



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7476

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR PATARIN

Departamento Huánuco
Provincia Dos de Mayo
Distrito Sillapata



FEBRERO
2024

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR PATARÍN.

Distrito Sillapata, Provincia Dos de Mayo, Departamento Huánuco

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

Equipo de investigación:

Max Eduardo Chávez Chicoma

Guisela Choquenaira Garate

Referencia bibliográfica

Chávez, M. & Choquenaira, G. (2024). *Evaluación de peligros geológicos en el sector Patarín. Distrito Sillapata, provincia Dos de Mayo, departamento Huánuco.* Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7476, 39 p.

INDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio.....	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales.....	6
1.3.1. Ubicación	6
1.3.2. Accesibilidad.....	8
1.3.3. Clima.....	9
2. DEFINICIONES	10
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	11
3.1. Unidades litoestratigráficas	11
3.1.1. Complejo de Maraón (NP-cm-esq, gn)	11
3.1.2. Formación La Unión (Qp-lu).....	12
3.1.3. Depósitos proluviales	12
3.1.4. Depósitos coluviales y deluviales.....	12
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	14
4.1. Pendiente del terreno.....	14
4.2. Unidades geomorfológicas.....	15
4.2.1. Unidad de montaña	15
4.2.2. Unidad de piedemonte.....	16
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	18
5.1. Peligro geológico por deslizamiento en el sector A	19
5.2. Peligro geológico por deslizamiento en el sector B	21
5.3. Peligro geológico por deslizamiento y derrumbe en el sector C	23
5.4. Factores condicionantes.....	25
5.5. Factores desencadenantes.....	26
6. ZONA PROPUESTA PARA CENTRO DE SALUD	27
7. CONCLUSIONES	31
8. RECOMENDACIONES	32
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXO 1: MAPAS DEL SECTOR PARARIN	34

RESUMEN

El presente informe, es el resultado de la evaluación de peligro geológico por deslizamiento realizado en el sector Patarín, centro poblado Sillapata del distrito de Sillapata, provincia Dos de Mayo, departamento Huánuco. Con este trabajo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – Ingemmet cumple con la función de brindar asistencia técnica en el tema de peligros geológicos.

El área 1 propuesto para la construcción del centro de Salud se encuentra sobre rocas metamórficas tipo esquistos con foliación en dirección SE, es decir en contra de la pendiente. Estas rocas se presentan muy fracturadas y altamente meteorizadas. Mientras que, el segundo terreno, se encuentra sobre conglomerados polimícticos, de clastos variables y areniscas semiconsolidadas. Hacia las zonas bajas de las laderas que bordean el C.P. Sillapata, se evidencia una intensa erosión de laderas en forma de badlands.

Las geoformas identificadas corresponden a las de origen tectónico-degradacional (montañas en rocas metamórficas y sedimentarias) y geoformas de carácter depositacional y agradacional, principalmente originada por la ocurrencia de movimientos antiguos, que configuran relieves de piedemonte (vertientes coluviales, coluvio-deluviales y piedemontes proluviales). Se presentan, además pendientes variables que van desde baja (1° - 5°) a muy fuerte (25° - 45°) siendo este último, un factor condicionante para la ocurrencia de peligros geológicos en el área evaluada.

Los procesos identificados en el sector de Patarín corresponden a movimientos en masa. Se identificaron 3 sectores que evidencian deslizamientos y derrumbes antiguos que rodean el área propuesta para la construcción del Centro de Salud Sillapata. En el sector A, los deslizamientos abarcan un área de 4,5 ha, con ancho variable de hasta 110 m. En el sector B abarca un área de 12 ha, con ancho de hasta 320 m. Finalmente, en el Sector C, abarca un área 1.8 ha con un ancho promedio de 82 m.

Las condiciones intrínsecas del terreno, como la presencia de depósitos inconsolidados originados por movimientos en masa antiguos y depositados sobre el macizo rocoso muy fragmentado conformado por esquistos y conglomerados en matriz areno limosa, con superficies meteorizadas y erosionadas. Además, el relieve conformado por montaña con laderas de pendiente que varía entre 5° y 45° , caracterizada como moderada a escarpada; la deforestación y la presencia de terrenos agrícolas, han contribuido en la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes en áreas circundantes al sector Patarín.

Se concluye que, el área 2, propuesta para la construcción del Centro de salud Sillapata es considerada como zona apta. Además, es considerada como zona de peligro medio a la ocurrencia de deslizamientos, que pueden ser desencadenados en temporada de lluvias intensas y/o prolongadas o actividad antrópica.

Finalmente, se brindan recomendaciones que deben ser consideradas por las autoridades competentes, como: realizar un estudio de suelos detallado previo a la construcción de la infraestructura con la finalidad de determinar su capacidad portante; prohibir el uso de cultivo en al menos 200 m a la redonda, e implementar sistemas de drenaje para captar las aguas superficiales mediante drenajes impermeabilizados; para luego derivar hasta el cauce del río Vizcarra aprovechando las quebradas que se tienen hacia las márgenes del área evaluada.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Sillapata, Oficio N° 005-2024-MDS/A; en el marco de nuestras competencias se realizó la evaluación de los peligros geológicos por movimientos en masa de tipo deslizamiento que afecta la zona donde se construirá el establecimiento de salud Sillapata, en el sector Patarín, C.P Sillapata.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a la ingeniera Guisela Choquenaira Garate y al geólogo Max Eduardo Chavez Chicoma, para realizar la evaluación de los peligros geológicos in situ, el día 1 de febrero del presente año.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de la información existente en trabajos anteriores realizados por el Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se redactó el presente informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Sillapata y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastre, a fin de que sea un instrumento para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que ocurren en el sector Patarín, centro poblado Sillapata.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los eventos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante el peligro geológico por deslizamientos identificados durante los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel regional, que involucra la zona de evaluación, se tiene:

- A. El Boletín N° 34 de la Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco”, elaborado por Zavala & Vílchez (2006). El estudio contiene información básica sobre los peligros geológicos presentes en el departamento de Huánuco y los factores que los condicionan para su ocurrencia. El área de evaluación es considerada entre alta y muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa (figura 1).

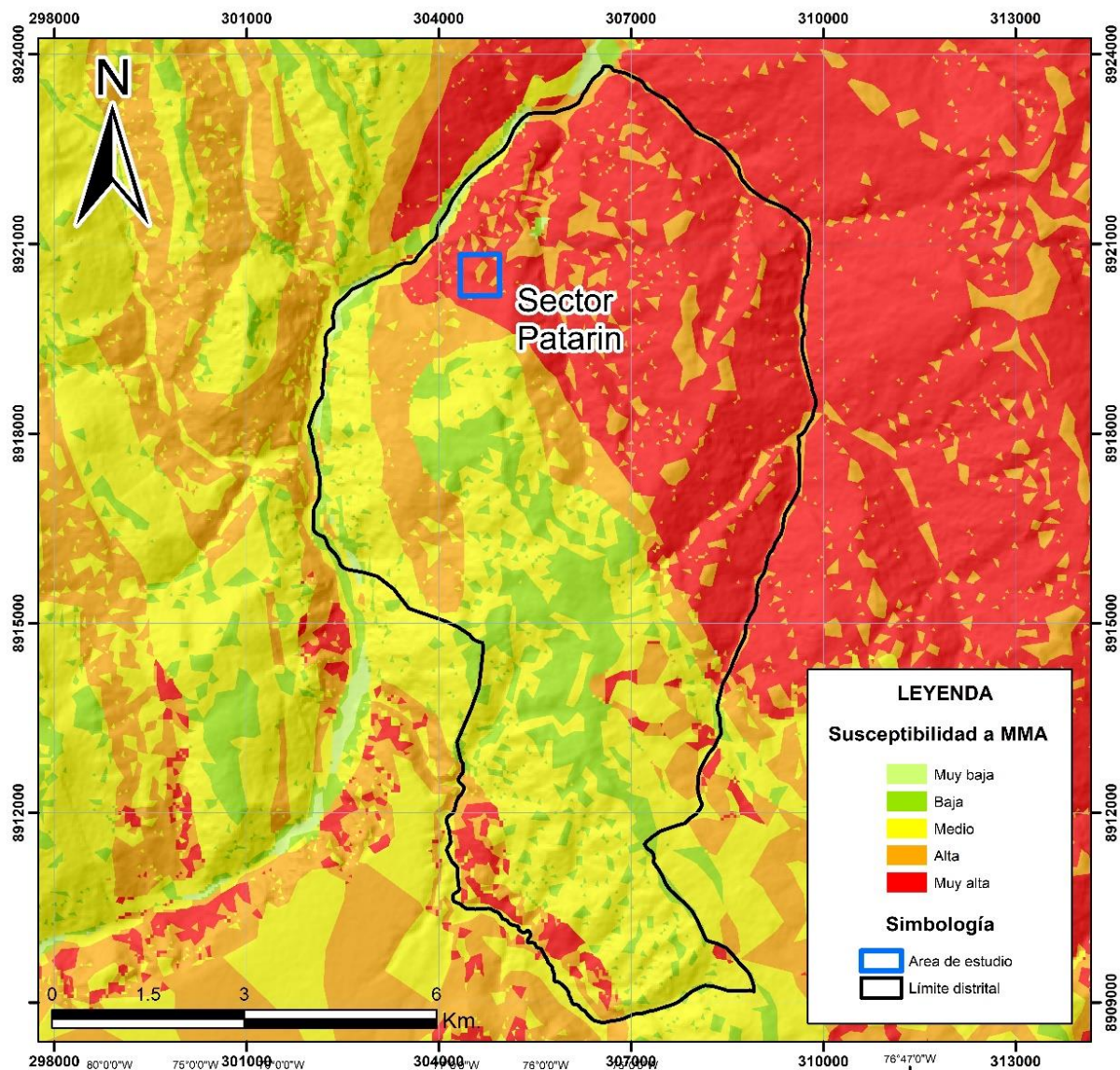


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa del distrito de Sillapata. Fuente: INGEMMET - Artículo “Estudio de Riesgos Geológicos en el departamento de Huánuco” (Zavala, B.; Vílchez, 2006).

