivó un deslizamiento de largo < 10 m, que dio lugar a un flujo de lodo que se extendió 350 m, en la quebrada pequeña y rellenada ubicada al lado derecho de la quebrada Lucmapampa (Figura 7). El flujo afectó una vivienda y terrenos de cultivos ubicados en su trayecto.
- Julio 2020 a abril 2023: Las imágenes satelitales muestran vegetación densa cubriendo el plano de debilidad de deslizamientos reactivados y activados con anterioridad.

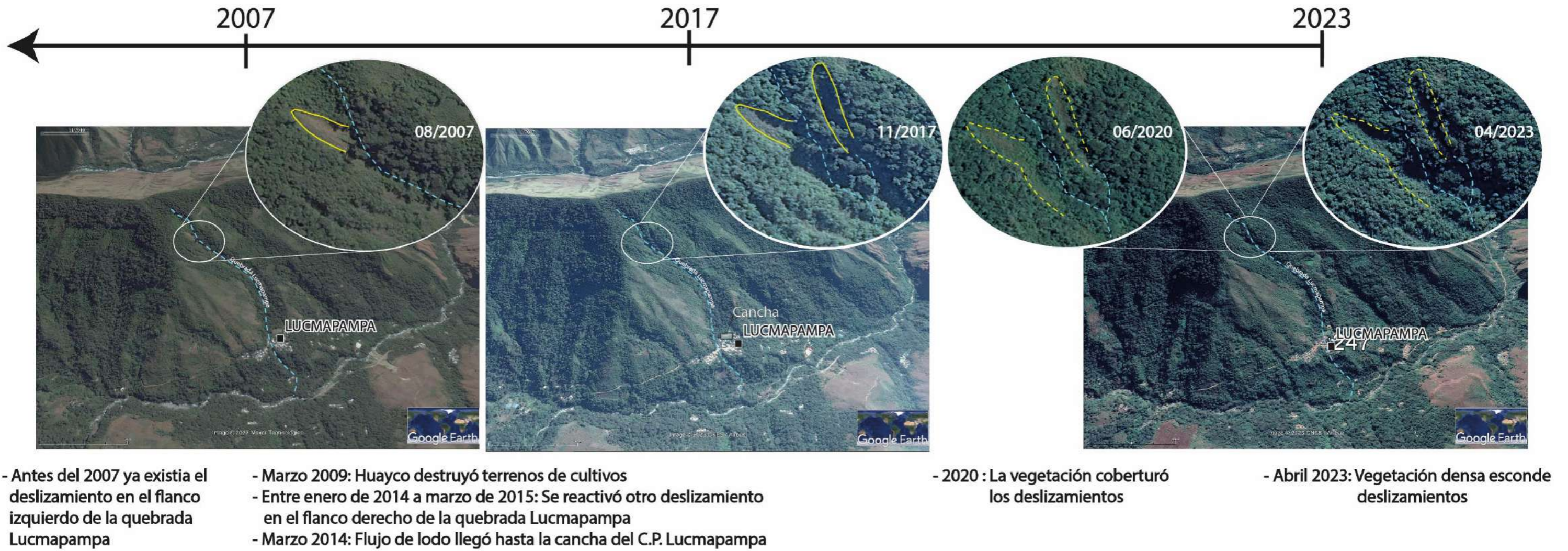


Figura 6. Evolución multitemporal del C.P. Lucmapampa y alrededores, cuenca del río Chaupimayo.

Los deslizamientos y flujos de detritos antiguos y de actividad de movimiento inactivo latente e inactivo relictos, formados en laderas de fuerte (15° a 25°) a muy fuerte (25° a 45°) pendiente (Anexo – Mapa2).

Los depósitos de deslizamiento y flujos antiguos son cortados por flujos de detritos y lodo recientes que se extienden 1.6 km sobre la quebrada Lucmapampa, desde las montañas ubicadas a 2680 m s. n.m. hasta pie de talud con fondo del río Chaupimayo, a 1800 m s. n.m (Figura 7 y 8A).

En el diagrama 3D de la figura 7 y 8, se muestran cuatro sectores evaluados, teniendo para el sector 1, donde se localiza el C.P. Lucmapampa, un total de 72 familias, asentados sobre un cono de detritos antiguo y deslizamientos antiguos, los cuales son reactivados estacionalmente entre los meses de diciembre y marzo del 2009, 2014 y 2015, trayendo consigo la destrucción de alrededor de 4 hectáreas de cultivos de palta, maíz, café y árboles frutales, la cancha deportiva en la parte alta y media del C.P. Lucmapampa y quebrada del mismo nombre.

A lo largo del recorrido de la quebrada Lucmapampa se registró bloques subangulosos a subredondeados de diámetro 1.5 m (Figura 8B). Sin embargo, según el testimonio de la población, se han visualizado bloques de más de 3 m de diámetro en la parte alta de la quebrada Lucmapampa, estando medianamente fracturados y con peligro alto de caída hacia el centro poblado de Lucmapampa (mostrado en el círculo amarillo de la figura 7).

Ya en la parte baja del C.P. Lucmapampa, se observan deslizamientos antiguos y reactivados, cuya escarpa principal afecta terrenos de cultivos de frutales y palta (Figura 8D). Los cuerpos de deslizamientos se extienden desde la parte baja del C.P. Lucmapampa hasta desembocar en el río Chaupimayo, el mismo que a vez socava y erosiona el pie del talud, activando y/o reactivando derrumbes a lo largo de su recorrido (Figura 7 y 8), que afecta viviendas cerca del flanco izquierdo del río Chaupimayo.

