

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7712

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR PUNAS

Departamento: La Libertad

Provincia: Otuzco

Distrito: Agallpampa



**DICIEMBRE
2025**

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR PUNAS

(Distrito Agallpampa, Provincia Otuzco, Departamento La Libertad)



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

Equipo técnico:

*Wilson Gómez Cahuaya
Guisela Choquenaira Garate*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). "Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Punas". Distrito Agallpampa, provincia Otuzco, departamento La Libertad, Informe Técnico N°A7712, Ingemmet 38p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Objetivos del estudio	4
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales.....	5
1.3.1. Ubicación.....	5
1.3.2. Población.....	6
1.3.3. Accesibilidad.....	7
1.3.4. Clima	8
2. DEFINICIONES	8
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	11
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	11
3.1.1. Centro volcánico Quiruvilca (Mioceno).....	11
3.1.2. Depósitos cuaternarios	13
3.1.2.1. Depósitos coluvio-deluviales.....	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	14
4.1. Pendiente del terreno	14
4.2. Unidades geomorfológicas.....	16
4.2.1. Montaña en roca volcánica (ME-rv)	16
4.2.2. Vertiente coluvio-deluvial (V-cd).....	17
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	18
5.1. Movimientos en masa	18
5.1.1. Deslizamiento activo.....	21
5.1.2. Derrumbe	23
5.1.3. Reptación de suelos	24
5.2. Factores condicionantes.....	26
5.3. Factores desencadenantes.....	27
6. CONCLUSIONES.....	29
7. RECOMENDACIONES.....	30
8. BIBLIOGRAFÍA.....	31
ANEXO 1: MAPAS	32
ANEXO 2: PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS.....	36

RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos asociados a movimientos en masa en el sector Punas, ubicado en el distrito Agallpampa, provincia Otuzco y departamento La Libertad. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico cumple con la función de brindar asistencia en materia de peligros geológicos a los tres niveles de gobierno.

En el sector Punas, el substrato rocoso está conformado por secuencias de rocas volcánicas y volcanoclásticas de los centros volcánicos de Quiruvilca y Payhual-Caupar atribuidas a una edad Mioceno. Su litología está constituida por una intercalación de depósitos de flujos piroclásticos de líticos y cristales envueltos en una matriz cristalolítica y pómez, intercalados con niveles de flujos de ceniza y pómez con limoarcillas de color gris parduzca. Localmente, sus macizos rocosos presentan características físicas de resistencia media y se encuentran muy fracturadas y superficialmente se hallan altamente meteorizados.

Los depósitos coluvio-deluviales están conformadas por acumulaciones inconsolidadas de fragmentos heterométricos envueltos en matriz arcillo limosa y arenosa, que se adosan en la ladera sur del cerro Sauco. Por su naturaleza suelta e incompetente, se caracterizan por tener una baja cohesión que ofrecen una baja resistencia al corte y a la erosión, lo que las convierten en zonas susceptibles a movimientos en masa.

Las geoformas que resaltan el relieve se produjeron sobre una morfología montañosa modelada en roca volcánica, caracterizada por una superficie algo escalonada con pendientes muy pronunciadas. Estas condiciones morfológicas del terreno han propiciado indirectamente la generación y evolución de los movimientos en masa.

Se identificó como peligro geológico principal, un deslizamiento de pequeña extensión y mediana magnitud que afectó la parte superior de la ladera sur del cerro Sauco, el cuál comprometió suelos coluvio-deluviales previamente saturados por intensas precipitaciones y surgencias de agua subterránea ubicados sobre una pendiente pronunciada. Este evento afectó temporalmente la trocha carrozable que se dirige hacia las comunidades adyacentes. Asimismo, al pie de la ladera se desarrollan movimientos en reptación que afectan ligeramente una vivienda y que podría comprometer el cerco perimétrico de la Institución Educativa N°81661.

De acuerdo con las características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se considera la parte superior de la ladera sur del cerro Sauco como **Peligro Alto** frente a la ocurrencia de deslizamientos y **Peligro Medio-Bajo** ante procesos de reptación de suelos que afectan a la I.E N°81661 y viviendas situadas en el poblado del sector Punas.

Finalmente, se recomienda a las autoridades competentes y tomadores de decisiones, implementar medidas para mitigar los peligros geológicos identificados, como la construcción de zanjas de coronación con una sección de material impermeable (geomembranas o arcillas) a fin de derivar las aguas pluviales hacia otro cauce, sellar los agrietamientos a fin de evitar la infiltración de agua durante lluvias intensas y reforestar la ladera con especies nativas y raíces densas a fin de contribuir con una mayor resistencia y cohesión a los suelos incompetentes. Y, por último, se recomienda realizar el EVAR correspondiente.

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 “Servicio de Asistencia Técnica en la Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, 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 Agallpampa, según oficio N°025-2025-MDA/ALC. Es en el marco de nuestras competencias se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa. La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los ingenieros Wilson Gómez Cahuaya y Guisela Choquenaira Gárate para realizar la evaluación de peligros geológicos en el sector Punas, el cual se efectuó el 27 de febrero, en coordinación con los representantes del sector mencionado.

La evaluación técnica se ejecutó en 03 etapas: Gabinete I; pre-campo empezó con la recopilación de antecedentes de estudios de geología, geodinámica externa y geomorfología por parte del INGEMMET; Campo; consistió en la observación geológica, toma y medición de datos estructurales (levantamiento fotogramétrico con dron, captura de imágenes fotográficas), cartografiado al detalle, recopilación de información y testimonios de población local afectada; Gabinete II; se realizó el procesamiento digital e interpretación de toda la data extraída en campo, que involucra fotointerpretación cartográfica geológica y geodinámica para la identificación de procesos de movimientos en masa a través de imágenes satelitales que ofrece la plataforma Google Earth, elaboración de mapas, figuras temáticas y finalmente redacción del informe final.

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

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Punas, distrito Agallpampa, provincia Otuzco y departamento La Libertad.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción ante peligros geológicos evaluados.

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 la geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes.

- a) Riesgo Geológico en la Región La Libertad INGEMMET (Medina et al., 2012). Donde señala que el sector Punas presenta susceptibilidad a movimientos en masa con grado que va de alto a muy alto (**Figura 1**).
- b) Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. Hojas: 15-f, 15-g, 16-g, INGEMMET (Reyes L., 1980). Determina y describe las unidades volcánicas y volcanoclásticas de edad Paleógeno en el sector Punas y alrededores.

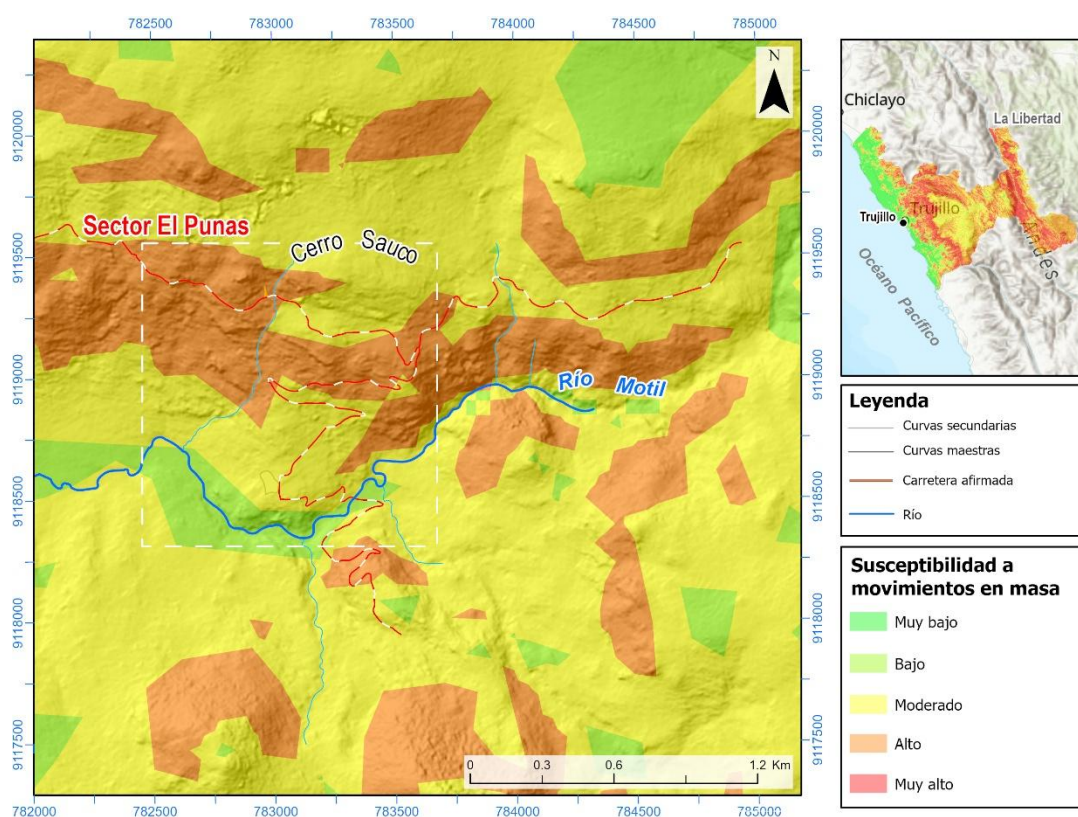


Figura 1. Susceptibilidad por movimientos en masa en el Sector Punas. Tomado de Medina et al., (2012).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El sector Punas se ubica políticamente en el distrito de Agallpampa, provincia Otuzco y región La Libertad. Está comprendido entre las siguientes coordenadas UTM WGS 84: 782974 Este y 9119371 Norte (**Figura 2**).