- B. Informes técnicos N° 6915 y N°6925: “Evaluación de peligros geológicos en el sector Sillapata”, donde se describe el deslizamiento ocurrido el 29 de junio de 2019 que afectó 48 viviendas de la calle El Porvenir.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

Las áreas propuestas para la construcción del centro de Salud pertenecen, se encuentran el sector Patarín, en el distrito Sillapata, provincia Dos de Mayo, departamento Huánuco (figura 2). Las coordenadas centrales UTM (WGS84 – Zona 18 s) se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio

Vértice	UTM - WGS84 - Zona 18 S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	304945	8920823	-9°45'29.0"	-76°46'41.5"
2	304945	8920310	-9°45'45.7"	-76°47'41.5"
3	304369	8920310	-9°45'45.7"	-76°47'00.4"
4	304369	8920823	-9°45'29.0"	-76°47'00.4"
<i>Coordenada central de la zona evaluada o evento principal</i>				
<i>Coordenada principal</i>	304670	8920486	-9°45'25.9"	-76°46'50.5"

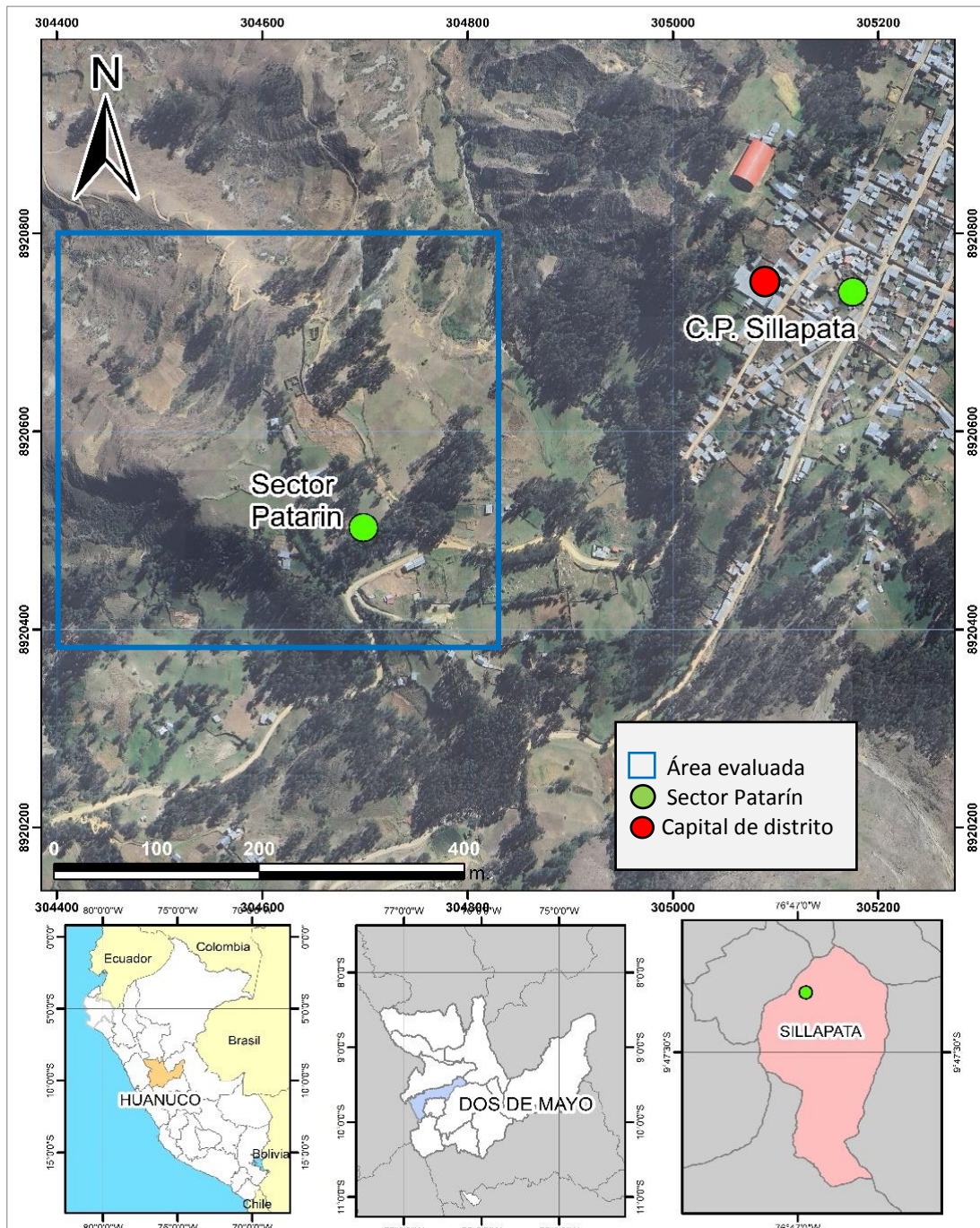


Figura 2. Ubicación del sector Patarín, al suroeste del C.P. Sillapata

1.3.2. Accesibilidad

Para acceder al área de evaluación utilizando un vehículo de Ingemmet, desde la ciudad de Lima, se sigue las rutas que se presentan en el cuadro 1 y figura 3:

Cuadro 1. Ruta de acceso al distrito de Sillapata.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima - Conococha	Asfaltada	320	6 horas 30 minutos
Conococha – La Unión	Asfaltada	108	2 horas 25 minutos
La Unión – C.P. Sillapata	Afirmada	12	25 minutos

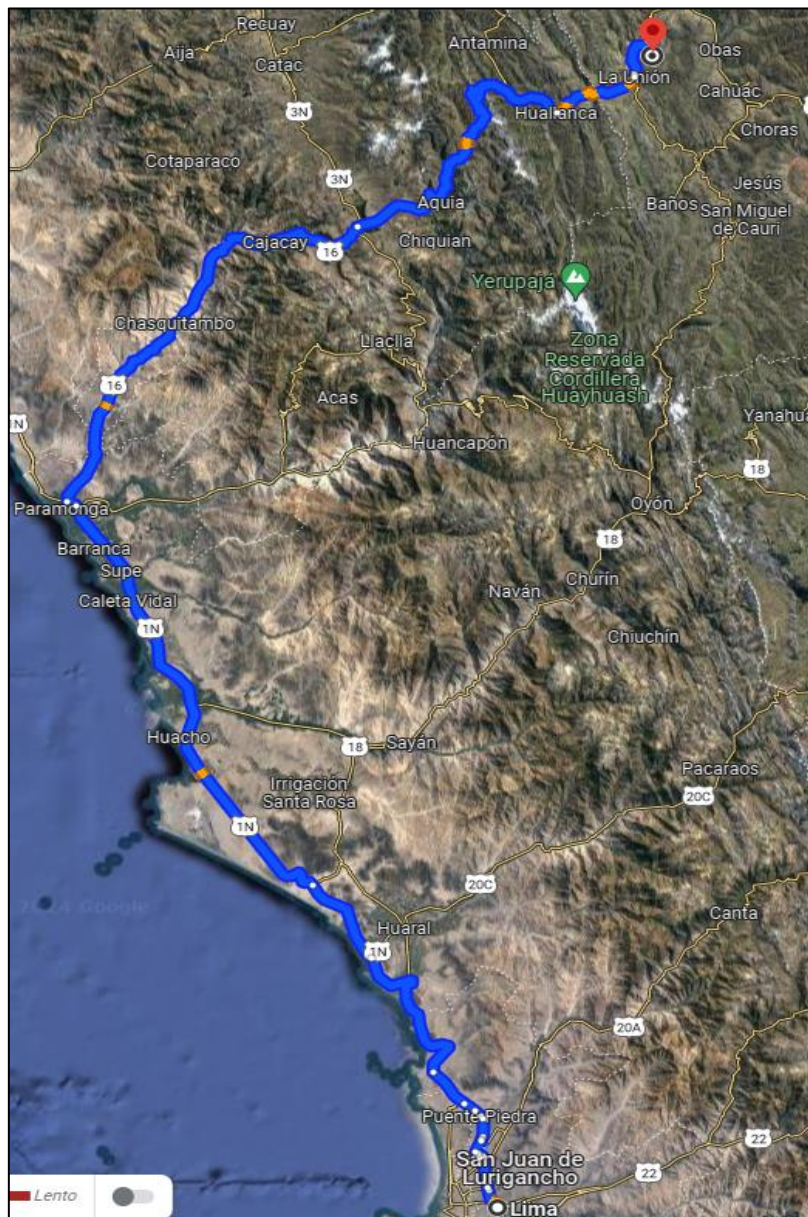


Figura 3. Ruta de acceso desde la ciudad de Lima hasta el distrito de Sillapata (Huánuco).

1.3.3. Clima

Tomando como referencia el Mapa de Clasificación Climática de Thornthwaite del Senamhi (2020), el área de evaluación y alrededores se encuentra dentro de una zona con un clima lluvioso, otoño e invierno seco, con ambiente frío a templado (figura 4)

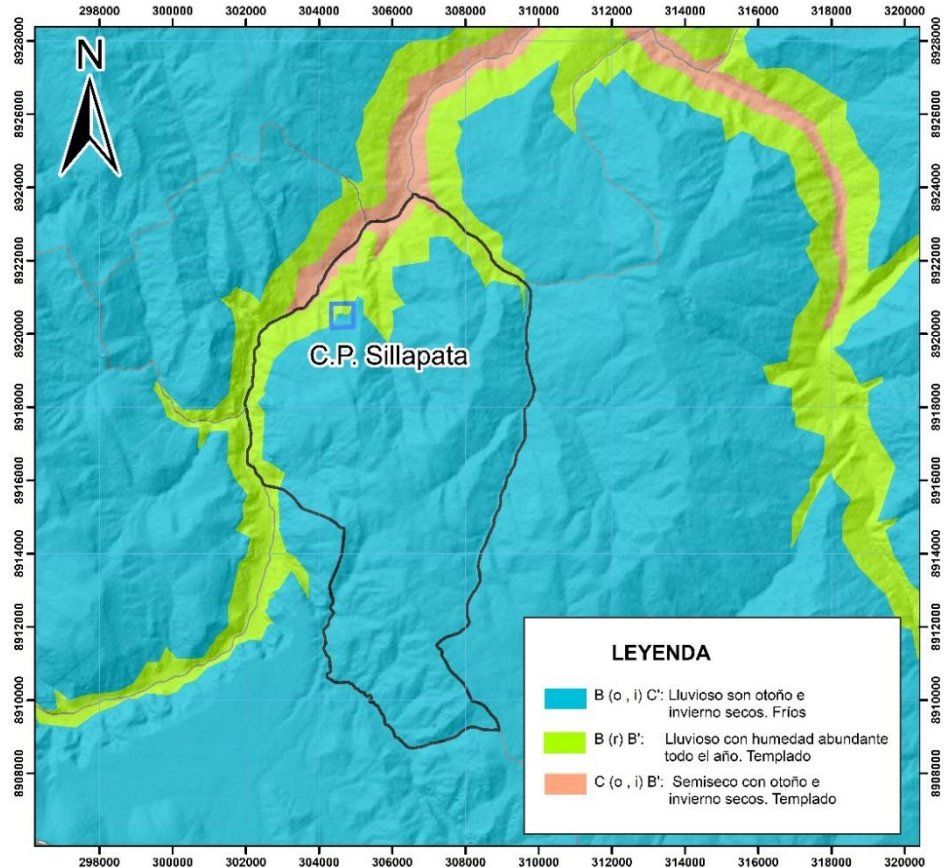


Figura 4. Mapa climático del distrito de Sillapata (Huánuco).

En cuanto a la cantidad de lluvia, según los datos meteorológicos y pronóstico del tiempo de la estación de Senamhi más cercana a la zona de estudio (estación Dos de Mayo, ubicada en el distrito Pachas, provincia de Dos de Mayo), la precipitación máxima registrada en los meses de diciembre de 2023 y enero de 2024 fue de aproximadamente 30 mm (figura 5).

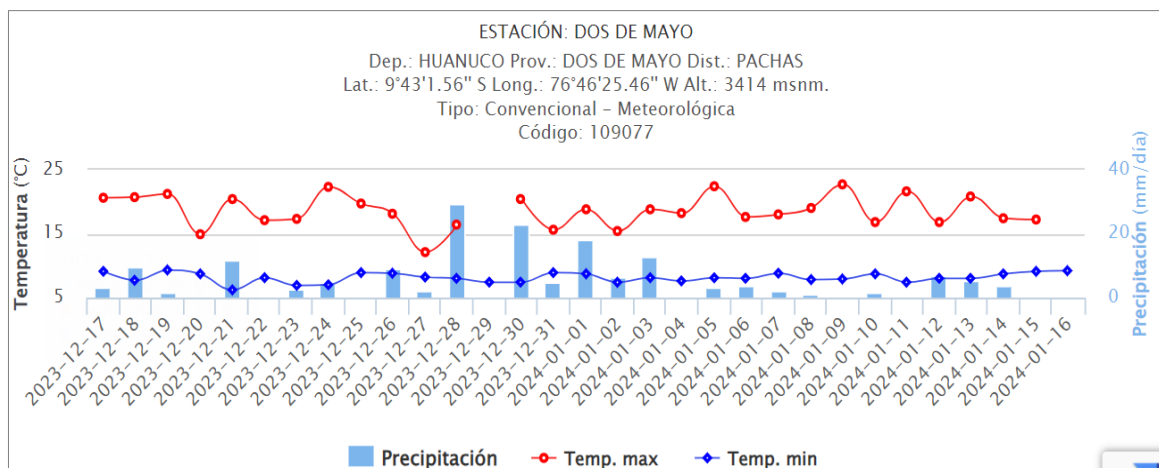


Figura 5. Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo diciembre 2023-enero 2024. Fuente: Senamhi

2. DEFINICIONES

En el presente glosario se describe según los términos establecidos en el Proyecto Multinacional Andino - Movimientos en Masa GEMMA, del PMA: GCA:

Arcilla: Suelo para ingeniería con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.

