

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7261

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE RETAMAS Y ÁREAS PROPUESTAS PARA SU REUBICACIÓN

Departamento La Libertad
Provincia Pataz
Distrito Parcoy



MAYO
2022

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE RETAMAS Y ÁREAS PROPUESTAS PARA SU REUBICACIÓN

(Distrito Parcoy, provincia Pataz, departamento La Libertad)

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

Equipo de investigación:

Mauricio Antonio Núñez Peredo

Lucio Medina Allcca

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). "Evaluación de peligros geológicos en la localidad de Retamas y áreas propuestas para su reubicación". Distrito Parcoy, provincia Pataz, departamento La Libertad", informe técnico N° A7261, Ingemmet, 95p.

ÍNDICE

RESUMEN	5
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Objetivos del estudio.....	7
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	8
1.3. Aspectos generales	9
1.3.1. Ubicación	9
1.3.2. Población	9
1.3.3. Accesibilidad	9
1.3.1. Clima	10
1.3.2. Zonificación sísmica	11
2. DEFINICIONES	12
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	15
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	15
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	21
4.1. Pendientes del terreno.....	21
4.2. Unidades geomorfológicas	22
4.2.1. Unidad de montañas.....	22
4.2.2. Unidad de Piedemonte	24
4.2.3. Unidad de Terraza	26
4.2.4. Geoformas antrópicas	26
5. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS	27
5.1. Acuíferos	27
5.2. Acuitardos	28
6. COBERTURA VEGETAL	29
6.1. Unidades de cobertura vegetal.....	29
7. PELIGROS GEOLÓGICOS	31
7.1. Generalidades	31
7.2. Inventario de peligros geológicos, geohidrológicos y otros peligros	31
8. SUSCEPTIBILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA	56
8.1. Factores condicionantes de la inestabilidad y determinación del peso	56
8.2. Grados de susceptibilidad a los movimientos en masa.....	56
9. ÁREAS PROPUESTAS PARA REUBICAR LA POBLACIÓN	58
9.1. Sector Collona.....	58
9.1.1. Ubicación	58
9.1.2. Aspectos geológicos.....	60

9.1.3.	Aspectos geomorfológicos	60
9.1.4.	Condiciones geodinámicas.....	62
9.1.5.	Consideraciones generales para habilitación urbana en el sector Collona	62
9.2.	Alto Shayrapita Sector 1	64
9.2.1.	Ubicación y acceso.....	64
9.2.2.	Aspectos geológicos.....	64
9.2.3.	Aspectos geomorfológicos	66
9.2.4.	Condiciones geodinámicas.....	67
9.2.5.	Consideraciones generales para habilitación urbana en Alto Shayrapita Sector 1	67
9.3.	Alto Shayrapita Sector 2	67
9.3.1.	Ubicación y acceso.....	67
9.3.2.	Condiciones geológicas.....	68
9.3.3.	Condiciones geomorfológicas	69
9.3.4.	Condiciones geodinámicas.....	70
9.3.5.	Consideraciones generales para habilitación urbana en Alto Shayrapita Sector 2	71
10.	CONCLUSIONES.....	77
11.	RECOMENDACIONES.....	78
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	79
ANEXO 1:	MAPAS	81
ANEXO 2:	ESTUDIO PETROGRÁFICO	90

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos realizado en la localidad de Retamas, distrito de Parcoy, provincia Pataz, departamento La Libertad. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología, en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

El macizo rocoso en el área evaluada se encuentra muy fracturado y altamente meteorizada, está conformado por: rocas intrusivas de tipo tonalita; secuencia volcánica de lavas de composición basáltica intercaladas con niveles vulcanoclásticas de la Formación Tres Lagunas; areniscas intercaladas con limoarcillitas y limolita de la Formación Fundo el Triunfo. A nivel superficial presenta depósitos coluviodeluviales, coluviales, proluviales, aluviales, fluviales y antrópicos.

Las subunidades geomorfológicas corresponden a relieves de montañas modeladas en rocas intrusiva, volcánicas, sedimentarias; vertientes coluviodeluviales, de deslizamientos, aluviotorrenciales; terrazas aluviales, fluviales y geoformas antrópicas. La pendiente de los terrenos se distribuye de la siguiente forma: El 66% del área con pendientes muy fuertes (25° - 45°); el 20% con pendiente muy escarpado (>45); el 9% corresponden a terrenos con pendiente fuerte (15° - 25°); el 4% con pendiente moderada (5° - 15°); y el 1% terrenos con pendientes de suave a llanos (0° - 5°).

En la localidad de Retamas y los alrededores se identificaron, 104 ocurrencias de peligros geológicos por movimientos en masa, geohidrológicos y otros peligros geológicos. De acuerdo con el estado de la actividad, el 58% corresponden a peligros geológicos activos y el 42% corresponden a inactivos latentes; lo que confirma el peligro muy alto de la zona.

En cuanto al tipo de peligros geológico, el 65% corresponden a movimientos en masa (derrumbes 46%, 15% deslizamientos y 4% a huaicos); y el 35% a otros peligros geológicos (como erosión en cárcavas 32%, hundimientos 2% e inundación fluvial 1%). Dentro de la estadística se incluye al derrumbe ocurrido el 15 de marzo del 2022 donde fallecieron 8 personas, 7 quedaron heridas y 53 damnificadas; además, se destruyó 1 establecimiento comercial, 100 m de línea de aducción y 6 viviendas; también, hubo 12 viviendas inhabitables y 13 afectadas. Los hundimientos identificados probablemente estén asociados a la actividad minera.

El área evaluada, según el análisis de la susceptibilidad a movimientos en masa, considerando los factores condicionantes como la geología, pendiente del terreno, geomorfología, hidrogeología y cobertura vegetal, el 82% del área corresponden a zonas de muy alta a alta susceptibilidad, el 12% a zonas de susceptibilidad media y el 6% corresponden a susceptibilidades bajas a muy bajas.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas, geodinámicas y recurrencia de los peligros geológicos, el área ocupada por la población de la localidad de Retamas se considera como **zona crítica** y de peligro **Muy Alto** a la ocurrencia de derrumbes, deslizamientos, flujos, hundimientos, erosión en cárcavas, inundaciones y erosión fluvial que pueden ser desencadenados por lluvias prolongadas y/o actividad sísmica.

El área propuesta por la Municipalidad Distrital de Parcoy para la reubicación de la población de Retamas conocido con el nombre de “Collona” se ubica sobre un

deslizamiento rotacional antiguo en estado inactivo latente **no apta** para habilitación urbana.

Las áreas aceptables para reubicar la población de Retamas se ubican en los lugares denominado “Alto Shayrapita sector 1” y “Alto Shayrapita Sector 2”; el primero, se sitúa sobre: areniscas, ladera con pendiente del terreno promedio de 8° y se observa procesos de erosión en cárcava en estado activo y antiguo; el segundo, se ubica sobre calizas, pendiente del terreno que varía entre 5° a 15° y entre 1° a 5° y al este del área propuesta se observa una dolina y erosión en cárcava; por tales consideraciones, para la habilitación urbana se requiere realizar las actividades mencionadas en los ítems 9.2.5 y 9.3.5 del presente informe técnico.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones generales a fin de que las autoridades competentes pongan en práctica, como la reubicación de la población asentadas en las laderas de las montañas y en el cauce de los ríos.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la declaratoria de emergencia en Retamas (Decreto Supremo N° 022-2022-PCM) y las solicitudes del Gobierno Regional de La Libertad (Oficio N°000248-2022-GRLLGOB), de la Sub Gerencia de Defensa Civil del Gobierno Regional de La Libertad (Hoja de envío N°00052-2021-GRLL-GGR-ORDN-SGDC, Oficios s/n -2021-GRLL-GGR-ORDN-SGDC y s/n – 2022- GRLL-GGR-ORDN-SGDC), de la Municipalidad Distrital de Parcoy (Oficios N°002-2022-MDP/A, N° 049-2022-MDP/A y N°052-2022-MDP/A), del Instituto Nacional de Defensa Civil (Oficio N° D000213-2022-INDECI-JEF INDECI), de la Defensoría del Pueblo (Oficio N°364-2022-DP/OD LA LIB) del Ministerio de Energía y Minas (Oficio N° 055-2022-MINEM/VMM) y de la Presidencia del Consejo de Ministros (Oficios N°000744-2022-DP/SSG y N°D000140-2022-PCM-SC); en el marco de nuestras competencias se realizó la evaluación de peligros geológicos del derrumbe del 15 de marzo del presente año y de la localidad de Retamas, distrito de Parcoy, Provincia Pataz, departamento La Libertad.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Lucio Medina Allica y Mauricio Antonio Núñez Peredo, para realizar la evaluación de los peligros geológicos in situ.

La evaluación técnica de peligros geológicos se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres y aéreas), el inventario y cartografiado de peligros geológicos, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

La evaluación técnica de peligros geológicos se basa en la recopilación y análisis de la información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres, levantamiento fotogramétrico con dron con el fin de observar mejor el alcance del evento), el inventario y cartografiado geodinámico, con los que finalmente se realiza la redacción del informe técnico.

Este documento técnico se pone a consideración de laMunicipalidad Distrital de Parcoy, del Gobierno Regional de La Libertad, del Instituto Nacional de Defensa Civil - Indeci y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones generales para la mitigación y reducción del riesgo de desastre, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluación y caracterización de los peligros geológicos y geohidrológicos en la localidad de Retamas.

- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos
- c) Proponer y evaluar las condiciones geológicas – geodinámicas de las posibles áreas para la reubicación de la población de la localidad de Retamas.
- d) Proponer alternativas generales de prevención, reducción y mitigación ante los peligros geológicos identificados en trabajos de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

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

- A) Boletín N° 50, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgo Geológico en la Región La Libertad” (Medina *et al.*, 2012). Este estudio contiene información básica sobre los peligros geológico por procesos de movimientos en masa y geohidrológicos existentes en la región La Libertad; los autores identifican un total de 2653 ocurrencias, de los cuales flujos (56.1 %), seguidos por caídas, tales como desprendimientos de rocas y derrumbes (21.9 %) y los deslizamientos (15.4 %), ocupan la mayor distribución porcentual de peligros geológicos por procesos de movimientos en masa. Además, se menciona la existencia de 82 zonas críticas. La provincia de Pataz cuenta con un total de 10 zonas críticas, incluido Retamas.

Además, el boletín incluye el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:250 000, donde Retamas y alrededores, se localizan en zonas de susceptibilidad Muy Alta.

- B) Informe técnico: “Inspección técnica de peligros geológicos por movimientos en masa provincias de Sánchez Carrión y Pataz, región La Libertad: Sectores Chamanacucho, Tayapampa, Retamas, Pataz, Collona y Sartimbamba” (Medina, L., 2009). El informe describe el derrumbe que ocurrió el 12 de abril del 2009 en Retamas. De acuerdo al autor, el evento fue causado por la conjunción de varios factores, como la pendiente del terreno, la litología (depósitos antrópicos), la geomorfología, la deforestación y la ocupación inadecuada del suelo por el hombre; siendo el factor detonante, las intensas precipitaciones pluviales de los días previos al derrumbe. El derrumbe ocasionó 25 personas damnificadas, 150 personas afectadas, 09 personas fallecidas y 05 viviendas destruidas.
- C) Informe técnico N°A6548: “Zonas críticas en la Región La Libertad” (Medina & Luque, 2008). Este informe pone énfasis en las zonas o áreas consideradas como críticas, con peligros potenciales, para incluirlos en los planes o las políticas regionales sobre prevención y atención de desastres. En este sentido, los autores catalogan el área de Retamas como una zona crítica susceptible a la ocurrencia de derrumbes y flujos de detritos. Así mismo, se señala que, en caso de ocurrir flujo, afectaría a las viviendas asentadas dentro del cauce de la quebrada Patacocha (poblados Parcoy y Retamas).
- e) Boletín N° 60, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari” escala 1:100 000 (Wilson *et al.*, 1995). Describe la geología de la zona de estudio y alrededores que corresponde principalmente a rocas intrusivas del Paleozoico

Superior, el cual consiste de dioritas a granodioritas con facies anfibolíticas, relacionado al Batolito de Pataz.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

La localidad Retamas se ubica a 1.40 km al noreste del poblado de Parcoy y a 2.2 km al noroeste del poblado de Llacuabamba; pertenece al distrito Parcoy, provincia Pataz y departamento de La Libertad (Figura 1).

Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) del área evaluada se muestra en el cuadro 1:

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
A	227367.86	9114296.53	-8.005°	-77.473°
B	228200.83	9111888.20	-8.027°	-77.475°
C	226307.36	9111229.05	-8.033°	- 77.483°
D	225474.27	9113637.37	-8.011°	-77.490°

1.3.2. Población

Retamas es una zona minera con pobladores que se asentaron precariamente y sin criterio técnico (Medina, 2009) en las laderas de las montañas y en el fondo de valle susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa.

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población censada es de 1807 habitantes, distribuidos en un total de 614 viviendas particulares.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso desde la sede central de Ingemmet (Lima) hasta el área de evaluación se realizó por vía terrestre mediante ruta que se muestra en el cuadro 2:

Cuadro 2. Ruta de acceso.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Trujillo	Asfaltada	565	8 horas 46 min
Trujillo - Chagual	Asfaltada - Afirmada	306	9 horas 21 min
Chagual – C.P. Retamas	Trocha carrozable	56	2 horas 30 min

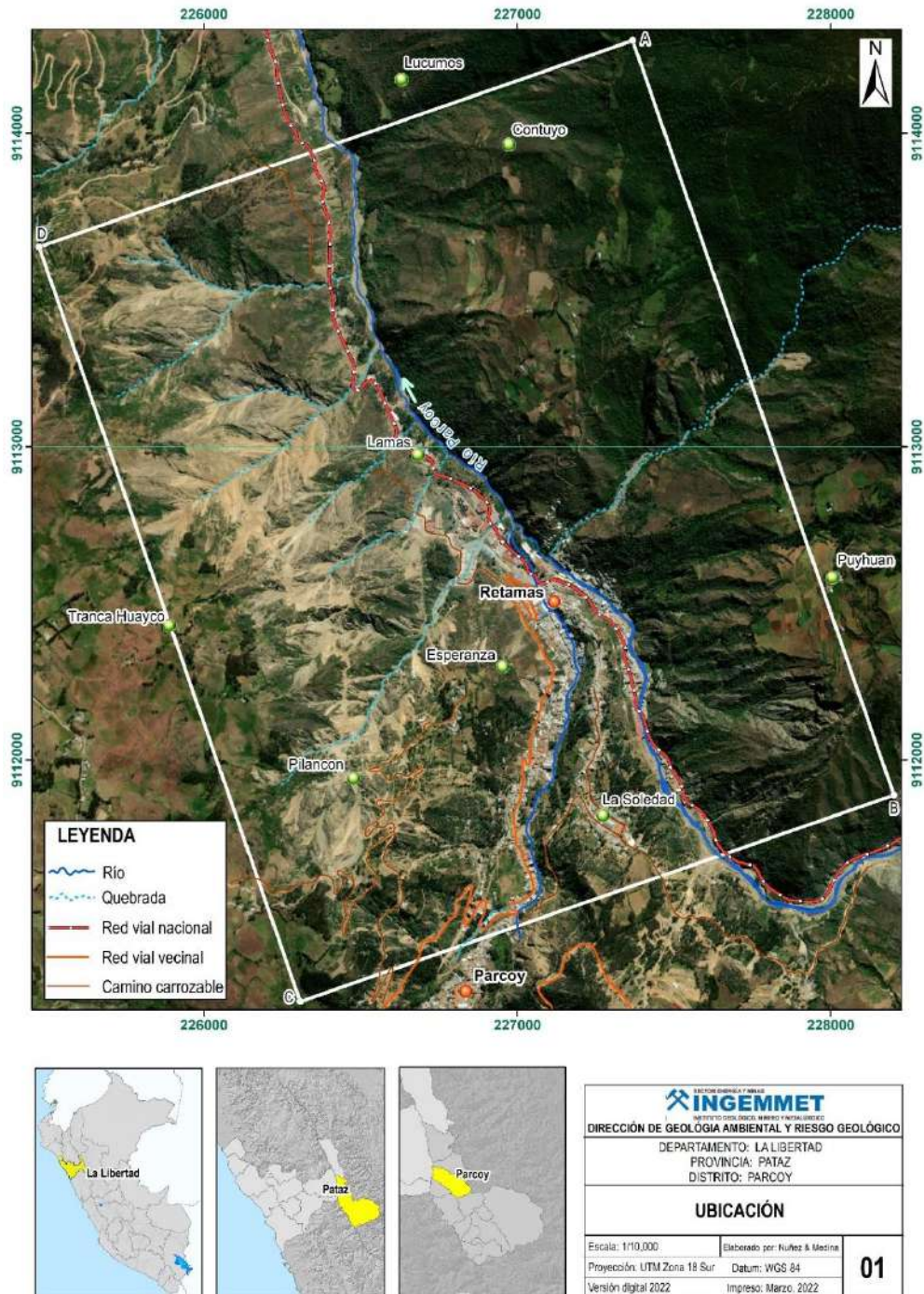


Figura 1: Ubicación la localidad de Retamas

1.3.1. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite (Senamhi, 2020), la zona de Retamas presenta un clima semiseco, semifrío, con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda.

En cuanto a la cantidad de lluvia y según el informe técnico: “*Comportamiento de las precipitaciones en el ámbito de Retamas, distrito Parcoy, provincia de Pataz, La Libertad*” (Senamhi, 2022), la precipitación acumulada diaria registrada en la

estación convencional de Huamachuco (la más próxima al área de estudio) entre los meses de febrero y los primeros días de marzo fue de 24.9 (16 de febrero) y 24.7 mm (2 de marzo), calificados como días “muy lluviosos”.

En comparación a otros años, la frecuencia que se viene registrando en la zona es menor a los periodos lluviosos de 2020/2021 y 2019/2020, (Senamhi, 2022), (figura 2):

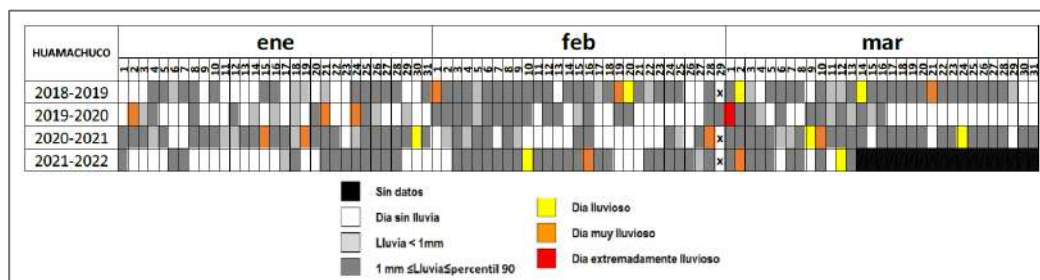


Figura 2. Frecuencia e intensidad de lluvias de la estación Huamachuco.
Fuente: Senamhi, 2022

Respecto al acumulado de lluvias, se tiene que este año (2021/2022) se han presentado acumulados por encima de su normal climática, similar comportamiento se tuvo en el periodo 2019/2020, (Senamhi, 2022), (figura 3):

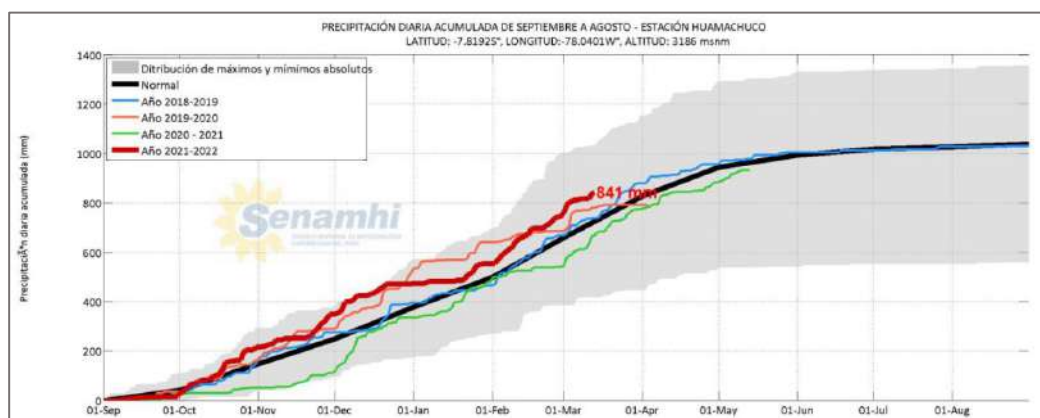


Figura 3. Acumulado de lluvias de los últimos cuatro periodos.
Fuente: SENAMHI, 2022.

1.3.2. Zonificación sísmica

De acuerdo a los niveles de zonificación sísmica en el Perú (Figura 4); el área de estudio se ubica en la Zona 2 (sismicidad media), determinándose aceleraciones de 0.25 g.

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

Cuadro 3. Factores de zona Z.

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

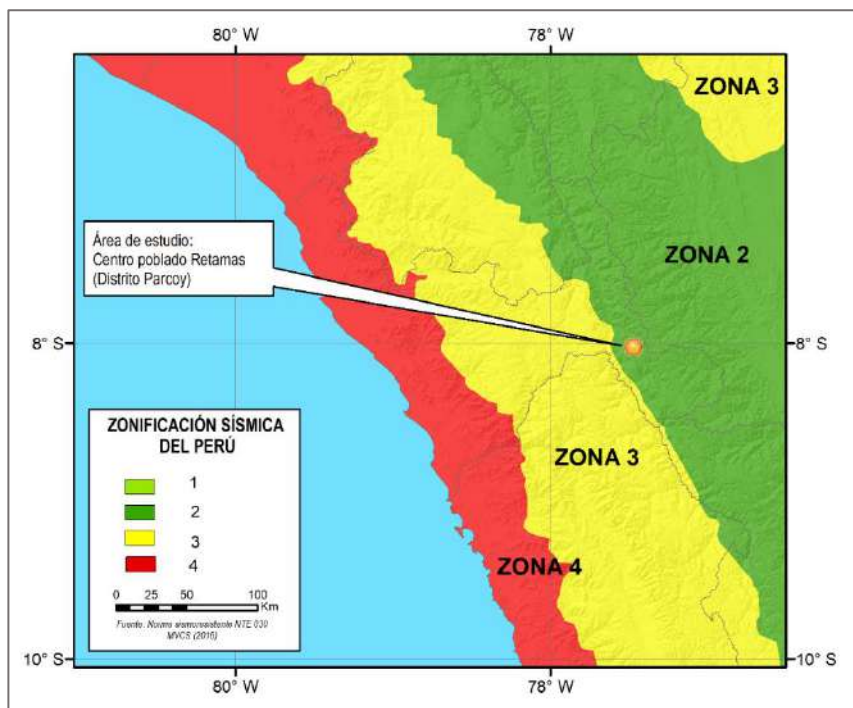


Figura 4. Zonificación sísmica del Perú.
 Fuente: Norma sismorresistente NTE 030 MVCS, 2016.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos; es por ese motivo, considerando como base el libro de “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), se desarrolla algunas definiciones relevantes en términos sencillos como son:

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

Activo: Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

Acuífero: Es una formación natural o una estructura geológica, capaz de almacenar y transmitir agua con buena conductividad hidráulica, para suministrar una cantidad razonable de agua para un pozo o manantial. La conductividad hidráulica de un acuífero debe ser generalmente más que 10⁻⁶ m/s.

Acuitardo: Es una formación geológica con permeabilidad insuficiente para hacerla una fuente de suministro de agua, sin embargo, permite el intercambio de agua subterránea en el acuífero adyacente debido a un flujo vertical. los acuitardos sirven como capas semiconfinantes.

Agrietamiento: Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

Cárcava: Tipo de erosión concentrada en surcos que se forma por el escurrimiento de las aguas sobre la superficie de las laderas.

Derrumbe: son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.

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

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

Erosión fluvial: Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos al socavar los valles, profundizarlos, ensancharlos y alargarlos. Ocurre cuando periodos con abundantes o prolongadas precipitaciones pluviales, en las vertientes o quebradas, aumentan el caudal de los ríos principales o secundarios que drenan una cuenca.

Escarpe o escarpa: Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

Factor condicionante: Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

Factor detonante: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

Flujo: Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea deslizamiento o una caída. Estos pueden ser canalizados (flujos de detritos o huaicos) y no canalizados (avalanchas).

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

Fractura: Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

Hundimiento: Desplazamiento vertical brusco de una masa de suelo o roca debido en muchas ocasiones a la falla estructural de la bóveda de una cavidad subterránea. Suelen estar asociados a procesos de disolución de rocas carbonatadas o a la minería subterránea (Hauser, 2000).

Inactivo: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (WP/WLI, 1993).

Inactivo Latente: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

Inundación fluvial: La inundación fluvial se define como el terreno aledaño al cauce de un río, que es cubierto por las aguas después de una crecida. Las causas principales de las inundaciones son las precipitaciones intensas, las terrazas bajas, la dinámica fluvial y, en algunos casos, la deforestación.