Desde el punto de vista morfoestructural, el sector Punas se enmarca dentro de la Cordillera Occidental del norte del Perú.

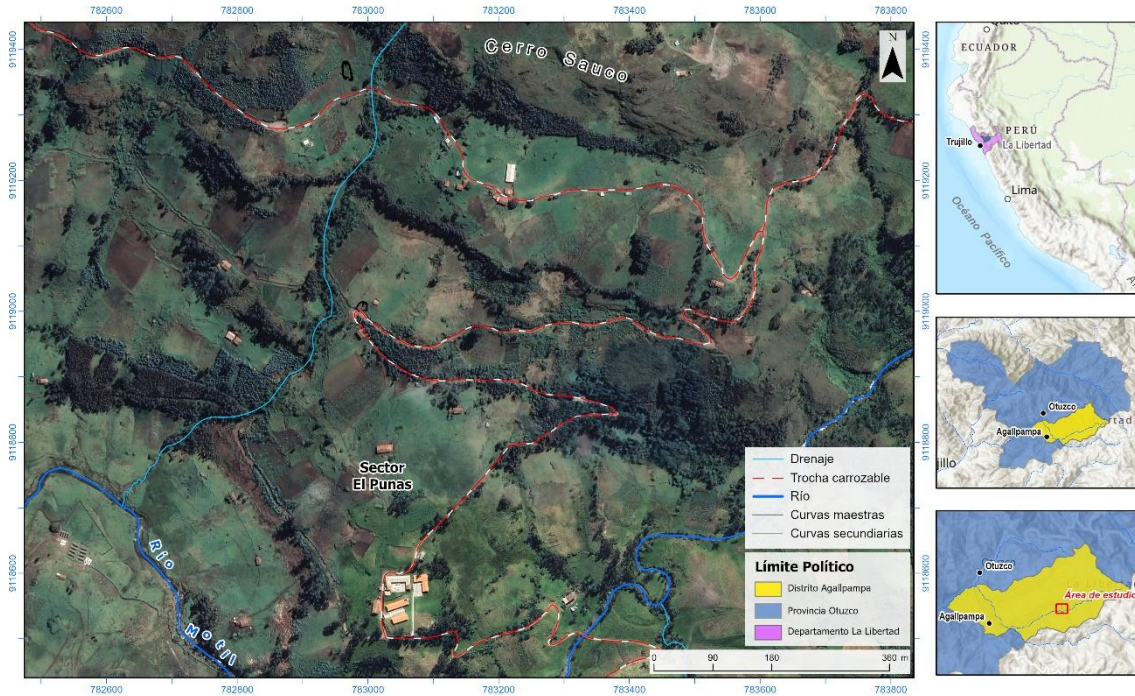


Figura 2. Imagen satelital donde se ubica la zona evaluada en el sector Punas, distrito Agallpampa, provincia Otuzco y departamento La Libertad. Imagen satelital tomada de Google Earth.

1.3.2. Población

De acuerdo con la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas del 2017 (INEI). La población total susceptible a movimientos en masa en el sector Punas es de 172 habitantes distribuidas en 42 viviendas (**Figura 3**). Además, la escuela I.E N°81661 se encuentra a pocos metros de la zona donde ocurre movimientos en masa (**Figura 4**).

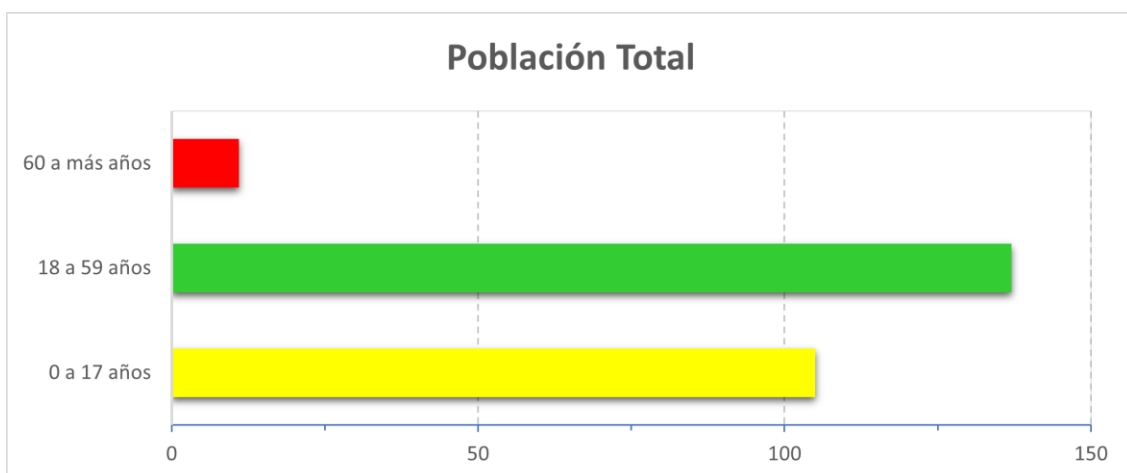


Figura 3. Distribución poblacional asentada del sector Punas expuesta a peligro geológico (<https://censo2017.inei.gob.pe/>). Fuente: Elaboración propia.

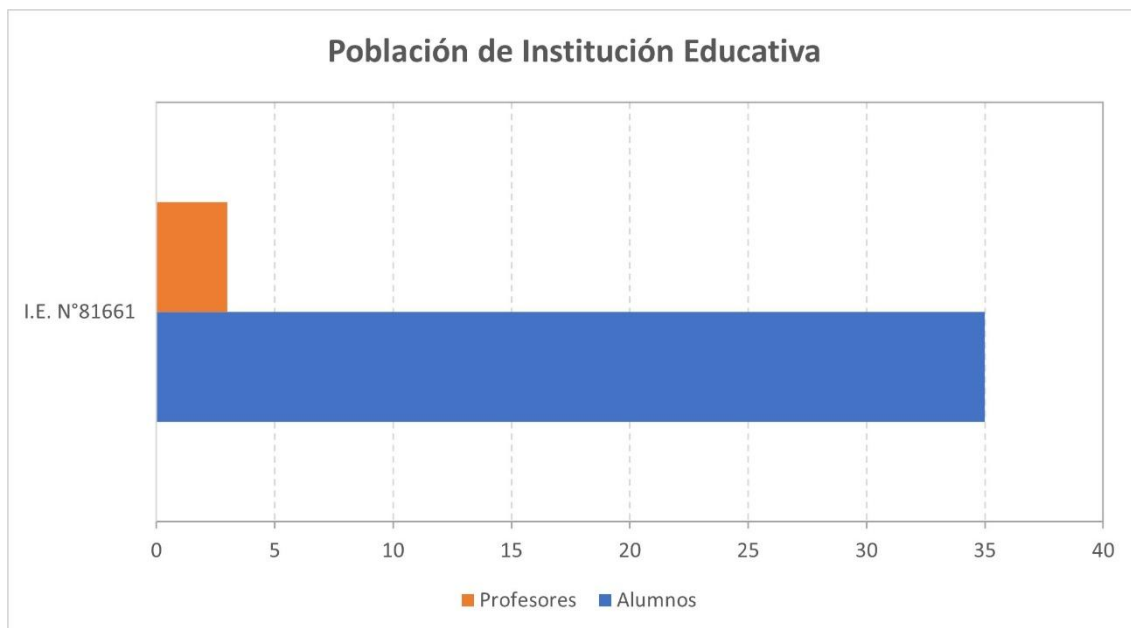


Figura 4. Distribución poblacional de alumnos y docentes de la institución educativa I.E N°81661.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso al área de evaluación se realiza desde la sede principal del INGEMMET, ubicada en el distrito de San Borja, Lima, siguiendo la ruta que se presenta en la siguiente tabla y figura.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Lima (INGEMMET) – Distrito Agallpampa	Asfaltada	683	09 h y 37 min
Distrito Agallpampa – Punas	Trocha	30	20 min

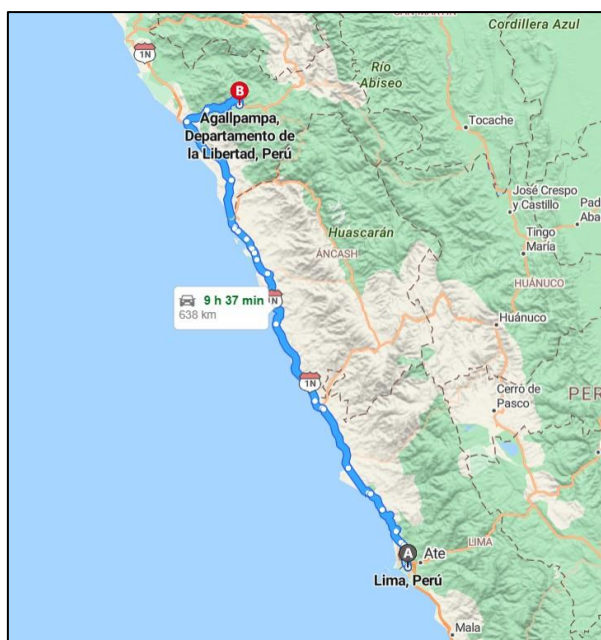


Figura 5. Mapa de accesibilidad al sector Punas, distrito Agallpampa, provincia Sánchez Carrión, departamento La Libertad.