Paralela a la quebrada Lucmapampa (Figura 7_sector2), se tiene otra quebrada tributaria dentro del C.P. del mismo nombre (Figura 7). En el 2000, este sector fue afectado por un flujo de lodo, por la activación de un deslizamiento. El evento destruyó terrenos de cultivo alrededor de 200 m². Sin embargo, desde el 2015, se han asentado viviendas en la margen derecha de la quebrada rellena. De reactivarse nuevamente afectaría directamente vidas humanas y bienes económicos.

Las viviendas ubicadas en dirección al puente Achirayoc – Chaupimayo (Figura 7_sector 3), asentadas 30 m de altura encima del río Chaupimayo (flanco izquierdo), son afectadas por derrumbes reactivados por los procesos erosivos y de socavamiento del río Chaupimayo. En febrero de 2022, la crecida del río destruyó el puente Achirayoc – Chaupimayo (ubicado 1 m por encima del lecho del río), la trocha carrozable en 10 m y terrenos de cultivos en ¼ hectáreas. Actualmente, las viviendas se encuentran a solo 20 m lineales hasta el talud vertical afectado por la erosión que la crecida del río.

En el 2009, la activación del flujo de detritos en la quebrada paralela a Lucmapampa (ancho de 2.5 m y profundidad 50 cm) (Figura 7_sector4) afectó la escuela de Lucmapampa y destruyó ¼ hectáreas de plantaciones de cacao y choclo. Actualmente la escuela fue reubicada 50 m del flanco izquierdo de la quebrada.

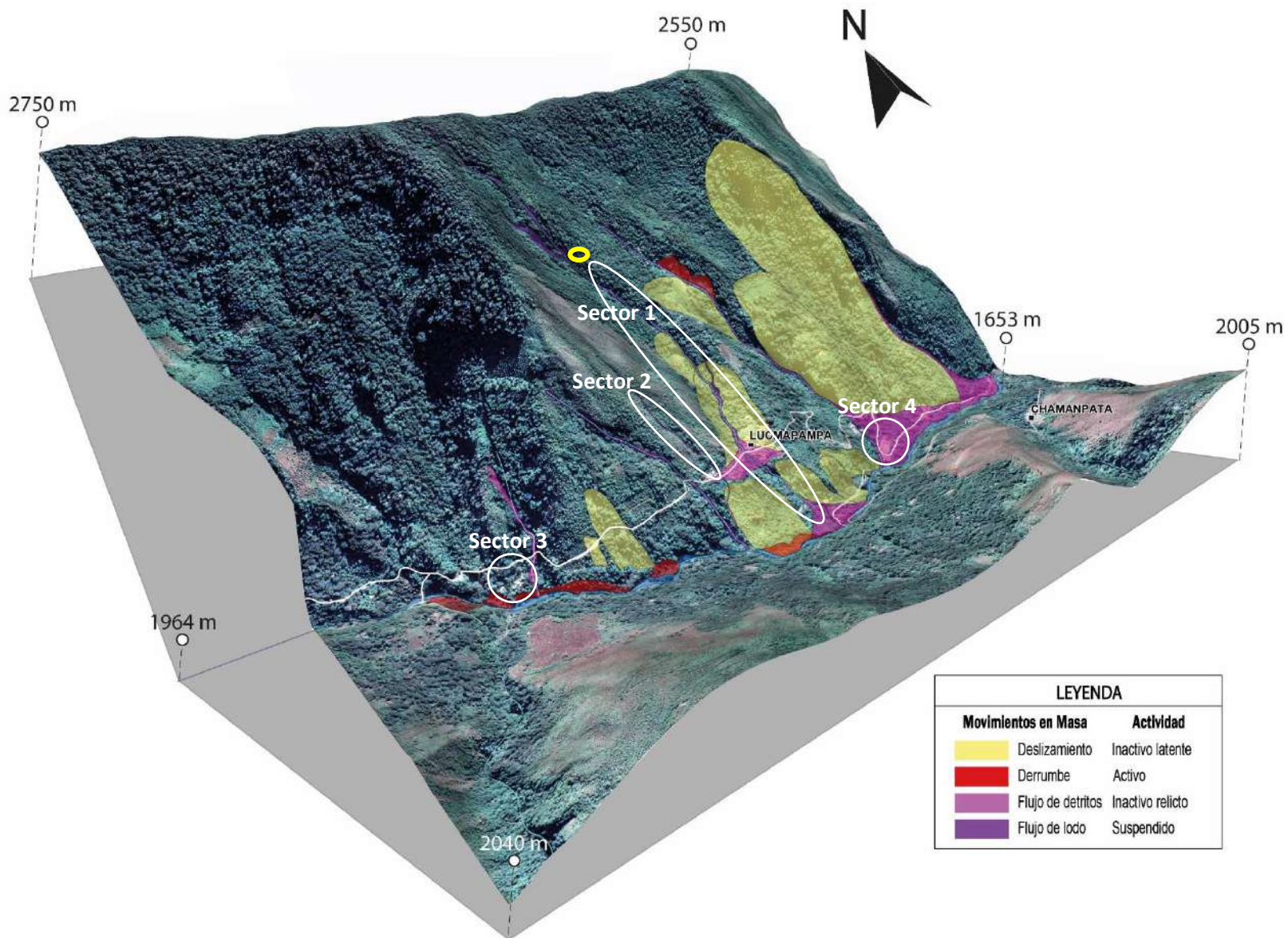


Figura 7. Representación 3D del cartografiado de peligros geológicos por movimientos en masa en el C.P. Lucmapampa y alrededores.