Meteorización: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

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

Peligros geológicos: Son procesos o fenómenos geológicos que podrían ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud. Daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, trastornos sociales y económicos o daños materiales. Pueden originarse al interior (endógenos) o en la superficie de la tierra (exógenos). Al grupo de endógenos pertenecen los terremotos, tsunamis, actividad y emisiones volcánicas; en los exógenos se agrupan los movimientos en masa (deslizamientos, aludes,

desprendimientos de rocas, derrumbes, avalanchas, aluviones, huaicos, flujos de lodo, hundimientos, entre otros), erosión e inundaciones.

Permeabilidad: La permeabilidad de una roca en particular está definida por su conductividad hidráulica (K), que es un parámetro específico, cuya importancia incide en relación del flujo de agua subterránea a través de un sistema acuífero, definiéndose como la capacidad de un medio poroso para transmitir agua (Driscoll, 1986).

Porosidad: Un medio poroso está formado por un agregado de granos entre los cuales existen espacios vacíos que pueden ser ocupados por un fluido; estos espacios vacíos se llaman poros.

Reptación de suelos: Movimiento lento del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo.

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

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

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

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología local se desarrolló teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Tayabamba, hoja 17i-IV, elaborado a escala 1: 50,000 (Mamani, *et al.*, inédito) y el mapa geológico del cuadrángulo de Tayabamba, hoja 17i a escala 1: 100,000 (Sanchez, A., 2017); así como, el Boletín N° 60: "Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari" a escala 1:100 000 (Wilson, *et al.*, 1995), publicados por Ingemmet en el Geocatmin.

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

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran son principalmente de origen volcánico representado por la Formación Tres Lagunas, rocas intrusivas de tipo tonalita y granodiorita; así como depósitos recientes coluvio-deluvial, proluvial, coluvial, fluvial y antrópico, (Mapa 01 del Anexo 1).

Formación Tres Lagunas (Oms-ti):

Litológicamente está compuesta de una secuencia volcánica de lavas de composición basáltica, en capas gruesas (a veces metamorfizadas) intercaladas con niveles de rocas vulcanoclásticas.

Estas rocas, en la zona se encuentran muy fracturadas, con espaciamientos muy próximo a próximo entre sí (0.05 – 0.20 m) y algo abiertas (0.1 – 1.0 mm). Además, se encuentran altamente meteorizadas.



Fotografía 1. Sustrato de roca volcánica de composición basáltica de la Formación Tres Lagunas muy fracturadas y altamente meteorizadas.

Tonalita/Granodiorita (to/gd):

En la zona, Wilson et al. (1995) caracterizó el macizo como diorita y granodiorita, con facies anfibolíticas al que lo denominó Batolito de Pataz del Paleozoico superior; sin embargo, según los resultados del Laboratorio de Petromineralogía del Ingemmet (INFORME TÉCNICO N° 004-2022-INGEMMET/DL-LP; Anexo 2), el macizo en Retamas corresponde a una tonalita de color gris verdoso, compacta y de textura fanerítica; conformada por agregados de plagioclasas, cuarzo y anfíboles; las plagioclasas están alteradas a sericita y los ferromagnesianos presentan alteración a cloritas, carbonatos y óxidos; además, se observa finas fracturas rellenas de carbonatos; la dureza es media, densidad media y magnetismo débil.

Estas rocas se encuentran muy alteradas y altamente meteorizadas; presentando una estructura desintegrada, muy fracturado, con espaciamientos muy próximas a próximas entre sí (0.01 – 0.20 m) y abiertas (1,0 – 5,0 mm), de resistencia baja (25-50 Mpa). Se presentan formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos, (figuras 5 y 6). En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas, (Medina & Núñez, 2022).

Tonalita/Granodiorita/depósito antrópico (C- to/gd/an):







Localmente esta subunidad se clasificó considerando la escala de trabajo. Se agrupa la roca intrusiva compuesta por tonalitas descrita en el párrafo anterior con depósitos antrópicos (desmonte de mina) producto de la intensa actividad minera que se desarrolla en la zona.

La subunidad abarca el noroeste, este y suroeste del área de estudio, específicamente en el sector de Lamas.

Formación Fundo el Triunfo (KsP-ft):

Según Wilson et al., (1967) está compuesto de areniscas de grano grueso, intercaladas con limoarcillitas y limolitas rojas dispuestas en capas delgadas a medianas.

En la zona la estratificación es bastante irregular con cambios abruptos de litología y textura a lo largo de las capas.

	Estructura	CONDICIÓN DE SUPERFICIE				
		MUY BUENO	BUENO	EQUITATIVO	POBRE	MUY POBRE
		Drecese la calidad de Superficie				
	INTACTO O MASIVO - Macizo rocoso in situ o especímenes de roca intacta, con escasa discontinuidades ampliamente espaciadas.	90 80			N/A	N/A
	FRACTURADO EN BLOQUE - Masa de roca bien unido, consiste de un bloque cubico formado por 3 conjuntos de intersecciones discontinuas.		70 60			
	FUERTEMENTE FRACTURADO EN BLOQUES Macizo rocoso algo perturbado, conformado por trozos o bloques de roca trabados de varias caras angulosos y definidos por cuatro o más conjuntos de familias.			50		
	FRACTURADO Y PERTURBADO - Macizo rocoso plegado y/o fallado con bloques angulares formado por la intersección de numerosos sets de estructuras.			40	30	
	DESINTEGRADO - Macizo rocoso muy fracturado y quebrado conformado por un conjunto pobremente trabado de bloques y trozos de roca angulosos y también redondeados.				20	
	LAMINADO/CIZALLADO - Rocas débiles plegadas y cizalladas tectónicamente. Carencia de formación de bloques debido a la esquistocidad que prevalece sobre otras estructuras.	N/A	N/A			10

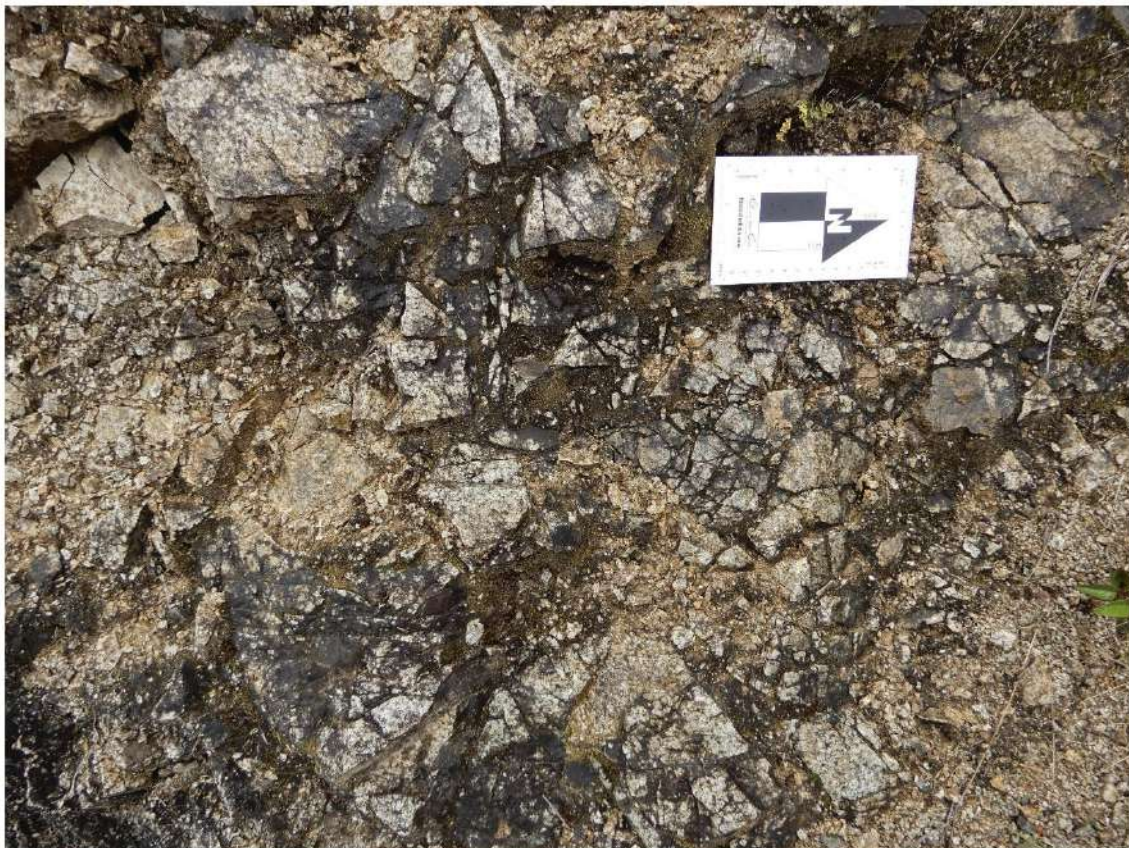


Figura 5. Valor GSI estimado para rocas intrusivas compuestas de tonalitas. El macizo rocoso se presenta con una estructura desintegrada, muy fracturada, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos. La condición de superficie es de pobre a muy pobre.



Figura 6. Sustrato rocoso conformado por tonalitas y granodioritas las cuales se encuentran muy fracturadas, con espaciamentos muy próximas a próximas entre sí, ligeramente rugosas y además se presentan altamente meteorizada.



Fotografía 2. Sustrato formado por la mezcla de tonalitas y depósitos antrópicos producto de la intensa actividad minera que se desarrolla en el área de estudio.

Depósito coluvio-deluvial (Q-cd):

Se presenta en forma caótica al pie de las laderas y formada por la acción de la gravedad del agua de escorrentía; además, es producto de la meteorización de las rocas intrusivas y volcánicas; en algunos casos, se mezclan con los depósitos de los deslizamientos, movimientos complejos, derrumbes, entre otros, con fuente de origen cercana. Está compuesto por fragmentos de rocas de naturaleza homogénea, angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.02 a 0.08 m mezclados con materiales finos como limos y arcillas.

Depósito coluvial (Q-cl):

Son depósitos inconsolidados, compuestos por fragmentos de roca angulosos de tamaños variables y de naturaleza litológica homogénea. Presentan nula o poca compactación y se encuentran acumulados en las vertientes de las montañas; generalmente corresponde a depósitos de deslizamientos.

Depósito proluvial (Q-pl):

Los depósitos proluviales se originan a partir de los depósitos de los flujos, por la existencia de material detrítico suelto acumulado y cuando ocurren precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas. Sus depósitos llegan a confundirse muchas veces con las terrazas aluviales; el material que los constituye es heterométrico y está mal clasificado, por lo general son subangulosos a subredondeados, englobados en una matriz fina, permeables y medianamente consolidados.

Depósito aluvial (Q-al):

Son depósitos semiconsolidados, acumulados en las márgenes de los ríos Llacubamba y Parcoy. Corresponde a una mezcla heterogénea de gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; estos materiales tienen selección de regular a buena, presentándose niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial. Su permeabilidad es media a alta y se asocia principalmente a terrazas aluviales, susceptibles a la erosión fluvial. En la zona tiene una escasa distribución.

Depósito fluvial (Q-fl):

Conformado por bloques, gravas y arenas mal seleccionadas en matriz areno-limosa; se ubica en el curso principal del río Parcoy formando la llanura de inundación. Su granulometría está compuesta por bloques (10%), gravas (30%), arenas (40%) y limos (20%).

Depósito antropógeno (Q-an):

Antropógeno o antrópico, es un término que designa a lo que está vinculado de algún modo al ser humano. La geotecnia, lo identifica como un terreno que ha sido modificado por el hombre. Para el caso del área de estudio está asociado principalmente a la depositación de desmonte producto de la minería que se desarrolla en la zona (Figura 7).



Figura 7. Vista del fondo del valle del Río Llacuabamba, en el sector La Soledad, en la cual se puede distinguir hasta 3 depósitos cuaternarios: depósitos fluviales (Q-fl) y aluviales (Q-al) demarcados por líneas discontinuas color azul; por encima antropógenos (Q-an) demarcado en líneas discontinuas de color amarillo.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como uno de los factores condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el Mapa 02 del Anexo 1, se presenta la caracterización de la pendiente del terreno generado a partir de las curvas de nivel con 1 m de equidistancia proporcionado por la Municipalidad distrital de Parcoy. De acuerdo con el mapa, el área de evaluación resalta los rangos de pendientes que van desde muy fuerte (25° a 45°) a muy escarpado ($>45^\circ$). Este rango de pendientes es el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre, cuyas características principales se describen en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
0°-1°	Llano (0.03%)	Corresponde a terrenos llanos compuestos por depósitos cuaternarios que se distribuyen principalmente a lo largo de terrazas fluviales.
1°a 5°	Inclinación suave (0.78%)	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen a lo largo de planicies, cimas de montañas y terrazas fluviales. En este rango se ubica principalmente al fondo del valle de los ríos Llacuabamba, Retamas y Parcoy.
5°a 15°	Moderado (3.66%)	Terrenos con moderada pendiente, se ubican principalmente al pie de las laderas de montañas intrusivas y volcánicas, quebradas y fondo de valles.
15°a 25°	Fuerte (9.36%)	Pendientes que se distribuyen indistintamente en las laderas de las montañas; a su vez, estas inclinaciones condicionan la erosión de laderas en las vertientes o piedemontes.
25°a 45°	Muy Fuerte (65.94%)	Ocupan áreas muy grandes. Se encuentran en laderas de montañas y márgenes de los ríos Llacuabamba, Retamas y Parcoy. En este rango de pendiente, generalmente se registran procesos de derrumbes y deslizamientos.
>45°	Muy escarpado (20.22%)	Ocupa áreas distribuidas a lo largo de laderas y cumbres de montañas.

4.2. Unidades geomorfológicas

La formación de las unidades geomorfológicas en la zona de evaluación está relacionada con el levantamiento de los Andes, así como con los procesos hidrometeorológicos relacionadas a abundantes precipitaciones pluviales (erosión fluvial y pluvial) y movimientos en masa (deslizamientos, flujos, derrumbes y caída de rocas); en su formación también influye la actividad antrópica.

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (Mapa 03 del Anexo 1), 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).

En el área de evaluación se han diferenciado las siguientes unidades y subunidades geomorfológicas:

4.2.1. Unidad de montañas

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

Subunidad de montañas en rocas intrusivas (M-ri):

Subunidad geomorfológica modelada sobre roca intrusiva compuesta de tonalitas y granodioritas, cubren gran parte de la zona de estudio y se muestran afectadas por procesos tectónicos y erosivos, (Figura 8).

La pendiente de sus laderas varía principalmente de 25° a 65°, caracterizada como muy fuerte a muy escarpadas. Sus relieves se encuentran asociadas a procesos dominantes de erosión de laderas, deslizamientos, derrumbes y flujos.

La localidad de Retamas, se encuentra rodeado por estos lineamientos montañosos.



Figura 8. Vista de las subunidades de montañas modeladas en rocas intrusivas (RM-ri) y montañas intrusivas antropizada (M-iat), cuyas laderas presentan pendientes de muy fuerte a muy escarpada (25° - 65°) y disectada por procesos de erosión en cárcava y la actividad antrópica producto de la actividad minera.

Subunidad de montañas en rocas volcánicas (M-rv):

Subunidad geomorfológica modelada sobre roca volcánica de la Formación Tres Lagunas compuesta por lavas de composición basáltica (Figura 9).

La pendiente de sus laderas varía principalmente de 25° a 55° , caracterizada como muy fuerte a muy escarpadas, asociado a escarpas de ocurrencias de movimientos en masa como derrumbes, deslizamientos y erosión de laderas. En la parte alta son disectados por una red de drenaje dendrítica.



Figura 9. Vista de la subunidad de montañas modeladas en rocas volcánica (RM-rv), cuyas laderas presentan pendientes de muy fuerte a muy escarpada (25°-55°).

Subunidad de montañas en rocas sedimentarias (M-rv):

Subunidad geomorfológica formada en unidades litoestratigráficas de rocas sedimentarias conformada por la Formación Fundo el Triunfo compuesta por areniscas, intercaladas con limoarcillitas y limolitas.

La pendiente de sus laderas varía principalmente de 15° a 45°, caracterizada como fuerte a muy fuerte a escarpada.

4.2.2. Unidad de Piedemonte

Se identificó las siguientes subunidades:

Subunidad de vertiente coluvio-deluvial (V-cd):

Son depósitos inconsolidados, formados al pie de laderas de montañas modeladas en rocas intrusivas y volcánicas resultantes de la acumulación de material de origen coluvial y deluvial. Los principales agentes formadores de esta subunidad son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, las lluvias, el viento, agua de escorrentía superficial y son altamente susceptibles a sufrir procesos geodinámicos como derrumbes, deslizamientos y erosión en cárcavas.

Compuestos principalmente por fragmentos de rocas de naturaleza homogénea, heterométricos, angulosos a subangulosos mezclados con materiales finos como limos y arcillas. Estas geoformas se encuentran ampliamente distribuidas en las laderas de ambos márgenes de los ríos Llacuabamba, Retamas y Parcoy con pendientes predominantes de muy fuerte a muy escarpado (25°- >45°) y fáciles de remover.

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

Subunidad formada por procesos de movimientos en masa de tipo deslizamiento, su composición litológica es homogénea a causa de su corto a mediano recorrido, está compuesta por materiales inconsolidados a ligeramente consolidados. Su morfología

usualmente es convexa y su disposición es semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa (Figura 10).

Estas geoformas corresponden a cuerpos de deslizamientos antiguos depositadas en las laderas del valle del río Parcoy, donde las pendientes van de muy fuerte a muy escarpado (25° y mayor a 45°).



Figura 10. Demarcados por líneas discontinuas color amarillo se observa las subunidades de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) ubicado frente al sector de Lamas, y con líneas continuas amarillas la subunidad coluvio-deluvial (V-cd) ubicado al pie de ladera de montaña modelada en volcánica (M-rv).

Subunidad de vertiente aluvio-torrencial (P-at):

Corresponde a planicie inclinada a ligeramente inclinada y extendida, posicionada al pie del sistema montañoso, formado por la acumulación de sedimentos acarreados por corrientes de agua estacionales, de carácter excepcional, así como lluvias ocasionales excepcionales que se presentan en el área de estudio (Figura 11).

Esta unidad es susceptible a ser afectado por flujos de detritos (huaicos) se distribuye principalmente en las desembocaduras de las quebradas afluentes a los ríos del área de evaluación.

Litológicamente se distingue bloques de roca de hasta 1 m de diámetro producto del acarreo proveniente de los flujos.



Figura 11. Vista panorámica de la subunidad de vertiente aluvio-torrencial (P-at) (demarcados por líneas discontinuas color azul) formado por la acumulación de material proluvial relacionado a flujos de detritos (huaicos) y la subunidad montaña intrusiva antropizada (M-iat) (demarcados por líneas discontinuas color amarillo).

4.2.3. Unidad de Terraza

Se identifican las siguientes subunidades:

Subunidad terraza aluvial (T-a)

Son porciones de terreno alargado a ligeramente inclinado con pendiente del terreno entre 1° a 5° y altura relativamente marcada. Se encuentra en las márgenes del cauce de los ríos Llacuabamba y Parcoy; su composición litológica es resultado de la acumulación de fragmentos de roca de diferente granulometría (bloques, bolos, cantos, gravas con matriz de arenas y limos). Está subunidad es susceptible a la erosión fluvial.

Subunidad terraza fluvial (T-f)

Subunidad formada por la corriente actual de los ríos, litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.); conforma la llanura de inundación o el lecho de los ríos Llacuabamba, Retamas y Parcoy.

4.2.4. Geformas antrópicas

Montaña intrusiva antropizada (M-iat):

Subunidad geomorfológica modelada en roca intrusiva con acumulaciones de depósitos antrópicos producto de la intensa actividad minera y la expansión urbana que se desarrolla en la zona. Además, se encuentra susceptible a los procesos de erosión de laderas y ocurrencias de derrumbes, caída de rocas, flujos entre otros.

La pendiente del terreno varía principalmente entre 25° y mayor a 45°, caracterizada como muy fuerte a muy escarpadas.

Piedemonte poligénico antropizado (P-pat):

Subunidad formada por la actividad del hombre en el desarrollo de la actividad minera y la construcción de sus viviendas e infraestructura poblacional.

5. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Para la caracterización de las unidades hidrogeológicas (Mapa 04 del Anexo 1), se han zonificado los afloramientos rocosos según su capacidad de almacenar y transmitir aguas subterráneas (acuíferos): Poroso no consolidado y fisurado sedimentario.

Por otra parte, en la zona de estudio se tiene la predominancia de macizos de gran tamaño que se encuentran degradados y afectados por múltiples fracturas; estas rocas se caracterizan por presentar una porosidad y permeabilidad primaria insignificante. Sin embargo, la meteorización y fracturas pueden impartir una porosidad y permeabilidad secundaria significativa la cual es altamente variable; dándoles un comportamiento del tipo acuitardo: intrusivo y volcánico.

5.1. Acuíferos

Son las formaciones rocosas que permiten transmitir y almacenar agua en pequeñas o grandes proporciones. En el área de estudio, se han clasificado dos tipos de acuíferos:

a) Acuíferos porosos no consolidados

Esta unidad hidrogeológica está compuesta por depósitos de sedimentos no consolidados, que pertenecen al cuaternario reciente. Además, presentan alta porosidad primaria y permeabilidad, los cuales suelen estar constituidos por gravas que van de subangulosas a subredondeadas en matriz arenosa, que permiten el almacenamiento y transmisibilidad del agua subterránea, considerándolos, así como potenciales acuíferos.

Esta unidad se ha clasificado en:

Acuífero poroso no consolidado fluvial (APNC-fl):

Es un depósito cuaternario reconocido en el lecho de los ríos Llacuabamba y Parcoy. Se presentan inconsolidados, superficiales y constituido principalmente por fragmentos rocosos heterométricos (arenas, gravas, cantos, bolos, etc), de alta porosidad y permeabilidad.

Acuífero poroso no consolidado aluvial (APNC-al):

Corresponde a los depósitos aluviales y algunas terrazas ubicadas en el fondo del valle de los ríos Llacuabamba y Parcoy. Son depósitos de algunos centímetros a metros de espesor, los cuales son recargados por aguas de río. En general son buenos acuíferos, pero en la zona de estudio, por tener extensión limitada, tienen poco interés hidrogeológico, y poca productividad.

Acuífero poroso no consolidado proluvial (APNC-pl):

Este acuífero poroso no consolidado abarca los cauces de quebradas y los materiales que se encuentran en los conos de deyección, los cuales corresponden a los depósitos de flujo de detritos.

Acuífero poroso no consolidado coluvio-deluvial (APNC-cd):

La constituyen los depósitos de ambiente coluvio-deluvial, los cuales son depósitos de piedemonte, deslizamientos, derrumbes, entre otros. Su distribución es mayormente caótica. Por lo general, son depósitos que se encuentran conformados por clastos heterogéneos, con matriz arcillosa a limosa y arenas no compactas.

Acuífero poroso no consolidado coluvial (APNC-cl):

Corresponde a los depósitos coluviales, producto de los derrumbes, deslizamientos, caída de rocas ubicados al pie de talud, conformado por una mezcla de fragmentos de rocas heterométricos sub redondeados a sub angulosos.

Acuífero poroso no consolidado antropógeno (APNC-an):

Corresponde a los depósitos antropogénicos producto del desmonte de mineral y materiales de escombros que fácilmente son removibles.

b) Acuíferos fisurados sedimentarios

Esta unidad hidrogeológica se caracteriza porque las aguas se transmiten y almacenan en las fisuras de las formaciones sedimentarias. Estas formaciones son, en algunos casos, muy estacionales, (esto quiere decir que puede contener aguas subterráneas solo por temporadas) y, en otros, son prolongadas; todo depende del espaciamiento entre fisuras.

Entre las formaciones características se tiene:

Acuífero conformado por areniscas, limoarcillitas y limolitas (AFSe):

Esta unidad se encuentra conformada principalmente por areniscas intercaladas con limoarcillitas y limolitas, las cuales se encuentran fisuradas por la presencia de fallas y lineamientos estructurales.

5.2. Acuitardos

Esta unidad se caracteriza por ser poco permeable, lo que indica que puede almacenar agua, pero la transmite muy lentamente. Entre las formaciones que se encuentran en el área de estudio se han identificado las siguientes unidades litológicas:

Acuitardos intrusivos (ATI):

Esta unidad hidrogeológica está compuesta por rocas intrusivas las cuales, en su parte superficial se encuentran muy fracturadas, pudiendo almacenar gran cantidad de agua; sin embargo, no transmiten mucho a las demás formaciones en profundidad. Dentro de las principales unidades intrusivas existentes en el área de estudio, se tiene a las rocas formadas por tonalitas y granodioritas.

Acuitardos intrusivo/antropógeno (ATI-an):

Esta unidad hidrogeológica está compuesta por rocas intrusivas de tipo tonalita, granodiorita y depósitos antrópicos con características hidrogeológicas similares a la descrita anteriormente.

Acuitardos volcánicos (ATV):

Dentro de esta unidad hidrogeológica, se encuentran materiales conformados por rocas volcánicas compuestas de lavas de composición basáltica, cuyas permeabilidades son muy pobres y cuya porosidad es alta.