1.3.4. Clima

Respecto a las precipitaciones, se tiene datos recopilados y disponibles de la estación Julcán (Senamhi), en la que se tiene datos más puntuales en la zona evaluada que corresponden a los años 2025 (enero a abril), el cual muestra que las precipitaciones más altas y anómalas registradas corresponden a los meses de febrero y marzo, fecha en que reportaron movimientos en masa en el Sector Punas (**Figura 6**).

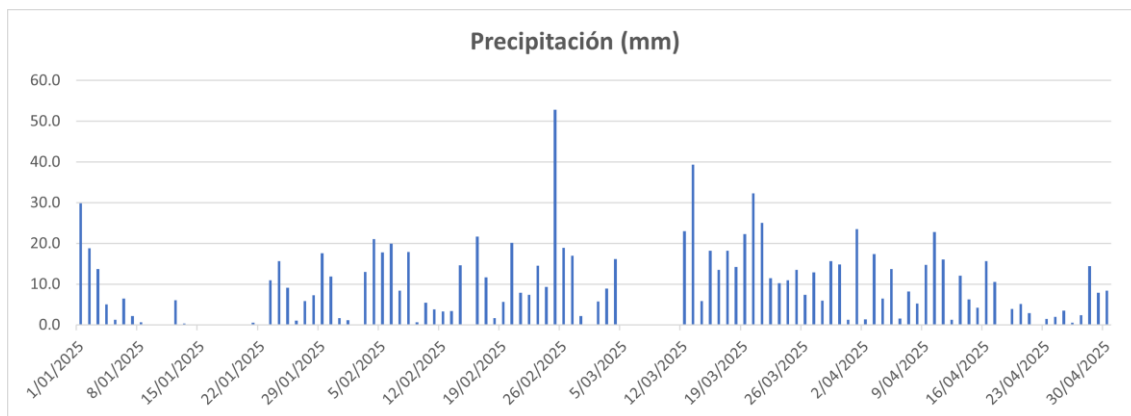


Figura 6. Precipitaciones diarias registradas en la estación Julcán (Senamhi). Fuente: Elaboración propia.

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, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres.

Todas estas denominaciones tienen como base el libro: "Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas" desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

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

- **Arcilla:** Suelo 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; muy influenciados por el agua en su comportamiento.
- **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.
- **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. 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.
- **Escarpe.** 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.
- **Deslizamiento.** Son movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud (Cruden, 1991). Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc.
- **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.
- **Ladera:** Superficie natural inclinada de un terreno.
- **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:** Fenómeno de remoción en masa (Colombia, Argentina), proceso de remoción en masa (Argentina), remoción en masa (Chile), Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.

- **Peligro geológico:** 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.
- **Susceptibilidad:** La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.
- **Zonas críticas:** Son zonas o áreas con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Algunas pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

De acuerdo a la Carta Geológica Nacional, en el sector Punas, afloran rocas sedimentarias, representadas por las unidades litoestratigráficas; Formación Chicama, Formación Chimú, Formación Santa, Carhuaz y depósitos Cuaternarios.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades que intervienen directamente con los procesos de movimientos en masa en el sector Punas es las unidades volcánicas del Centro Volcánico Quiruvilca y los Depósitos Cuaternarios que descansan discordantemente, que se detallan a continuación.

3.1.1. Centro volcánico Quiruvilca (Mioceno)

En el sector Punas, afloran rocas volcánicas del centro volcánico Quiruvilca atribuido a una edad del Mioceno, se trata de secuencias bien marcadas, constituidos de flujos piroclásticos color gris pardo verdoso en estratos potentes subhorizontales.

En la parte superior de la ladera sur del cerro Sauco, afloran rocas piroclásticas rico en cristales y líticos envueltos en una matriz de ceniza y pómez color gris blanquecino rosáceo (**Fotografía 1**). Están distribuidos en paquetes potentes que superan los 1.2 m de espesor; asimismo, a la base se intercalan con flujos de ceniza y niveles de limoarcillas gris verdoso en estratos centimétricos. Estas secuencias se encuentran muy fracturadas y fuertemente meteorizadas, el cual derivan a formar suelos limoarcillosos depositados en la parte baja, lo que las convierten en zonas susceptibles a movimientos en masa (**Fotografías 2 y 3**).



Fotografía 1. Depósitos de flujos piroclásticos rico en cristales y líticos dispuestos en una matriz de ceniza y pómez en paquetes potentes. Vista mirando al norte.



Fotografía 2. En la parte superior, paquetes potentes de flujos piroclásticos y en la parte inferior secuencias de flujos de cenizas y pómez en estratos centimétricos inclinados débilmente en contra de la pendiente; asimismo, estas secuencias se hallan muy fracturados y fuertemente meteorizados, del cual derivan suelos limoarcillosos ladera abajo. Vista mirando al norte.



Fotografía 3. Estratos subhorizontales de flujos piroclásticos muy fracturados y fuertemente meteorizados.

3.1.2. Depósitos Cuaternarios

3.1.2.1. Depósitos coluvio-deluviales

En el sector Punas, estos depósitos se alojan en la ladera sur del cerro Sauco. Se trata de secuencias inconsolidadas provenientes de suelos residuales y por desgaste superficial de depósitos piroclásticos y de ceniza, combinados con procesos gravitacionales y de dinámica deluvial que fueron acumulados sobre una ladera con pendiente fuerte a muy fuerte.

Estos depósitos están conformados por fragmentos heterométricos de formas subangulosos a subredondeados dispuestos en matriz limoarcillosa. Por su naturaleza suelta e incompetente, se caracterizan por tener una baja cohesión y ofrecen una baja resistencia a la erosión, lo que las convierten en zonas susceptibles a movimientos en masa. Asimismo, estos suelos suelen saturarse al encontrarse próximos a surgencias de agua o manantiales, tal como se observa en el cerro Sauco (**Fotografías 4 y 5**).



Fotografía 4. Depósitos coluvio-deluviales provenientes de depósitos piroclásticos que fueron acumulados en la parte baja de la ladera sur del cerro Sauco. Vista mirando al noreste.



Fotografía 5. Detalle de los depósitos coluvio-deluviales muy saturados acumulados en la media superior de la ladera sur del cerro Saucó. Vista mirando al oeste.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendiente del terreno

El análisis de la pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la propagación de las mismas.

Se consideraron seis rangos de pendientes que van de 0° a 1° considerados terrenos llanos; 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 escarpado; finalmente, mayor a 45° terreno como muy escarpado.

Para el sector Punas, se elaboró un mapa de pendientes a partir de un modelo de elevación digital (DEM) de resolución de 5 m/píxel proveído por CONIDA (**Figura 7**).

La ladera sur del cerro Saucó muestra un relieve accidentado, con pendiente moderada que van de 1° a 15°, localizadas al pie de la ladera sur, donde se asienta mayormente la población de Punas. En la parte superior de la ladera sur, se observa pendientes fuertes a muy fuertes, donde se observa las geoformas subhorizontales con escarpes subverticales, extendiéndose hacia ladera abajo en relieve algo escalonado que en promedio presentan pendientes fuertes, el cual se relacionan con los movimientos en masa, como deslizamientos y derrumbes (**Fotografías 6 y 7**).