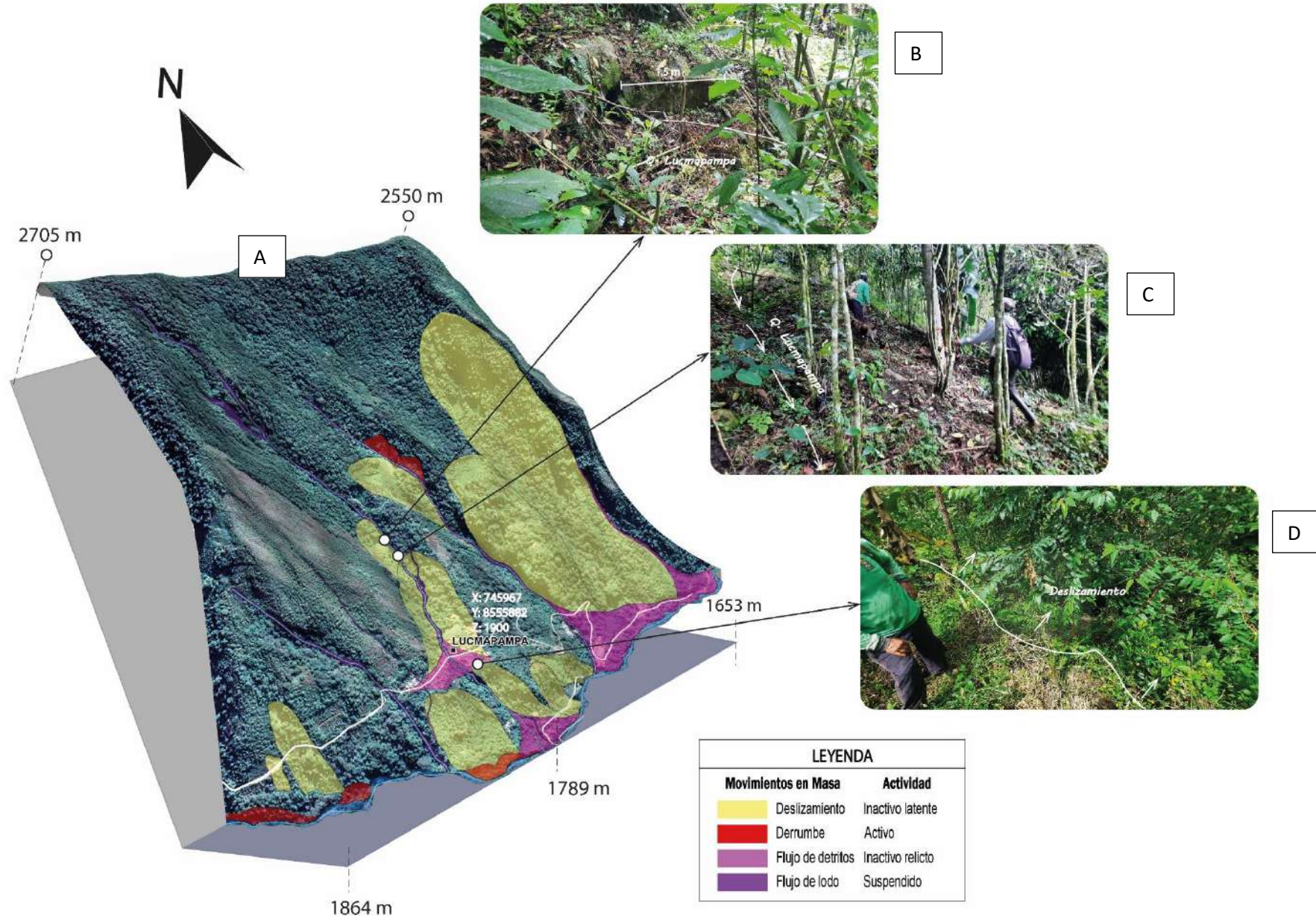


Figura 8. Representación 3D del cartografiado de peligros geológicos por movimientos en masa en el C.P. Lucmapampa y alrededores.
 8A: Bloques en la quebrada Lucmapampa. 8C: Plantaciones en la quebrada Lucmapampa. 8D. Reactivación de deslizamientos

3.2. Factores condicionantes y desencadenantes

3.1.1. FACTORES CONDICIONANTES

- **LITOLÓGICO:** La presencia de afloramientos rocosos metamórficos de la Formación Málaga, Formación Sandia, plutones Choquetacampo y Cirialo. Predominando, la Formación Sandia con cuarcitas finas, cuyos afloramientos están medianamente fracturados con separaciones de 0.3 m a 1 m y altamente meteorizados.

Estos afloramientos son superpuestos por depósitos inconsolidados de origen coluvial y proluvial originados por procesos erosivos y gravitacionales.

- **GEOMORFOLOGÍA Y PENDIENTES:** El C.P. Lucmapampa y alrededores, se encuentra circundada por montañas de cuarcita y pizarras y vertiente coluvio-deluvial que varían de pendientes muy fuertes (25° a 45°) a abruptas (>45°), vertiente de deslizamiento, vertiente proluvial y abanico proluvial que varían de pendientes medias (5° a 15°) a fuertes (15° a 25°), que condiciona la generación de procesos gravitacionales y de remoción en masa

3.1.2. FACTORES DESENCADENANTES

- **PRECIPITACIONES:** El área de estudio registra precipitaciones anuales acumuladas entre 1200 mm a 1800 mm, siendo considerando un clima semiseco, lluvioso con invierno seco. Las precipitaciones intensas y excepcionales son el desencadenante principal de la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamiento, derrumbe y flujos en el C.P. Lucmapampa entre los meses de noviembre a abril.
- **SISMOS:** A pesar que el testimonio de pobladores indica que no sienten sismos en el área de estudio, estos pueden desencadenar movimientos en masa impulsados por la gravedad. Sin embargo, la presencia de una falla inversa, en dirección oeste a este que corta depósitos no consolidados en el flanco izquierdo del río Chaupimayo, puede condicionar la generación de sismos y movimientos en el sector de Lucmapampa y alrededores.