6. COBERTURA VEGETAL

La caracterización de las unidades de cobertura vegetal (Mapa 05 del Anexo 1), se desarrolló en base a la interpretación visual de imágenes de satélite disponibles en SAS.Planet e “Imágenes Satelitales SPOT proporcionados por el CNOIS-CONIDA y procesadas por Ingemmet”.

Para considerar como uno de los factores en el análisis de la susceptibilidad a movimientos en masa, se clasificó el área de estudio en 7 unidades; tales como, áreas de bosque denso, matorrales, pastizales, tierras de cultivos, suelo sin cobertura vegetal, área urbana y cuerpos de agua.

6.1. Unidades de cobertura vegetal

Áreas de bosque denso (Abde):

En esta unidad, se puede observar la formación de macizos forestales, con predominio de especies arbóreas, en áreas cubiertas por bosques nativos de la zona de manera muy concentrada y densa. Representan el 5.51% de la superficie total del área de estudio (28.14 ha) y son localizados en laderas de montañas.

Matorrales (Ma):

Los matorrales constituyen áreas caracterizados por una vegetación dominada principalmente por arbustos de menos de 5 metros de altura, cuyas ramas se van ramificando desde su base. Los matorrales ocupan la mayor área, extendiéndose sobre una superficie de 179 ha que representan el 35.08% de la superficie total del área de estudio.

Pastizales (Pa):

Los pastizales representan un tipo de cobertura vegetal conformado por herbazales, predominado por una diversidad de pastos o gramíneas que cubre el suelo de manera abundante. Se extienden sobre una superficie de 108.62 ha, que equivalen al 21.26% de la superficie total.

Tierras de cultivos (Tcu):

Estas áreas se caracterizan porque en él se desarrollan actividades agrícolas de cultivo, actualmente activas y de riego natural o artificial. Las áreas de cultivo se extienden sobre una superficie de 30.04 ha equivalentes al 5.88% de la superficie total del área de estudio y ubicadas en la parte alta y media del área de estudio.

Suelo sin cobertura vegetal (Scv):

Son caracterizadas por ser áreas en los cuales la cobertura vegetal no existe o es muy escasa (compuesta principalmente por suelos desnudos), también son áreas producto de la deforestación, erosión, movimientos en masa, afloramientos rocosos o la actividad antrópica y minera que se desarrolla en la zona. Se extiende sobre una superficie de 130.48 ha que representan el 25.54% de la superficie total del área de estudio.

Área urbana (Au):

El área urbana es aquella donde se encuentra establecida la población de Retamas, conformada por un conjunto de viviendas delimitadas por calles y avenidas. Ocupa una superficie de 33.0 hectáreas, equivalentes al 6.46% de la superficie total del área de estudio.

Cuerpos de agua (Ca):

Los cuerpos de agua son superficies o depósitos de agua de origen natural o artificial, de carácter permanente, intermitente y estacional. En el área de estudio, presenta una sola ocurrencia mapeable a la escala de trabajo. Ocupan una superficie ínfima de 1.41 hectáreas, equivalentes al 0.28% de la superficie total del área de estudio.

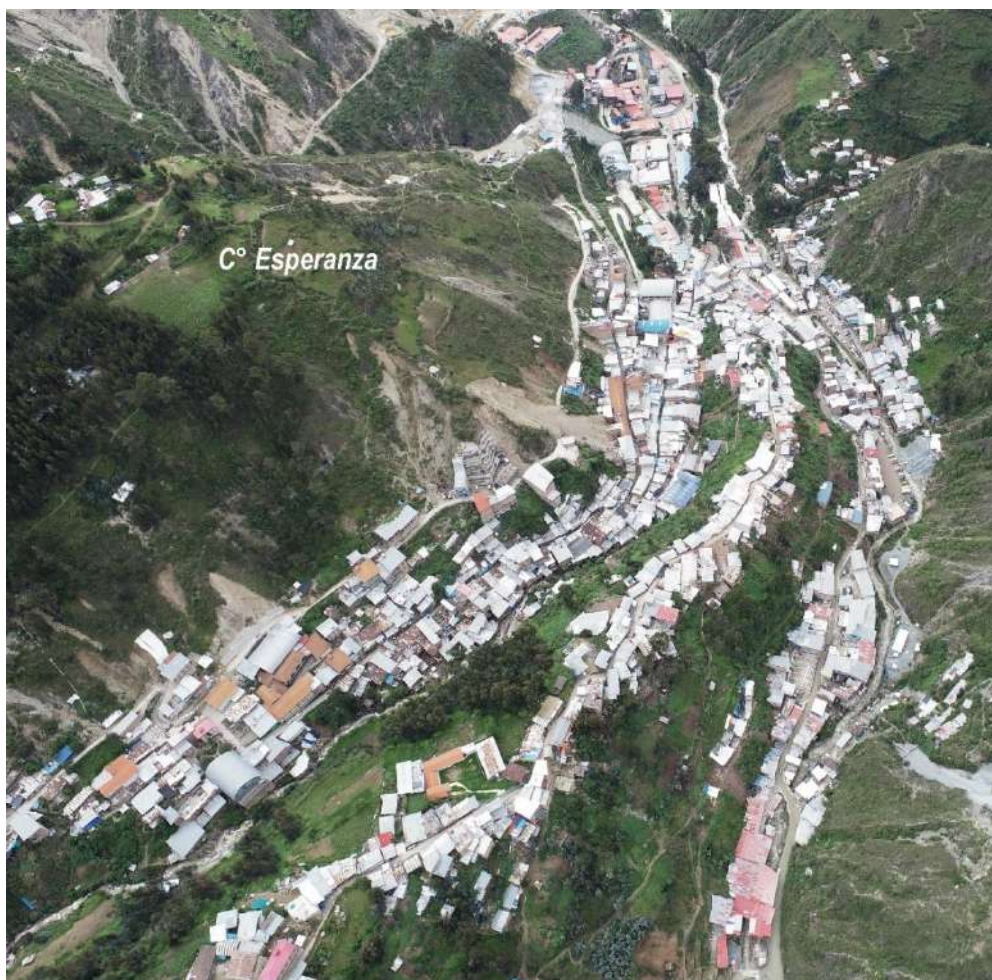


Figura 12. Vista del área urbana de la localidad Retamas bordeado por bosque denso, matorrales, pastizales y terrenos sin cobertura vegetal.

7. PELIGROS GEOLÓGICOS

7.1. Generalidades

Se realizó la caracterización y cartografía de los peligros geológicos por movimientos en masa (Mapa 6 del Anexo 1) en base a la clasificación propuesta por el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007) para demostrar la actividad geodinámica presente en el área de evaluación.

La cartografía (Mapa 6 del Anexo 1) se realizó sobre la base topográfica con curvas de nivel de 1 metro de equidistancia proporcionado por la Municipalidad de distrital de Parcoy; además, se ha empleado imágenes satelitales disponibles en SAS.Planet, Google Earth Pro y proporcionadas por el CNOIS y procesadas por el INGEMMET.

En lugares accesibles se realizó el inventario de peligros geológicos por movimientos en masa y otros peligros activos (Cuadro 5 y Mapa 7 del Anexo 1) que afecta a la zona poblada de la localidad de Retamas.

La ocurrencia de movimientos en masa y otros peligros geológicos en la zona evaluada está condicionada por factores intrínsecos, como son: substrato rocoso muy fracturado y de alta a completamente meteorizadas, alternancia de rocas de diferente competencia, orientación desfavorable de discontinuidades, presencia de suelos inconsolidados adosados a las laderas de las montañas, material de remoción antiguo susceptible, morfología del terreno, laderas con pendientes muy fuertes (25°-45°) a muy escarpada (>45°), ausencia o escasez de vegetación, cortes en ladera y en el pie de montaña, ocupación inadecuada del suelo por el hombre y actividad minera. Además, se tiene como factor “desencadenante” a las precipitaciones pluviales intensas o prolongadas y en algunos casos coadyuvado por sismicidad y/o fallas activas.

7.2. Inventario de peligros geológicos, geohidrológicos y otros peligros

En el área de evaluación en total se han identificado 104 ocurrencias que incluyen peligros geológicos por movimientos en masa, geohidrológicos y otros peligros geológicos; de ellos, 24 eventos fueron inventariados durante los trabajos de campo (Cuadros 5) y 80 en gabinete.

Estadísticamente, 48 (46.15%) ocurrencias corresponde a derrumbes, 33 (31.73%) a erosión en cárcava, 16 (15.38%) deslizamiento rotacional, 4 a flujos de detritos (3.85%), 2 a hundimientos (1.92%) y 1 (0.96%) a inundación fluvial; ver Figura 13.

Así mismo, de acuerdo con el estado de la actividad, 60 (57.69%) ocurrencias corresponde a eventos activos y 44 (42.31%) a inactivos latentes. Ver Figura 14.

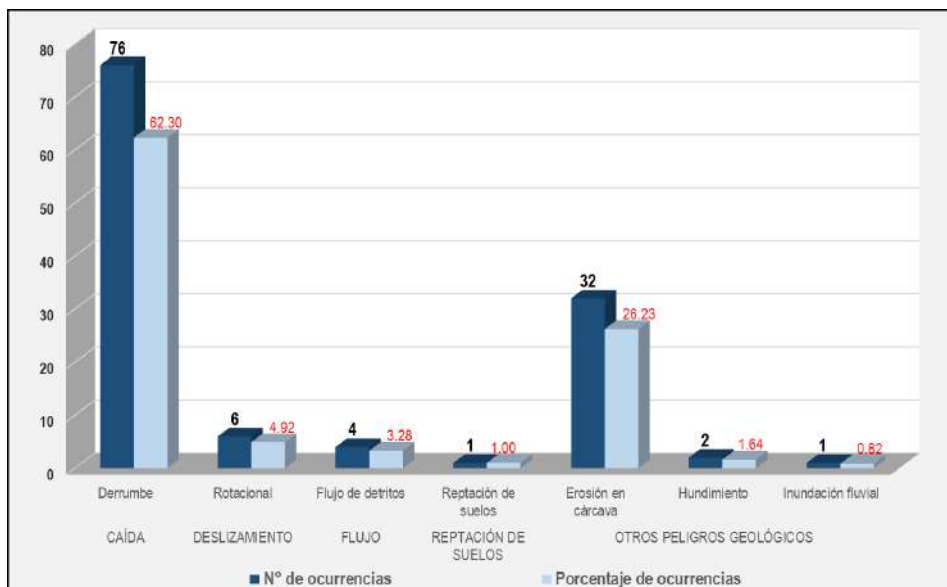


Figura 13. Estadística de ocurrencia de movimientos en masa y otros peligros geológicos en el área de estudio.



Figura 14. Porcentaje según la edad de los movimientos en masa y otros peligros que ocurren en el área de estudio.

En el **cuadro 5**, se presenta de manera detallada descripción del inventario realizado en trabajos de campo donde se detalla las siguientes características:

- En la primera columna, se señala el código de inventario plasmado en el mapa para facilitar su identificación y ubicación.
- En la segunda, tercera y cuarta columna, se menciona los nombres de los sectores y las coordenadas en Datum: WGS84, Proyección: UTM Zona 18 Sur.
- La quinta columna describe el o los peligros.
- La sexta columna describe un breve comentario geodinámico del área involucrada.
- En séptima columna, se describe en forma general los elementos expuestos y/o daños ocasionados.
- Finalmente, en la quinta octava columna, se proponen algunas recomendaciones y observaciones generales.
- También, se incluye fotografías representativas de algunos eventos.

Cuadro 5. Ocurrencias peligros geológicos por movimientos en masa, geohidrológicos y peligros geológicos en la localidad de Retamas.

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-01	I.E. 80455, Luis Valle Goicochea. Margen izquierdo del río Llacuabamba, comunidad campesina La Soledad. (Parcoy)	9111789	227443	Deslizamiento Rotacional	<p>La ocurrencia de grietas en paredes y pisos de la Institución Educativa 80455 "Luis Valle Goicochea", son evidencias de un proceso de activación de un deslizamiento antiguo.</p> <p>La unidad litoestratigráfica principal donde se origina el evento, corresponde a rocas intrusivas compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 45° a 55° considerada como muy escarpada.</p> <p>La Institución Educativa presenta agrietamientos visibles de 4 cm de ancho en las paredes; en el piso se tiene grietas de 4.5 m de longitud con 5 mm de ancho siguiendo orientaciones de 149°SE, y en el patio se registró grietas de 2.5 cm de ancho con desniveles de 3 cm, (Figura 15).</p> <p>Así mismo, colindante a la Institución, se presenta una vivienda con agrietamientos similares.</p>	<p>Afecta dos aulas y el patio principal de la Institución Educativa 80455 "Luis Valle Goicochea".</p> <p>Podría afectar viviendas aledañas.</p>	<p>Ante el evidente proceso de activación de deslizamiento, se recomienda reubicar la Institución Educativa, 80455 "Luis Valle Goicochea" y las viviendas colindantes expuestas al deslizamiento.</p> <p>Restringir el acceso por la zona del deslizamiento.</p> <p>Señalizar el área afectada con letreros preventivos.</p>
PI-02	Puente El encanto. Margen izquierdo del río Llacuabamba. Comunidad campesina La Soledad. (Parcoy)	9112138	227350	Derrumbe	<p>Derrumbe activo que se da origen en un talud de roca y suelo compuesto de tonalita y granodiorita muy alteradas y muy fracturado. En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 55° a 60° (considerada como muy escarpada).</p> <p>Presenta una altura de desprendimiento de 20 m, una longitud de arranque de 16 m y un ancho promedio de 14 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma irregular y continua. El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 0.2 m de diámetro que forman un depósito coluvio-deluvial de tipo "canchal", con alcances máximos entre 1 m a 2 m desde su zona de origen, (Fotografía 3).</p> <p>A 22 metros hacia aguas abajo, se registra otro proceso de caídas (derrumbe) con características similares.</p> <p>En la actualidad no se observa el depósito del derrumbe; sin embargo, la ladera es susceptible a la ocurrencia de estos.</p>	<p>Podría afectar a 2 viviendas ubicadas al pie del derrumbe.</p>	<p>Reubicar las viviendas asentadas en el pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>Prohibir la construcción de viviendas.</p> <p>Realizar trabajos de reforestación de la ladera con fines de estabilización.</p>

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-03	Margen izquierdo del río Llacuabamba. Comunidad Campesina La Soledad. (Parcoy)	9112309	227327	Derrumbe	<p>El derrumbe se origina en talud de roca y suelo compuesto de tonalita y granodiorita muy alteradas y muy fracturado. En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 45° a 55° (considerada como muy escarpada).</p> <p>Presenta una altura de desprendimiento de 24 m, una longitud de arranque de 12 m y un ancho promedio 8 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma regular y continua. El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 0.3 m de diámetro formando un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”, con alcances máximos entre 0.5 m a 1 m desde su zona de origen.</p> <p>Al pie de la ladera se observa la construcción (corte de talud) y ocupación inadecuada de dos viviendas, que condicionan el movimiento de masa (Fotografía 4).</p> <p>A 40 metros hacia aguas abajo, se registra otro proceso de caídas (derrumbe) con características similares que podría afectar un tramo de vía Retamas-Llacuabamba.</p> <p>En la actualidad no se observa depósito del derrumbe; sin embargo, la ladera es susceptible a la ocurrencia de derrumbes.</p>	<p>Podría afectar a 2 viviendas ubicadas al pie del derrumbe.</p> <p>Podría afectar la vía Retamas-Llacuabamba en un tramo de 10 a 12 m lineales aproximadamente.</p>	<p>Reubicar las viviendas asentadas en el pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>Prohibir la construcción de viviendas.</p> <p>Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización.</p>
PI-04	Margen izquierdo del río Llacuabamba. Comunidad Campesina La Soledad. (Parcoy)	9112392	227313	Derrumbe	<p>El derrumbe se origina en talud de roca y suelo compuesto de tonalita y granodiorita muy alteradas y muy fracturado. En superficie se presentan completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 45° a 65° (considerada como muy escarpada).</p> <p>Presenta una altura de desprendimiento de 30 m, una longitud de arranque de 20 m y un ancho promedio de 17 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma regular y continúa. El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximos entre 0.5 a 1.0 m de diámetro, formando un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”, con alcances máximos de 1 m desde su zona de origen.</p>	<p>A pesar de la afectación de 1 vivienda ubicada al pie del derrumbe, esto no ha sido impedimento para que una familia deje de habitarla; condición actual que pone en riesgo sus vidas (Fotografía 5).</p> <p>Podría afectar la vía Retamas-Llacuabamba en un tramo de 16 a 18 m lineales aproximadamente.</p>	<p>Reubicar las viviendas asentadas en el pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>Prohibir la construcción de viviendas.</p> <p>Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización.</p>



Figura 15: Institución Educativa 80455 "Luis Valle Goicochea" afectada por activación de deslizamiento. Actualmente se puede visualizar: a) Grietas en la pared de hasta 4 cm de ancho, b) Grietas de 4.5 m de longitud en el piso de aula y c) Asentamientos o desnivel en patio de 3 cm.



Fotografía 3: Derrumbe activo (PI-1) ubicado a la altura del puente El Encanto, que pone en peligro a dos viviendas ubicadas al pie de la ladera.



Fotografía 4: Derrumbe activo (PI-2) condicionado por la construcción (corte de talud) de vivienda ubicado al pie de ladera.



Fotografía 5: Afectación de una vivienda ubicada al pie del derrumbe, que pone en peligro a sus habitantes de ocurrir un evento similar.

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-05	Río Retamas, Sector Retamas (Parcoy)	9111459	226881	Erosión fluvial, Inundación fluvial	<p>Tramo del cauce del río Parcoy, afectado por procesos de erosión fluvial, acompañado por inundaciones hacia la margen derecha.</p> <p>La superficie del área presenta terrenos inclinados con pendiente suave (1-5°) y el cauce de río tiene apariencia meándrica.</p> <p>La evidencia de estos procesos, son las marcas o huellas dejadas por la crecida del río, que en promedio varían de 1 a 2 m de altura, registradas en las paredes de las viviendas continuas. Además, en el fondo del cauce se observa material proluvial compuesto de bloques de roca de hasta 0.8 m de diámetro, (Fotografía 6).</p> <p>Hacia la margen izquierda del río, se presenta la ocurrencia de derrumbes por socavamiento al pie del talud, producto de la erosión fluvial.</p> <p>Por último, es importante mencionar que, a lo largo del río, no existe medidas de protección, lo que hace que sea un área muy susceptible a estos peligros geohidrológicos.</p>	<p>Podría afectar viviendas ubicadas muy cerca al cauce del río Retamas.</p> <p>Podría afectar puente.</p>	<p>Reubicar viviendas expuestas a la inundación y procesos de erosión fluvial.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en el cauce río Parcoy.</p> <p>Descolmatación continua del cauce del río Parcoy.</p>
PI-06	Margen izquierdo del río Retamas Sector Retamas (Parcoy)	9111946	227064	Hundimiento	<p>Punto de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de hundimiento que pone en peligro una vivienda, probablemente esté condicionado por la actividad minera que se desarrolla en la zona.</p> <p>La vivienda presenta agrietamientos en el piso y paredes de 3.10 m de longitud con aberturas de 3 mm, aproximadamente. Además, se puede constatar desniveles de 1 cm, debido al asentamiento en el marco de una puerta. Así mismo los habitantes de la vivienda aseguran que al pasar y chancar su piso, se siente un sonido al vacío "hueco"; hecho que los mantiene preocupados (Figura 16).</p> <p>Los factores que podrían condicionar los procesos de hundimiento son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actividad minera ilegal sin dirección técnica. - Humedecimiento del terreno. - Rocas muy meteorizadas, fracturadas y deleznable que conforman el techo de los socavones - Rápido crecimiento poblacional sin planificación adecuada. 	<p>Podría afectar las viviendas del lugar y de áreas colindantes.</p>	<p>Reubicar viviendas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p>

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-07	Margen izquierdo del río Retamas Sector Retamas (Parcoy)	9112000	227008	Derrumbe	<p>Derrumbe que se da origen en un talud rocoso compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada con espaciamentos muy próximos entre sí, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 40°a 50° (considerada como muy fuerte a muy escarpada).</p> <p>La altura de desprendimiento es de 35 m, longitud de arranque de 45 m y un ancho promedio de 38 m. El tipo de rotura es mixto (planar y en cuña) con una zona de arranque de forma irregular y discontinua. El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño promedio de 0.10 m de diámetro formando un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”. En el cuerpo del derrumbe se observa el desgarre de la vegetación a favor del movimiento.</p> <p>En la actualidad no se observa depósito del derrumbe; sin embargo, la ladera es susceptible a la ocurrencia de derrumbes, (Fotografía 7).</p>	<p>Podría afectar directamente 1 vivienda de 4 pisos ubicada al pie del derrumbe.</p> <p>Podría afectar viviendas aledañas.</p> <p>Podría afectar la vía Retamas-Parcoy en un tramo de 25 m lineales aproximadamente.</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p>
PI-08	Margen izquierdo del río Retamas Mina Fernandini Sector Retamas (Parcoy)	9112065	227029	Derrumbe	<p>Derrumbe activo que se da origen en un talud rocoso compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada con espaciamentos muy próximos entre sí, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 45°a 55° (considerada como muy escarpada).</p> <p>La altura de desprendimiento es de 40 m, longitud de arranque de 51 m y un ancho promedio de 49 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma irregular y discontinua. El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 0.15 m de diámetro formando un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”.</p> <p>Al pie del talud se observa muros de contención, construidos como medida de protección.</p> <p>En la actualidad no se observa depósito del derrumbe; sin embargo, la ladera es susceptible a la ocurrencia de derrumbes.</p>	<p>En la margen derecha del derrumbe se observa 2 viviendas fisuradas, producto del empuje del material, (figura 17).</p> <p>Podría afectar la vía Retamas-Parcoy en un tramo de 55 m lineales aproximadamente.</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p>

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-09	Margen izquierdo del río Retamas Sector Retamas (Parcoy)	9112159	227022	Deslizamiento Rotacional	<p>Las características morfológicas del terreno (terreno ondulado), son evidencias de la ocurrencia de un deslizamiento activo.</p> <p>La unidad litoestratigráfica principal donde se origina el evento, corresponde a rocas intrusivas compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 30° a 50° (considerada como muy fuerte a muy escarpada).</p> <p>El deslizamiento es de tipo rotacional, de escarpa única, abarca un área de 1003.2 m² presenta una escarpa irregular y discontinua de 40 m de longitud y un desnivel entre escarpa y pie de 30 m. En el cuerpo del deslizamiento se observa arboles inclinados a favor del movimiento.</p> <p>A 5 m aguas abajo se produce otro deslizamiento, con un área de 660 m², escarpar regular y continua de 30 m de longitud y un desnivel entre escarpa y pie de 12 m. Este evento pone en riesgo viviendas ubicadas al pie del deslizamiento.</p>	<p>De activarse el deslizamiento, podría afectar viviendas ubicadas al pie de la ladera.</p> <p>Podría afectar la vía Retamas-Parcoy.</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del deslizamiento y en áreas aledañas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p>
PI-10	Margen izquierdo del río Retamas Sector Retamas (Parcoy)	9112151	227050	Derrumbe	<p>Derrumbe activo que se da origen en un talud de roca y suelo compuesto de tonalita y granodiorita muy alteradas y muy fracturado. En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 35° a 45° (considerada como muy fuerte).</p> <p>Presenta una altura de desprendimiento de 22 m, una longitud de arranque de 12 m y un ancho promedio 13 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma irregular y continua. El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 0.1 m de diámetro formando un depósito coluvio-deluvial de tipo "canchal", con alcances máximos entre 1 m a 2 m desde su zona de origen.</p> <p>El talud presenta la construcción de muros de contención como mediada de estabilidad.</p> <p>En la actualidad no se observa depósito del derrumbe; sin embargo, la ladera es susceptible a la ocurrencia de derrumbes.</p>	<p>Afecta 3 viviendas ubicadas en áreas continuas a los derrumbes.</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p>



Fotografía 6: Vista en la que se puede observar huellas (marcadas con flechas azules) dejadas por la crecida del río Retamas. Así mismo hacia el fondo del cauce se tiene material proluvial compuesto de bloques de roca de hasta 0.8 m de diámetro.



Figura 16: Vivienda posiblemente afectada por procesos de hundimiento. Actualmente se puede visualizar a) agrietamientos en el piso de hasta 3.1 m de longitud, b) grietas con aberturas de hasta 3 mm en paredes y c) asentamientos o desnivel en piso de hasta 1 cm.



Fotografía 7: Ladera susceptible a la ocurrencia de derrumbes, que pone en peligro viviendas ubicadas al pie de la ladera y un tramo de la vía Retamas-Parcoy.



Figura 17: Ladera susceptible a la ocurrencia de derrumbes, que en la actualidad se encuentra afectando dos viviendas ubicadas en la margen derecha de la ladera.