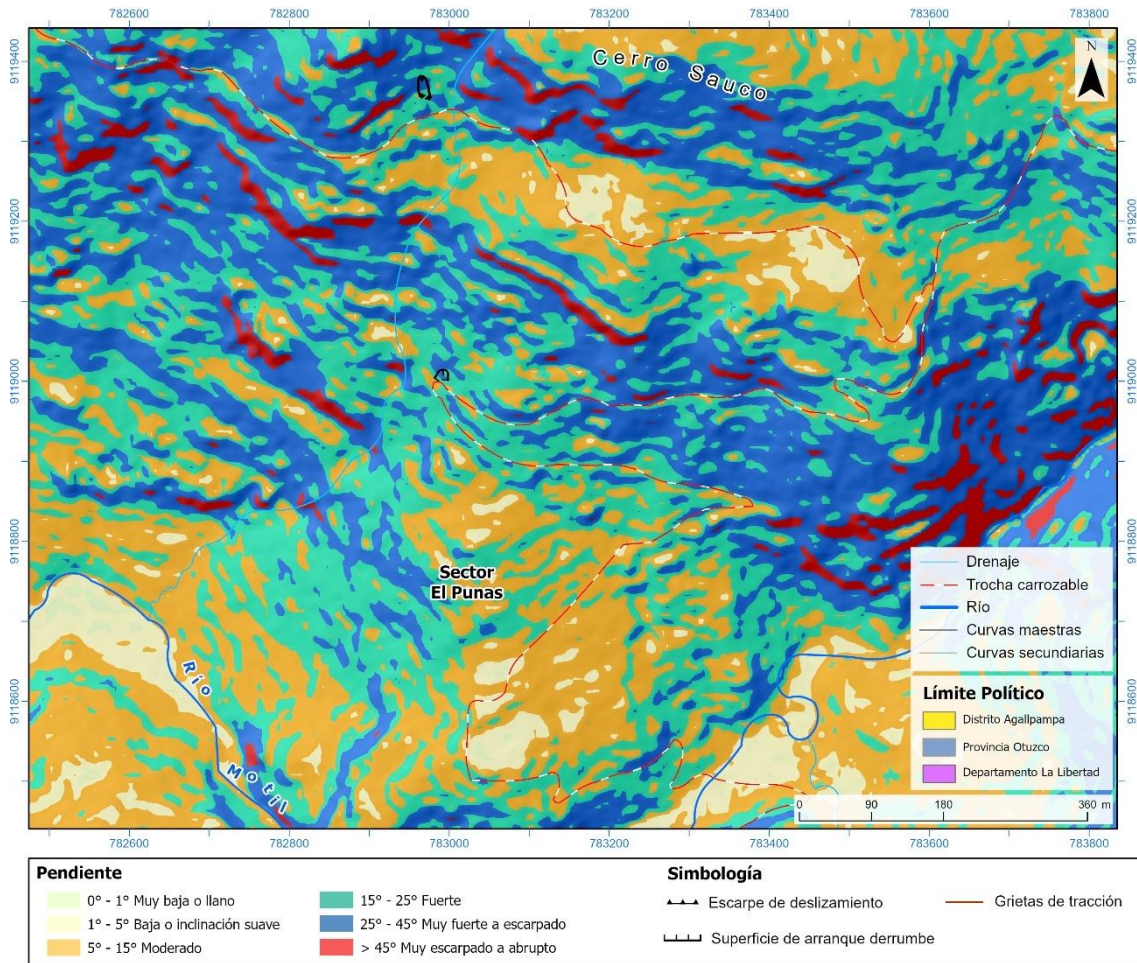


Figura 7. Mapa de pendientes del sector Punas.



Fotografía 6. Relieve muy accidentado en la ladera sur del cerro Sauco con pendientes que van de fuertes a muy fuertes. Vista mirando al este.



Fotografía 7. Relieve algo escalonado con pendientes fuertes a muy fuertes que oscilan entre 25° a 45° en la parte media y baja de la ladera sur del cerro Sauco. Al fondo se observa la zona afectada por deslizamiento relacionado con las pendientes muy pronunciadas en el sector Punas. Vista mirando al sur.

4.2. Unidades geomorfológicas

4.2.1. Montaña en roca volcánica (ME-rv)

Geoforma modelada en roca volcánica perteneciente al centro volcánico Quiruvilca. Esta unidad se extiende de manera significativa y ampliamente en el sector Punas, donde el relieve predominante es de tipo montañoso. Su ladera sur presenta una morfología algo escalonada y ondulada, resultado de procesos geológicos antiguos.

La cima tiene un desnivel de ~308 m desde el pie del talud, es decir, desde la base del río Motil. Su origen se debe principalmente a fases de actividad volcánica y que posteriormente involucró procesos tectónicos y erosivos que dieron lugar a una topografía accidentada actual. Su ladera sur aloja depósitos residuales y coluvio-deluviales dispuestas en pendientes moderadas, fuertes a muy fuertes que en la actualidad representan zonas inestables y sujetas a procesos de movimientos en masa (**Fotografías 8 y 9**).



Fotografía 8. Unidad geomorfológica de montaña moldeada en roca volcánica. Vista panorámica mirando al noreste. Fondo en la ladera media superior se observa la zona afectada por deslizamiento en el sector Punas.



Fotografía 9. Relieve montañoso desde otro ángulo, donde se observa una morfología escalonada. En la parte media superior se originó el deslizamiento que afectó parte de la carretera en el sector Punas. Vista panorámica mirando al noreste.

4.2.2. Vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

En el sector Punas, estas geoformas se emplazan en la parte media-superior y baja de la ladera sur del cerro Sauco.

Se trata de materiales coluviales combinados con la dinámica deluvial constituida por secuencias inconsolidadas dispuestas sobre laderas con pendientes muy pronunciadas, el cual, se caracterizan por presentar baja cohesión y que ofrecen poca resistencia a la erosión y son fácilmente removidas por escorrentía superficial, lo que les convierte en zonas inestables asociadas a procesos de remoción en masa, así como, deslizamientos y derrumbes.



Fotografía 10. Vertiente coluvio-deluvial alojados en la parte media superior de la ladera sur del cerro Saucó. Vista panorámica al este.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el área estudiada se identificaron y cartografiaron procesos de movimientos en masa, lo que configuran como peligros geológicos según la clasificación sugerida por el “Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007”.

En el presente informe, se describen los principales peligros geológicos por movimientos en masa, detalladas líneas abajo.

5.1. Movimientos en masa

La caracterización de los movimientos en masa en esta área, se realizó en base al análisis de los rasgos geológicos, geomorfológicos, y de geodinámica durante los trabajos de campo y gabinete, en donde, se identificaron y cartografiaron los diferentes tipos de movimientos en masa a través de la toma de datos estructurales, basado principalmente en la observación y caracterización morfométrica in situ; de igual modo se tomaron capturas de imágenes y fotografías a nivel de terreno, complementada con el análisis de imágenes satelitales de la plataforma Google Earth y Sentinel 2.

Además, para caracterizar los movimientos en masa, se generaron mapas ráster de Red Relief Image Map (RRIM), a partir de un Modelo de Elevación Digital (DEM) de 5 m de resolución proveído por CONIDA. Se trata de una técnica que representa visualmente el relieve de la superficie terrestre mediante una escala cromática usando colores con tonos rojos para simular variaciones en la altitud, esto permite resaltar características importantes del terreno (**Figura 8**).

De acuerdo con la imagen RRIM, se logra observar una zona hundida que se ve reflejada en los rasgos morfológicos que resaltan al relieve, se trata de un deslizamiento

que afecta la parte media superior de la ladera sur del cerro Sauco. Este evento se instaló sobre una pendiente muy pronunciada el cuál afectó parte de la trocha carrozable que se dirige a los poblados aledaño. La dinámica de movimiento es lento y progresivo en dirección sur hacia ladera abajo (**Figura 8**).

Por otro lado, se resalta una zona con pendiente moderada al pie de la ladera sur del cerro Sauco sobre el cual se asentó gran parte de la población del sector Punas. Por su relieve se observa zonas con reptación de suelos que involucra parte de una vivienda y que se acerca peligrosamente hacia la trocha carrozable y el cerco perimétrico de la I.E N°81661 (**Figuras 8**).

Asimismo, se distinguen procesos gravitacionales del tipo de caída en la parte media superior de la ladera, sobre el cual se encuentran varios bloques erráticos de gran tamaño tendidos sobre la ladera relacionados con caída de rocas o derrumbes en el pasado, lo que refleja una intensa actividad geodinámica en el sector Punas (**Figura 8**).