Coluvial: Material originado por la acción de la gravedad.

Derrumbe: Desplome de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido de ruptura, y más bien una zona irregular. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas muy meteorizadas y fracturadas.

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

Deslizamiento rotacional: Tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

Escarpe (scarp). sin.: 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.

Meteorización (weathering). 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 (mass movement, landslide). sin.: Fenómeno de remoción en masa (Co, Ar), proceso de remoción en masa (Ar), remoción en masa (Ch), fenómeno de movimiento en masa, movimientos de ladera, movimientos de vertiente. Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991).

Peligro o amenaza geológica: Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Retrogresivo: Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La información base para el análisis de los aspectos geológicos se obtuvo del boletín N° 76 elaborado por Cobbing et al. (1996) y del mapa geológico del cuadrángulo de La Unión, hoja 20-j elaborado por Cobbing & Sánchez (1996). Además, se realizó la interpretación de imágenes satelitales, fotografías y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

3.1.1. Complejo de Marañón (NP-cm-esq, gn)

Compuesto principalmente por 2 unidades litológicas (Cobbings et al., 1996): Gneiss, se considera la más antigua formada principalmente por micas, cuarzos y plagioclasas; y esquistos, que ocupan la mayor extensión de dicha unidad litológica, de color gris a gris oscuro y verdoso asociados a venillas de cuarzo en concordancia con la esquistosidad (fotografía 1). La exfoliación del esquisto tiene un rumbo NO-SE. Otros autores consideran que el complejo Marañón que aflora en la zona corresponde a secuencias esquistomíáceas de colores grises pardos a grises parduzcos asociadas a cuerpos volcánicos y estructuras vetiformes de cuarzo (Valencia, M. et al., 2018).

Esta unidad se caracteriza por un relieve accidentado e irregular con presencia de escombros en las laderas y flancos del río Vizcarra. El afloramiento se encuentra fragmentado, con superficie completamente meteorizado y altamente deleznable.



Fotografía 1. Afloramientos de esquistos meteorizados y muy deleznales pertenecientes al Complejo Marañón.

3.1.2. Formación La Unión (Qp-lu)

El área de estudio se encuentra sobre una secuencia de conglomerados polimícticos gruesos, de clastos variables y areniscas semiconsolidadas hacia el flanco derecho del río Vizcarra (Cobbing et al., 1996). Hacia las zonas bajas, bordeando el C.P. Sillapata, se encuentra afectado por una intensa erosión de laderas en forma de badlands (figura 6).



Figura 6. Afloramientos de la Formación La Unión, afectado por una intensa erosión de laderas.

3.1.3. Depósitos proluviales

Los depósitos proluviales se originan a partir de la existencia de material detrítico suelto acumulado y al producirse precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas (Zavala, et al., 2006).

En la zona de estudio, estos depósitos se presentan en quebradas secas que se activan durante la temporada de lluvias y transportan material hacia el río Vizcarra (figura 7).

3.1.4. Depósitos coluviales y deluviales

Se les reconoce por su geometría y son producto de deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos, etc., por efecto de la gravedad y agua de escorrentía superficial, con fuente de origen cercana. Están conformados por materiales generalmente de naturaleza heterométricos, mezclados con materiales finos como arena, limo y arcilla como matriz en menor proporción. Se les encuentra en las laderas de valles y al pie de barrancos escarpados (Zavala, et al., 2006).

En el área evaluada se hallan en las laderas que bordean el sector Patarín producto de antiguos deslizamientos y derrumbes. Estos depósitos están compuestos por bloques tipo metamórficos, dentro de una matriz limo arcillosa, de alta plasticidad (figura 8).

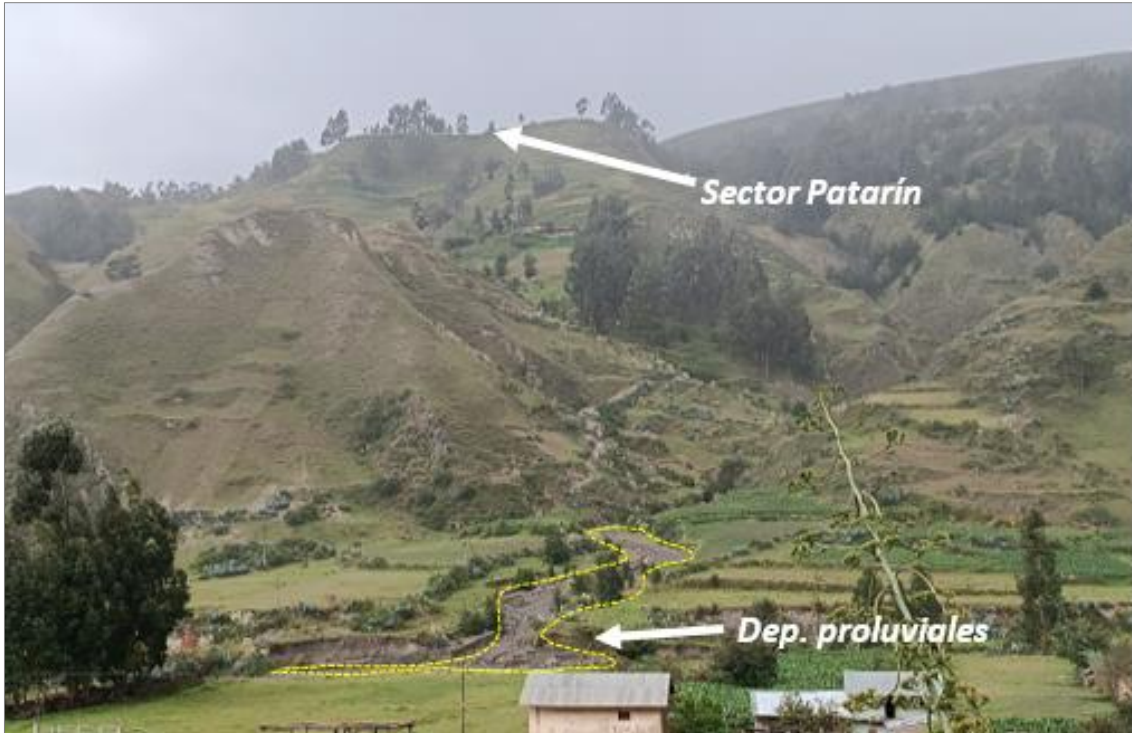


Figura 7. Depósitos proluviales provenientes de la zona alta cercanas al sector Patarín.



Figura 8. Depósitos coluvio deluviales originados por antiguos deslizamientos.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendiente del terreno

La pendiente del terreno, es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa. Actúa como uno de los factores condicionantes y dinámicos en la generación de movimientos en masa.

El mapa de pendiente del terreno a nivel local (mapa 2) se elaboró en base a la información del modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución generado a partir de imágenes de libre disponibilidad de "ALOS PALSAR" (figura 9).

Para la caracterización de la pendiente del terreno se consideró 6 rangos: 0°-1°: terrenos llanos, con pendiente muy baja; 1° a 5°: terrenos inclinados con pendiente suave; 5° a 15°: pendiente moderada; 15° a 25°: pendiente fuerte; 25° a 45°: pendiente muy fuerte a escarpada; mayor a 45° terreno muy escarpado.

A nivel general en el distrito de Sillapata, la pendiente del terreno varía principalmente de 15° a 25°, caracterizado como fuerte; también, se tiene pendientes muy fuertes (25° a 45°) en algunos sectores. El área propuesta para la construcción del establecimiento de Salud presenta pendiente baja (1°-5°) a moderada (5°-15°).

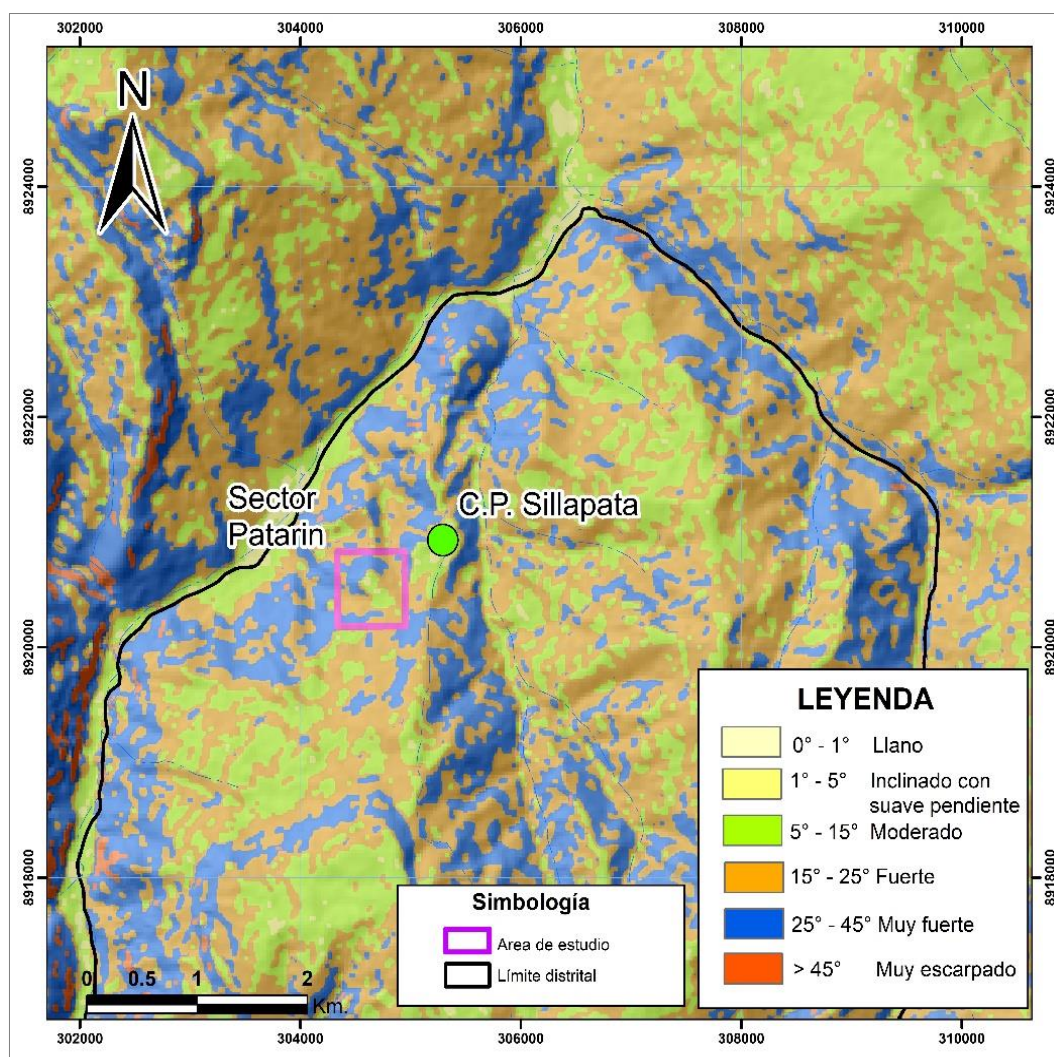


Figura 9. Modelo de la pendiente del terreno generada a partir de imágenes satelitales "ALOS PALSAR" con 12.5 m de resolución espacial en el distrito de Sillapata.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas en el área de estudio se utilizó el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve. Asimismo, para la delimitación de las subunidades, se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (afloramiento y substrato rocoso, así como depósitos superficiales).