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-11	Río Retamas Sector Retamas. (Parcoy)	9112162	227159	Hundimiento	<p>El proceso de hundimiento se dio lugar el sábado 23 de octubre del 2021 posiblemente condicionado por la actividad minera formal e informal que se efectúa en la zona, las cuales se encuentran ubicadas en los márgenes del cauce principal del río Parcoy.</p> <p>De acuerdo con testimonios de los pobladores, el proceso de hundimiento se inició aproximadamente con un diámetro y una profundidad de 3 m. En la actualidad se evidencia un diámetro de 17 m y una profundidad de 10 m, tapado por el arrastre de bloques del río.</p> <p>El desarrollo del hundimiento coadyuvado por procesos de erosión fluvial del río Parcoy, afecta y compromete directamente a 5 viviendas, las cuales muestran agrietamientos en sus paredes de hasta 1 cm de abertura y de 2 a 3 m de longitud, (fotografía 8).</p> <p>Así mismo hacia la margen izquierda del río, se evidencia una roca de aproximadamente 8 m de diámetro, posiblemente producto de una caída o derrumbe antiguo proveniente de la parte superior del Cerro La Esperanza, lo que hace que esta zona sea muy susceptible a estos procesos de movimientos en masa, (fotografía 9).</p>	Afecta directamente a 5 viviendas asentadas en ambos márgenes del río Parcoy.	Reubicar viviendas. No permitir la construcción de viviendas en el cauce del río.
PI-12	Margen izquierdo del río Retamas Sector Retamas (Parcoy)	9112232	227043	Derrumbe	<p>Derrumbe activo que se da origen en un talud rocoso compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 40° a 50° (considerada como muy fuerte a muy escarpada).</p> <p>La altura de desprendimiento es de 53 m, longitud de arranque de 30 m y un ancho promedio de 28 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma irregular y continua.</p> <p>El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 0.10 m de diámetro formando un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”, con alcances máximos entre 1 m a 2 m desde su zona de origen. En el cuerpo del derrumbe se observa el desgarre de la vegetación a favor del movimiento.</p> <p>A 20 metros aguas abajo se presenta otro derrumbe, el cual presenta una altura de desprendimiento de 70 m, una longitud de arranque de 40 metros y un ancho promedio de 38 m.</p> <p>Por último, al pie del derrumbe se observa evidencia de corte de talud para delimitar una nueva área de construcción, (fotografía 10).</p> <p>En la actualidad no se observa depósito del derrumbe; sin embargo, la ladera es susceptible a la ocurrencia de derrumbes</p>	<p>Podría afectar viviendas ubicadas al pie del derrumbe.</p> <p>Podría afectar la vía Retamas-Parcoy en un tramo de 70 m lineales aproximadamente.</p>	Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas. No permitir la construcción de viviendas en la zona.

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-13	Margen izquierdo del río Retamas Sector Retamas (Parcoy)	9112311	227095	Derrumbe	<p>La unidad litoestratigráfica donde se activó el derrumbe del pasado 15 de marzo del presente año, está conformada por afloramientos de rocas intrusivas de tipo tonalita (anexo 2), muy alteradas y muy meteorizadas; presentando una estructura desintegrada, muy fracturada, con espaciamientos muy próximas a próximas entre sí (0.01 – 0.20 m) y aberturas abiertas (1,0 – 5,0 mm). En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 25° a 45° (considerada como muy fuerte a escarpada) y superiores a 45° (muy escarpada).</p> <p>El derrumbe abarco un desplazamiento de 3,125 m² (0.31 ha) aproximadamente con un tipo de ruptura aparentemente planar con forma de arranque continuo. En la zona de arranque dejó una cara libre de 1,162 m², con una longitud de arranque de 50 m; su ancho varía entre 25 m a 40 m, una altura de arranque de 57 m, y un desnivel entre la escarpa y el pie de 92 m. El depósito del material de derrumbe abarca un área de 1,963 m² y un volumen estimado de 9,500 m³. El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 1.5 m de diámetro formando un depósito coluvial de tipo “canchal”. El alcance máximo del derrumbe, desde la zona de arranque hasta el pie, fue de 100 m, (fotografía 11).</p> <p>En la actualidad, en la cresta superior sobre la zona de arranque del derrumbe, se observa una grieta semicircular con desnivel entre 0.5 m a 1.0 m y con una longitud de 30 m indicando la inestabilidad de la ladera y el muy alto peligro que representa, (fotografías 12 y 13). Es probable la ocurrencia de un nuevo derrumbe, en el lugar, con similares características al derrumbe ocurrido el 15 de marzo.</p>	<p>Resultaron 8 personas fallecidas, 7 heridas y 53 damnificadas; además, se destruyó 1 establecimiento comercial, 100 m de línea de aducción y 6 viviendas; también, hubo 12 viviendas inhabitables y 13 afectadas (Fuente: REPORTE COMPLEMENTARIO N° 4328 – 4/5/2022/COEN – INDECI 06:50 HORAS: REPORTE N°30).</p> <p>Obstrucción de 100 m de la vía Retamas – Parcoy.</p>	<p>Reubicar a la población asentada en la ladera del cerro, desde el pie del derrumbe hasta el cauce del río Parcoy y áreas aledañas.</p> <p>Aplicando todas las medidas de seguridad, realizar limpieza del material de derrumbe acumulado en la plataforma de la carretera de acceso entre Retamas y Parcoy, con la finalidad de amortiguar la velocidad de un probable derrumbe, con similar volumen al ocurrido el 15 de marzo del 2022.</p> <p>Para habilitar la vía de acceso entre Retamas y Parcoy, afectada por el derrumbe, se deben realizar estudios geológicos e ingeniero geológicos de detalle con la finalidad de buscar opciones para la estabilización de los taludes y/o buscar otras alternativas del trazo.</p> <p>Clausurar la vía de acceso entre Retamas y Parcoy hasta que se realicen las actividades mencionadas anteriormente.</p>
PI-14	Margen izquierdo del río Retamas Sector Retamas (Parcoy)	9112404	227066	Derrumbe	<p>Derrumbe reciente que ocurrió en febrero de este año. La unidad litoestratigráfica principal donde se origina el evento, corresponde a rocas intrusivas compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada, con espaciamientos muy próximas a próximas entre sí. En superficie se presentan altamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 45° a 55° (considerada como muy escarpada).</p> <p>Presenta una altura de desprendimiento de 25 m, una longitud de arranque de 16 m y un ancho promedio de 15 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma irregular y continua. El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 0.05 m de diámetro que forman un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”, con alcances máximos entre 1 m a 2 m desde su zona de origen.</p> <p>Según testimonios de los pobladores, el derrumbe posiblemente pudo está condicionado por una labor minera ilegal que se dispone al pie del derrumbe.</p>	<p>Podría afectar viviendas ubicadas al pie del derrumbe y áreas aledañas.</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p>

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-15	Margen izquierdo del río Retamas Sector Retamas (Parcoy)	9112424	227047	Derrumbe	<p>según Medina (2009), el derrumbe presentó una escarpa continua y regular, con una longitud de arranque de 5 m, altura aproximada de 25 m y una longitud en el pie de 30.</p> <p>El evento fue causado por la conjunción de varios factores, como la pendiente del terreno (45° a 60°, considerada como muy escarpada), la litología (depósitos antrópicos), la geomorfología, la deforestación y la ocupación inadecuada del suelo por el hombre. Siendo el factor detonante, las intensas precipitaciones pluviales de los días previos al derrumbe.</p> <p>Actualmente, el área se encuentra habitado por dos viviendas, dispuestas en la ladera, y construidas sobre el depósito del derrumbe, (fotografía 14).</p> <p>Actualmente, por encima de la carretera Retamas-Parcoy, se distingue otro proceso activo de derrumbe con una altura de desprendimiento de 118 m, una longitud de arranque de 45 m y un ancho promedio de 48 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma regular y continua.</p>	Los efectos del derrumbe del 2009 fueron: 25 personas damnificadas, 150 personas afectadas, 09 personas fallecidas y 05 viviendas destruidas.	Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas. No permitir la construcción de viviendas en la zona.
PI-16	Margen izquierdo del río Retamas Sector Retamas (Parcoy)	9112432	226992	Derrumbe	<p>De acuerdo con testimonios de los pobladores, este evento se dio el año 2010, el cual se inició con procesos de caídas de rocas de la parte superior, los cuales alentaron a la población a retirarse del lugar. Así mismo, se indicó que una de estas rocas de gran tamaño se desplazó hasta el fondo del valle del río Retamas, (fotografía 15).</p> <p>La unidad litoestratigráfica principal donde se origina el evento, corresponde a rocas intrusivas compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada, con espaciamentos muy próximas a próximas entre sí. En superficie se presentan altamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 40° a 45° (considerada como muy fuerte a escarpada).</p> <p>Actualmente, el área se encuentra habitado por nuevas viviendas, dispuestas al pie de la ladera. Si bien es cierto no se observa el depósito del derrumbe; sin embargo, la ladera es susceptible a la ocurrencia de nuevos derrumbes.</p>	<p>De activarse nuevamente el derrumbe, podría afectar viviendas ubicadas al pie de la ladera.</p> <p>Podría afectar la vía Retamas-Parcoy.</p>	Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas. No permitir la construcción de viviendas en la zona.



Fotografía 8: Vivienda ubicada en la margen derecha del río Parcoy y afectada por el desarrollo del proceso de hundimiento.



Fotografía 9: Bloque de roca de aproximadamente 8 m de diámetro, producto de procesos de caídas antiguas de la parte superior del talud, que hacen que esta zona sea muy susceptible a procesos de movimientos en masa de este tipo.



Fotografía 10: Derrumbe activo ubicado en la margen izquierda del río Retamas. Al pie de la ladera se observa corte de talud para delimitar una nueva área de construcción.



Fotografía 11: Vista panorámica del derrumbe donde se muestra la zona de arranque del derrumbe y el depósito tipo canchal.



Fotografía 12: Vista panorámica de la grieta ubicada en el inmediato superior a la zona de arranque del derrumbe.



Fotografía 13: Se observa grieta con desplazamiento horizontal de un metro; también, se muestra árboles inclinados que indican que la ladera es inestable.



Fotografía 14: Vista del derrumbe que ocurrió el año 2009. Actualmente se encuentra habitado por dos viviendas dispuestas en la ladera y construidas sobre el depósito del derrumbe.



Fotografía 15: Ladera susceptible a caídas de rocas y derrumbes, como lo acontecido el año 2010, que pone en peligro viviendas ubicadas al pie de la ladera.

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-17	Margen izquierdo del río Retamas Sector Retamas (Parcoy)	9112500	226969	Derrumbe	<p>Derrumbe activo que se da origen en un talud rocoso compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada con espaciamentos muy próximos entre sí, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 35° a 50° (considerada como muy fuerte a muy escarpada).</p> <p>La altura de desprendimiento es de 35 m, longitud de arranque de 35 m y un ancho promedio de 33 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma irregular y discontinua. El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño promedio de 0.20 m de diámetro formando un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”. En el cuerpo del derrumbe se observa el desgarramiento de la vegetación a favor del movimiento.</p> <p>En la actualidad no se observa depósito del derrumbe; sin embargo, la ladera es susceptible a la ocurrencia de derrumbes, con la presencia de bloques sueltos, (Fotografía 16).</p>	<p>Podría afectar 2 viviendas ubicadas al pie del derrumbe.</p> <p>Podría afectar la vía Retamas-Parcoy</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p>
PI-18	Margen izquierdo del río Parcoy Sector de Lamas (Parcoy)	9113002	226625	Derrumbe	<p>Zona sujeta a procesos de caídas de rocas y derrumbes. En la ladera se presenta trabajos de sostenimiento que indican que la zona es muy susceptible a estos procesos de movimientos en masa.</p> <p>La unidad litoestratigráfica principal donde se origina el evento, corresponde a rocas intrusivas compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada, con espaciamentos muy próximas a próximas entre sí, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan de altamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 55° a 65° (considerada como muy escarpada).</p> <p>La altura de desprendimiento es de 35 m, longitud de arranque de 32 m y un ancho promedio de 33 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma regular y continua.</p> <p>Actualmente el talud se encuentra cubierto por una capa de hormigón (shotcrete), y en la parte superior presenta geomallas para la protección contra caídas de rocas.</p>	<p>Podría afectar viviendas ubicadas al pie del derrumbe.</p> <p>Podría afectar la vía Lamas-Retamas-</p> <p>Podría afectar tuberías de agua.</p>	<p>Desquinchar rocas sueltas suspendidas en el talud.</p> <p>Complementar los trabajos de estabilización, sobre todo en las partes más altas del talud.</p> <p>Construcción de muros de contención para la estabilización del talud de la vía.</p>

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-19	Margen izquierdo de la Quebrada Vergaray. Sector de Lamas Mina Alpamarca (Parcoy)	9113268	226437	Derrumbe	<p>Derrumbe activo que, de acuerdo con testimonio de los pobladores, en el año 2021, tapó la entrada del socavón para la mina Alpamarca, (Fotografía 17).</p> <p>La unidad litoestratigráfica principal donde se origina el evento, corresponde a rocas intrusivas compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada, con espaciamentos muy próximas a próximas entre sí, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan de altamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 45° a 55° (considerada como muy escarpada).</p> <p>La altura de desprendimiento es de 55 m, longitud de arranque de 22 m y un ancho promedio de 20 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma regular y continua.</p> <p>El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 0.15 m de diámetro, formando un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”, con alcances máximos de 1 m a 3 m desde su zona de origen. En el cuerpo del derrumbe se observa evidencias de filtraciones de agua, que condicionan el movimiento.</p> <p>Aguas arriba, se registran otros procesos de caídas (derrumbes) con características similares.</p>	<p>Afectó socavón de mina Alpamarca.</p> <p>Podría afectar viviendas ubicadas al pie de la ladera.</p> <p>Podría afectar la vía Lamas-Retamas en un tramo de 60 m aproximadamente.</p> <p>Podría afectar tuberías de agua.</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p> <p>Realizar trabajos de estabilización del talud para el paso de vehículos.</p>
PI-20	Margen izquierdo del río Parcoy Sector de Lamas (Parcoy)	9113327	226414	Deslizamiento Rotacional	<p>Las características morfológicas del terreno evidencian la presencia de un deslizamiento activo.</p> <p>La unidad litoestratigráfica principal donde se origina el evento, corresponde a rocas intrusivas compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan altamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 35° a 50° (considerada como muy fuerte a muy escarpada).</p> <p>El deslizamiento es de tipo rotacional, de escarpa única, abarca un área de 0.3 ha; presenta una escarpa irregular y discontinua de 75 m de longitud y un desnivel entre escarpa y pie de 70 m.</p> <p>Aguas abajo se presenta otro deslizamiento de actividad inactivo-latente de escarpa única, abarca un área de 1.3 ha; presenta una escarpa irregular y discontinua de 230 m de longitud y un desnivel entre escarpa y pie de 55 m.</p>	<p>Podría afectar viviendas ubicadas al pie de la ladera.</p> <p>Podría afectar la vía Lamas-Retamas.</p> <p>Podría afectar tuberías de agua.</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p> <p>Realizar trabajos de estabilización del talud para el paso de vehículos.</p>

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-21	Margen izquierdo del río Parcoy Sector de Lamas (Parcoy)	9113393	226403	Derrumbe	<p>Zona de escarpes de derrumbes antiguos y activos que recientemente, producto del desprendimiento de rocas, dañaron tubería de agua, y a la vez pone en peligro viviendas asentadas al pie del talud, (Fotografía 18).</p> <p>El macizo del talud donde se originó el derrumbe está compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan de altamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 45° a 55° (considerada como muy escarpada).</p> <p>La altura de desprendimiento es de 35 m, longitud de arranque de 75 m y un ancho promedio de 68 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma irregular y discontinua.</p> <p>El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 0.15 m de diámetro, formando un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”, con alcances máximos de 1 m desde su zona de origen.</p>	<p>Podría afectar viviendas ubicadas al pie del derrumbe.</p> <p>Podría afectar la vía Lamas-Retamas en un tramo de 40 m lineales aproximadamente.</p> <p>Podría afectar tuberías de agua.</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p> <p>Realizar trabajos de estabilización del talud para el paso de vehículos.</p>
PI-22	Margen izquierdo del río Parcoy Sector de Lamas (Parcoy)	9113606	226378	Derrumbe	<p>Derrumbe activo que se da origen en un talud rocoso compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada con espaciamentos muy próximas a próximas entre sí, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan altamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 35° a 45° (considerada como muy fuerte a escarpada).</p> <p>La altura de desprendimiento es de 65 m, longitud de arranque de 106 m y un ancho promedio de 100 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma regular y continua.</p> <p>El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 0.20 m y mínimo de 0.02 m de diámetro, formando un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”, con alcances máximos de 1m desde su zona de origen. La evidencia del movimiento se muestra por el desgarrar de la vegetación a favor de la pendiente.</p> <p>En la actualidad no se observa depósito del derrumbe; sin embargo, la ladera es susceptible a la ocurrencia de derrumbes, (Fotografía 19).</p>	<p>Podría afectar viviendas ubicadas al pie del derrumbe.</p> <p>Podría afectar la vía Lamas-Retamas en un tramo de 57 m lineales aproximadamente.</p> <p>Podría afectar tuberías de agua.</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y de áreas aledañas.</p> <p>Limpieza del material detrítico suelto al pie de la ladera.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p> <p>Realizar trabajos de estabilización del talud para el paso de vehículos.</p>

Código en mapa	Lugar / sector / distrito	Coordenadas		Tipo de peligro	Observaciones ingeniero – geológicas	Daños	Recomendaciones
		Norte	Este				
PI-23	Margen izquierdo del río Parcoy. Sector Lamas (Parcoy)	9113782	226365	Derrumbe	<p>Derrumbe activo que se da origen en un talud rocoso compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada con espaciamientos muy próximas a próximas entre si (0.06 - 0.20 m) formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 35° a 45° (considerada como muy fuerte a escarpada).</p> <p>La altura de desprendimiento es de 90 m, longitud de arranque de 50 m y un ancho que varía entre 15 m a 40 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma regular y continua.</p> <p>El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 0.60 m y mínimo de 0.10 m de diámetro, formando un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”, con alcances máximos entre 3 m a 5 m desde su zona de origen.</p>	<p>Según reportan los pobladores, el derrumbe afectó 1 vivienda, destruyendo la pared de la cochera. Actualmente esta vivienda se encuentra deshabitada, (Fotografía 20).</p> <p>Podría afectar la vía Lamas-Retamas en un tramo de 48 m lineales aproximadamente.</p> <p>Podría afectar tuberías de agua.</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p> <p>Realizar trabajos de estabilización del talud para el paso de vehículos.</p>
PI-24	Margen izquierdo del río Parcoy. Sector Lamas (Parcoy)	9113853	226353	Derrumbe	<p>Derrumbe activo que se da origen en un talud rocoso compuesto de tonalita y granodiorita. La roca se presenta muy fracturada formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos con una estructura desintegrada. En superficie se presentan de alta a completamente meteorizadas.</p> <p>Geomorfológicamente, se encuentra ubicada al pie de una montaña modelada en rocas intrusivas, donde la pendiente del terreno varía entre 45° a 55° (considerada como muy escarpada).</p> <p>La altura de desprendimiento es de 45 m, longitud de arranque de 45 m y un ancho promedio de 40 m. El tipo de rotura es planar con una zona de arranque de forma irregular y continua, (Fotografía 21).</p> <p>El material desprendido corresponde a gravas, cantos y bloques en una matriz areno arcillosa, con un tamaño máximo de 0.47 m de diámetro formando un depósito coluvio-deluvial de tipo “canchal”, con alcances máximos entre 2 m a 3 m desde su zona de origen.</p>	<p>Podría afectar viviendas ubicadas al pie del derrumbe.</p> <p>Podría afectar la vía Lamas-Retamas en un tramo de 50 m lineales aproximadamente.</p> <p>Podría afectar tuberías de agua.</p>	<p>Reubicar viviendas asentadas al pie del derrumbe y en áreas aledañas.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas en la zona.</p> <p>Realizar trabajos de estabilización del talud para el paso de vehículos.</p>



Fotografía 16: Ladera susceptible a la ocurrencia de derrumbes, con la presencia de bloques sueltos que pone en peligro 2 viviendas ubicadas al pie de la ladera y la vía Retamas-Parcoy.



Fotografía 17: Derrumbe activo, que, de acuerdo con testimonios de la población, el año 2021, afectó socavón de entra para la mina Alpamarca.



Fotografía 18: Zona de derrumbes antiguos y activos que recientemente, producto del desprendimiento de rocas, dañaron tubería de agua, y a la vez pone en peligro viviendas asentadas al pie del talud.



Fotografía 19: Ladera susceptible a la ocurrencia de derrumbes, ubicado en la margen izquierda del río Parcoy (sector Lamas), que pone en peligro viviendas ubicadas al pie de la ladera, tuberías de agua y un tramo de la carretera Lamas-Retamas.



Fotografía 20: Derrumbe activo que según testimonios de los pobladores afectó vivienda ubicada al pie del talud; condición que pone en peligro viviendas aledañas por ser una zona susceptible a estos procesos de movimientos en masa.



Fotografía 21: Derrumbe activo ubicado en el sector de Lamas, que pone en peligro viviendas ubicadas al pie de la ladera, tuberías de agua y un tramo de la carretera Lamas-Retamas.

8. SUSCEPTIBILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA

Para diferenciar los grados de susceptibilidad se usó el método basado en la categorización y ponderación de factores (método heurístico, indirecto y cualitativo), cuyo objetivo principal es indicar y priorizar áreas donde las condiciones existentes hacen probable la ocurrencia de movimientos en masa. El proceso de elaboración se inició con la caracterización y el análisis de los factores condicionantes (mapas temáticos del 1 al 5) relacionados con la ocurrencia de estos fenómenos.

8.1. Factores condicionantes de la inestabilidad y determinación del peso

Los factores usados en el análisis de la susceptibilidad a los movimientos en masa fueron los mapas: geológico (litológico), pendiente de los terrenos, geomorfológico, hidrogeológico y cobertura vegetal.

Según información de campo, a cada factor se le asignó un peso porcentual de forma cualitativa, dependiendo como se considere que influyen en la inestabilidad de las laderas. Es así que este valor o peso, representa en cuanto influye dicho factor en la predisposición a generación de movimientos en masa.

En el cuadro 6 se presentan los pesos en porcentaje asignados a cada uno de los factores usados en el análisis de la susceptibilidad).

Cuadro 6. Variables y porcentajes

VARIABLE O FACTOR	PORCENTAJE (%)
Pendiente (P)	35
Litología (L)	30
Geomorfología (G)	25
Hidrogeología (H)	5
Cobertura vegetal y uso del suelo (CV)	5
Total	100%

Por otro lado, cada factor se analizó independientemente para valorar las unidades cartográficas diferenciadas en cada uno de ellos.

8.2. Grados de susceptibilidad a los movimientos en masa

Los resultados del análisis (Mapa 8 de Anexo 1) es el resultado de la integración de variables o factores analizados mediante el uso del software ArcGis 10.4 y categorizados en cinco grados de susceptibilidad a los movimientos en masa, que se describe a continuación:

Muy baja susceptibilidad:

Las áreas de muy baja susceptibilidad a los movimientos en masa (ocupa el 0.87% del área total de estudio), se presentan generalmente en terrenos con superficies planas a algo onduladas y dentro del rango de pendiente inferior a 5°; además, principalmente están conformadas por depósitos fluviales.

En el mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa (Mapa 8), se muestran las áreas de muy baja susceptibilidad en color verde claro; se ubican principalmente a los costados del río Llacuabamba y Parcoy y sus quebradas afluentes.

Para áreas caracterizadas como susceptibilidad muy baja, se recomienda evaluar los procesos geohidrológicos circundantes (inundación y erosión fluvial); principalmente, en las áreas de escorrentía, generación de flujos de detritos u otros movimientos en masa en sus áreas marginales.

Baja susceptibilidad:

Las condiciones intrínsecas del terreno no son propensas a generar movimientos en masa; ocupa el 5.18% del área total de estudio. En algunos sectores, estas áreas presentan una morfología plano-ondulada con rango de pendiente llano a suave (menor a 5°); además, se sitúa en unidades geomorfológicas al pie de montañas y cauces de quebradas.

En este rango de susceptibilidad, se tiene que tener en cuenta que podría ser afectado por flujos (huaicos), derrumbes, deslizamientos y otros tipos de movimientos en masa que se generan en áreas de susceptibilidad media a alta.

En el Mapa 8, las áreas de susceptibilidad baja están representadas con el color verde limón.

Media susceptibilidad:

Corresponde a áreas donde presenta algunas condiciones favorables para la generación de movimientos en masa (ocupa el 12.20% del área total de estudio). Incluyen unidades geomorfológicas de montaña y piedemonte. La pendiente de los terrenos varía principalmente entre moderada a fuerte (5° y 25°).

En el Mapa 8, se señalan en color amarillo las áreas que ocupan el grado de moderada o media susceptibilidad.

Alta susceptibilidad:

Ocupa el 37.66% del área total de estudio, pertenece a las áreas donde confluye la mayoría de los factores condicionantes para generar movimientos en masa cuando se modifican sus taludes o los factores condicionantes (precipitaciones pluviales, sismos, entre otros).