4. CONCLUSIONES

1. En el C.P. Lucmapampa y alrededores, afloran rocas metamórficas de las formaciones Málaga y Sandia, y plutones Choquetacampo y Cirialo. Predominan cuarcitas de la Formación Sandia, cuyos afloramientos están medianamente fracturados con separaciones de 0.3 m a 1 m y altamente meteorizados. Dichos afloramientos cubiertos por depósitos inconsolidados de orígenes coluvial y proluvial, constituidos por bloques / gravas de cuarcitas y monzogranitos; envueltos en matriz limo – arenosa, mediana a altamente saturada. Estas unidades conforman el contexto litológico muy susceptible a la generación de movimientos en masa, como los ocurridos en el C.P. Lucmapampa y alrededores.
2. Las montañas metamórficas, vertiente coluvial, vertiente proluvial y abanico proluvial, presentan pendientes que varían de media (5° a 15°) a abruptas ($>45^\circ$), muy susceptibles a generar movimientos en masa de tipo deslizamientos y flujos.
3. Entre el 2007 y 2023, se identificaron y cartografiaron movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes, flujos de detrito y lodo antiguos y recientes, de actividad inactiva latente, suspendida y activa, en la parte alta, parte baja y sobre los cuales se asienta el C.P. Lucmapampa.
4. Entre noviembre a abril de 2009, 2014 y 2015, en la parte alta de quebradas que cortan el C.P. Lucmapampa se activaron deslizamientos (longitud de escarpa al pie de hasta 130 m), que originaron flujos de detritos y lodo que destruyeron más de 4 hectáreas de terrenos de cultivos de maíz, café, palta y cítricos a lo largo de la quebrada Lucmapampa y zonas adyacentes. Estos movimientos en masa afectaron 20 de 72 familias y la cancha deportiva del C.P. Lucmapampa en el sector 1; destruyeron 200 m² de terrenos de cultivo en el sector 2; destruyeron 10 m de trocha carrozable y $\frac{1}{4}$ hectáreas de terrenos de cultivos en el sector 3 (cerca al puente Achirayoc - Chaupimayo). Además, afectaron la escuela de Lucmapampa y destruyeron $\frac{1}{4}$ hectáreas de plantaciones de cacao y choclo en el sector 4. Por lo que el centro poblado y alrededores presentan peligro **Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa.
5. Las lluvias intensas excepcionales y/o prolongadas, así como la actividad sísmica recurrente, aunado a la presencia de bloques medianamente fracturados y con más de 3 m de diámetro, ubicados en la parte alta de la quebrada Lucmapampa – sector 1, estaría propenso a generar desprendimiento de rocas.
6. De continuar la reactivación de movimientos en masa estos generarían:
 - En el sector 1, la reactivación de deslizamientos a ambas márgenes de la quebrada Lucmapampa (parte alta), generaría flujos de detritos que afectaría y/o destruiría viviendas, terrenos de cultivos e infraestructura del C.P. Lucmapampa.

- En el sector 2, la ocurrencia de deslizamientos generaría flujos de detrito y/o lodo que destruirían terrenos de cultivos a su paso y viviendas asentadas en su margen derecha el 2015.

- En el sector 3, las crecidas del río Chaupimayo afectarían y/o destruirían el puente Achirayoc – Chaupimayo y el proceso erosivo del mismo reactivaría derrumbes a ambas márgenes, los mismos que amenazan a 5 viviendas en su margen izquierda.

- En el sector 4, afectaría terrenos de cultivos a ambas márgenes de quebrada.

RECOMENDACIONES

1. Encauzar, profundizar y ampliar el cauce de la quebrada de Lucmapampa en todo su recorrido, para canalizar futuros flujos de detritos y lodo. Esta actividad debe realizarse de manera rústica, debido a que el uso de maquinaria pesada reactivaría movimientos en masa antiguos. Otras quebradas paralelas a la misma tienen que ser también canalizadas.
2. Se recomienda realizar la verificación y desquinche de bloques de más de 3 m de diámetro, ubicados en la parte alta de la quebrada Lucmapampa, de encontrarse suspendidos su caída tempestiva puede generar caídas de roca.
3. Construir sistemas de drenaje adecuados a partir de terrazas y/o canales de desvío de agua de riego sobre la ladera, con el objetivo de canalizar y desviar los flujos hacia las quebradas adyacente, esta actividad ayudaría a reducir la saturación de agua en la ladera y canalizar el agua en temporada de lluvia intensa y/o excepcional. Es importante impermeabilizar los canales para evitar la infiltración de agua.
4. Realizar planes de forestación con Pacaymono u otras especies nativas que posean raíces fuertes y profundas. La forestación deberá llevarse a cabo en la ladera (parte alta del C.P. Lucmapampa) y flanco izquierdo del río Chaupimayo (parte baja del C.P. Lucmapampa).
5. Prohibir los cortes en talud y cortes de quebradas donde se existen movimientos en masa antiguos y recientes. Esta actividad antrópica puede reactivar y/o activar movimientos en masa como deslizamientos y derrumbes. Si la población requiere mejorar la viabilidad de accesos, este deberá ser mediante afirmado de vías ya existentes evitando obras de mayor envergadura, a no ser que estudios geotécnicos aseguren su factibilidad y supervivencia en el tiempo.
6. Establecer un sistema de alerta temprana para que la población esté preparada y pueda evacuar de manera oportuna en caso de alerta de huaico. Esto puede incluir sirenas, mensajes de texto masivos o alarmas locales.
7. Establecer un sistema de monitoreo continuo para vigilar las condiciones climáticas, la estabilidad del suelo y cualquier signo de peligro. Esto puede incluir la instalación de sensores de lluvia, estaciones meteorológicas y equipos de monitoreo geotécnico.
8. Reubicar las viviendas asentadas a pocos metros de ambos flancos de la quebrada Lucmapampa y otras quebradas paralelas a la misma en los sectores 1, 2 y 4 (ver figura 7).
9. Prohibir el asentamiento poblacional o la construcción de nuevas viviendas cerca de quebradas del C.P. Lucmapampa.
10. **De no realizarse las recomendaciones detalladas anteriormente a corto y/o mediano plazo, el peligro Alto incrementaría a Muy Alto, por consiguiente, el C.P. Lucmapampa debe REUBICARSE.**
11. Prohibir el uso de terrenos de cultivos a menos de 5 m de los flancos del valle del río Chaupimayo (sector 4). Además, considerar la reubicación de viviendas ubicadas a pocos metros del flanco de río Chaupimayo.