En el Mapa 3 (Anexo 1) se presentan las subunidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio. Del mismo modo, en la figura 10, mediante el perfil longitudinal se muestra la morfología que alberga el sector Patarín.

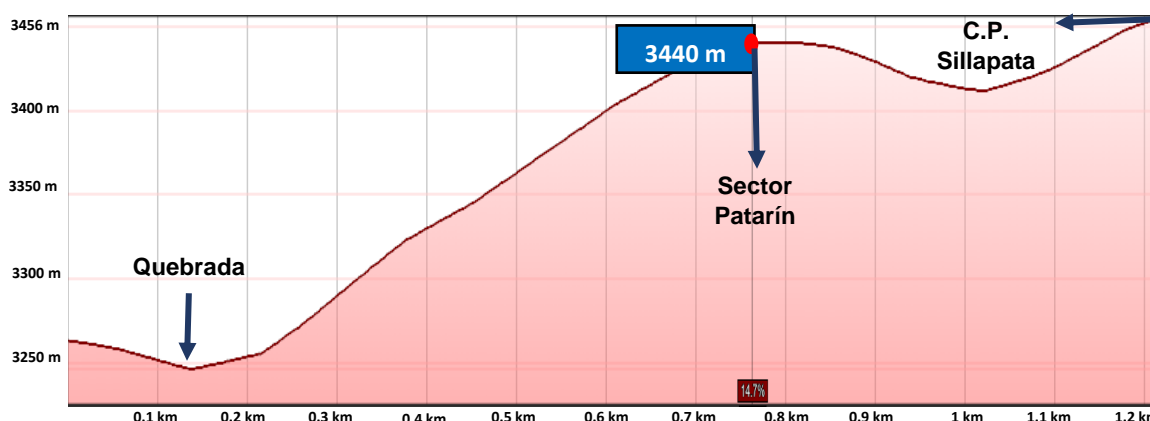


Figura 10. Perfil longitudinal del área de estudio.

4.2.1. Unidad de montaña

La unidad de montañas consiste en geformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (citado por Villota, 2005) donde se reconocen cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza.

En el área de evaluación de acuerdo a su morfología y origen se identificó las siguientes subunidades:

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

Relieve modelado en macizo rocoso sedimentario de la Formación La Unión, debido a su composición litológica ha sido posible la formación de vertientes erosionadas, con pendiente que varía de media (5° a 15°) a fuerte (15° a 25°) y cimas de formas puntiagudas. Sobre esta subunidad se tienen terrenos de cultivos (figura 10).

Subunidad de montañas en roca metamórfica (M-rm):

Relieve modelado sobre rocas metamórficas, compuesto por esquistos del Complejo Marañón. La subunidad cubre la zona este y sureste del área de evaluación y se muestra superficie afectada por procesos erosivos. Sus laderas presentan pendientes variables, de fuerte a escarpado (15° a 45°); además, presenta lugares con pendiente entre 5° a 15° considerado inclinado a suave asociado a tierras de cultivo y viviendas.



Figura 11. Vista con dirección al sureste, se observa el contacto de las subunidades geomorfológicas conformadas por montaña en roca sedimentaria (M-rs) y montaña en roca metamórfica (M-rm).

4.2.2. Unidad de piedemonte

Son geoformas de carácter depositacional y agradacional. Se consideran como formas de terrenos que constituyen la transición entre los relieves montañosos accidentados y las zonas planas.

En el área de evaluación se identificó las siguientes subunidades:

Vertiente coluvial (v-c) y vertiente coluvio-deluvial (v-cd)

Subunidades formadas 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. Además, en superficie están formados por la acción de la escorrentía. Litológicamente, está compuesto por capas de suelo fino de limos y arcillas con inclusiones de fragmentos de roca metamórfica y sedimentaria. Presenta superficie ligeramente escalonada relacionada con la zona de arranque o despegue de ocurrencias de movimiento en masa con pendientes del terreno entre 15° a 45° caracterizado como fuerte a escarpado; además, presenta lugares con pendiente entre 5° a 15° considerado inclinado a suave asociado a tierras de cultivo y terrenos de propiedad de la Municipalidad de Sillapata (figura 12).

Piedemonte proluvial (P-pral):

Corresponde a geoformas posicionadas en las desembocaduras de las quebradas que confluyen, por la margen izquierda al río Vizcarra. Esta geoforma está compuesta por la acumulación de sedimentos arrastrados por corrientes de agua y lluvias estacionales de carácter excepcional; además, corresponde a depósitos de flujos de detritos y aluviones.



Figura 12. Vista con dirección al noroeste, se observa la subunidad vertiente coluvio-deluvial.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamientos (PMA: GCA, 2007). Así como también pequeños derrumbes que se han producido dentro de los deslizamientos antiguos presentes en el sector Patarín.

Estos movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelos, el drenaje superficial y la cobertura vegetal. Se tiene como desencadenantes de estos eventos las precipitaciones pluviales periódica y/o movimientos sísmicos.

El terreno propuesto para la construcción del Centro de Salud Patarín se encuentra sobre una zona de baja pendiente (1° - 5°) rodeado de laderas con evidencia de movimientos en masa de tipo deslizamientos rotacionales y derrumbes que se encuentran actualmente en estado inactivo latente.

Además, se han identificado deslizamientos en 3 sectores (A, B y C) de las laderas que rodean el área de estudio (figura 13):

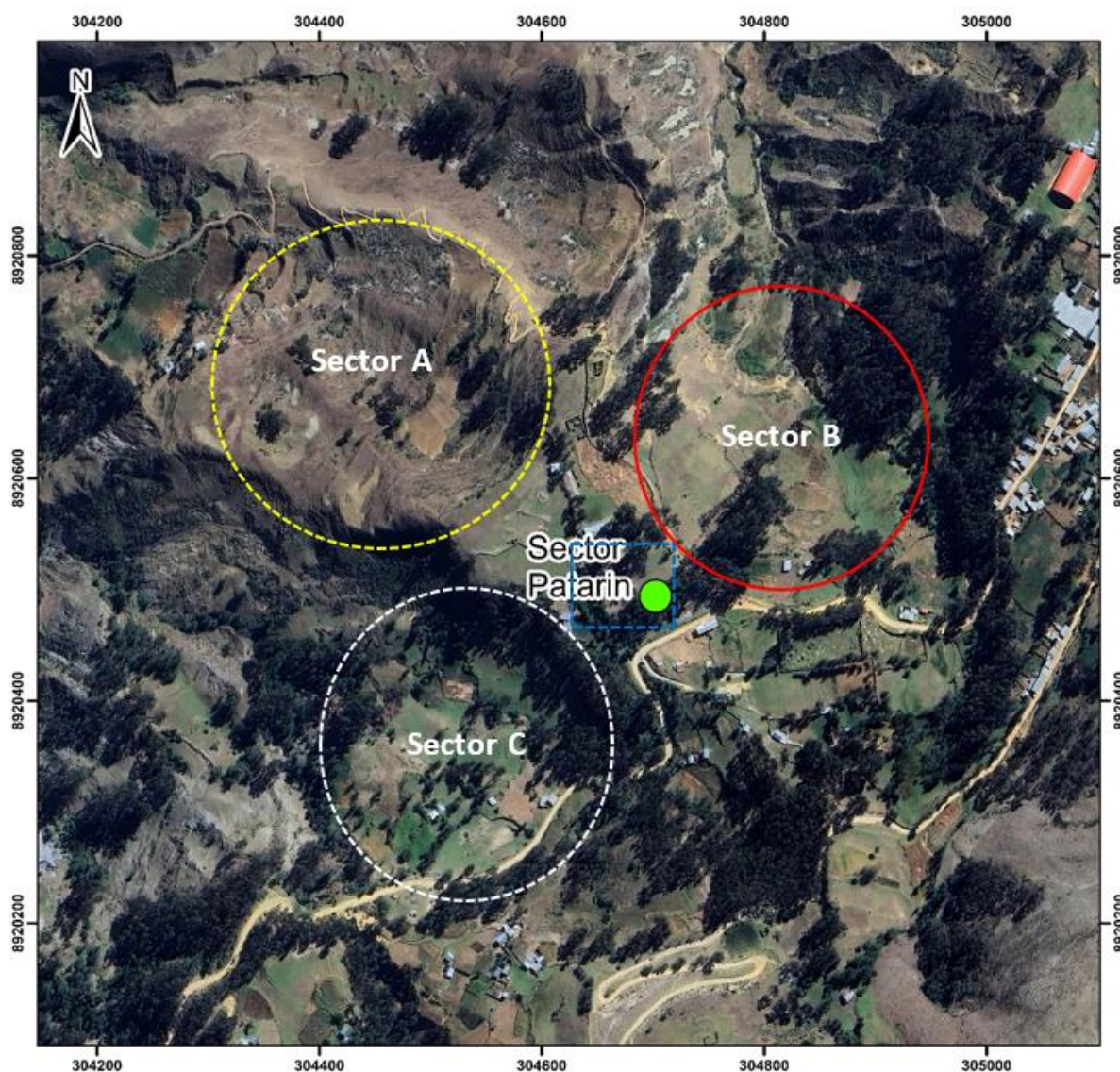


Figura 13. Ubicación de los sectores donde se presentan los deslizamientos.

5.1. Peligro geológico por deslizamiento en el sector A

En el Sector A de la zona evaluada se tiene un deslizamiento inactivo, con superficie de rotura rotacional. Presenta escarpas múltiples, irregulares y semicirculares. Abarca un área de aproximadamente 4.5 ha.

Este evento es parte de la reactivación de deslizamientos antiguos, evidenciado por la presencia de escarpes en el cuerpo del deslizamiento, con saltos de hasta 20 cm (figuras 14, 15 y 16).