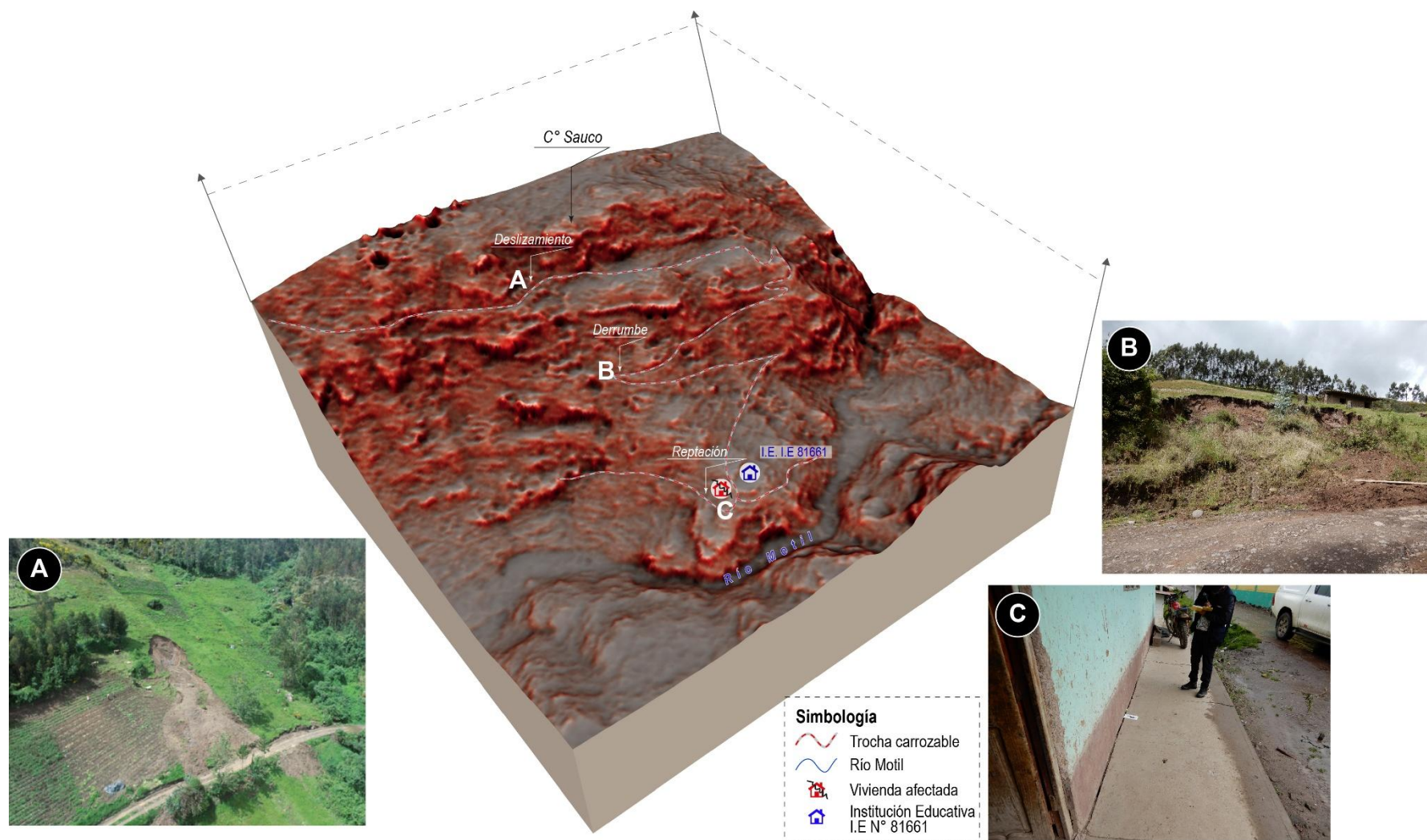


Figura 8. Block diagramas tridimensional donde se muestra los procesos de movimientos en masa en el sector Punas. Ráster RRIM en tonalidad rojo, donde resalta las características morfológicas del terreno relacionado a deslizamientos, derrumbes y reptación de suelos.

5.1.1. Deslizamiento activo

En la ladera media superior de la cara sur del cerro Sauco, se produjo un deslizamiento de pequeña extensión y mediana magnitud que involucró y movilizó material coluvio-deluvial, así como parte del macizo rocoso perteneciente a los flujos piroclásticos del centro volcánico Quiruvilca de edad Mioceno. Estas rocas presentan evidencias claras de haber sido previamente afectadas por una intensa actividad mecánica que dio lugar a un fuerte fracturamiento y fuerte meteorización, debilitando la calidad del macizo rocoso y favoreciendo la ocurrencia de movimientos en masa.

Dicho deslizamiento comprometió un área de ~0.7 ha. Su escarpe nace en la cota 3463 m s.n.m y presenta una corona semicircular continua algo apretada entre sus flancos que recorre una longitud de 59 m. En la zona proximal presenta un salto cerca de 2.5 m de desnivel con respecto a la vertical (**Fotografías 11 y 12**).

De acuerdo a las observaciones de campo y características del movimiento, el deslizamiento tuvo carácter violento que desplazó rápidamente ladera abajo material limo arcilloso, completamente saturado, comportándose como flujo que afectó 15 m de carretera carrozable (**Fotografías 11 y 12**).

Actualmente, la zona de escarpe se encuentra saturado debido a la surgencia de agua que quedó descubierta por el deslizamiento, y que se deposita sobre el cuerpo de este mismo, el cual involucra material limo arcilloso, aumentando la susceptibilidad a eventos de gran magnitud que comprometa la vida de los pobladores e infraestructura local ladera abajo (**Fotografía 13**).

Por otro lado, en el flanco derecho del deslizamiento se registra grietas de tracción que se extienden de manera oblicua al escarpe principal. Estas grietas ponen en evidencia del movimiento lento pero contiguo y avance retrogresivo ascendente del deslizamiento, el cual podría evolucionar a eventos de gran tamaño si persisten las condiciones que las originaron (**Fotografía 14**).



Fotografía 11. Deslizamiento activo emplazado en la parte media superior de la ladera sur del cerro Sauco. Este evento afectó parte de la carretera carrozable. Vista mirando al norte.



Fotografía 12. Escarpe principal del deslizamiento activo. Nótese el salto del escarpe cerca de 2.5 m de desnivel y la surgencia de agua subterránea que quedó descubierta. Vista mirando al norte.



Fotografía 13. Material limo arcilloso completamente saturado de agua que hace que se comporte como flujo de lodo posterior a la dinámica del movimiento inicial, el cual discurre ladera abajo. Vista mirando al sur.



Fotografía 14. Grietas de tracción ubicadas de manera oblicua con respecto al escarpe principal del deslizamiento. Presentan una abertura de 8 a 10 cm de ancho y un desnivel de 5 cm.

5.1.2. Derrumbe

Este evento se localiza en la parte media baja de la ladera sur del cerro Sauco, el cual afectó terrenos inestables acumulados sobre pendiente fuerte a muy fuerte que oscila entre 15° a 45°.

El derrumbe tiene una pequeña extensión que comprometió un área de 0.18 ha. Su zona de arranque nace en la cota 3327 m s.n.m y tiene una morfología semicircular que recorre 32 m de longitud. Ese derrumbe se ubica adyacente a la trocha que se dirige hacia el sector Punas y afectó una parte de ella (**Fotografía 15**).

Este evento está relacionado con las fuertes precipitaciones que ha sobresaturado un terreno inestable constituido por depósitos coluvio-deluviales de suelos limo arcillosos, el cual aumentan la susceptibilidad a movimientos en masa de gran magnitud.



Fotografía 15. Derrumbe de pequeña magnitud ubicado adyacente a la trocha carrozable que afectó parte de ella. Vista mirando al norte.

5.1.3. Reptación de suelos

Se le denomina así a un evento de movimiento lento pero continuo que se instala al pie de la ladera sur del cerro Sauco, específicamente al oeste de la I.E 81661. El área en la que ocurre el movimiento involucra una vivienda alojada en la margen de la trocha carrozable.

El terreno inestable se caracteriza por presentar suelos limoarcillosos altamente saturados que se intensifican en épocas de fuerte precipitación. Geotécnicamente, estos terrenos presentan poca resistencia al corte y baja respuesta a la erosión, lo que facilita su removilización ladera abajo.

En área involucrada donde presenta reptación tiene un total de 0.46 ha y una pendiente fuerte que va de 15° a 25°, lo que condiciona su movimiento. En la parte superior de la zona de mayor movimiento se observa una vivienda con características de haber sido afectada por asentamientos diferenciales del terreno y que provocó aberturas de hasta 3 cm entre la pared frontal y la vereda (**Fotografía 16**). Así también, grietas y fisuras de 1 a 2 cm que atraviesan transversalmente la estructura de la vivienda, lo que refleja un ligero asentamiento del terreno (**Fotografía 17**).



Fotografía 16. Aberturas de hasta 3 cm que separan la pared frontal con la vereda de una vivienda afectada por reptación.



Fotografía 17. Grietas y fisuras que atraviesan transversalmente la vivienda afectada por reptación.

Por otro lado, a 4 m de distancia desde la zona de mayor movimiento de reptación se ubica el cerco perimétrico de la institución educativa I.E N°81661, donde se observa una abertura de 5 a 6 cm entre los muros, lo que refleja un ligero asentamiento de terreno que podría estar asociado a la zona afectada por reptación (**Fotografía 18**).

Desde el punto de vista geodinámico, este fenómeno de reptación está confinado con eventos que pueden ser predecesores de movimientos en masa más rápidos y de mayor magnitud, ya que, contribuye significativamente a la pérdida progresiva y gradual de resistencia del suelo, lo que, la convierte en zona altamente susceptible a deslizamientos que afecten y pongan en peligro a la vivienda y sus habitantes y a la institución educativa I.E N°81661, principalmente en épocas de precipitaciones anómalas y prolongadas.



Fotografía 18. Abertura de 5 a 6 cm entre los muros de la I.E N°81661, relacionado a un ligero asentamiento de terreno.

5.2. Factores condicionantes

Los factores condicionantes que están relacionados a los procesos de movimientos en masa, es decir, la ocurrencia del deslizamiento, derrumbe y reptaciones se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 1. Factores condicionantes de los procesos de movimientos en masa.

Factores	Características asociadas
Litológico	El substrato rocoso está constituido por secuencias piroclásticas de líticos y cristales en una matriz de ceniza y pómez, el cual se hallan muy fracturadas y fuertemente meteorizadas. Estos macizos rocos se caracterizan por presentar material incompetente altamente inestable asociadas a los movimientos en masa.