Estas áreas, se encuentra ocupando principalmente laderas de montañas y colinas con pendiente muy fuerte a muy escarpada (entre 15° y 65°); además, presenta depósitos de material superficial inconsolidado que cubre el macizo rocoso de las diferentes formaciones geológicas.

Las áreas de alta susceptibilidad a los movimientos en masa son poco estables; corresponde, a áreas donde se podrían generar deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos, reptación y procesos de erosión de laderas; la susceptibilidad de esta zona aumenta por la pérdida de la cobertura vegetal cuando se realiza la tala de bosques para aprovechamiento del suelo, como terrenos de cultivo o la actividad minera que es característico de la zona.

Dentro de las áreas de alta susceptibilidad a los movimientos en masa, se debe restringir el desarrollo de infraestructura urbana o de instalaciones para una alta concentración de población. Además, se deben de realizar estudios geotécnicos de detalle.

Muy alta susceptibilidad

Se concentran principalmente donde ocurrieron movimientos en masa en el pasado o reactivaciones recientes de los antiguos al modificar sus taludes, ya sea como deslizamientos, derrumbes o movimientos complejos (ocupa aproximadamente el 44.09% del área total de estudio).

Estas áreas, presentan generalmente pendientes muy fuertes y muy escarpados (mayor a 25°); así mismo, presenta sustrato de rocas intrusivas (tonalitas y granodioritas) muy fracturadas y meteorizadas a suelos de tipo arcillo-limoso, arenolimoso. Dentro de estas áreas se generaron o dieron inicio a la mayor cantidad de procesos de movimientos en masa (deslizamientos, caídas, flujos y movimientos complejos) y principalmente los procesos de erosión de laderas (cárcavas).

En áreas de muy alta susceptibilidad, se debe prohibir el desarrollo de toda infraestructura sin el conocimiento geológico detallado previo. Son necesarios realizar estudios geológicos-geotécnicos al detalle para el desarrollo y construcción de infraestructura de cualquier tipo o habilitación urbana.

9. ÁREAS PROPUESTAS PARA REUBICAR LA POBLACIÓN

El área propuesta por la Municipalidad Distrital de Parcoy para la reubicación de la población de Retamas es conocido con el nombre de Collona y las áreas propuestas por el equipo técnico de evaluación del Ingemmet se denominó Alto Shayrapita Sector 1 y Alto Shayrapita Sector 2 (Figuras 18 y 23), los mismos que se describen a continuación:

9.1. Sector Collona

9.1.1. Ubicación

El sector de Collona se ubica a 17 km al noroeste del centro poblado de Retamas, en la margen izquierda del río San Miguel y en la ladera norte del cerro Pajonal.

Geográficamente se encuentran en las siguientes coordenadas referenciales UTM WGS-84, Zona 18 Sur, (cuadro 7 y figura 18):

Cuadro 7. Coordenadas de la zona de Collona.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
A	213545.403	9123730.894	-77.5981	-7.9193
B	213625.998	9123765.647	-77.5973	-7.9190
C	213720.880	9123765.647	-77.5965	-7.9190
D	213760.628	9123803.658	-77.5961	-7.9186
E	213850.111	9123803.658	-77.5953	-7.9186
F	213883.322	9123835.418	-77.5950	-7.9184
H	213779.695	9123875.254	-77.5955	-7.9180
I	213715.430	9123889.033	-77.5959	-7.9180
J	213685.666	9123881.058	-77.5965	-7.9179
K	213656.378	9123881.058	-77.5968	-7.9179
L	213551.591	9123826.111	-77.5970	-7.9179

*Referencia: Gerencia de infraestructuras y obras de la Municipalidad Distrital de Parcoy.

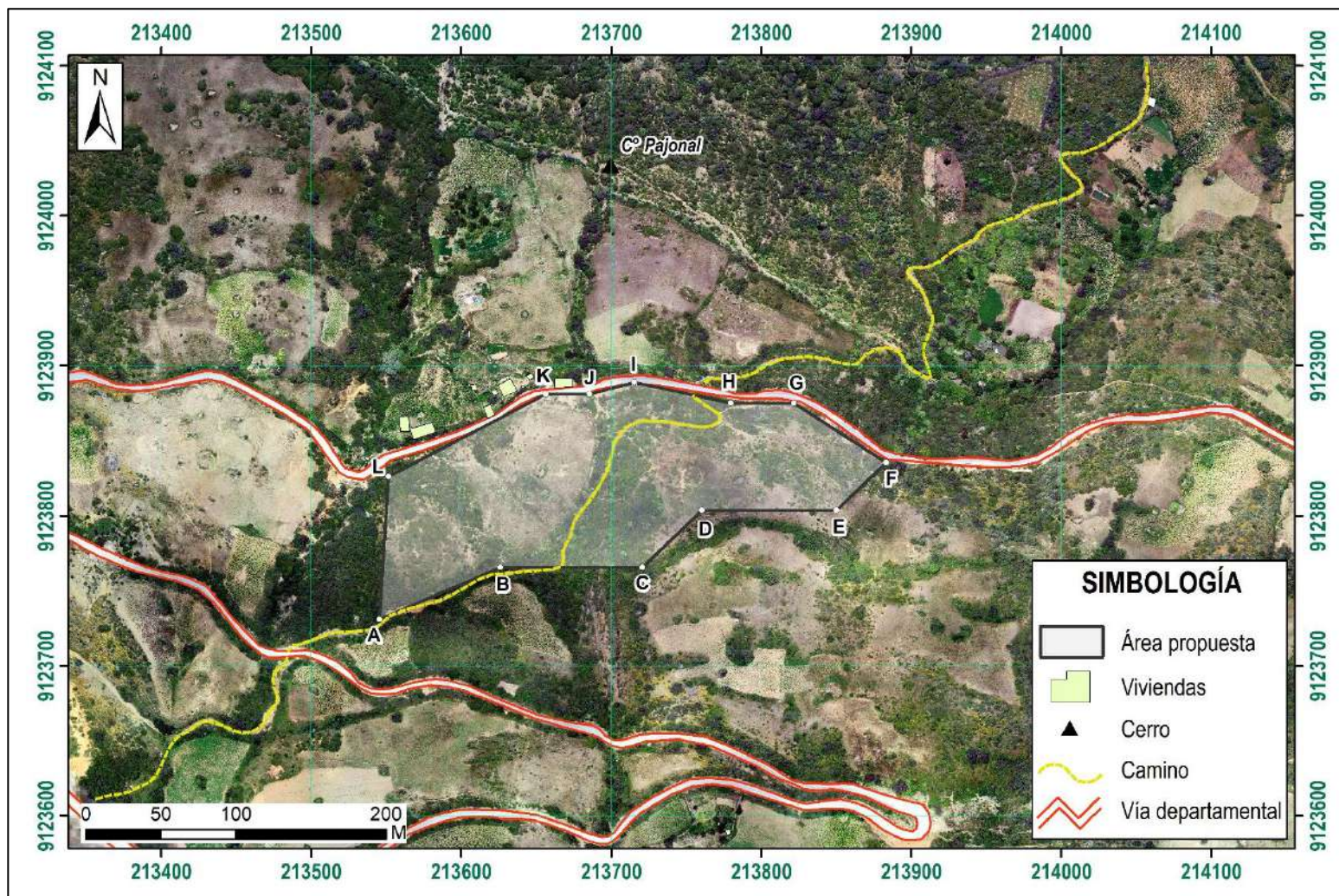


Figura 18. Mapa de ubicación del sector de Collona propuesta por la Municipalidad Distrital de Parcoy para la reubicación la población de Retamas.

9.1.2. Aspectos geológicos

El área de Collona se encuentra ubicada sobre un depósito coluvio-deluvial originada por un deslizamiento antiguo y la escorrentía de agua superficial.

El material está conformado por fragmentos de rocas angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.05 a 0.10 m envueltos en una matriz arcillo-limoso, producto de la meteorización de las rocas de la Formación Macno compuesto por la intercalación de metareniscas y metapelitas (Sánchez & Cerrón, 1997) y removidos por el deslizamiento (Fotografía 22).

Al depósito se considera de calidad geotécnica muy mala, pues es susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa.



Fotografía 22. Depósito coluvio-deluvial conformado por fragmentos de rocas heterométricas y angulosas a subangulosas envueltos en una matriz arcillo-limoso producto de la meteorización de rocas metasedimentarias.

9.1.3. Aspectos geomorfológicos

Geomorfológicamente, el área propuesta, se encuentra asentada en una vertiente con depósito de deslizamiento formada por procesos de movimientos en masa antiguos, con pendientes que varían entre 25° a 45°, catalogada como fuerte a muy fuerte (figura 19).

Además, el área esta circundada por montañas modeladas en rocas metamórficas con laderas de pendientes muy fuertes a escarpadas (25° a 45°), susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamientos, flujos y procesos de erosión en cárcava.

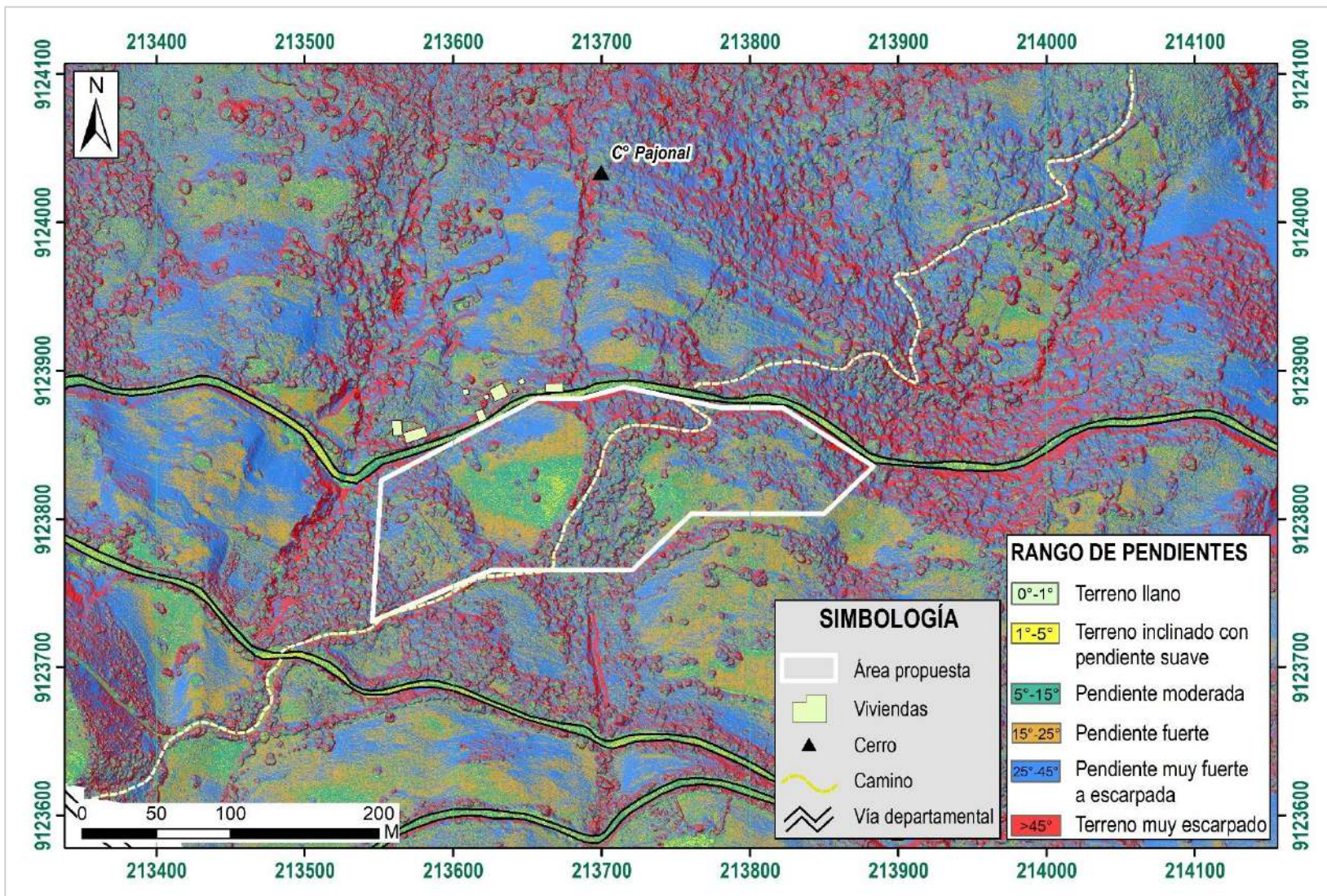


Figura 19. Pendiente de los terrenos del área propuesta para la reubicación de la población de Retamas.

9.1.4. Condiciones geodinámicas

En el área propuesta para la reubicación de la población de Retamas denominada Collona, se sitúa sobre un deslizamiento antiguo (Figura 20); sus características de avance refieren a un deslizamiento de tipo rotacional, presenta escarpa única de forma irregular y continua; la longitud del escarpe principal mide aproximadamente 1.1 km, abarca un área de 75.54 ha y un desnivel entre escarpa y pie de 820 m.

Así mismo, el área es afectada por procesos de erosión en cárcavas (Figura 21); la cárcava presenta un ancho de hasta 34 m en las zonas más amplias y afectando un área de 30.3 ha aproximadamente.

Además, la zona es considerada de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa (Medina *et al.*, 2012).

9.1.5. Consideraciones generales para habilitación urbana en el sector Collona

- a) El sector de Collona **no es apto para habilitación urbana**, por las consideraciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas descritos en los párrafos superiores.

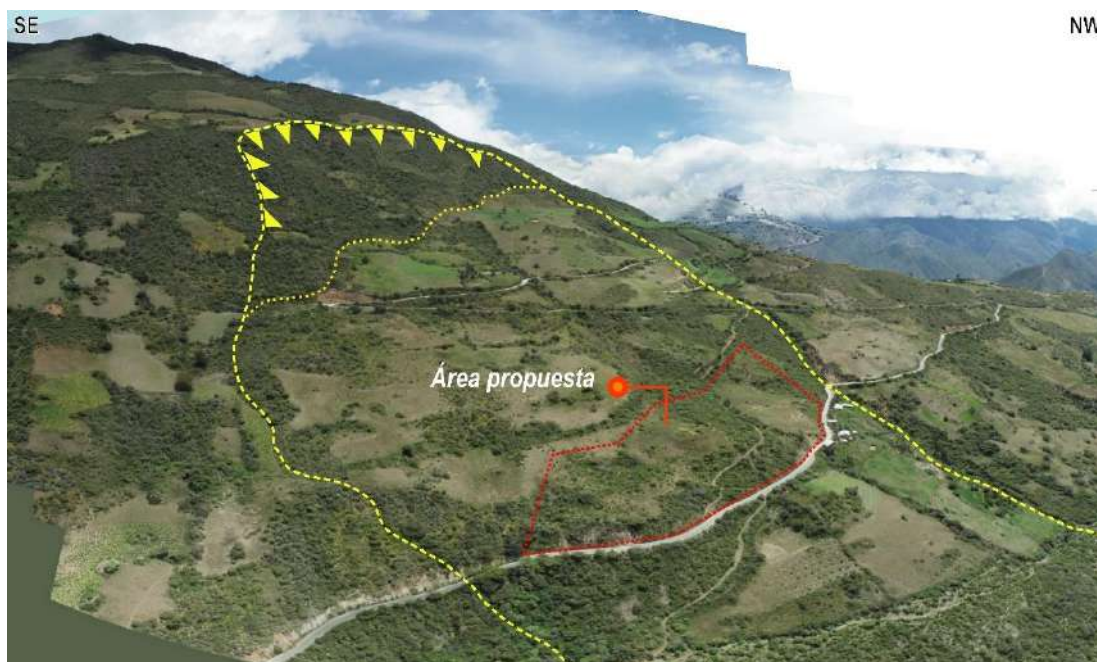


Figura 20. Vista panorámica del sector de Collona ubicado en el cuerpo de deslizamiento rotacional antiguo en estado inactivo latente.

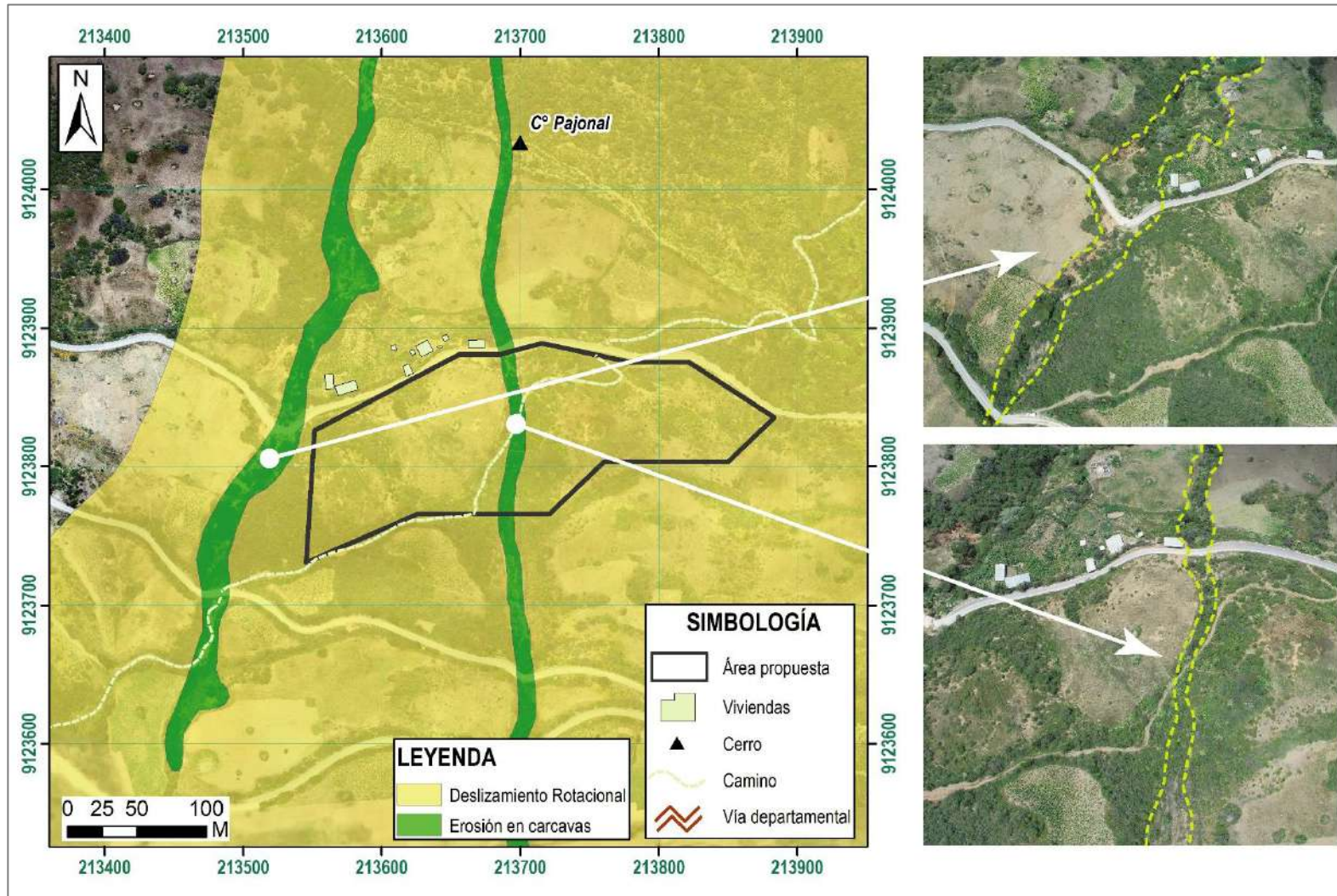


Figura 21. Cartografiado de procesos de movimientos en masa y otros peligros geológicos del sector de Collona. Las fotografías de la izquierda muestran los procesos de erosión en cárcava las cuales se encuentran en el cuerpo del deslizamiento.

9.2. Alto Shayrapita Sector 1

9.2.1. Ubicación y acceso

Alto Shayrapita sector 1 se ubica al oeste de Retamas y al noreste de la localidad de Parcoy, a una altitud aproximada de 3800 a 3850 m s.n.m.; entre las coordenadas que se describen en el cuadro 8. El área abarca 29 ha. Para acceder al área desde Parcoy, se realiza por una trocha carrozal de 10 kilómetro con tiempo de viaje de 20 minutos.

Cuadro 8. Coordenadas del área propuesta para reubicación denominado Alto Shayrapita Sector 1.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
A	223488	9112864	-8.018034°	-77.508536°
B	223602	9112773	-8.018858°	-77.507512°
C	223540	9112409	-8.022147°	-77.508094°
D	223479	9112341	-8.022753°	-77.508644°
E	223490	9112062	-8.025278°	-77.508559°
F	223366	9111792	-8.027710°	-77.509704°
G	223190	9111827	-8.027385°	-77.511300°
H	223215	9112207	-8.023951°	-77.511048°
I	223186	9112609	-8.020317°	-77.511290°

9.2.2. Aspectos geológicos

En el área propuesto para la reubicación de la población de la localidad de Retamas denominado **Alto Shayrapita sector 1**, aflora la secuencia de rocas sedimentarias paleozoicas del Grupo Mitu, localmente está conformado por estratos decimétricos y centimétricos de areniscas rojizas, el mismo que son observables en el corte de ladera para la construcción de carretera (Fotografía 23).

El afloramiento en superficie se encuentra medianamente fracturada, meteorizado y con cobertura de pastos naturales; además, el buzamiento de la estratificación está orientada contra la pendiente del terreno (Fotografía 24).

En el área también, se observa depósitos coluviodeluvial conformado por fragmentos de rocas angulosas y subangulosos envueltos en una matriz arcillolimoso producto de la meteorización de rocas del Grupo Mitu; además, a nivel de superficie se observa suelo orgánico gris claro con pastos naturales (Fotografía 25).



Fotografía 23. Macizo rocoso del Grupo Mito conformado por areniscas de color rojizo ubicado en el corte de carretera.



Fotografía 24. Estratificación de rocas sedimentaria con buzamiento contra la pendiente observable en el corte de carretera. También se observa depósitos residuales producto de la meteorización de la roca con espesor de 30 cm.



Fotografía 25. Depósito coluviodeluvial conformado por fragmentos de rocas angulosas y subangulosos envueltos en una matriz arcillosa producto de la meteorización de rocas del Grupo Mitu. También se observa suelo orgánico de gris claro.

9.2.3. Aspectos geomorfológicos

Geomorfológicamente el área de **Alto Shayrapita sector 1**, se encuentra ubicada en ladera de montaña modelada en roca volcánosedimentaria, vertiente coluviodeluvial y bofedal. La pendiente varía entre el rango de 5° a 15°, y la pendiente promedio es de 8°; también presenta pendientes entre los rangos 15° a 25° y 1° a 5° en áreas dispersas.



Fotografía 26. Relieve de Alto Shayrapita sector 1.

9.2.4. Condiciones geodinámicas

Se observa procesos de erosión de ladera de tipo cárcava estado activo y cárcavas antiguas sin actividad.



Fotografía 27. Relieve de Alto Shayrapita sector 1.

9.2.5. Consideraciones generales para habilitación urbana en Alto Shayrapita Sector 1

- a) Realizar levantamiento topográfico para seleccionar áreas habitables de acuerdo a la pendiente del terreno.
- b) Realizar estudios geológicos e ingeniero geológicos para determinar las características del entorno geológico y el suelo con la finalidad de descartar áreas no aptas para la construcción de viviendas.
- c) Habilitar explanadas para viviendas en forma escalonada y estabilizar con muros de contención.
- d) Aperturar canales con la finalidad de captar y drenar las aguas pluviales.
- e) Respetar el curso natural de las cárcavas que cruza el área.
- f) No construir viviendas en área de bofedales.
- g) Forestar el talud superior de la carretera para evitar activación de cárcavas.

9.3. Alto Shayrapita Sector 2

9.3.1. Ubicación y acceso

Alto Shayrapita sector 2 se ubica al oeste de Retamas y al noreste de la localidad de Parcoy, a una altitud aproximada de 3900 m s.n.m.; dentro de las coordenadas que se describen en el cuadro 9. Para acceder al área desde Parcoy, se realiza por la misma ruta de acceso al lugar denominado Alto Shayrapita 1; luego, se continua con dirección sureste por camino rural de 1.5 kilómetros.

Cuadro 9. Coordenadas del área propuesta para reubicación denominado Alto Shayrapita Sector 2.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
A	224475	9112256	-8.023582°	-77.499619°
B	224596	9112159	-8.024466°	-77.498531°
C	224474	9111930	-8.026530°	-77.499649°
D	224144	9112043	-8.025490°	-77.502635°
E	224190	9112174	-8.024558°	-77.501458°
F	224273	9112147	-8.024310°	-77.502208°

9.3.2. Condiciones geológicas

En **Alto Shayrapita sector 2** propuesto para la reubicación de una parte de la población de Retamas aflora la secuencia de rocas sedimentarias de la Formación Chambará (Figura 24), localmente está conformado por estratos de calizas (Fotografía 27) de color beige.

La exposición del macizo rocoso en superficie es escasa por encontrarse con cobertura de suelos orgánicos y pastos naturales (fotografía 28).