Características visuales del deslizamiento A:

A continuación, se detalla las características más relevantes del deslizamiento 1 ubicado en el “Sector A”:

- Estado de actividad: Inactivo
- Superficie de rotura inferida: Rotacional
- Forma de la escarpa: Irregular
- Estilo de la escarpa: Escarpas múltiples
- Longitud de la escarpa principal: 250 m.
- Desnivel entre la escarpa principal y el pie del deslizamiento: 300 m. aprox.
- Salto principal o desplazamiento vertical (DV): menor a 35 m.
- Ancho promedio de evento: 110 m.
- Área de deslizamiento reactivado: 4.5 ha
- El avance de la reactivación de deslizamiento: Retrogresivo

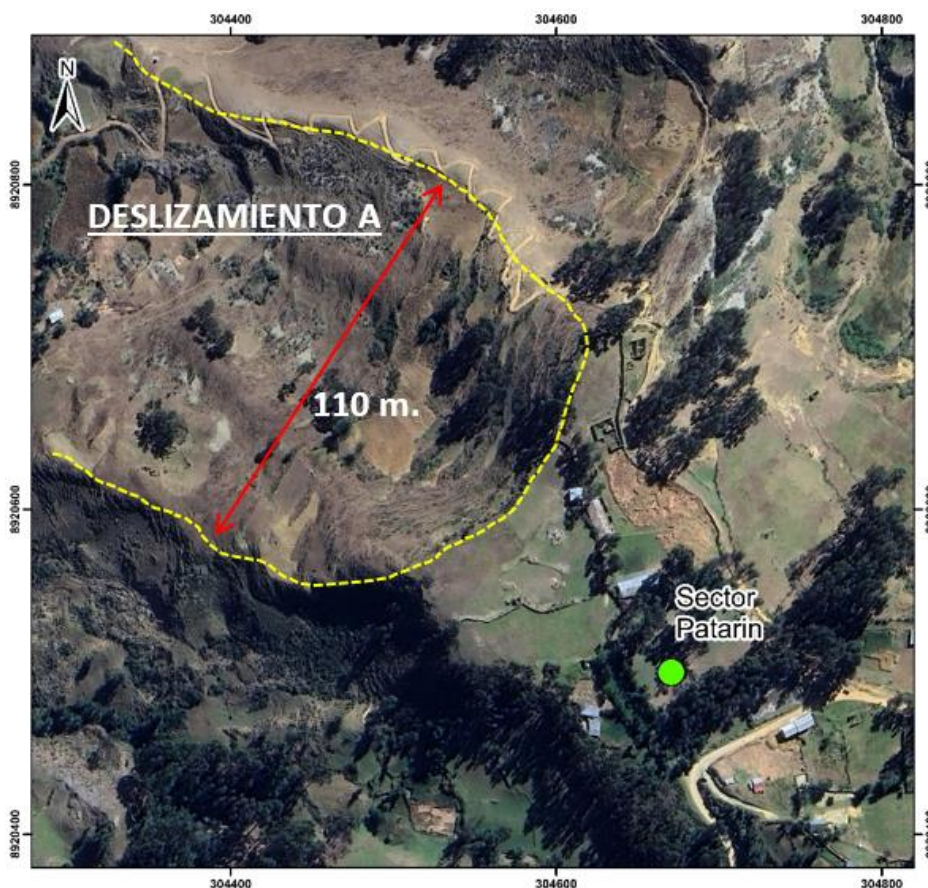


Figura 14. Ubicación del “deslizamiento A” que presenta un ancho promedio de 110 m.



Figura 15. Vista de la escarpa principal del deslizamiento A.



Figura 16. Vista sureste del cuerpo del "deslizamiento A". Se pueden notar, además, algunas escarpas secundarias aprovechadas para terrenos de cultivo.

5.2. Peligro geológico por deslizamiento en el sector B

En el Sector B se tiene un deslizamiento inactivo, con superficie de rotura rotacional, y formas de pequeñas escarpas múltiples, irregulares y semicirculares; de avance retrogresivo. Este presenta un área de aproximadamente 12 ha.

Al pie del deslizamiento se observa pequeños derrumbes sobre conglomerados y areniscas de la Formación Unión. Esto debido a la erosión de las bases del talud que genera la quebrada cuando se activa en flujo de detritos.

La primera zona propuesta para la construcción del centro de Salud, forma parte del flanco izquierdo del deslizamiento antiguo. Esta área presenta bloques de hasta 30 cm de rocas metamórficas sobre una matriz limo arcillosa de color anaranjado, que durante la temporada de lluvias se saturan e incrementan su plasticidad y volumen, pudiendo generar daño a construcciones civiles. Estos suelos cubren al afloramiento de rocas tipo esquisto, muy meteorizado y deleznable (figuras 17, 18 y 19).

Características visuales del deslizamiento B:

A continuación, se detalla las características más relevantes del “deslizamiento B” ubicado en el “Sector B”:

- Estado de actividad: Inactivo
- Superficie de rotura inferida: Rotacional
- Forma de la escarpa: Irregular
- Estilo de la escarpa: Escarpas múltiples
- Longitud de la escarpa principal: 900 m. aprox.
- Desnivel entre la escarpa principal y el pie del deslizamiento: 300 m. aprox.
- Ancho promedio de evento: 320 m.
- Área de deslizamiento reactivado: 12 ha
- El avance de la reactivación de deslizamiento: Retrogresivo

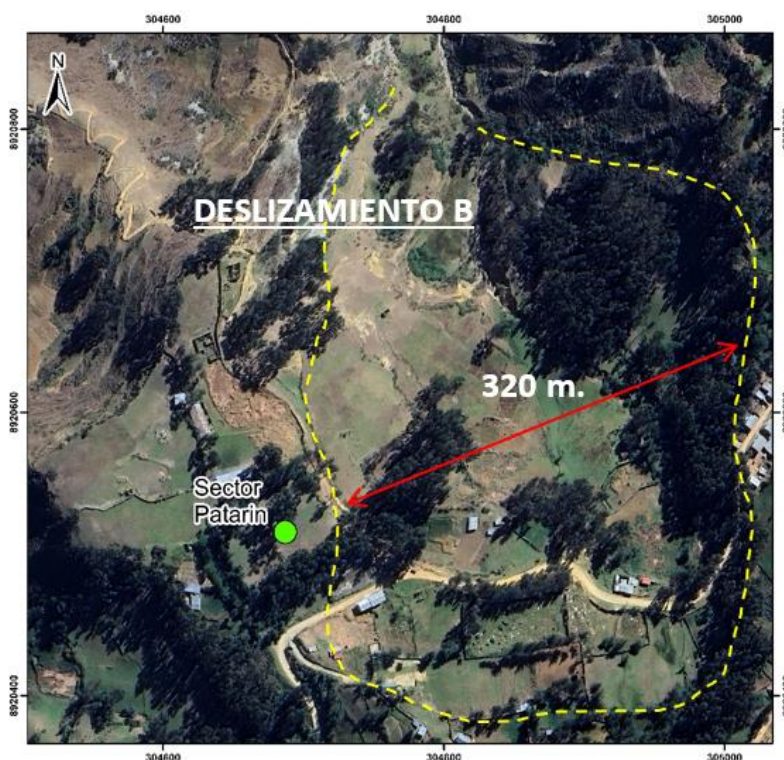


Figura 17. Ubicación del “deslizamiento B” que presenta un ancho promedio de 320 m

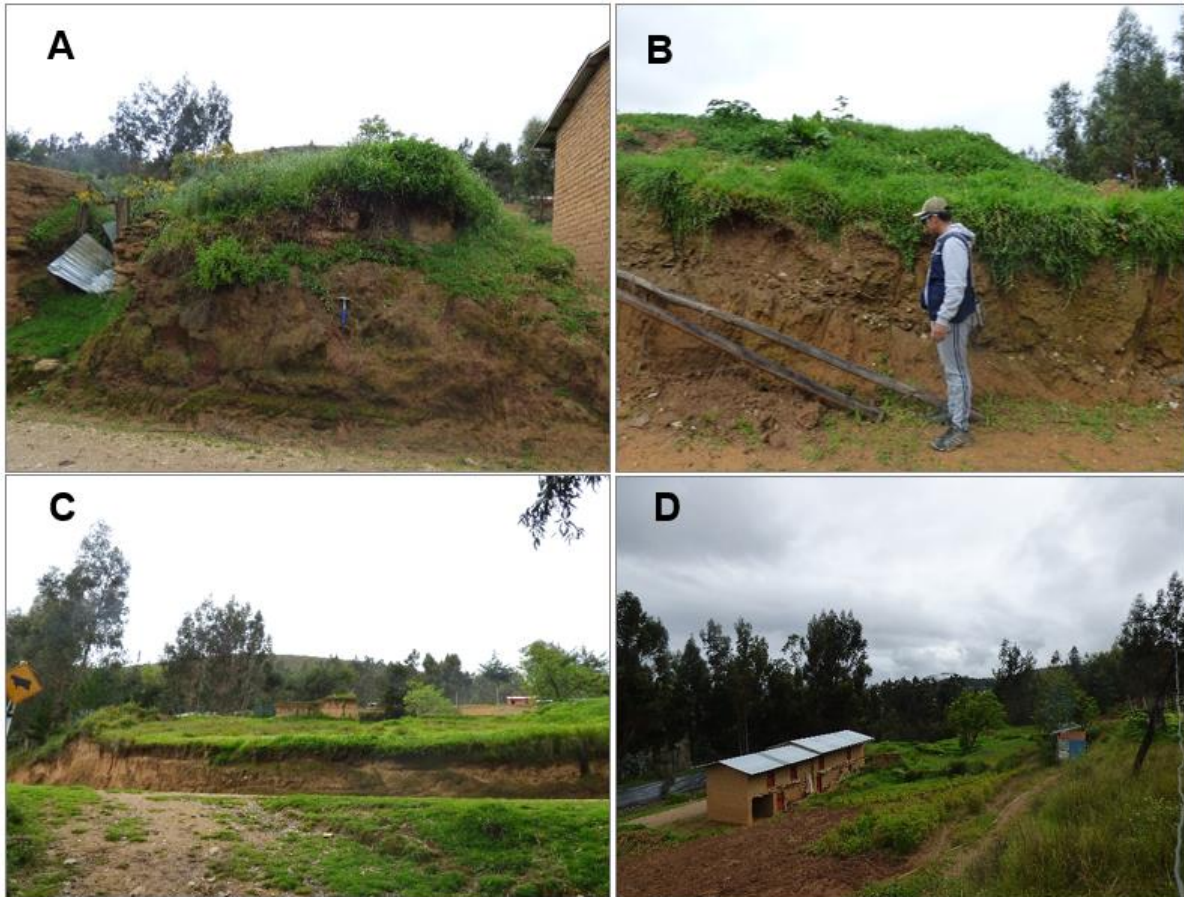


Figura 18. Depósitos coluvio-deluviales del deslizamiento B en zona propuesta para construcción de Centro de Salud.

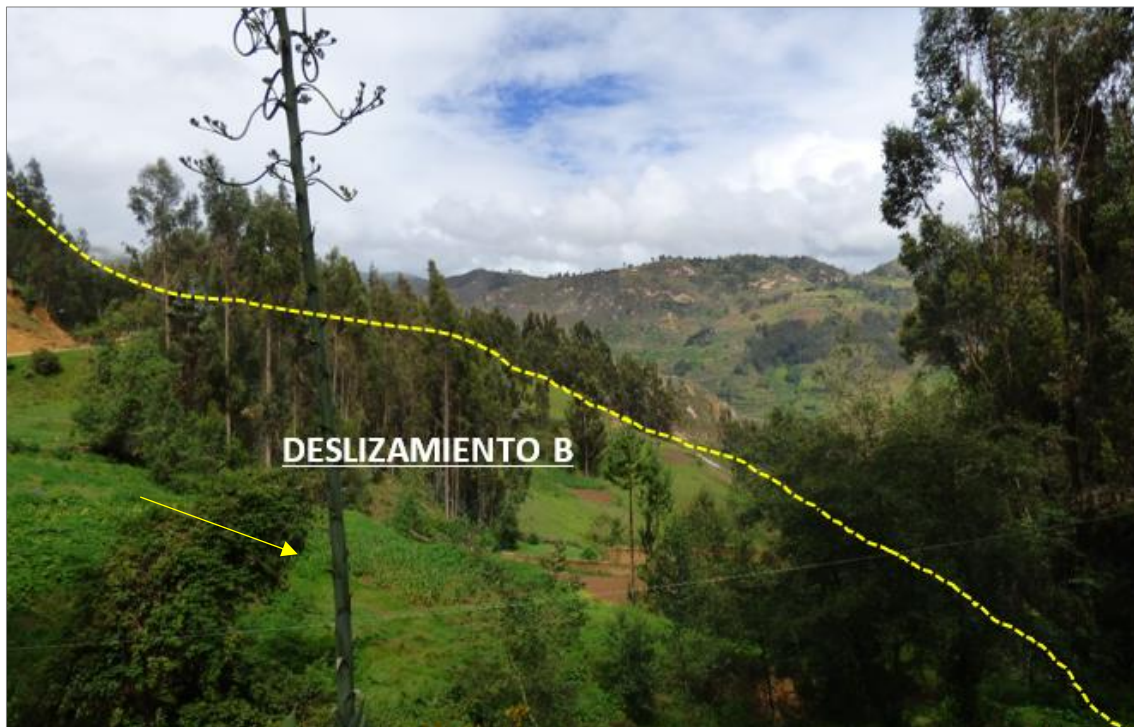


Figura 19. Vista lateral del "Deslizamiento B". Sobre estos depósitos se tienen terrenos de cultivo de alfalfa, tubérculos, etc.