	Suelos residuales y depósitos coluvio-deluvial inconsolidados poco resistentes y de baja cohesión que se emplazan en la ladera media superior dispuestas en pendientes fuertes a muy fuertes, lo cual las convierten en zonas inestables propicias a la generación de deslizamientos y reptación.
Geomorfológicos	Presencia de montaña modelada en roca volcánica, con morfología accidentada algo escalonada y ondulada presenta pendientes que van de fuerte a muy fuerte.



Fotografía 19. Relación de la pendiente como condicionante en el proceso de movimientos en masa en el sector Punas. Nótese el material muy incompetente y saturado. Vista mirando al noreste.

5.3. Factores desencadenantes

Los principales factores desencadenantes que están asociadas a la ocurrencia de movimientos en masa se detallan a continuación.

Tabla 2. Factores desencadenantes por movimientos en masa.

Factores	Características asociadas
Precipitaciones	Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, principalmente entre los meses de enero a abril.
Hidrológicos	Aguas de escorrentía superficial que discurren por la parte media y alta de la ladera y desembocan en el cuerpo del deslizamiento. Asimismo, surgencias subterráneas de agua que sobresaturan los depósitos coluvio-deluviales.
Sismos	Ocurrencia de sismos superficiales podrían estar relacionados con la inestabilidad de laderas, conformado por depósitos coluvio-deluviales y dispuestos en pendientes muy pronunciadas.
Antrópicos	Cortes de carretera y ensanchamiento de las trochas en la parte media superior de la ladera sur del cerro Saucó. Estos cortes alteran las condiciones de equilibrio natural de la ladera, lo que provoca disminución en la estabilidad estructural del talud.



Fotografía 20. Surgencia de agua en el escarpe del deslizamiento relacionado a los procesos desencadenantes.



Fotografía 21. Surgencias de agua que discurren sobre material limo arcilloso que posteriormente se vierten hacia canales sin revestimiento.

6. CONCLUSIONES

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

- 1) En el sector Punas, el substrato rocoso está conformado por secuencias de rocas volcánicas y volcanoclásticas de los centros volcánicos de Quiruvilca y Payhual-Caupar atribuidas a una edad Mioceno. Su litología está constituida por una intercalación de depósitos de flujos piroclásticos de líticos y cristales envueltos en una matriz cristalolítica y pómez; localmente se intercalan con niveles de flujos de ceniza y pómez con limoarcillas de color gris parduzca. Localmente, el macizo presenta características físicas de resistencia media, muy fracturadas y superficialmente se hallan altamente meteorizadas.
- 2) Los depósitos coluvio-deluviales descansan discordantemente sobre las unidades volcánicas, y están conformadas por acumulaciones inconsolidadas de fragmentos heterométricos envueltos en una matriz arcillo limosa y arenosa, que se adosan en la ladera sur del cerro Sauco. Por su naturaleza suelta e incompetente, se caracterizan por tener una baja cohesión que ofrecen una baja resistencia a la erosión, lo que las convierten en zonas susceptibles a movimientos en masa.
- 3) Las geoformas que resaltan al relieve accidentado se desarrollaron sobre una morfología montañosa modelada en roca volcánica, caracterizada por una superficie algo escalonada con pendientes muy pronunciadas. Estas condiciones morfológicas del terreno han propiciado indirectamente la generación y evolución de los movimientos en masa.
- 4) Se ha identificado peligros geológicos por movimientos en masa, tipo deslizamiento de pequeña extensión y mediana magnitud que se emplaza en la parte superior de la ladera sur del cerro Sauco, el cuál comprometió suelos coluvio-deluviales previamente saturados por intensas precipitaciones y surgencias de agua subterránea ubicados sobre una pendiente muy fuerte. Este evento afectó temporalmente la trocha carrozable que conduce hacia comunidades adyacentes. El deslizamiento, aunque de extensión restringida, pone en evidencia la actividad geodinámica de la ladera, el cual podría desencadenar eventos más destructivos si persisten las condiciones. Asimismo, al pie de la ladera se desarrollan movimientos en reptación que afectan ligeramente una vivienda y que podría comprometer el muro de la I.E N°81661.
- 5) De acuerdo a las características y rasgos geológicos, geomorfológicos y geodinámicos, se considera la parte superior de la ladera sur del cerro Sauco como **Peligro Alto** frente a la ocurrencia de deslizamientos y **Peligro Medio-Bajo** ante reptación de suelos que afectan a la I.E N°81661 y viviendas situadas en sector Punas.

7. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en sector Punas.

Transversales a autoridades y población

- 1) Incluir los peligros geológicos identificados por el Ingemmet en los planes específicos de la gestión del riesgo de desastres de la Municipalidad distrital de Agallpampa.
- 2) Identificar rutas de evacuación y zonas seguras ante la ocurrencia de peligros geológicos. Posteriormente, implementar simulacros de evacuación y simulaciones, con la finalidad de contar con una respuesta rápida y adecuada en situaciones de emergencia.
- 3) Implementar Sistemas de Alerta Temprana-SAT en coordinación con el INDECI, para la inmediata información de ocurrencia de peligros geológicos en el sector Punas.
- 4) Elaborar evaluaciones de riesgo (EVAR) con la finalidad de determinar las medidas de control de riesgo a implementarse frente a los peligros. Es necesario esta medida en el sector Punas, donde estos peligros pueden ocurrir y causar daños a la infraestructura, así como, vías de acceso, viviendas, entre otros.

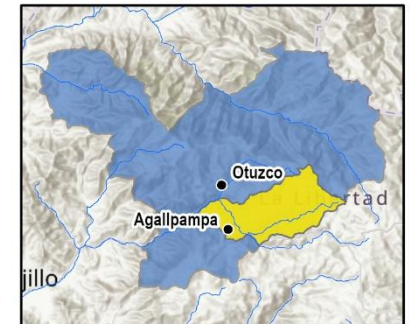
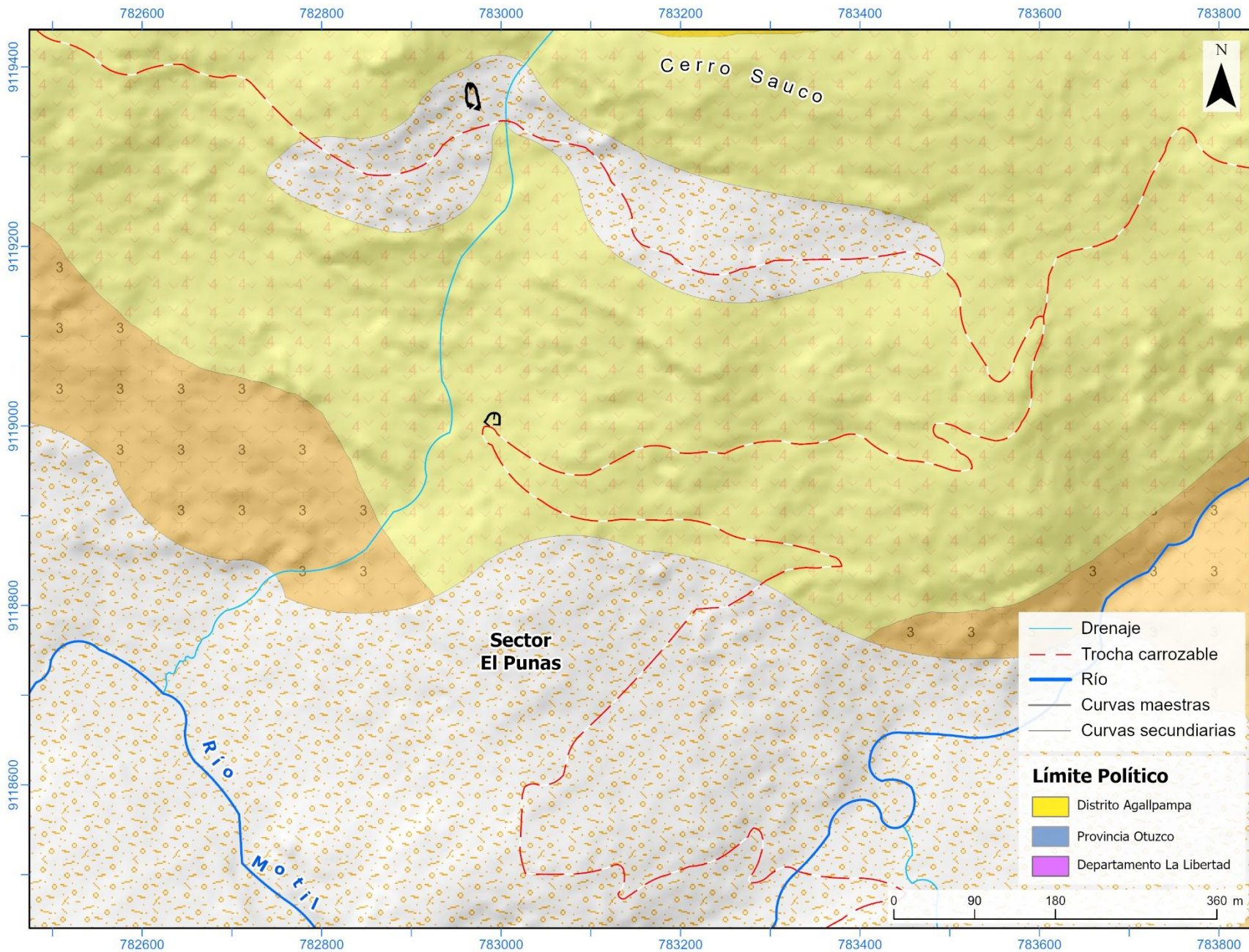
Ante deslizamientos, derrumbes y reptación de suelos