5. BIBLIOGRAFÍA

Arcos, F. & Soaña, J. (2021) - *Geología de los cuadrángulos de Machupicchu (hojas 27q2, 27q3), Pacaypata (hojas 27p2, 27p3, 27p4) y San Miguel (hoja 27o1)*. INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000), 30, 54 p.

Carlotto, V.; Cárdenas, J.; Romero, D. Valdivia, W.; Tintaya, D. 1999. *Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu. Hojas: 26-q y 27-q*. INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional; N° 127, 319p

L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000), 8, 65 p, 4 mapas.

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

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.

Ramos C. & Minaya I. 2021. *Geología del cuadrángulo de Quillabamba (hojas 26q1, 26q2, 26q3, 26q4)* – INGEMMET. Boletín L 8. Serie

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

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



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



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

ANEXO



LEYENDA

Q - fl	Depósito fluvial
Q - cd	Depósito coluvio deluvial Materia fragmentado heterogéneo en taludes, derrumbe
Q - dd	Depósito de deslizamiento Materia homogéneo en matriz limoso, deslizamiento
Q - pro	Depósito proluvial Conos aluviales y depósitos de huaycos
Os/s3	Formación Sandía Cuarzita, arenisca cuarzosa
Oi-m/i4	Formación Málaga Pizarra, cuarzita
Oi-cho3-mgr	Plutón Choquetacapo Monzogranito
PEc-ci3-di,gdi	Plutón Círiale Diorita, granodiorita

SIMBOLOGÍA

Centro Poblado	Vía vecinal
Río / quebradas	Dirección de flujo
Falla Inversa	

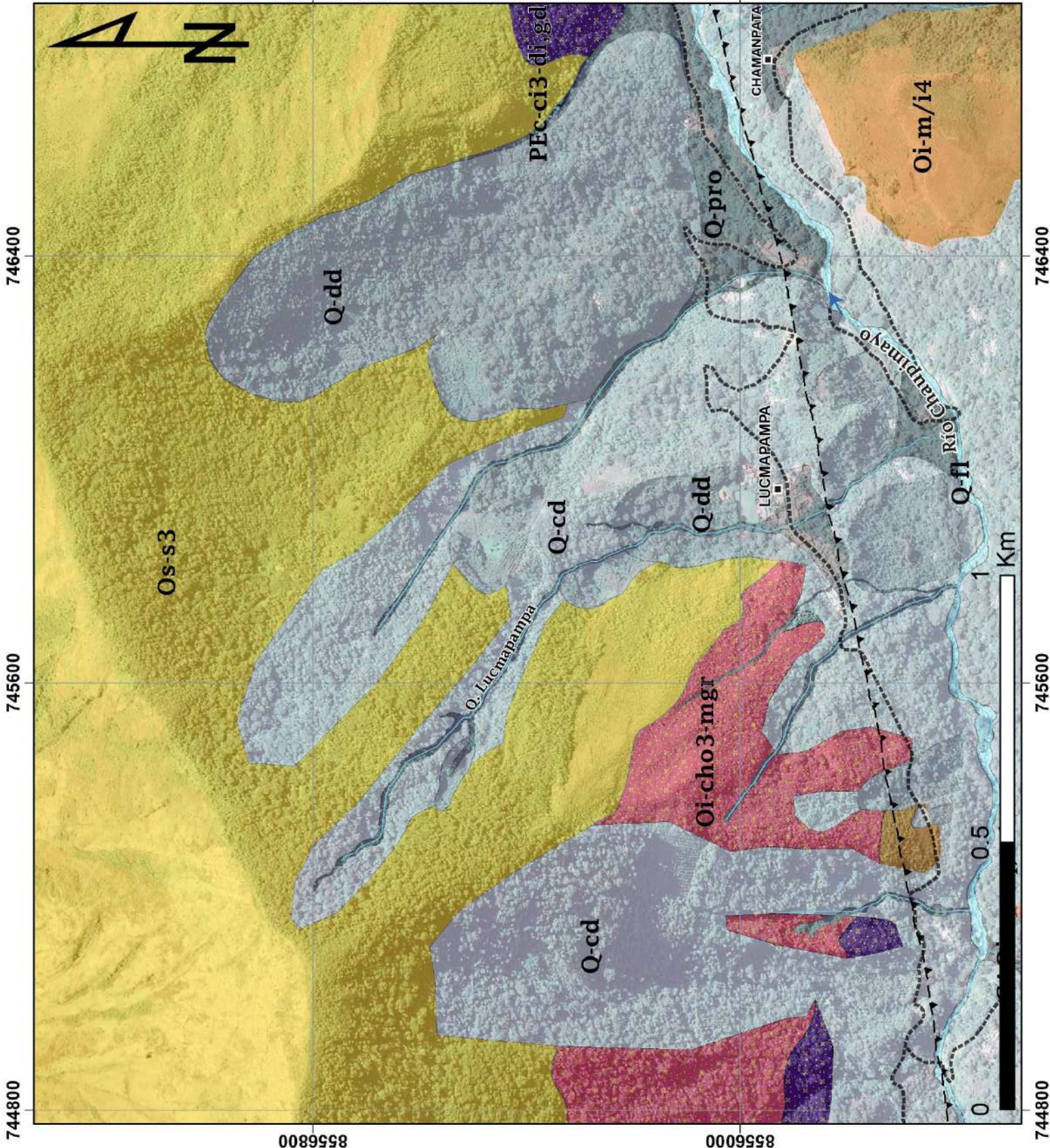
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA
 EN EL CENTRO POBLADO LUCMAPAMPA
 DISTRITO SANTA TERESA, PROVINCIA LA CONVENCIÓN Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