5.3. Peligro geológico por deslizamiento y derrumbe en el sector C

En el Sector C se tiene un deslizamiento inactivo que presenta una superficie de rotura rotacional con formas de pequeñas escarpas múltiples, irregulares y semicirculares. Este presenta un área de aproximadamente 1.8 ha. Además, se ha desarrollado pequeños derrumbes hacia los laterales y pie de dicho deslizamiento.

Este deslizamiento se desarrolla dentro de la Formación La Unión. En la escarpa se observa afloramientos de conglomerados que son erosionados por aguas de escorrentía pluvial y regadío.

La escarpa principal se encuentra a unos 200 m de la zona propuesta para construcción del centro de Salud de Sillapata (figuras 20, 21, 22 y 23).

Características visuales del deslizamiento C:

A continuación, se detalla las características más relevantes del “deslizamiento C” ubicado en el “Sector 3”:

- Estado de actividad: Inactivo
- Superficie de rotura inferida: Rotacional
- Forma de la escarpa: Irregular
- Estilo de la escarpa: Escarpas múltiples
- Longitud de la escarpa principal: 90 m
- Desnivel entre la escarpa principal y el pie del deslizamiento: 180 m.
- Salto principal o desplazamiento vertical (DV): menor a 60 m.
- Ancho promedio de evento: 85 m.
- Área de deslizamiento reactivado: 1,8 ha
- El avance de la reactivación de deslizamiento: Retrogresivo

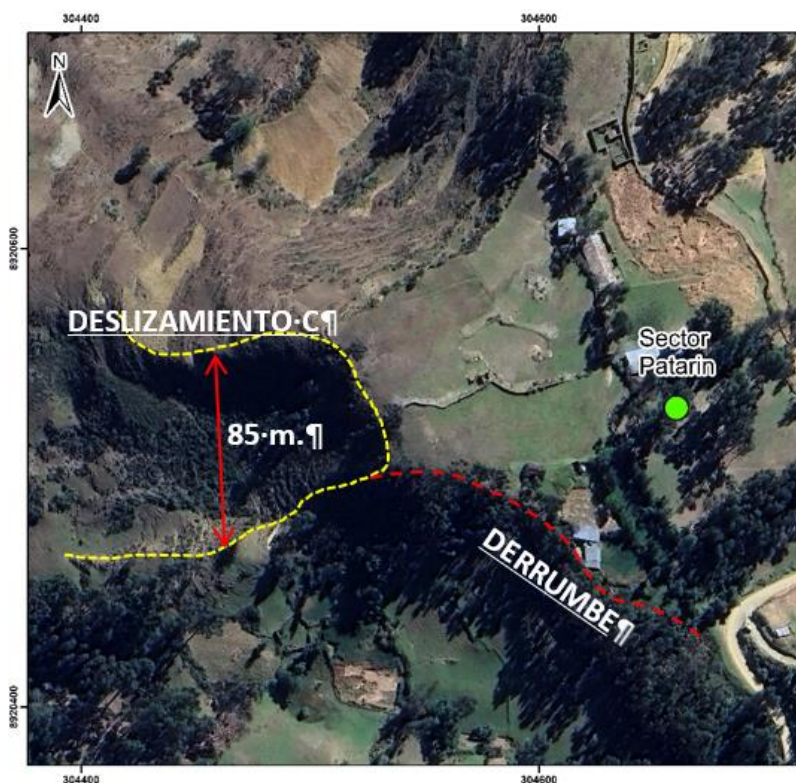


Figura 20. Ubicación del “deslizamiento C”, presenta un ancho promedio de 85 m. Además, se observa depósitos de derrumbes antiguos cubiertos por vegetación.



Figura 21. Vista del deslizamiento C sobre la ladera suroeste del área de estudio.



Figura 22. Vista del cuerpo del "deslizamiento C". Hacia el pie del deslizamiento, se observa una quebrada con pequeños derrumbes, en ambas márgenes.

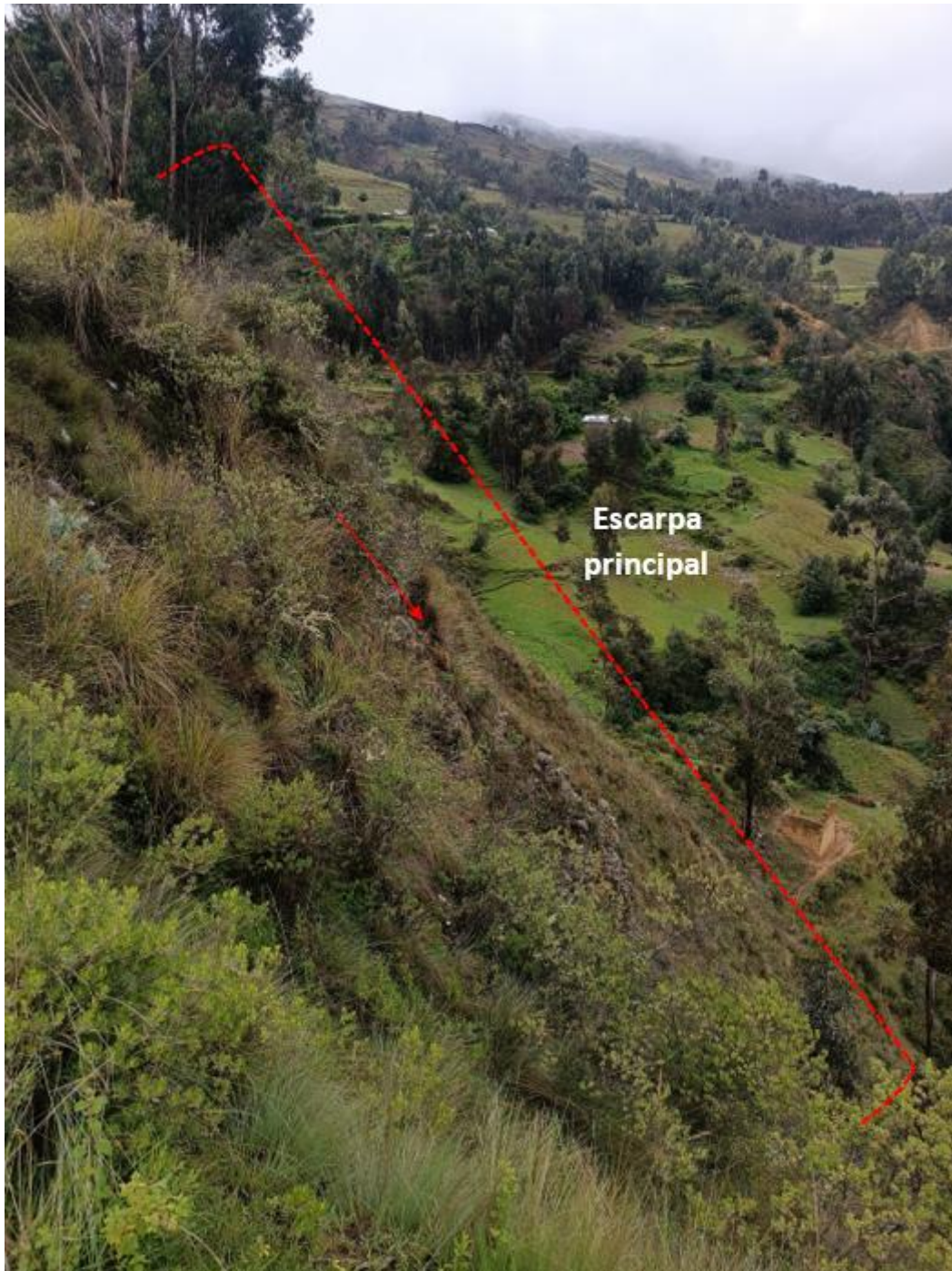


Figura 23. Vista de la escarpa principal del “Deslizamiento C”. Se observa conglomerados cubiertos por vegetación.

5.4. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

Depósitos inconsolidados y erosionados, localizados sobre macizos rocosos muy fragmentados, conformados por esquistos, conglomerados y areniscas con superficie completamente meteorizada, fáciles de ser afectado por agentes erosivos (fotografía 2).

Factor geomorfológico

Ladera de montaña modelada en rocas metamórfica y sedimentarias afectada por procesos geodinámicos superficiales visibles. Pendiente del terreno variable entre 5° y 45°, caracterizada como moderado a muy fuerte.

5.5. Factores desencadenantes

De acuerdo a las características del movimiento, se pudo inferir que éste fue causado por las filtraciones de agua acumuladas en el período lluvioso, que ayudaron a humedecer el material inconsolidado en la ladera, provocando sobresaturación y pérdida de cohesión.



Fotografía 2. Afloramientos de conglomerados cerca al sector 1, donde se desarrolla el deslizamiento "B".

6. ZONA PROPUESTA PARA CENTRO DE SALUD

De acuerdo a la propuesta de las autoridades distritales, se presentan 2 áreas para la construcción del futuro centro de Salud Sillapata. Estas deben cumplir con un área estimada de 2 000 m² para el puesto de Salud. La ubicación de dichas áreas se presenta en el cuadro 2 y figura 24.

Cuadro 2. Coordenadas de las áreas destinadas por la Municipalidad distrital de Sillapata

Área 1				
Vértice	UTM - WGS84 - Zona 18 S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	304738	8920484	-9°45'40.7"	-76°46'48.3"
2	304757	8920477	-9°45'42.1"	-76°46'47.7"
3	304744	8920410	-9°45'42.4"	-76°46'48.1"
4	304704	8920422	-9°45'42.0"	-76°46'49.4"
5	304689	8920440	-9°45'41.4"	-76°46'49.9"
Área 2				
Vértice	UTM - WGS84 - Zona 18 S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	304690	8920528	-9°45'38.5"	-76°46'49.9"
2	304712	8920490	-9°45'39.8"	-76°46'49.2"
3	304675	8920467	-9°45'40.5"	-76°46'50.4"
4	304651	8920505	-9°45'39.3"	-76°46'51.2"



Figura 24. Ubicación de áreas propuestas para la futura construcción del centro de Salud Sillapata.

Área 1:

Esta zona se encuentra sobre depósitos de deslizamiento antiguo donde predominan principalmente arcillas muy plásticas y húmedas (fotografía 3). Se observa afloramientos de esquistos altamente meteorizados, fácilmente disgregables al tacto lo que lo vuelve inestable para construcciones civiles (figura 25). Así también, se observan pequeños saltos tipo terrazas de hasta 20 cm, hechos por la población para la obtención de adobe y cultivos, generando pequeños charcos de agua durante la temporada de lluvias, que se filtran hacia el subsuelo generando mayor humedecimiento del terreno.