En el área también, se observa depósitos coluviodeluvial conformado por fragmentos de roca caliza de la Formación Chambará envueltos en una matriz arcillolimoso producto de la meteorización de las rocas de la zona; además, a nivel de superficie se observa suelo orgánico gris claro con pastos naturales (Fotografía 28 y 29).



Fotografía 28. Afloramiento de caliza de la Formación Chambará.



Fotografía 29. Macizo de la Formación Chambará cubierto por suelos orgánicos y pastos naturales.

9.3.3. Condiciones geomorfológicas

Geomorfológicamente **Alto Shayrapita sector 2**, se encuentra ubicada en la cima de montaña modelada en roca sedimentaria con superficie ligeramente redondeada (Fotografías 30 y 31). La pendiente en la ladera varía entre 5° a 15° y en la cima entre 1° a 5°.



Fotografía 30. Vista panorámica del sector Alto Shayrapita sector 2 con cima de montaña redondeada.



Fotografía 31. Vista panorámica del sector Alto Shayrapita sector 2.

9.3.4. Condiciones geodinámicas

Al este del área propuesta para la reubicación de la población de Retamas denominado Alto Shayrapita sector 2, se observa presencia de una dolina de 8 m de diámetro y procesos de erosión en cárcava (Fotografía 31 y Figura 22).



Fotografía 32. Presencia de dolina ubicado al noreste del área propuesto para la reubicación de la población de Retamas.



Figura 22. En la imagen de satélite se observa delimitada con línea de color amarillo el área propuesta para la reubicación de la población de Retamas denominado **Alto Sharapita Sector 2**, el punto rojo indica la ubicación de una dolina identificada en la zona y las líneas discontinuas color azul la erosión en cárcava.

9.3.5. Consideraciones generales para habilitación urbana en Alto Shayrapita Sector 2

- a) Realizar levantamiento topográfico para seleccionar áreas habitables de acuerdo a la pendiente del terreno.
- b) Realizar estudios geológicos e ingeniero geológicos para determinar las características del entorno geológico y el suelo con la finalidad de descartar áreas no aptas para la construcción de viviendas por la posible presencia de dolinas en el área propuesta.
- c) Habilitar explanadas para viviendas en forma escalonada y estabilizar con muros de contención.
- d) Aperturar canales con la finalidad de captar y drenar las aguas pluviales.
- e) Forestar el talud superior de la carretera para evitar activación de cárcavas.
- f) Realizar evaluaciones para descartar presencias de restos arqueológicos.



Fotografía 33. Presencia de posibles restos arqueológicos.

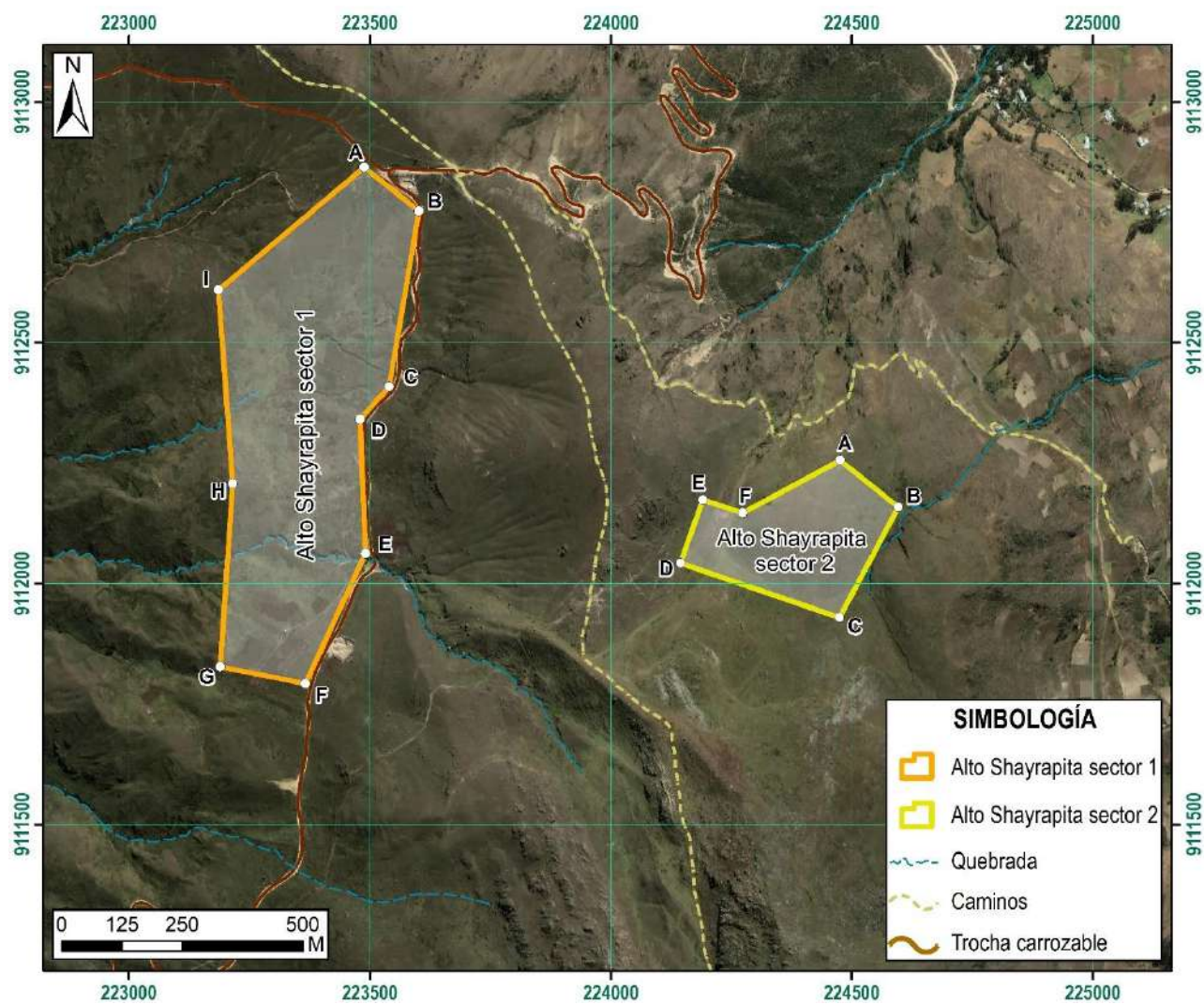


Figura 23. Ubicación de las áreas propuestas para la reubicación de la población de Retamas.

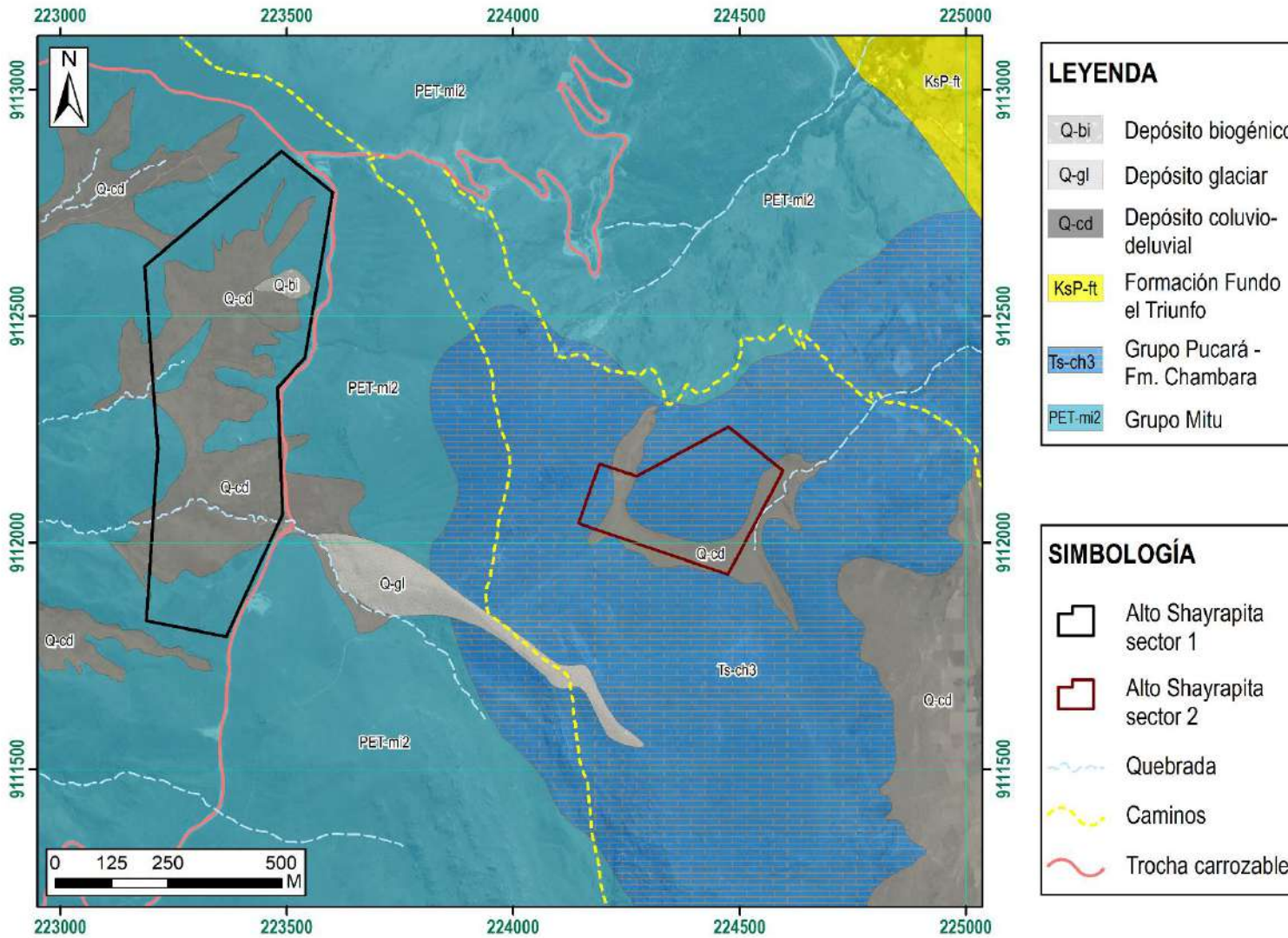


Figura 24. Unidades litoestratigráficas

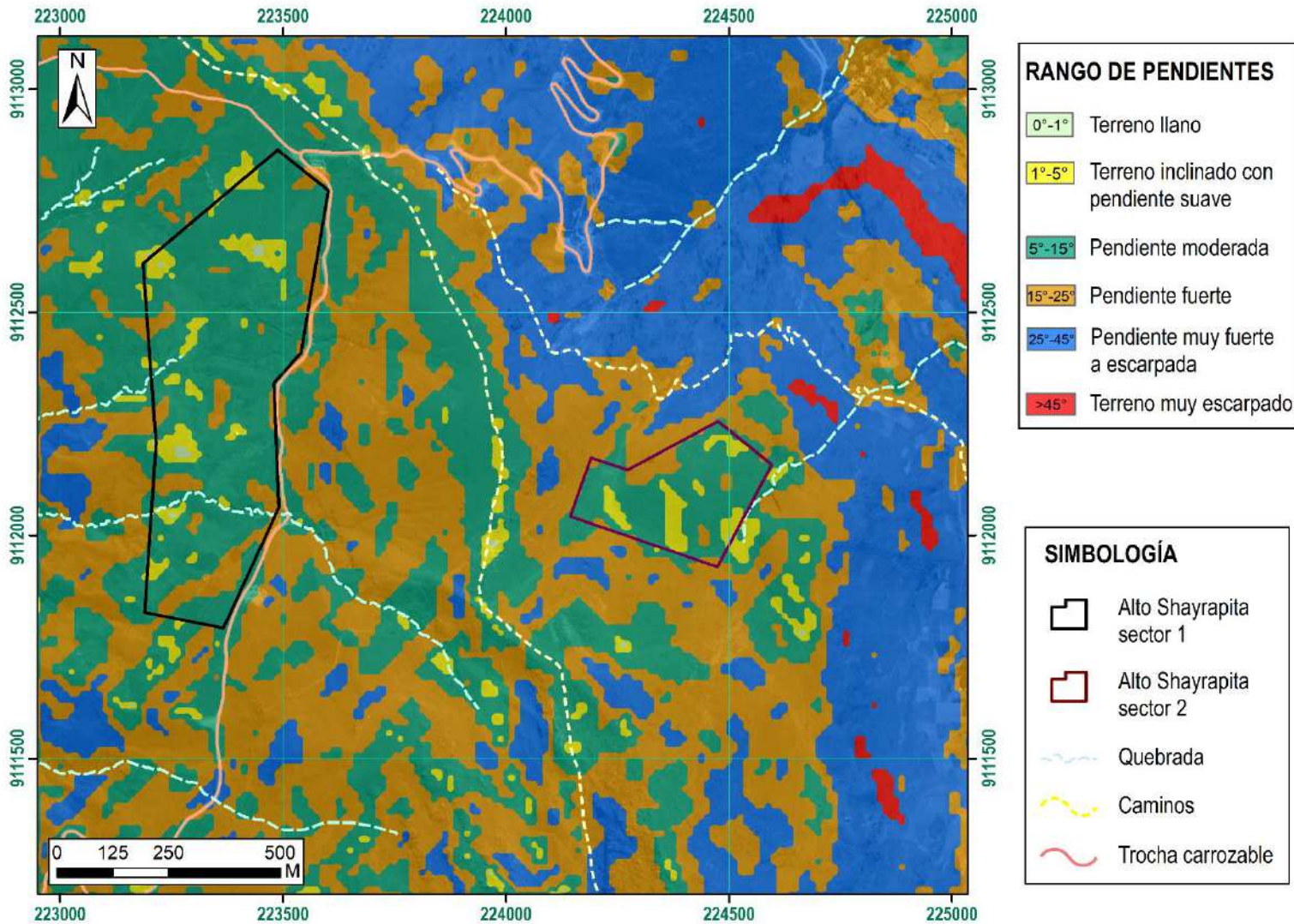


Figura 25. Pendiente de los terrenos de los sectores 1 y 2 en Alto Shayrapita propuestos para la reubicación de la población de Retamas.

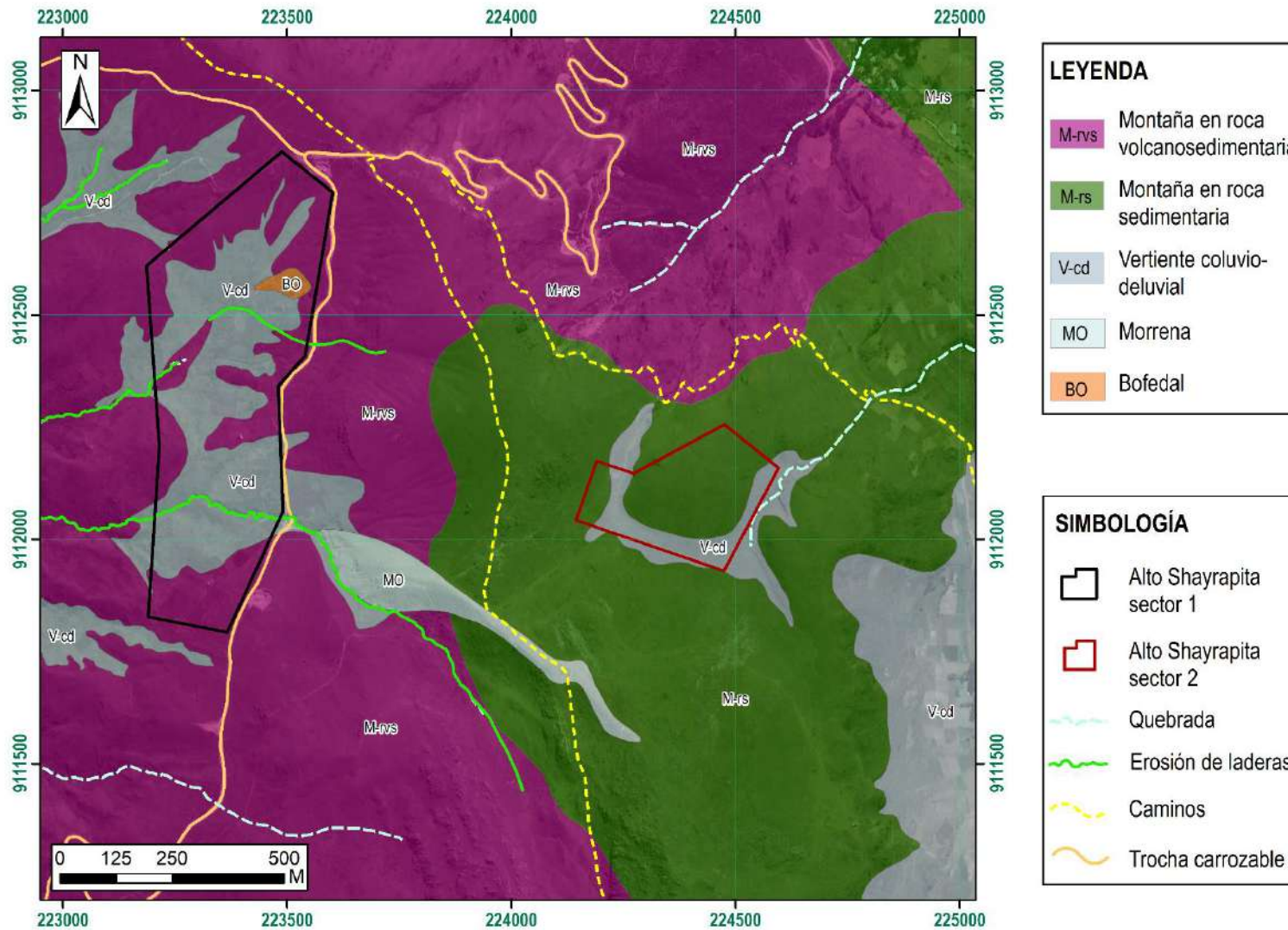


Figura 26. Subunidades geomorfológicas de los sectores 1 y 2 en Alto Shayrapita propuestos para la reubicación de la población de Retamas.

10. CONCLUSIONES

- 1) En localidad de Retamas se han identificado 104 ocurrencias de peligros geológicos por movimientos en masa, geohidrológicos y otros peligros geológicos; de acuerdo con el estado de la actividad, 60 ocurrencias son eventos activos y 44 Inactivos latentes.
- 2) Estadísticamente, 48 ocurrencias corresponden a derrumbes, 33 a erosión en cárcava, 16 a deslizamiento rotacional, 4 a flujos de detritos, 2 a hundimientos y 1 a inundación fluvial. Dentro de la estadística se incluye al derrumbe ocurrido el 15 de marzo del 2022 donde fallecieron 8 personas.
- 3) Considerando los factores condicionantes, el 82% del área corresponden a sectores de muy alta a alta susceptibilidad, el 12% a zonas de susceptibilidad media y el 6% a susceptibilidades bajas a muy bajas.
- 4) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas, geodinámicas y recurrencia de los peligros geológicos, el área ocupada por la población de la localidad de Retamas se considera como **zona crítica** y de peligro **Muy Alto** a la ocurrencia de derrumbes, deslizamientos, flujos, hundimientos, erosión en cárcavas, inundaciones y erosión fluvial que pueden ser desencadenados por lluvias prolongadas y/o actividad sísmica.
- 5) El área propuesta por la Municipalidad Distrital de Parcoy para la reubicación de la población de Retamas conocido con el nombre de “Collona” **no es apta** para habilitación urbana, por las consideraciones geológicas, geomorfológicas geodinámicas y su ubicación en depósito de antiguo deslizamiento rotacional.
- 6) Las áreas aceptables para reubicar la población de Retamas se ubican en los lugares denominado “Alto Shayrapita sector 1” y “Alto Shayrapita Sector 2”; pero, para la habilitación urbana se requiere considerar algunas actividades mencionadas en los ítems 9.2.5 y 9.3.5 del presente informe técnico.

11. RECOMENDACIONES

1. Reubicar, en primera instancia, la población asentada en la ladera del cerro donde ocurrió el derrumbe del 15 de marzo del 2022; desde el pie del derrumbe hasta el cauce del río Parcoy y áreas aledañas. También, incluir la población donde ocurren hundimientos.
2. Priorizar el cumplimiento de las recomendaciones realizadas en el cuadro 5 del presente informe, que consiste principalmente en la reubicación de viviendas expuestas a derrumbes y hundimientos.
3. Reubicar la población de la localidad de Retamas asentada en las laderas de las montañas y en el cauce de los ríos por estar expuesto a derrumbes, caídas de rocas, hundimientos, inundación fluvial entre otros.
4. Clausurar la vía de acceso entre Retamas y Parcoy hasta que se realicen las actividades de estabilización de talud, previo estudio geológico e ingeniero geológico de detalle y/o buscar otras alternativas del trazo.
5. Aplicar las recomendaciones mencionadas en los ítems 9.2.5 y 9.3.5 para la habilitación urbana en Alto Shayrapita sector 1 y Alto Shayrapita sector 2.
6. Realizar la evaluación del riesgo (EVAR) de desastres aplicando la normatividad vigente.
7. Prohibir totalmente la construcción de nuevas viviendas en la localidad de Retamas.
8. La actividad minera en la zona debe ser supervisada por la entidad competente para prevenir desastres en temas de seguridad y medio ambiente.


LUCIO MEDINA ALLCCA
Ingeniero Geólogo
CIP N° 101456


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

12. BIBLIOGRAFÍA

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

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: Junio 2021). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm.

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

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

Medina, L., Núñez, M., (2022) - Inspección geológica del derrumbe ocurrido el 15 de marzo del 2022 en el centro poblado Retamas, distrito de Parcoy, Provincia Pataz, departamento La Libertad. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Informe Técnico N°7241, 14 p.

Medina, L. (2009) – Inspección técnica de peligros geológicos por movimientos en masa provincias de Sanchez Carrión y Pataz, región La Libertad: Sectores Chamanacucho, Tayapampa, Retamas, Pataz, Collona y Sartimbamba. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Informe Técnico, 48 p.

Medina, L.; Luque, G.; Pari, W. (2012) - Riesgo geológico en la región La Libertad. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 50, 238 p.

Medina, L., Luque, G., (2008) – Zonas críticas en la Región La Libertad. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Informe Técnico N° A6548, 58p, 1 mapa. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2006>.

Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrológica, SENAMHI (2022) – Comportamiento de las precipitaciones en el ambito de Retamas, distrito de Parcoy, provincia de Pataz, La Libertad. Lima: Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica, Informe Técnico, 7 p.

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

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

Wilson, J. & Reyes, L. (1964) - Geología del cuadrángulo de Pataz (Hoja 16-h). Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín, 9, 91 p., 1 mapa. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/169>.

Wilson, J., Reyes, L., Garayar, J., (1967) - Geología de los cuadrángulos de Mollebamba, Tayabamba, Huaylas, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Hojas: 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-h, y 19-i. Servicio de Geología y Minería. Boletín Ingemmet, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 16, 95 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/133>.

Wilson, J., Reyes, L., Garayar, J., (1995) - Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Hojas: 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-h, y 19-i. INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, n° 60, 85 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/182>.