GEOLOGÍA DEL CENTRO POBLADO LUCMAPAMPA

Elaborado por: INGEMMET
 Datos: UTM WGS84
 Zona: 18 S

Escala: 1:9.500

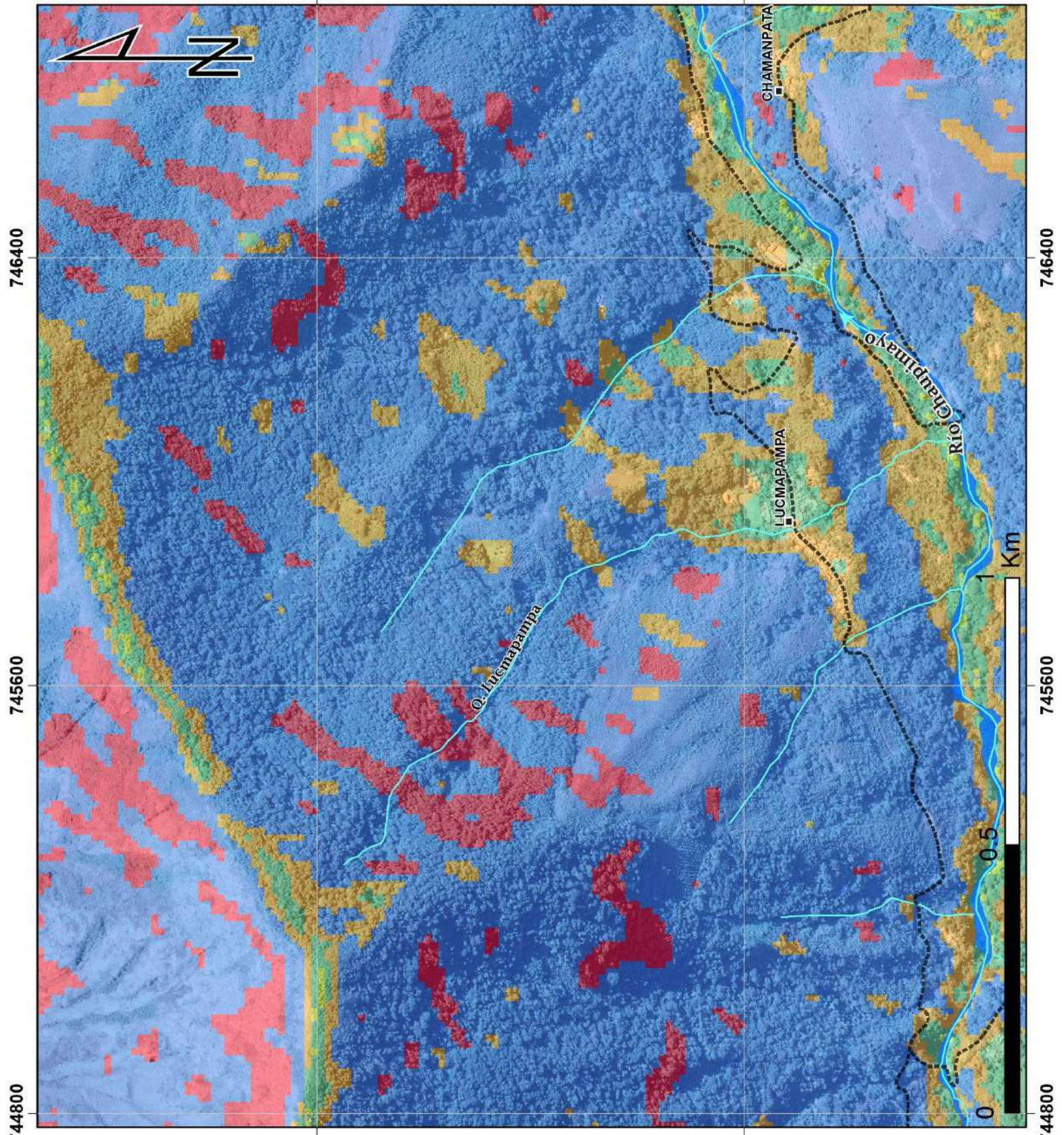
MAPA **1**



744800

745600

746400



744800

745600

746400

0089580

0095600



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

SIMBOLOGIA	
	Centro Poblado
	Vía vecinal
	Río / quebradas
	Dirección de flujo
	Falla inversa