Fotografía 3. Vista de depósitos coluvio-deluviales donde sobresale la matriz limo-arcillosa en el "Área 1".



Figura 25. Zona de contacto entre depósitos coluvio-deluviales y esquistos sobre

Área 2:

Se encuentra en suelos residuales, sobre la Formación La Unión. Presenta una pendiente baja (1° - 5°) a moderada (5° - 15°), con pequeños saltos de hasta 40 cm hechos por la población para cultivos. Se encuentra rodeado de laderas de fuerte pendiente producto de deslizamientos antiguos. Estas laderas se encuentran aproximadamente a 150 m del terreno propuesto.

De las dos áreas propuestas, esta presenta mejores condiciones para la futura construcción del centro de Salud (figura 26). Para la habilitación del terreno, es necesario implementar sistema de drenaje adecuado para captar las aguas provenientes de las precipitaciones (figura 27) y regadío, y derivarlo al cauce de quebradas. Además, prohibir los cultivos sobre esta área, principalmente cultivos de alfalfa.



Figura 26. Vista del área propuesta (“Área 2”) para la construcción del Centro de salud Sillapata.



Figura 27. Saltos de hasta 40 cm. aprovechados por la población para cultivos cerca al “Área 2”.

7. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica, geomorfológica de la zona de estudio, así como a los trabajos de campo, y la evaluación de peligros geológicos, se emiten las siguientes conclusiones:

- a) El área de estudio se encuentra sobre macizo rocoso conformado por esquistos muy fracturados y altamente meteorizados, con niveles de cuarzo en forma de vetas paralelos a la esquistosidad del Complejo Marañón y conglomerados polimícticos con alternancia de areniscas de la Formación La Unión. Estos afloramientos se encuentran cubiertos por depósitos coluviales y deluviales, producto de derrumbes y deslizamientos antiguos, semiconsolidados, y fácilmente erosionables ante agentes erosivos.
- b) Geomorfológicamente, se identificaron montañas modeladas en roca metamórfica y sedimentaria donde la pendiente de la ladera varía principalmente entre 15° a 45°, caracterizada como fuerte a muy fuerte; también, se presentan pendientes menores a 5° representados por los terrenos agrícolas y áreas de propiedad municipal, donde se construirá el centro de Salud.
- c) Los peligros geológicos identificados corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento distribuidos en tres sectores (A, B y C) además de pequeños derrumbes; todos estos procesos se encuentran inactivos.
- d) Los deslizamientos del sector A abarcan un área de 4,5 ha, con ancho variable de hasta 110 m. En el sector B, los deslizamientos ocupan un área de 12 ha, con ancho de hasta 320 m. Finalmente, en el sector C, los eventos abarcan un área 1.8 ha, con un ancho próximo de 82 m. Estos eventos son de tipo rotacional, de avance retrogresivo y presentan escarpas ligeramente escalonadas.
- e) Se considera que, la presencia de depósitos inconsolidados y ladera de montaña con pendiente que varía entre 5° y 45°, caracterizada como moderado a muy fuerte, condicionan la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes en los alrededores del terreno propuesto para la construcción del centro de Salud.
- f) De acuerdo a las características del movimiento, se pudo inferir que los deslizamientos y derrumbes fueron causados por las filtraciones de agua acumuladas en el terreno, en período lluvioso, que ayudaron a humedecer el material inconsolidado en la ladera, provocando sobresaturación y pérdida de cohesión.
- g) De las 2 áreas propuestas para la construcción del Centro de Salud Sillapata, el área 1 se halla sobre depósitos coluvio-deluviales con pendiente fuerte, que se caracteriza principalmente por su abundante matriz limo-arcillosa de alta plasticidad. El área 2 se encuentra sobre conglomerados de la Formación La Unión, con pendiente baja (1°-5°) a moderada (5°-15°), por lo tanto, es la zona más apta para la construcción del centro de Salud, **sí y solo si** se implementan las recomendaciones emitidas en el presente informe.

8. RECOMENDACIONES

A continuación, se brindan recomendaciones con la finalidad de mitigar y/o prevenir futuros movimientos en masa en el terreno propuesto para la construcción del Centro de Salud de Sillapata. Así mismo, la implementación de dichas recomendaciones permitirá darle mayor seguridad a la infraestructura expuesta a los peligros antes mencionados.

1. En el área 2, apto para la construcción del centro de Salud, prohibir el uso del terreno para cultivo en al menos unos 200 m a la redonda de dicho lugar.
2. Implementar sistemas de drenaje para captar las aguas superficiales mediante drenajes impermeabilizados; para luego derivar hasta el cauce del río Vizcarra aprovechando las quebradas que se tienen hacia las márgenes del área evaluada. Asimismo, implementar zanjas de coronación en la zona posterior a las coronas de los deslizamientos (A, B y C), con el propósito de prevenir futuras reactivaciones.
3. Nivelar el terreno para la construcción de la obra propiciando una pendiente adecuada para drenar las aguas provenientes de precipitaciones.
4. Reforestar con plantas nativas las laderas donde se tienen deslizamientos y áreas aledañas bajo el asesoramiento técnico especializado.
5. Retirar el pozo de captación de aguas para evitar futuras filtraciones de aguas que afecten al terreno del Centro de Salud Sillapata.
6. Realizar estudios de suelos y capacidad portante detallados previo a la construcción del Centro de Salud Sillapata. Los estudios deben ser realizados por especialistas.


Guisela Choquenaira Garate

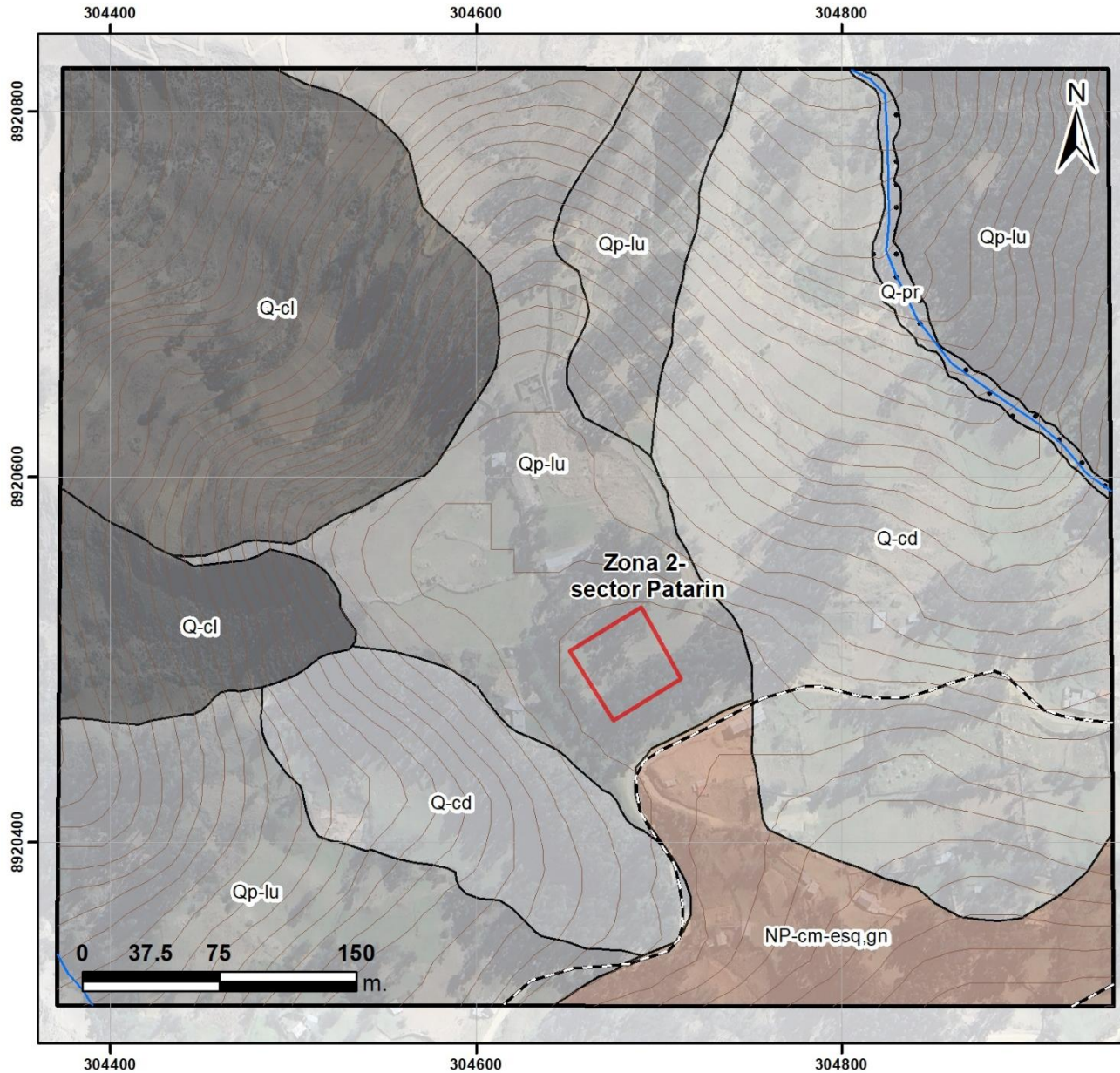

.....
Ing. SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- h) Zavala, B., & Vílchez, M., (2006). Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco. Boletín, C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; N° 34. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/278>
- i) Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>.
- j) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Evaluación de peligro geológico por deslizamientos en el centro poblado Tunya. Distrito Shunqui, provincia Dos de Mayo, departamento Huánuco. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7440, 44 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/4824>
- k) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Evaluación de peligro geológico en el sector de Sillapata. Distrito Sillapata, provincia Dos de Mayo, departamento Huánuco. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A6925, 16 p <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2239>

>

ANEXO 1: Mapas del sector Pararin



SIMBOLOGIA

- Terreno para Centro de Salud - Sillapata
- Área de estudio
- Quebrada
- Carretera