- a) Construir canales de coronación con una sección material impermeable (como geomembranas o arcillas), a fin de evitar filtraciones, además de continuos trabajos de mantenimiento de estos.
- b) Implementar un sistema de drenaje a fin de disminuir la saturación del terreno en el cuerpo del deslizamiento y alrededores.
- c) Prohibir la construcción de viviendas u otra infraestructura local en áreas de ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y reptación de suelos.
- d) Sellar los agrietamientos a fin de evitar la infiltración del agua durante lluvias intensas.
- e) Reforestar las laderas con especies nativas y de raíces densas a fin de dar una mayor resistencia y cohesión a los suelos superficiales, principalmente en la parte media superior de la ladera sur del cerro Sauco y al pie de la ladera afectada por reptación de suelos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D. M., Varnes, D.J., (1996). Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslide's investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportation researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Evans, S. G., y Hungr, O., (1993). The analysis of rock fall hazard at the base of talus slope: Canadian Geotechnical Journal, v. 30p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2000). Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N° 1. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 23, 330 p
- 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.
- ISRM (1981). Suggest method for the quantitative description of discontinuities in rock masses: International Journal of Rock Mechanics, Min. Sci. & Geomech. Abstr. V. 18, p. 85-110.
- 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.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENAMHI (2020). Mapa de clasificación climática del Perú (Texto). Lima, Perú.
- Suárez Díaz, J. (2007). Deslizamientos - Técnicas de Remediación (1a ed.). Erosion.com.
- Reyes, L. (1980). Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. Hojas: 15-f, 15-g, 16-g. INGEMMET, Boletín N° 31, Serie A: Carta Geológica Nacional.
- WP/WLI, (1993). A suggest method for describing the activity of a landslide: Bulletin of the International Association of Engineering Geology, N°47. p. 53-57.
- 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.

ANEXO 1: MAPAS
MAPAS DEL SECTOR PUNAS



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

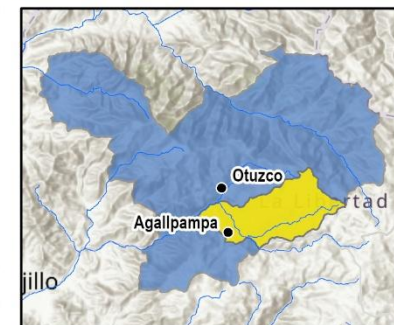
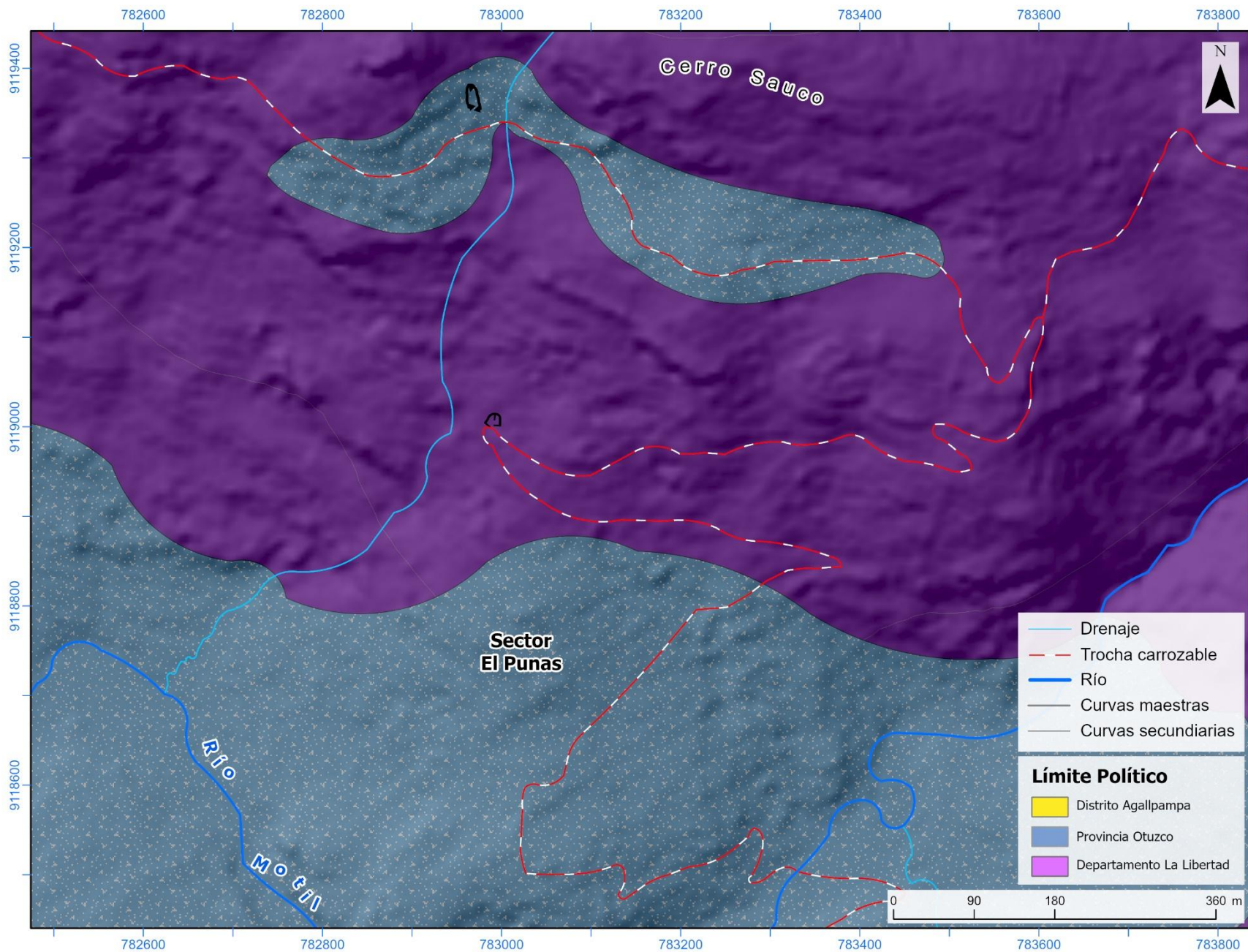
**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL
Y RIESGO GEOLOGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la
evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Mapa Geológico

Datum: UTM-WGS84, Zona 17s
Versión digital: año 2025. Versión impreso: 2025

01



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

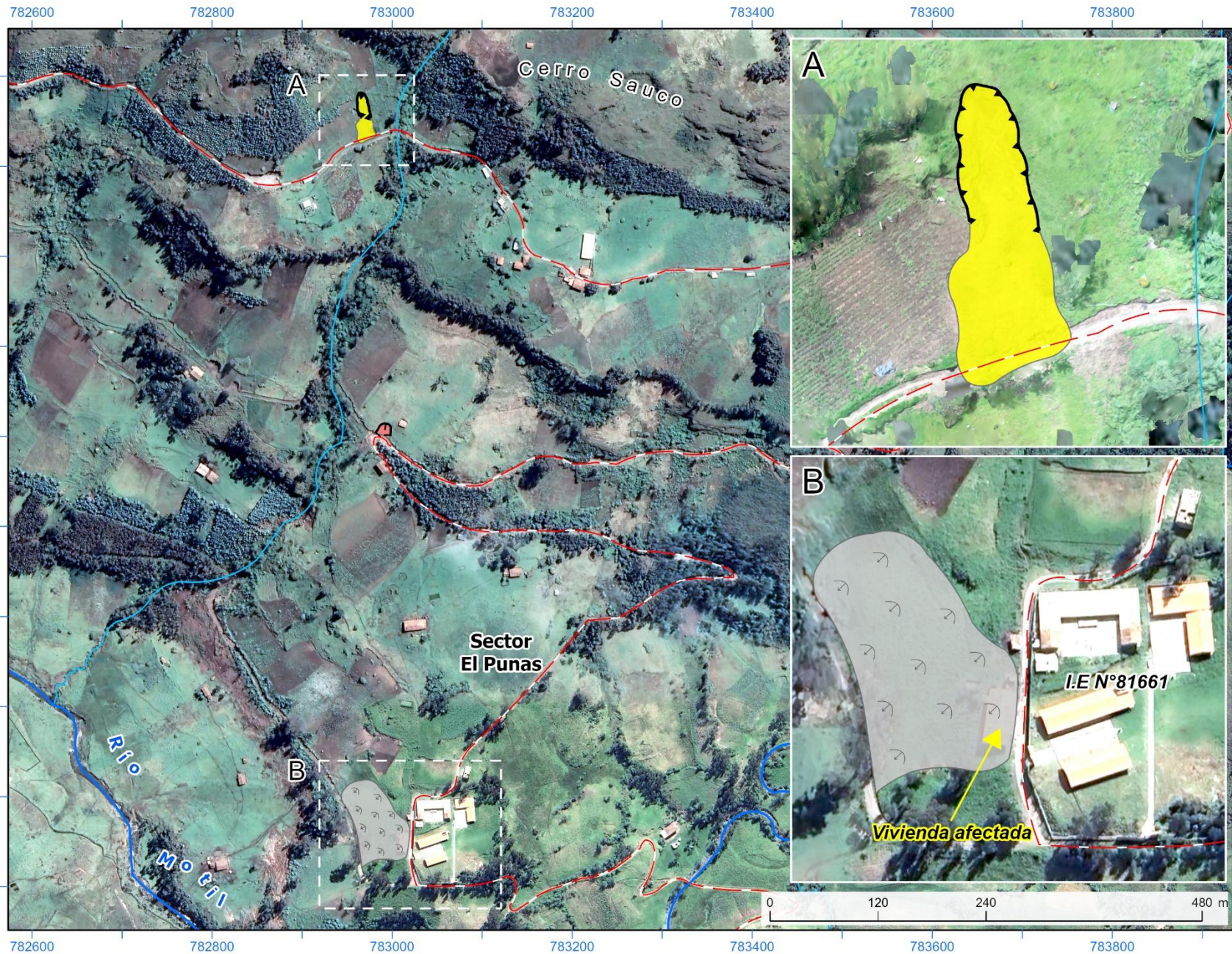
**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL
Y RIESGO GEOLÓGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la
evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Mapa Geomorfológico