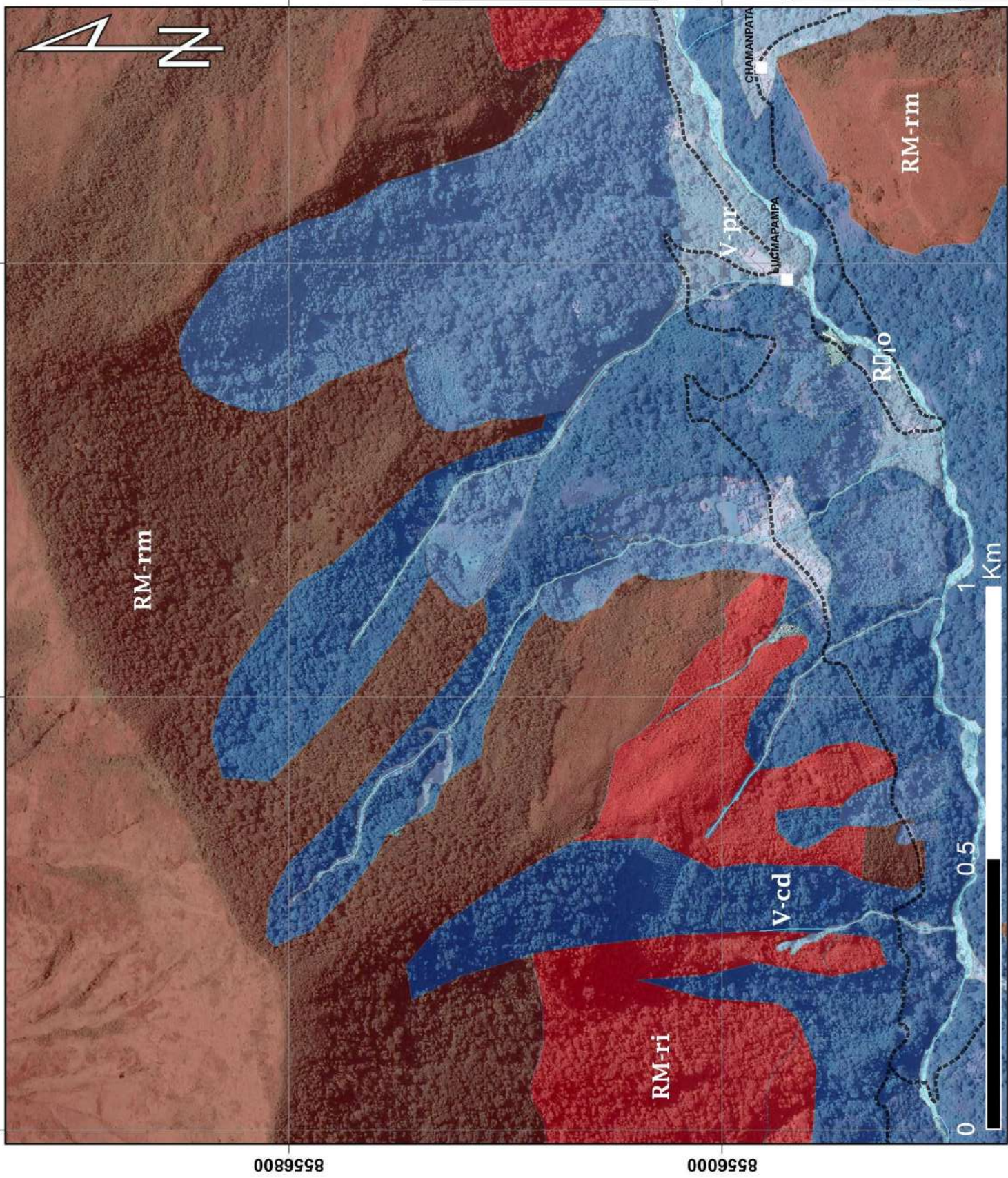
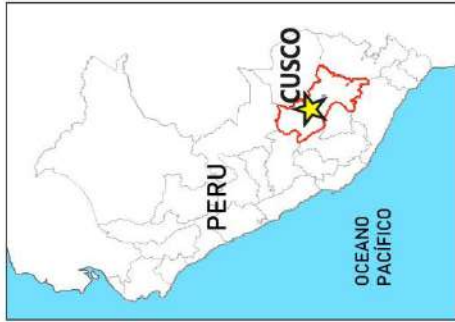
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
 EVALUACION DE PELIGROS GEOLOGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASAS
 EN EL CENTRO POBLADO LUCMAPAMPA,
 DISTRITO SANTA TERESA, PROVINCIA LA CONVENCIÓN Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

**PENDIENTES DEL TERRENO
 DEL CENTRO POBLADO LUCMAPAMPA**

Elaborado por: INGEMMET
 Datum: UTM WGS84
 Zona: 18 S
 Escala: 1:9,500

0 Km
 0.25

MAPA **2**



LEYENDA

RM-rm	Montaña en roca metamórfica
RM-ri	Montaña en roca intrusiva
V-cd	Vertiente coluvio deluvial
V-pr	Vertiente proluvial
A-pr	Abanico proluvial
Río	Cauce del río

SIMBOLOGÍA

	Centro Poblado		Vía vecinal
	Río / quebradas		Dirección de flujo
	Área de estudio		