LEYENDA

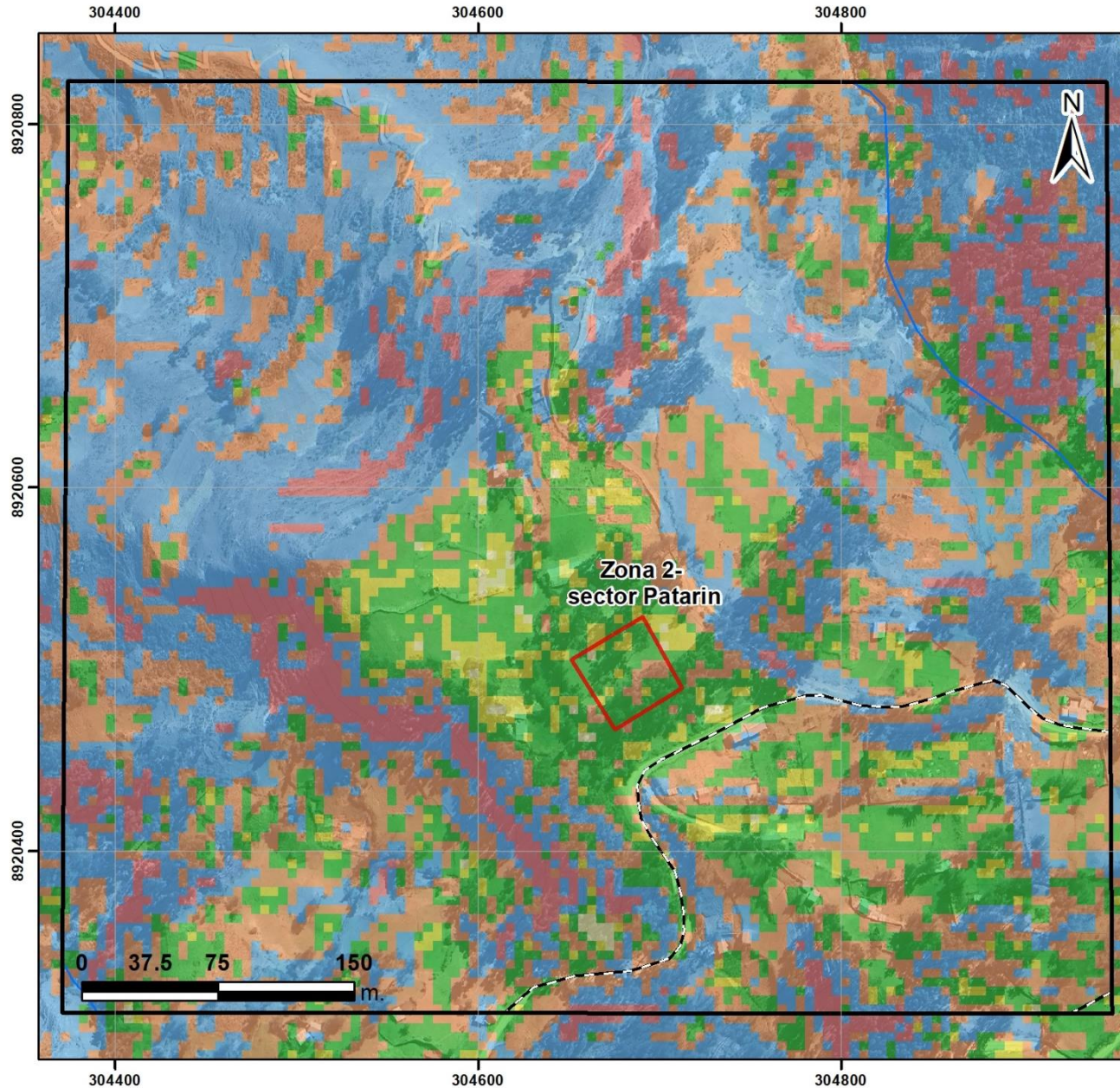
Unidades litoestratigráficas

- NP-cm-esq,gn Complejo del Marañón - esquisto
- Qp-lu Formación La Unión
- Q-cd Depósito coluvio-deluvial
- Q-cl Depósito coluvial
- Q-pl Depósito proluvial

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

MAPA GEOLÓGICO	MAPA
Escala 1:3 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: Año 2024	01



SIMBOLOGIA

- Terreno para Centro de Salud - Sillapata
- Área de estudio
- Quebrada
- Carretera

LEYENDA

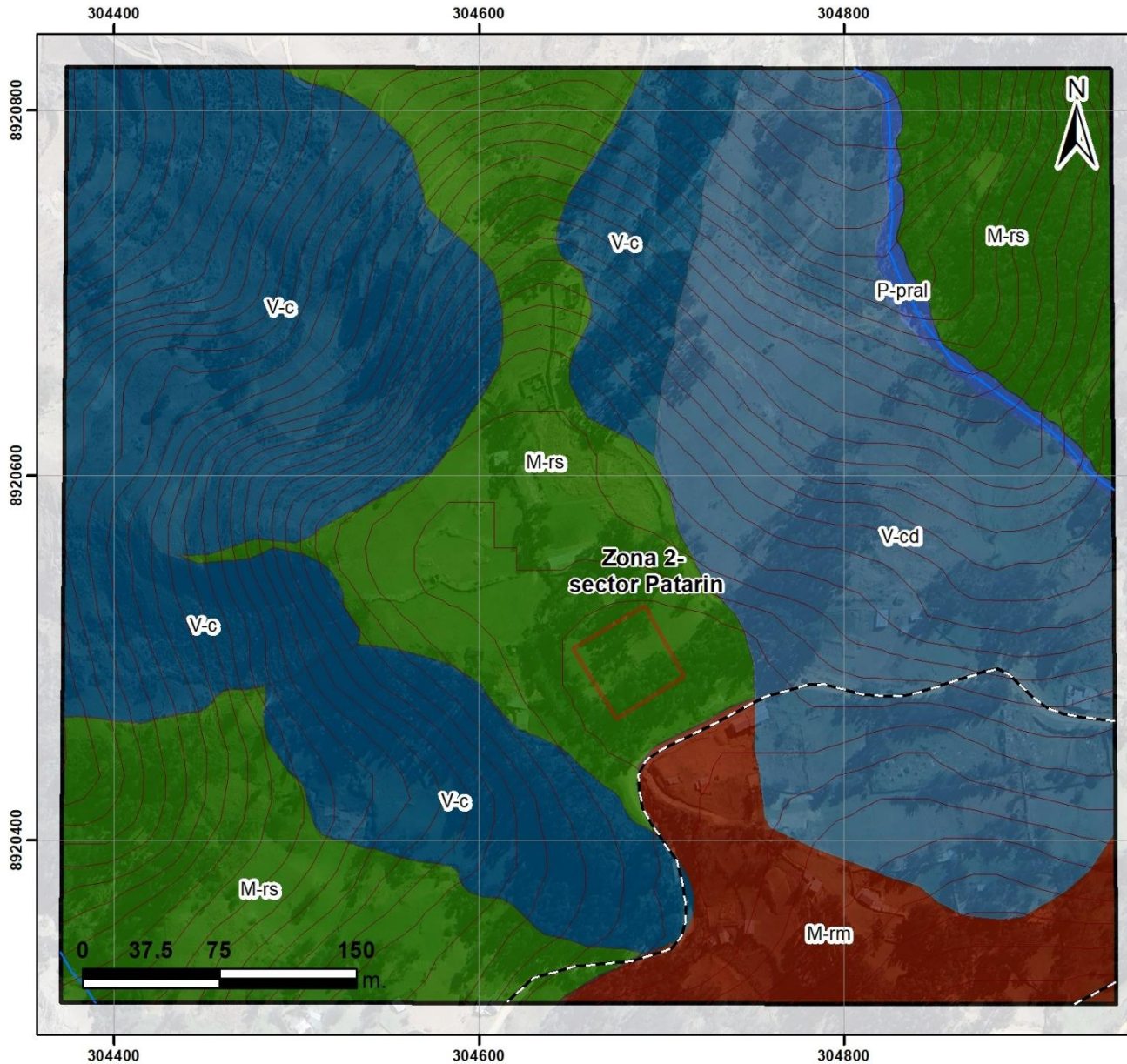
Rango de pendiente

- 1°: Muy baja
- 1°-5°: Baja
- 5°-15°: Media
- 15°-25°: Alta
- 25°-45°: Muy alta
- >45°: Abrupta

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

MAPA DE PENDIENTES	MAPA 02
Escala 1:3 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: Año 2024	



SIMBOLOGIA

- Terreno para Centro de Salud - Sillapata
- Área de estudio
- Quebrada
- Carretera

LEYENDA

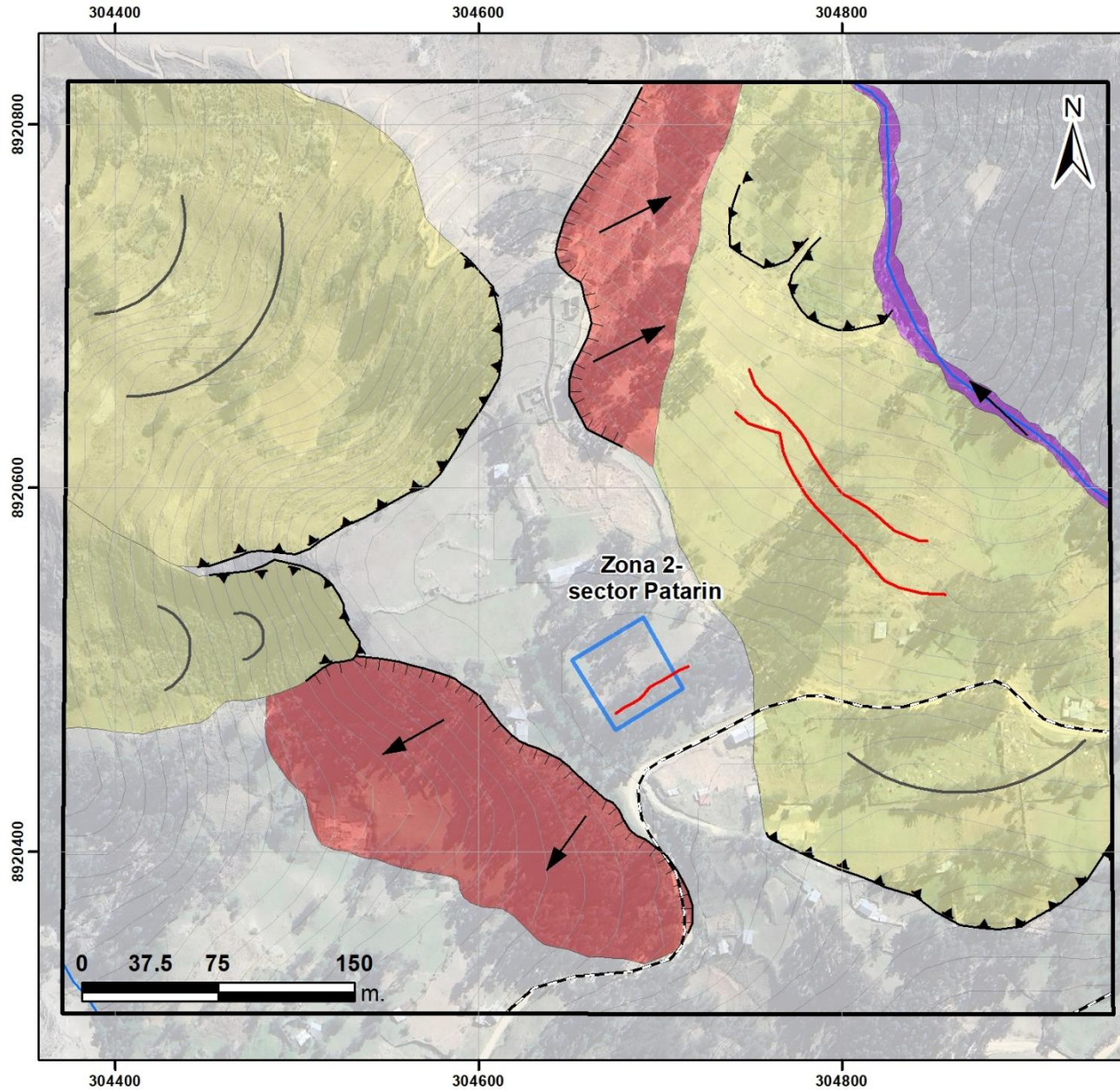
Subunidades geomorfológicas

- M-rm Montaña en roca metamórfica
- M-rs Montaña en roca sedimentaria
- P-pral Piedemonte proluvial o aluviotorrencial
- V-c Vertiente coluvial
- V-cd Vertiente coluviodeluvial








SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

MAPA GEOMORFOLÓGICO	MAPA
Escala 1:3 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2024	03



SIMBOLOGIA

-  Terreno para Centro de Salud - Sillapata
-  Área de estudio
-  Quebrada
-  Carretera
-  Escarpa de deslizamiento
-  Escarpa de derrumbe
-  Saltos

LEYENDA

Movimientos en masa

-  Derrumbe
-  Deslizamiento
-  Flujo de detritos

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

MAPA DE PELIGROS MAPA

Escala 1:3 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s **04**
 Versión digital: Año 2024