ANEXO 1: MAPAS

226000

227000

228000

9114000

9114000

9113000

9113000

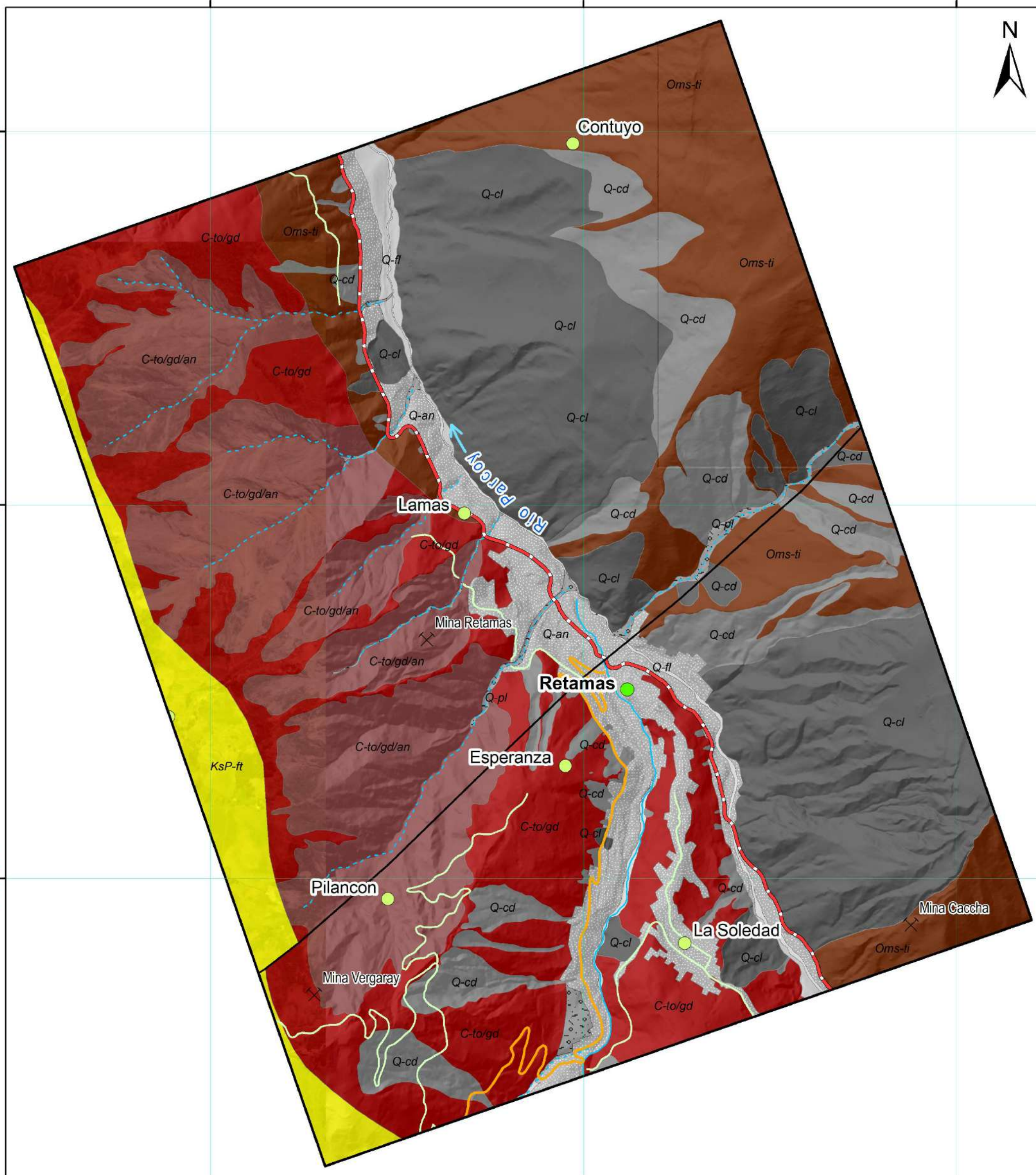
9112000

9112000

226000

227000

228000



LEYENDA

Q-an	Depósito antrópico
Q-fl	Depósito fluvial
Q-al	Depósito aluvial
Q-pl	Depósito proluvial
Q-cd	Depósito coluvio-deluvial
Q-cl	Depósito coluvial
KsP-ft	Formación Fundo el Triunfo
C-to/gd/an	Tonalita/granodiorita/dep. antrópico
C-to/gd	Tonalita/granodiorita
Oms-ti	Formación Tres Lagunas

SIMBOLOGÍA

●	C.P. Urbano
●	C.P. Rural
	Río
	Quebrada
	Red vial nacional
	Red vial vecinal
	Camino carrozable
	Falla sinistral
	Mina activa

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD PROVINCIA: PATAZ DISTRITO: PARCOY	
GEOLÓGICO	
Escala: 1/10,000	Elaborado por: Medina & Nuñez
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Versión digital 2022	Impreso: Marzo, 2022
MAPA 01	

226000

227000

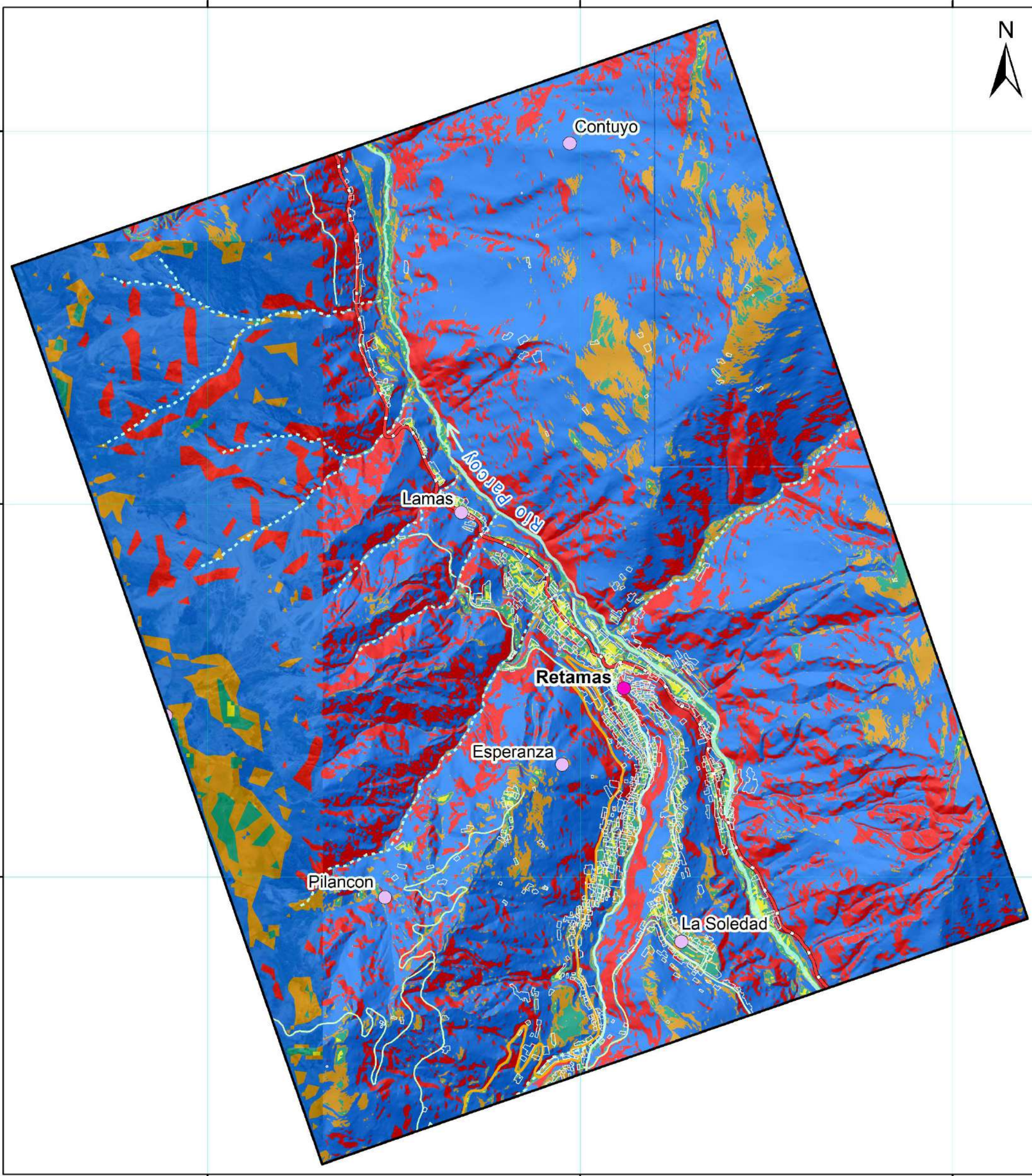
228000



9114000

9113000

9112000



226000

227000

228000

RANGO DE PENDIENTES

- 0°-1° Terreno llano
- 1°-5° Terreno inclinado con pendiente suave
- 5°-15° Pendiente moderada
- 15°-25° Pendiente fuerte
- 25°-45° Pendiente muy fuerte a escarpada
- >45° Terreno muy escarpado

SIMBOLOGÍA

- C.P. Urbano
- C.P. Rural
- Área urbana
- ~ Río
- Quebrada
- Red vial nacional
- Red vial vecinal
- Camino carrozable

 DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD PROVINCIA: PATAZ DISTRITO: PARCOY	
PENDIENTES DE LOS TERRENOS	
Escala: 1/10,000	Elaborado por: Nuñez & Medina
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Versión digital 2022	Impreso: Marzo, 2022
MAPA 02	

226000

227000

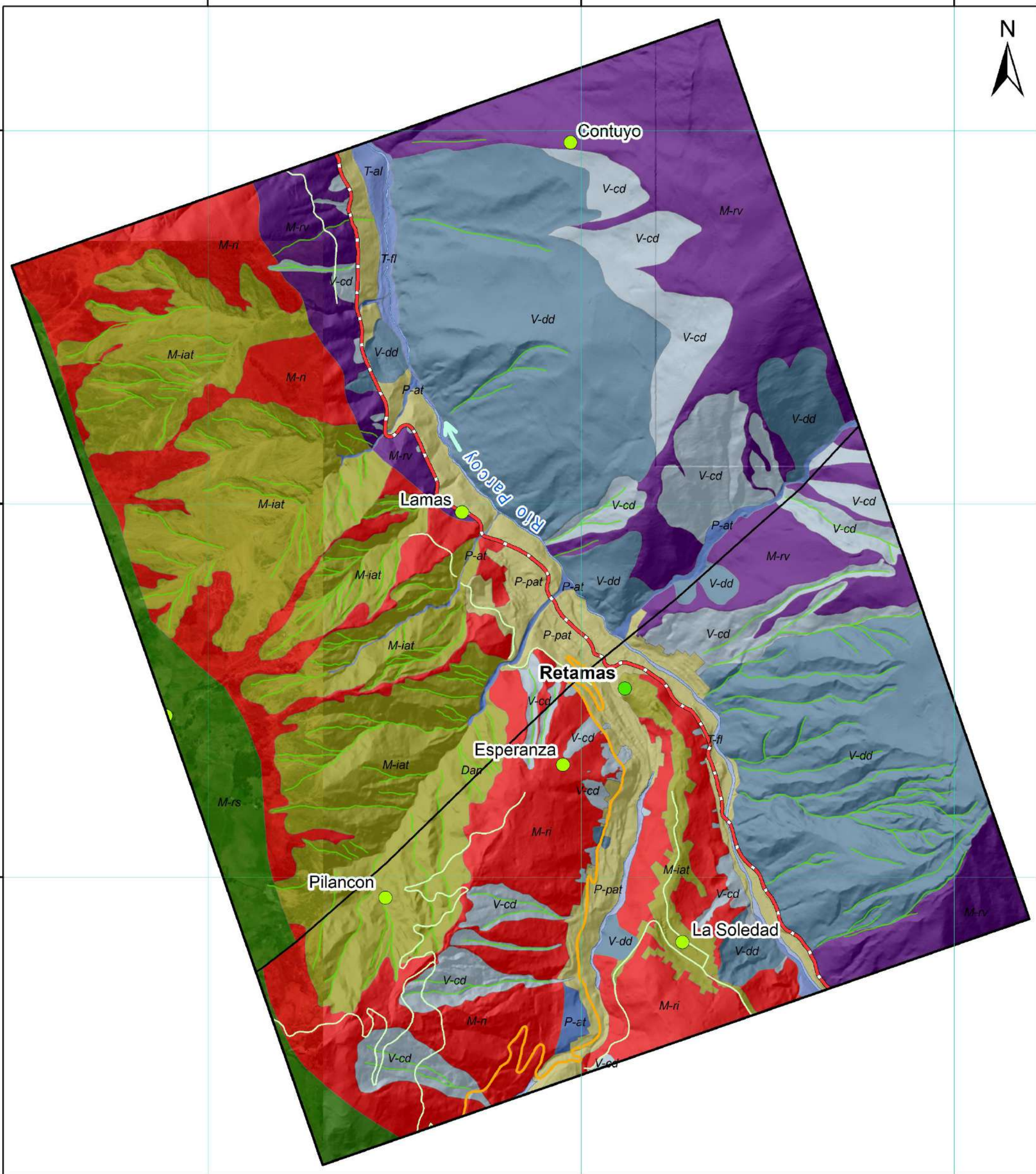
228000



9114000

9113000

9112000



226000

227000

228000

LEYENDA

M-ri	Montaña en roca intrusiva
M-rv	Montaña en roca volcánica
M-rs	Montaña en roca sedimentaria
V-cd	Piedemonte coluvio-deluvial
V-dd	Vertiente con depósito de deslizamiento
P-at	Piedemonte aluvio-torrencial
T-a	Terraza aluvial
T-f	Terraza fluvial
M-iat	Montaña intrusiva antropizada
P-pat	Piedemonte poligénico antropizado

SIMBOLOGÍA

●	C.P. Urbano
●	C.P. Rural
	Río
	Quebrada
	Erosión de laderas
	Red vial nacional
	Red vial vecinal
	Camino carrozable
	Falla sinistral

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
 PROVINCIA: PATAZ
 DISTRITO: PARCOY

GEOMORFOLÓGICO

Escala: 1/10,000

Elaborado por: Nuñez & Medina

MAPA

Proyección: UTM Zona 18 Sur

Datum: WGS 84

03

Versión digital 2022

Impreso: Marzo, 2022

226000

227000

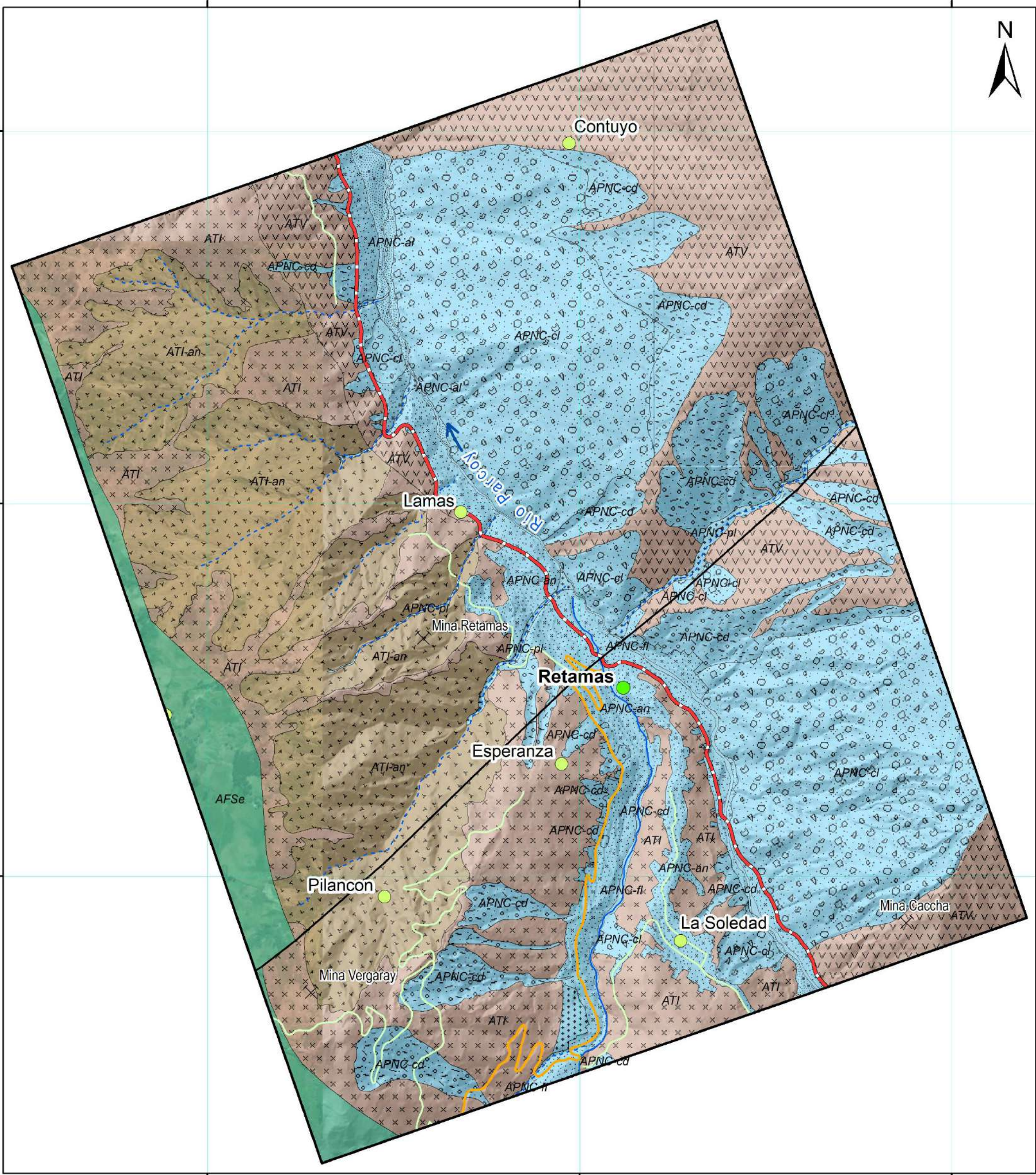
228000



9114000

9113000

9112000



226000

227000

228000

LEYENDA

APNC-fl	Acuífero poroso no consolidado fluvial
APNC-al	Acuífero poroso no consolidado aluvial
APNC-pl	Acuífero poroso no consolidado proluvial
APNC-cl	Acuífero poroso no consolidado coluvial
APNC-cd	Acuífero poroso no consolidado coluvio-deluvial
APNC-an	Acuífero poroso no consolidado antropógeno
AFSe	Acuífero fisurado sedimentario
×ATI×	Acuitardo intrusivo
ATI-an	Acuitardo intrusivo/antropógeno
ATV	Acuitardo volcánico

SIMBOLOGÍA

	C.P. Urbano
	C.P. Rural
	Río
	Quebrada
	Red vial nacional
	Red vial vecinal
	Camino carrozable
	Falla sinistral

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
 PROVINCIA: PATAZ
 DISTRITO: PARCOY

HIDROGEOLÓGICO

Escala: 1/10,000	Elaborado por: Nuñez & Medina	MAPA 04
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Marzo, 2022	

226000

227000

228000



9114000

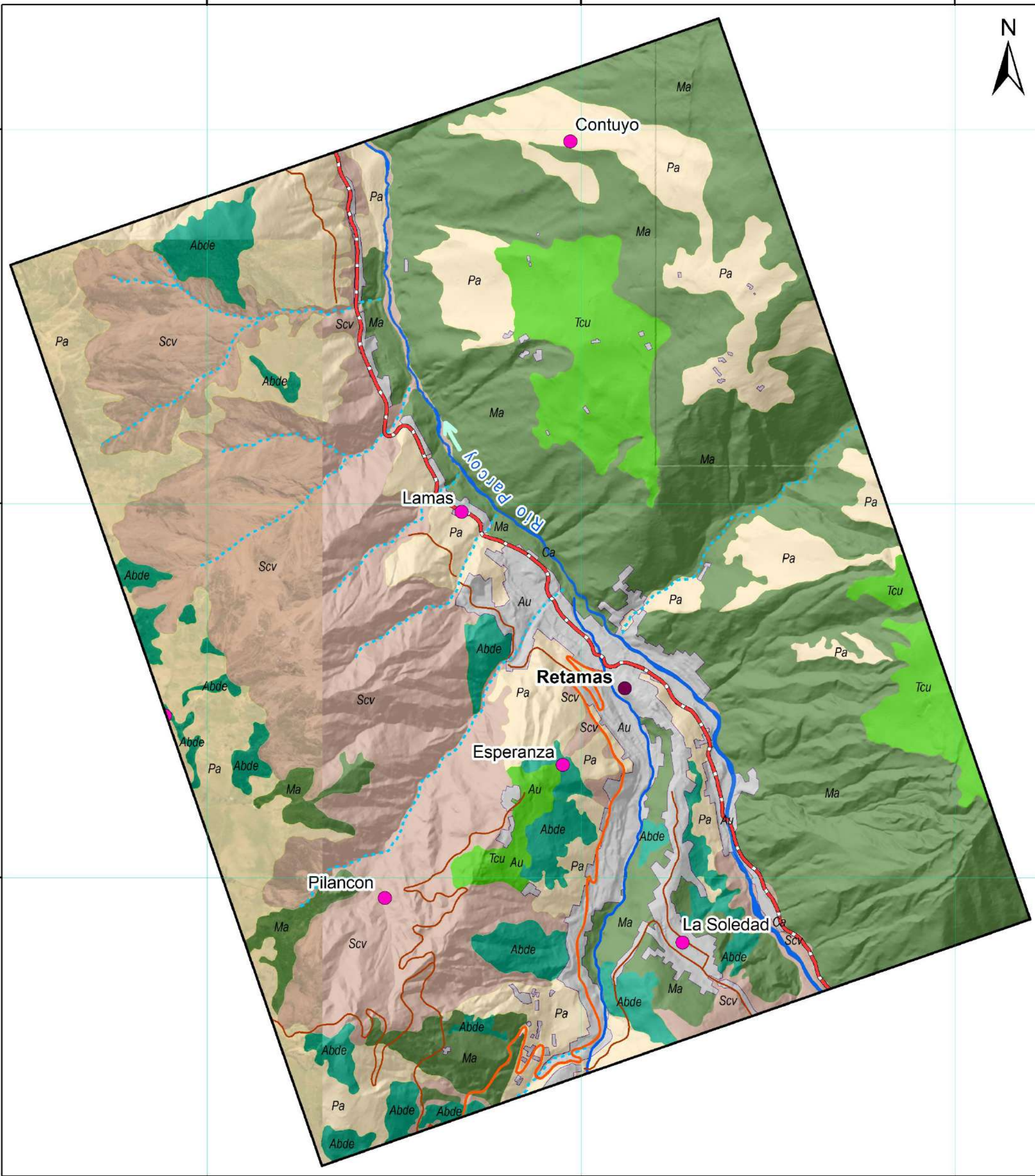
9114000

9113000

9113000

9112000

9112000



226000

227000

228000

LEYENDA

- Abde Áreas de bosque denso
- Ma Matorrales
- Pa Pastizales
- Tcu Tierras de cultivo
- Scv Suelo sin cobertura vegetal
- Au Área urbana
- Ca Cuerpo de agua

SIMBOLOGÍA

- C.P. Urbano
- C.P. Rural
- Río
- Quebrada
- Red vial nacional
- Red vial vecinal
- Camino carrozable

 DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD PROVINCIA: PATAZ DISTRITO: PARCOY		
COVERTURA VEGETAL		
Escala: 1/1,500	Elaborado por: Nuñez & Medina	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	05
Versión digital 2022	Impreso: Marzo, 2022	

226000

227000

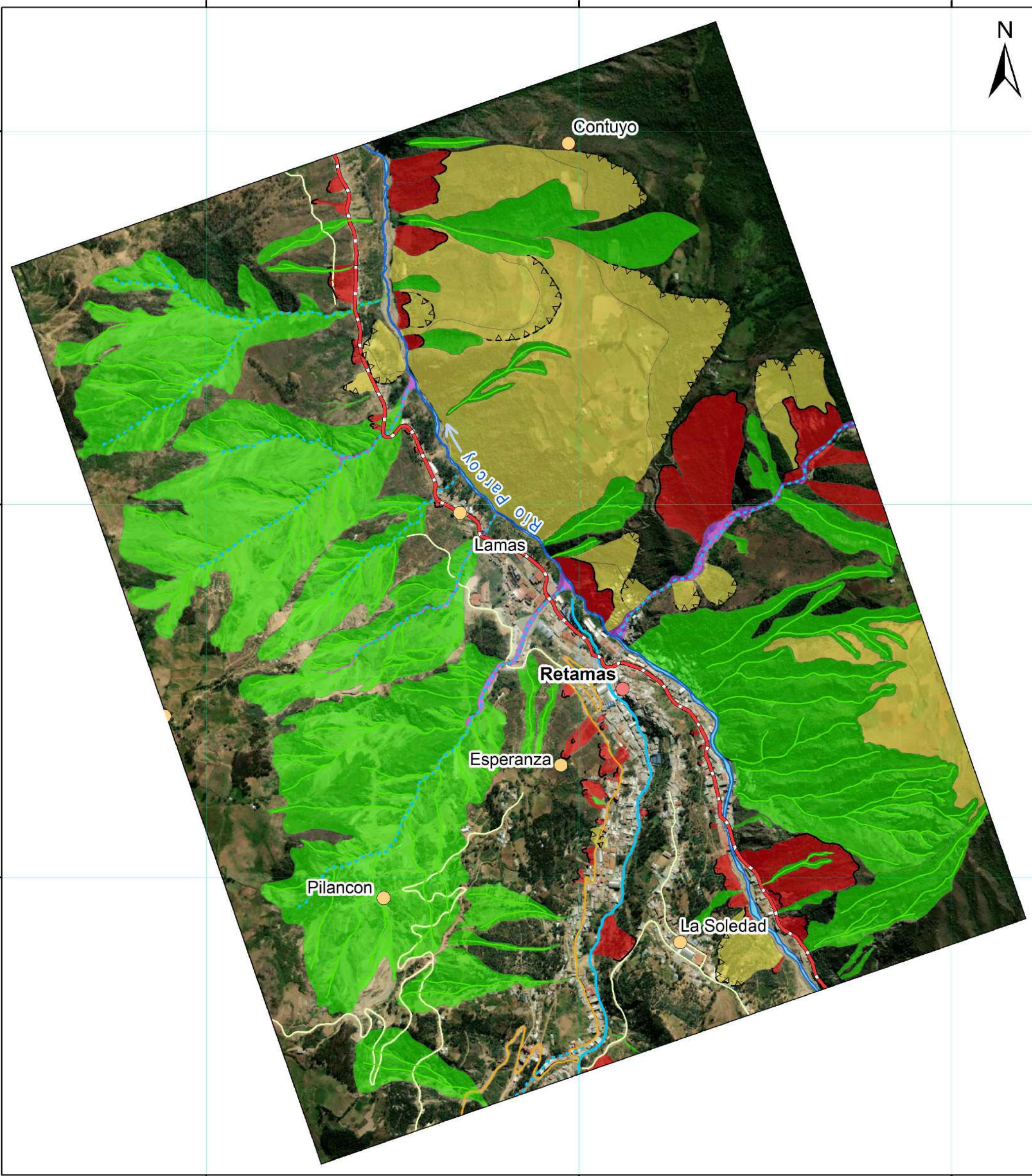
228000








9114000

9113000



9112000



LEYENDA

-  Derrumbe
-  Deslizamiento rotacional
-  Flujo de detritos activo
-  Erosión en cárcavas
-  Hundimiento