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CENTRO POBLADO LUCMAPAMPA, EN EL CENTRO POBLADO LUCMAPAMPA, DISTRITO SANTA TERESA, PROVINCIA LA CONVENCIÓN Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

GEOMORFOLOGÍA DEL CENTRO POBLADO LUCMAPAMPA

Elaborado por: INGENMET

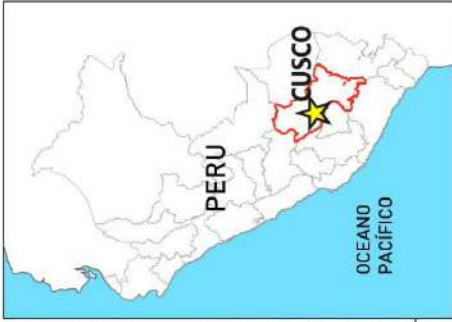
Datam: UTM WGS84

Zone: 18 S

Escala: 1: 9.500

0 Km 0,25

MAPA **3**



LEYENDA	
Movimientos en Masa	Actividad
	Inactivo latente
	Activo
	Inactivo relicto
	Suspendido

SIMBOLOGÍA	
	Centro Poblado
	Río / quebradas
	Vía vecinal
	Dirección de flujo
	Falla inversa

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CENTRO POBLADO LUCMAPAMPA

DISTRITO SANTA TERESA, PROVINCIA LA CONVENCION Y DEPARTAMENTO DE CUSCO

DINÁMICA DEL CENTRO POBLADO LUCMAPAMPA

Elaborado por: INGGEMMET

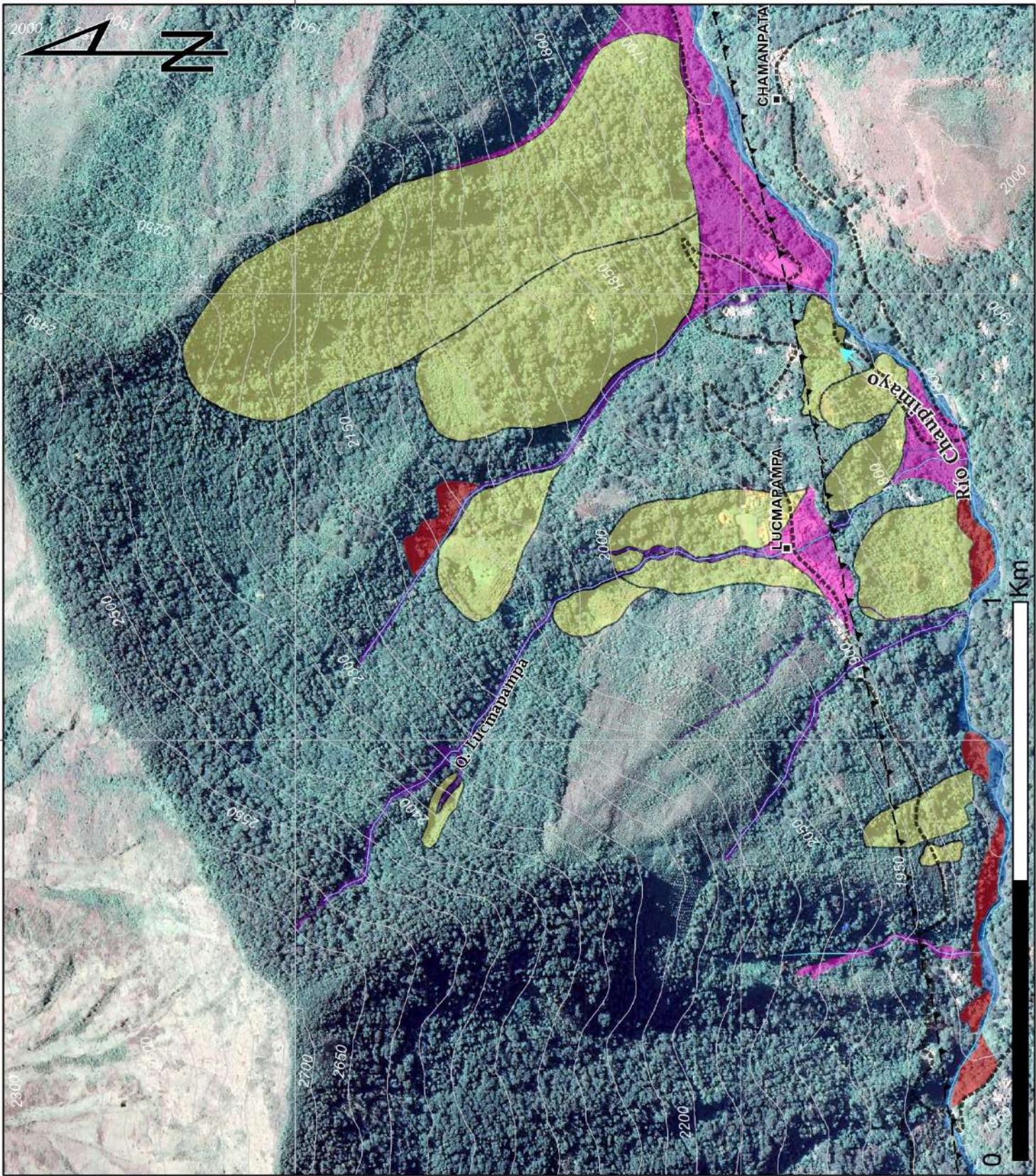
Datam: UTM WGS84

Zona: 18 S

Escala: 1:9.500

0 Km 0.25

MAPA **4**



0056800

8556000

746400

746400

745600

745600