Datum: UTM-WGS84, Zona 17s
Versión digital: año 2025. Versión impreso: 2025

02



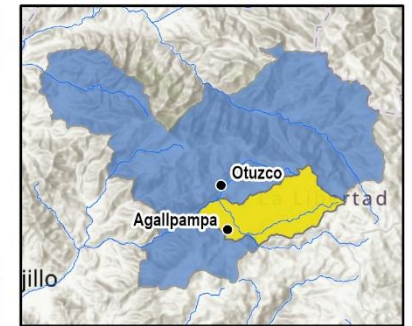
Cartografía de peligros geológicos

- | | |
|---|--|
| Deslizamiento activo | ↖↗ Reptación de suelos |
| Derrumbe activo | |

Simbología

- | | |
|---|---------------------------------|
| | Escarpe de deslizamiento |
| | Superficie de arranque derrumbe |

- | | |
|---|---------------------|
| | Grietas de tracción |
| | Trocha carrozable |
| | Drenaje |
| | Río |



INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL
Y RIESGO GEOLÓGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la
evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

**Cartografía de Peligros
Geológicos**

Datum: UTM-WGS84, Zona 17s
Versión digital: año 2025. Versión impreso: 2025

03

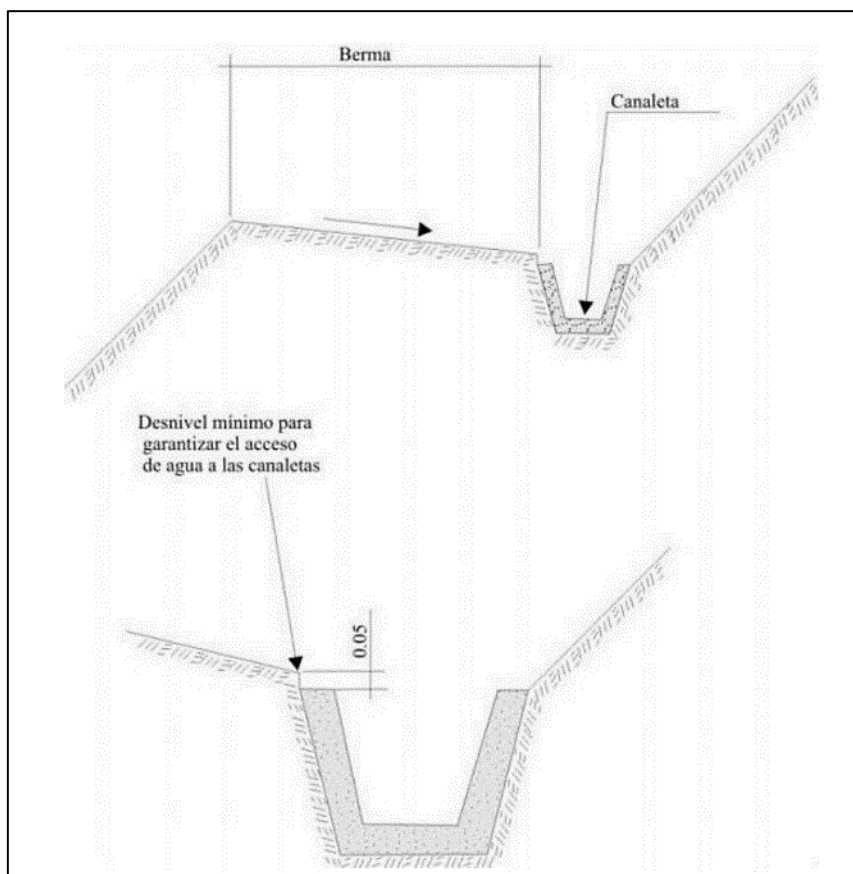
ANEXO 2: PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS

Para deslizamientos

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo en movimiento. Los métodos de estabilización de los movimientos en masa, que contemplan el control del agua, tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y generalmente más económicos que la construcción de grandes obras de contención, desactivan y disminuyen la presión de los poros, considerada el principal elemento desestabilizante en laderas. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia de la ladera (Suárez Díaz, 1998). Las medidas de drenaje recomendadas son:

a. Drenaje superficial

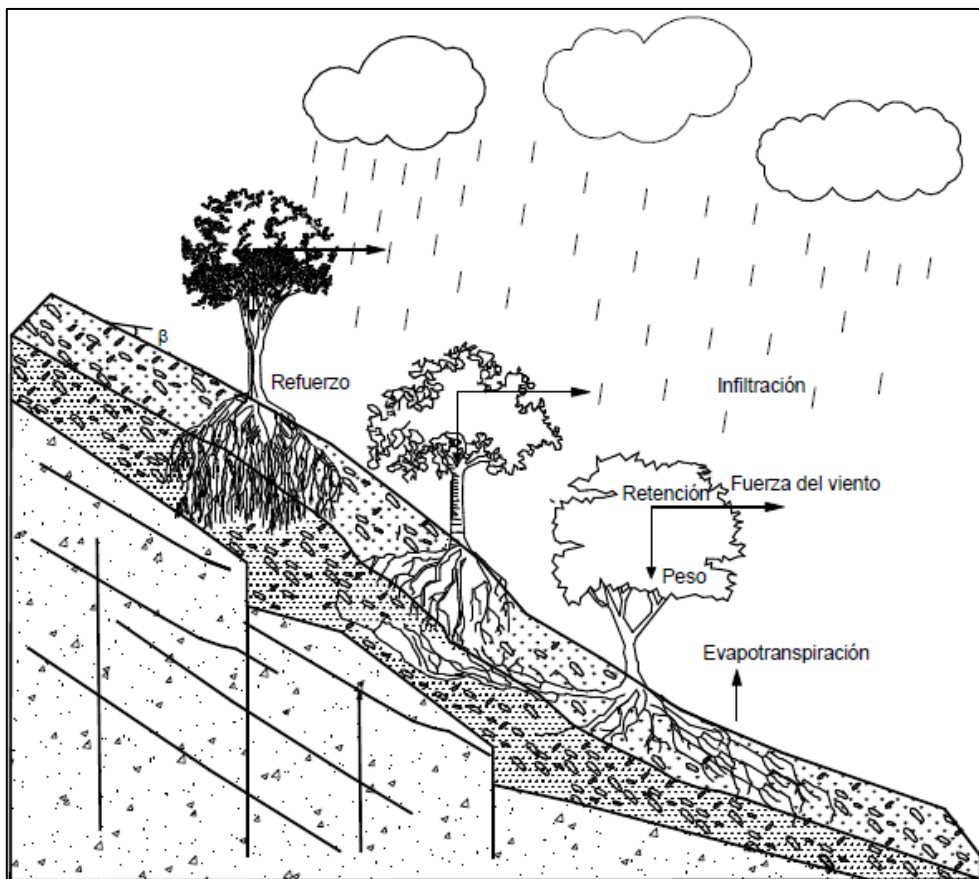
Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de la zona afectada, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del movimiento. Éstas deben ser construidas en la parte superior de la zona en movimiento (**Anexo 2.1**). En las obras construidas - zanjas de drenaje es necesario impermeabilizar la caja hidráulica captando y evitando totalmente la infiltración de las aguas de escurrimiento la ladera, según las imágenes adjuntas.



Anexo 2.1. Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

b. Revegetación

Los árboles y arbustos de raíz profunda aportan una resistencia cohesiva significativa a los mantos de suelo más superficiales y al mismo tiempo, facilitan el drenaje subterráneo, reduciendo en esta forma la probabilidad de movimientos en masa poco profundos (Suárez Díaz, 2007).



Anexo 2.2. Estabilización de taludes utilizando vegetación. Fuente: Suarez, Díaz (2007).



Anexo 2.3. Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.