Trama

-  Escarpa de derrumbe
-  Escarpa de deslizamiento

SIMBOLOGÍA

-  C.P. Urbano
-  C.P. Rural
-  Río
-  Quebrada
-  Erosión de ladera
-  Red vial nacional
-  Red vial vecinal
-  Camino carrozable



DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

PROVINCIA: PATAZ

DISTRITO: PARCOY

PROCESOS DE MOVIMIENTOS EN MASA

Escala: 1/10,000

Elaborado por: Medina & Nuñez

MAPA

Proyección: UTM Zona 18 Sur

Datum: WGS 84

06

Versión digital 2022

Impreso: Marzo, 2022

226000

227000

228000



9114000

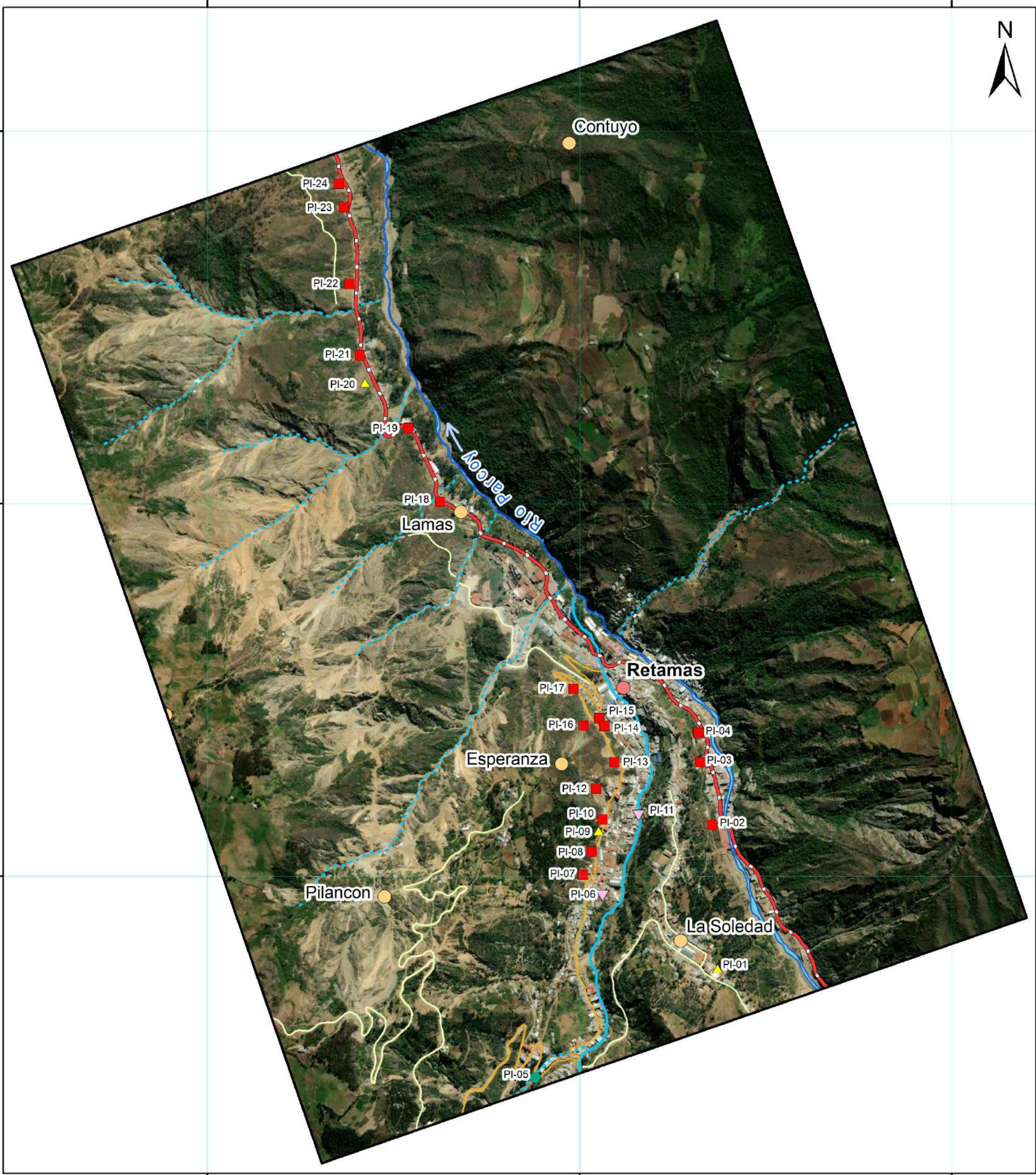
9114000

9113000

9113000

9112000

9112000



226000

227000

228000

LEYENDA

- Derrumbe activo
- ▲ Deslizamiento rotacional
- ◆ Flujo de detritos activo
- ✕ Erosión en cárcavas
- ▼ Hundimiento
- Erosión fluvial, Inundación fluvial

SIMBOLOGÍA

- C.P. Urbano
- C.P. Rural
- Área urbana
- ~ Río
- Quebrada
- Red vial nacional
- Red vial vecinal
- Camino carrozable
- Depósito de desmonte de mineral



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

PROVINCIA: PATAZ

DISTRITO: PARCOY

INVENTARIO DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS

Escala: 1/10,000

Elaborado por: Medina & Nuñez

MAPA

Proyección: UTM Zona 18 Sur

Datum: WGS 84

07

Versión digital 2022

Impreso: Marzo, 2022

226000

227000

228000



9114000

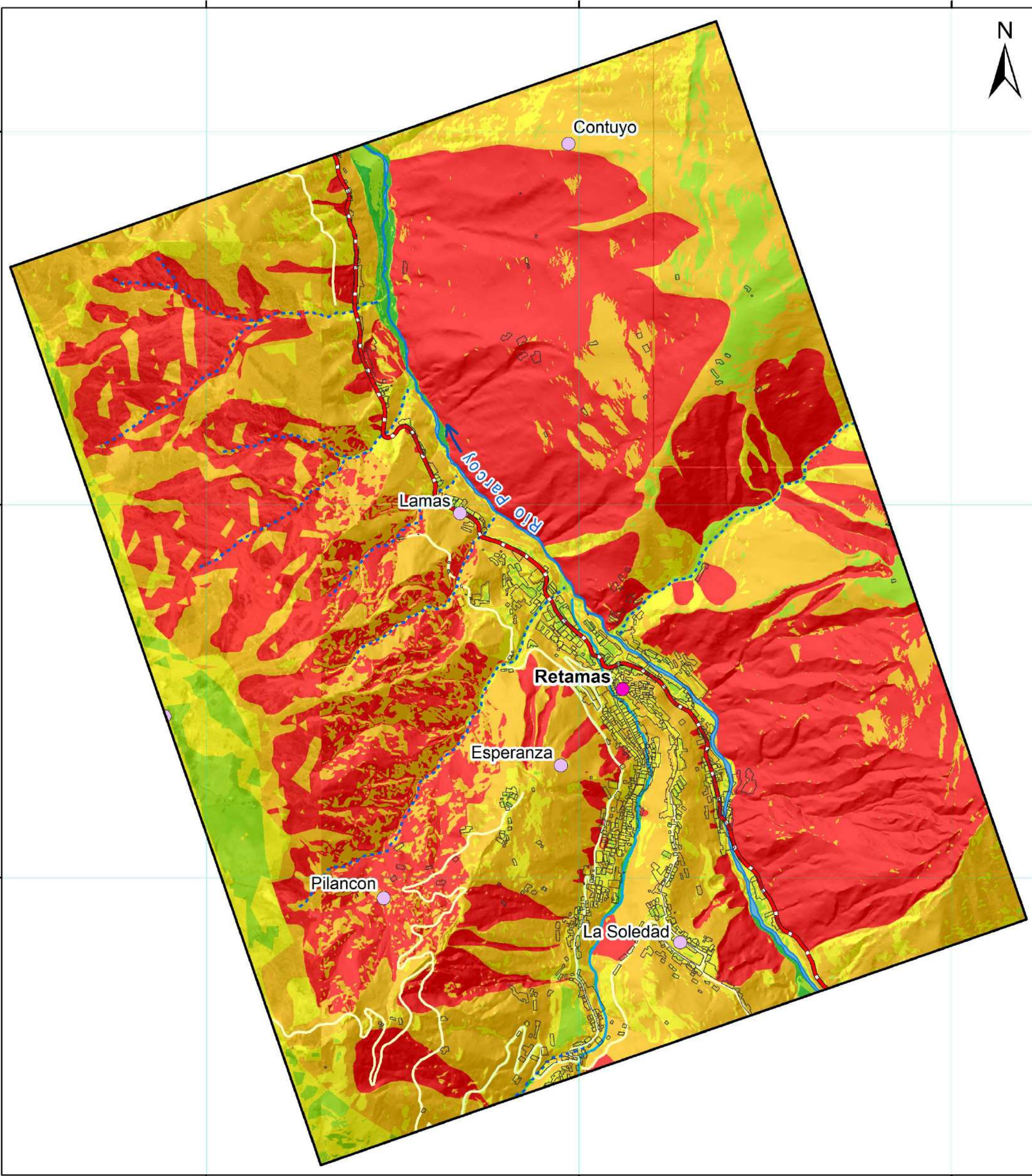
9114000

9113000

9113000

9112000

9112000



226000

227000

228000

LEYENDA

Grado de Susceptibilidad a Movimientos en Masa

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

SIMBOLOGÍA

- C.P. Urbano
- C.P. Rural
- Área urbana
- Río
- Quebrada
- Red vial nacional
- Red vial vecinal
- Camino carrozable



DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
PROVINCIA: PATAZ
DISTRITO: PARCOY

SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA

Escala: 1/10,000

Elaborado por: Nuñez & Medina

MAPA

Proyección: UTM Zona 18 Sur


Datum: WGS 84

08

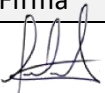
Versión digital 2022

Impreso: Marzo, 2022

ANEXO 2: ESTUDIO PETROGRÁFICO

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	FORMATO	Código : M2.2-F-081
		Versión : 00 Fecha aprob.: Página : 91 de 81

I. DATOS GENERALES:

Código de la muestra	Cuadrángulo	Sistema de coordenadas			Localidad y/o Paraje
		Norte	Este	Zona	
ACT11-22-001	17i	9112320	227088	18	MI DEL RÍO RETAMAS
Responsable del estudio					Firma
IRVIN DANIEL ZUMARAN ALAYZA					

II. INFORMACIÓN PETROGRÁFICA:

1. CLASIFICACIÓN DE LA ROCA:

TONALITA

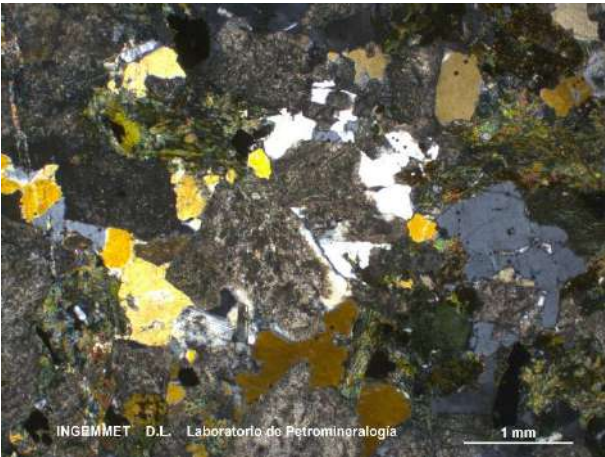
2. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:

Roca ígnea intrusiva compacta de gris verdoso, con textura fanerítica. Está conformada por agregados de plagioclasas, cuarzo y anfíboles. Las plagioclasas están alteradas a sericita y los ferromagnesianos presentan alteración a cloritas, carbonatos y óxidos. Se observa finas fracturas rellenas de carbonatos. La roca tiene dureza media, densidad media y magnetismo débil.




3. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA:

Roca ígnea intrusiva con textura granular conformada por cristales de plagioclasas intercrecidos con anfíboles I y con espacios rellenos de cuarzo. Se observan cristales relictos de piroxenos parcialmente remplazados por anfíboles I, y también ocurren moldes de ferromagnesianos rellenos por cloritas, epidota, óxidos de titanio y moscovita. Las plagioclasas están fuertemente alteradas a sericita, arcillas, epidota y escasos carbonatos. Los anfíboles I se encuentran alterados a anfíboles II, cloritas y epidota. Ocurren minerales opacos diseminados y fracturas rellenas de carbonatos cloritas y epidota.




INGEMMET D.L. Laboratorio de Petrominerología 1 mm

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	FORMATO	Código : M2.2-F-081
		Versión : 00
		Fecha aprob.:
		Página : 92 de 81

4. DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA:

Mineral/Líticos		Tamaño (mm)	%	
CRISTALES	Esenciales	Plagioclasas , cristales euhedrales de hábito tabular, presentan maclas polisintéticas y zonación marcada. Sus espacios están rellenos por cuarzo, anfíboles y moldes de ferromagnesianos. Se encuentran fuertemente alteradas a agregados de sericita, moscovita y arcillas, ocasionalmente presentan también alteración a epidota y carbonatos. Presentan microfracturas rellenas de cloritas y epidota.	≤ 3,46	15
		Cuarzo , cristales anhedrales, ocurren de forma intersticial entre los cristales de plagioclasas y los ferromagnesianos.	≤ 2,70	14
		Anfíboles I , cristales subhedrales de hábito prismático con sección basal hexagonal, presentan maclas simples, suelen estar asociados a minerales opacos y moldes de ferromagnesianos. En ocasiones se presentan como coronas alrededor de cristales de piroxenos corroyéndolos. Están fuertemente alterados a anfíboles II, cloritas, carbonatos y epidota.	≤ 2,28	13
		Piroxenos , cristales anhedrales de formas alargadas, están remplazados por anfíboles. Están alterados a cloritas y óxidos de hierro.	≤ 1,10	5
		Moldes de ferromagnesianos , moldes de formas poco conservadas, asociados a anfíboles I y minerales opacos, ocurren de forma intersticial entre cristales de plagioclasas. Estos moldes están rellenos de cloritas, moscovita, epidota y óxidos de titanio. Probablemente se traten de moldes de biotita.	≤ 1,14	-
	Accesorios	Minerales opacos , cristales anhedrales diseminados en la muestra, generalmente asociados a los minerales ferromagnesianos. Están débilmente alterados a óxidos de hierro.	≤ 0,84	4
		Zircón , cristales subhedrales de hábito prismático, se presentan como inclusiones en anfíboles I y moldes de ferromagnesianos.	≤ 0,07	Traza
		Apatito , cristales euhedrales de hábito prismático incluidos en cristales de cuarzo, anfíboles I y moldes de ferromagnesianos.	≤ 0,44	Traza
		Moldes de cristales , de formas anhedrales, se encuentran dispersos en la muestra, asociados a minerales ferromagnesianos. Se encuentran rellenos por agregados de óxidos de titanio y óxidos de hierro.	≤ 0,65	-
	MATRIZ	No presenta.	-	-
LÍTICOS	No presenta.	-	-	

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	FORMATO	Código : M2.2-F-081
		Versión : 00
		Fecha aprob.:
		Página : 93 de 81

SECUNDARIOS	Sericita , agregados microescamosos, se presentan junto a arcillas alterando a cristales de plagioclasas, en ocasiones se encuentran bien desarrollados pasando a ser agregados de moscovita.	$\leq 0,04$	15
	Anfíboles II , agregados fibrosos y aciculares, se encuentran reemplazando fuertemente a cristales de anfíboles I. Están alterados a cloritas y carbonatos.	$\leq 0,44$	15
	Arcillas , agregados criptocristalinos, terrosos, se presentan asociados a sericita en cristales de plagioclasas.	$\leq 0,004$	7
	Cloritas , agregados fibrosos y micáceos, están asociados a epidota, alterando a cristales de anfíboles I y II y como parte del relleno de moldes de ferromagnesianos. También se le encuentra relleno intersticios e ingresando a través de microfracturas en cristales de plagioclasas.	$\leq 0,26$	5
	Epidota , cristales anhedrales, se encuentran junto a cloritas como parte del relleno de moldes de ferromagnesianos, muchas veces siguiendo la laminación original del cristal; también están reemplazando a cristales de anfíboles I. Ocasionalmente se presenta alterando a cristales de plagioclasas e ingresando a través de sus microfracturas.	$\leq 0,18$	3
	Óxidos de titanio , agregado criptocristalinos, se presentan como relleno de moldes de cristales y como parte del relleno de moldes de ferromagnesianos.	$\leq 0,01$	2
	Carbonatos , en parches irregulares, se presentan como producto de alteración de anfíboles I y II, y en menor proporción de plagioclasas, también forma parte del relleno de algunos moldes de ferromagnesianos y en general se le observa ingresando en intersticios y microfracturas.	$\leq 0,20$	1
	Moscovita , agregados micáceos, se presentan en moldes de ferromagnesianos conservando la laminación original del cristal. También se presentan reemplazando a sericita en cristales de plagioclasas.	$\leq 0,24$	1
	Óxidos de hierro , Agregados criptocristalinos, se presentan como impregnaciones alrededor de minerales opacos y de cristales de piroxenos.	$\leq 0,004$	Traza

5. TEXTURAS PRINCIPALES:

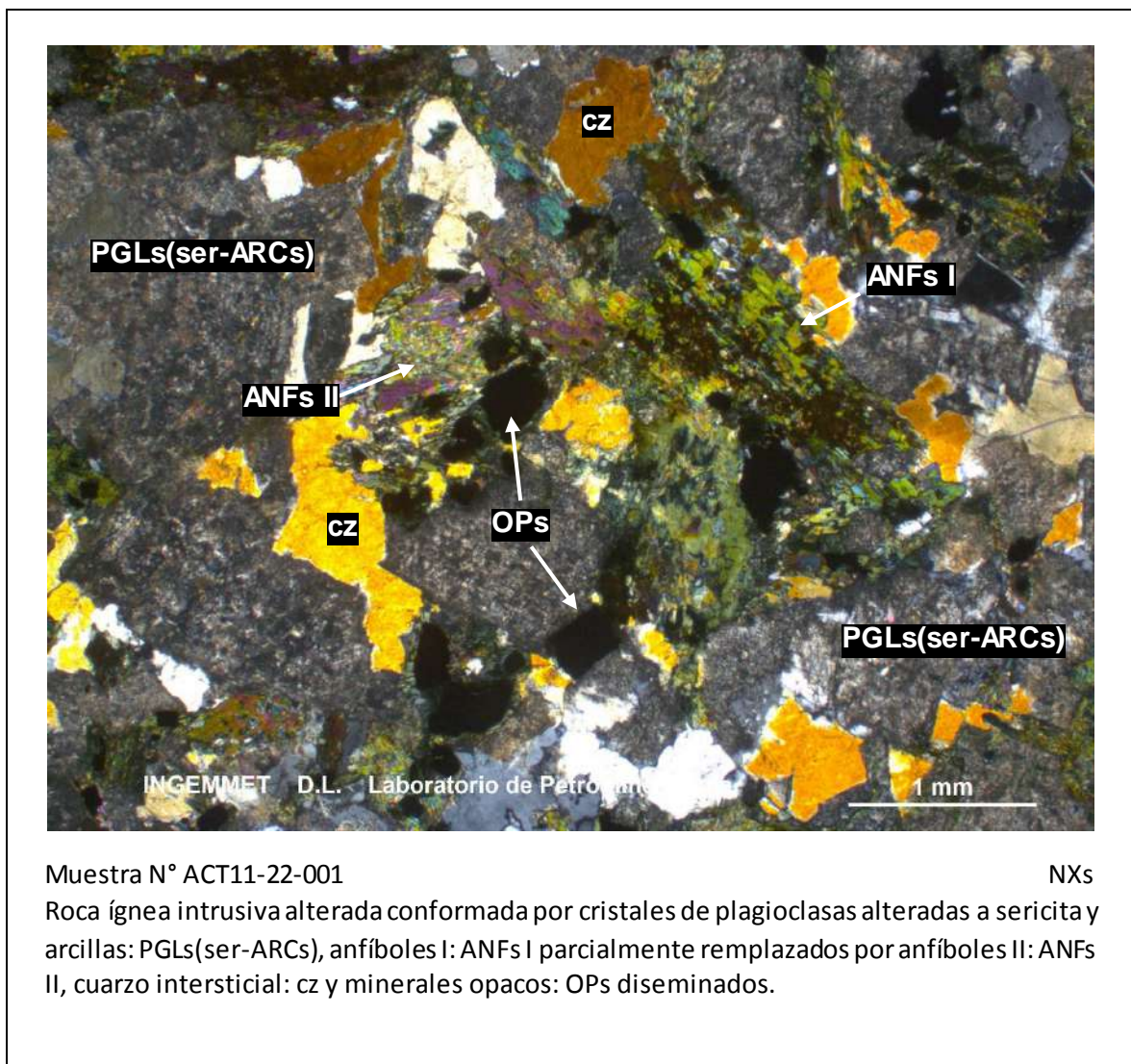
Fanerítica granular

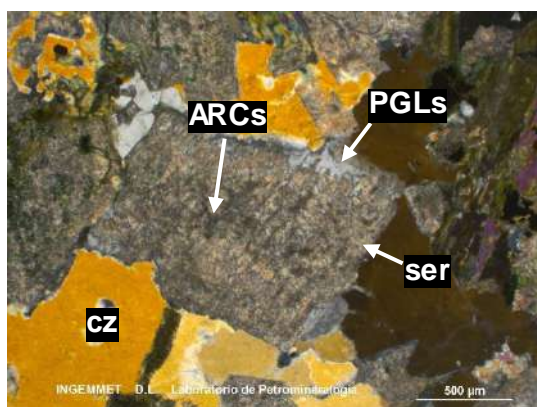
6. ALTERACIÓN:

Tipo de alteración	Grado	Ocurrencia	Ensamble mineralógico
Sericitización	Moderada	Afectando plagioclasas	Sericita – arcillas – moscovita
Alteración propilítica	Moderada	Afectando a ferromagnesianos y en venillas	Anfíboles II – epidota – cloritas – carbonatos – óxidos de titanio
Oxidación	Incipiente	Como impregnaciones	Óxidos de hierro

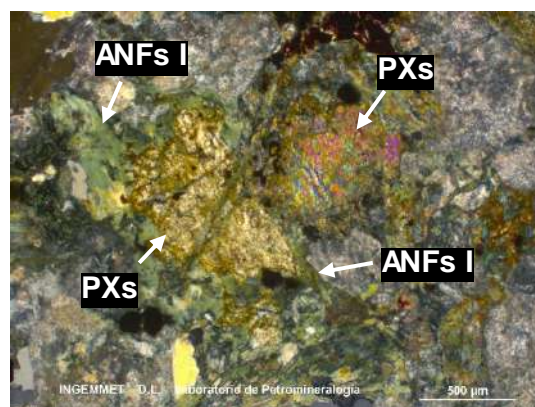
Grado de alteración: Incipiente (Trazas). Débil (1-11%). Moderada (12-49%). Fuerte (>50%).

7. FOTOMICROGRAFÍA/S:

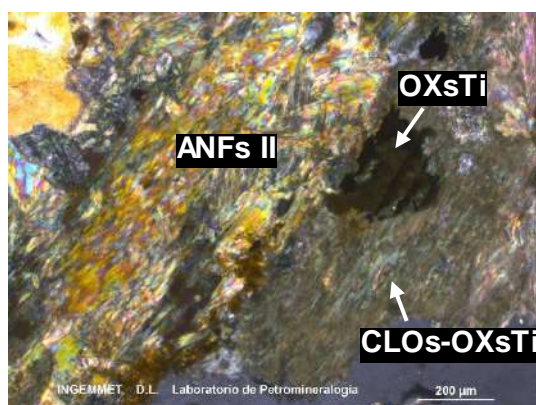




1.



2.



3.



4.

Fotomicrografías: **1.** Cristal de plagioclasas: PGLs alterado a sericita: ser y arcillas: ARCs. Se observa cuarzo: cz relleno intersticios. **2.** Detalle de la matriz alterada a cuarzo: cz, pumpellyita: pmp, epidota: ep y arcillas: ARCs. **3.** Molde de anfíboles I remplazado por agregados aciculares de anfíboles II: ANFs intercrecido con moldes de ferromagnesianos (probablemente biotita) relleno de cloritas y óxidos de titanio: CLOs-OXsTi. También se observa un molde relleno de óxidos de titanio: OXsTi como inclusión. **4.** Venilla rellena por carbonatos: CBs, cloritas: CLOs y epidota: ep.

8. ESTUDIOS ADICIONALES:

No aplica.

9. COMENTARIOS / OBSERVACIONES:

Sin observaciones.